

Eine allgemein verständliche Beschreibung der Relativitätstheorie für Laien

Autor*: Jörg Schwander - 2021
E-Mail: j.schwander@quickline.ch
Co-Autor: Roger Schwander

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite (Text)	Seite (pdf)
1) Einführung und Hinweise auf wissenschaftliche Grundsätze anschliessend folgt die Animation 1.1	1	2
2) Das Konzept des bewegten Bezugssystems (BBS) anschliessend folgt die Animation 1.2	2	88
3) Eine korrekte Analyse von Bewegungen (mit Hilfe von Animationen) anschliessend folgt die Animation 1.3	3	133
4) Die Gründe, die zur Entstehung der Relativitätstheorie geführt haben anschliessend folgt die Animation 4	4	178
5) Worauf beruhen die Berechnungen bei der Relativitätstheorie? anschliessend folgen die Animationen 5.1 - 5.3	5	243
6) Erklärungen zur Zeit und Länge sowie zur Zeitdilatation und Längenkontraktion anschliessend folgen die Animationen 6.1 und 6.2	6	454
7) Die Quintessenz aus den bisherigen Ausführungen und Animationen anschliessend folgt die Animation 7	7	522
8) Welche generellen Erkenntnisse ergeben sich aus der Relativitätstheorie?	8	566
9) Anhang: Lorentz-Transformation, kurzgefasste BBS-Analyse und zwei Bilder		567

Beachte: Jede Animation besteht aus rund 40 oder 80 einzelnen Seiten, die eine Bewegung simulieren.

Zusammenfassung

Die Relativitätstheorie von A. Einstein ist eine grundlegende Theorie der Naturwissenschaften. Sie wird von vielen Menschen nicht verstanden, weil sie im Wesentlichen auf mathematischen Überlegungen beruht und den Erfahrungen im Alltag widerspricht. Man kann sie jedoch einfach erklären, wenn man sich primär auf die generellen Grundsätze der Wissenschaft stützt. Dieser Bericht verlangt keine vertieften Fachkenntnisse, sondern nur Allgemeinwissen und logisches Denken. Dabei werden die Hintergründe und die Entstehung der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) u. a. mit Animationen derart dargestellt, dass sie auch von Laien verstanden wird. Man kann diese Theorie nicht widerlegen, aber man kann sie mit Hilfe von anschaulichen Beispielen und wissenschaftlichen Grundlagen auf eine verständlichere Art erklären als mit Mathematik.

*) Der Autor ist ein Naturwissenschaftler mit einer starken Beziehung zu den Geisteswissenschaften. Er hat 25 Jahre an einer Schweizer Universität gearbeitet und interessiert sich für viele Fachgebiete.

1) Einführung und Hinweise auf wissenschaftliche Grundsätze

Die Relativitätstheorie von Albert Einstein ist eine primäre Grundlage der Physik (und Astronomie). Damit werden Bewegungen in Raum und Zeit beschrieben. Man unterscheidet die Spezielle R. (SRT, 1905) und die Allgemeine R. (ART, 1915). Diese widersprechen der menschlichen Erfahrung und der Alltags-Logik; v. a. die Verschmelzung von Raum und Zeit zu einem 4-dimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum (oft Raumzeit genannt) sprengt unser Vorstellungsvermögen. Daher wurde immer wieder versucht, die Relativitätstheorie zu widerlegen, was aber nicht möglich ist. Hier geht es nur um die (einfachere) SRT, die sich explizit auf geradlinige und nicht beschleunigte Bewegungen beschränkt.

Aus den obigen Gründen und weil sie Kenntnisse der höheren Mathematik erfordern, werden die SRT und ART von den meisten Menschen überhaupt nicht verstanden. Es gibt aber eine Möglichkeit, die SRT auch für Laien verständlich zu machen, ohne dass vertiefte Physik- und Mathematik-Kenntnisse erforderlich sind. Dies ist nur möglich, wenn man die Hintergründe und die Entstehung der SRT kennt. Am Anfang der SRT stand einerseits die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, die unbestritten war. Das Licht wird auf zwei Arten beschrieben, als Teilchen (Photonen) und als Welle (Dualismus des Lichts). Andererseits stützt man sich in der Physik seit dem 18. Jh. auf das Konzept der Bezugssysteme. Es besagt, dass man Bewegungen von Objekten nur **relativ** zu einem Bezugssystem beschreiben kann. Dies bedeutet, dass z. B. die Bewegung einer Person in einem fahrenden Zug unterschiedlich ist, abhängig davon, ob sich der Beobachter a) im Zug oder b) ausserhalb befindet. Man postuliert, dass die Geschwindigkeit der Person bei b) variabel sei, obwohl die Bewegung dieses Zuges ignoriert wird.

Dies ergibt Widersprüche beim Licht, dessen Geschwindigkeit als konstant angenommen wird bzw. unabhängig davon, ob sich die Lichtquelle bewegt oder nicht. Gegen Ende des 19. Jh. versuchten manche Wissenschaftler/innen intensiv, diese Widersprüche aufzulösen und das Wesen des Lichts primär mit Hilfe der Mathematik zu erklären. Dieses "Rennen" gewann A. Einstein, der sich dabei auf die Vorarbeit anderer stützte, wie die sog. Lorentz-Transformation (siehe 1. Anhang). Diese ersetzt die sog. Galilei-Transformation, mit der man Berechnungen wie beim Beispiel oben mit dem Zug macht. Im Bereich der konstanten **Lichtgeschwindigkeit c** versagt dieses mathematische Prinzip. A. Einstein löste die Widersprüche auf bzw. postulierte mit der SRT, dass sich bei hoher **Geschwindigkeit v** die Länge von Strecken und Objekten merklich verkürzt (Längen-Kontraktion) und sich die Zeit verlangsamt (Zeitdilatation). Bei kleiner v ist der Effekt minimal bzw. nicht messbar (z. B. 0.05 ‰ bei $v = 0.01 c$).

Um die SRT zu verstehen, muss man ihre Grundlagen kennen. Die Konstanz von c ist in der Physik unbestritten; ebenso sind die mathematischen Berechnungen korrekt. Eine weitere Grundlage, das **Konzept des bewegten Bezugssystems (BBS)**, ist eine etablierte Theorie, die am Anfang dieses Berichts ausführlich analysiert wird (im 2. Anhang steht eine Zusammenfassung). Beim BBS ist eine Bewegung immer relativ, d. h. abhängig vom Standort des Beobachters. Die Berechnungen sind zwar korrekt, sie haben aber keine Relevanz. Das BBS widerspricht der Logik und der Realität; denn ein Objekt kann sich nicht gleichzeitig verschiedenartig bewegen. Beispiel: Ein Passagier P läuft 20 m in einem Zug, der 100 m in 10 sec. fährt. Im BBS von A im Zug bewegt sich P 20 m, aber im BBS von B neben den Gleisen 120 m. Dies ist nicht die Strecke von P, sondern die Summe (Resultierende) der Bewegungen von Zug und P; er kann nicht mit \emptyset 43.2 km/h 120 m im 60 m langen Zug laufen! Man kann zwei unterschiedliche Dinge, d. h. die Bewegung des Passagiers im Zug und die Summe von zwei Strecken im Raum der Erde, nicht auf einen einzigen Vorgang vereinfachen, ebenso wenig kann man zwei reale Räume auf ein imaginäres Konstrukt reduzieren! Dieses theoretische BBS-Konzept ist letztlich nur aufgrund der irreführenden Funktionsweise unserer visuellen Wahrnehmung entstanden.

Das BBS-Konzept, eine primäre Grundlage der SRT, widerspricht der Wirklichkeit. Die entsprechenden Messungen sind zwar richtig, aber deren Interpretation ist falsch; denn man hält die Summe von zwei Strecken für die Bewegung eines Objekts allein (s. o.). Die SRT stützt sich zudem auf die Mathematik; sie hat keine Beweiskraft, wenn man die experimentellen Daten mit den gleichen Formeln auswertet, auf denen eine Theorie basiert (Zirkelschluss). Man kann z. B. mit der Epizykel-Theorie "beweisen", dass sich die Planeten auf Schleifen um die Erde bewegen; denn man kann damit deren Positionen richtig berechnen, obwohl diese Annahme falsch ist (vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Planetenschleife>). Man ignoriert, dass die Mathematik die getroffenen Annahmen nicht verifizieren kann. Man kann die Richtigkeit der SRT nicht beweisen, da es kein Experiment im Bereich von c gibt, womit man dieses ohne die Formeln der SRT auswerten kann (die erforderliche v wird nicht erreicht). Man kann nur die Hintergründe von Theorien analysieren und sich dann fragen, ob deren Aussagen mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Daher wird zuerst das BBS-Konzept analysiert, u. a. mit der folgenden **Animation 1.1**.

Animation 1.1 (im Vollbild-Modus)

Im 1. Teil fährt ein Schiff 60 m; auf dem Deck befindet sich ein Kind im *Ruhezustand*. Seine **Positions-Änderung** im Raum der Erde beträgt 60 m, da es vom Schiff *mitbewegt* wird. Der Beobachter A auf dem Schiff registriert *keine* Bewegung des Kindes auf dem Deck. In der Physik glaubt man, im theoretischen Bezugssystem des Beobachters B auf dem Land habe sich das Kind 60 m bewegt. Da sich dessen Position auf dem Schiff jedoch nicht verändert hat, ist diese Lehrmeinung falsch. Die Strecke von 60 m entspricht der Bewegung des Schiffs, wo das Kind in Ruhe ist. Bei diesem Konzept existiert die Bewegung des Schiffs nicht, denn der Beobachter B konzentriert sich nur auf die Position des Kindes. Im Hirn von B gibt es nur einen *imaginären* Raum, den er für die *Realität* hält. Im 2. Teil ist das Schiff in Ruhe, und das Kind rennt 30 m, was A und B korrekt registrieren. Insgesamt hat sich die Position des Kindes im Raum der Erde um $60\text{ m} + 30\text{ m} = 90\text{ m}$ verändert. Aber in der irreführenden **Wahrnehmung** von B auf dem Land hat es sich (selber) 90 m bewegt.

Bitte volle Seitengröße wählen und scrollen

Please enter the full page mode and scroll



Klicken Sie auf

Please click on



in der Menü-Leiste

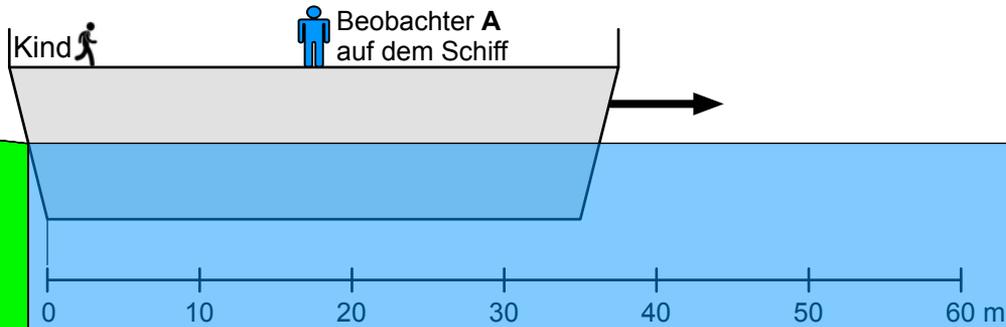
in the menu bar

Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

Start
0 sec.



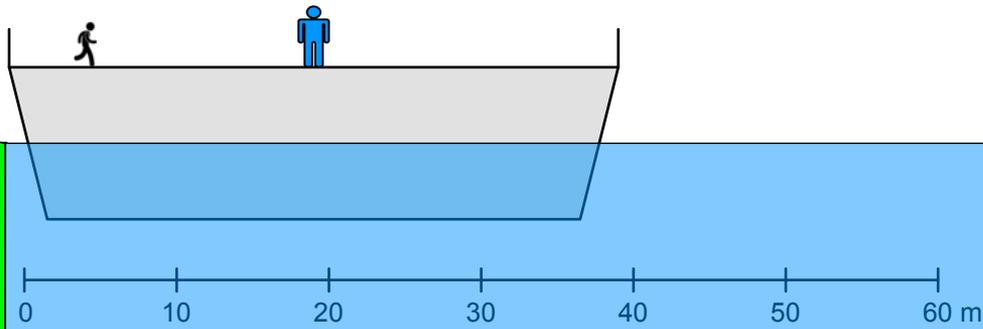
 Beobachter **B**
auf dem Land

Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
0.25 sec.

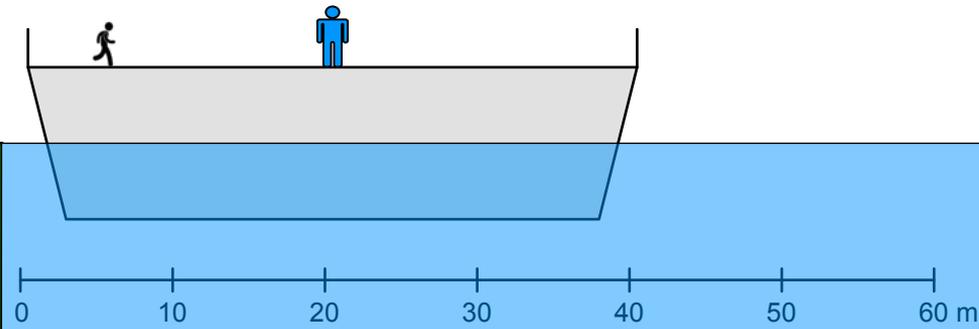


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
0.50 sec.

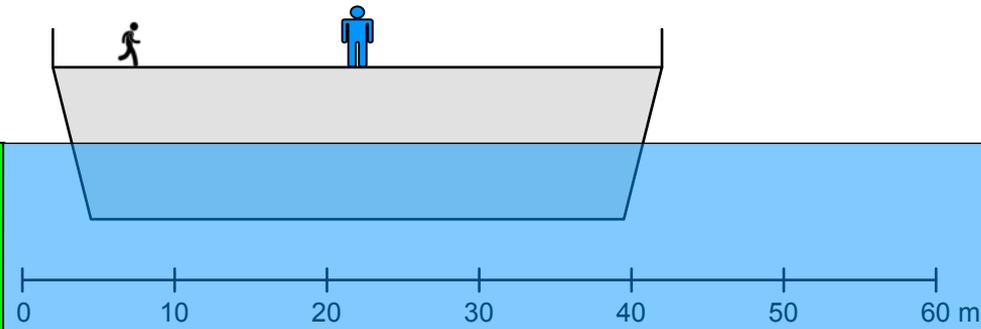


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
0.75 sec.

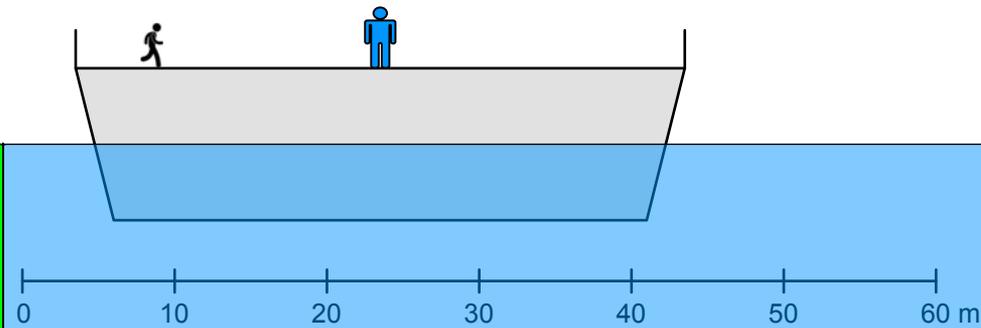


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
1.00 sec.

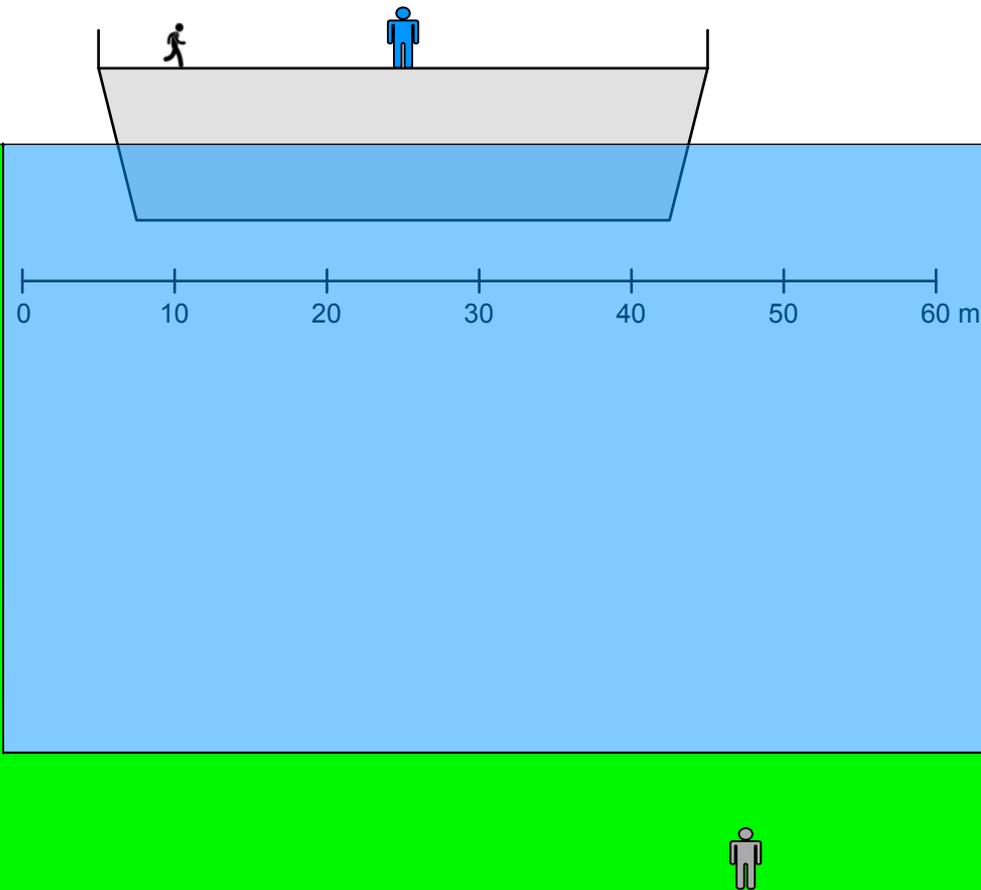


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
1.25 sec.

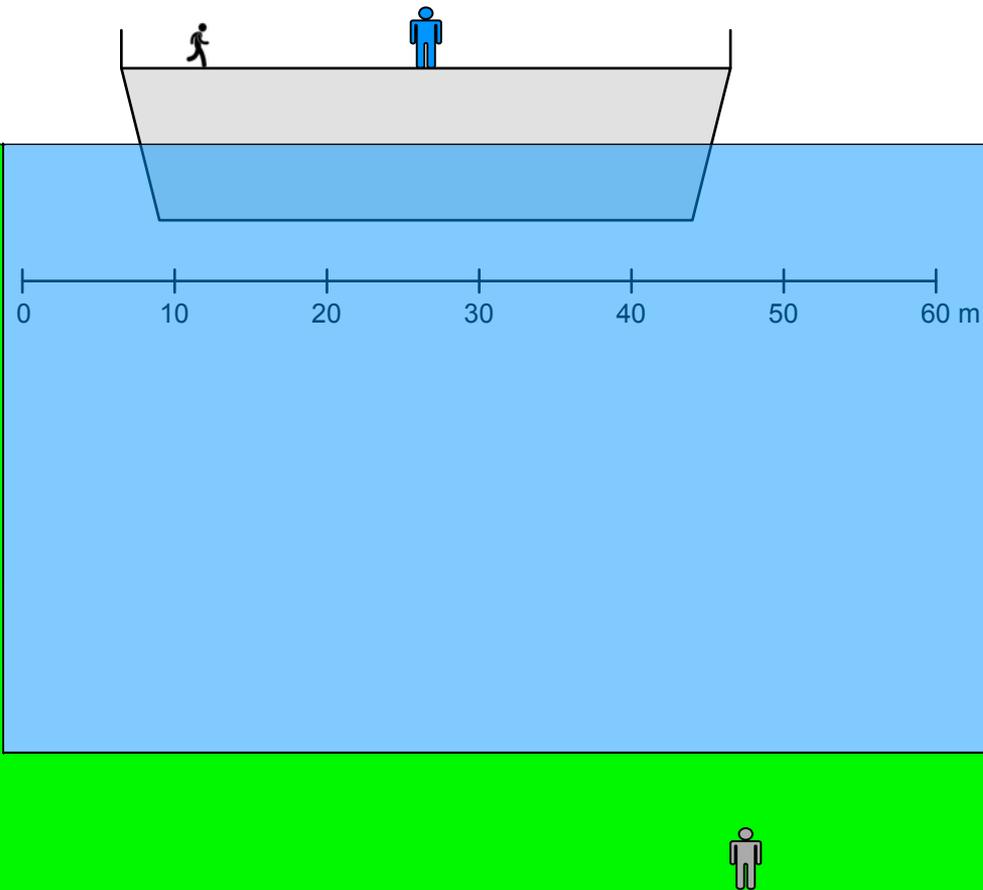


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
1.50 sec.

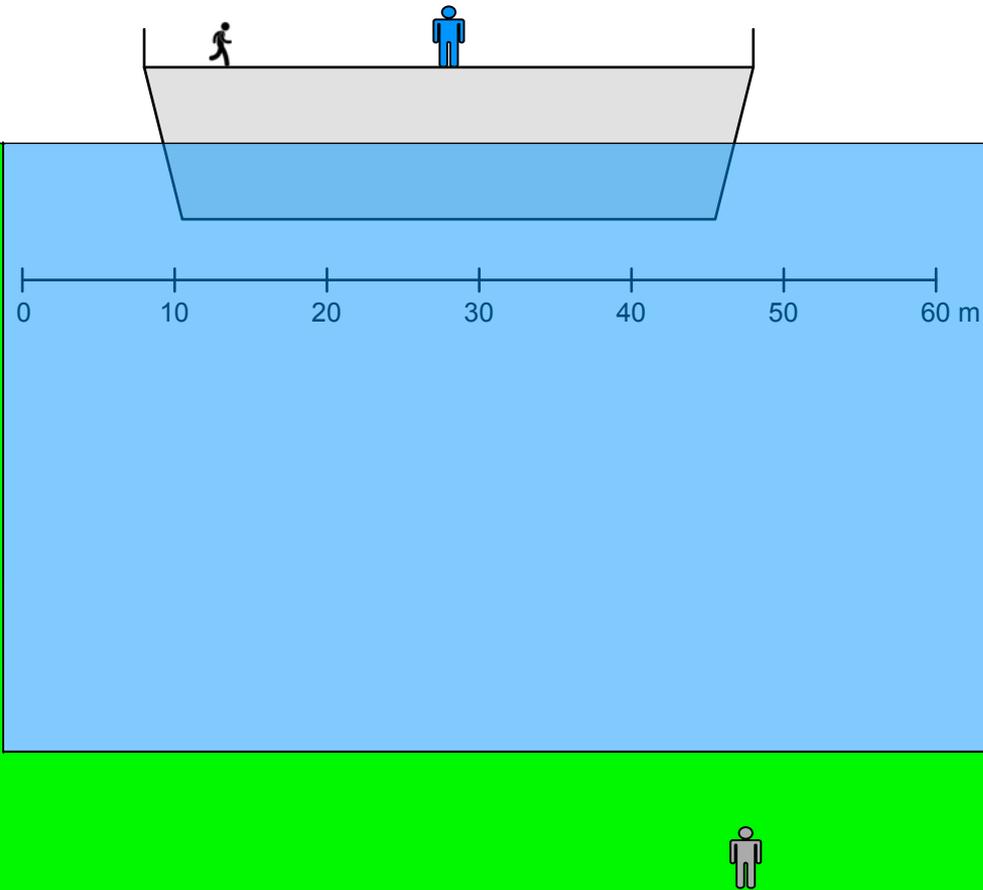


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
1.75 sec.

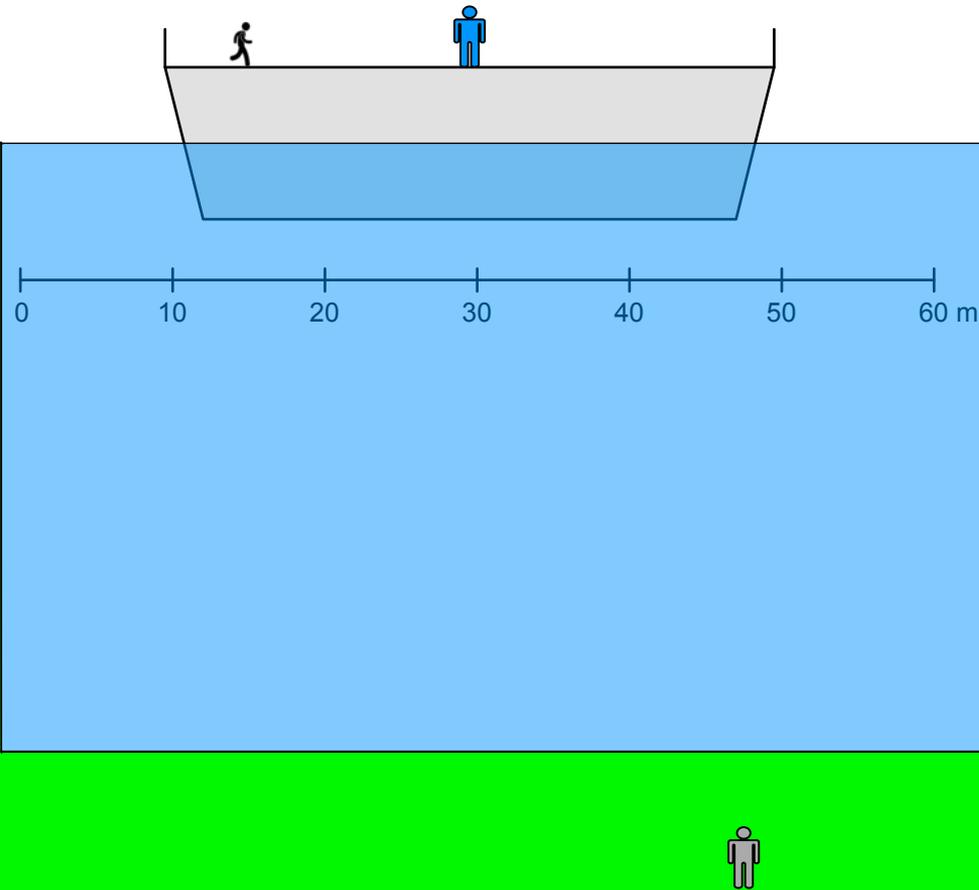


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
2.00 sec.

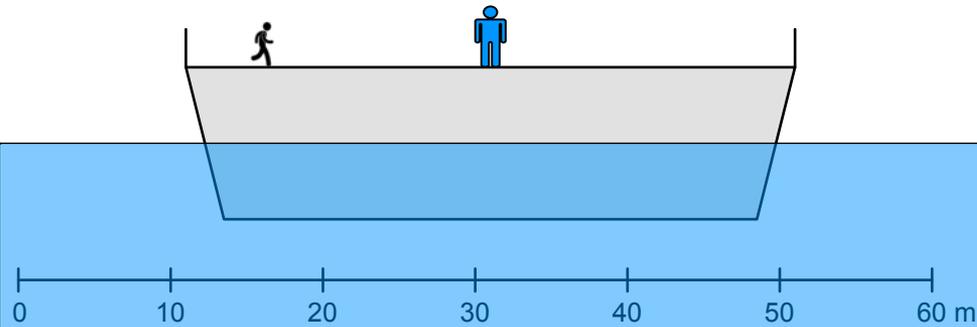


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
2.25 sec.

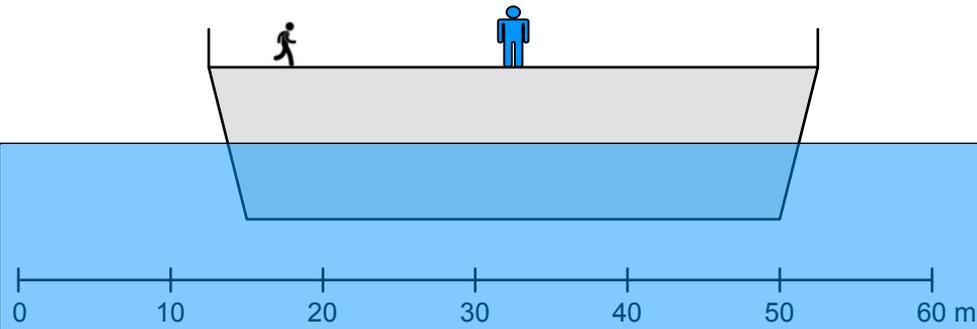


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
2.50 sec.

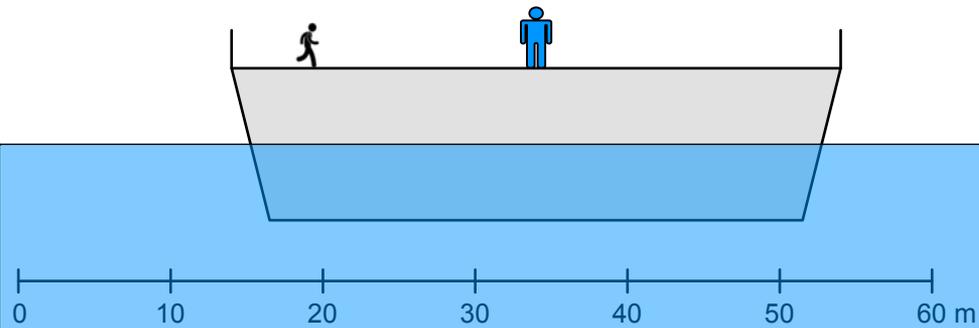


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
2.75 sec.

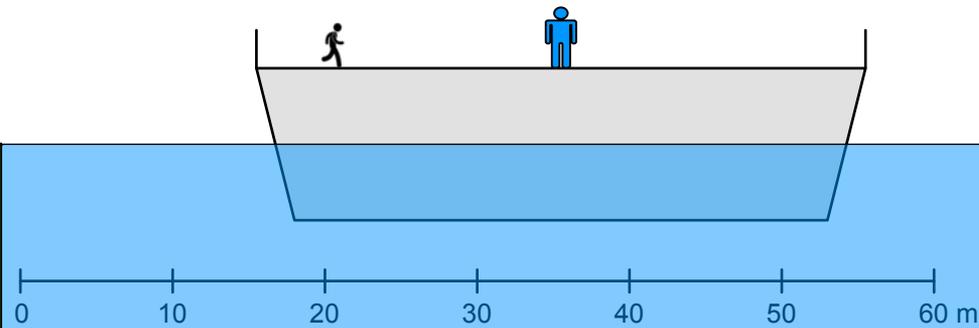


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
3.00 sec.

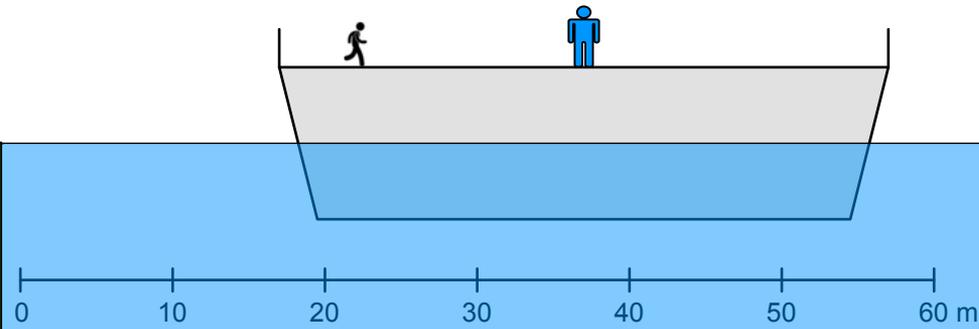


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
3.25 sec.

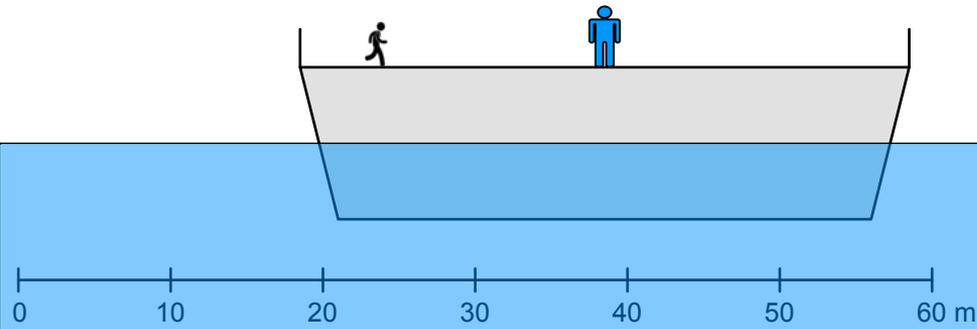


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
3.50 sec.

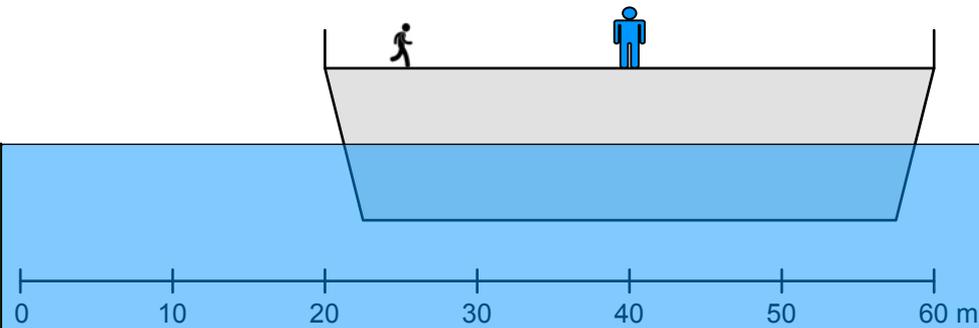


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
3.75 sec.

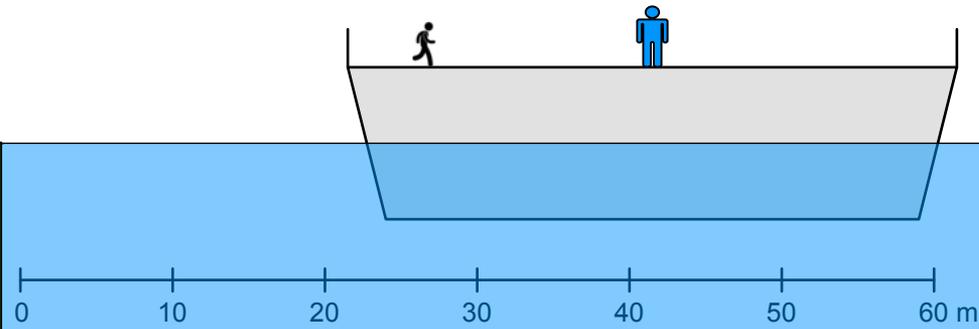


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
4.00 sec.

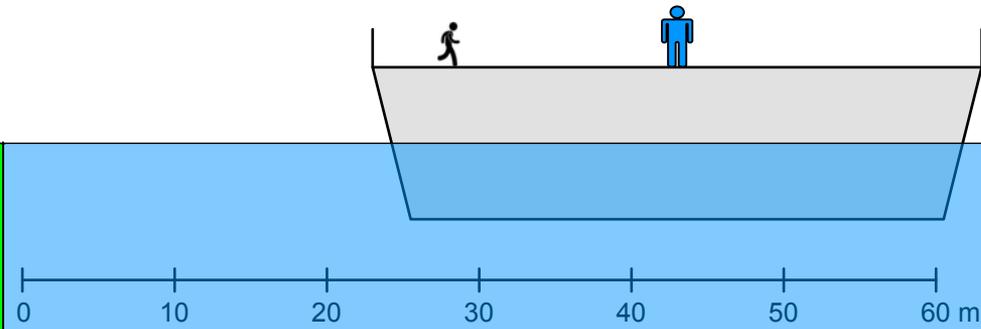


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
4.25 sec.

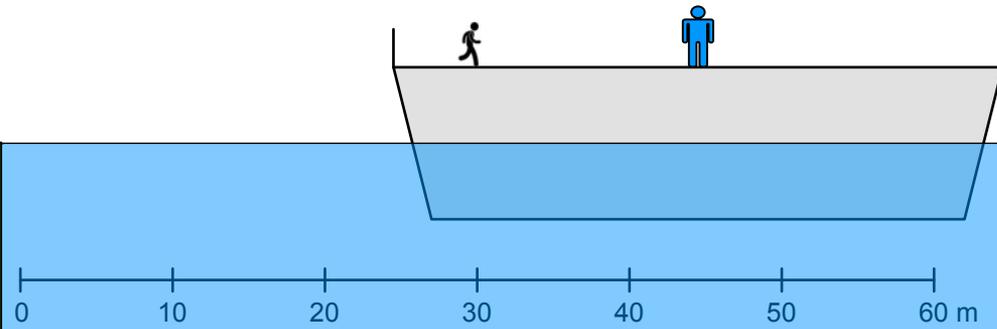


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
4.50 sec.

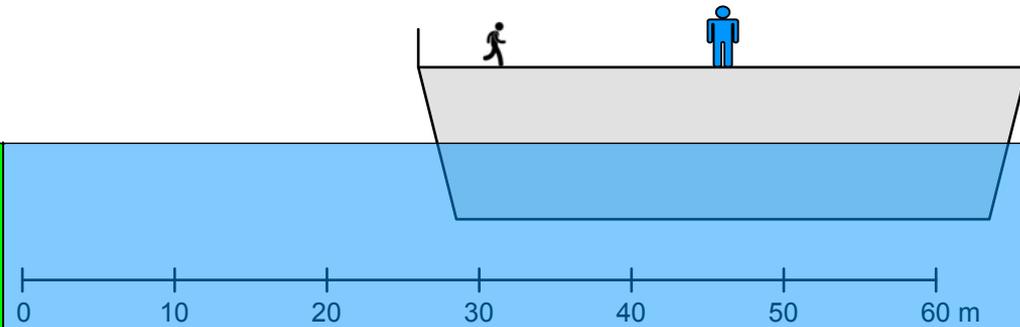


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
4.75 sec.

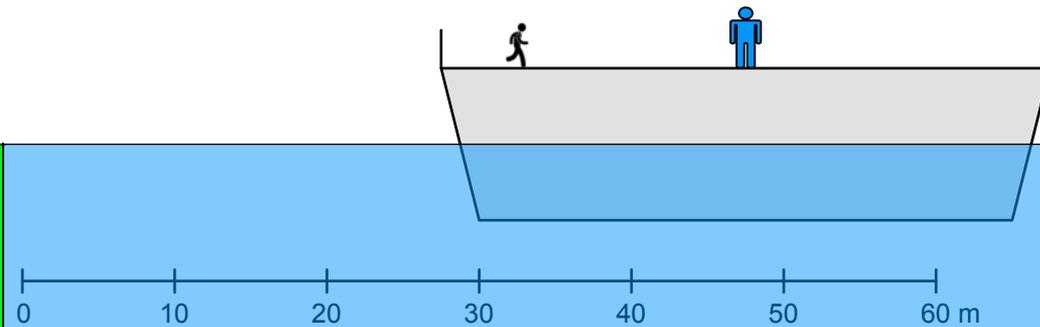


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
5.00 sec.

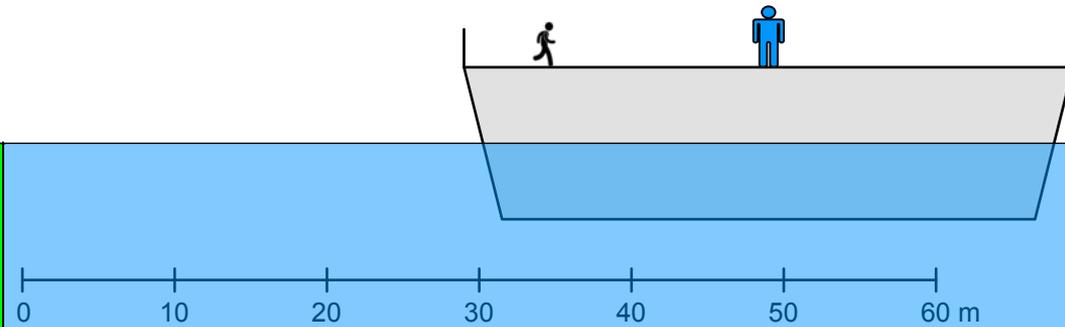


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
5.25 sec.

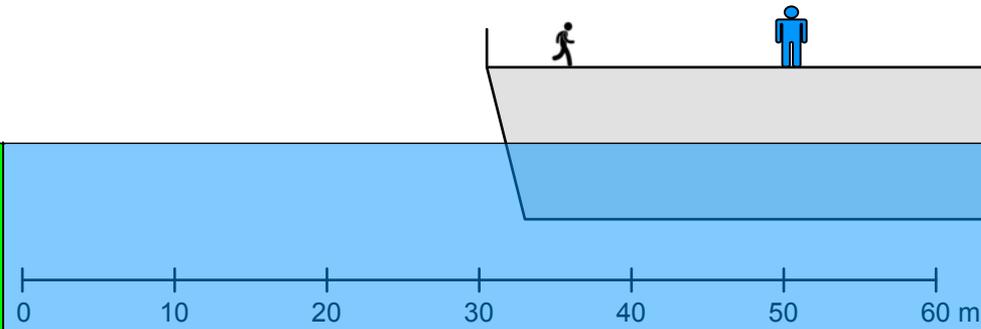


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
5.50 sec.

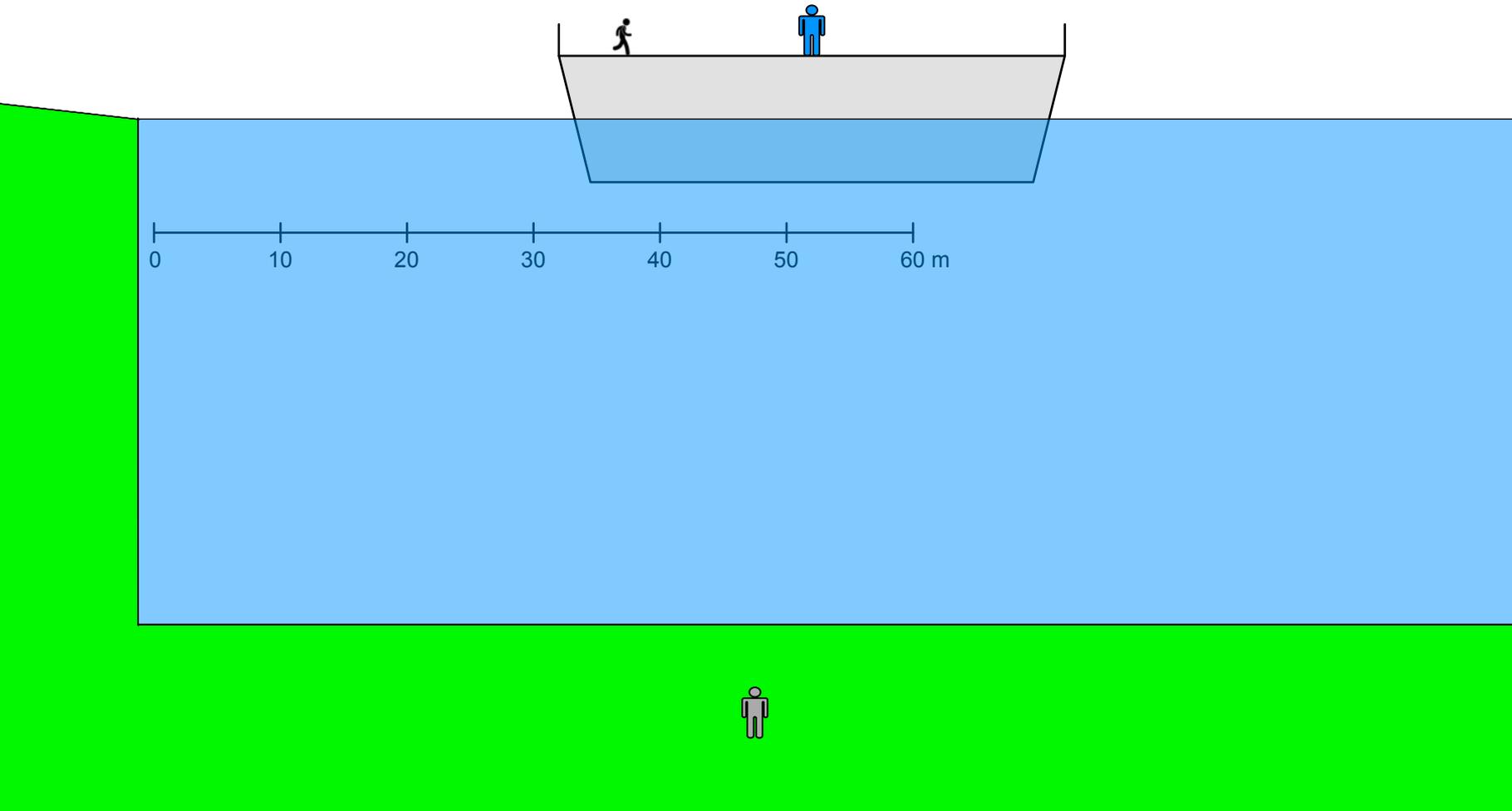


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
5.75 sec.

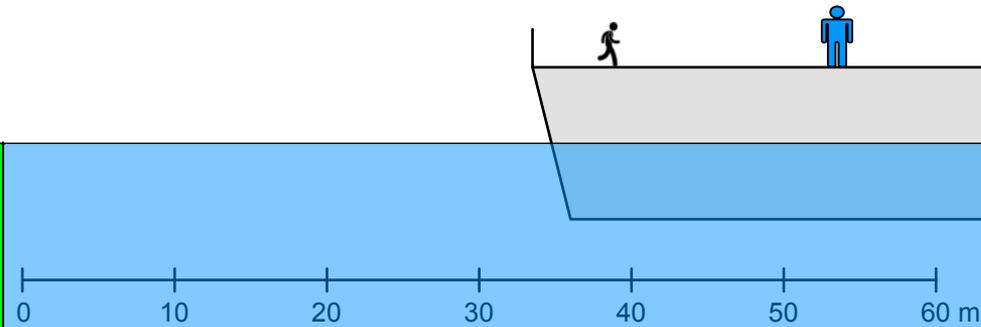


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
6.00 sec.

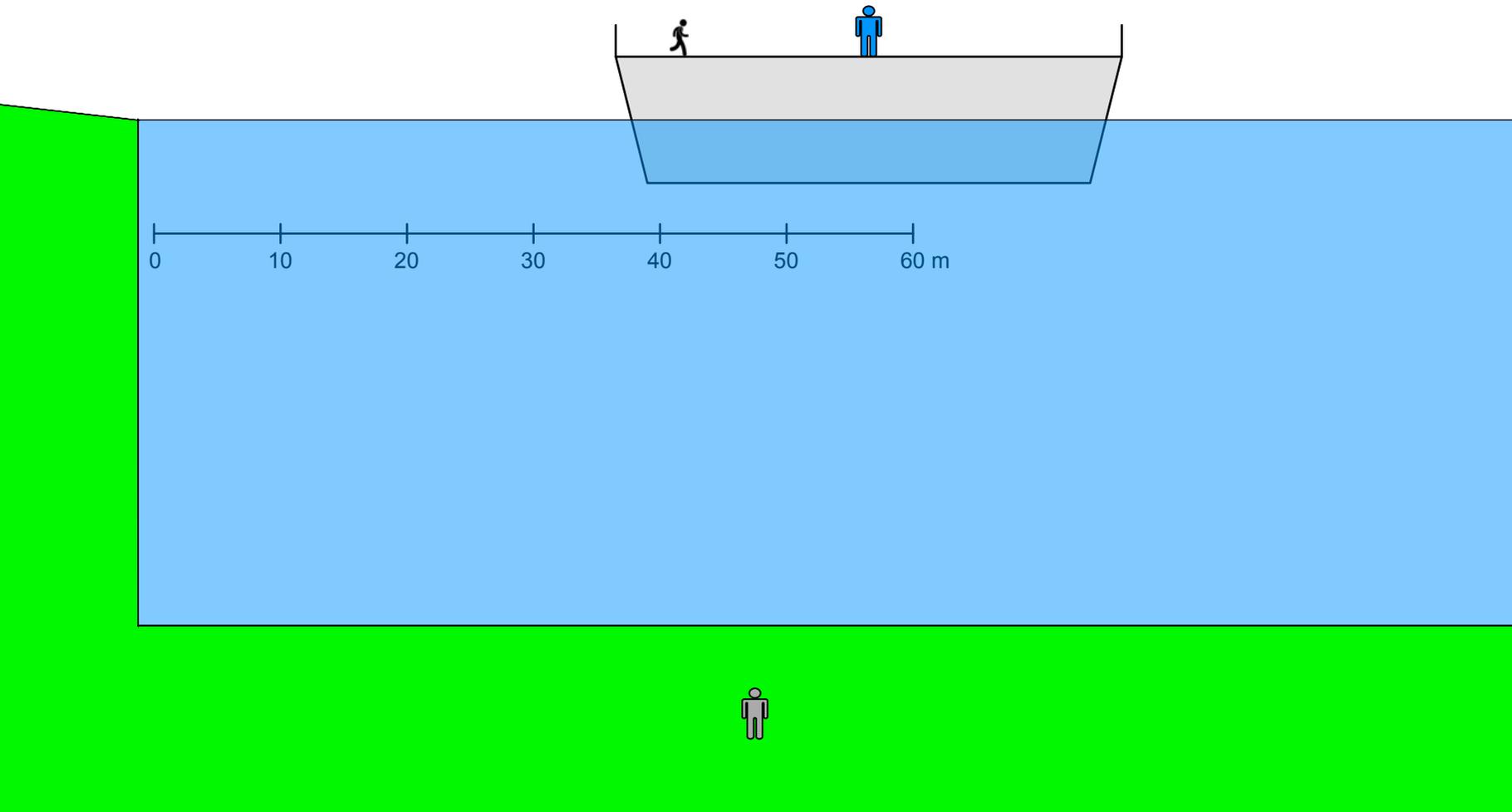


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
6.50 sec.

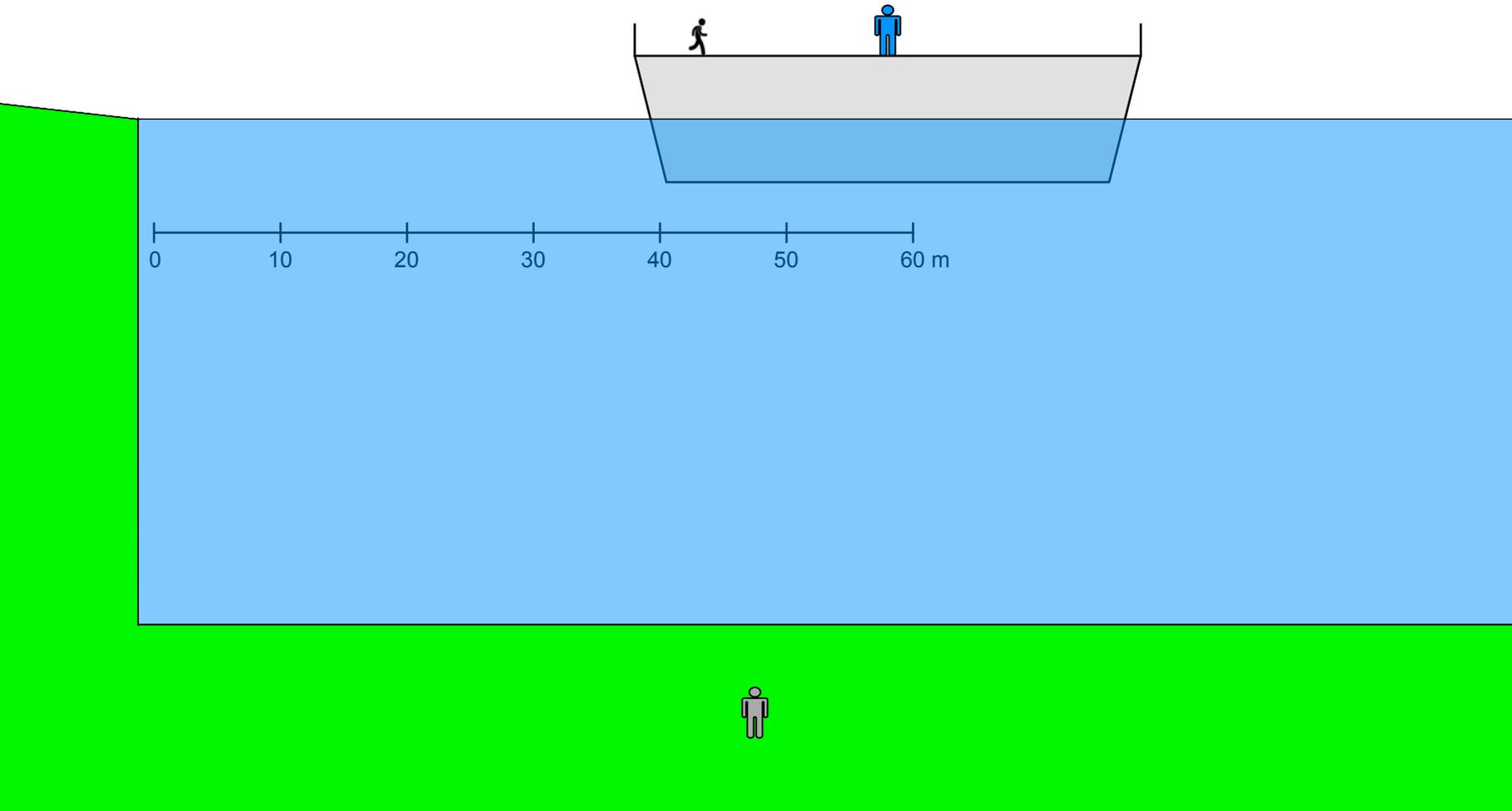


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
6.75 sec.

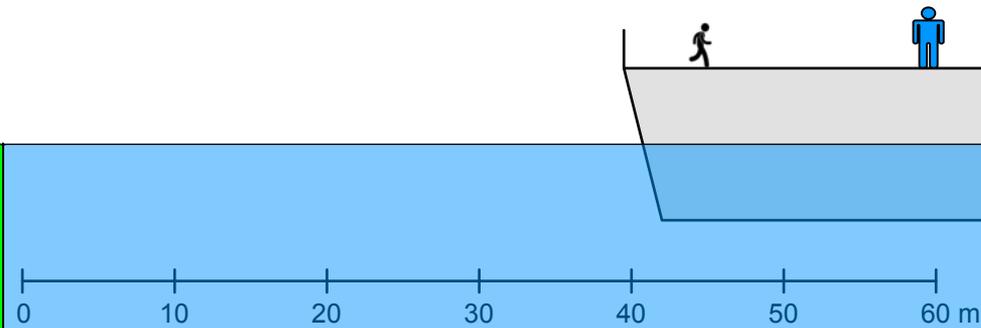


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
7.00 sec.

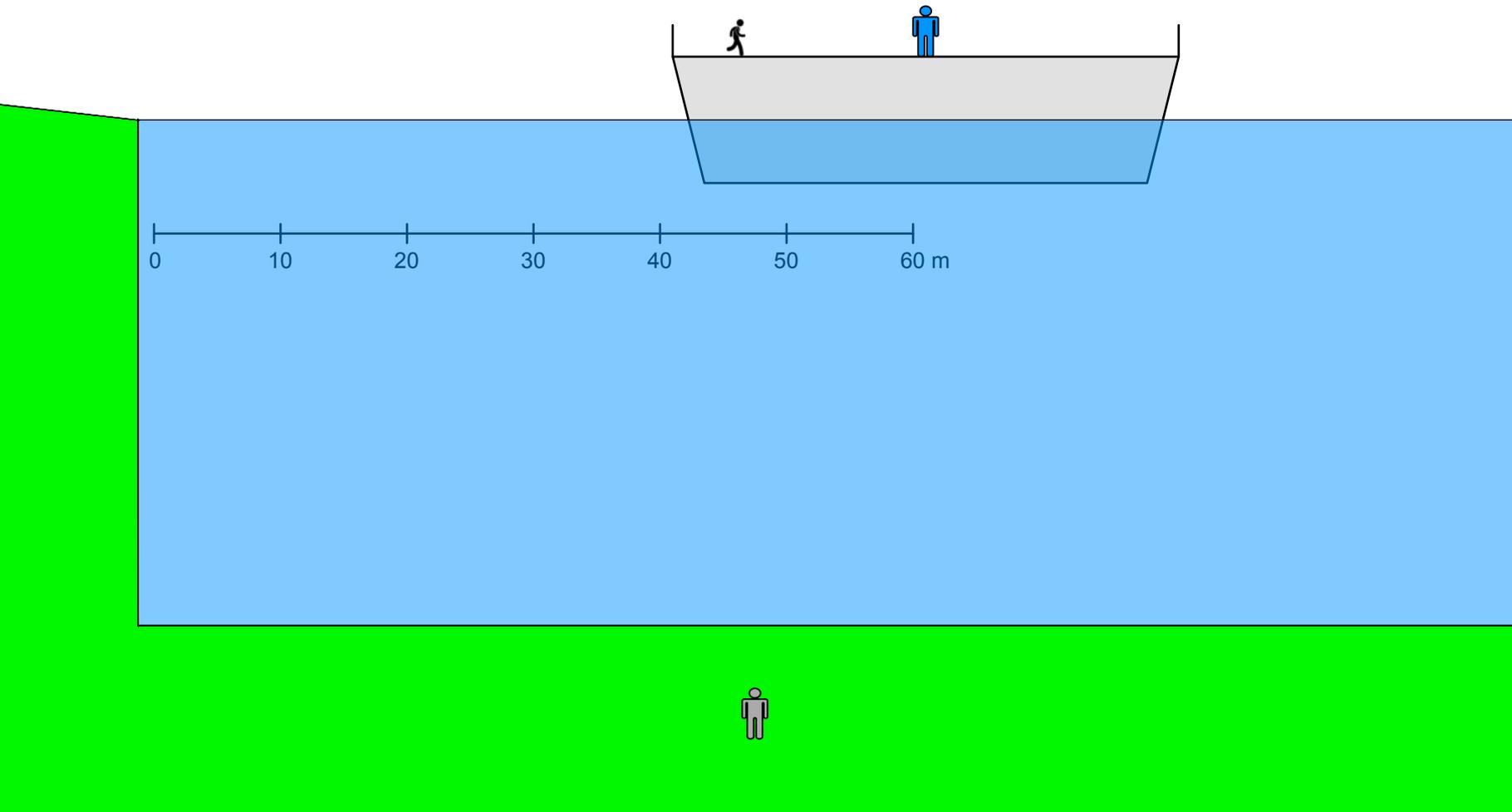


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
7.25 sec.

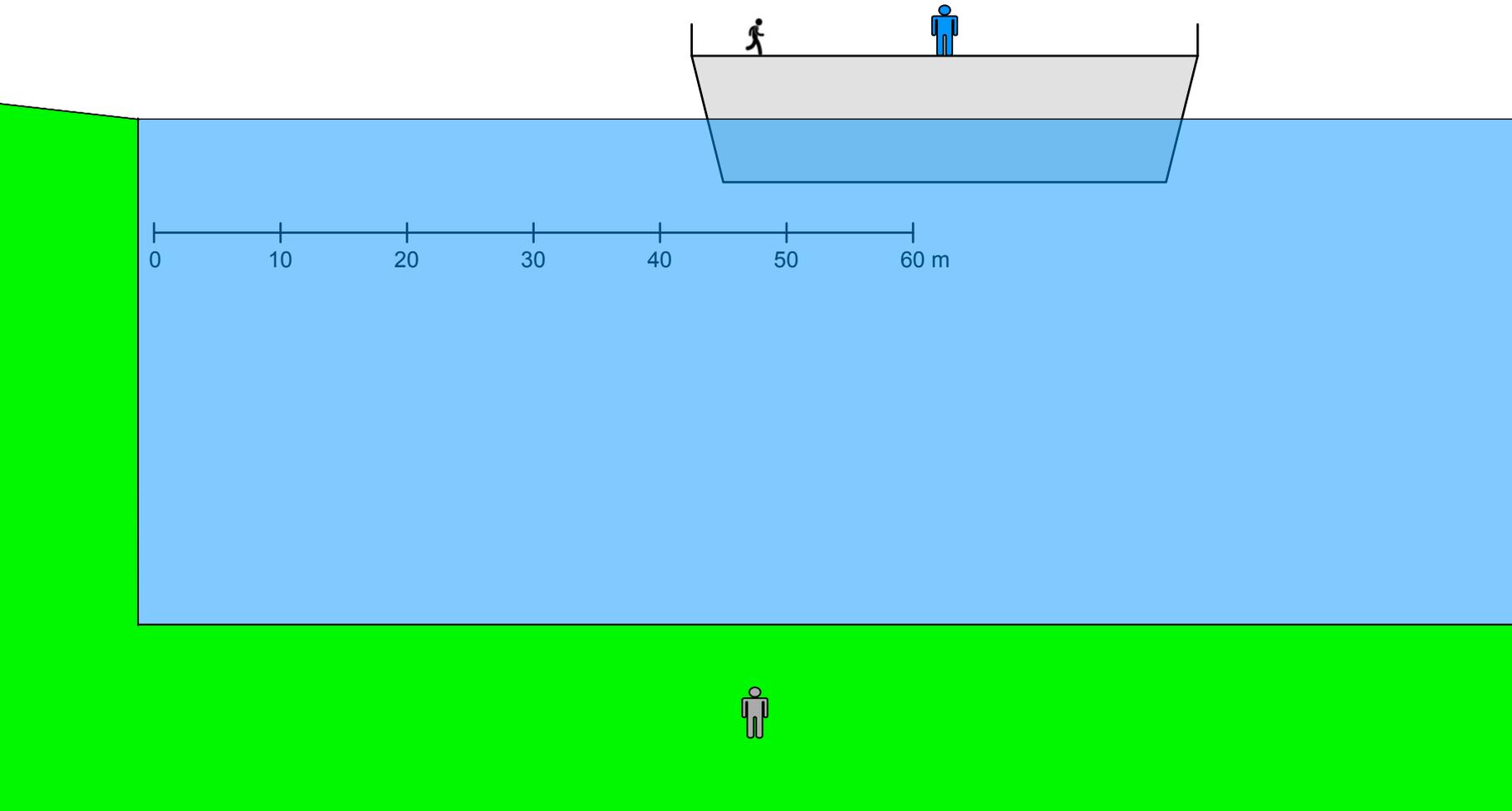


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
7.50 sec.

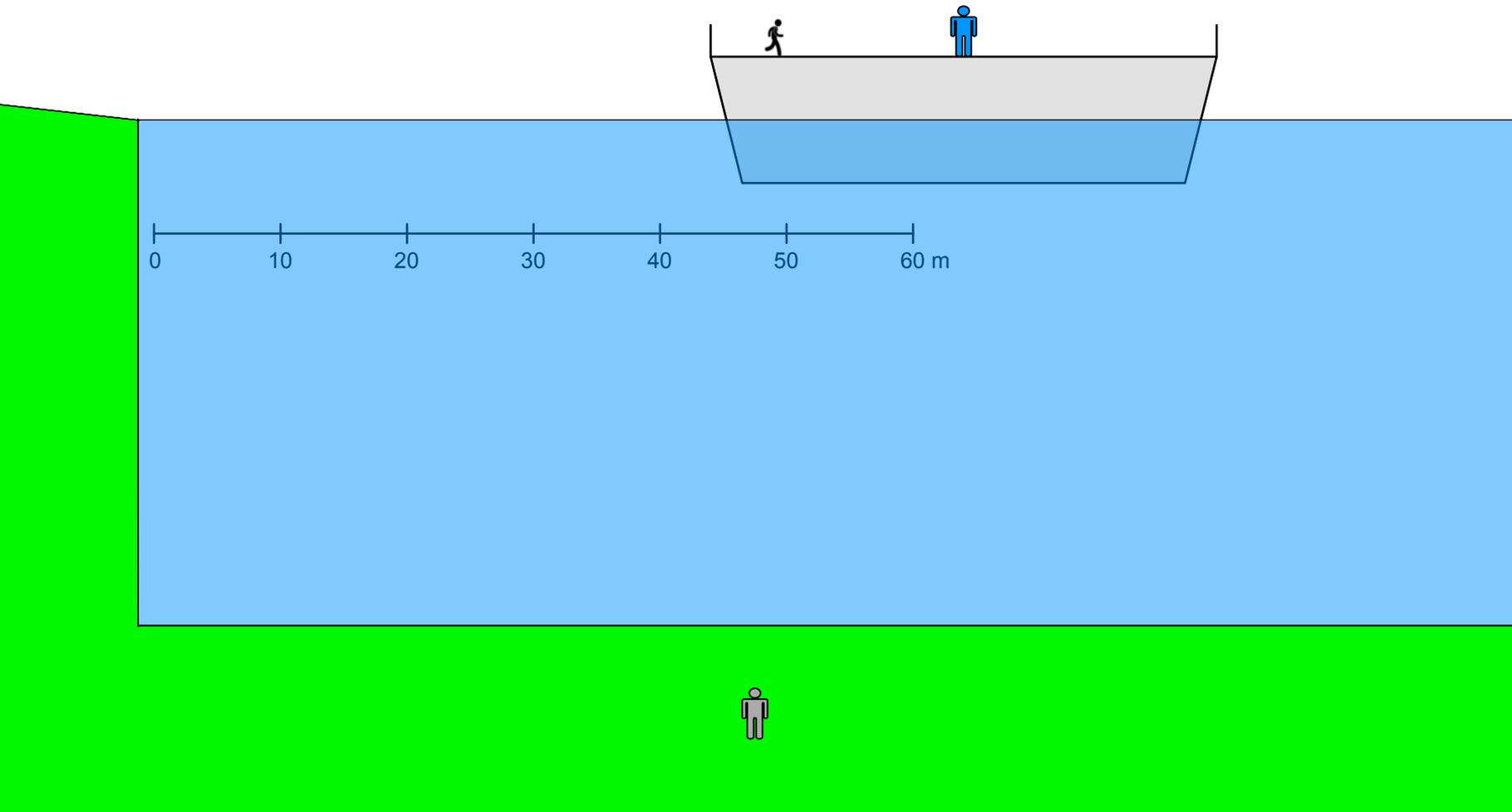


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
7.75 sec.

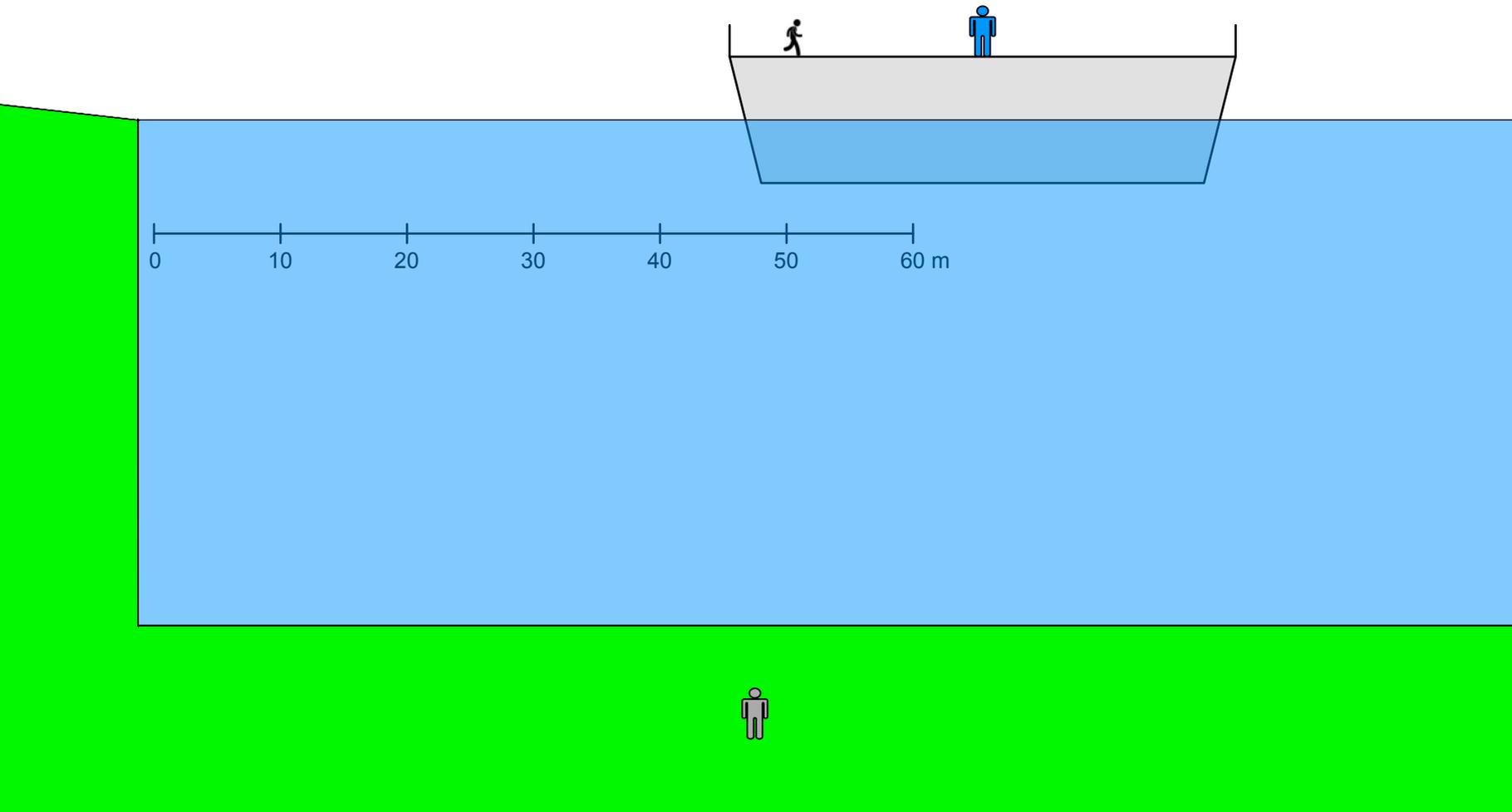


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
8.00 sec.

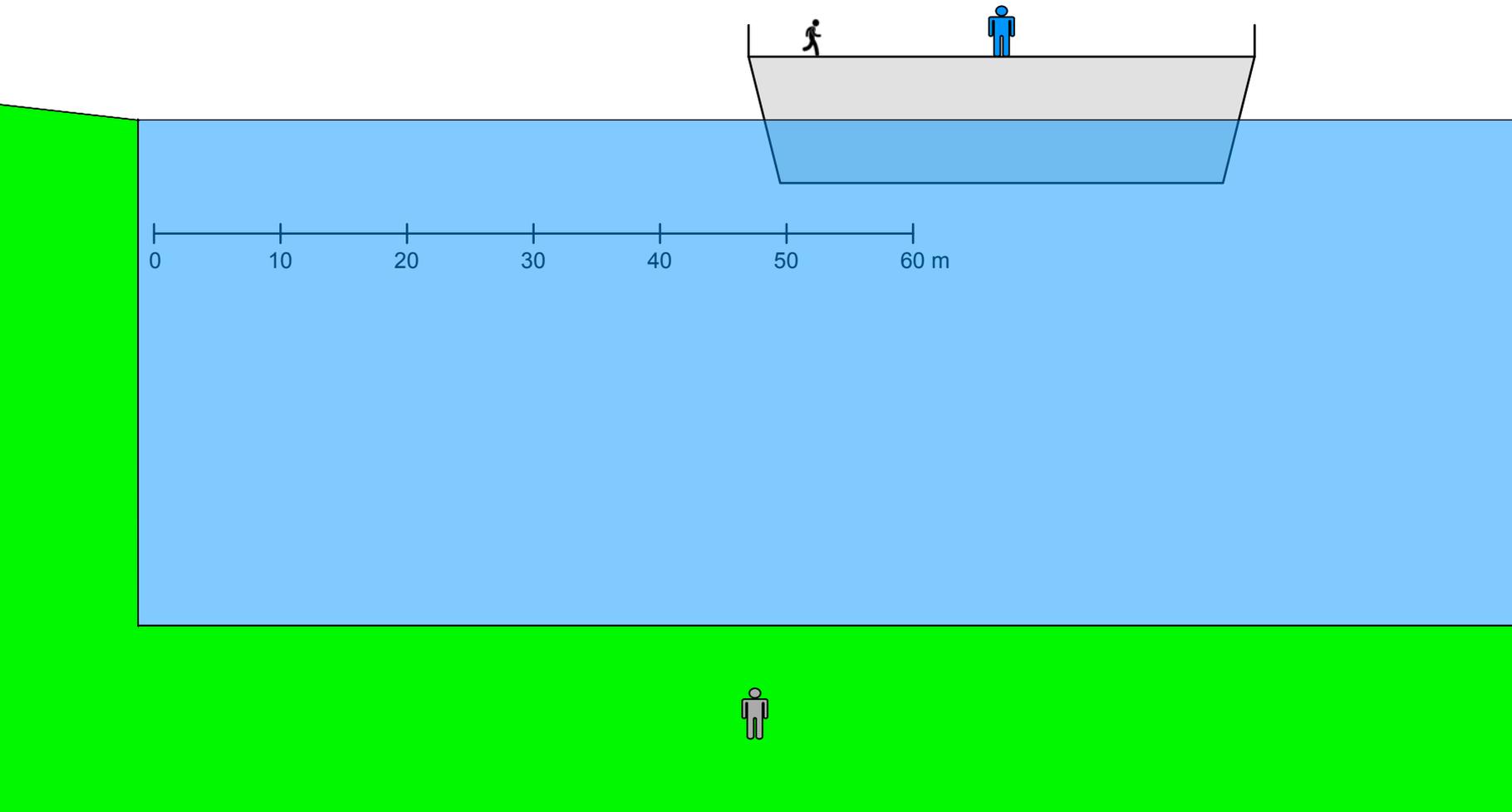


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
8.25 sec.

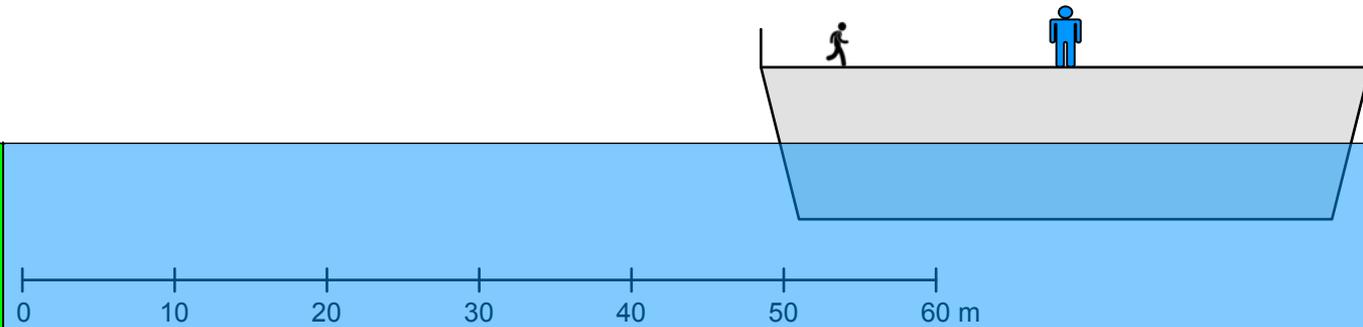


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
8.50 sec.

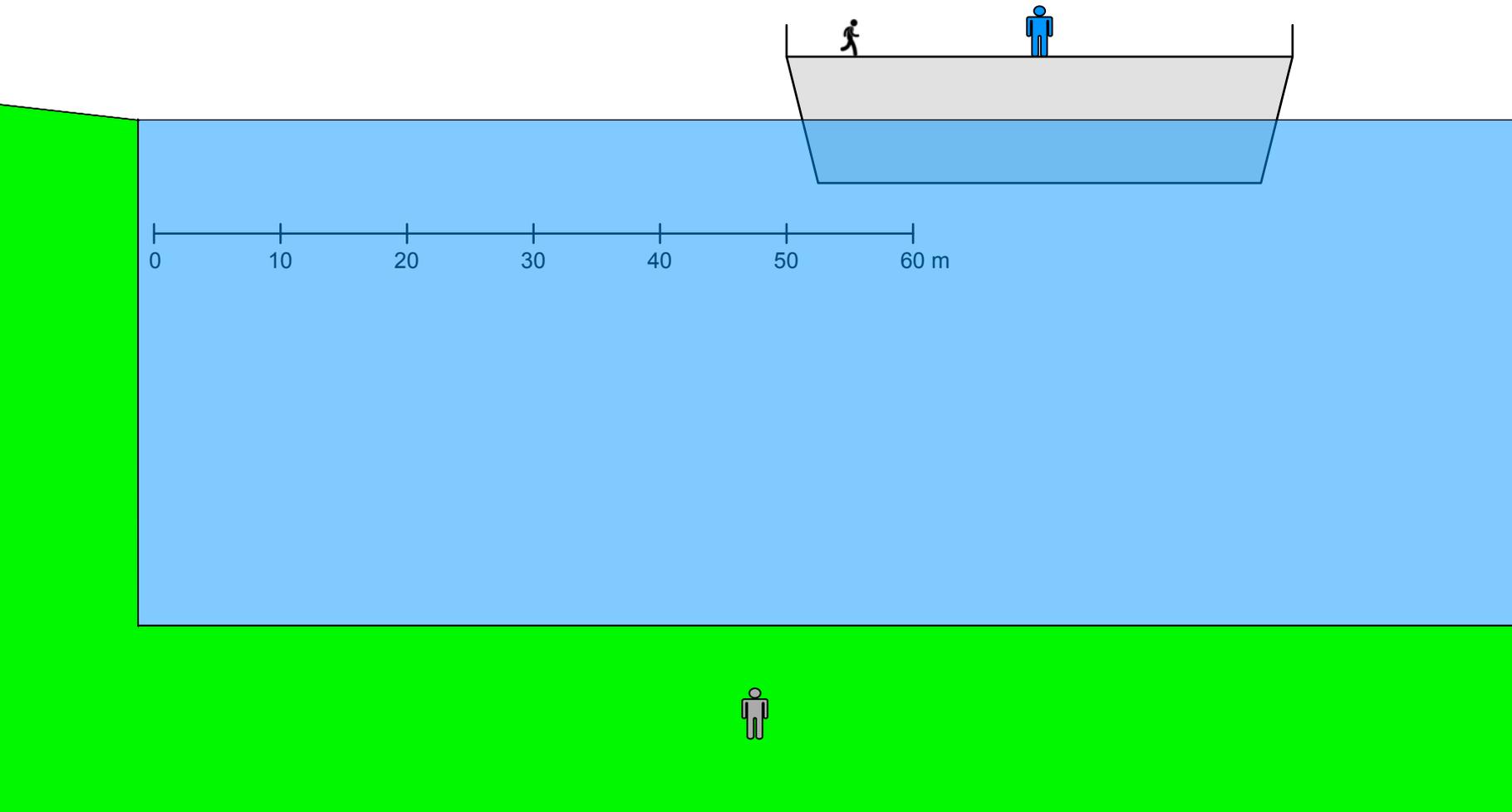


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
8.75 sec.

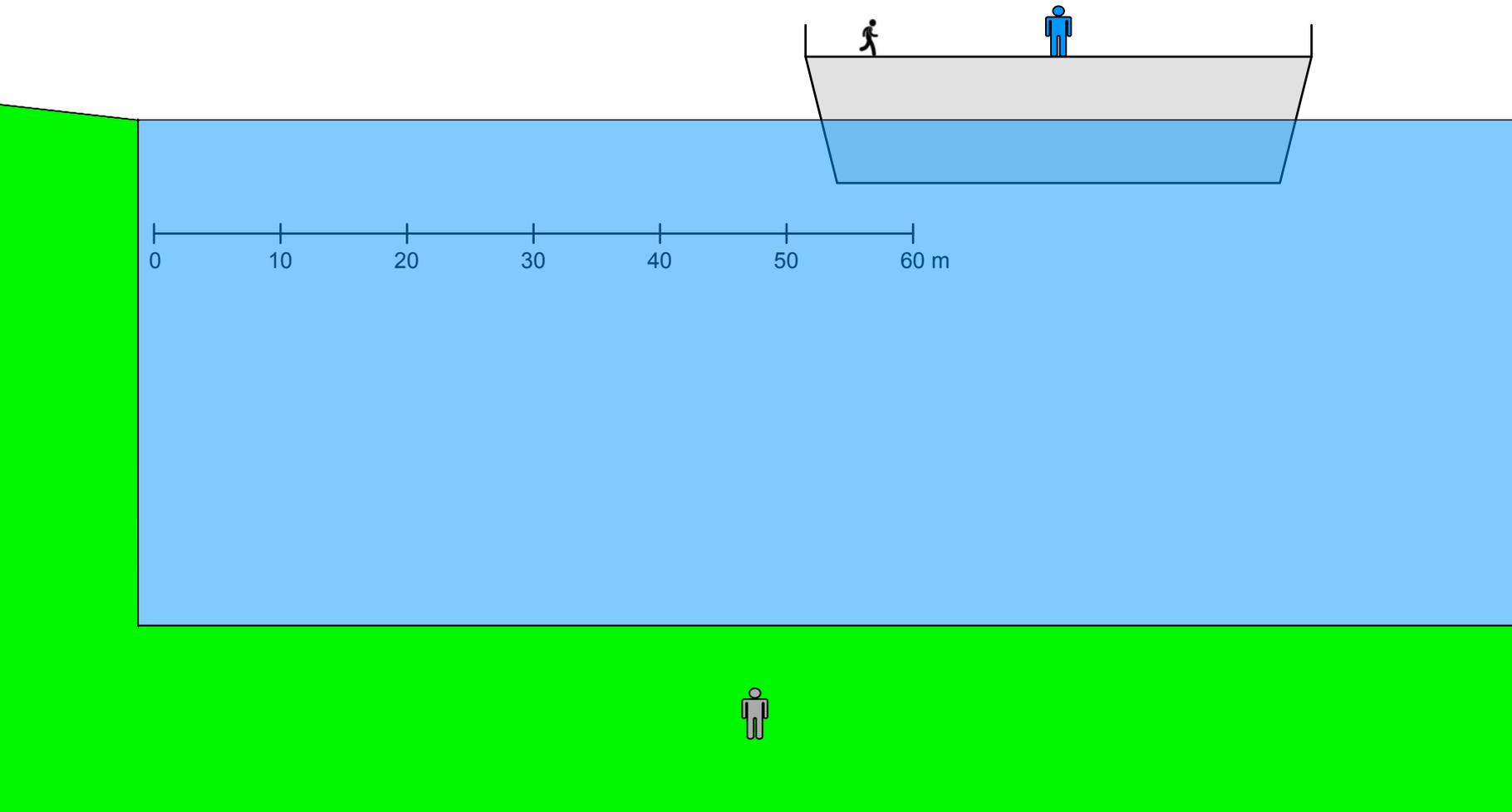


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
9.00 sec.

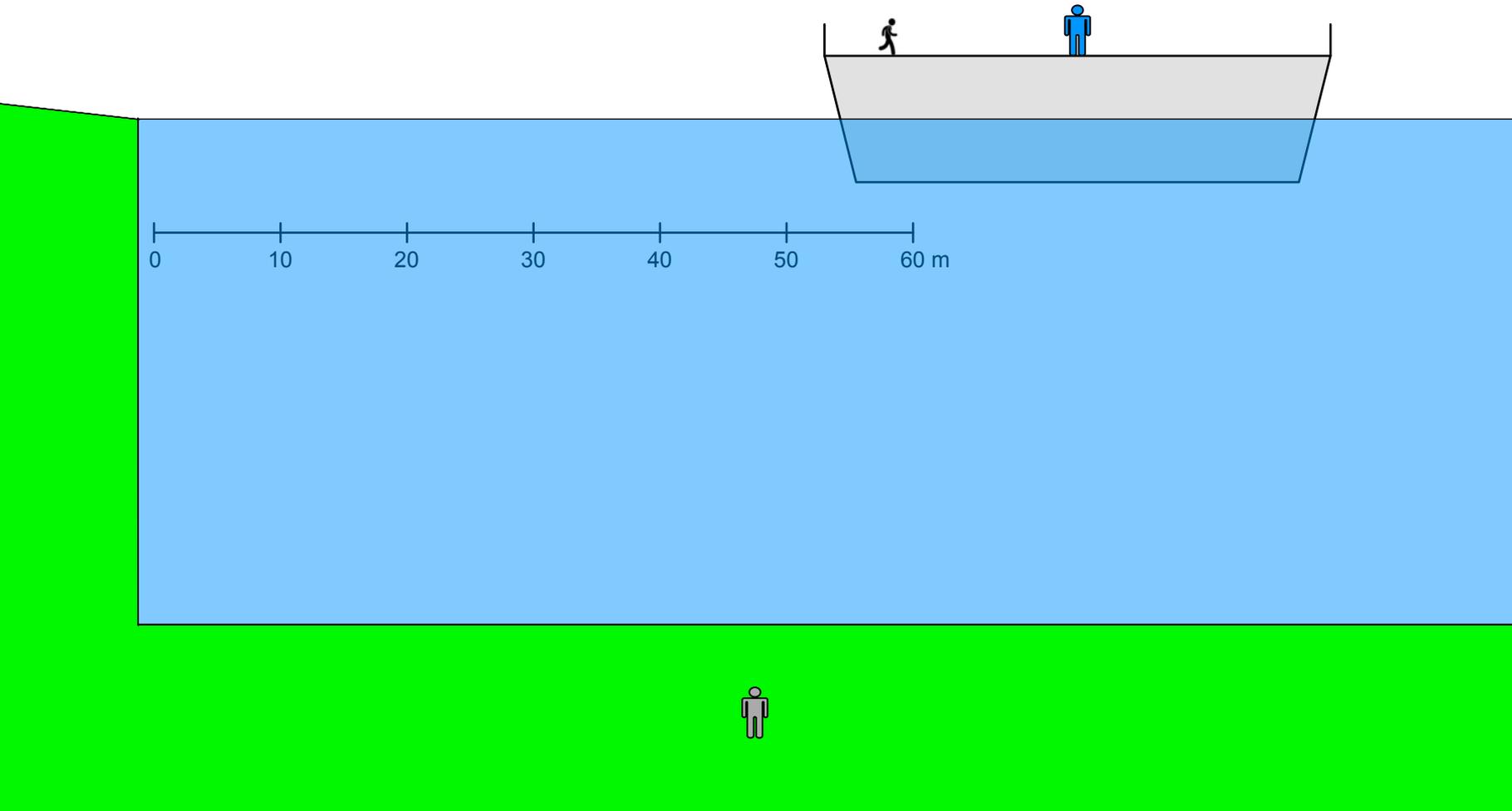


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
9.25 sec.

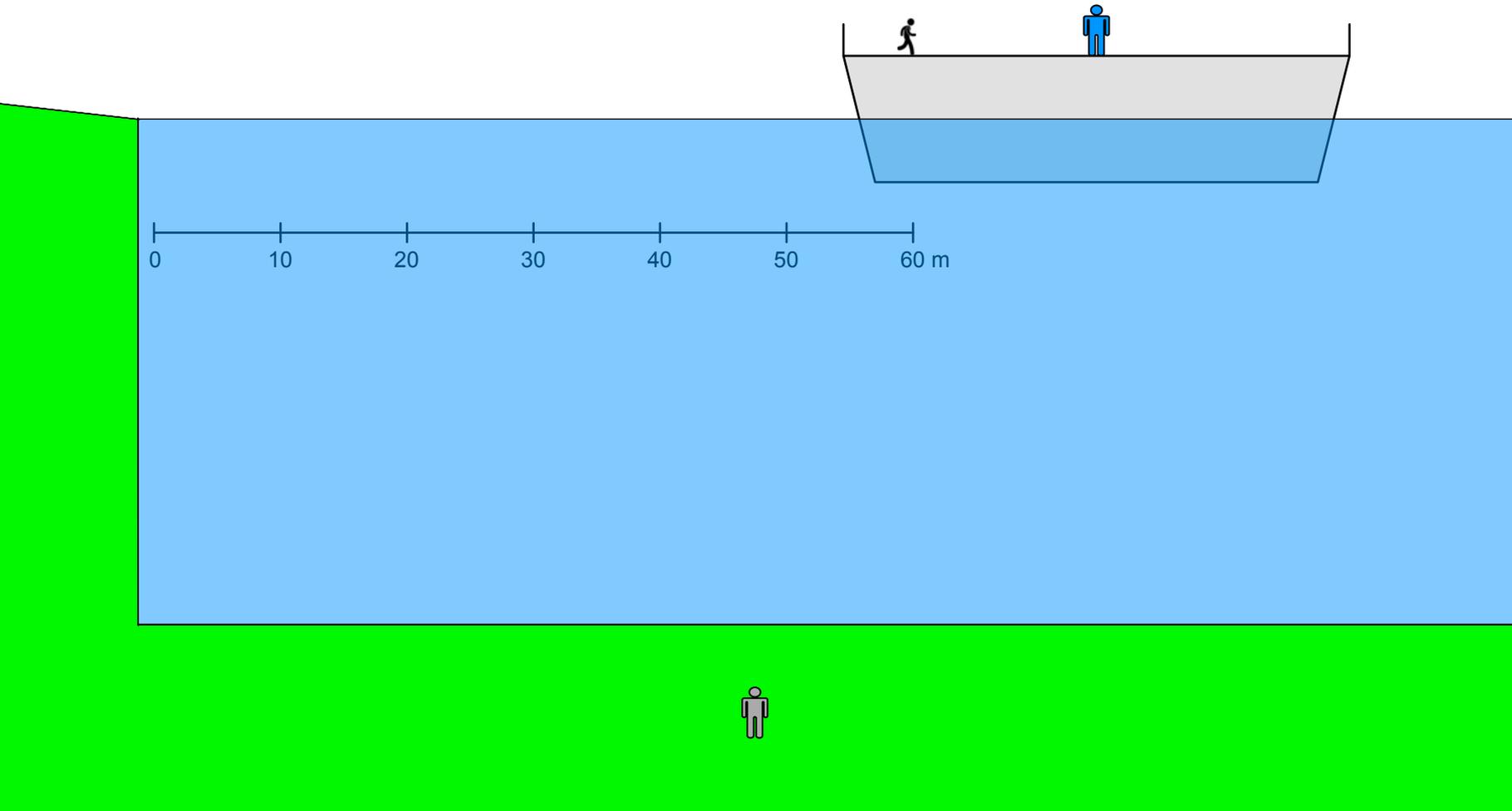


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
9.50 sec.

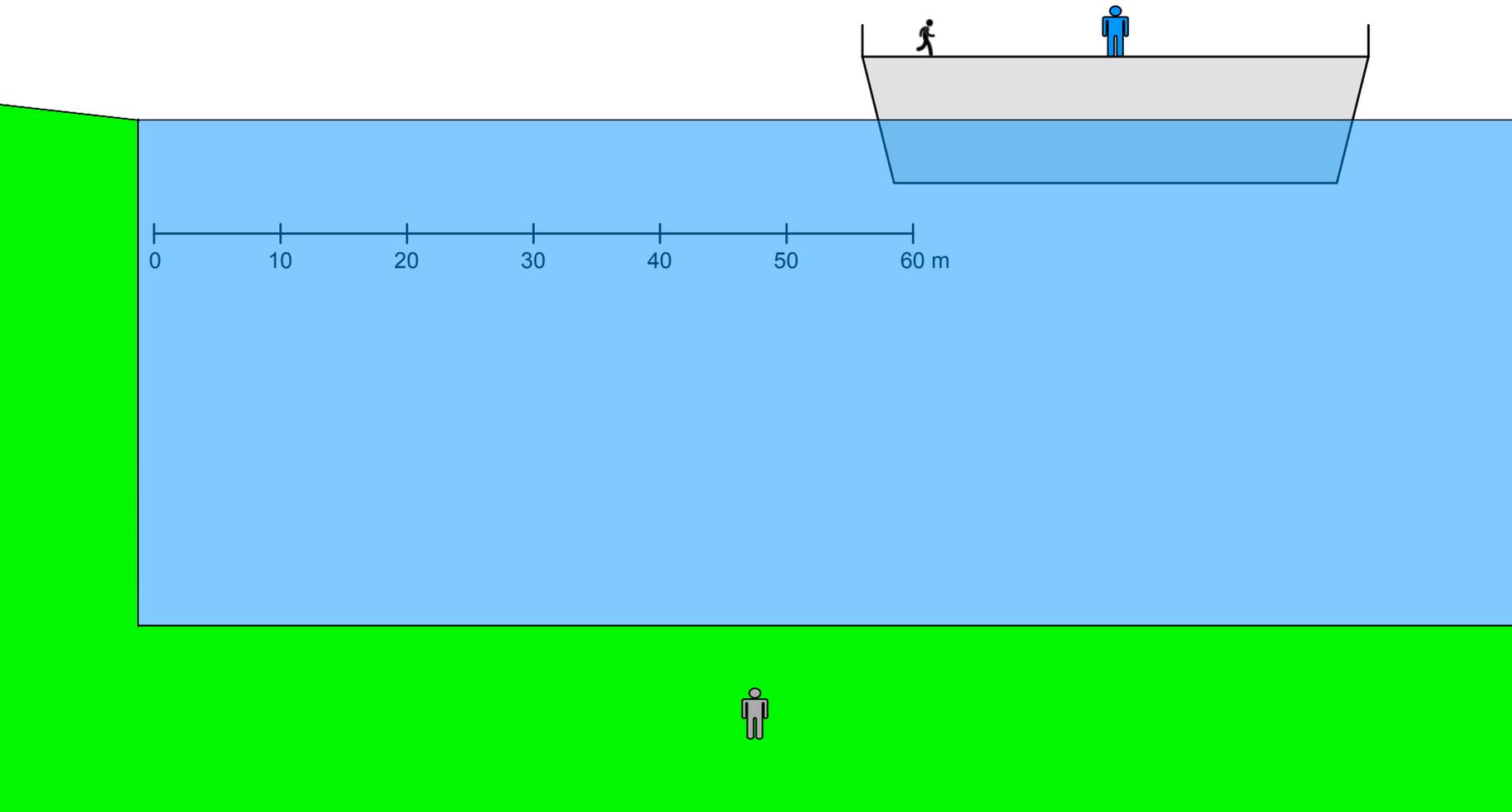


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
9.75 sec.

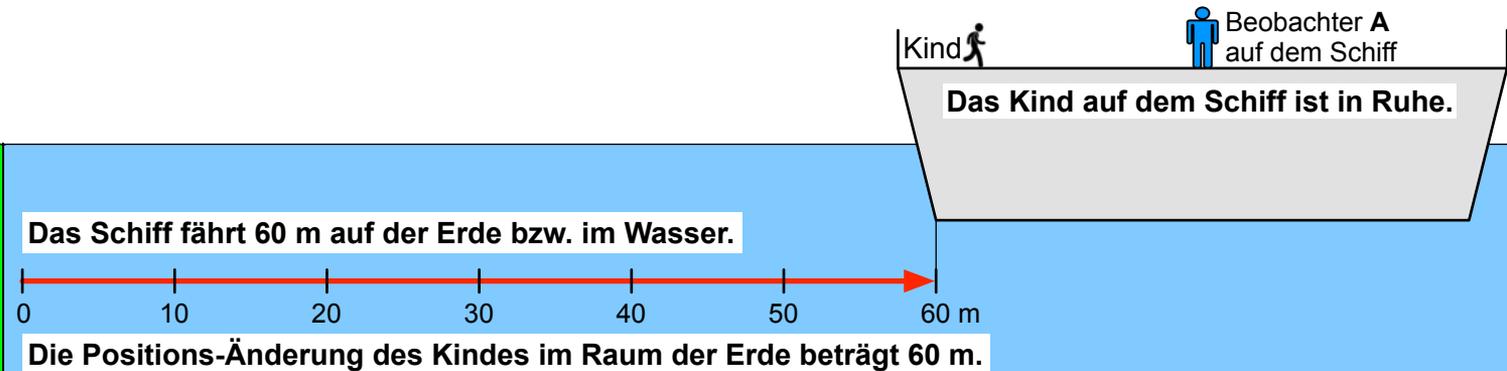


Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind befindet sich auf einem Schiff, das 60 m fährt. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind. **A** registriert bei diesem **keine** Bewegung, **B** eine Strecke von 60 m.

nach
10.0 sec.



Im Bezugssystem von A ist das Kind in Ruhe, aber in jenem von B bewegt es sich gleichzeitig 60 m. Auf dem Schiff hat sich das Kind sicher nicht bewegt, auch nicht auf der Erde bzw. auf dem Wasser.

Beobachter B
auf dem Land

Beobachter **A** registriert **keine** Bewegung des (ruhenden) Kindes, weil er sich am Raum orientiert, wo es sich befindet. Beobachter **B** registriert in seinem Bezugssystem eine **Bewegung** des Kindes von **60 m**, obwohl es effektiv in Ruhe ist. Das Kind bewegt sich nicht **selber**; aber seine Position auf der Erde verändert sich, da es vom Schiff **mitbewegt** wird. In der Physik **glaubt** man, das *ruhende* Kind auf dem Schiff bewege sich in einem **theoretischen** Bezugssystem 60 m. **Das Bezugssystem von B beschreibt dessen visuelle Wahrnehmung, nicht den Bewegungsstatus des Objekts.**

Teil 2 der Animation

**Das Schiff hat nach 60 m einen Anker geworfen und ist in Ruhe.
In diesem Teil rennt das Kind 30 m auf dem Deck des Schiffes.**

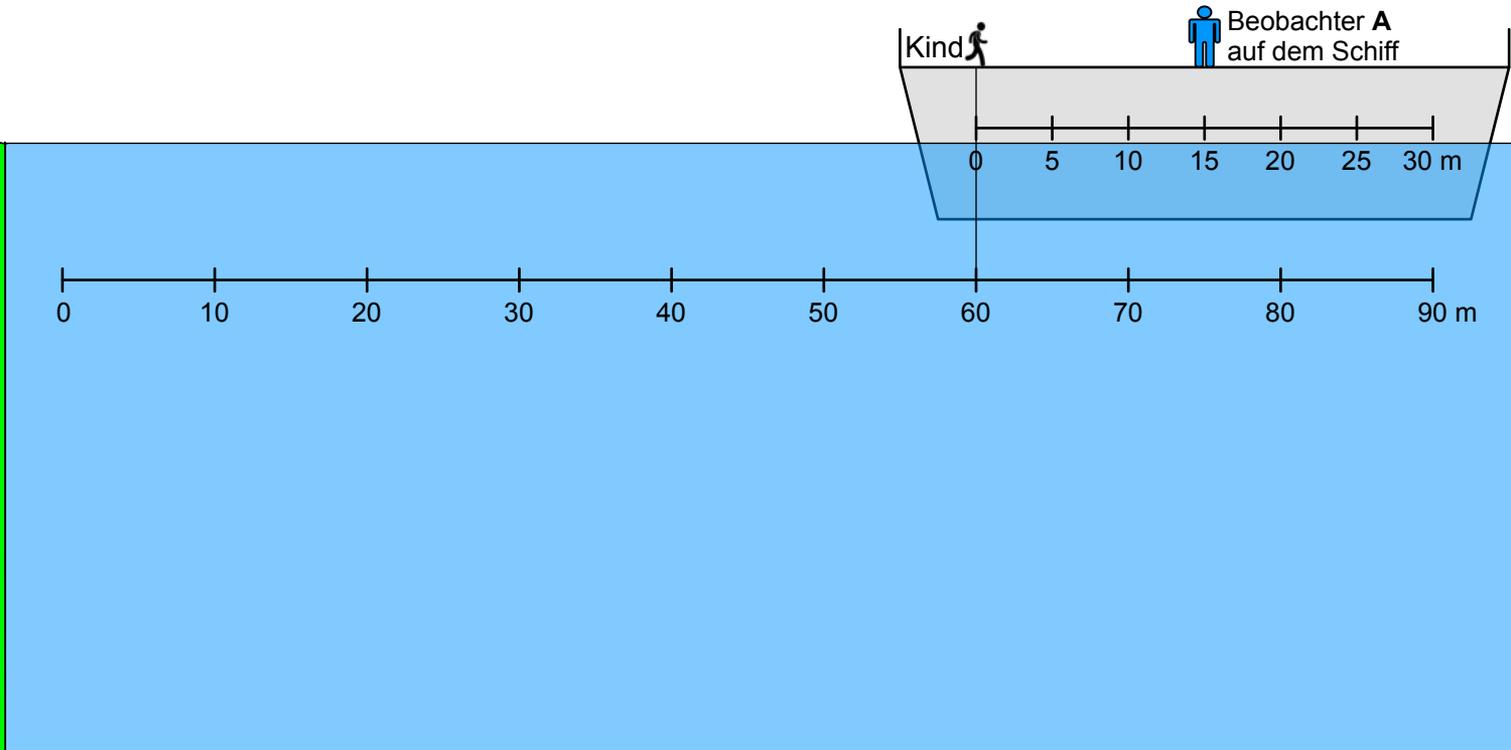
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

Start bei
30.00 sec.



 Beobachter **B**
auf dem Land

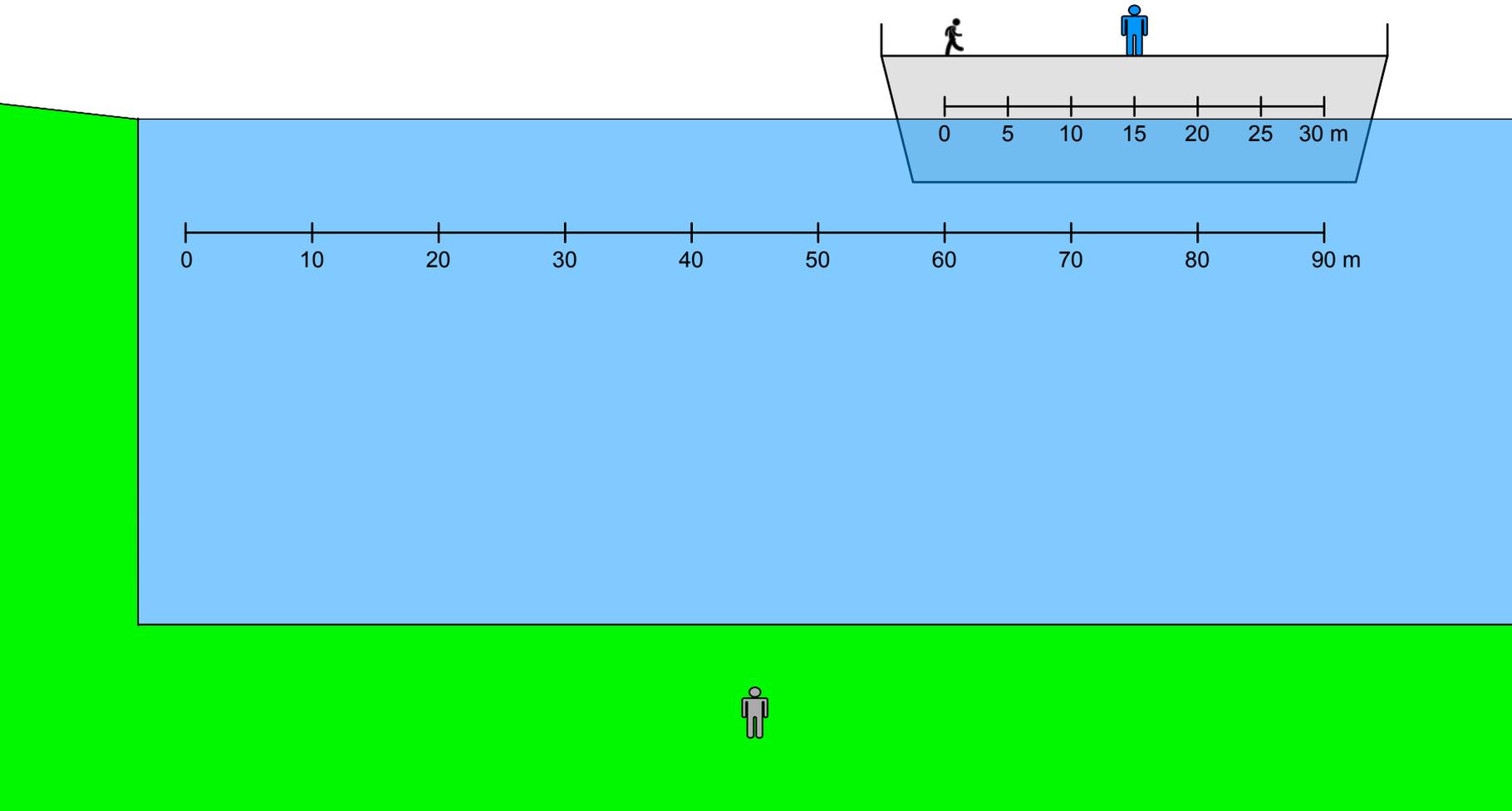
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
30.25 sec.



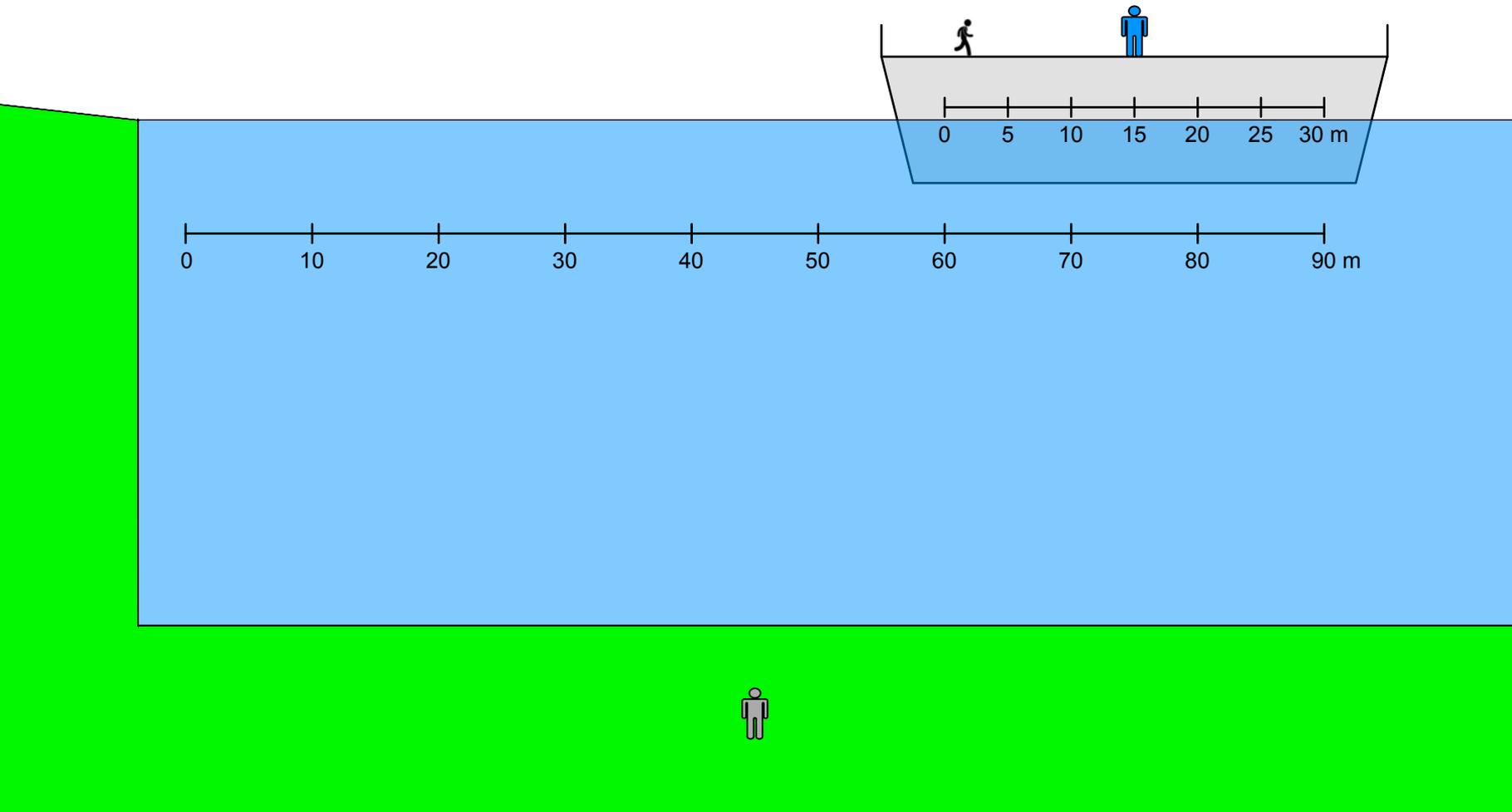
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
30.50 sec.



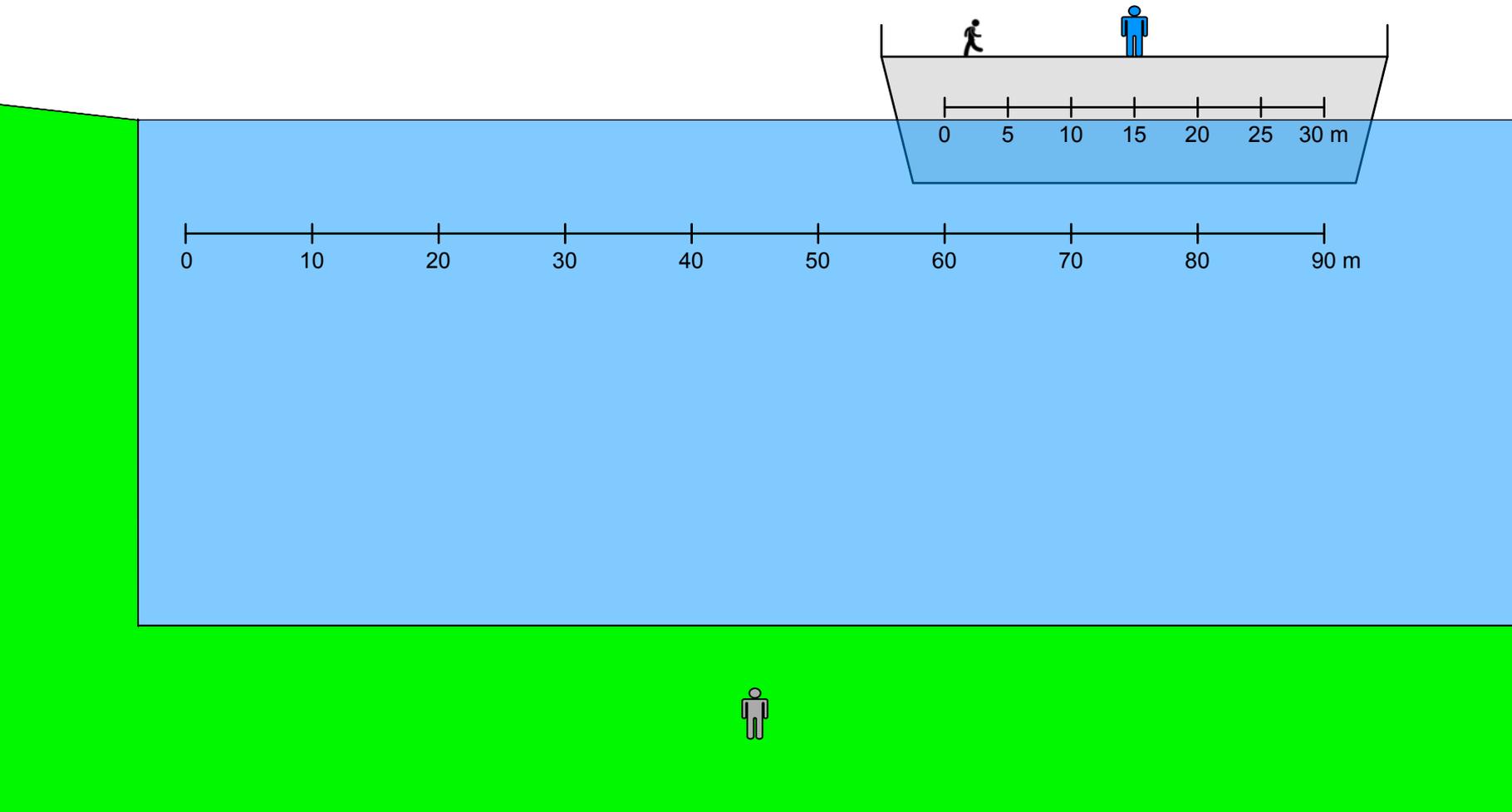
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
30.75 sec.



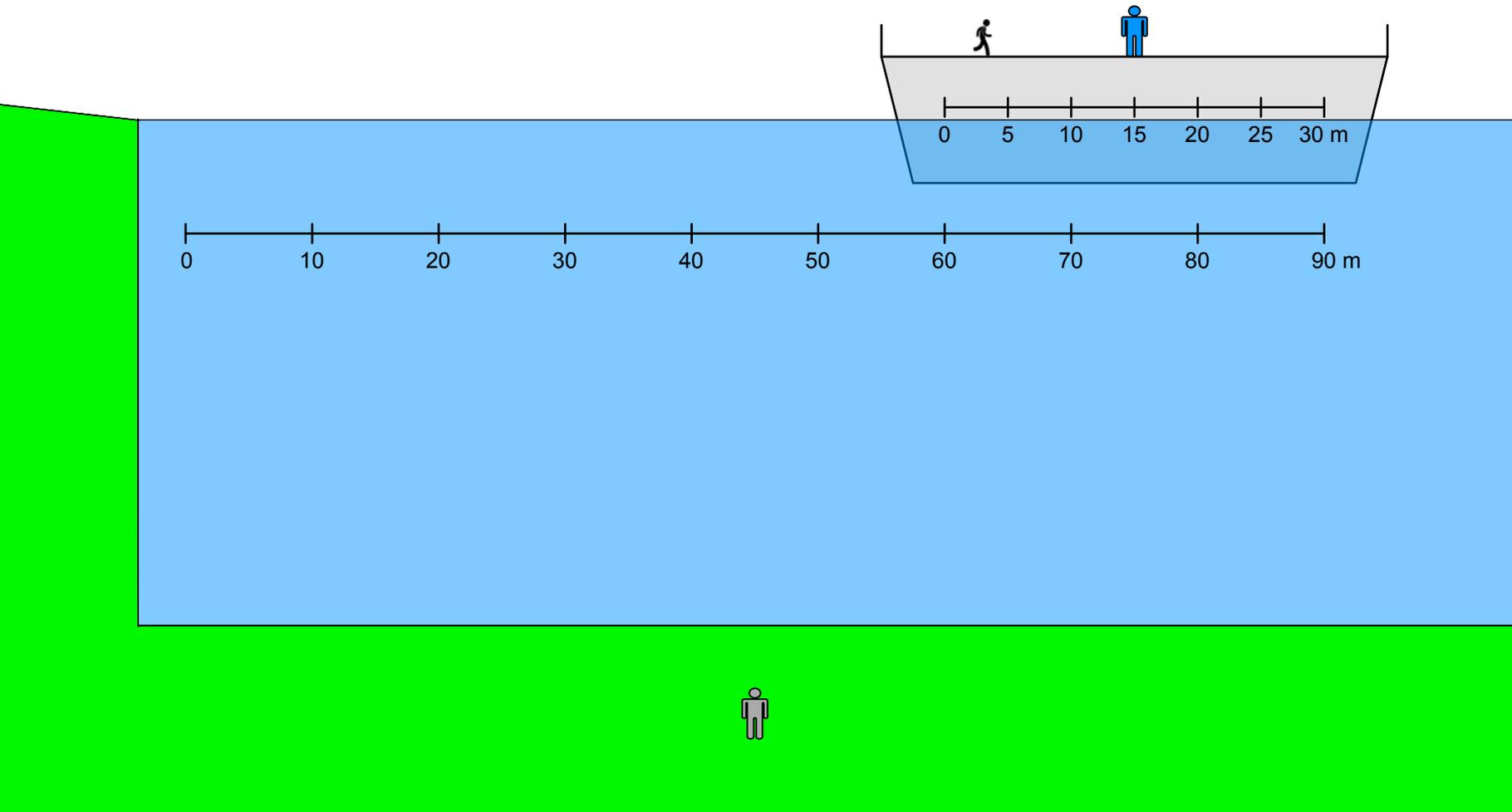
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
31.00 sec.



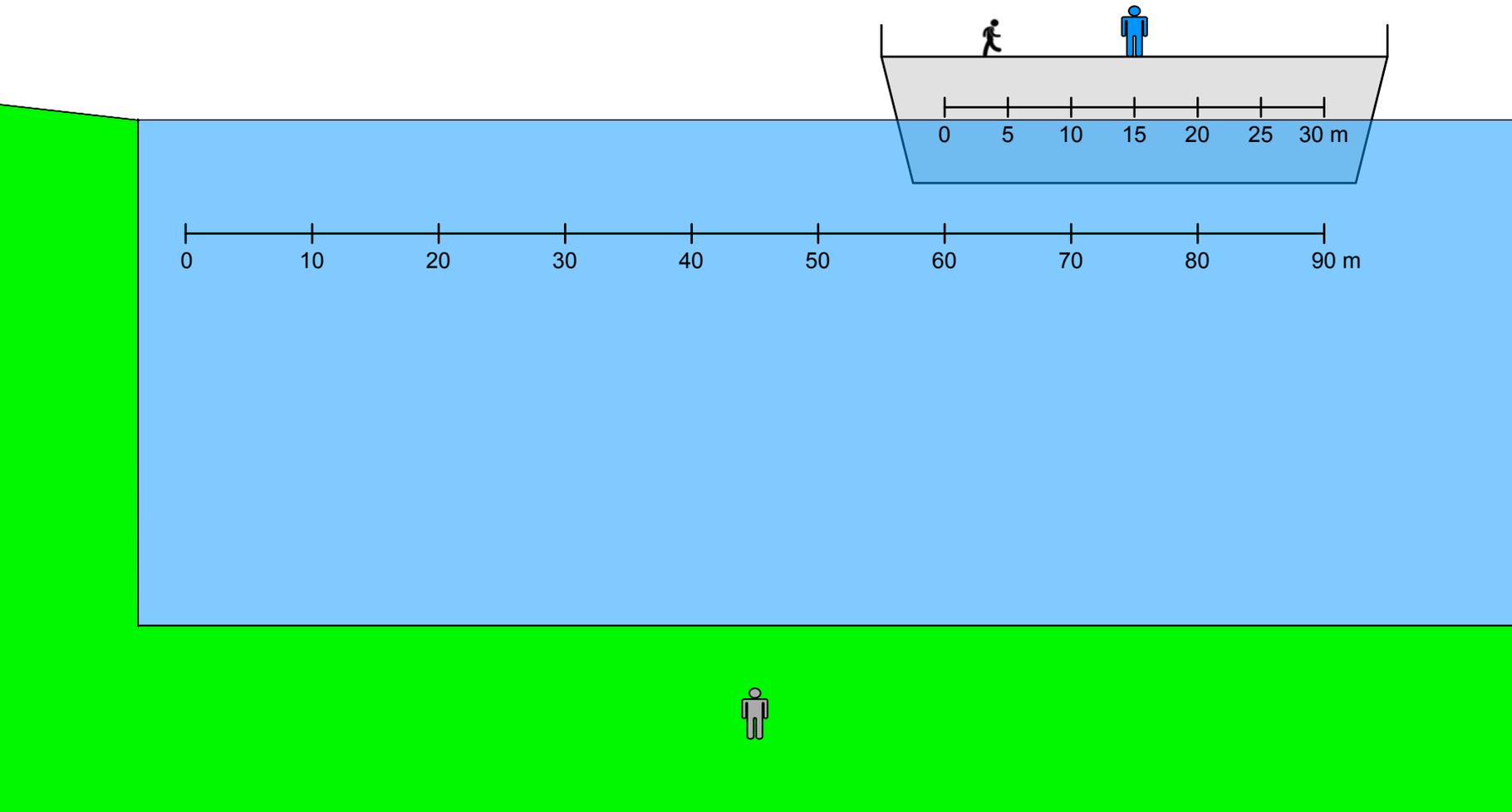
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
31.25 sec.



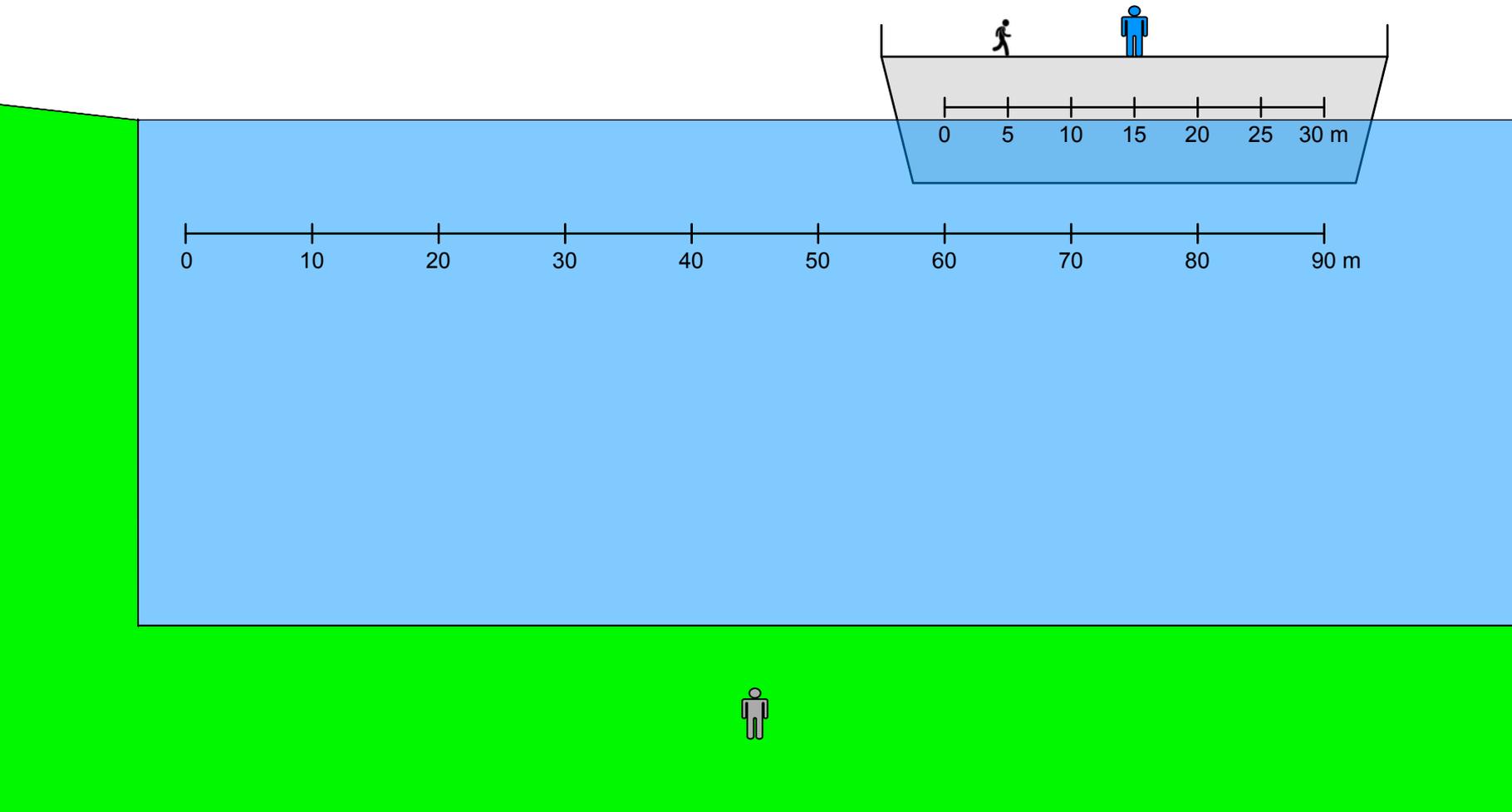
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
31.50 sec.



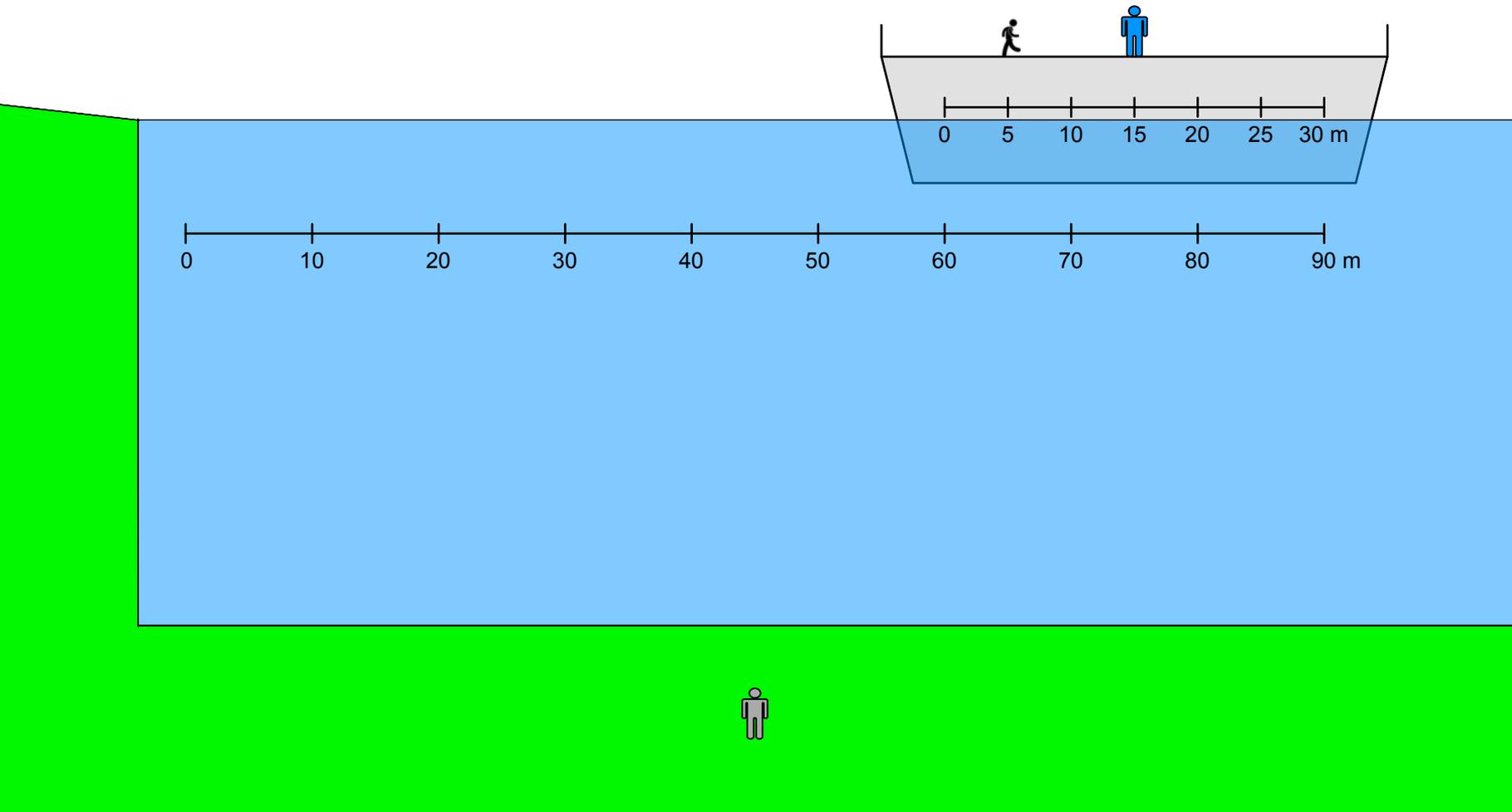
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
31.75 sec.



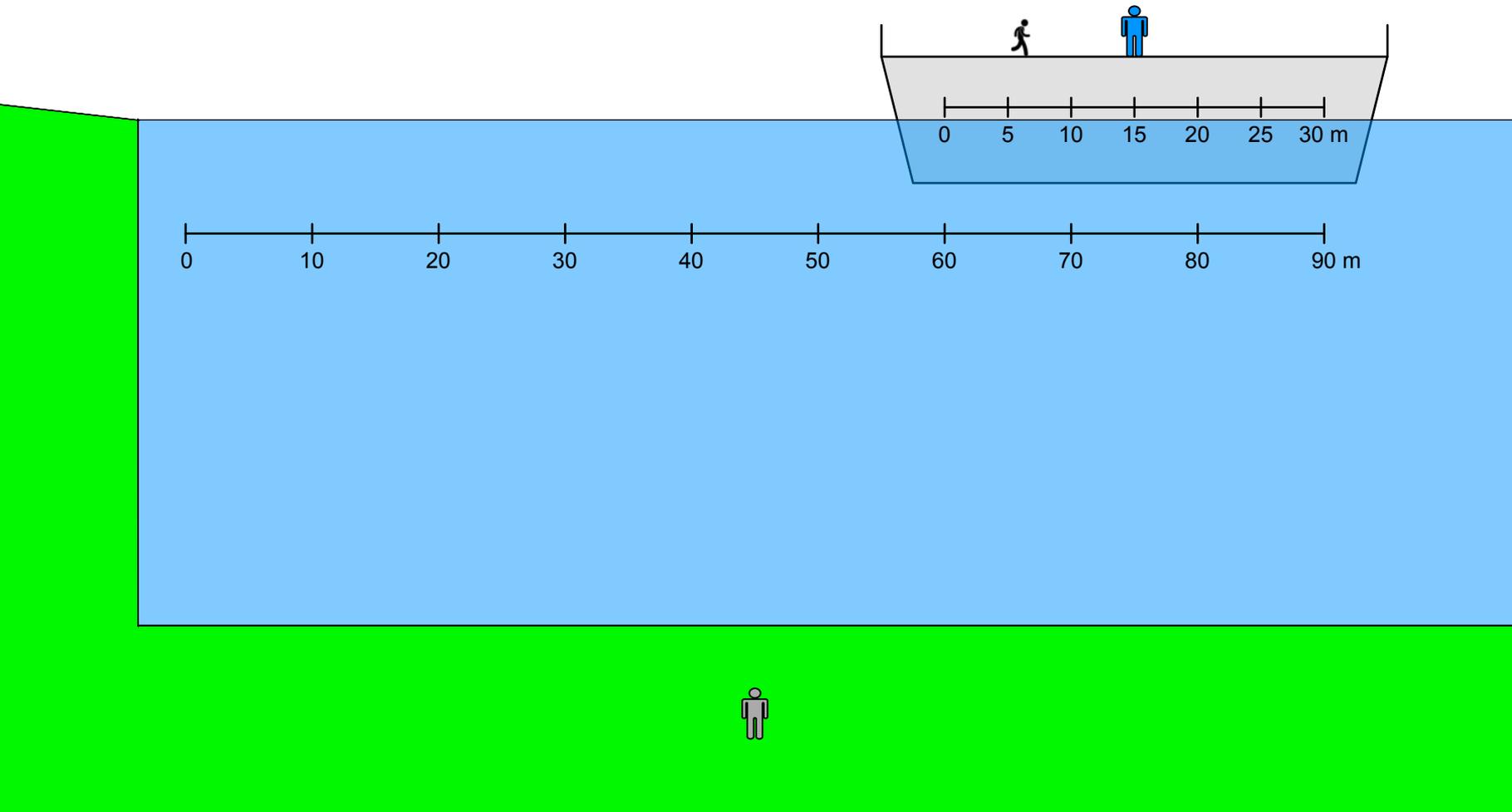
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
32.00 sec.



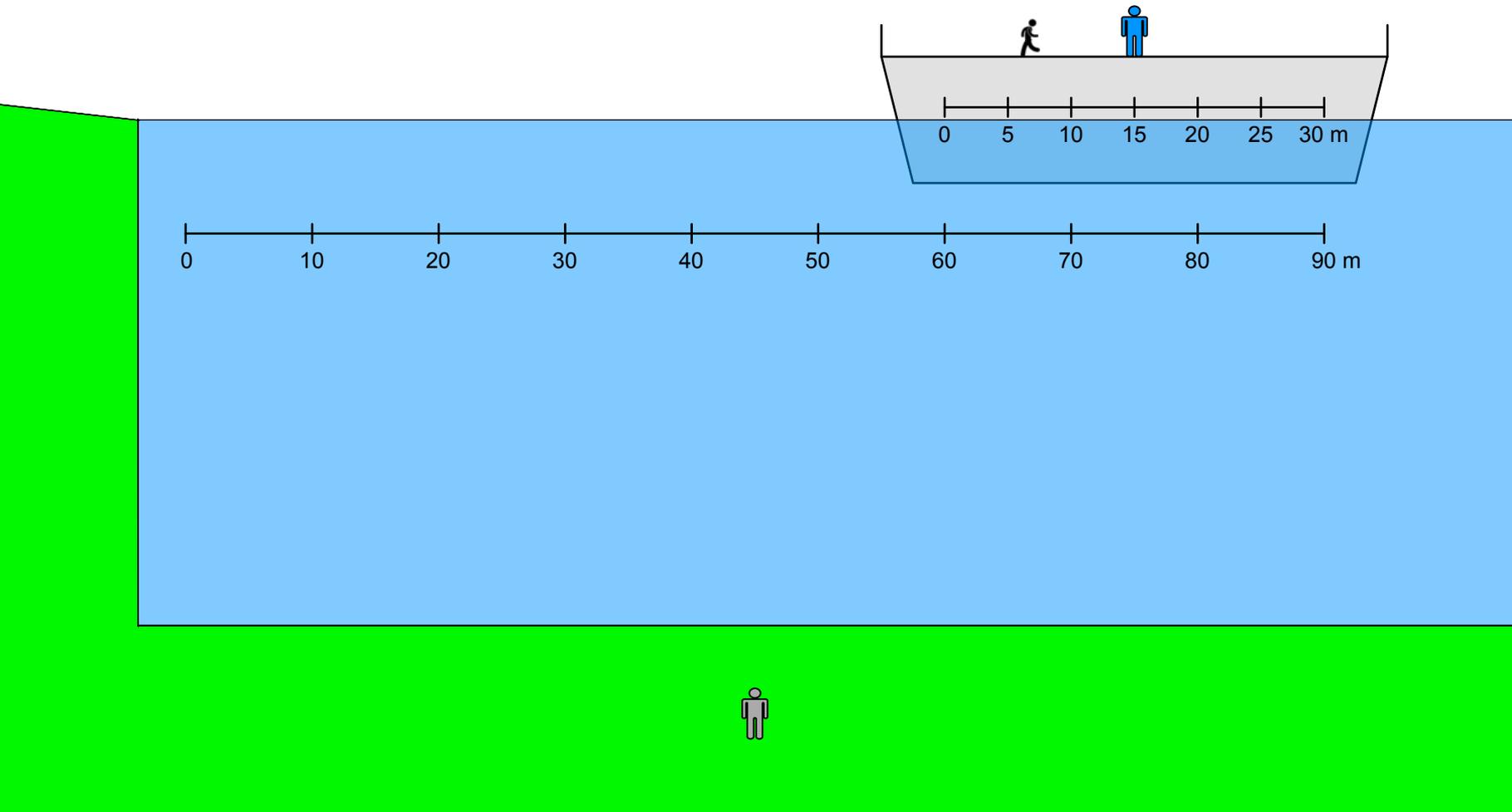
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
32.25 sec.



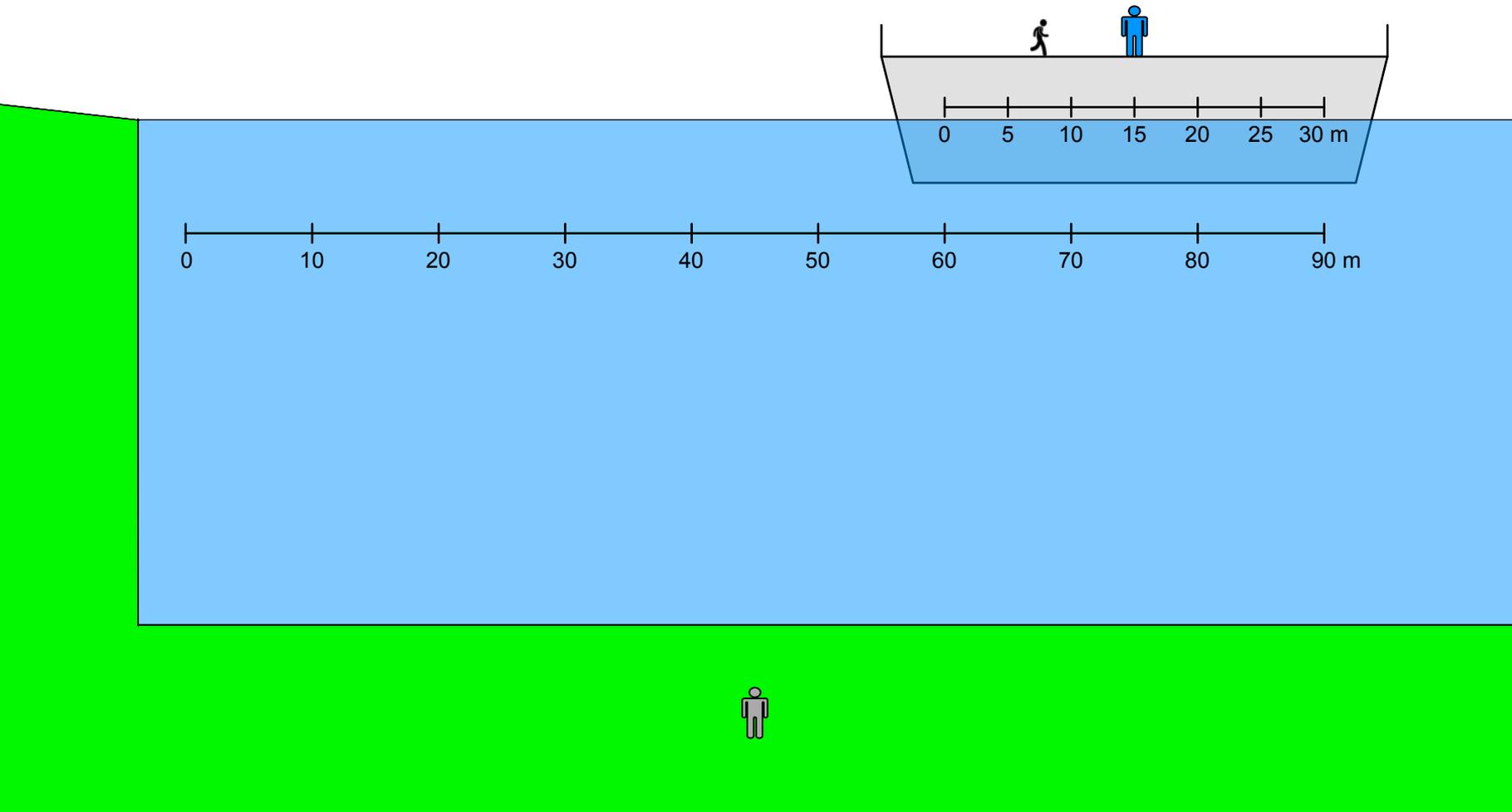
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
32.50 sec.



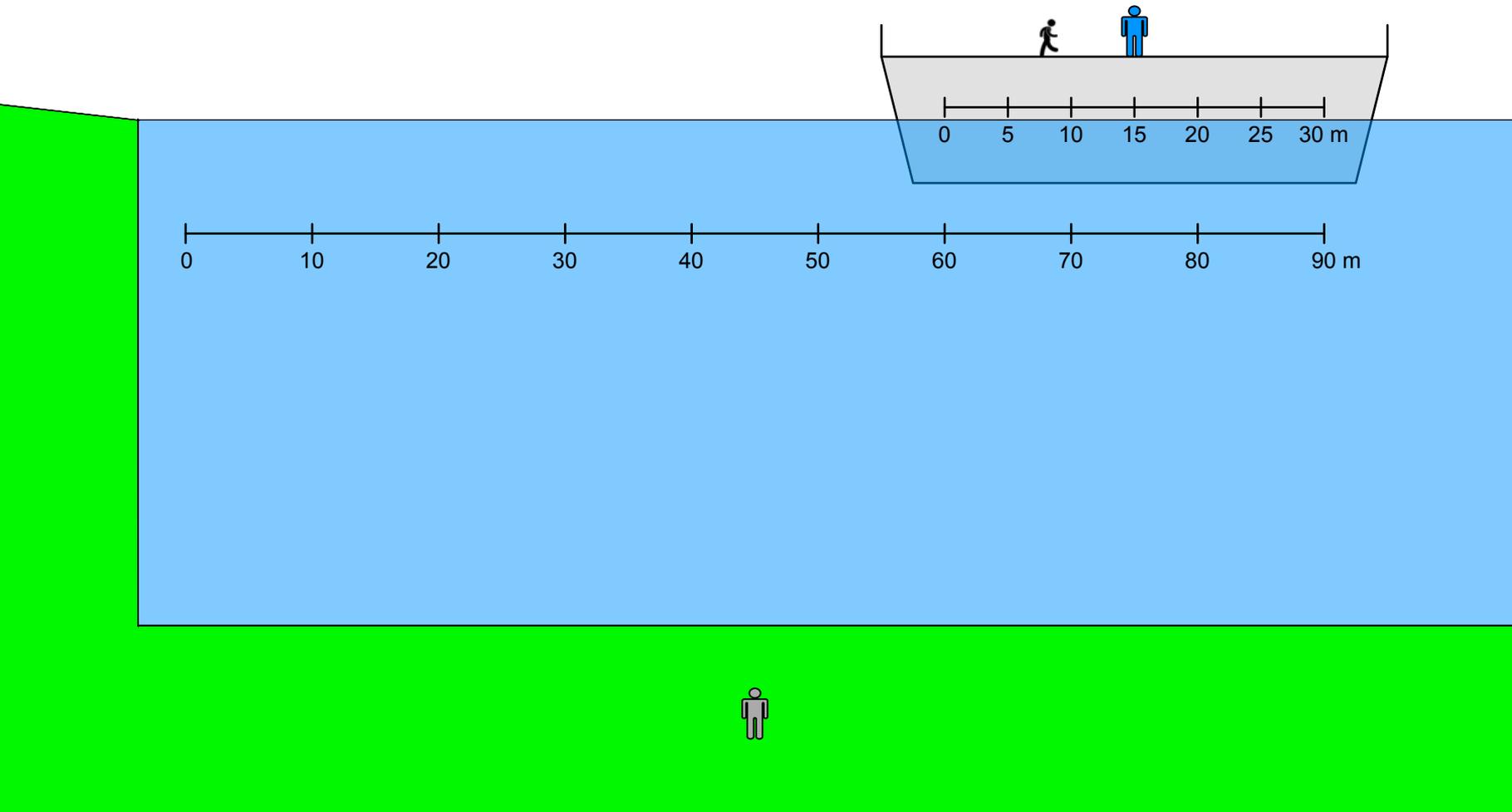
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
32.75 sec.



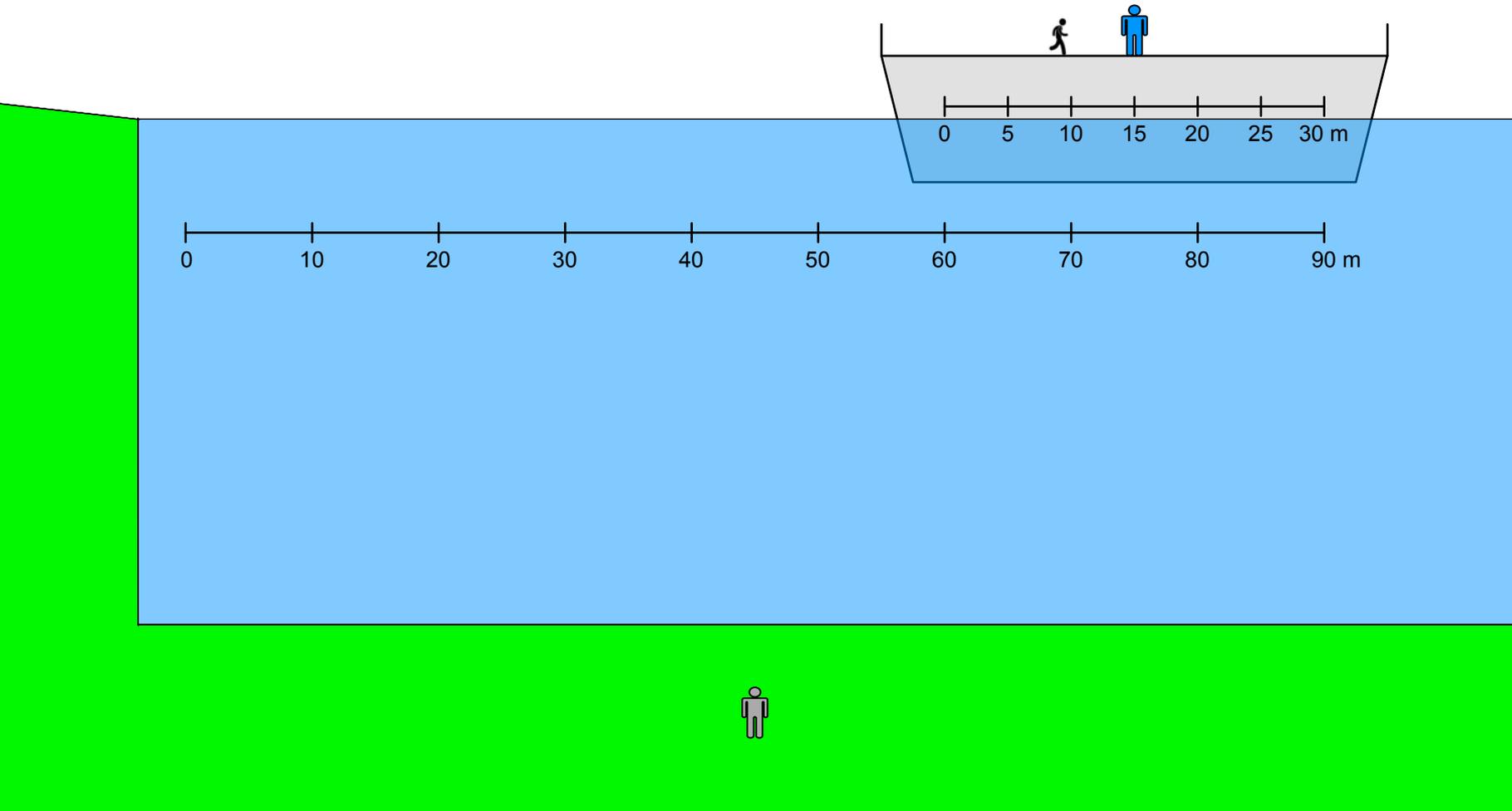
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
33.00 sec.



