

### Ein Unterrichtsmodul für das Fach Physik

Entwickelt von Dirk Grigoleit, Petra Kalähne, Anja Michaelis, René Cerajewski und Steffen Tschakert



Bild: „Messung Polizei 2“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

## Inhaltsverzeichnis

Seite

### Abschnitt 1: Hinweise für den Lehrer

3

- Einleitung 3
- Wortfeld zur Unterrichtseinheit 4

### Abschnitt 2: Einführung in das Thema

5

- Motivation: „Vom Blitzer erwischt ...“ 5
- Einstiegsübung 1 – Geschwindigkeitsvergleiche überprüfen 6
- Einstiegsübung 2 – Messgeräte zuordnen 8
- Einstiegsübung 3 – Geschwindigkeiten zuordnen 10
- Einstiegsübung 4 – Geschwindigkeiten umrechnen 12
- Einstiegsübung 5 – Bewegungsarten zuordnen 14
- Wie misst die Polizei Geschwindigkeiten von Verkehrsteilnehmern? 16
- Häufig verwendete Messgeräte der Polizei und die Lernstationen in Abschnitt 3 17
- Glossar 23

### Abschnitt 3: Lernstationen

24

- **Lernstation 1:** Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken 24
  - Experiment
  - Hinweise für den Lehrer
- **Lernstation 2:** Weg- und Zeitmessung 27
  - Experiment
  - Hinweise für den Lehrer
- **Lernstation 3:** Geschwindigkeitsmessung mit Ultraschall 30
  - Experiment
- **Lernstation 4:** Videoanalyse 33
  - Beschreibung der Vorgehensweise zur Videoanalyse – Programm: „VideoAnalyzer“

### Abschnitt 4: Expertenaufträge

41

### Quellen

44



## Abschnitt 1: Hinweise für den Lehrer

### Einleitung

Ziel des vorliegenden Unterrichtsmoduls soll keinesfalls eine erschöpfende Behandlung des im Rahmenlehrplan ausgewiesenen Themas „Gleichförmige und beschleunigte Bewegungen“ sein, sondern es soll anhand von Schülerversuchen und Schüleraufgaben vertiefend zur Messung von Geschwindigkeiten gearbeitet werden. Inhaltlich wird auf die Deutung von Bewegungen mithilfe von  $s(t)$ -,  $v(t)$ - und  $s(v)$ -Diagrammen und auf die Beschreibung von Bewegungen mit den Größen Geschwindigkeit und Beschleunigung eingegangen. Insbesondere gilt es zu beachten, dass die Begriffe „geradlinige gleichförmige Bewegung“ und „geradlinige gleichmäßig beschleunigte Bewegung“ und die entsprechenden grundlegenden Gesetzmäßigkeiten vorausgesetzt werden.

Es wurde bewusst auf eine Abstufung der Versuchsanleitungen und Aufgaben hinsichtlich der im Rahmenlehrplan ausgewiesenen Kompetenzstufen verzichtet. Es obliegt der jeweiligen Lehrkraft das vorliegende Material an die entsprechenden Lerngruppen anzupassen. Dies gilt insbesondere hinsichtlich inklusiver Kriterien. Das vorliegende Material kann als Grundlage für Projekttag oder für eine Gruppenarbeit im regulären Unterricht dienen.

Im vorliegenden Material wird versucht, die verschiedenen Möglichkeiten zur Bestimmung der Geschwindigkeit von Fahrzeugen durch die Polizei abzubilden. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Anknüpfung der Schülerversuche an die dabei verwendeten relativ komplexen technischen Verfahren dar. Hierbei mussten zahlreiche didaktische Reduktionen vorgenommen werden. Der verwendete Kontext dient der Motivation, um verschiedene Versuche zur Geschwindigkeitsmessung durchzuführen, auszuwerten und diese durch Fehlerbetrachtungen zu bewerten. Hierbei wird besonders auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich des Beobachtens, Vergleichens und Ordnen abgezielt. Durch die Durchführung von vier Versuchen zu einem übergeordneten Thema wird ein interessanter Ansatz zur Vertiefung der Kompetenzen hinsichtlich der Bearbeitung einer naturwissenschaftlichen Fragestellung verfolgt. Bei der Auswertung dieser Versuche finden zahlreiche mathematische Elemente Verwendung.

Der gewählte Kontext „Geschwindigkeitsmessung im Straßenverkehr“ ist natürlich bestens geeignet, um einen entscheidenden Beitrag zur fachübergreifenden Kompetenzentwicklung der „Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung“ zu leisten. Insbesondere in den Übungen und Texten wird darauf Bezug genommen. Im Zusammenhang mit den oftmals sehr emotional wahrgenommenen Geschwindigkeitsmessungen durch die Polizei, ergeben sich aber darüber hinaus auch zahlreiche motivierende Aspekte.

In den „Einstiegsaufgaben“ wird durch die Verknüpfung alltagssprachlicher Formulierungen und deren Überleitung in bildungssprachliche Formulierungen eine erhöhte „Bewusstheit“ über Fachbegriffe und fachsprachliche Formulierungen angestrebt. Aber den Anforderungen des „Basiscurriculum Sprachbildung“ soll nicht nur in den „Einstiegsaufgaben“ Rechnung getragen werden. Bei den umfangreichen Vorgaben zu den Versuchen und Versuchsauswertungen müssen die Schülerinnen und Schüler zahlreiche Informationen in Texten verstehen und zweckgerichtet nutzen.

Ein weiterer Schwerpunkt stellt die Beachtung der Anforderungen des „Basiscurriculums Medienbildung“ dar. Die Schülerinnen und Schüler werden ermuntert sich nicht nur durch vorgegebene Texte zu informieren, sondern sich zusätzliche Informationen über Weblinks zu beschaffen. Ein eigens erstelltes Videotutorial zur „Lernstation 4“ soll Hilfestellung bei der korrekten Bedienung der relativ komplexen Software zur Videoanalyse geben. Außerdem produzieren die Schülerinnen und Schüler in einem planvollen Prozess, durch die Verwendung entsprechender Hard- und Software, zur Problemlösung dienende Wertetabellen und Diagramme.



### Wortfeld zur Unterrichtseinheit

Ein **Wortfeld** ist allgemein eine Menge von Wörtern aus einem Sachgebiet, deren Bedeutungen voneinander abhängen. Sie lassen sich im Zusammenhang miteinander viel besser einprägen als isolierte, einzelne Wörter oder Redewendungen.

Auf unsere **Unterrichtseinheit** bezogen, sind es die sinnverwandten Wörter der Fachsprache zum Thema Bewegungen. Diese werden von den Schülerinnen und Schülern während der gesamten Unterrichtseinheit in vielfältigen Situationen benutzt und so in den eigenen Sprachgebrauch übernommen.

<b>Nomen</b>
-r Körper; -e Geschwindigkeit; -e Zeit; -r Weg; -s Diagramm; -e Bewegung; -e Stoppuhr; -s Lineal; -r Maßstab; -e Durchschnittsgeschwindigkeit; -r Tachometer; -e Ruhe; -r Abstand; -e Lage; -e Kilometer; -e Stunde; -e Auswertung; -e Bewegungsart; -r Abschnitt; -r Mittelwert; -r Graph; -e Gerade; -e Momentangeschwindigkeit; -e Augenblicksgeschwindigkeit; -e Berechnung;
<b>Verben</b>
bewegen; messen; berechnen; zurücklegen; benötigen; auswerten; ändern; halten; stoppen; fahren; durchfahren; ablesen; markieren; diskutieren;
<b>Adjektive</b>
schnell; langsam; geradlinig; gleichmäßig; gleichförmig; ungleichförmig; länger; kürzer; gleich; unterschiedlich; größer; klein; jeder; relativ; gleichbleibend; gerichtet; verschieden; gesamt; beschleunigt

Welche Wörter für eine bestimmte Lerngruppe wichtig sind, muss die Lehrkraft im Vorfeld der Unterrichtseinheit recherchieren.

## Abschnitt 2: Einführung in das Thema

### Motivation: „Vom Blitzer erwischt ...“

Beim Abendessen schimpft Papa: „Ich hatte einen stressigen Tag und wollte endlich nach Hause. Da liegt die Polizei auf der Lauer und erwischt mich mitten in voller Fahrt.“  
Mama lächelt – daher die schlechte Laune!

„In der Kita haben wir gelernt, dass die Polizei besonders an Gefahrenstellen die Geschwindigkeiten kontrolliert, um für Sicherheit zu sorgen“, erklärt Emma.

„Manche Autofahrer achten gar nicht auf Kinder. Bei erhöhter Geschwindigkeit verlängert sich schließlich auch der Anhalteweg“, unterstützt sie Paul.

Papa erblasst bei der Frage, wie es wohl wäre, wenn ein Kind angefahren würde. „Um Himmelswillen! Das darf nie passieren.“

Es war das Jahr 1959, als in Deutschland erstmals die Geschwindigkeit auf den Straßen mittels technischer Mittel überwacht und sanktioniert wurde. Seitdem werden mobile und auch feste „Blitzer“ vielerorts eingesetzt. Als Deutschland mit der Überwachung der Geschwindigkeit auf den Straßen begann, bedienten sich die Behörden der Radartechnik. Auch heute benutzt man zur Geschwindigkeitsüberwachung noch die Radartechnik, allerdings sind inzwischen auch zahlreiche Geräte im Einsatz, welche die Geschwindigkeit mit anderen Technologien messen. Die Geschwindigkeitsmessgeräte befinden sich entweder in einem Auto oder sind an einem Stativ am Fahrbahnrand befestigt.

In einer bundesweiten Aktion wurden im Herbst 2014 an 7500 Stellen die Autofahrer beim Blitzermarathon kontrolliert. Nach 24 Stunden war die Aktion beendet. Die breite Masse der Autofahrer hielt sich an die Vorschriften, wer aber zu kräftig auf die Pedale trat, wurde „geblitzt“ oder „gelasert“.

Nachdem eine Geschwindigkeitsüberschreitung festgestellt wurde folgt ein Bußgeldbescheid, meistens mit einem Beweisfoto. Bei größeren Geschwindigkeitsüberschreitungen erfolgt außerdem auch ein Eintrag in das Verkehrszentralregister in Flensburg.

### Weitere Informationen:

<http://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/blitzer.php5>

(Stand: 13.10.2016)

<http://www.berliner-zeitung.de/berlin/polizei/blitzer-marathon-in-berlin-polizei-eroeffnet-jagd-auf-raser-427006>

(Stand: 13.10.2016)



## Einstiegsübung 1 – Geschwindigkeitsvergleiche überprüfen

Sabine und Peter wollen beim nächsten Klassenausflug ein kleines Quiz zu Geschwindigkeiten verschiedener Körper mit ihrer Klasse durchführen. Dafür haben sie sich die Geschwindigkeiten aus dem Internet herausgesucht (siehe folgende Tabelle) und dann unterschiedliche Aussagen aufgeschrieben.