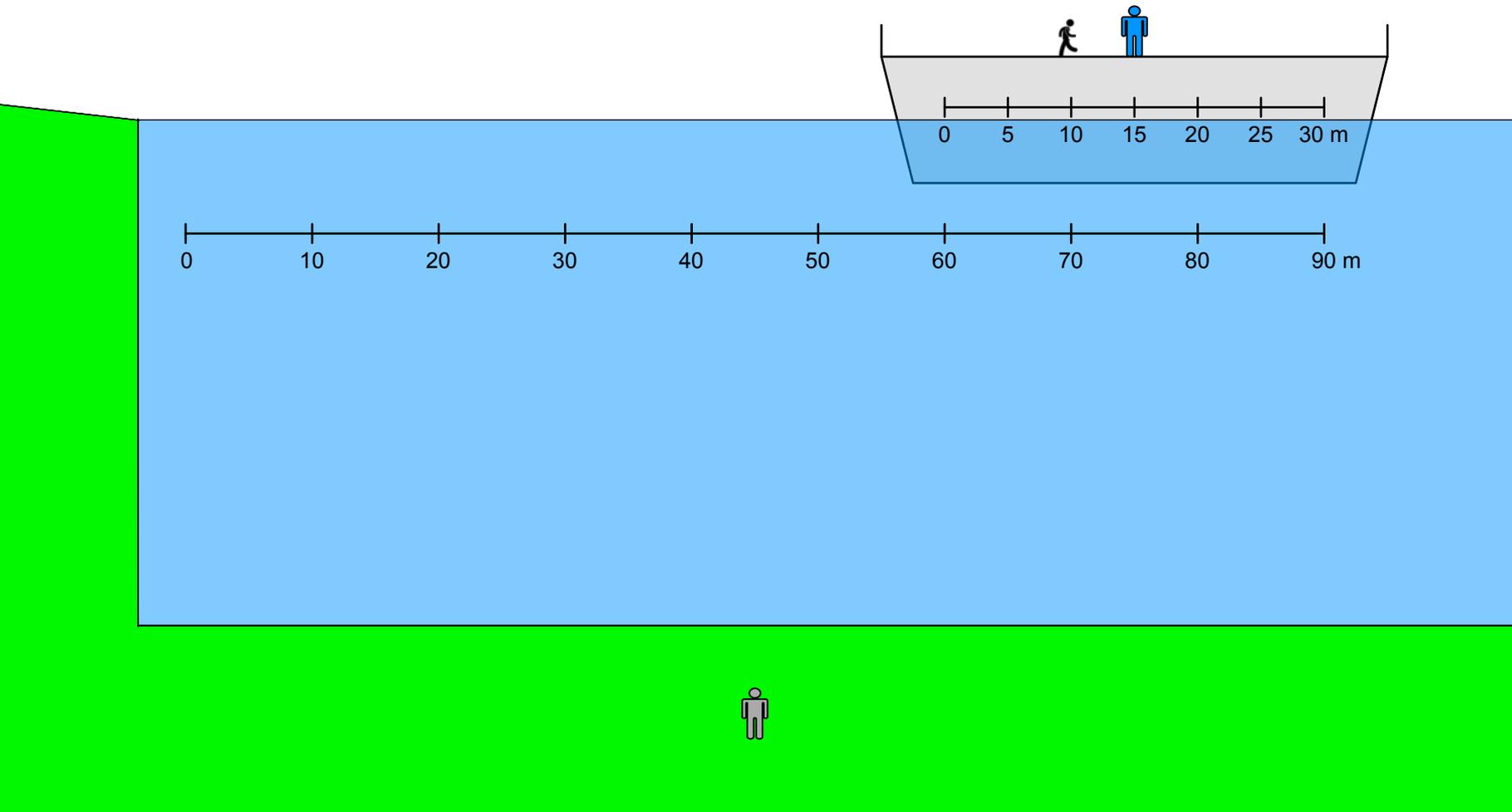
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
33.25 sec.



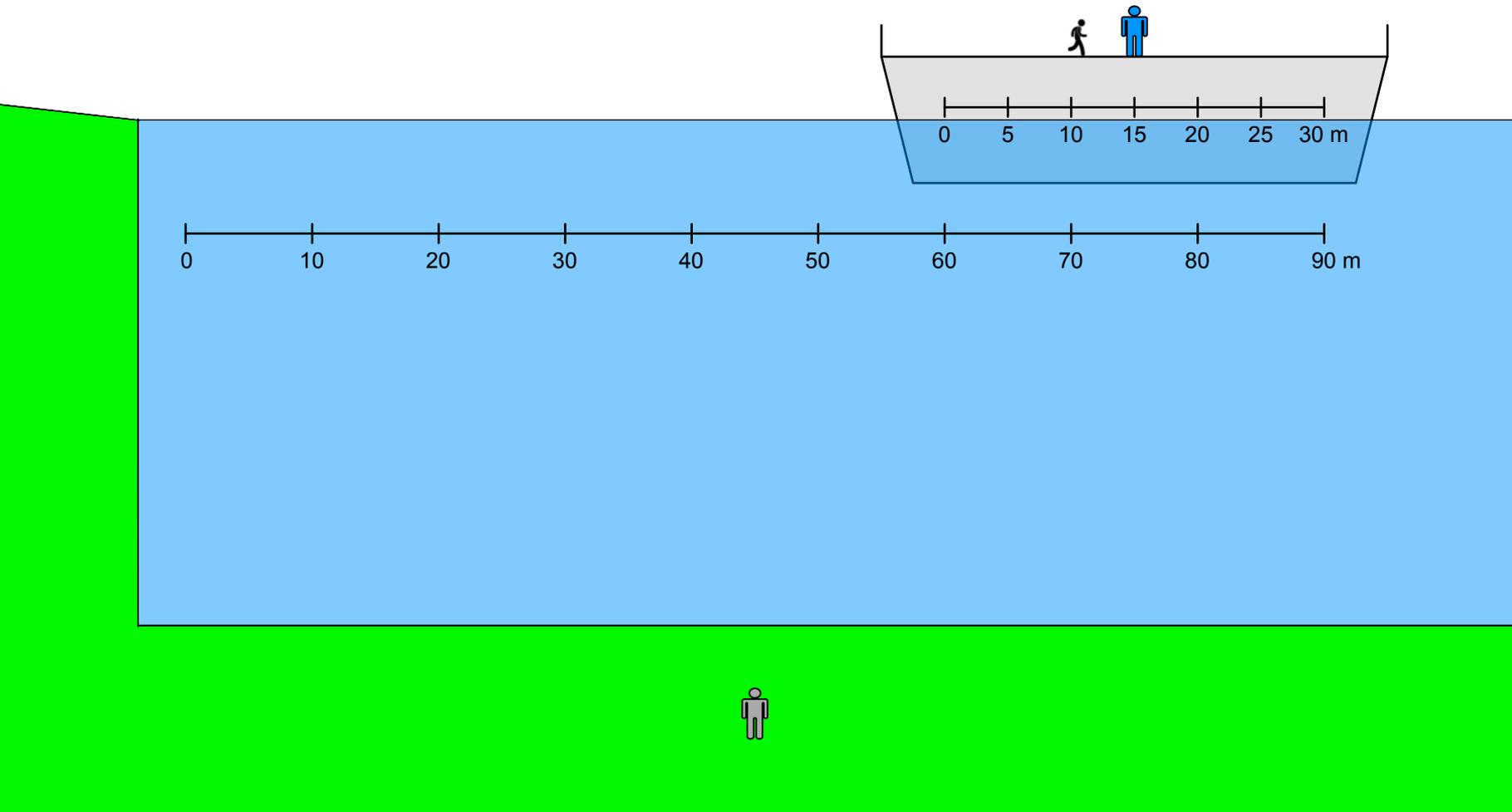
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
33.50 sec.



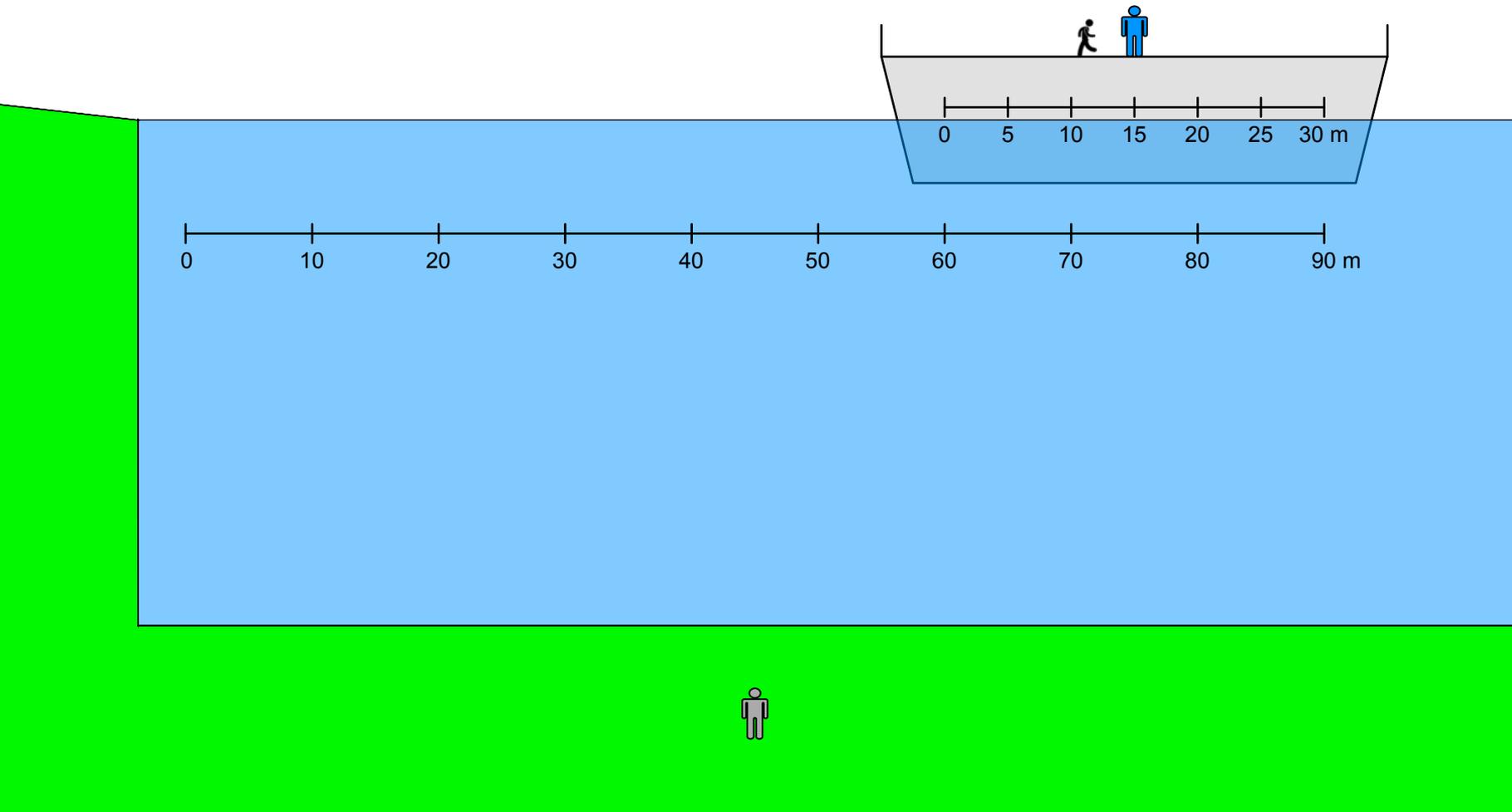
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
33.75 sec.



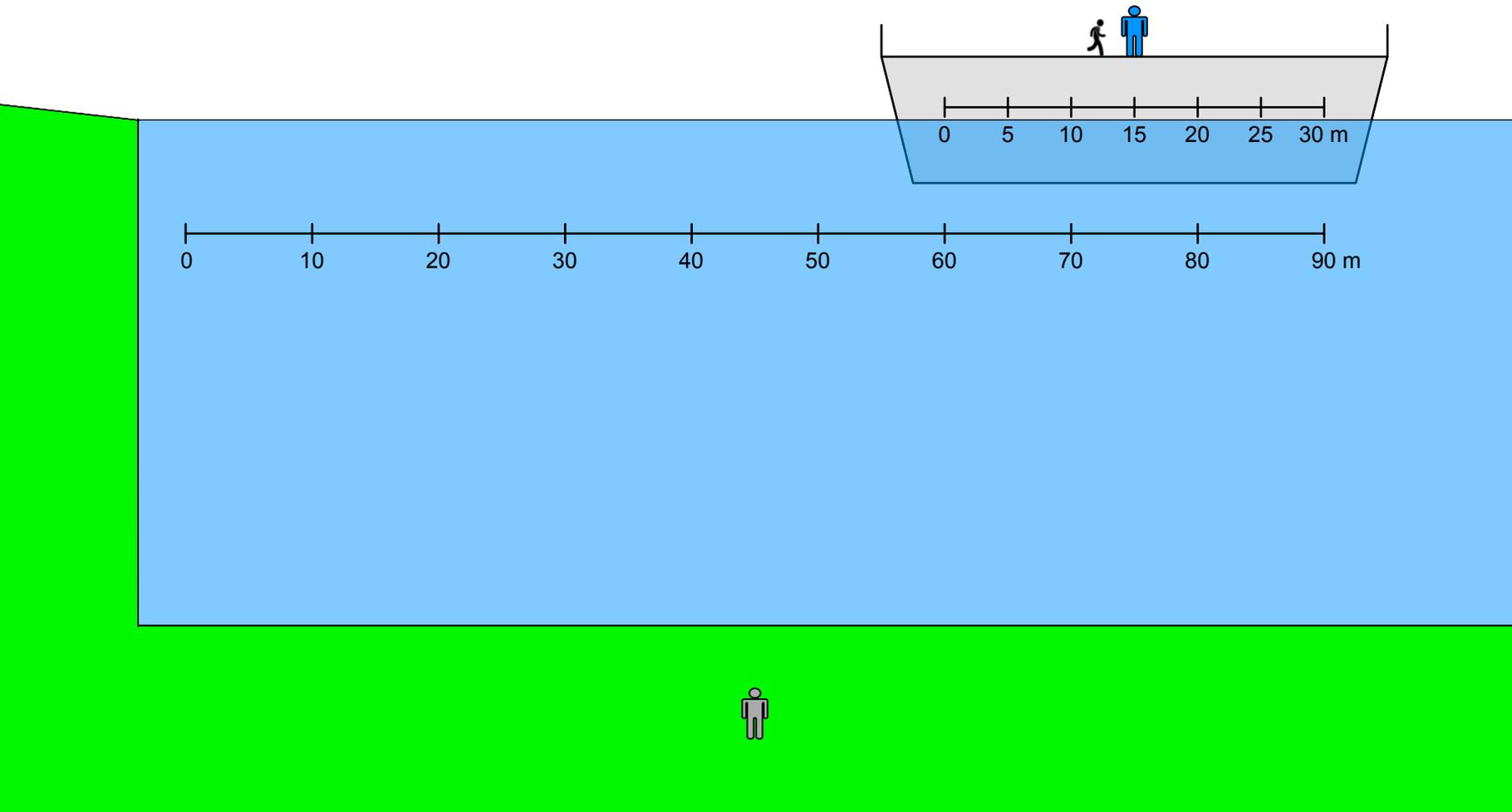
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
34.00 sec.



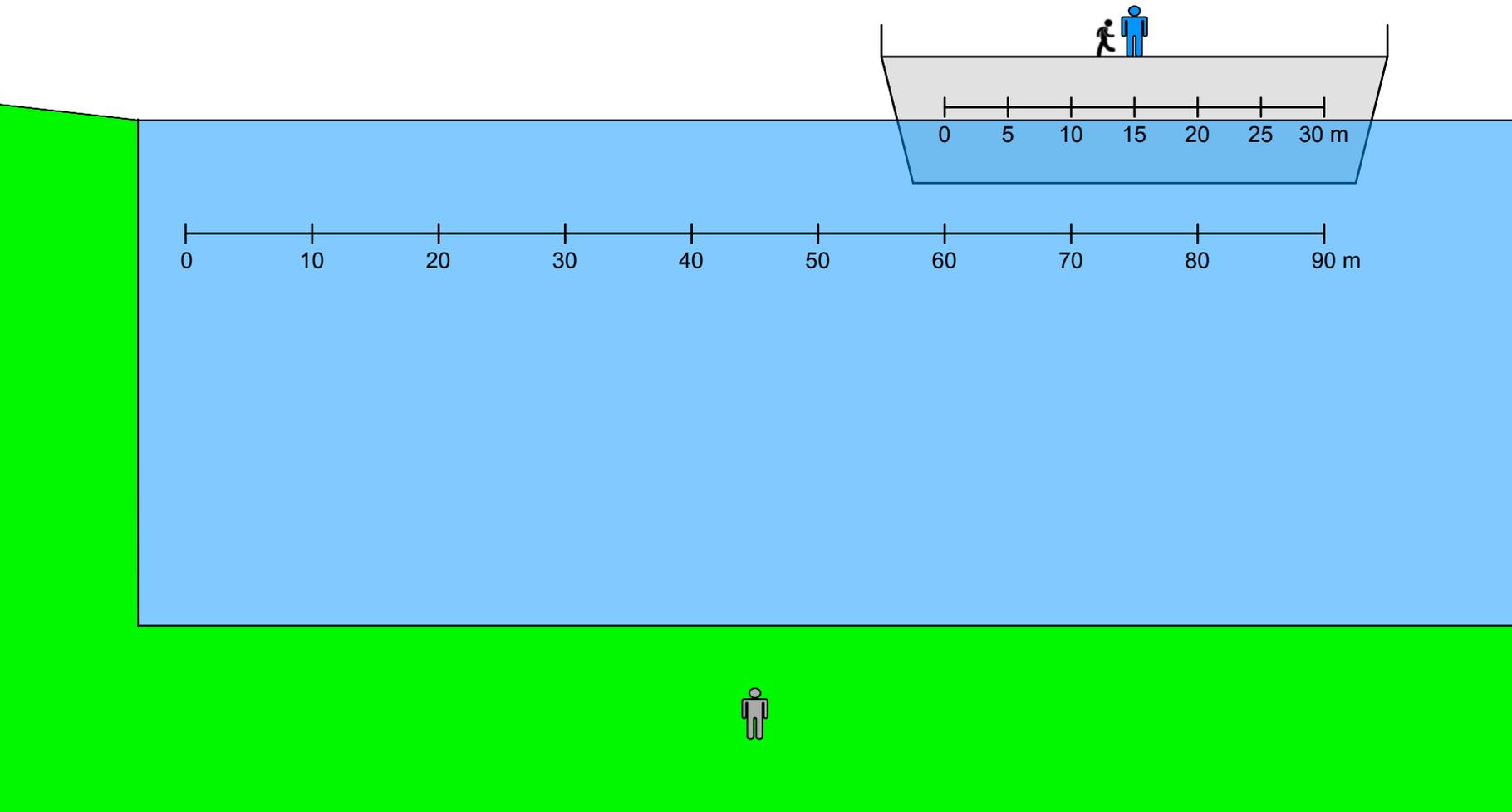
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
34.25 sec.



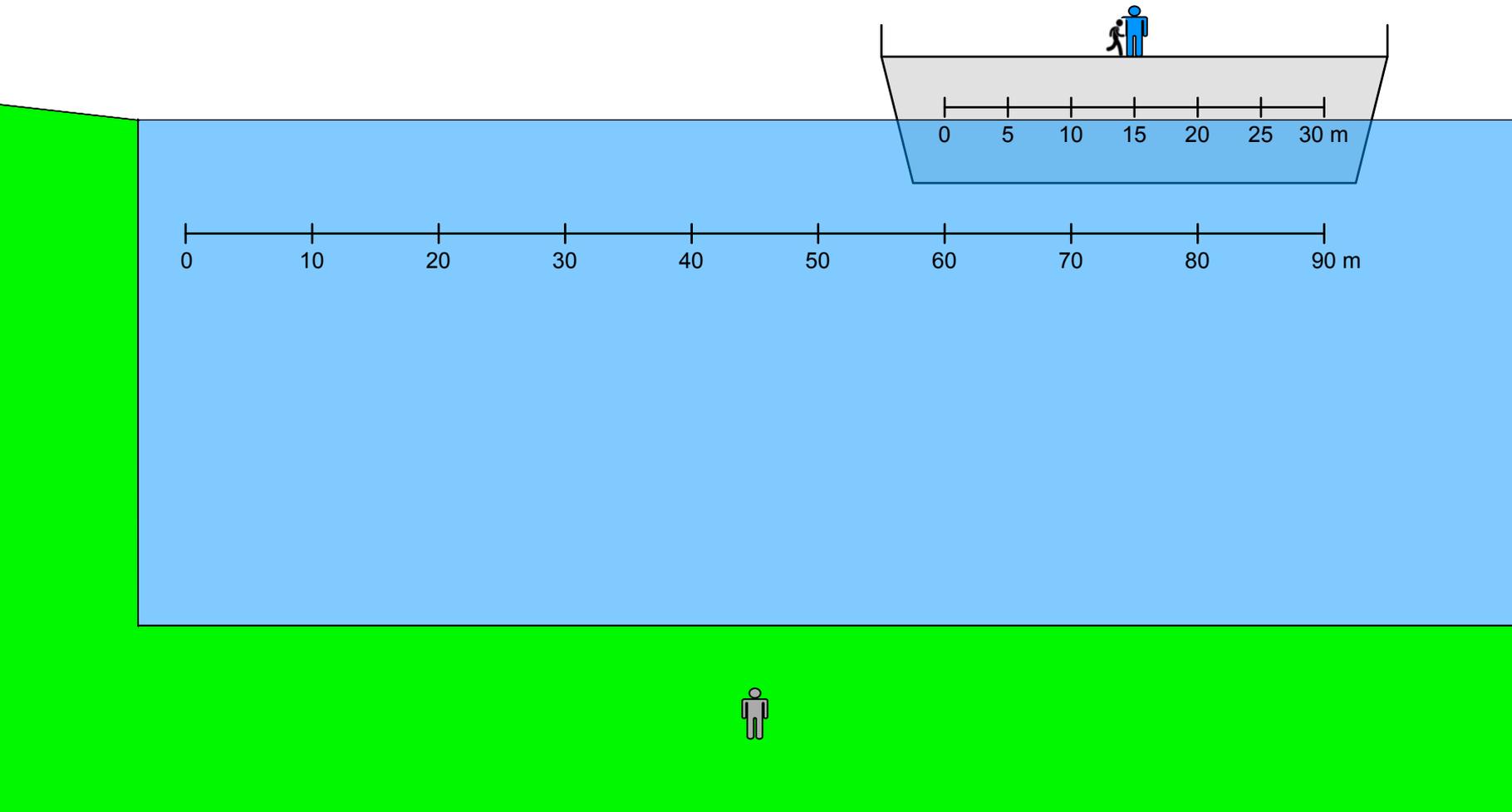
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
34.50 sec.



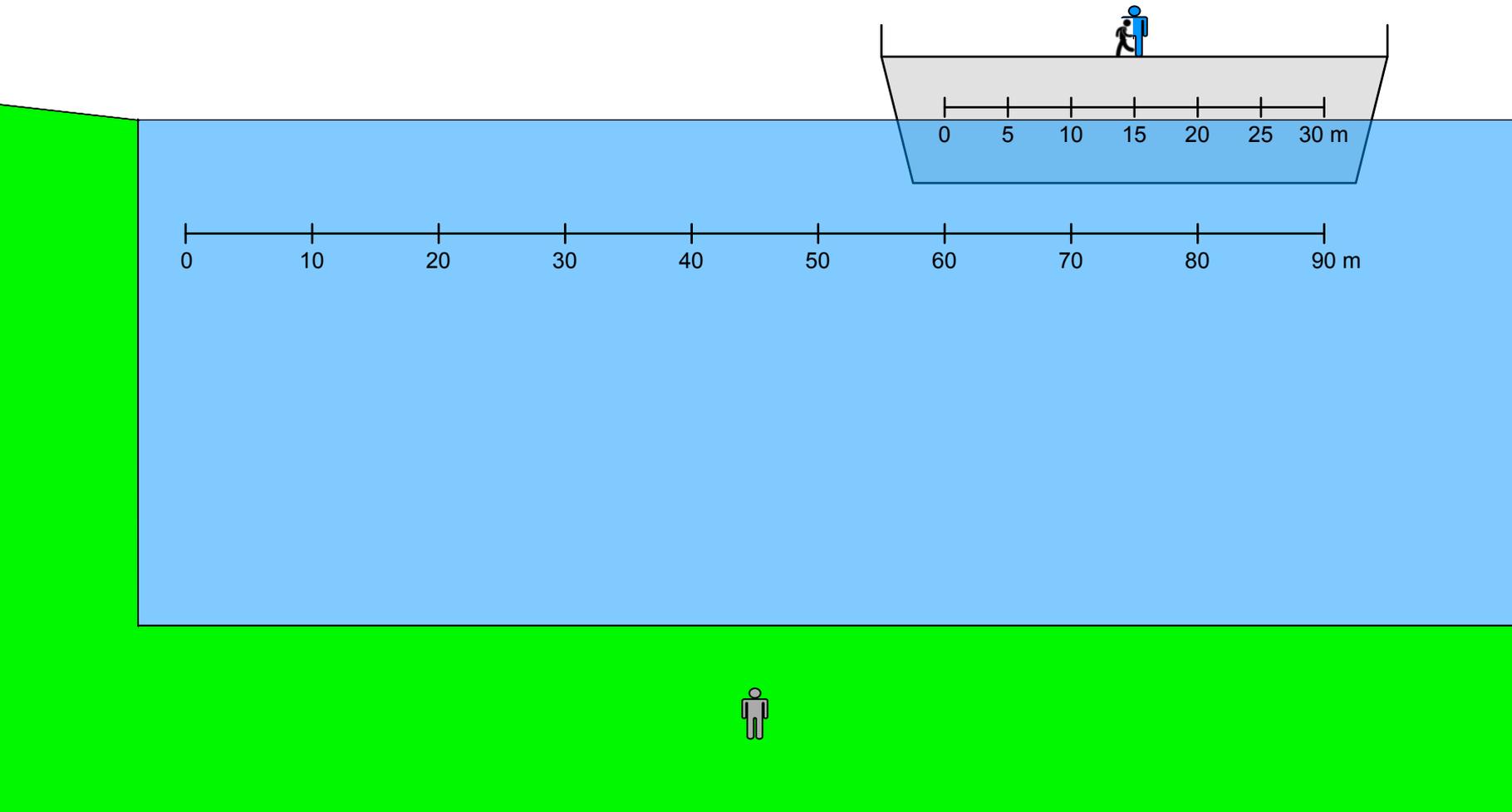
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
34.75 sec.



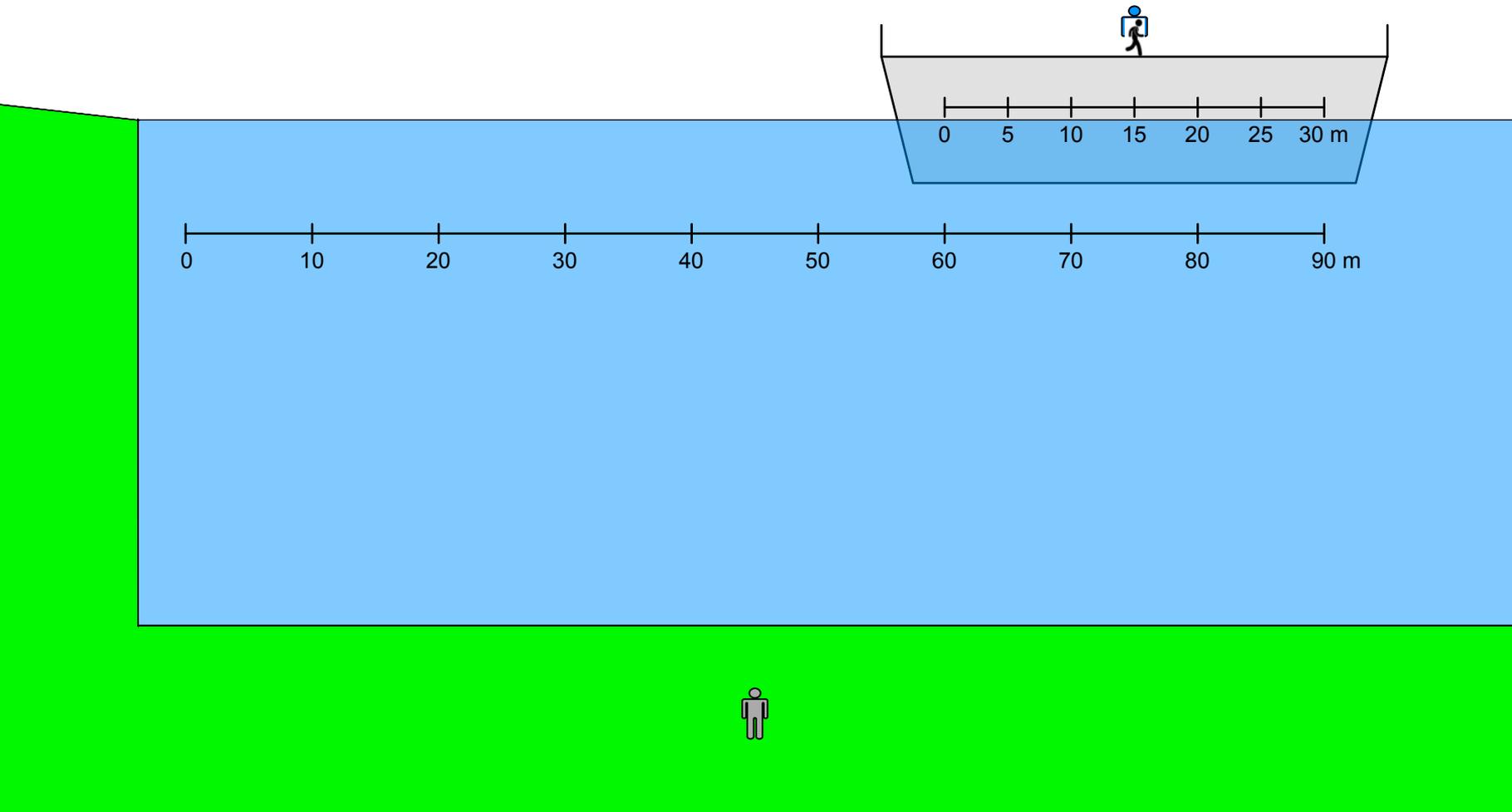
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
35.00 sec.



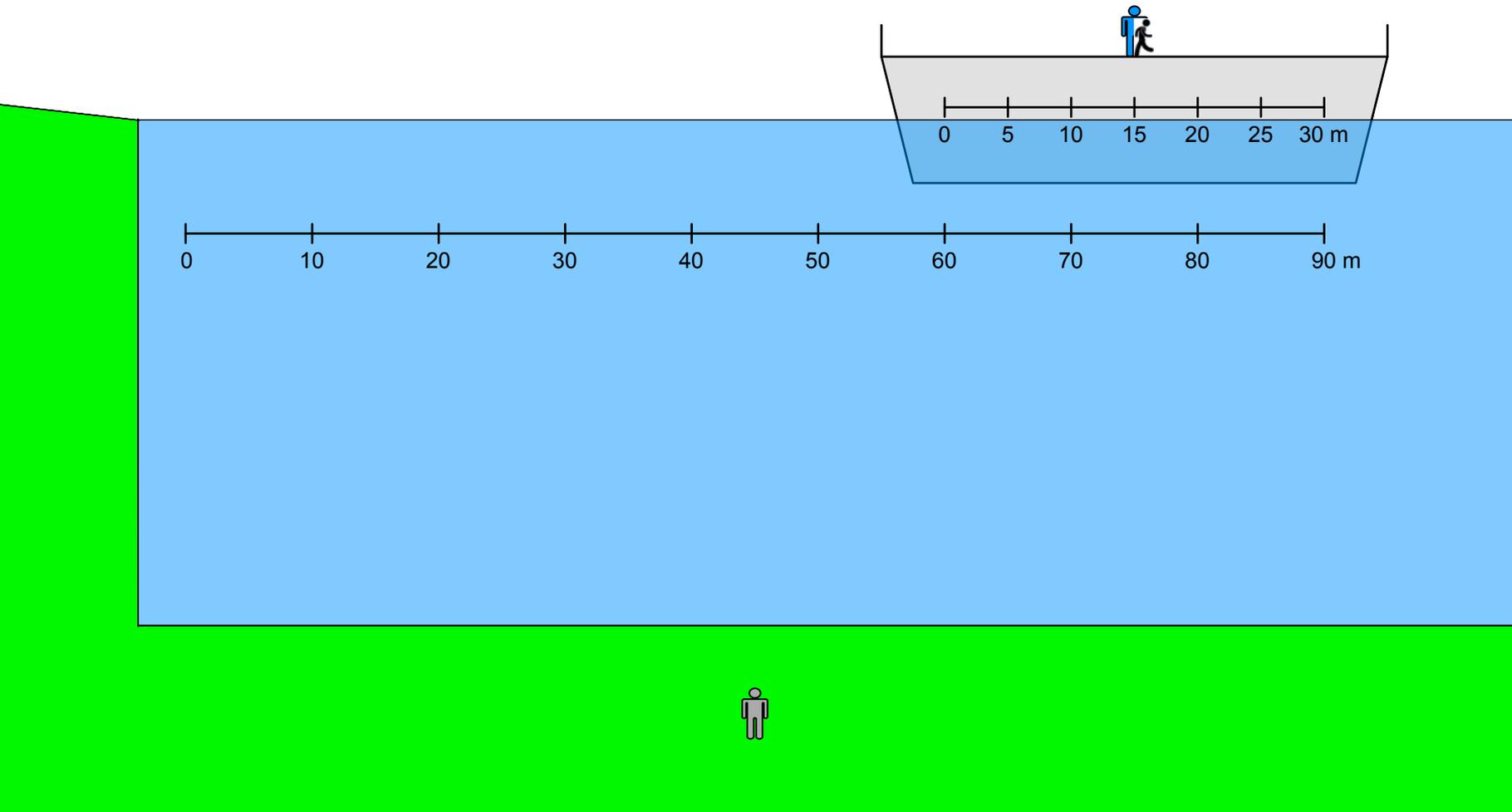
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
35.25 sec.



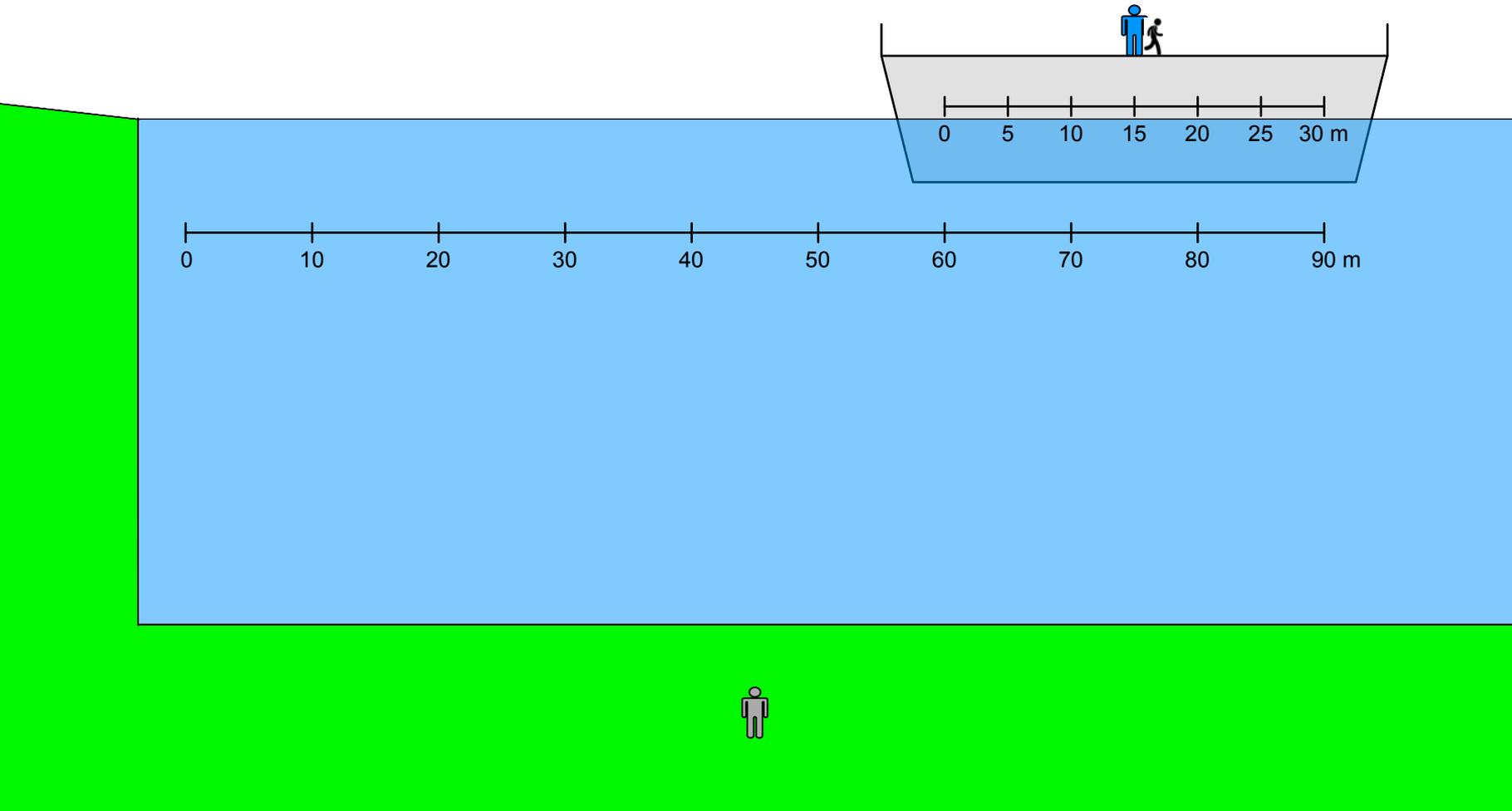
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
35.50 sec.



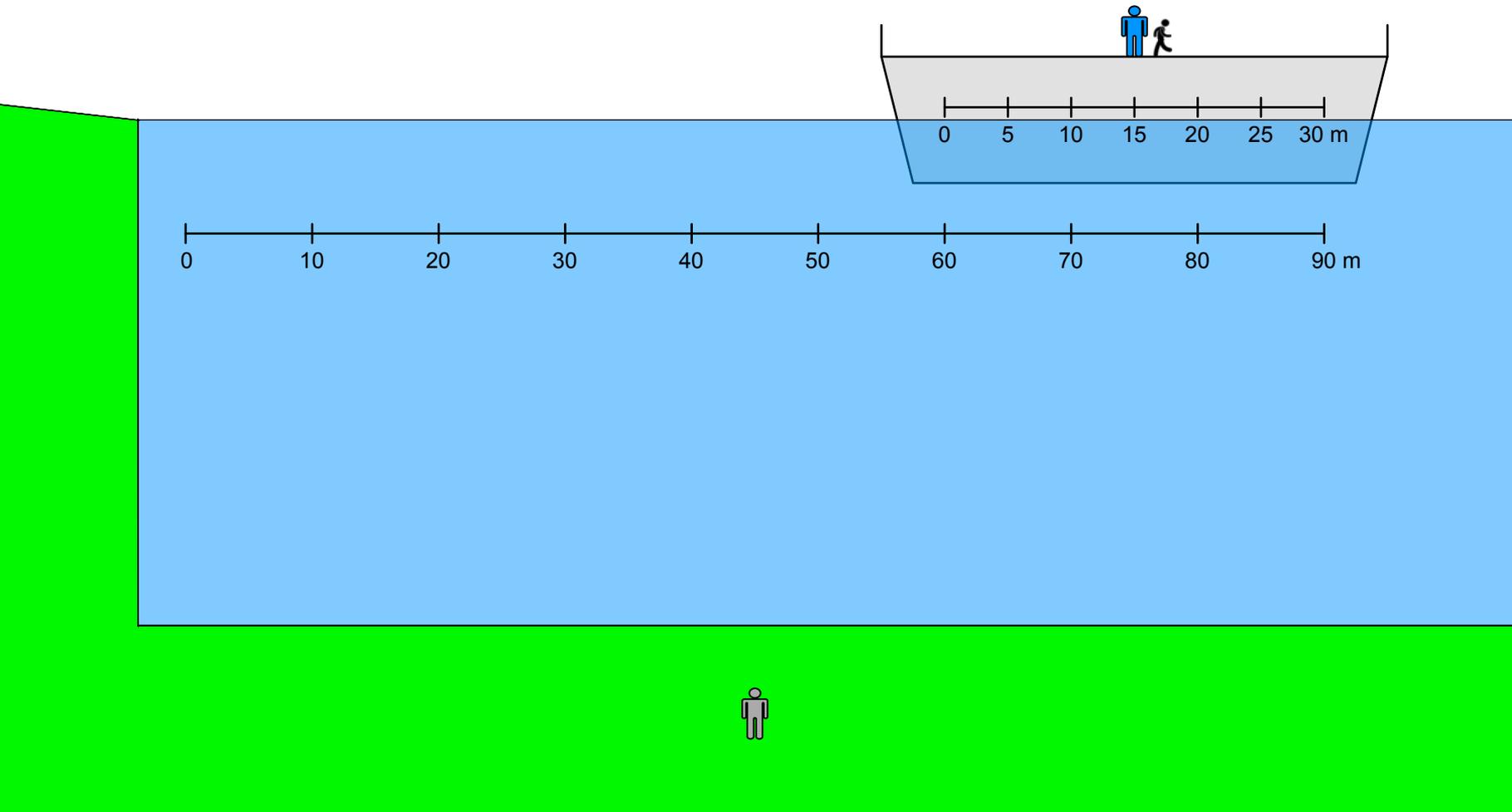
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
35.75 sec.



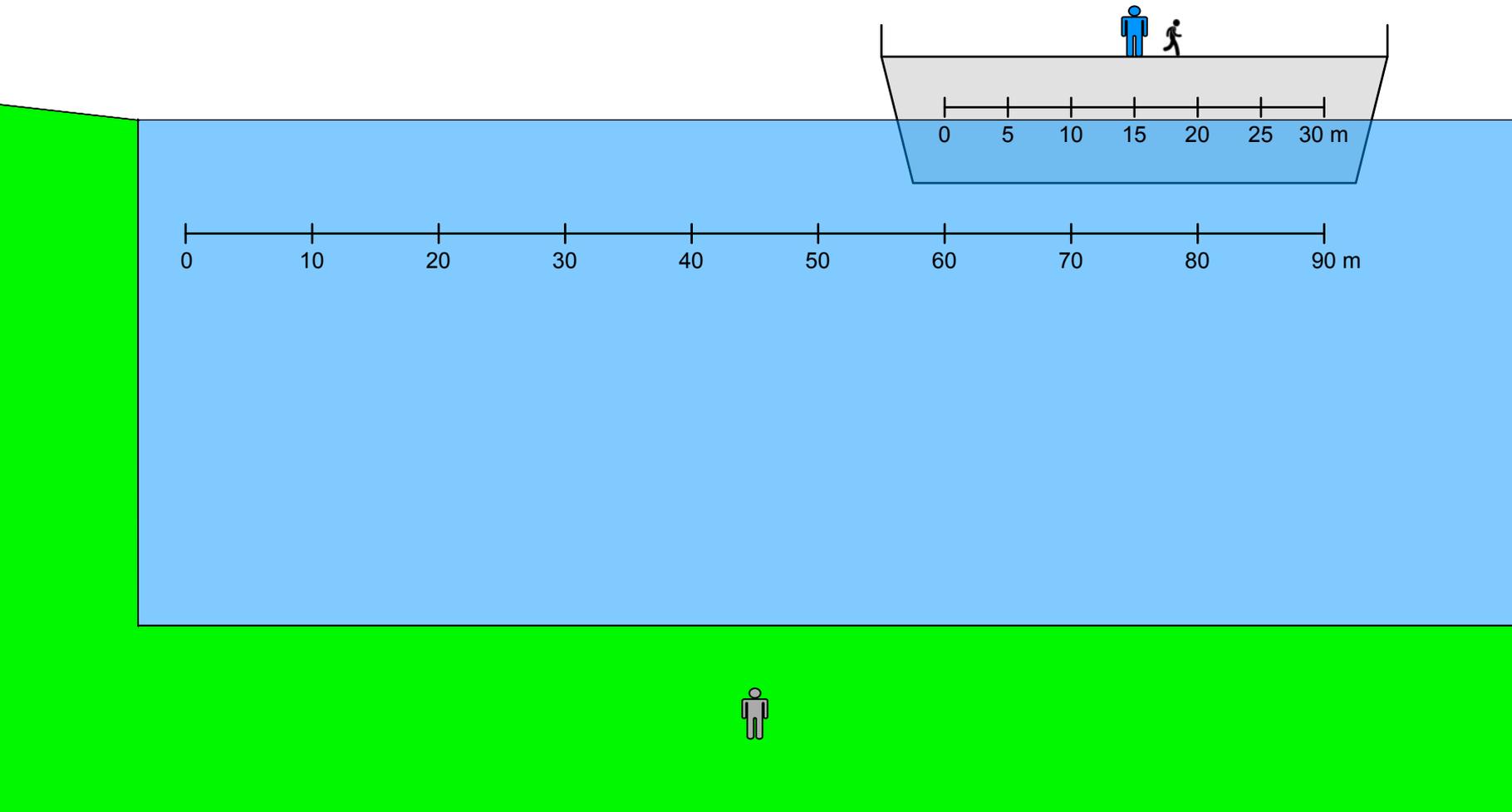
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
36.00 sec.



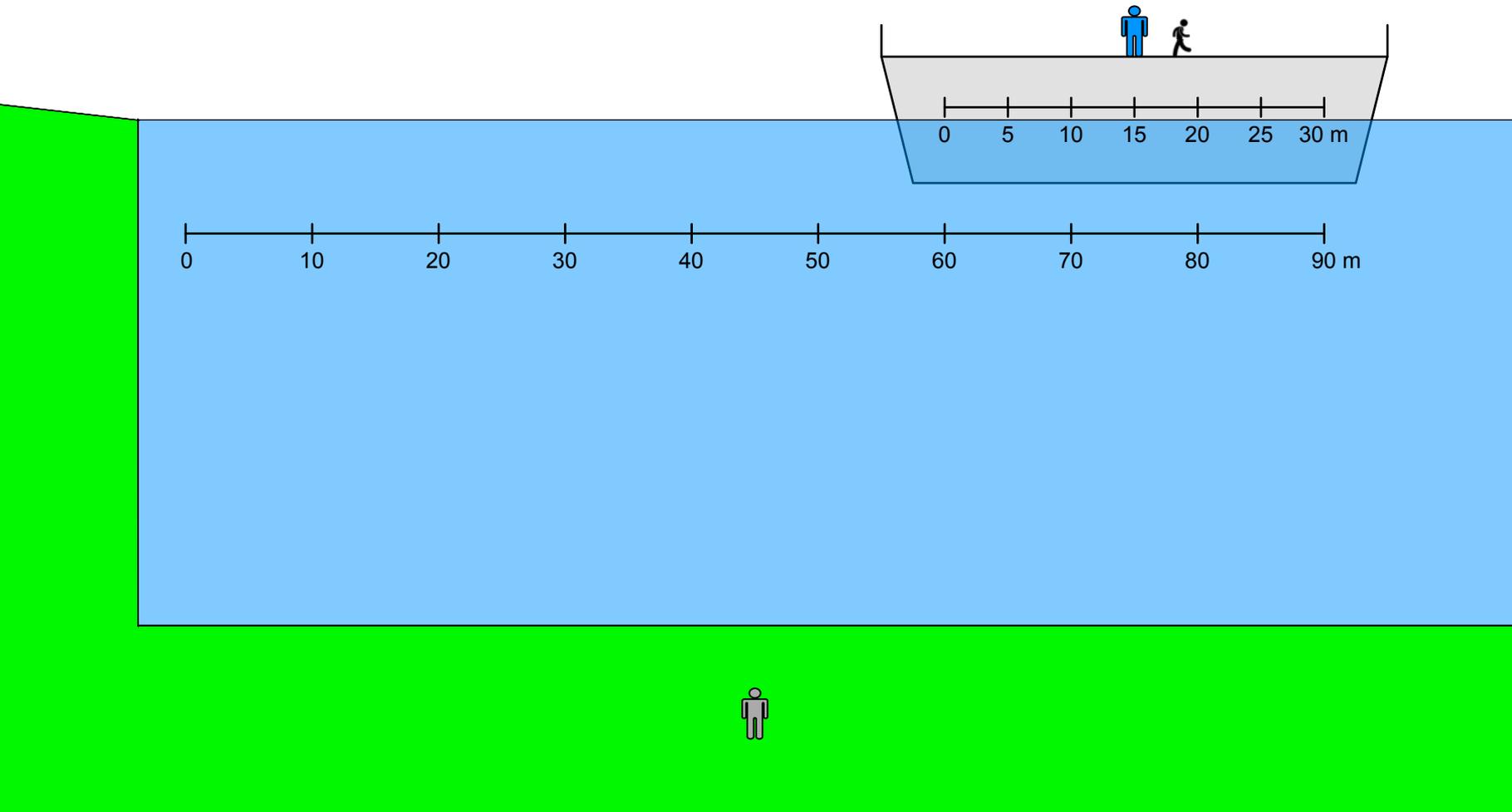
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
36.25 sec.



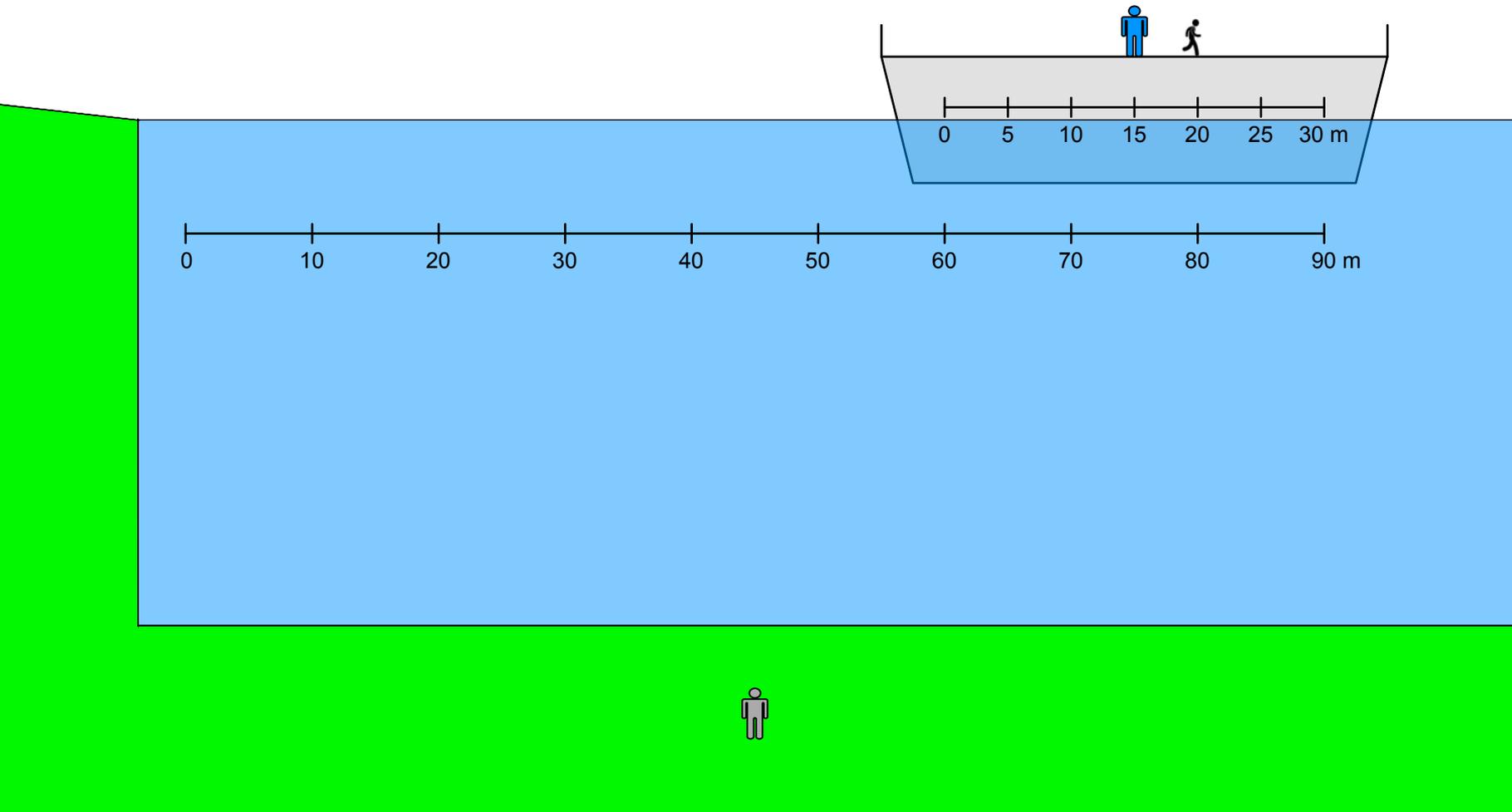
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
36.50 sec.



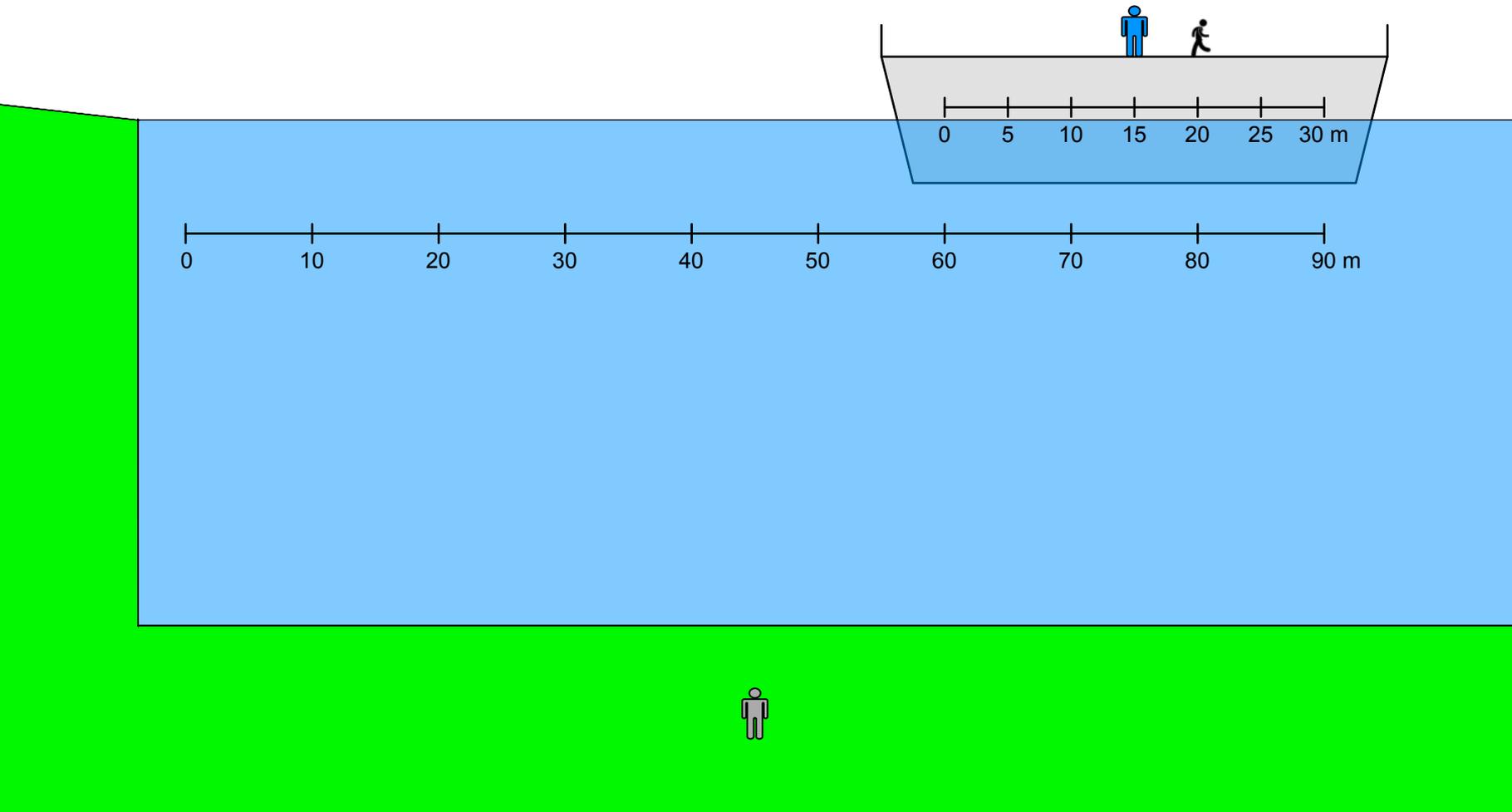
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
36.75 sec.



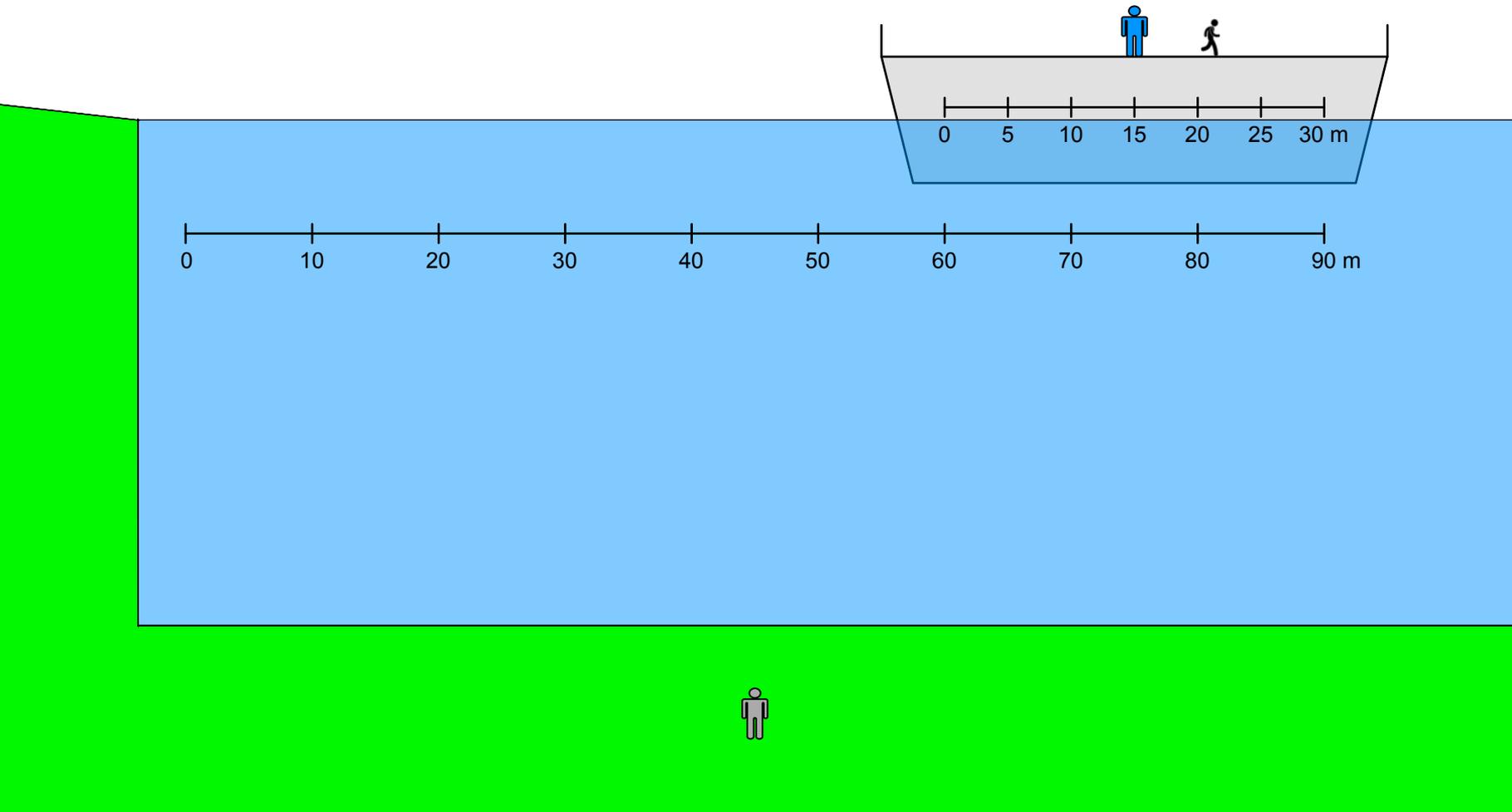
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
37.00 sec.



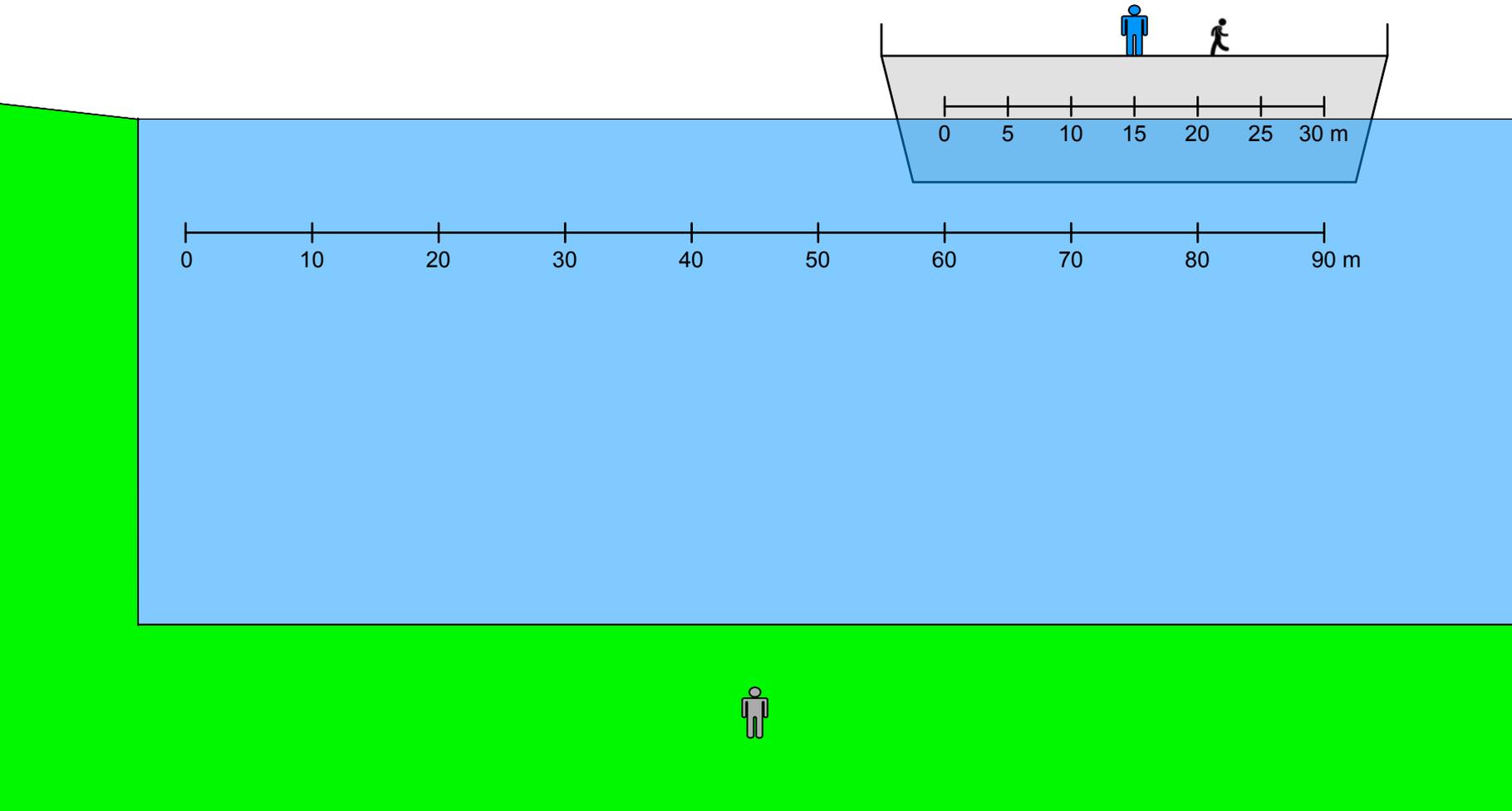
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
37.25 sec.



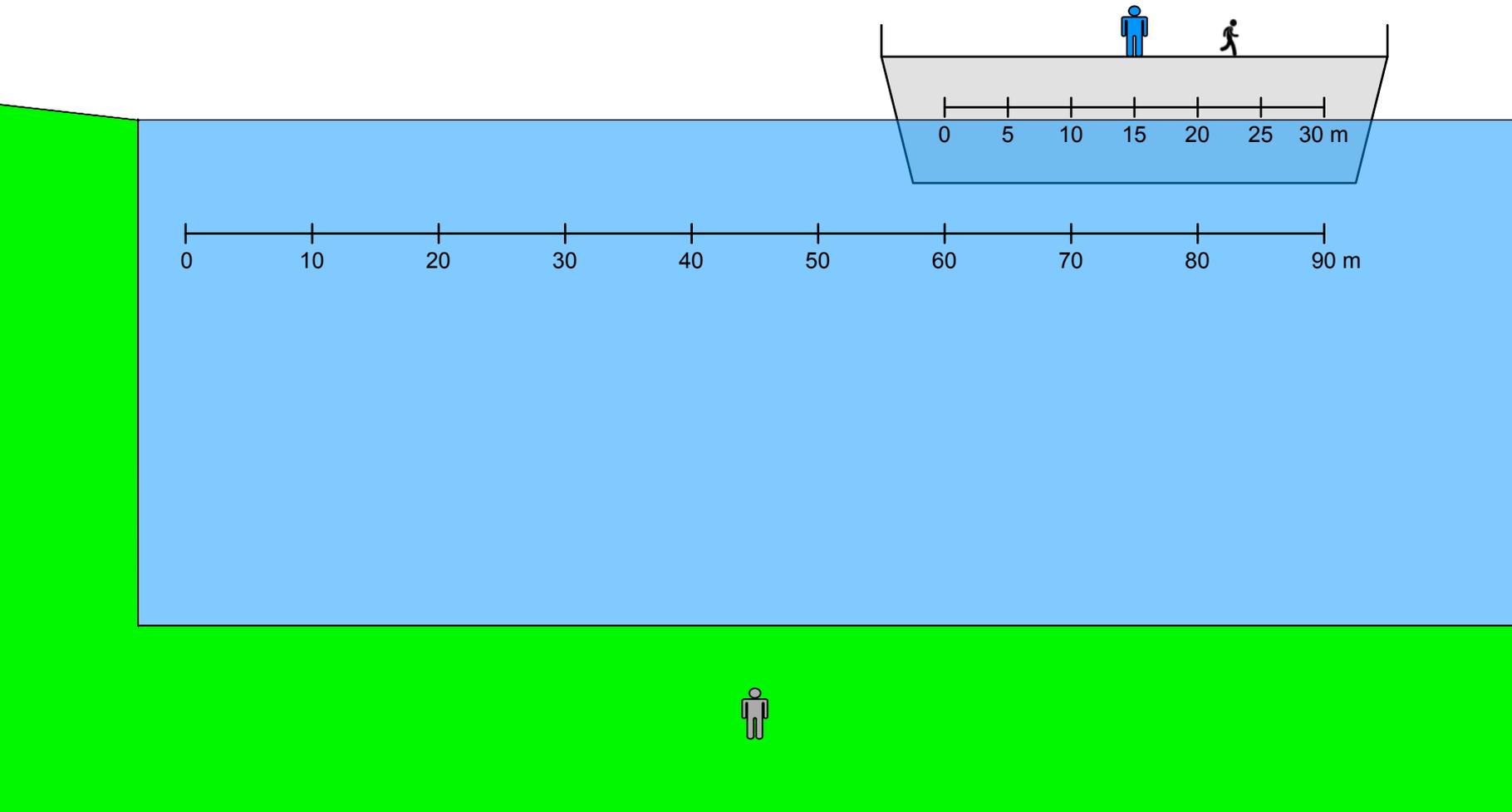
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
37.50 sec.



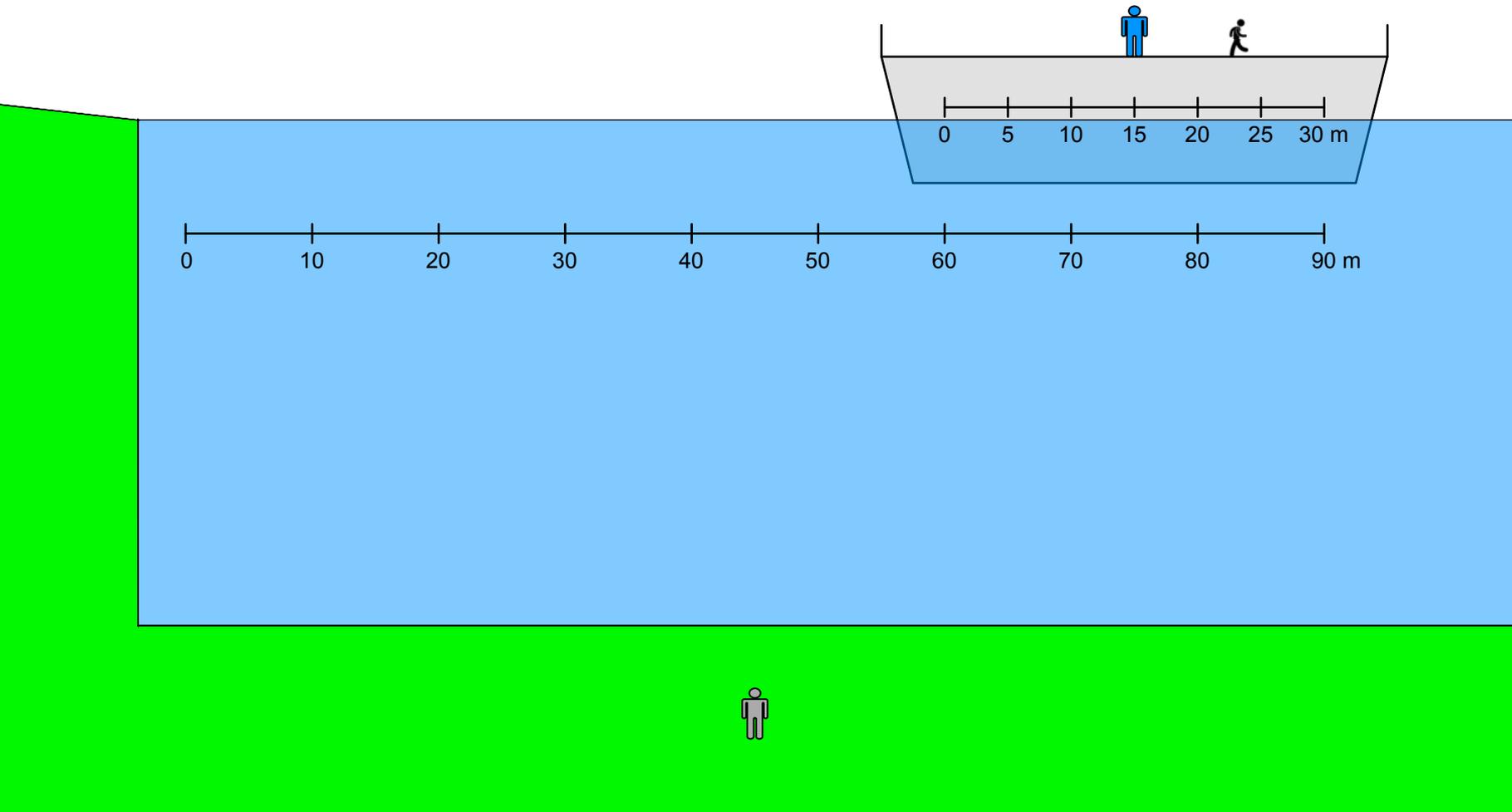
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
37.75 sec.



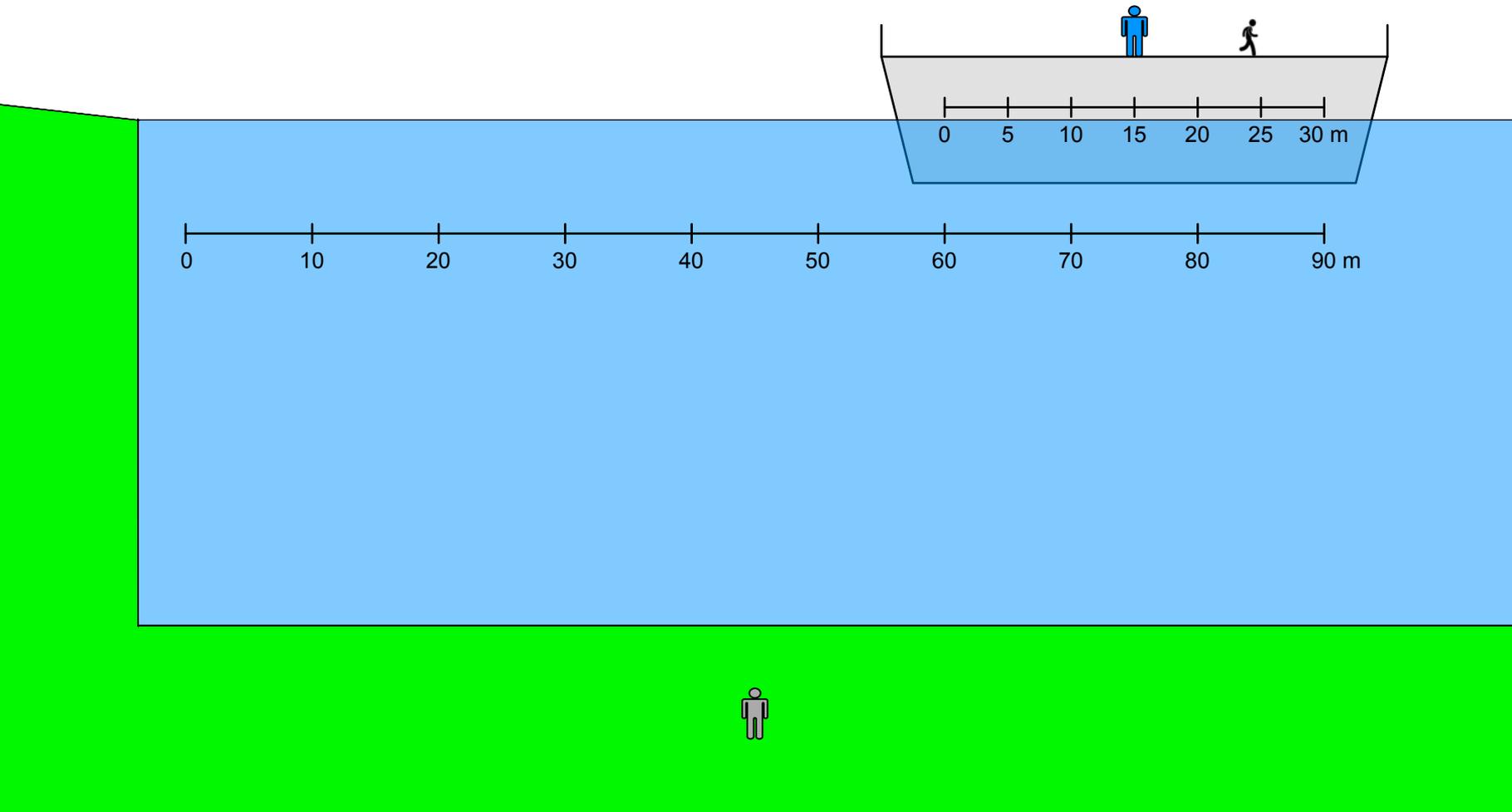
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
38.00 sec.



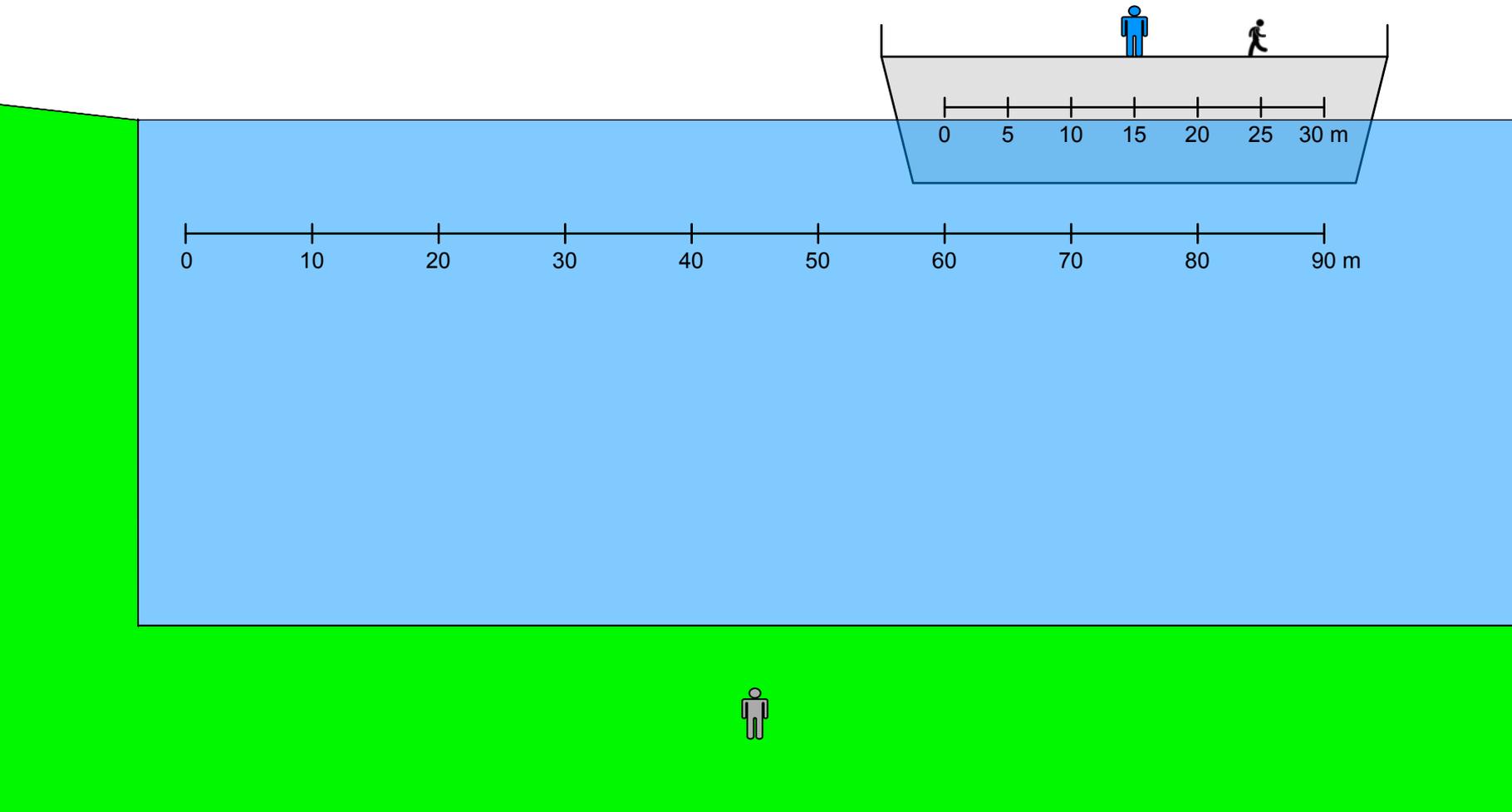
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
38.25 sec.



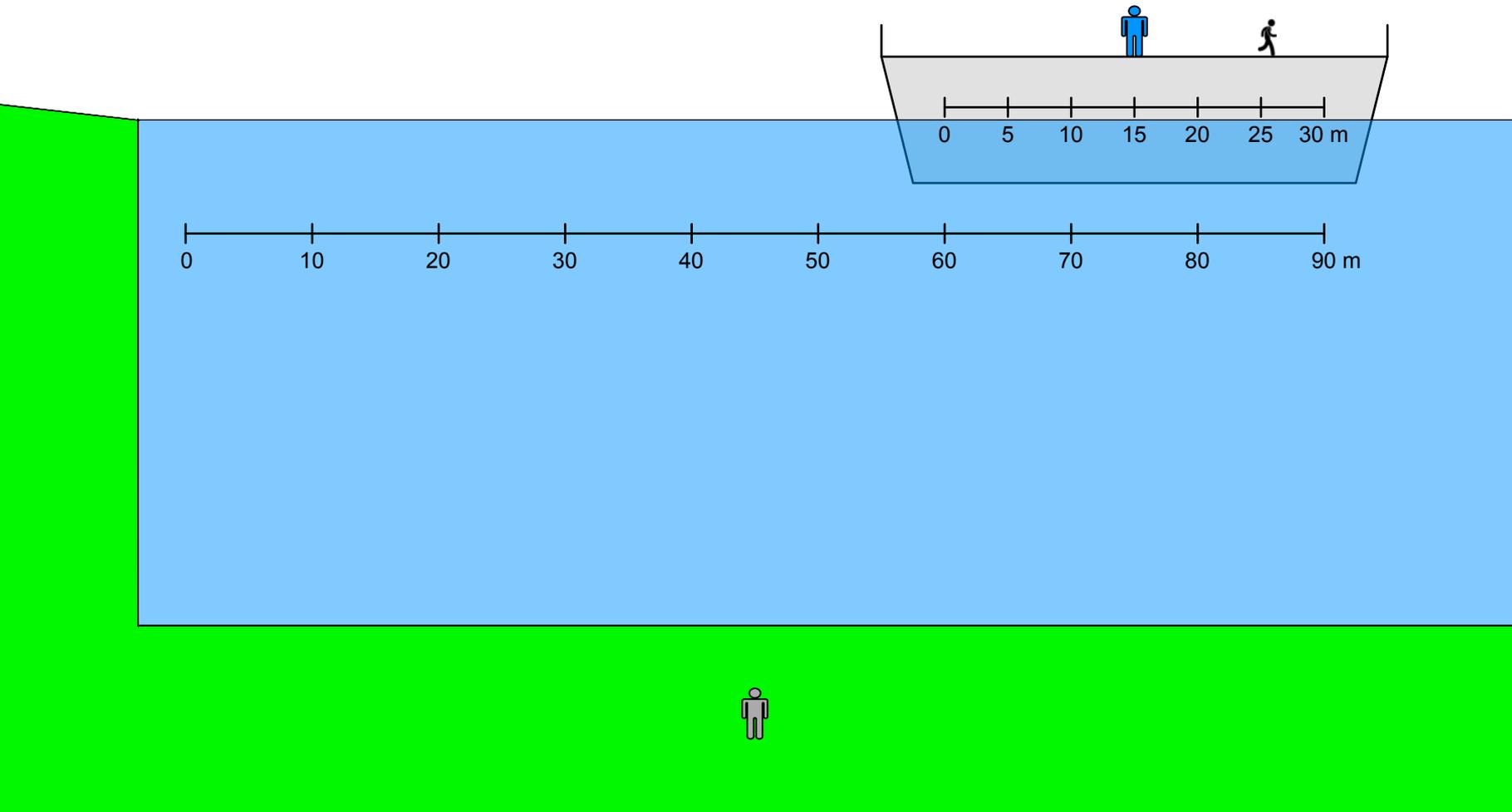
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
38.50 sec.



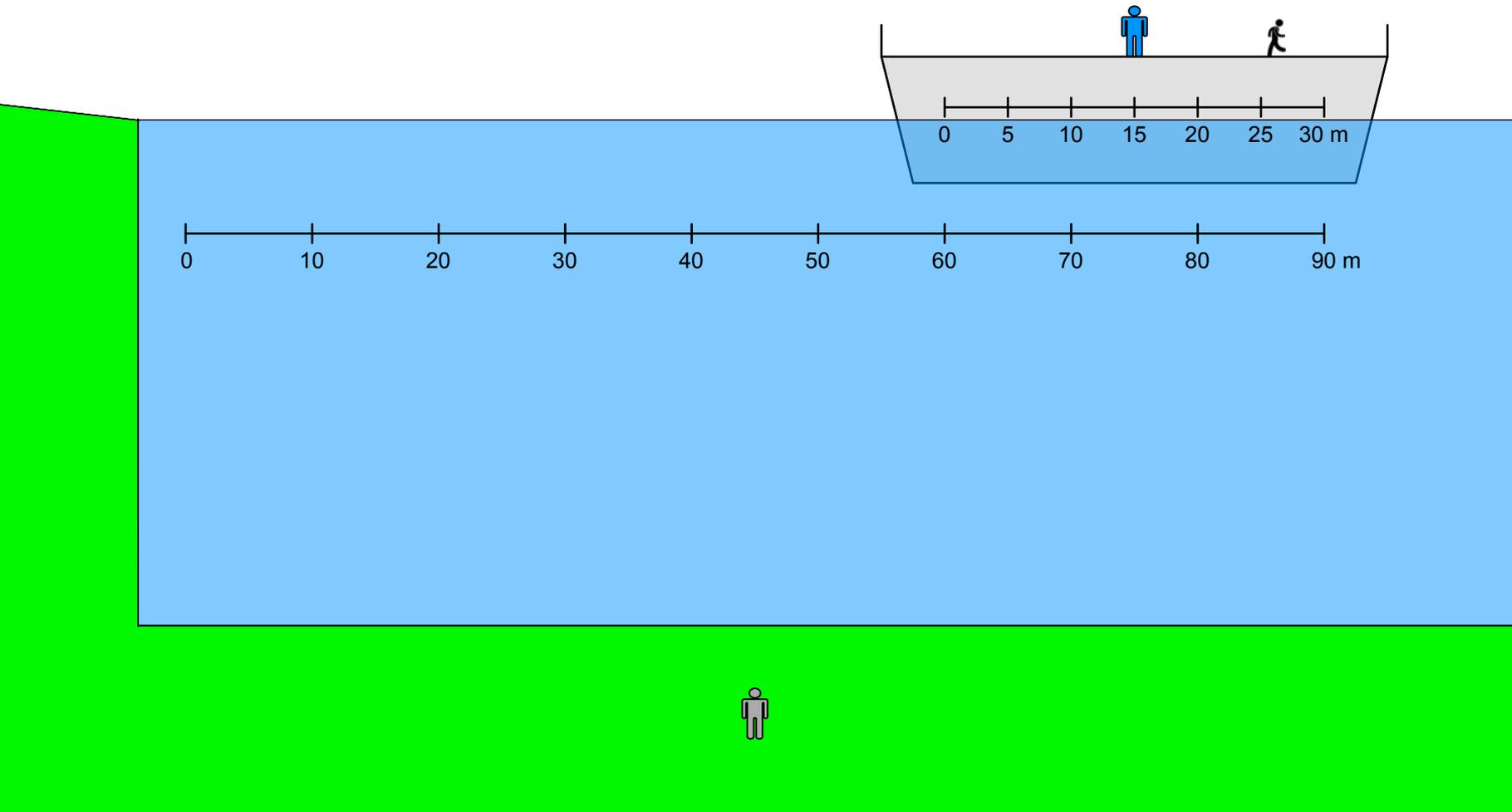
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
38.75 sec.



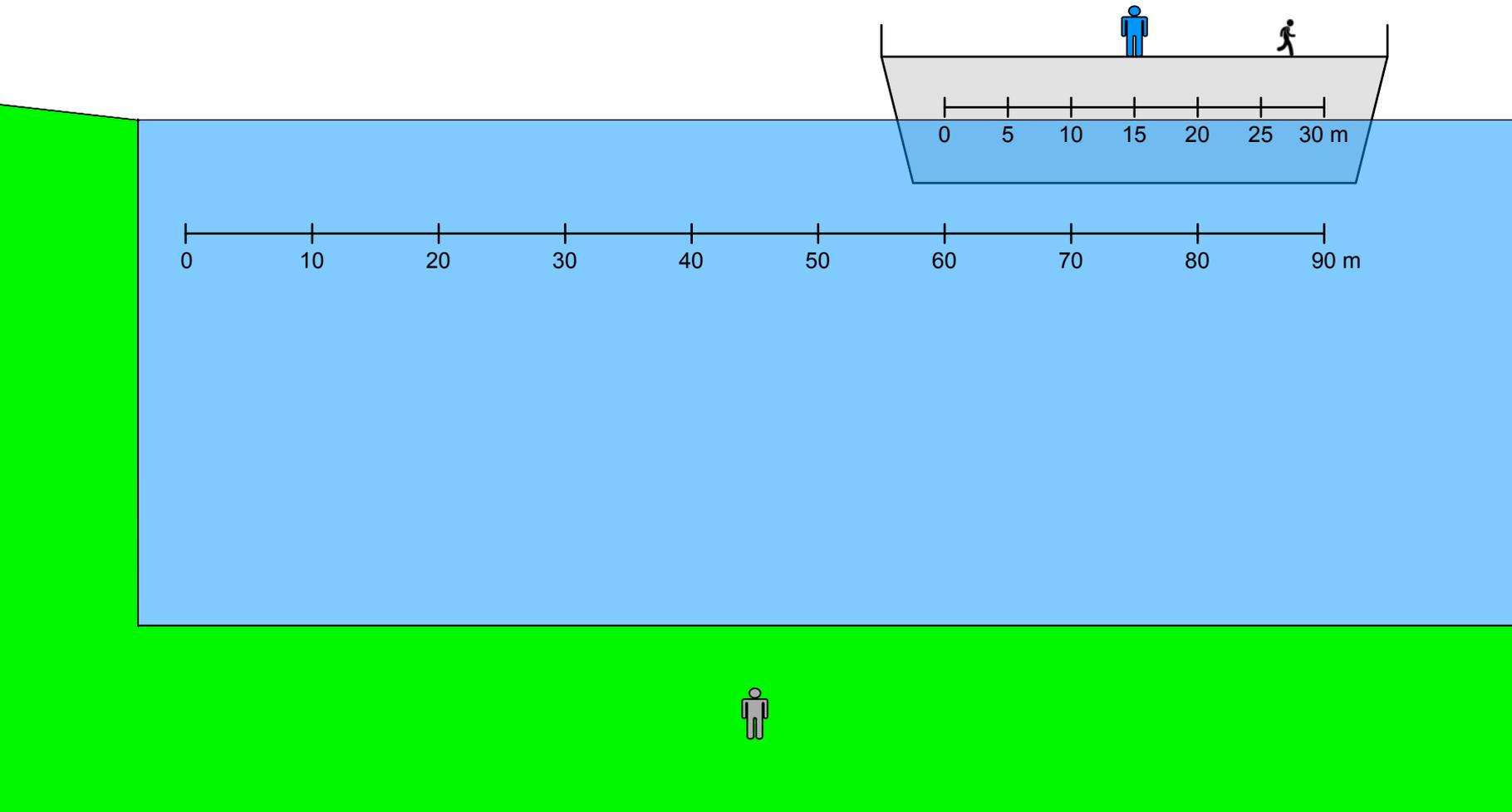
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
39.00 sec.



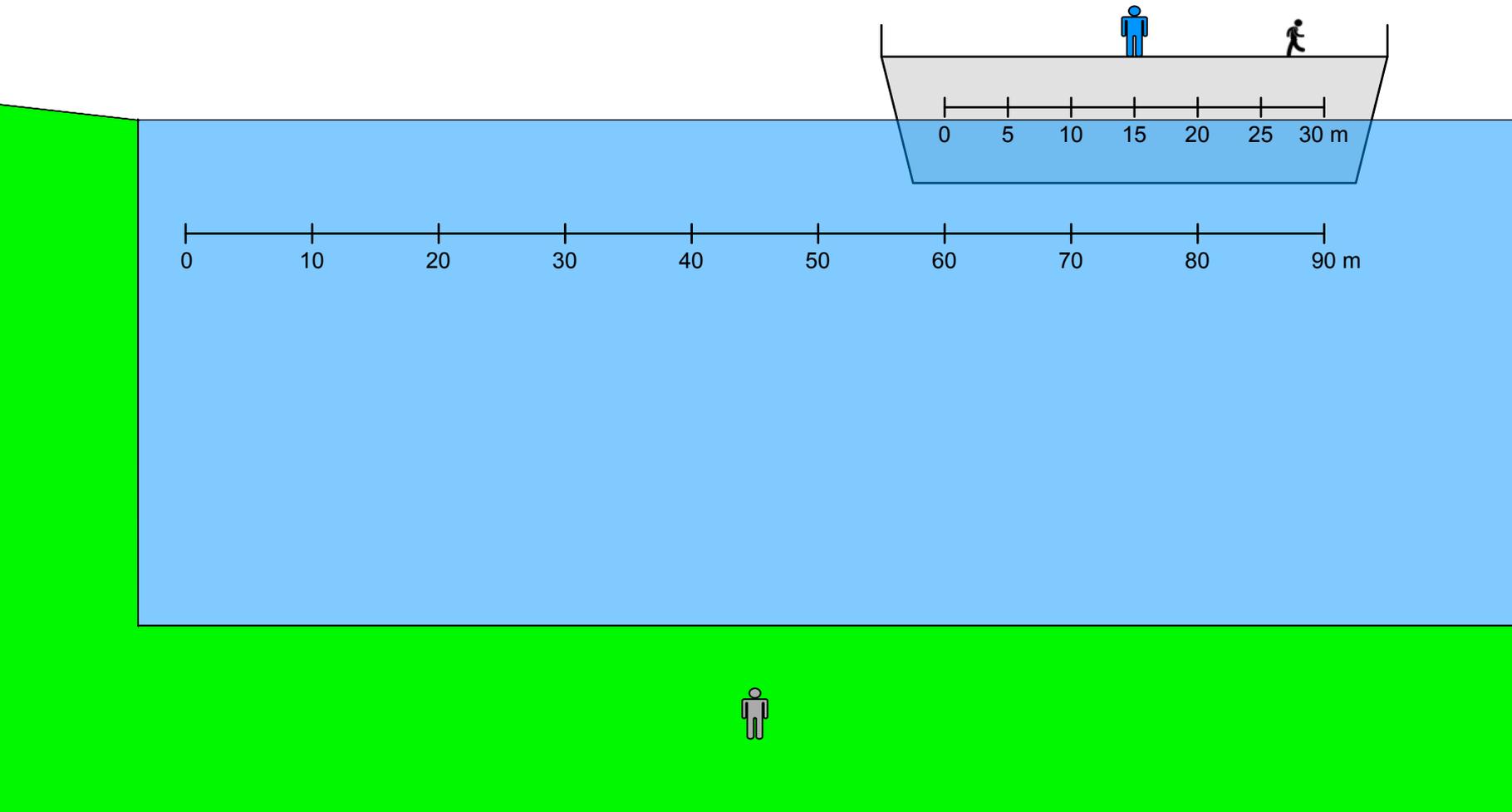
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
39.25 sec.



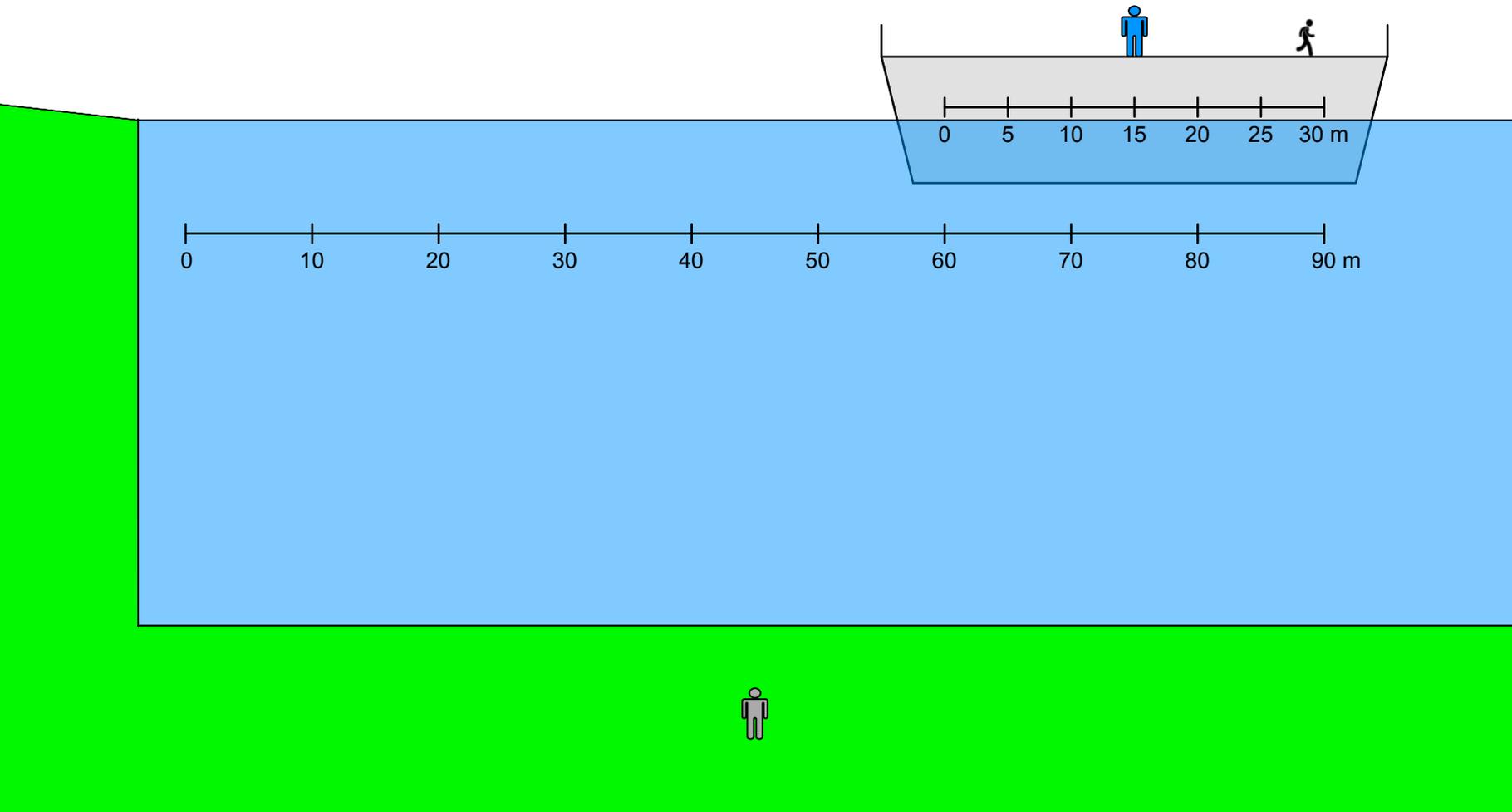
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
39.50 sec.



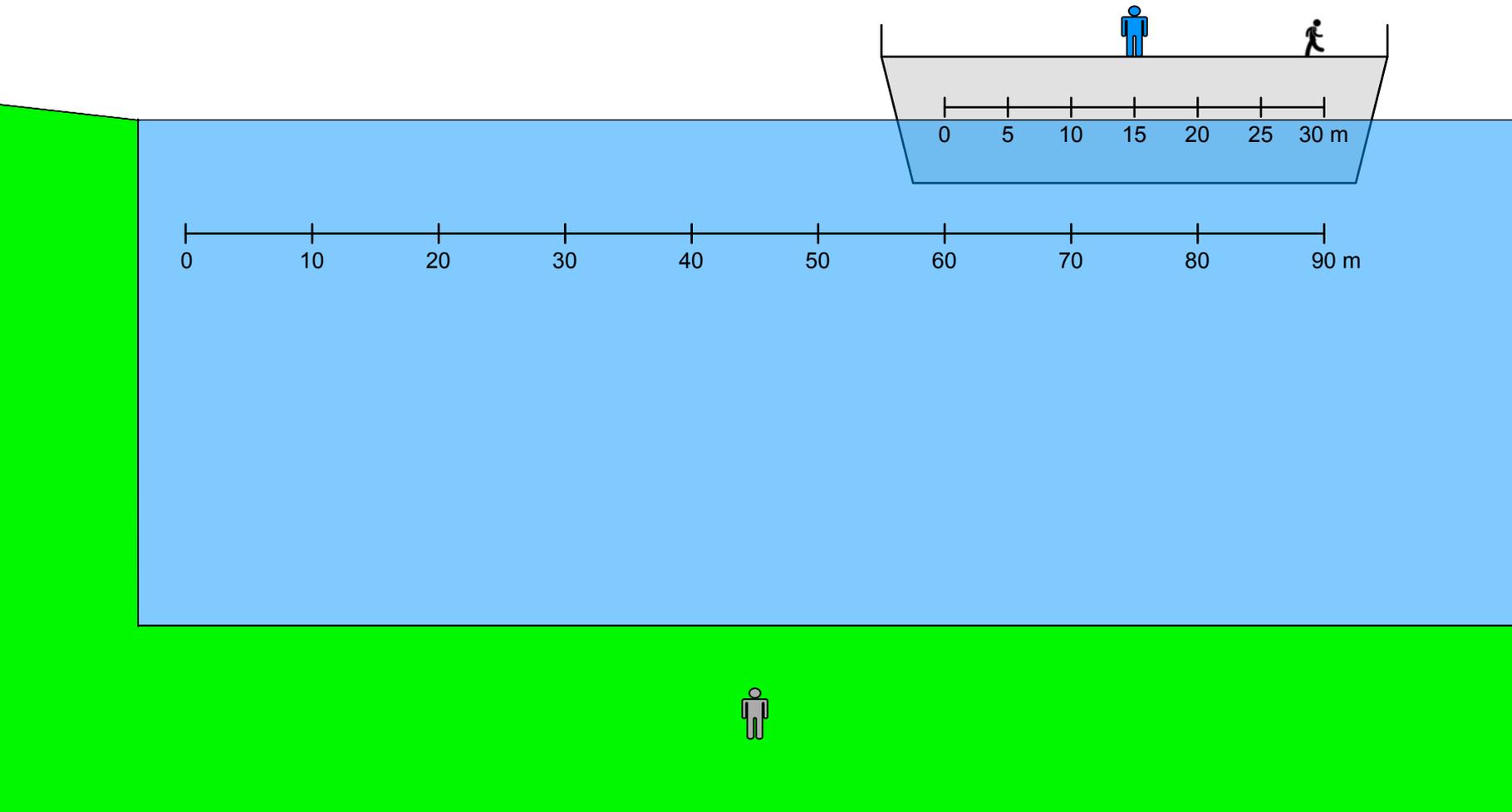
Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
39.75 sec.



Das irreführende Modell der Bezugssysteme in der Physik

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment - Teil 2: Das Kind rennt 30 m auf dem Schiff, das nach 60 m Fahrt einen Anker geworfen hat.

A und **B** registrieren eine Laufstrecke von 30 m dieses Kindes auf dem Schiff, das sich in Ruhe befindet.

nach
40.00 sec.

10 sec. Laufzeit

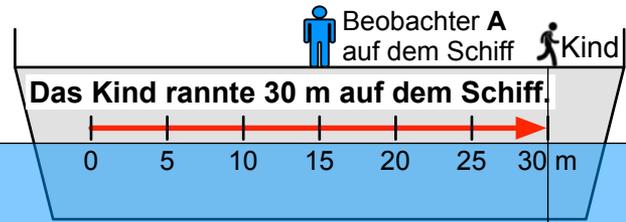
Die Position des Kindes
zum Zeitpunkt $t = 0$ sec.

Das Schiff hat **vorher** 60 m auf dem Wasser zurückgelegt.



Die Positions-Änderung des Kindes im Raum der Erde beträgt total $60 \text{ m} + 30 \text{ m} = 90 \text{ m}$.

Beobachter A auf dem Schiff hat **insgesamt** nur eine Strecke des Kindes von 30 m registriert.
Beobachter B an Land hat **insgesamt** 90 m registriert, obwohl das Kind nur 30 m gerannt ist.



Beobachter B
auf dem Land

Es ist unbestritten, dass **zwei** Bewegungen erfolgt sind, zuerst jene des Schiffs (60 m), dann jene des Kindes (30 m). Beobachter B glaubt, das Kind habe sich *selber* 90 m bewegt; die Bewegung des Schiffs existiert in seinem BBS nicht. Dies beruht auf seiner **irreführenden Wahrnehmung**, und er unterscheidet nicht zwischen dieser und der **Wirklichkeit**. Wenn beide Bewegungen *gleichzeitig* erfolgen, ergibt sich im BBS von B nur **eine** Bewegung ([siehe die Animation 1.2](#)). **Es ist bedenklich, dass man in der Physik glaubt, dieses realitätswidrige BBS-Modell entspreche der Realität.**

Hier ist das Ende dieser Animation

2) Das Konzept des bewegten Bezugssystems (BBS)

Mit dem Konzept des bewegten Bezugssystems (BBS) kann man sehr gut die grundlegenden Mängel im Bildungssystem und in der Wissenschaft aufzeigen. Manche Wissenschaftler/innen glauben z. B., dass sich die Planeten im BBS *gleichzeitig* auf Ellipsen um die Sonne und auf Schleifen um die Erde bewegen (geozentrisches Weltbild), das physikalisch unmöglich ist. Man glaubt auch, dass ein Objekt in einem geraden Glasrohr im BBS des Beobachters bogenförmig fällt, wenn er sich horizontal bewegt!

Die Animationen visualisieren die Hintergründe dieses realitätswidrigen Konzepts. Ein Kind rennt auf einem fahrenden Schiff, wo ein direkter Kontakt besteht. Weil er auf der Erde fehlt, kann sich dort das Kind nicht selber bewegen. Aber weil das Schiff ein autonomer Teil der Erde ist, resultiert in ihrem Raum aus der Bewegung des Kindes eine Positions-Änderung; beide Vorgänge unterscheiden sich grundlegend. Wenn sich das Schiff bewegt, ändert sich letztere, sie wird grösser oder kleiner oder null; denn die Bewegungen von Kind und Schiff summieren sich und ergeben eine sog. Resultierende.

Bei diesen Aktivitäten ist entscheidend, dass der Beobachter Bewegungen, die sich überlagern, nicht als einzelne Strecken registriert, sondern deren **Resultierende**. Wenn sich das Schiff und das Kind gleichzeitig bewegen, interpretiert das Hirn dessen Positions-Änderung (Resultierende) auf der Erde als alleinige Strecke des Kindes. Auf dieser **irreführenden Wahrnehmung** beruht das BBS-Konzept. Es ist unverständlich, dass Wissenschaftler/innen nicht zwischen der Realität und der Wahrnehmung unterscheiden sowie an ein Konzept glauben, das eine von zwei Bewegungen nicht berücksichtigt.

Das BBS ist bei gleichzeitigen Bewegungen realitätswidrig. Bei der **Animation 1.2** fährt ein Schiff 60 m, auf dem ein Kind 30 m rennt; es legt auf der Erde somit 90 m zurück. Dies ist die *Summe* der zwei Strecken. Weil die Bewegung des Schiffs im BBS ignoriert wird, hält man diese Summe für die Bewegung des Kindes allein. Man glaubt, letztere ändere je nach dem Beobachter-Standort; dies ist falsch! **A** auf dem Schiff registriert *immer* eine Strecke des Kindes von **30 m**. Wenn das Schiff in Ruhe ist, nimmt **B** auf der Erde auch 30 m wahr. Wenn es 60 m fährt, registriert er **90 m**. Dies ist der **Beweis**, dass der Unterschied zu **A** durch die Fahrt des Schiffs bedingt ist, nicht durch das BBS oder das Kind. Diese Bewegung (auch ggf. jene von **B**) führt zu einer **Wahrnehmung**, die der **Realität** widerspricht.

Die Definition der Bezugssysteme (siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Bezugssystem>) ist realitätsfremd. **Die Bewegung eines Objekts könne man nur relativ zu einem Bezugssystem angeben; dies ist falsch! Richtig ist: Diese kann nur bezüglich des Raums beschrieben werden, wo sich das Objekt befindet.** Im BBS gibt es **Denkfehler**: Eine Bewegung wird ignoriert, zwei reale Räume werden auf einen irrealen reduziert und unterschiedliche Vorgänge werden als variable Bewegung eines Objekts interpretiert. Das Kind bewegt sich auf dem Schiff; weil dieses ein Teil der Erde ist, manifestiert sich die Bewegung des Kindes indirekt auf der Erde. Aber diese Bewegung im Raum des Schiffs und das, was man auf der Erde sieht, sind nicht das Gleiche! In der Realität gibt es keine abstrakten Bezugssysteme. Daher ist auch das **Relativitätsprinzip** obsolet (siehe <https://de.wikipedia.org> > suchen: Relativitätsprinzip), denn die Bewegungen erfolgen in **realen Räumen**, unabhängig vom Beobachter oder Bezugssystem. **Gemäss Theorie ist ein Objekt relativ zum Beobachter in Ruhe, wenn sich beide synchron bewegen. Diese Aussage ist theoretisch richtig, daher hält man am BBS fest. Sie ist aber ohne Relevanz und beweist einen Verlust des Realitätsbezuges, weil sich real das Objekt in einem Raum effektiv bewegt.**

Worauf beruht dieses unhaltbare BBS-Konzept? Bei der Animation 1.3 rennt ein Kind 30 m auf einem Schiff, das 30 m in der Gegenrichtung fährt. Man glaubt unbeirrbar, im BBS von A auf dem Schiff bewege sich das Kind 30 m, es sei jedoch im BBS von B an Land gleichzeitig in Ruhe. Effektiv kompensieren sich im BBS von B bzw. im Raum der Erde die Bewegungen von Kind und Schiff gegenseitig. Dies zeigt, dass man beim BBS eine irreführende Wahrnehmung für die Realität hält. Wenn das Kind tatsächlich in Ruhe wäre, könnte es seinen Standort nicht vom Bug zum Heck des Schiffes ändern! Dieses Konzept basiert auf der Funktionsweise der visuellen Wahrnehmung. Diese beruht a) auf dem **Relativitätsprinzip**, und b) registriert unser Hirn bei überlagerten Bewegungen deren **Resultierende**. Infolge von a) erkennt es nicht, ob sich der Beobachter oder das beobachtete Objekt bewegt. Daher weiss man bei Zugfahrten manchmal nicht, ob sich der 'eigene' Zug oder ein anderer nebenan bewegt.

Welche generellen Schlussfolgerungen ergeben sich aus all diesen kritischen Ausführungen? Es geht hier nicht nur um das BBS, sondern auch um die Frage, wie man in der Wissenschaft arbeitet. Wenn man Bewegungen analysieren will, sollte man sich vorerst Gedanken darüber machen, wie das Hirn bzw. die visuelle Wahrnehmung funktioniert. Es ergeben sich Irrtümer, wenn man sich aufgrund einer monokausalen und reduktionistischen Denkweise primär auf Theorien und die Mathematik stützt.

Animation 1.2 (im Vollbild-Modus)

Ein Kind rennt 30 m auf einem Schiff, das *gleichzeitig* 60 m in der gleichen Richtung fährt. Wenn man dieses Experiment 1:1 durchführt, kann man die Bewegungen beider Objekte visualisieren bzw. eindeutig nachvollziehen, indem man je eine Schnur an diesen befestigt. Die Schnur zwischen dem Kind und seinem Startpunkt auf dem Schiff ist dann 30 m lang, jene zwischen dem Schiff und seinem Startpunkt am Seeufer misst am Schluss 60 m. Der Beobachter A auf dem Schiff registriert eine Strecke des Kindes auf dem Deck von **30 m**. In der Physik glaubt man aber, das Kind bewege sich **90 m** im theoretischen Bezugssystem des Beobachters B auf dem Land. Da es jedoch keine Schnur gibt, die dieser Aussage entspricht, ist diese Lehrmeinung falsch. Die Bewegung von 90 m ist die Resultierende (Summe) von *zwei* Bewegungen (des Kindes und des Schiffs), nicht jene des Kindes allein. Frage der Psychologie: Wie kann man bloss dieses Schiff bzw. seine Bewegung ignorieren? Die Bezugssysteme beruhen auf einem irrigen **Glauben**, nicht auf rationaler Wissenschaft.

Die letzte Seite zeigt die Situation beim Start und am Ziel auf. Aus den unterschiedlichen Positionen von Kind und Schiff erkennt man *zwei effektive** Bewegungen, auch wenn man sie nicht verfolgt hat. In der Animation wird primär *eine* Bewegung **registriert** (beobachtet), die der Resultierenden bzw. Summe der zwei effektiven Bewegungen entspricht. Unser Hirn hält diese aufgrund einer irreführenden **Wahrnehmung** für die Bewegung des Kindes.

*) Die Bewegung ergibt sich aus dem Standort-Wechsel des Objekts und ggf. Spuren, nicht aus Beobachtung.

Bitte volle Seitengröße wählen und scrollen

Please enter the full page mode and scroll



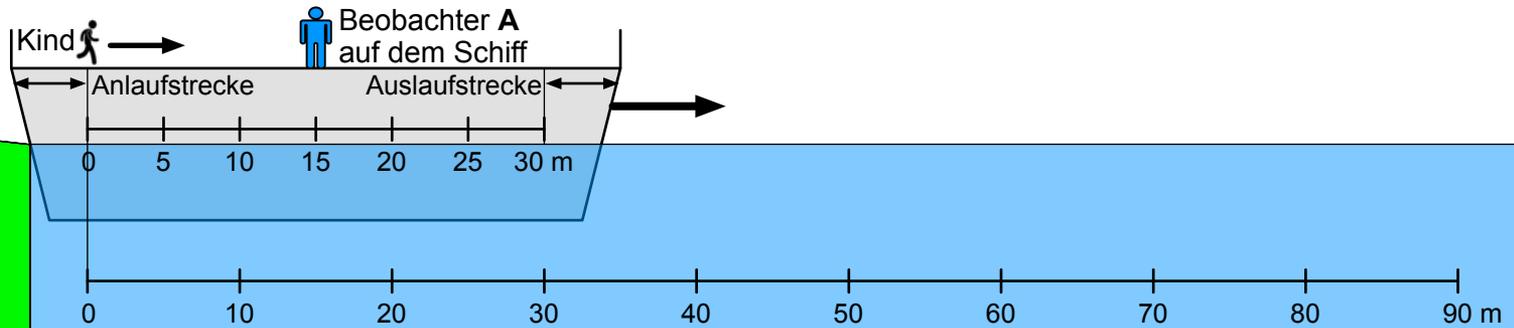
Klicken Sie auf  in der Menü-Leiste

Please click on  in the menu bar

Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

Start
0 sec.

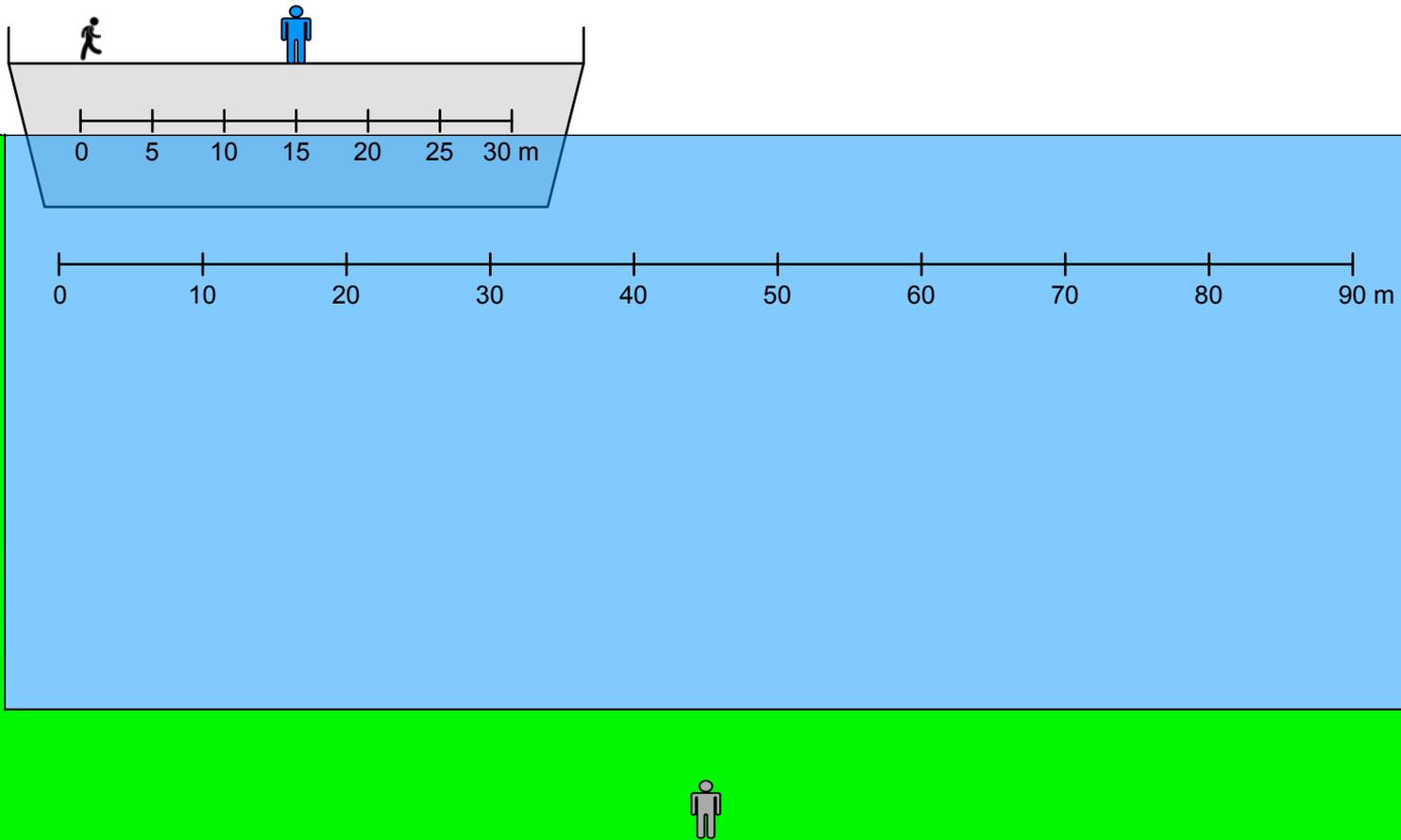


Beobachter **B**
auf dem Land

Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

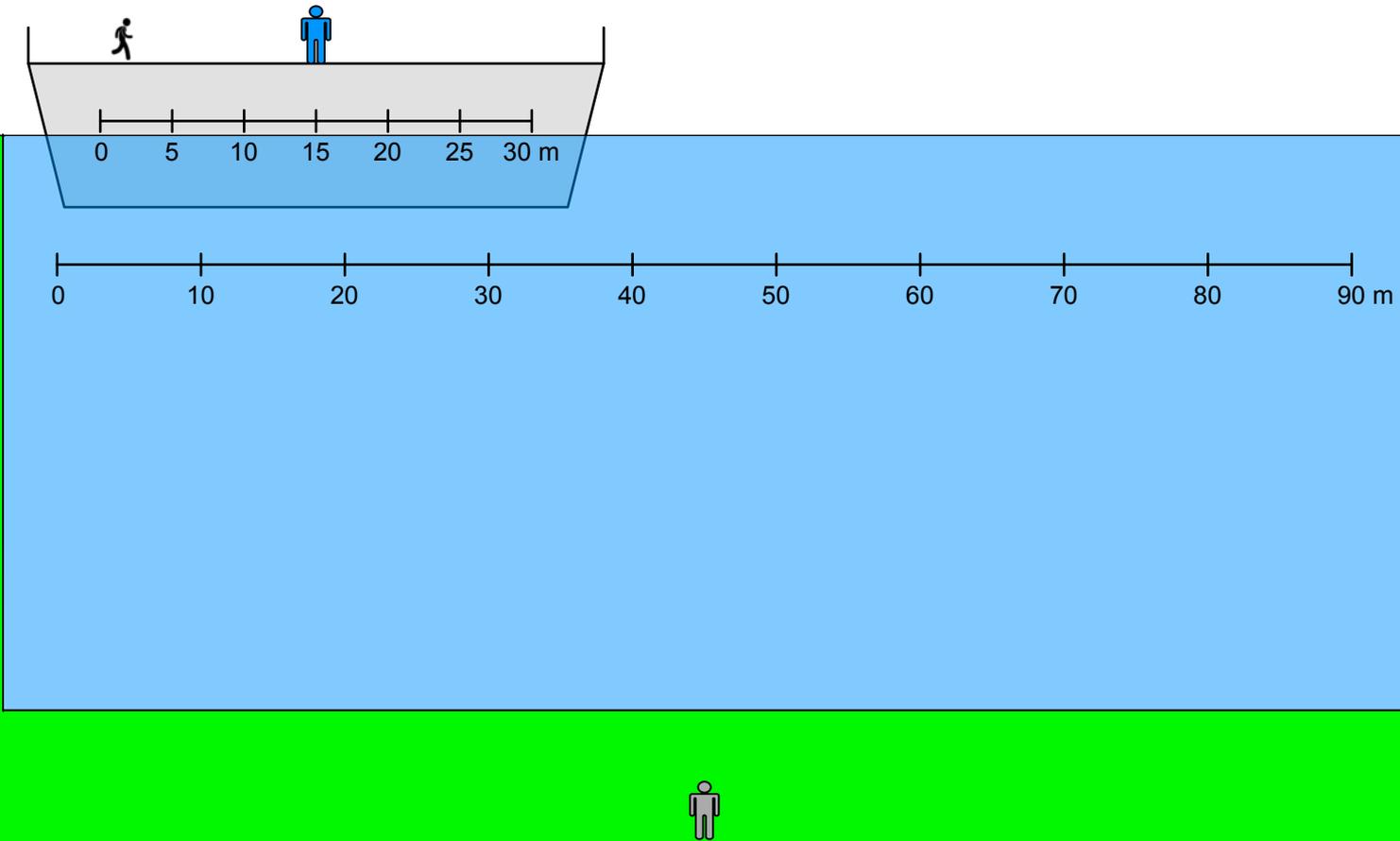
nach
0.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

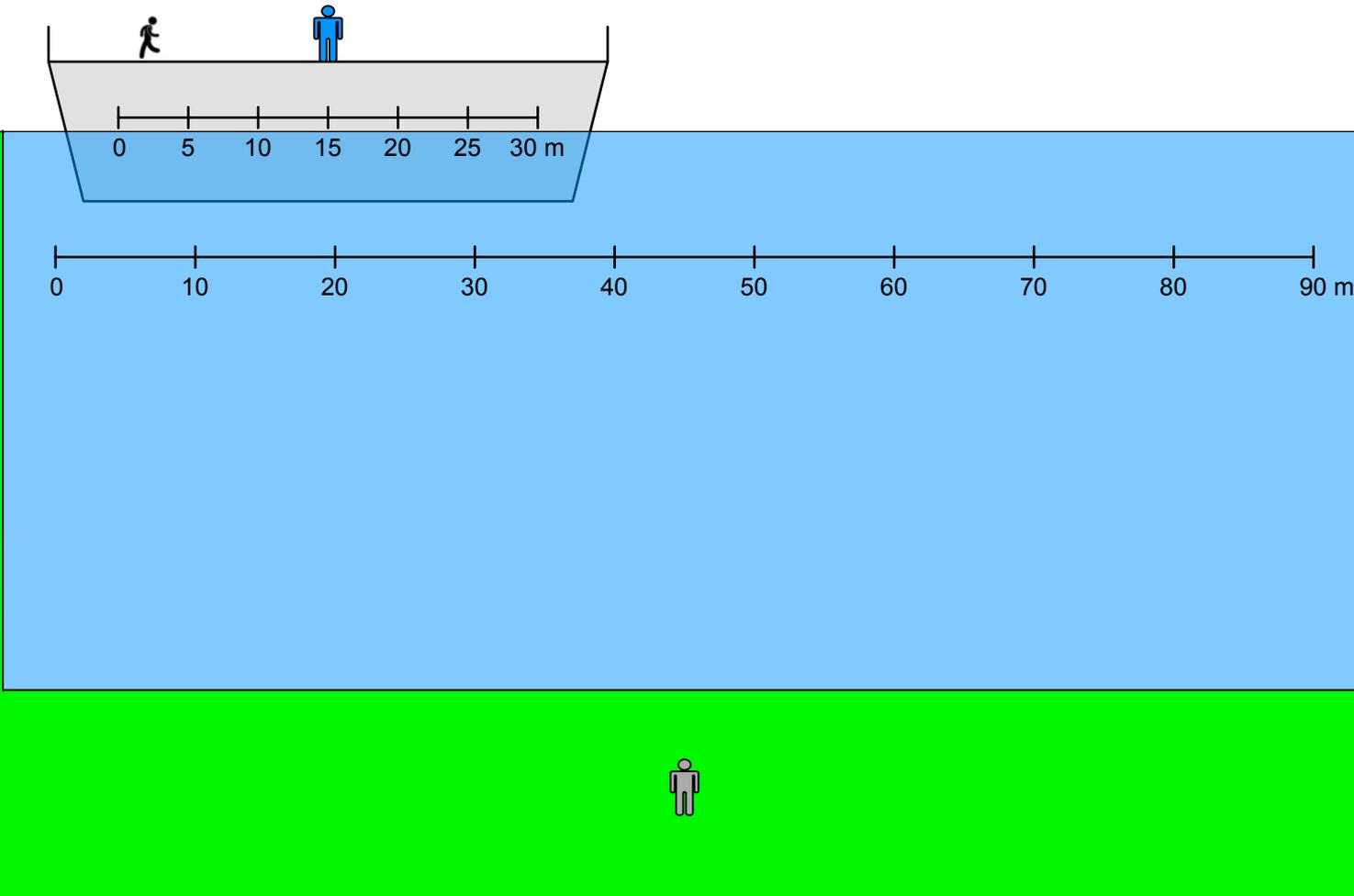
nach
0.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

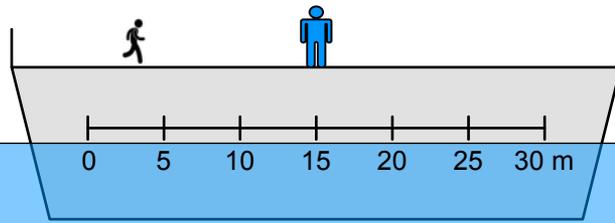
nach
0.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

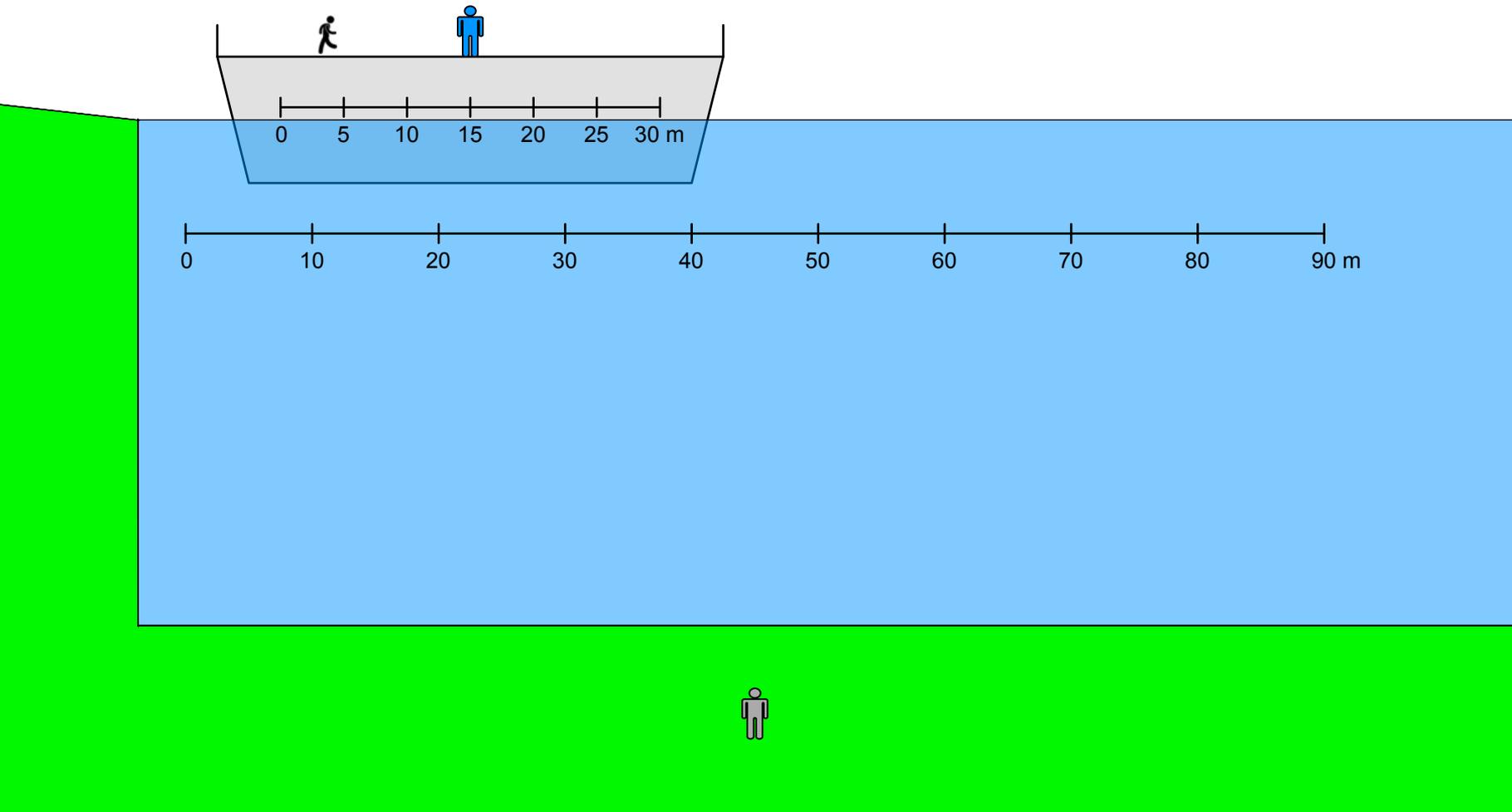
nach
1.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

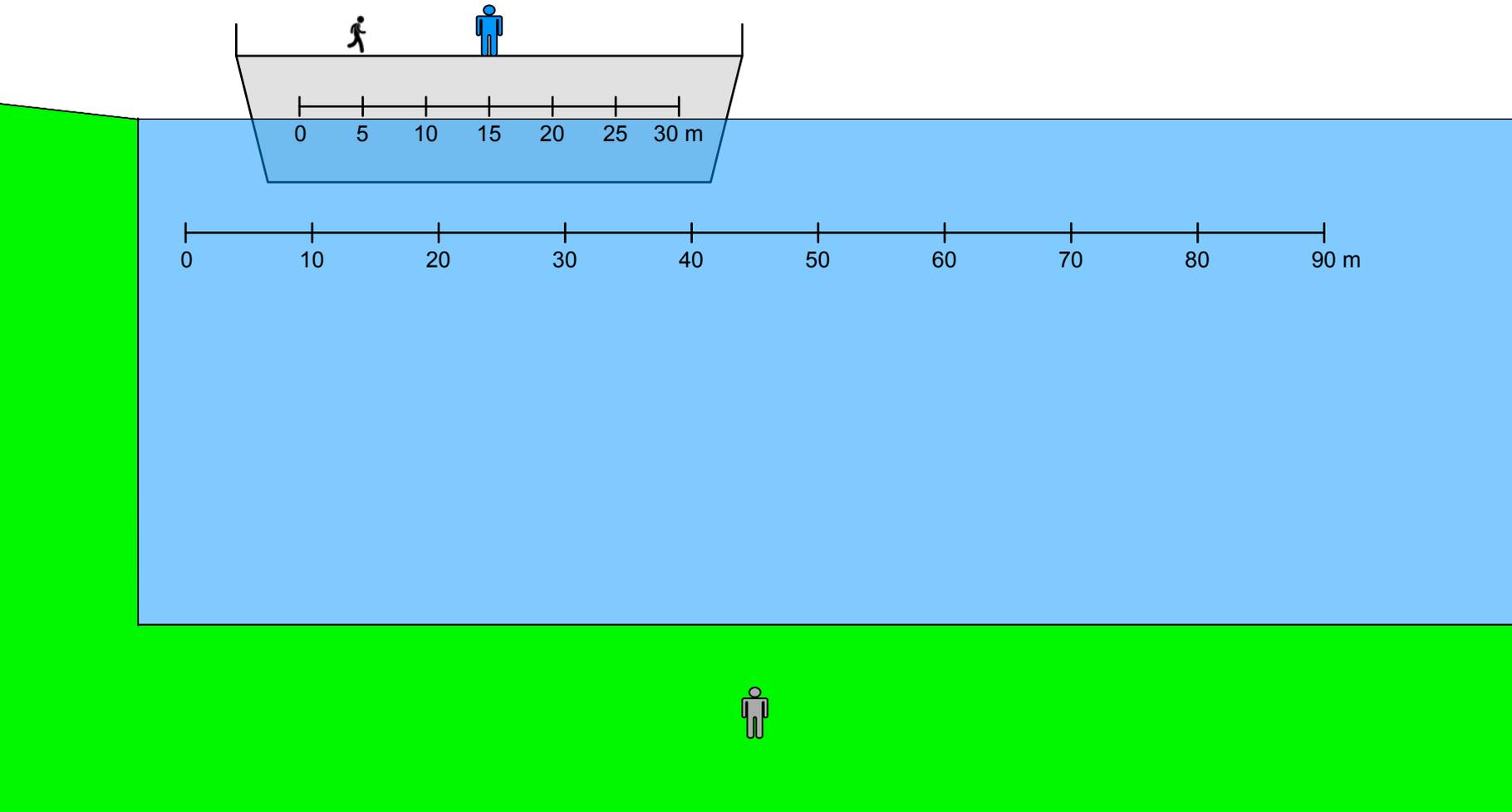
nach
1.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

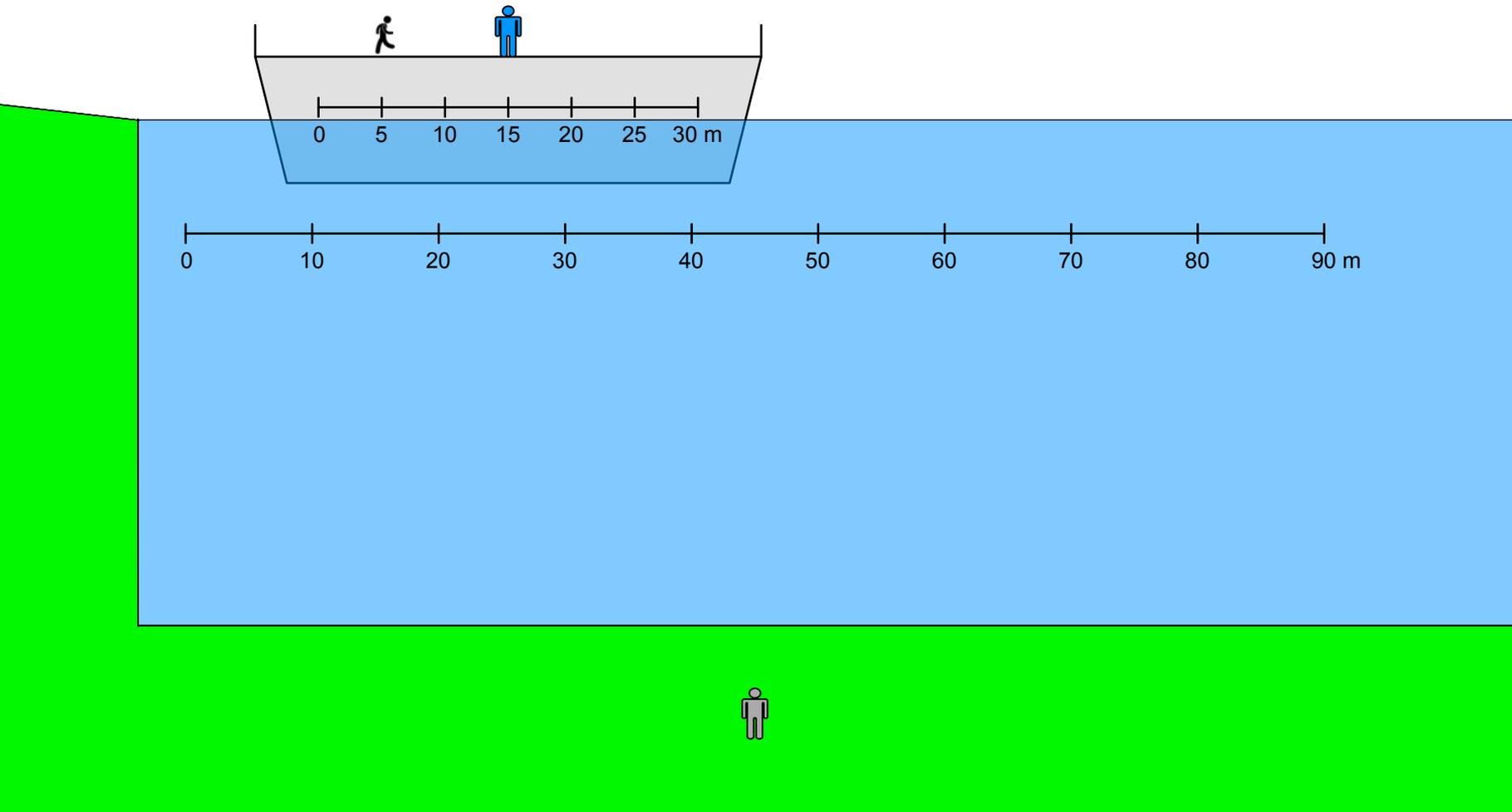
nach
1.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

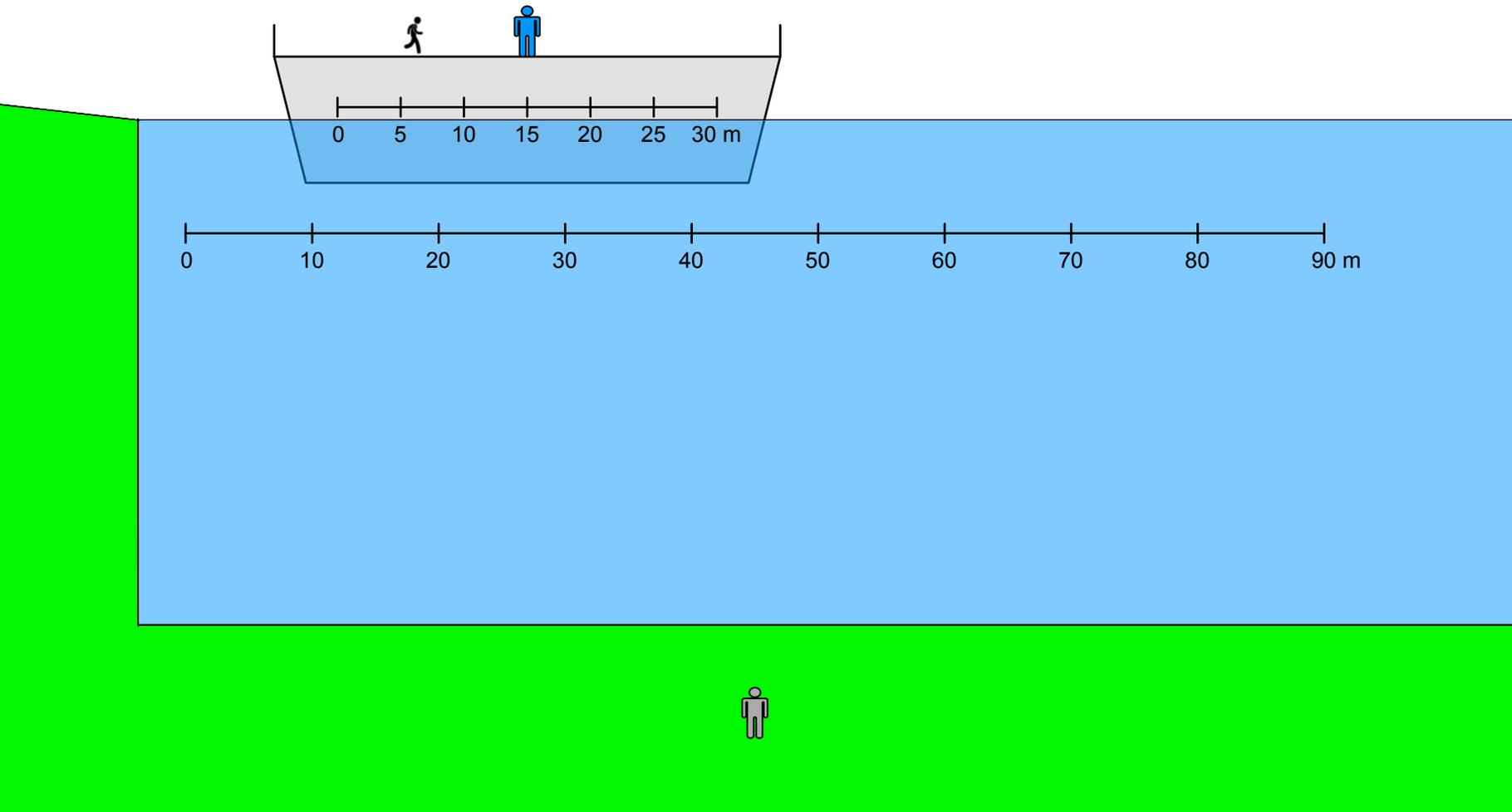
nach
1.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

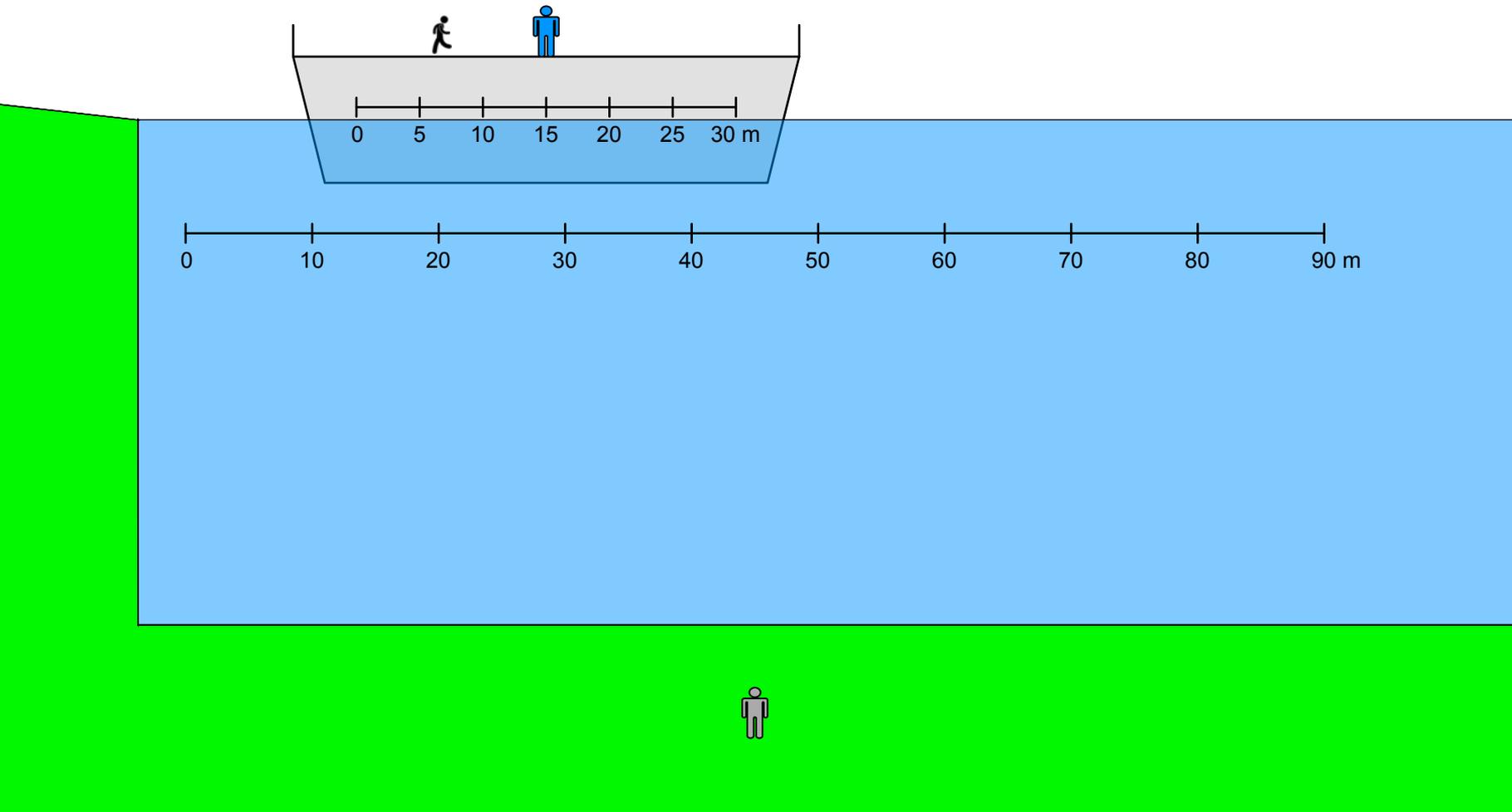
nach
2.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

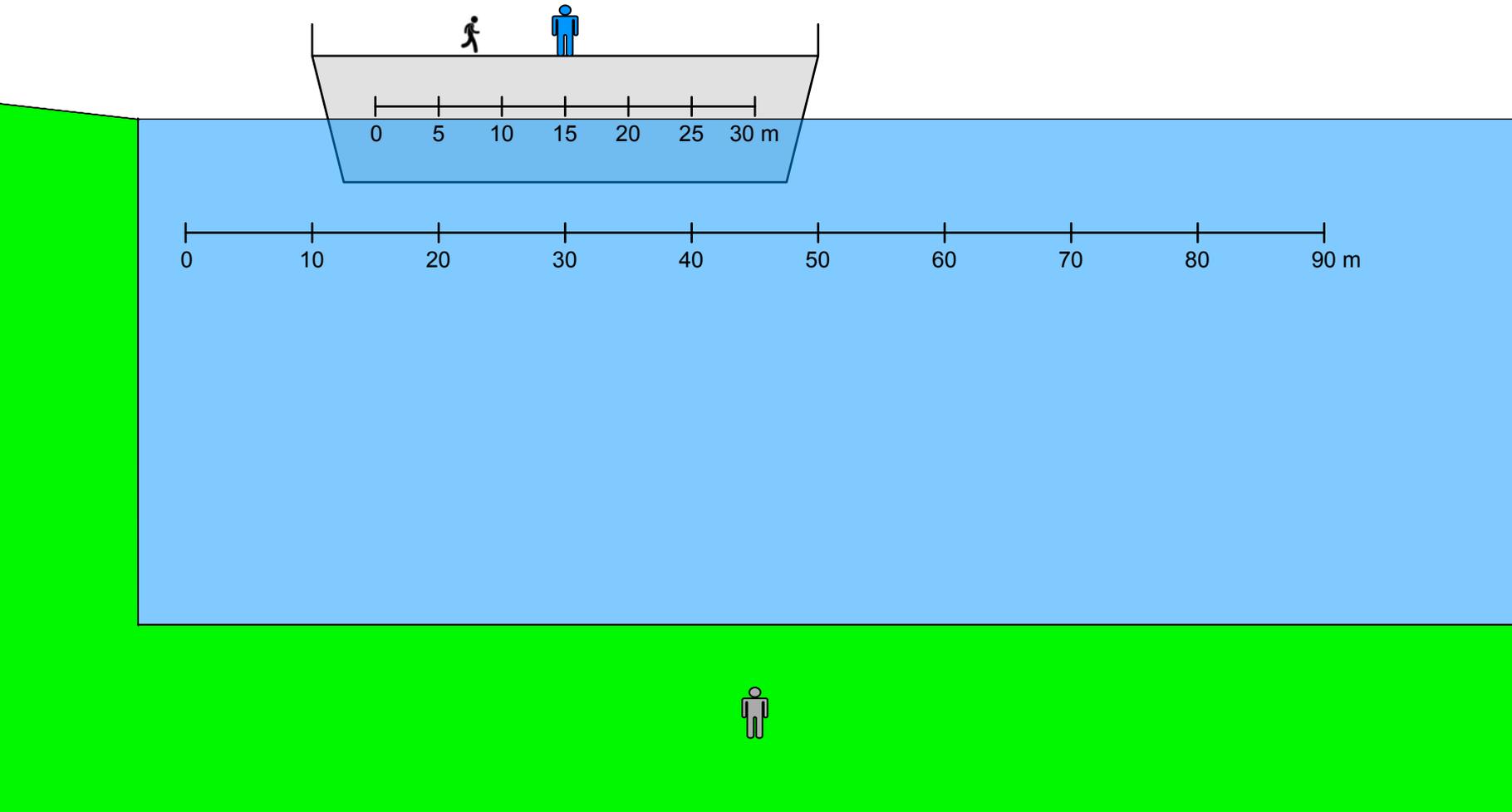
nach
2.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