Körper (Gegenstand, Tier, ...)	Geschwindigkeit
-e Schnecke	0,01 m/s
-s Rennpferd	25 m/s
-e Schwalbe	35 m/s
-r Orkan (Windstärke 12)	40 m/s
-r Schall in der Luft	330 m/s
-r Fußgänger	4 km/h
-r Radfahrer	15 km/h
-s Handelsschiff	40 km/h
-r Schnellzug	120 km/h
-r Superexpress auf einer Teststrecke	500 km/h
-s Passagierflugzeug (Reisegeschwindigkeit)	900 km/h
-s Raumschiff beim Flug um die Erde	8 km/s
-e Erde auf der Bahn um die Sonne	30 km/s
-s Licht	300 000 km/s

Aufgabe: Überprüfe, ob die Aussagen richtig oder falsch sind und berichtige sie gegebenenfalls!

Aussage	richtig	falsch
Ein Handelsschiff bewegt sich genauso schnell wie ein Orkan.		
Drei Fußgänger bewegen sich genauso schnell wie ein Radfahrer.		
Der Superexpress ist ca. viermal so schnell wie der Schnellzug.		
Ein Rennpferd braucht für eine Runde auf einer Rennbahn (mit einer Länge von 1600 m) 32 s.		
Eine Schnecke benötigt für 100 m einen halben Tag.		
Ein Raumschiff fliegt schneller als der Schall in Luft.		
Eine Schwalbe fliegt schneller als ein Handelsschiff auf den Ozean schwimmt.		

**Lösung:**

Aussage	richtig	falsch
Ein Handelsschiff bewegt sich genauso schnell wie ein Orkan. Ein Handelsschiff bewegt sich langsamer als ein Orkan.		X
Drei Fußgänger bewegen sich genauso schnell wie ein Radfahrer. Der Radfahrer bewegt sich dreimal so schnell wie ein Fußgänger.		X
Der Superexpress ist ca. viermal so schnell wie der Schnellzug.	X	
Ein Rennpferd braucht für eine Stadionrunde ca. 32 Sekunden. Das Rennpferd benötigt 64 s.		X
Eine Schnecke benötigt für 100 m einen halben Tag. Eine Schnecke benötigt für 100 m ca. 2,7 h.		X
Ein Raumschiff fliegt schneller als der Schall in Luft.	X	
Eine Schwalbe fliegt schneller als ein Handelsschiff auf den Ozean schwimmt.	X	



## Einstiegsübung 2 – Messgeräte zuordnen

- a) Max hilft seinem Physiklehrer Herrn Maier die Physiksammlung aufzuräumen. Er soll die verschiedenen Weg- und Zeitmessgeräte ordentlich in Kästen packen. Kannst du ihm dabei helfen?

Schreibe die Namen der Messgeräte an die richtige Stelle.



Bild: „Messgeräte – Einstiegsübung 2“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

1.	7.
2.	8.
3.	9.
4.	10.
5.	11.
6.	12.

- b) Markiere alle Messgeräte mit einer Farbe, mit denen die gleiche physikalische Größe gemessen werden kann.  
 c) Ordne nun die Messgeräte einem der folgenden Messungen zu. Achte dabei auf die Genauigkeit, die beim Messen erreicht werden kann.

Art der Messung	Messgeräte
den Schulhof vermessen	
die Dicke verschiedener Schrauben ausmessen	
Rundenzeiten auf dem Sportplatz bestimmen	
die Dauer rollender Kugeln bestimmen	

- d) Was könntest du mit den übrig gebliebenen Messgeräten ausmessen?





**Lösung:**

- a) Max hilft seinem Physiklehrer Herrn Maier die Physiksammlung aufzuräumen. Er soll die verschiedenen Weg- und Zeitmessgeräte ordentlich in Kästen packen. Kannst du ihm dabei helfen?

Schreibe die Namen der Messgeräte an die richtige Stelle.



Bild: „Messgeräte – Einstiegsübung 2“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

1. -s Sportplatz-Maßband	7. -r Gliedermaßstab
2. -e große Demonstrationsstoppuhr	8. -r Messschieber
3. -e digitale Stoppuhr	9. -s Geodreieck
4. -s Metermaß	10. -s Lineal
5. -s Tafellineal	11. -e Digitaluhr
6. -e analoge Stoppuhr	12. -e Laser-Entfernungsmesser

- b) Markiere alle Messgeräte mit einer Farbe, mit denen die gleiche physikalische Größe gemessen werden kann.
- c) Ordne nun die Messgeräte einem der folgenden Messungen zu. Achte dabei auf die Genauigkeit, die beim Messen erreicht werden kann.

Art der Messung	Messgeräte
den Schulhof vermessen	-s Sportplatz-maßband; -s Tafellineal; -s Metermaß; -r Gliedermaßstab; -r Laser-Entfernungsmesser
die Dicke verschiedener Schrauben ausmessen	-r Messschieber
Rundenzeiten auf dem Sportplatz bestimmen	-e große Demonstrationsstoppuhr; -e analoge Stoppuhr; -e digitale Stoppuhr;
die Dauer einen rollenden Kugel bestimmen	-e analoge Stoppuhr; -e digitale Stoppuhr







- d) Was könntest du mit den übrig gebliebenen Messgeräten ausmessen?

### Einstiegsübung 3 – Geschwindigkeiten zuordnen

Katrin hat für einen Vortrag verschiedene Lebewesen und Objekte mit ihren jeweiligen Geschwindigkeiten aus dem Internet herausgesucht. Sie möchte herausfinden, welches Tier sich am schnellsten bewegt und welches Objekt am langsamsten vorankommt. Doch irgendwie sind ihr ihre Aufzeichnungen durcheinander geraten.


#### Aufgabe:

Ordne die verschiedenen Geschwindigkeitsangaben den Lebewesen und Objekten zu und finde so heraus, welches Lebewesen sich am schnellsten bewegt und welches Objekt am langsamsten vorankommt. Achte dabei auf gleiche Einheiten und rechne gegebenenfalls die Einheiten ineinander um.

 ein Fußgänger	15 km/ h	 ein Auto in Wohngebieten	70 km/ h
 ein Radfahrer	100 km/ h	 ein Regionalzug	0,01 m/ s
 eine Schnecke	120 km/ h	 ein Snowboarder	30 km/ h
 ein Vogel	4 km/ h	 ein Skifahrer	60 km/ h

Alle Icons: „pixabay.com“, [CC0 1.0](#)

Lösung:

 ein Fußgänger	$4 \text{ km/h}$	 ein Auto in Wohngebieten	$30 \text{ km/h}$
 ein Radfahrer	$15 \text{ km/h}$	 ein Regionalzug	$120 \text{ km/h}$
 eine Schnecke	$0,01 \text{ m/s}$	 ein Snowboarder	$70 \text{ km/h}$
 ein Vogel	$100 \text{ km/h}$	 ein Skifahrer	$60 \text{ km/h}$

Alle Ikonen: „pixabay.com“, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Autoren und Quellen der Ikonen:

- 1) Ciker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/de/fu%C3%9Fg%C3%A4nger-cross-walk-stra%C3%9Fe-310304/>, Stand: 13.10.2016, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 2) Ciker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/de/auto-pkw-klein-automobil-fahrzeug-295484/>, Stand: 13.10.2016, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 3) Ciker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/de/radfahrer-fahrrad-biker-zyklus-32764/>, Stand: 13.10.2016, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 4) OpenClipart-Vectors, <https://pixabay.com/de/zug-transit-transport-eisenbahn-148650/>, Stand: 13.10.2016, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 5) OpenClipart-Vectors, <https://pixabay.com/de/weinrebe-schnecke-r%C3%B6mische-schnecke-153781/>, (Stand: 13.10.2016), [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 6) OpenClipart-Vectors, <https://pixabay.com/de/snowboarden-boarder-skifahren-151835/>, (Stand: 13.10.2016), [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 7) Kaz, <https://pixabay.com/de/kr%C3%A4he-vogel-tier-schwarz-220329/>, Stand: 13.10.2016, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
- 8) Ciker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/de/skifahrer-silhouette-ski-eis-sport-34973/>, Stand: 13.10.2016, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Einstiegsübung 4 – Geschwindigkeiten umrechnen

Karl möchte genau wissen, ob er mit seinem Skateboard genauso schnell wie mit seinem Fahrrad einen Weg von 100 m fahren kann. An seinem Fahrrad befindet sich ein Tachometer, der ihm die Geschwindigkeit von 15 km/h bei einer Strecke 100 m angezeigt hat. Er fährt die gleiche Strecke mit dem Skateboard in 30 Sekunden ab.

Durch die folgenden Aufgaben sollen die beiden Geschwindigkeiten miteinander verglichen werden.

- a) Vervollständige die folgende Tabelle mit Angaben aus dem Text und berechne, welche Zeit Karl mit seinem Fahrrad für die 100 m gebraucht hat.

I. Karl fährt mit dem Fahrrad:

Start		Geschwindigkeit: 15 km/ h
Zeit: 0 s		
Weg: 0 m		

Ikon: „Fahrradfahrer 2“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

	Weg	Zeit	
	15 km	1 h	↓ • 60
↓ • 1000	km	min	
↓ : 150	m	min	↓ : 150
↓ • 60	m	min	↓ • 60
	m	s	

II. Daraus ergibt sich für Karl's Fahrt mit dem Fahrrad:

Ziel		Geschwindigkeit: 15 km/ h
Zeit:		
Weg:		

Ikon: „Fahrradfahrer 2“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

- b) Berechne nun die Geschwindigkeit von Karl auf dem Skateboard.

Ziel		Geschwindigkeit:
Zeit: 30 s		
Weg: 100 m		

Ikon: „Skater“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

	Weg	Zeit	
↓ • 10	100 m	30 s	↓ • 10
	m	s	
↓ • 12	km	s	↓ • 12
	km	s	↓ : 60
	km	min	↓ : 60
	km	h	

## Lösung:

Karl möchte genau wissen, ob er mit seinem Skateboard genauso schnell wie mit seinem Fahrrad einen Weg von 100 m fahren kann. An seinem Fahrrad befindet sich ein Tachometer, der ihm die Geschwindigkeit von 15 km/h bei einer Strecke 100 m angezeigt hat. Er fährt die Strecke mit dem Skateboard in 30 Sekunden ab.

Durch die folgenden Aufgaben sollen die beiden Geschwindigkeiten miteinander verglichen werden.

- a) Vervollständige die folgende Tabelle mit Angaben aus dem Text und berechne, welche Zeit Karl mit seinem Fahrrad für die 100 m gebraucht hat.

I. Karl fährt mit dem Fahrrad:

Start	 	Geschwindigkeit:
Zeit: 0 s	100 m	15 km/ h
Weg: 0 m		

Ikon: „Fahrradfahrer 2“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)


	Weg	Zeit	
	15 km	1 h	↓ • 60
↓ • 1000	15 km	60 min	
↓ : 150	15 000 m	60 min	↓ : 150
↓ • 60	100 m	0,4 min	↓ • 60
	100 m	24 s	

II. Daraus ergibt sich für Karl's Fahrt mit dem Fahrrad:

Ziel	 	Geschwindigkeit:
Zeit: 24 s	100 m	15 km/ h
Weg: 100 m		



Ikon: „Fahrradfahrer 2“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

b) Berechne nun die Geschwindigkeit von Karl auf dem Skateboard!

Ziel	 	Geschwindigkeit:
Zeit: 30 s	100 m	
Weg: 100 m		

Ikon: „Skater“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

	Weg	Zeit	
	100 m	30 s	↓ • 10
↓ • 10	1000 m	300 s	
↓ • 12	1 km	300 s	↓ • 12
	12 km	3600 s	↓ : 60
	12 km	60 min	↓ : 60
	12 km	1 h	

Ziel	 	Geschwindigkeit:
Zeit: 30 s	100 m	12 km/h
Weg: 100 m		

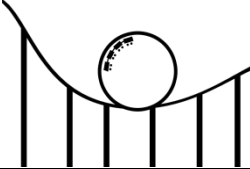


Ikon: „Skater“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Karl fährt mit seinem Fahrrad 15 km/h und mit seinem Skateboard nur 12 km/h.

Er benötigt für die gleiche Strecke mit dem Skateboard 6 s mehr als mit dem Fahrrad.

## Einstiegsübung 5 – Bewegungsarten zuordnen

1. Bewegungen kann man nach der Form der Bahn, auf der sie sich bewegen, unterscheiden. Welche Bahnform kannst du in den Abbildungen erkennen? Wie bezeichnet man die zugehörige Bewegung?

Abbildung	Bahnform	Bewegung
 Achterbahn-Looping		
 Fahrrad auf gerader Strecke		
 Schaukel		

Ikons: „Achterbahn-Looping“, Fahrradfahrer 3“, „Schaukel“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

2. Bewegungen kann man nach der Art, wie sie sich längs der Bahn bewegen, unterscheiden. Bewegungen mit *konstanter Geschwindigkeit* nennt man *gleichförmig*. Wird ein Körper *beschleunigt* oder *verzögert*, nennt man die Bewegung *ungleichförmig*.

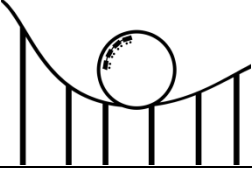


Ordne die folgenden Bewegungen zu und trage sie in die Tabelle ein!

**Basketball-Wurf – Person auf Rolltreppe – Snowboarder in Halfpipe – Seilbahn – Fallschirmspringer – Auto-Vollbremsung – Mondbewegung – Kugel beim Bowling**

gleichförmige Bewegung	ungleichförmige Bewegung

**Lösung:**

1. Bewegungen kann man nach der Form der Bahn, auf der sie sich bewegen, unterscheiden. Welche Bahnform kannst du in den Abbildungen erkennen? Wie bezeichnet man die zugehörige Bewegung?

Abbildung	Bahnform	Bewegung
 Achterbahn-Looping	Kreis	Kreisbewegung
 Fahrrad auf gerader Strecke	Gerade	geradlinige Bewegung
 Schaukel	(Kreis-) Bogen	Schwingung

Ikons: „Achterbahn-Looping“, Fahrradfahrer 3“, „Schaukel“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

2. Bewegungen kann man nach der Art, wie sie sich längs der Bahn bewegen, unterscheiden. Bewegungen mit *konstanter Geschwindigkeit* nennt man *gleichförmig*. Wird der Körper *beschleunigt* oder *verzögert*, nennt man die Bewegung *ungleichförmig*. Ordne die folgenden Bewegungen zu und trage sie in die Tabelle ein!

**Basketball-Wurf – Person auf Rolltreppe – Snowboarder in Halfpipe – Seilbahn – Fallschirmspringer – Auto-Vollbremsung – Mondbewegung – Kugel beim Bowling**

gleichförmige Bewegung	ungleichförmige Bewegung
Person auf Rolltreppe	Basketball-Wurf
Seilbahn*	Snowboarder in Halfpipe
Fallschirmspringer*	Auto-Vollbremsung
Mondbewegung*	Kugel beim Bowling

\* Diese Bewegungen können näherungsweise als gleichförmig betrachtet werden. Ein Hinweis auf die Bedingungen sollte angegeben werden.



### Wie misst die Polizei Geschwindigkeiten von Verkehrsteilnehmern?



Bild: „Messung Polizei 1“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

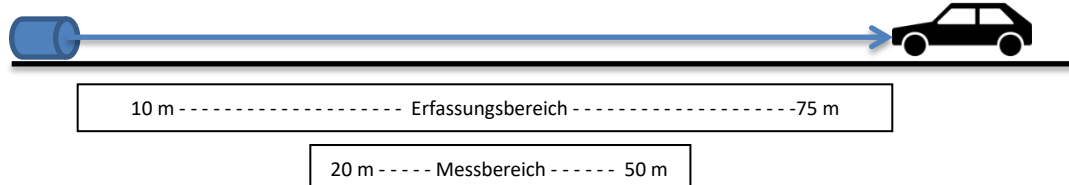


Bild: „Messung Polizei 2“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Viele Fußgänger träumen von einem Auto, mit dem sie ihr Ziel schneller erreichen können. Doch dazu gehört die Fertigkeit mit dem Auto die richtige Geschwindigkeit auf der Straße einzuhalten. Sicherlich habt Ihr schon einmal eine Geschwindigkeitskontrolle der Polizei beobachtet.

Oftmals wird die Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer mit dem PoliScan<sup>speed</sup> – Messgerät gemessen. Dabei parkt der Messwagen parallel zu den Fahrbahnen, bei denen die Geschwindigkeit überwacht werden soll. Es können gleichzeitig bis zu drei Fahrstreifen vermessen werden.

Das Messgerät sendet einen Laserstrahl aus, der in einem Bereich von 10 m bis 75 m die Fahrzeuge auf der Straße erfasst und über den Abstand zum Messgerät in einem Bereich von 20 m bis 50 m die Geschwindigkeit mit Hilfe der benötigten Zeit berechnet.



Ikon: „Auto“, Clikr-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/de/auto-schwarz-fahrzeug-automobil-39596/>, [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/), Stand 13.10.2016;  
Grafik: „Messung Polizei 3“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Für eine festgelegte Wegstrecke braucht ein Fahrzeug demnach eine bestimmte Zeit. Ist die Zeitdauer zu klein, wird eine Kamera ausgelöst, die ein Foto des Fahrers macht und die Angaben zum Verkehrsverstoß dokumentiert. Danach berechnet sich die Höhe des Bußgeldes, welches der Autofahrer nach Erhalt seines Bescheides bezahlen muss.

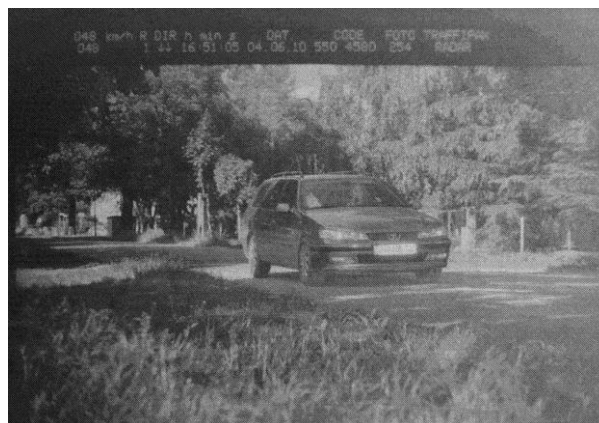


Bild: „Messung Polizei 4“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

### Häufig verwendete Messgeräte der Polizei und die Lernstationen in Abschnitt 3

#### Laserhandmessgerät

Das Laserhandmessgerät wird umgangssprachlich oft als Laserpistole bezeichnet. Hier sind meist Systeme gemeint, die nach dem Laserpuls-Prinzip (Laufzeitmessung) messen. Es werden möglichst kurz hintereinander zwei oder mehr Lichtpulse (im Infrarotbereich) ausgesendet, welche vom Fahrzeug reflektiert werden. Dabei wird jeweils die Pulslaufzeit gemessen, aus der dann, aufgrund der konstanten Ausbreitungsgeschwindigkeit der Pulse, die Fahrzeugentfernung zu diesem Zeitpunkt errechnet werden kann. Aus diesen Zeit- und Streckenmessungen werden dann die jeweiligen Differenzen gebildet, aus denen sich schließlich die Fahrzeuggeschwindigkeit ermitteln lässt.



Bild: „Messgeräte 1“, von VisualBeo, [CC BY-SA 3.0 de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3APolizei_laser_messung.jpg),  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3APolizei\\_laser\\_messung.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3APolizei_laser_messung.jpg),  
Stand: 13.10.2016



Bild: „Messgeräte 2“, Michaelis für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3APolizei_laser_messung.jpg)

#### Radarmessgerät

Radarmessgeräte stellen eine weit verbreitete Messtechnik dar. Hierbei wird mithilfe des Doppler-Effekts die Geschwindigkeit des fahrenden Fahrzeugs festgestellt, bei Überschreitung der Messschwelle wird ein Fotoapparat ausgelöst. Radarmessgeräte können sowohl auf einem Stativ als auch aus dem Fahrzeuginneren heraus verwendet werden.



Bild: „Radar“, von Kecko, [cc-by-2.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Semi-fixed_speed_trap_(16298418425).jpg),  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Semi-fixed\\_speed\\_trap\\_\(16298418425\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Semi-fixed_speed_trap_(16298418425).jpg), Stand: 13.10.2016

#### Lichtschrankenanlage (vereinfacht)

Bei der vereinfachten Lichtschrankenanlage (Einseitensensor) wird auf den Lichtsender verzichtet und die durch das vorbeifahrende Fahrzeug verursachte Helligkeitsänderung ausgewertet. Der Vorteil besteht darin, dass der umständliche und gefährliche Aufbau des Lichtsenders auf der anderen Straßenseite nicht nötig ist. Bei Dunkelheit ist dieses Verfahren allerdings nur sehr eingeschränkt verwendbar.