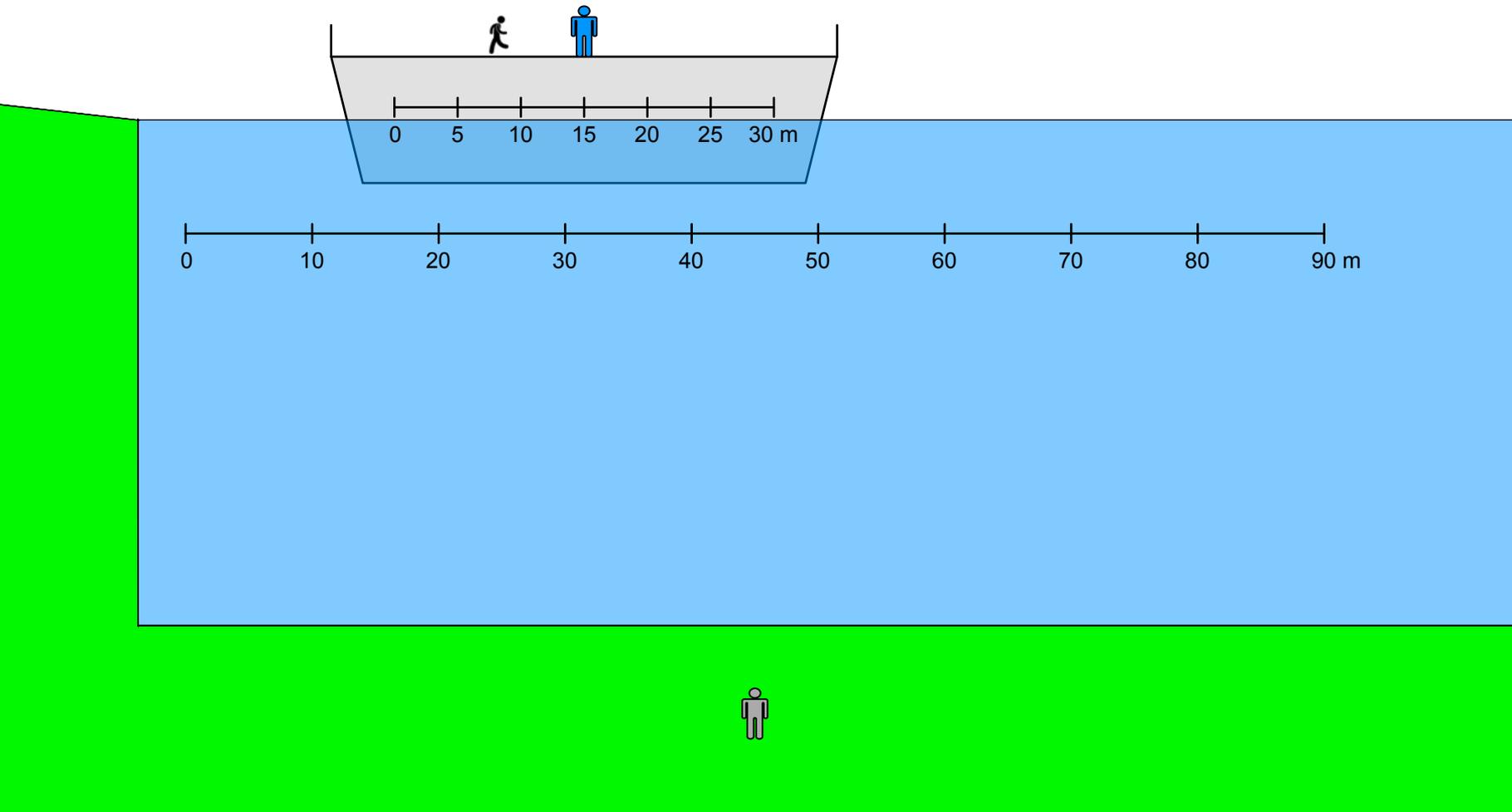
nach
2.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

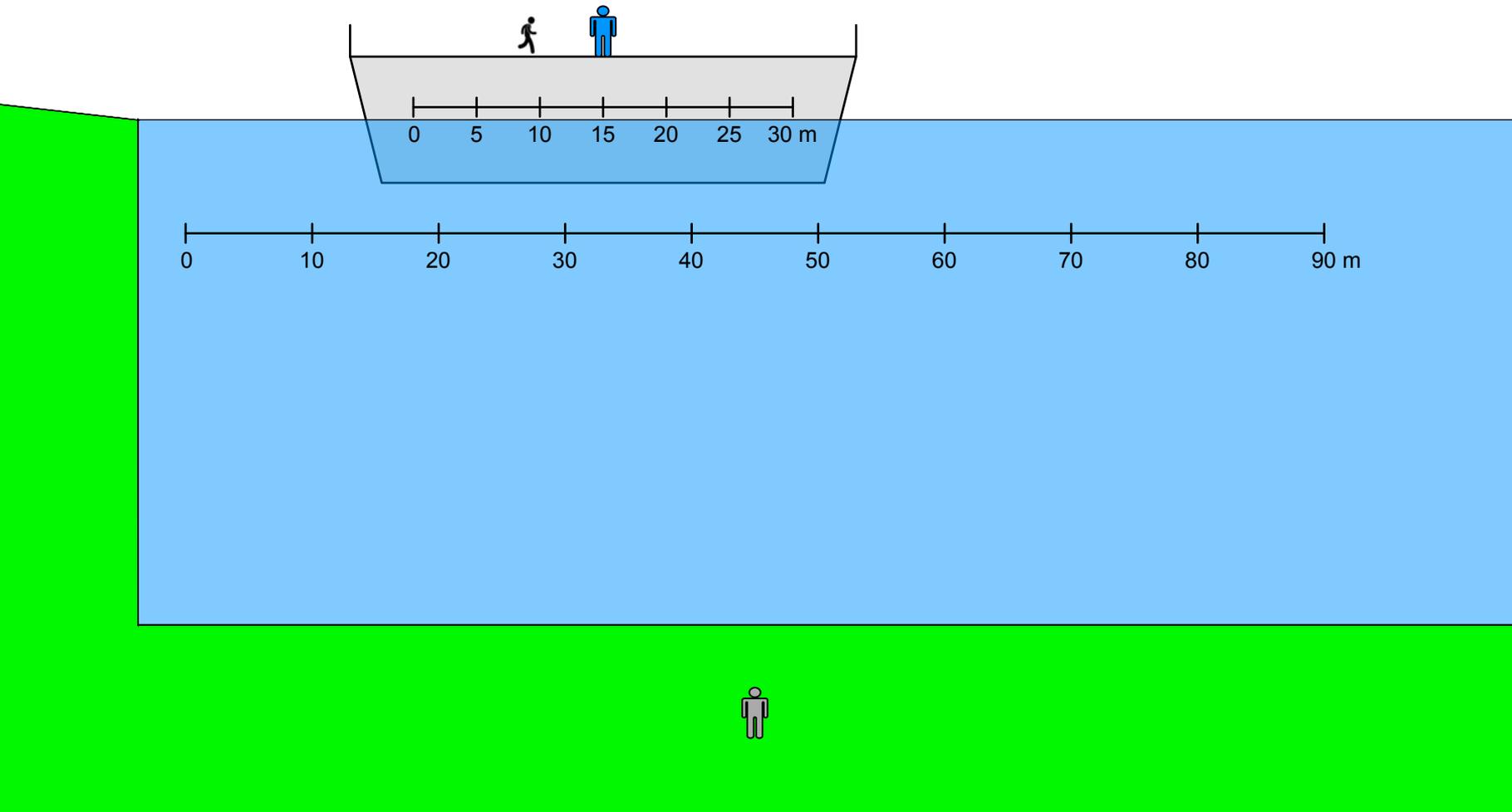
nach
2.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

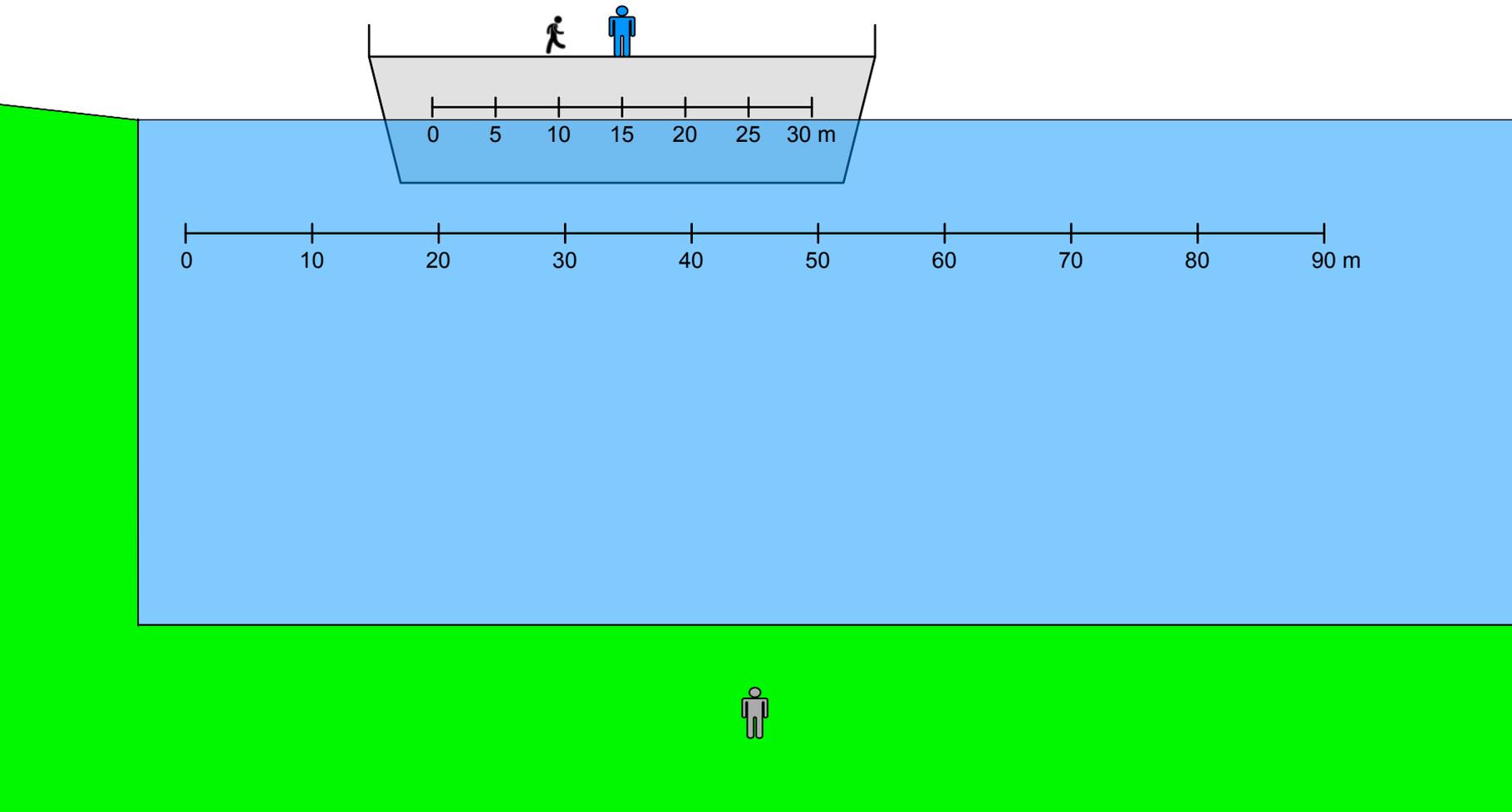
nach
3.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

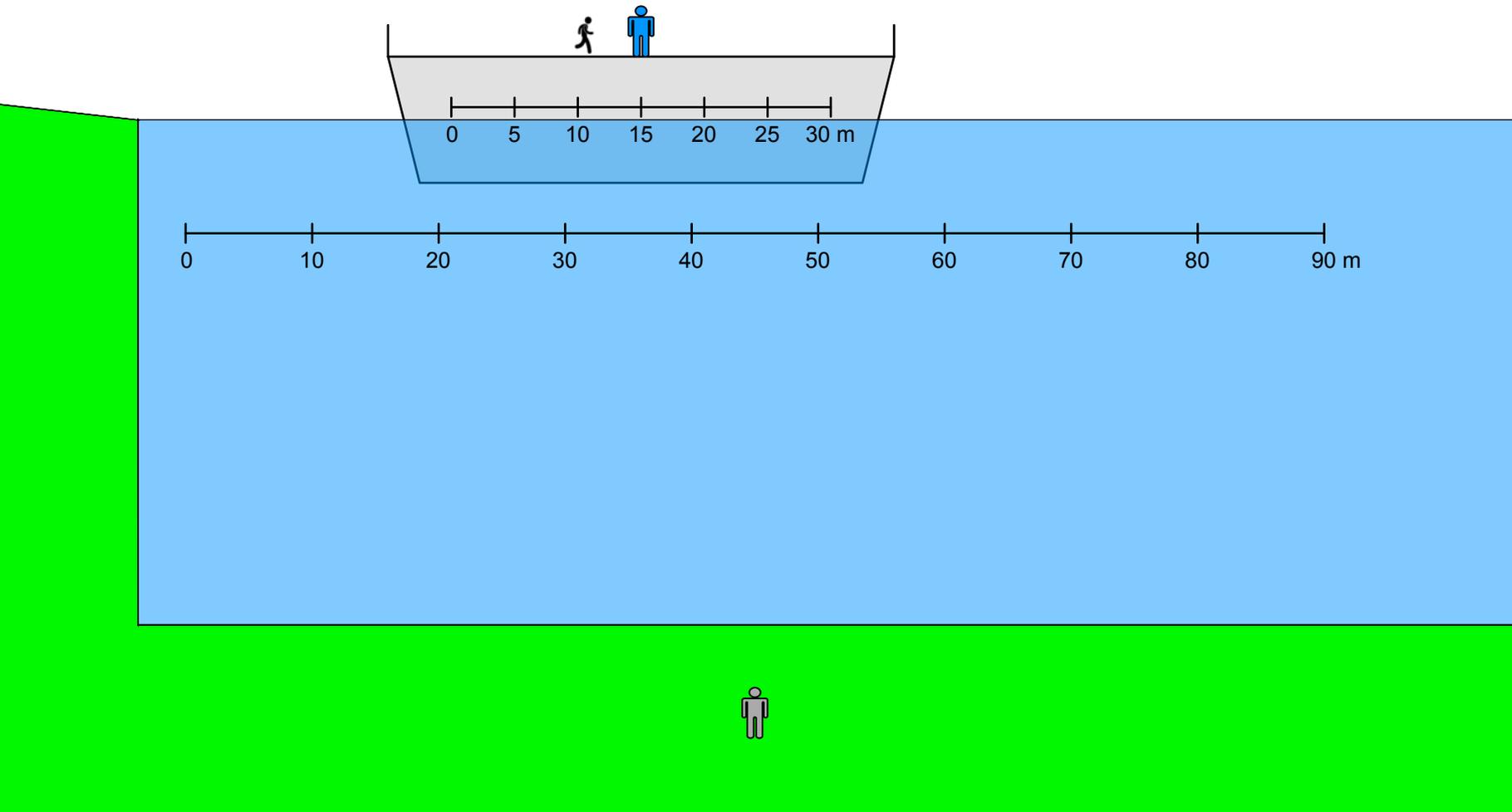
nach
3.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

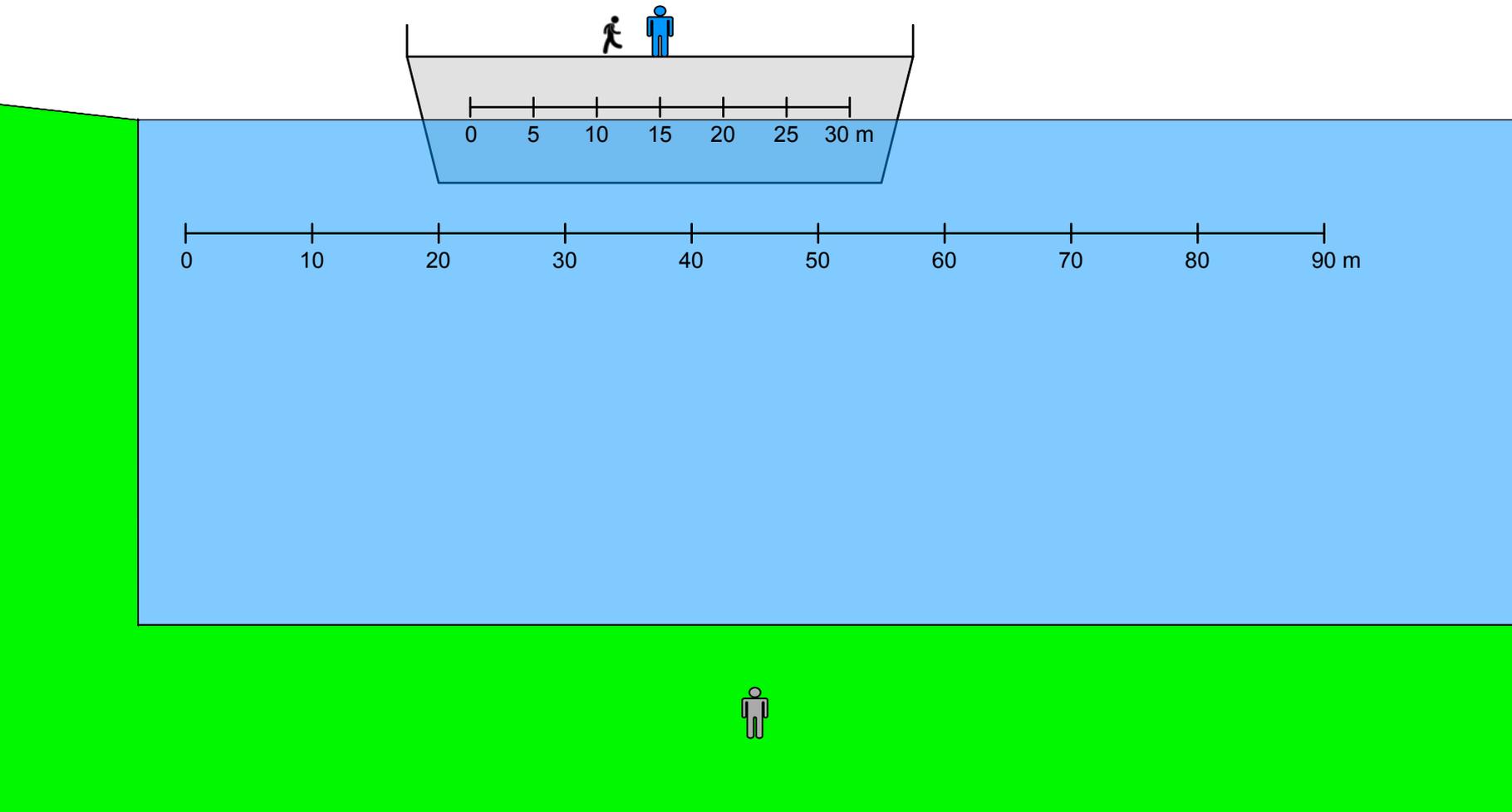
nach
3.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

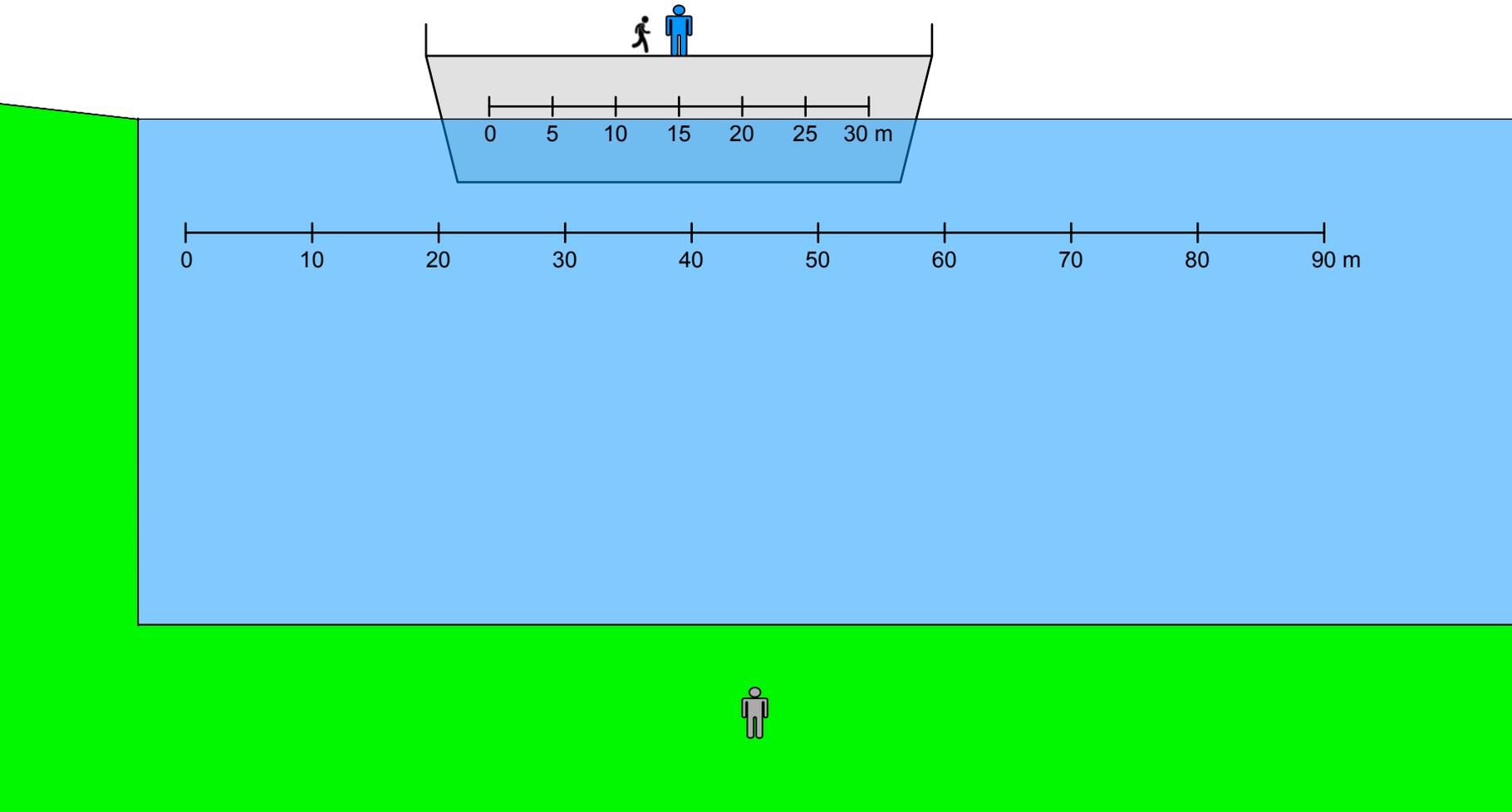
nach
3.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

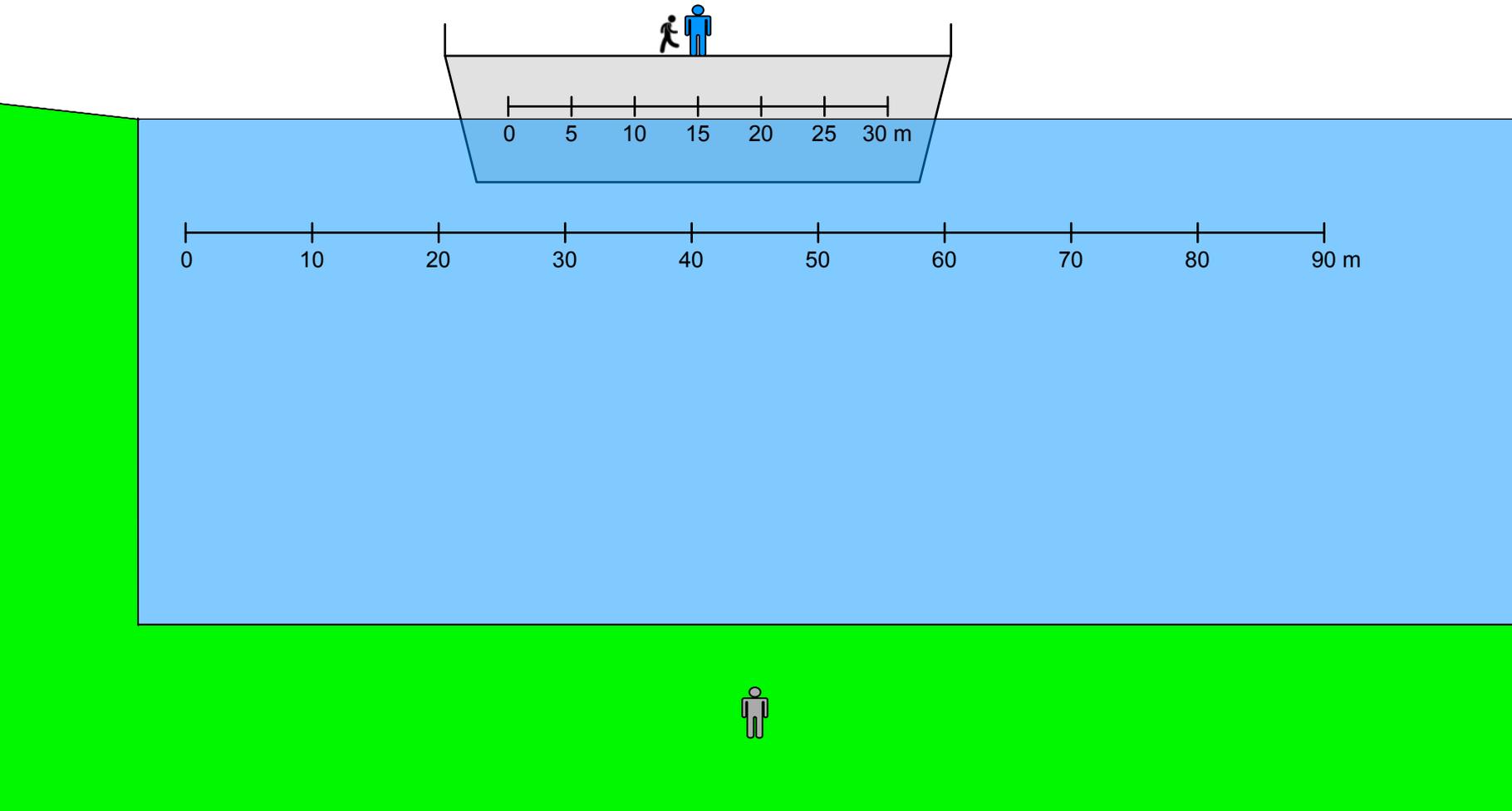
nach
4.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

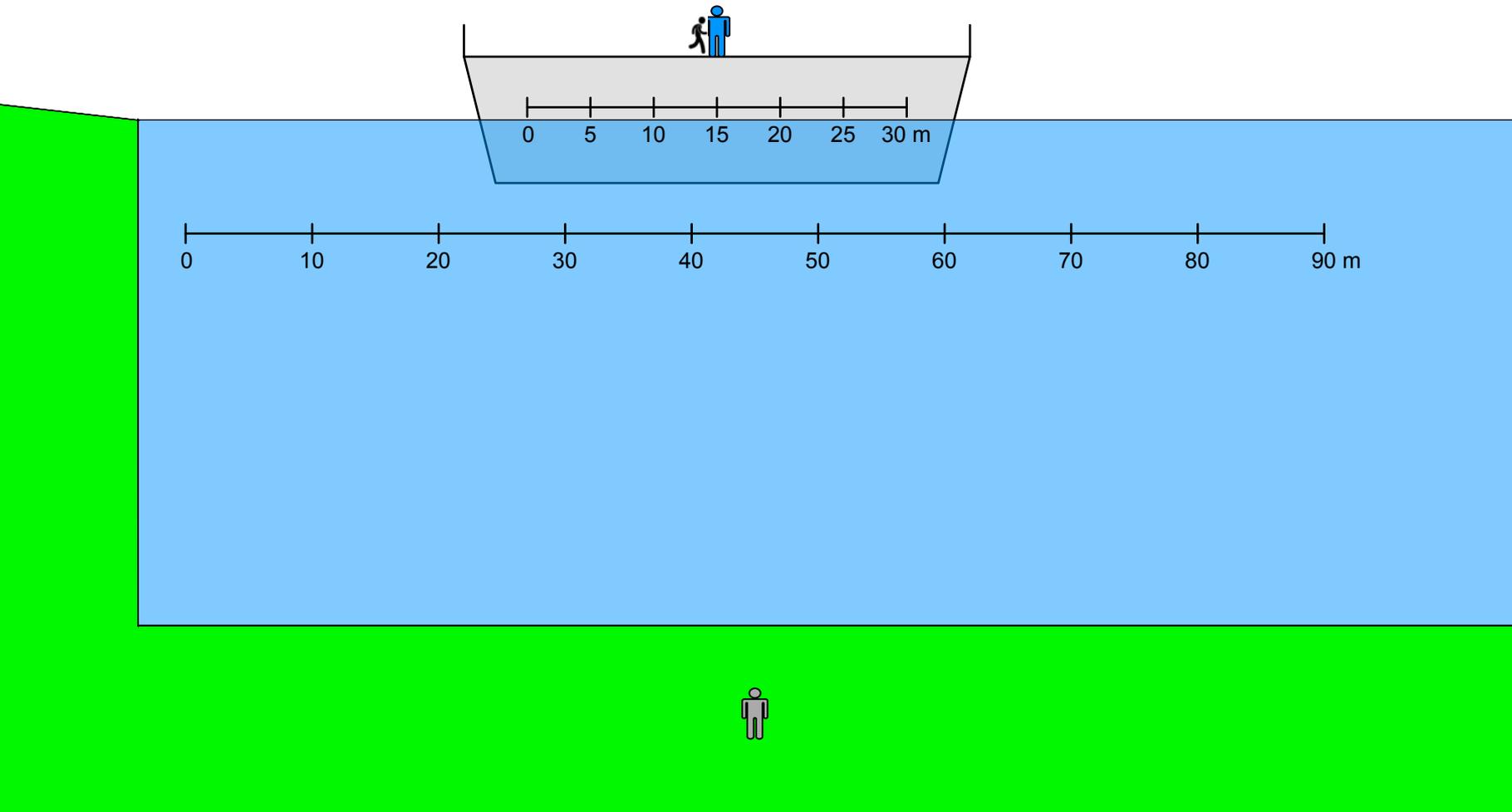
nach
4.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

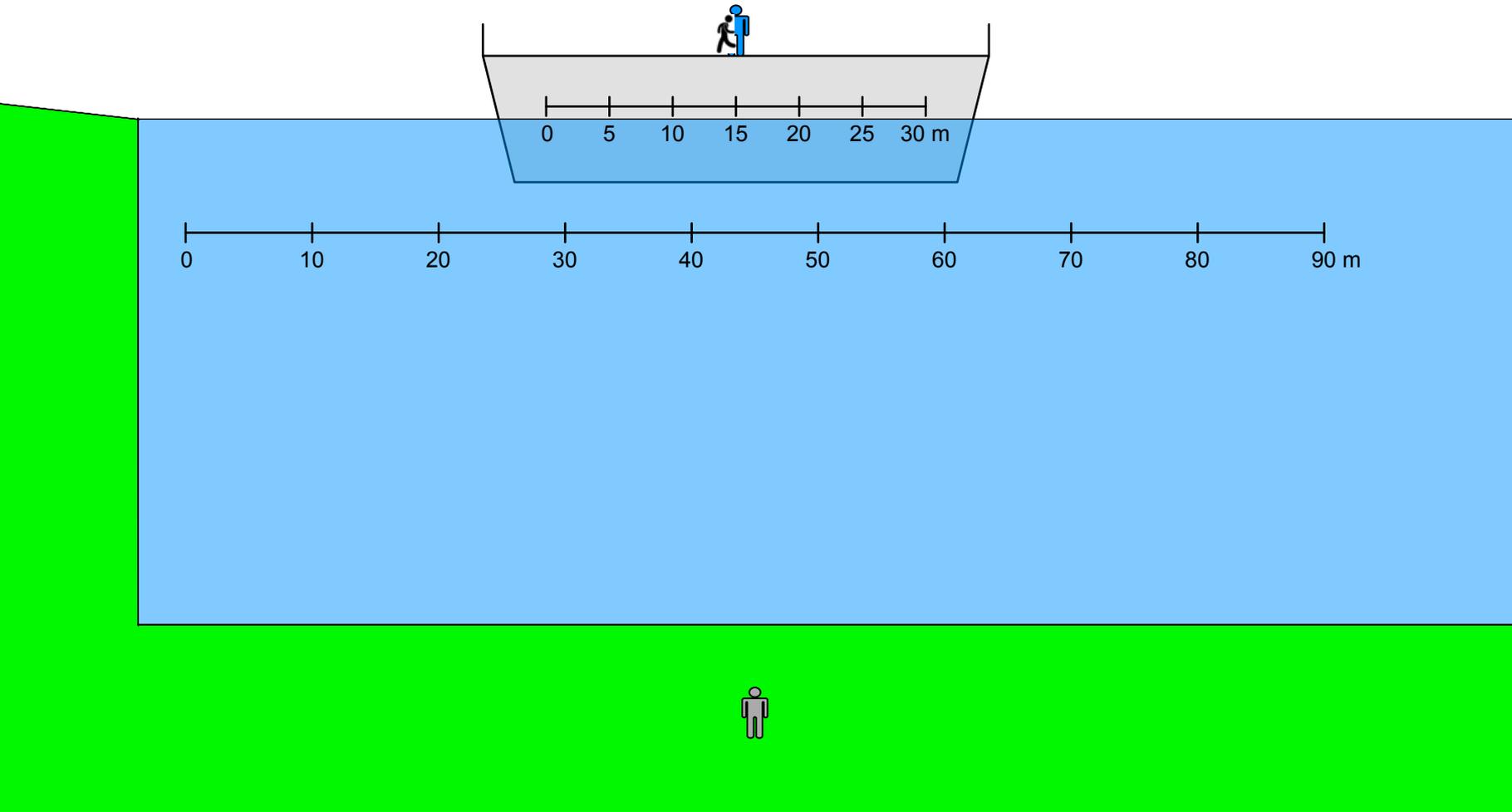
nach
4.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

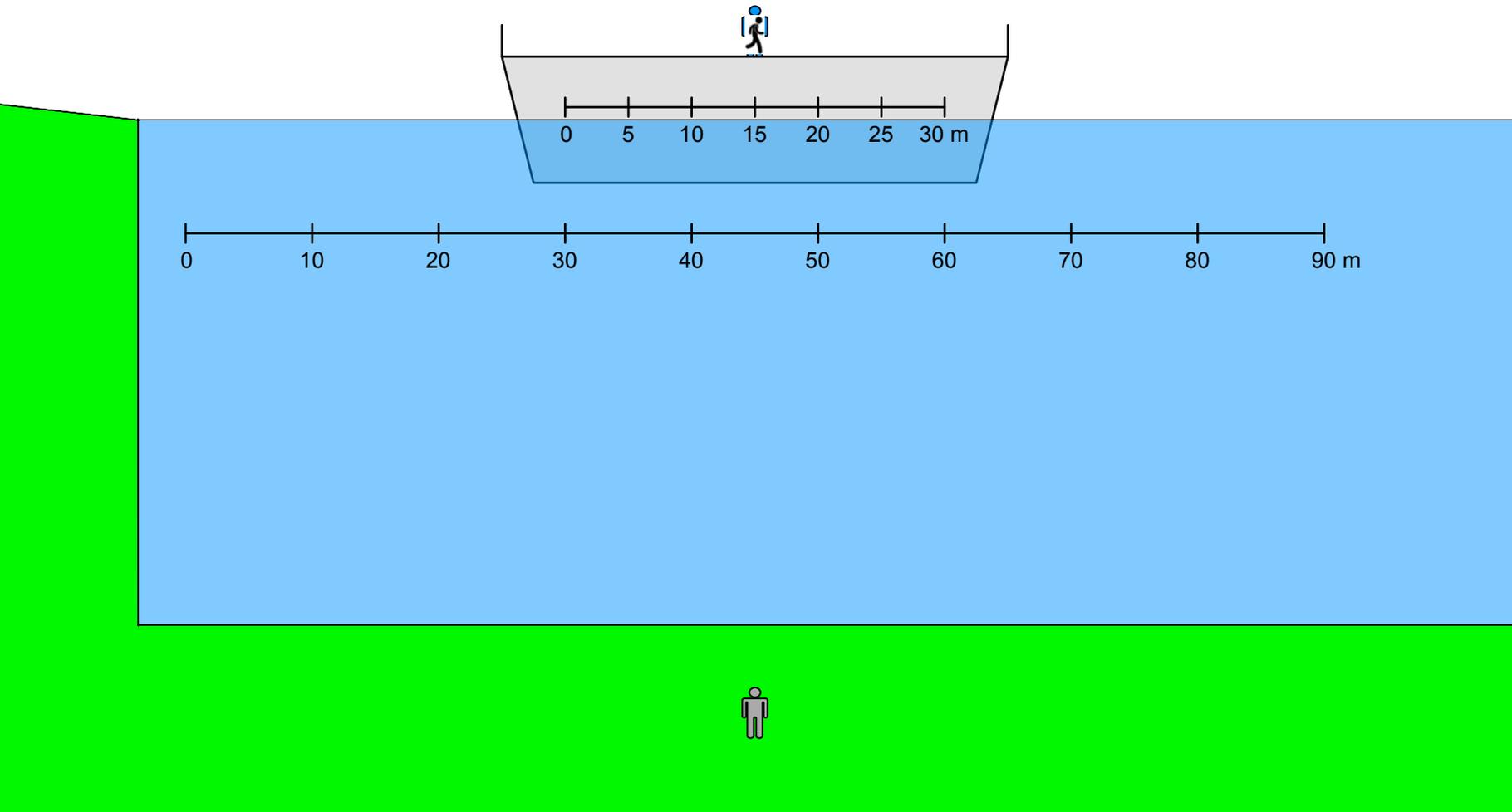
nach
4.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

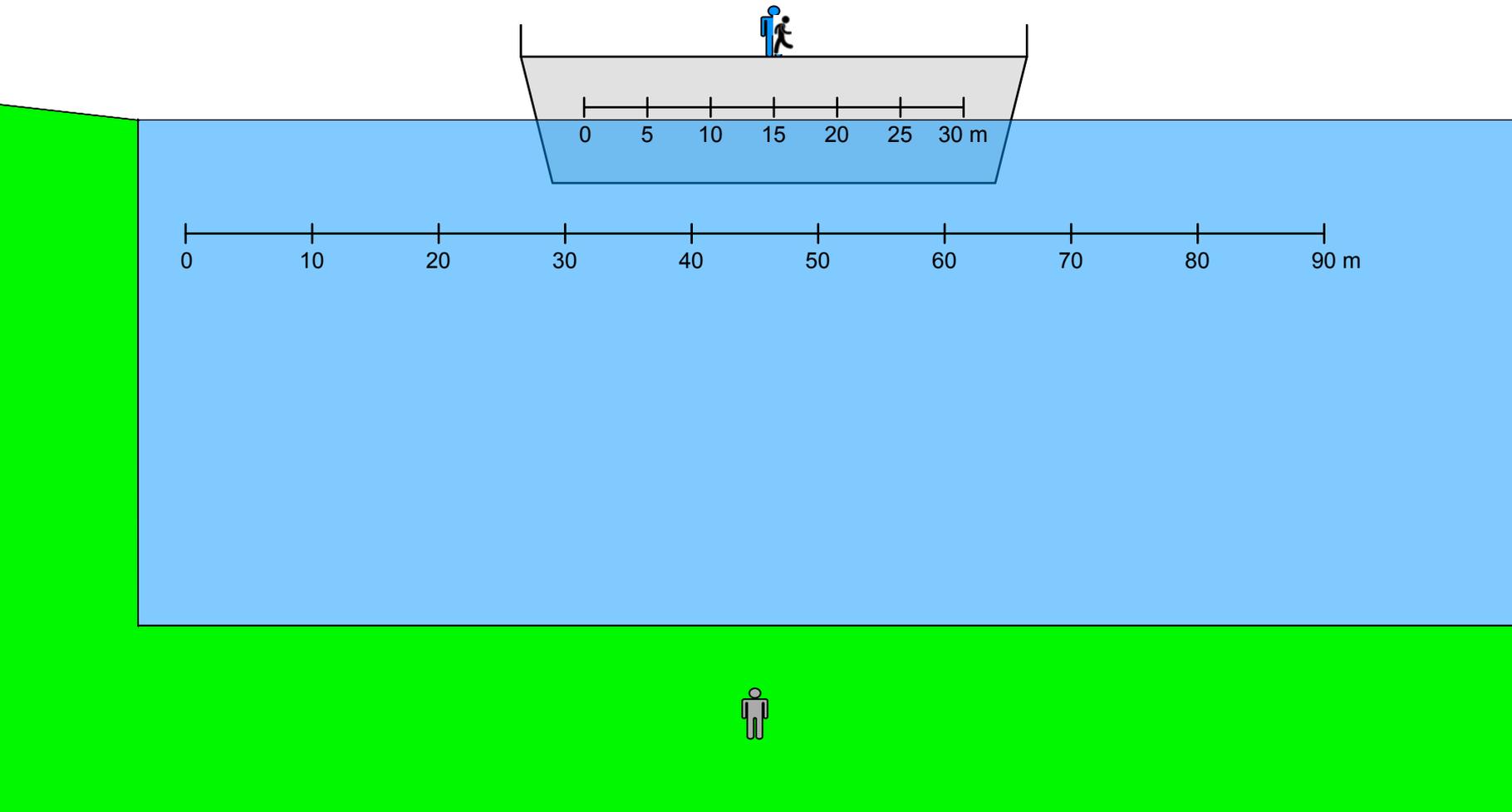
nach
5.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

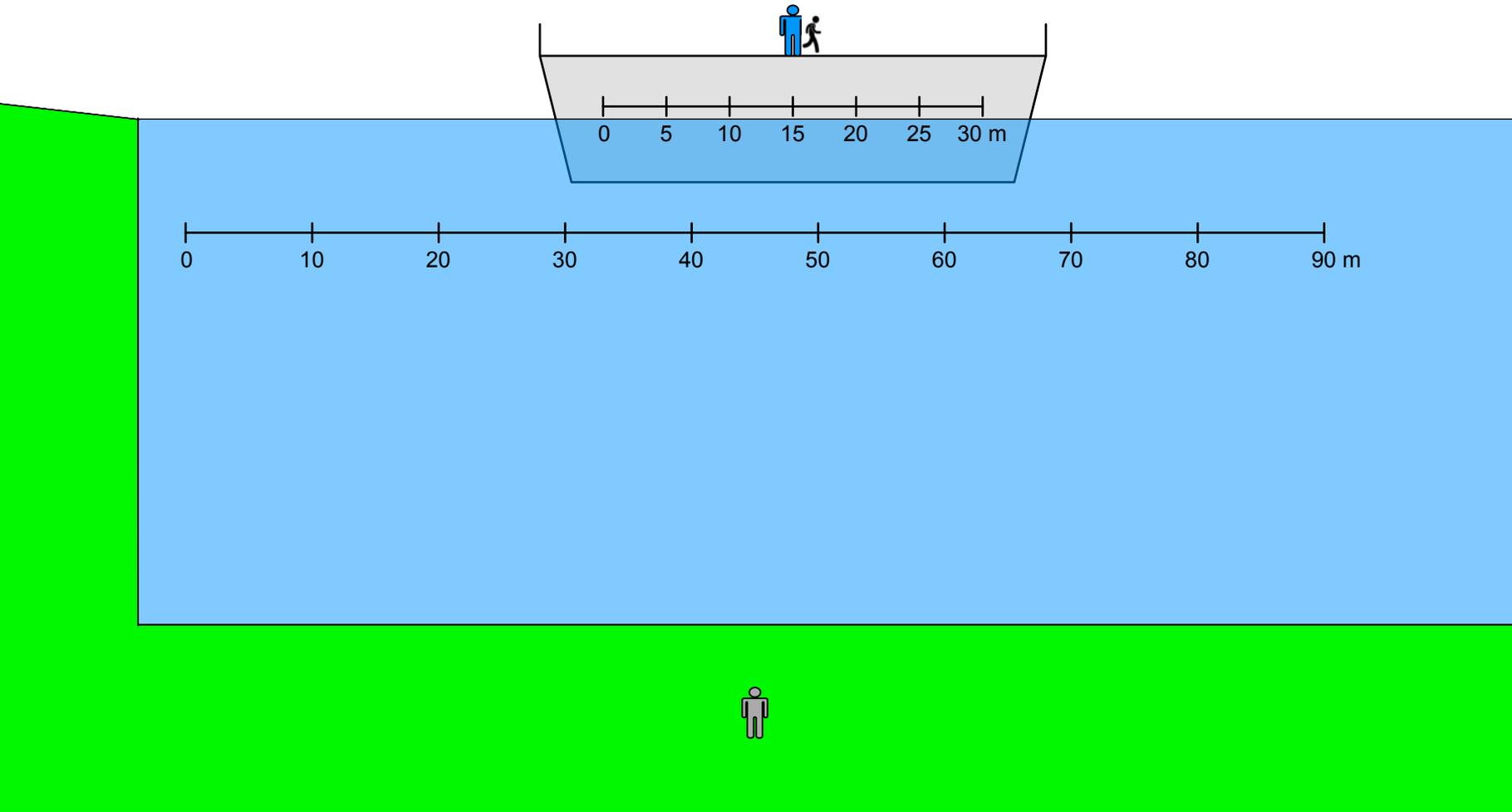
nach
5.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

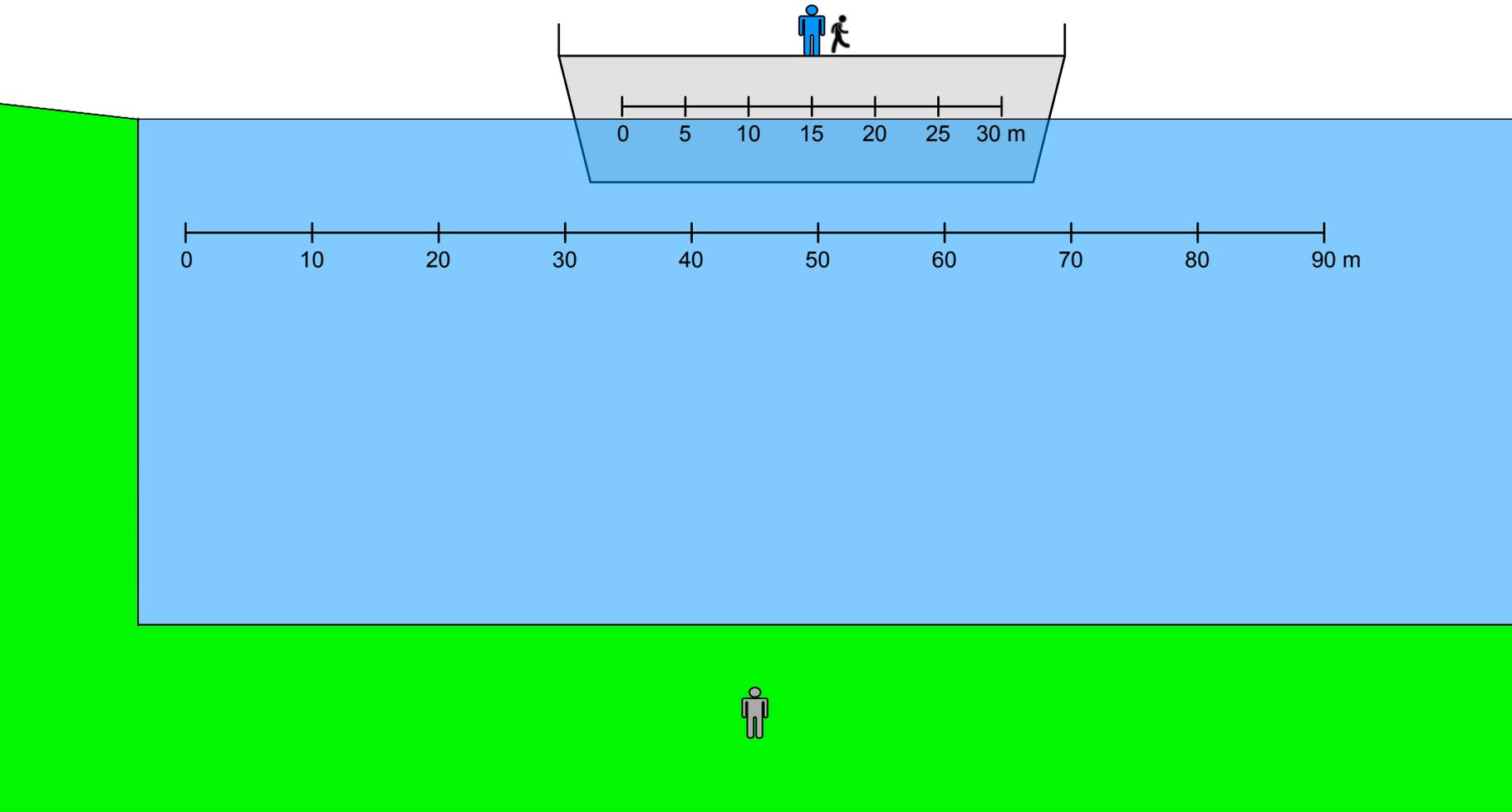
nach
5.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

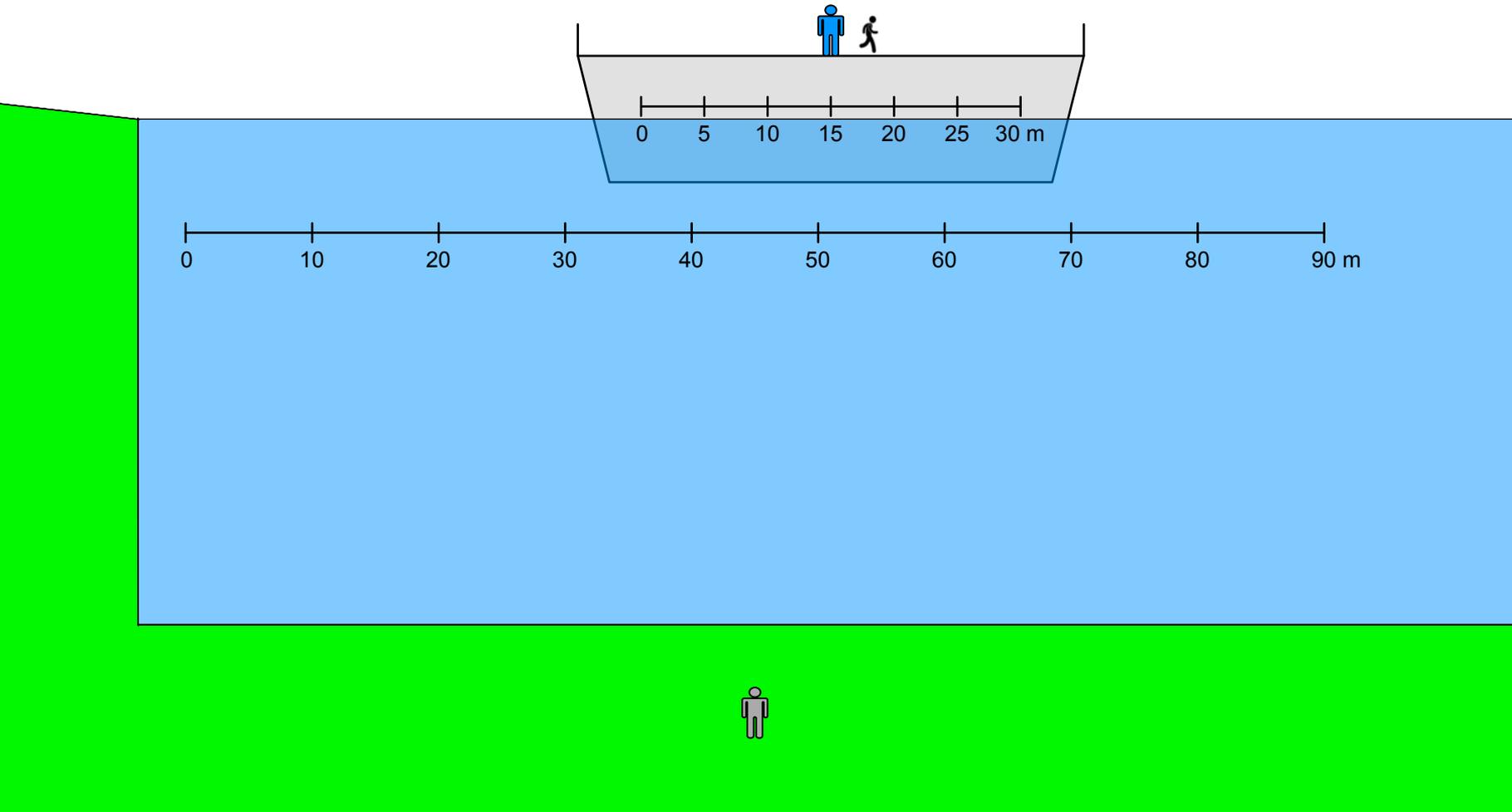
nach
5.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

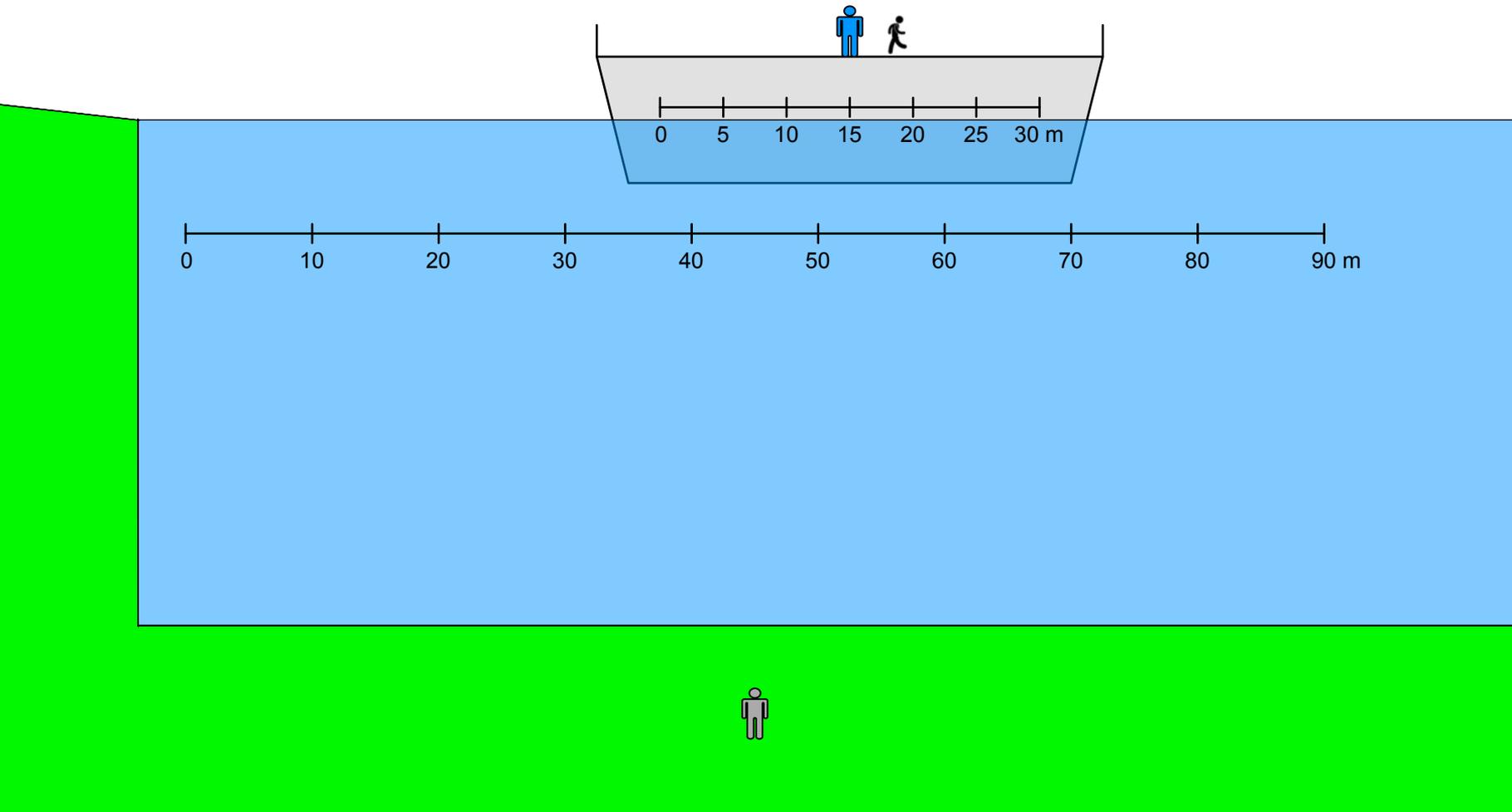
nach
6.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

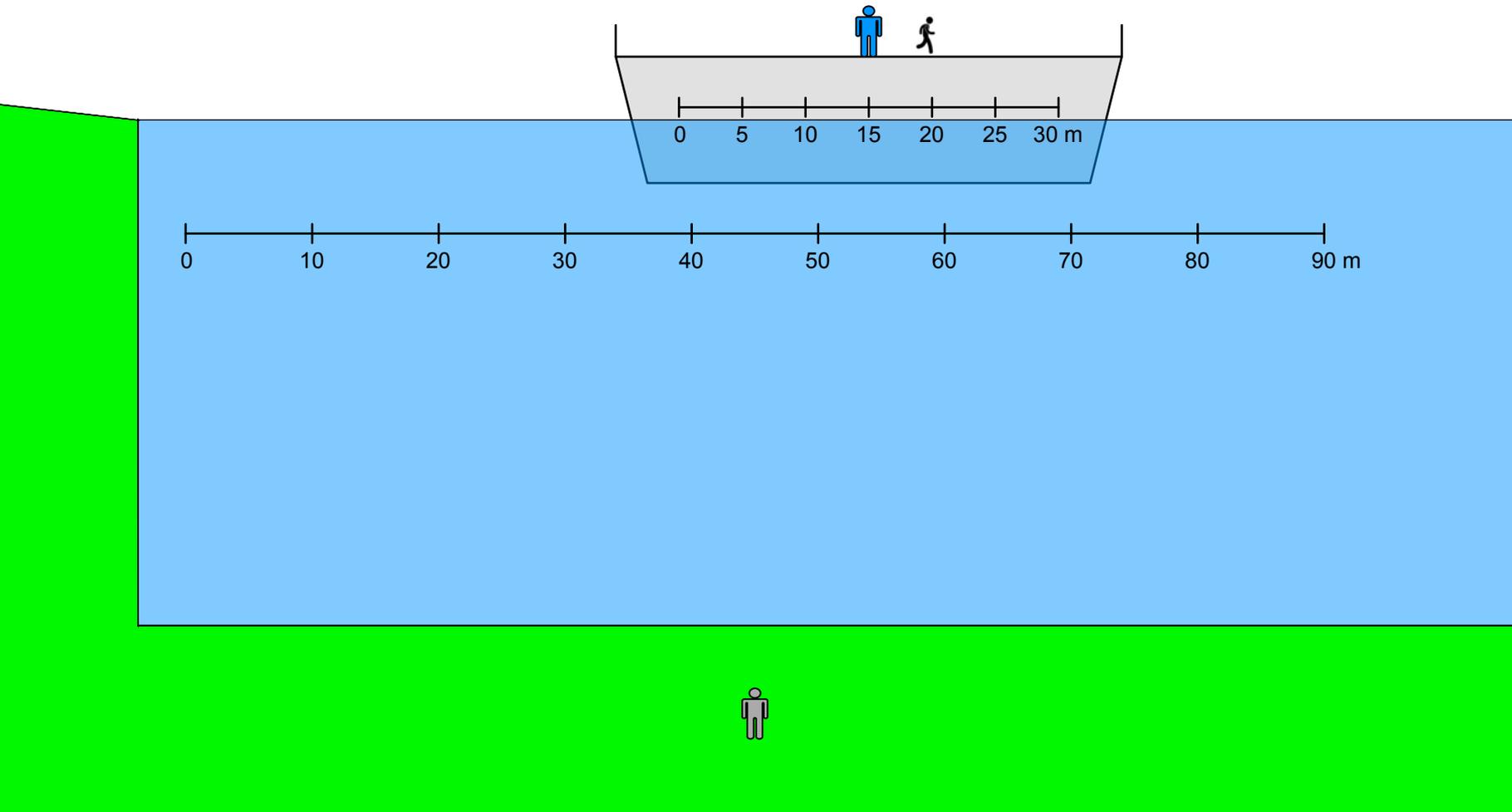
nach
6.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

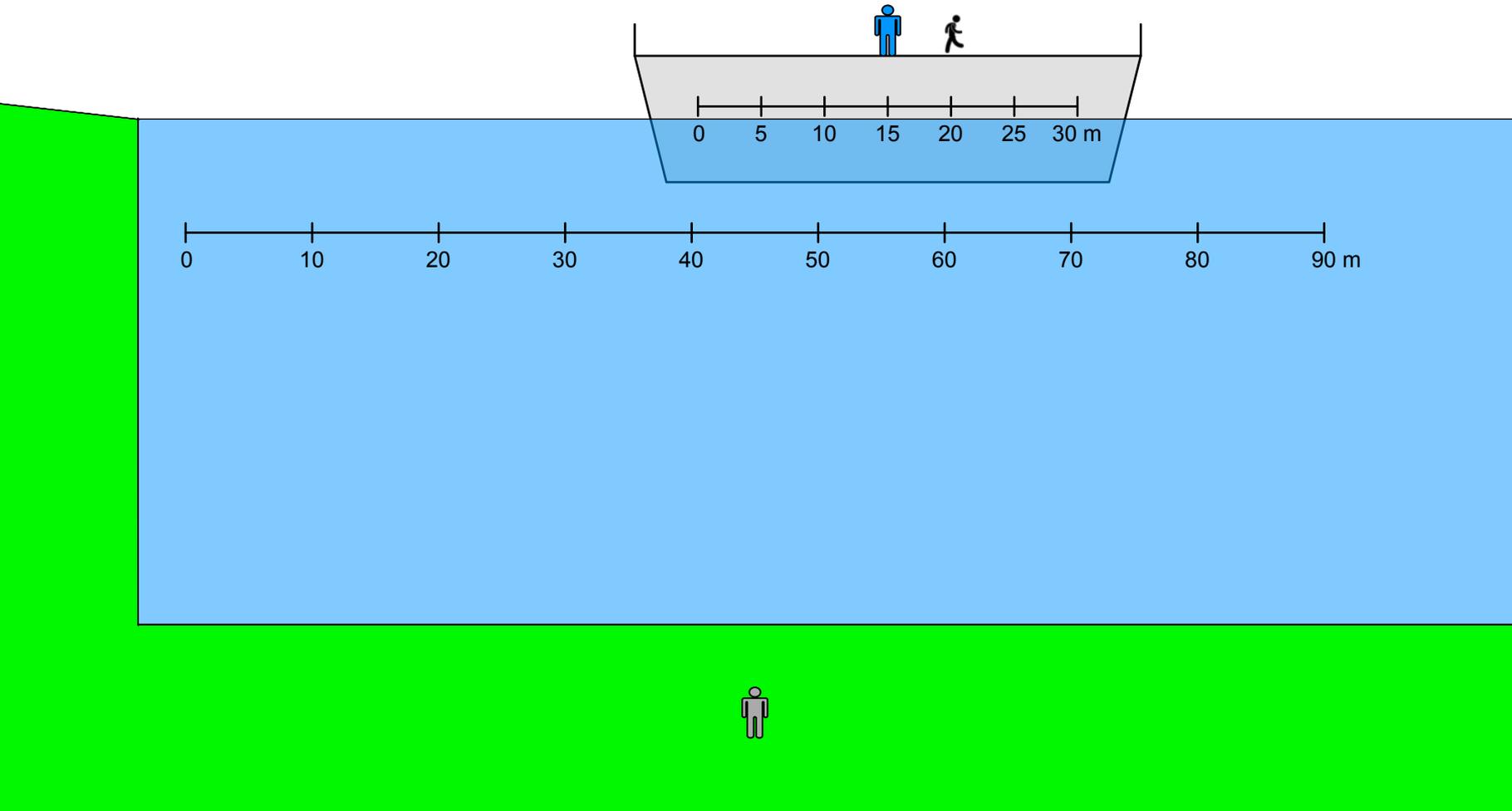
nach
6.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

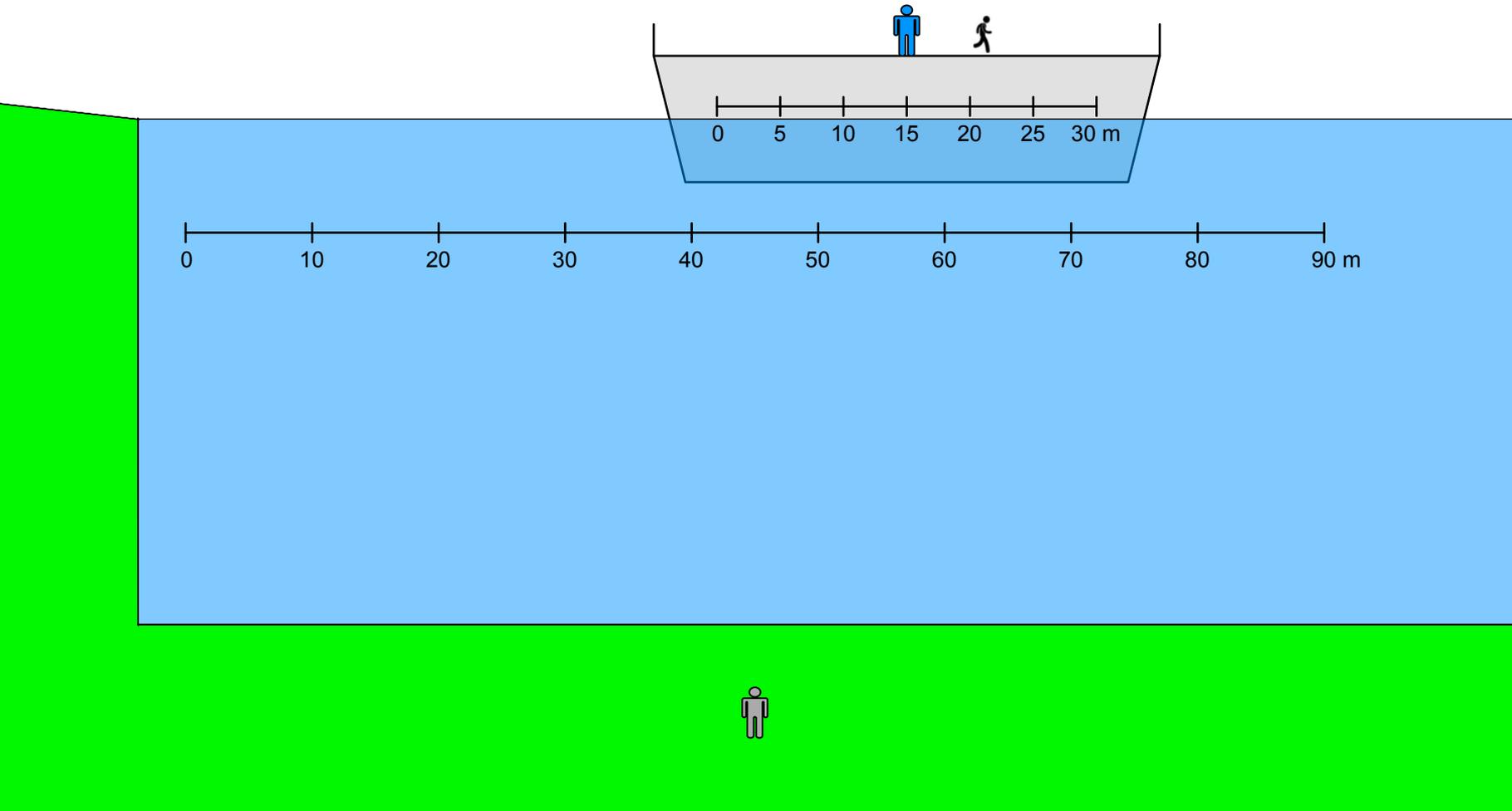
nach
6.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

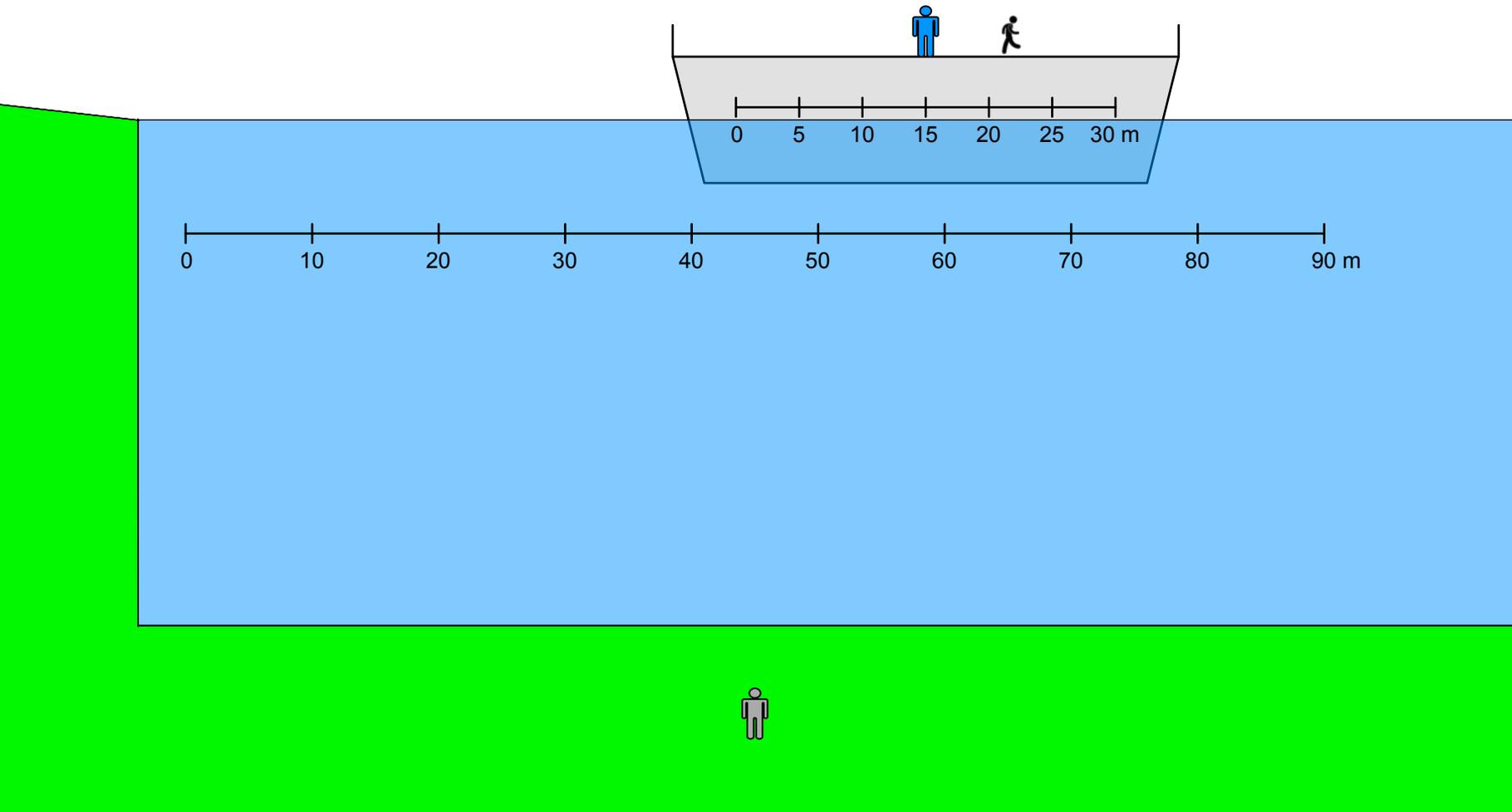
nach
7.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

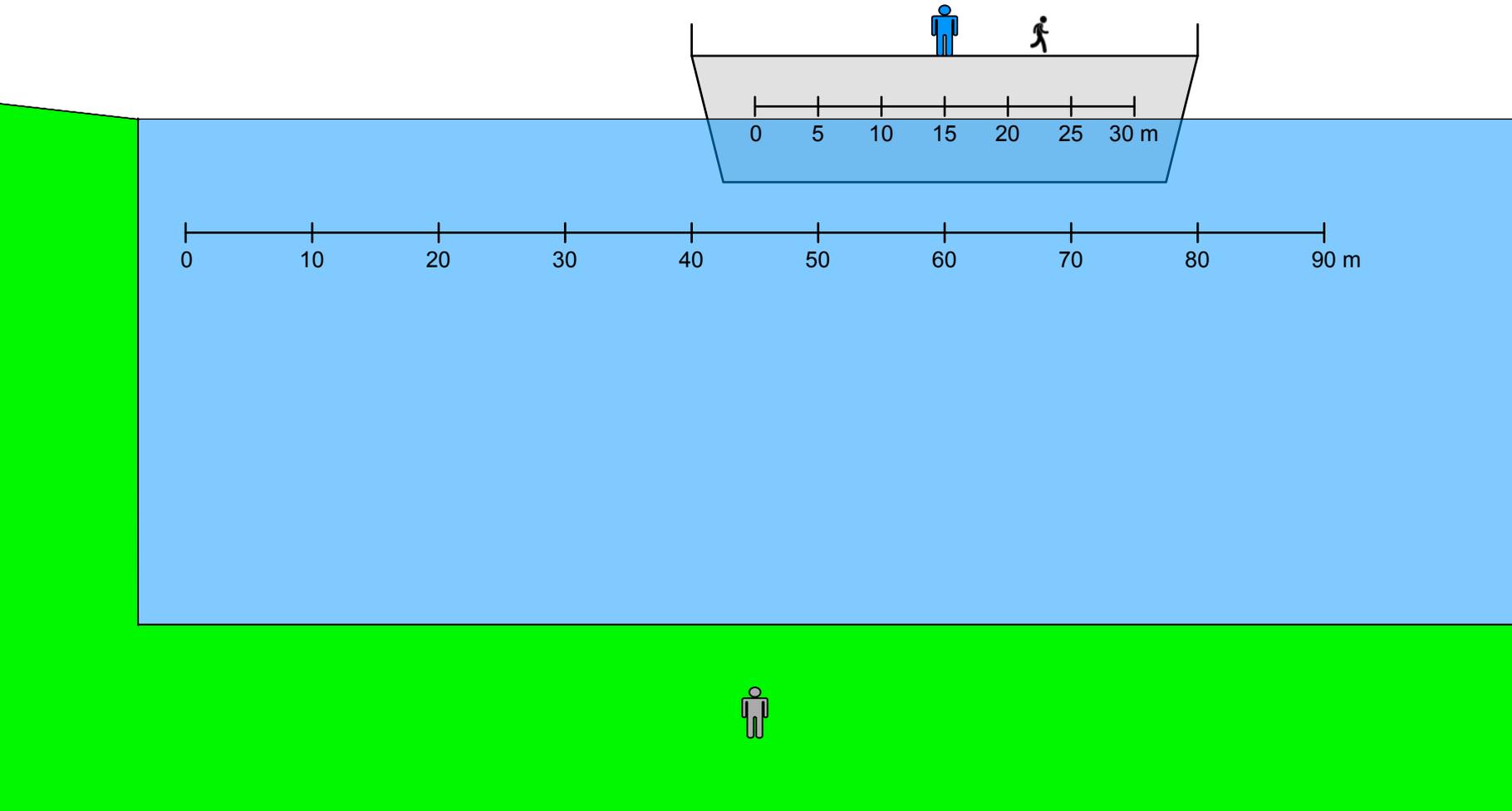
nach
7.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

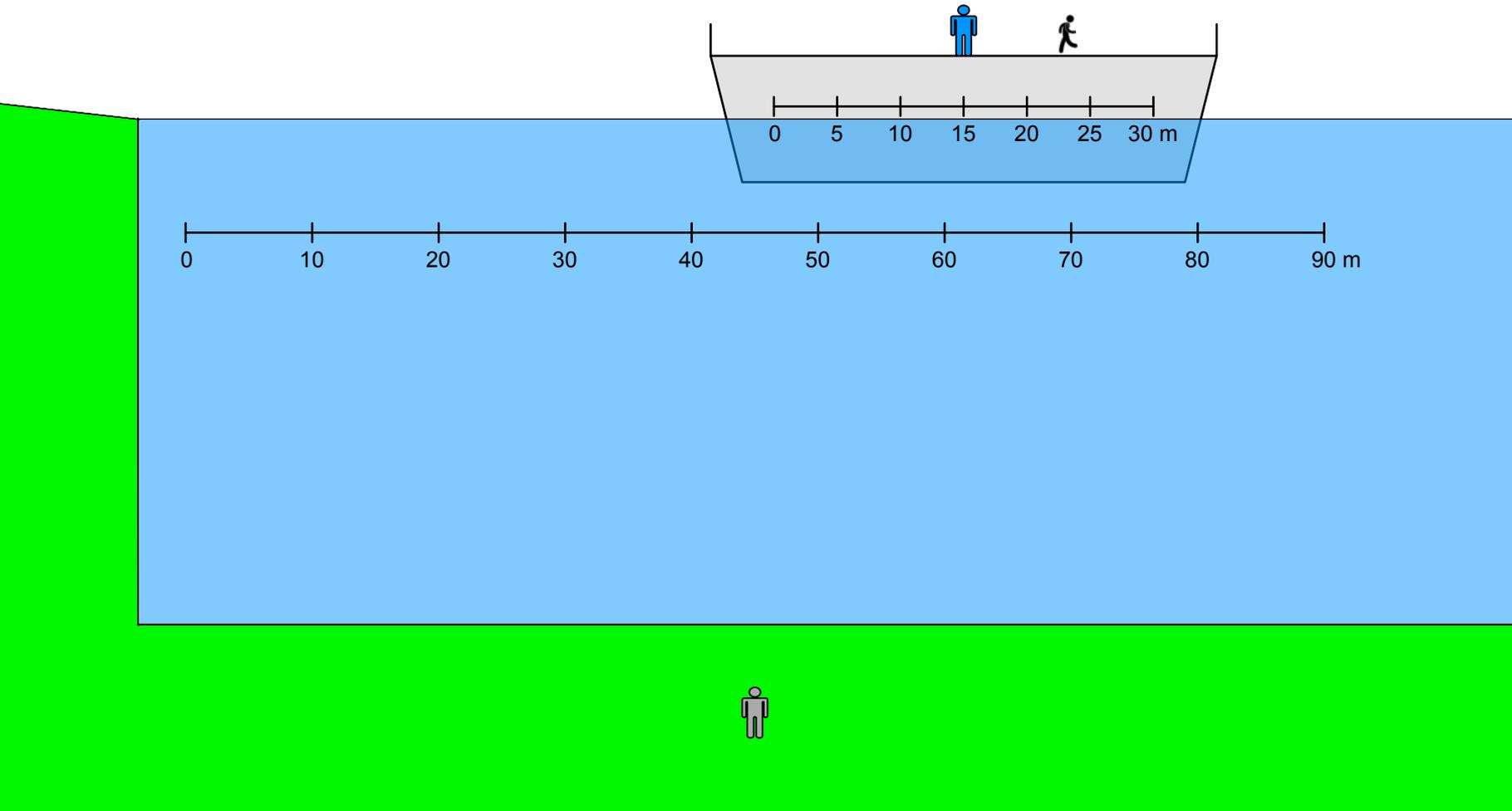
nach
7.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

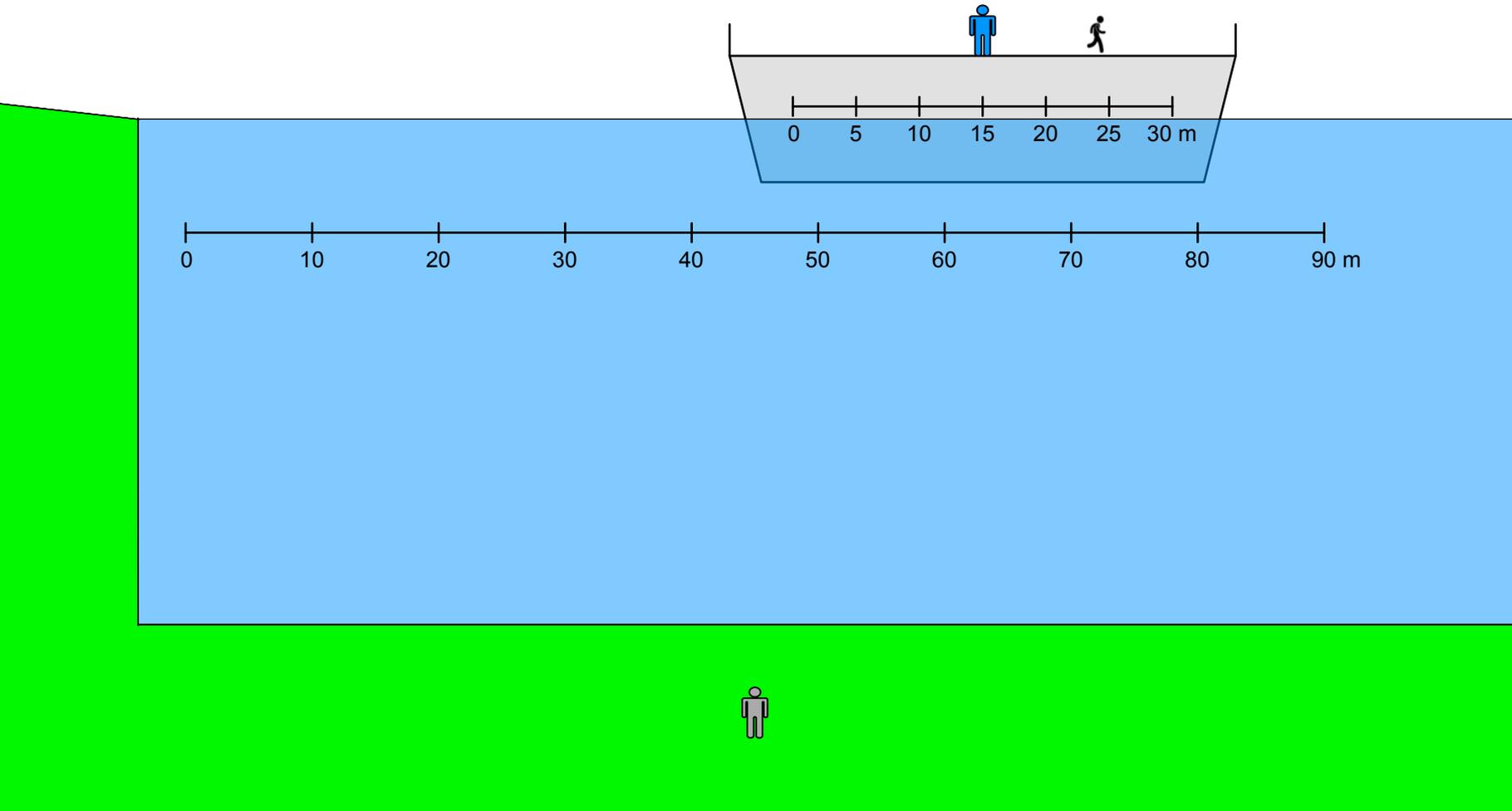
nach
7.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

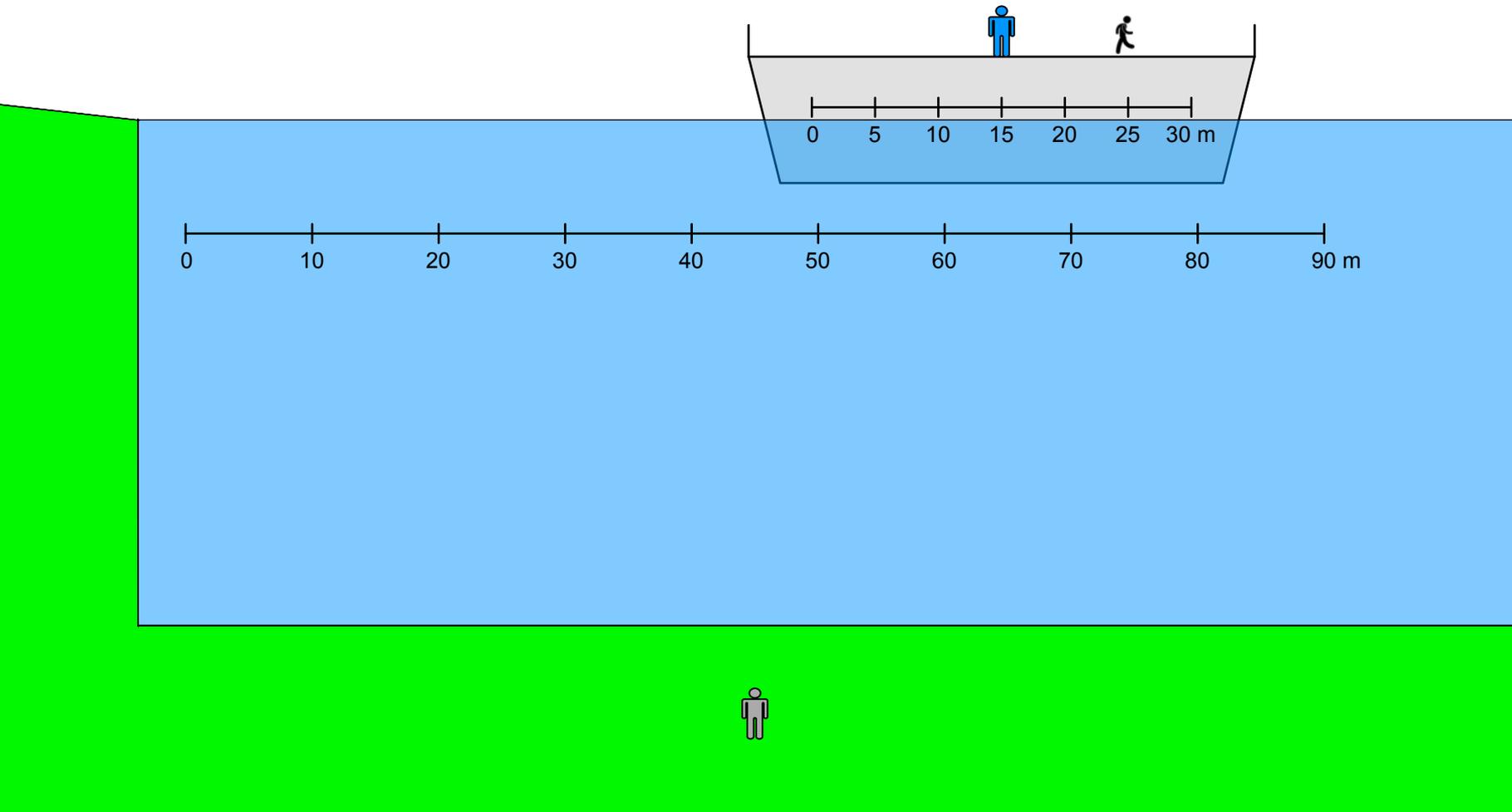
nach
8.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

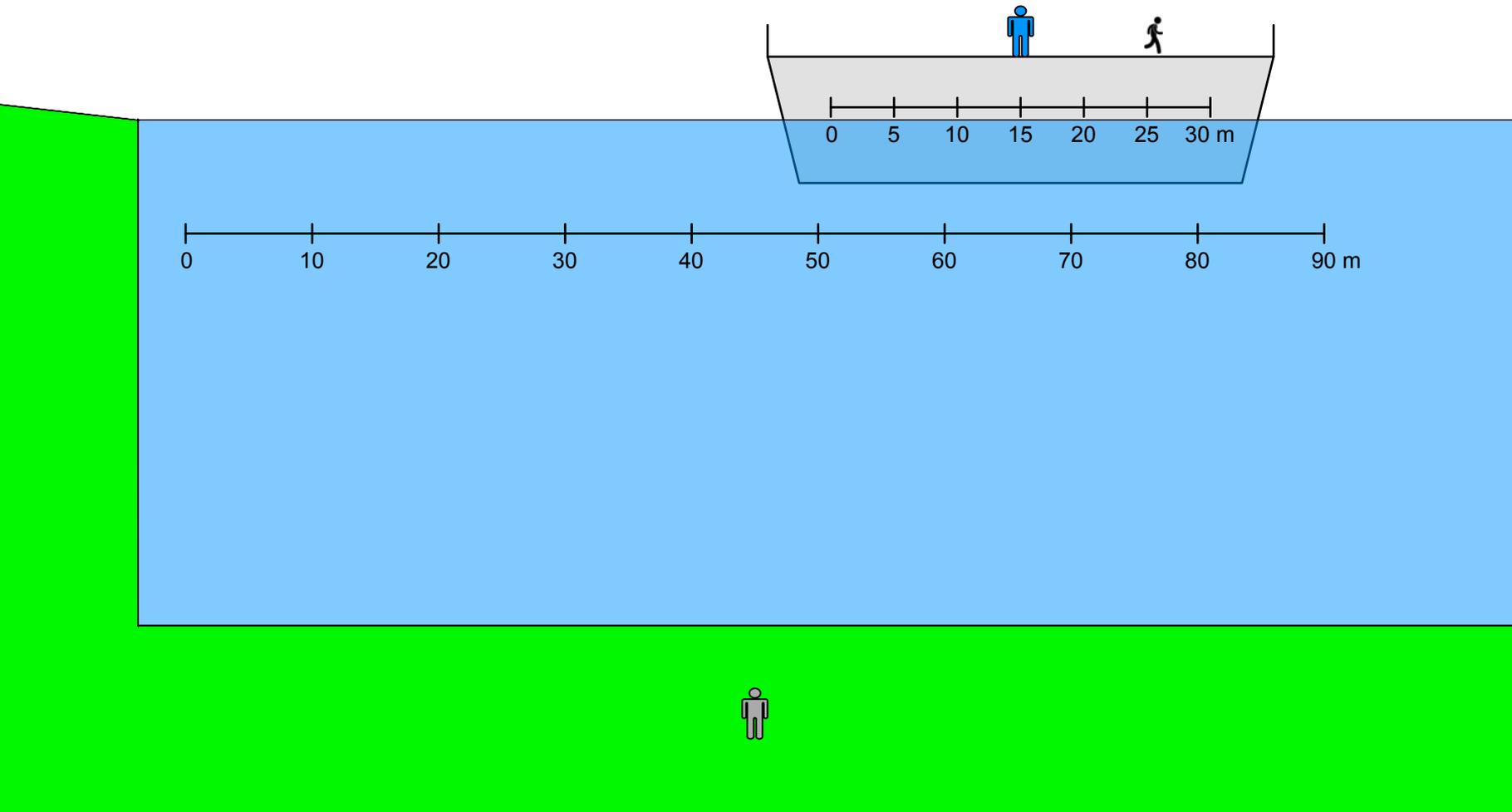
nach
8.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

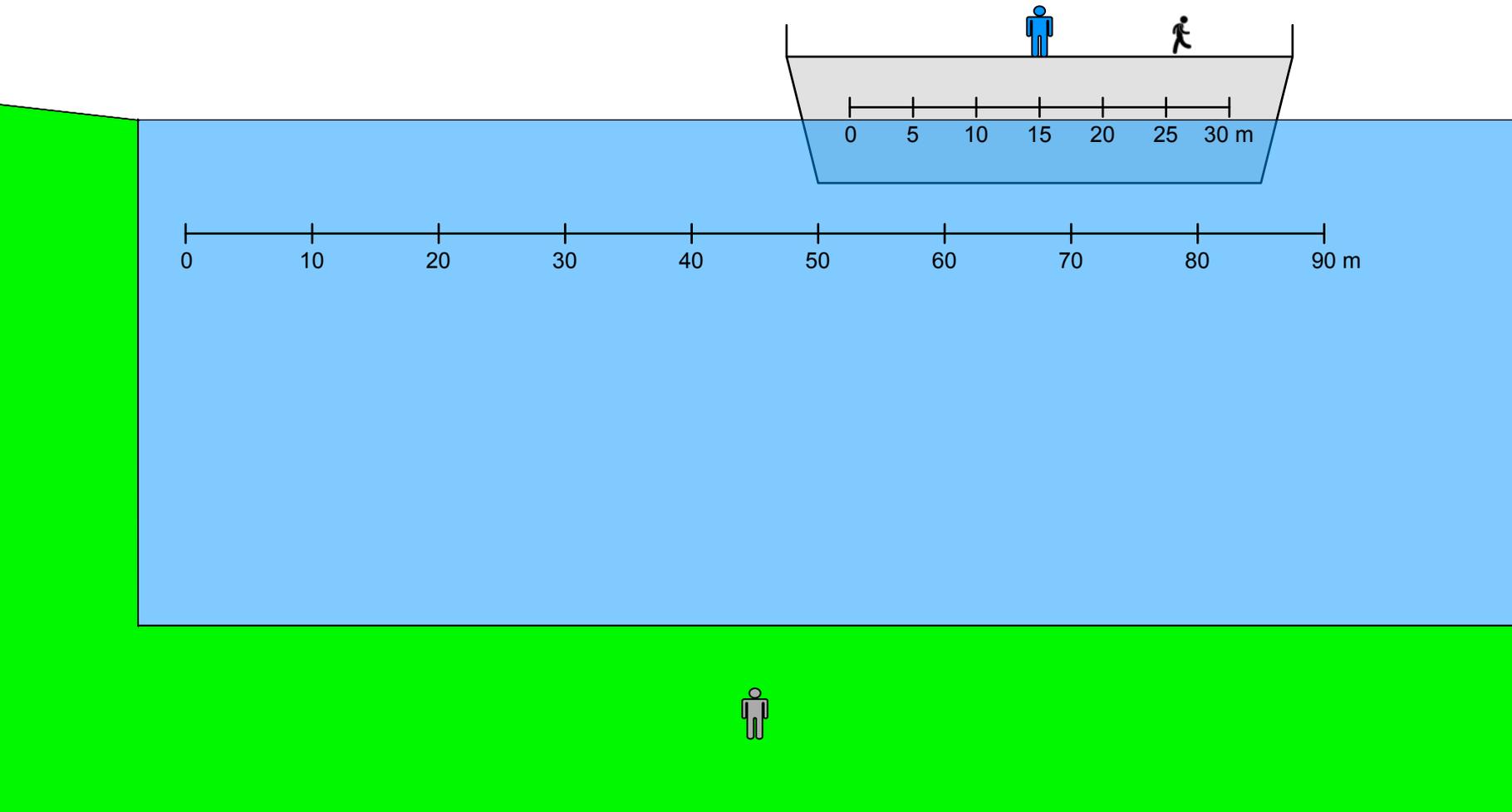
nach
8.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

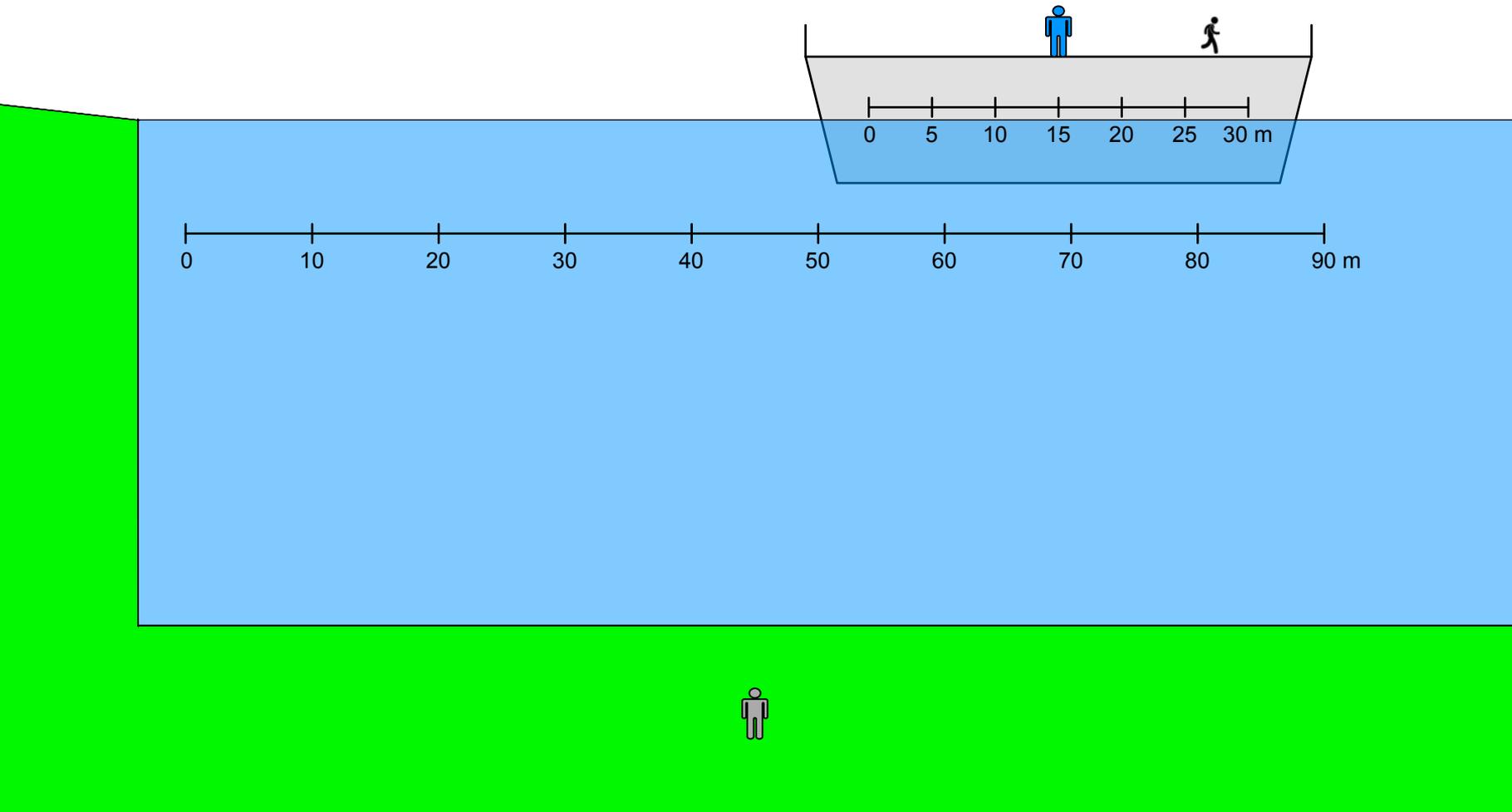
nach
8.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

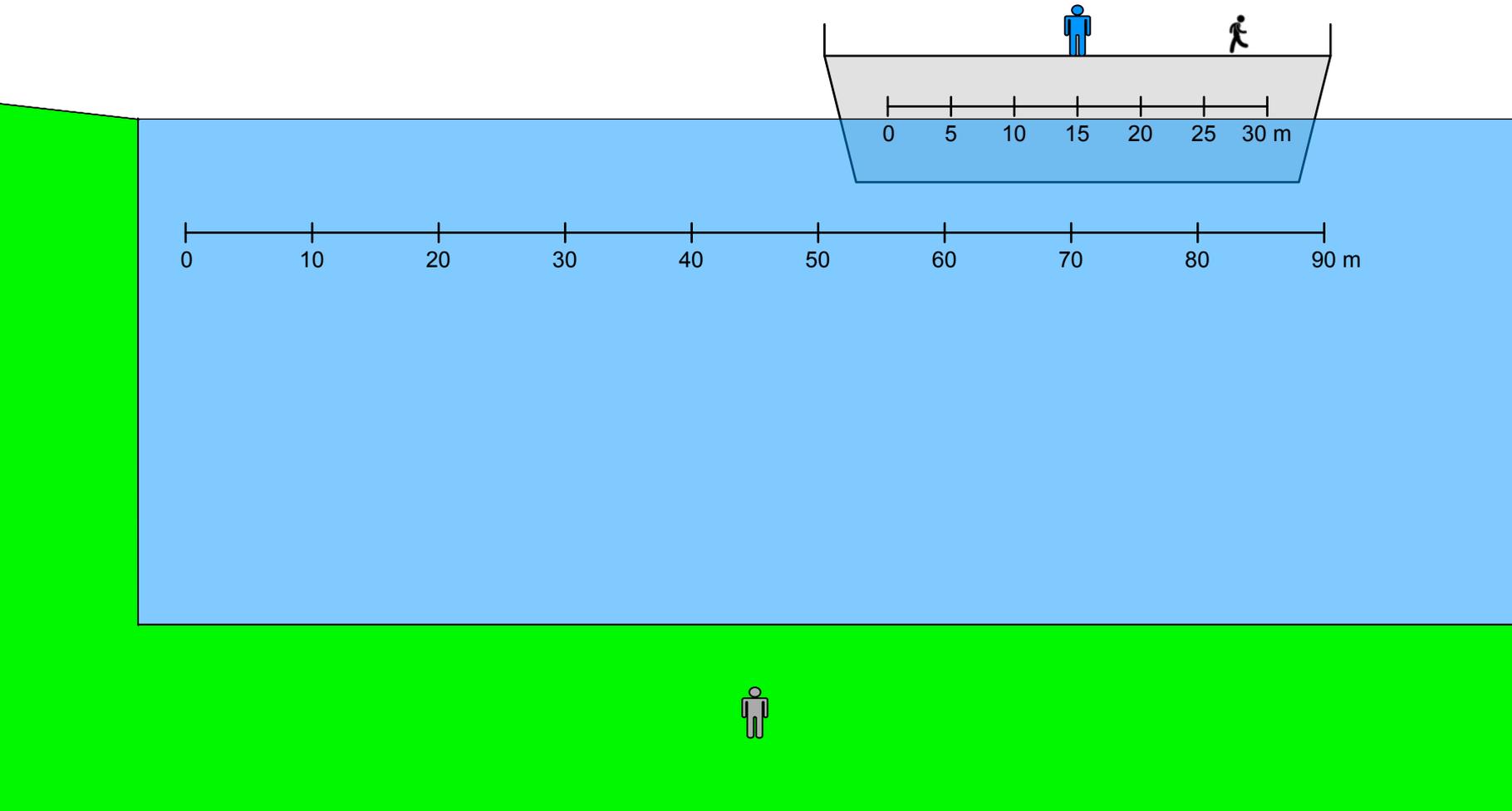
nach
9.00 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

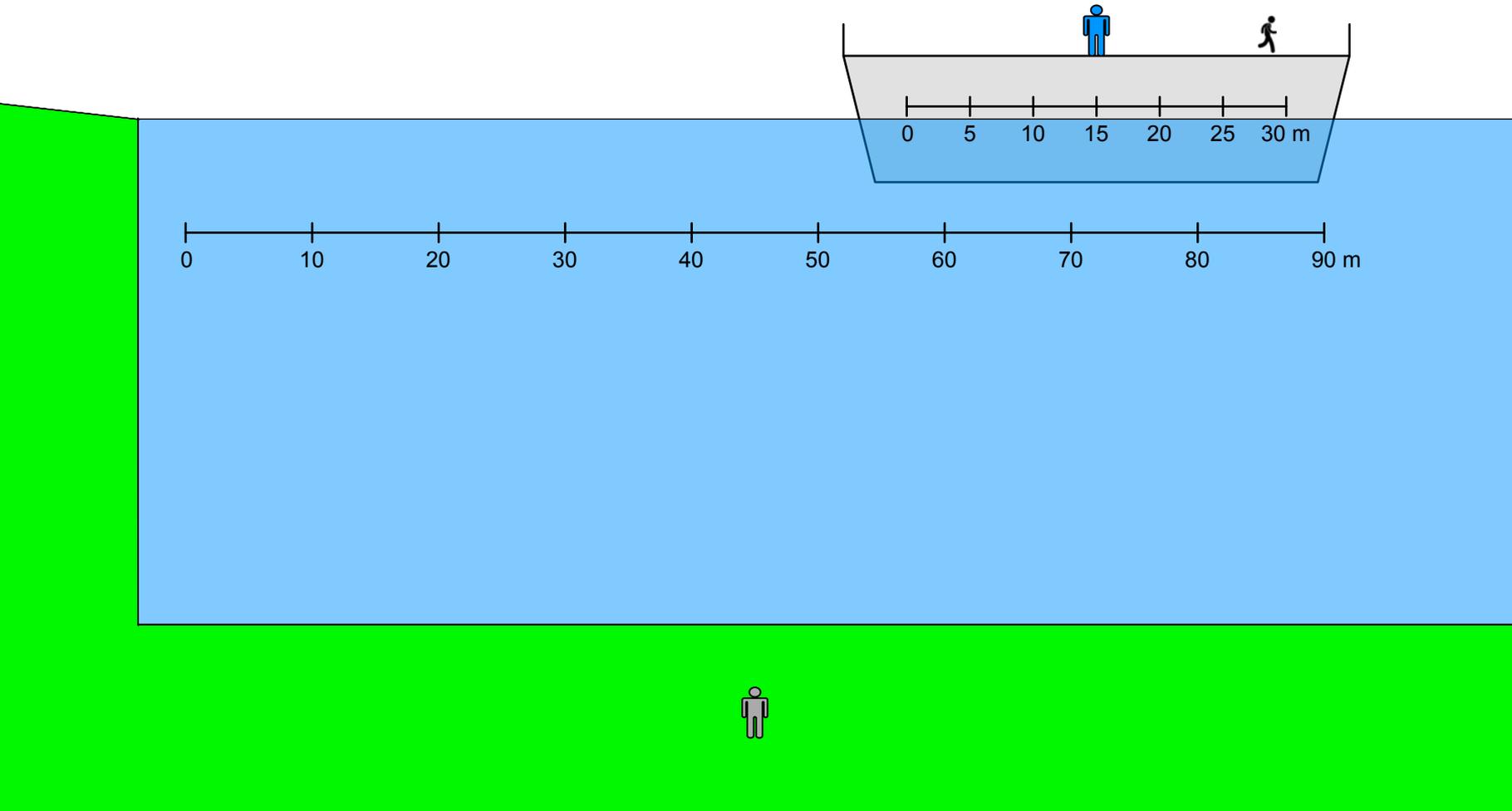
nach
9.25 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

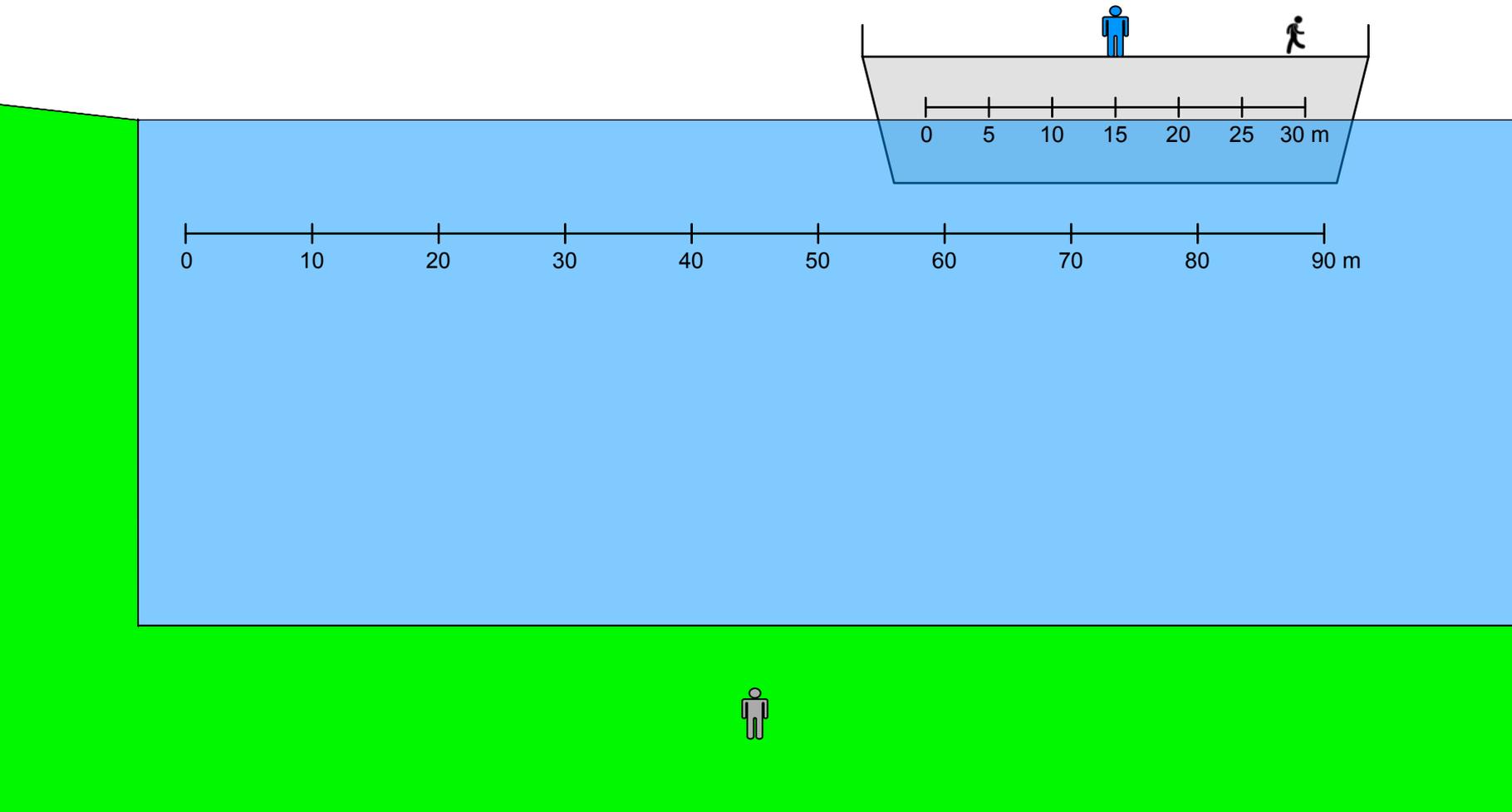
nach
9.50 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

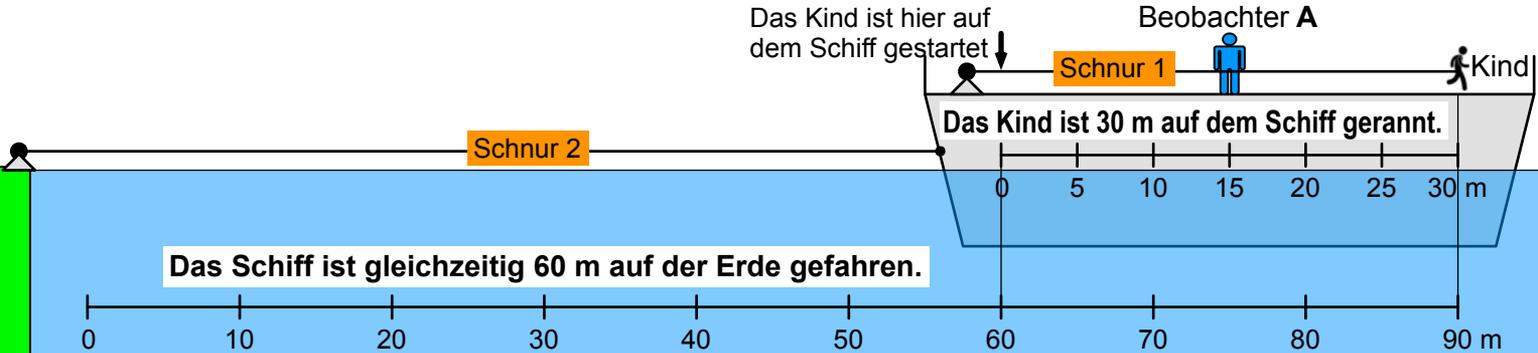
nach
9.75 sec.



Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf einem Schiff mit $v = 6 \text{ m/sec.}$ in dessen Fahrtrichtung. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** an Land beobachten das Kind; sie registrieren ungleiche Strecken.

nach
10.0 sec.



Die Positions-Änderung des Kindes im Raum der Erde beträgt $30 \text{ m} + 60 \text{ m} = 90 \text{ m}.$

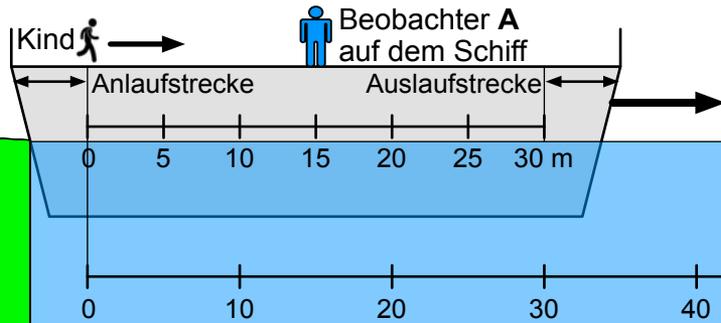
Beobachter A registriert in seinem BBS eine Strecke des Kindes von 30 m, B registriert in seinem BBS 90 m. Aufgrund seiner Wahrnehmung hält B die Resultierende* von zwei Strecken für die Bewegung des Kindes.

*) entspricht hier der Summe der Strecken von Kind und Schiff mit gleicher Richtung

Das Kind rennt im BBS von A mit der Geschwindigkeit $v = 3 \text{ m/sec.}$ auf diesem Schiff, das ein Teil der Erde ist. Warum ist v im BBS von B bzw. im Raum der Erde 3-mal grösser, ohne dass eine zusätzliche Kraft gewirkt hat?

Beobachter B
auf dem Land

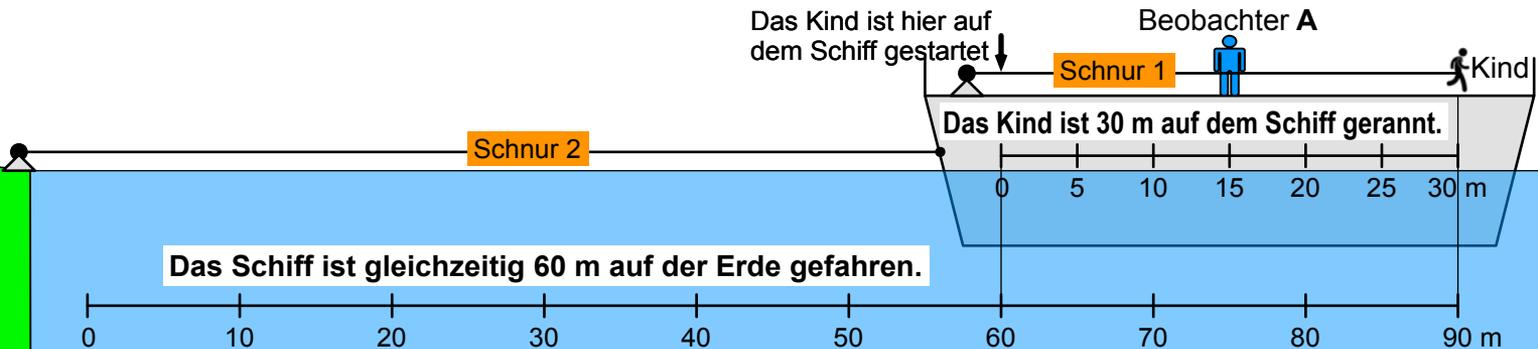
Die beiden Schnüre beweisen ohne Zweifel, dass hier **zwei** Bewegungen in **zwei** unterschiedlichen Räumen erfolgt sind. Das Kind bewegt sich *selber* 30 m auf dem Kahn; es wird von diesem 60 m *mitbewegt*, was die Summe von 90 m ergibt. Effektiv resultiert aufgrund der Strecken von Kind und Schiff eine **Positions-Änderung** des Kindes von 90 m auf der **Erde**. Sie entspricht der *Resultierenden* der 2 Strecken und ist ein anderer Vorgang als die Bewegung des Kindes auf dem **Schiff**. **Das Hirn kann diese Vorgänge nicht unterscheiden, da es gleichzeitige Bewegungen nicht auseinander halten kann.**



Situation beim Start (o.) und am Ziel (u.). Bewegungen werden hier nicht beobachtet. Man erkennt sie aber am Unterschied der Positionen zwischen oben und unten.

Start
0 sec.

Beobachter B
auf dem Land



Das Schiff ist gleichzeitig 60 m auf der Erde gefahren.

Die Positions-Änderung des Kindes im Raum der Erde beträgt $30\text{ m} + 60\text{ m} = 90\text{ m}$.

nach
10.0 sec.

Beobachter B
auf dem Land

Diese beiden Darstellungen oben beweisen: Das Kind ist 30 m auf dem Schiff gerannt, das 60 m im Wasser gefahren ist. Die **Positions-Änderung** des Kindes im Raum der Erde entspricht der Resultierenden der zwei Strecken und misst 90 m. Die **Bewegung** des Kindes auf dem **Schiff** ist ein anderer Vorgang; hier ist nur das Kind als beobachtetes Objekt involviert.

Hier ist das Ende dieser Animation

3) Eine korrekte Analyse von Bewegungen (visualisiert mit den Animationen)

Das Konzept des bewegten Bezugssystems (BBS) widerspricht sowohl der Logik als auch der Realität. Die korrekte Beschreibung von Bewegungen orientiert sich nur an der Realität, nicht an einer Theorie. Zuerst zu den Grundlagen und Definitionen: Die **Bewegung** eines Objekts erfolgt primär aufgrund von **Ursache-Wirkungs-Beziehungen (UWB)**. Beispiel: Das Kind erzeugt Kräfte in den Beinen, und infolge der Reibung zwischen Schuhen und Deck bewegt es sich auf dem Schiff. Die UWB bewirken einen **Standort-Wechsel** des Objekts in dessen Raum. Man kann ihn, d. h. **das Schiff, als primären Raum** bezeichnen; I. Newton nannte ihn 'absoluten Raum'. Dort ist die Länge einer Bewegung fix, d. h. letztere ist durch physikalische Gesetze und ein Koordinatensystem in diesem Raum eindeutig definiert.

Die Erde ist der primäre Raum für das Schiff, das dort fährt. Man kann **die Erde als übergeordneten Raum** bezeichnen, weil das Schiff ein autonomer Teil davon ist. Daher befindet sich das Kind auf dem Schiff und *gleichzeitig* auf der Erde. Ersteres kann dort nicht rennen, aber seine Bewegung auf dem Kahn wirkt sich auf der Erde aus, weil er ein Teil von letzterer ist. Wenn das Kind auf dem Schiff rennt, ändern daher die Koordinaten des ersteren auch auf der Erde, was dort eine **Positions-Änderung ohne UWB** ergibt. Sie unterscheidet sich grundlegend von der **Bewegung mit UWB** auf dem Schiff. Letztere hat eine fixe Länge, aber **die Positions-Änderung hängt davon ab, ob und wie das Schiff fährt.**

Extrakt: Auf dem Schiff erfolgt durch direkten Kontakt die **Bewegung** des Kindes; sie führt auf der Erde (ohne Kontakt) zu einer **Positions-Änderung**. Die Längen unterscheiden sich, wenn das Schiff fährt. Eine Bewegung und eine Positions-Änderung in einem anderen Raum sind unterschiedliche Vorgänge.

Beispiele: Bei Animation 1.2 rennt das Kind 30 m im primären Raum (Schiff), das 60 m fährt; dies ergibt im übergeordneten Raum (Erde) eine **Positions-Änderung** von 90 m, was nicht die **Bewegung** des Kindes ist! Gemäss Theorie ist es bei Animation 1.3 im BBS von B auf der Erde in Ruhe. Doppelt falsch: a) Das Kind rennt auf dem *Kahn*, nicht auf der *Erde*, wo es keinen Kontakt hat. b) Dort ist die **Positions-Änderung** null, da sich die **Bewegungen** von Kind und Schiff gegenseitig kompensieren.

Effektive Bewegungen sind definiert durch die Änderung der Koordinaten des Objekts zwischen Beginn und Ende der Aktion. Dadurch sowie ggf. Spuren, wenn z. B. Schnee auf dem Deck liegt, ist die Bewegung des Kindes klar festgelegt. Seine Koordinaten beim Heck (Start) und Bug (Ziel) oder umgekehrt implizieren auch **ohne Beobachtung**, dass eine Bewegung erfolgt ist. Eine **registrierte Bewegung** existiert nur im Hirn des Beobachters als **imaginäres Abbild** einer effektiven Bewegung. Unser Hirn registriert die Bewegungen von Kind und Schiff als deren **Resultierende** und nicht getrennt. Es hält diese fälschlicherweise für die Bewegung des Objekts, was nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmt (s. o). Grund: Das Hirn erfasst pro sec. ca. 50 **Positionen** des Objekts und generiert daraus eine Bewegung. Der Beobachter konzentriert sich nur auf das Kind und blendet das Schiff und dessen Bewegung aus.

Fazit: Die Bewegung des Objekts (Kind) erfolgt im **primären Raum** (Schiff) aufgrund von **Ursache-Wirkungs-Beziehungen**. Auf der Erde existieren sie für ersteres nicht, dort gibt es andere für das Schiff. Wenn sich gleichzeitig der primäre Raum im **übergeordneten Raum** (Erde) bewegt, ergibt sich dort eine **Positions-Änderung** des Objekts, die der **Resultierenden** beider Bewegungen entspricht. Diese weicht von der **Bewegung** des Kindes ab, die A auf dem Schiff richtig registriert. B auf der Erde registriert die Resultierende von zwei Bewegungen, die er aufgrund der Wahrnehmung falsch interpretiert. **Die Objekt-Bewegung im Schiff und die Positions-Änderung im Raum der Erde sind grundverschieden.** Beobachter B hält letztere für die Bewegung des Kindes; die **Wahrnehmung** widerspricht der **Realität**. Die Differenz zw. den BBS von A und B ist durch die Strecke des Schiffs bedingt, nicht durch die BBS. **These:** Das BBS-Konzept beschreibt nicht Bewegungen, sondern die Wahrnehmung des Beobachters.

Das BBS beeinflusst unser Leben kaum, da die **Berechnungen** richtig sind; nur deren Interpretation ist falsch. Bei der Animation 1.2 beträgt die berechnete sowie von B registrierte Strecke 90 m. Diese hält Beobachter B im BBS irrtümlich für die Strecke des Kindes, effektiv ist sie die Resultierende von zwei Bewegungen. Es rennt auf dem 40 m langen Schiff und nicht auf der Erde! Es ist unverständlich, dass man eine Strecke aufgrund von zwei Geschwindigkeiten berechnet und dann glaubt, dass das Resultat nur auf einer einzigen Bewegung basiert. Man verlässt sich v. a. in der Theoretischen Physik primär auf die Mathematik, aber ohne das 'Analysesystem' Mensch bzw. seine Wahrnehmung und ihre Funktionsweise zu hinterfragen. Ebenso ist unverständlich, warum man bei der **Animation 1.3** glaubt, dass dieses Kind **gleichzeitig** rennen und in Ruhe sein kann. **Die Messungen** sind korrekt, aber sie werden falsch interpretiert; denn man hält eine Resultierende für die alleinige Strecke eines Objekts. Wenn man bei der Animation 1.2 eine Streckenlänge von 90 m misst, führt das Resultat in die Irre, wenn man glaubt, es sei die Strecke des Kindes; denn effektiv ist es die Summe von zwei Strecken.

Animation 1.3 (im Vollbild-Modus)

Ein Kind rennt 30 m auf einem Schiff, das 30 m in der entgegengesetzten Richtung fährt. Wenn man dieses Experiment 1:1 durchführt, kann man die Bewegungen beider Objekte visualisieren bzw. eindeutig nachvollziehen, indem man je eine Schnur an diesen befestigt. Die Schnur zwischen dem Kind und seinem Startpunkt auf dem Schiff ist 30 m lang, jene zwischen dem Schiff und seinem Startpunkt am Seeufer misst am Schluss auch 30 m. Der Beobachter A auf dem Schiff registriert eine Bewegung des Kindes von 30 m. In der Physik glaubt man aber, das Kind bewege sich im theoretischen Bezugssystem des Beobachters B auf dem Land *nicht*. Da die Schnur beim Kind 30 m lang ist, ist diese Lehrmeinung falsch. Der *wahrgenommene* Ruhezustand des Kindes ist in Wirklichkeit die Resultierende von *zwei* Bewegungen (des Kindes und des Schiffs), die sich gegenseitig kompensieren. Die zweitletzte Seite zeigt die verschiedenen Ebenen der Fragestellung: Eine irreführende Wahrnehmung, eine Theorie (die eine von zwei Bewegungen ignoriert) sowie die Realität.

Die letzte Seite zeigt die Situation beim Start und am Ziel auf. Aus den unterschiedlichen Positionen von Kind und Schiff erkennt man 2 **effektive*** Bewegungen, ohne dass man sie verfolgt hat. In der Animation registriert man einen **scheinbaren** Ruhezustand des Kindes. Er entspricht der Resultierenden (Summe: Länge = 0 m) der zwei effektiven Bewegungen; das Hirn suggeriert aufgrund einer irreführenden **Wahrnehmung**, das Kind sei hier in Ruhe.

*) Die Bewegung ergibt sich aus dem Standort-Wechsel des Objekts und ggf. Spuren, nicht aus Beobachtung.

Bitte volle Seitengröße wählen und scrollen

Please enter the full page mode and scroll



Klicken Sie auf  in der Menü-Leiste

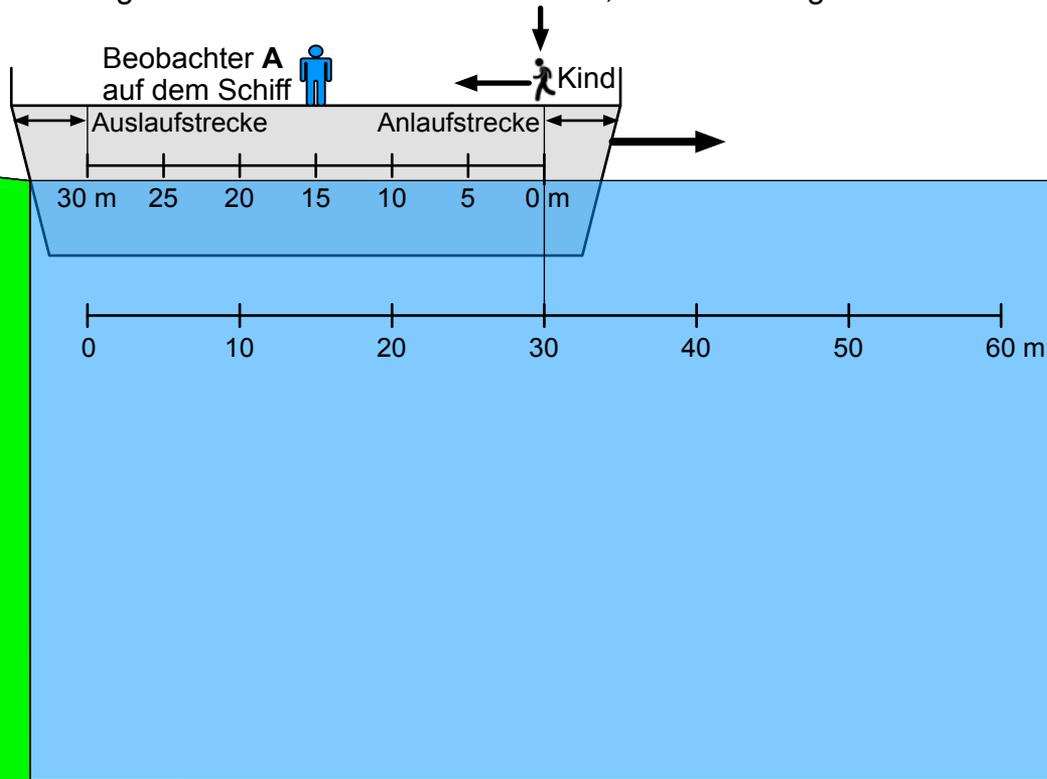
Please click on  in the menu bar

Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

Start
0 sec.



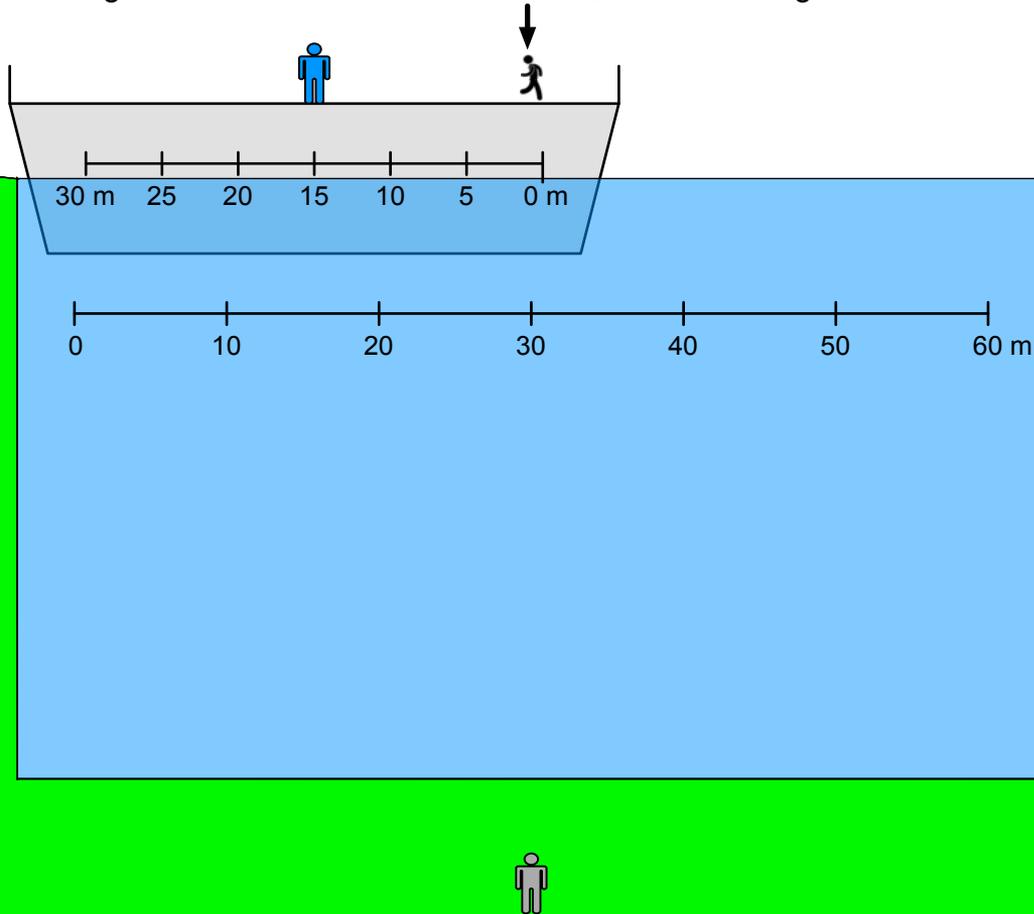
Beobachter B
auf dem Land

Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
0.25 sec.

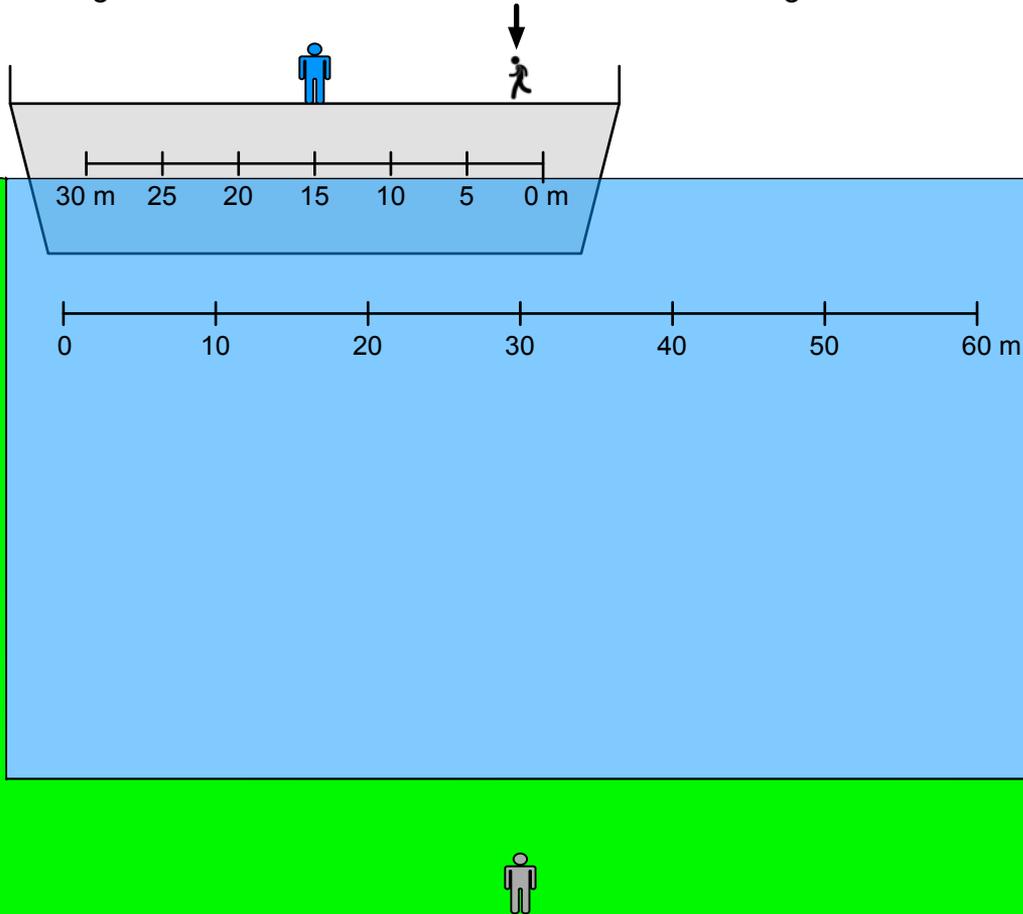


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
0.50 sec.

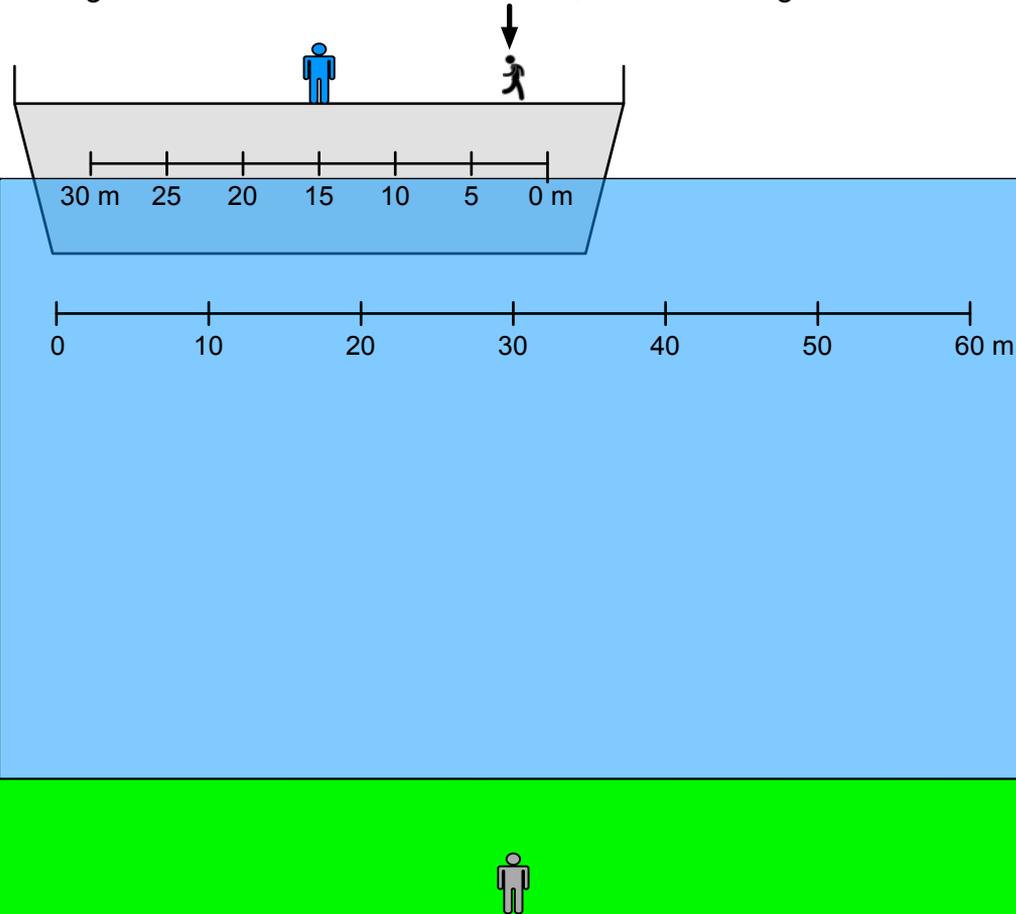


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
0.75 sec.

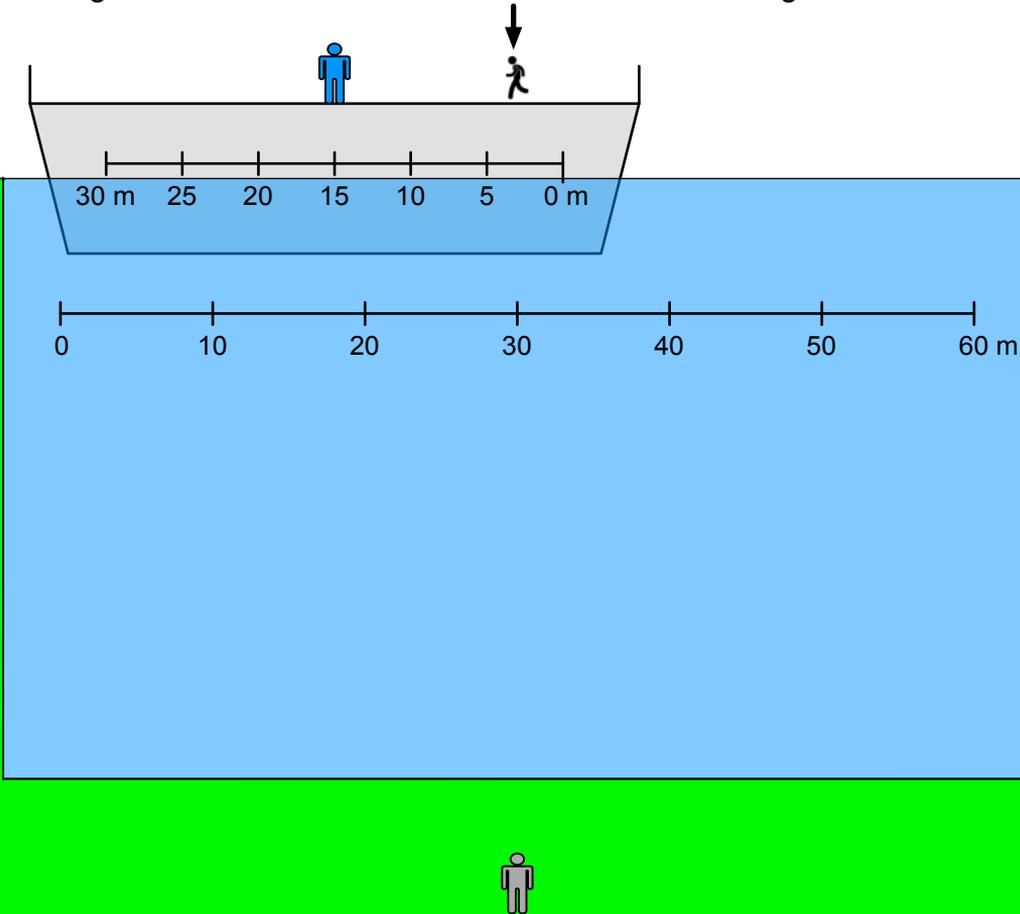


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
1.00 sec.

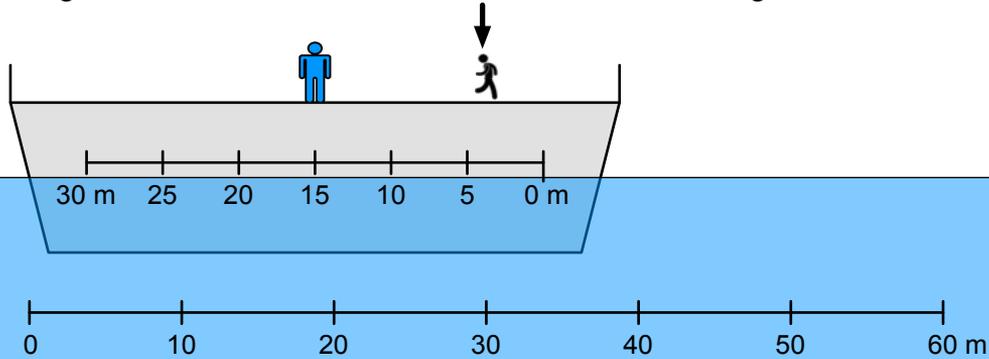


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
1.25 sec.

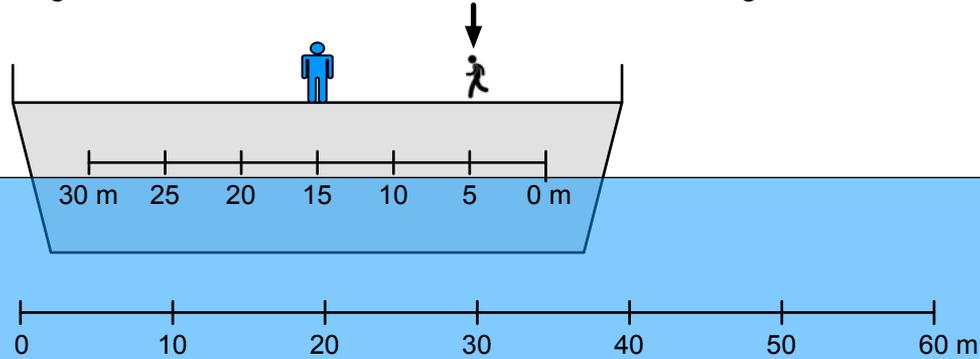


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
1.50 sec.

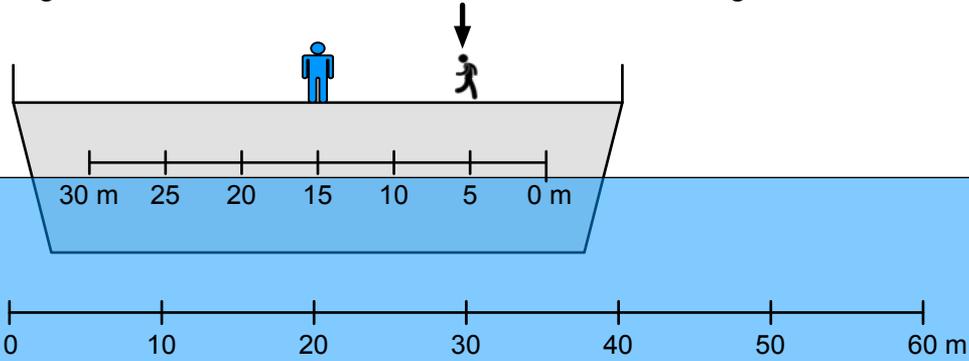


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
1.75 sec.

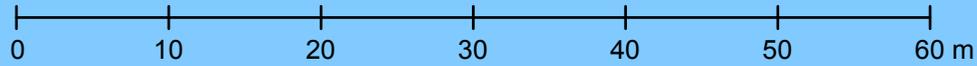
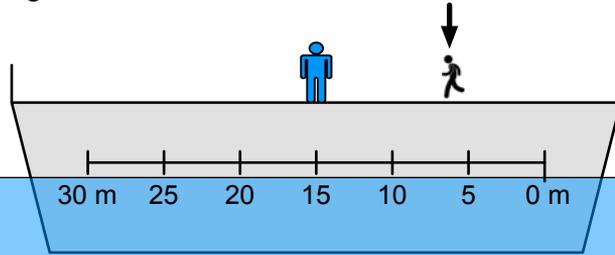


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
2.00 sec.

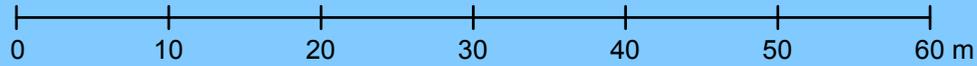
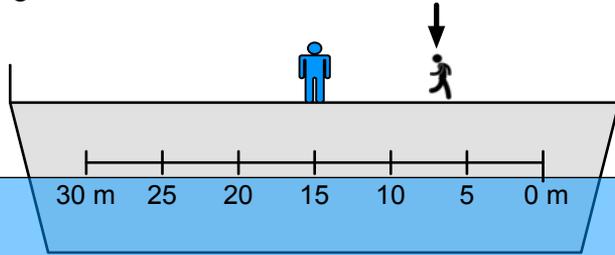


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
2.25 sec.

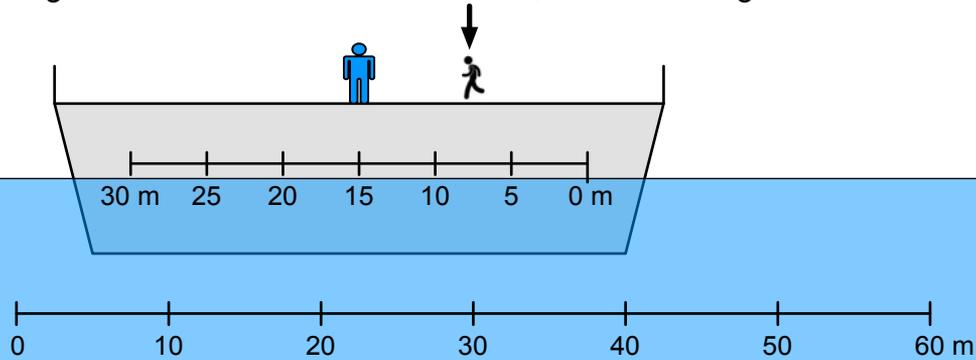


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
2.50 sec.