Bild: „ESO Einseitensensor ES1.0 mit Fotoeinrichtung FE 2.X“, Joachim Müllerchen, CC BY-SA 2.0, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geschwindigkeitskontrolle\\_P5131091.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geschwindigkeitskontrolle_P5131091.JPG), Stand: 13.10.2016



Bild: „ESO Einseitensensor ES3.0“, von Jepessen, CC BY-SA 3.0, [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Einseitensensor\\_ES3.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Einseitensensor_ES3.jpg), Stand: 13.10.2016

### Lichtschrankenanlage

Die Messung der Geschwindigkeit im Straßenverkehr mittels Lichtschranke ist sehr weit verbreitet. Beispielsweise ist die Drillingslichtschranke „eso µP 80/VI-4“ bereits seit vielen Jahren im Einsatz. Hier werden, rechtwinklig zum Straßenverlauf, an den Straßenrändern ein Sender und ein Empfänger einander gegenüber aufgestellt, so dass jedes Fahrzeug die Strecke zwischen den Geräten passieren muss. Zwischen den Gegenstellen werden mindestens drei Lichtstrahlen gesendet. Fährt ein Fahrzeug durch den ersten Lichtstrahl wird die Messung gestartet und bei Durchfahren des zweiten bzw. dritten Strahls beendet; bei anderen Geräten wird die Messung bei Durchfahren des zweiten Lichtstrahls beendet und gleichzeitig eine neue gestartet, die dann beim dritten Strahl endet. Da die Strecke zwischen den einzelnen Sendern bekannt ist, kann hieraus die Geschwindigkeit berechnet werden. Die zweite Messung dient der Plausibilitätskontrolle. Nur wenn sich beide Messungen maximal um den in der Zulassungsurkunde bezeichneten Wert unterscheiden, ist die Messung gültig.

Mehr Informationen und Bilder:

<http://www.radarfall.de/technik/ueberwachungstechnik/eso.php>

### Geschwindigkeitsmessgeräte mit Piezosensoren

In vielen Ortschaften wurden an ausgewählten Messpunkten sogenannte Piezosensoren in den Straßenbelag eingelassen. Das Fahrzeug liefert beim Überfahren jedes Sensors ein elektrisches Signal, ein Auswertungsgerät misst die Zeitabstände zwischen den Signalen und berechnet, unter Berücksichtigung des Abstandes der Sensoren die Geschwindigkeit des Fahrzeuges. Die zugehörige stationäre Kamera am Straßenrand dokumentiert eine Geschwindigkeitsüberschreitung.



Bild: „Messung mit Piezosensoren“, Cerajewski für SenBJW Berlin, CC BY 3.0 de



### LIDAR (Light Detection And Ranging)

Das häufig eingesetzte „PoliScanSpeed“ misst die Geschwindigkeiten von Fahrzeugen mittels LIDAR und dokumentiert Geschwindigkeitsüberschreitungen mit Hilfe eines Kamerasystems. Mit Lasern und Spiegeln wird ein Laserfächer über den Straßenabschnitt gelegt. Durchfahrende Fahrzeuge reflektieren die Laserstrahlen. Aus der Änderung der Entfernung während der Messzeit wird die Geschwindigkeit des Fahrzeuges ermittelt. Die Sensorik des „PoliScanSpeed“ erlaubt eine mehrspurige Fahrbahnüberwachung, das heißt es werden alle sich im Laser befindlichen Fahrzeuge gleichzeitig erfasst und gemessen.



Bild: „Blitzer an der Bundesallee 20141015 2“ von Sebastian Rittau, CC-BY 4.0.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blitzer\\_an\\_der\\_Bundesallee\\_20141015\\_2.jpg#/media/File:Blitzer\\_an\\_der\\_Bundesallee\\_20141015\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blitzer_an_der_Bundesallee_20141015_2.jpg#/media/File:Blitzer_an_der_Bundesallee_20141015_2.jpg)

Stand: 13.10.2016

### Messung per Videowagen

Durch die Videoüberwachungsanlage in einem Videowagen der Polizei sind beispielsweise Verkehrsverstöße durch Geschwindigkeitsüberschreitungen und durch Nichteinhalten des Sicherheitsabstands feststellbar. Die Überwachungsanlagen in den Polizeifahrzeugen bestehen im Wesentlichen aus einem Computer, dem Monitor, den Kameras und einem digitalen Videorecorder.

Die Geschwindigkeit des Polizeifahrzeugs wird sehr genau über dessen ABS-Sensoren (Anti-Blockier-System) an seinen Rädern bestimmt und in ein für die Messanlage auswertbares Signal umgewandelt. Dabei ist der Umfang des Rades des Polizeifahrzeuges eine geeichte Größe zur Berechnung der Geschwindigkeit.

Im Monitor wird das Videobild von einer Front- oder Heckkamera dargestellt. Inhalt des Bildes sind Datum und Uhrzeit, die Gerätenummer und die Geschwindigkeit des Videofahrzeuges. Wird durch die Polizeibeamten eine Messung gestartet, so errechnet der Computer der Videoüberwachungsanlage im Polizeifahrzeug die Geschwindigkeit des beobachteten Verkehrsteilnehmers.

Mehr Informationen und Bilder:

<https://polizei.brandenburg.de/seite/videowagen/62401>

(Stand: 13.10.2016)

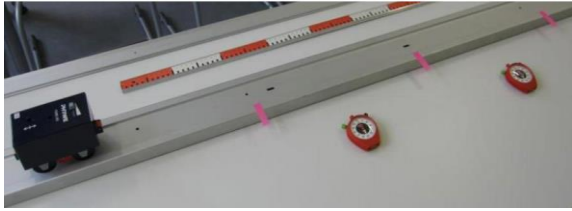

## Geschwindigkeitsmessung im Straßenverkehr

An vier Lernstationen soll im Experiment die Geschwindigkeit von Modellfahrzeugen gemessen werden. Dabei sollen die oben geschilderten Messprinzipien zur Anwendung kommen. Allerdings müssen wir dabei die entsprechenden Messverfahren stark vereinfachen, da die von der Polizei verwendeten Messgeräte sehr komplex aufgebaut sind.

### Lernstation 1: Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken

 <p>Bild: „Lernstation 1 - Fahrbahn“, Kalähne für SenBJW Berlin, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/">CC BY 3.0 de</a></p>	 <p>Bild: „ESO Einseitensensor ES3.0“, Jepessen, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/">CC BY-SA 3.0</a>  <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Einseitensensor_ES3.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Einseitensensor_ES3.jpg</a></p>
Versuchsaufbau	ESO Einseitensensor ES 3.0

### Lernstation 2: Weg- und Zeitmessung mit Maßband und Uhr

 <p>Bild: „Lernstation 2 - Fahrbahn“, Cerajewski für SenBJW Berlin, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/">CC BY 3.0 de</a></p>	 <p>Bild: „Messung mit Piezosensoren“, Cerajewski für SenBJW Berlin, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/">CC BY 3.0 de</a></p>
Versuchsaufbau	Messung mit Piezosensoren

### Lernstation 3: Geschwindigkeitsmessung mit Ultraschall



Bild: „Lernstation 3 - Fahrbahn“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](#)

Versuchsaufbau



Bild: „Radar“ von Kecko, [cc-by-2.0](#), [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Semi-fixed\\_speed\\_trap\\_\(16298418425\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Semi-fixed_speed_trap_(16298418425).jpg), Stand: 13.10.2016

Messung mit Radar

### Lernstation 4: Videoanalyse



Bild: „Lernstation 4 - Fahrbahn“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](#)

Versuch

Bilder:

<https://polizei.brandenburg.de/seite/videowagen/62401>

(Stand: 13.10.2016)

Messung mit Videofahrzeug

## Weitere Informationen über Geschwindigkeitsmessgeräte der Polizei:

So funktionieren die verschiedenen Geräte:

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/geschwindigkeitskontrolle-so-funktionieren-die-blitzer-der-polizei-a-926918.html>

(Stand: 13.10. 2016)

Funktionsprinzip Lichtschranke ESO LS4.0:

<http://www.radarfalle.de/technik/ueberwachungstechnik/l40.php>

(Stand: 13.10. 2016)

So funktioniert die Blitzersäule:

<http://www.firmenauto.de/tempomessgeraete-so-funktioniert-die-blitzersaeule-6566532.html>

(Stand: 13.10. 2016)

Radarmessverfahren:

<http://www.verkehrsllexikon.de/Module/GSRadar.php>

(Stand: 13.10. 2016)

Geschwindigkeitsmessungen mit Laser:

[http://www.adac.de/mmm/pdf/Geschwindigkeitsmessung-mit-Laser\\_35828.pdf](http://www.adac.de/mmm/pdf/Geschwindigkeitsmessung-mit-Laser_35828.pdf)

(Stand: 13.10. 2016)

Geschwindigkeitsmessungen (verschiedene Verfahren):

<https://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeitsmessung>

(Stand: 13.10. 2016)

Verkehrsüberwachungsgeräte:

<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/gleichformige-bewegung/verkehrsueberwachungsgerate>

(Stand: 13.10. 2016)

Video der Firma ESO-Elektronik GmbH:

<http://www.eso-elektronik.de/web/media/movie/esoES70.mp4>

(Stand: 13.10. 2016)





## Glossar

Begriff	Erklärung
-s Bezugssystem	Durch die Wahl eines Bezugssystems kann eine Bewegung, je nach Standpunkt des Beobachters, verschieden beschrieben werden.
-e Bewegung	Ein Körper befindet sich in Bewegung, wenn er gegenüber einem Bezugssystem seine Lage verändert. Bewegungen lassen sich nach ihrer Bahnform und ihrer Bewegungsart unterscheiden.
-e Bahn	Körper bewegen sich entlang einer Bahn.
-e geradlinige Bewegung	Der Körper bewegt sich nur in eine Richtung.
-e gleichförmige Bewegung	Die Geschwindigkeit eines Körpers bleibt bei der Bewegung gleich groß. Der Körper legt in gleichen Zeiten gleiche Wege zurück. Der Quotient aus dem zurückgelegten Weg und der dafür benötigten Zeit ist immer gleich. Der Graf im s-t-Diagramm für diese Bewegung ist eine Gerade.
-e Zeit	Die Zeit gibt an, wie lange die Bewegung dauert.
-r Weg	Der Weg gibt an, wie weit zwei Punkte (Start und Ziel) auf einer gegebenen Bahn voneinander entfernt sind.
-e Geschwindigkeit	Die Geschwindigkeit gibt an, welchen Weg ein Körper in einer bestimmten Zeitspanne zurückgelegt hat.
-e Momentangeschwindigkeit	Die Momentangeschwindigkeit gibt an, welche Geschwindigkeit ein Körper in einem bestimmten Augenblick hat.
-e Durchschnittsgeschwindigkeit	Für die Bestimmung der Geschwindigkeit eines Körpers wird nur die gesamte Wegstrecke und die Gesamtzeit berücksichtigt.
-r Blitzer	Als „Blitzer“ wird in der Alltagssprache ein, meist am Straßenrand aufgestelltes, Gerät bezeichnet, mit dessen Hilfe die Geschwindigkeit von Fahrzeugen überwacht werden kann.

## Abschnitt 3: Lernstationen

### Lernstation 1: Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken

Im Alltag nutzen wir verschiedene Mittel zur Fortbewegung. Schon kleine Kinder lernen auf Gefahren im Straßenverkehr zu achten.

Häufigste Unfallursache ist eine überhöhte Geschwindigkeit. Deshalb ist das Einhalten der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeiten von großer Bedeutung und wird von der Polizei vielfach kontrolliert. Zur Geschwindigkeitsüberwachung werden verschiedene Messtechniken genutzt. Dies sind zum Beispiel Radargeräte, Laserhandgeräte, Zivilfahrzeuge mit Pilot-Systemen zur Videoanalyse und Lichtschrankenmessungen. In der Alltagssprache werden diese Geräte oft auch als „Radarfallen“ oder „Blitzer“ bezeichnet.

Die Messung mittels Lichtschranken ist besonders an Autobahnen verbreitet. Es werden an den gegenüberliegenden Straßenrändern ein Sender und ein Empfänger einander gegenüber aufgestellt. Vom Sender werden Lichtstrahlen zum Empfänger gesendet. Fährt ein Fahrzeug durch den ersten Lichtstrahl wird die Zeitmessung gestartet und beim Durchfahren des zweiten Strahls beendet.

Häufig wird die Messung bei Durchfahren des zweiten Lichtstrahles beendet und gleichzeitig eine neue gestartet, die dann beim dritten Strahl endet. Da die Strecke zwischen den einzelnen Sendern bekannt ist, kann hieraus die Geschwindigkeit berechnet werden. Die Wiederholung der Messung dient der Kontrolle. Nur wenn beide Messungen nahezu gleiche Messergebnisse liefern, ist die Messung gültig.

Normalerweise ist die Geschwindigkeit im Straßenverkehr nicht gleichförmig. Mit einem Tachometer wird im Fahrzeug zu jedem Zeitpunkt die Geschwindigkeit angezeigt. Diese nennen wir **Momentangeschwindigkeit**.

Im folgenden Versuch soll die **Momentangeschwindigkeit** mit Hilfe einer Lichtschrankenmessung ermittelt werden kann.

## Experiment

### Aufgabe:

Bestimme die Momentangeschwindigkeit eines Fahrzeugs an verschiedenen Positionen.

### Vorbereitung:

Nutze die folgende Versuchsanordnung:



Bild: „Lernstation 1 - Fahrbahn“, Kalähne für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Wenn du die Schnur vom Lagerstift über die Rolle legst und den Wagen loslässt, kannst du beobachten, dass der Wagen immer schneller wird. Begründe.


### Durchführung:

Stelle die beiden Lichtschranken im Abstand von 10 cm auf, z. B. unter den Marken „15“ und „25“. Führe den Wagen an den Startblock und schalte den Zeitmesser ein. Bestimme die Zeitdauer  $\Delta t$  für das Durchfahren eines Abschnitts von  $\Delta s = 10$  cm. Wiederhole den Versuch an mindestens drei verschiedenen Stellen der Fahrbahn.

Messwerte für  $\Delta s = 10$  cm:

Wegmarken $\Delta s$ in cm	15 – 25		45 – 55		
<b>Messmarke s</b>	<b>20</b>		<b>50</b>		
Zeitdauer $\Delta t$ in s					
Mittlere Geschwindigkeit $v$ in $\frac{m}{s}$ ; $\left(v = \frac{\Delta s}{\Delta t}\right)$					
Beschleunigung $a$ in $\frac{m}{s^2}$ $\left(a = \frac{v^2}{2s}\right)$					

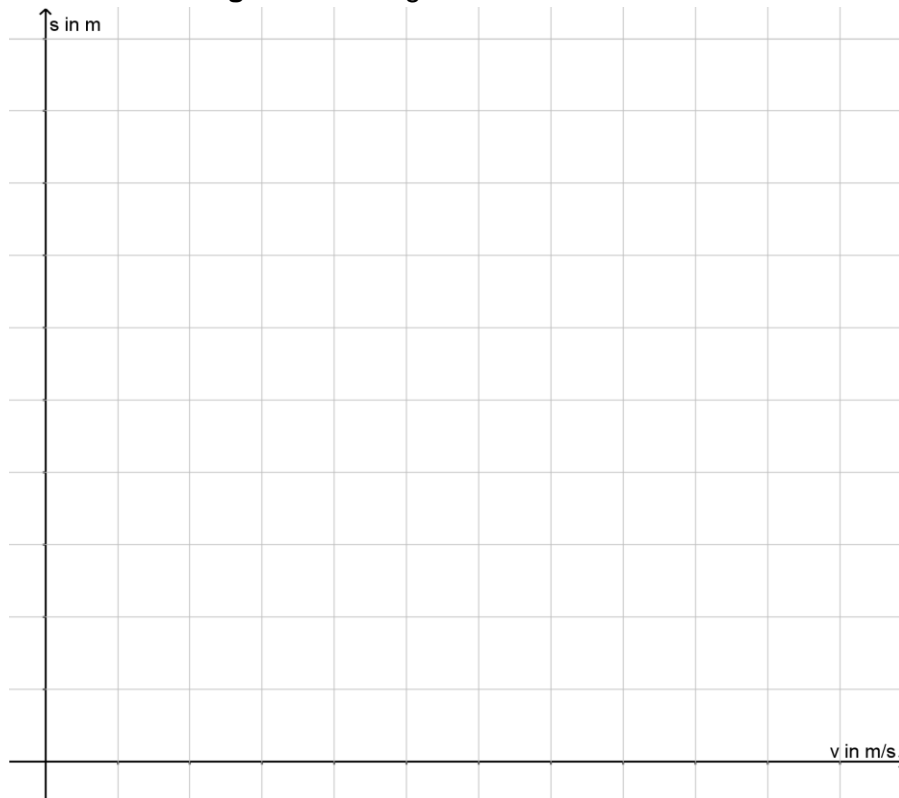
## Auswertung:

Jede Geschwindigkeitsmessung nutzt die Messung der Länge des zurückgelegten Weges  $\Delta s$  und der dafür benötigten Zeit  $\Delta t$ . Bei ungleichförmigen Bewegungen bezeichnet man den Quotienten  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  als **mittlere Geschwindigkeit**. Bei sehr kleinen Zeitintervallen ergibt die **mittlere Geschwindigkeit** einen Näherungswert für die **Momentangeschwindigkeit**.

## Hinweis:

Die **Messmarken** stellen jeweils den mittleren Wert für den entsprechenden Wegabschnitt dar. Die Messmarken sind damit ein Maß für den zurückgelegten Weg des Fahrzeugs.

- Berechne für jede **Messmarke** die mittlere Geschwindigkeit und die Beschleunigung und trage die Werte in die Tabelle ein.
- Zeichne ein Diagramm, in welchem du die **Messmarken** über die jeweils zugehörigen **mittleren Geschwindigkeiten** abträgst.



- Ermittle graphisch die **Momentangeschwindigkeit** an den Messmarken „10“ und „70“.

--	--

- Entscheide, welche Bewegungsart vorliegt. Begründe deine Entscheidung.


- Gib eventuelle Fehlerquellen an.


### Lernstation 2: Weg- und Zeitmessung

Neben Radar-, Laser- und Lichtschrankenmessungen werden Geschwindigkeiten im Straßenverkehr auch durch einfache Weg- und Zeitmessungen ermittelt. Vielleicht sind dir schon einmal die Fahrbahnmarkierungen vor Autobahnbrücken oder vor stationären Blitzgeräten aufgefallen.

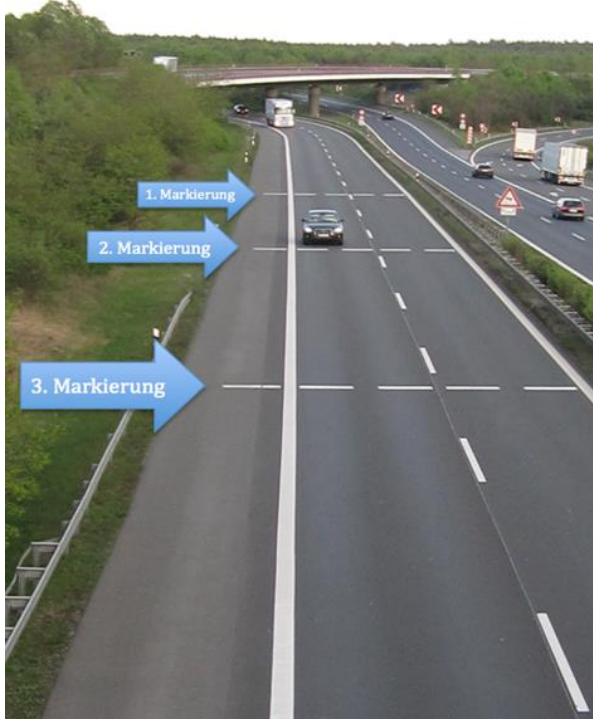


Bild: „Fahrbahnmarkierungen vor einer Autobahnbrücke“, Cerajewski für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)



Bild: „Messung mit Piezosensoren“, Cerajewski für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Die Fahrbahnmarkierungen sind in einem bestimmten Abstand auf der Fahrbahn auf dem Straßenbelag aufgebracht bzw. in den Straßenbelag eingelassen.

Überfährt ein Fahrzeug die erste Markierung, wird die Zeitmessung gestartet und beim Überfahren der zweiten Markierung beendet. Die Zeit wird durch sehr genaue Uhren gemessen. Da der Abstand zwischen den Markierungen bekannt ist, kann man die Geschwindigkeit berechnen.

Häufig wird die Messung an weiteren Markierungen wiederholt. Die Messung ist gültig, wenn die berechneten Geschwindigkeiten nahezu gleich sind.

Im folgenden Versuch soll diese Messmethode angewandt werden.

Zur Vereinfachung der Messungen sollen Fahrzeuge verwendet werden, die an sich schon mit relativ konstanter Geschwindigkeit fahren. Hierfür stehen zur Verfügung:

- Spielzeugauto mit eigenem Antrieb (elektrisch oder mechanisch)
- Messwagen aus der Physiksammlung
- Eisenbahn mit eigenem Antrieb (z.B. BRIO, Märklin o.ä.)
- Fahrzeug auf einer Fahrbahn (Fahrbahn ist zum Ausgleich der Reibung sehr leicht geneigt)

Außerdem wird ein Lineal oder Maßband und eine Stoppuhr benötigt.

### Experiment

#### Aufgabe:

Messe die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs an zwei aufeinanderfolgenden Streckenabschnitten.