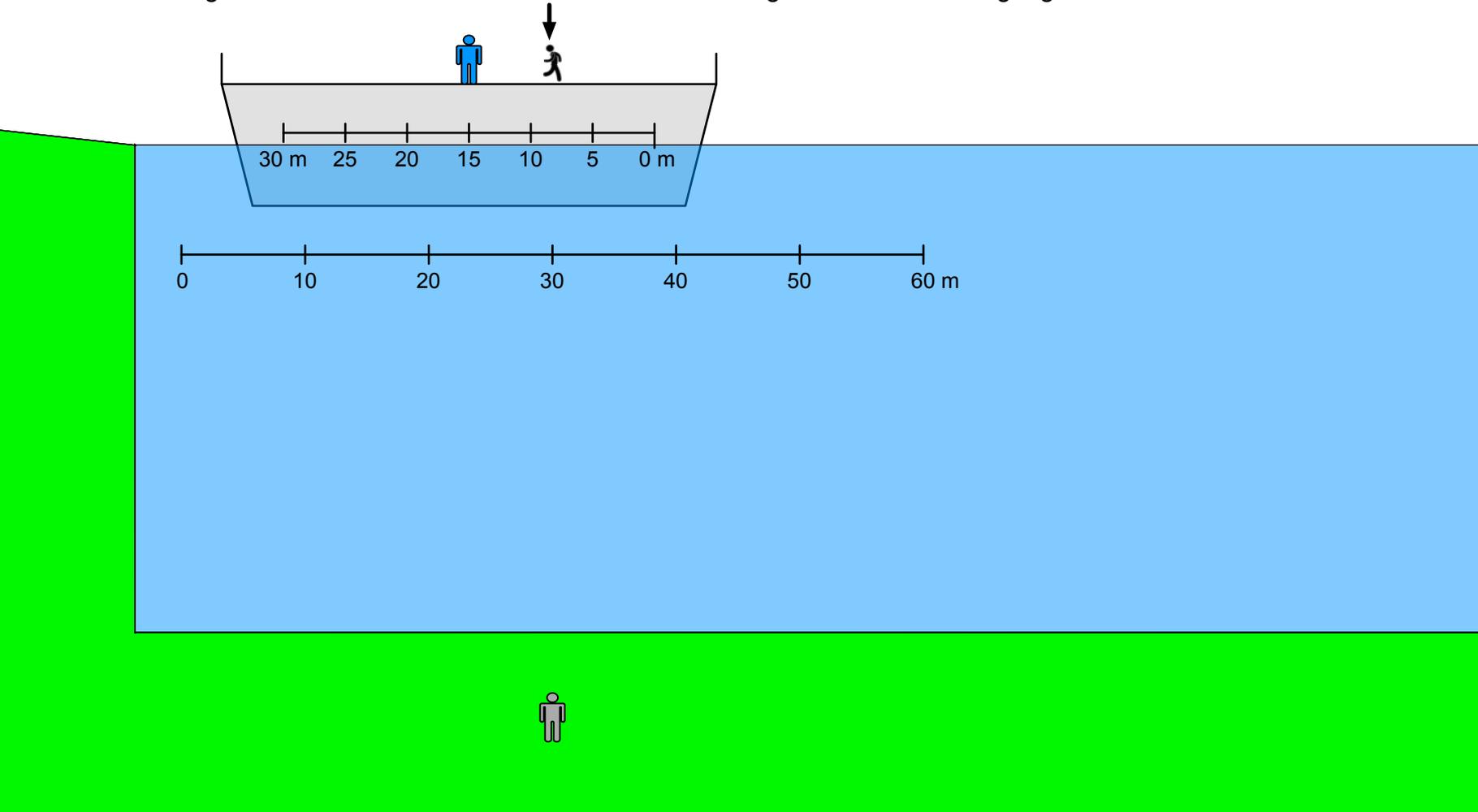


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
2.75 sec.

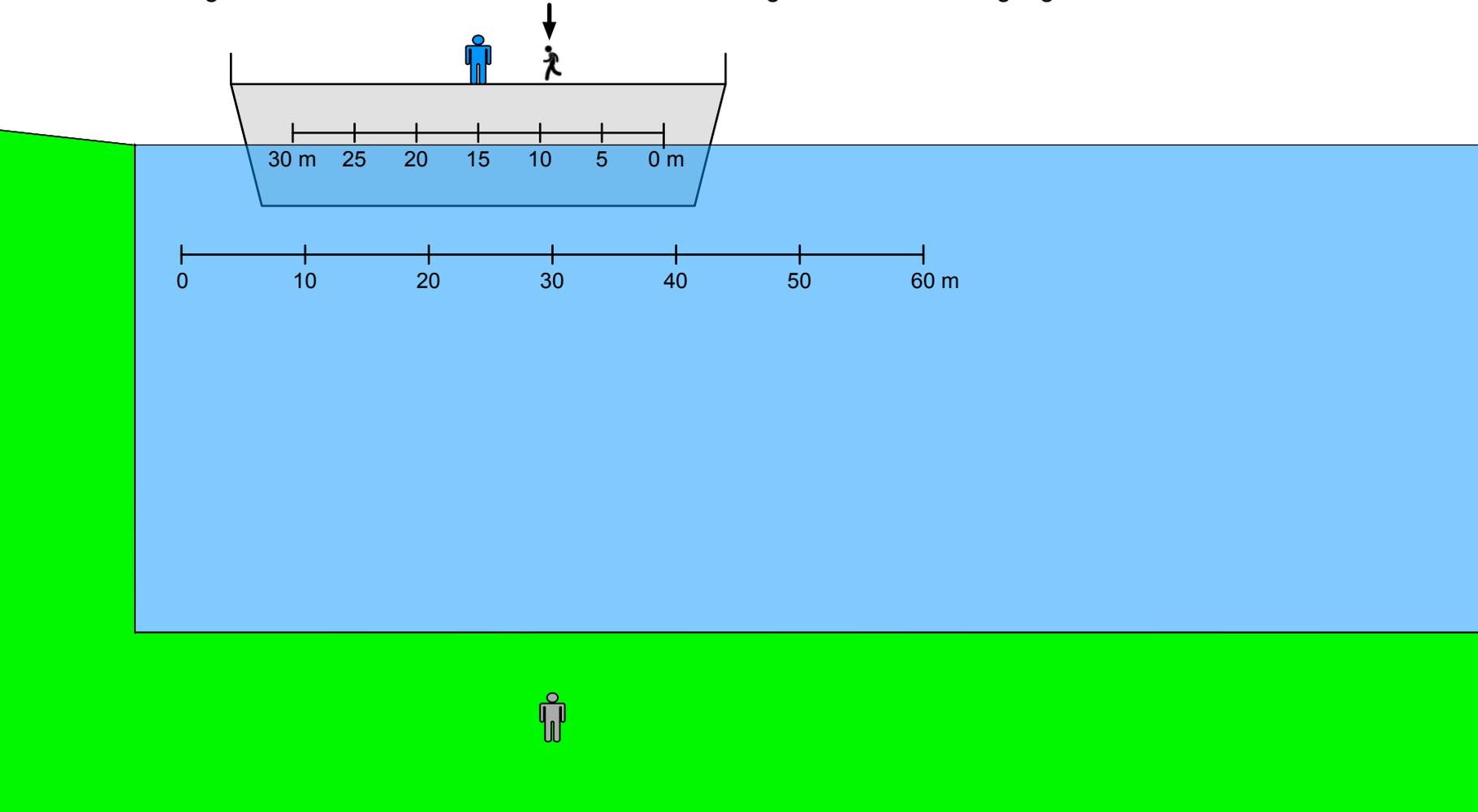


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
3.00 sec.

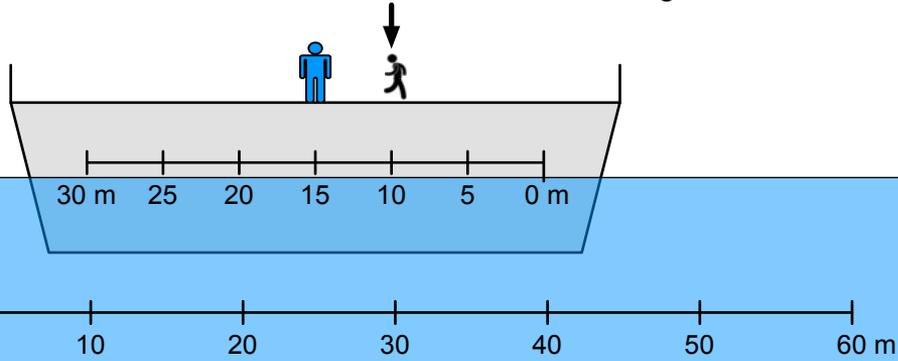


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
3.25 sec.

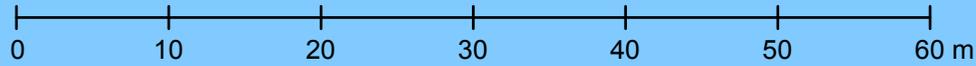
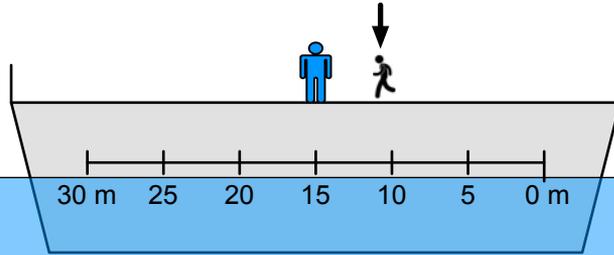


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
3.50 sec.

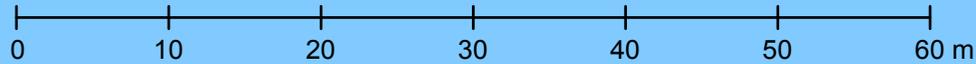
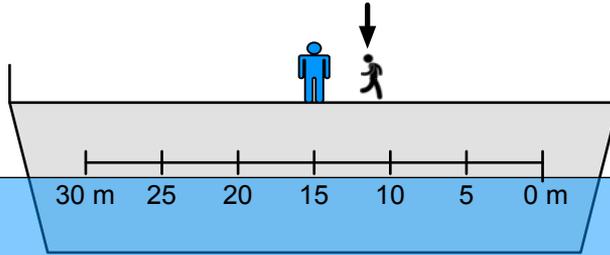


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
3.75 sec.

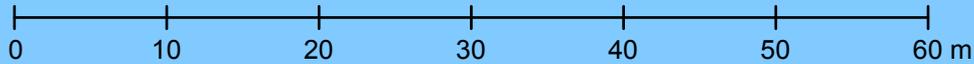
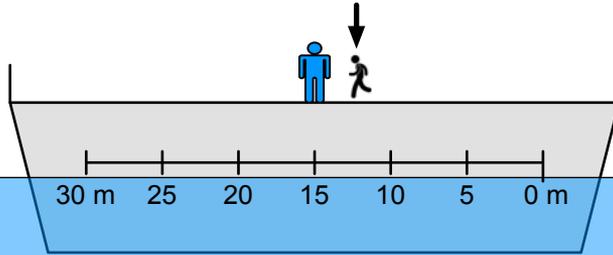


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
4.00 sec.

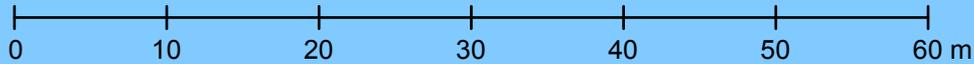
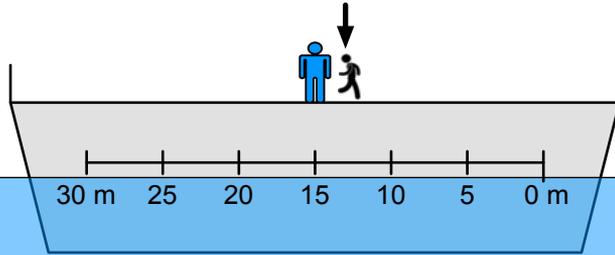


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
4.25 sec.

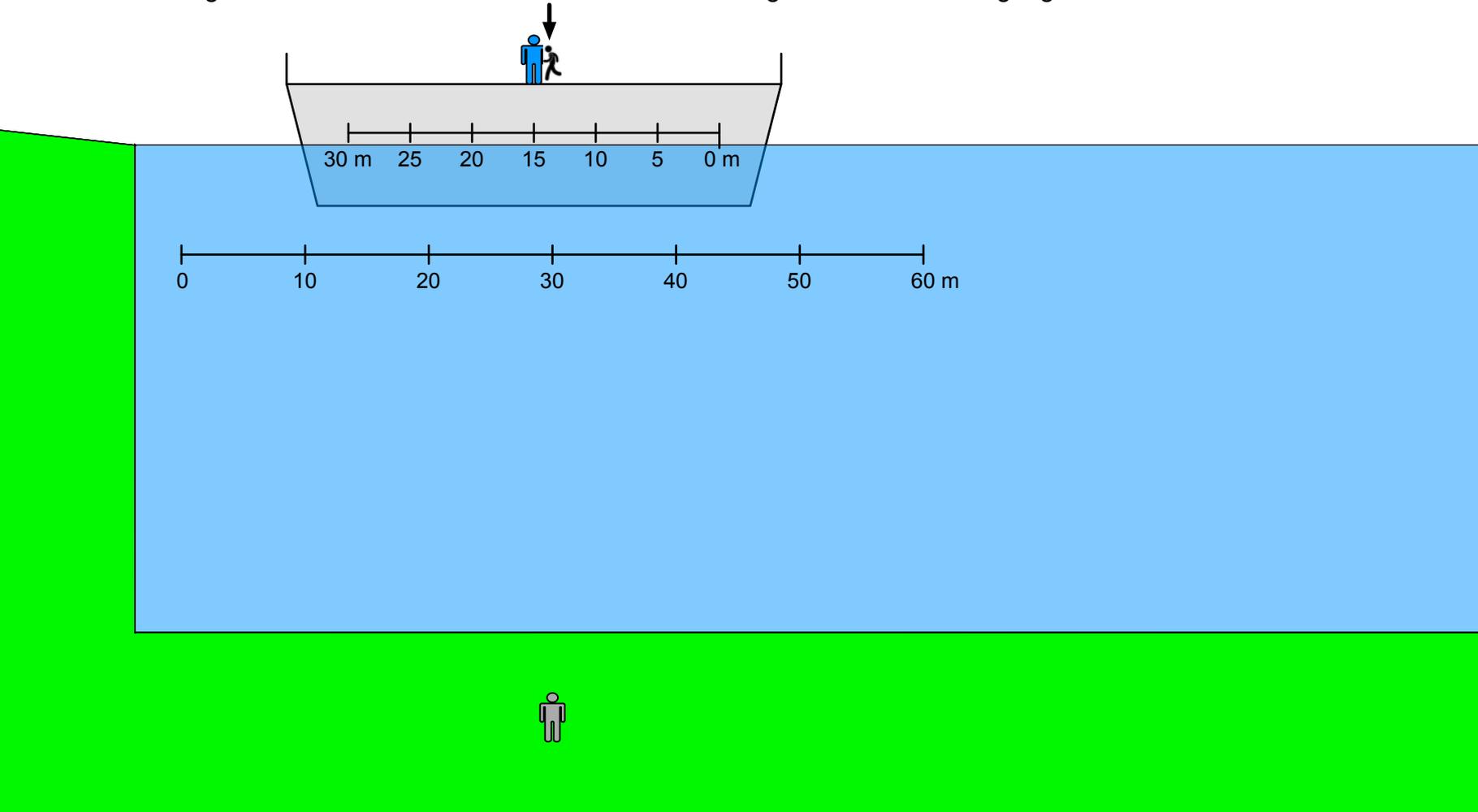


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
4.50 sec.

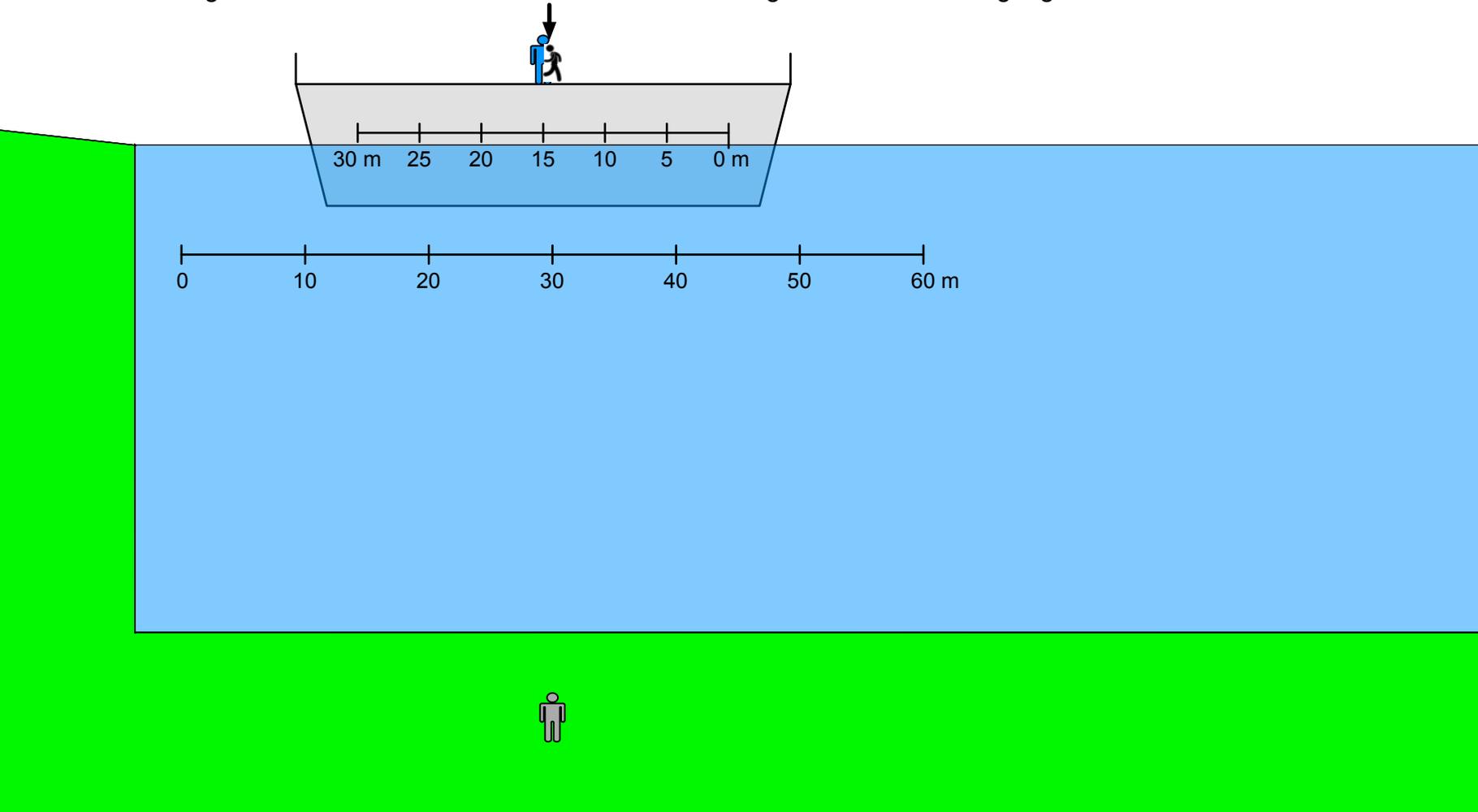


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
4.75 sec.

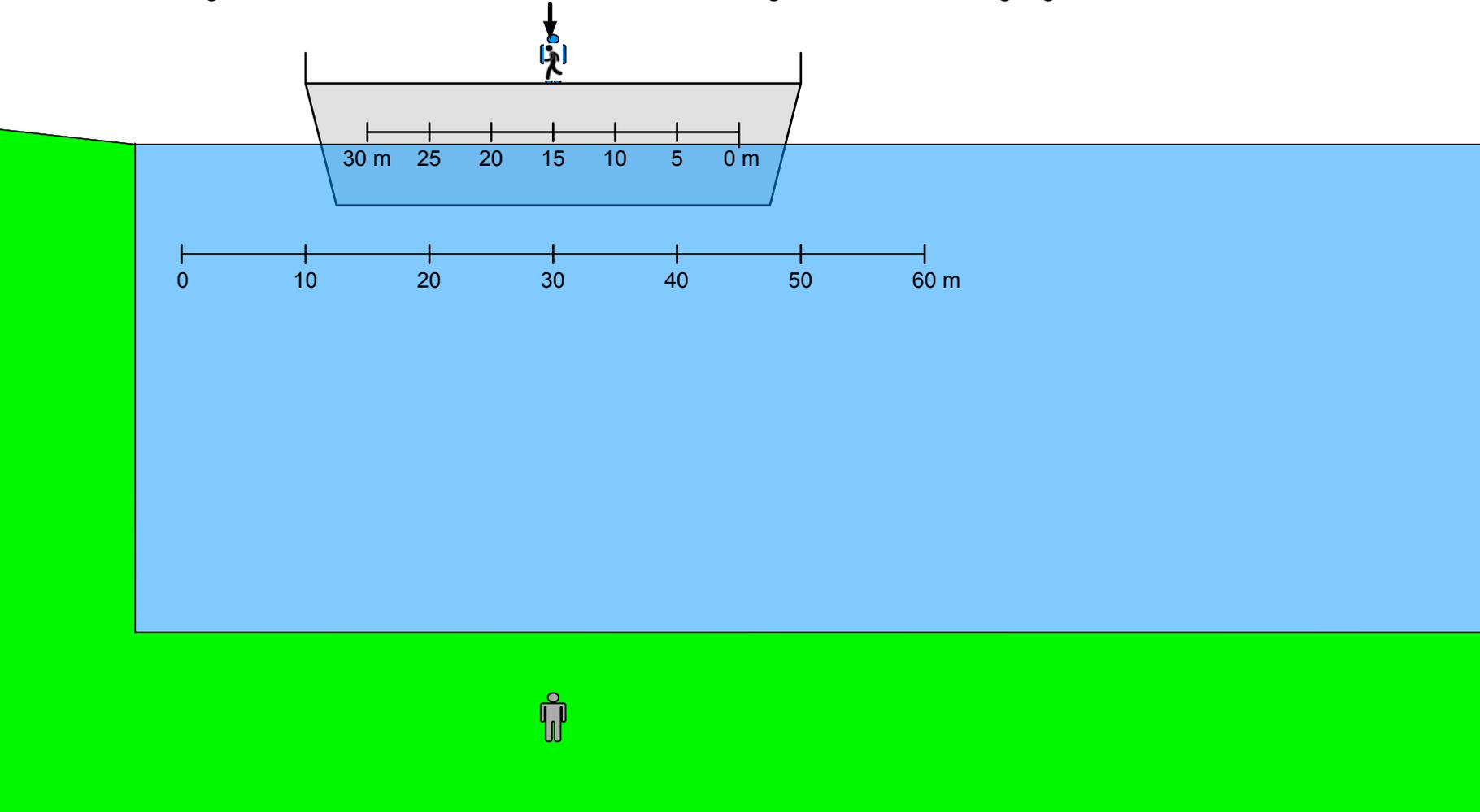


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
5.00 sec.

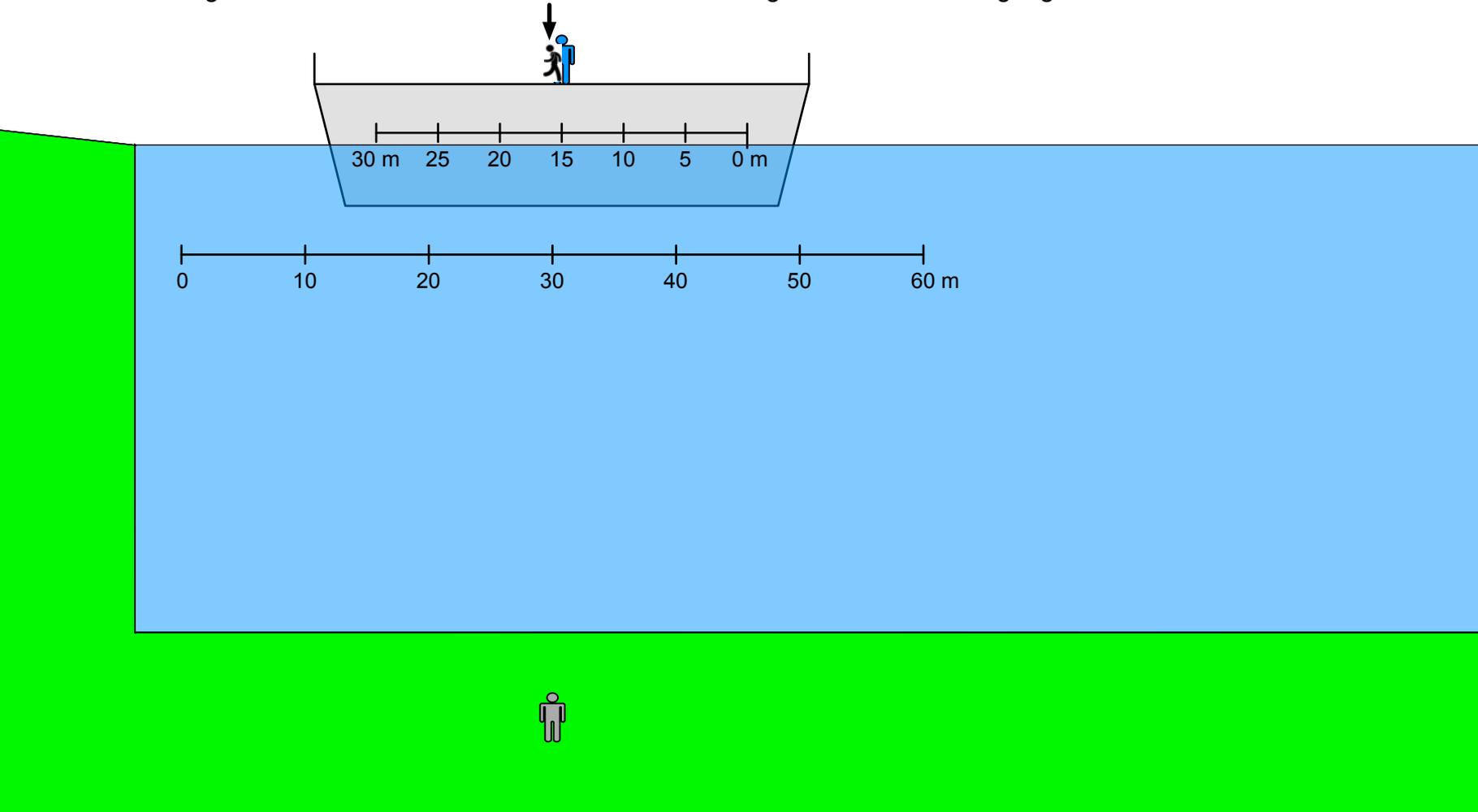


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
5.25 sec.

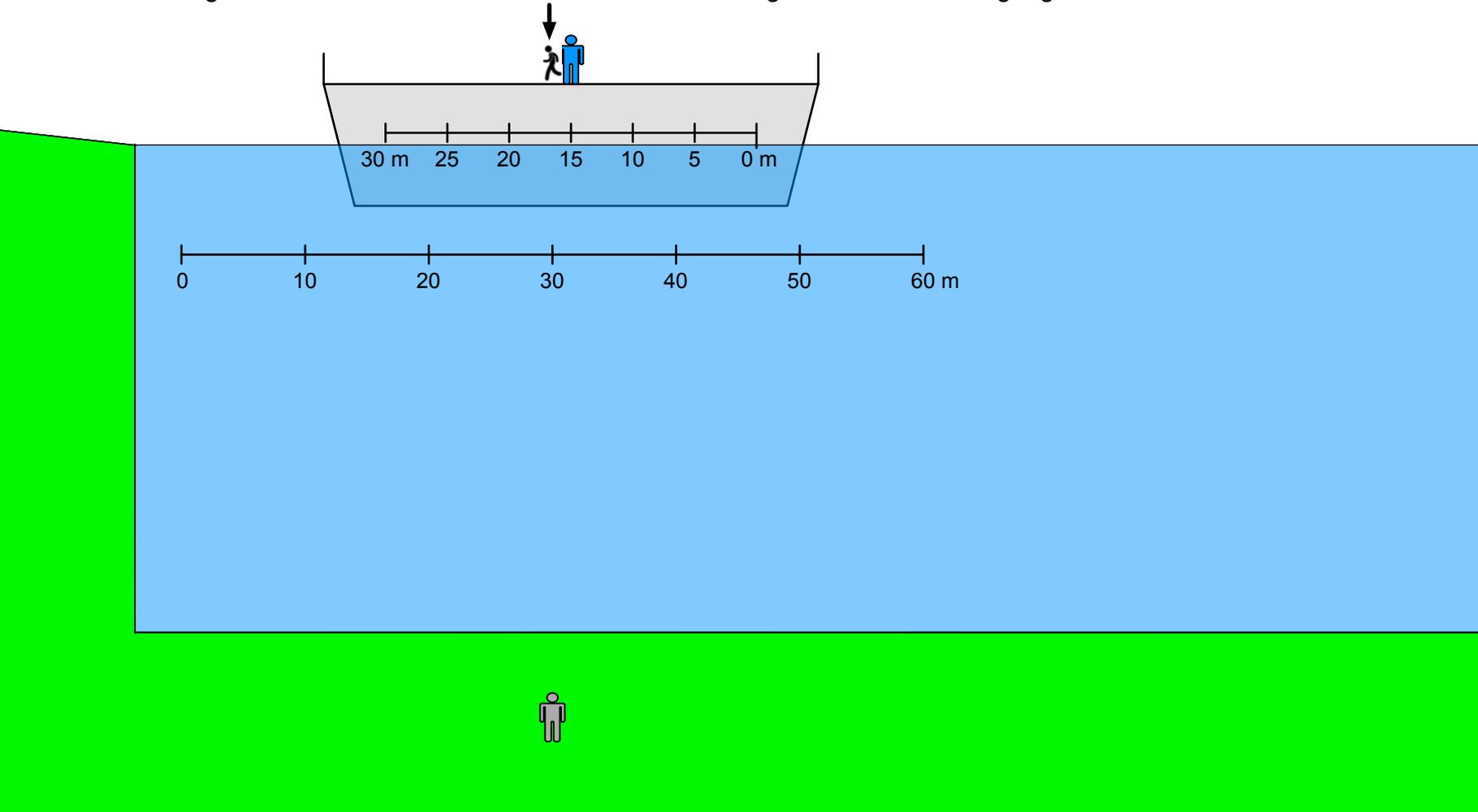


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
5.50 sec.

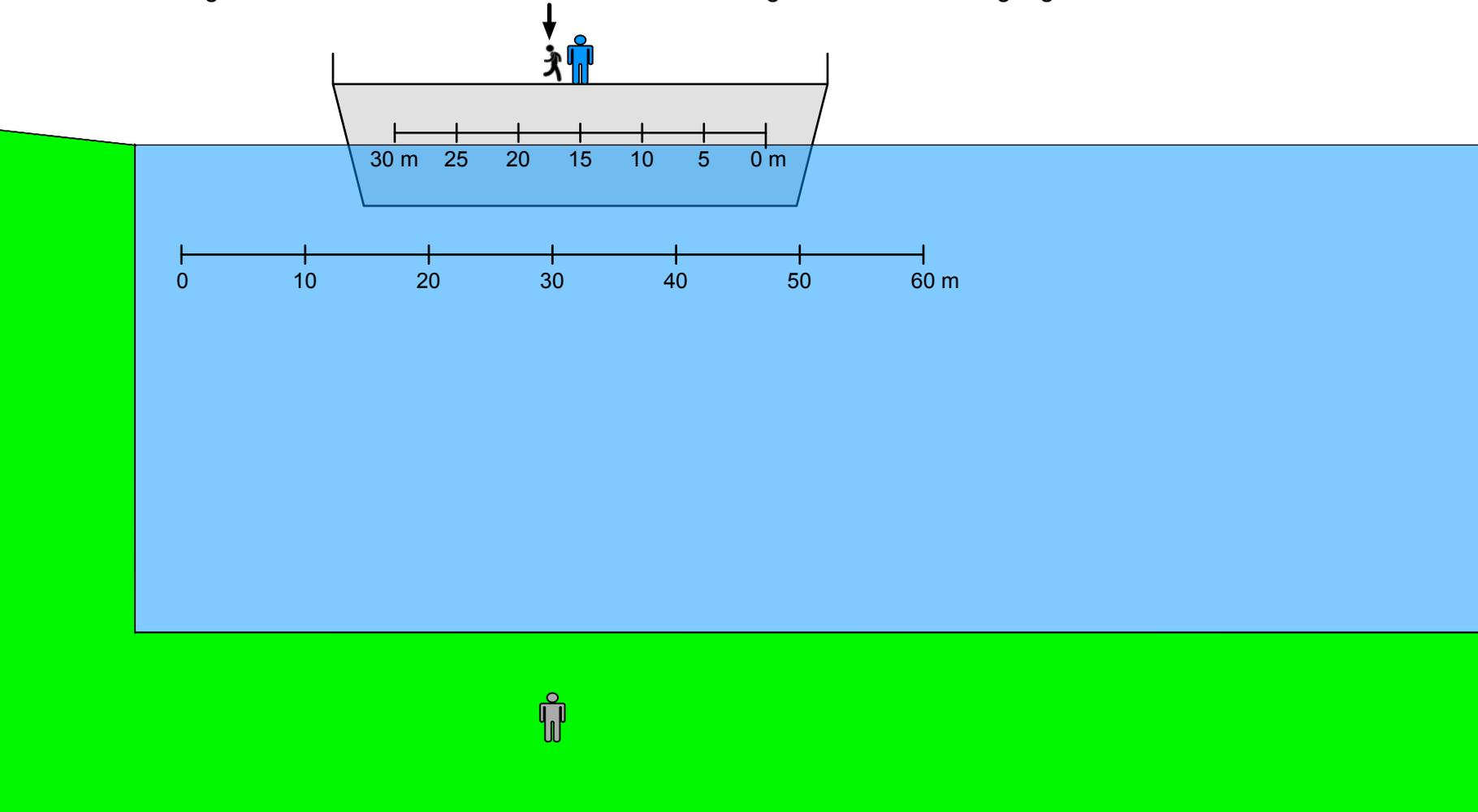


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
5.75 sec.

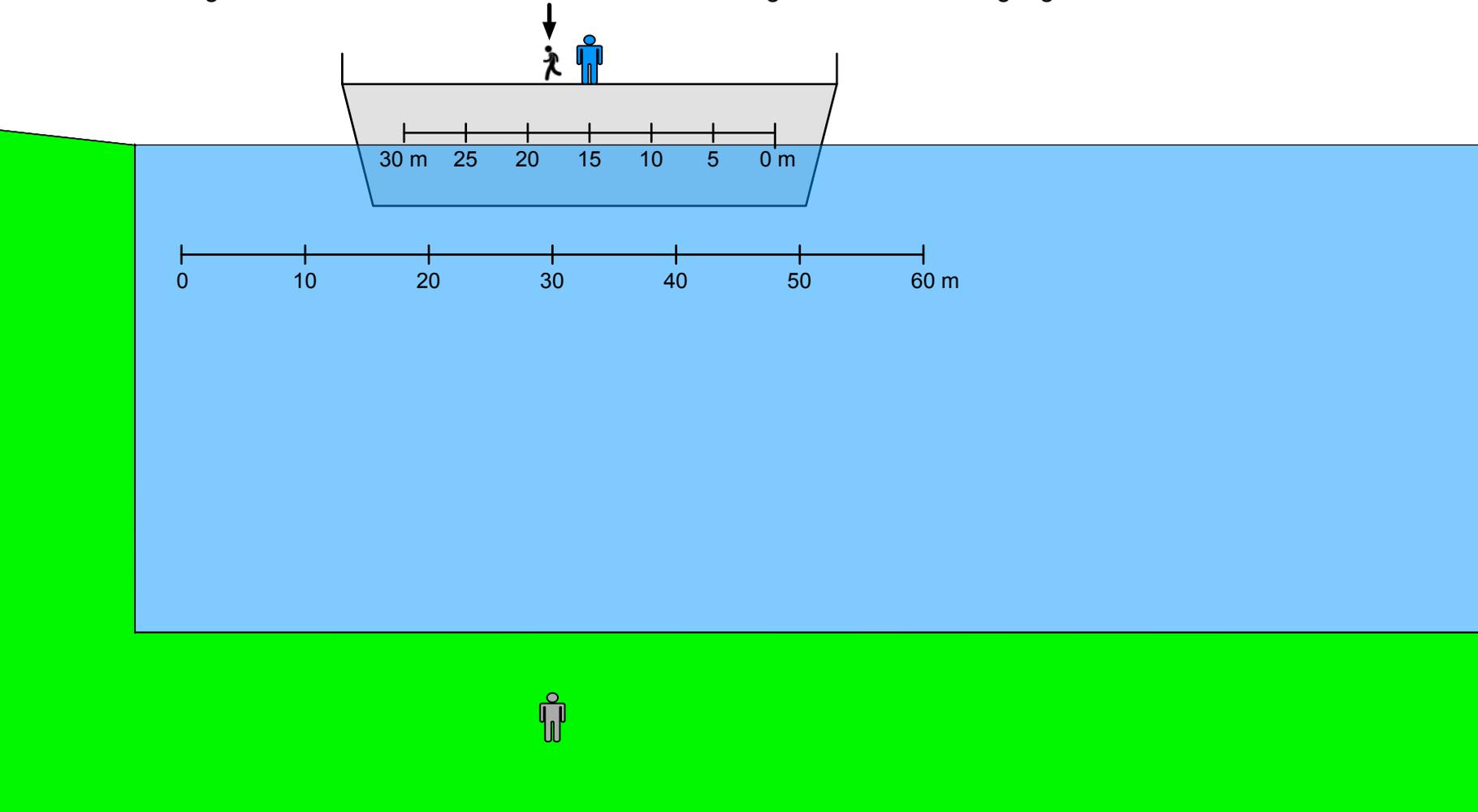


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
6.00 sec.

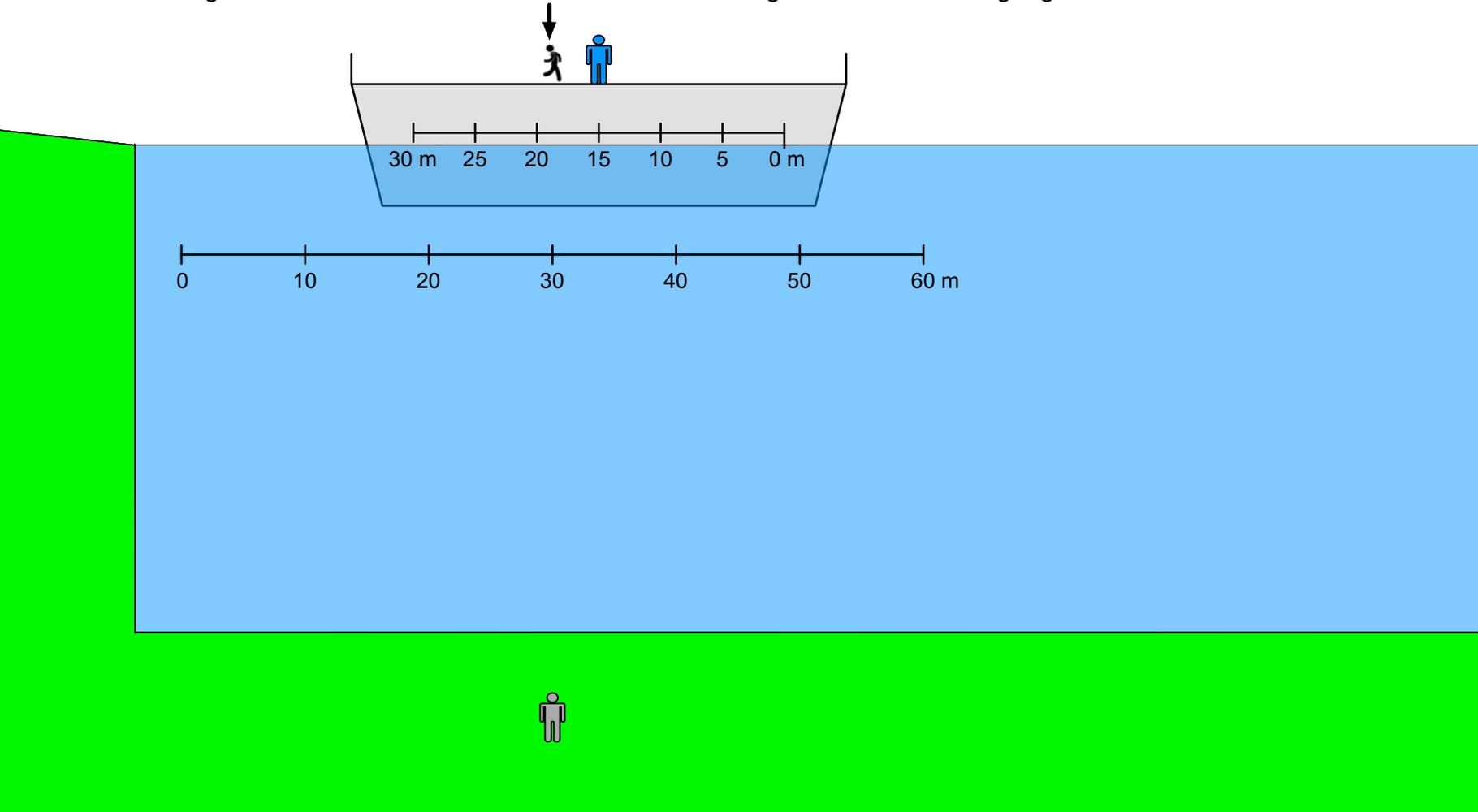


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
6.25 sec.

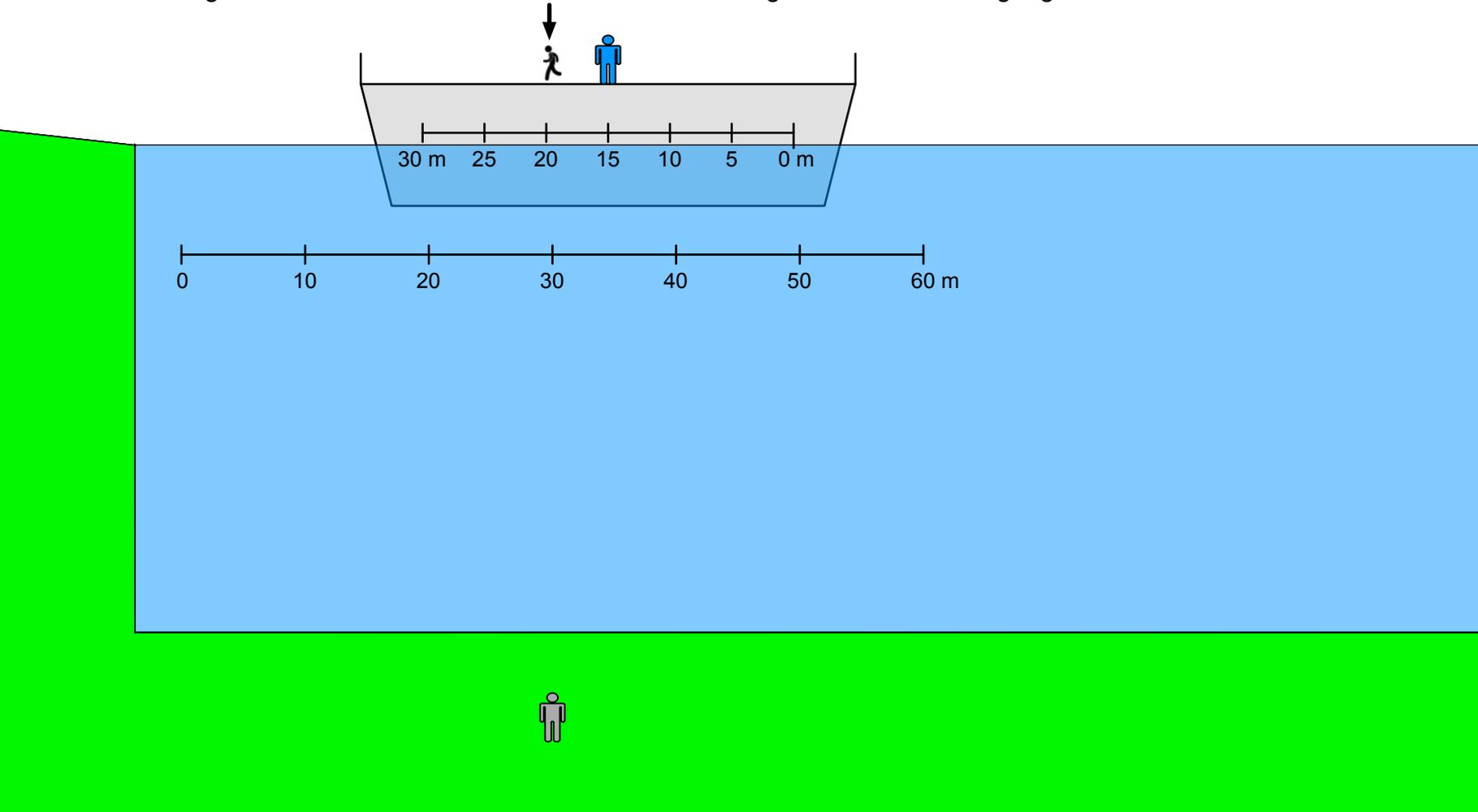


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
6.50 sec.

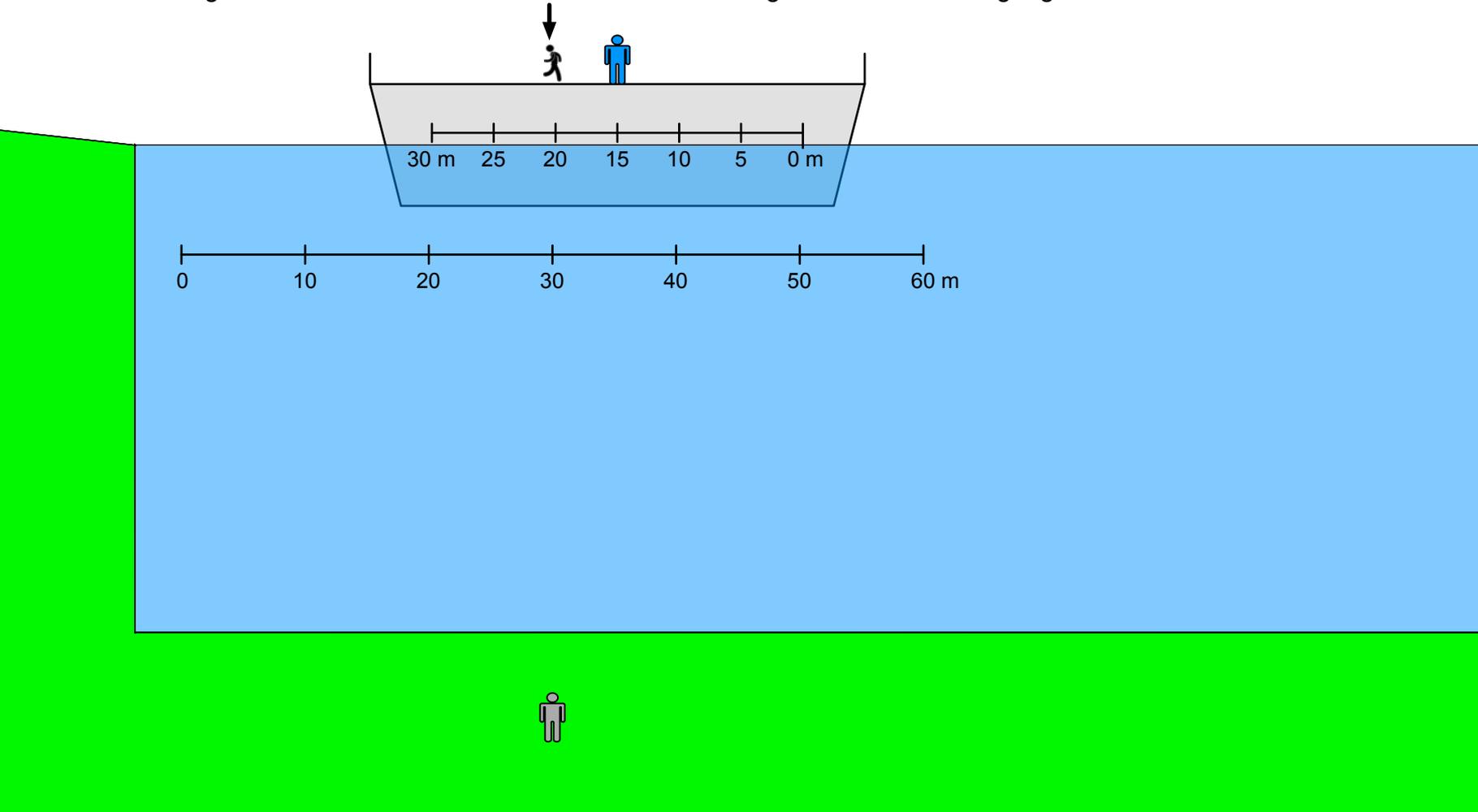


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
6.75 sec.

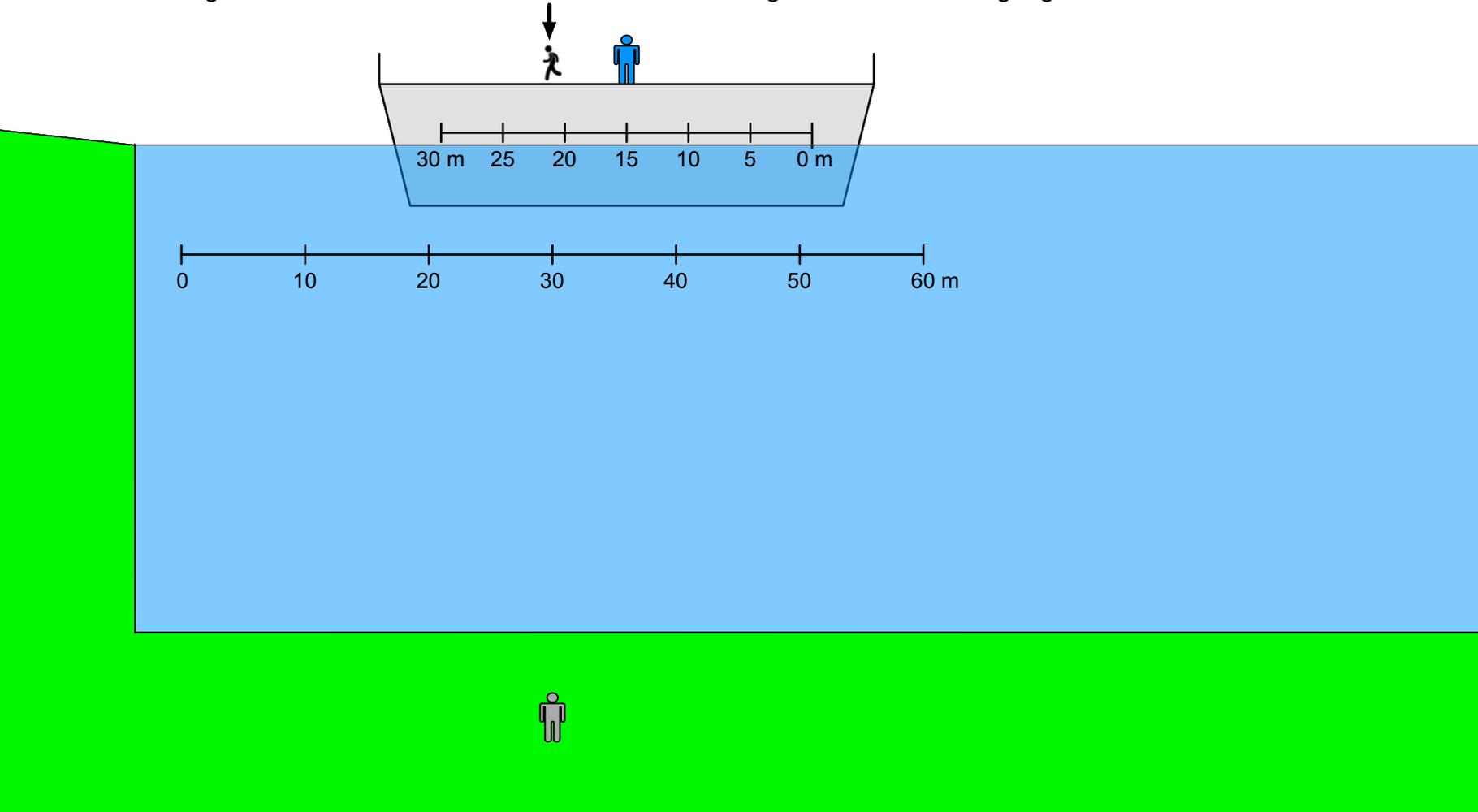


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
7.00 sec.

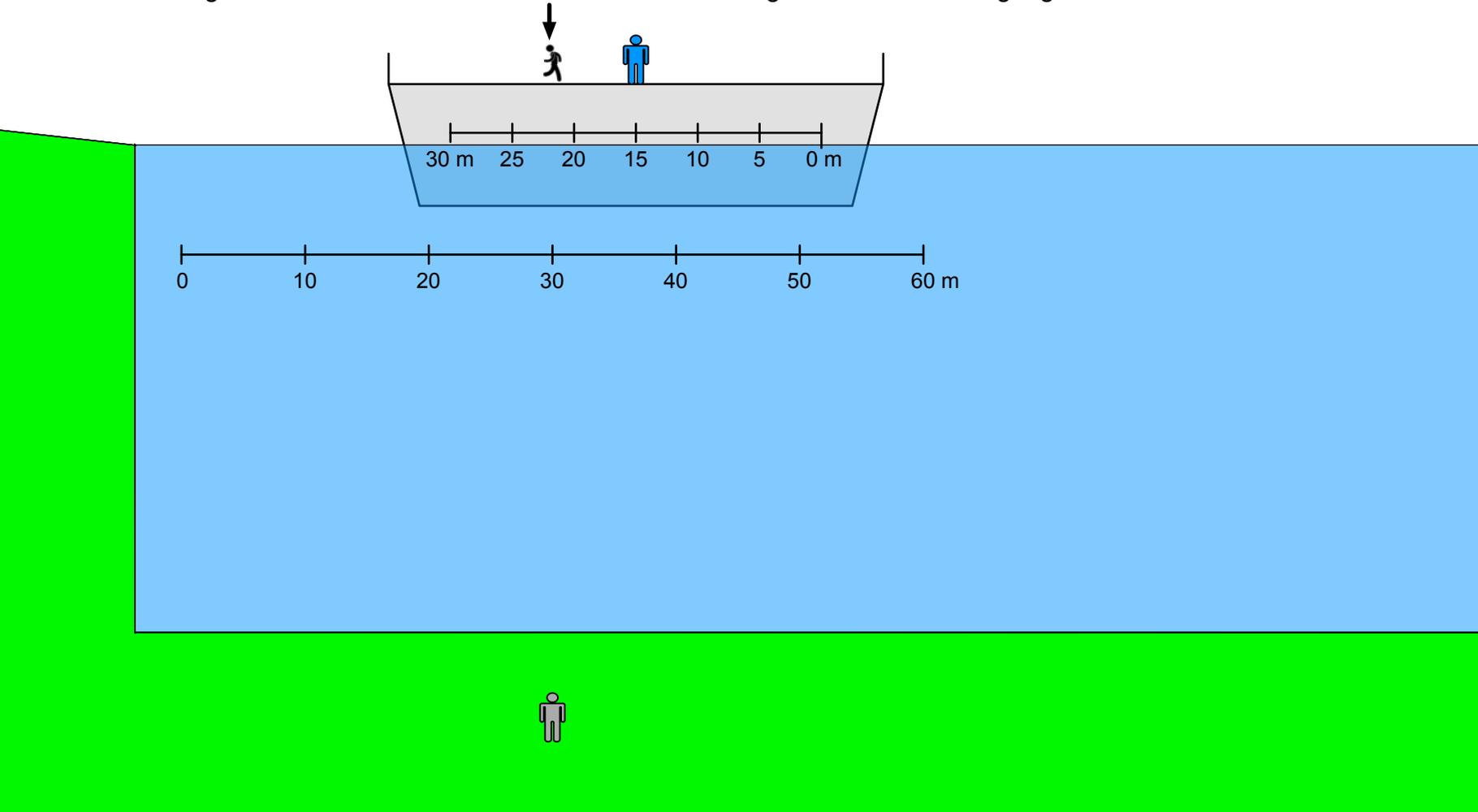


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
7.25 sec.

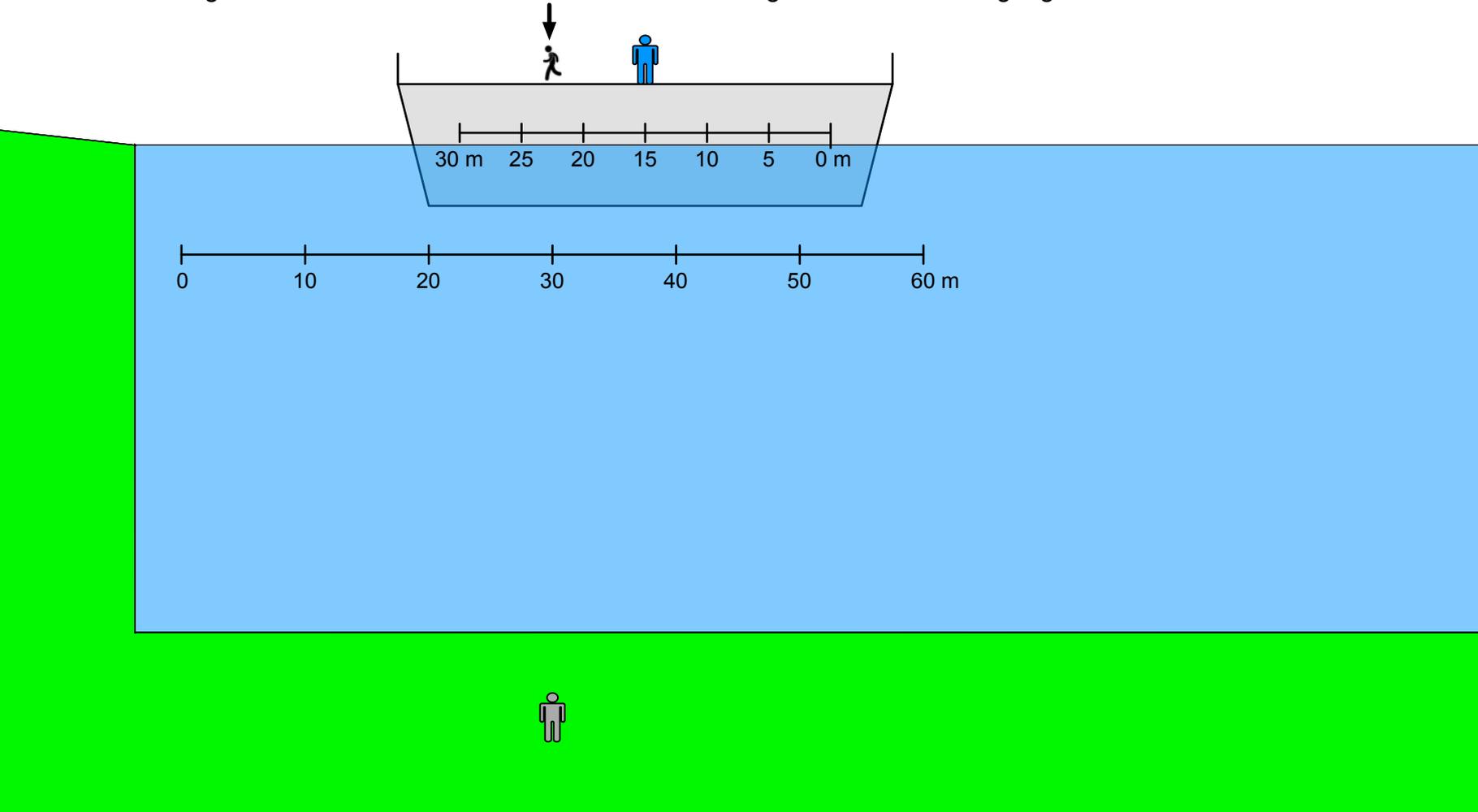


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
7.50 sec.

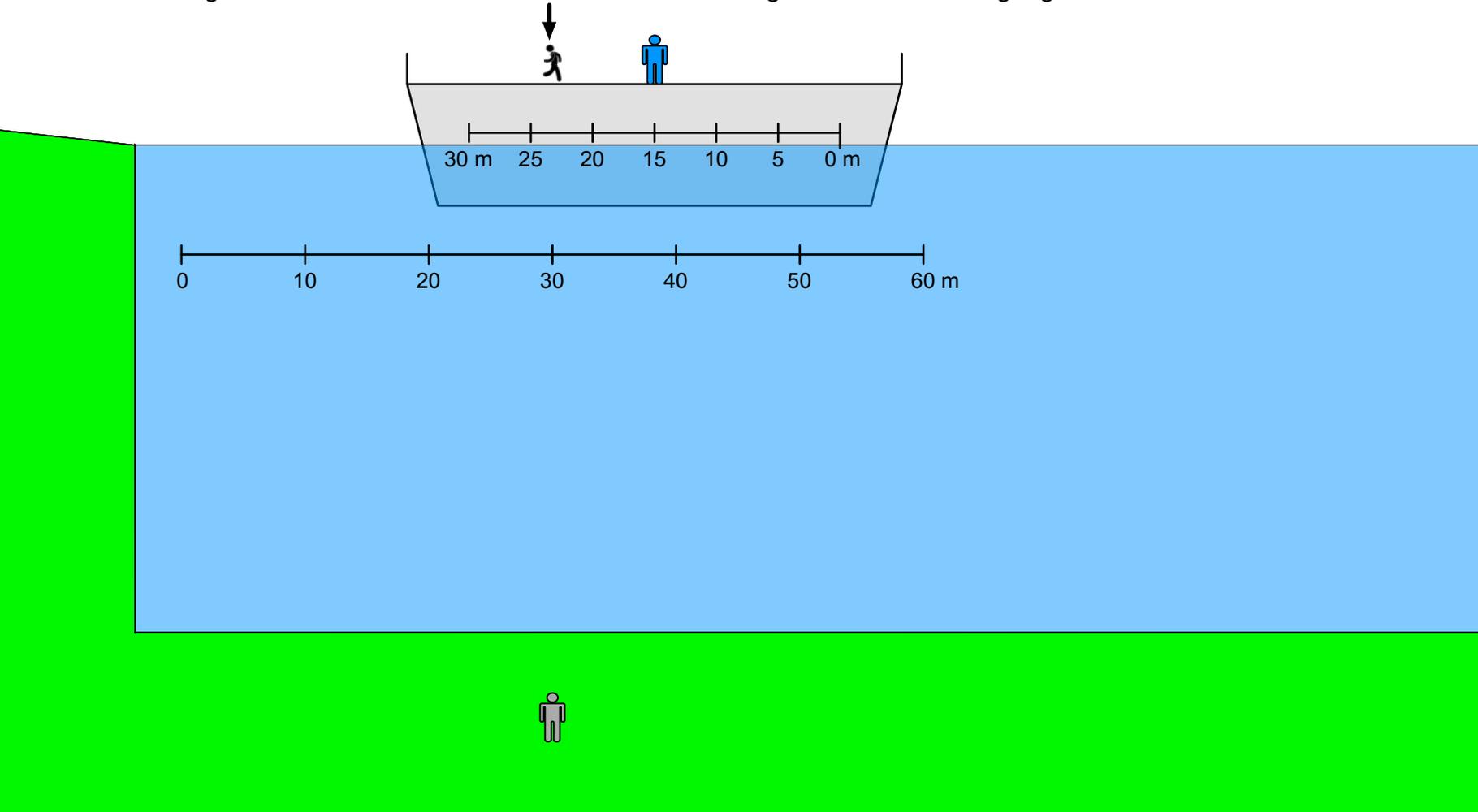


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
7.75 sec.

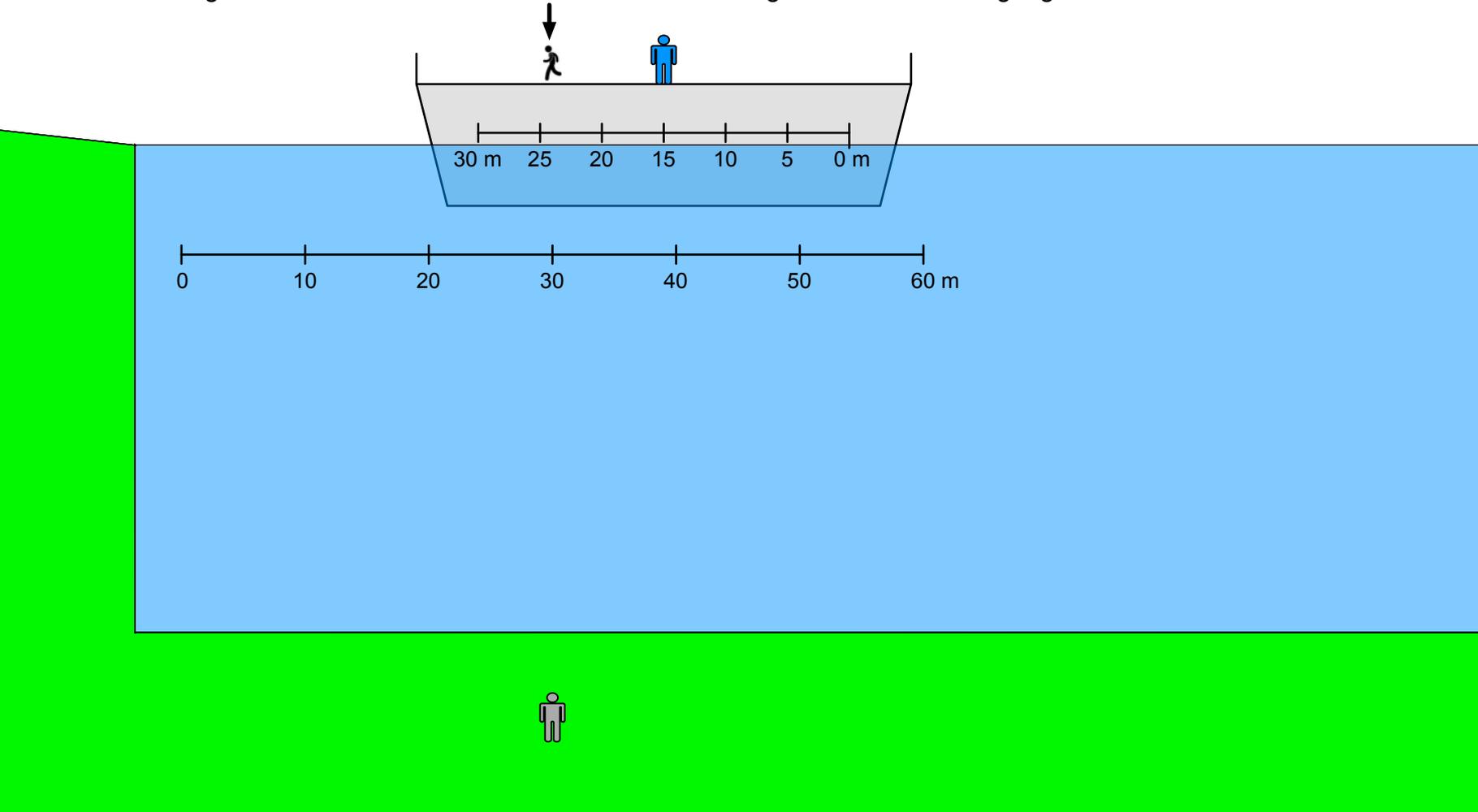


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
8.00 sec.

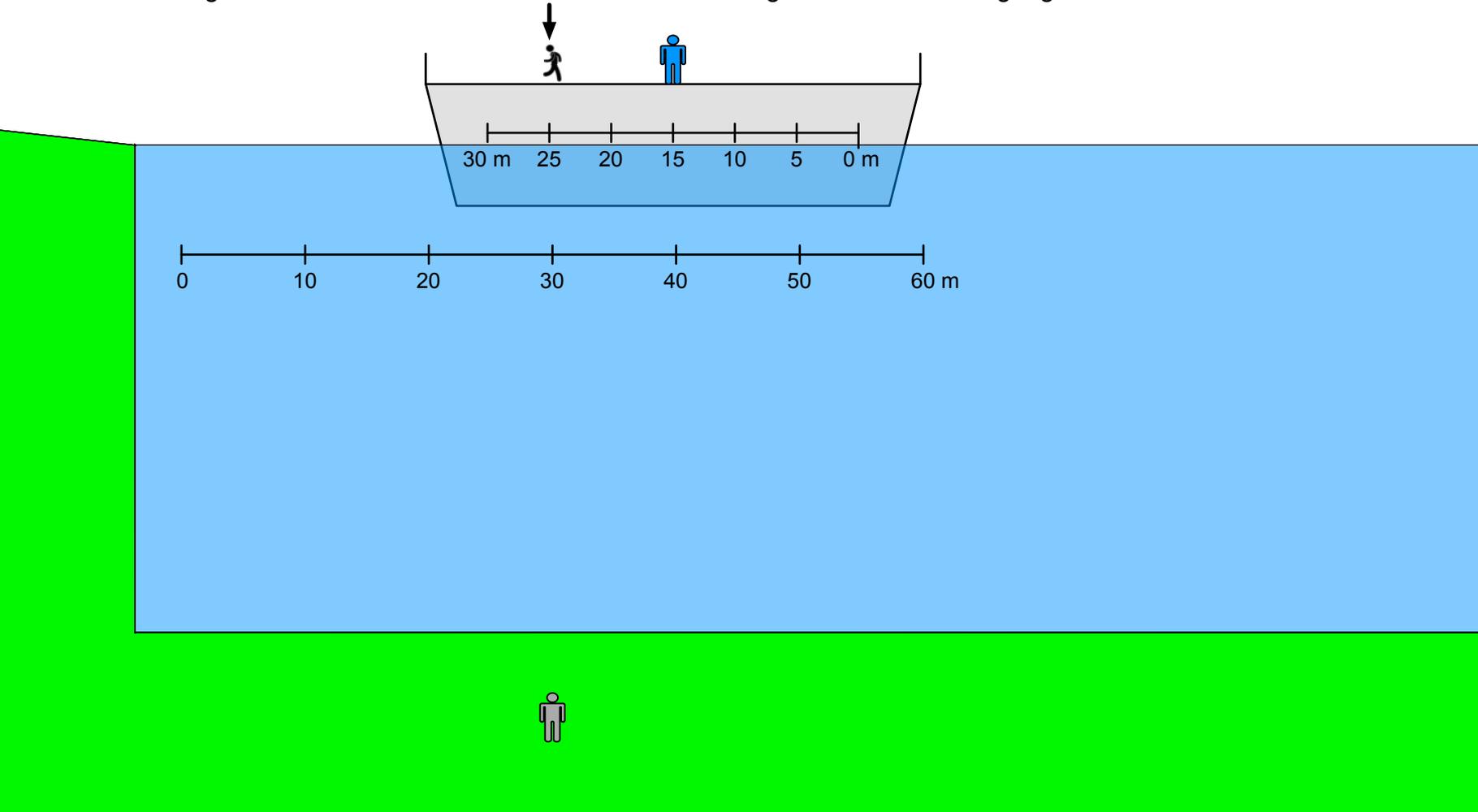


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
8.25 sec.

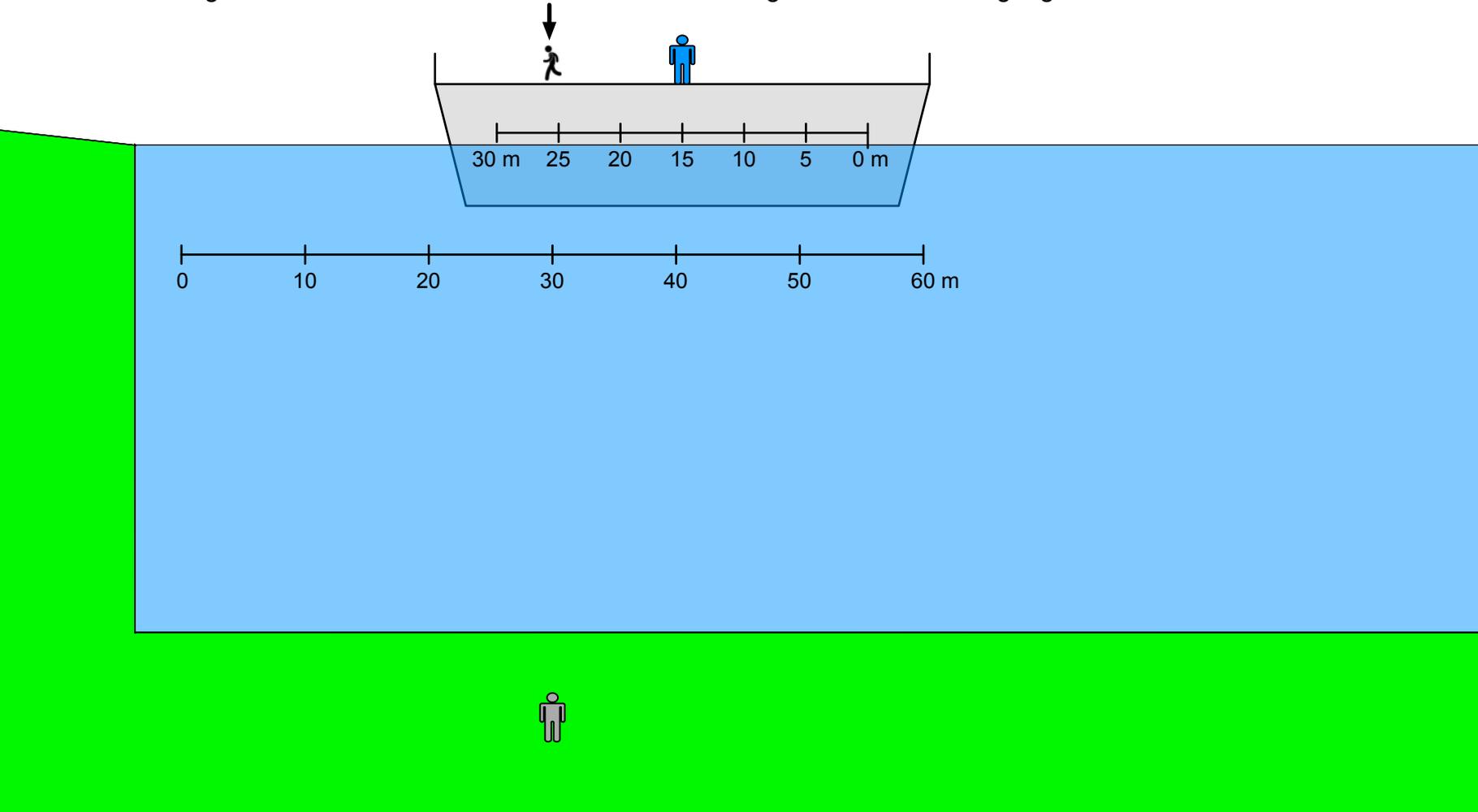


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
8.50 sec.

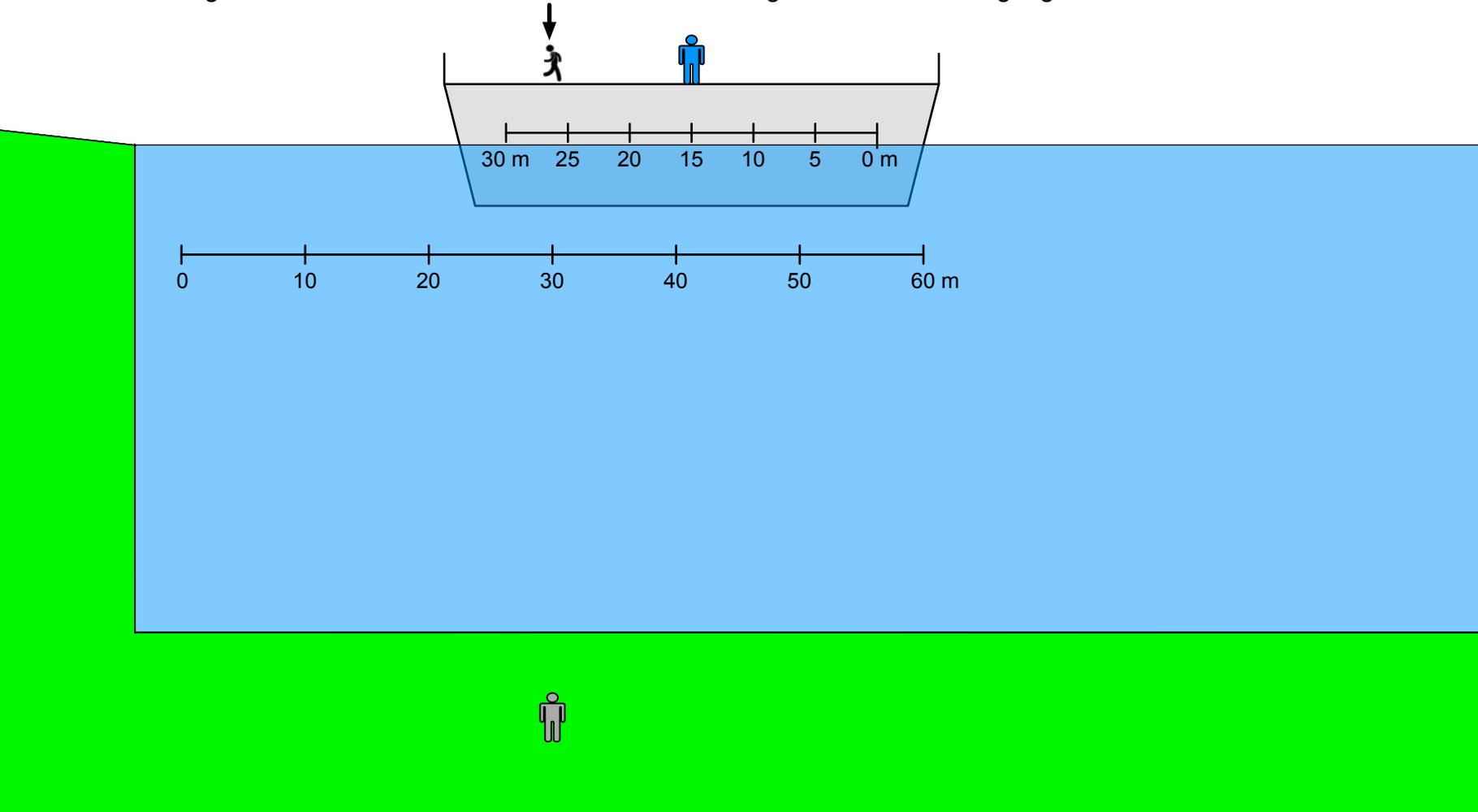


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
8.75 sec.

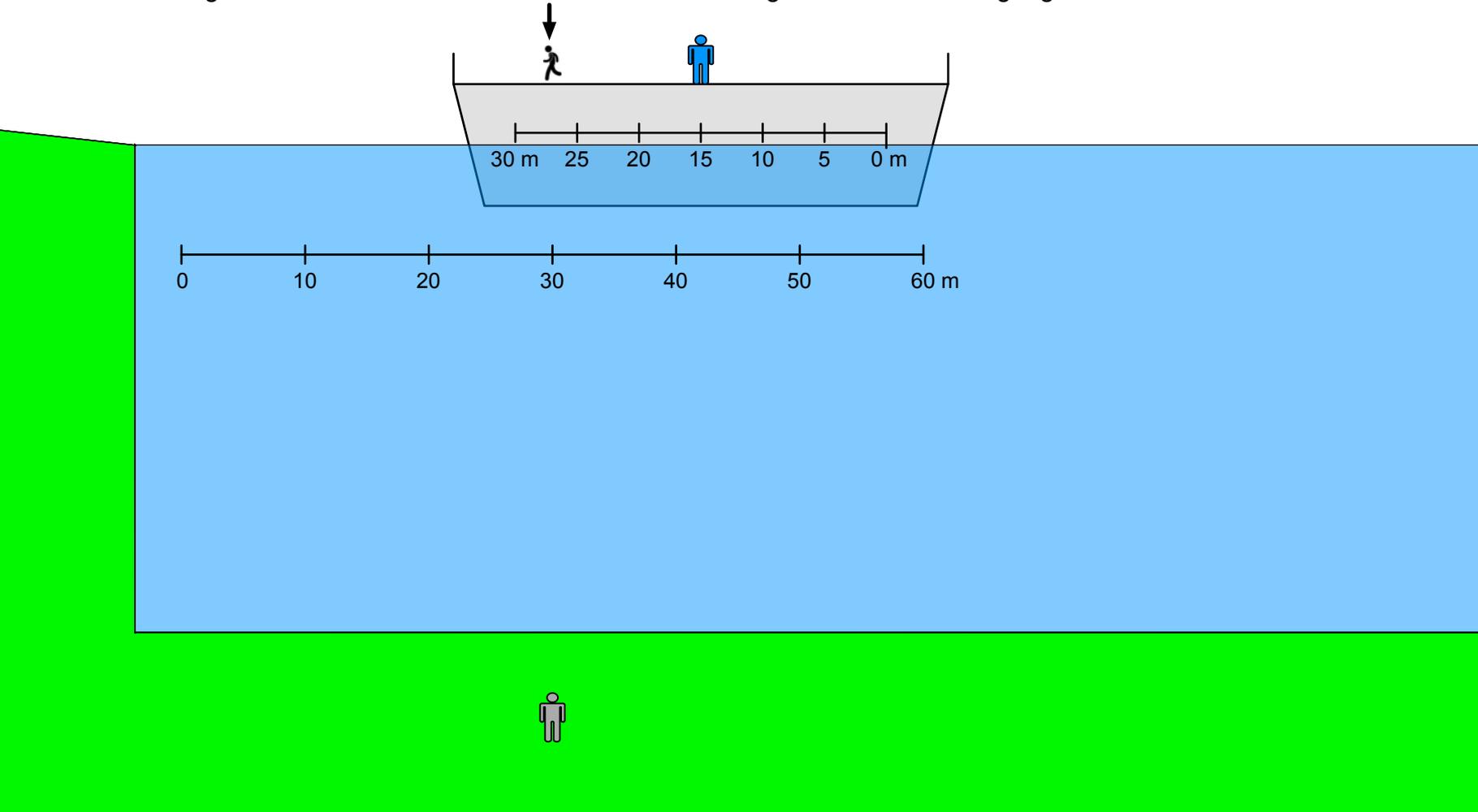


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
9.00 sec.

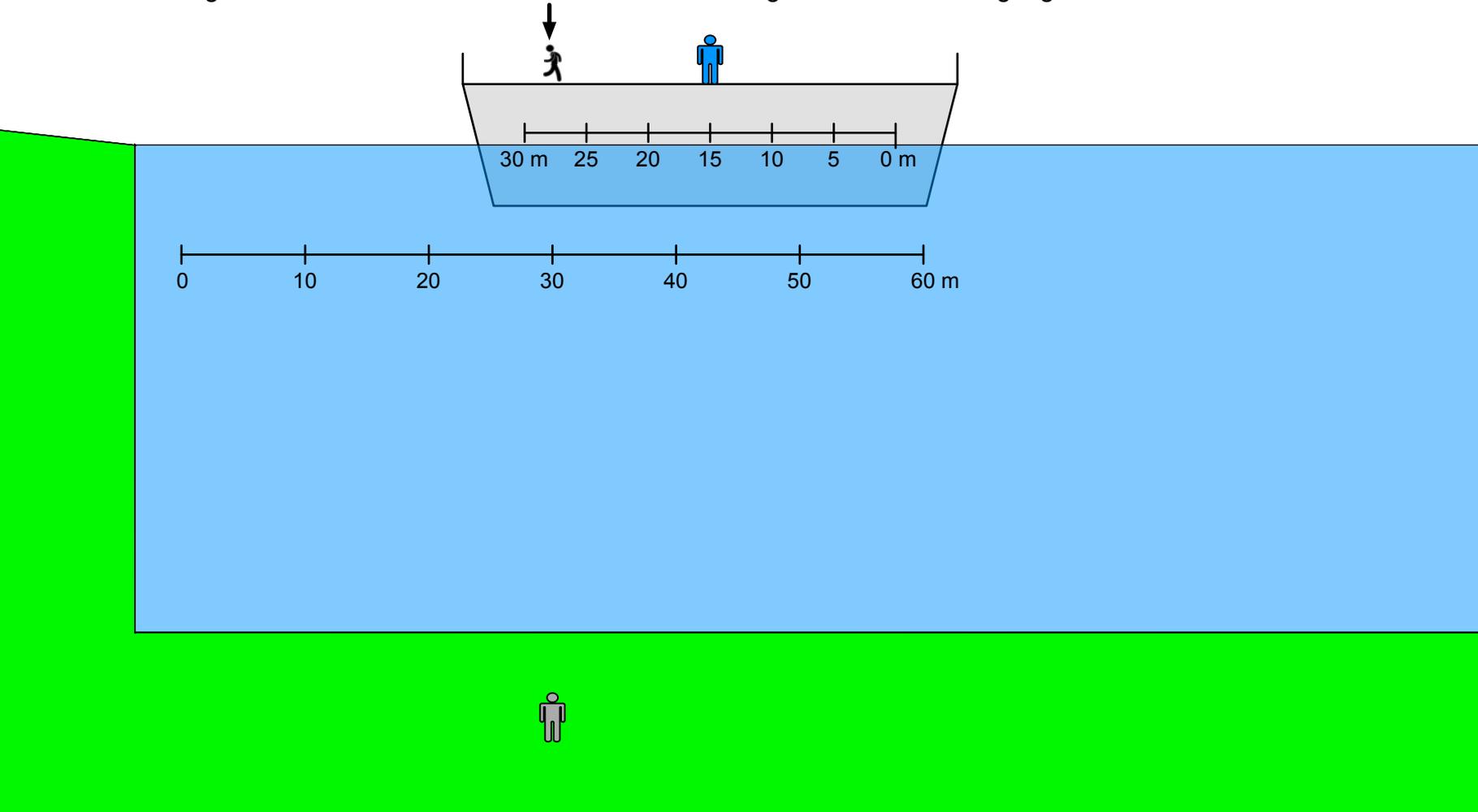


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
9.25 sec.

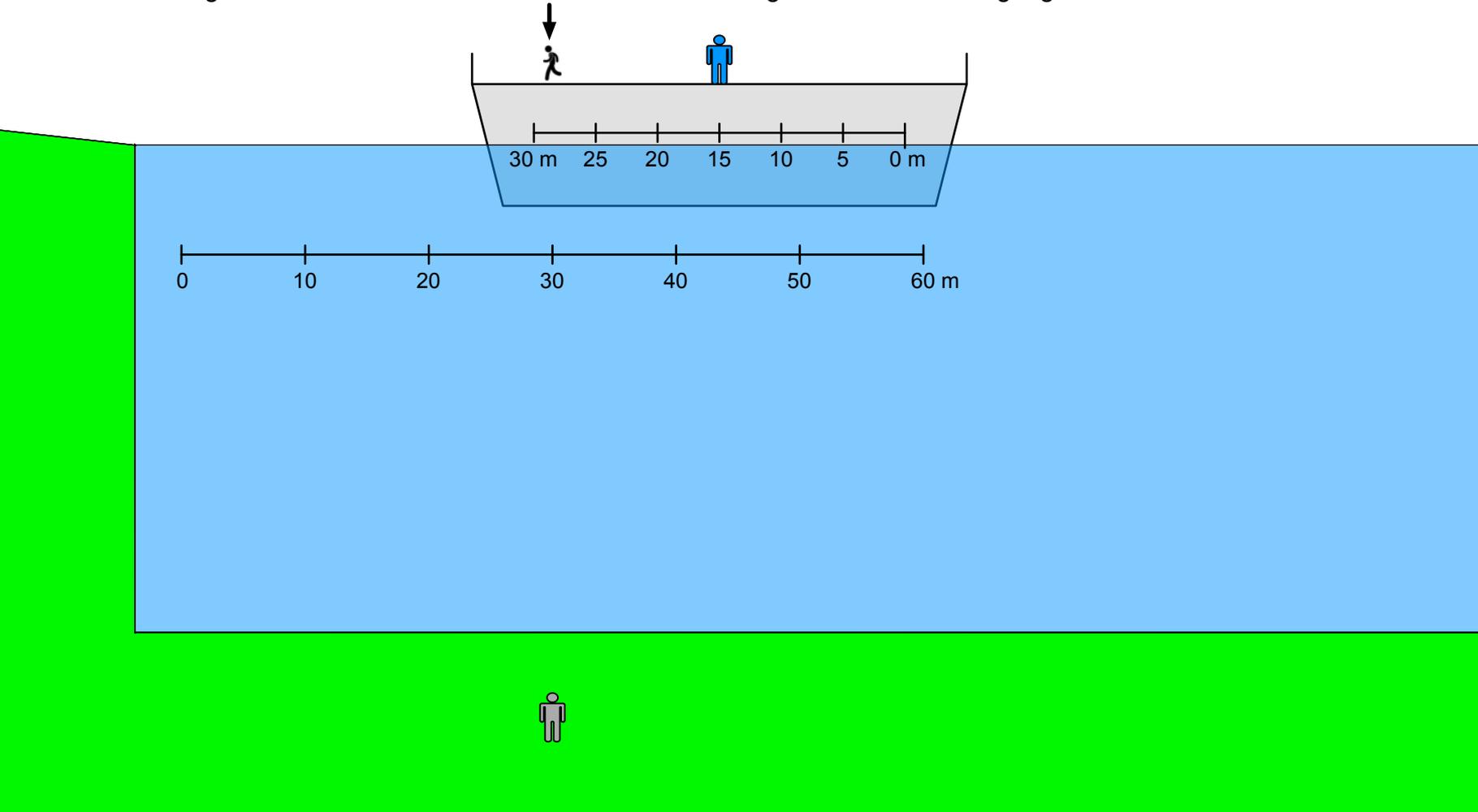


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
9.50 sec.

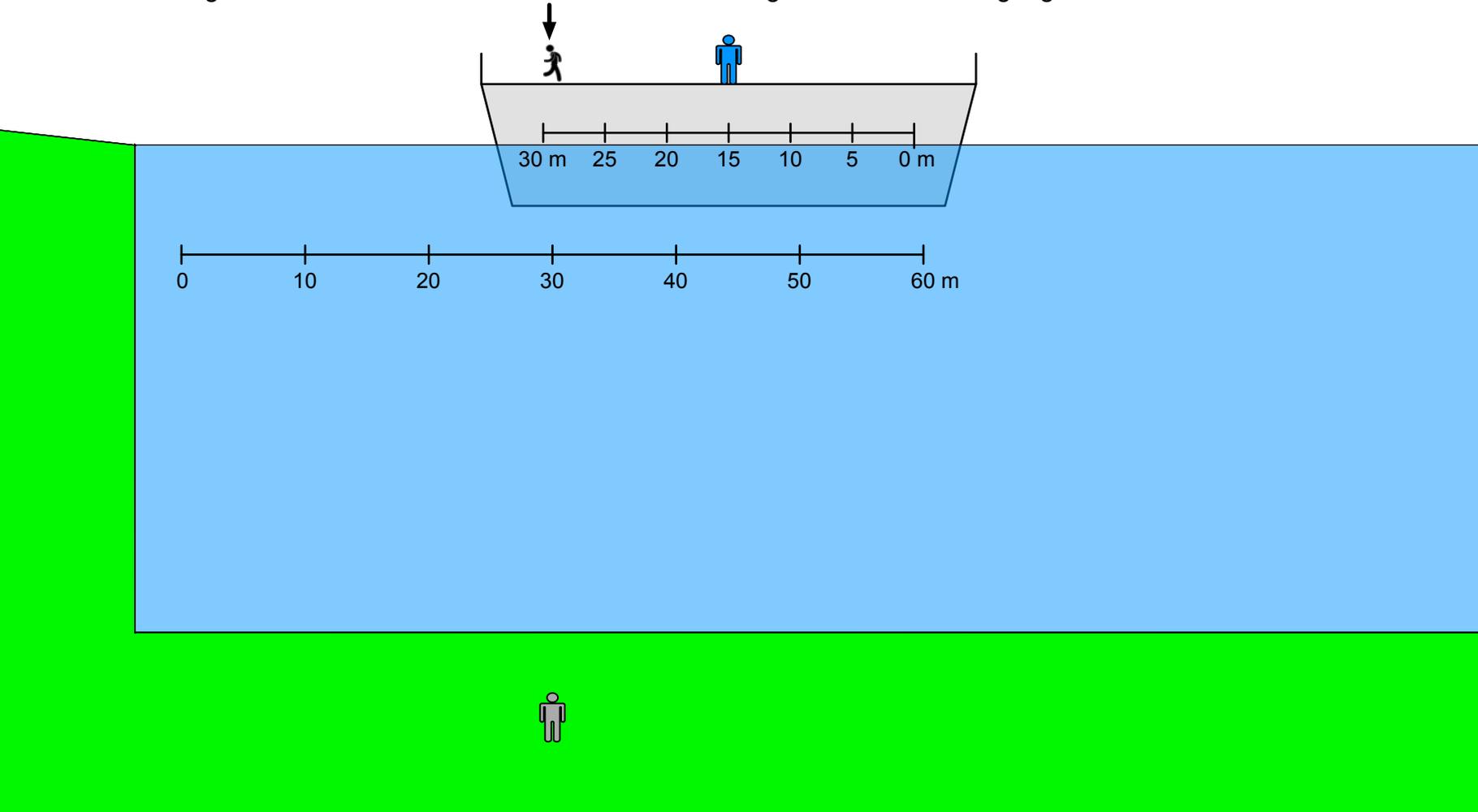


Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS) Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
9.75 sec.



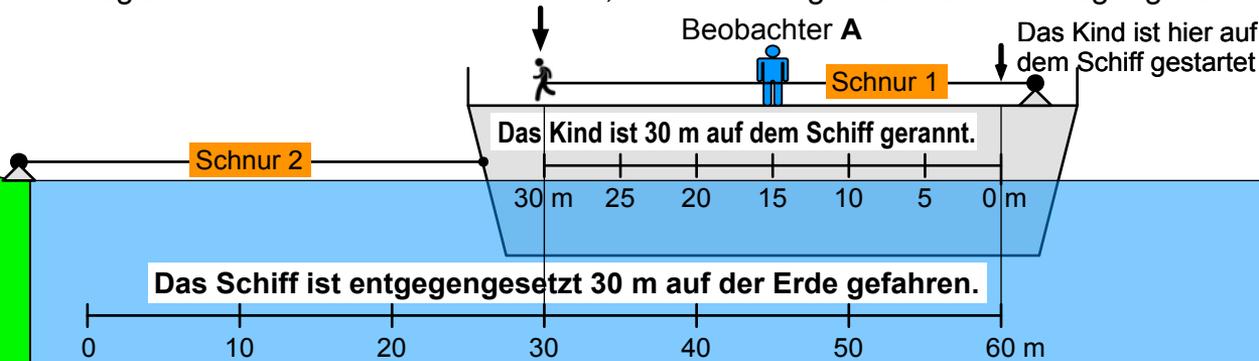
Das physikalische Modell des bewegten Bezugssystems (BBS)

Autor: J. Schwander - 2020

Experiment: Ein Kind rennt auf einem Schiff gegen die Fahrtrichtung; beide bewegen sich mit 3 m/sec.

A an Bord registriert eine Laufstrecke von 30 m, **B** an Land registriert **keine** Bewegung dieses Kindes.

nach
10.0 sec.



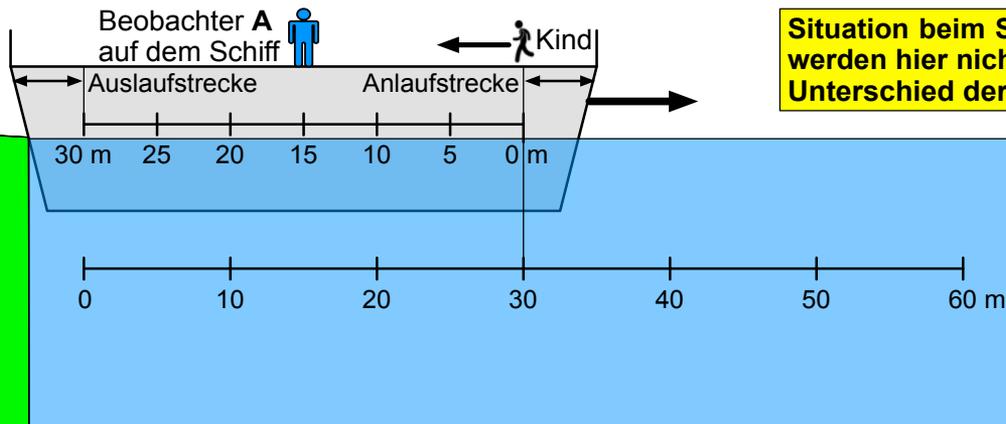
Die Positions-Änderung des Kindes im Raum der Erde beträgt $30\text{ m} - 30\text{ m} = 0\text{ m}$.

A registriert eine Bewegung des Kindes von 30 m, B nimmt wahr, dass es (scheinbar) in Ruhe ist.
Die Bewegung des Kindes ist etwas ganz anderes als die Resultierende von zwei Bewegungen.
auf dem Schiff auf der Erde

Das Kind rennt ohne jeden Zweifel 30 m auf dem fahrenden Schiff, das ein autonomer Teil der Erde ist. Dort wird die Positions-Änderung des Kindes vom Schiff kompensiert, das in der Gegenrichtung fährt.

Beobachter B
auf dem Land

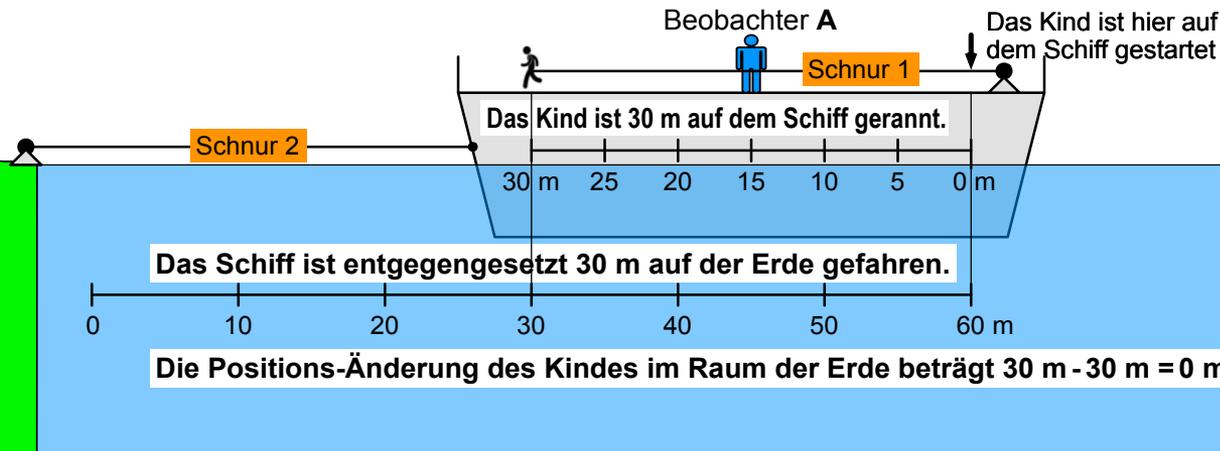
Die beiden Schnüre beweisen eindeutig, dass auch hier **zwei** Bewegungen in **zwei** unterschiedlichen Räumen erfolgt sind. Beobachter **A** auf dem Schiff registriert eine Strecke des Kindes von 30 m, da er sich am Raum orientiert, wo das Kind ist. Beobachter **B** an Land registriert in seinem BBS, dass sich das Kind, das auf dem Schiff rennt, scheinbar **nicht** bewegt. Dies beruht auf einer irreführenden Wahrnehmung, denn das Hirn registriert bei zwei Bewegungen deren **Resultierende**. **Bewegt sich erst das Kind, dann der Kahn, rennt es im absurden BBS von B 2 x 30 m, erst nach links, dann nach rechts.**



Start
0 sec.

Beobachter B
auf dem Land

Die beiden Darstellungen beweisen: Das Kind ist 30 m auf dem Schiff gerannt, das 30 m im Wasser gefahren ist.



nach
10.0 sec.

Beobachter B
auf dem Land

Drei unterschiedliche **Wahrnehmungen** von Beobachter B in seinem BSS, wenn das Schiff 30 m in Richtung rechts fährt:

- Das Kind rennt 30 m, B ist in Ruhe: Er registriert keine Bewegung des Kindes, das auf dem Schiff in Richtung links rennt.
- Das Kind rennt 30 m, B bewegt sich 30 m nach rechts: Er registriert eine Strecke des Kindes von 30 m, da er sich bewegt.
- Das Kind ist in Ruhe, ebenso B: Er registriert eine Strecke des *ruhenden* Kindes von 30 m, weil sich das Schiff bewegt.

Die registrierte Strecke entspricht der Distanz Objekt-Beobachter bezüglich einer gemeinsamen Achse (**Relativitätsprinzip**).
Das BBS-Konzept beschreibt die irreführende Wahrnehmung des Beobachters, nicht die Bewegung eines Objekts.

Hier ist das Ende dieser Animation

4) Die Gründe, die zur Entstehung der Relativitätstheorie geführt haben

Hier geht es u. a. um die Frage, nach welchen Grundsätzen man in der Wissenschaft arbeiten soll. Im Verlaufe des 20. Jh. fand in der Wissenschaft eine zunehmende Spezialisierung statt. Diese geht leider zu Lasten des Überblicks. Die Trennung in Natur- und Geisteswissenschaften hat dazu geführt, dass man bei letzterer die grundlegenden Mechanismen in der Natur kaum kennt und bei ersterer die generellen Grundsätze der Wissenschaft viel zu wenig beachtet. Die **Wissenschaftstheorie** behandelt die Voraussetzungen, Methoden und Ziele der Wissenschaft und deren Form der Erkenntnisgewinnung. Diese erfolgt in den Naturwissenschaften meistens durch reproduzierbare Experimente. Ein primäres Prinzip dabei ist, dass die Resultate nicht von den Beobachtern abhängen dürfen. Dieser Grundsatz wird beim BBS-Konzept völlig missachtet! Wenn ein und derselbe Vorgang beobachtet wird und mehrere Beobachter zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen kommen, dann sind die Unterschiede durch erstere bedingt und nicht durch das beobachtete Objekt. Entsprechende Experimente und Theorien sind nicht aussagekräftig.

Die Relativitätstheorie ist im Wesentlichen entstanden, weil man sich auf das realitätswidrige BBS-Konzept stützt (s. u.). Warum hält man an diesem Modell fest? In der Physik verlässt man sich primär auf Theorien, Messungen und die Mathematik. Die Messungen sind zwar korrekt; aber man weiss nicht, was man misst. Auch die Berechnungen bei 1.2 mit Geschwindigkeit v und Zeit t sind korrekt; $\text{Strecke} = (v\text{-Kind} \times t) + (v\text{-KS} \times t) = 90 \text{ m}$ ($\text{KS} = \text{Koordinatensystem}$). Das Resultat stimmt, es ist aber die Summe von zwei Bewegungen und *nicht* die Strecke des Kindes. Bei 1.3 wird in der Formel 'plus' durch 'minus' ersetzt, weil die Bewegungen entgegengesetzt sind; das Resultat ist 0 m, also glaubt man, das Kind sei in Ruhe, obwohl es 30 m rennt. Die Animation zeigt (beachte die Schnüre), dass zwei Bewegungen erfolgen, nicht ein Ruhezustand. **Experimente muss man mit Ursache-Wirkungs-Mechanismen erklären, die man mit der Mathematik quantifizieren kann; diese allein sagt nichts aus.**

Im BBS-Modell bewegt sich ein Objekt *gleichzeitig* unterschiedlich, was unmöglich ist. Man glaubt z. B., ein Objekt in einem *geraden* Glasrohr falle *bogenförmig*, wenn sich der Beobachter horizontal bewegt! Dies widerspricht einer rationalen Logik, die den Theorien und Berechnungen untergeordnet wird. **Man ignoriert, dass man mit der Mathematik falsche Annahmen beweisen kann, da sie deren Richtigkeit nicht verifizieren kann.** Daher hat man 1'500 Jahre geglaubt, die Planeten bewegen sich um die Erde, weil die Berechnungen mit der Epizykel-Theorie korrekt sind (vgl. Seite 1). Aber man berechnet damit eine vom Hirn *wahrgenommene* Bewegung, nicht eine Planeten-Bahn. **Man hat überhaupt nicht begriffen, dass man die Natur nicht mit der Mathematik erklären kann.** Sie ist "nur" eine Hilfswissenschaft, mit der man Naturgesetze *quantifizieren* kann, aber man kann diese nicht mit der Mathematik *erklären*. Man hat auch nicht begriffen, dass Messgeräte sowie Filme und Fotos nicht per se aussagekräftig sind; denn diese machen an sich selber keine Aussage. Sie wird von Menschen gemacht, die sich irren können. Die Schleifenbahnen der Planeten um die Erde werden z. B. durch viele Fotos im Zeitraffer-Modus bestätigt; aber der Mensch *interpretiert* diese aufgrund der **Wahrnehmung** falsch!

Sie funktioniert derart, dass wir die Geschwindigkeit eines Strahls als konstant registrieren, aber nicht jene seiner Einzelteilchen. Die vom Hirn registrierte Länge eines Strahls ist unabhängig davon, ob er sich bewegt. Daher ändert sich die Länge des Strahls einer Taschenlampe in einem Zug von aussen gesehen nicht, wenn er sich in Fahrt setzt. Anschauliches Beispiel: Ein Feuerwehr-Fahrzeug spritzt Wasser auf einen LKW mit gleichbleibendem Abstand vor ihm. Der Wasserstrahl zwischen Wenderohr und LKW hat für Beobachter auf der Strasse eine konstante Länge, egal ob die Fahrzeuge in Bewegung oder in Ruhe sind. Daher nehmen wir die Geschwindigkeit der Strahl-Spitze als konstant wahr. Aber die Bewegung eines einzelnen Objekts registrieren wir anders, wenn sich der Raum bewegt, wrin sich dieses befindet. Dies zeigt die folgende **Animation 4**. Hier ist die Strecke der rollenden Kugel im Glasrohr (am Ziel) konstant, aber im Raum, wo es sich bewegt, **registrieren** wir eine Strecke der Kugel, die der variablen **Resultierenden** bzw. Summe der Strecken von Kugel und Rohr entspricht. Die Geschwindigkeit v der Kugel ist daher konstant, v der Resultierenden ist dagegen variabel.

Dieses Prinzip gilt sinngemäss für das Licht bzw. die unsichtbaren **Photonen** (vgl. Animation 5.2 ff.). Ihre Geschwindigkeit ist **konstant**, jene der **Resultierenden** von Photon und Lichtquelle ist **variabel**. Man hält diese variable Geschwindigkeit für konstant, was nur für die Lichtstrahlen zutrifft; denn man hält diese Resultierende gemäss dem BBS-Konzept für die Strecke des Photons. Auf diesem Irrtum beruht die SRT! Daraus ergeben sich Differenzen, die A. Einstein mit Mathematik eliminiert hat, was zu einer Zeitdilatation und Längenkontraktion geführt hat. **Die SRT ist nur entstanden, weil man nicht zwischen einer Bewegung und der Resultierenden mehrerer Bewegungen unterscheidet.** Nur wer diese grundlegenden Erkenntnisse begreift, kann die Hintergründe dieser Theorie verstehen.

Animation 4 (im Vollbild-Modus)

Eine Kugel bewegt sich in einem Glasrohr mit Wasser in gleicher Richtung wie das Rohr. Wenn man dieses Experiment durchführt, könnte man die Bewegungen der beiden Objekte visualisieren, wenn man je eine Schnur an diesen befestigen würde. Die Schur zwischen der Kugel und dem Startpunkt bei der Düse im Rohr wäre am Ende des Experiments 3 m lang, jene zwischen dem Glasrohr und dem Startpunkt auf der Erde würde 1.8 m messen. In der Physik glaubt man, die Kugel habe sich 4.8 m im *theoretischen* Bezugssystem eines Beobachters im Raum bewegt, wo das Rohr ist. Da es keine Schnur gibt, die dieser Aussage entspricht, ist diese Lehrmeinung falsch. Die Strecke von 4.8 m ist die Summe (abstrakte Resultierende) von *zwei* Bewegungen (von Kugel und Rohr), nicht jene der Kugel allein. Frage der Psychologie: Wie kann man bloss dieses Rohr bzw. seine Bewegung ignorieren? Die Bezugssysteme beruhen auf einem irrigen **Glauben**, nicht auf rationaler Wissenschaft.

Bitte volle Seitengröße wählen und scrollen

Please enter the full page mode and scroll



Klicken Sie auf



in der Menü-Leiste

Please click on

in the menu bar

Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

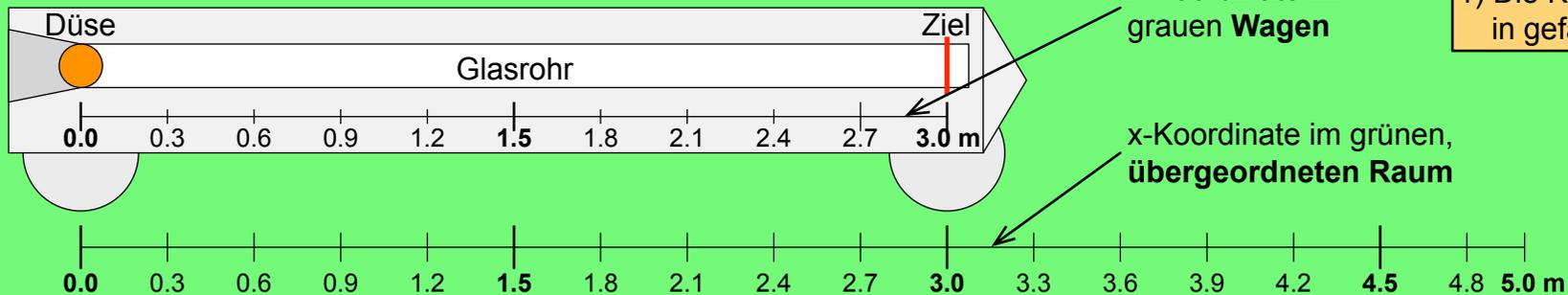
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

Start
0 sec.

Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

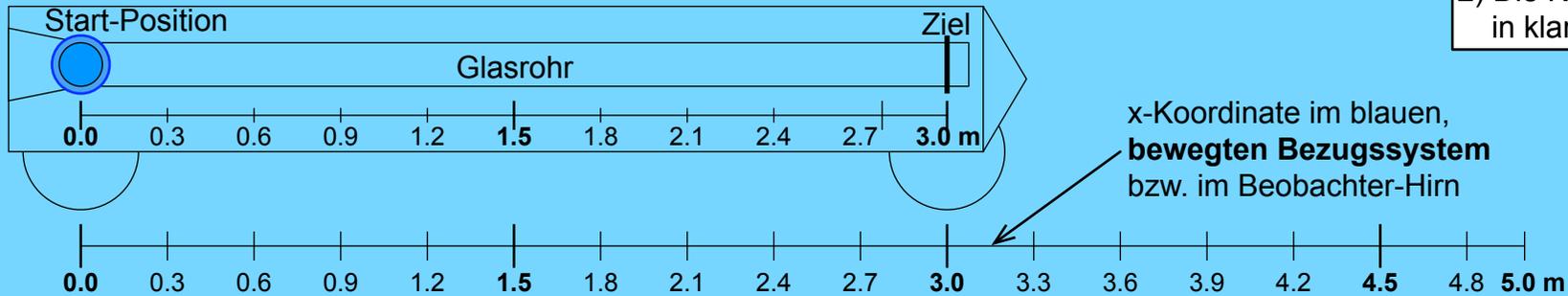
Der Wasserstrahl



1) Die Kugel bewegt sich in gefärbtem Wasser

Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



2) Die Kugel bewegt sich in klarem Wasser

Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

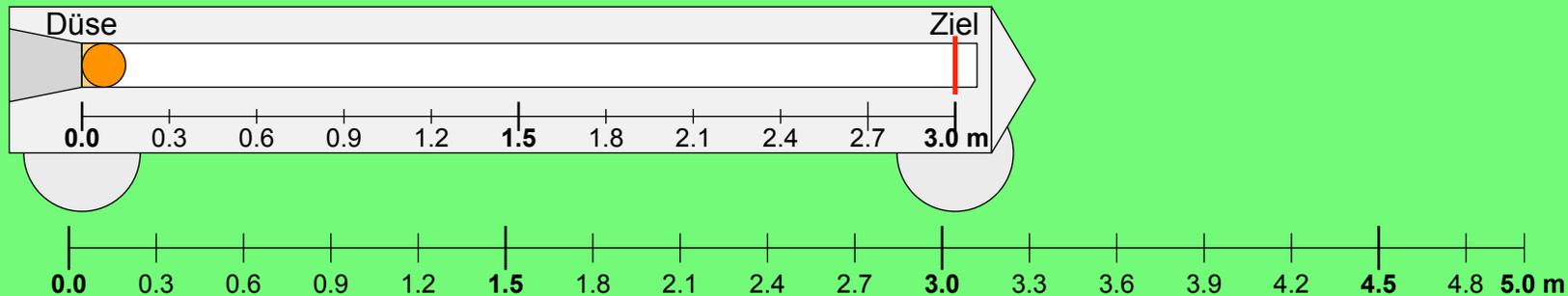
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.025 sec.

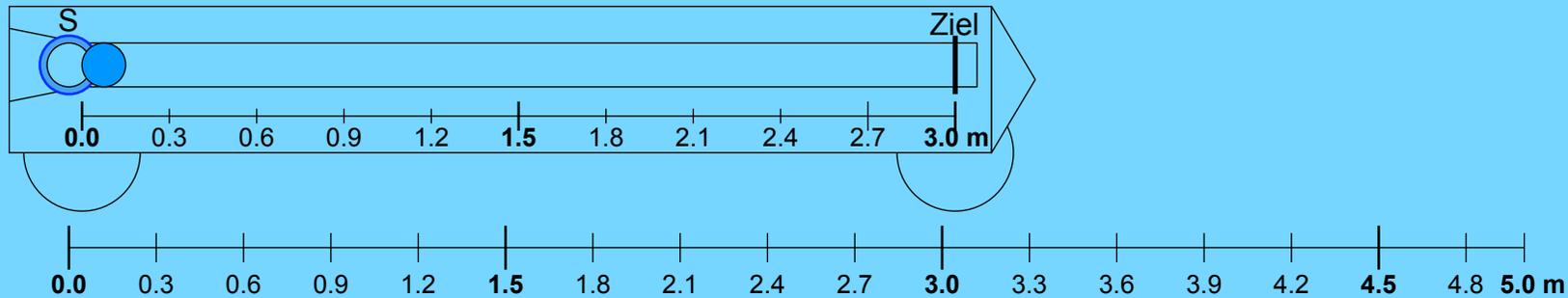
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

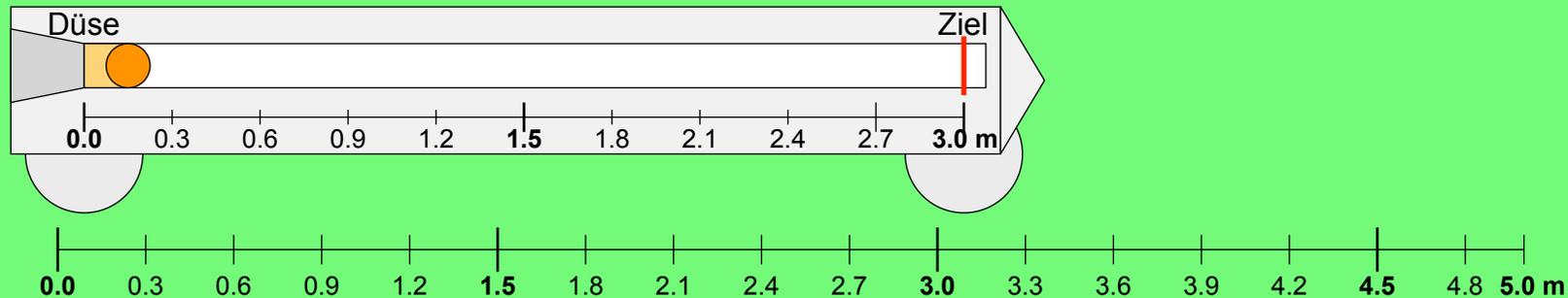
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.050 sec.

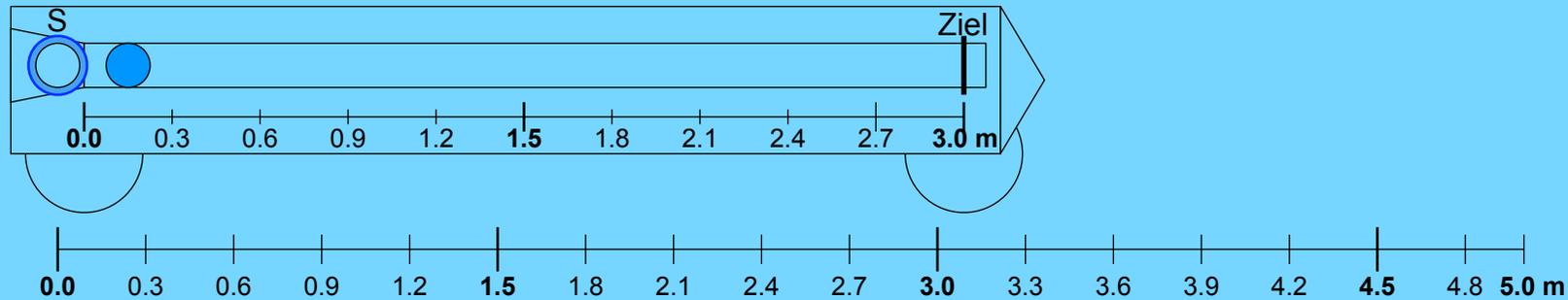
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

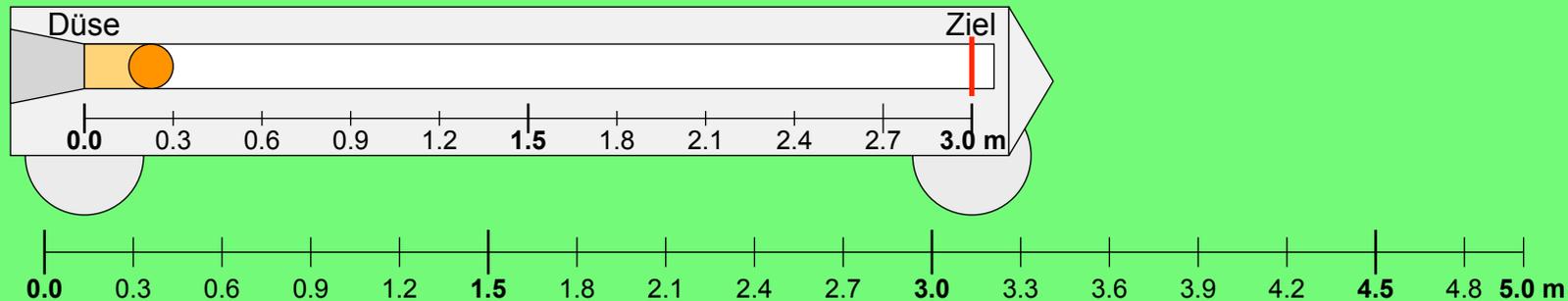
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.075 sec.

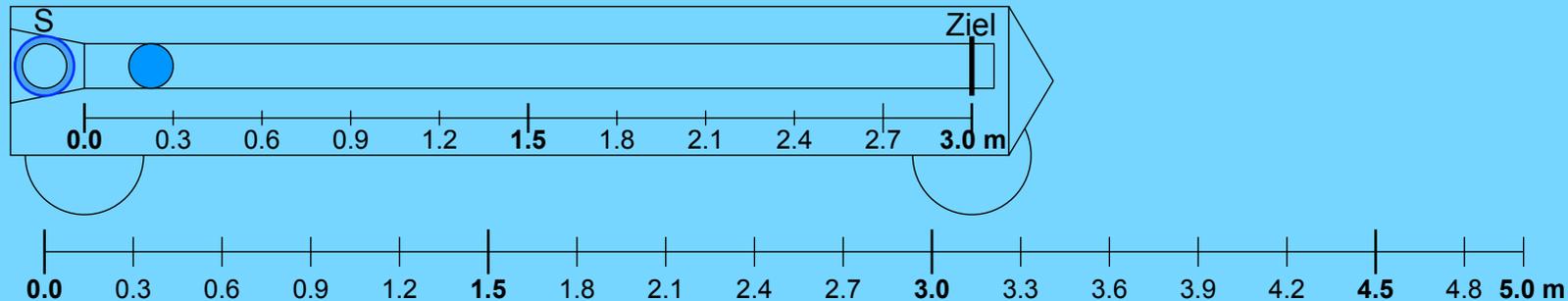
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

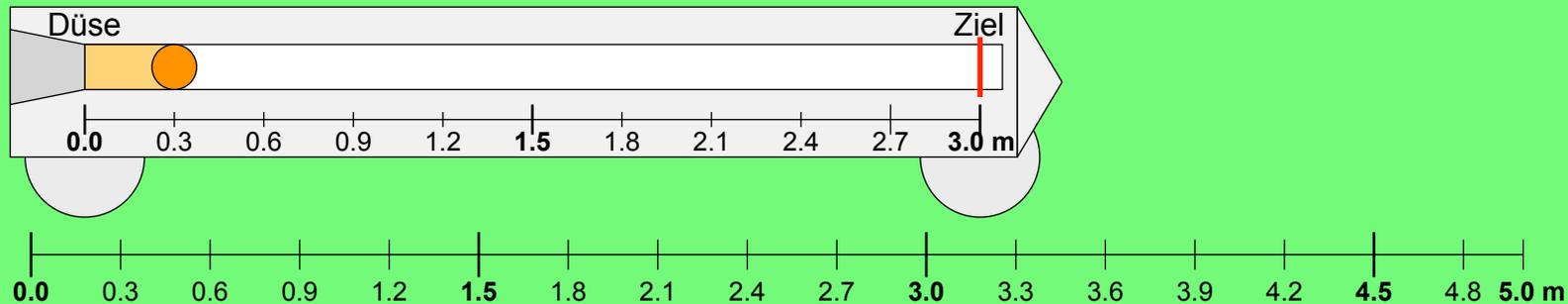
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.100 sec.

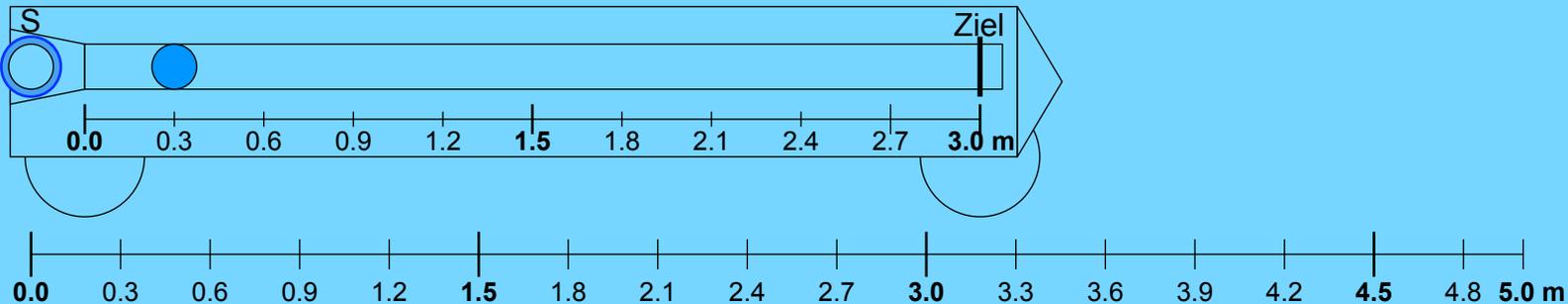
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

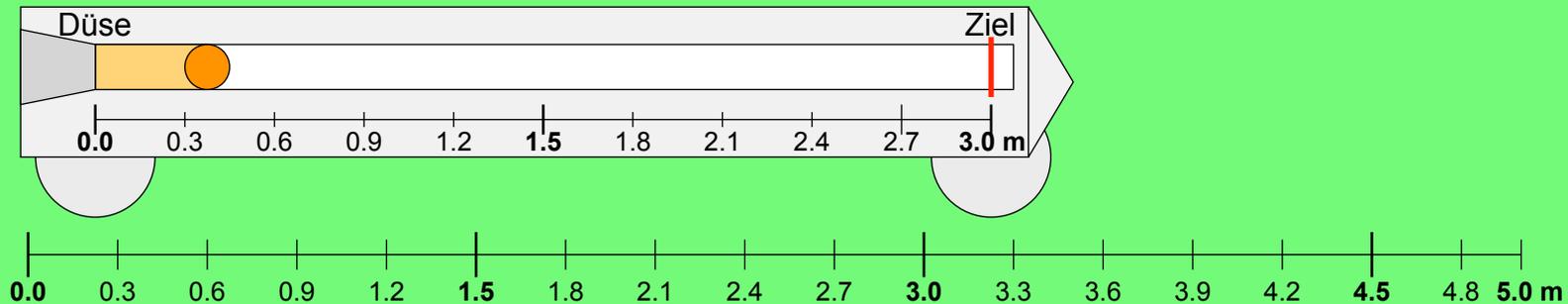
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.125 sec.

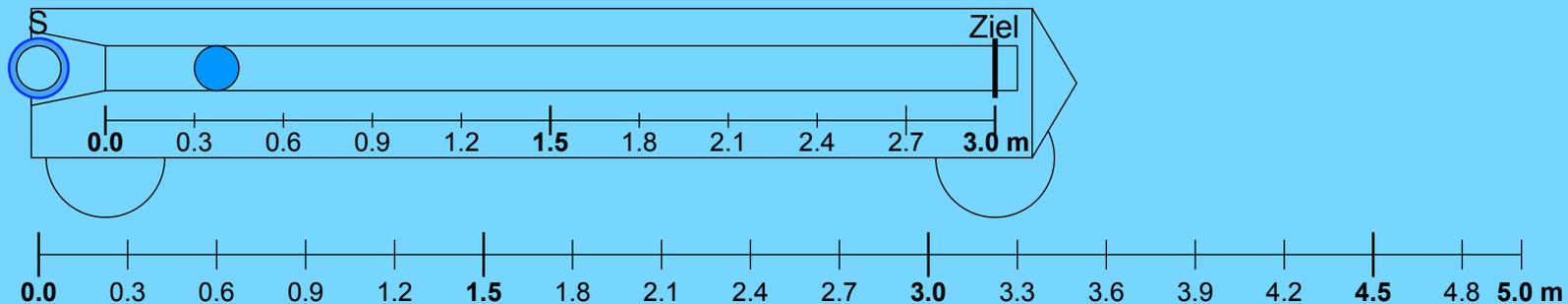
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

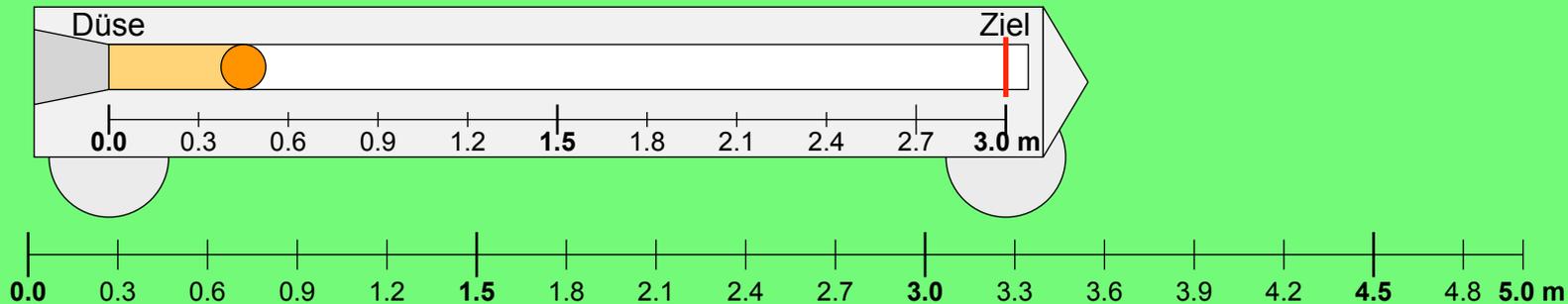
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.150 sec.

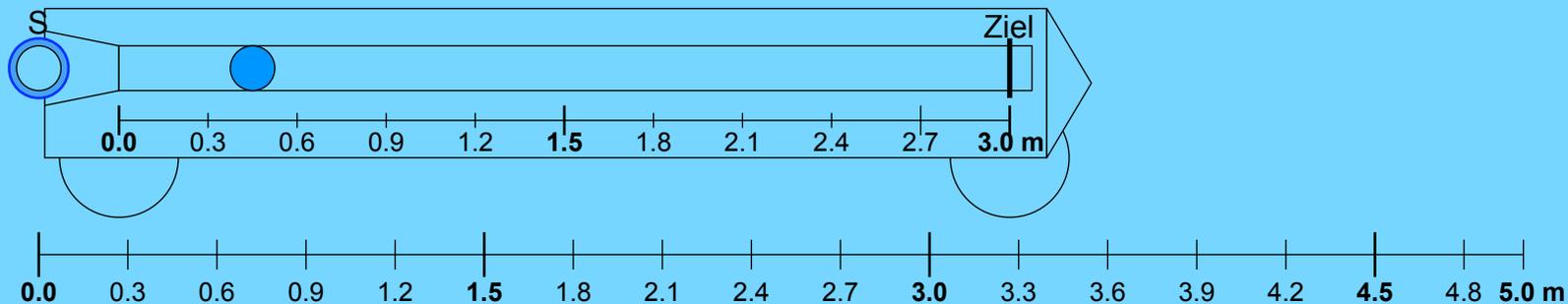
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

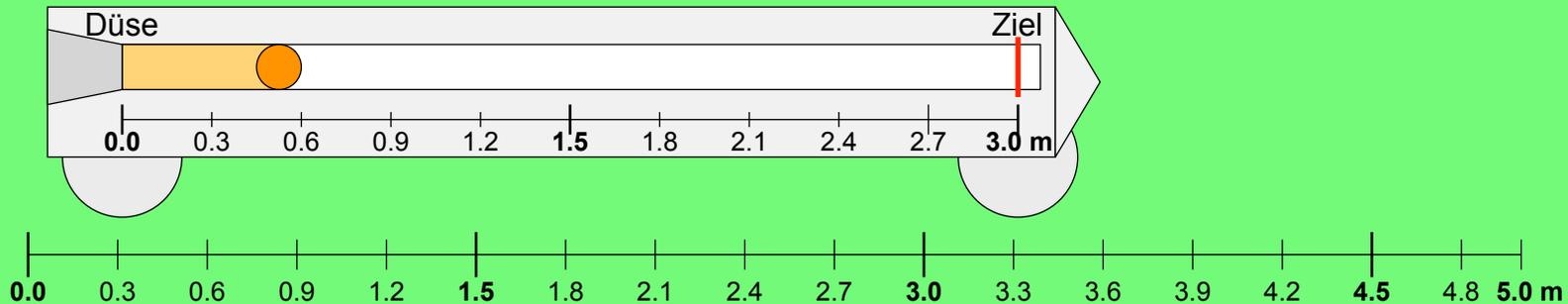
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.175 sec.

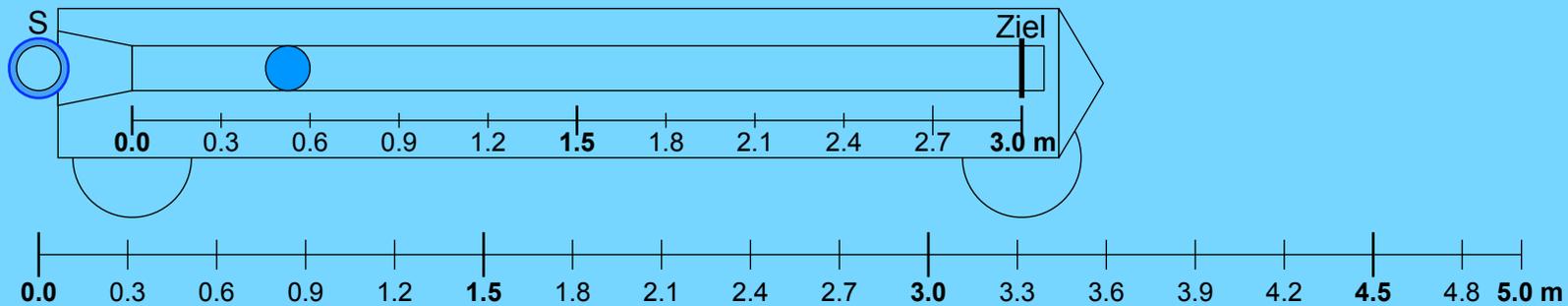
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

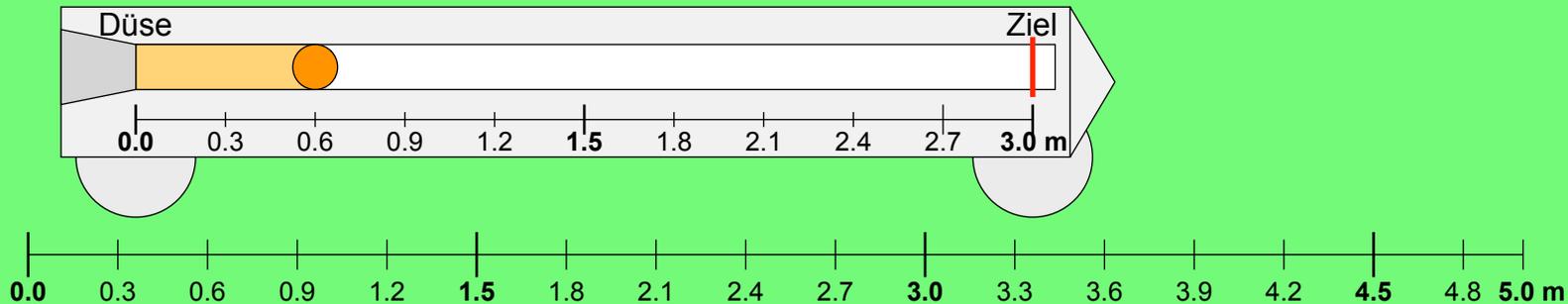
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.200 sec.

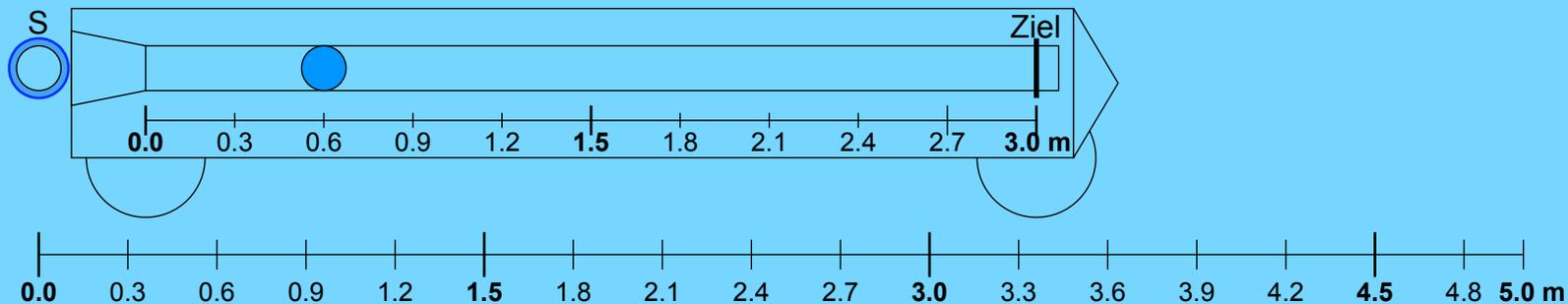
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

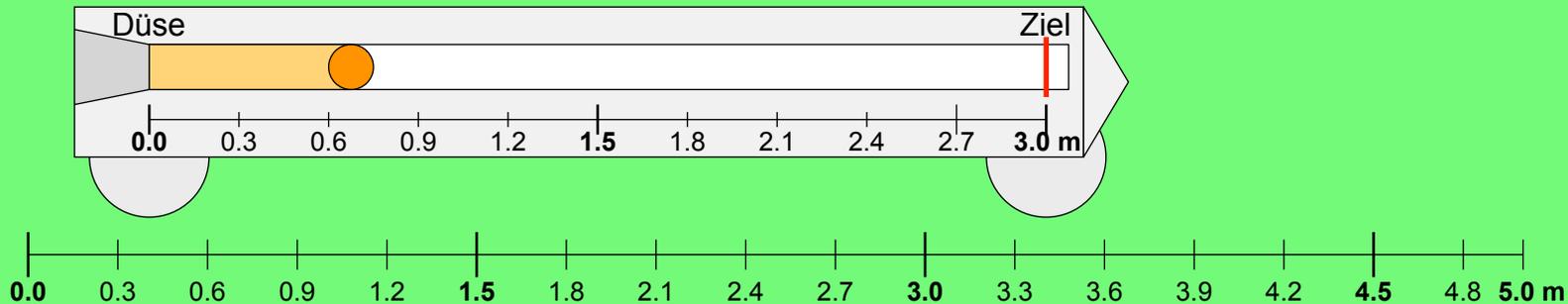
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.225 sec.

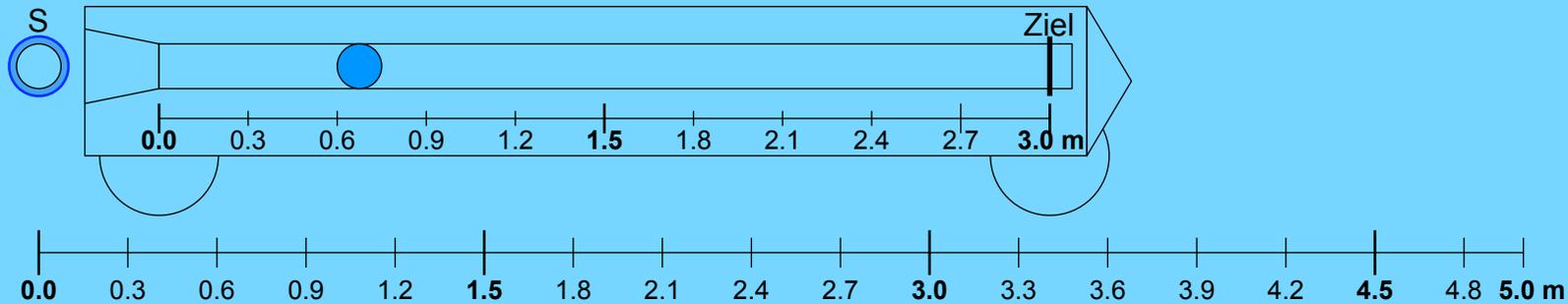
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

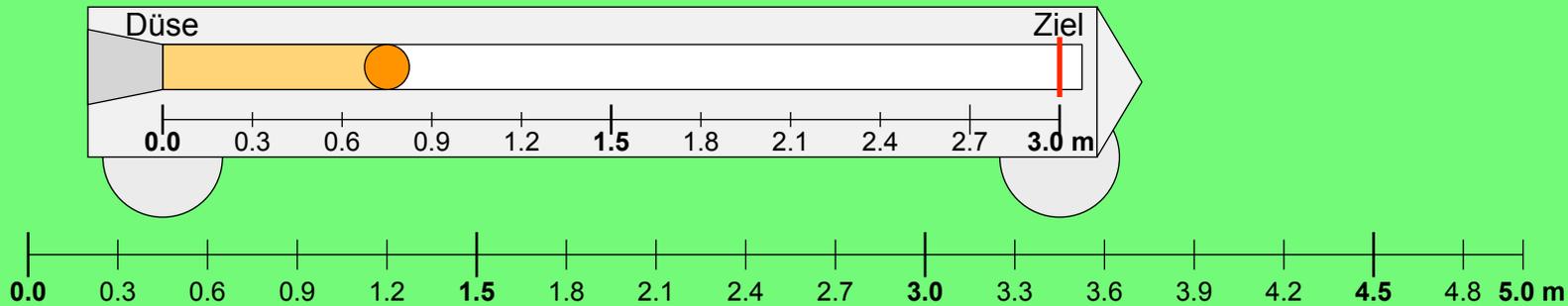
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.250 sec.

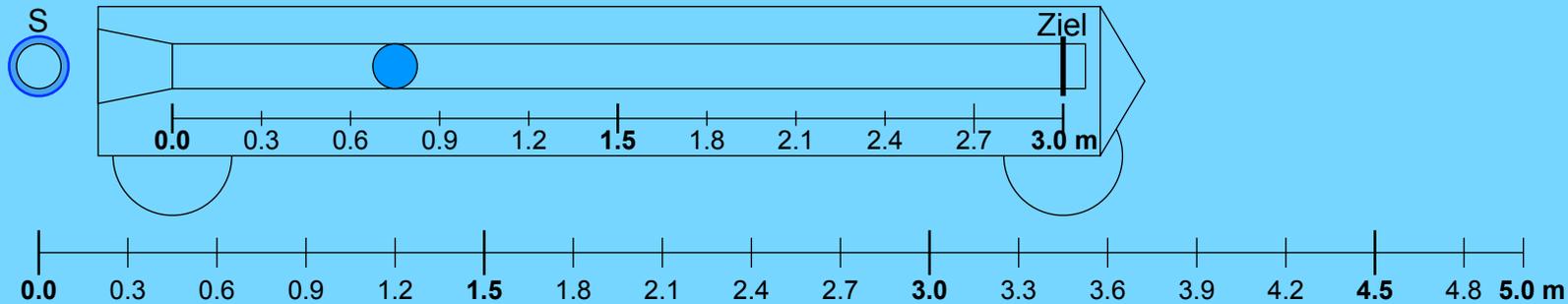
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

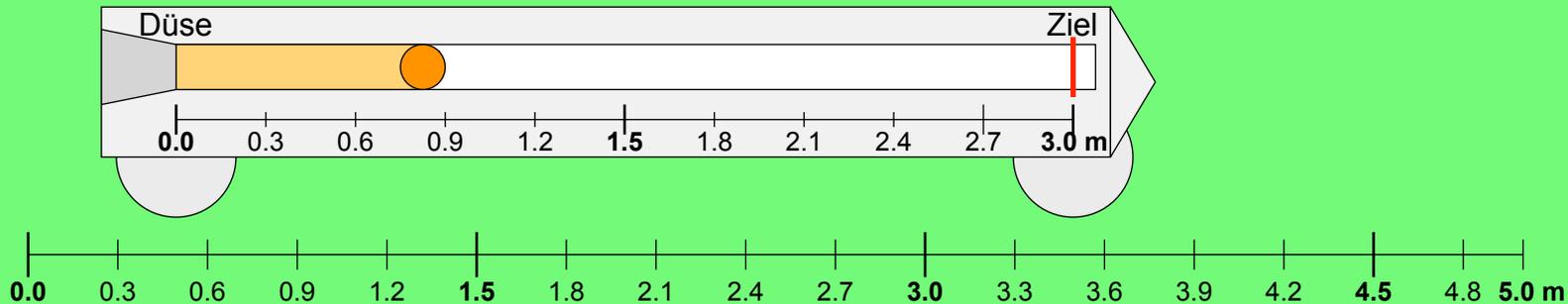
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.275 sec.

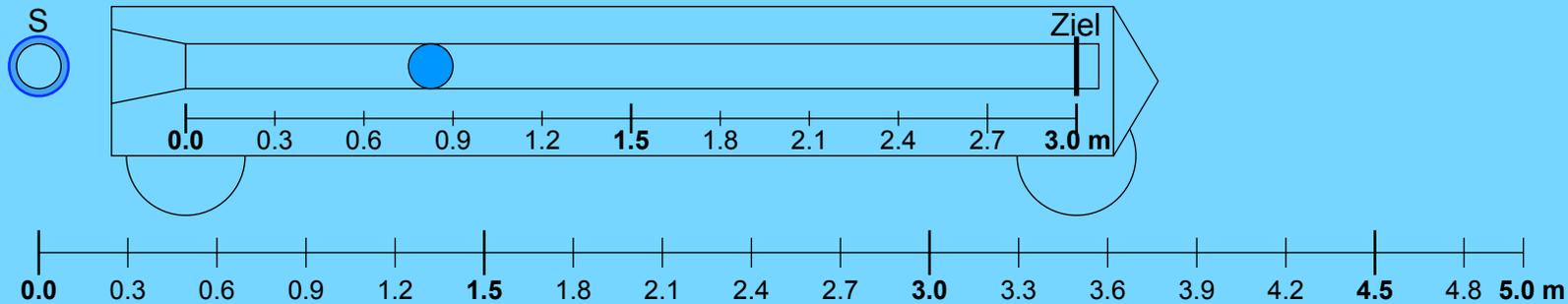
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

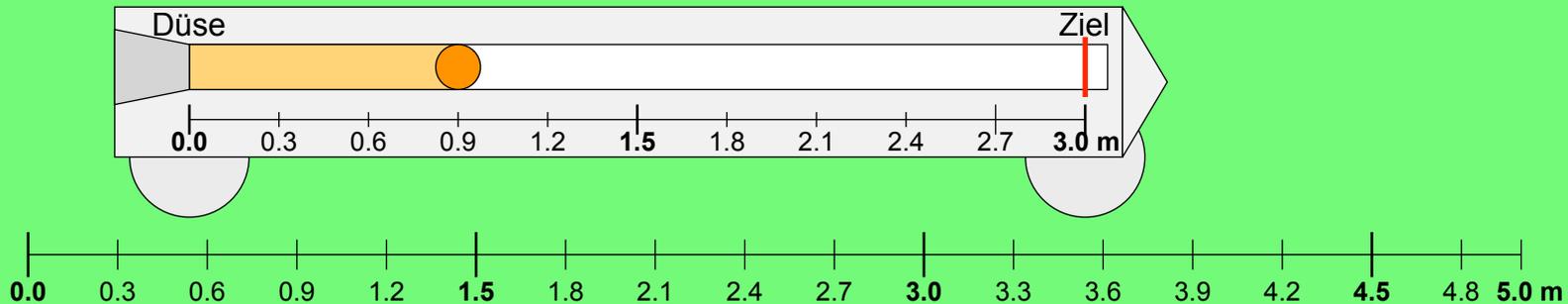
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.300 sec.

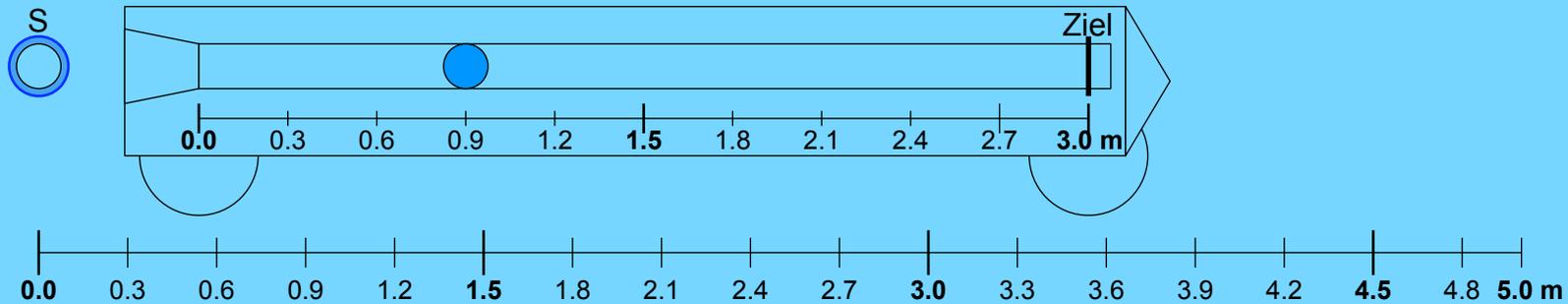
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

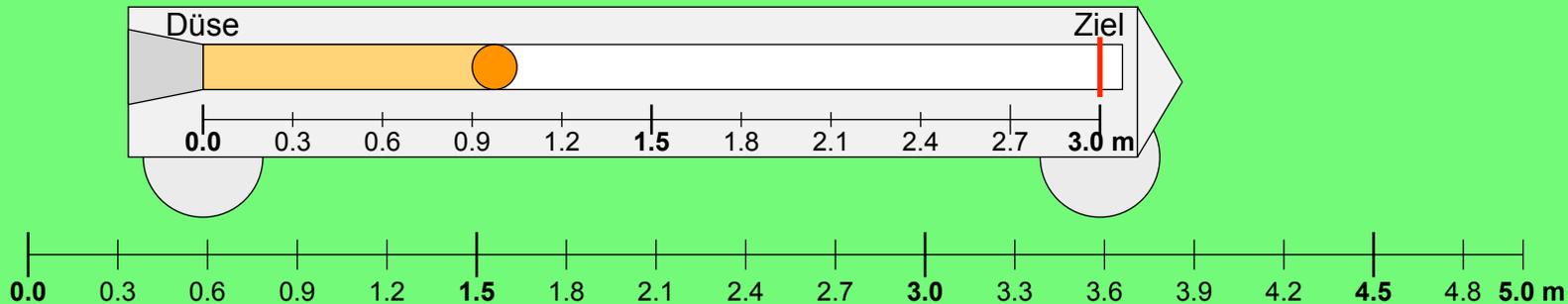
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.325 sec.