#### Aufbau und Durchführung:

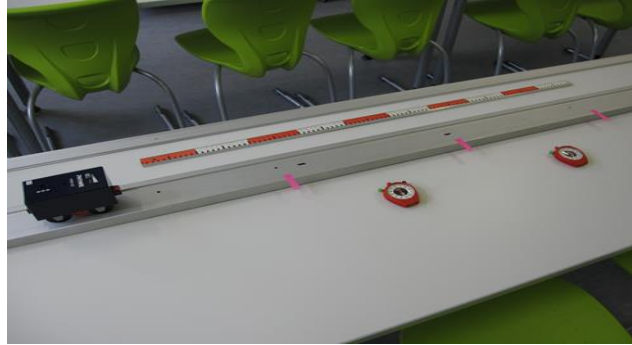


Bild: „Lernstation 2 - Fahrbahn“, Cerajewski für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Die Lernstationstation erfordert 3 Schülerinnen und Schüler.

Bringt an der Strecke 3 Markierungen mit gleichem Abstand an. Der Abstand zwischen den Markierungen soll so gewählt werden, dass das Fahrzeug für die Strecke zwischen den Markierungen jeweils ungefähr 2 Sekunden benötigt. Die Markierungen können mit Kreide, kleinen Papierstreifen oder Haftzetteln hergestellt werden.

Ein Gruppenmitglied lässt nun das Fahrzeug fahren. Der Start des Fahrzeuges muss weit genug vor der ersten Markierung erfolgen, damit es beschleunigen kann. Nun misst ein zweites Gruppenmitglied die Zeit, die das Fahrzeug zwischen der 1. und der 2. Markierung benötigt. Das dritte Gruppenmitglied misst die Zeit von der 2. zur 3. Markierung.

Tragt die gemessenen Zeiten in die erste Tabelle ein.

Wiederholt die Messungen ein zweites Mal.

### Messwerte:

#### 1. Messung

	1. bis 2. Markierung	2. bis 3. Markierung
Weg zwischen den Markierungen $\Delta s$ in m		
Zeitdauer $\Delta t$ in s		
Geschwindigkeit $v$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$		

#### 2. Messung

	1. bis 2. Markierung	2. bis 3. Markierung
Weg zwischen den Markierungen $\Delta s$ in m		
Zeitdauer $\Delta t$ in s		
Geschwindigkeit $v$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$		

### Auswertung:

1. Berechne für jeden Streckenabschnitt die Geschwindigkeit mit der Formel  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  und trage die Werte in die dritte Zeile der Tabelle ein.
2. Vergleiche die Werte für die Geschwindigkeiten miteinander. Mache eine begründete Aussage darüber, ob man die Messung als gültig betrachten kann.
3. Diskutiere eventuelle Fehlerquellen.

### Zusätzliche Informationen:

Jede Geschwindigkeitsmessung nutzt die Messung der Länge des zurückgelegten Weges  $\Delta s$  und der dafür benötigten Zeit  $\Delta t$ . Bei ungleichförmigen Bewegungen bezeichnet man den Quotienten  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  als **Durchschnittsgeschwindigkeit**. Sind die Zeitintervalle  $\Delta t$  klein genug, so kann man die **Durchschnittsgeschwindigkeit** als Näherungswert für die **Momentangeschwindigkeit** ansehen.



### Lernstation 3: Geschwindigkeitsmessung mit Ultraschall

Im Straßenverkehr bewegen sich Fahrzeuge mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Im Allgemeinen gilt in Ortschaften eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h. Es gibt aber auch Bereiche, in denen schneller gefahren werden kann oder man langsamer fahren muss.



Bild: „Lernstation 3 – Verkehrsschild 1“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)



Bild: „Lernstation 3 – Verkehrsschild 2“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Das bedeutet, dass sich ein Fahrzeug im Stadtverkehr nicht immer mit einer gleichbleibenden (konstanten) Geschwindigkeit bewegt.

Man unterscheidet zwischen **Momentangeschwindigkeit** und **mittlerer Geschwindigkeit (Durchschnittsgeschwindigkeit)**. Die **Momentangeschwindigkeit** kann am Tachometer abgelesen werden. Berechnet man die Geschwindigkeit aus der gesamten Strecke und der dazu benötigten Zeit, erhält man die **mittlere Geschwindigkeit** (auch als **Durchschnittsgeschwindigkeit** bezeichnet). Stimmt die **mittlere Geschwindigkeit** zu jedem Zeitpunkt mit der **Momentangeschwindigkeit** überein, so bewegt sich der Fahrer gleichförmig (also ständig mit konstanter Geschwindigkeit). Anderenfalls beschleunigt der Fahrer sein Fahrzeug oder bremst es ab und er bewegt sich ungleichförmig.

Und manchmal kann es passieren, dass die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit nicht beachtet wird. Und hier kommt die Polizei mit ihrer Geschwindigkeitsmessung ins Spiel. Eine Möglichkeit, die Geschwindigkeit im Straßenverkehr zu kontrollieren, sind sogenannte „Radarfallen“. Hierbei sendet ein Gerät Radarwellen aus (Hinweis: Radarwellen sind elektromagnetische Wellen.). Diese werden vom Fahrzeug reflektiert und dann im Messgerät ausgewertet.

Wir wollen dieses Verfahren nachstellen. Dazu benutzen wir jedoch Ultraschallwellen. Ein Sensor sendet diese Schallwellen aus und kann die vom Fahrzeug reflektierten Wellen wieder empfangen. Mit Hilfe des *TI-Nspire* oder einem Computer können die Messungen ausgewertet werden.

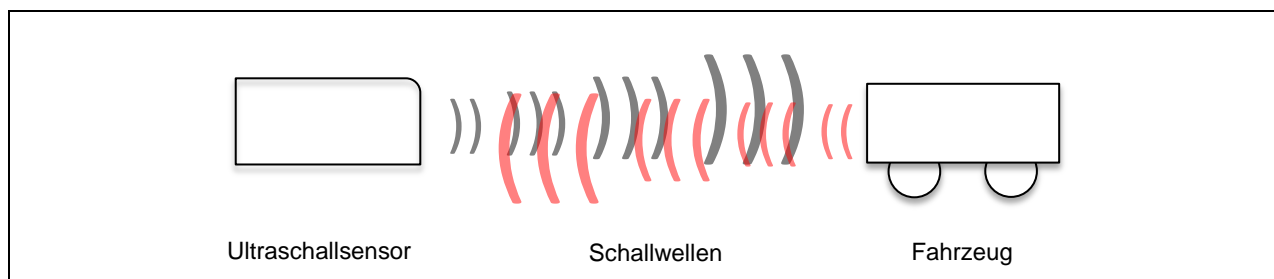


Bild: „Prinzip - Messung mit Ultraschall“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

### Experiment



[CC BY 3.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

iMINT-Akademie, Fachset Physik für

P\_M02\_001\_Dokument  
Stand: 13.10.2016

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Wissenschaft



S. 30

## Aufgabe:

Untersuche die Bewegung eines Versuchswagens mit dem Ultraschallsensor.

## Vorbereitung:

Baue eine der folgenden drei Versuchsanordnungen auf.

 <p>Bild: „Lernstation 3 – Aufbau 1 mit Fahrbahn und Messwagen 1“, Grigoleit für SenBJW Berlin, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/">CC BY 3.0 de</a></p>	<p><b>Material:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ultraschallsensor</li> <li>▪ TI-Nspire</li> <li>▪ Fahrbahn</li> <li>▪ Messwagen mit eigenem Antrieb</li> </ul>
 <p>Bild: „Lernstation 3 – Aufbau 2 ohne Fahrbahn und Messwagen 2“, Grigoleit für SenBJW Berlin, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/">CC BY 3.0 de</a></p>	<p><b>Material:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ultraschallsensor</li> <li>▪ TI-Nspire</li> <li>▪ Messwagen mit eigenem Antrieb</li> </ul>
 <p>Bild: „Lernstation 3 – Aufbau 3 ohne Fahrbahn und Messwagen 3“, Grigoleit für SenBJW Berlin, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/">CC BY 3.0 de</a></p>	<p><b>Material:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ultraschallsensor</li> <li>▪ TI-Nspire</li> <li>▪ Fahrbahn mit Umlenkrolle</li> <li>▪ Messwagen mit Zusatzmasse (50 g oder 100 g)</li> <li>▪ Schlitzgewichthalter (Zusatzmasse optional)</li> <li>▪ Schnur</li> </ul>

## Durchführung:

Die Durchführung des Experiments erfordert mindestens 2 Schülerinnen oder Schüler.

Verbinde den Ultraschallsensor mit dem TI-Nspire. Er wird automatisch erkannt.

Starte den Wagen und betätige kurz darauf den Startkopf (grüne Taste) am TI-Nspire. Die Messung endet automatisch nach der voreingestellten Zeitdauer. Wiederhole die Messung bis du ein ordentliches Messergebnis (siehe Abbildung) erzielt hast. Ändere dazu eventuell die Zeitdauer der Messung in den Einstellungen („Rädchen-Button“).



Bild: „TI-Nspire – Sensor angeschlossen“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

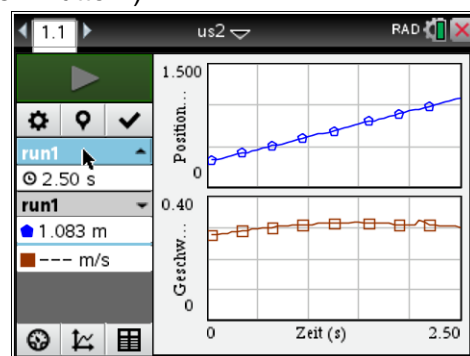
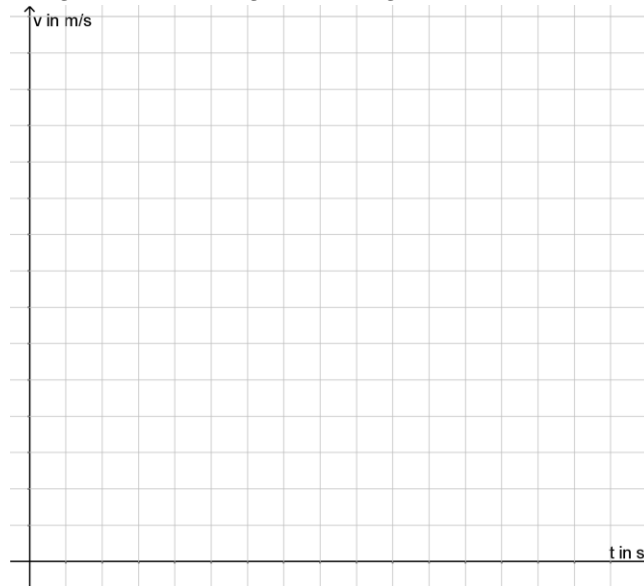


Bild: „TI-Nspire – Messbeispiel“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

## Auswertung:

1. Wechsle die Ansicht auf dem TI-Nspire wie folgt:  
*Menü > Graph > Graph anzeigen > Graph 1*
2. Wechsle in die Tabellenansicht:  
*Menü > Ansicht > Tabelle* oder mit dem Button am unteren Rand
3. Entnimm der Tabelle zu den gegebenen Zeitmarken den Wert für die Geschwindigkeit und erstelle ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm. Ergänze auch die Achsenbezeichnungen.