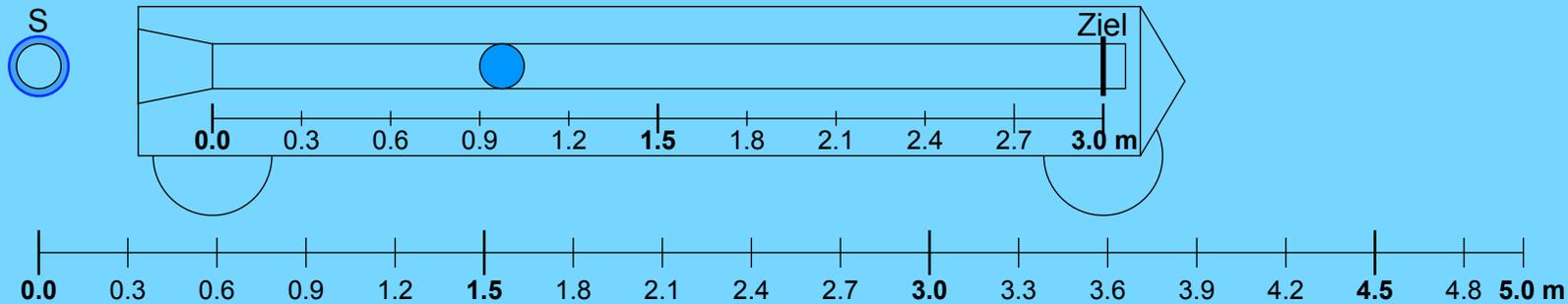
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

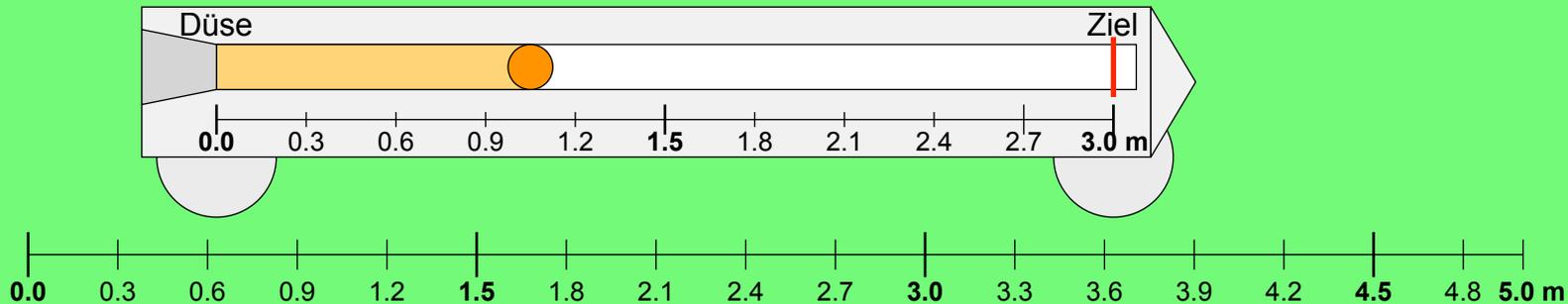
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.350 sec.

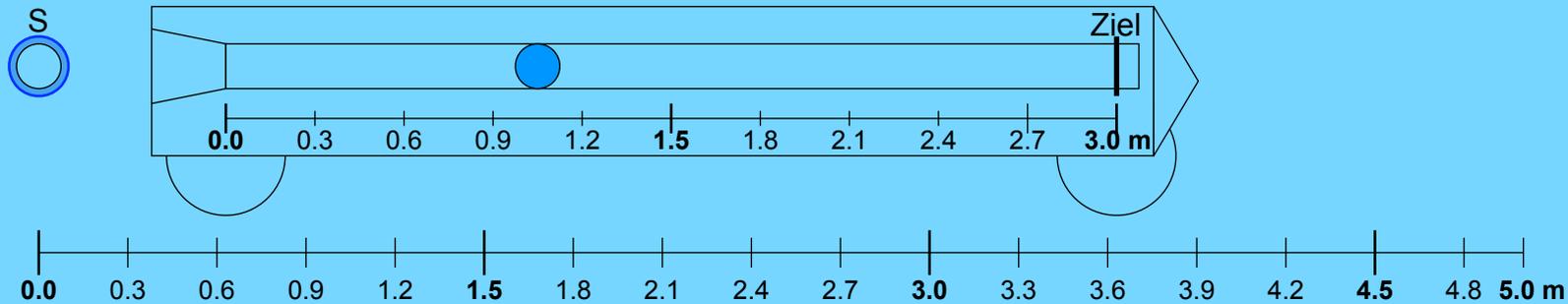
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

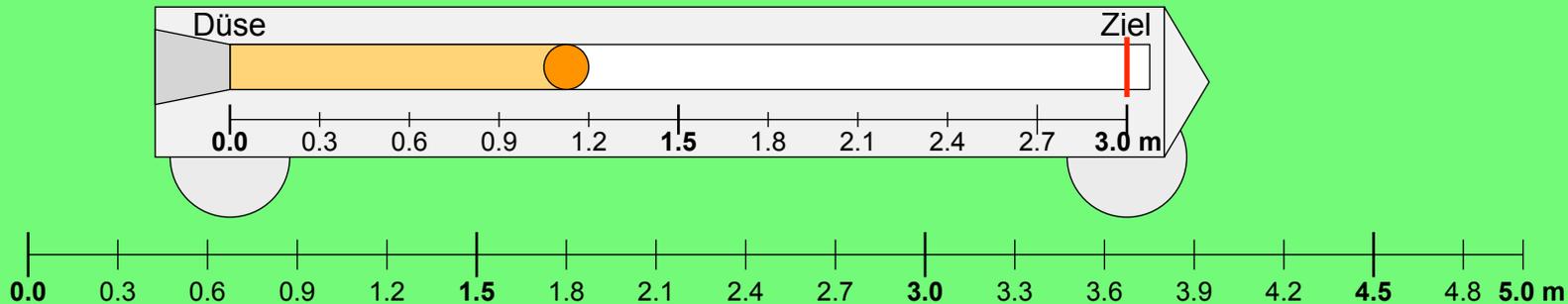
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.375 sec.

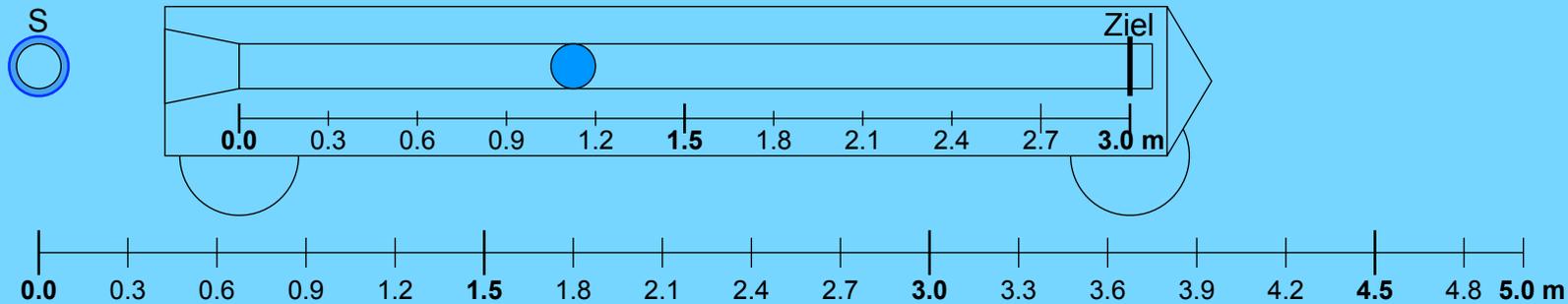
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

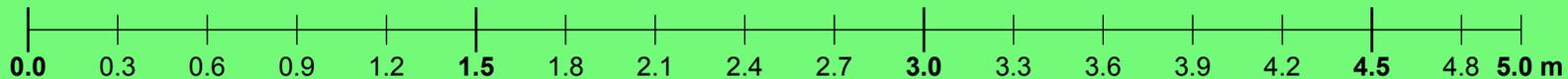
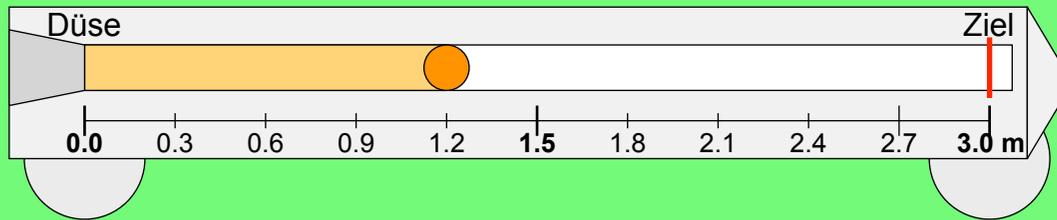
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.400 sec.

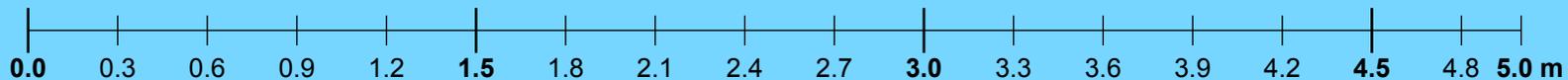
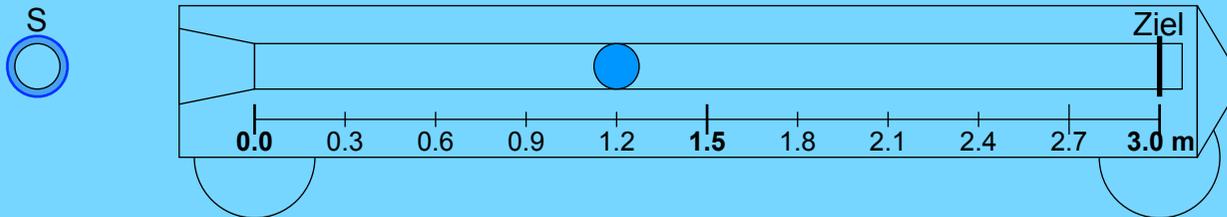
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

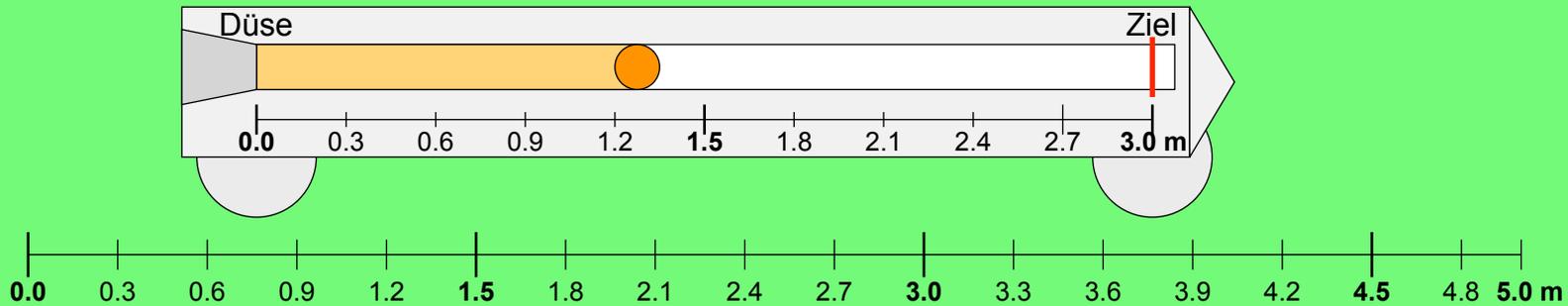
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.425 sec.

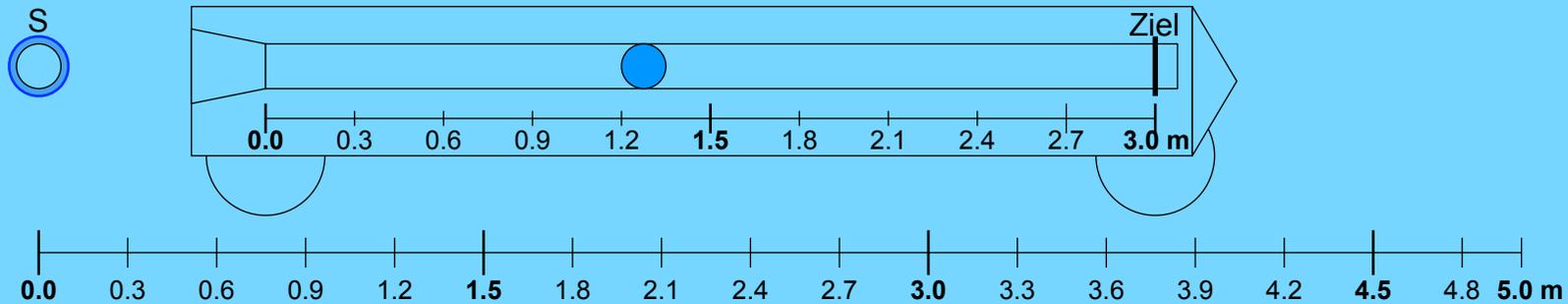
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

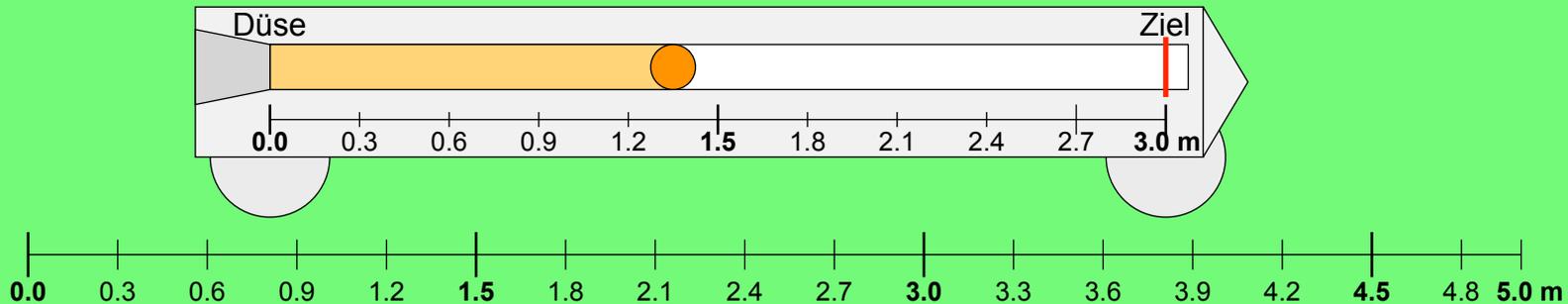
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.450 sec.

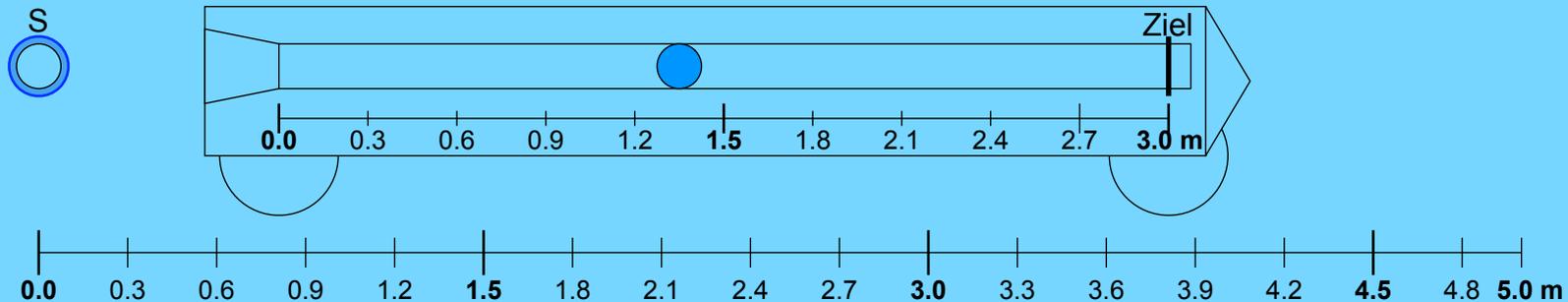
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

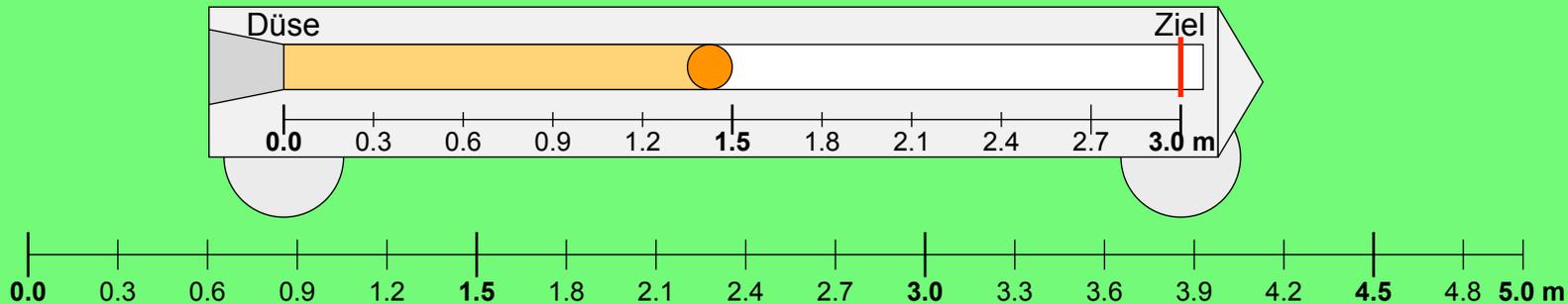
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.475 sec.

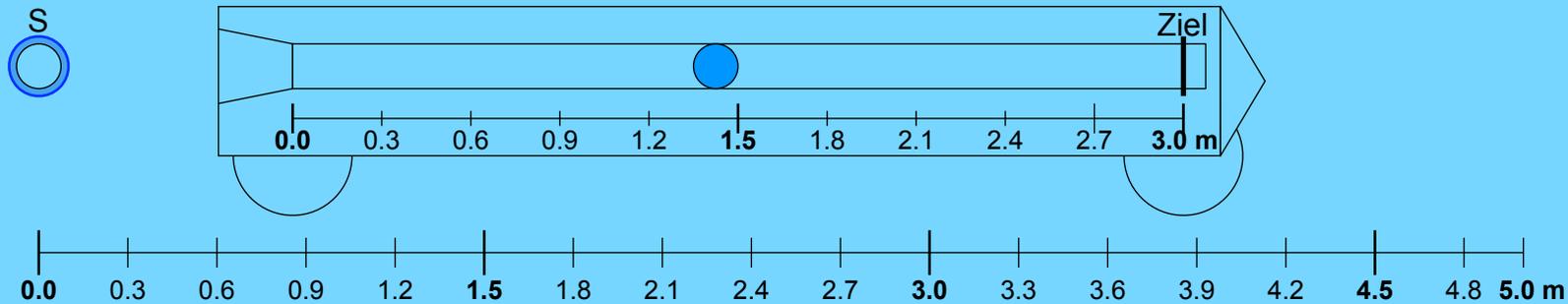
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

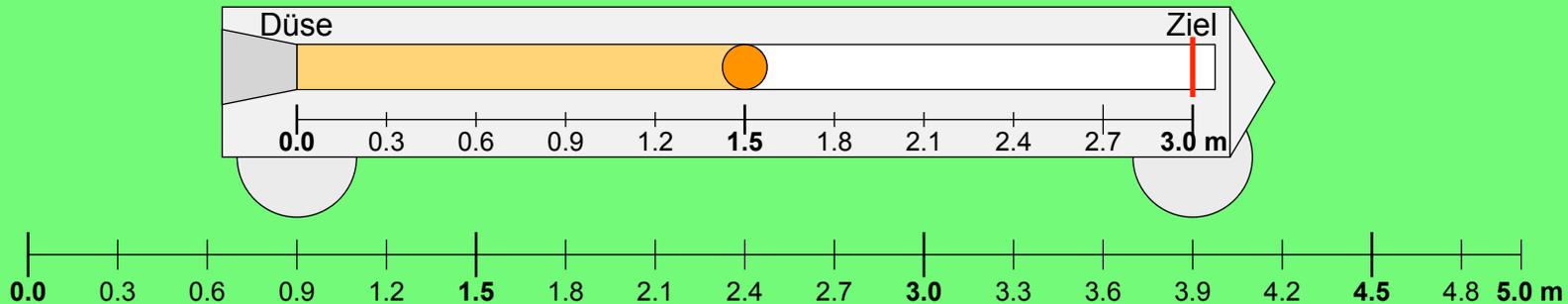
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.500 sec.

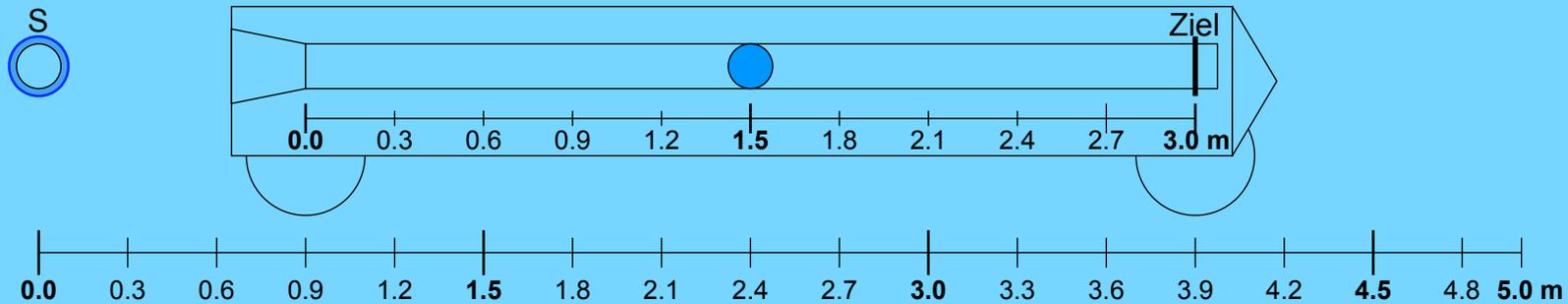
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

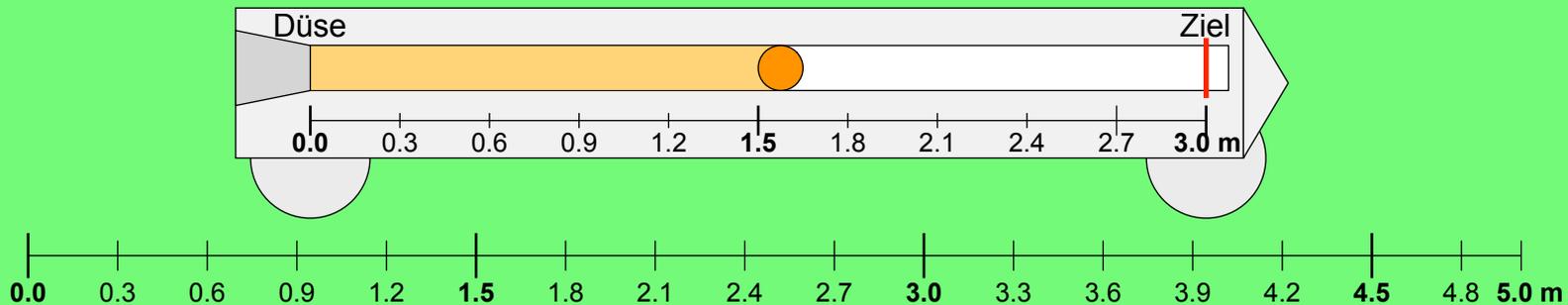
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.525 sec.

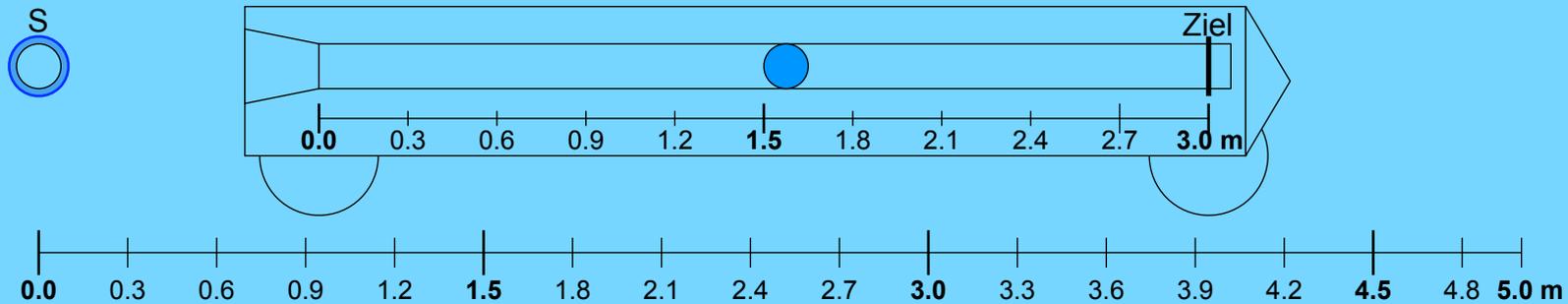
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

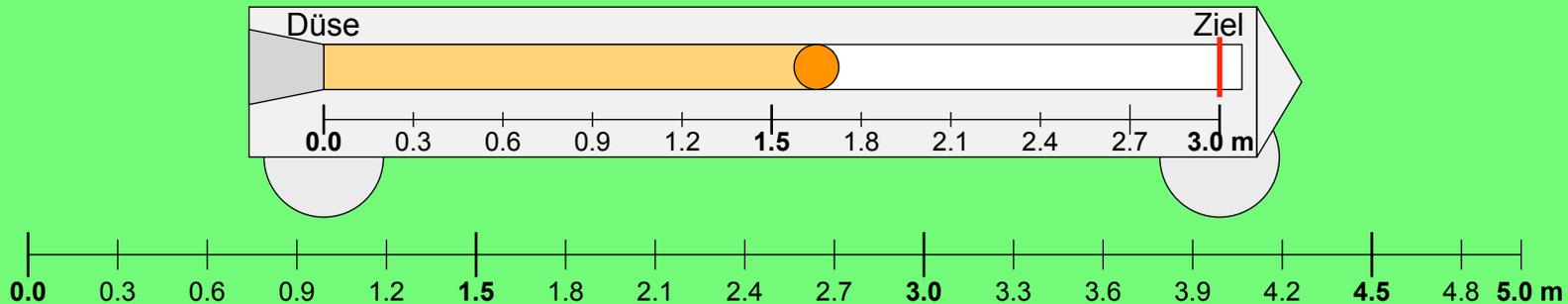
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.550 sec.

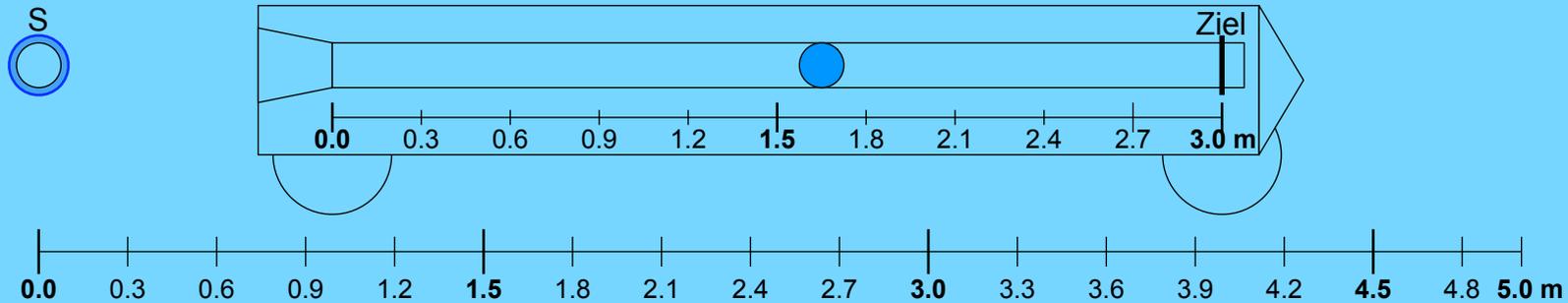
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

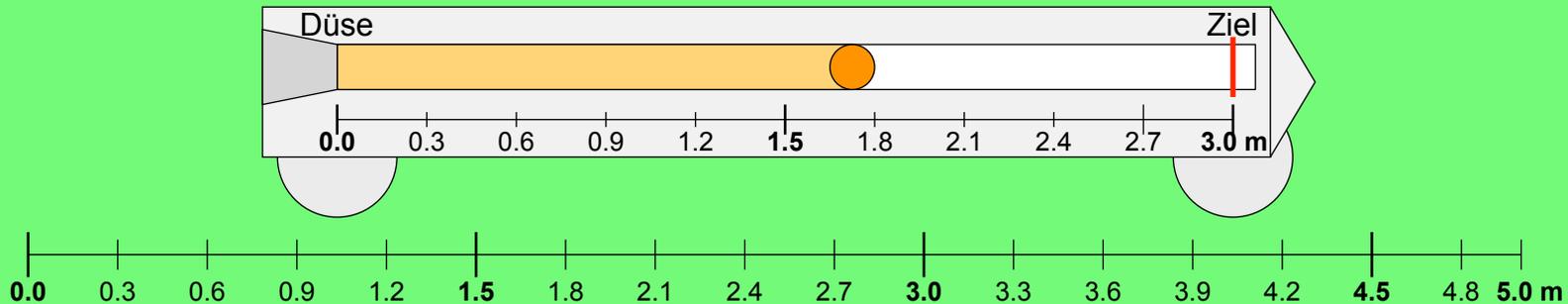
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.575 sec.

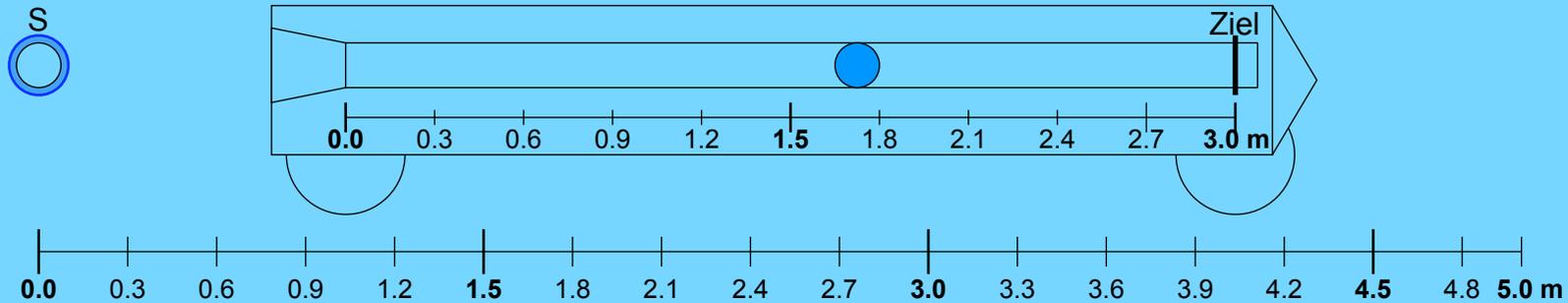
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

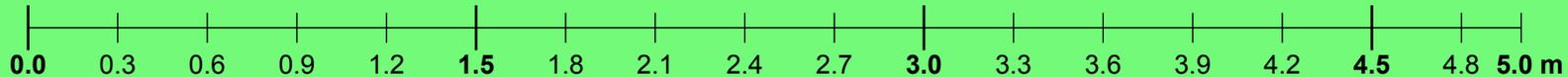
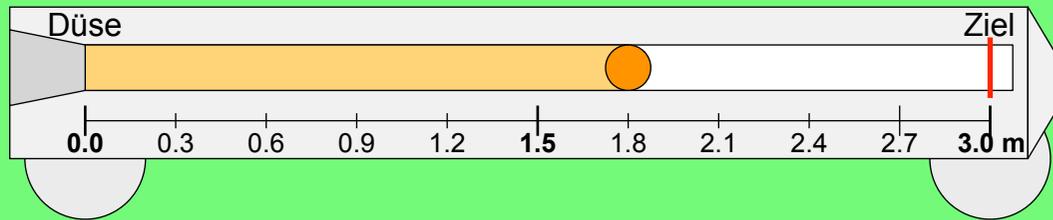
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.600 sec.

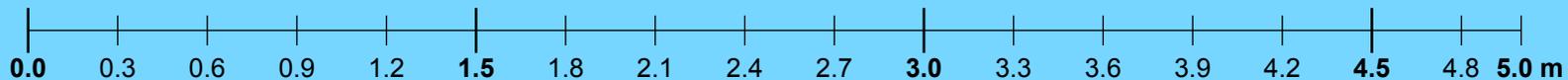
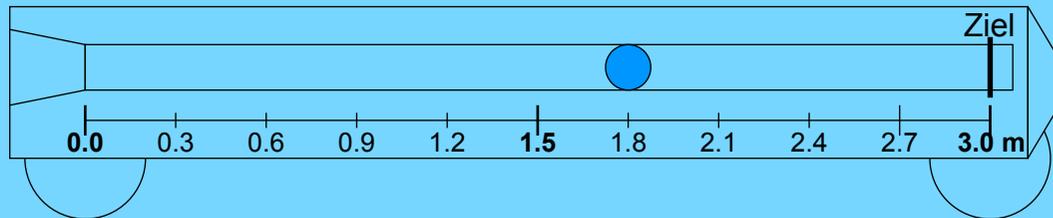
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

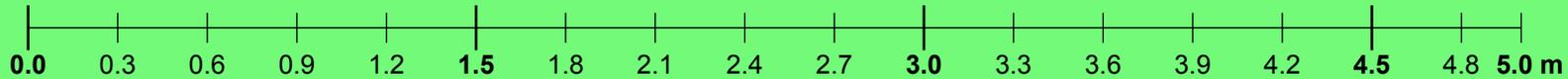
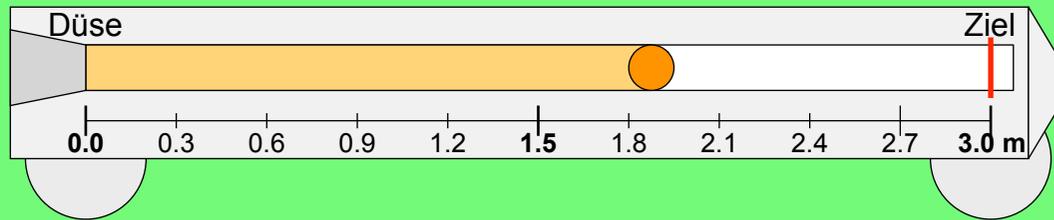
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.625 sec.

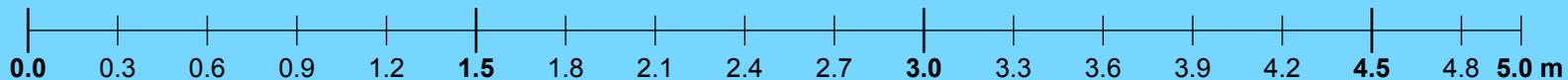
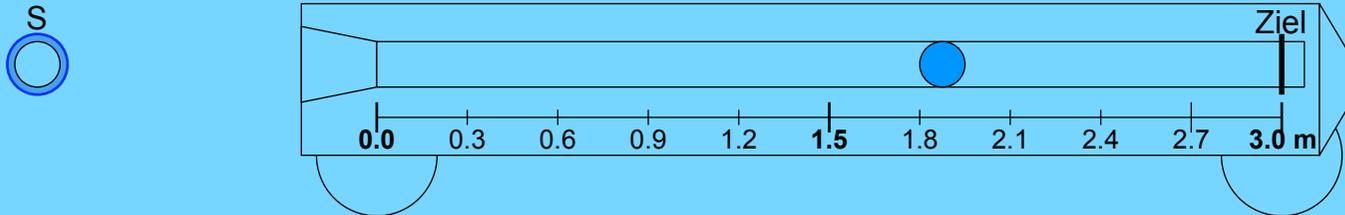
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

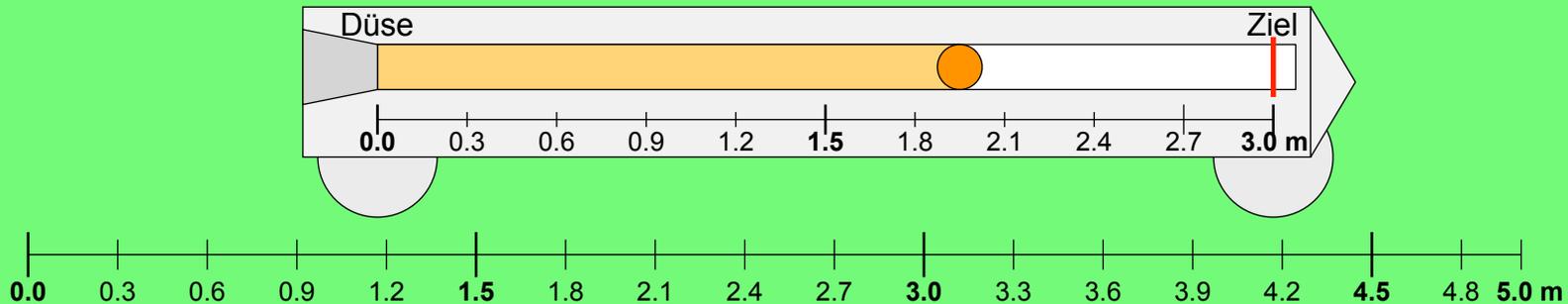
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.650 sec.

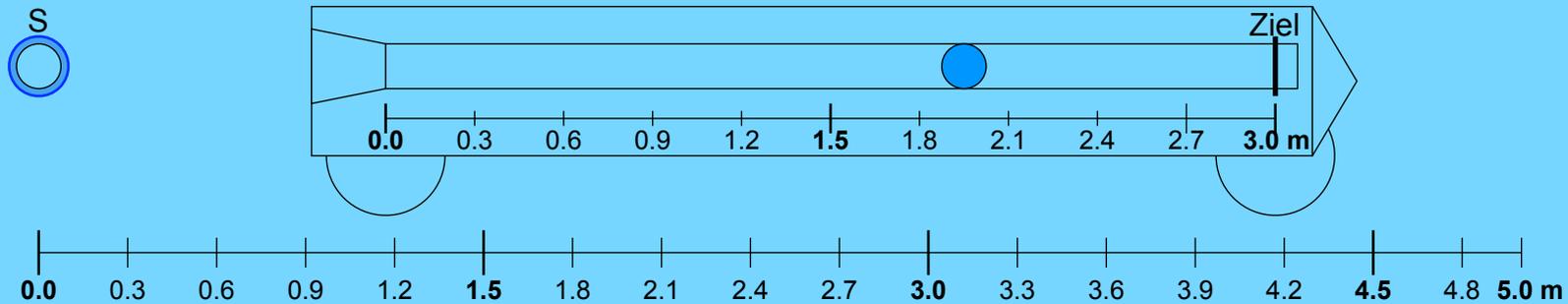
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

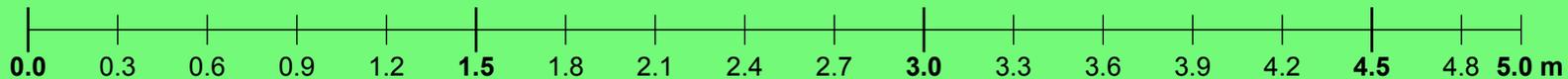
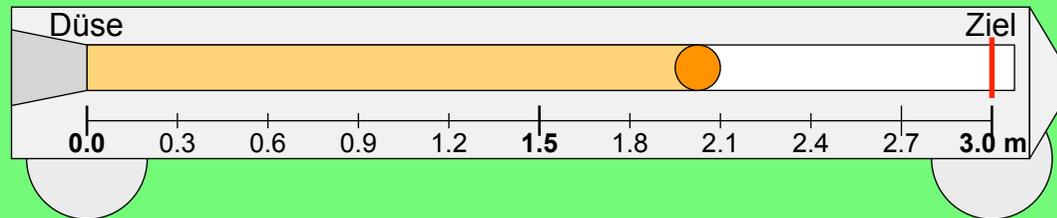
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.675 sec.

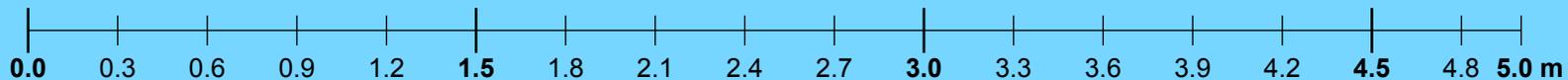
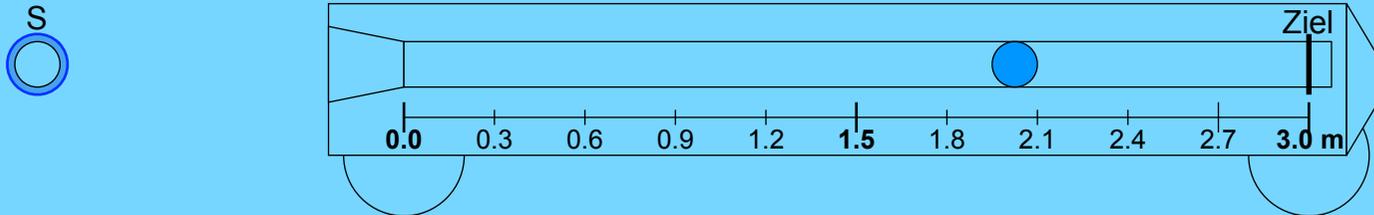
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

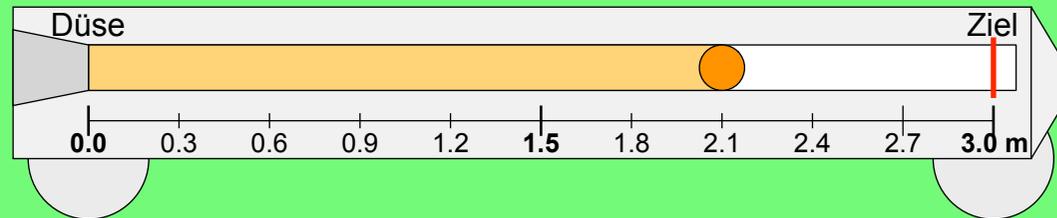
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.700 sec.

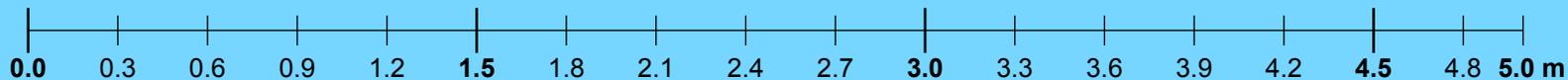
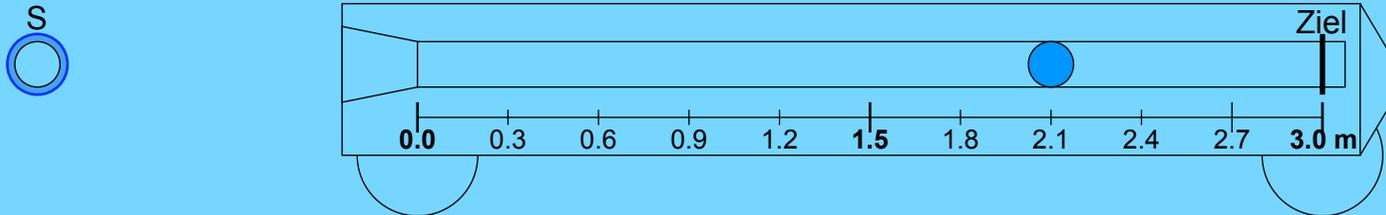
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

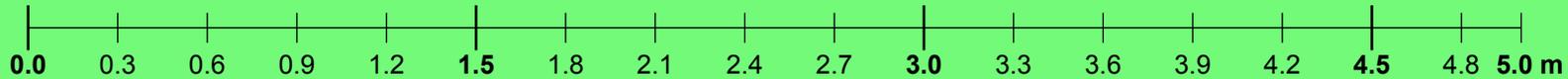
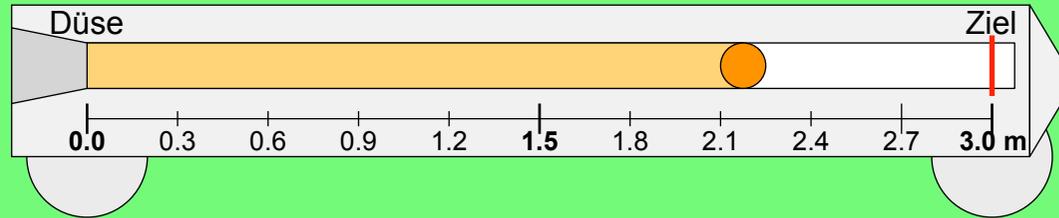
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.725 sec.

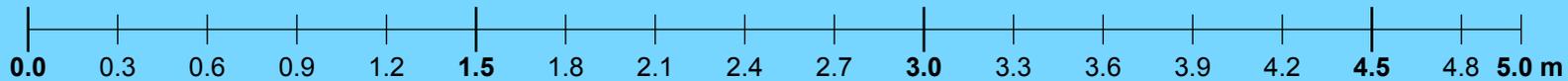
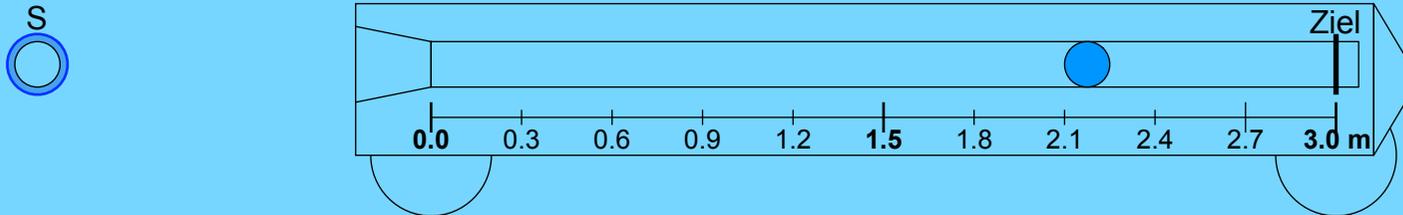
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

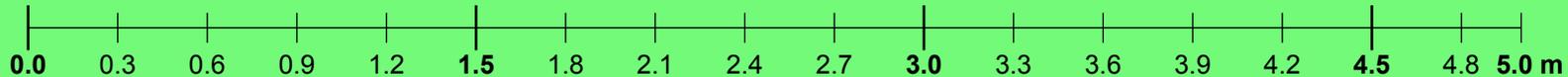
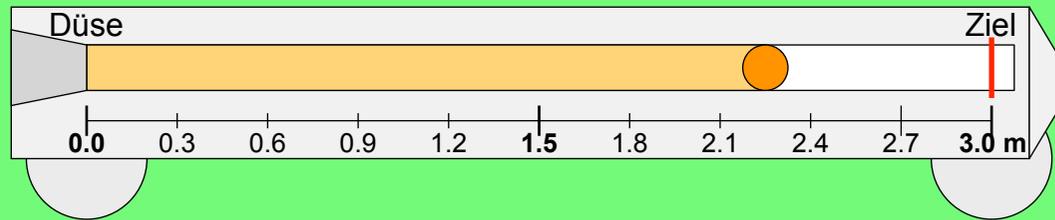
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.750 sec.

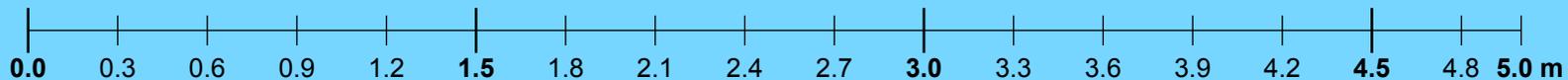
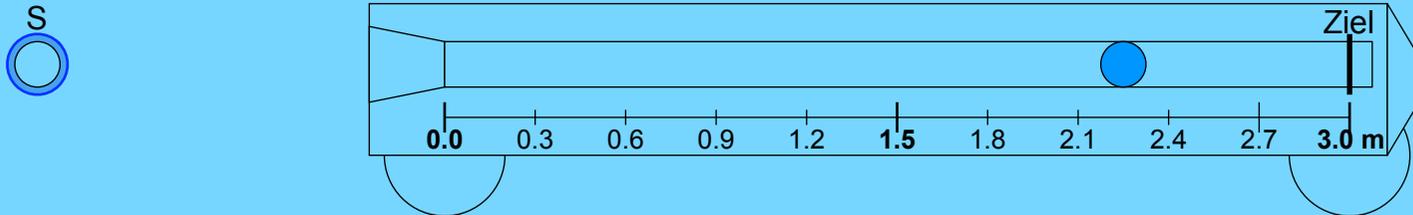
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

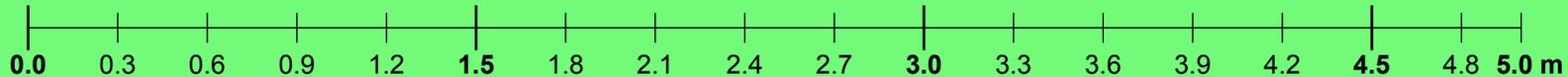
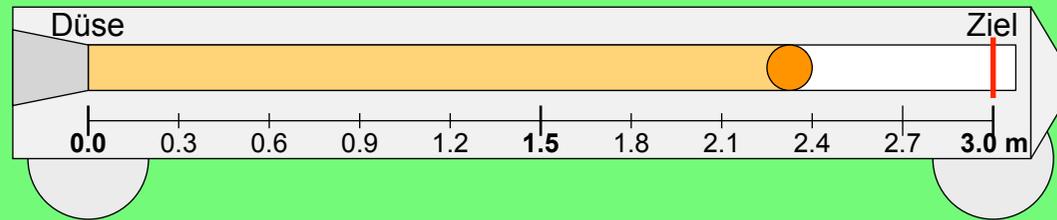
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.775 sec.

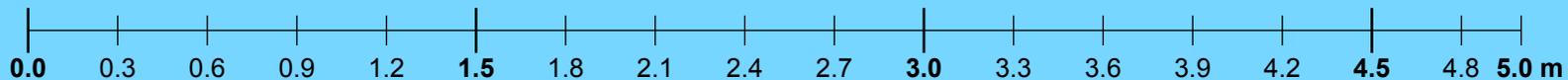
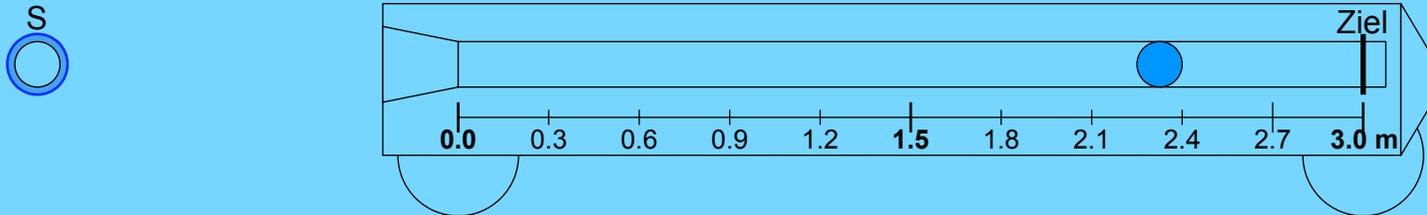
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

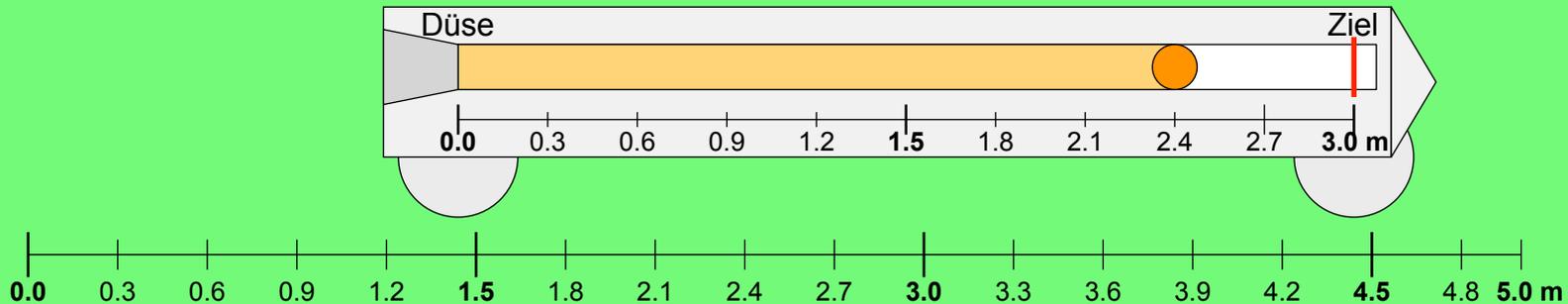
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.800 sec.

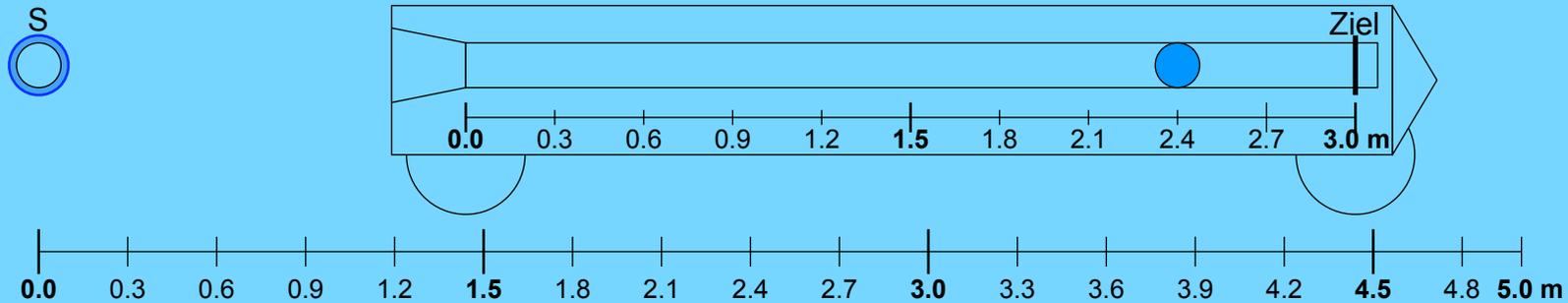
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

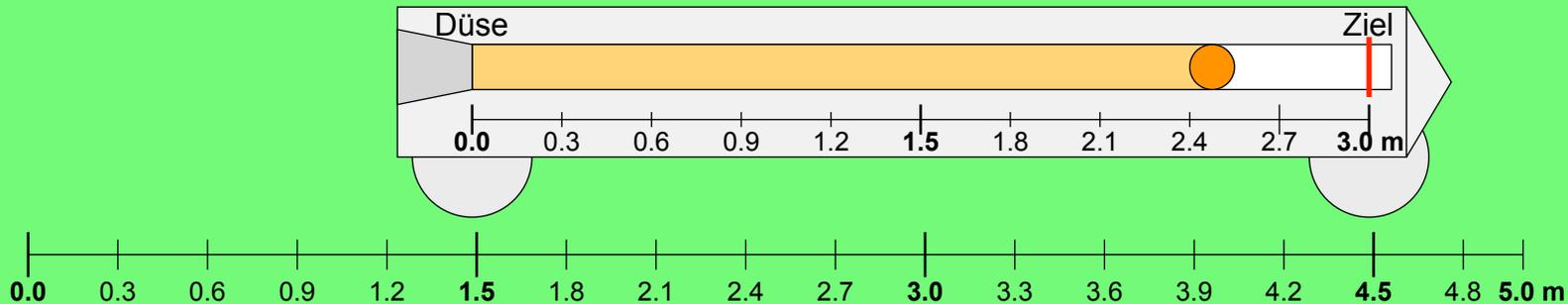
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.825 sec.

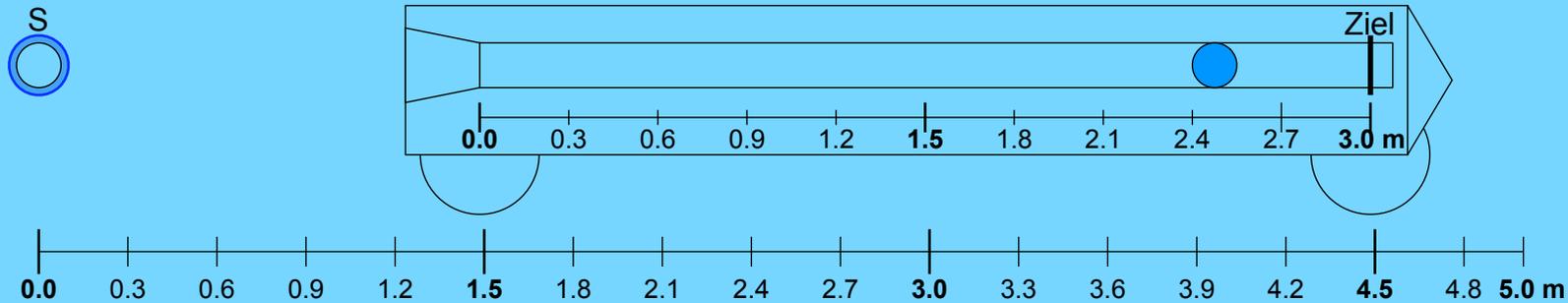
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

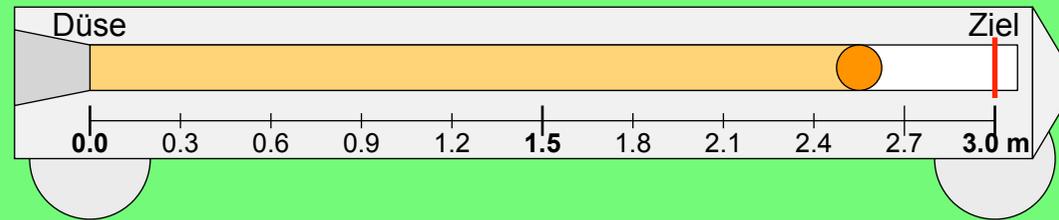
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.850 sec.

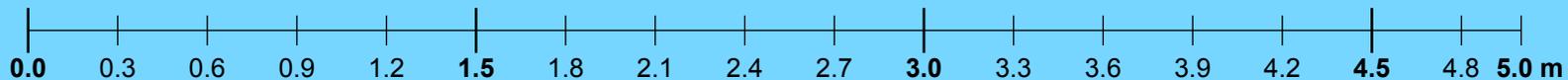
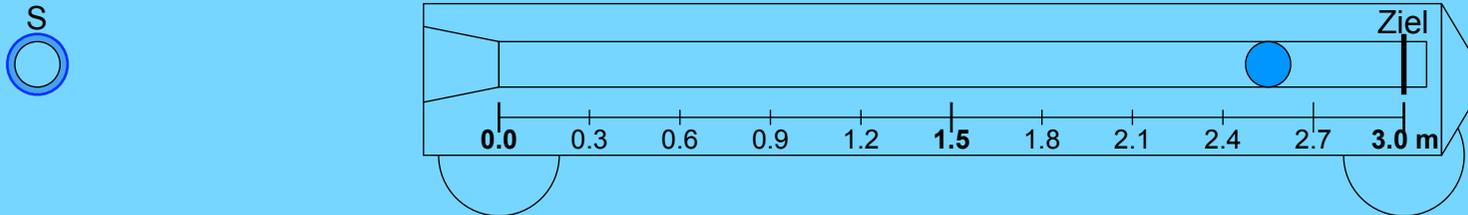
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

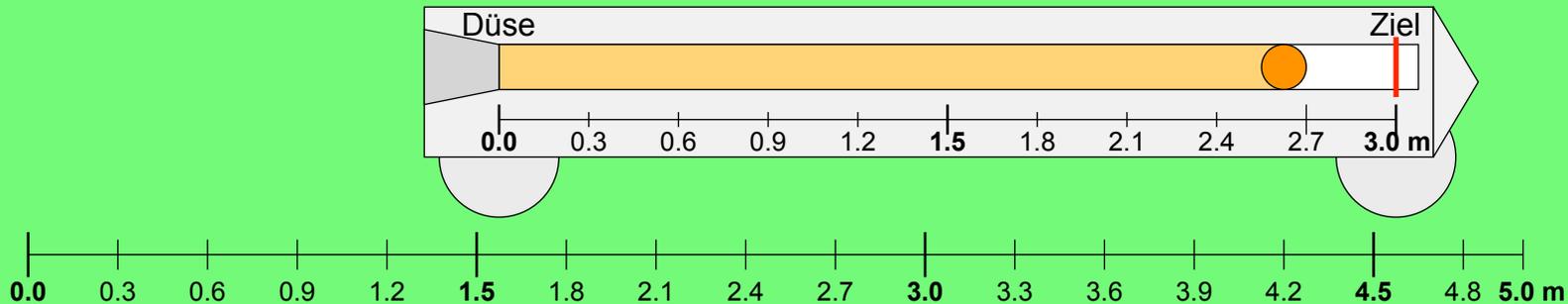
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.875 sec.

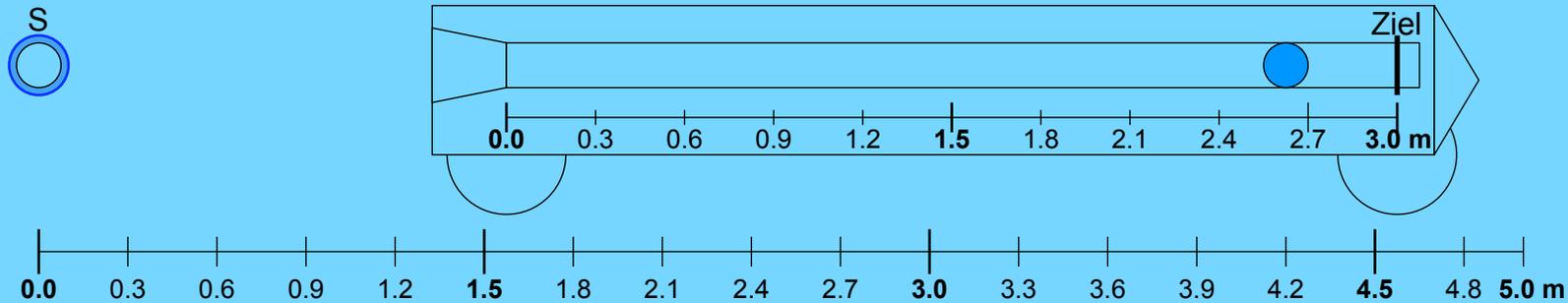
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

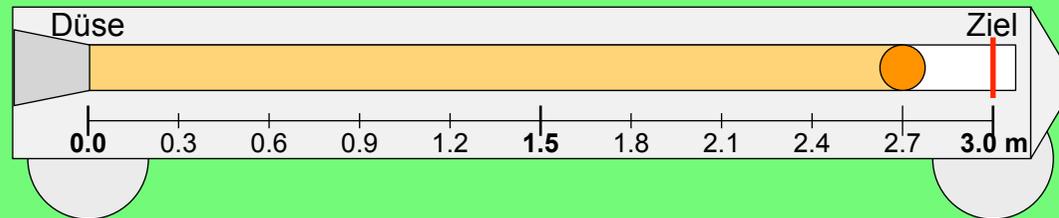
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.900 sec.

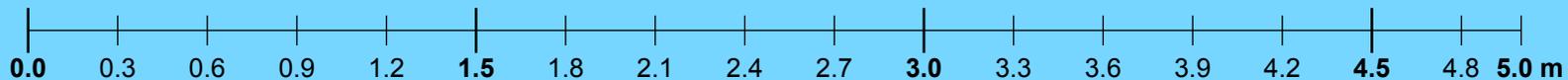
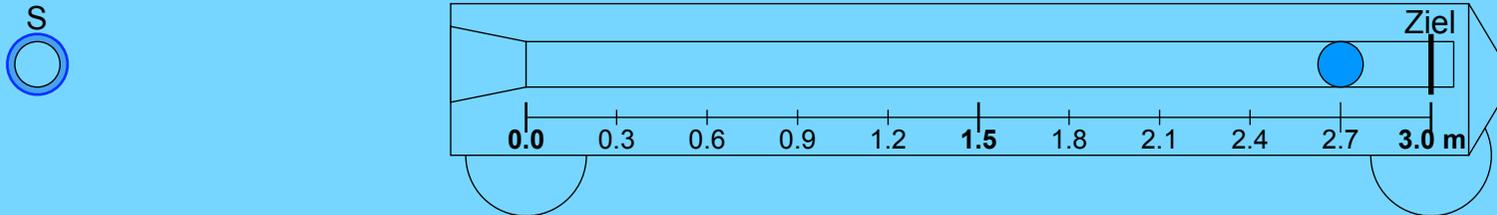
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

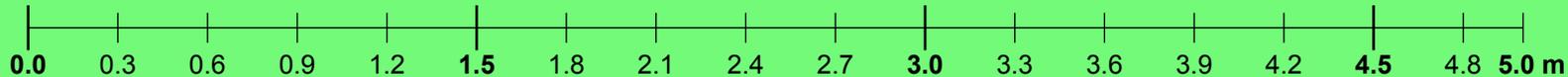
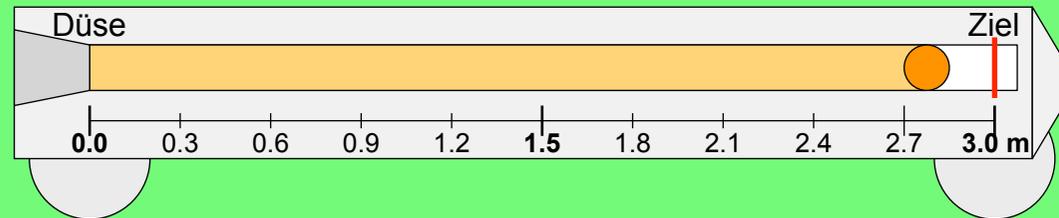
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.925 sec.

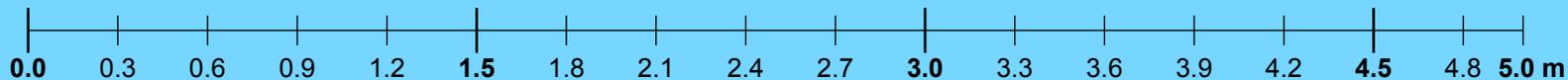
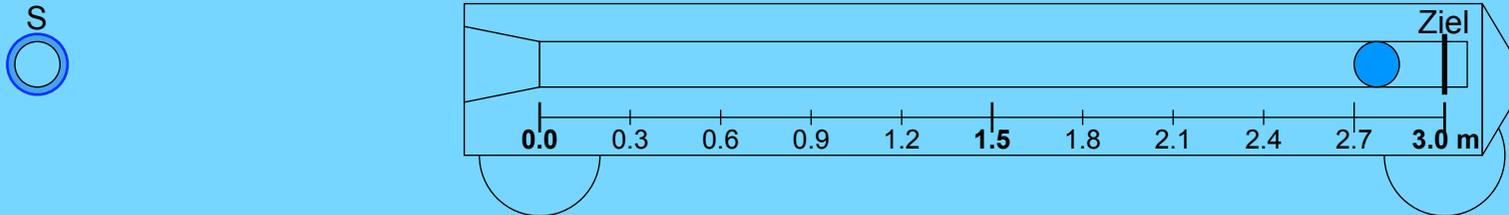
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

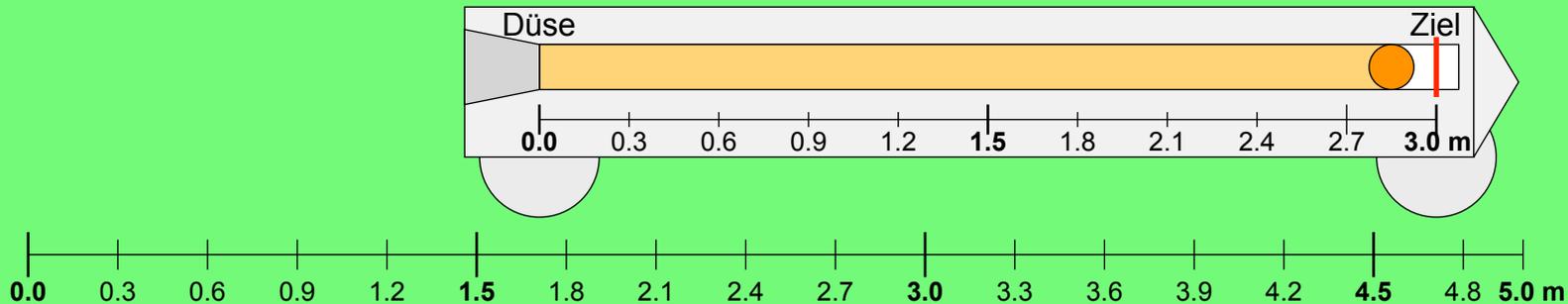
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.950 sec.

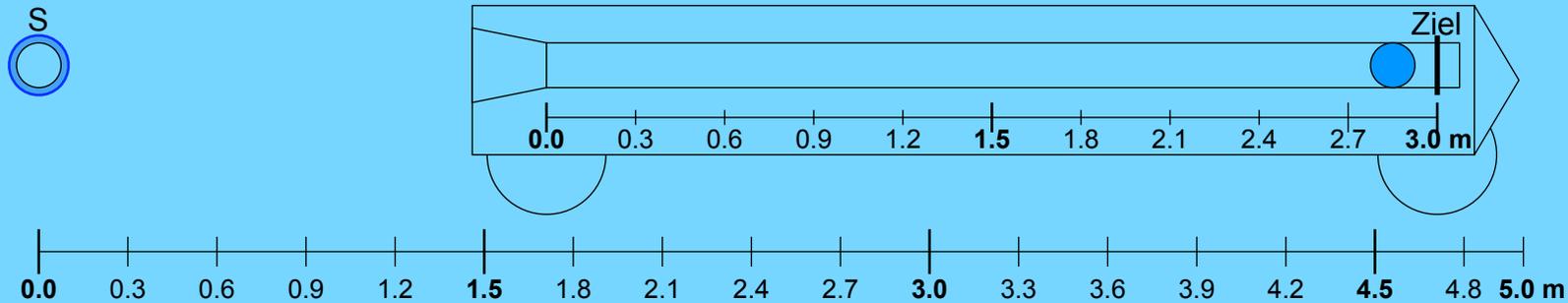
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

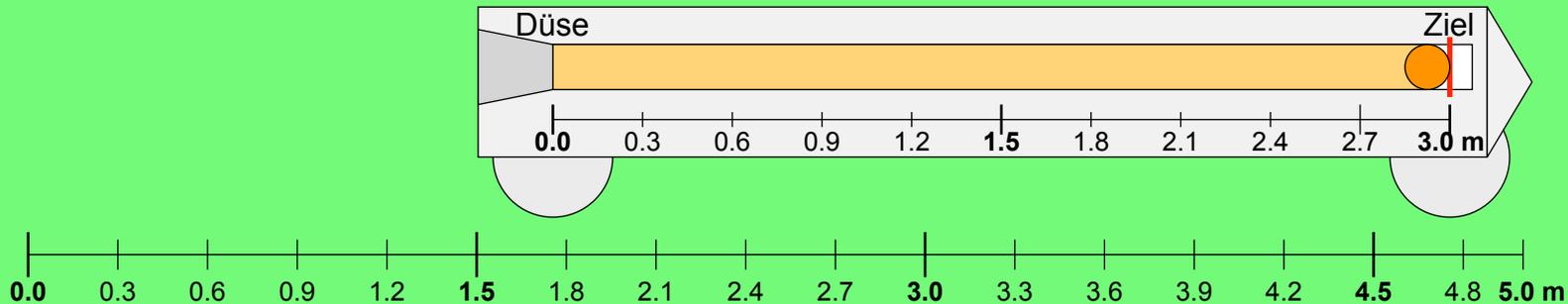
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.975 sec.

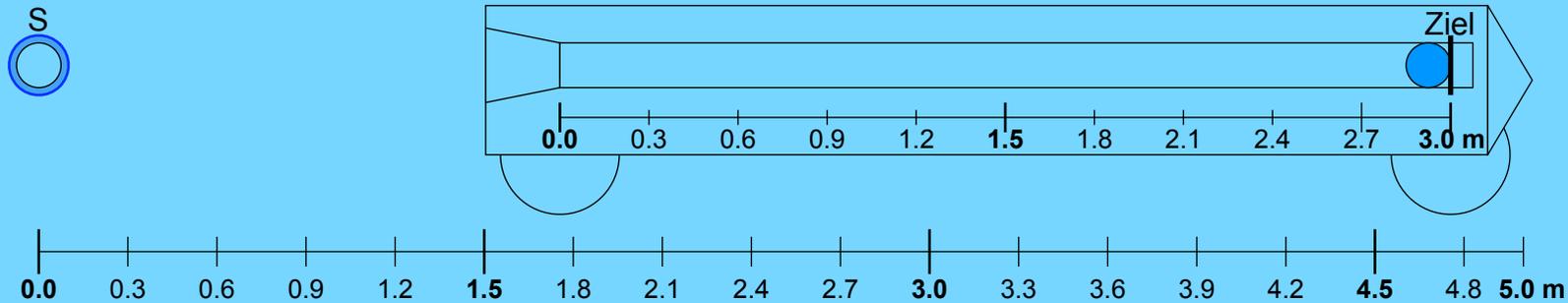
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

Externer Beobachter in Ruhe

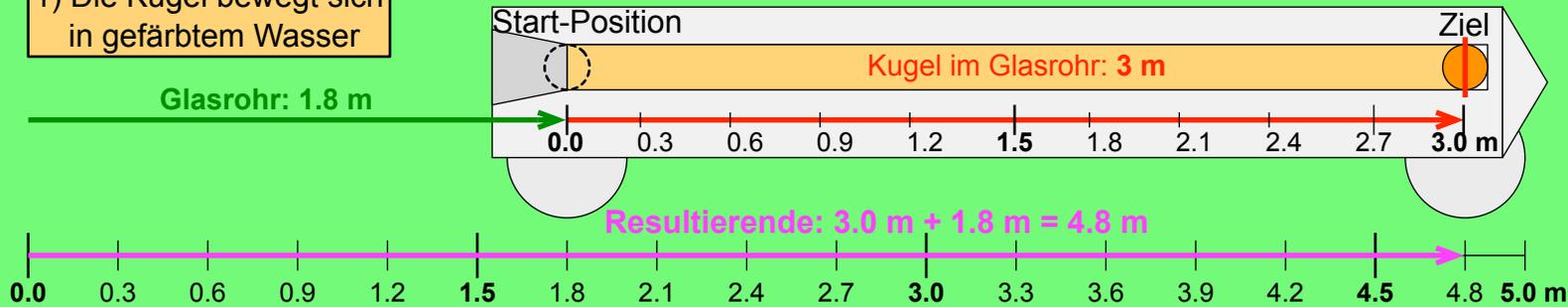
Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.000 sec.

Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

1) Die Kugel bewegt sich in gefärbtem Wasser

Der **Wasserstrahl** bzw. die **Kugel** bewegt sich mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ im Glasrohr.



Die **Positions-Änderung** der Kugel entspricht der **Resultierenden** im KS 2.

Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Start-P. im BBS

2) Die Kugel bewegt sich in klarem Wasser

Die **registrierte Strecke** weicht von der **effektiven Bewegung** im Glasrohr ab!



$v_{\text{Kugel}} = 4.8 \text{ m/sec.}$
ist unmöglich, weil
 $v_{\text{Wasser}} = 3.0 \text{ m/sec.}!$

Das Glasrohr **bewegt sich** 1.8 m, die Kugel 3 m; ihre **Positions-Änderung** im übergeordneten Raum ist **4.8 m**.
Oben: Das Hirn registriert einen Wasserstrahl zwischen Düse und Ziel mit der gleichbleibenden Länge von 3 m.
Unten: Das Hirn registriert die **Resultierende** der Strecken von Kugel und Rohr als Bewegung der **Kugel** allein.
Gemäss der Lehrmeinung bewegt sich die Kugel mit 4.8 m/sec. im Wasser, das sich mit 3 m/sec. bewegt!
Man unterscheidet nicht zwischen der Resultierenden und den unabhängigen Strecken von Kugel und Glasrohr.

2. Teil der Animation

Die Kugel ist am Ziel und bewegt sich selber nicht mehr, aber der Wagen mit dem Glasrohr und der Kugel fährt weiter.

Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

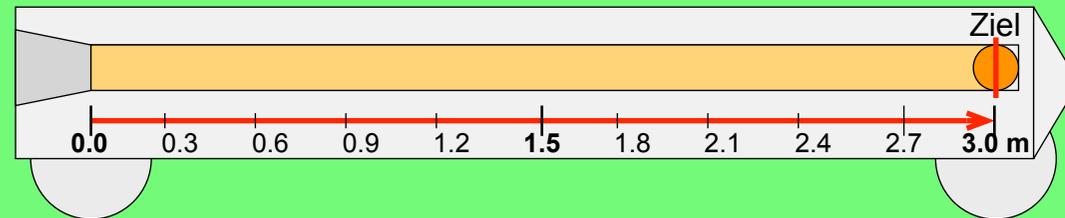
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.025 sec.

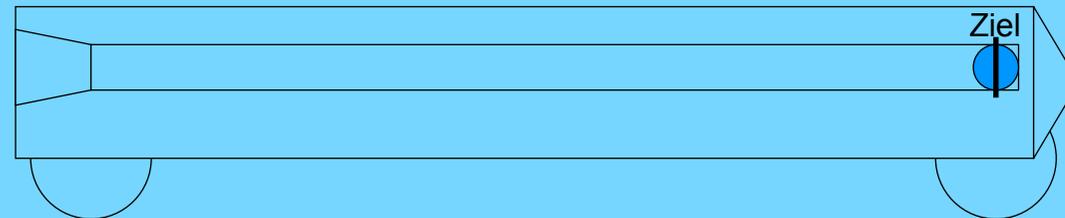
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

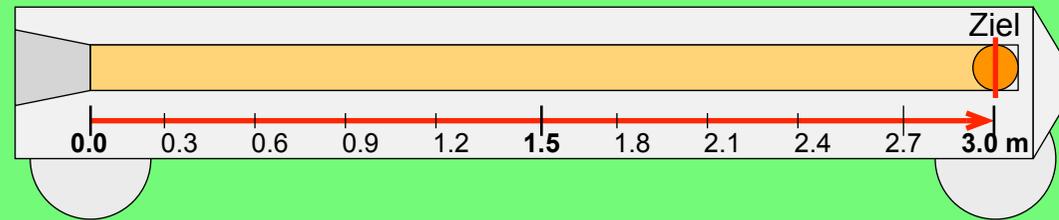
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.050 sec.

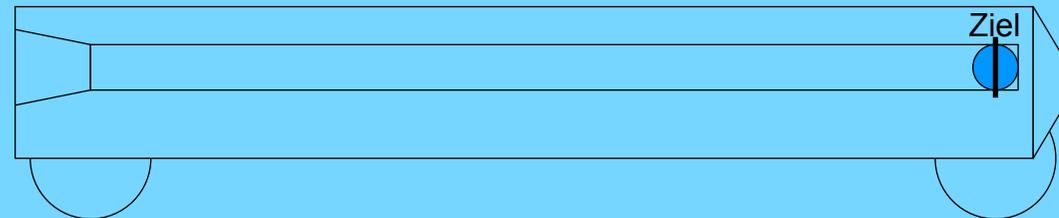
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

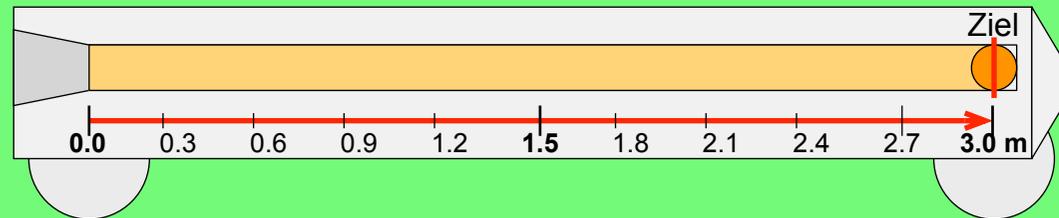
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.075 sec.

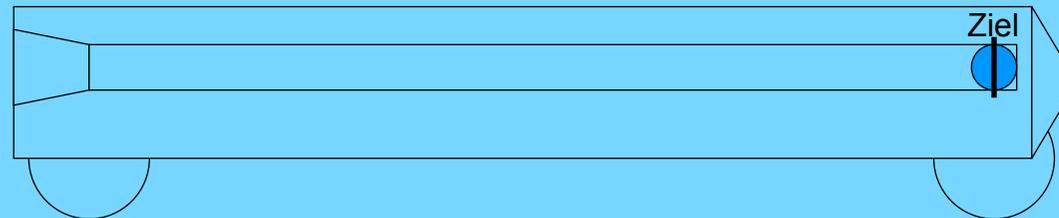
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

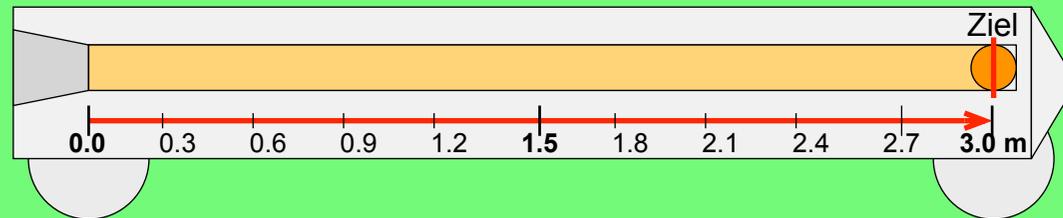
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.100 sec.

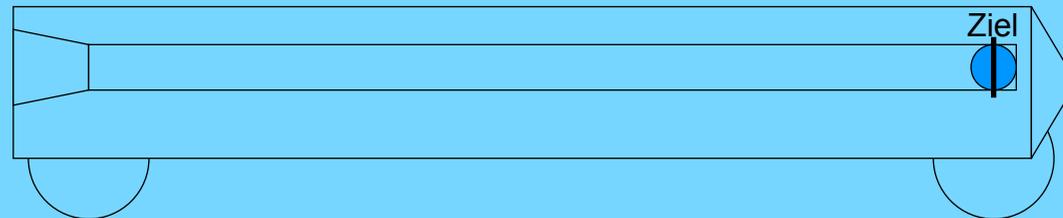
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

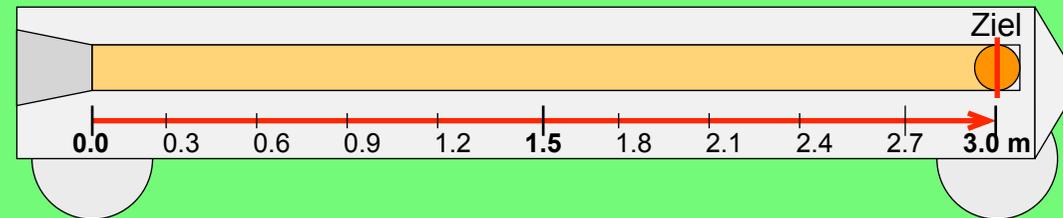
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.125 sec.

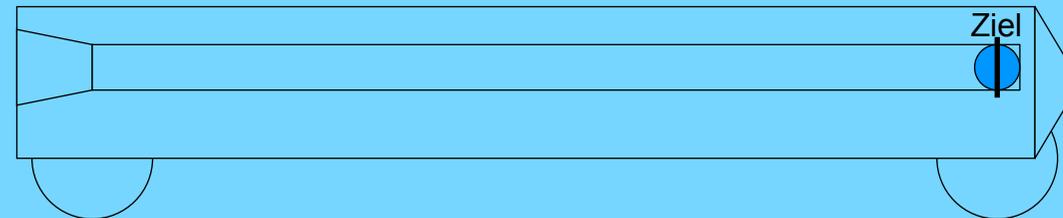
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

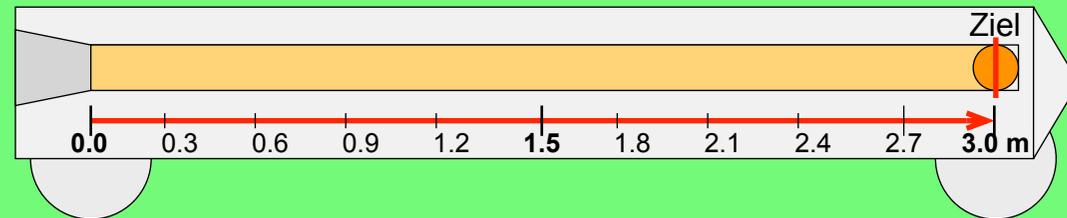
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.150 sec.

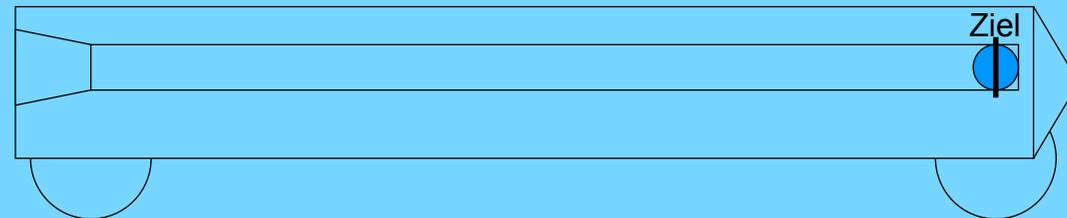
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

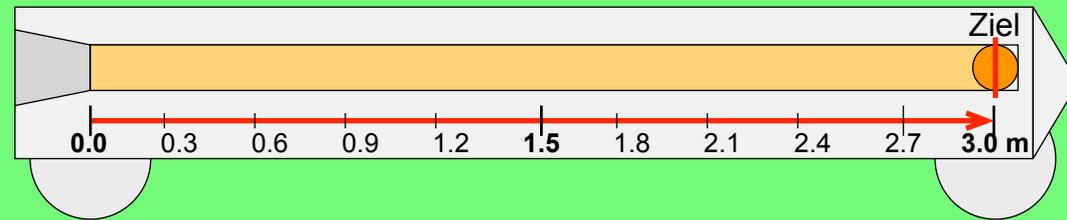
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.175 sec.

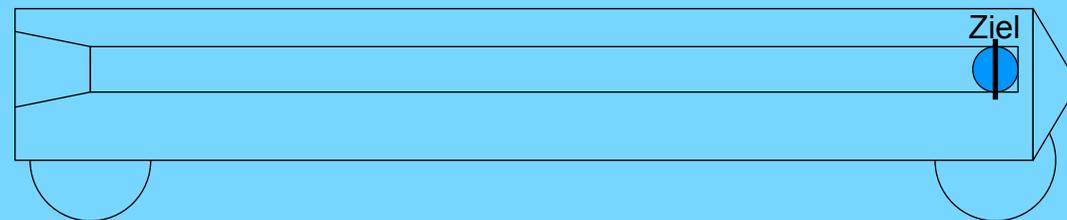
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

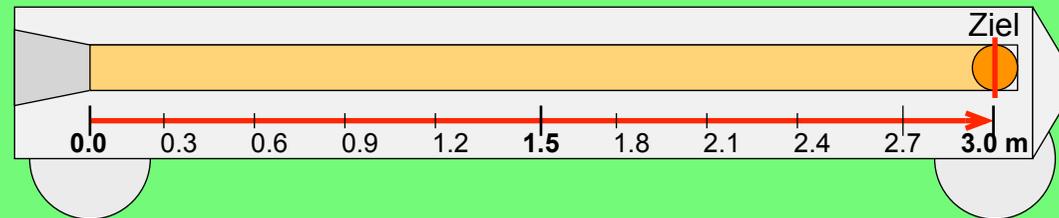
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.200 sec.

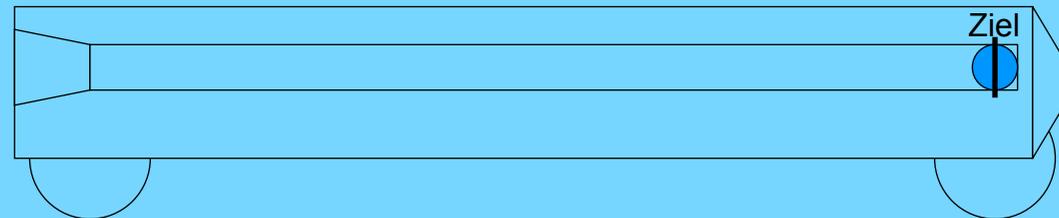
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

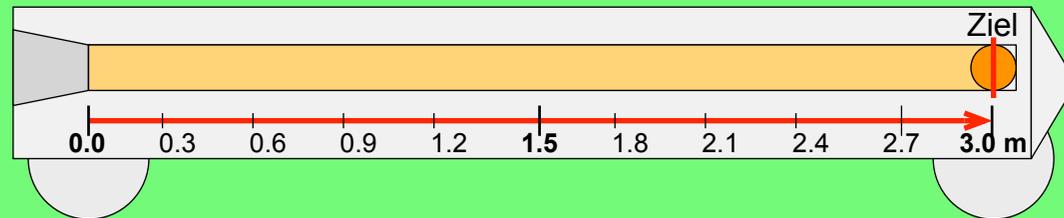
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.225 sec.

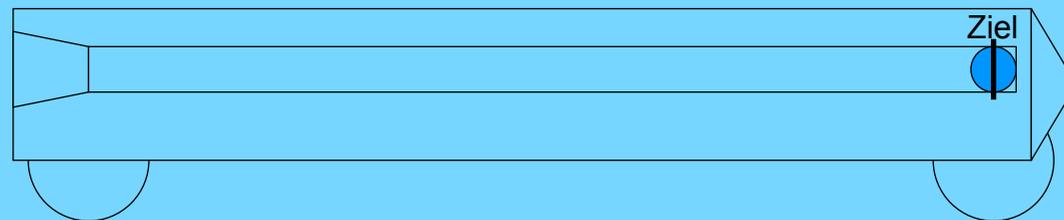
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

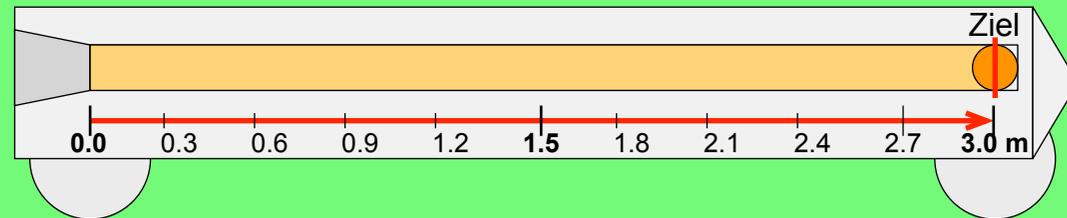
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.250 sec.

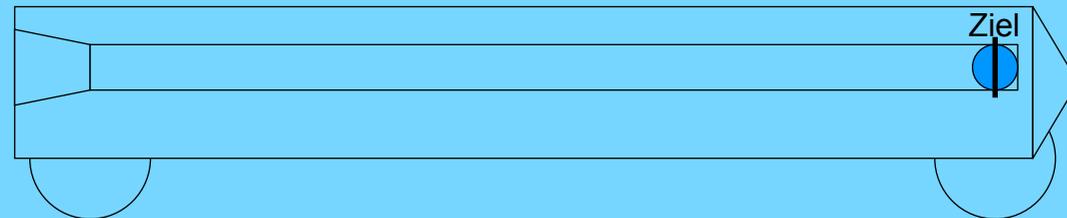
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

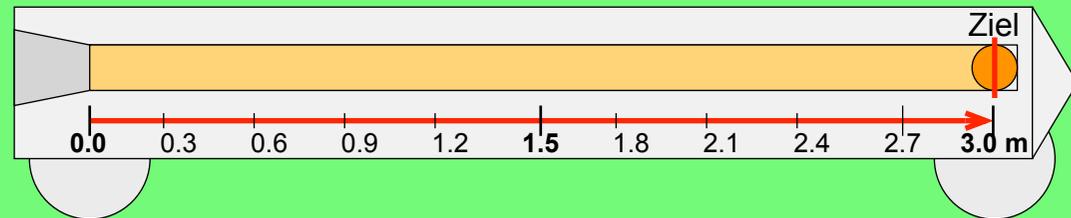
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.275 sec.

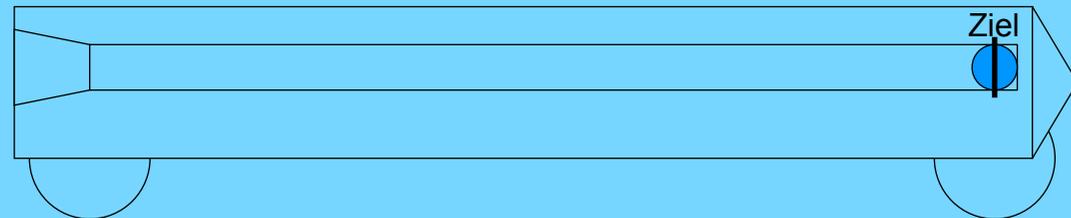
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl**



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke**



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

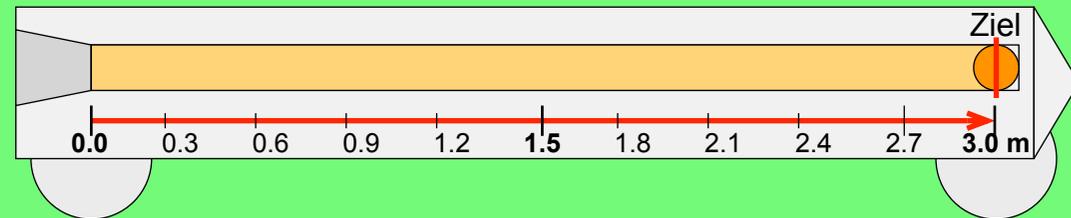
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.300 sec.

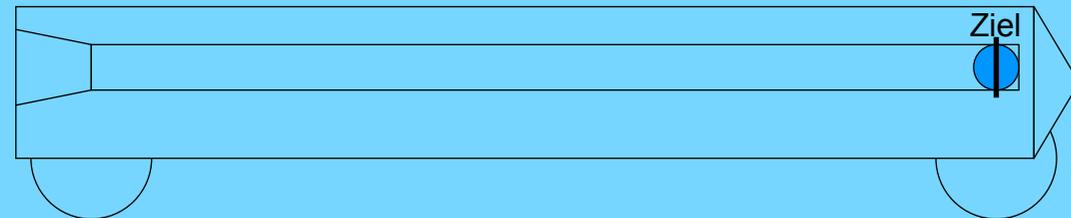
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

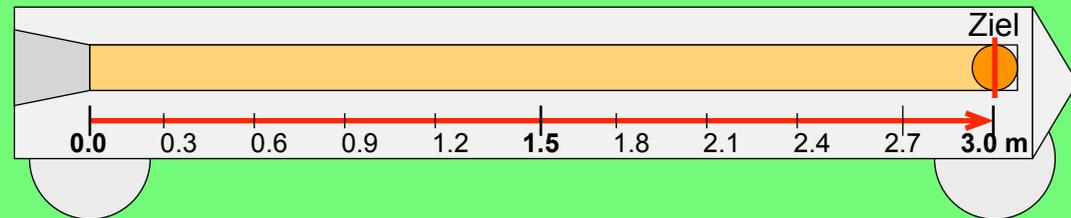
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.325 sec.

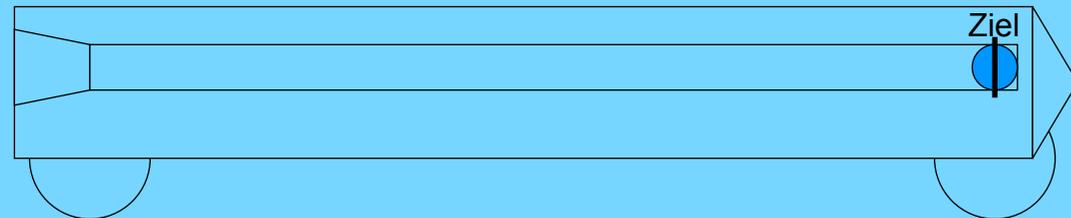
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

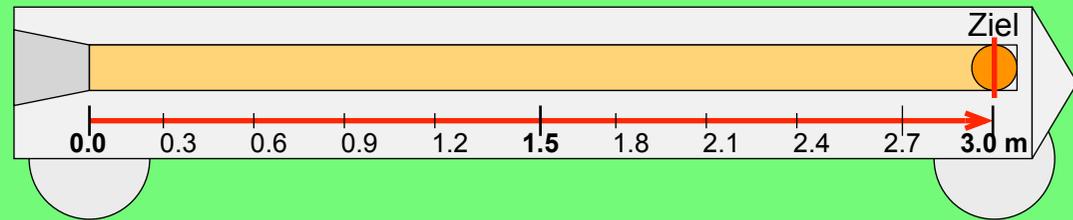
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.350 sec.

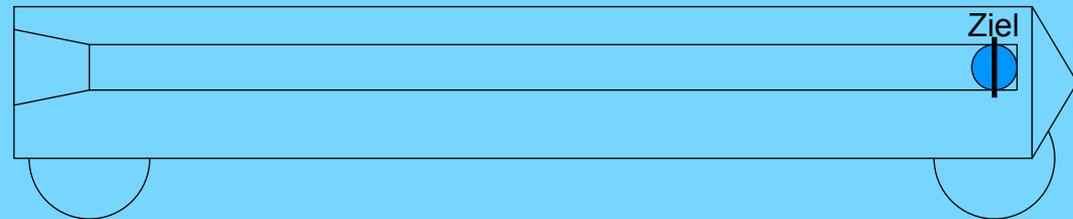
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

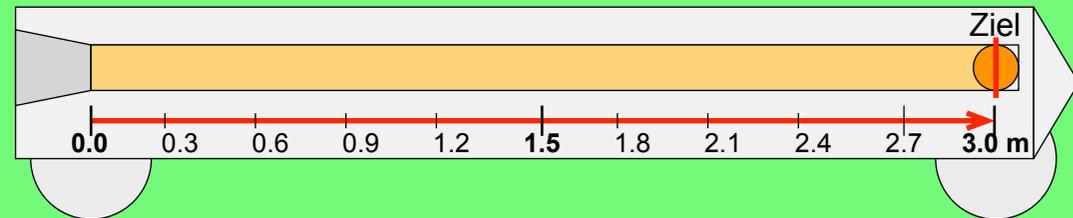
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.375 sec.

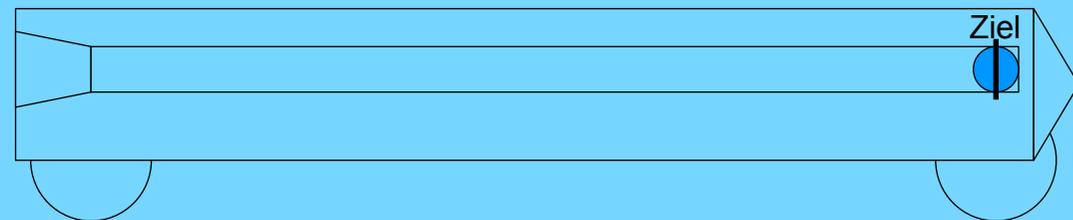
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

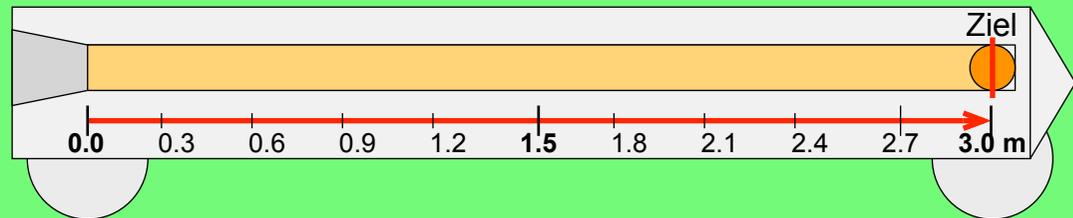
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.400 sec.

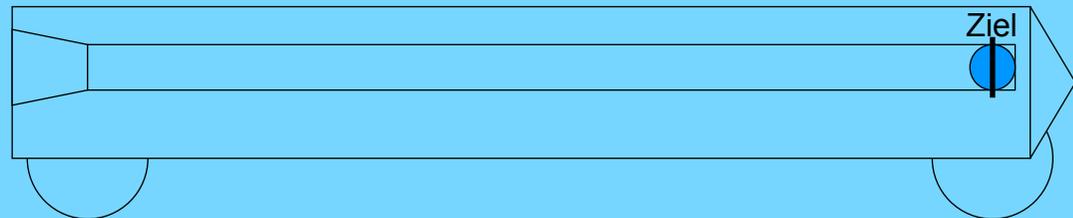
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

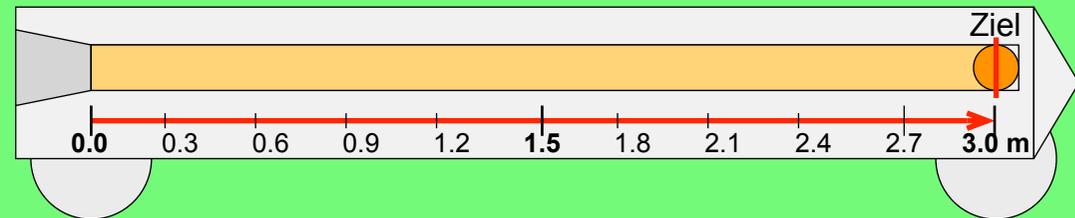
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.425 sec.

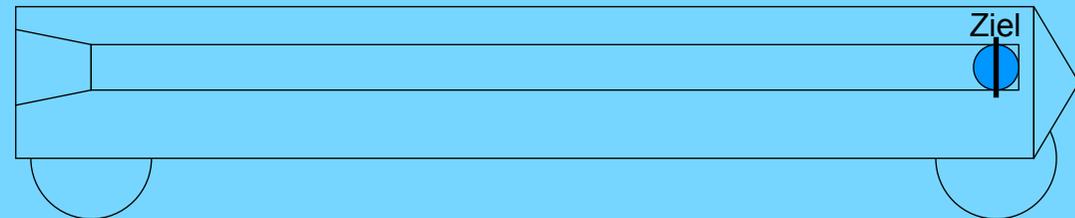
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

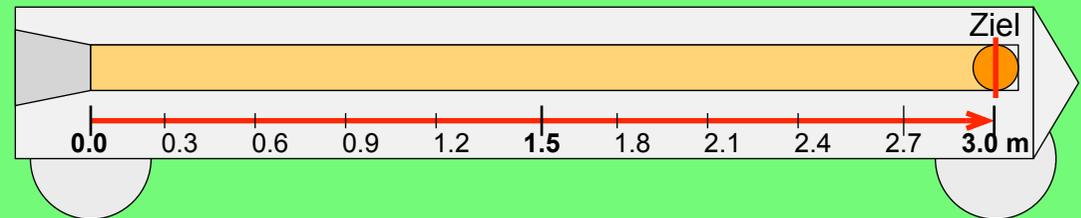
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.450 sec.

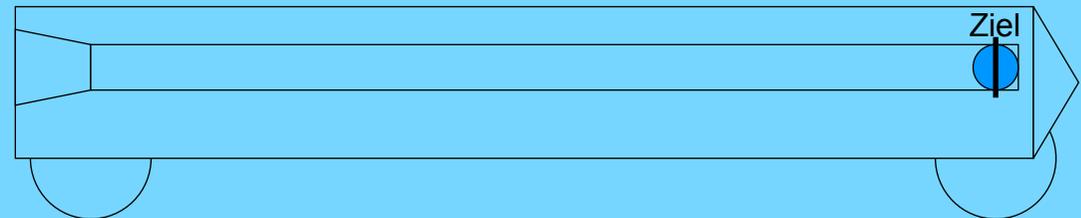
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

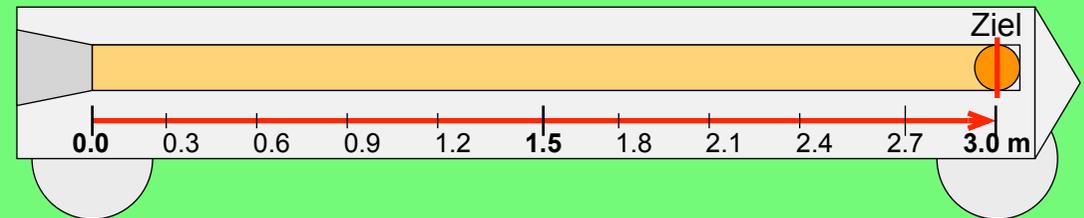
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.475 sec.

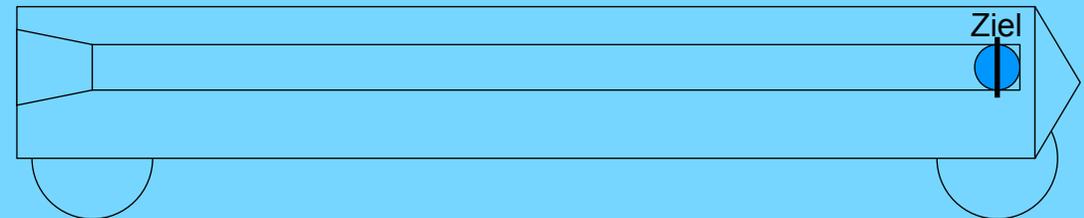
Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der Wasserstrahl



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die registrierte Strecke



Überlagerte Bewegungen in der **Realität** und im physikalischen **Modell**

Beispiel: Wasserstrahl + Kugel ($v = 3 \text{ m/sec.}$) in bewegtem Glasrohr ($v = 1.8 \text{ m/sec.}$)

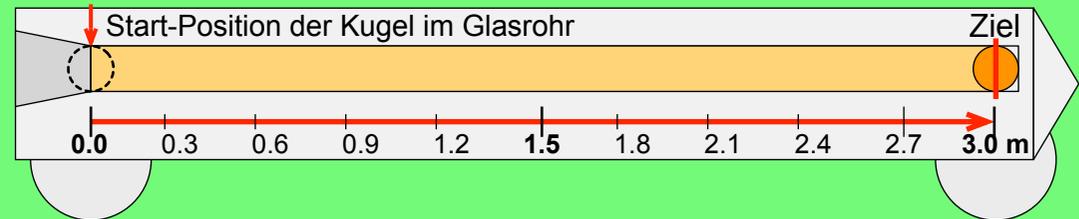
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.500 sec.

Das Wasser bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Der **Wasserstrahl** ist immer 3.0 m lang.

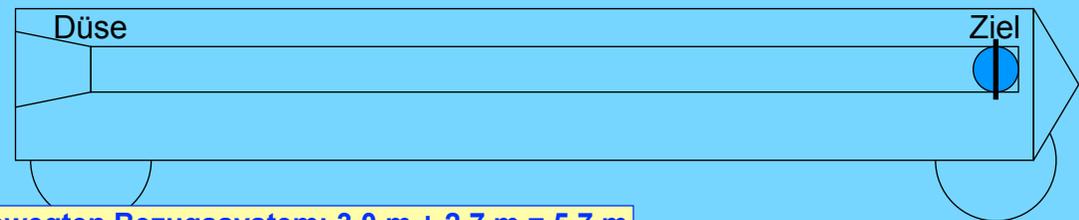


Strahlen jeder Art werden auch bei bewegter Quelle immer mit einer **konstanten Länge** registriert.

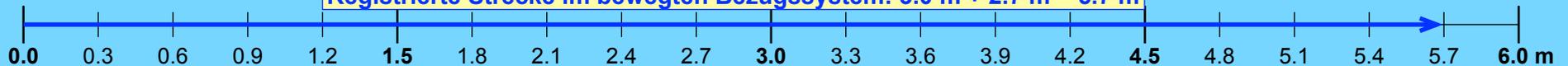
Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)** bzw. im Koordinatensystem (KS) im Hirn des Beobachters.

Die **registrierte Strecke** der Kugel wird immer länger.

S
Start-Position der Kugel im
bewegten Bezugssystem



Registrierte Strecke im bewegten Bezugssystem: $3.0 \text{ m} + 2.7 \text{ m} = 5.7 \text{ m}$



Die blaue Kugel bewegt sich selber nicht mehr; aber die zurückgelegte Strecke im BBS wird immer grösser, weil sich der Wagen bewegt und dabei die Kugel von diesem mitbewegt wird. Die Strecke **einzelner Teilchen** wird bei bewegter Quelle mit einer **variablen Länge** registriert. Grund: Das Hirn kann hier die Bewegungen von Kugel und Wagen nicht auseinander halten. Quintessenz: Die Wahrnehmung entspricht bei überlagerten Bewegungen nicht der Realität.

Hier ist das Ende dieser Animation

5) Worauf beruhen die Berechnungen bei der Relativitätstheorie?

Wer noch glaubt, das BBS-Konzept entspreche der Realität, soll nicht weiterlesen, dies wäre sinnlos! Nun sind alle Informationen vorhanden, damit man die wahren Hintergründe der **SRT** erkennen kann. Gemäss der Lehrmeinung kann man diese nur mit der Lorentz-Transformation (siehe Anhang) korrekt beschreiben, die von einem 4-dimensionalen, mathematischen Konstrukt, der sog. Raumzeit, ausgeht. Daraus ergibt sich eine Verkürzung der Länge (Längen-Kontraktion) und eine Verlangsamung der Zeit (Zeitdilatation). Der Faktor für diese Veränderung berechnet man gemäss der Formel: $F = \sqrt{1 - (v^2/c^2)}$, wobei v die Geschwindigkeit des Raums (Koordinatensystems) ist, worin sich ein Objekt bewegt. Beim Licht ist dieses ein Photon (Lichtteilchen). Wenn sich z. B. ein Raumschiff mit $v = 0.6 c$ bewegt, ergibt sich ein Korrektur-Faktor von 0.8, d. h. ein Raumschiff R von 10 m Länge ist für externe Beobachter gemäss dieser Theorie auf 8 m verkürzt. Für die Astronauten ändert sich aber nichts, weil ihre Relativ-Geschwindigkeit zu R null ist, es ist also gleichzeitig 10 m und 8 m lang! Ist R in Ruhe, verkürzt es sich aus der Sicht von Astronauten eines anderen Raumschiffs, das mit $0.6 c$ vorbeifliegt, ebenfalls um 20 %. Wenn beide Raumschiffe mit $0.6 c$ nebeneinander fliegen, resultiert aber keine Verkürzung!

Diese Ausführungen übersteigen das Vorstellungsvermögen der meisten Menschen, weil sie nur auf Berechnungen beruhen und nicht 1:1 nachvollzogen werden können. Gemäss Lehrmeinung finden diese Vorgänge bei allen Geschwindigkeiten statt; aber bei Geschwindigkeiten im Alltag ist der Effekt aufgrund der obigen Formel so gering (z. B. 15 Stellen hinter dem Komma), dass er nicht messbar ist. Mit der folgenden **Animation 5.1** kommt man dem Geheimnis der SRT einiges näher, wenn man bei obiger Formel c durch v -Objekt ersetzt. Die Original-Formel stimmt nur beim Licht bzw. bei Photonen, bei anderen Objekten aber nicht. Im Experiment rollt eine Kugel (aufgrund von Wasserdruck) 3 m in einem Glasrohr, das sich 1.8 m bewegt. Hier ist v -Kugel entscheidend, nicht c , denn das Licht hat hier keine Bedeutung. Die Berechnungen der SRT dienen dazu, Fehler zu eliminieren, die sich aufgrund des realitätswidrigen BBS-Konzepts ergeben. Sie werden hier auf dieses Experiment angewendet.

Die Kugel legt infolge beider Bewegungen effektiv 4.8 m im Raum zurück, wo sich das Rohr bewegt; dies entspricht der Resultierenden bzw. der Positions-Änderung. Unter der Annahme, dass die Resultierende von 4.8 m gemäss BBS die Strecke der Kugel allein ist, und dass v -Resultierende analog zur SRT konstant ist, resultiert eine Laufzeit von $4.8 \text{ m} / 3 \text{ m/sec.} = 1.6 \text{ sec.}$ Dann bewegt sich das Rohr $1.6 \text{ sec.} \times 1.8 \text{ m/sec.} = 2.88 \text{ m}$, so dass sich eine Strecke von $3.0 \text{ m} + 2.88 \text{ m} = 5.88 \text{ m}$ ergibt, die von der Resultierenden (4.8 m lang) abweicht. Mit einer Längenkontraktion und Zeitdilatation kann man das Ergebnis zurechtbiegen. Mit dem Faktor 0.8 aufgrund der korrigierten Formel ergibt sich eine längere Laufzeit: $1.6 \text{ sec.} / 0.8 = 2 \text{ sec.}$; zudem verkürzt sich das Rohr: $3 \text{ m} \times 0.8 = 2.4 \text{ m}$. Es bewegt sich nun: $2 \text{ sec.} \times 1.8 \text{ m/sec.} = 3.6 \text{ m}$. Die gesamte Strecke der Kugel beträgt: $2.4 \text{ m} + 3.6 \text{ m} = 6.0 \text{ m}$; Kontrolle: $2 \text{ sec.} \times 3 \text{ m/sec.} = 6 \text{ m}$, die Berechnungen stimmen. Diese erscheinen absurd, sie sind aber korrekt!

Die gleichen mathematischen Eskapaden werden bei der **Animation 5.2** angestellt, wo sich ein Photon 3 m in einem Raumschiff bewegt, das 1.8 m fliegt. Die Zahlen stimmen mit jenen bei 5.1 überein, ausser bei der Zeit (nanosec. $\times 10$), weil c 100 Mio.-mal grösser ist. Hier ist die Zeit im BBS doppelt so lang wie im Raumschiff, genauso wie das Verhältnis von BBS zu Realität bei 5.1, und die Längenkontraktion ist gleich, was auch für die **Animation 5.3** zutrifft. Hier fliegt das Photon in entgegengesetzter Richtung. Daher ist die Laufzeit im BBS bzw. gemäss der SRT nur halb so gross wie im Raumschiff. In beiden Fällen ist die Messstrecke für das Photon gleichzeitig 3 m und 2.4 m lang, und dieses benötigt dafür im BBS des Beobachters ausserhalb des fliegenden Raumschiffs eine andere Zeit als in diesem. Interessant ist auch, dass die Laufzeit und die Strecke des Photons von seiner Flugrichtung abhängen!

Diese Berechnungen gemäss der SRT sind zwar korrekt, sie haben aber überhaupt keinen Bezug zur Realität. Sie ergeben sich nur, weil man die Resultierende der Strecken von Photon und Lichtquelle gemäss dem BBS-Konzept für die Bewegung des Photons allein hält, und zudem annimmt, dass die Geschwindigkeit der Resultierenden bzw. der Positions-Änderung konstant ($= c$) ist. Dies ist aber nicht der Fall bzw. trifft nur für einen Lichtstrahl zu, der eine schnelle Abfolge von sehr vielen Photonen ist.

Diese Argumente reichen nicht aus, um SRT-Anhänger/innen zu überzeugen. Sie glauben, dass man die Natur allein mit der Mathematik erklären kann, und die Berechnungen bei der SRT sind korrekt. Man kann sie daher nicht widerlegen. Weil man die erforderlichen Geschwindigkeiten nicht erreicht um diese Theorie 1:1 zu überprüfen, kann man die Zeitdilatation und die Längenkontraktion weder beweisen noch widerlegen. Man kann zwar beweisen, dass v -Resultierende der Strecken von Photon und Erde (mit $v = 30 \text{ km/sec.}$) variabel ist; aber dies bedingt, dass man anerkennt, dass es keinen Grund gibt, die imaginäre Strecke in einem abstrakten BBS für die reale Wirklichkeit zu halten.

Animationen 5 (im Vollbild-Modus)

Bitte volle Seitengröße wählen und scrollen 
Please enter the full page mode and scroll

Klicken Sie auf  in der Menü-Leiste
Please click on in the menu bar

Animation 5.1: Eine Kugel rollt in einem Glasrohr mit Wasser
Die Kugel und das Glasrohr bewegen sich in der gleichen Richtung.

a) Berechnungen gemäss der *klassischen* Physik:
Die Kugel bewegt sich **3 m in 1 sec.**

b) Berechnungen analog zur *relativistischen* Physik:
Die Kugel bewegt sich **6 m in 2 sec.**

Anmerkung: Das Glasrohr auf dem Wagen verkürzt sich *gemäss Theorie* aus Sicht eines ruhenden Beobachters ganz minimal; dies erfolge auch dann, wenn sich der Beobachter bewegt und der Wagen in Ruhe ist. Es gäbe hingegen keine Verkürzung, wenn sich der Beobachter synchron mit dem Wagen bewegt.

Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

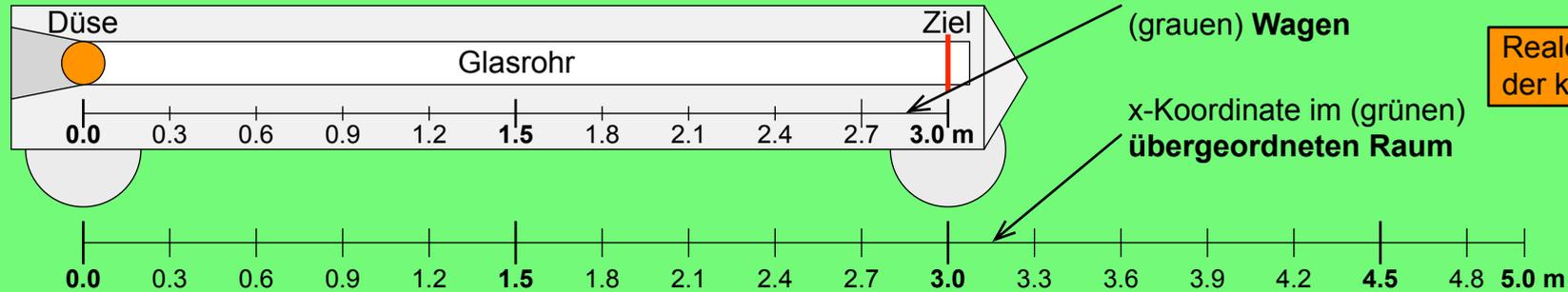
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

Start
0 sec.

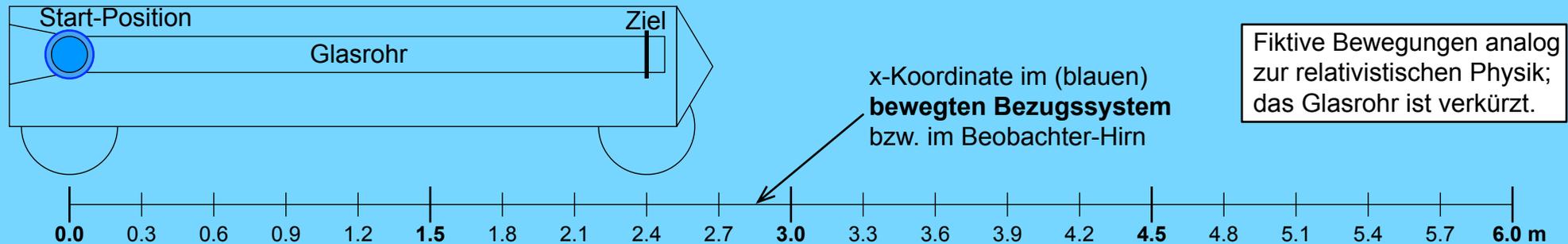
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Beachte: In der Wirklichkeit gibt es **zwei reale** Räume: Wagen und Erde; beim BBS gibt es nur **einen imaginären** Raum.

Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

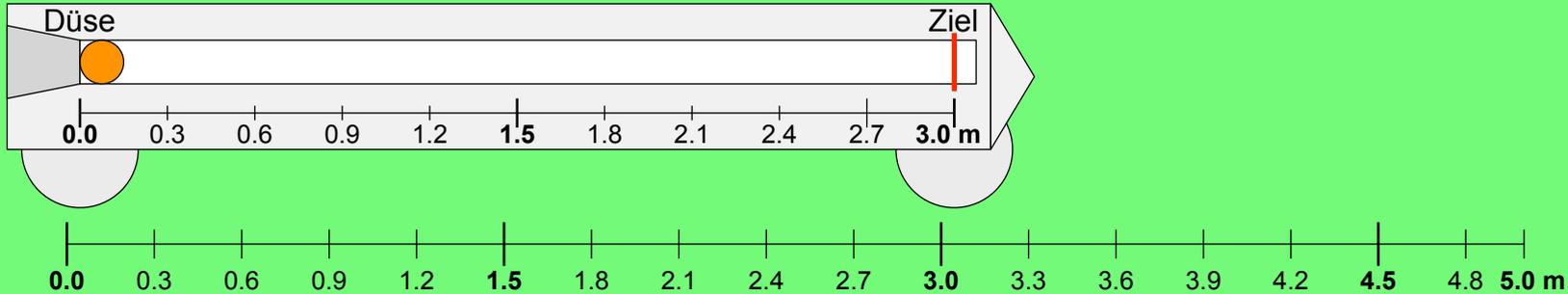
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.025 sec.

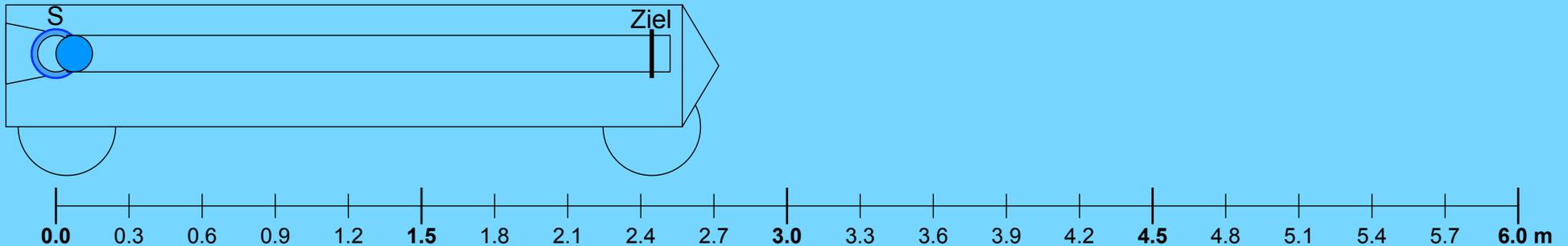
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

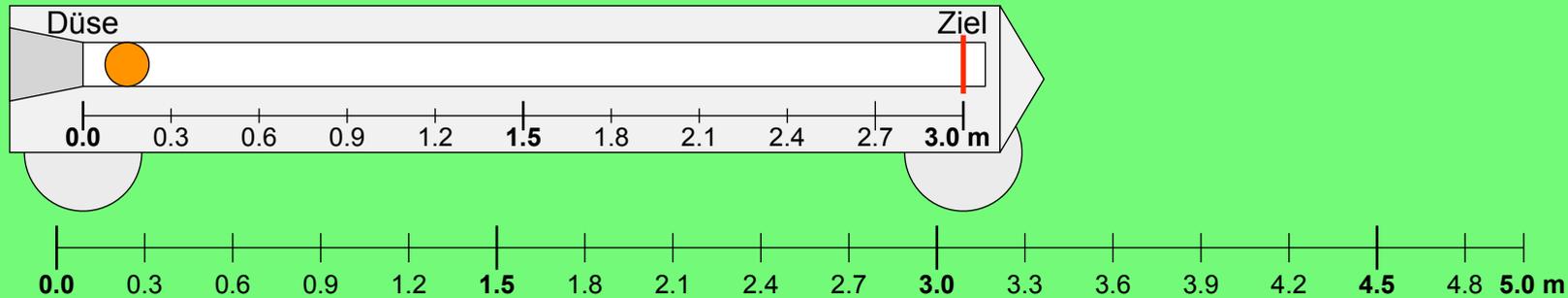
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.050 sec.

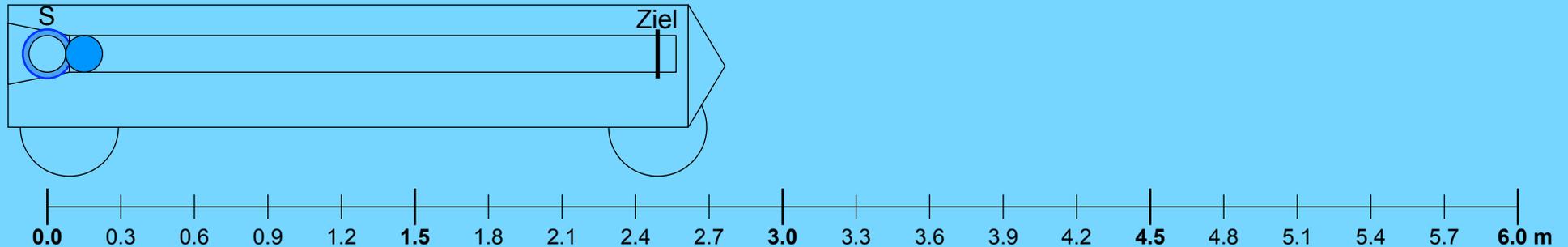
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

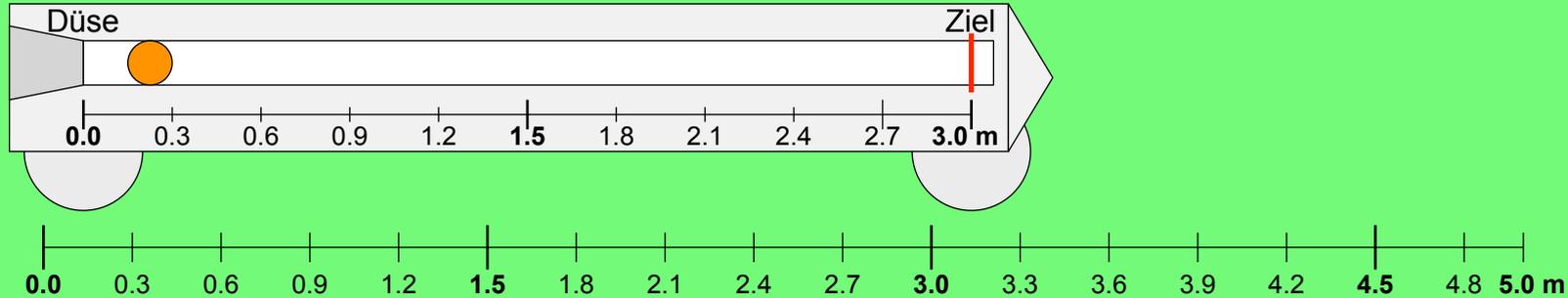
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.075 sec.

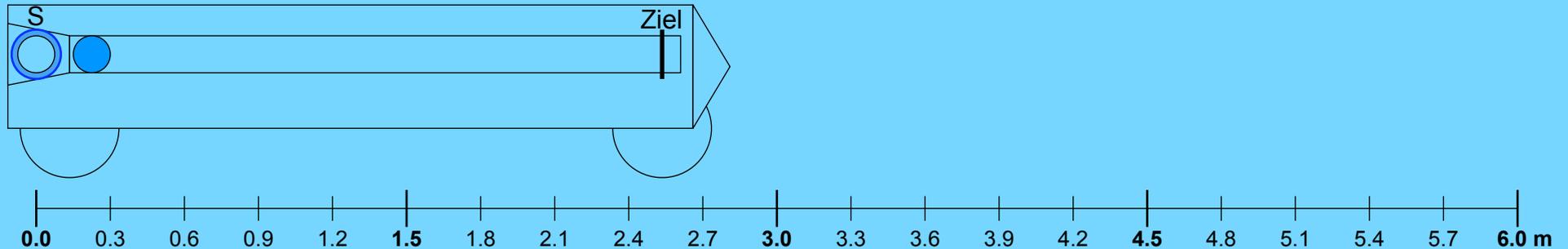
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

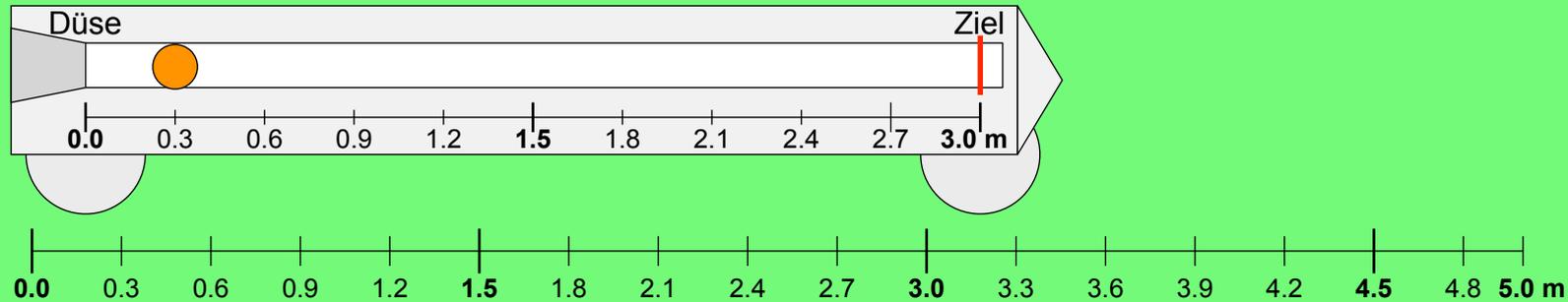
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.100 sec.

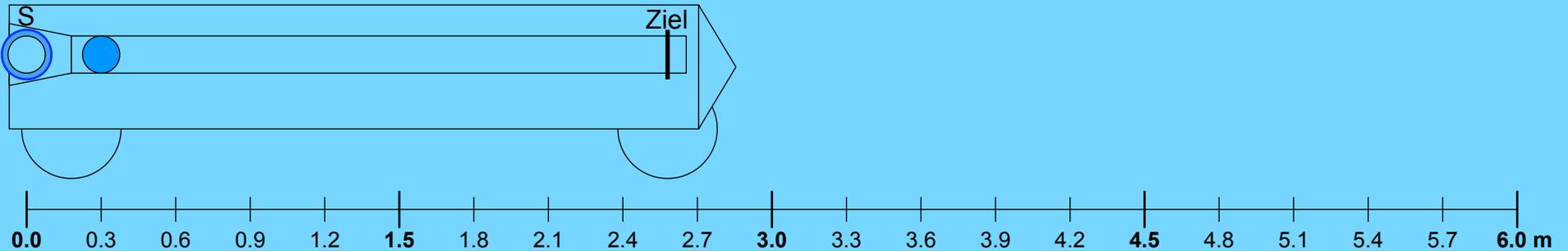
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

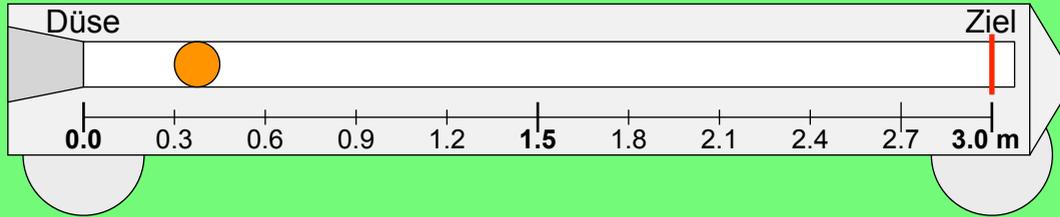
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.125 sec.

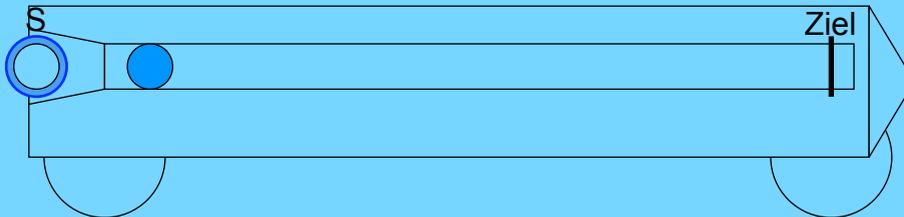
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

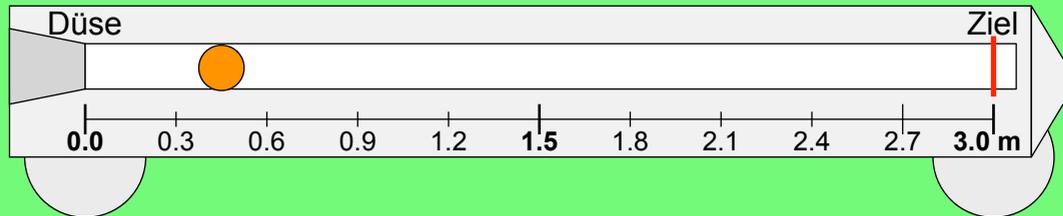
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.150 sec.

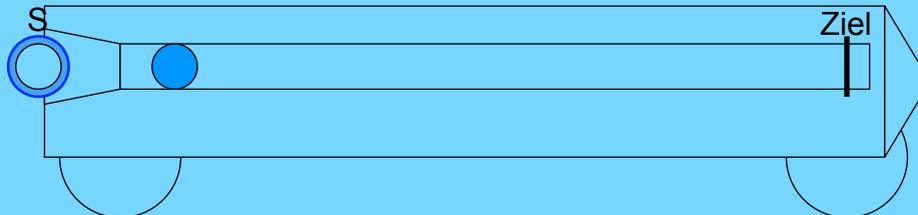
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

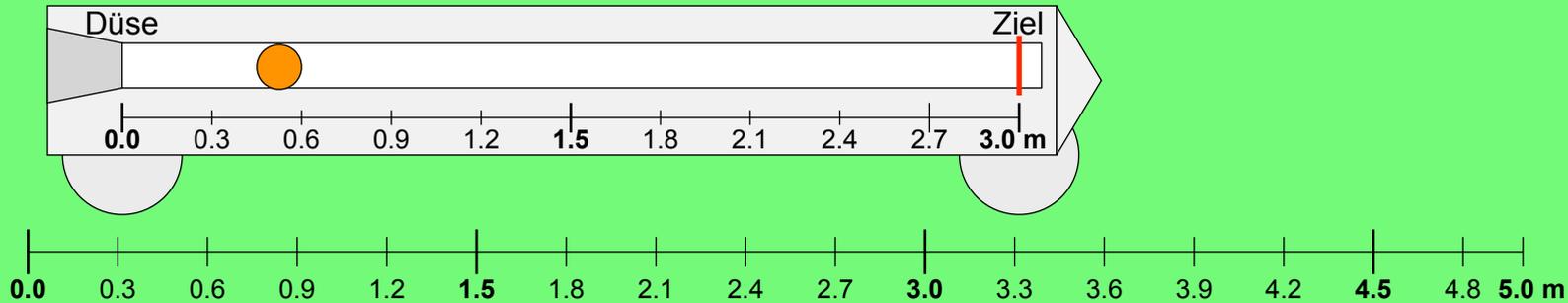
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.175 sec.

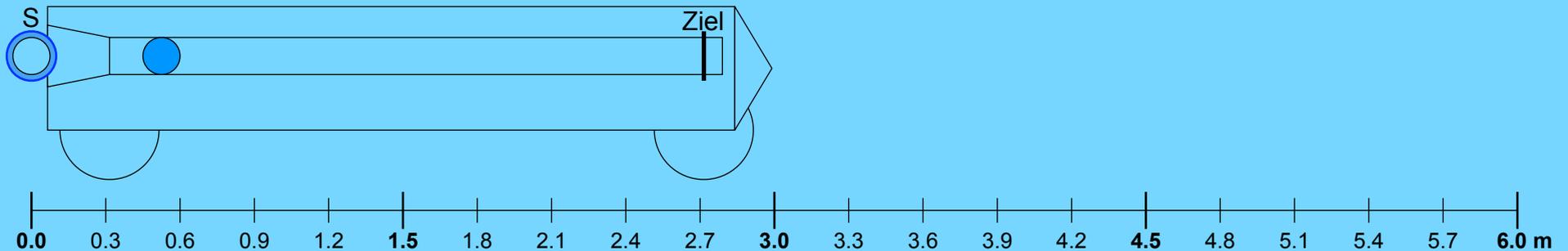
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

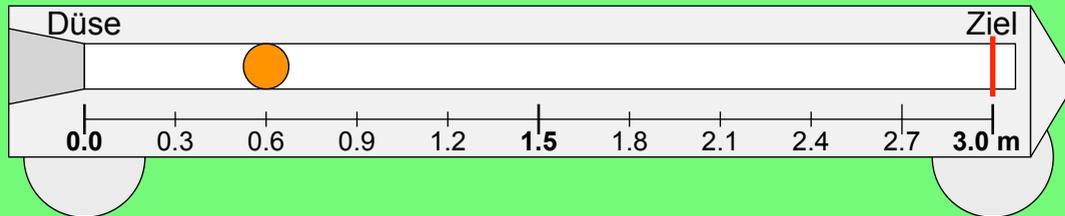
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.200 sec.

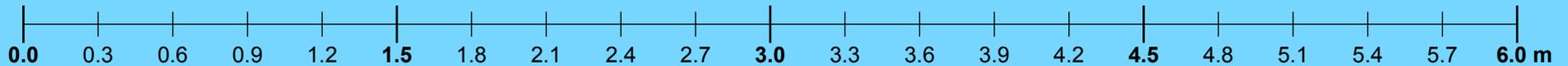
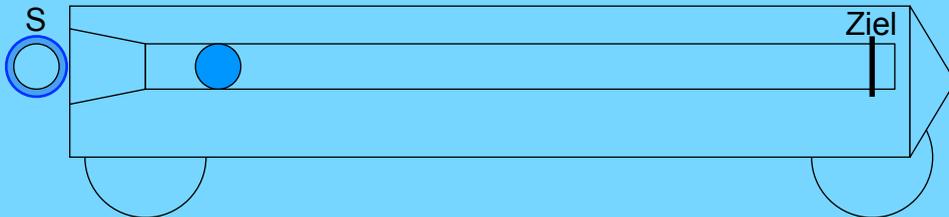
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

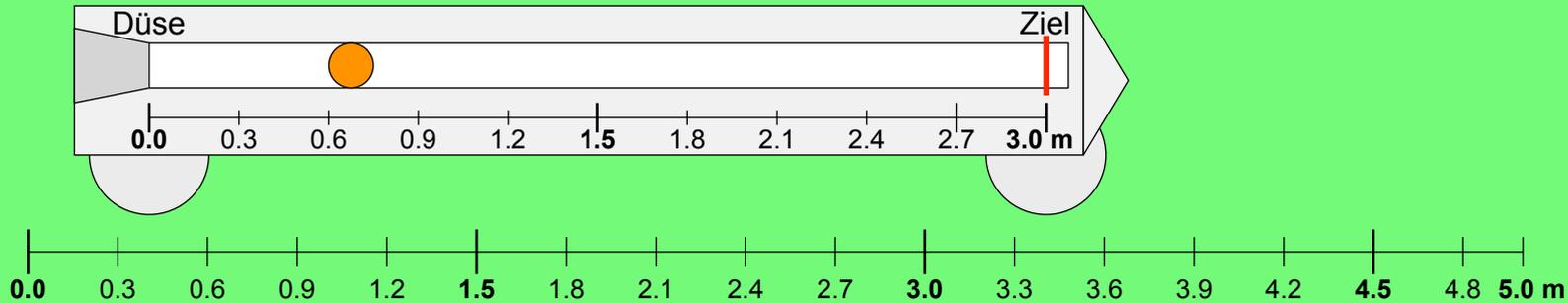
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.225 sec.

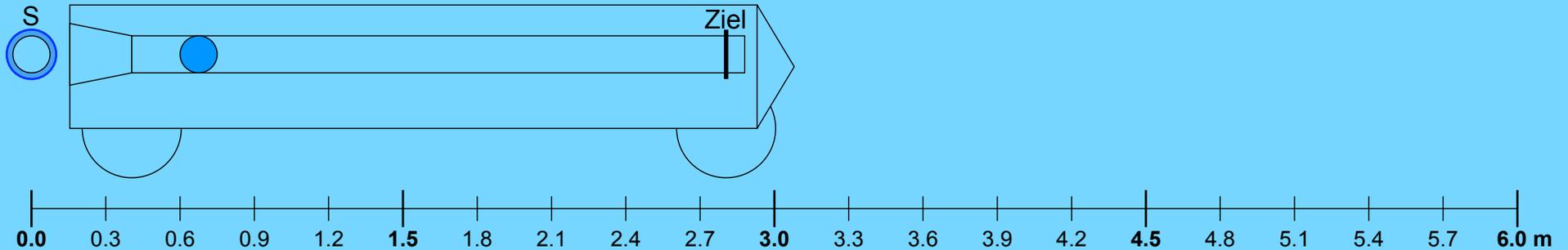
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

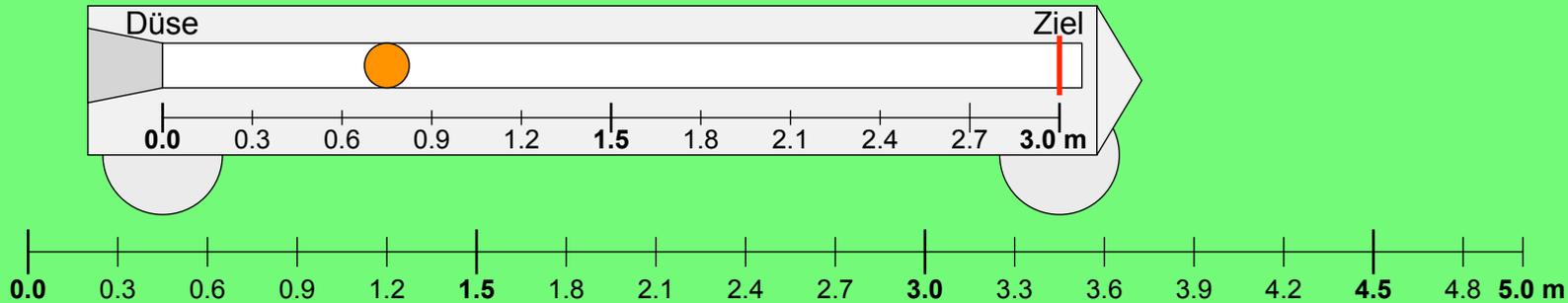
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.250 sec.

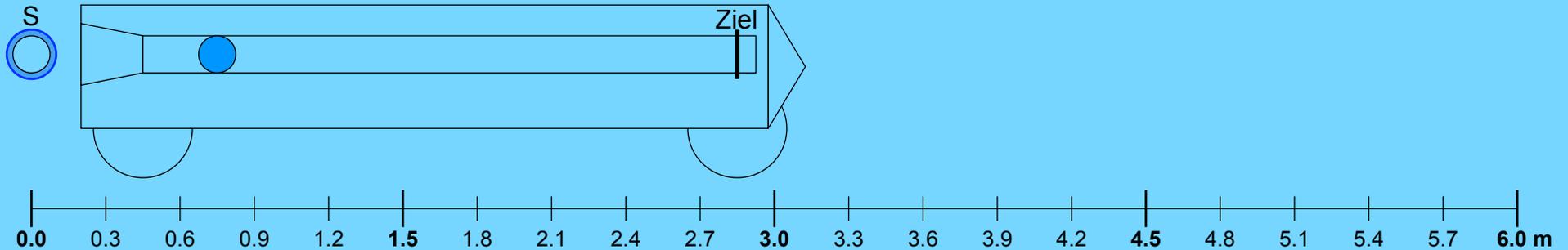
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

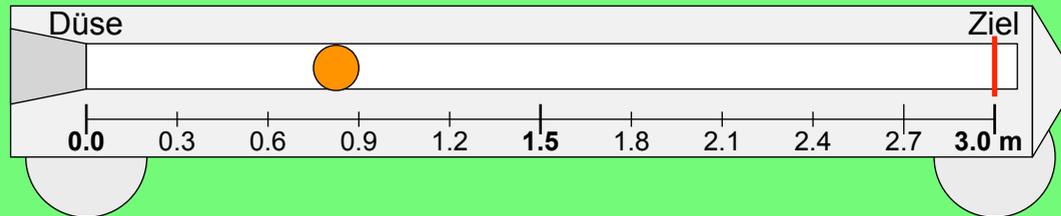
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.275 sec.

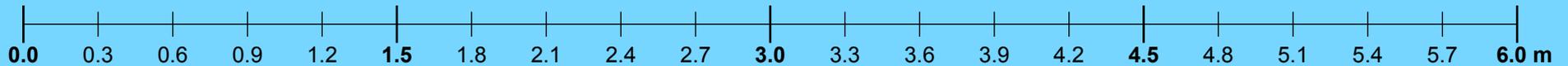
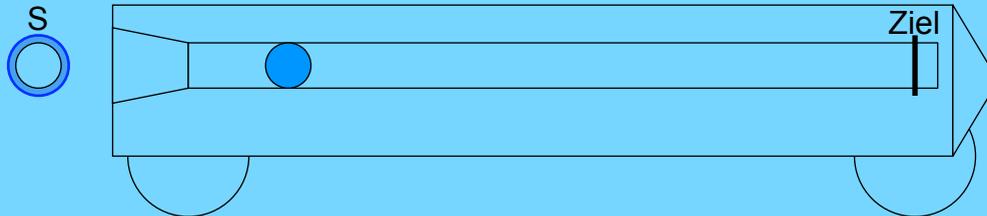
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

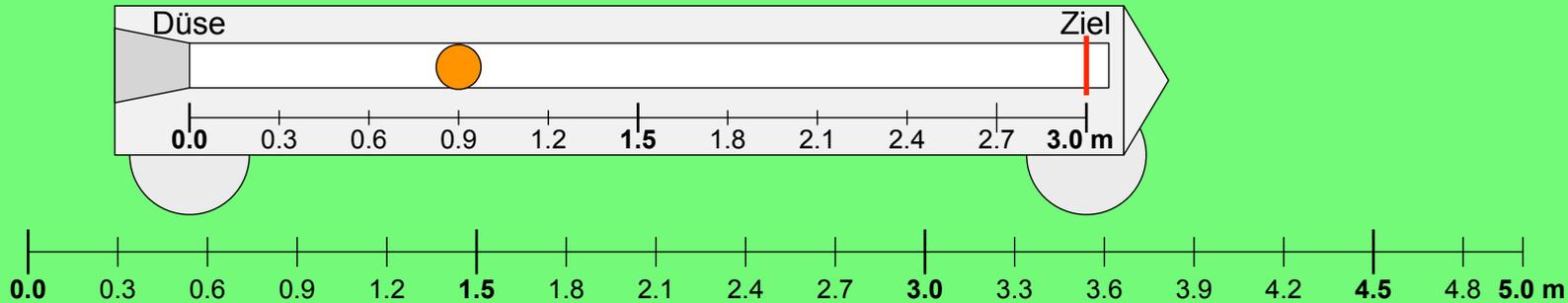
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.300 sec.