4. Entnimm der Tabelle den **ersten** und **letzten** Zeit- und Positionswert. Berechne dann  $\Delta t$ ,  $\Delta s$  und die **mittlere Geschwindigkeit**  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ .

Zeitwert 1	Zeitwert 2	Position 1	Position 2	$\Delta t$	$\Delta s$	$v_B$
$t_A$	$t_E$	$s_A$	$s_E$	$t_E - t_A$	$s_E - s_A$	$\frac{\Delta s}{\Delta t}$

5. Neben Position und Zeit wird auch die Geschwindigkeit des Wagens gemessen. Diese findest du in der Tabelle. Berechne aus diesen Werten das arithmetische Mittel: Hierzu addierst du alle Werte und teilst das Ergebnis durch die Anzahl der Messwerte.

Mittelwert der gemessenen Geschwindigkeit:  $v_M \approx \frac{m}{s}$

6. Vergleiche beide Geschwindigkeitswerte und formuliere eine Aussage ( $<$ ;  $>$ ;  $=$ ;  $\approx$ ).  
Entscheide, ob sich der Wagen mit konstanter Geschwindigkeit (gleichförmig) bewegt.

$$v_B \quad v_M$$

Der Wagen bewegt sich \_\_\_\_\_

7. Die Momentangeschwindigkeit kann für sehr kleine Weg- und Zeitintervalle  $\Delta s$  und  $\Delta t$  mit  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  berechnet werden. Überprüfe die Gültigkeit für 3 Zeitmarken. Entnimm die Werte der Tabellenansicht. Berechne die **Momentangeschwindigkeit** und vergleiche mit den Messwerten in der Tabelle. Diskutiere mögliche Abweichungen und Fehlerquellen.

Tabellenwert 4 – 5	Tabellenwert 14 – 15	Tabellenwert 34 – 35
$\Delta t =$	$\Delta t =$	$\Delta t =$
$\Delta s =$	$\Delta s =$	$\Delta s =$
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} =$	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} =$	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} =$



### Lernstation 4: Videoanalyse

Die Geschwindigkeit und der Verlauf der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges kann mit Hilfe eines Videos ermittelt werden. Mit Hilfe der folgenden Aufgaben soll das Messprinzip schrittweise erarbeitet werden.

**Wir starten zunächst ganz ohne Kamera und Video ...**

#### Aufgabe 1 - Geschwindigkeitsmessung mit dem Fahrradcomputer



Bild: „Fahrradcomputer“,  
Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)



Bild: „Fahrradcomputer - Sensor“,  
Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Ein Fahrradcomputer misst die Zeit für die vollständige Umdrehung eines Rades und berechnet daraus einen Näherungswert für die Geschwindigkeit, welche im Moment vorliegt (**Momentangeschwindigkeit**). Er benötigt dafür natürlich auch den Umfang des Rades, an dem der Sensor zur Registrierung einer vollständigen Umdrehung montiert ist. Dieser lässt sich ja leicht mit der Formel  $u = \pi \cdot d$  ermitteln.

- a) Ermittle aus den Daten im folgenden Bild einen Wert für die momentane Geschwindigkeit eines Fahrrades.

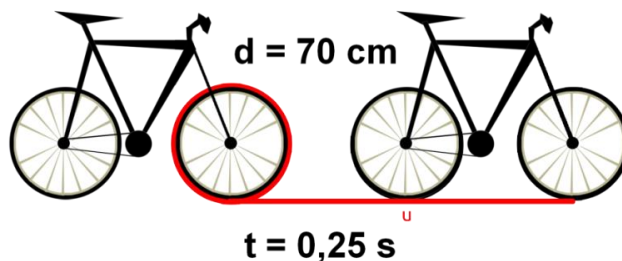


Bild: „Fahrradcomputer - Prinzip“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

- b) Nenne die Voraussetzung für eine möglichst exakte Ermittlung der momentanen Geschwindigkeit. Begründe deine Aussage.

#### Aufgabe 2 - Darstellung von Bewegungen im v-t-Diagramm

Sehr viel schwieriger ist die Ermittlung des Verlaufs der Geschwindigkeit, bspw. eines Fahrrades, über einen gewissen Zeitraum. Hierfür müssen mehrere

**Momentangeschwindigkeiten** zu verschiedenen Zeitpunkten herangezogen werden.

In der folgenden Tabelle sind zwei Filmleisten dargestellt. Jede Filmleiste beschreibt einen Bewegungsvorgang.

- a) Trage für beide Bewegungsvorgänge die Zeitpunkte und die zugehörigen Geschwindigkeiten jeweils in eine Messwertetabelle ein.  
b) Zeichne jeweils das zugehörige v-t-Diagramm.  
c) Mache eine Aussage zur jeweils vorliegenden Bewegungsart.

### Versuch 1

Zeit in s	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6	25,2	28,8

### Versuch 2

Zeit in s	0	8,6	12,6	15,5	17,9	20	21,9	23,7

Bilder: „Filmleisten 1+2“, Tschakert für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

### Aufgabe 3 – Freier Fall

Wenn man von einem Bewegungsvorgang zu verschiedenen Zeitpunkten Fotos erstellt und diese in einem Bild übereinanderlegt, so kann man daraus sehr einfach den Weg ablesen, welchen der bewegte Körper zu einer bestimmten Zeit zurückgelegt hat.

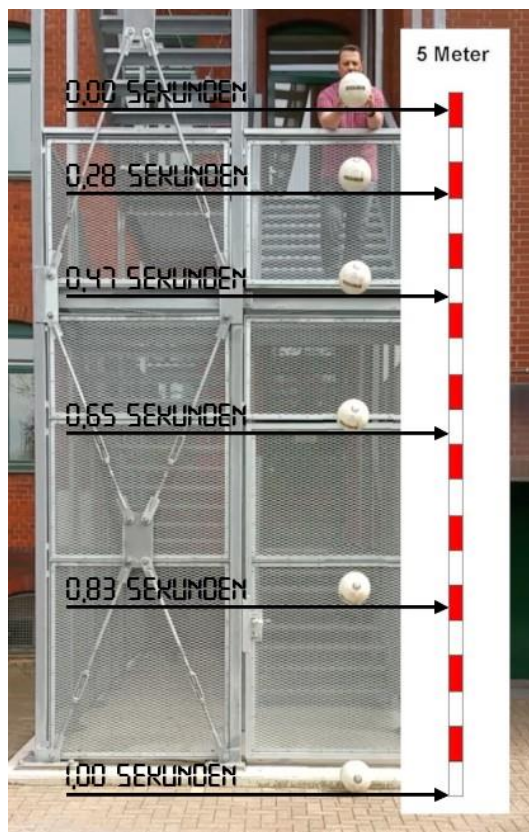


Bild: „Bewegungsvorgang mit Zeit und Ort“, Grigoleit für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

- Fülle die folgende Messwertetabelle aus. Verwende das obige Bild.
- Erstelle das zugehörige s-t-Diagramm.
- Erstelle zwei v-t-Diagramme, entsprechend den Hinweisen I und II (siehe weiter unten).
- Begründe warum die zweite Methode nur ungenaue Beträge für die Geschwindigkeit v liefert.



t in s						
s in m						
$v \text{ in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\left( v = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t \right)$						
$v \text{ in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\left( v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \right)$						

**Hinweis:**

Die Geschwindigkeit  $v$  kann nicht direkt abgelesen werden. Die Berechnung der Beträge für die Geschwindigkeit  $v$  kann auf zwei Weisen erfolgen.

- I. Da es sich offensichtlich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt („Freier Fall“), kann man die einzelnen Beträge für die Geschwindigkeit  $v$  mit der Formel  $v = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t$  ermitteln.
- II. In Aufgabe 4 wird eine Software zur Analyse einer Bildfolge, bzw. eines Videos, verwendet, welche eine andere Variante zur Ermittlung der Geschwindigkeit  $v$  verwendet. Dabei wird die Geschwindigkeit mit der Formel  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  ermittelt. In der Mathematik spricht man hierbei vom Differenzenquotienten oder der mittleren Änderungsrate.

Beispiel:

$t \text{ in s}$	4	4,5
$s \text{ in m}$	10	12

$$v = \frac{12 \text{ m} - 10 \text{ m}}{4,5 \text{ s} - 4 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m}}{0,5 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Vorteil:**

Diese Vorgehensweise ist unabhängig von der Bewegungsart anwendbar.

**Nachteil:**

Die Werte für die momentane Geschwindigkeit sind nicht genau. Sie sind umso genauer, je kleiner die Intervalle  $\Delta t$  werden.

## Lösungen (Aufgaben 1- 3):

### Aufgabe 1

a)  $u = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,7 \text{ m} = 2,199 \text{ m}$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{u}{t} = \frac{2,199 \text{ m}}{0,25 \text{ s}} = 8,796 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 31,66 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- b) Neben einer möglichst exakten Zeitmessung für einen vollen Umlauf des Rads und einer möglichst genauen Bestimmung des Durchmessers des Rads, muss sich das Fahrrad im Messzeitraum gleichförmig bewegen, da der verwendete Zusammenhang  $v = \frac{s}{t}$  nur für die gleichförmige Bewegung gilt.

### Aufgabe 2

a)

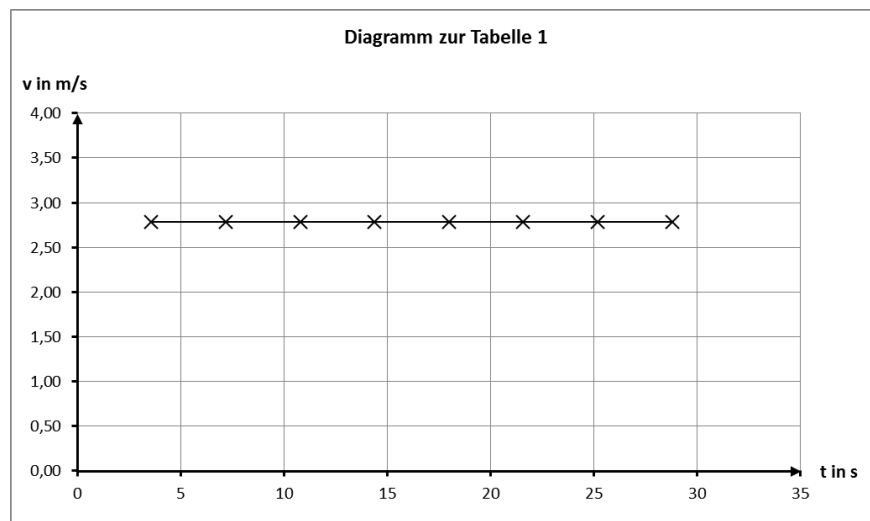
Tabelle 1

$v \text{ in } \frac{\text{km}}{\text{h}}$	10	10	10	10	10	10	10	10
$v \text{ in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
$t \text{ in s}$	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6	25,2	28,8