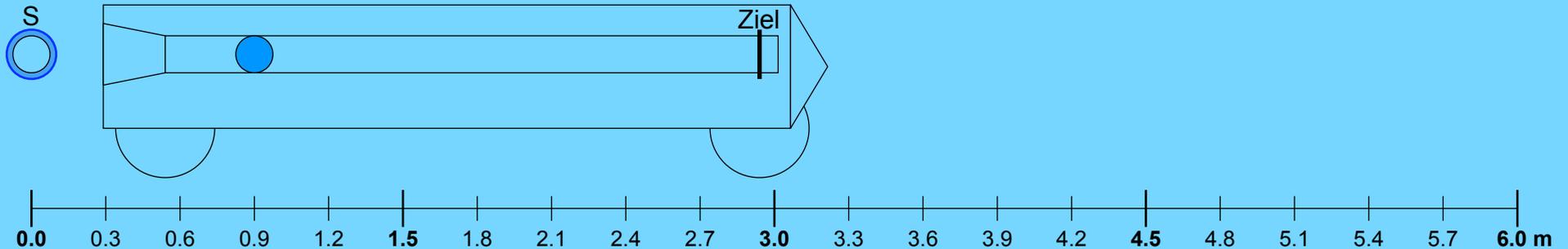
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

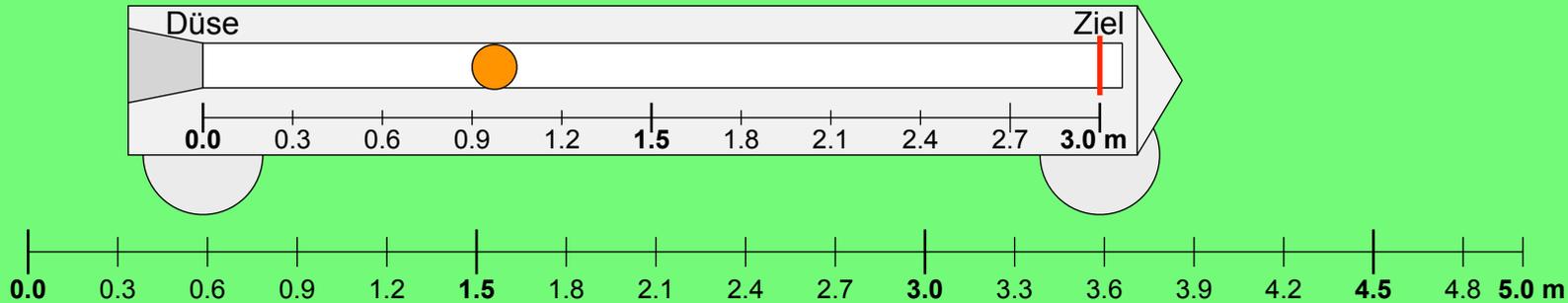
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.325 sec.

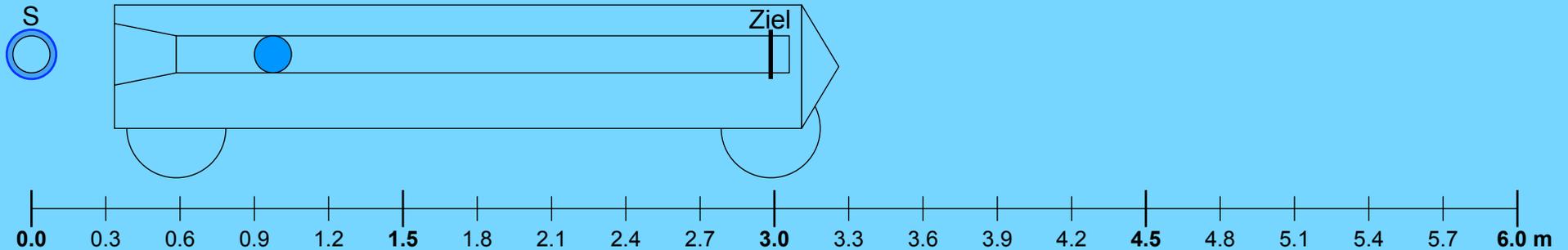
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

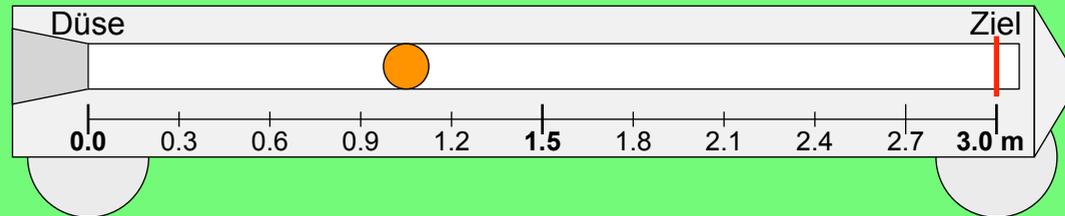
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.350 sec.

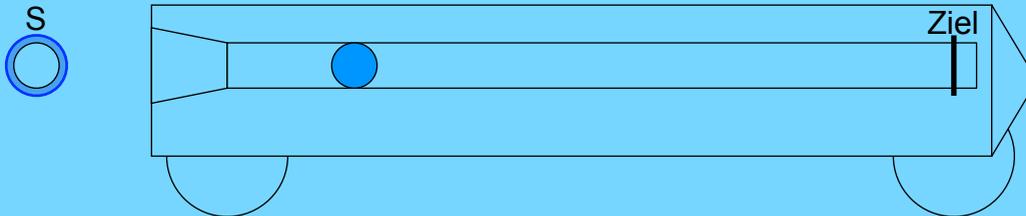
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

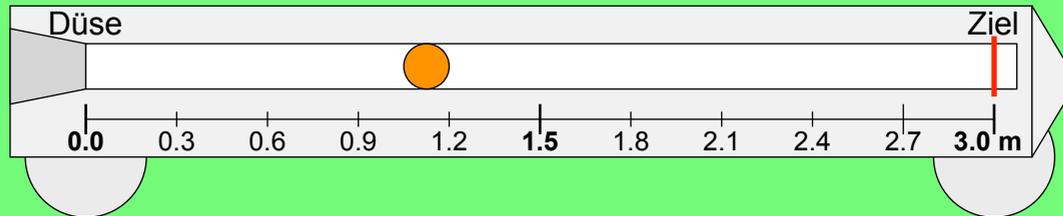
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.350 sec.

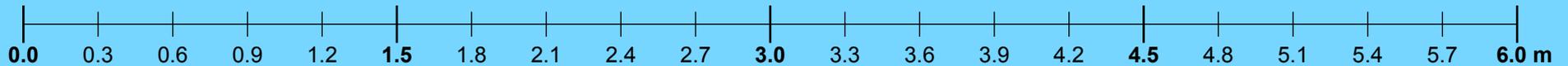
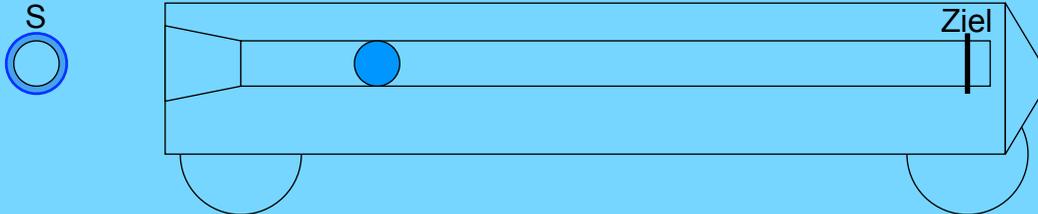
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

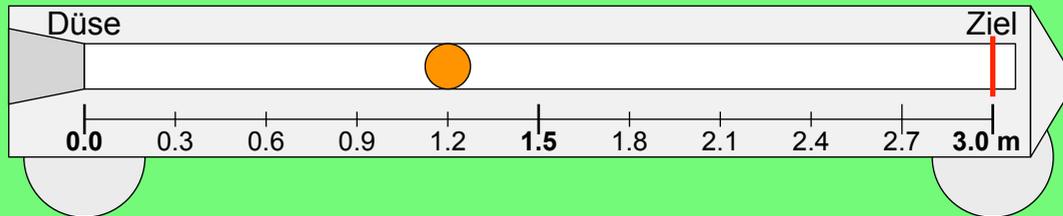
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.400 sec.

Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

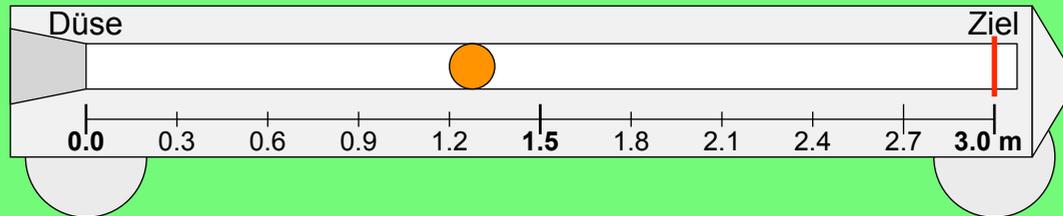
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.425 sec.

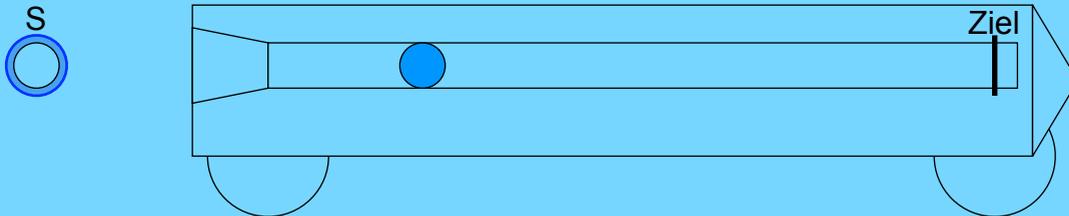
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

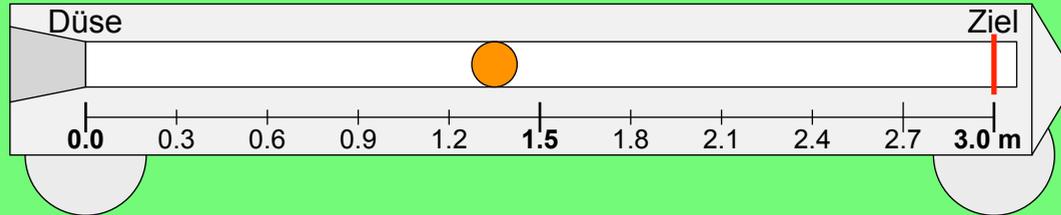
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.450 sec.

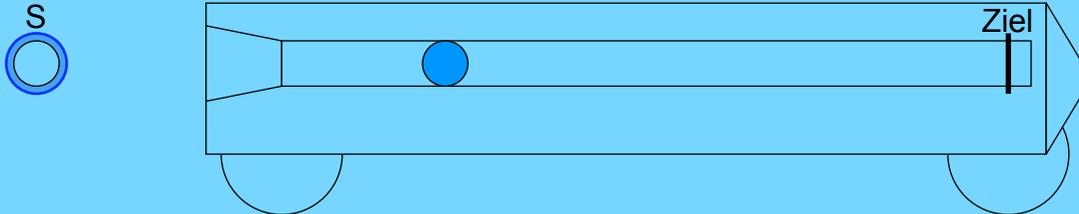
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

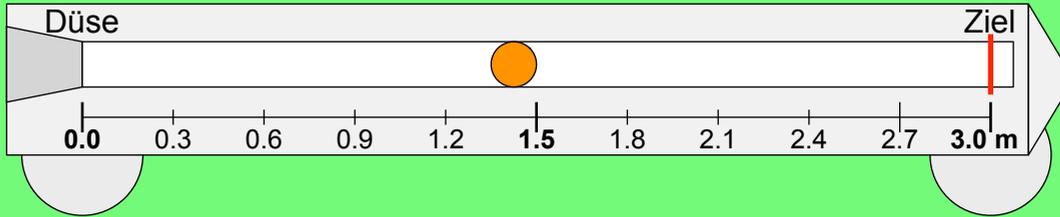
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.450 sec.

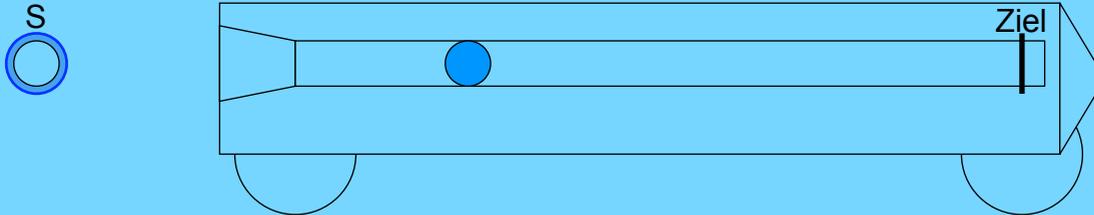
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

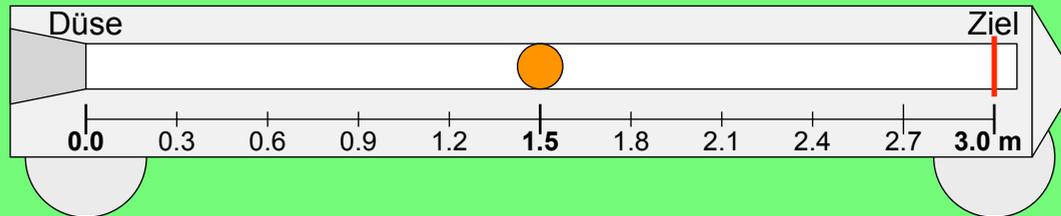
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.500 sec.

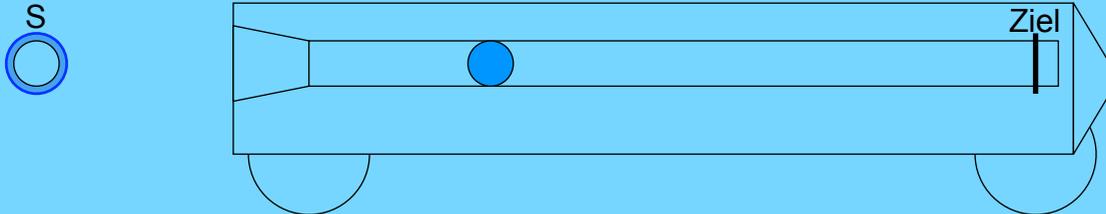
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

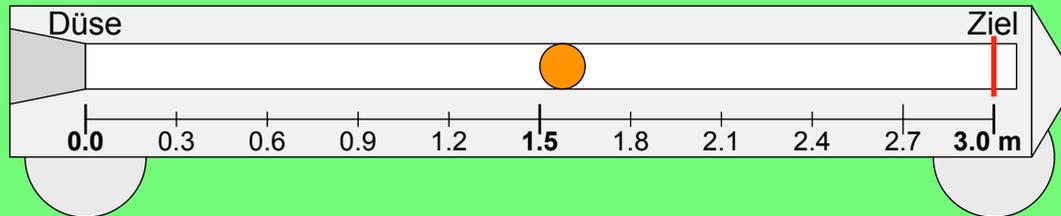
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.525 sec.

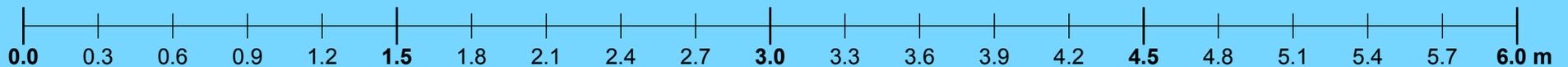
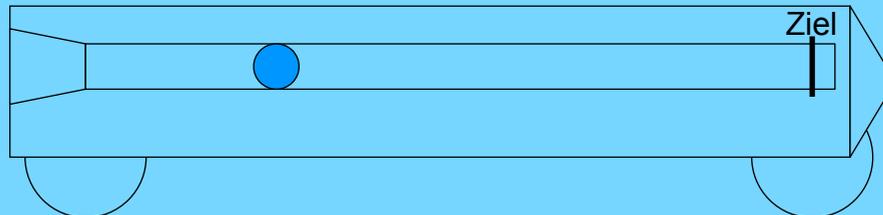
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

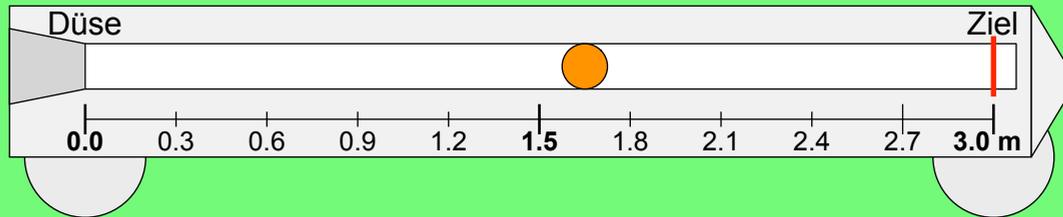
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.550 sec.

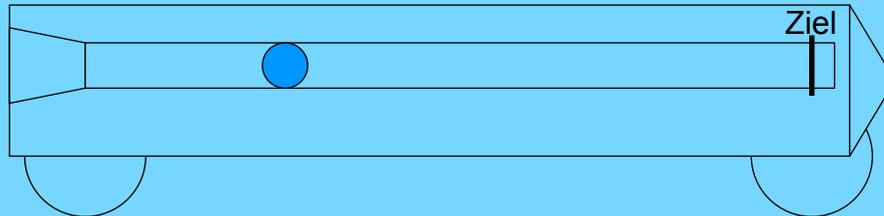
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

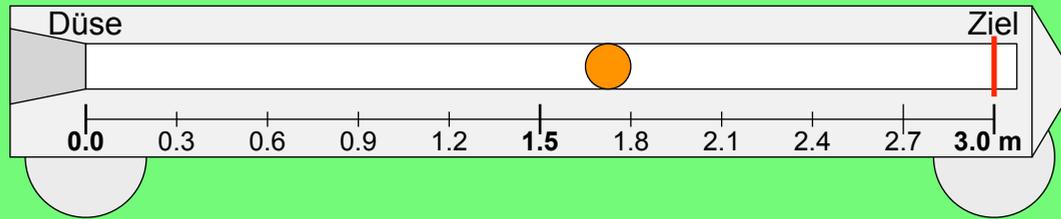
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.575 sec.

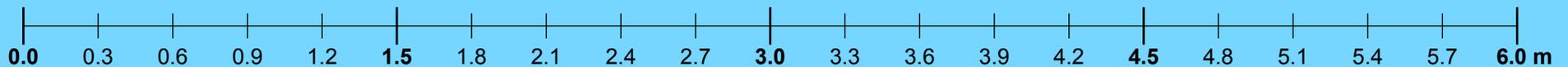
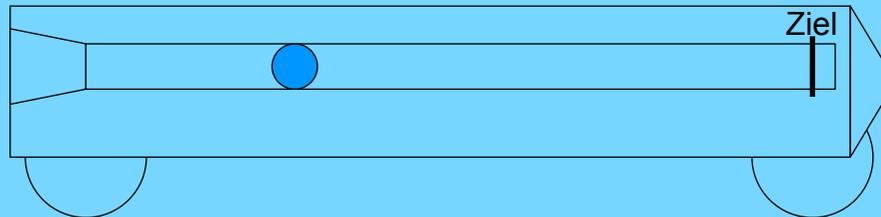
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

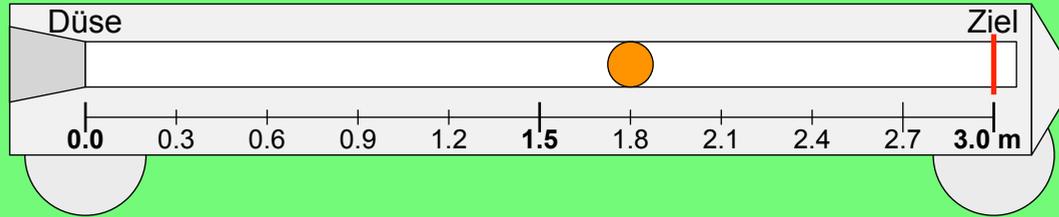
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.600 sec.

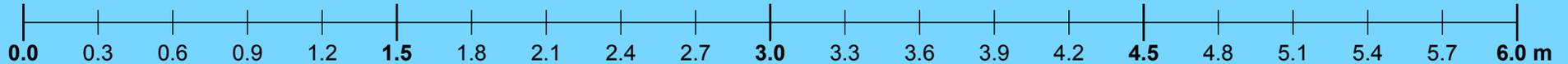
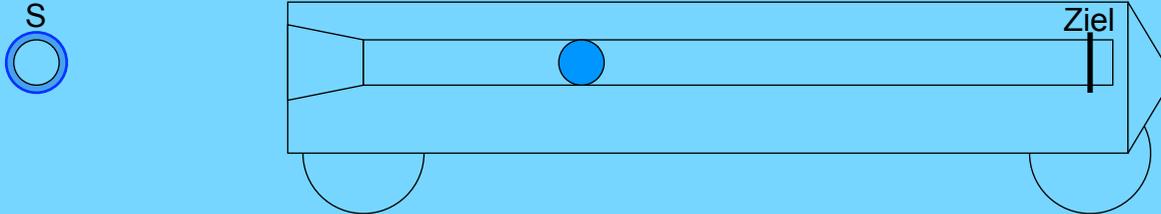
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

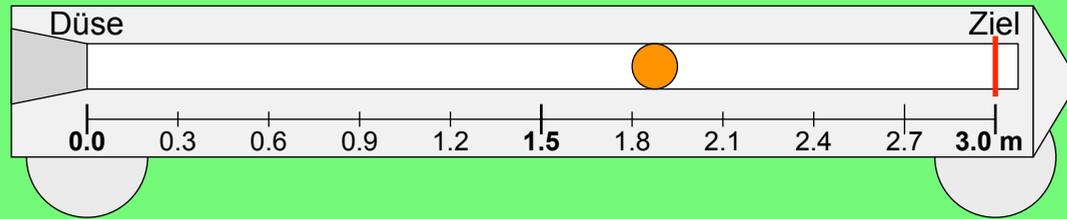
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.600 sec.

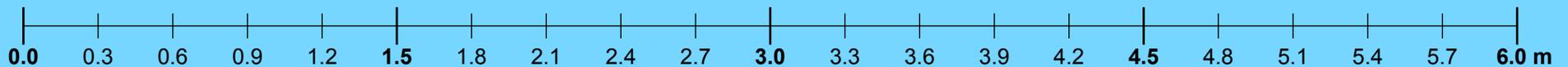
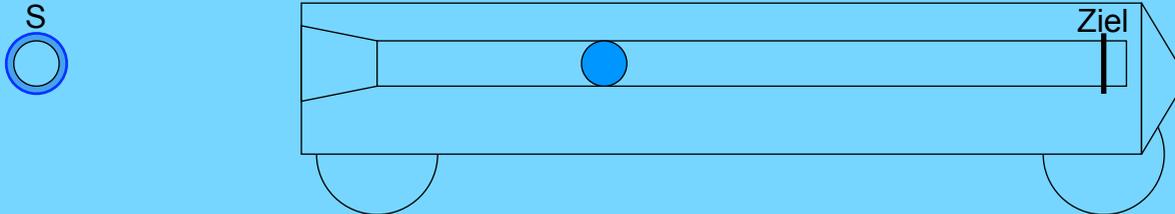
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

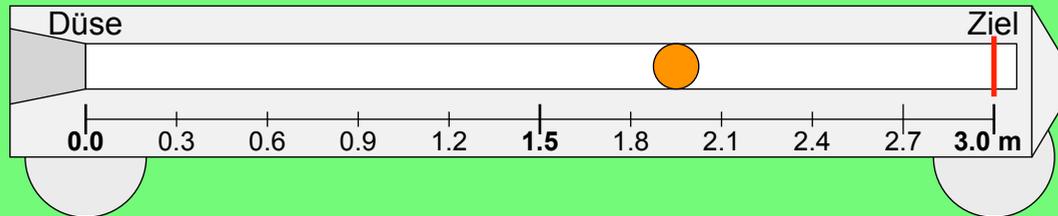
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.650 sec.

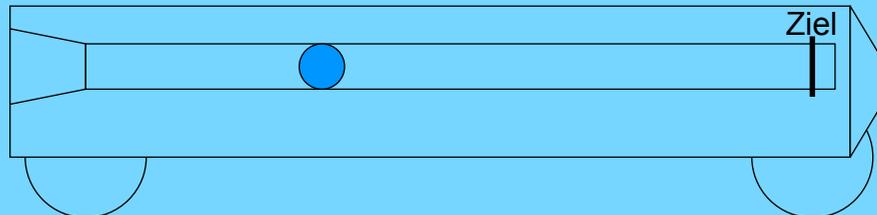
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

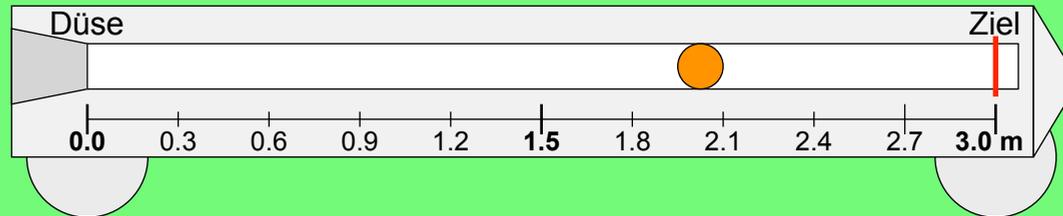
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.675 sec.

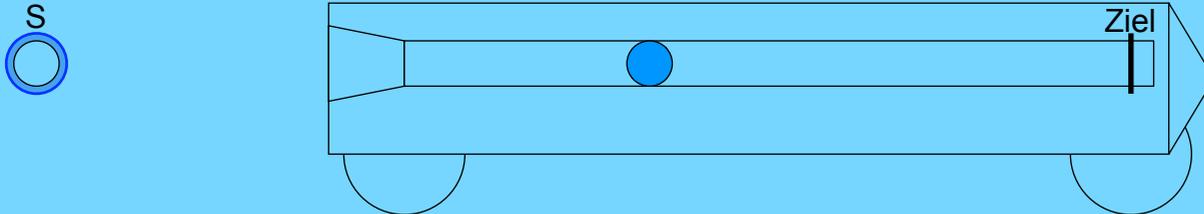
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

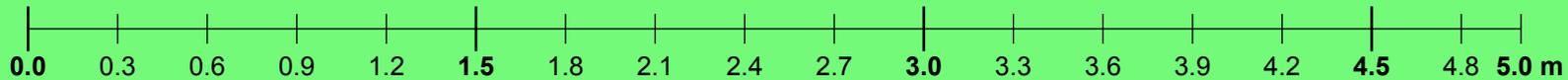
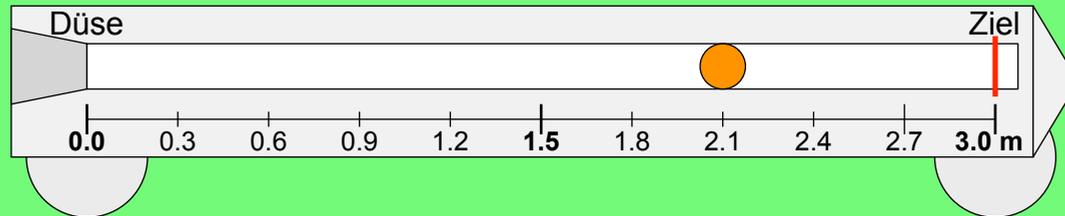
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.700 sec.

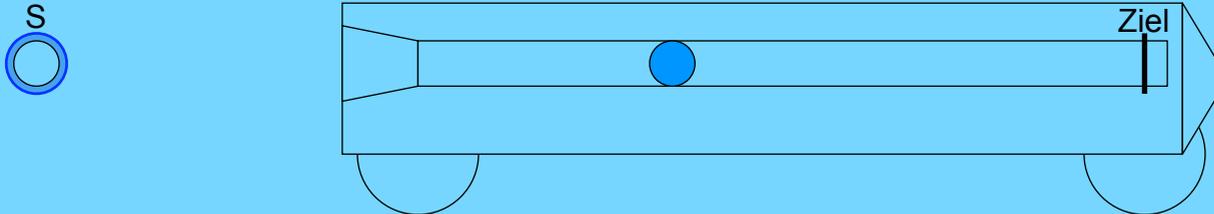
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

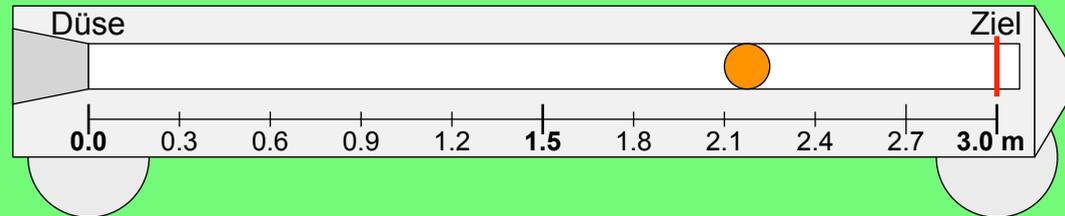
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.725 sec.

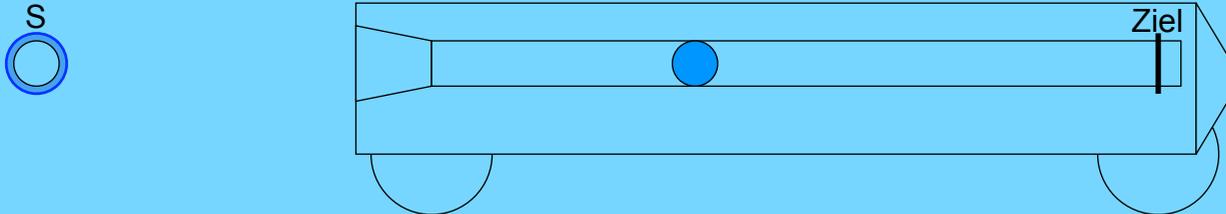
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

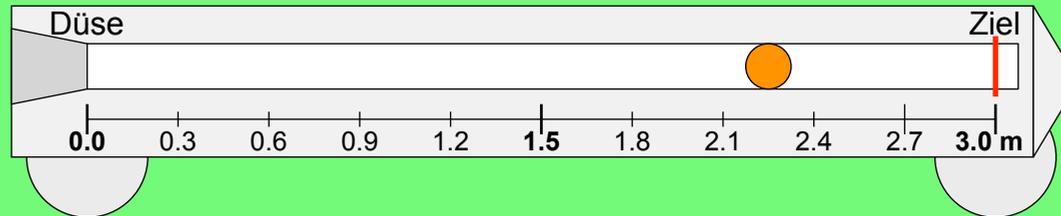
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.750 sec.

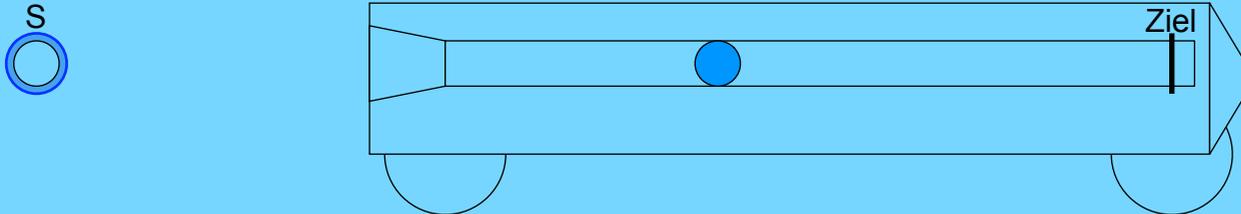
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

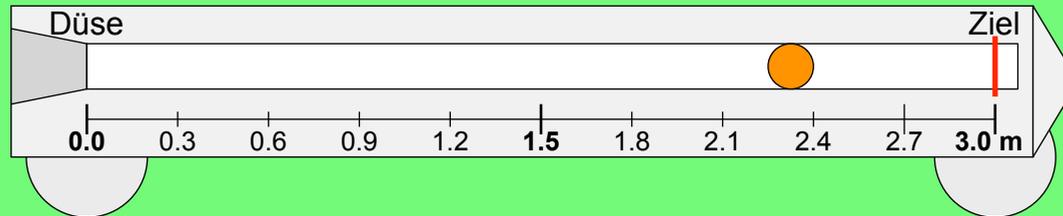
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.775 sec.

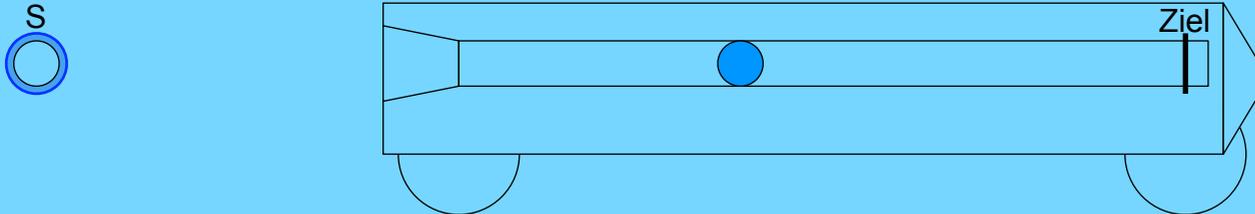
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

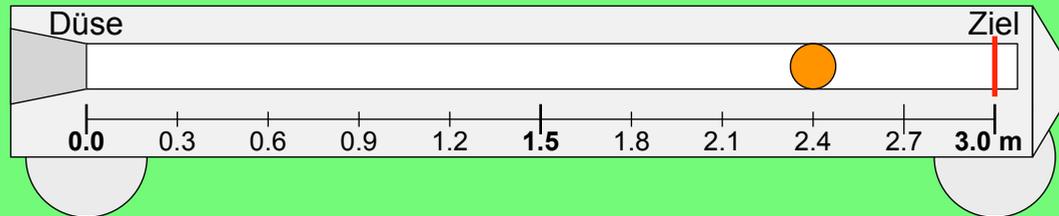
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.800 sec.

Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

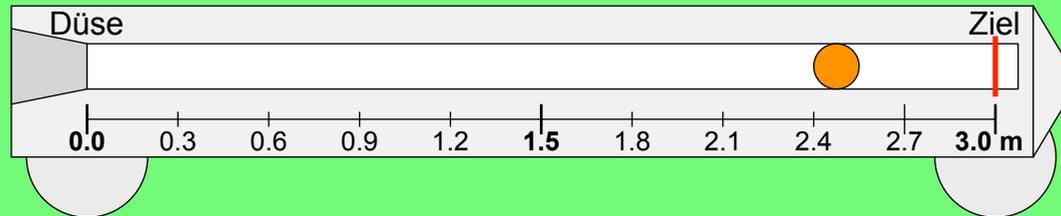
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.825 sec.

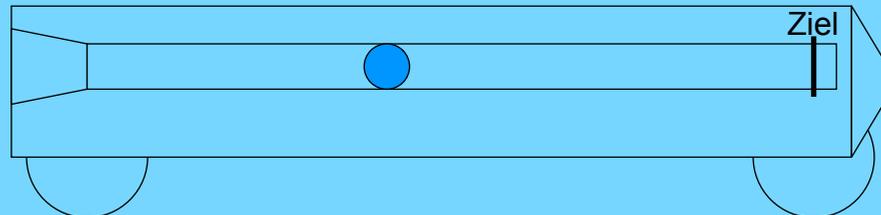
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

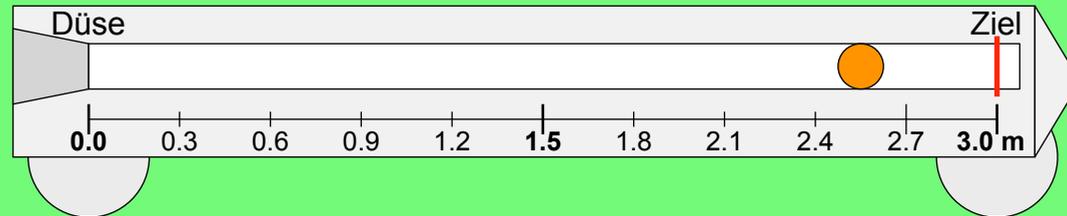
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.850 sec.

Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

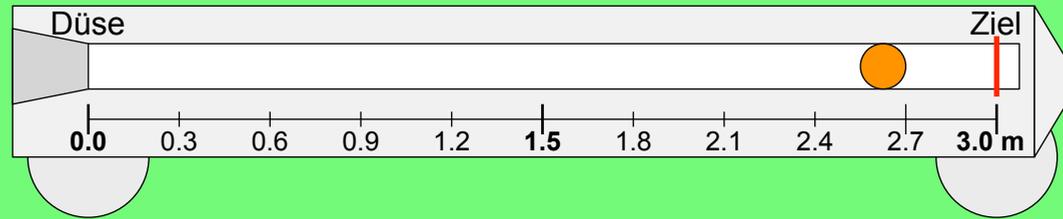
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.875 sec.

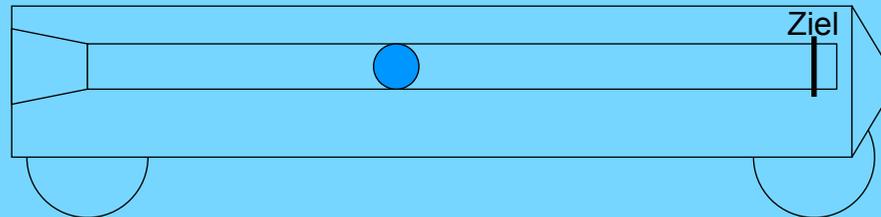
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

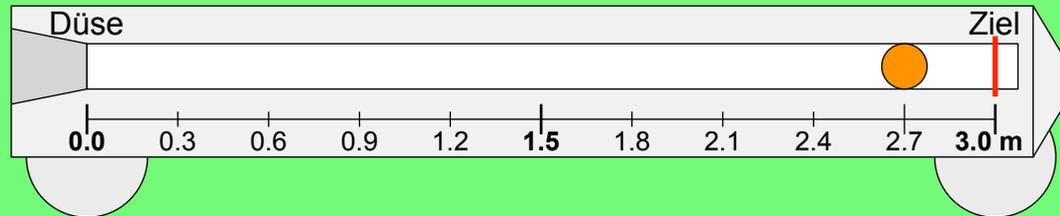
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.900 sec.

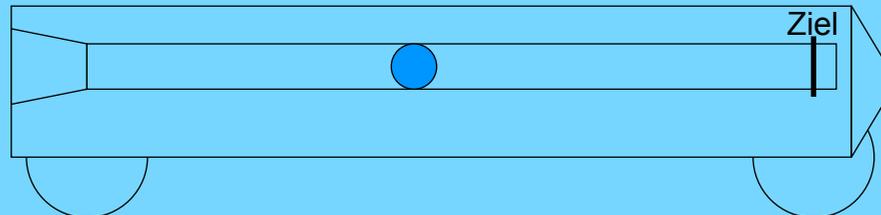
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

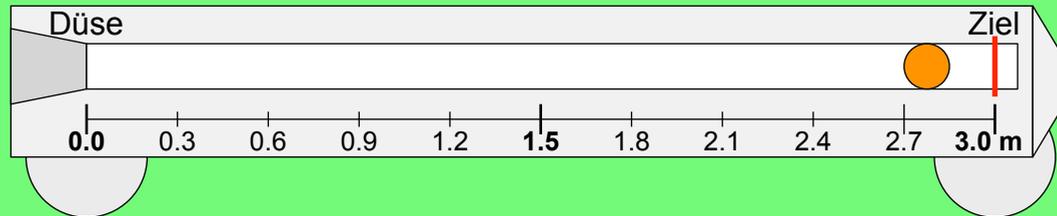
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.925 sec.

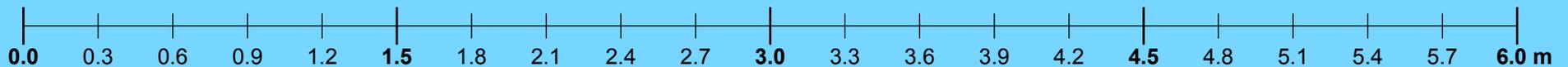
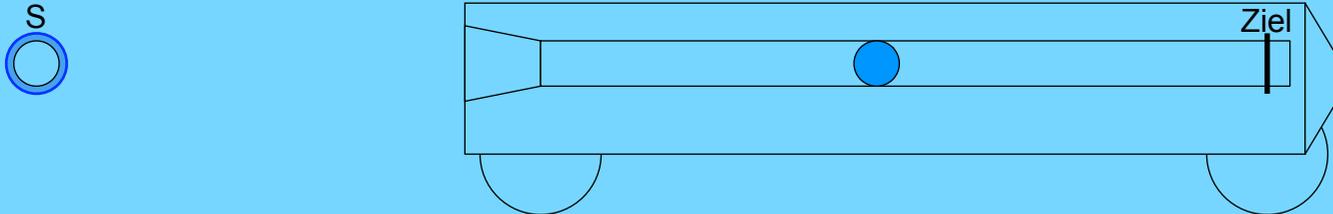
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

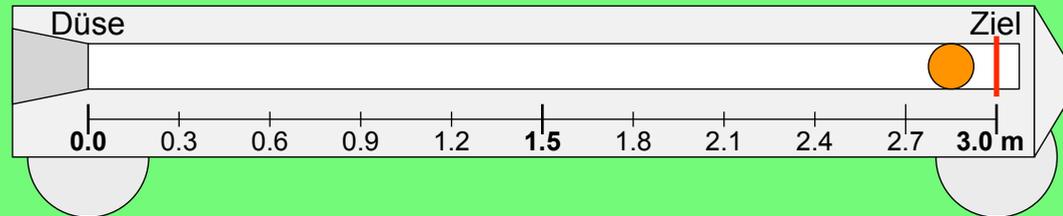
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.950 sec.

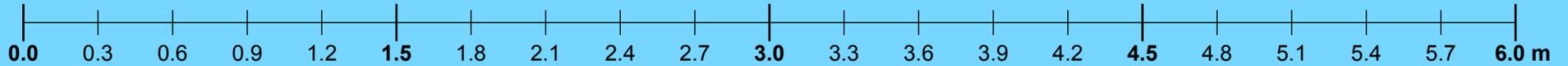
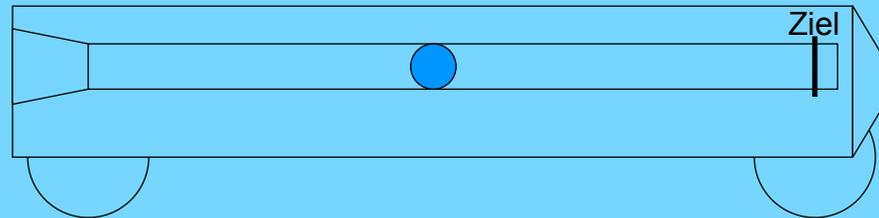
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

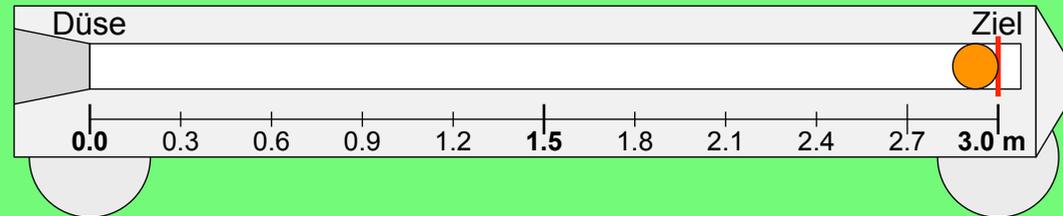
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.975 sec.

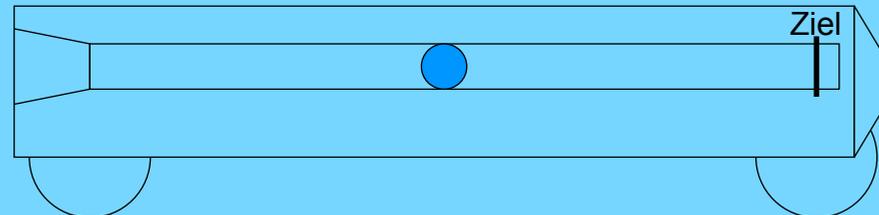
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die Kugel



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

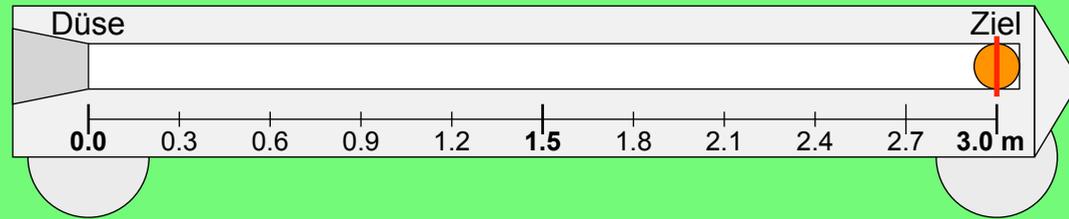
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.000 sec.

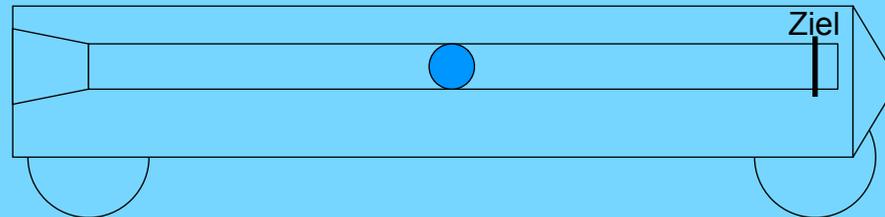
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.025 sec.

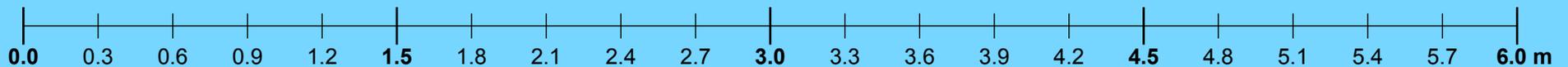
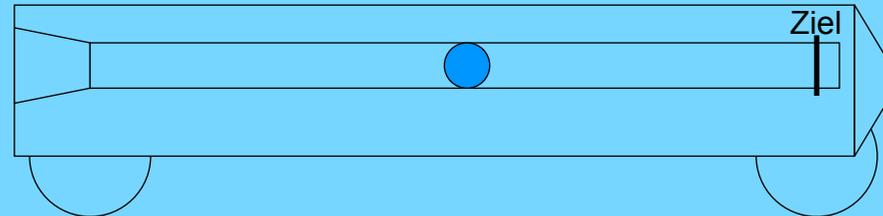
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.050 sec.

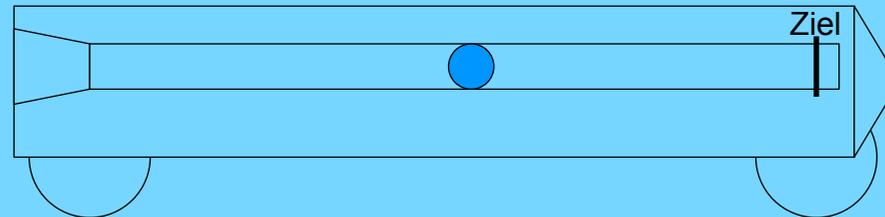
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.075 sec.

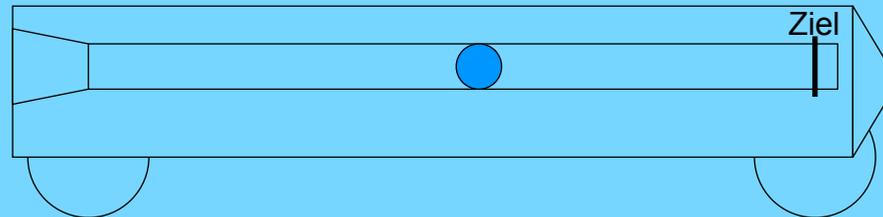
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.100 sec.

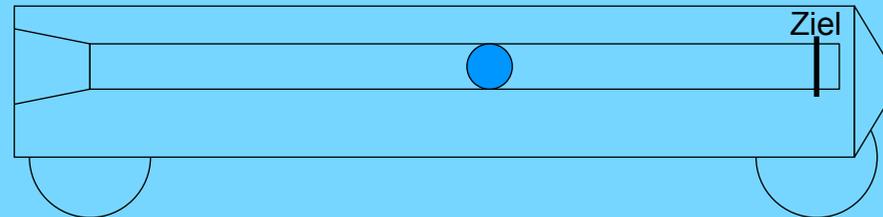
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.125 sec.

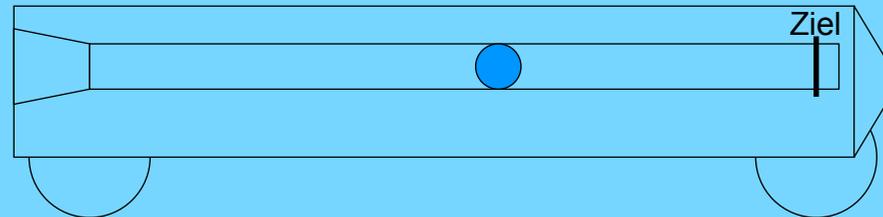
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

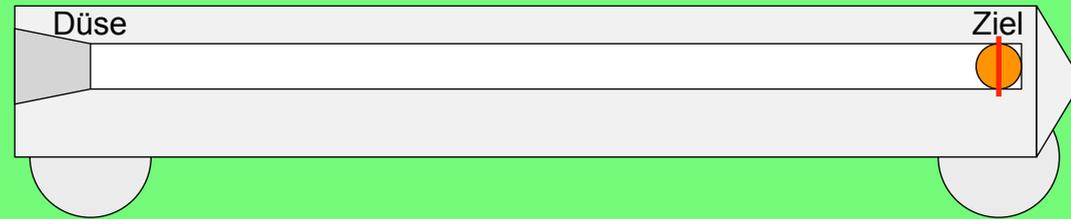
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.150 sec.

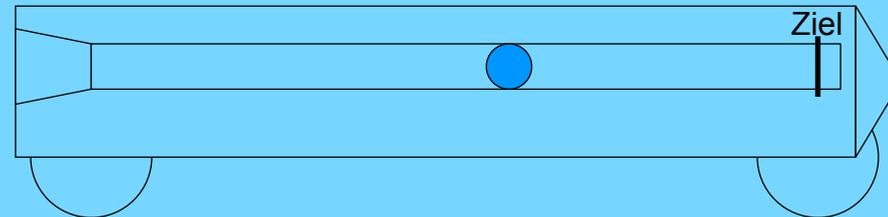
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.175 sec.

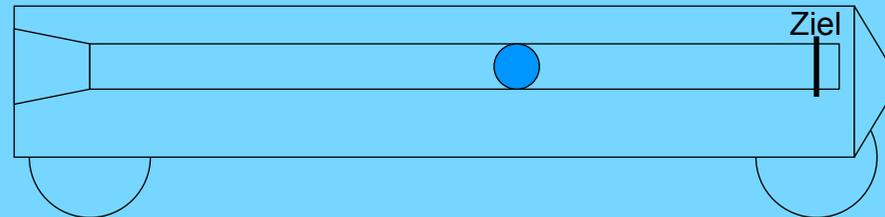
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.200 sec.

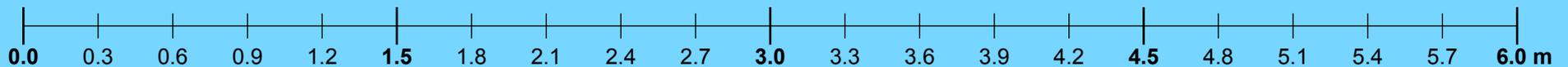
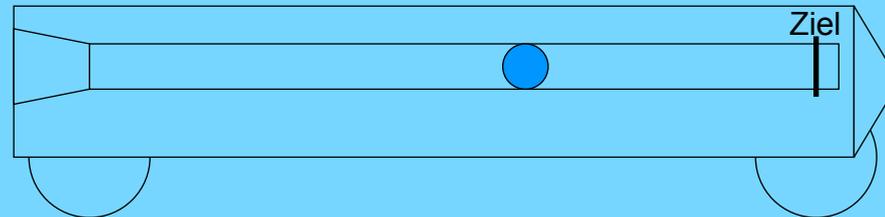
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.225 sec.

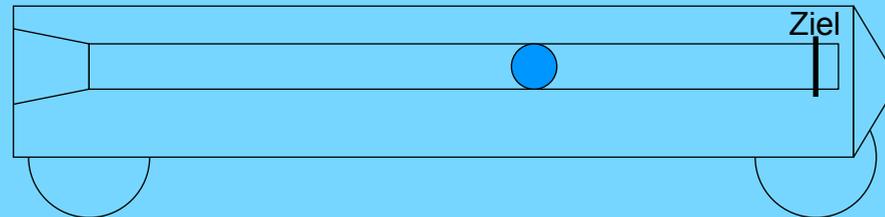
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.250 sec.

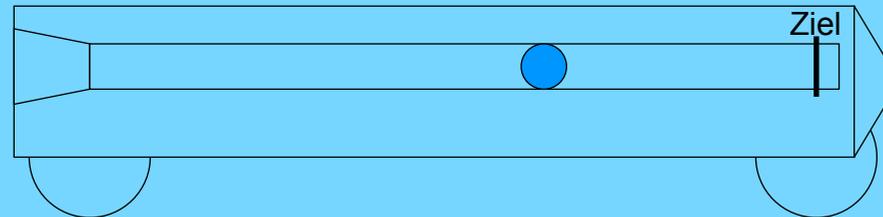
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.275 sec.

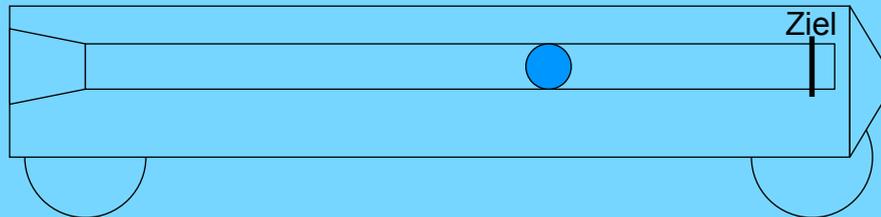
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

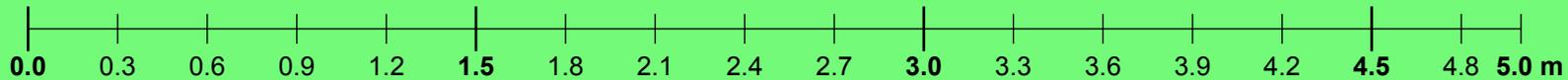
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.300 sec.

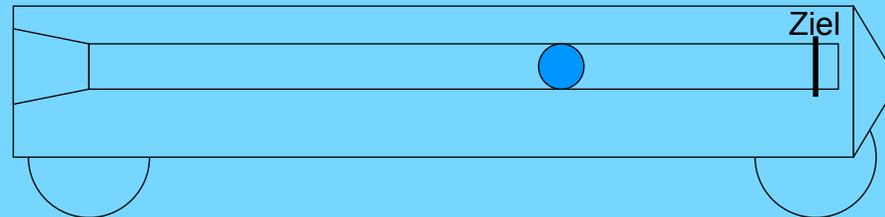
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.325 sec.

Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.350 sec.

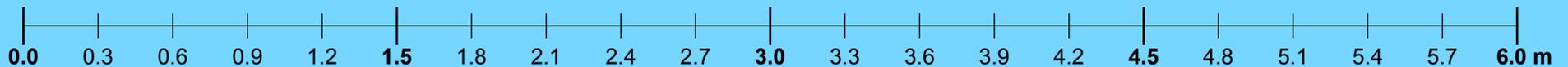
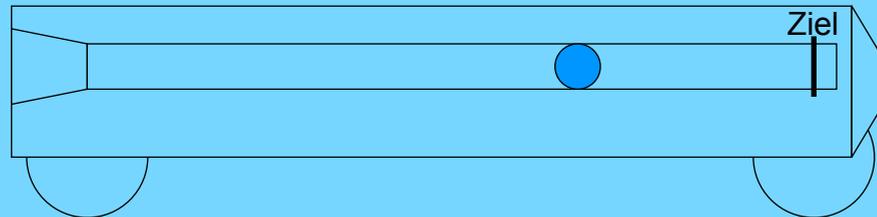
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.375 sec.

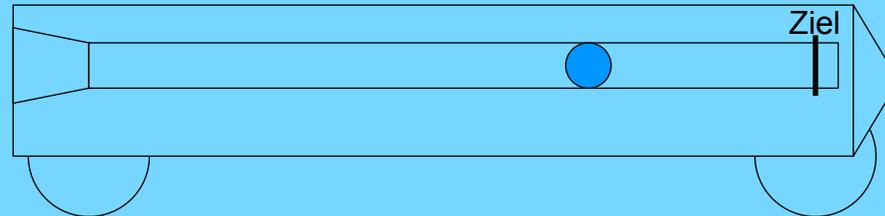
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.400 sec.

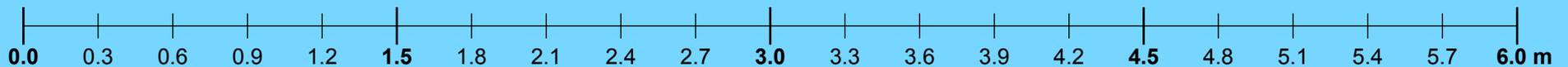
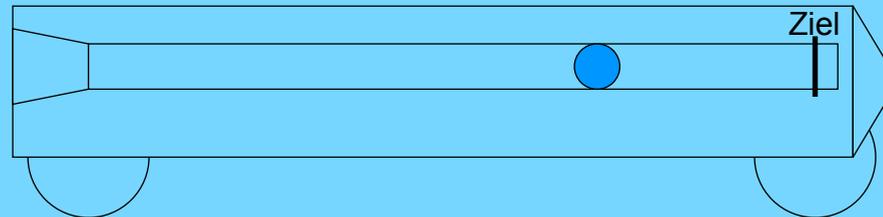
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.425 sec.

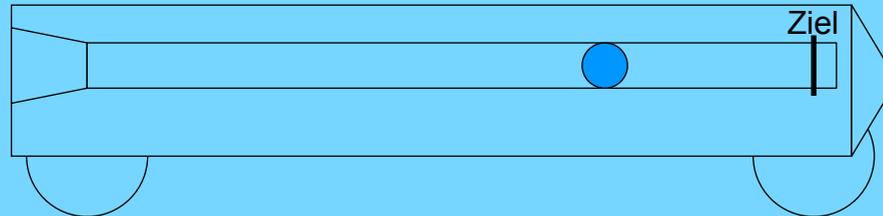
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.450 sec.

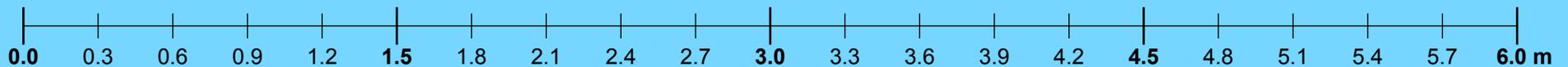
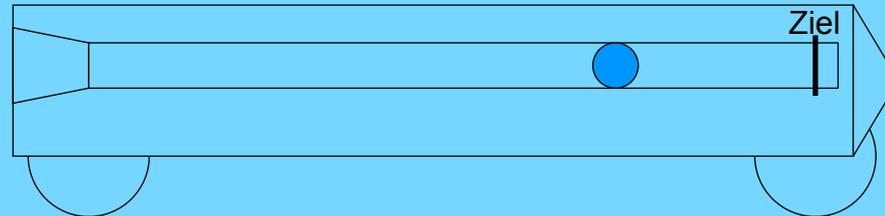
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.475 sec.

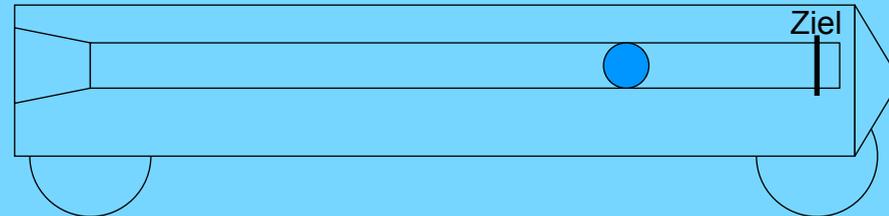
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

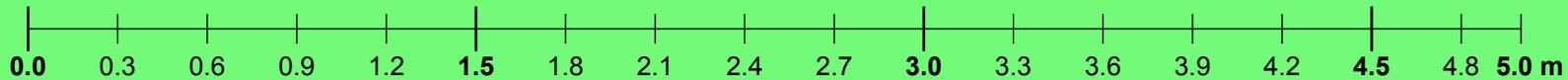
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.500 sec.

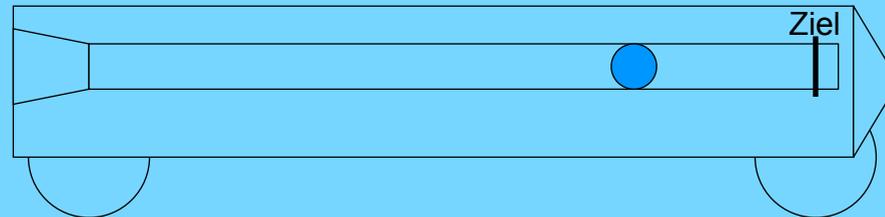
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

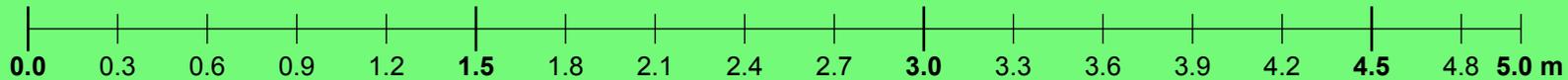
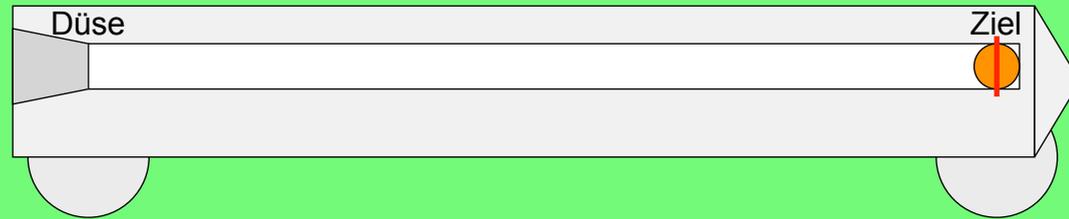
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.525 sec.

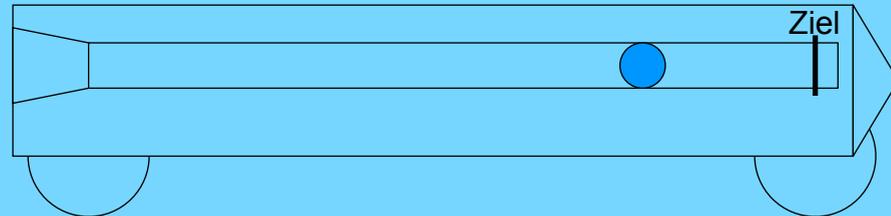
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.550 sec.

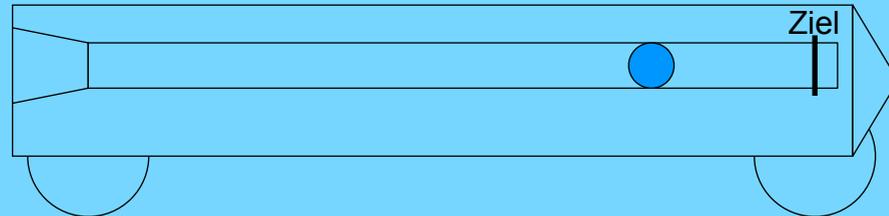
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.575 sec.

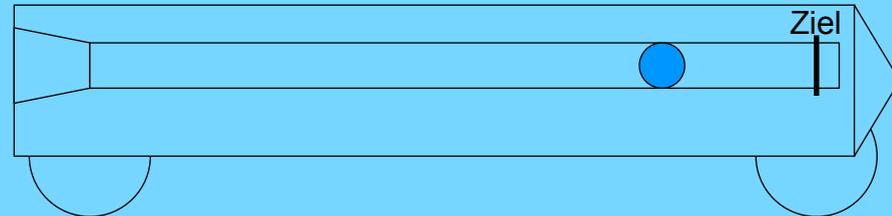
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.600 sec.

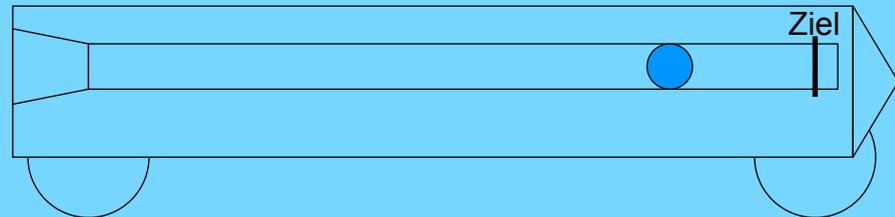
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.625 sec.

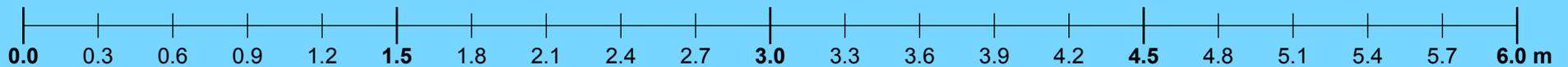
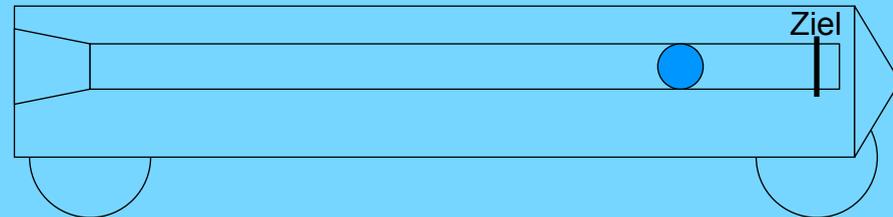
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.650 sec.

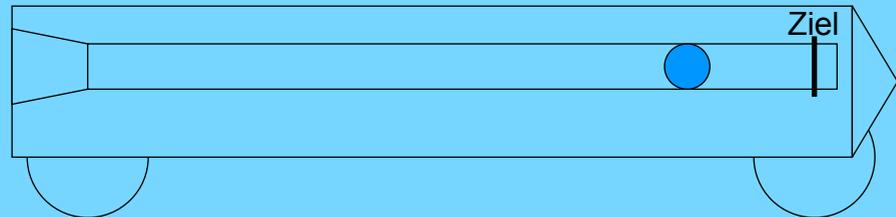
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

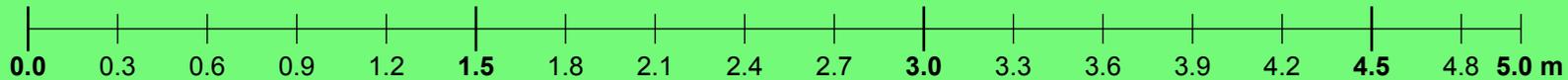
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.675 sec.

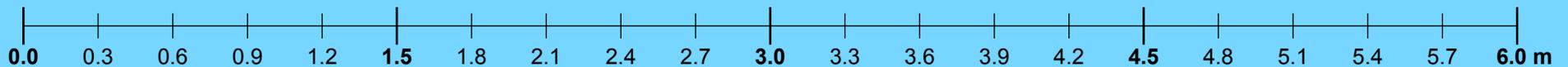
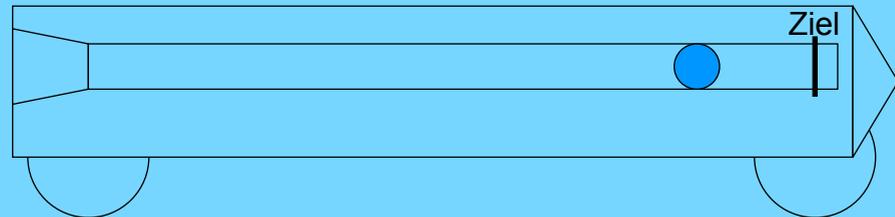
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.700 sec.

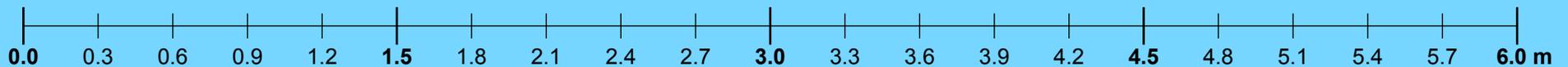
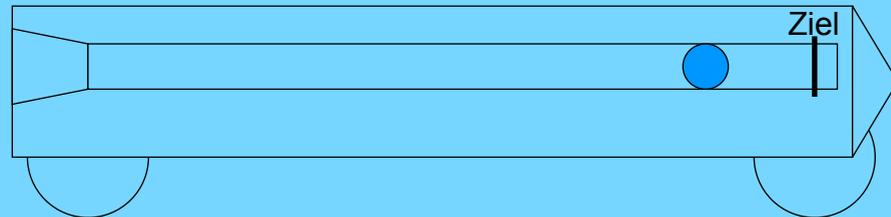
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.725 sec.

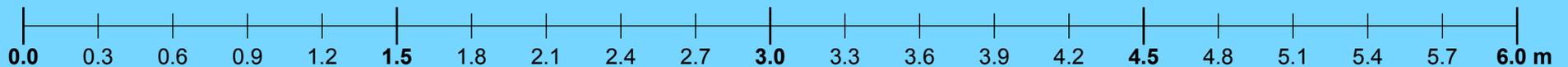
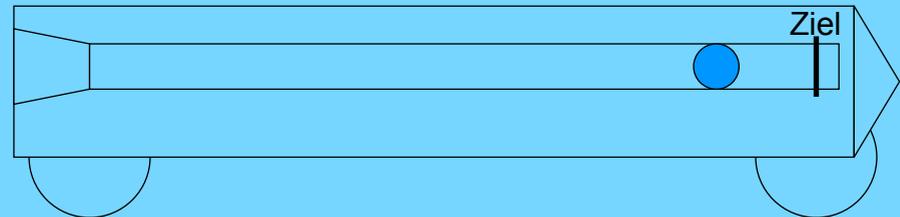
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

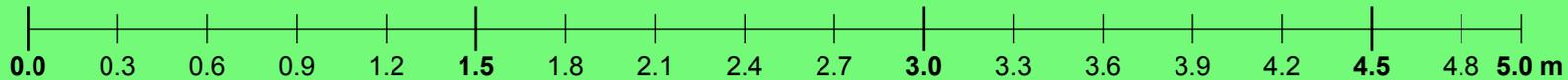
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.750 sec.

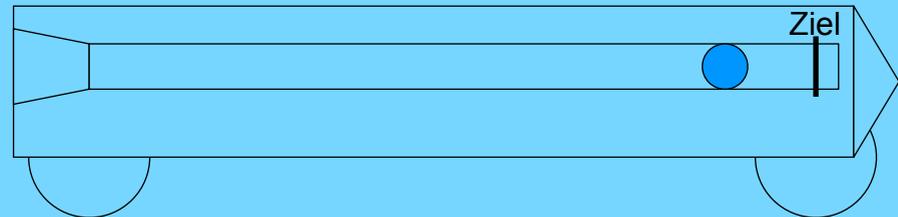
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.775 sec.

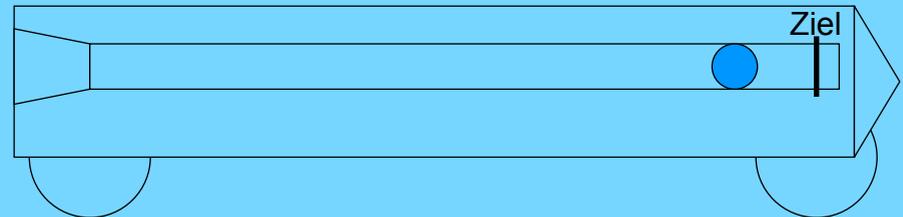
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.800 sec.

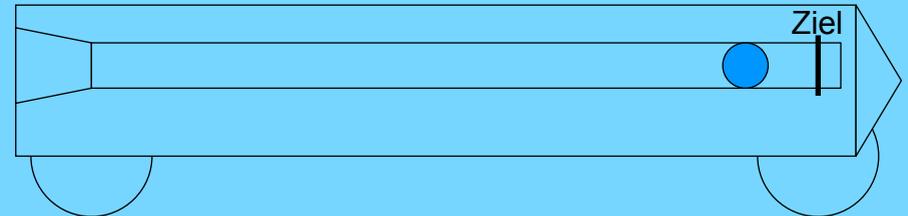
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.825 sec.

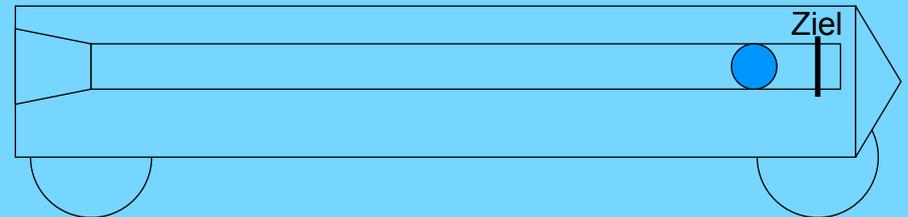
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.850 sec.

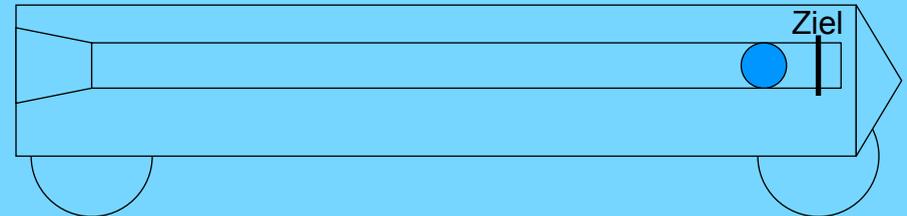
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.875 sec.

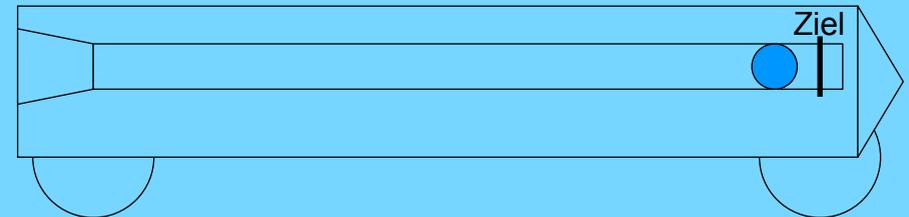
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

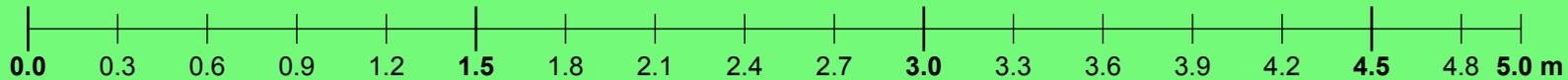
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.900 sec.

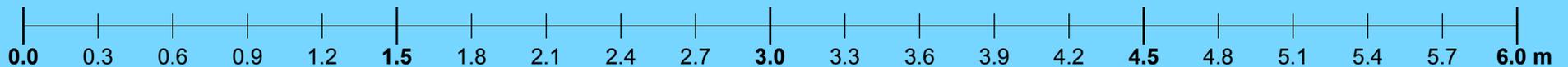
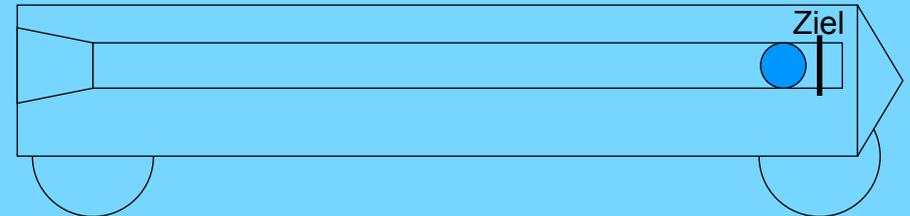
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

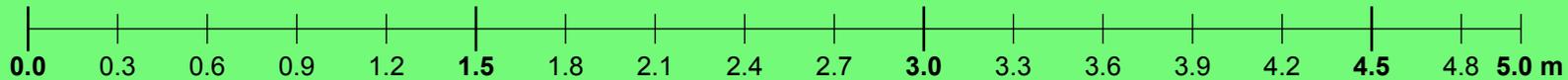
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.925 sec.

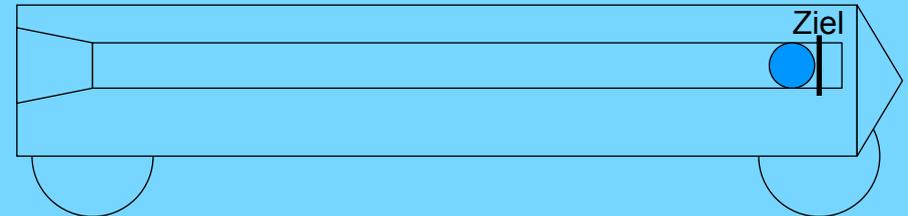
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.950 sec.

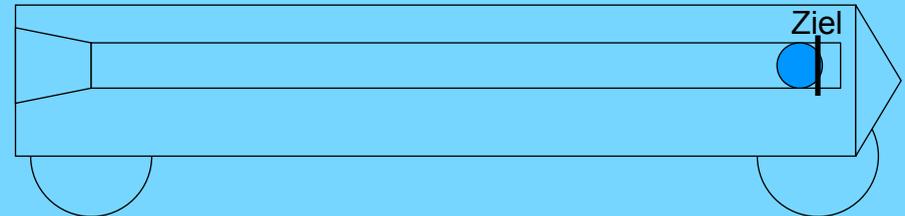
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.975 sec.

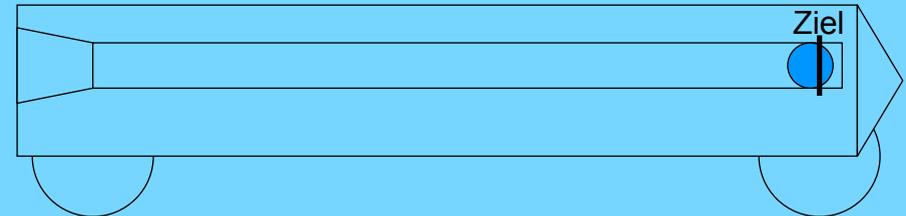
Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** hat das Ziel erreicht.



Die Kugel bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Reale versus fiktive Bewegungen (berechnet analog zur Relativitätstheorie)

Beispiel: Kugel mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ in einem bewegten Glasrohr mit $v = 1.8 \text{ m/sec.}$

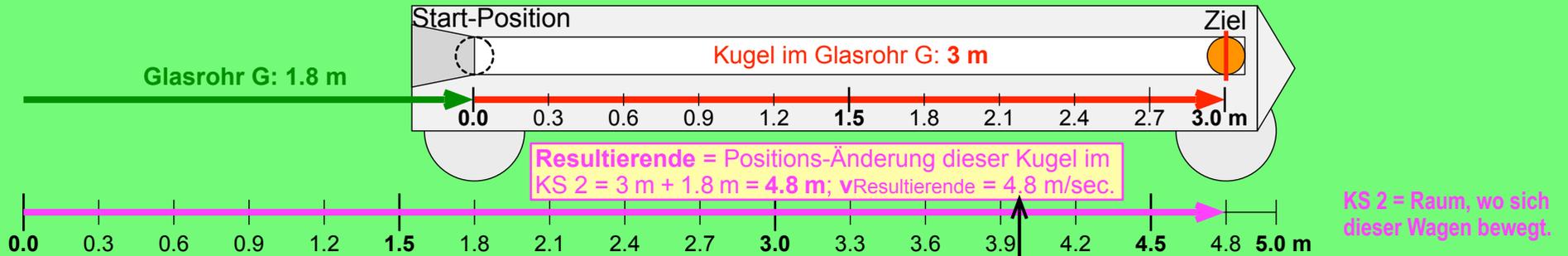
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.000 sec.

Die Kugel bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Wagens, der in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fährt.

Die **Kugel** bewegt sich mit $v = 3 \text{ m/sec.}$ und erreicht in **1 sec.** das Ziel.



v_{Kugel} (konstant) statt $v_{\text{Resultierende}}$ verwendet - analog zum Vorgehen bei der SRT!

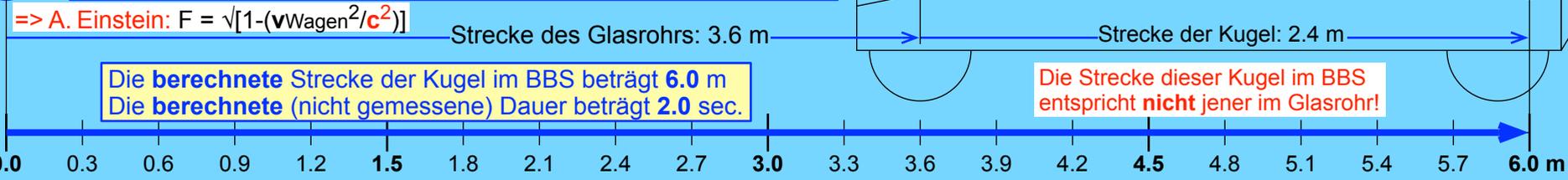
Start-P. im BBS

Annahmen: Kugel rollt 4.8 m; $v = 3 \text{ m/sec.}$; \Rightarrow Zeit = $4.8 \text{ m} / v = 1.6 \text{ sec.}$; dann fährt der Wagen mit dem Rohr: $1.6 \text{ sec.} \times 1.8 \text{ m/sec.} = 2.88 \text{ m}$; Total: $2.88 \text{ m} + 3.0 \text{ m} = 5.88 \text{ m} \neq 4.8 \text{ m}$; **Korrektur:** Faktor $F^* = 0.8$; \Rightarrow Zeit: $1.6 \text{ sec.} / 0.8 = 2 \text{ sec.}$; Länge G: $3 \text{ m} \times 0.8 = 2.4 \text{ m}$; Strecke G: $2 \text{ sec.} \times 1.8 \text{ m/sec.} = 3.6 \text{ m}$; Strecke der Kugel: $2.4 \text{ m} + 3.6 \text{ m} = 6.0 \text{ m}$.

*) $F = \sqrt{1 - (v_{\text{Wagen}}^2 / v_{\text{Kugel}}^2)}$ BBS = bewegtes Bezugssystem

Im BBS gibt es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem.

Die **berechnete** Strecke ist länger als jene im Glasrohr!



Das Glasrohr bewegt sich 1.8 m, die **Kugel** 3.0 m; ihre **Positions-Änderung** im übergeordneten Raum ist **4.8 m**. Wenn man diese **Resultierende** für die Strecke der Kugel hält und analog zur SRT annimmt, dass $v = 3 \text{ m/sec.}$ bzw. konstant ist, ergibt sich eine Laufzeit von 1.6 sec. sowie eine andere Strecke als bei dieser Resultierenden. Mit einer Zeitdilatation sowie einer Längenkontraktion wie bei dieser Theorie kann man die Fehler zurechtbiegen. Die Berechnungen sind korrekt, jedoch absurd; sie werden beim Licht gemäss der Lehrmeinung für real gehalten. Beachte: Die Kugel befindet sich in Wirklichkeit **immer** im Glasrohr und dort **vor** der Düse, niemals **hinter** dieser.

Hier ist das Ende dieser Animation

Animation 5.2: Ein Photon fliegt in einem Raumschiff R
Das Photon und R bewegen sich in der gleichen Richtung.

Das Photon fliegt im *primären* Raum von R **3 m in 10 nanosec.**
Die Positions-Änderung des Photons im *übergeordneten* Raum,
wo sich das Raumschiff 1.8 m bewegt, beträgt $3\text{ m} + 1.8\text{ m} = 4.8\text{ m}$.

Im irrealen BBS bewegt es sich gemäss der Lehrmeinung aufgrund
von Berechnungen, die auf falschen Annahmen beruhen, jedoch **6 m**;
die Messstrecke ist auf 2.4 m verkürzt, die Laufzeit beträgt **20 nanosec.!**

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

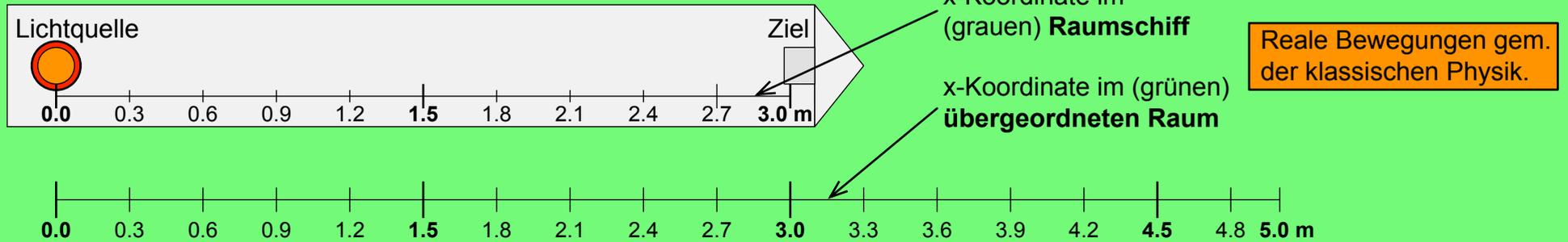
Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

Start
0 ns

ns: Nanosekunde

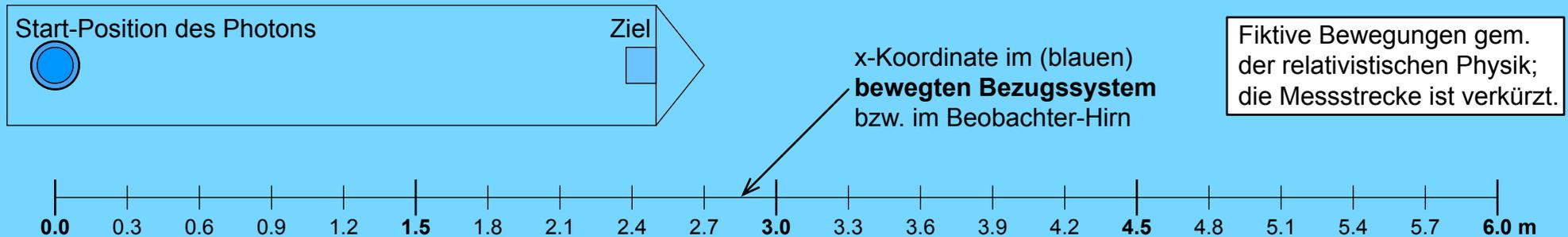
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Beachte: In der Wirklichkeit gibt es **zwei reale** Räume: Raumschiff und Weltall; beim BBS gibt es nur **einen imaginären** Raum.

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

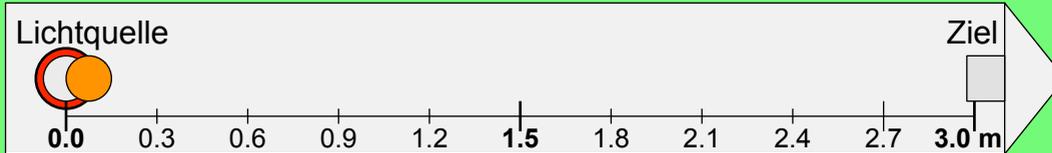
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.25 ns

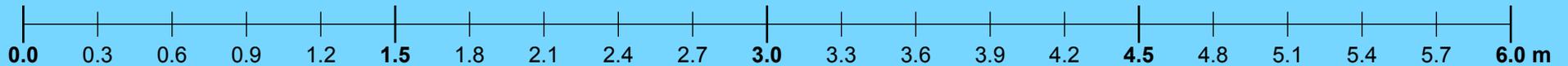
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

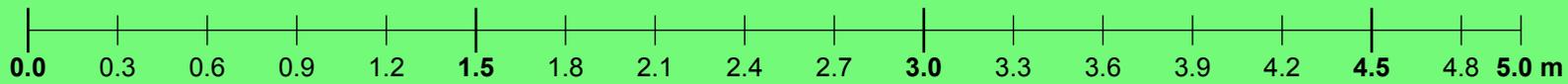
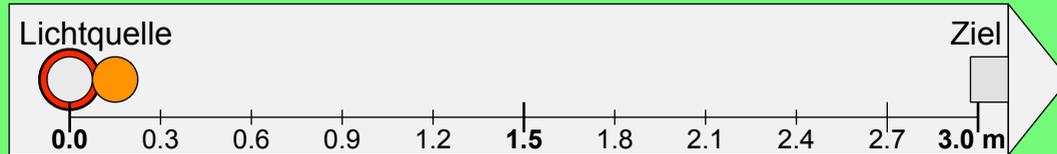
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.50 ns

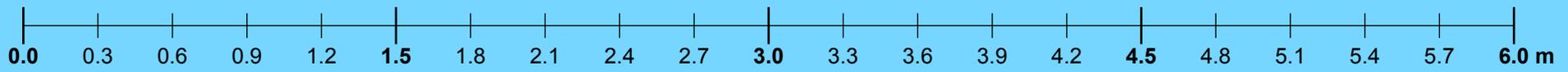
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

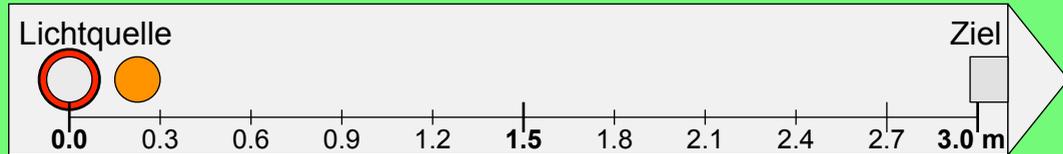
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.75 ns

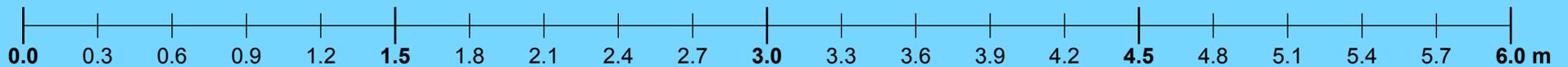
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

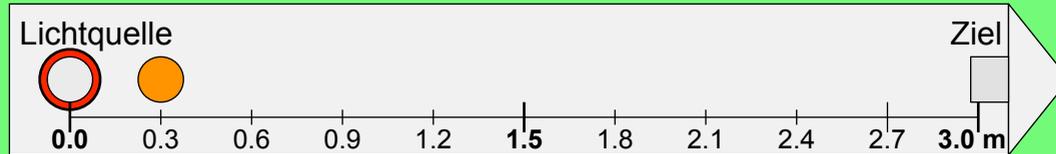
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.00 ns

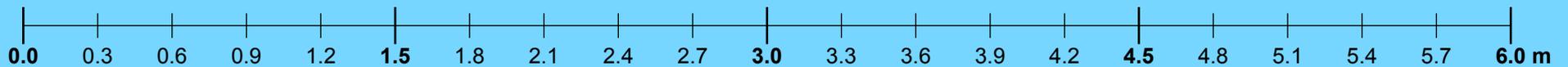
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

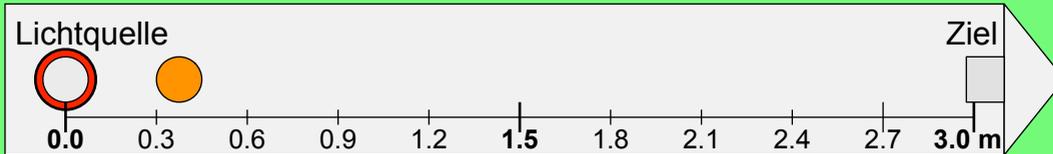
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.25 ns

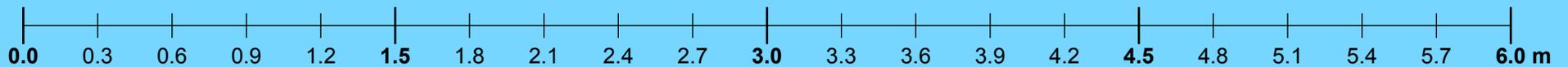
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

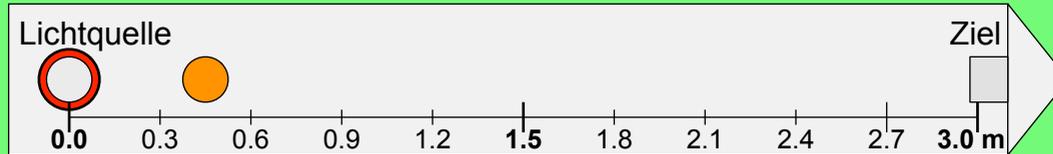
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.50 ns

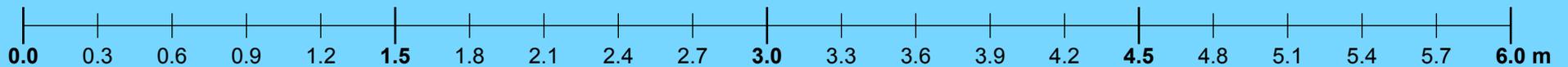
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

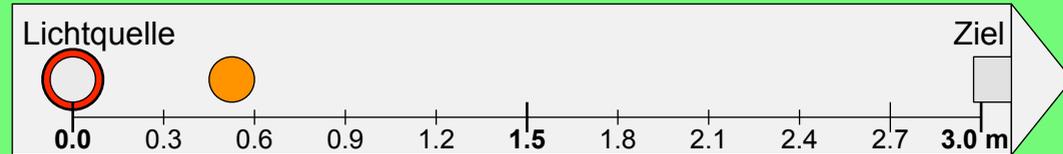
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.75 ns

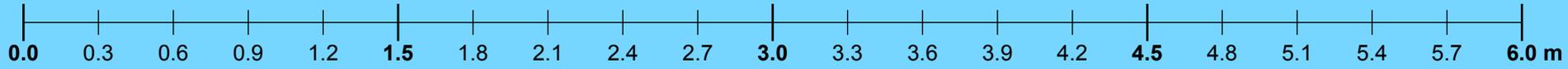
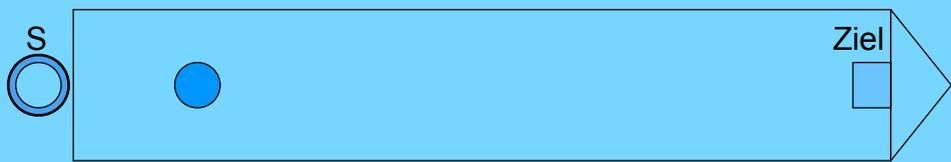
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

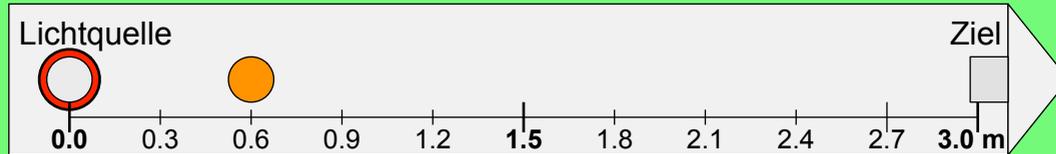
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.00 ns

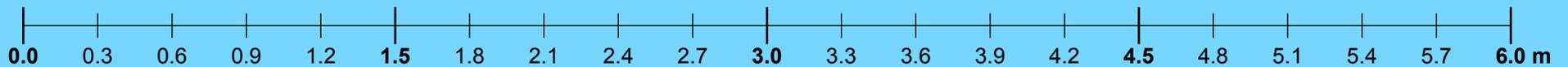
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

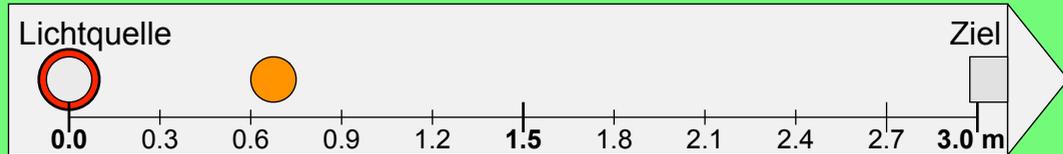
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.25 ns

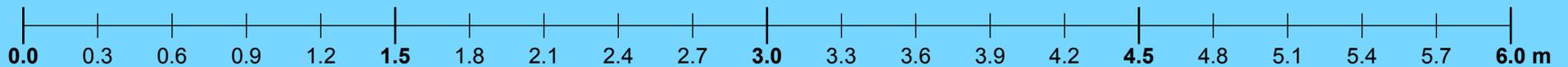
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

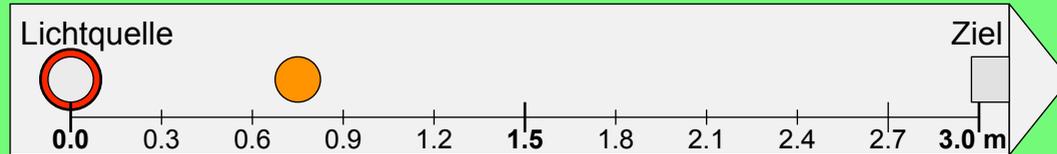
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.50 ns

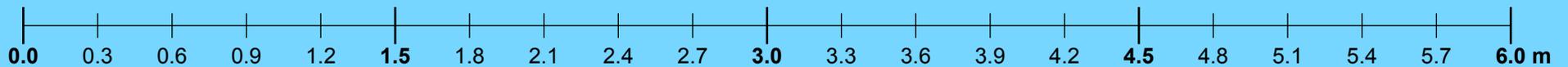
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

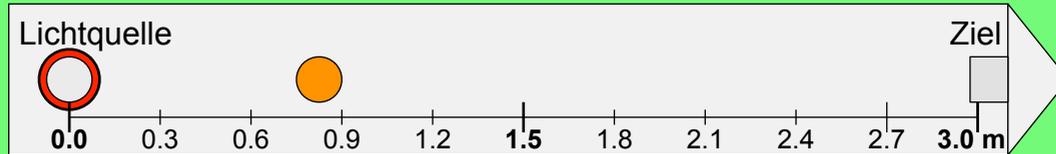
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.75 ns

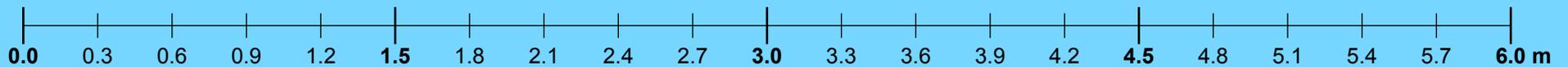
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

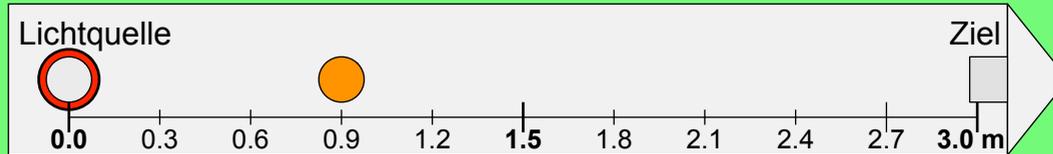
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.00 ns

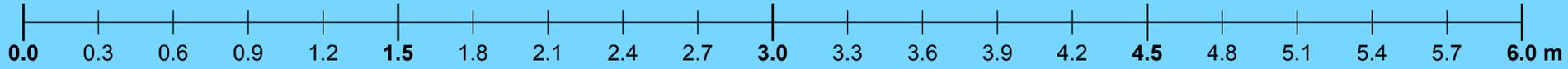
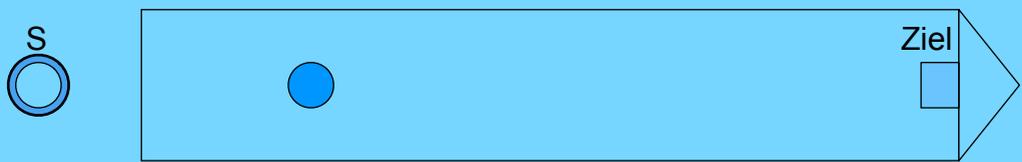
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

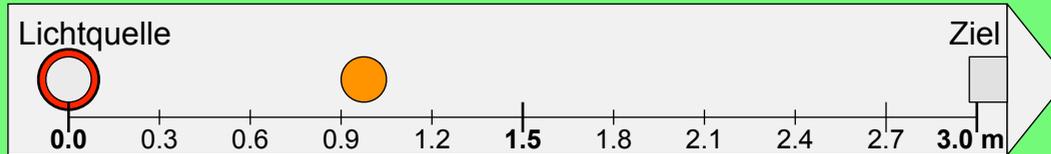
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.25 ns

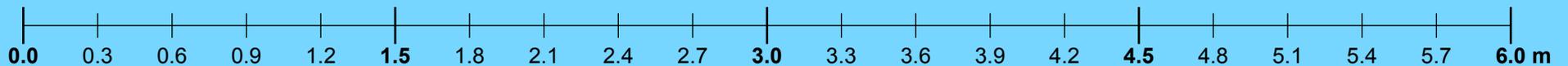
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

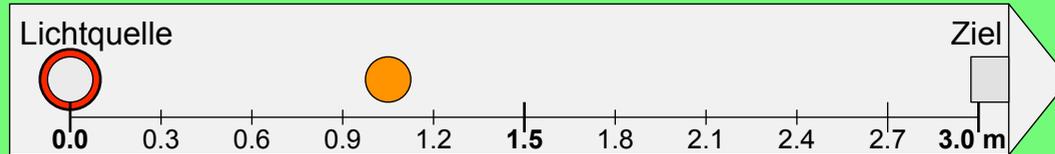
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.50 ns

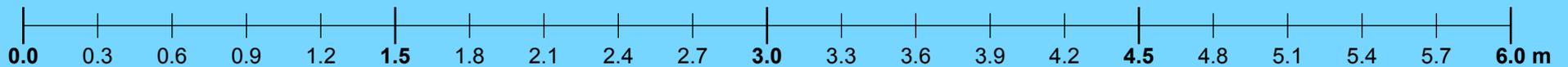
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

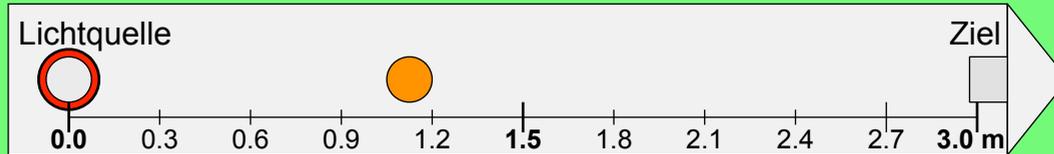
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.75 ns

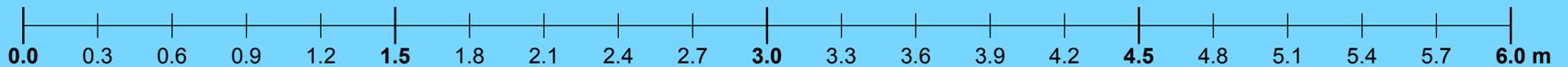
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

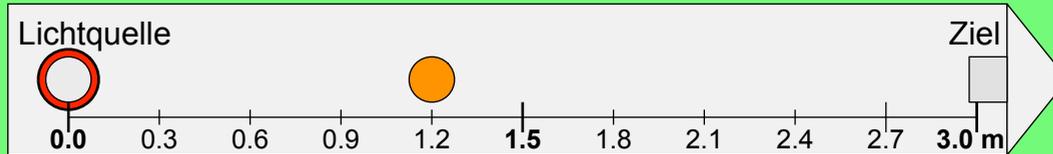
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.00 ns

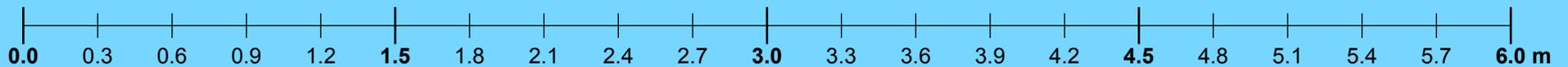
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

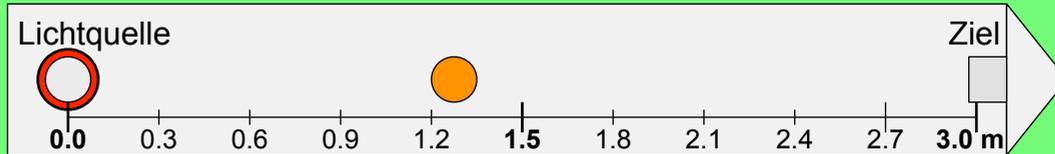
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.25 ns

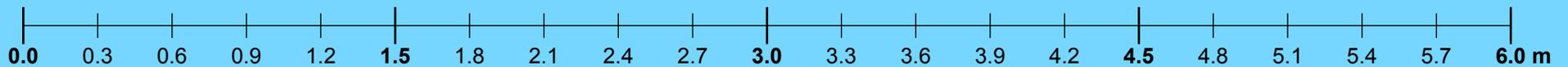
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

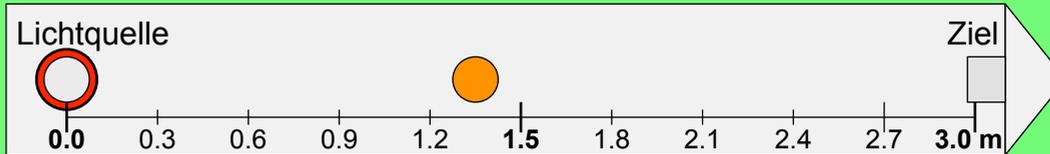
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.50 ns

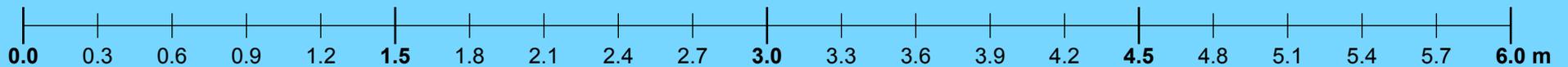
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

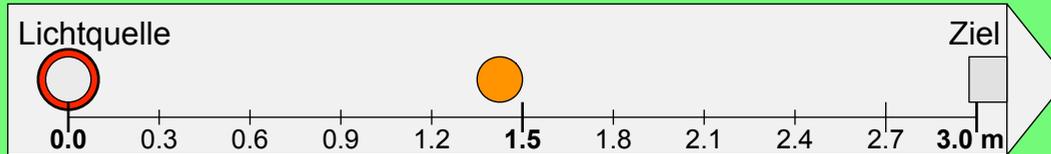
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.75 ns

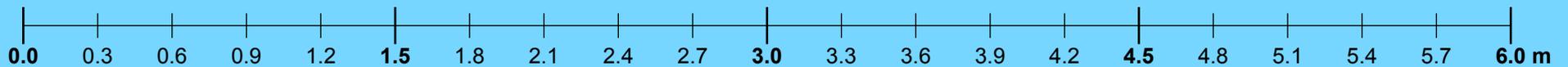
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

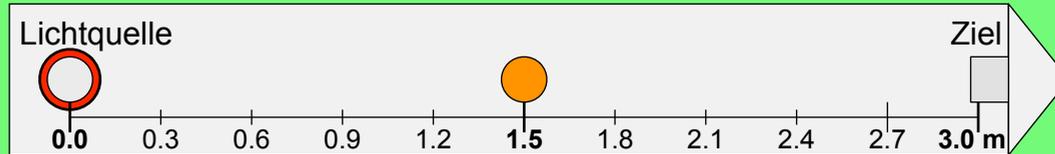
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.00 ns

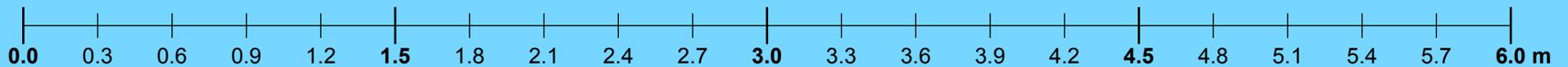
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

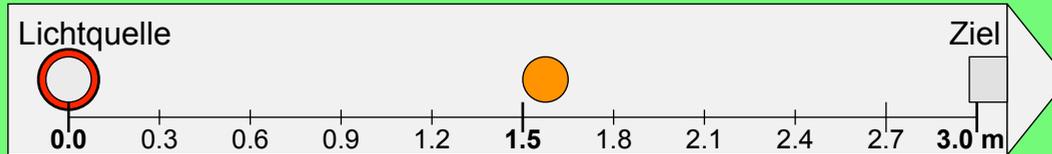
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.25 ns

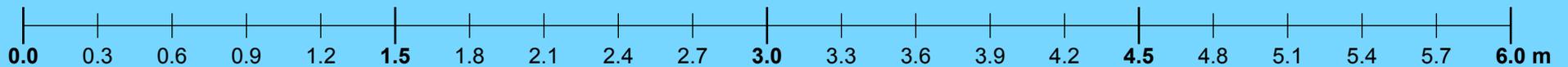
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

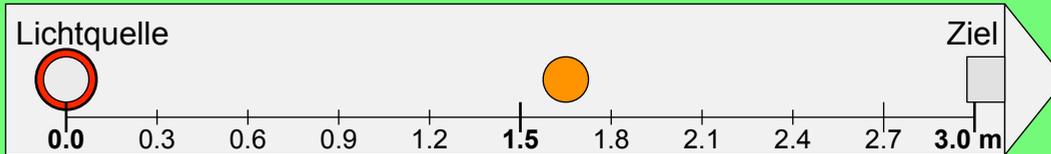
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.50 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

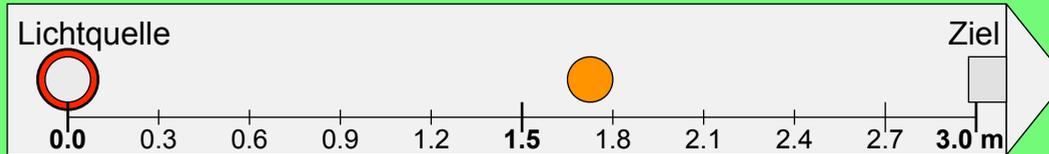
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.75 ns

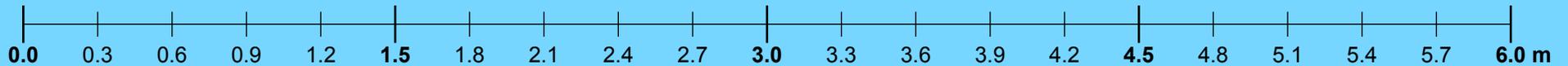
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

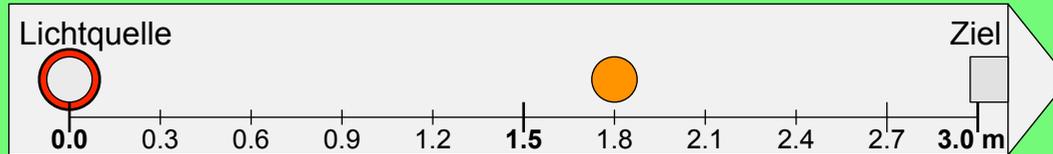
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.00 ns

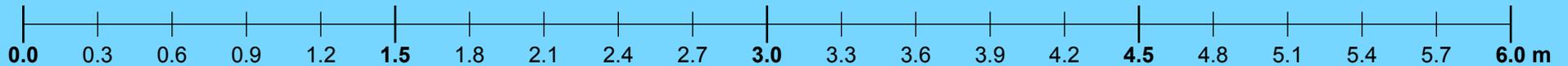
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

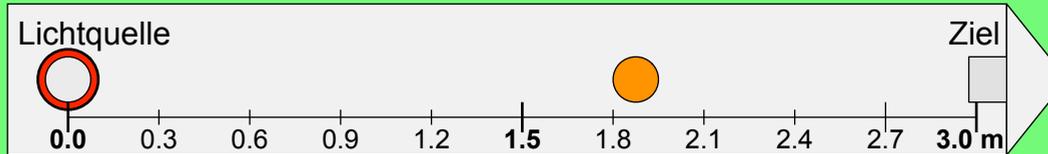
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.25 ns

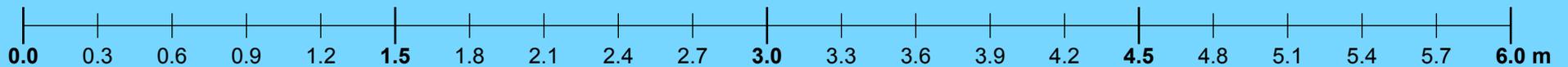
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

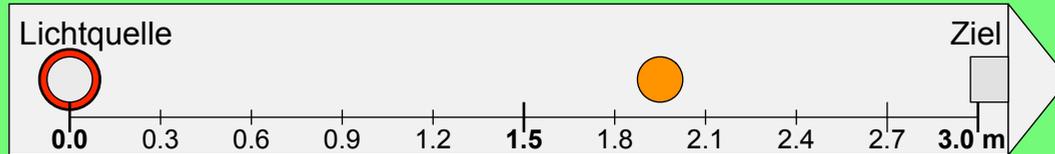
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.50 ns

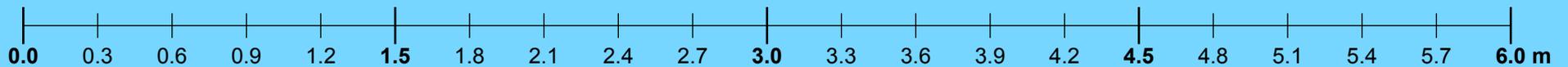
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

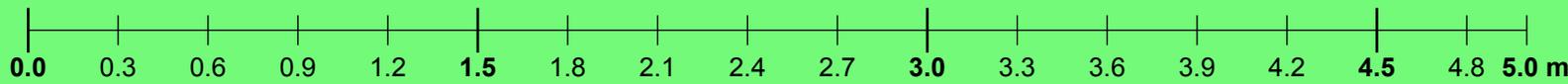
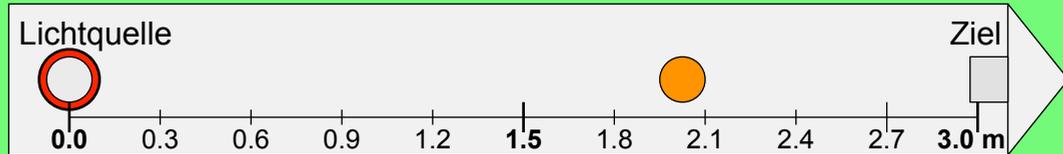
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.75 ns

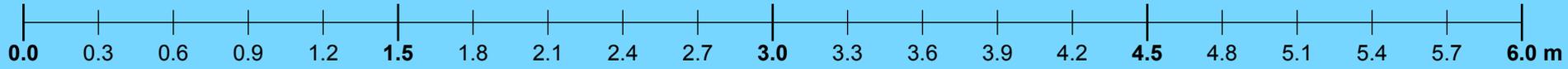
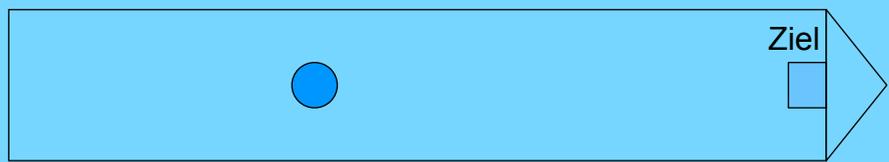
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

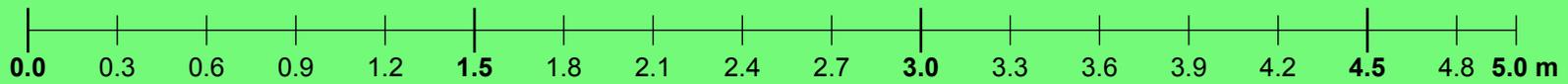
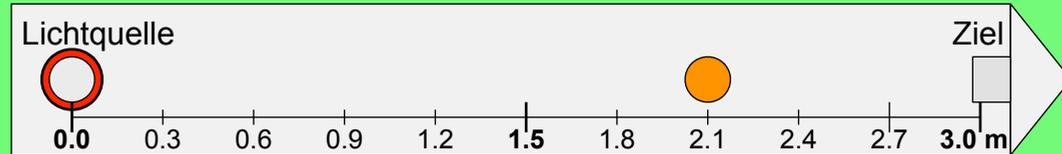
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.00 ns

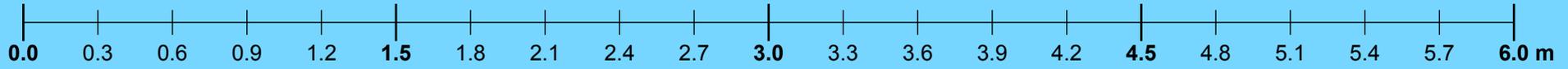
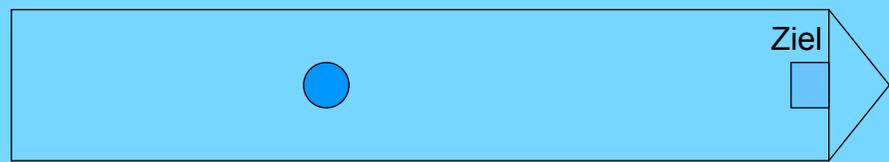
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

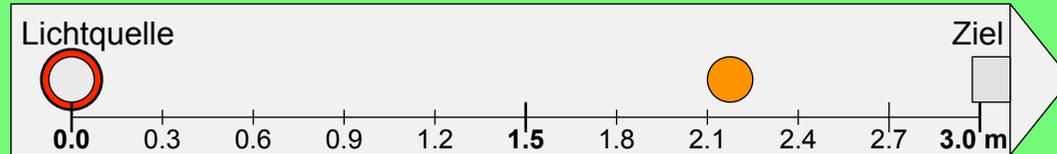
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.25 ns

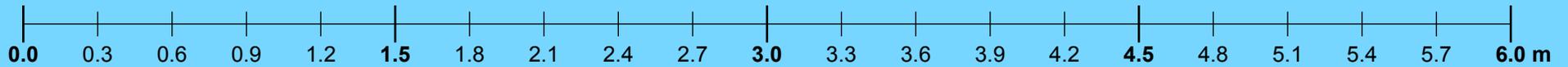
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

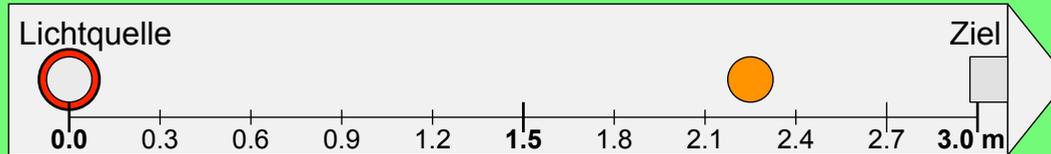
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.50 ns

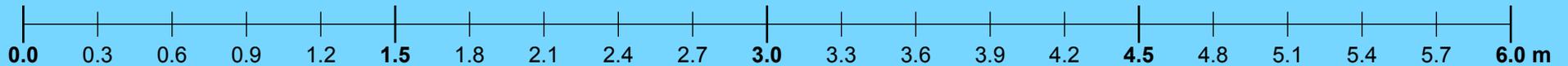
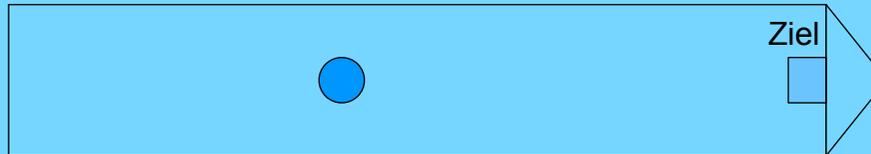
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

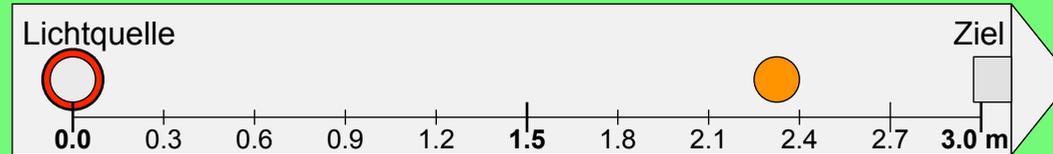
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.75 ns

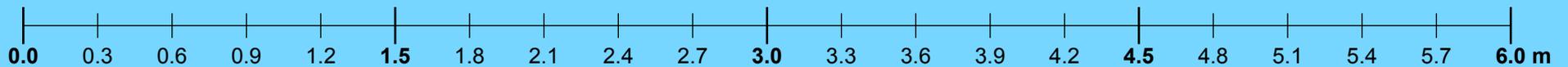
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

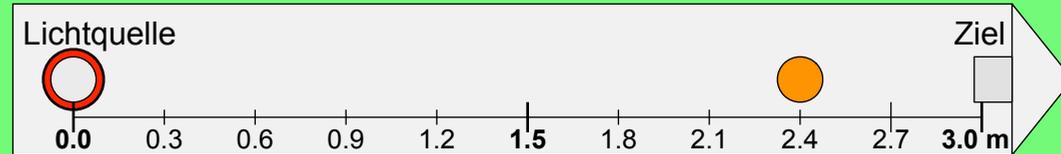
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.00 ns

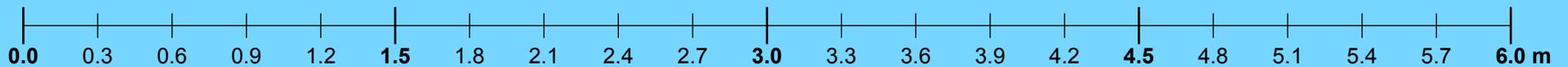
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

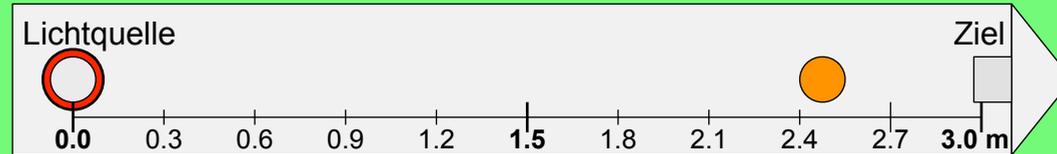
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.25 ns

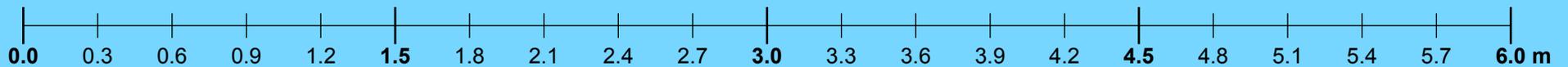
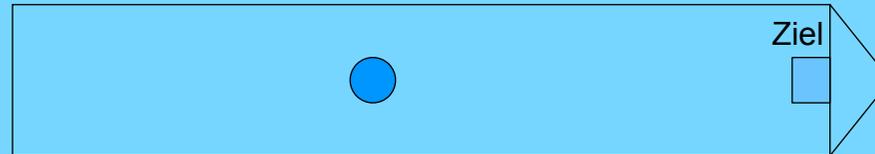
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

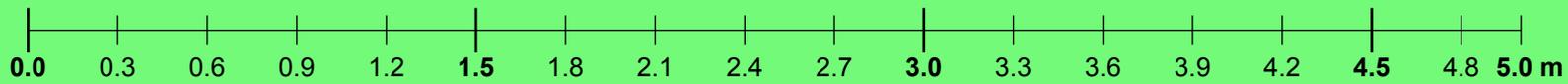
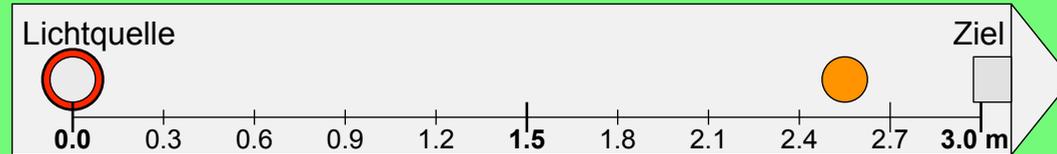
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.50 ns

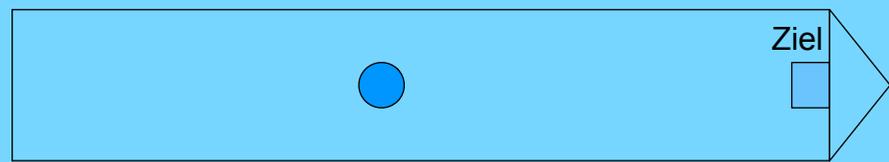
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

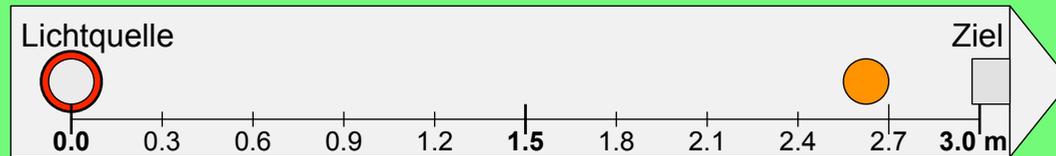
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.75 ns

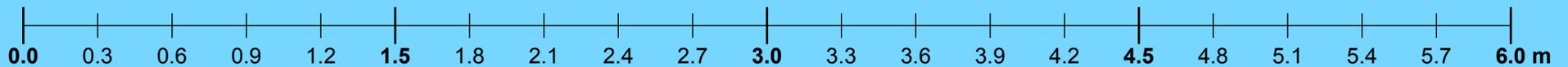
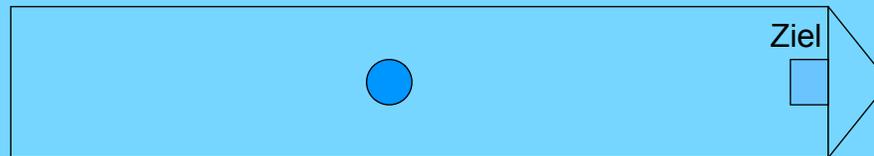
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

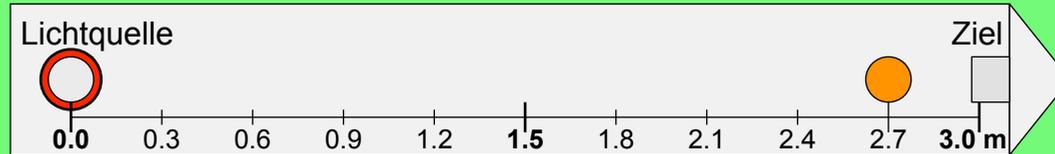
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.00 ns

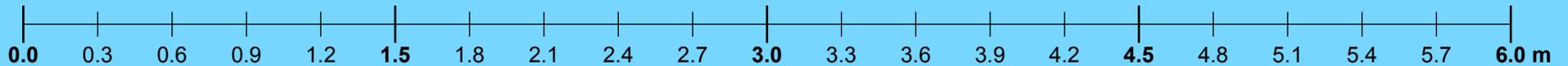
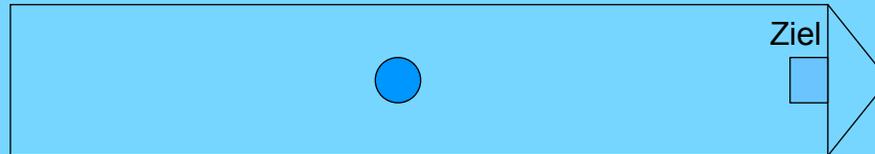
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

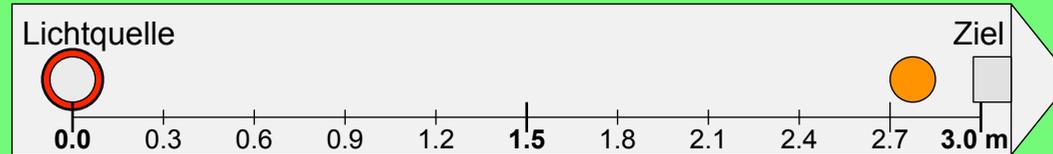
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.25 ns

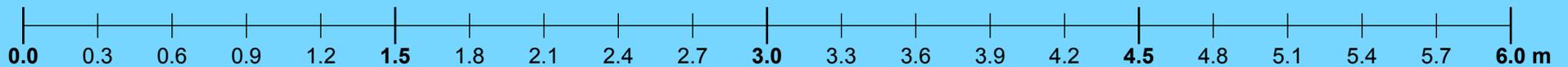
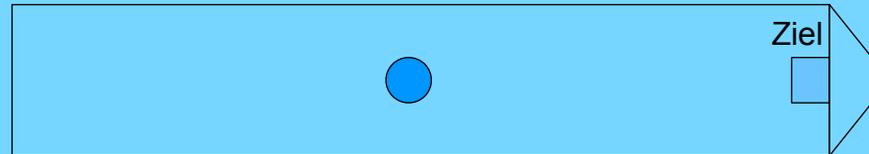
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

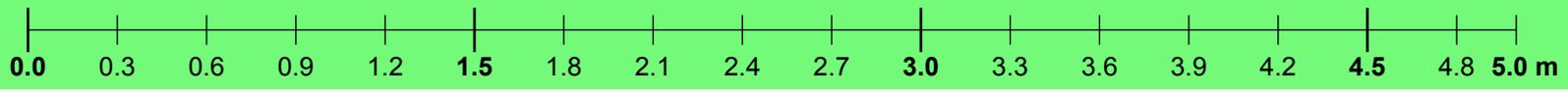


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.50 ns

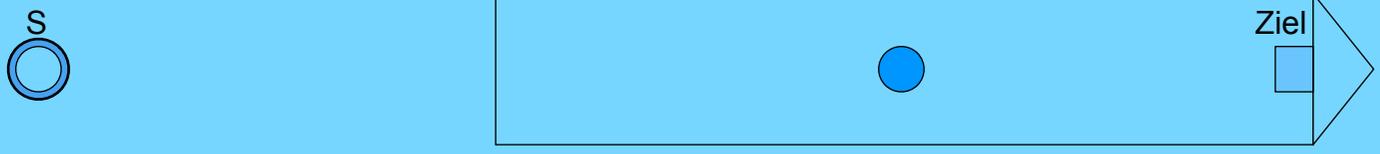
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

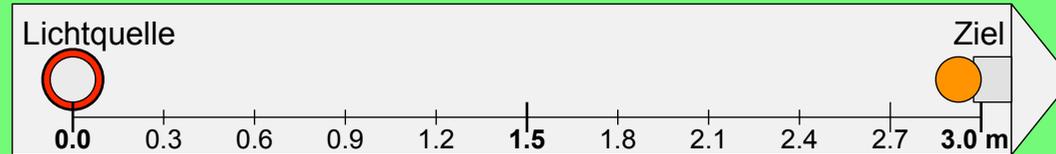
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.75 ns

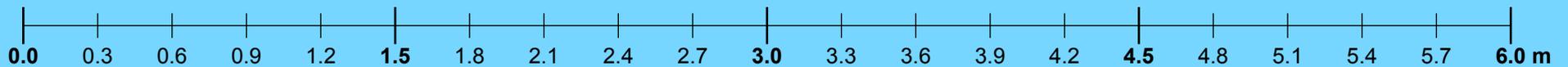
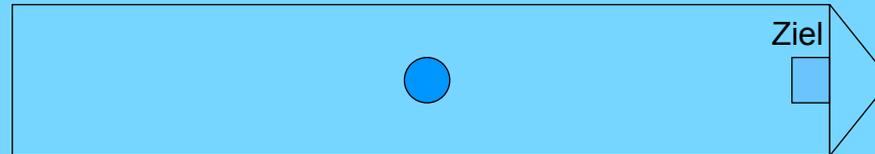
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
10.00 ns

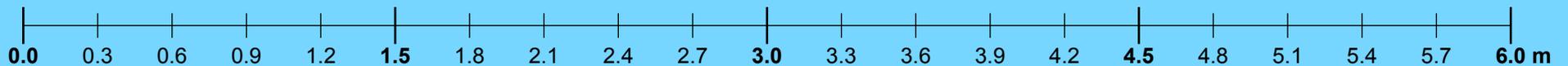
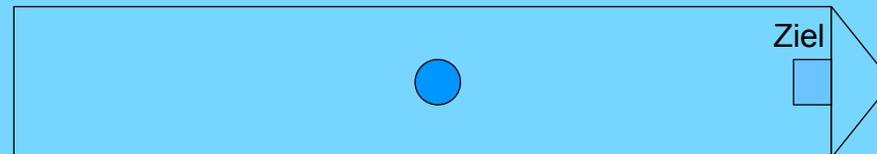
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

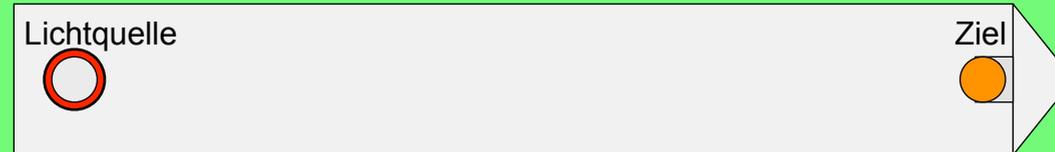
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
10.25 ns

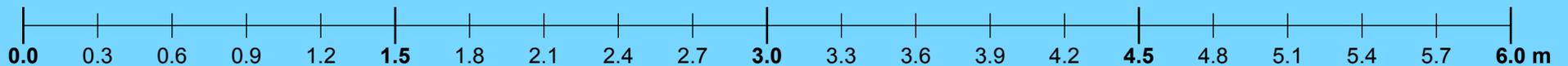
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
10.50 ns

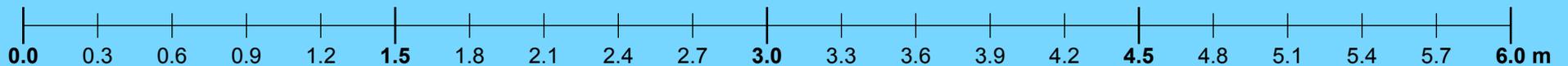
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

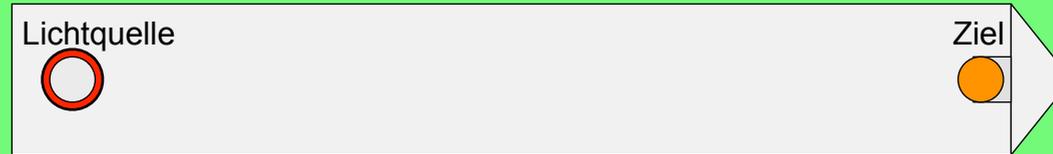
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
10.75 ns

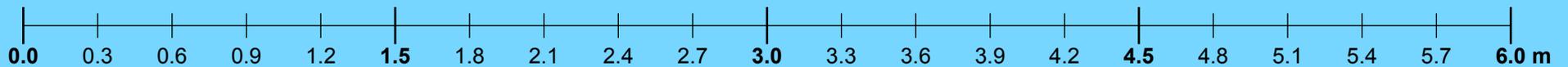
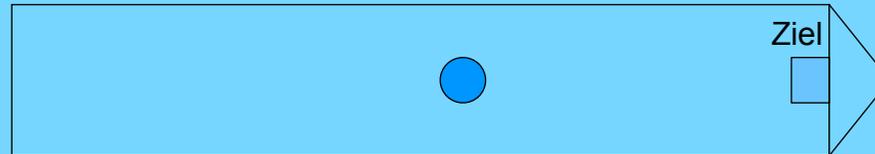
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
11.00 ns

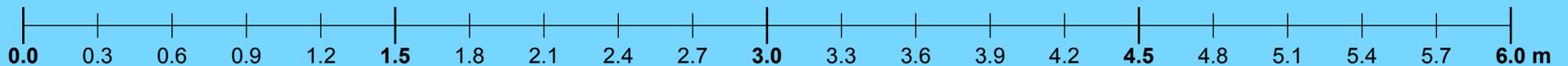
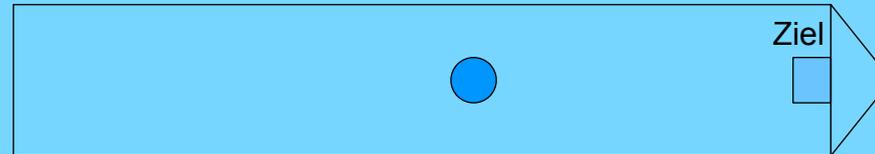
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

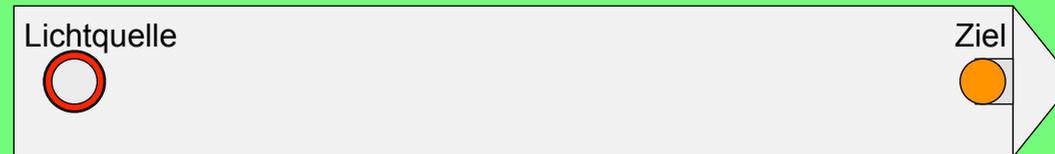
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
11.25 ns

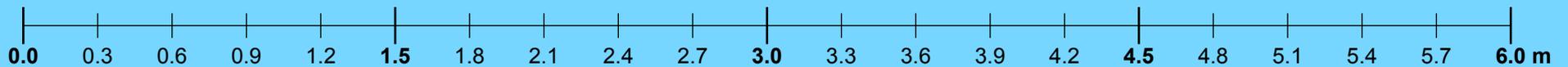
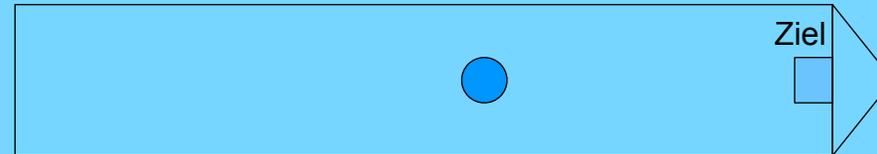
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

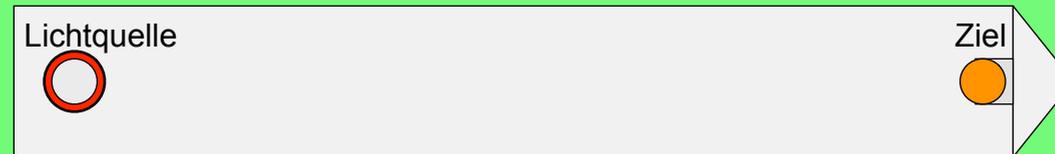
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
11.50 ns

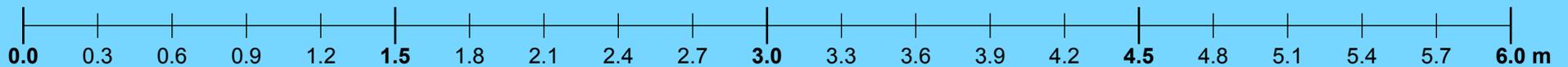
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

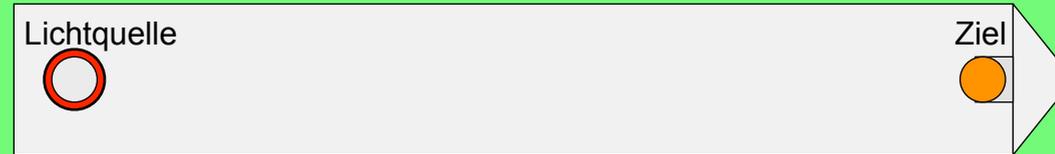
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
11.75 ns

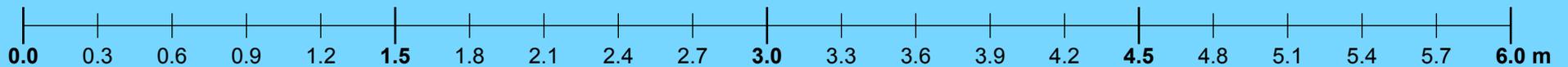
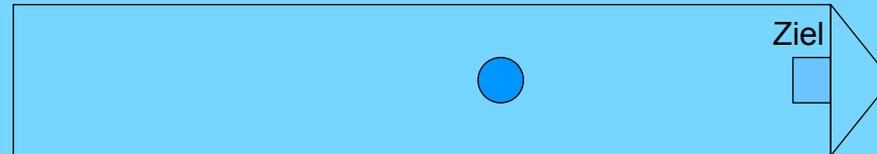
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

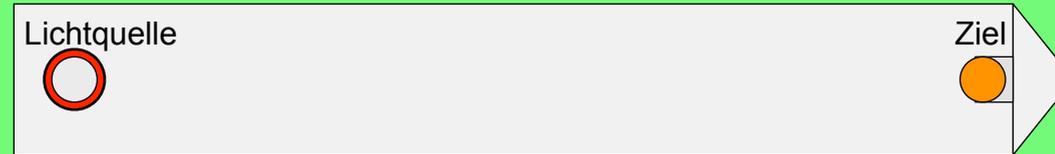
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
12.00 ns

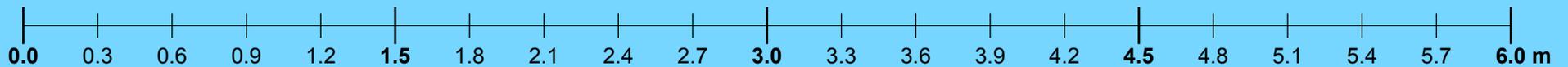
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

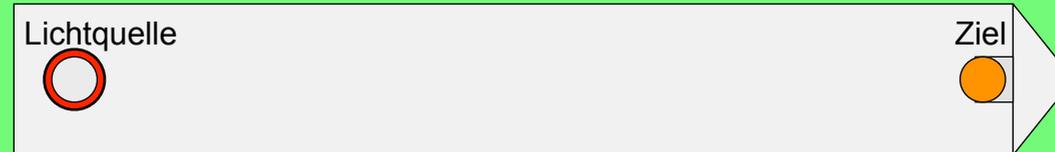
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
12.25 ns

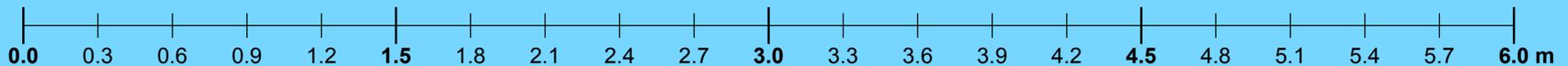
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

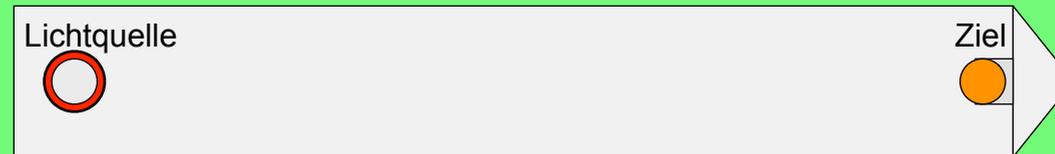
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
12.50 ns

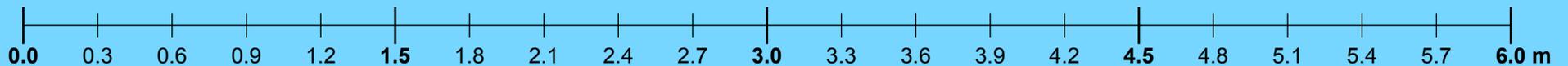
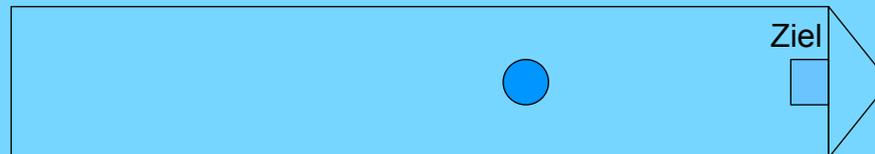
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

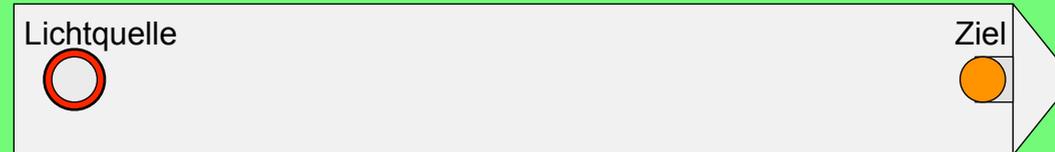
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
12.75 ns

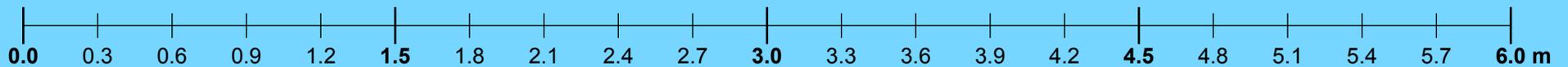
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
13.00 ns

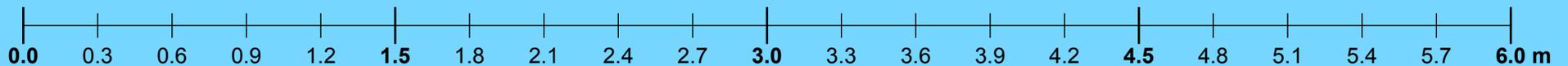
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

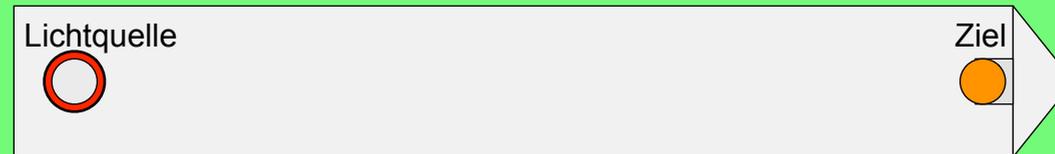
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
13.25 ns

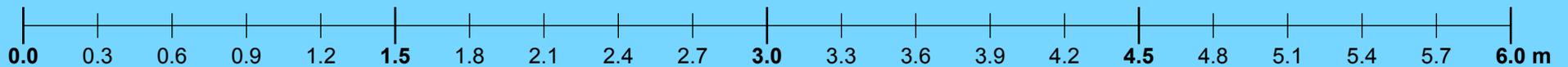
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

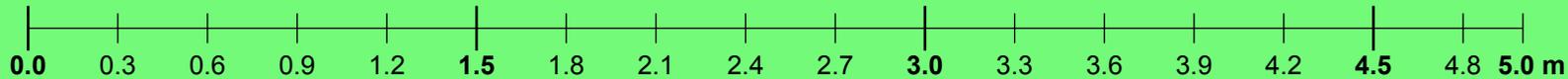
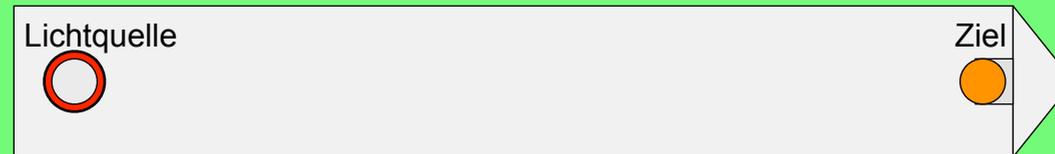
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
13.50 ns

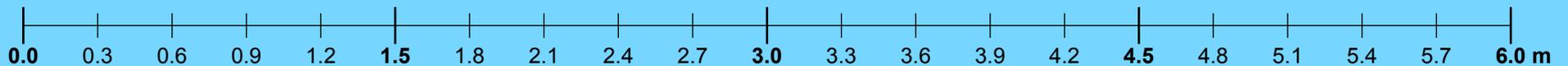
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
13.75 ns

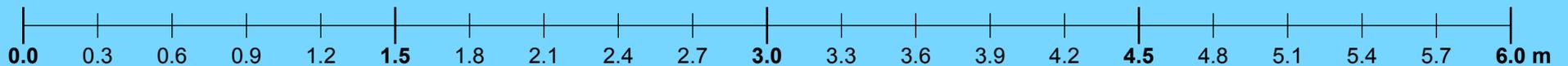
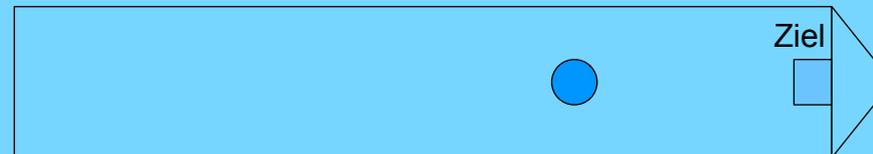
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

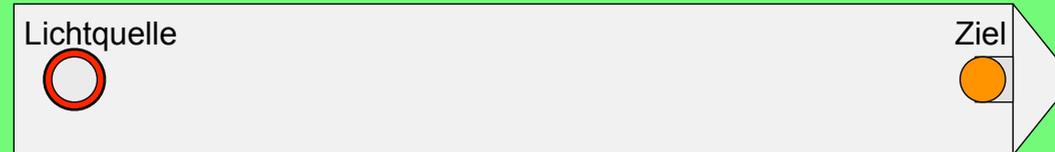
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
14.00 ns

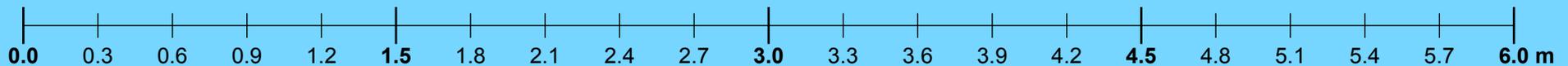
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
14.25 ns

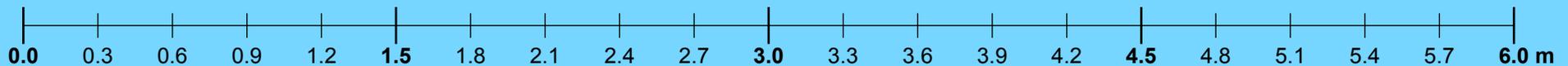
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

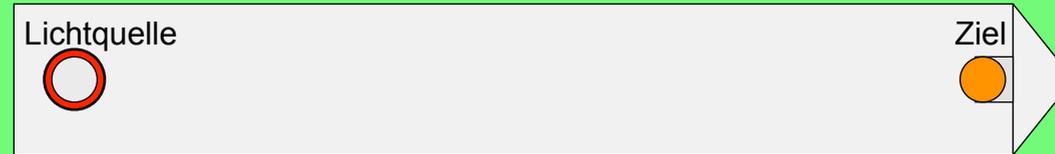
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
14.50 ns

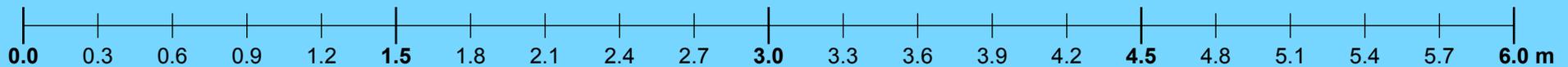
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

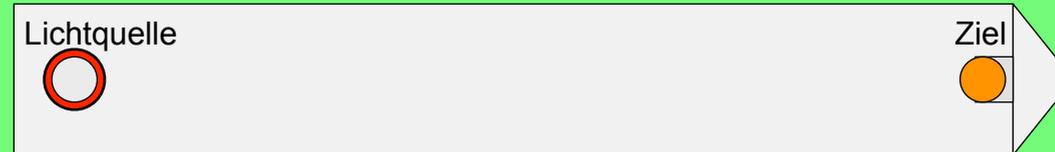
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
14.75 ns

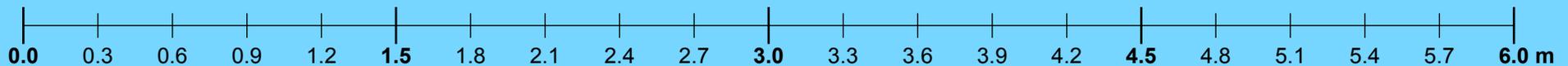
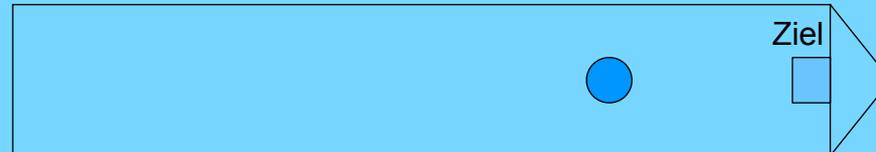
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

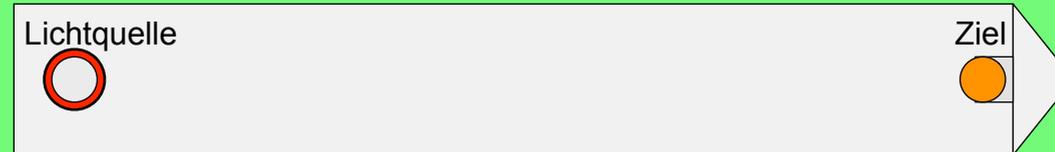
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
15.00 ns

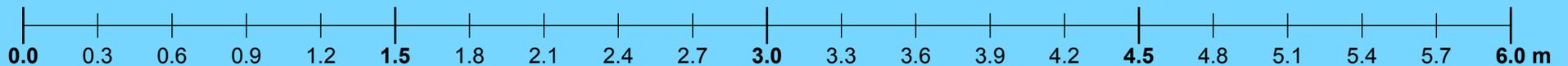
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

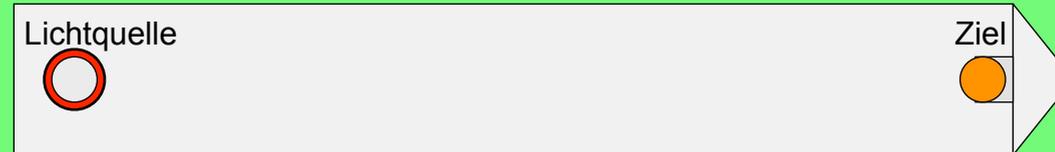
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
15.25 ns

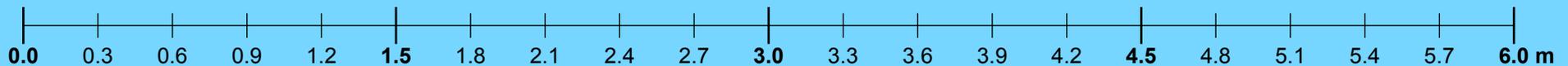
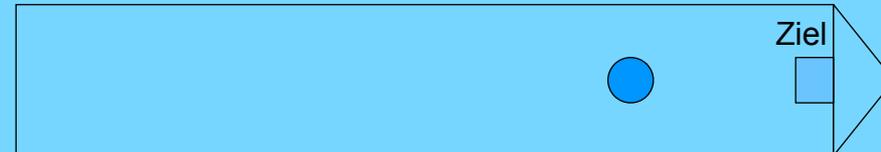
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

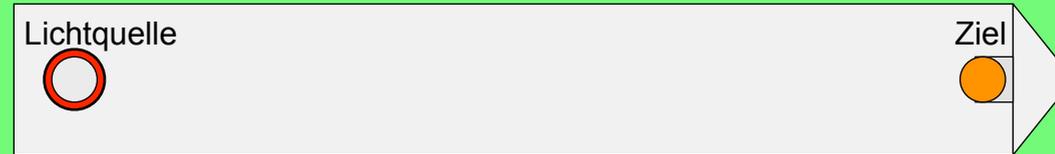
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
15.50 ns

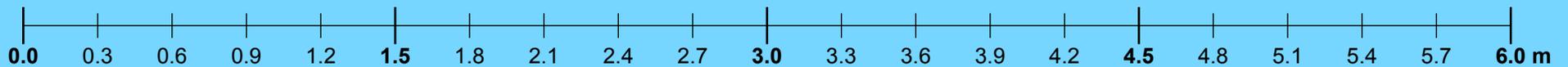
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

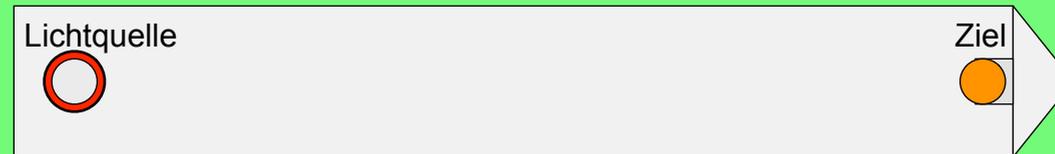
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
15.75 ns

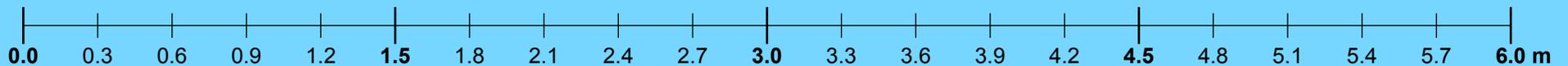
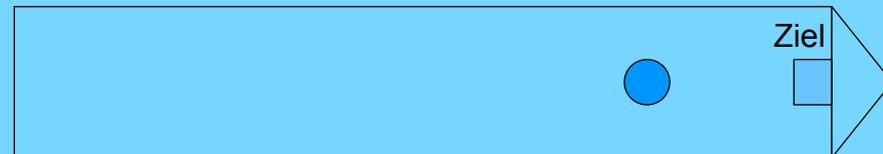
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
16.00 ns

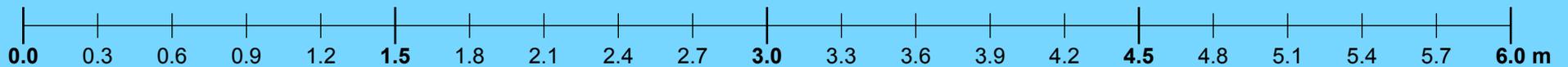
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

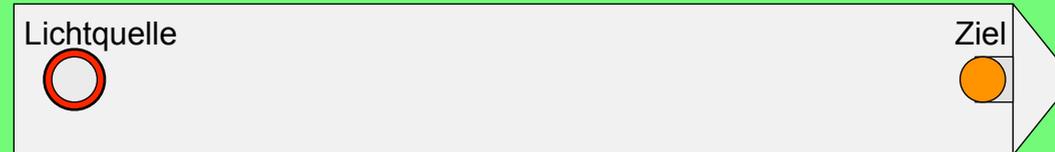
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
16.25 ns

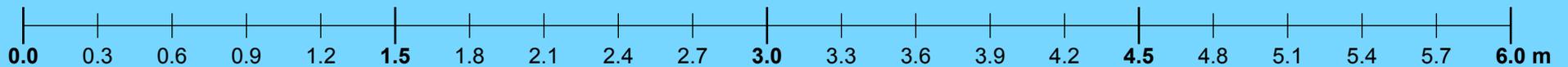
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

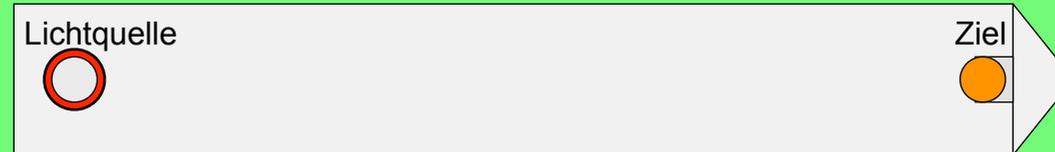
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
16.50 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

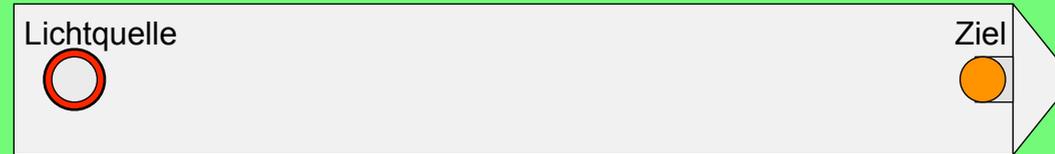
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
16.75 ns

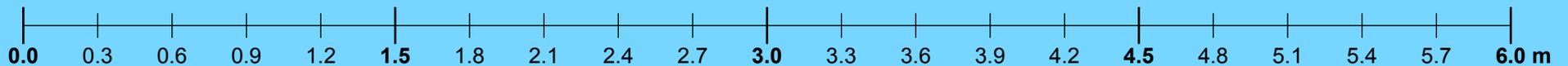
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

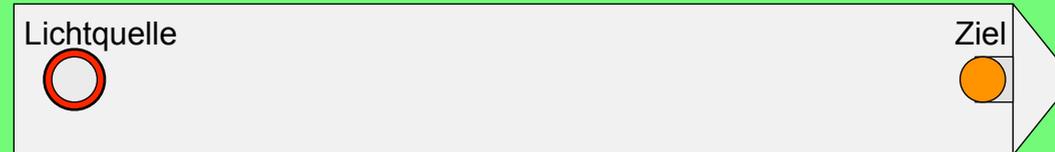
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
17.00 ns

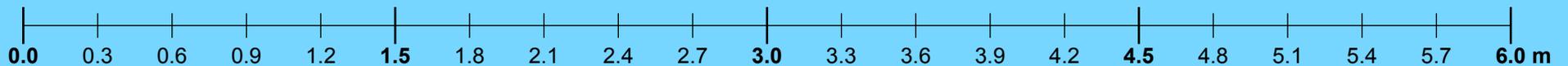
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

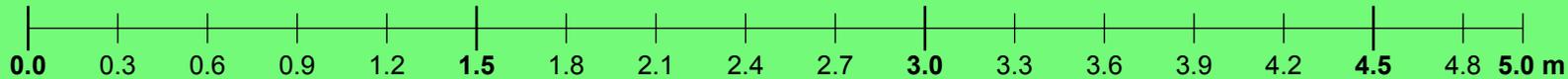


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
17.25 ns

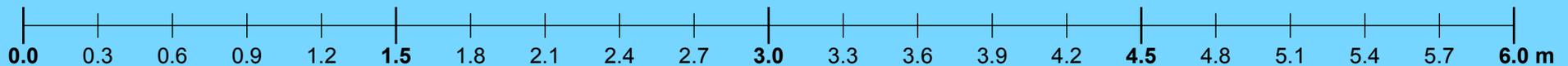
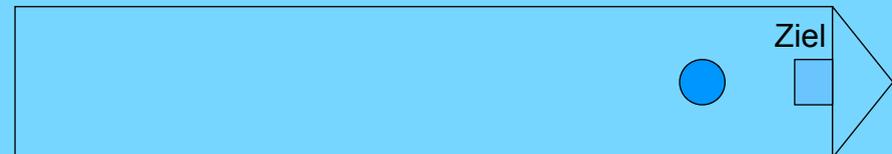
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

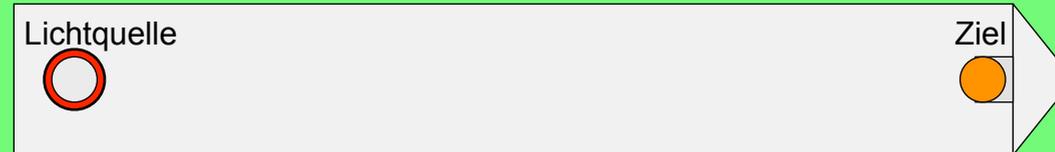
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
17.50 ns

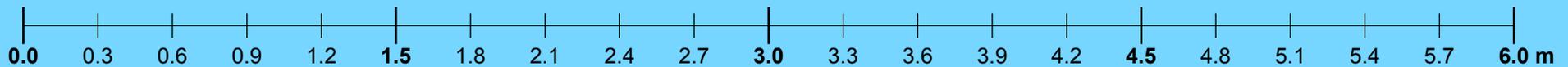
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

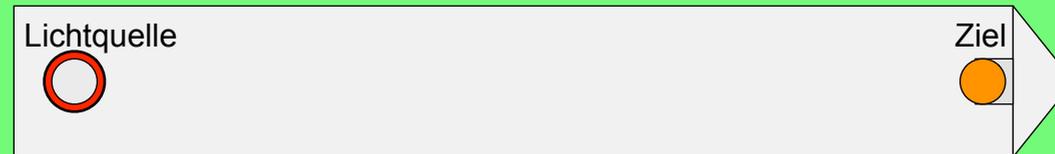
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
17.75 ns

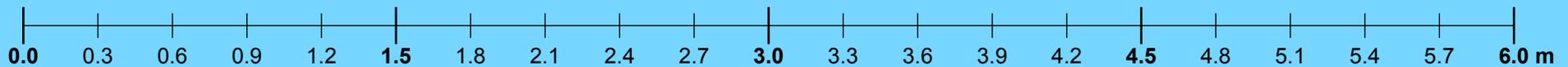
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

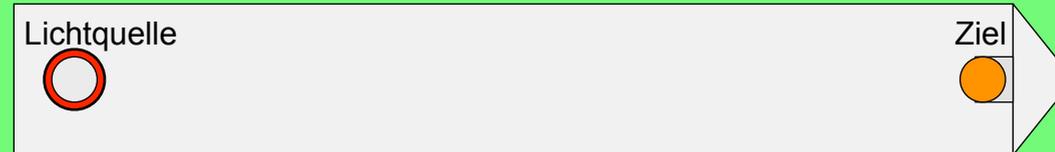
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
18.00 ns

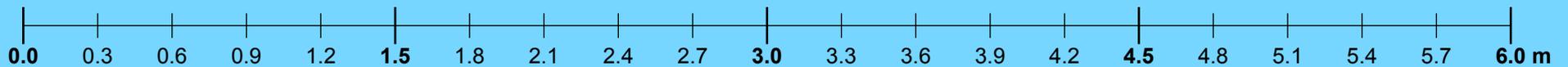
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

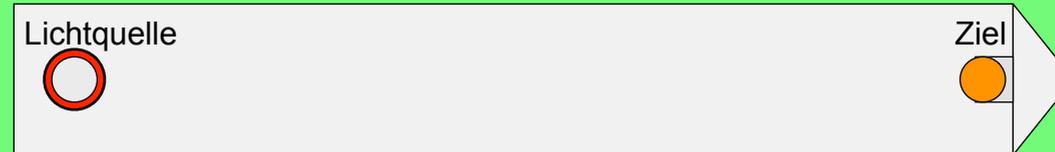
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
18.25 ns

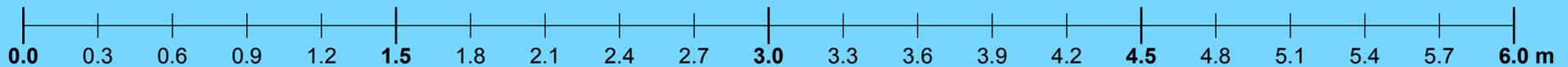
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

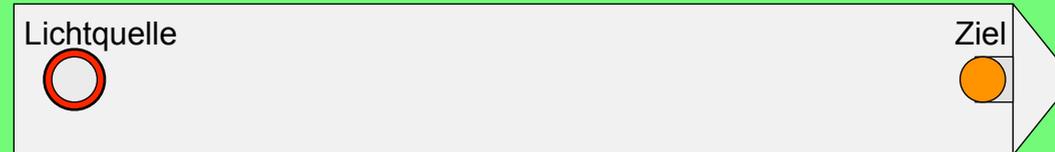
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
18.50 ns

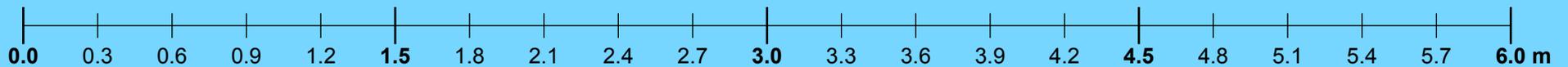
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

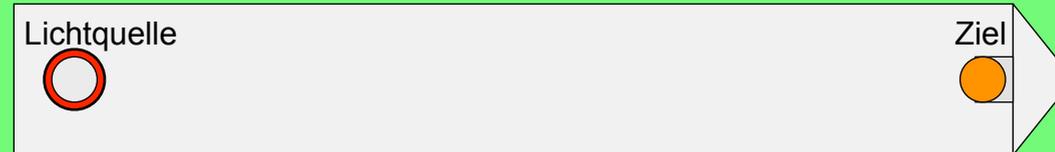
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
18.75 ns

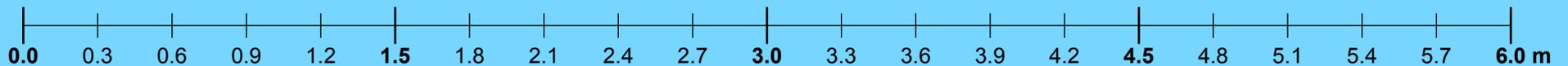
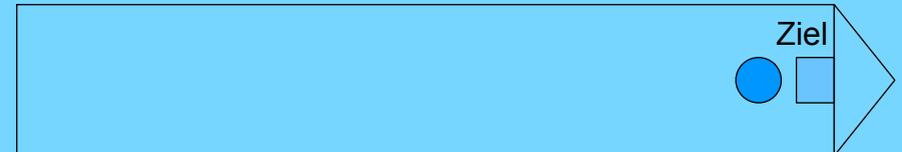
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

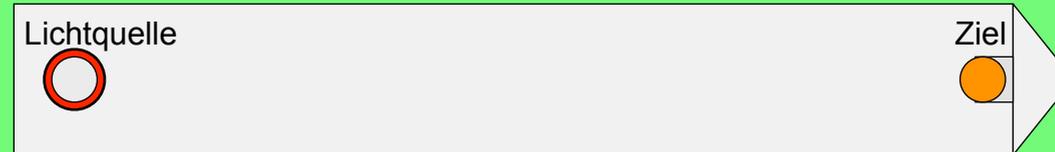
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
19.00 ns

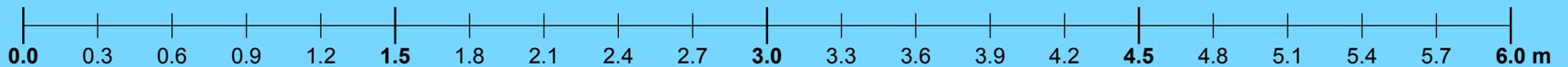
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

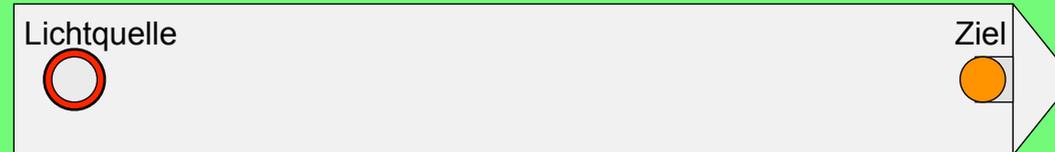
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
19.25 ns

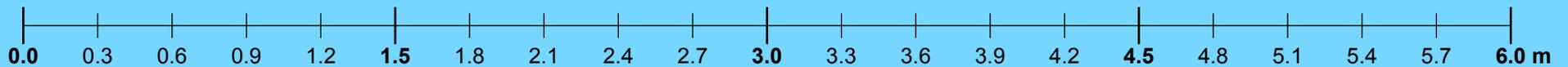
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

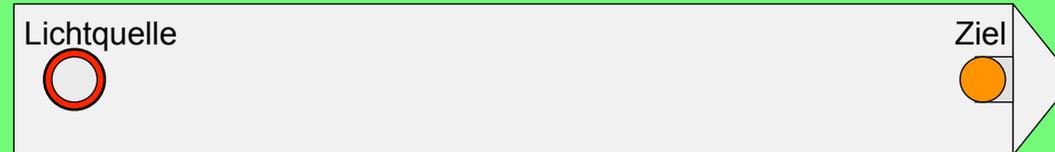
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
19.50 ns

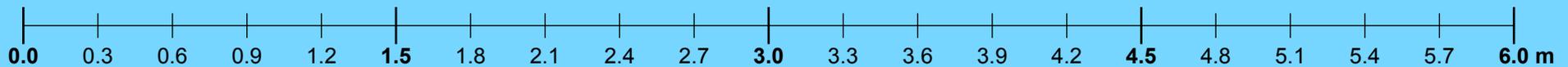
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

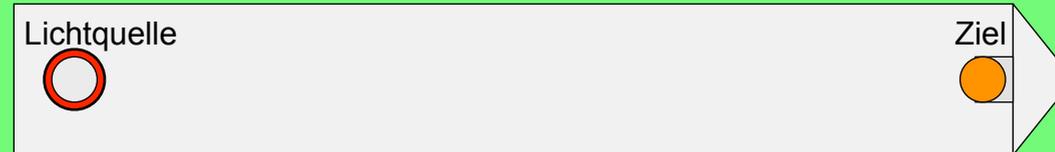
Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
19.75 ns

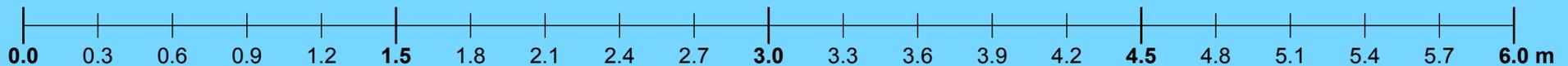
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** hat das Ziel erreicht.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

Das Raumschiff und ein einzelnes Photon fliegen in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe

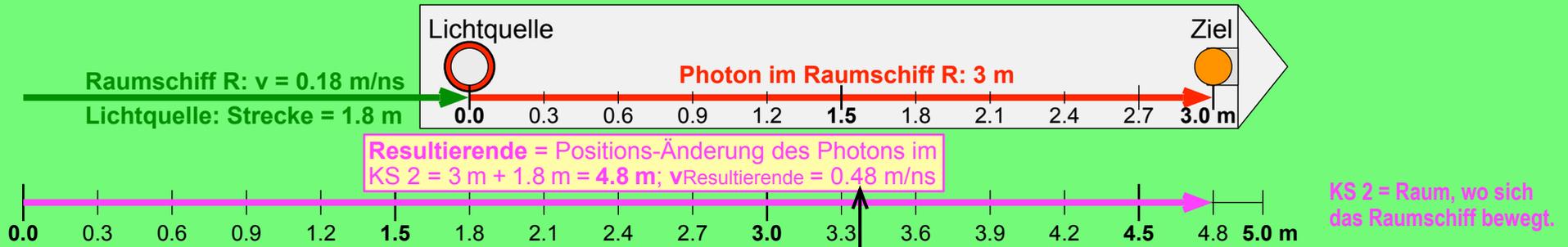
Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
20.00 ns

ns: Nanosekunde

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** fliegt mit $v = c$ und erreicht in **10 nanosec.** das Ziel.

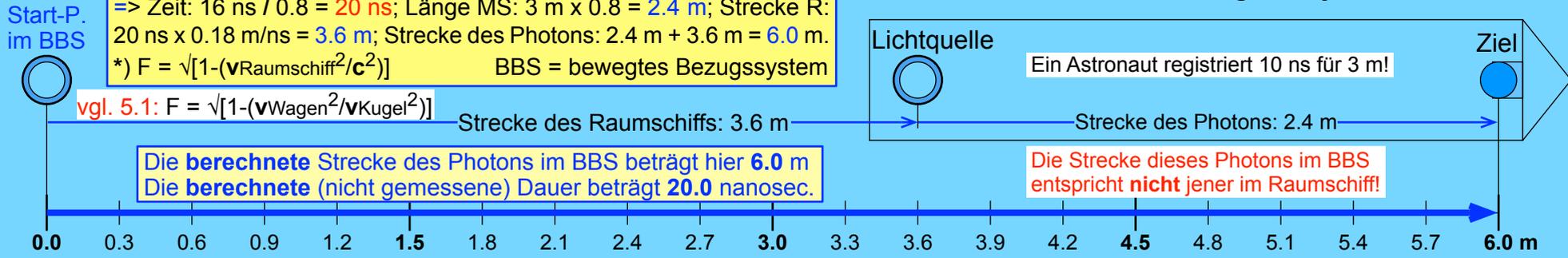


$c = 0.3 \text{ m/ns}$

Annahmen: Photon fliegt 4.8 m mit $v = c$; \Rightarrow Zeit: $4.8 \text{ m} / c = 16 \text{ ns}$; dann fliegt R mit der Mess-Strecke MS: $16 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 2.88 \text{ m}$; Total: $2.88 \text{ m} + 3.0 \text{ m} = 5.88 \text{ m} \neq 4.8 \text{ m}$; **Korrektur:** Faktor $F^* = 0.8$; \Rightarrow Zeit: $16 \text{ ns} / 0.8 = 20 \text{ ns}$; Länge MS: $3 \text{ m} \times 0.8 = 2.4 \text{ m}$; Strecke R: $20 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 3.6 \text{ m}$; Strecke des Photons: $2.4 \text{ m} + 3.6 \text{ m} = 6.0 \text{ m}$.
*) $F = \sqrt{1 - (v_{\text{Raumschiff}}^2 / c^2)}$ BBS = bewegtes Bezugssystem

Im BBS gibt es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem.

Die **berechnete** Strecke ist länger als jene im Raumschiff!



vgl. 5.1: $F = \sqrt{1 - (v_{\text{Wagen}}^2 / v_{\text{Kugel}}^2)}$

Die **berechnete** Strecke des Photons im BBS beträgt hier **6.0 m**
Die **berechnete** (nicht gemessene) Dauer beträgt **20.0 nanosec.**

Die Strecke dieses Photons im BBS entspricht **nicht** jener im Raumschiff!

Das Raumschiff bewegt sich 1.8 m, das **Photon** 3.0 m; die **Positions-Änderung** im übergeordneten Raum ist **4.8 m**. Wenn man diese **Resultierende** irrtümlich für die Strecke des Photons hält und glaubt, $v_{\text{Resultierende}} = c$ (konstant), resultiert eine Laufzeit von 16 nanosec., was eine **Differenz** zwischen **berechneter** und **registrierter** Strecke ergibt. Mit einer Zeitdilatation und einer Längenkontraktion kann man die Differenz gemäss der SRT aus der Welt schaffen. Die Strecke im bewegten Bezugssystem ist nicht real und basiert nur auf Berechnungen aufgrund falscher Annahmen. Beachte: Das Photon befindet sich in Wirklichkeit **immer** im Raumschiff und dort **vor** der Lichtquelle, nie **hinter** dieser.

Hier ist das Ende dieser Animation

Animation 5.3: Ein Photon fliegt in einem Raumschiff R
Das Photon und R bewegen sich in entgegengesetzter Richtung.

Das Photon fliegt im *primären* Raum von R **3 m in 10 nanosec.**
Die Positions-Änderung des Photons im *übergeordneten* Raum,
wo sich das Raumschiff 1.8 m bewegt, beträgt $3\text{ m} - 1.8\text{ m} = 1.2\text{ m}$.

Im irrealen BBS bewegt es sich gemäss der Lehrmeinung aufgrund
von Berechnungen, die auf falschen Annahmen beruhen, jedoch **1.5 m**;
die Messstrecke ist auf 2.4 m verkürzt, die Laufzeit beträgt **5 nanosec.!**

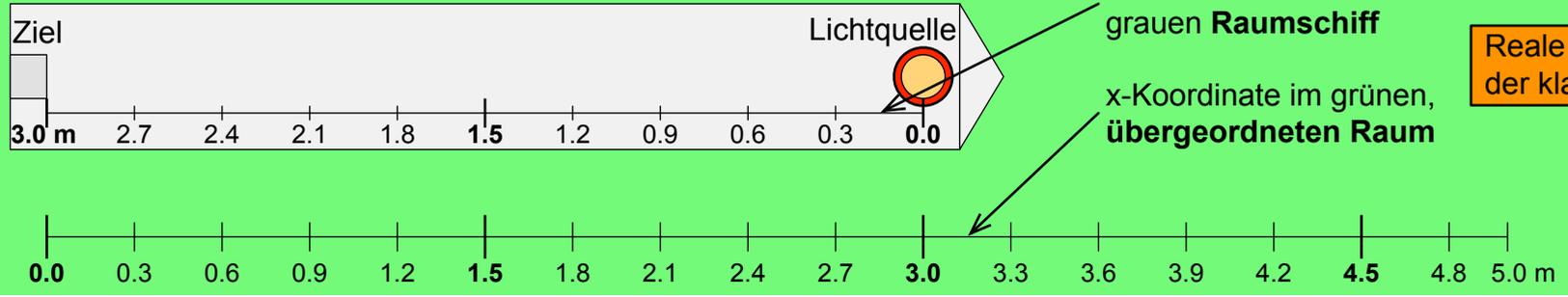
Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

Start
0 ns

ns: Nanosekunde

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

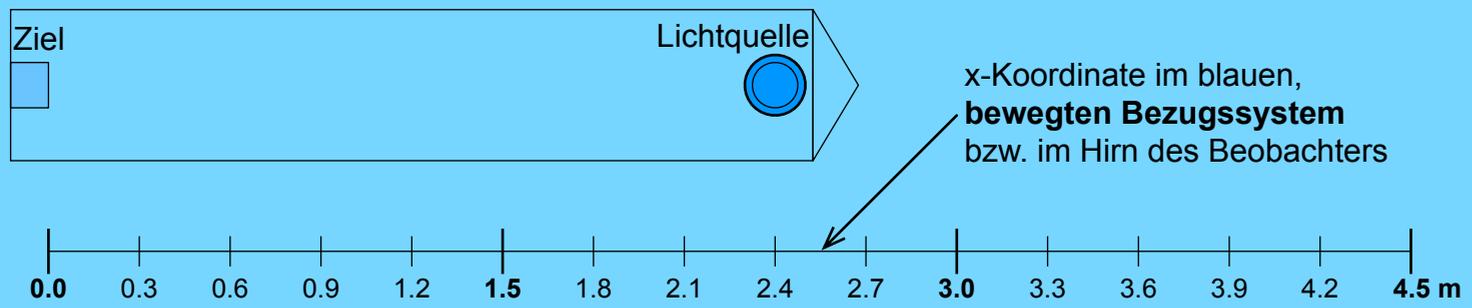
Das Photon



Reale Bewegungen gem. der klassischen Physik.

Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Fiktive Bewegungen gem. der relativistischen Physik; die Messstrecke ist verkürzt.

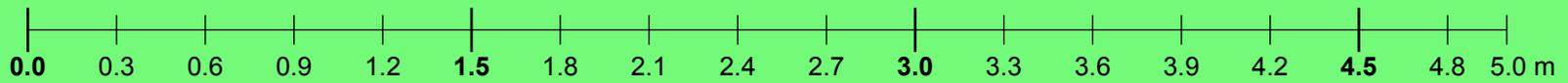
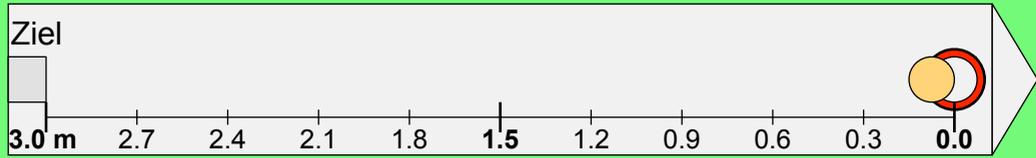
Beachte: In der Wirklichkeit gibt es **zwei reale** Räume: Raumschiff und Weltall; beim BBS gibt es nur **einen imaginären** Raum.

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.25 ns

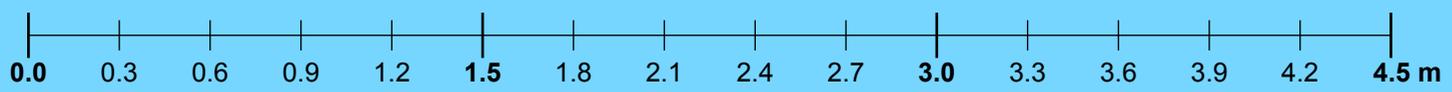
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

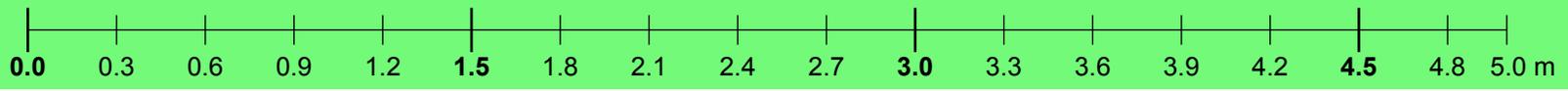


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
 0.50 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

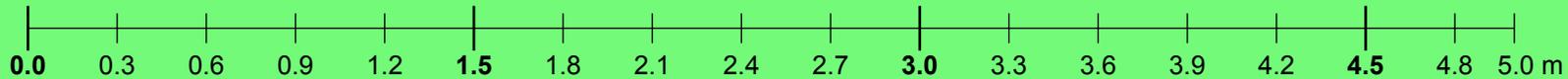
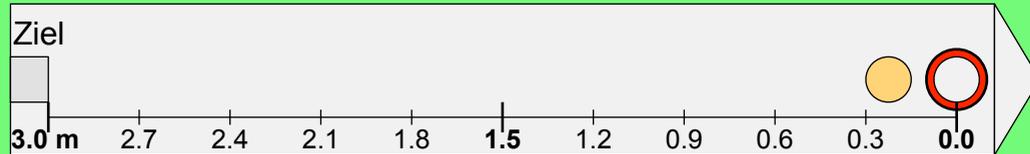


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
 0.75 ns

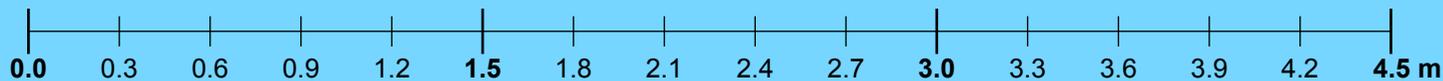
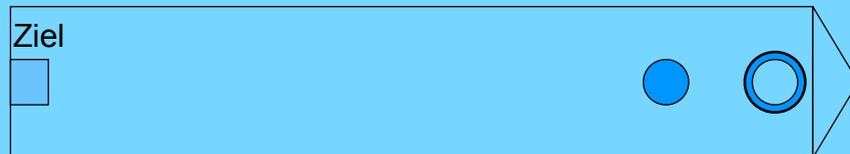
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

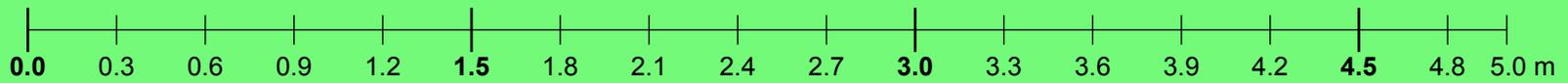
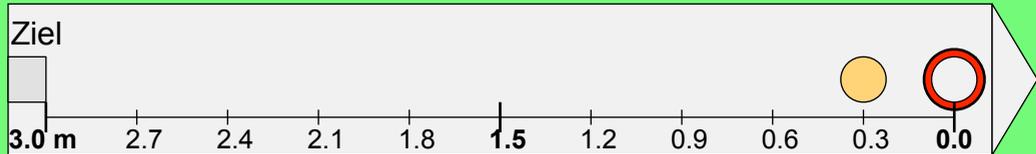


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.00 ns

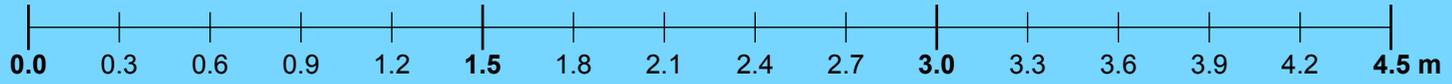
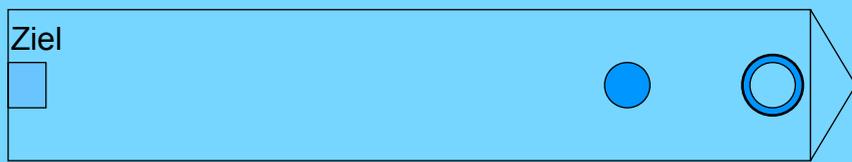
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

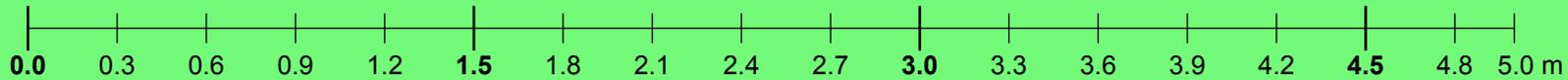
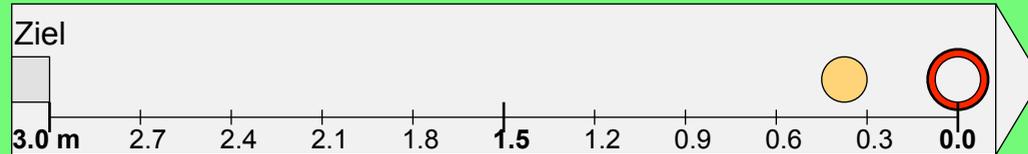


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.25 ns

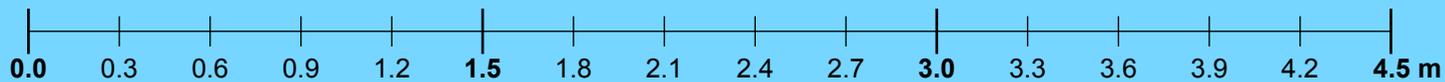
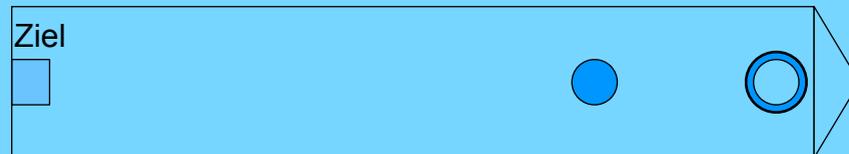
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

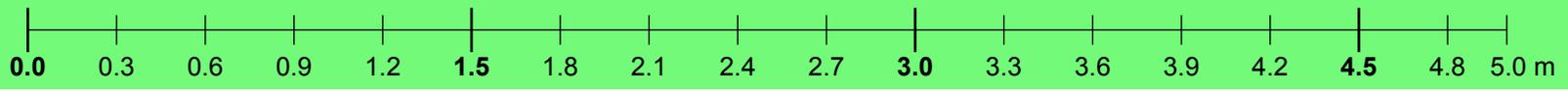
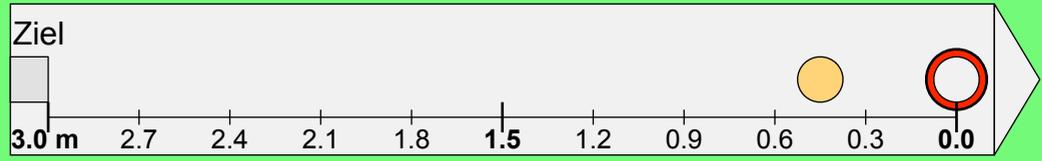


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.50 ns

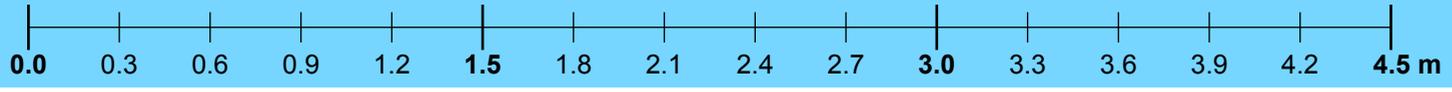
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

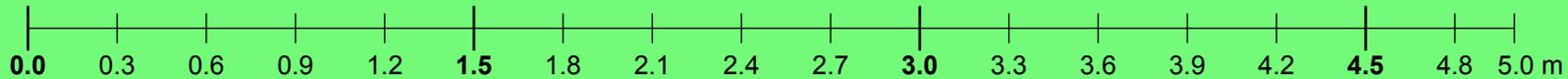
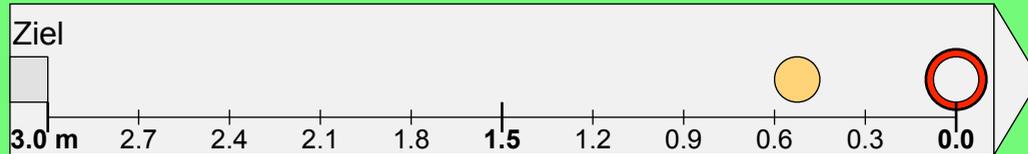


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.75 ns

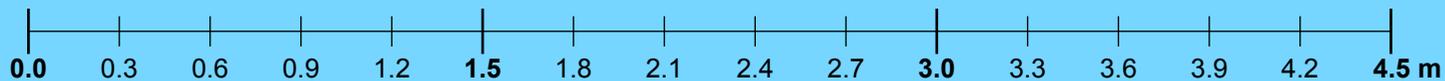
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

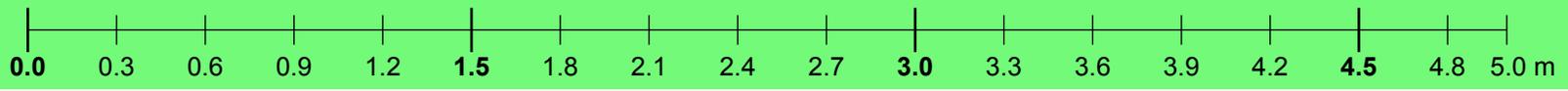


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.00 ns

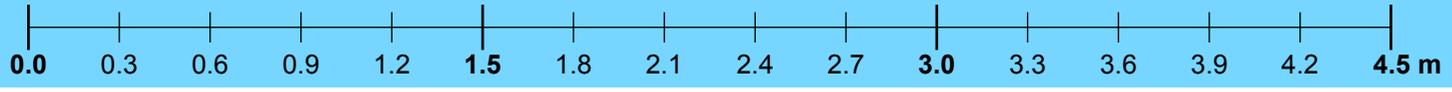
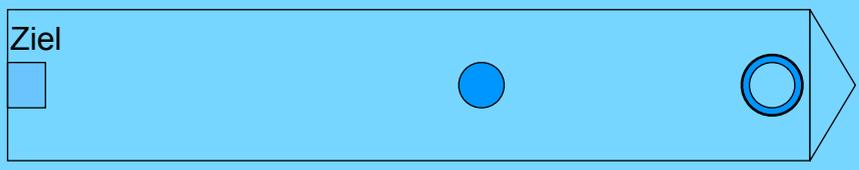
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

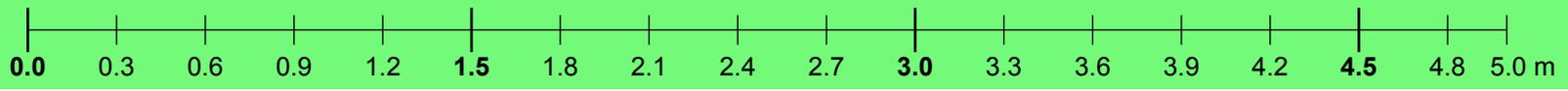


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.25 ns

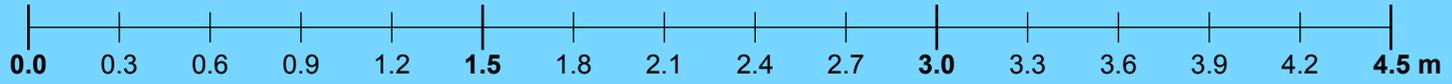
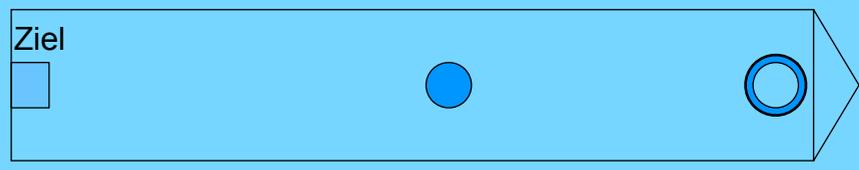
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

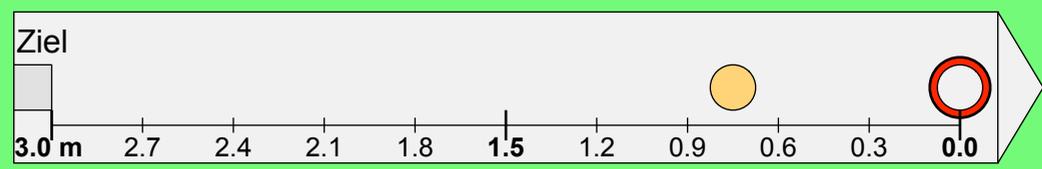


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.50 ns

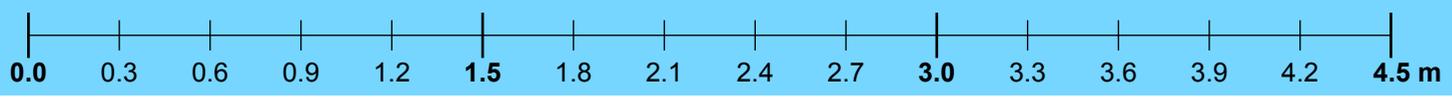
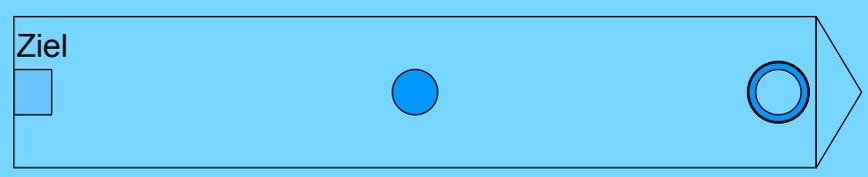
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

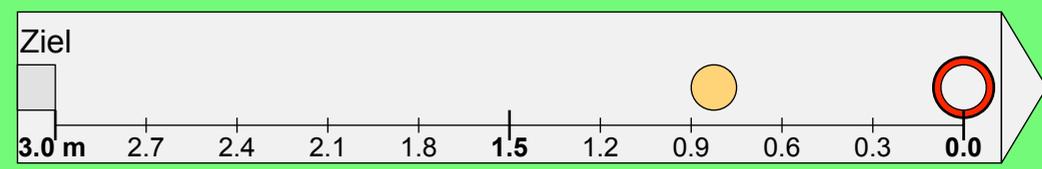


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.75 ns

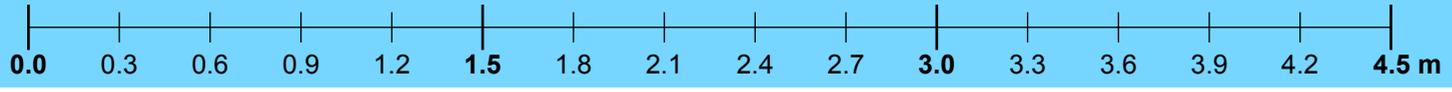
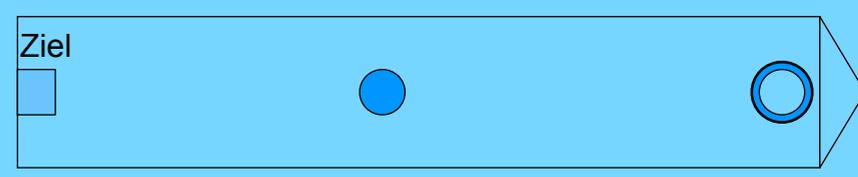
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

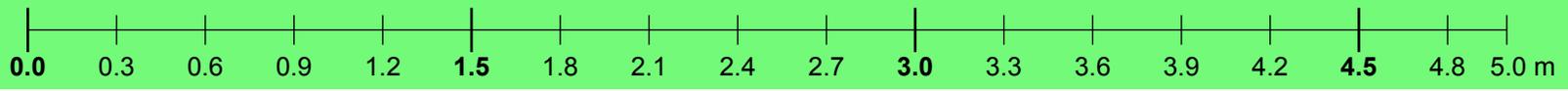
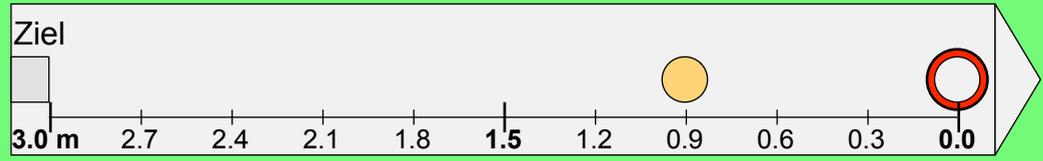


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.00 ns

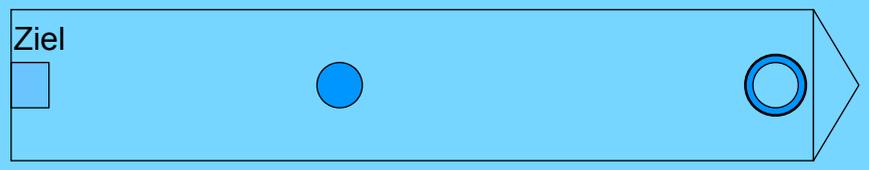
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

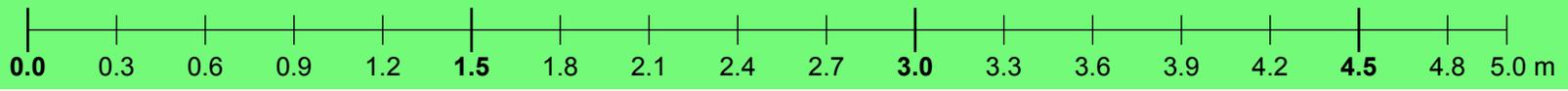


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.25 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

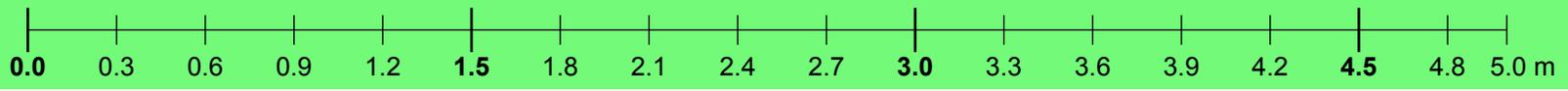
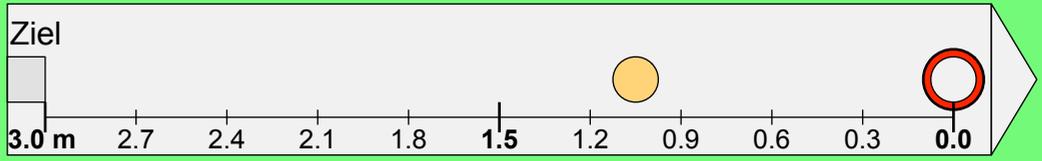


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.50 ns

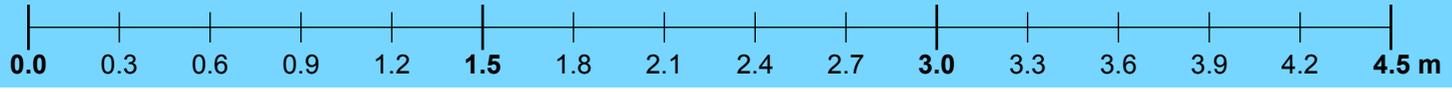
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

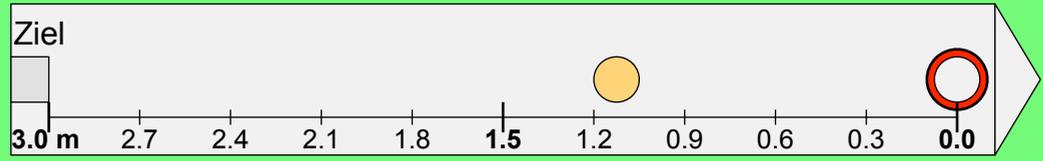


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.75 ns

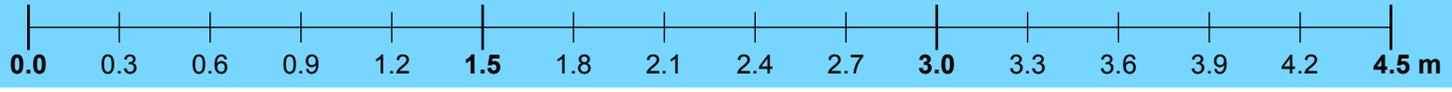
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

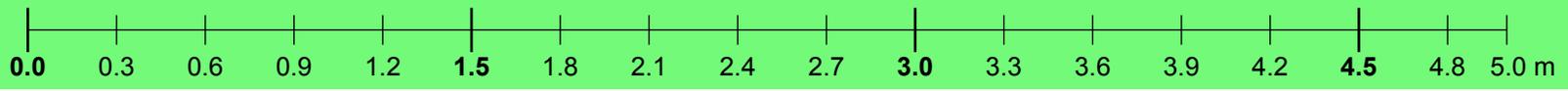
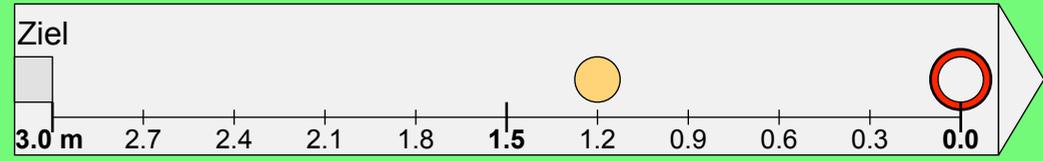


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.00 ns

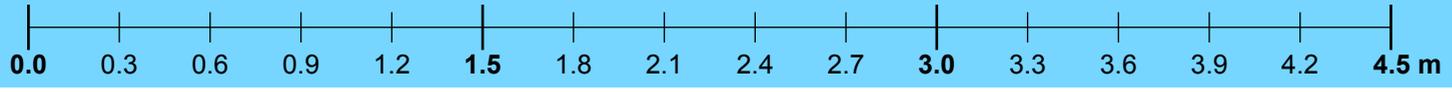
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

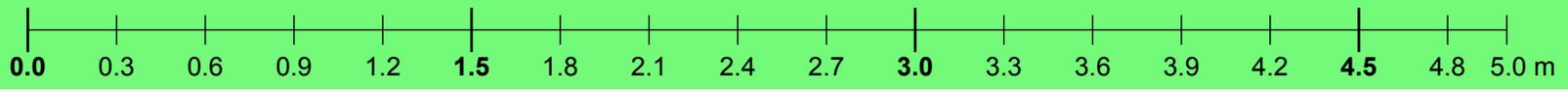
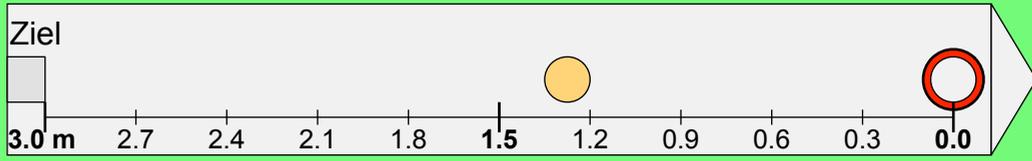


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.25 ns

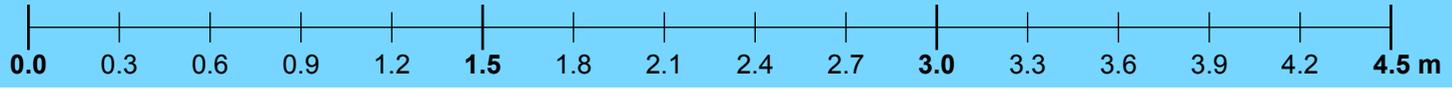
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

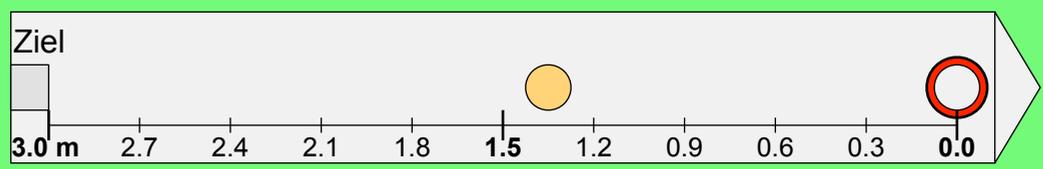


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.50 ns

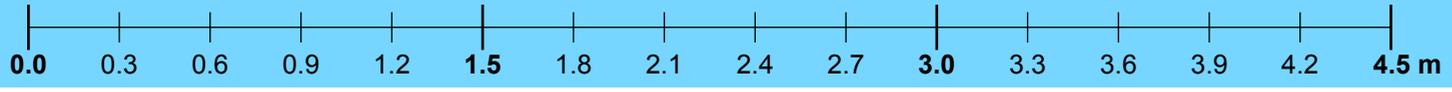
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

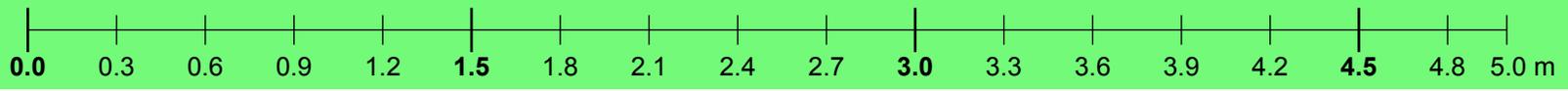
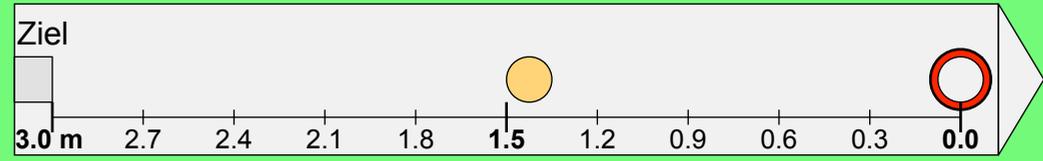


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.75 ns

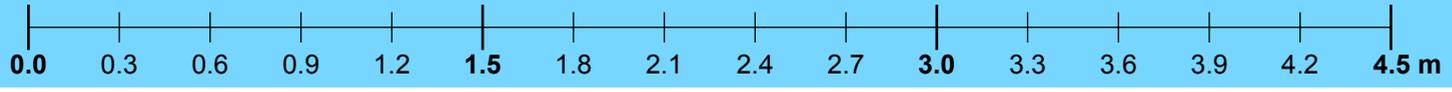
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

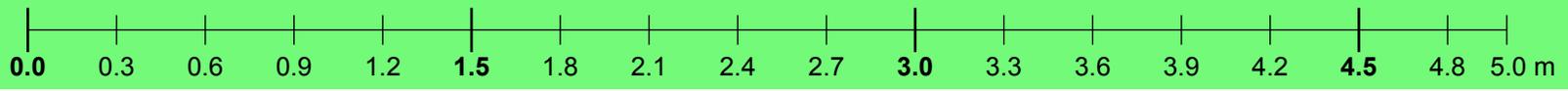
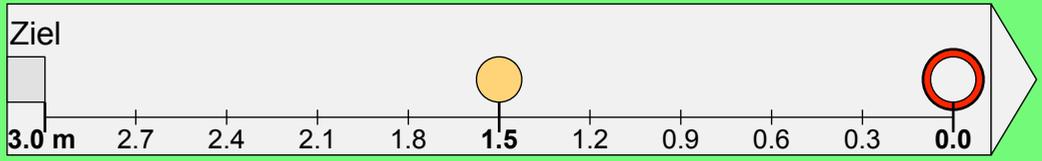


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.00 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

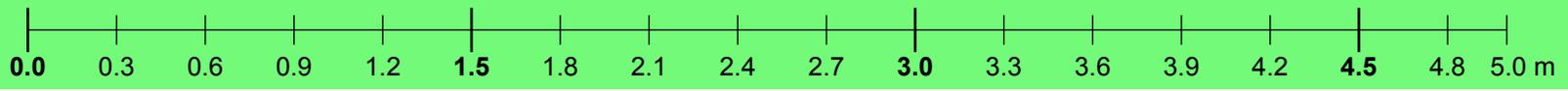
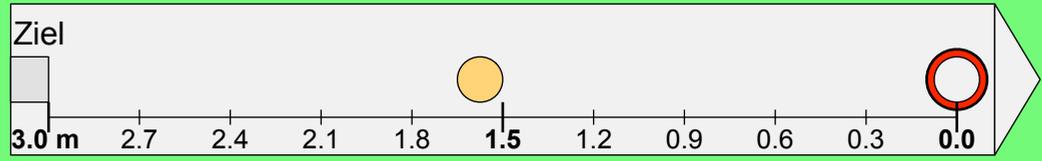


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.25 ns

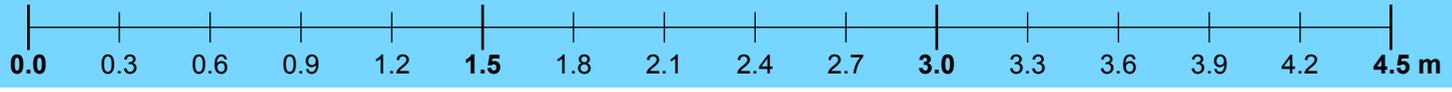
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

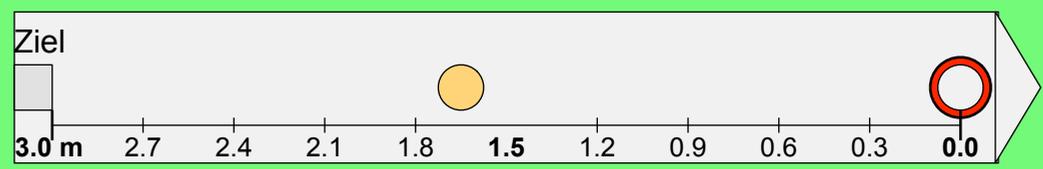


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.50 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

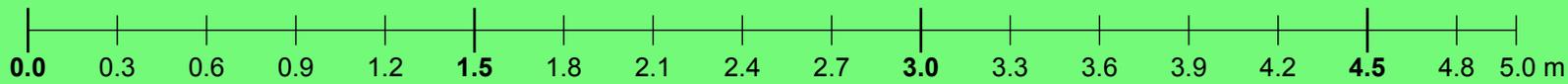
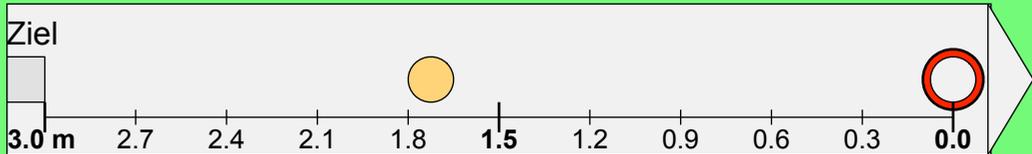


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.75 ns

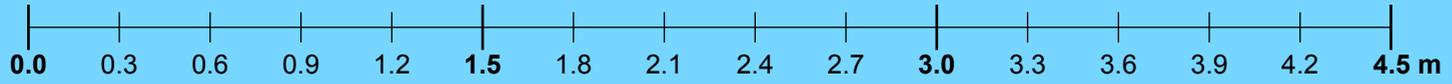
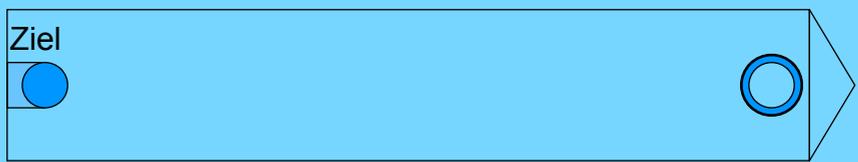
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

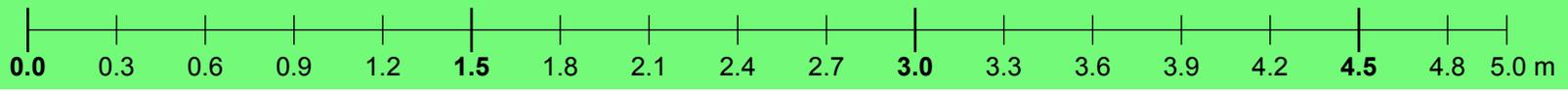
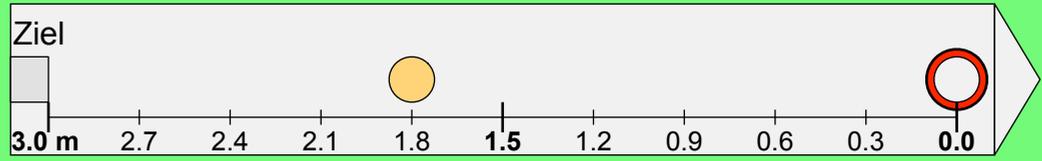


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.00 ns

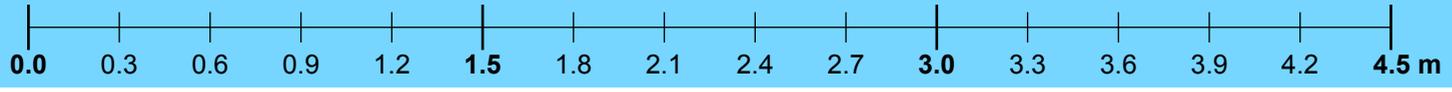
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

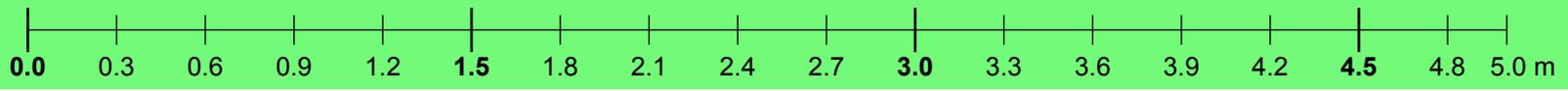
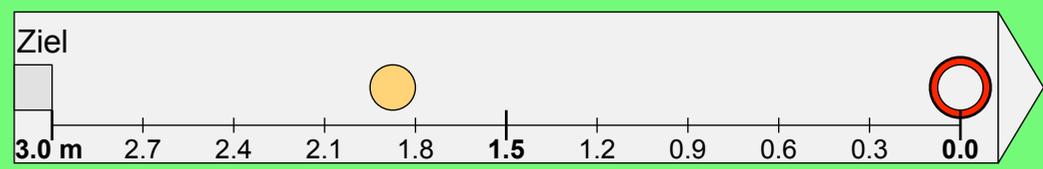


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.25 ns

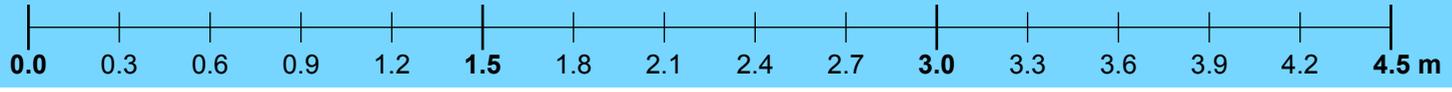
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

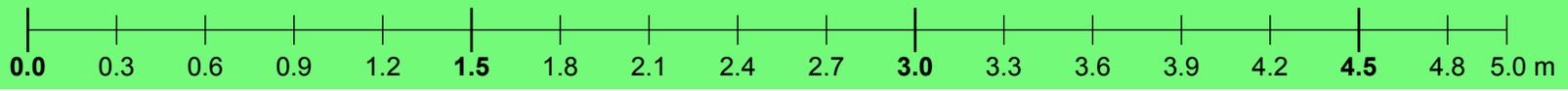
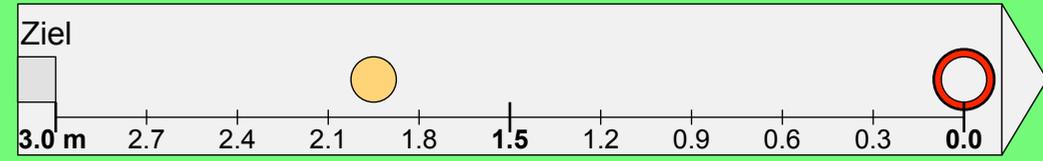


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.50 ns

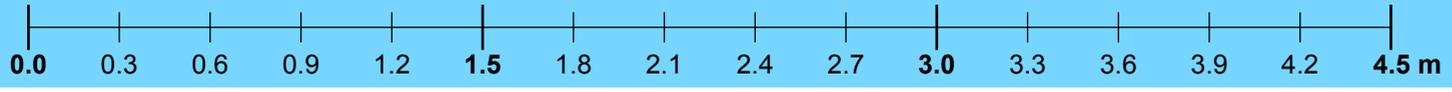
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

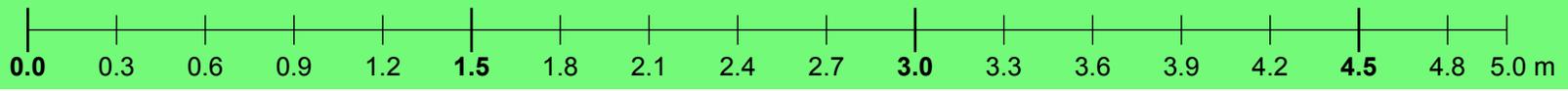
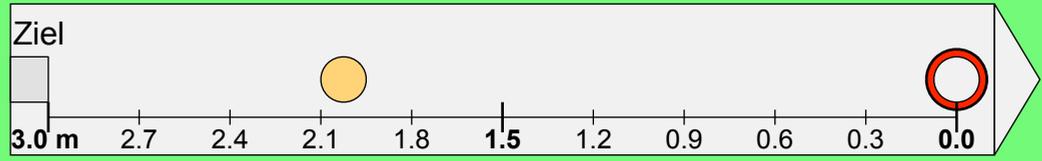


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.75 ns

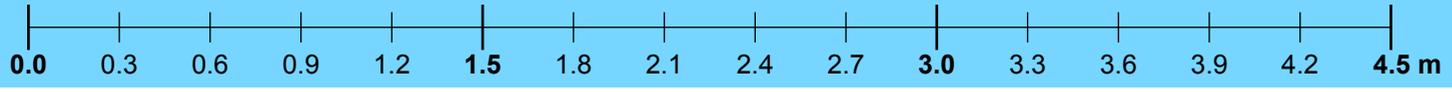
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

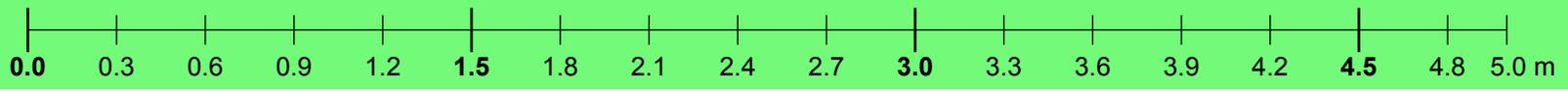


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.00 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

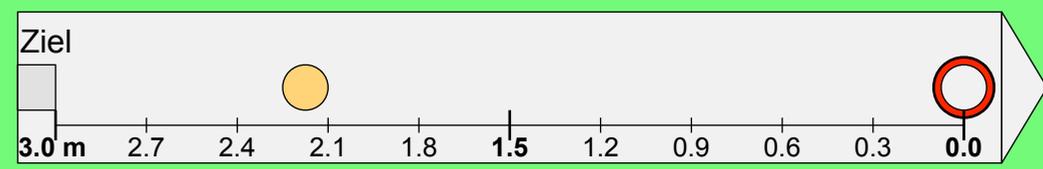


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.25 ns

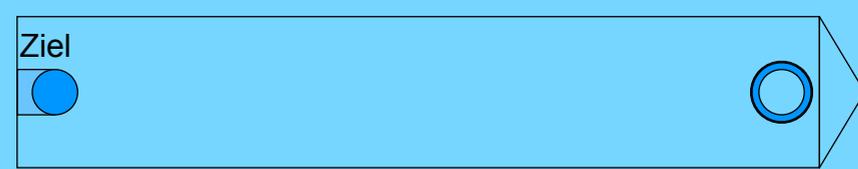
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.50 ns

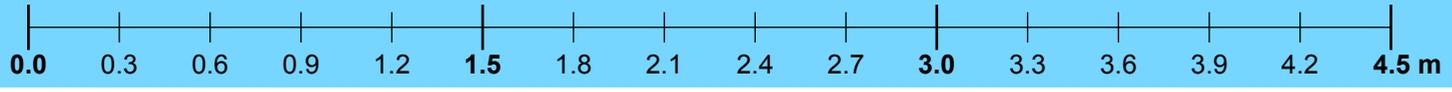
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

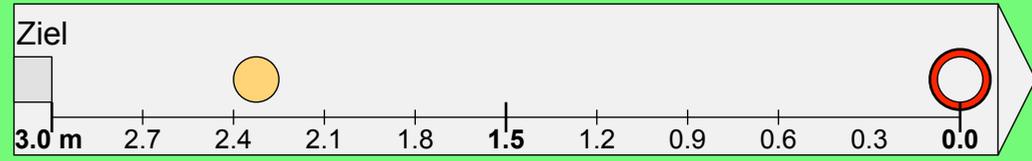


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.75 ns

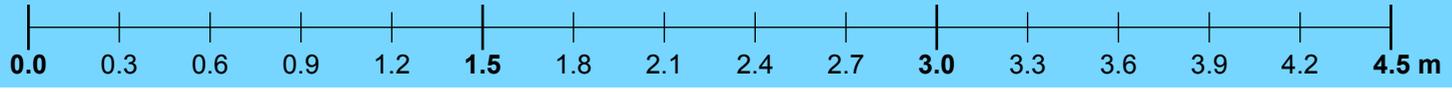
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.00 ns

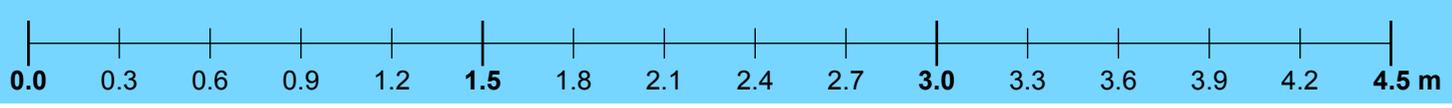
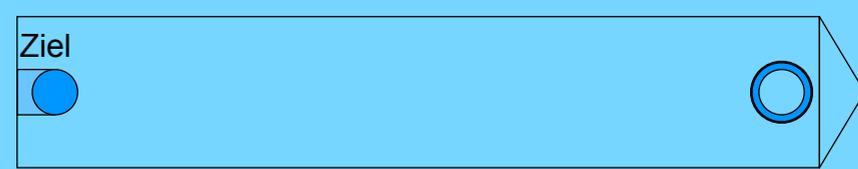
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

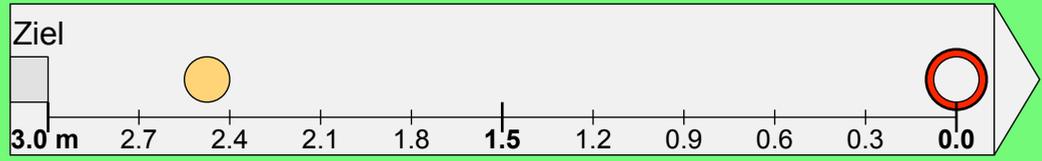


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.25 ns

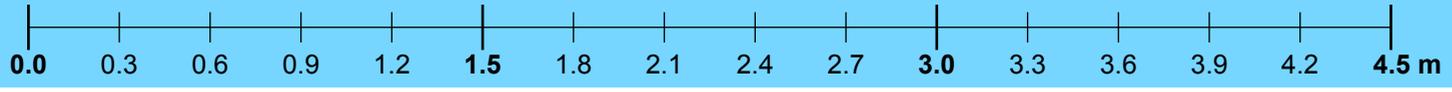
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

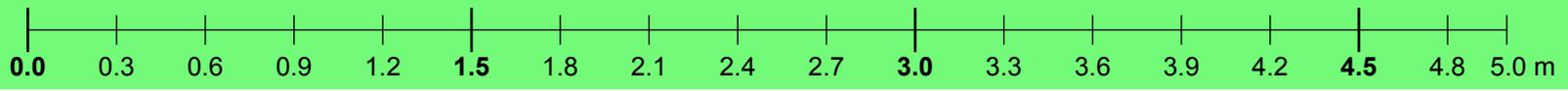


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.50 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

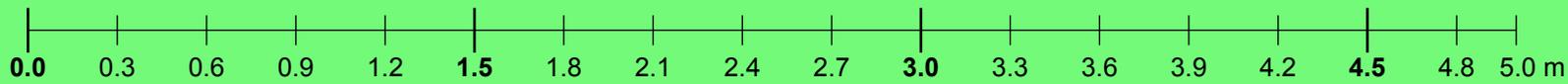
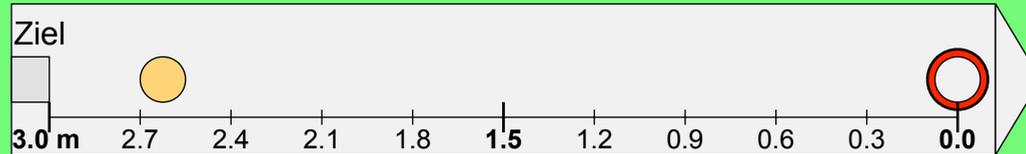


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.75 ns

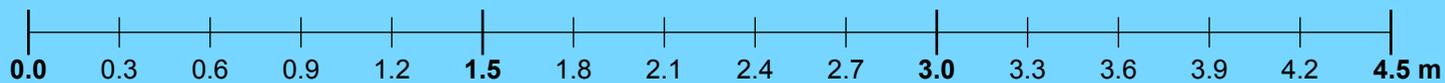
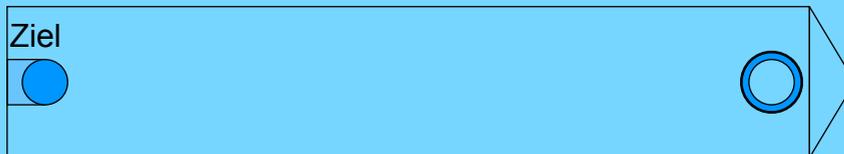
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

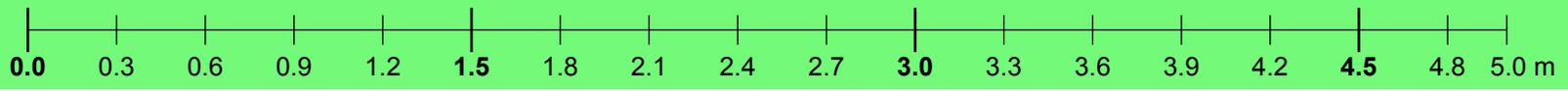
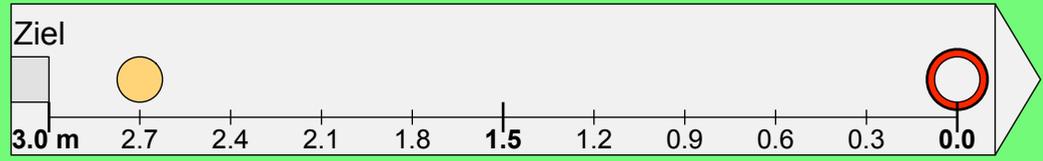


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.00 ns

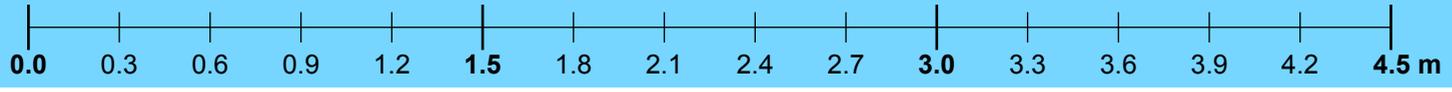
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.25 ns

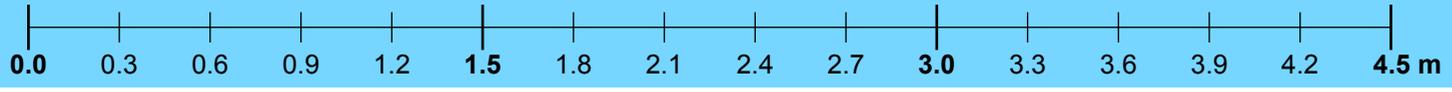
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.50 ns

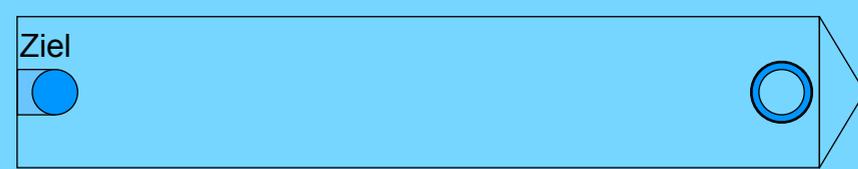
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

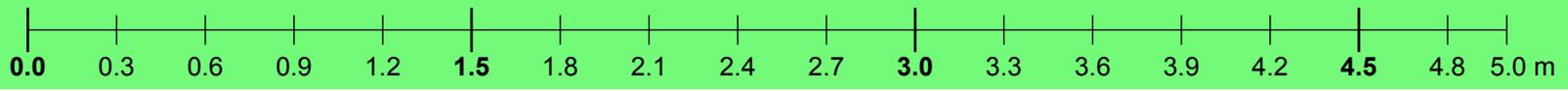
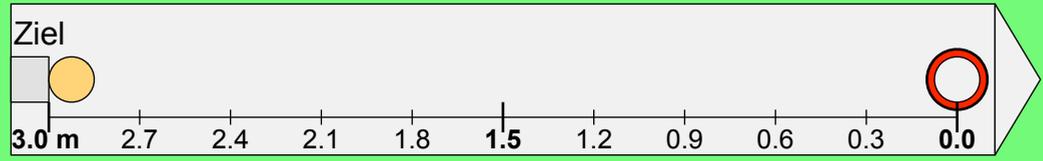


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.75 ns

Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das Photon



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

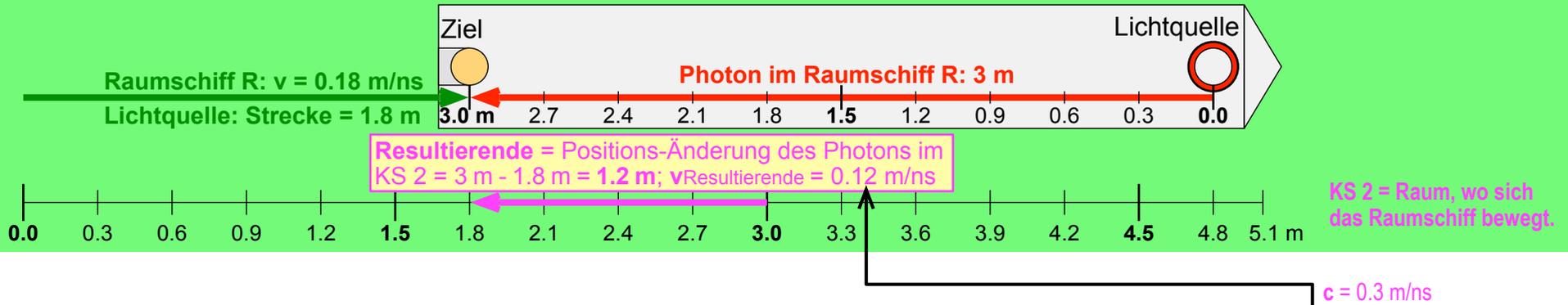


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)
 Das Raumschiff und ein Photon fliegen in entgegengesetzte Richtungen
 Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach 10.0 ns ns: Nanosekunde

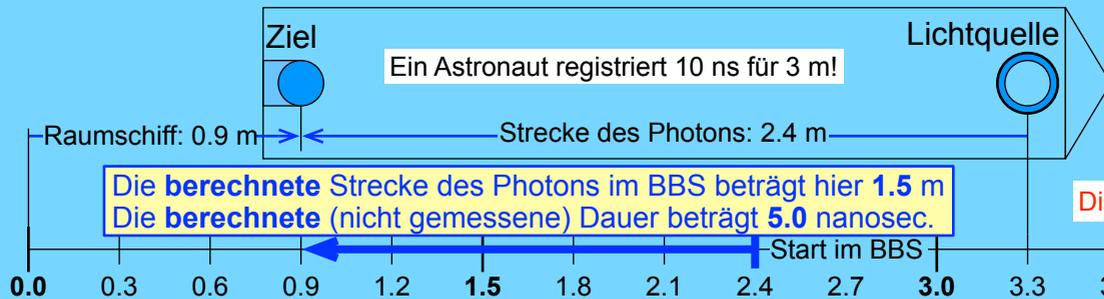
Das Photon bewegt sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Das **Photon** fliegt mit $v = c$ und erreicht in **10 nanosec.** das Ziel.



Das Photon bewegt sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke ist kürzer als jene im Raumschiff!



Annahmen: Photon fliegt 1.2 m mit $v = c$; => Zeit: $1.2 \text{ m} / c = 4.0 \text{ ns}$; dann fliegt R mit Mess-Strecke MS: $4 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 0.72 \text{ m}$; Total: $3.0 \text{ m} - 0.72 \text{ m} = 2.28 \text{ m} \neq 1.2 \text{ m}$; **Korrektur:** Faktor $F^* = 0.8$; => Zeit: $4 \text{ ns} / 0.8 = 5.0 \text{ ns}$; Länge MS: $3 \text{ m} \times 0.8 = 2.4 \text{ m}$; Strecke R: $5 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 0.9 \text{ m}$; Strecke des Photons: $2.4 \text{ m} - 0.9 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$.
 *) $F = \sqrt{[1 - (v_{\text{Raumschiff}}^2 / c^2)]}$ BBS = bewegtes Bezugssystem

Die Strecke des Photons im BBS entspricht **nicht** jener im Raumschiff!

Das Raumschiff bewegt sich 1.8 m, das **Photon** 3.0 m; die **Positions-Änderung** im übergeordneten Raum ist **1.2 m**. Wenn man diese **Resultierende** irrtümlich für die Strecke des Photons hält und glaubt, $v_{\text{Resultierende}} = c$ (konstant), resultiert eine Laufzeit von 4 nanosec., was eine **Differenz** zwischen **berechneter** und **registrierter** Strecke ergibt. Mit einer Zeitdilatation und einer Längenkontraktion kann man die Differenz gemäss der SRT aus der Welt schaffen. Die Strecke im bewegten Bezugssystem ist nicht real und basiert nur auf Berechnungen aufgrund falscher Annahmen. Beachte: Das Photon im Raumschiff startet in Wirklichkeit **nicht** 0.9 m von der Lichtquelle entfernt (siehe blauer Pfeil).

Hier ist das Ende dieser Animation

6) Erklärungen zur Zeit und Länge sowie zur Zeitdilatation und Längenkontraktion

Viele Menschen können die Begriffe 'Zeit' und 'Länge' nicht richtig einordnen. Diese erfordern einige Erklärungen; zuerst zur einfacheren **Länge**. Ein Objekt, z. B. ein Tisch, hat eine bestimmte Grösse. Um sie zu quantifizieren, muss man sie mit einer Normgrösse (Längeneinheit) vergleichen. Der Tisch kann z. B. 6-mal länger sein als ein Fuss oder 2-mal länger als ein Mess-Stab von 1 m. Heute wird die Längeneinheit mit der Lichtgeschwindigkeit definiert. Entscheidend ist, dass man die Distanz zwischen zwei Punkten oder Linien, die man als **Strecke** bezeichnet, mit einer genau **definierten Normgrösse** vergleicht bzw. eine **Messung** vornimmt. Das Resultat ist eine **Länge**, die einem Vielfachen oder dem Bruchteil der Normgrösse entspricht. Die Länge ist daher eine **abstrakte Vorstellung**, die aus einer Zahl (die nur im Hirn existiert) und einer Längeneinheit (Meter) besteht. Eine Strecke ist dagegen eine reale Erscheinung, die man bei einem Objekt berühren oder in einem Raum abschreiten kann. Der Begriff der 'Länge' ist also eine Erfindung der Menschen, die eine definierte Normgrösse und eine Messung voraussetzt. Diese grundlegenden Zusammenhänge sind vielen Menschen nicht bekannt.

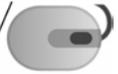
Diese Ausführungen gelten sinngemäss für die **Zeit**. Dieser Begriff wird noch weniger verstanden als die Länge. Man spricht z. B. von einer Zeit-Messung, obwohl man die Zeit nicht messen kann, denn sie ist das Resultat einer Messung! Wie die Länge ist auch die Zeit eine **abstrakte Vorstellung**. Sie ergibt sich aus einem Vergleich der **Dauer eines Vorgangs** mit einer Normgrösse (Zeiteinheit). Diese wird von **Uhren** vorgegeben und wird in Stunden und Sekunden etc. angegeben. Bei einer Messung vergleicht man die Dauer eines Vorgangs mit einer Normgrösse und ermittelt, welches zahlenmässige Verhältnis zwischen beiden besteht. Ein Sprinter braucht z. B. 10 sec. für 100 m; dies bedeutet, dass der Lauf 10-mal länger dauert als 1 Zeiteinheit Sekunde. Eine Normgrösse für die Zeit ist z. B. 1 Tag, die Dauer, welche die Erde für eine Rotation um ihre Achse braucht; 1 Std. ist 1/24 davon und 1 sec. ist 1/3600 von 1 Std. Heute wird die Zeit mit der Anzahl der Zustandsänderungen bei Cäsium-Isotopen definiert. Vielleicht ist es der tägliche Wechsel von Tag und Nacht, der uns aufgezwungen wird, dass wir das Aufeinanderfolgen dieser Abläufe mit je einer konstanten Dauer als einen Vorgang analog zu einer Bewegung empfinden und ihn Zeit nennen. Es ist nicht einmal Physiker/innen klar, dass die Zeit nicht ein primäres Element der Natur ist, sondern ein gedankliches Konstrukt, das von Menschen erfunden worden ist, und dass Uhren nicht die Zeit messen, sondern nur eine Normgrösse generieren. Messen bedeutet letztlich immer, eine Strecke oder eine Dauer mit einer Normgrösse zu vergleichen.

Diese Ausführungen legen nahe, dass es eine Zeitdilatation und eine Längenkontraktion genau genommen gar nicht gibt. Wenn schon, müsste man von einer Verlangsamung der Dauer eines Vorgangs und einer Verkürzung einer Strecke reden. Zeit und Länge ergeben sich aus einer Messung, bei der man eine Dauer bzw. eine Strecke mit einer definierten Normgrösse vergleicht. Weder die Zeit noch die Länge sind veränderbar, sondern sie hängen allein von einer Dauer bzw. von einer Strecke ab und beruhen auf einer Messung. In der Physik glaubt man zwar, dass sich eine Uhr, die in Bewegung ist, verlangsamt. Wenn dem wirklich so wäre, dann wäre diese Uhr unbrauchbar, weil sie eine Zeiteinheit generiert, die von der Normgrösse abweicht. Dies ist eine absurde Theorie, die auch auf dem unhaltbaren BBS-Konzept beruht bzw. darauf, dass man bei einer sog. Licht-Uhr die Geschwindigkeit der Resultierenden von Photonen und der Lichtquelle für konstant hält, wie dies auf der Seite 4 unten kurz aufgeführt wird (vgl. den Link <https://homepage.univie.ac.at/franz.embacher/SRT/Zeitdilatation.html>). Hier wird auch beschrieben, wie die grundlegende Formel der SRT auf der Seite 5 hergeleitet wird.

Es geht also um die Frage, ob sich die Dauer eines Vorgangs verlangsamt oder ob sich eine Strecke verkürzt, wenn sich ein Objekt bewegt bzw. ob ein Beobachter dies derart wahrnimmt, wenn er sich (schnell genug) an einem Objekt vorbeibewegt. Warum soll sich z. B. ein Eisenstab von 1 m Länge auf 80 cm verkürzen, wenn ein Astronaut mit 0.6 c vorbeifliegt? Es gibt keinen Grund, warum er dies so *wahrnehmen* sollte; wenn es so wäre, dann ergäbe sich eine Aussage über die Wahrnehmung und nicht über das beobachtete Objekt! **Die Längen- bzw. Streckenkontraktion ist nichts anderes als eine mathematische Berechnung, die auf einer falschen Annahme aufgrund des BBS-Konzepts beruht. Es ist zudem völlig unmöglich, dass sich starre Objekte in nur einer Richtung verkürzen; dies widerspricht der experimentell (nicht mathematisch!) bewiesenen Kristallgitter-Theorie, gemäss der sich Atome und Moleküle in gleichen Abständen anordnen. Noch weniger verändert sich die Dauer eines Vorgangs, nur weil sich Beobachter daran vorbeibewegen; es gibt keine Kräfte, die solche Phänomene bewirken.**

Die folgenden **Animationen 6.1 und 6.2** beruhen auf dem gleichen Muster wie bei 5.2 und 5.3, nur dass hier Lichtstrahlen statt Photonen dargestellt werden. Es ist sehr interessant, dass dabei die Photonen eine Strecke zurücklegen, die nicht mit jener zwischen der Lichtquelle und dem Ziel übereinstimmt.

Animationen 6 (im Vollbild-Modus)

Bitte volle Seitengröße wählen und scrollen  / 

Please enter the full page mode and scroll

Klicken Sie auf  in der Menü-Leiste

Please click on  in the menu bar

Animation 6.1: Ein Lichtstrahl in einem Raumschiff R
Das Licht und R bewegen sich in der gleichen Richtung.

Die Photonen fliegen im *primären* Raum von R **3 m in 10 nanosec.**
Die Positions-Änderung der Photonen im *übergeordneten* Raum,
wo sich das Raumschiff 1.8 m bewegt, beträgt $3\text{ m} + 1.8\text{ m} = 4.8\text{ m}$.

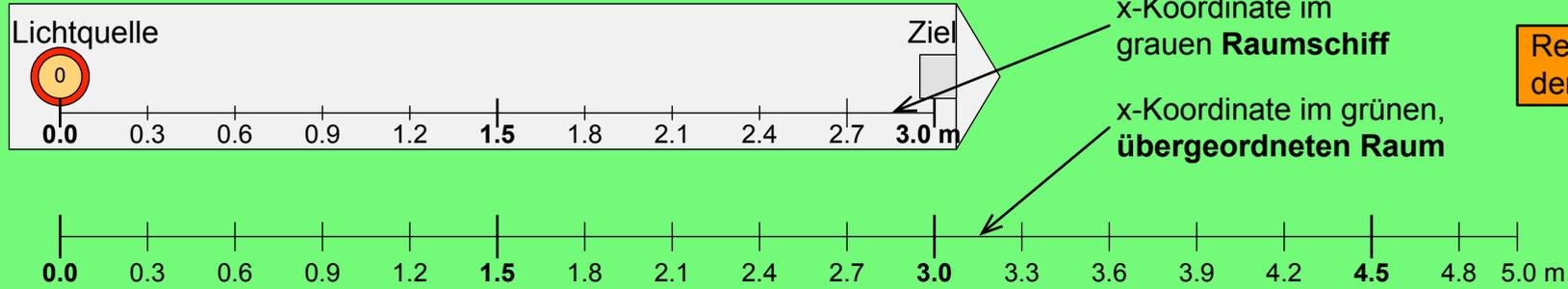
Im irrealen BBS bewegen sie sich gemäss der Lehrmeinung aufgrund
von Berechnungen, die auf falschen Annahmen beruhen, jedoch **6 m**;
der Lichtstrahl ist auf 2.4 m verkürzt, die Laufzeit beträgt **20 nanosec.!**

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

Start
0 ns ns: Nanosekunde

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

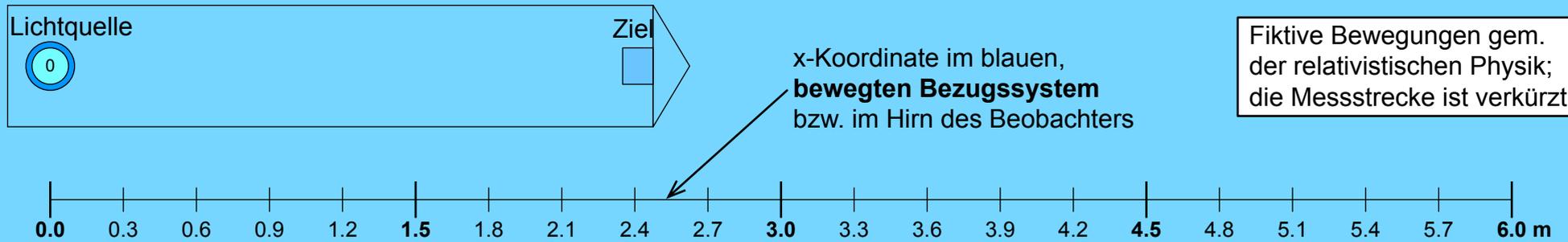
Die Photonen



Reale Bewegungen gem. der klassischen Physik.

Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Fiktive Bewegungen gem. der relativistischen Physik; die Messstrecke ist verkürzt.

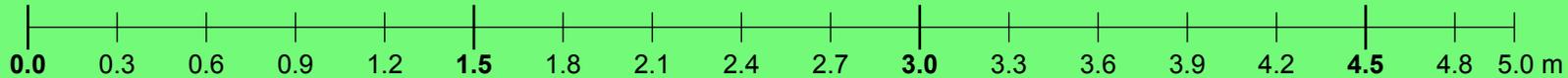
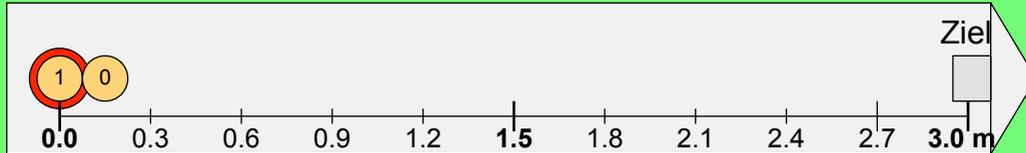
Beachte: In der Wirklichkeit gibt es **zwei reale** Räume: Raumschiff und Weltall; beim BBS gibt es nur **einen imaginären** Raum.

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
0.5 ns

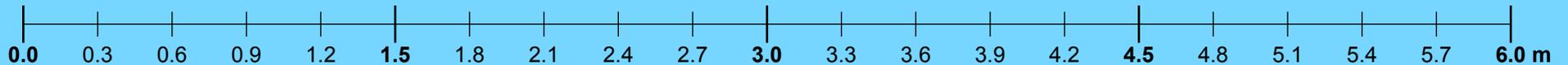
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

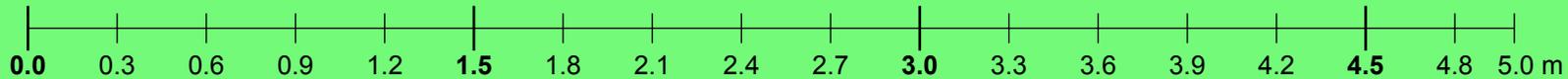
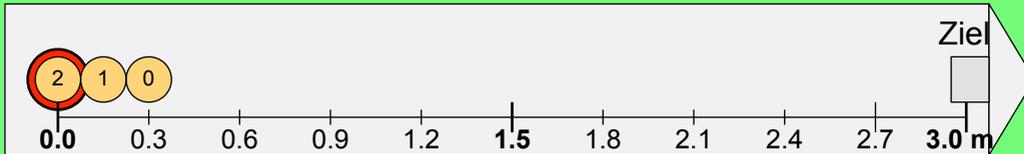


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.0 ns

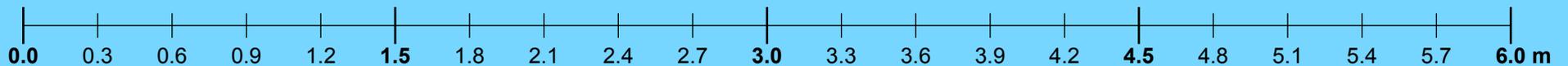
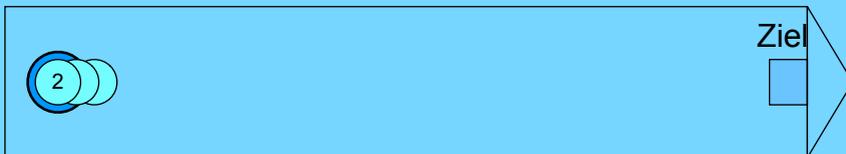
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

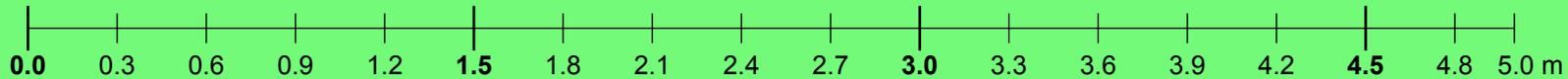
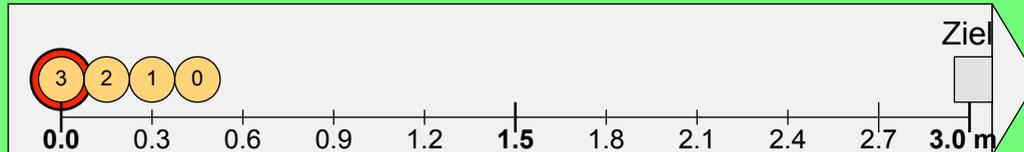


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.5 ns

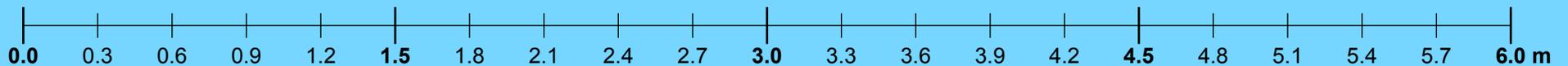
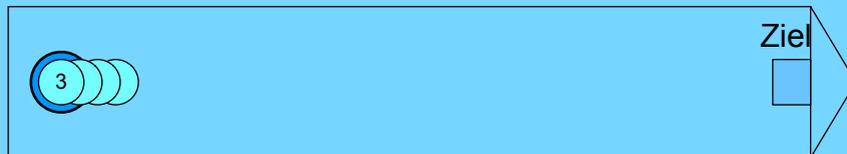
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

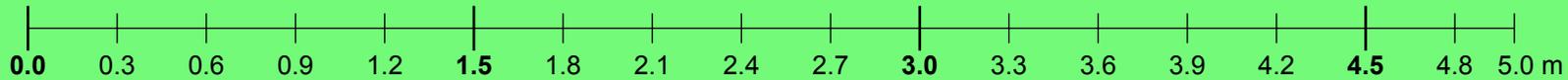
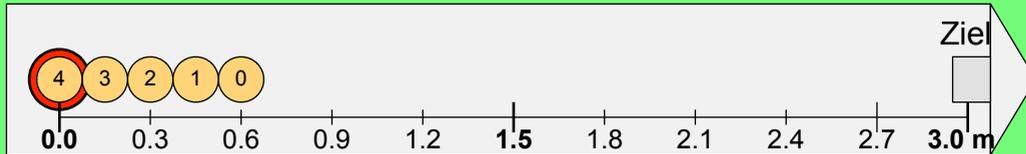


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.0 ns

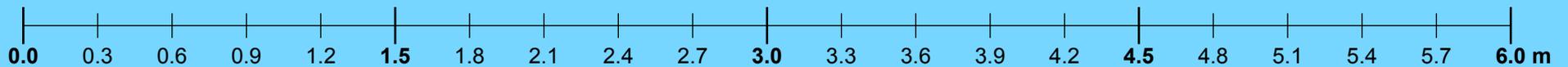
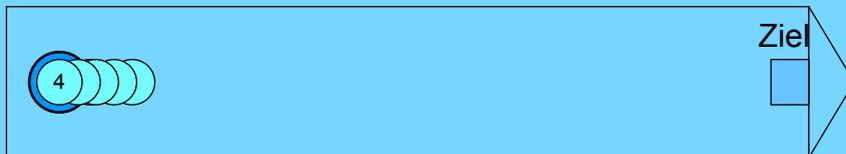
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

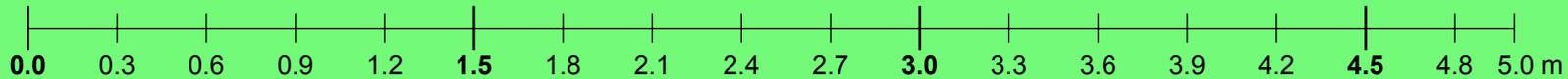


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.5 ns

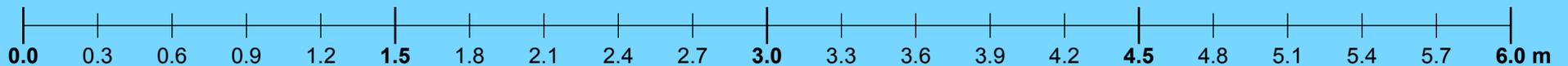
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

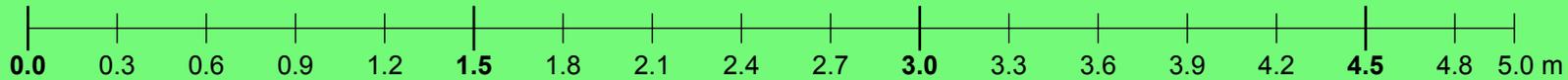
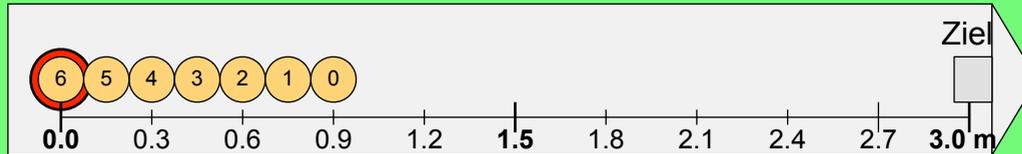


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.0 ns

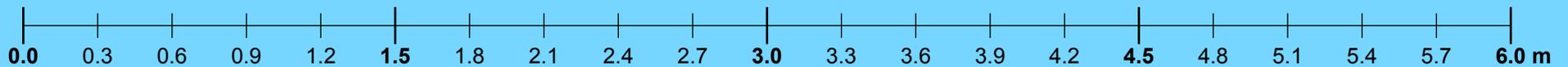
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

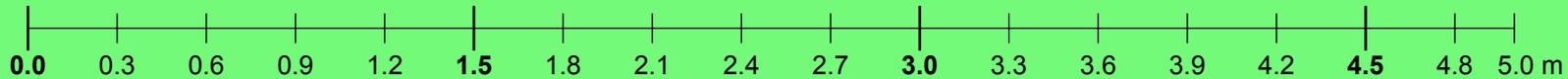
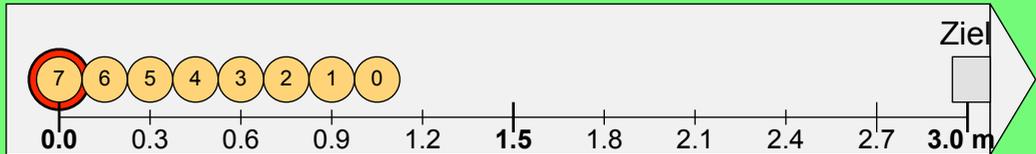


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.5 ns

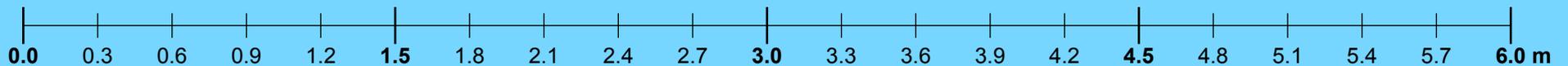
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

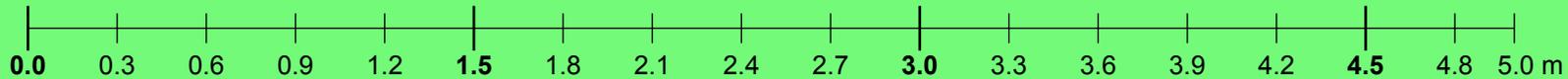
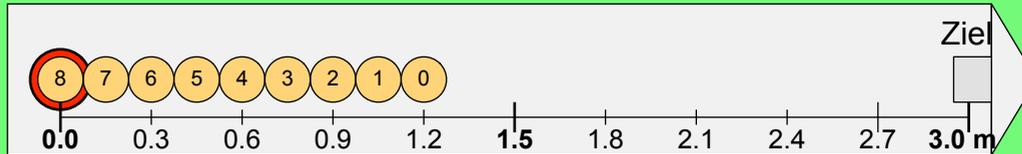


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.0 ns

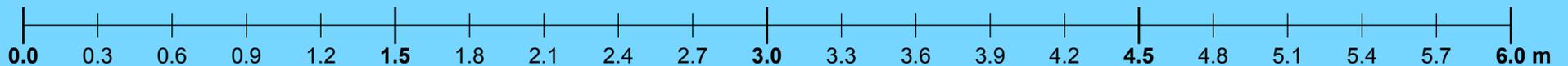
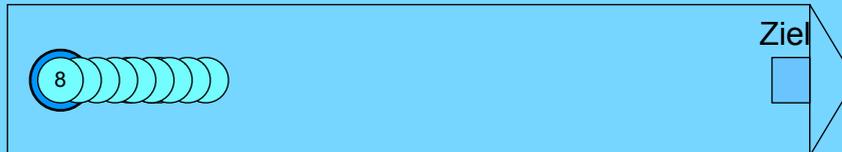
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

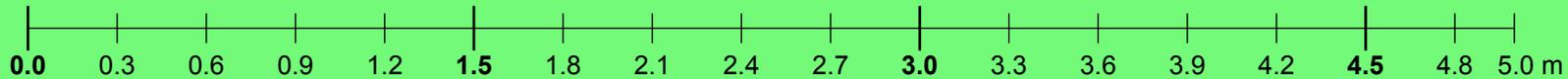
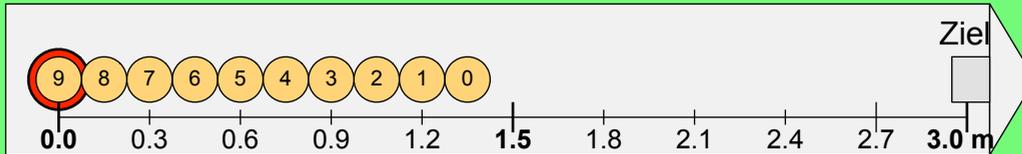


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.5 ns

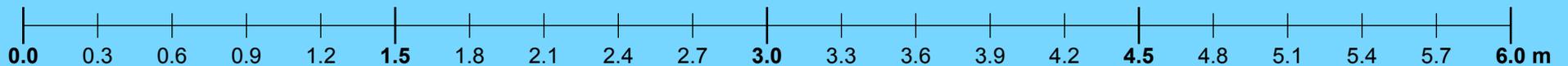
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

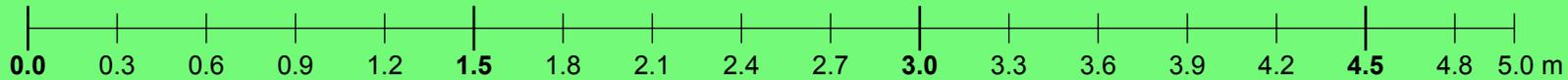
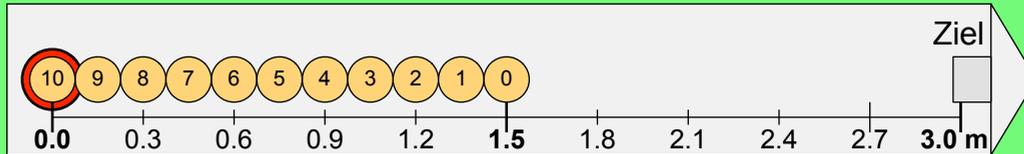


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.0 ns

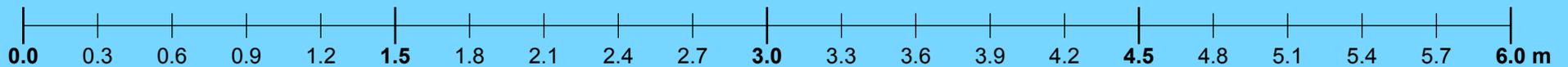
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

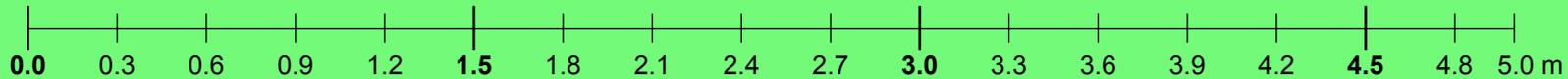
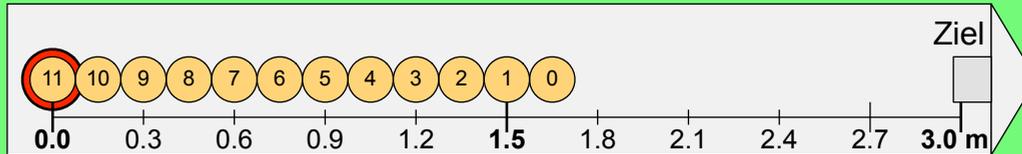


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.5 ns

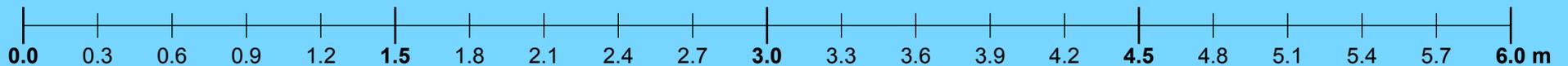
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

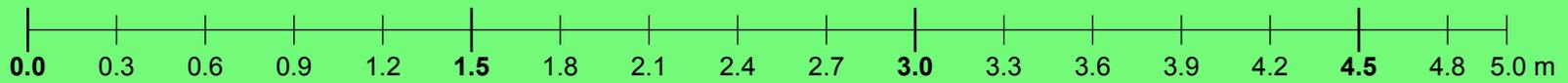
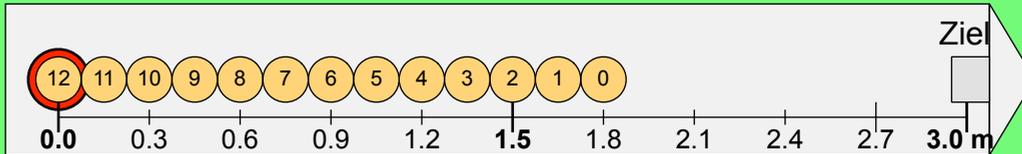


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.0 ns

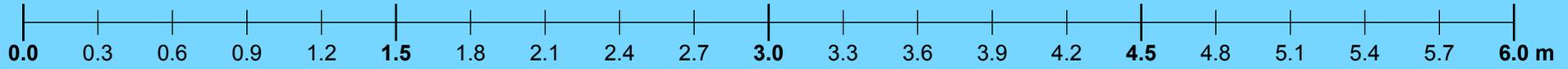
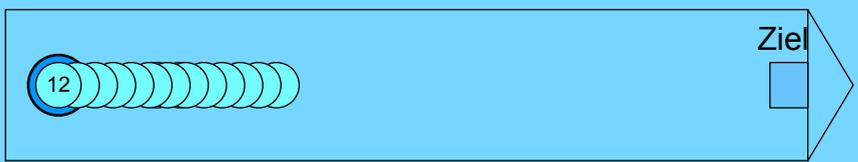
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

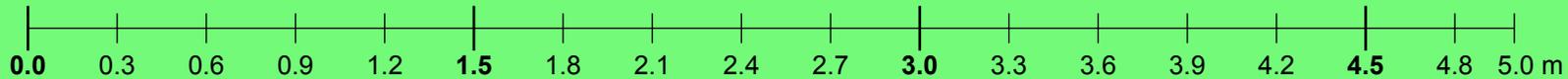
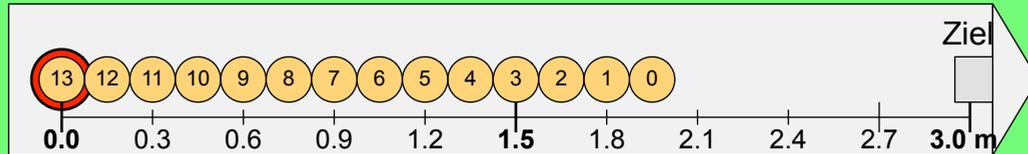


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.5 ns

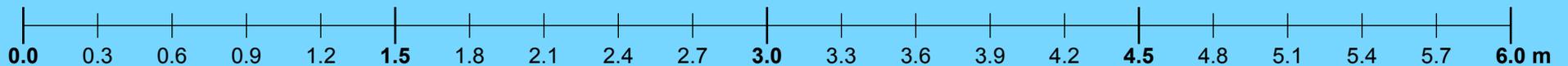
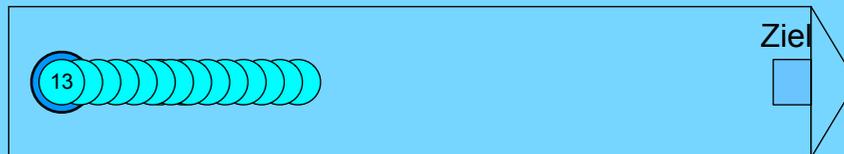
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

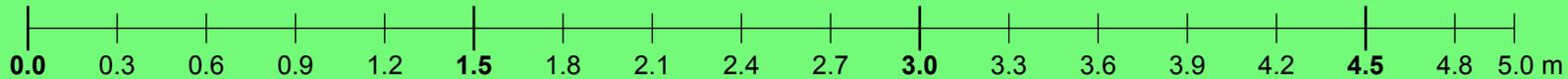
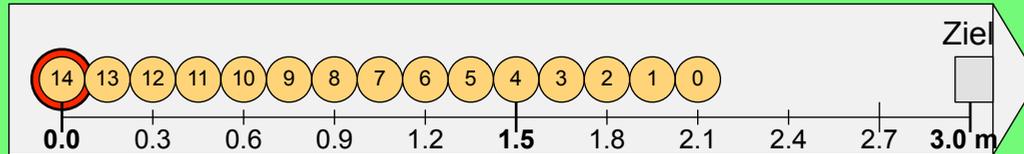


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.0 ns

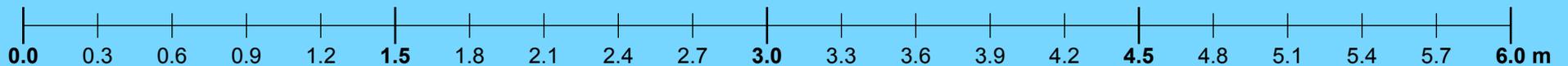
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

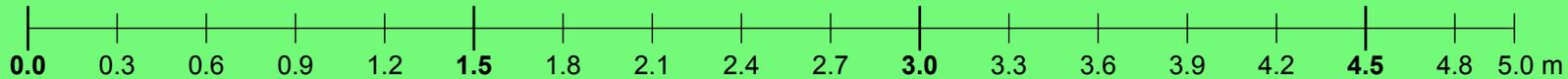
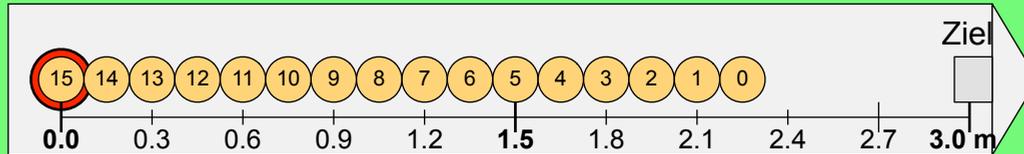


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.5 ns

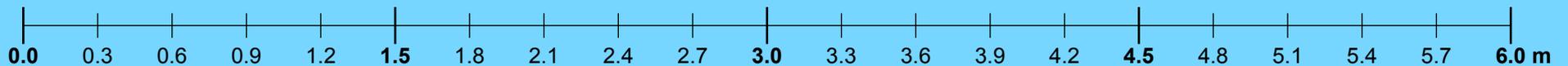
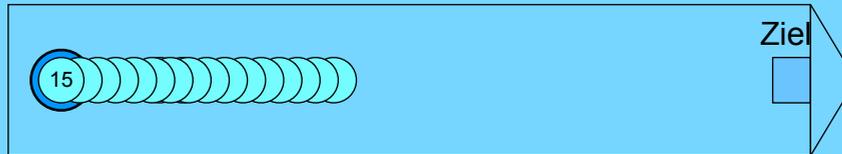
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

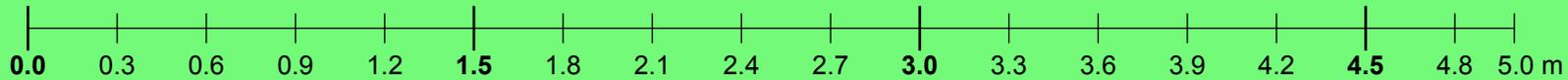
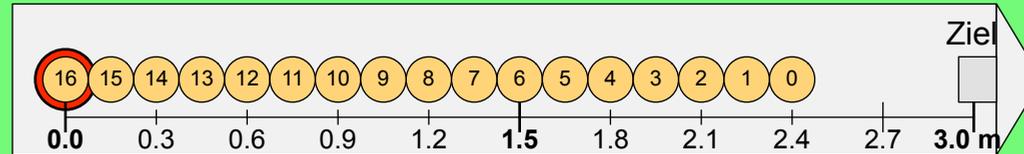


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.0 ns

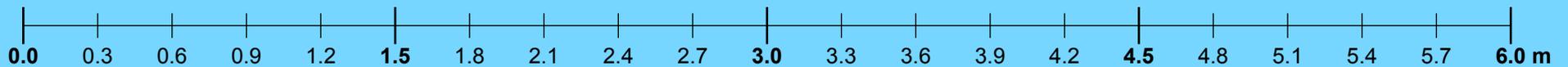
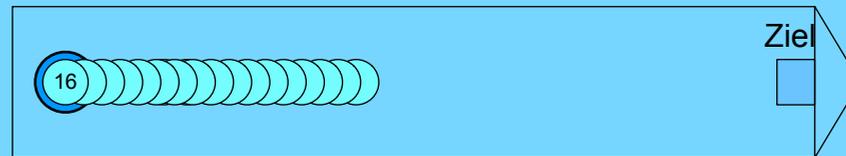
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

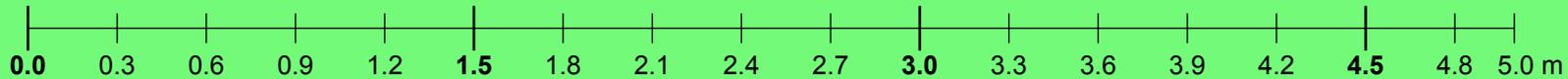
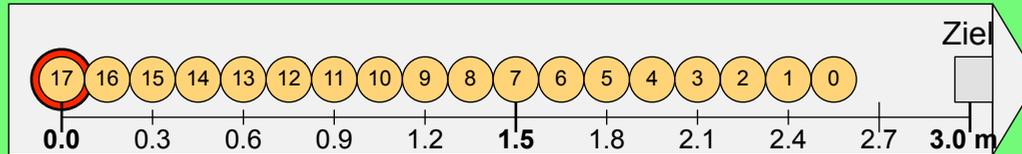


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.5 ns

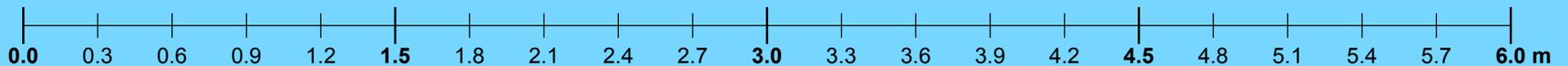
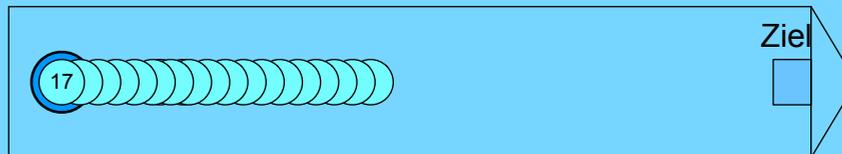
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

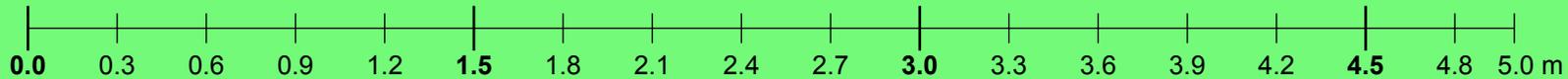
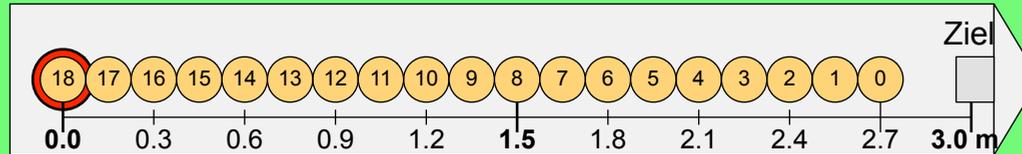


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.0 ns

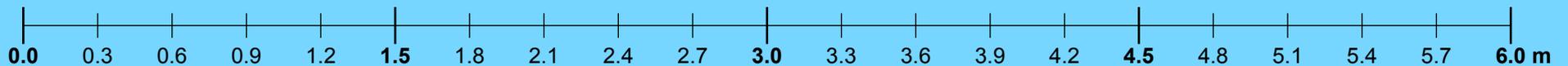
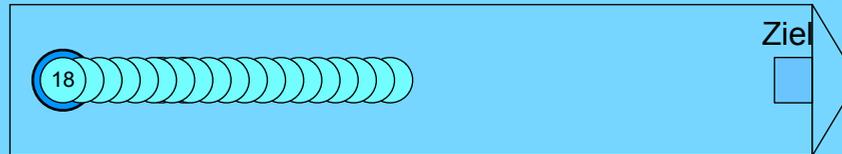
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

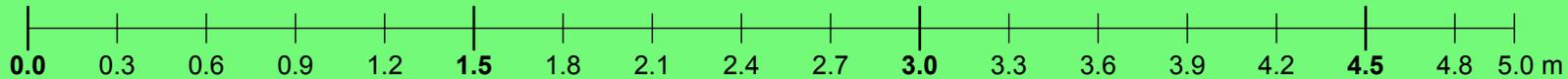
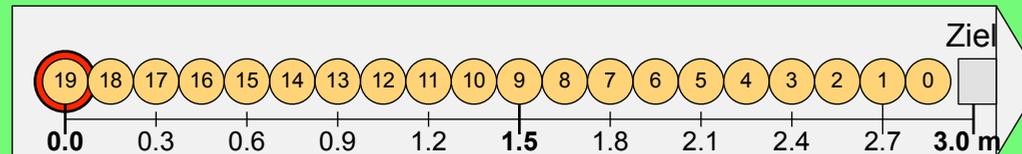


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.5 ns

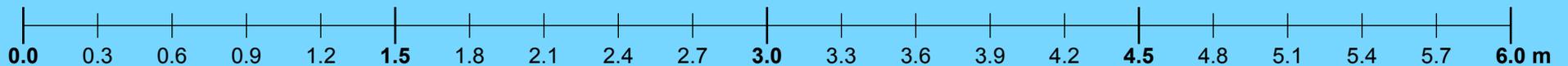
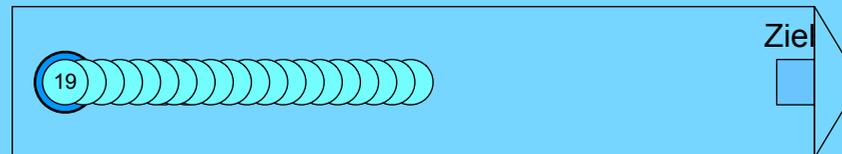
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

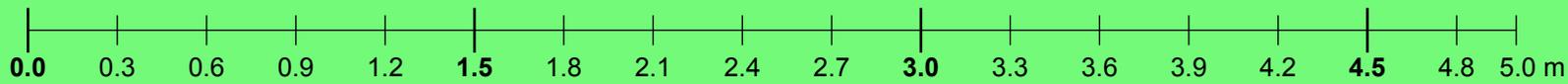
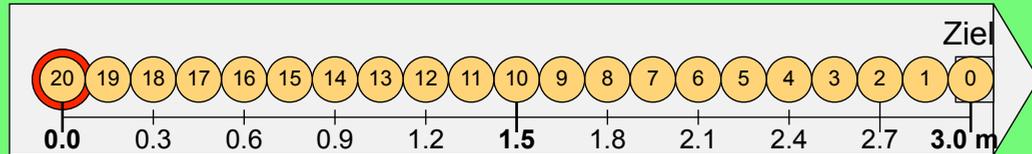


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
10.0 ns

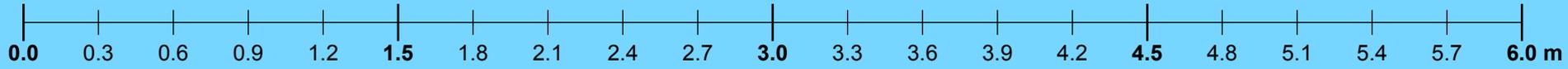
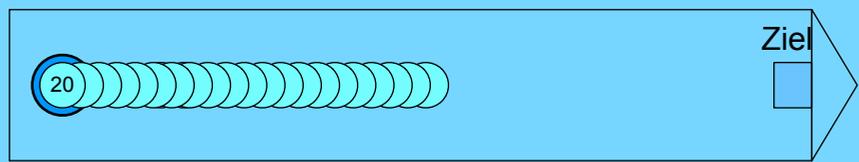
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

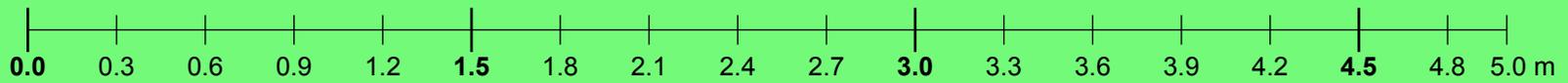
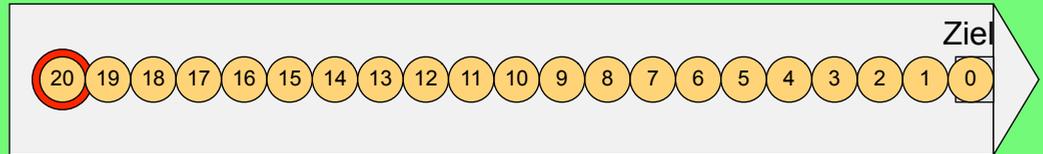


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
10.5 ns

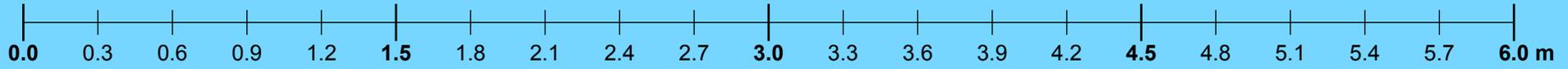
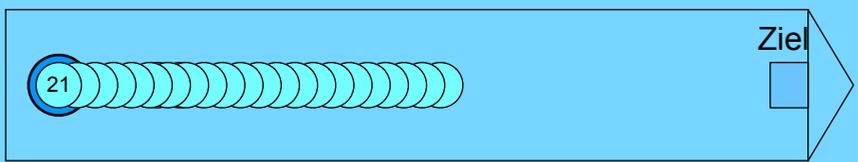
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke

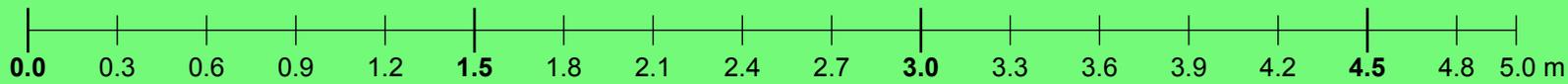
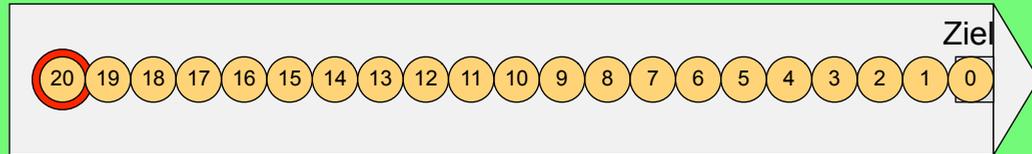


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
11.0 ns

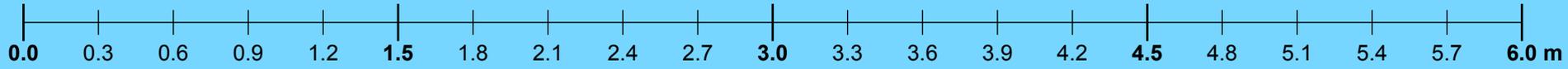
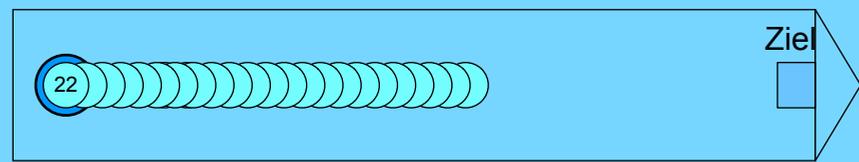
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

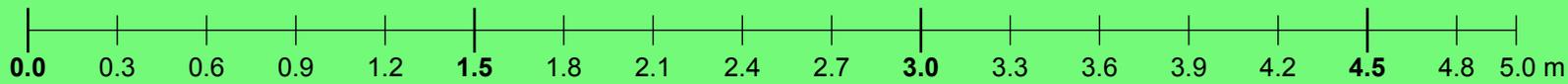
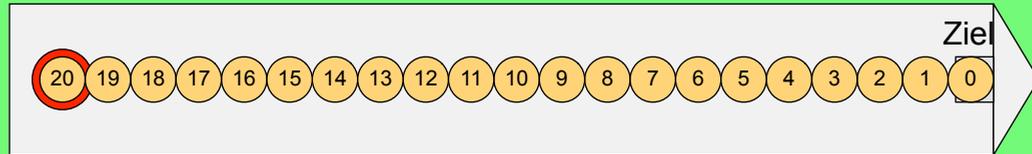


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
11.5 ns

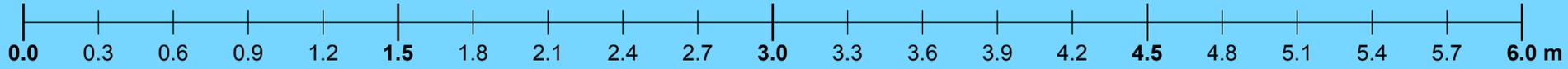
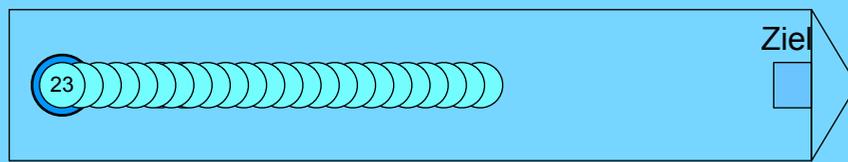
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

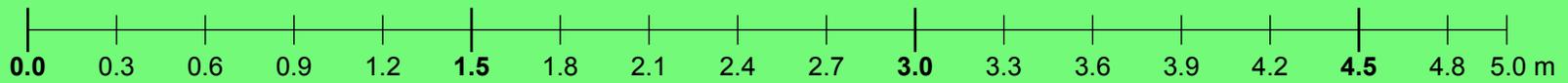
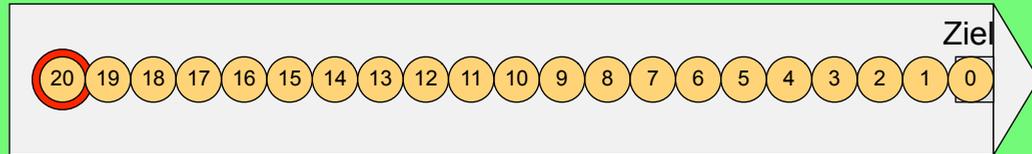


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
12.0 ns

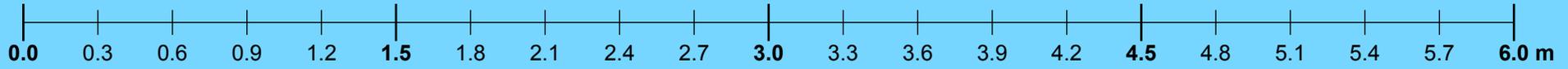
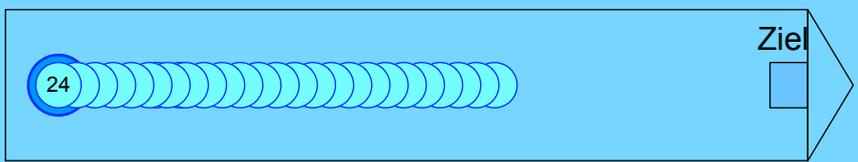
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

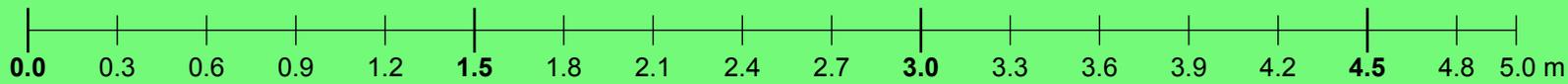
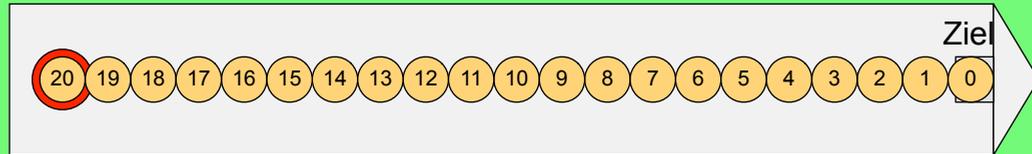


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
12.5 ns

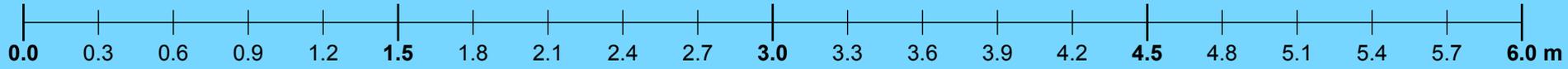
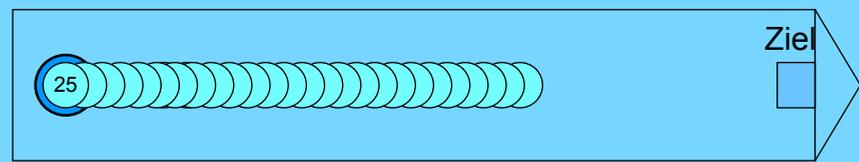
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

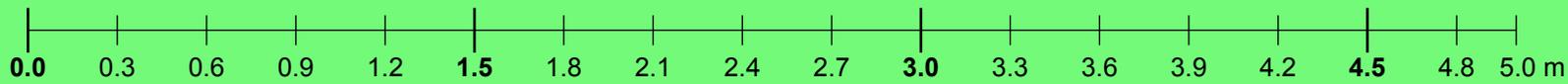
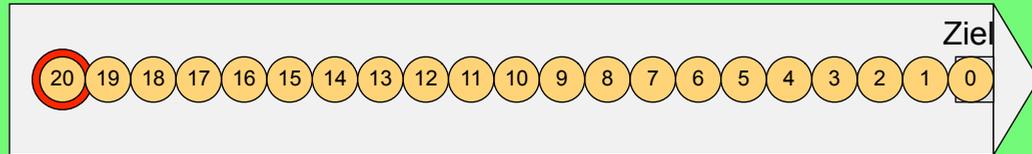


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
13.0 ns

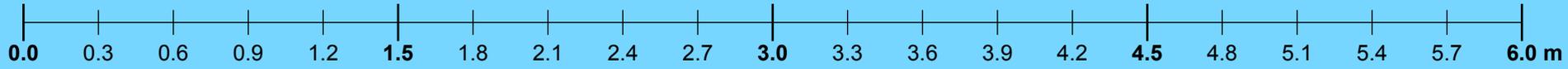
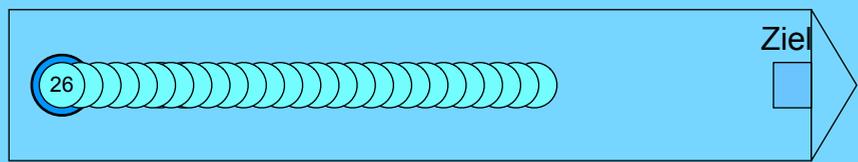
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

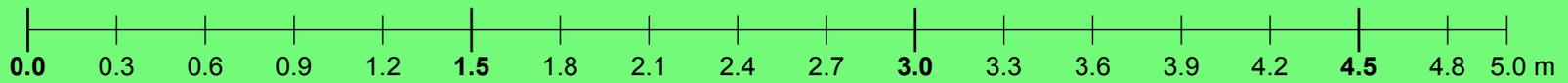
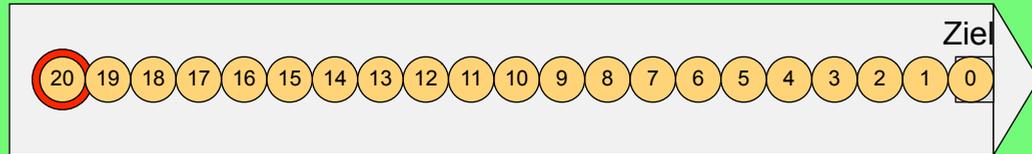


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
13.5 ns

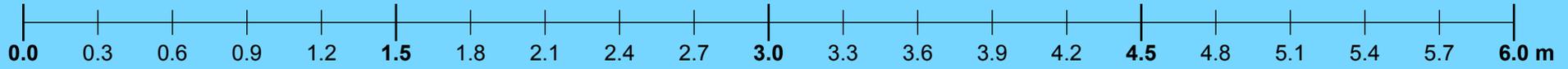
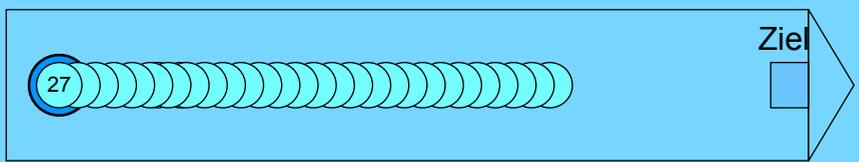
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)

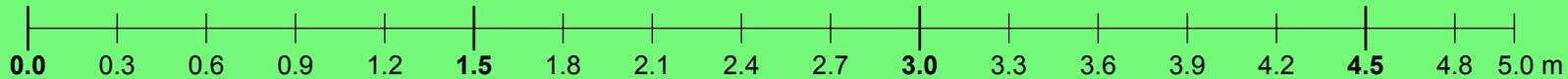
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung

Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
14.0 ns

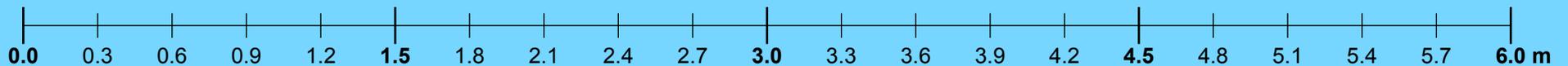
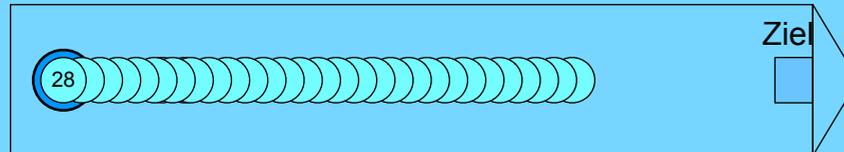
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

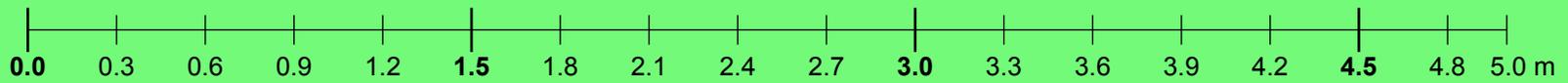
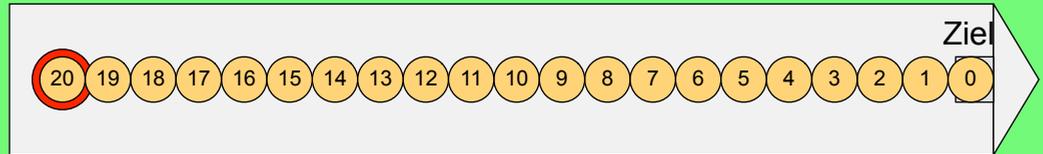


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
14.5 ns

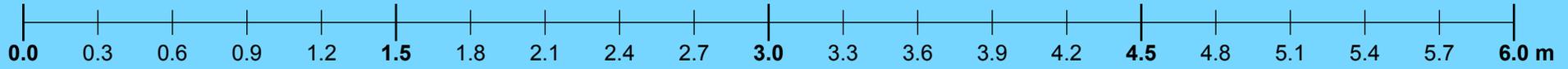
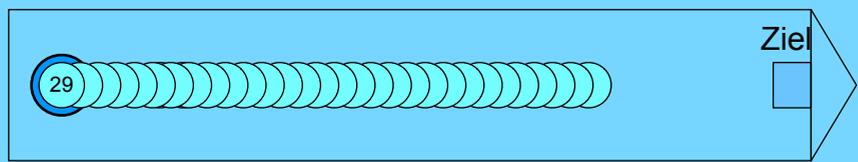
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

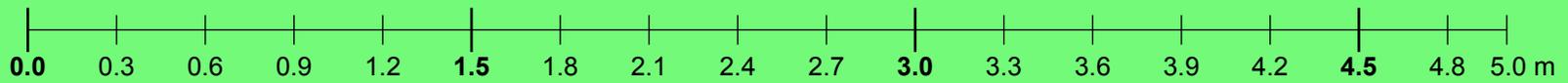
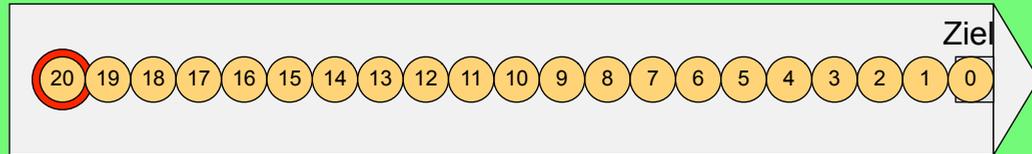


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
15.0 ns

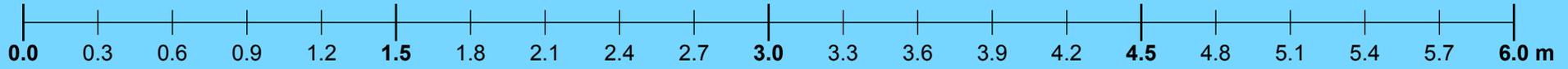
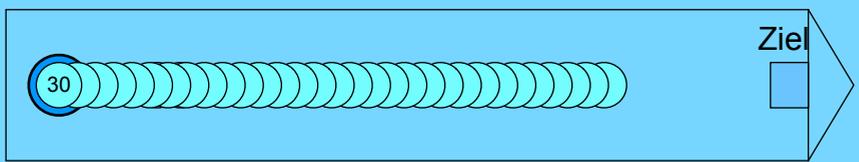
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

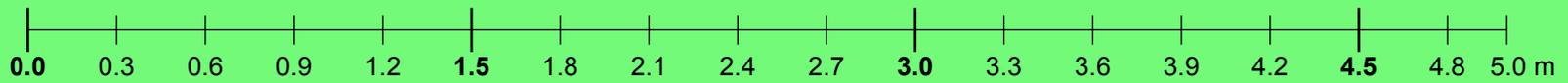
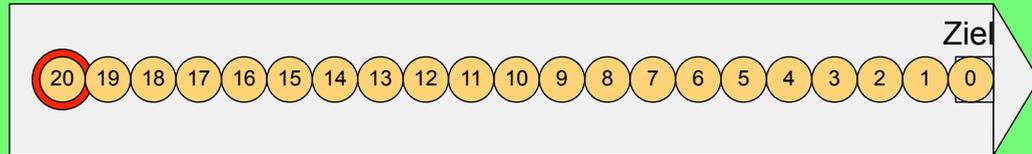


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
15.5 ns

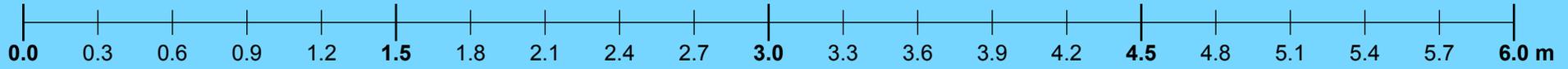
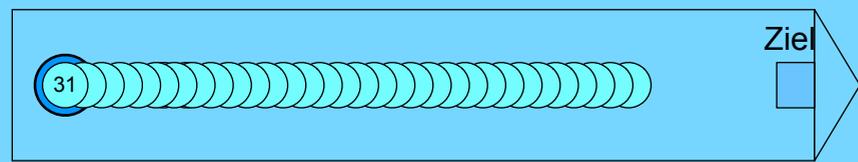
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

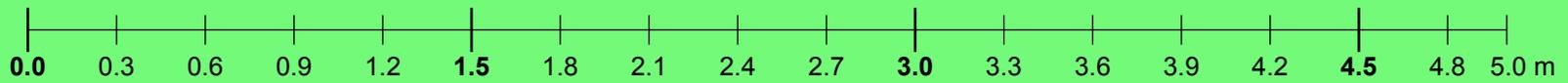
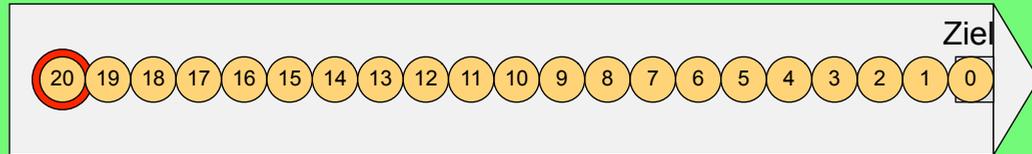


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
16.0 ns

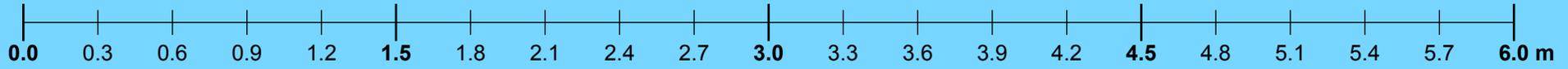
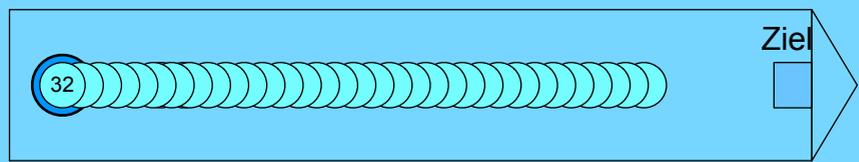
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

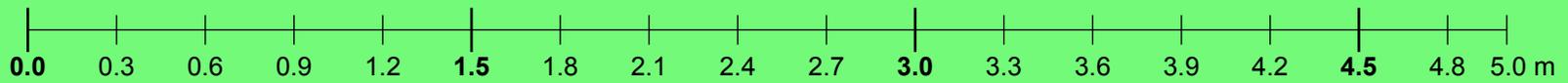
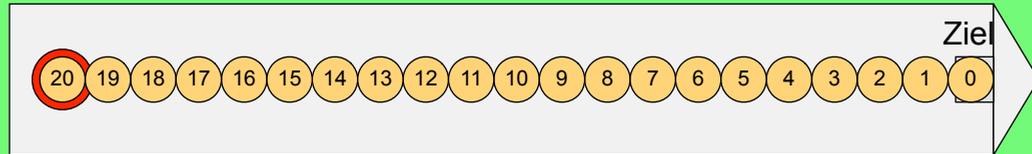


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
16.5 ns

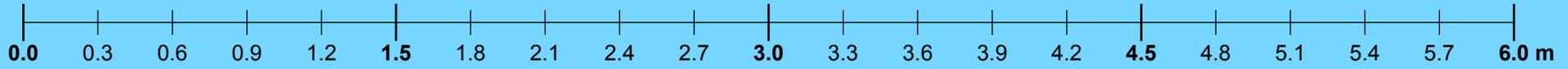
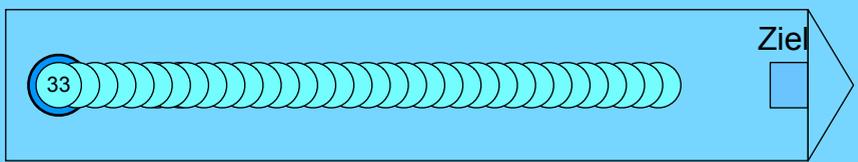
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

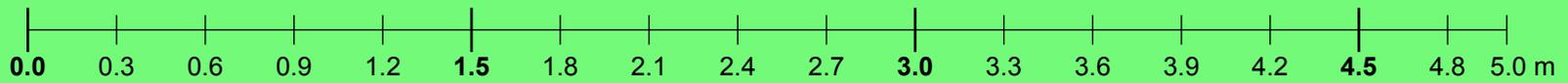
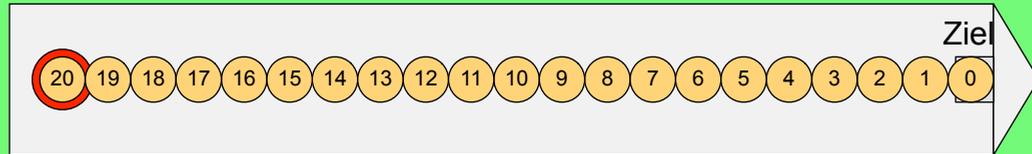


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
17.0 ns

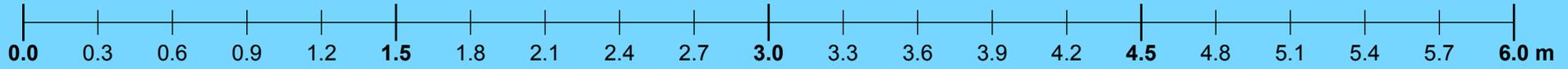
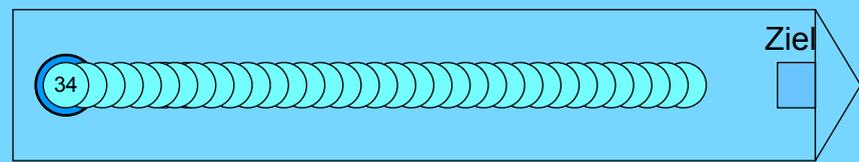
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

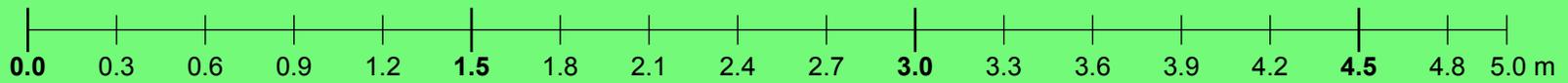
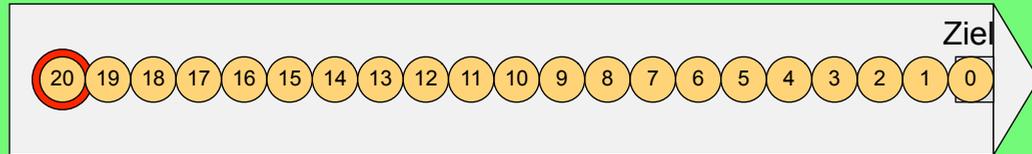


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
17.5 ns

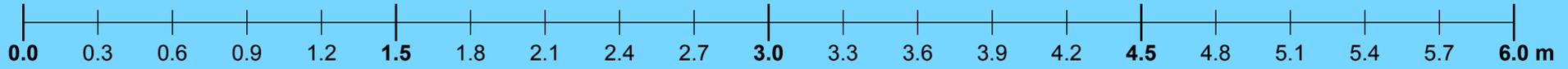
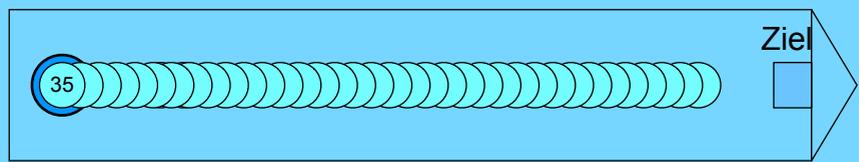
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

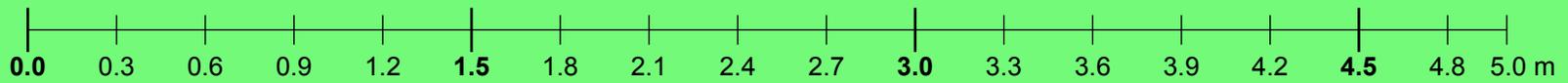
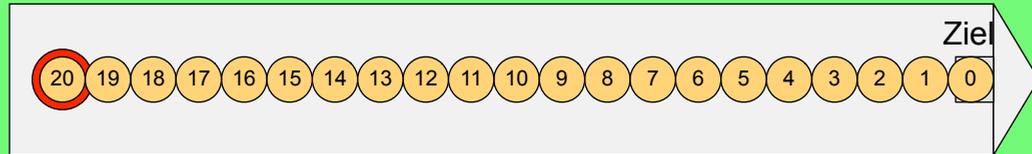


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
18.0 ns

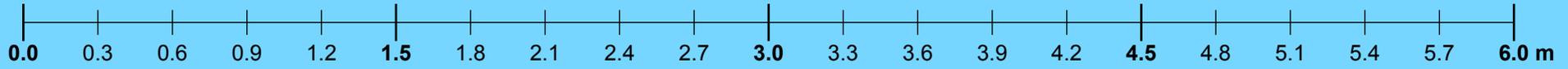
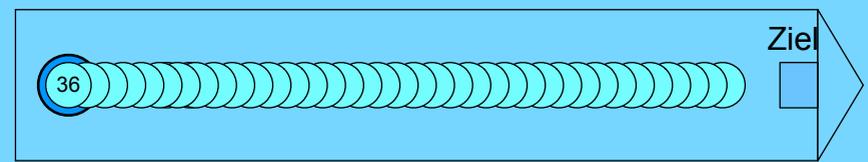
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

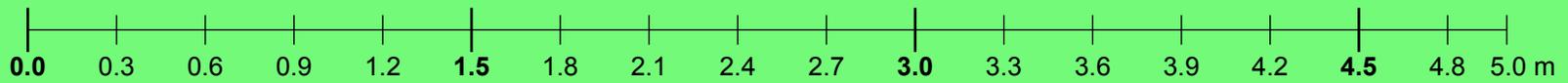
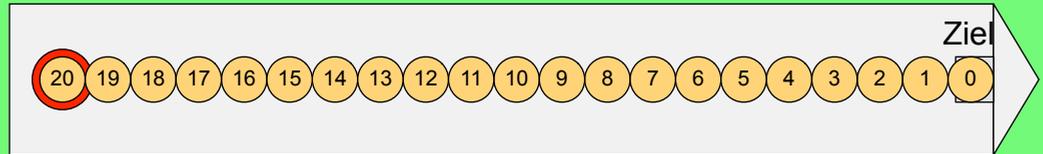


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
18.5 ns

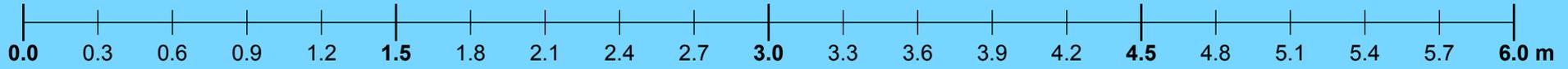
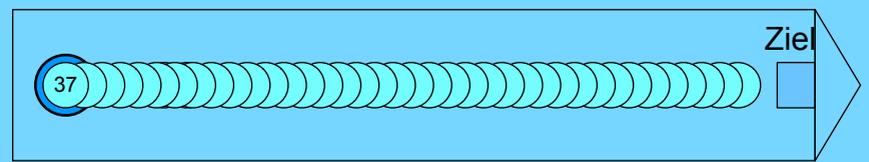
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

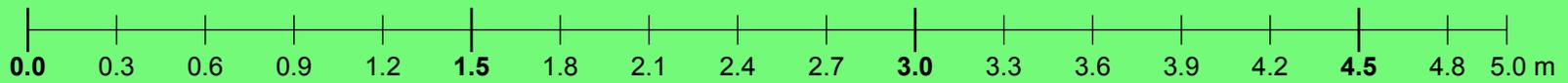
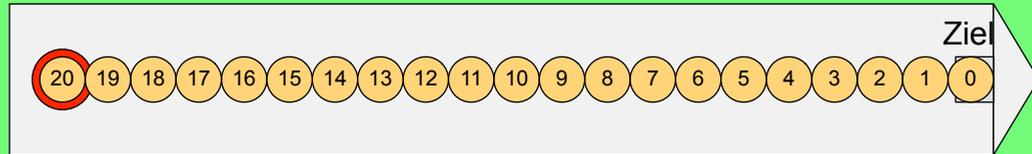


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
19.0 ns

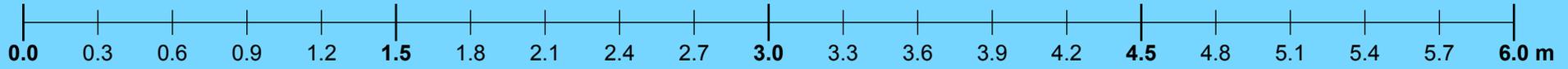
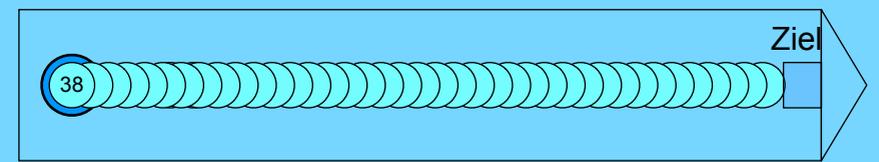
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

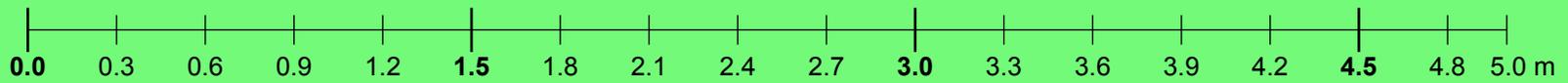
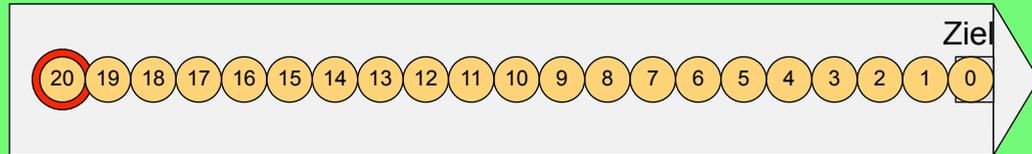


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
19.5 ns

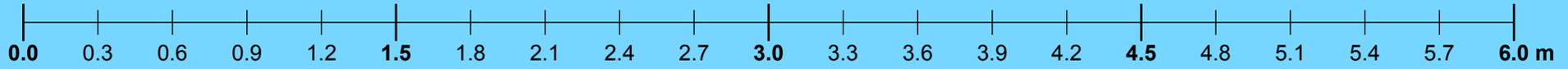
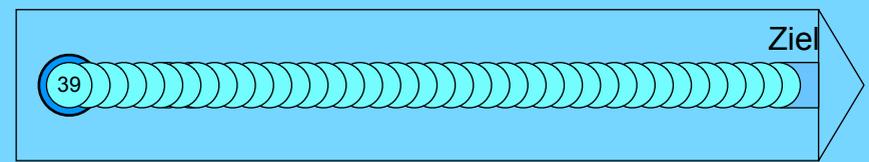
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** haben das Ziel erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke**

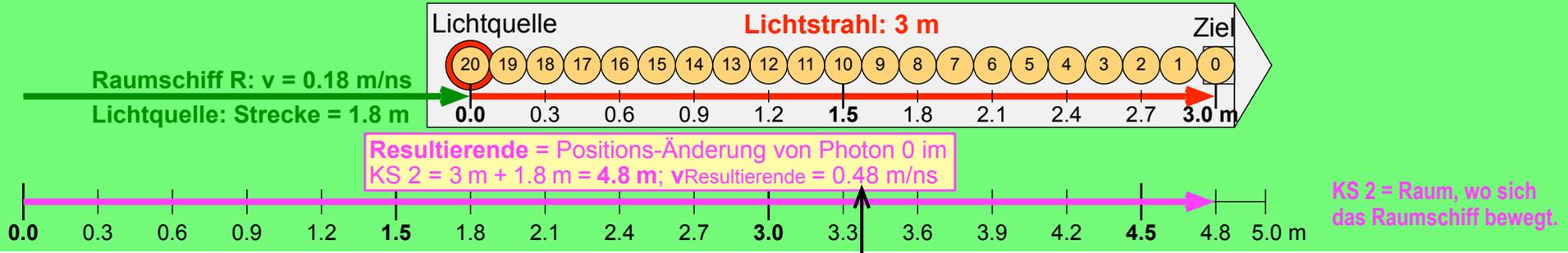


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)
 Das Raumschiff und die Photonen bewegen sich in der gleichen Richtung
 Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach 20.0 ns ns: Nanosekunde

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die **Photonen** fliegen mit $v = c$ und **P0** erreicht in **10 nanosec.** das Ziel.

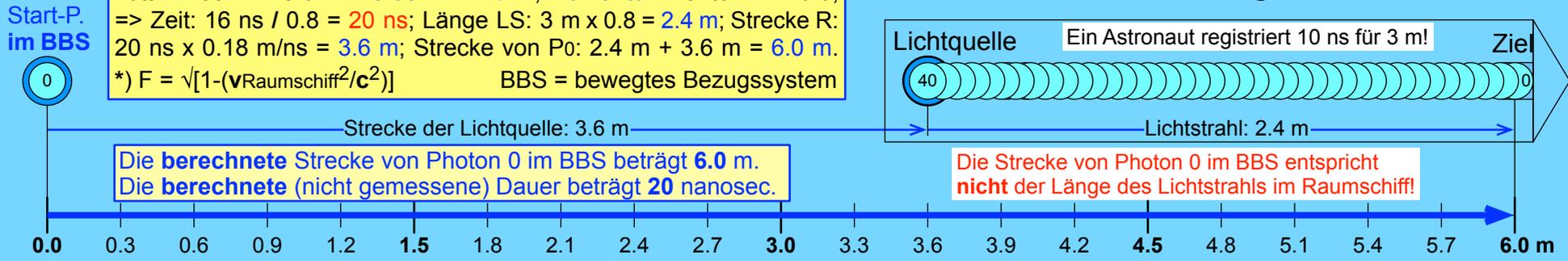


$c = 0.3 \text{ m/ns}$

Annahmen: P0 fliegt 4.8 m mit $v = c$; => Laufzeit: $4.8 \text{ m} / c = 16 \text{ ns}$; dann fliegt R mit dem Lichtstrahl LS: $16 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 2.88 \text{ m}$; Total: $2.88 \text{ m} + 3.0 \text{ m} = 5.88 \text{ m} \neq 4.8 \text{ m}$; **Korrektur:** Faktor $F^* = 0.8$; => Zeit: $16 \text{ ns} / 0.8 = 20 \text{ ns}$; Länge LS: $3 \text{ m} \times 0.8 = 2.4 \text{ m}$; Strecke R: $20 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 3.6 \text{ m}$; Strecke von P0: $2.4 \text{ m} + 3.6 \text{ m} = 6.0 \text{ m}$.
 *) $F = \sqrt{1 - (v_{\text{Raumschiff}}^2 / c^2)}$ BBS = bewegtes Bezugssystem

Im BBS gibt es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem.

Die **berechnete** Strecke ist länger als der Lichtstrahl!



Die **berechnete** Strecke von Photon 0 im BBS beträgt **6.0 m**.
 Die **berechnete** (nicht gemessene) Dauer beträgt **20 nanosec.**

Ein Astronaut registriert 10 ns für 3 m!
 Die Strecke von Photon 0 im BBS entspricht **nicht** der Länge des Lichtstrahls im Raumschiff!

Das Raumschiff R bewegt sich 1.8 m, **Photon P0** 3.0 m; die **Positions-Änderung** im übergeordneten Raum ist **4.8 m**.
 Wenn man diese **Resultierende** für die Strecke von P0 hält und $v_{\text{Resultierende}} = c$ (konstant) annimmt, resultieren bei der Zeit und der Strecke Differenzen, die man mit einer Zeitdilatation und Längenkontraktion gemäss SRT eliminieren kann.
 Die Strecke im bewegten Bezugssystem ist nicht real und basiert nur auf Berechnungen aufgrund falscher Annahmen.
 Hinweis: Die Strecke des Lichtstrahls ist *konstant* 3 m, was für die Photonen die *konstante* Geschwindigkeit = c ergibt.
SRT-Irrtum: Man hält die **Resultierende** von R und Photon für die Strecke des letzteren und $v_{\text{Resultierende}}$ für konstant.

Hier ist das Ende dieser Animation

Animation 6.2: Ein Lichtstrahl in einem Raumschiff R
Das Licht und R bewegen sich in entgegengesetzter Richtung.

Die Photonen fliegen im *primären* Raum von R **3 m in 10 nanosec.**
Die Positions-Änderung der Photonen im *übergeordneten* Raum,
wo sich das Raumschiff 1.8 m bewegt, beträgt $3\text{ m} - 1.8\text{ m} = 1.2\text{ m}$.

Im irrealen BBS bewegen sie sich gemäss der Lehrmeinung aufgrund
von Berechnungen, die auf falschen Annahmen beruhen, jedoch **1.5 m;**
der Lichtstrahl ist auf 2.4 m verkürzt, die Laufzeit beträgt **5 nanosec.!**

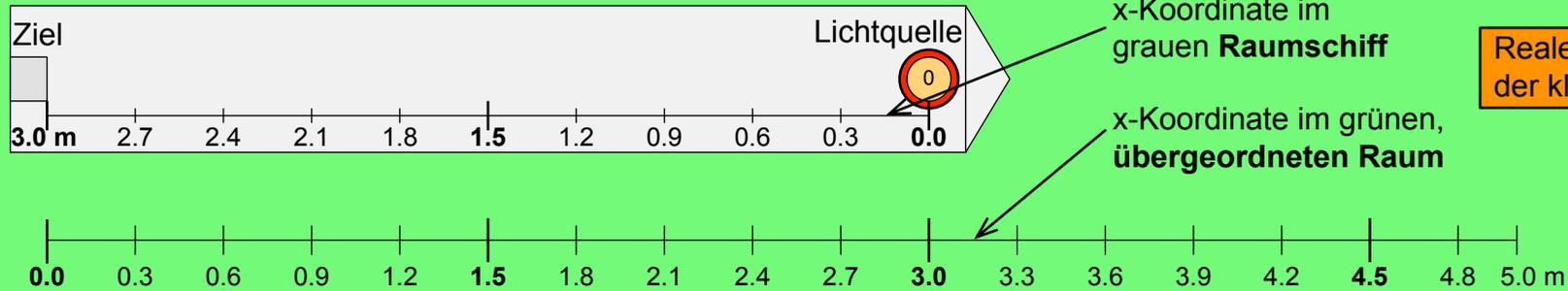
Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

Start
0 ns

ns: Nanosekunde

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

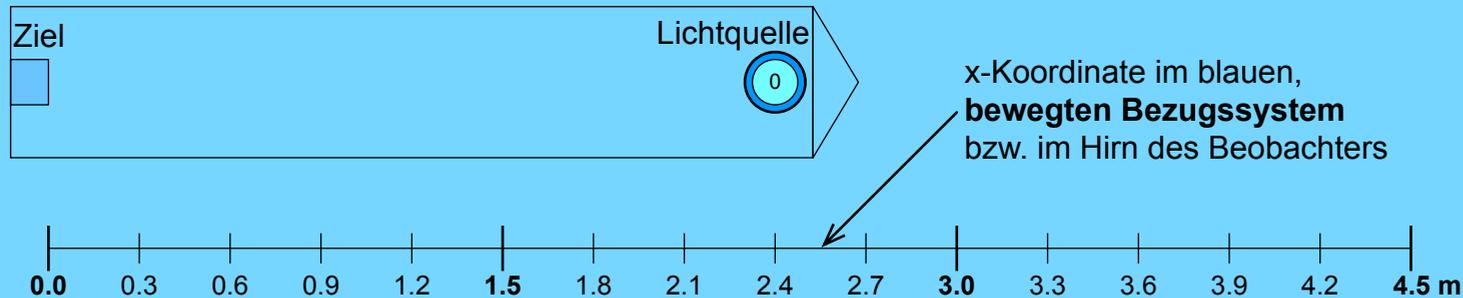
Die Photonen



Reale Bewegungen gem. der klassischen Physik.

Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke



Fiktive Bewegungen gem. der relativistischen Physik; die Messstrecke ist verkürzt.

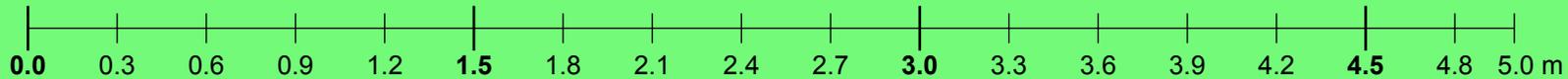
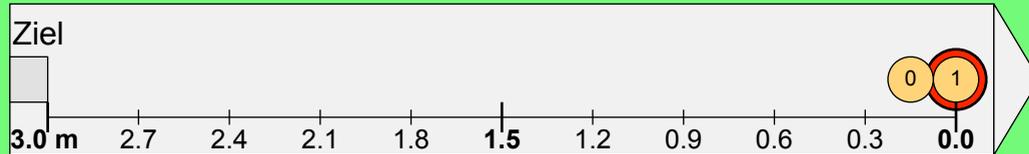
Beachte: In der Wirklichkeit gibt es **zwei reale** Räume: Raumschiff und Weltall; beim BBS gibt es nur **einen imaginären** Raum.

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
 0.5 ns

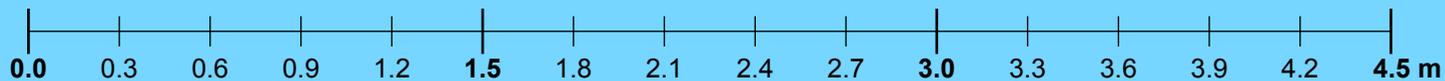
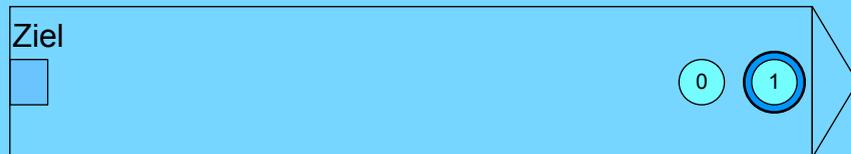
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

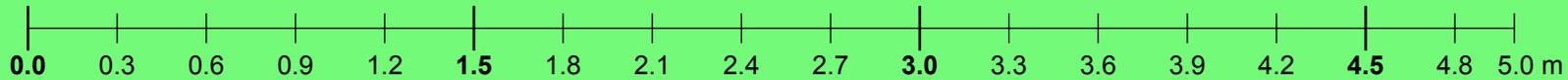
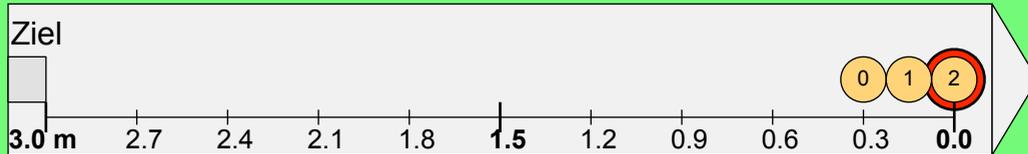


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.0 ns

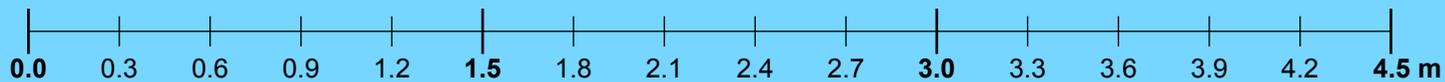
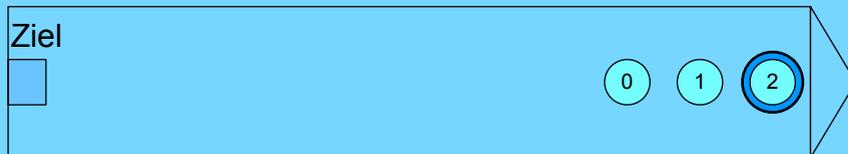
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

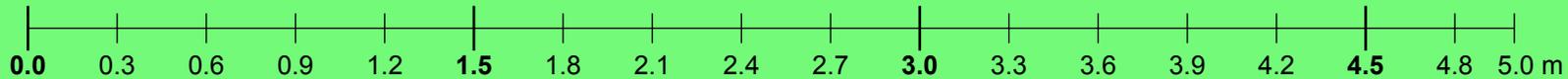
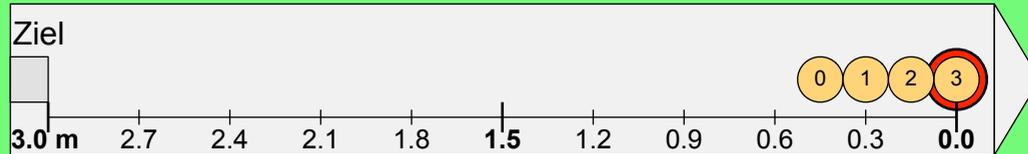


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
1.5 ns

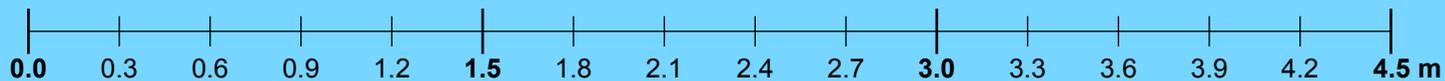
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

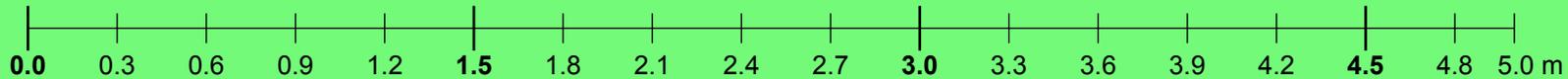
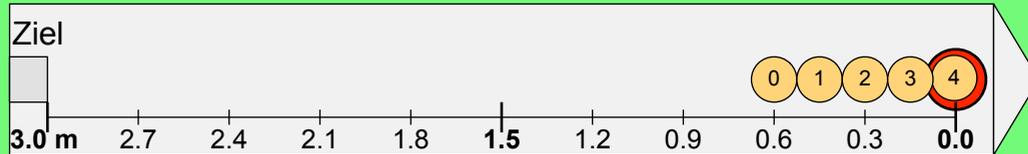


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.0 ns

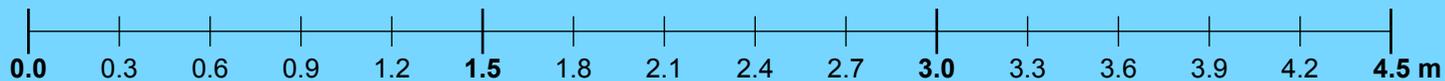
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

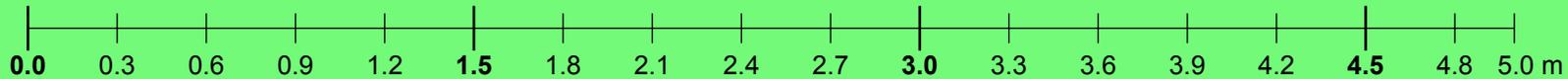
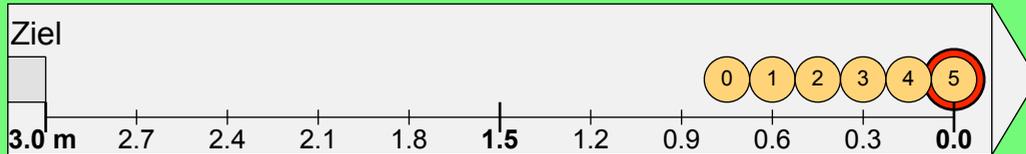


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
2.5 ns

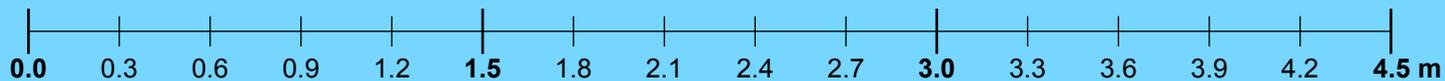
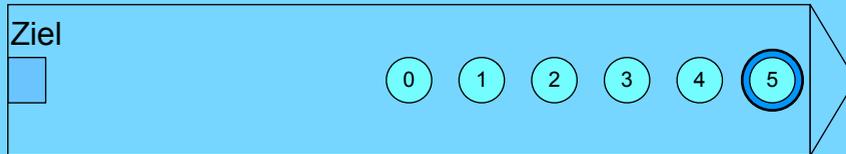
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

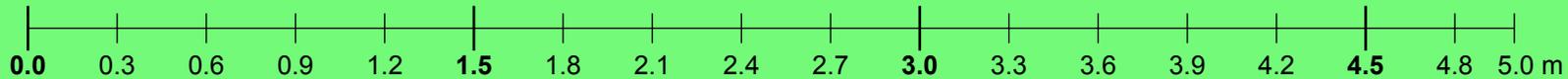
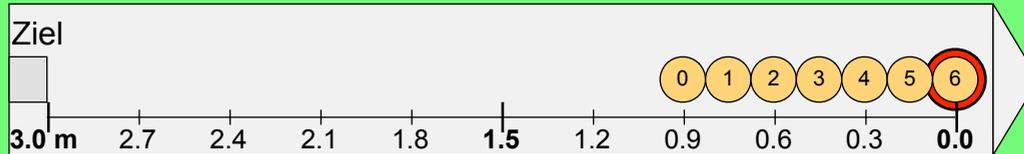


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.0 ns

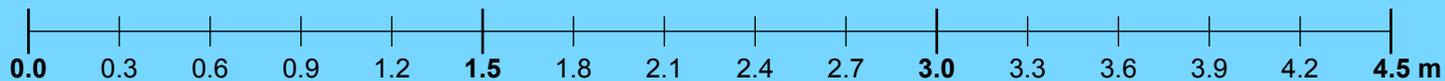
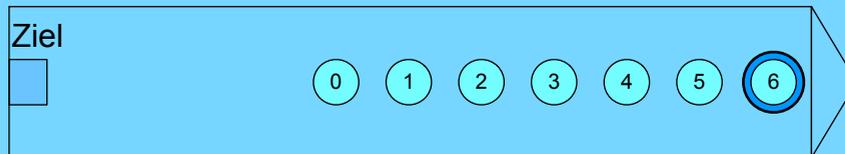
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

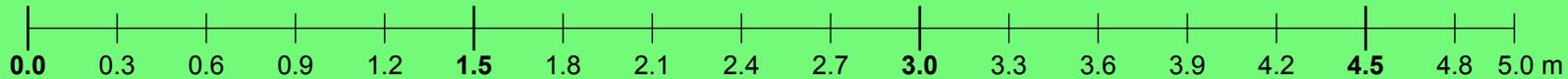
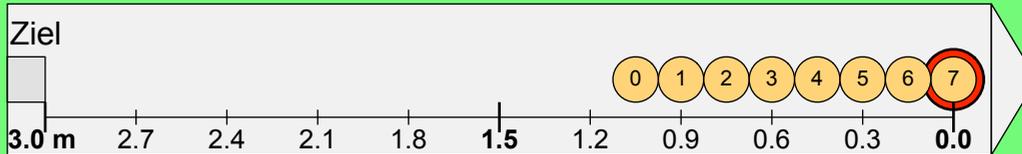


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
3.5 ns

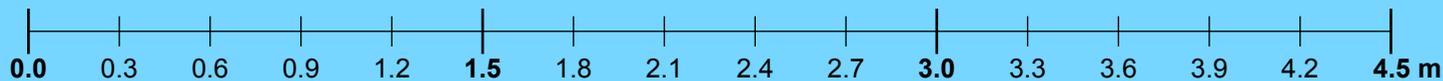
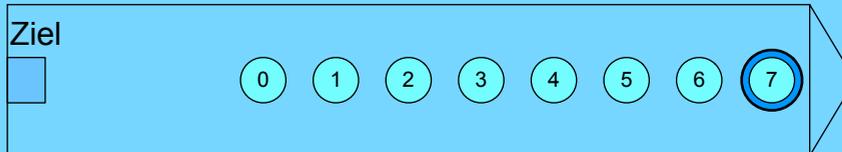
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

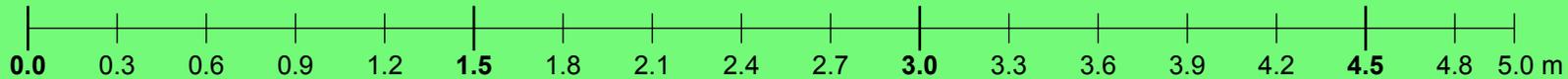
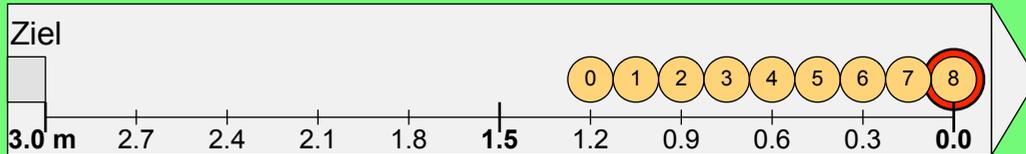


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.0 ns

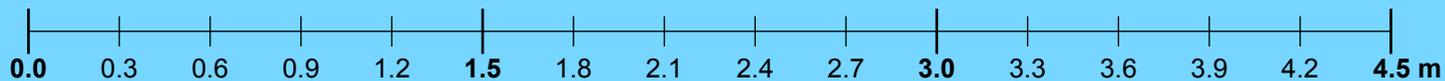
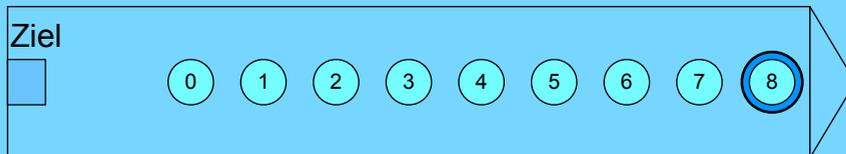
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

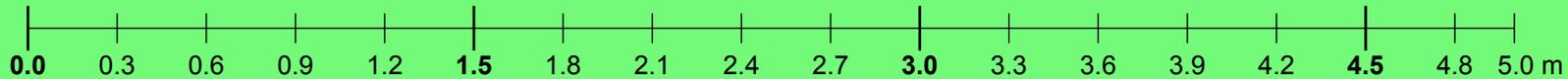
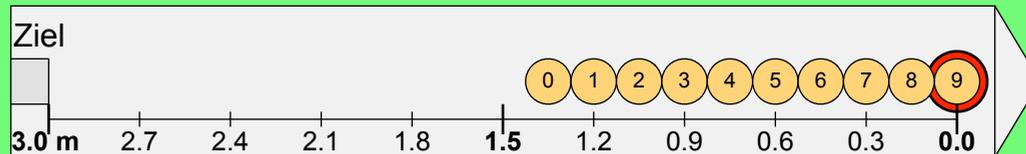


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
4.5 ns

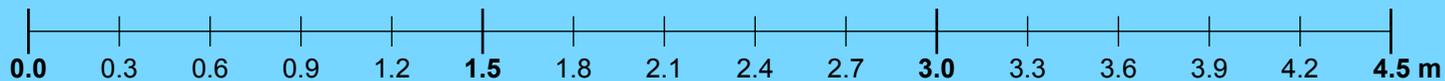
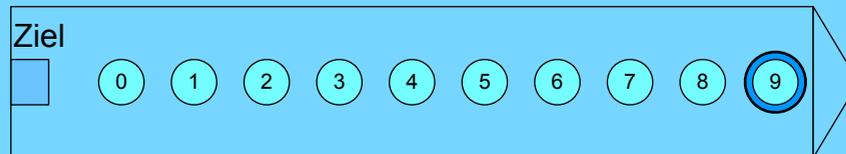
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke

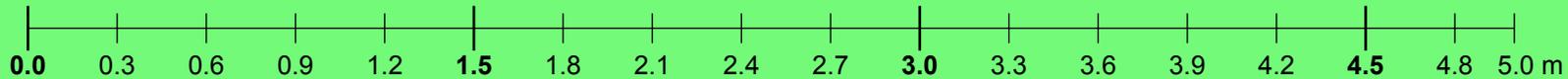
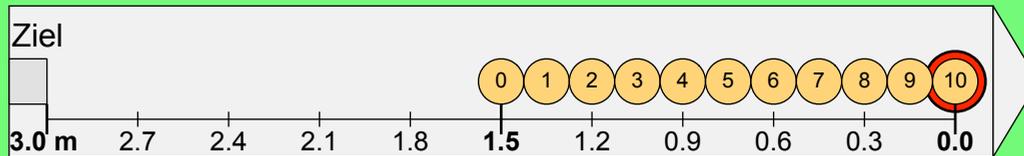


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.0 ns

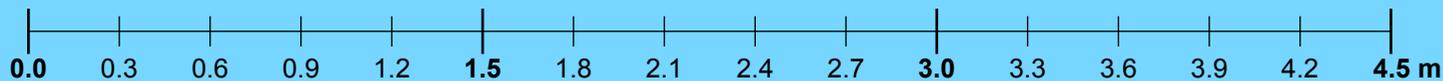
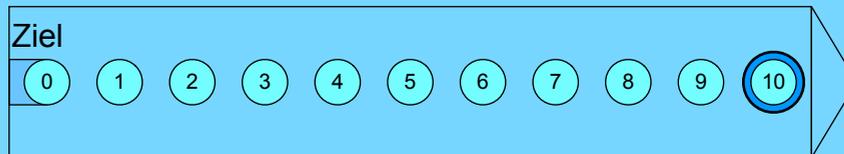
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

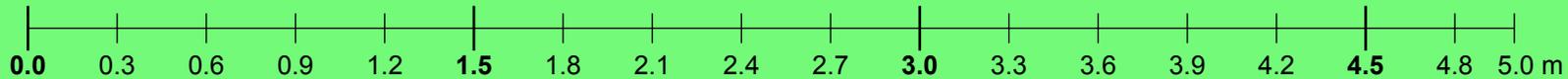
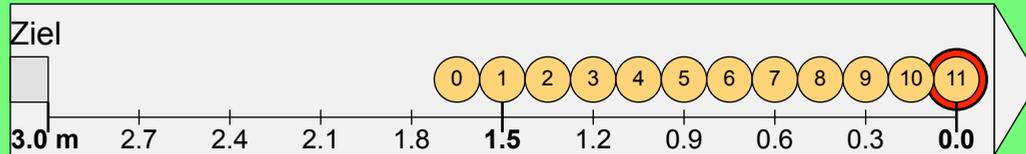


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
5.5 ns

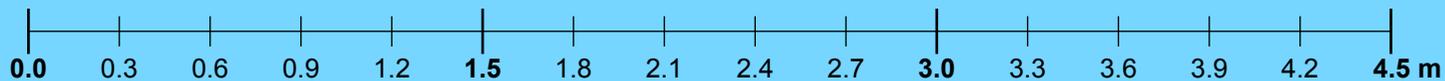
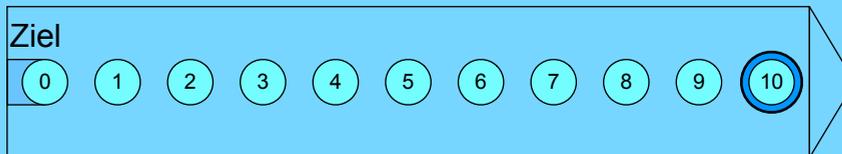
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

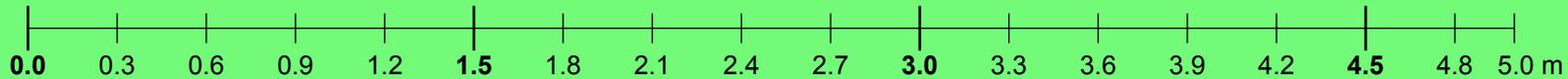
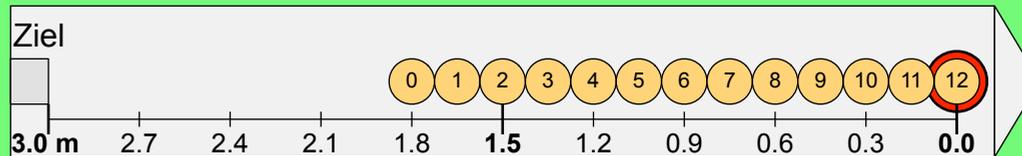


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.0 ns

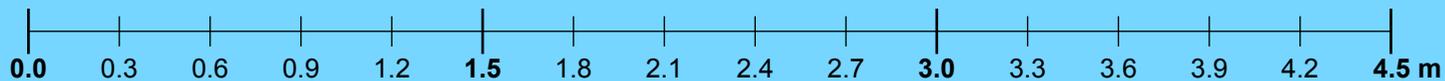
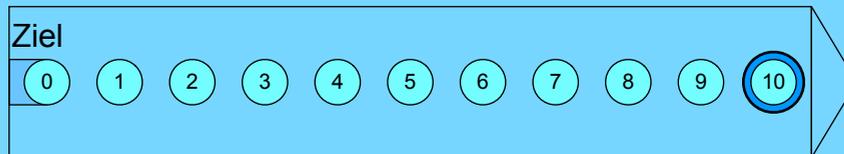
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

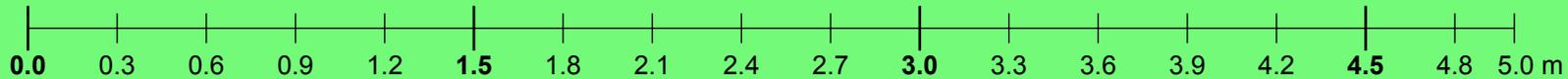
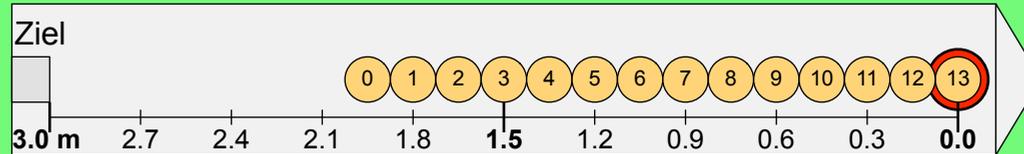


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
6.5 ns

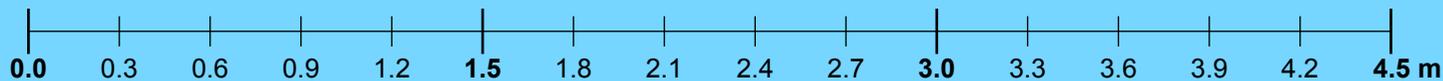
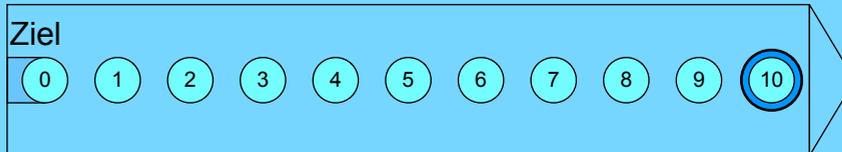
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

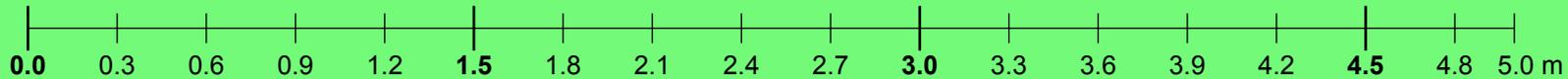
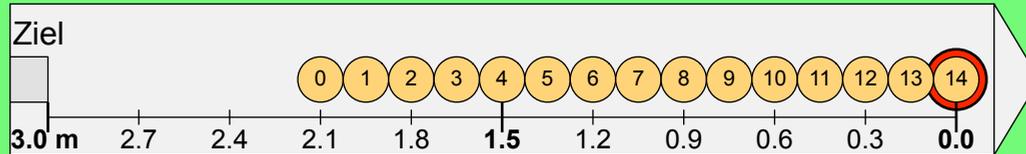


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.0 ns

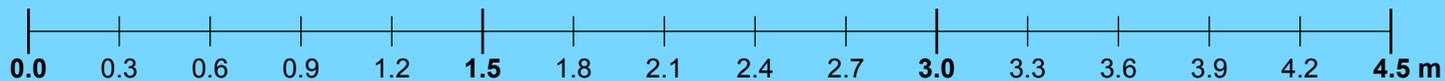
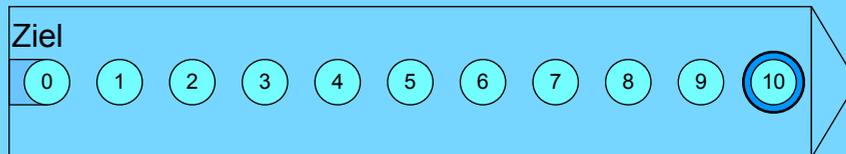
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

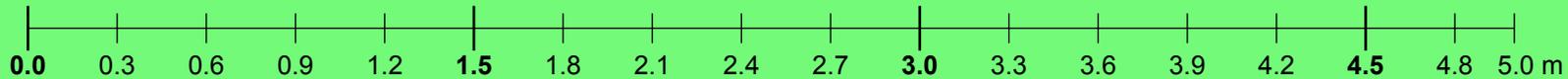
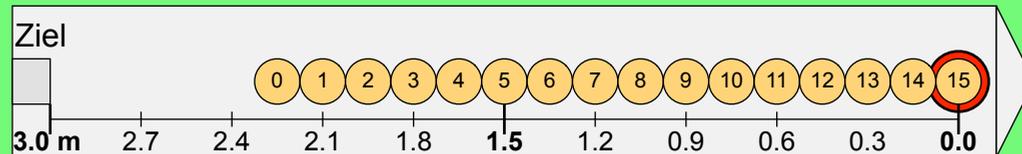


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
7.5 ns

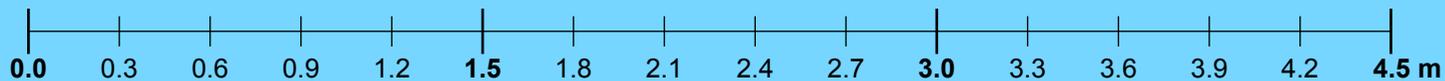
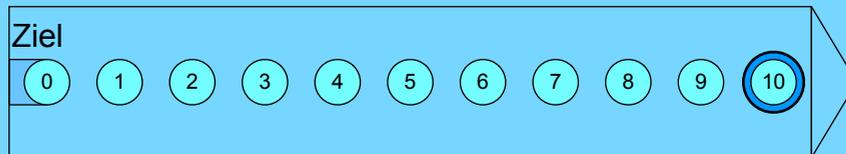
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

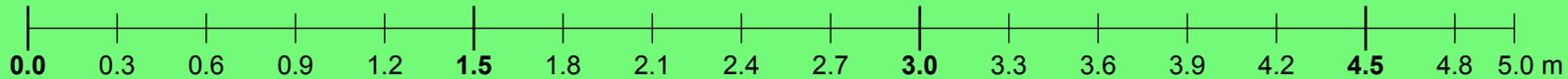
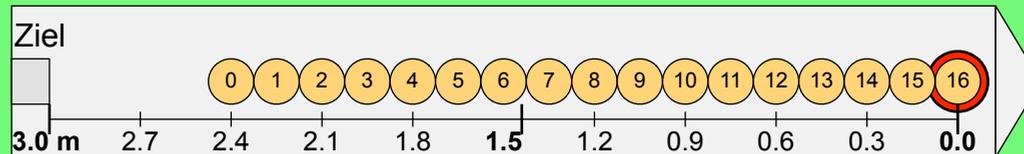


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.0 ns

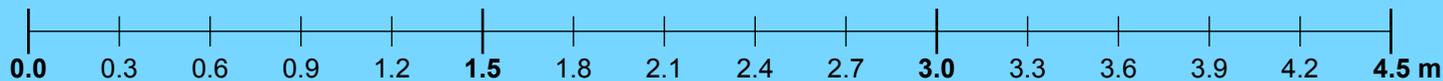
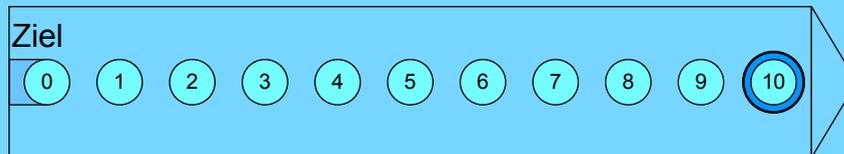
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die berechnete Strecke wurde zurückgelegt.

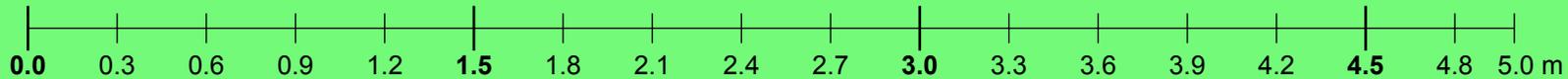
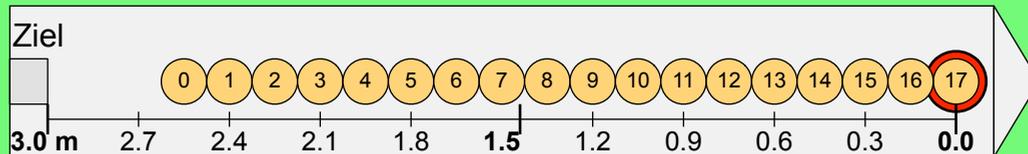


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
8.5 ns

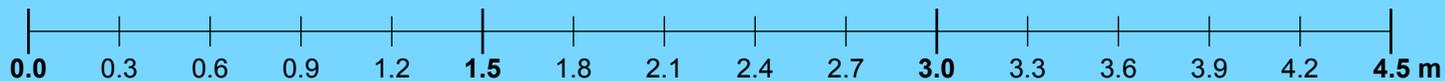
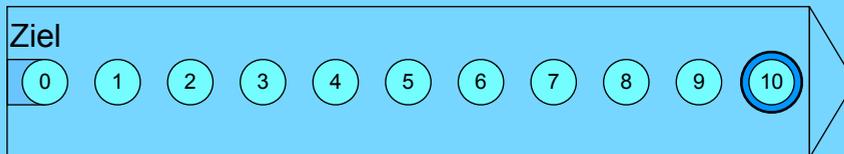
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.

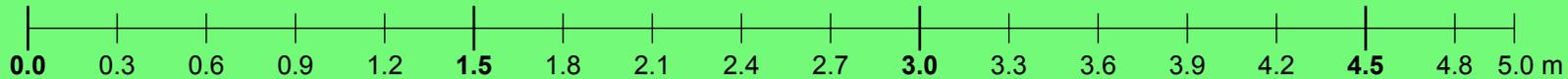
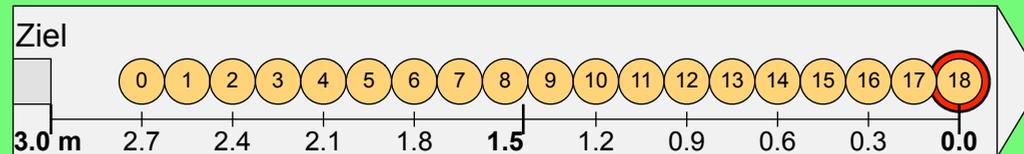


Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit $0.6 c$)
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
9.0 ns

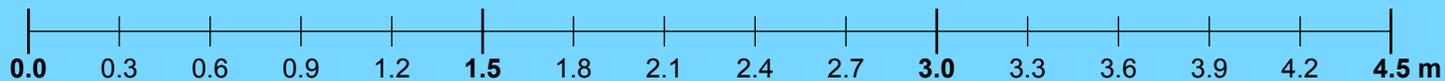
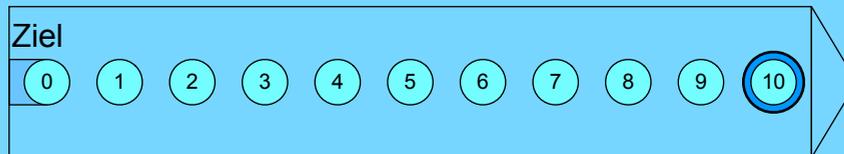
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die Photonen



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete Strecke** wurde zurückgelegt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

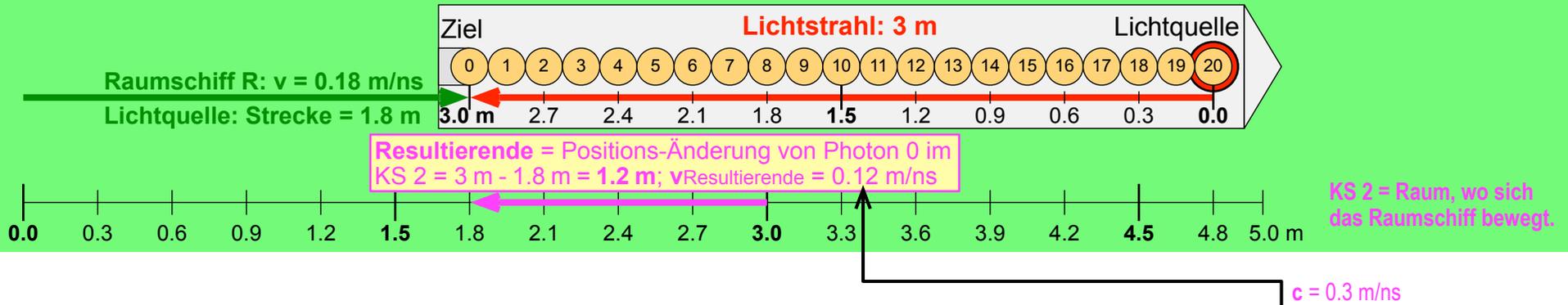
Das Raumschiff und die Photonen fliegen in entgegengesetzte Richtungen
 Externer Beobachter in Ruhe Autor: J. Schwander - 2014, modifiziert 2019

nach
 10.0 ns

ns: Nanosekunde

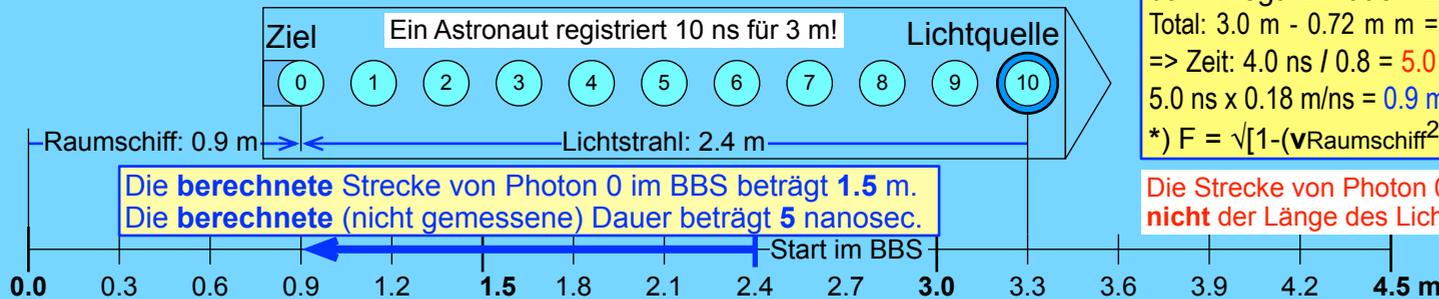
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.

Die **Photonen** fliegen mit $v = c$ und P_0 erreicht in **10 nanosec.** das Ziel.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.

Die **berechnete** Strecke ist kürzer als der Lichtstrahl!



Annahmen: P_0 fliegt 1.2 m mit $v = c$; => Laufzeit: $1.2 \text{ m} / c = 4.0 \text{ ns}$;
 dann fliegt R mit dem Lichtstrahl LS: $4 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 0.72 \text{ m}$;
 Total: $3.0 \text{ m} - 0.72 \text{ m} = 2.28 \text{ m} \neq 1.2 \text{ m}$; **Korrektur:** Faktor $F^* = 0.8$;
 => Zeit: $4.0 \text{ ns} / 0.8 = 5.0 \text{ ns}$; Länge LS: $3 \text{ m} \times 0.8 = 2.4 \text{ m}$; Strecke R:
 $5.0 \text{ ns} \times 0.18 \text{ m/ns} = 0.9 \text{ m}$; Strecke von P_0 : $2.4 \text{ m} - 0.9 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$.

*) $F = \sqrt{1 - (v_{\text{Raumschiff}}^2 / c^2)}$ BBS = bewegtes Bezugssystem

Die Strecke von Photon 0 im BBS entspricht **nicht** der Länge des Lichtstrahls im Raumschiff!

Das Raumschiff R bewegt sich 1.8 m, **Photon P_0** 3.0 m; die **Positions-Änderung** im übergeordneten Raum ist **1.2 m**.
 Wenn man diese **Resultierende** für die Strecke von P_0 hält und $v_{\text{Resultierende}} = c$ (konstant) annimmt, resultieren bei der Zeit und der Strecke Differenzen, die man mit einer Zeitdilatation und Längenkontraktion gemäss SRT eliminieren kann.
 Die Strecke im bewegten Bezugssystem ist nicht real und basiert nur auf Berechnungen aufgrund falscher Annahmen.
 Hinweis: Die Strecke des Lichtstrahls ist *konstant* 3 m, was für die Photonen die *konstante* Geschwindigkeit = c ergibt.
SRT-Irrtum: Man hält die **Resultierende** von R und Photon für die Strecke des letzteren und $v_{\text{Resultierende}}$ für konstant.

Hier ist das Ende dieser Animation

7) Die Quintessenz aus den bisherigen Ausführungen und Animationen

Die **Animation 7** visualisiert die Lichtstrahlen A nach hinten und B nach vorne in einem Raumschiff; oben wird die Situation aus einer **realitätsnahen** Sicht dargestellt, die auf Logik und Naturgesetzen basiert, unten aus der **theoretischen** Sicht der SRT, die auf der Mathematik und dem BBS-Konzept beruht. Auf der **letzten Seite** ergibt sich oben folgendes Bild: Die Lichtstrahlen A und B aus derselben Quelle **Q** erreichen aus Sicht der Astronauten ihr Ziel nach 3 m gleichzeitig in 10 nanosec. Weil sich die Lichtquelle 1.8 m bewegt hat, registrieren externe Beobachter, dass das 1. Photon das Ziel nach 1.2 m bzw. 4.8 m erreicht. Diese Strecken sind die Resultierenden der Strecken von Photon und Lichtquelle; die Geschwindigkeit beträgt $0.4 c$ bzw. $1.6 c$; die Photonen selber bewegen sich mit $v = c$. Jede Resultierende ist die Positions-Änderung des 1. Photons im Raum, wo dieses Raumschiff fliegt. Die Photonen legen gleiche Strecken zurück und fliegen nicht auf ungleich langen Resultierenden.

Auf der unteren Hälfte ist das Resultat ganz anders. Die Messstrecken sind auf 2.4 m verkürzt. Das 1. Photon des Lichtstrahls A (nach hinten) legt gemäss SRT 1.5 m in 5 nanosec. zurück ($v = c$). Weil sich die Lichtquelle **Q** 0.9 m nach vorne bewegt hat, ist der Lichtstrahl 2.4 m lang; dies führt zum Schluss, dass das 1. Photon 0.9 m vor Q gestartet ist! Das 1. Photon von B (nach vorne) legt gemäss SRT 6 m in 20 nanosec. zurück ($v = c$). Weil sich **Q** 3.6 m nach rechts bewegt hat, ist der Lichtstrahl 2.4 m lang; dies führt zum Schluss, dass das 1. Photon 3.6 m hinter Q gestartet ist! Die Strecken von 1.5 m und 6.0 m sind Resultierende von zwei Strecken wie oben, korrigiert mit dem Faktor 0.8. Es ist unbestritten, dass externe Beobachter andere Strecken registrieren als interne. Dies hat in der Realität mit der Wahrnehmung zu tun, hier primär mit Berechnungen. **Wenn Astronauten (*intern*) Strahl A und B gleich lang und gleiche Laufzeiten registrieren, ist es aus erkenntnistheoretischer und logischer Sicht unmöglich, dass sich aus *externer* Sicht gleichzeitig unterschiedliche Laufzeiten ergeben, nur weil externe Beobachter die Resultierenden von zwei Strecken statt realer Bewegungen wahrnehmen. Diese Zeiten beruhen, wie die Zeitdilatation und Längenkontraktion, auf Berechnungen infolge falscher Annahmen.**

Diese Zusammenhänge sind in der Physik unbekannt, da man sich primär auf Berechnungen verlässt. Dass man die Hintergründe nicht begriffen hat, zeigt folgendes Detail: Die Zeitdilatation (ZD) und die Längenkontraktion (LK) ergeben sich nur gemeinsam und nur bei mehreren überlagerten Bewegungen; denn bei nur einer Bewegung gibt es keine Resultierende, die man als Bewegung eines Objekts falsch interpretieren kann. Somit kann es in diesem Falle auch keine ZD und LK geben. Daher verkürzt sich das Raumschiff nicht, sondern nur die Messstrecke zwischen der Lichtquelle und dem Ziel (Detektor).

Man glaubt, ZD und LK ergeben sich immer, wenn eine Bewegung erfolgt. Man "beweist" die SRT z. B. mit einer ZD beim Zerfall von Myonen (Elementarteilchen) und unterschlägt, dass es gleichzeitig eine LK geben muss, die den Beweis hinfällig macht. Man glaubt, dass sich die Zeit in einem Raumschiff verlangsamt und dass ein Astronaut daher weniger schnell altert als sein Zwillingbruder auf der Erde (siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Zwillingsparadoxon>). Dies bedeutet, dass die physiologischen Vorgänge, die einen Alterungsprozess induzieren, auch langsamer ablaufen. Aber woher weiss z. B. eine Zelle, dass sie sich weniger schnell teilen muss, was den Alterungsprozess verlangsamt? Und woher weiss das Herz, dass es langsamer schlagen muss, wenn sich die Zeit angeblich verlangsamt?

Noch absurder ist das Stab-Scheune-Paradoxon, mit dem man die Längenkontraktion erklären will (> https://wase.urz.uni-magdeburg.de/kassner/srt/pseudoparadoxa/stab_scheune/stab_scheune.html). Ein Stab, der länger ist als ein Raum, passe in diesen hinein, wenn sich ersterer nur schnell genug bewegt, denn dabei verkürze er sich entsprechend! Wenn sich z. B. der Stab 10 m bewegt, registriert ein Beobachter eine Strecke von 10 m, egal wo er sich befindet. Wenn sich der Stab aber auf einem Fahrzeug befindet, das sich z. B. 20 m bewegt, registriert ein Beobachter im Raum, wo dieses fährt, eine Strecke von 30 m. Nur wenn man diese Resultierende für die Bewegung des Stabes und v für konstant hält, geht die Rechnung nicht auf. Wenn nur eine Bewegung existiert, stimmt die registrierte Strecke mit der effektiven überein. Dann muss man die Berechnungen gemäss SRT nicht bemühen.

Völlig jenseits der Realität ist die sog. Raumzeit, ein mathematisches Konstrukt aus Raum und Zeit (siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Raumzeit>). Hier wird ein 3-dimensionales, reales Grundelement der Natur, das man berühren und abschreiten kann, mit einer abstrakten Vorstellung vereinigt, die sich aufgrund von Messungen ergibt (s. o.). Dies ist eine wissenschaftliche Fehlkonstruktion der höchsten Güte und zeigt, dass man den Bezug zur Realität verloren hat und überhaupt nicht weiss, was 'Zeit' wirklich bedeutet. So erstaunt es nicht, dass man glaubt, ein Objekt verkürze sich auf null bzw. werde 2-dimensional und die Zeit stehe still, wenn es sich mit $v = c$ bewegt. Der Glaube an eine Theorie und an die Mathematik blockiert offensichtlich das logische und das kritische Denkvermögen vollständig.

Animation 7 (im Vollbild-Modus)

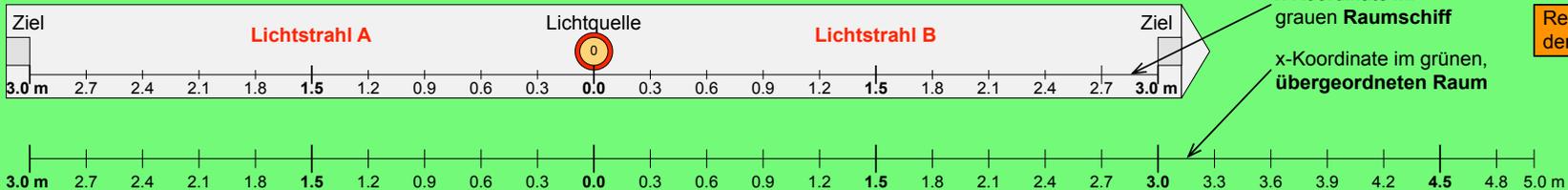
Bitte volle Seitengrösse wählen und scrollen 
Please enter the full page mode and scroll

Klicken Sie auf  in der Menü-Leiste
Please click on in the menu bar

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen
Externer Beobachter in Ruhe
Autor: J. Schwander - 2020

Start
0 ns ns: Nanosekunde

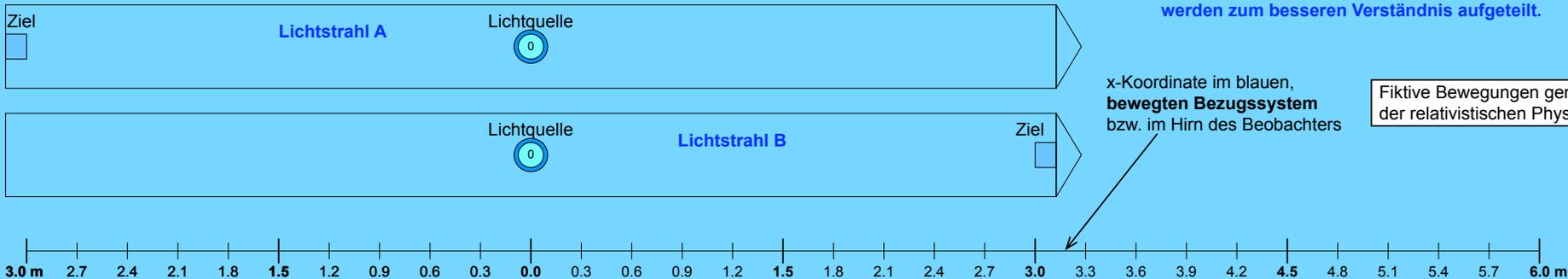
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



x-Koordinate im grauen Raumschiff
x-Koordinate im grünen, übergeordneten Raum

Reale Bewegungen gem. der klassischen Physik.

Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Die Lichtstrahlen aus der gleichen Lichtquelle werden zum besseren Verständnis aufgeteilt.

x-Koordinate im blauen, bewegten Bezugssystem bzw. im Hirn des Beobachters

Fiktive Bewegungen gem. der relativistischen Physik.

Beachte: In der Wirklichkeit gibt es **zwei reale** Räume: Raumschiff und Weltall; beim BBS gibt es nur **einen imaginären** Raum.

Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

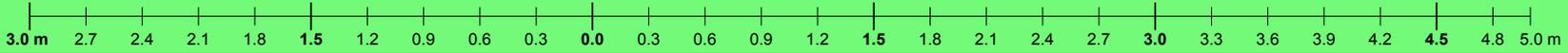
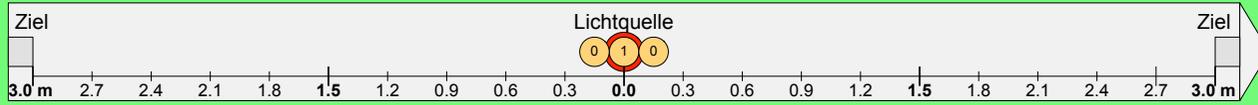
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

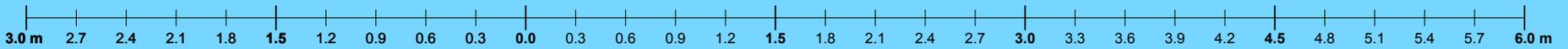
Autor: J. Schwander - 2020

nach
0.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

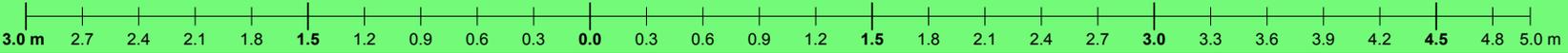
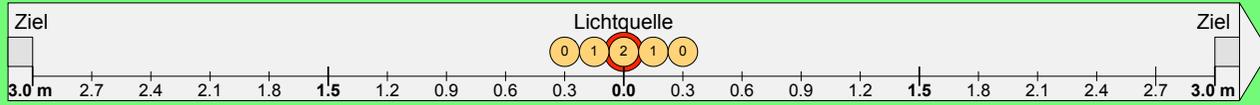
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

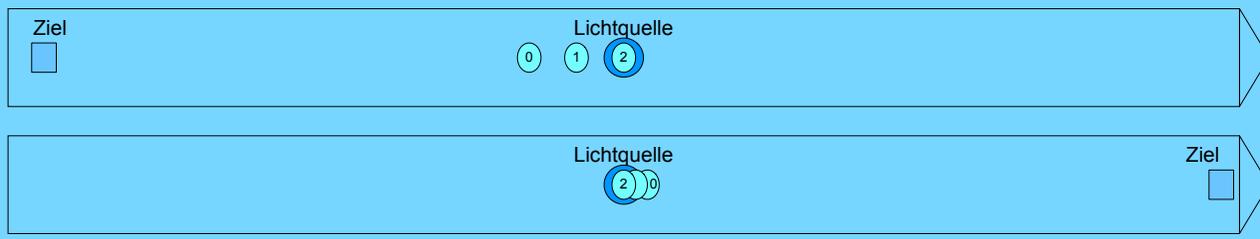
Autor: J. Schwander - 2020

nach
1.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

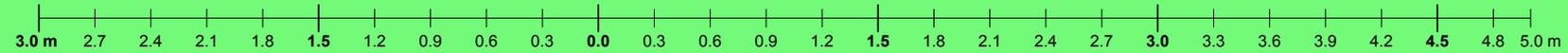
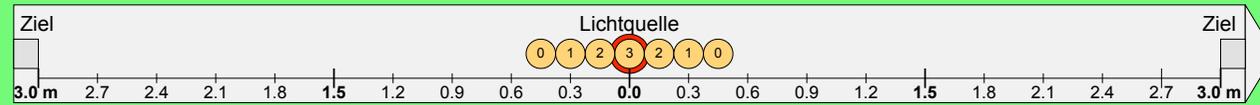
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
1.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

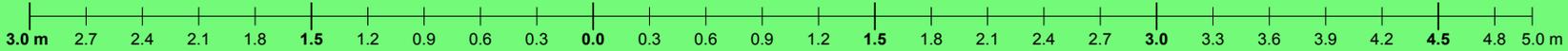
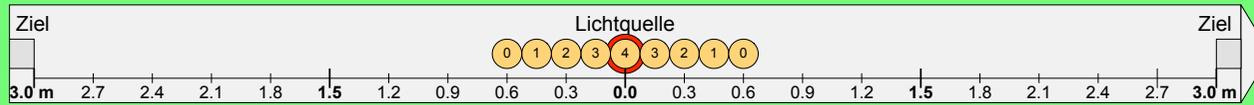
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

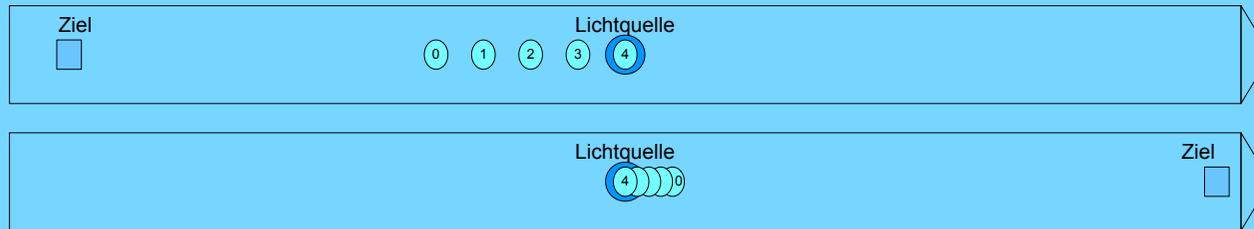
Autor: J. Schwander - 2020

nach
2.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

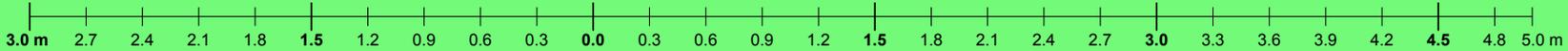
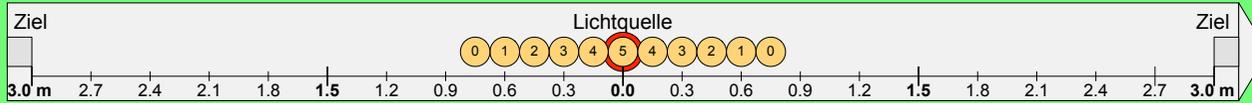
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

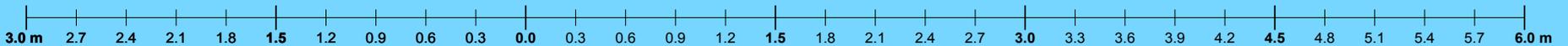
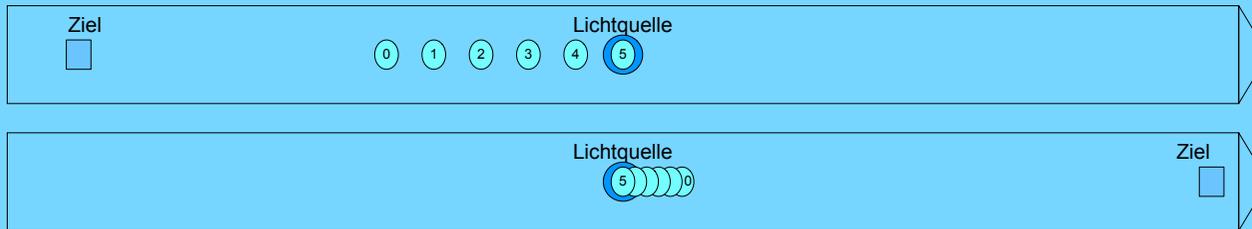
Autor: J. Schwander - 2020

nach
2.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

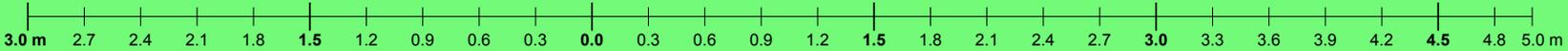
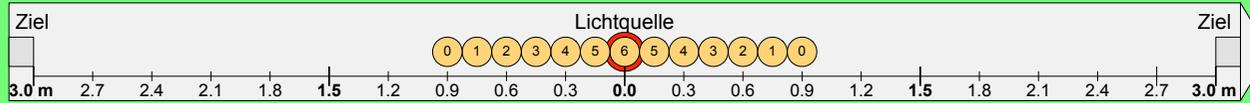
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

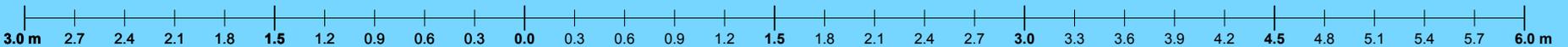
Autor: J. Schwander - 2020

nach
3.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

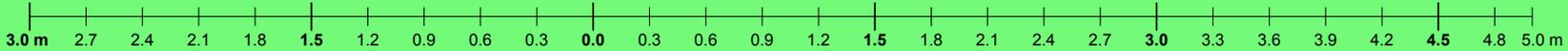
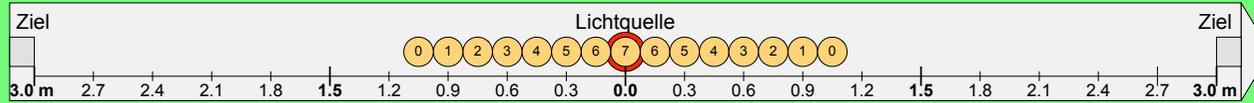
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

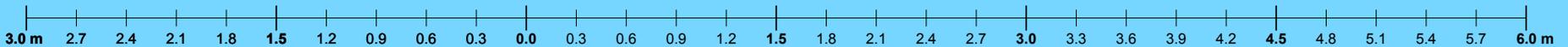
Autor: J. Schwander - 2020

nach
3.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

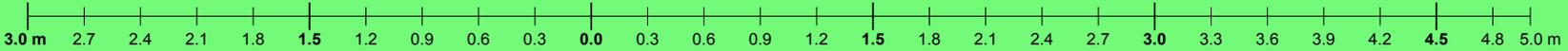
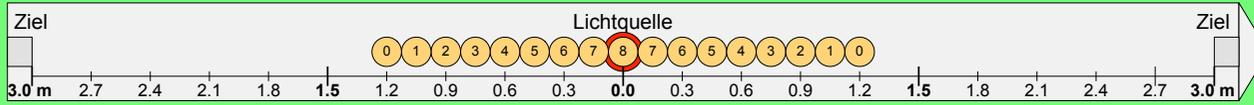
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

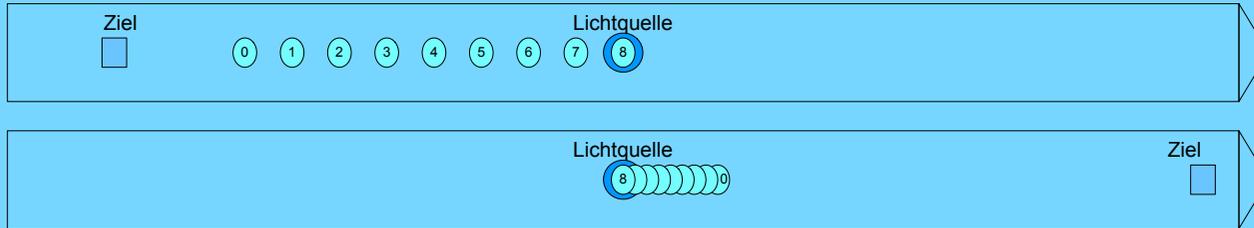
Autor: J. Schwander - 2020

nach
4.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

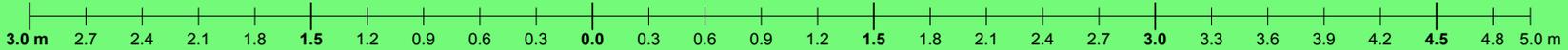
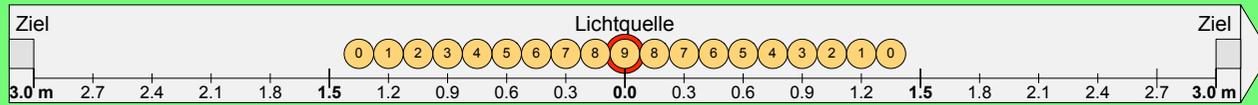
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

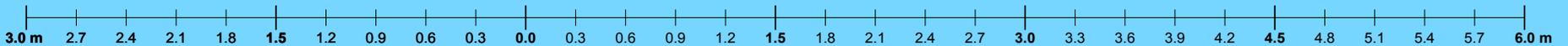
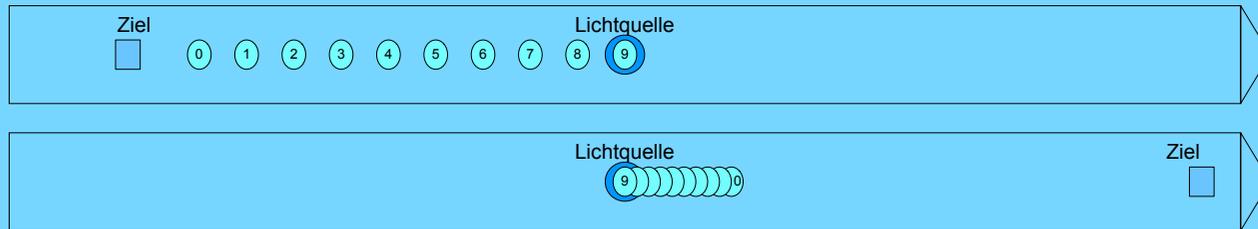
Autor: J. Schwander - 2020

nach
4.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

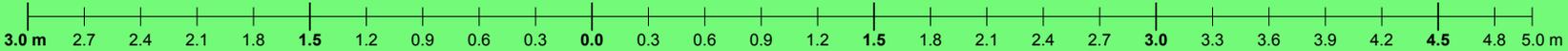
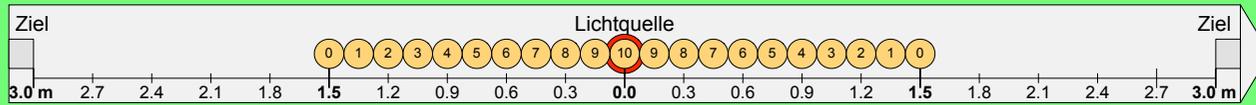
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

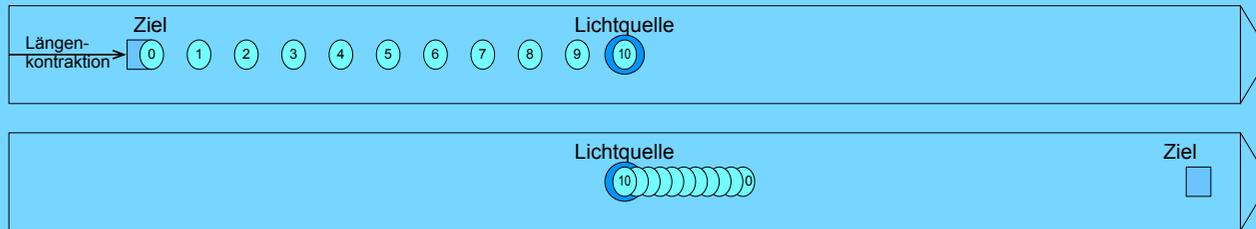
Autor: J. Schwander - 2020

nach
5.0 ns

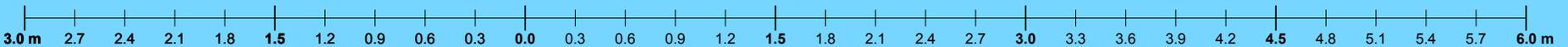
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Lichtstrahl A hat das Ziel nach 5.0 nanosec. erreicht.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

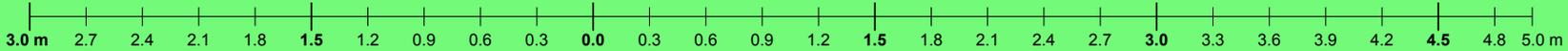
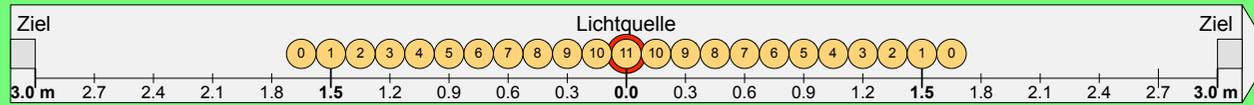
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

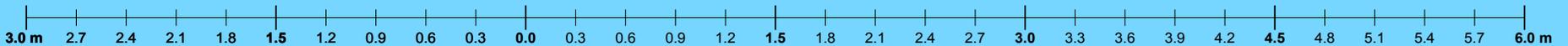
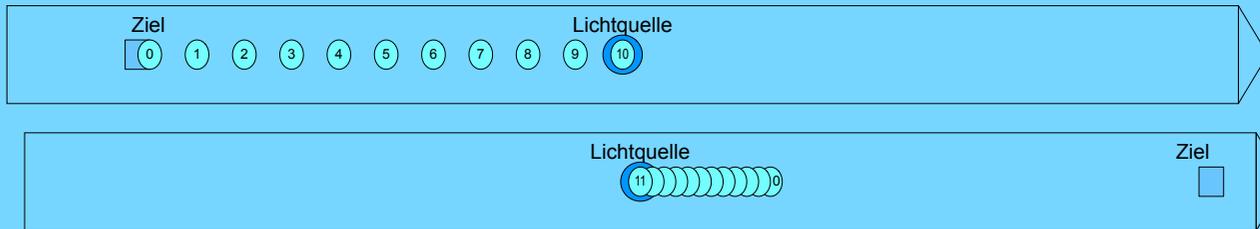
Autor: J. Schwander - 2020

nach
5.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

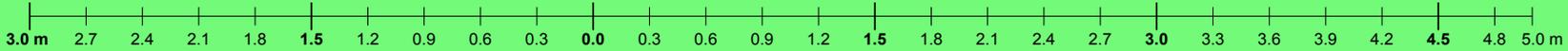
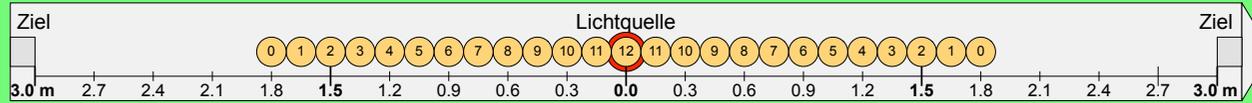
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

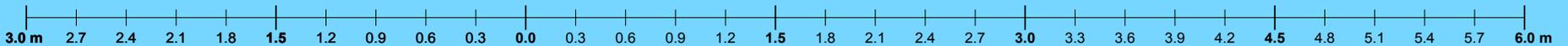
Autor: J. Schwander - 2020

nach
6.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

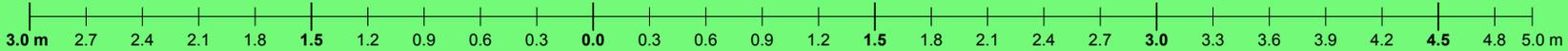
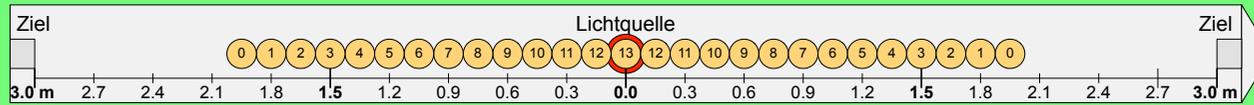
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

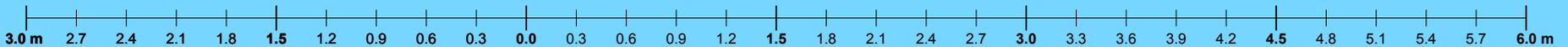
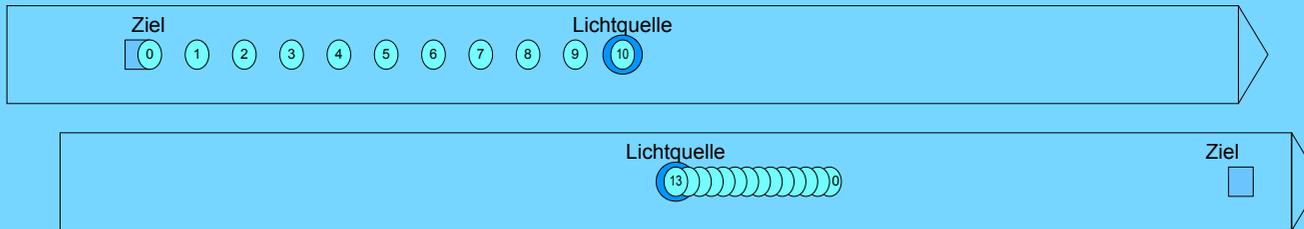
Autor: J. Schwander - 2020

nach
6.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

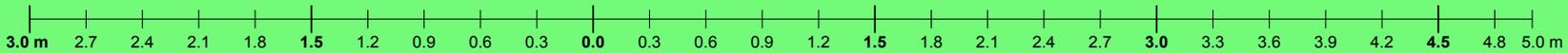
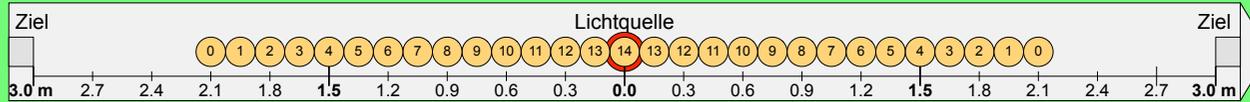
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

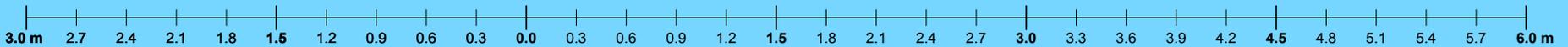
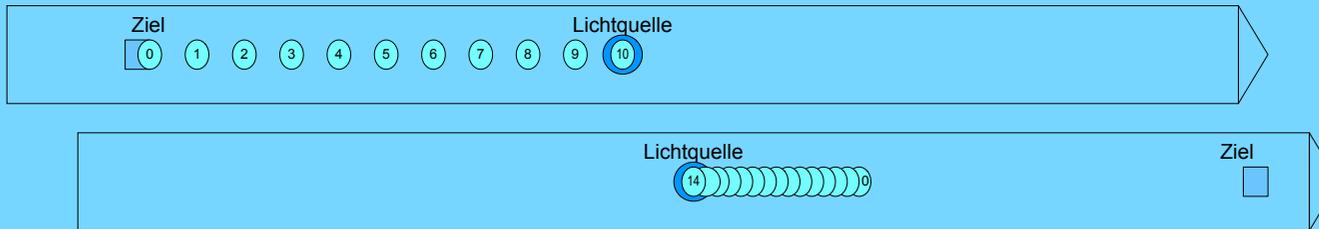
Autor: J. Schwander - 2020

nach
7.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

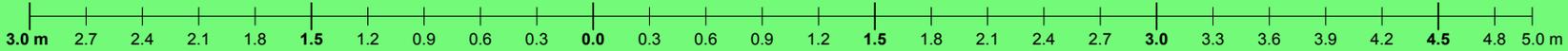
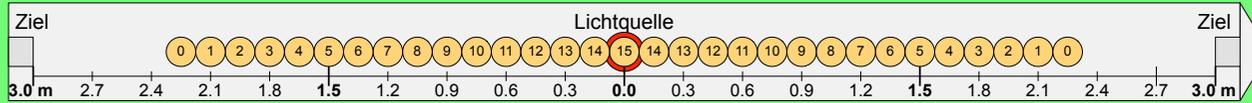
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

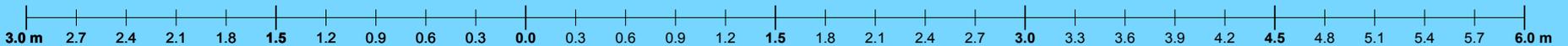
Autor: J. Schwander - 2020

nach
7.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

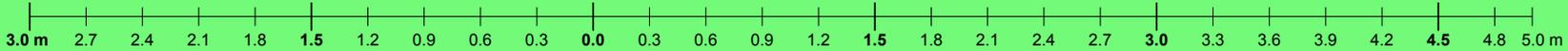
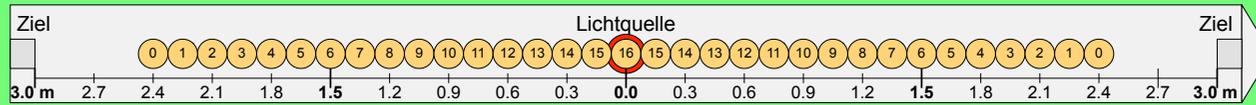
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

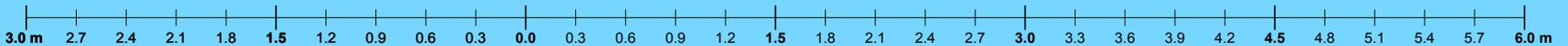
Autor: J. Schwander - 2020

nach
8.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

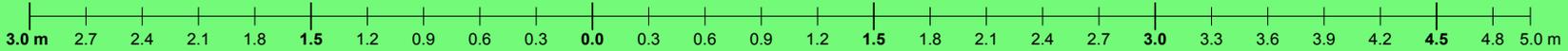
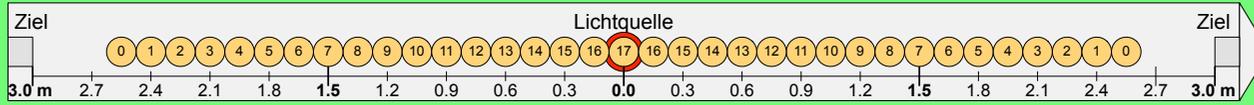
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
8.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

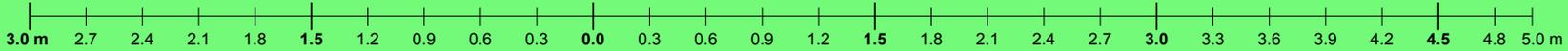
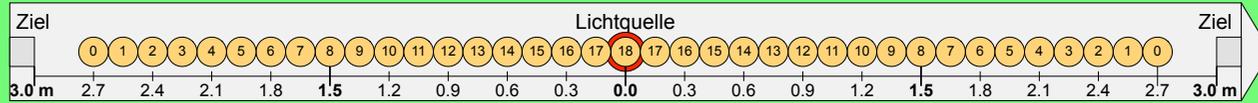
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

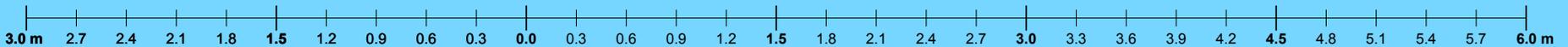
Autor: J. Schwander - 2020

nach
9.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

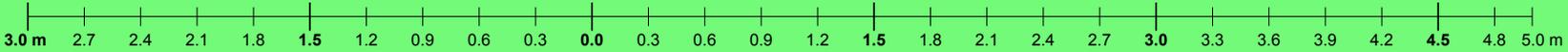
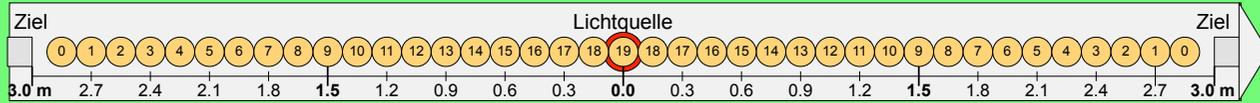
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

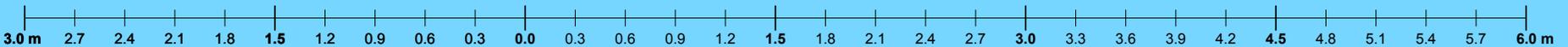
Autor: J. Schwander - 2020

nach
9.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

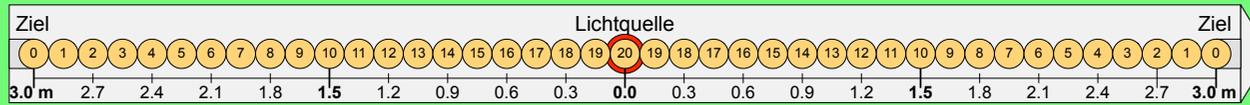
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

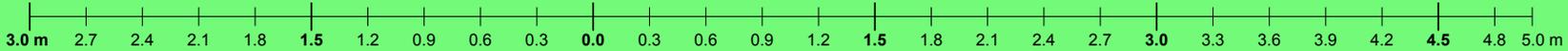
Autor: J. Schwander - 2020

nach
10.0 ns

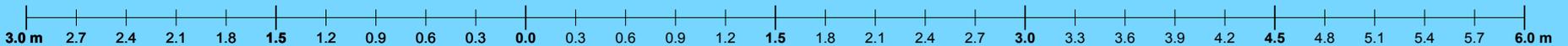
Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



A und B haben das Ziel
nach 10 nanosec. erreicht.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

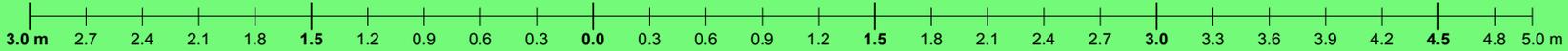
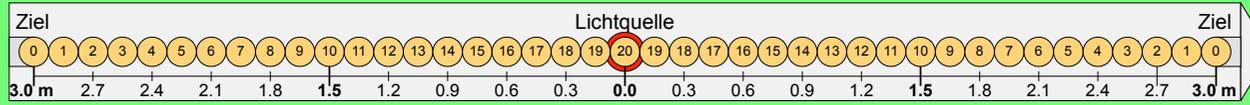
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

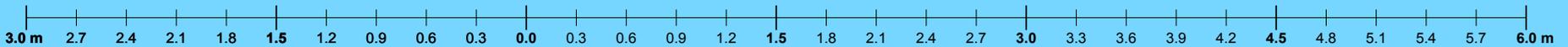
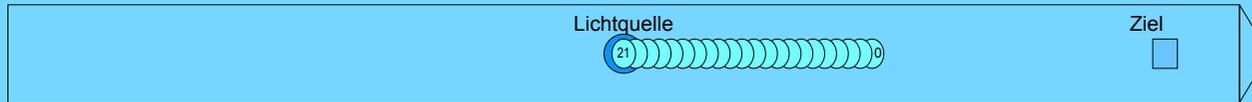
Autor: J. Schwander - 2020

nach
10.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

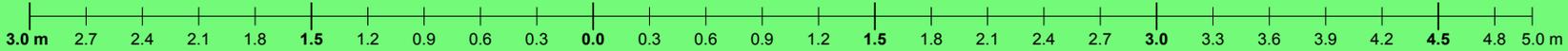
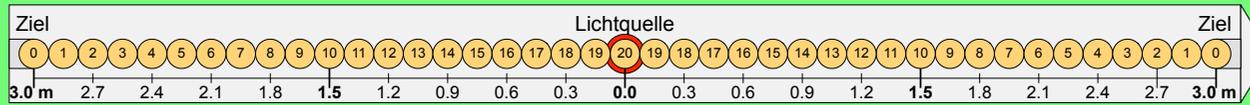
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

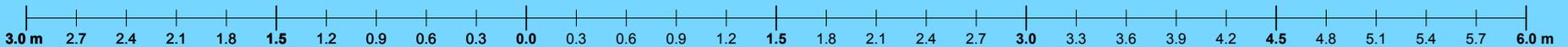
Autor: J. Schwander - 2020

nach
11.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

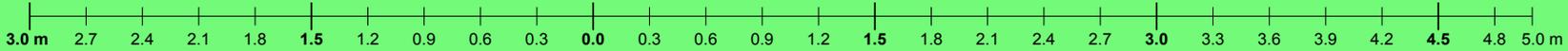
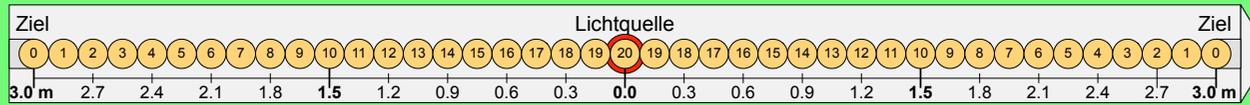
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

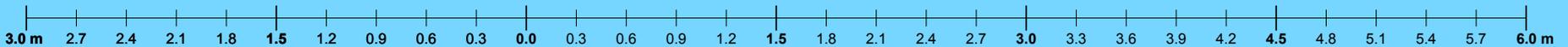
Autor: J. Schwander - 2020

nach
11.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

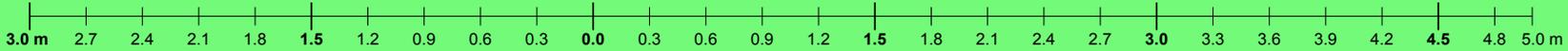
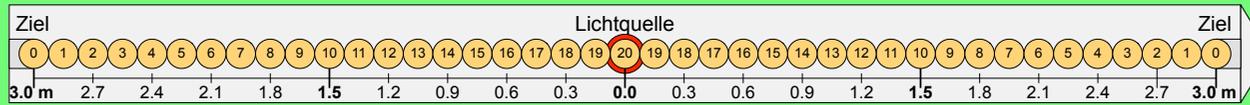
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

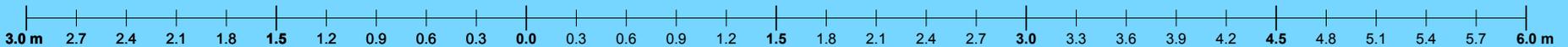
Autor: J. Schwander - 2020

nach
12.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

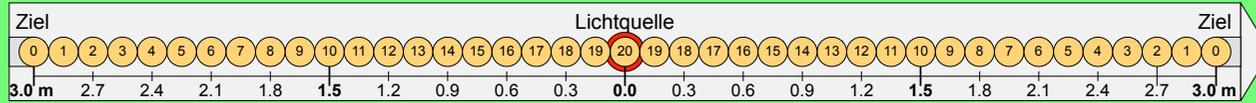
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
13.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

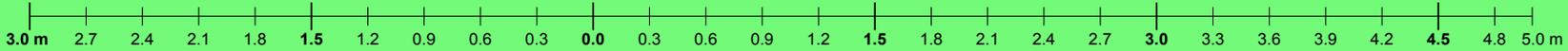
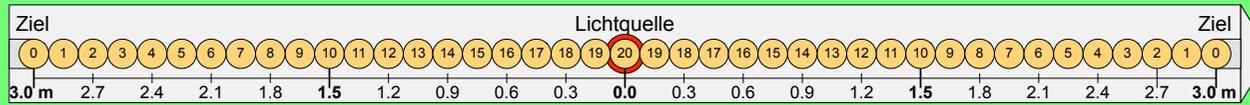
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

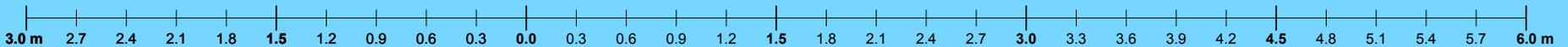
Autor: J. Schwander - 2020

nach
13.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

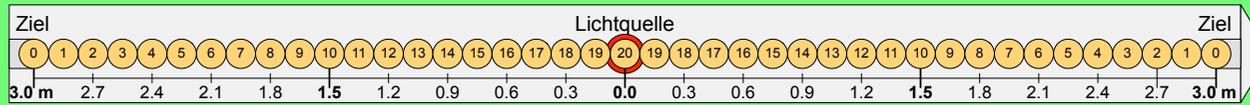
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
14.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

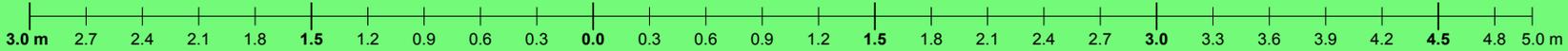
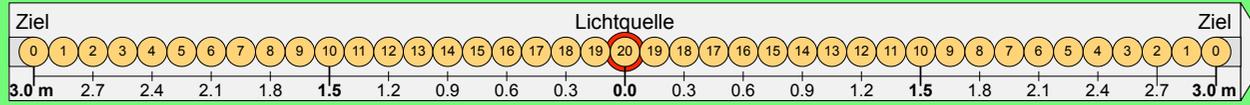
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

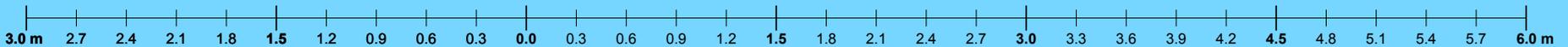
Autor: J. Schwander - 2020

nach
14.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

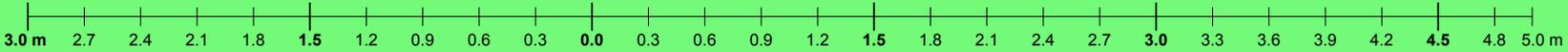
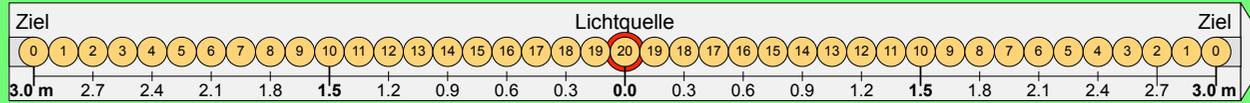
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
15.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

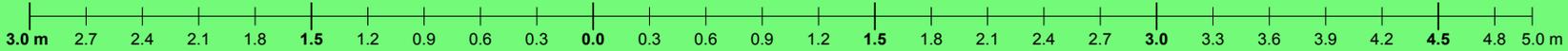
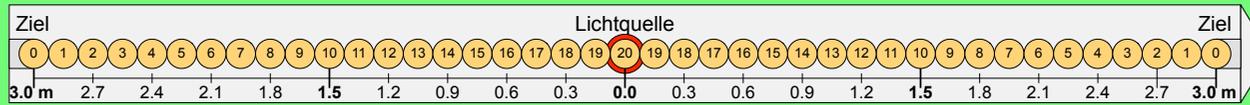
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

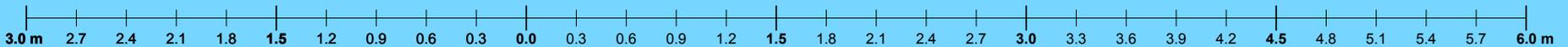
Autor: J. Schwander - 2020

nach
15.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

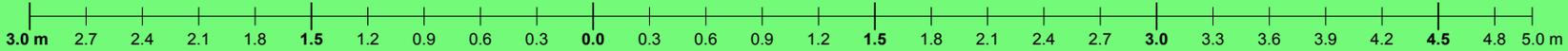
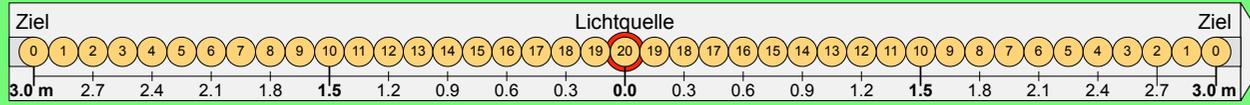
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

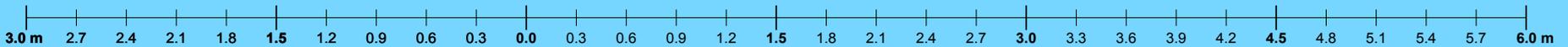
Autor: J. Schwander - 2020

nach
16.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

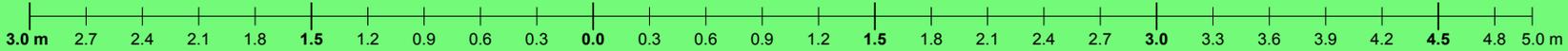
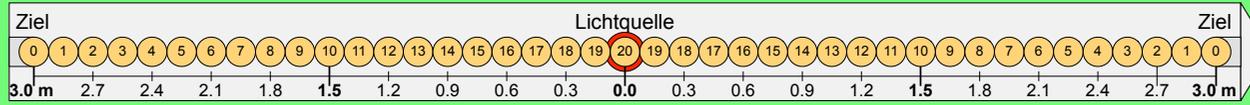
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
16.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

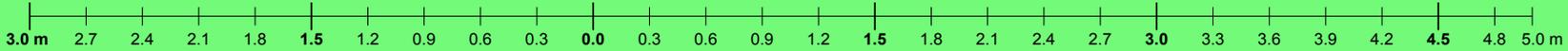
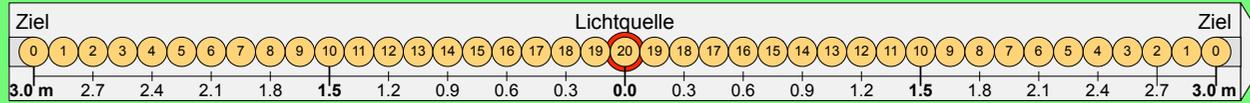
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

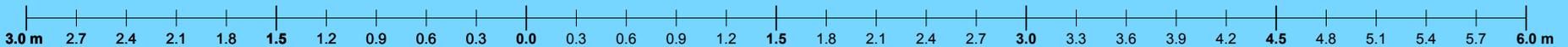
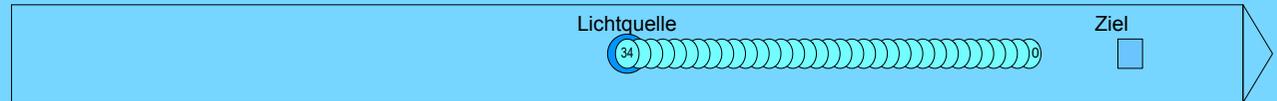
Autor: J. Schwander - 2020

nach
17.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem** (KS 1) des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum** (KS 2) fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem** (BBS), wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

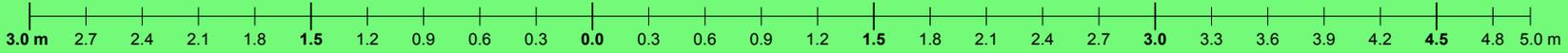
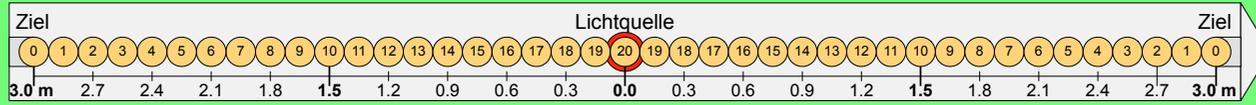
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

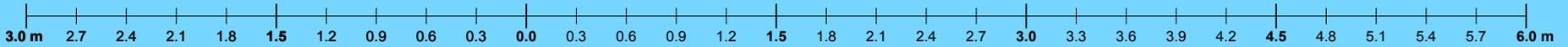
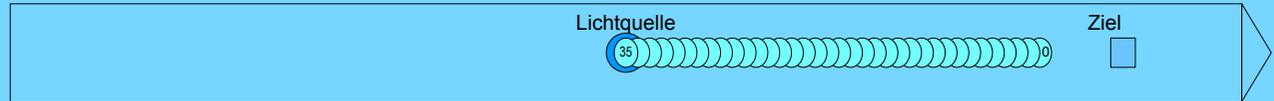
Autor: J. Schwander - 2020

nach
17.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

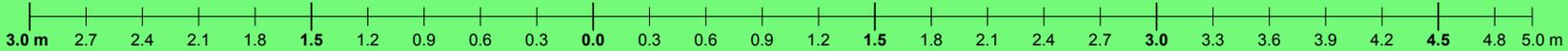
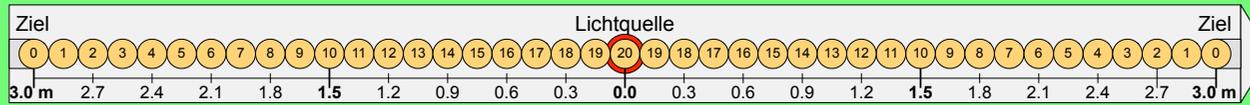
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

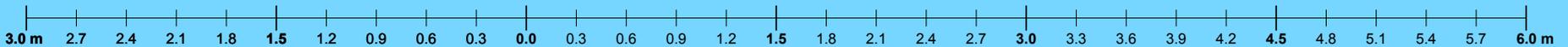
Autor: J. Schwander - 2020

nach
18.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

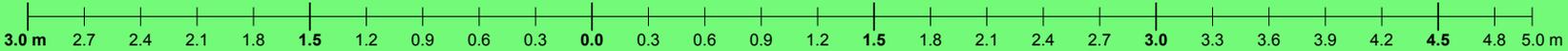
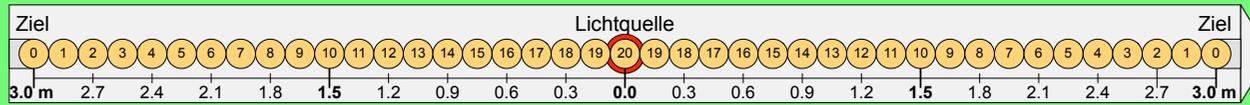
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

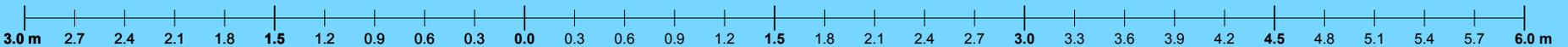
Autor: J. Schwander - 2020

nach
18.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

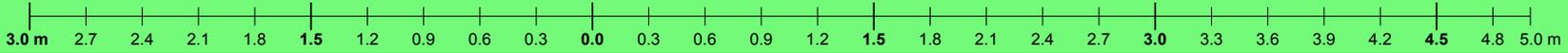
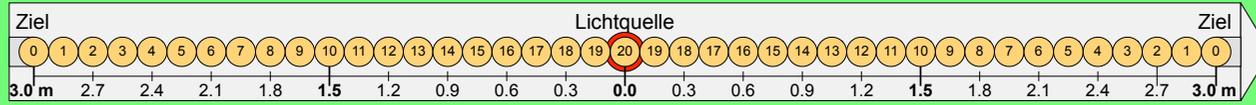
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

Autor: J. Schwander - 2020

nach
19.0 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)

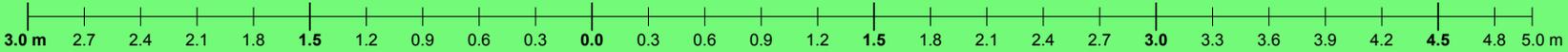
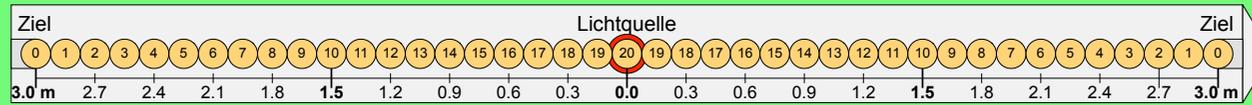
Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen

Externer Beobachter in Ruhe

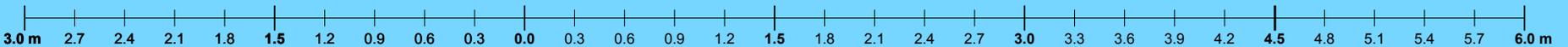
Autor: J. Schwander - 2020

nach
19.5 ns

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



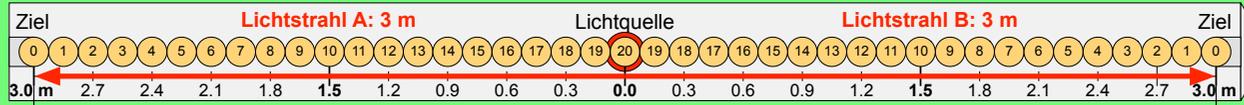
Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt.



Realität versus Relativitätstheorie beim Licht (Raumschiff mit 0.6 c)
 Eine Lichtquelle emittiert Photonen in zwei entgegengesetzte Richtungen
 Externer Beobachter in Ruhe
 Autor: J. Schwander - 2020

nach 20.0 ns
 ns: Nanosekunde

Die Photonen bewegen sich im **Koordinatensystem (KS 1)** des Raumschiffs, das in einem **übergeordneten Raum (KS 2)** fliegt.



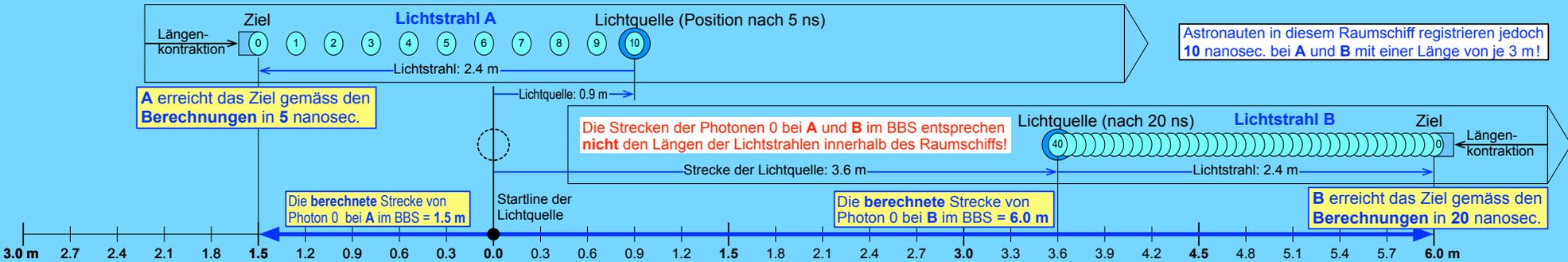
A und B haben das Ziel in 10 nanosec. erreicht.

Resultierende = Positions-Änderung von Photon 0 im KS 2 = 3 m - 1.8 m = 1.2 m

Resultierende = Positions-Änderung von Photon 0 im KS 2 = 3 m + 1.8 m = 4.8 m

KS 2 = Raum, wo sich das Raumschiff bewegt

Die Photonen bewegen sich im **bewegten Bezugssystem (BBS)**, wo es nur **eine** Strecke und **ein** Koordinatensystem gibt. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden die Strahlen A und B separat dargestellt.



Astronauten in diesem Raumschiff registrieren jedoch 10 nanosec. bei A und B mit einer Länge von je 3 m!

A erreicht das Ziel gemäss den Berechnungen in 5 nanosec.

Die Strecken der Photonen 0 bei A und B im BBS entsprechen nicht den Längen der Lichtstrahlen innerhalb des Raumschiffs!

Die berechnete Strecke von Photon 0 bei A im BBS = 1.5 m

Die berechnete Strecke von Photon 0 bei B im BBS = 6.0 m

B erreicht das Ziel gemäss den Berechnungen in 20 nanosec.

Diese Animation zeigt, wie sich das bewegte Bezugssystem (BBS), wo man eine Resultierende für die Objekt-Bewegung hält, auf die Spezielle Relativitätstheorie (SRT) auswirkt.

Experiment: In einem Raumschiff R mit $v = 0.6 c$ emittiert eine Lichtquelle Photonen nach hinten und nach vorne zu je einem Ziel (Detektor), mit dem die Laufzeit bestimmt wird. Die Lichtstrahlen legen je 3 m zurück, wofür sie eine Laufzeit von je 10 nanosec. benötigen => Lichtgeschwindigkeit $c = 0.3 \text{ m/nanosec.}$ Die Astronauten bestätigen diese Daten.
Oben: Ein externer Beobachter registriert je eine **Resultierende** des ersten Photons (Summe der Strecken von Photon und von R) von 1.2 m bzw. 4.8 m ($v = 0.4 c$ bzw. $v = 1.6 c$).
Theorie: Man hält die Geschwindigkeiten der Resultierenden für konstant ($= c$), da man glaubt, sie seien die Bewegungen der Photonen allein; **dies ist der entscheidende Irrtum!** Man **berechnet** gemäss der SRT die Strecke eines Photons von seinem Startpunkt im Raum, wo sich der Beobachter und das Raumschiff befinden, bis zu seinem Ziel (Detektor).
Unten: Diese theoretischen Berechnungen ergeben bei A eine Strecke von 1.5 m und eine Laufzeit von 5 nanosec., bei B eine Strecke von 6 m und eine Laufzeit von 20 nanosec. Die Unterschiede zu oben erklärt man mit einer Zeitdilatation und Längenkontraktion (hier 20 %). Sie wirken sich nur auf die Messstrecke und die Photonen aus, aber nicht auf R; denn für externe Beobachter befinden sich allein die Messstrecke und die Photonen in einem BBS mit **zwei** Bewegungen; R ist dagegen in einem BBS mit **nur einer** Bewegung. Hier ergibt sich keine Resultierende und somit keine falsche Interpretation der Geschwindigkeit, die zum erwähnten Irrtum führt; daher ist hier keine SRT-Berechnung erforderlich. Daraus ergeben sich höchst fragwürdige Konsequenzen: Wie kann sich der Detektor verschieben bzw. die Messstrecke verkürzen, wenn sich die Länge von R nicht verändert? Die Lichtstrahlen befinden sich zwischen der Lichtquelle und dem Ziel; sie starten **nicht vor oder hinter** dieser bzw. die Photonen bewegen sich nicht ausserhalb der Messstrecke! Die Lichtstrahlen A und B messen je 2.4 m. Das 1. Photon benötigt für diese Strecke eine Laufzeit von 5 nanosec. bzw. 20 nanosec. => $v = 1.6 c$ bzw. $v = 0.4 c$, d. h. c ist variabel. Somit widerspricht die SRT der Annahme, dass c konstant ist. Dies gilt nur für die Photonen auf den **berechneten** Strecken im BBS, jedoch nicht für jene im **realen** Raum von R. Ist die SRT somit falsch? Nein, die Berechnungen gemäss A. Einstein sind korrekt. Aber diese Theorie beschreibt nicht Bewegungen in einer realen Wirklichkeit, sondern in einem imaginären, mathematisch basierten System aufgrund von falschen Annahmen. Dies begreift nur, wer den Irrtum beim BBS erkennt und Kenntnisse der Wissenschaftstheorie hat.
Analogie: Die Epizykel-Theorie ist korrekt, aber sie beschreibt nicht die Planetenbahnen im Sonnensystem, sondern die Schleifenbahnen im Hirn eines Beobachters auf der Erde. **Man kann auch Theorien "beweisen", die auf falschen Annahmen beruhen, wenn man die Experimente mit denselben mathematischen Formeln wie bei dieser Theorie auswertet!**

Hier ist das Ende dieser Animation

8) Welche generellen Erkenntnisse ergeben sich aus der Relativitätstheorie?

Aufgrund dieser Ausführungen ergeben sich grundsätzliche **Fragen**. Warum hält man seit dem 18. Jh. am BBS-Konzept fest, das der Logik und der Realität widerspricht, was schon 15-jährige erkennen sollten? Warum hinterfragt man die Wahrnehmung nicht, wenn sie ganz absurde Phänomene erzeugt? Warum erkennt man nicht, dass unterschiedliche Erscheinungsformen bei einem einfachen Vorgang nicht durch diesen, sondern durch die Wahrnehmung der Beobachter bedingt ist? Warum ignoriert man, dass es ein Zirkelschluss ist, wenn man eine Theorie damit beweist, dass man Experimente mit den gleichen Formeln auswertet, auf denen erstere beruht? Warum verlässt man sich stur auf eine Lehrmeinung, wenn eine nur mathematisch basierte Vorstellung durch eine experimentell bewiesene Theorie in einem anderen Fach klar widerlegt wird (Längenkontraktion versus Kristallgitter-Theorie)?

Es ist bedenklich, dass sich sehr viele kontaktierte Wissenschaftler/innen, Parlamentarier/innen und andere akademisch geschulte Menschen weigerten, die einfachen Argumente zum BBS-Konzept zur Kenntnis zu nehmen und sie zu verifizieren oder zu falsifizieren, wie es in der Wissenschaft üblich ist.

Diese Fakten zeigen, dass im Bildungswesen und in der Wissenschaft gravierende Mängel bestehen. Dies wird z. B. auch dadurch bewiesen, dass die Wissenschaft und die Politik den Klimawandel nicht verhindert haben, obwohl seit ca. 1900 der Einfluss von CO₂ auf die Temperatur der Erde bekannt ist. Die Wissenschaft hat zudem viele existenzielle Umweltprobleme erst ermöglicht bzw. mitverursacht!

Die Gründe für diese Mängel liegen u. a. in einer übermässigen Spezialisierung, die das Erkennen von grösseren Zusammenhängen sowie eine fächerübergreifende Gesamtsicht verhindert. Die Folge ist eine monokausale und reduktionistische Denkweise, die schon in den Gymnasien durch die (zu) stark spezialisierten Lehrkräfte Einzug hält; dieser rückgekoppelte Regelkreis ist schwer zu durchbrechen. **Daher ist eine Bildungswende notwendig, die zu einer vernetzten und ganzheitlichen Denkweise führt.**

Dies erreicht man, indem man eine möglichst universelle Ausbildung anstrebt, gekoppelt mit praktischer Erfahrung, die einer Theorien-Gläubigkeit entgegenwirkt. Die Spezialisierung sollte nicht zu früh erfolgen und macht nur Sinn, wenn das Fachwissen in einem übergeordneten Rahmen verankert ist. Zudem ist eine unangemessene Arroganz von Spezialisten zu eliminieren, die sich für unfehlbar halten. Nur so ist die Wissenschaft in der Lage, einen Beitrag zur Lösung unserer Umweltprobleme zu leisten.

Diese Erkenntnisse sind viel wichtiger als jene über die SRT, die man nicht widerlegen, aber auch nicht wirklich beweisen kann; denn man erreicht die erforderlichen Geschwindigkeiten für eine Überprüfung (ohne Mathematik!) nicht. Die SRT hat auf das tägliche Leben kaum einen Einfluss. Dies ist vergleichbar mit der Frage vor 400 Jahren, ob die Planeten um die Erde oder um die Sonne kreisen. Was ausserhalb unserer Erde passiert, ist wenig relevant bzw. wir haben keinen Einfluss darauf. Die immensen Summen, die wir für die entsprechende Forschung ausgeben, können wir uns ersparen. Die Wissenschaft sollte viel mehr dafür sorgen, dass wir unsere Lebensgrundlagen nicht zerstören. **Wenn der Mensch das grösste Artensterben der Erdgeschichte verursacht (schätzungsweise sterben pro Tag rund 100 Arten aus!) und die Wissenschaft immer noch nicht begriffen hat, welches die tieferliegenden Ursachen sind, dann hat diese (und die Politik) einen gefährlichen Irrweg eingeschlagen.**

Die SRT und die Ausführungen in den letzten zwei Absätzen versteht man nur, wenn man kritisch und völlig frei denkt und sich nicht von vorgegebenen Meinungen leiten lässt. Der Mensch ist bestrebt, die Welt, in der er lebt, erklären zu können. Früher machte er dies primär mit dem Glauben an Gott. Infolge der Aufklärung haben viele Menschen diesen durch den Glauben an die Wissenschaft ersetzt. Aber wie dieser Bericht zeigt, ist diese nicht immer näher an der Wahrheit, v. a. wenn man den Glauben an die Bibel nur durch jenen an die Mathematik ersetzt; denn beide wurden von Menschen geschaffen. Wenn sich Wissenschaftler/innen weigern, über neue Erkenntnisse zu diskutieren und diese zu beurteilen, dann ist dies der Beweis, dass es sich hier um einen Glauben und nicht um eine Wissenschaft handelt; denn ihre primäre Aufgabe besteht darin, Wissen zu generieren und die "Wahrheit" zu finden.

Dies geschieht nicht, indem man unbeirrt an seiner Meinung festhält, sondern durch eine kritische Auseinandersetzung mit neuen Argumenten. Nur aufgrund der Dialektik, bei der sich These und Antithese abwechseln, kommt man der Wahrheit näher bzw. kann man die Geheimnisse der Natur lüften. Wenn sich Wissenschaftler/innen weigern, eine Lehrmeinung in Frage zu stellen und eine neue These nicht zur Kenntnis nehmen bzw. nicht imstande oder gewillt sind, einfache Argumente zu verifizieren oder zu falsifizieren, dann besteht ein Handlungsbedarf. In diesem Sinne **hofft der Autor, dass dieser Bericht von Laien gelesen wird und eine öffentliche Diskussion über die Mängel im Bildungssystem und in der Wissenschaft erfolgt.** Dies ist im Interesse der kommenden Generationen, die sich an den gravierenden Fehlern, die in Wissenschaft und Politik gemacht werden, die Zähne ausbeissen werden.

Dieses Gleichungssystem wird gelöst durch den folgenden Ansatz:

$$L_{33} = L_{00} = \cosh \chi, \\ L_{30} = L_{03} = -\sinh \chi.$$

Die Vorzeichenwillkür in der letzten Zeile wird später durch die Forderung aufgehoben, dass für $v \ll c$ die Lorentz- in die Galilei-Transformation übergehen muss! Wir haben damit als Zwischenergebnis:

$$L \equiv \begin{pmatrix} \cosh \chi & 0 & 0 & -\sinh \chi \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\sinh \chi & 0 & 0 & \cosh \chi \end{pmatrix}.$$

Um schließlich auch χ festzulegen, betrachten wir die Bewegung des Ursprungs von Σ' . Von Σ aus gesehen gilt für diese:

$$x^3 = vt = \frac{v}{c} x^0.$$

Dies ergibt den folgenden Zusammenhang:

$$0 = \tilde{x}^3 = \cosh \chi x^3 - \sinh \chi x^0 = x^0 \left(\frac{v}{c} \cosh \chi - \sinh \chi \right) \\ \Rightarrow \tanh \chi = \frac{v}{c}.$$

Mit

$$\cosh \chi = \frac{1}{\sqrt{1 - \tanh^2 \chi}} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

und

$$\sinh \chi = \cosh \chi \tanh \chi = \frac{v/c}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

sowie den üblichen Abkürzungen,

$$\beta = \frac{v}{c}; \quad \gamma = \gamma(v) = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

lautet schließlich die

Matrix der Speziellen Lorentz-Transformation

$$L \equiv \begin{pmatrix} \gamma & 0 & 0 & -\beta\gamma \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma \end{pmatrix}.$$

Äquivalente Resultate müssen sich ergeben, wenn wir von Σ_1 nach Σ_3 über Σ_2 wechseln:

$$\Sigma_1 \rightarrow \Sigma_2 \rightarrow \Sigma_3:$$

$$x_3^\mu = (\tilde{L}_2 \tilde{L}_1) x_1^\mu, \\ \tilde{L}_2 \tilde{L}_1 = \begin{pmatrix} \gamma_2 & 0 & 0 & -\beta_2 \gamma_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\beta_2 \gamma_2 & 0 & 0 & \gamma_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \gamma_1 & 0 & 0 & -\beta_1 \gamma_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\beta_1 \gamma_1 & 0 & 0 & \gamma_1 \end{pmatrix} = * \\ = \begin{pmatrix} \gamma_1 \gamma_2 (1 + \beta_1 \beta_2) & 0 & 0 & -\gamma_1 \gamma_2 (\beta_1 + \beta_2) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\gamma_1 \gamma_2 (\beta_1 + \beta_2) & 0 & 0 & \gamma_1 \gamma_2 (1 + \beta_1 \beta_2) \end{pmatrix}. \quad (1.32)$$

Der Vergleich von (1.31) und (1.32) führt zu

$$\gamma_3 = \gamma_1 \gamma_2 (1 + \beta_1 \beta_2), \\ \beta_3 \gamma_3 = \gamma_1 \gamma_2 (\beta_1 + \beta_2).$$

Daraus folgt das Additionstheorem für die Relativgeschwindigkeiten:

$$\beta_3 = \frac{\beta_1 + \beta_2}{1 + \beta_1 \beta_2}. \quad (1.33)$$

Damit ist auf jeden Fall $\beta_3 = (v_3/c) < 1$, falls $\beta_1, \beta_2 < 1$ sind. Dies liest man direkt an (1.33) ab:

$$1 - \beta_3 = \frac{(1 - \beta_1)(1 - \beta_2)}{1 + \beta_1 \beta_2} > 0. \quad (1.34)$$

c bleibt also auf jeden Fall Grenzggeschwindigkeit! Wir diskutieren noch zwei Spezialfälle:

1. $v_1 = v_2 = 1/2 c$:
In diesem Fall ist $\beta_1 = \beta_2 = 1/2$ und damit $\beta_3 = 4/5$:

$$v_3 = \frac{4}{5} c \neq v_1 + v_2.$$

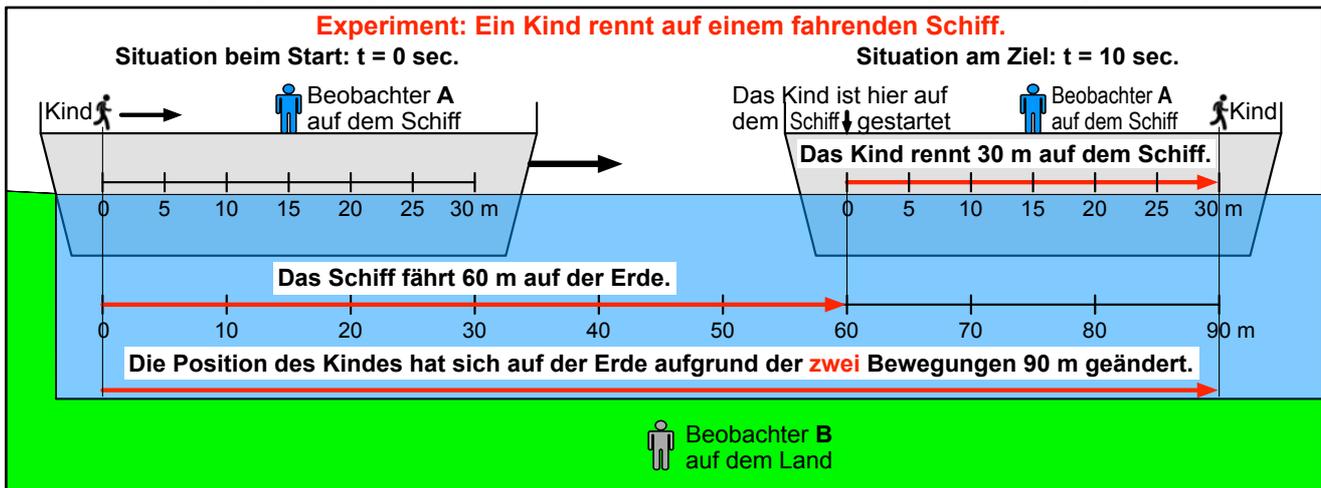
* Rechenbeispiel:

$$(1.17) \quad \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 6 \\ 2 & 3 & 3 & -1 \\ 4 & 5 & 6 & 2 \\ 3 & 4 & 5 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -6 & 2 & -3 & 0 & 1 & (-1) & 2 & -2 & 3 & (-3) \\ 4 & 6 & 5 & 3 & 6 & 0 & 4 & (-1) & 5 & 2 & 6 & (-3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 & -6 \\ 39 & -12 \end{pmatrix}$$

Anhang 2: Eine kurze Analyse des Konzepts des bewegten Bezugssystems (BBS)

Mit dem BBS werden Bewegungen abstrakt beschrieben bzw. mathematisch dargestellt.

Grundlagen: Die beobachtete Bewegung des Kindes erfolgt im Schiff => dieses ist der primäre Raum. Das Schiff, das gleichzeitig fährt, ist ein autonomer Teil der Erde => diese ist der übergeordnete Raum. Im BBS werden diese Räume ignoriert; die Bewegung des Schiffs gibt es nicht, nur jene des Kindes. Eine Bewegung erfolgt in einem **realen Raum**, bei diesem Konzept in einem **imaginären Konstrukt**. Sie ist nur in jenem Raum möglich, wo ein Kontakt zwischen dem Objekt und diesem Raum besteht. Das Objekt (Kind) kann sich *nicht selber* im Raum der Erde bewegen, da kein direkter Kontakt besteht. Die Bewegung im Schiff ist ein ganz anderer Vorgang als jener, den **B** im Raum der Erde registriert. Im Schiff erfolgt a) eine **Bewegung**, im Raum der Erde findet dagegen b) eine **Positions-Änderung** statt. Die Strecke des Kindes bei a) ist fix 30 m; jene bei b) ist davon abhängig, wie sich das Schiff bewegt. Beachte: Bewegungen erfolgen im primären Raum, Positions-Änderungen im übergeordneten Raum



Realität: Zwei Vorgänge: a) eine **Bewegung**, b) eine **Positions-Änderung** infolge von 2 Bewegungen. Auf dem **Schiff** bewegt sich das Kind 30 m, seine **Position auf der Erde** verändert sich dagegen 90 m. Dies entspricht der sog. **Resultierenden**, d. h. der Summe der Strecken des Kindes und des Schiffs. Beobachter **A** auf dem Schiff und **B** auf dem Land registrieren unterschiedliche Strecken des Kindes. Dieser Unterschied ist durch die Bewegung des Schiffs bedingt, nicht durch das BBS oder das Kind! Es gibt auch eine Positions-Änderung des Kindes, wenn es auf dem Schiff in Ruhe ist, da dieses fährt.

Wahrnehmung: Beobachter **A** registriert eine Strecke des Kindes von 30 m, was dieses bestätigt. **B** registriert aber eine Strecke von 90 m, die er für die alleinige Bewegung des Kindes hält. Warum? Unser Hirn registriert bei überlagerten Bewegungen (hier von Kind und Schiff) deren Resultierende. Grund: Das Hirn erfasst pro sec. ca. 50 Positionen des Objekts und generiert daraus eine Bewegung. Der Beobachter konzentriert sich nur auf das Kind und blendet das Schiff und dessen Bewegung aus. Das Hirn weiss nicht, wer sich bewegt: Kind oder Beobachter; dieses Relativitätsprinzip ist trügerisch! Fährt letzterer mit dem Schiff, registriert er ein Objekt an Land in Bewegung, obwohl es in Ruhe ist. ←

Theorie: Die Bewegung eines Objekts könne nur **relativ** zu einem Bezugssystem beschrieben werden. Die Beschreibung ist nur bzgl. eines **realen Raums** korrekt, bei einer Relativbewegung ist sie falsch! Die Bewegung des primären Raums (Schiff) oder ggf. des Beobachters wird im BBS völlig ignoriert. Die Berechnungen sind richtig, beschreiben aber **nicht** die Bewegung des Objekts in seinem Raum. Gemäss Theorie bewegt *sich* das Kind (selber) im BBS von **A** 30 m, im BBS von **B** gleichzeitig 90 m. Dies widerspricht der Realität und der Logik; das Kind kann nicht *gleichzeitig* 30 m und 90 m rennen.

These: Das BBS-Konzept beschreibt die **Wahrnehmung** des Beobachters, nicht reale Bewegungen. Die Berechnungen sind richtig, aber man hält die Resultierende von *zwei* Strecken für *eine* Bewegung. Die **imaginären** Bezugssysteme haben keine **reale** Grundlage und beruhen auf falschen Annahmen. Man kann jedoch reale Räume mathematisch mit abstrakten Koordinatensystemen (KS) beschreiben. Im KS des **Schiffs** bewegt sich z. B. das Kind 30 m, seine Position ändert aber im KS der **Erde** 90 m.

Die obige Skizze zeigt ohne Zweifel, dass sich hier nichts und niemand 90 m bewegt. Diese Strecke ist die Positions-Änderung des Kindes aufgrund von zwei Bewegungen bzw. die Resultierende der Bewegungen von Kind (30 m) und Schiff (60 m). Diese Bewegungen finden in realen Räumen statt (Schiff und Erde), nicht in imaginären Bezugssystemen. Es ist unmöglich, die Bewegung des Kindes realitätsgerecht zu beschreiben, wenn jene des Schiffs ignoriert wird. Es ist unverständlich, dass man beim BBS die Resultierende (Summe) von zwei Strecken für die Bewegung des Kindes allein hält.

Anhang 3: Wie betreibt man Wissenschaft: Mit Mathematik oder durch Neugier und kritische Fragen?
Bild oben: Berechnungen an einer Wand am CERN - Bild unten: Ein/e kritische/r Wissenschaftler/in