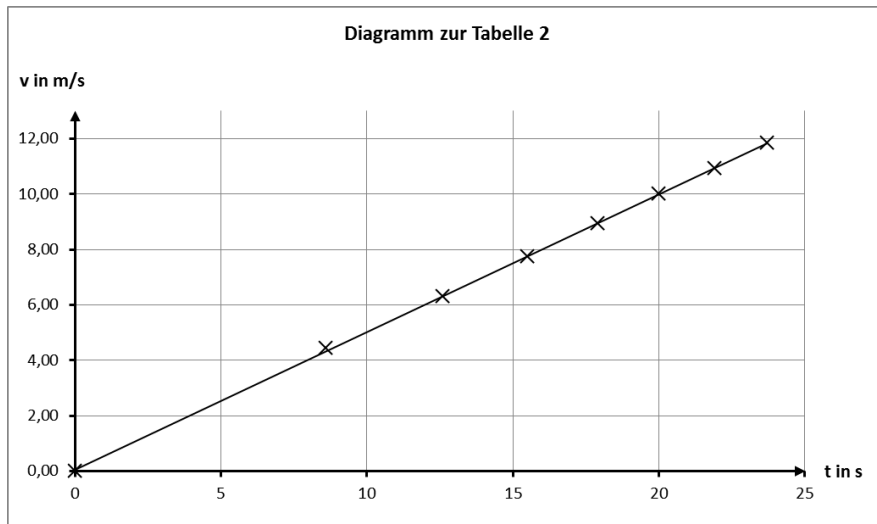
Tabelle 2

$v \text{ in } \frac{\text{km}}{\text{h}}$	0	16	22,7	27,9	32,2	36	39,4	42,7
$v \text{ in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	0	4,44	6,30	7,75	8,94	10	10,94	11,86
$t \text{ in s}$	0	8,6	12,6	15,5	17,9	20	21,9	23,7

b)







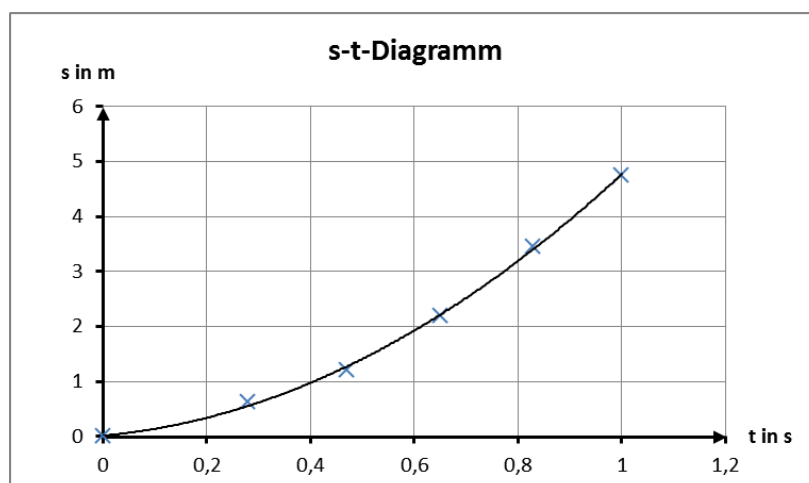
- c) Tabelle 1 bzw. Diagramm 1: Darstellung einer gleichförmigen Bewegung.  
 Tabelle 2 bzw. Diagramm 2: Darstellung einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung.

### Aufgabe 3

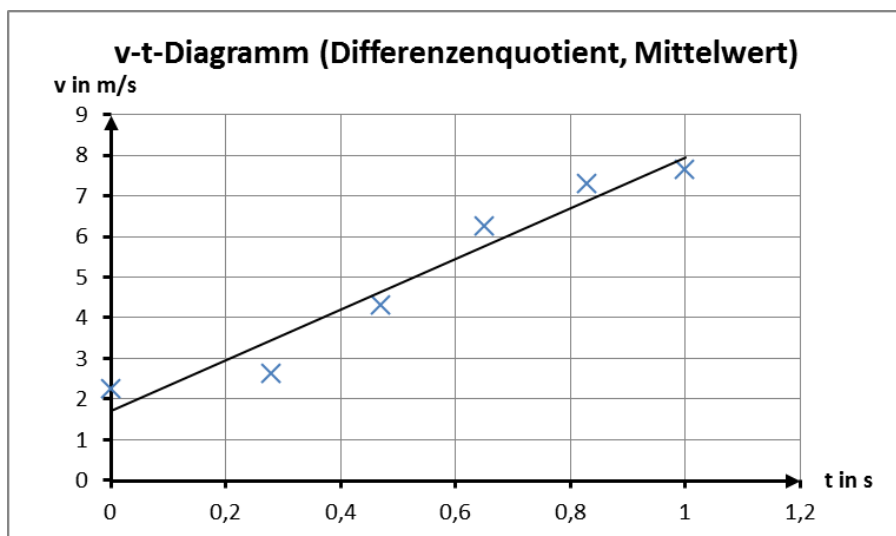
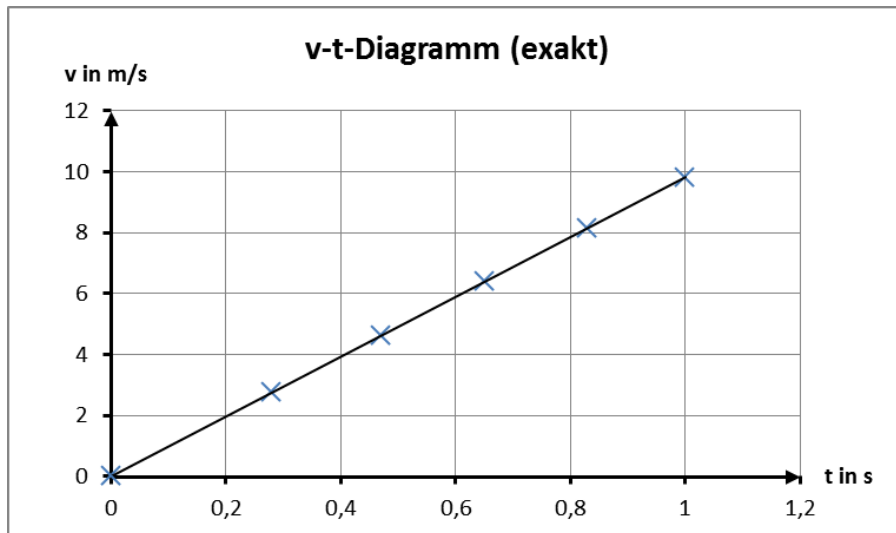
a)

t in s	0	0,28	0,47	0,65	0,83	1
s in m	0	0,625	1,2	2,2	3,45	4,75
v in m/s mit $v=g \cdot t$	0	2,75	4,61	6,38	8,14	9,81
v in m/s mit $v=\Delta s/\Delta t$ (linkseitig)		2,23	3,03	5,56	6,94	7,65
v in m/s mit $v=\Delta s/\Delta t$ (rechtseitig)	2,23	3,03	5,56	6,94	7,65	
v in m/s mit $v=\Delta s/\Delta t$ (Mittelwert)	2,23	2,63	4,3	6,25	7,3	7,65

b)



c)



- d) Bei der Verwendung des Differenzenquotienten wird im Zeitraum  $\Delta t$  von einer gleichförmigen Bewegung ausgegangen. Dies entspricht nicht der Realität. Der dabei auftretende Fehler ist umso geringer, je kleiner  $\Delta t$  gewählt wird.

### Aufgabe 4 – Videoanalyse

Beschreibe zwei unterschiedliche Bewegungsvorgänge. Nutze dafür die Bildfolgen bzw. Videos in den Ordnern „Fahrrad\_1“ und „Fahrrad\_2“ und eine Software zur Videoanalyse.

Erstelle ein Textdokument in welchem Du auf die folgenden Punkte eingehst:

- Gib die vorliegende Bewegungsart an.
- Gib den zurückgelegten Weg an.
- Ermittle die maximale Geschwindigkeit.
- Ermittle den Betrag der Beschleunigung.
- Gib die Gleichungen zur mathematischen Beschreibung des Bewegungsverlaufs an.
- Füge die durch das Programm erstellten s-t-Diagramme und v-t-Diagramme in das Textdokument ein.

### Beschreibung der Vorgehensweise zur Videoanalyse – Programm: „VideoAnalyzer“

#### Hinweis:

**Zum Umgang mit der Videoanalysesoftware VIANA steht auch ein Videotutorial zur Verfügung.**

- a) Öffne das Programm „VideoAnalyzer“ und öffne über die Schaltfläche „Einzelbildserie öffnen...“ die Einzelbildserie im Ordner „Fahrrad\_1“.
- Schrittfolge zur Auswertung einer Bildfolge:
- Phase 1: „Messung vorbereiten“
    - o Kalibriere die Messung
      - Setze die Bildrate (für „Fahrrad\_1“ auf 24 Bilder/Sekunde).
      - Setze den Nullpunkt.
      - Stelle den Maßstab ein („Fahrrad\_1“: Die gelbe Wasserwaage im Vordergrund hat eine Länge von 1m).
    - o Bei Einstellungen und Stoppmarken brauchst du nicht unbedingt etwas eintragen. Wenn du deine Messungen optimieren möchtest, kannst du auf diese Einstellungen aber zurückkommen.
  - Phase 2: „Messung durchführen“
    - o Klicke auf die Schaltfläche: „Messung durchführen“.
    - o Suche per Schieberegler das Bild heraus auf dem ein gut sichtbarer Punkt des sich bewegenden Objektes genau im Koordinatenursprung steht.
    - o Setze mit der Mouse eine Markierung. Das nächste Bild erscheint. Wiederhole diesen Vorgang sehr genau und mit viel Geduld bis der Punkt des sich bewegenden Objekts im Bild nicht mehr zu sehen ist.  
Beachte: Die Einzelbilder von Videos sind meist sehr unscharf. Unser Gehirn nimmt beim Betrachten der Einzelbilder in schneller Abfolge diese Unschärfe nicht war. Man spart Speicherplatz durch Verwendung von Einzelbildern mit relativ schlechter Qualität. Diese Tatsache macht unsere Messung schwieriger, aber nicht unmöglich!
  - Phase 3: „Messdaten auswerten“
    - o Klicke auf die Schaltfläche: „Messdaten auswerten“.
    - o Klicke auf „Neues Diagramm“.
    - o Klicke auf „Einstellungen“. Stelle für die „Messreihe 1“ folgendes ein:
      - x-Achse: t in s
      - y-Achse: x in m.
    - o Klicke auf „Auswertung“. Veranlasse nun das Programm zum Einzeichnen einer Trendlinie. Setze ein Häkchen bei „Trendlinien“ und Wähle einen geeigneten „Polynomgrad“ (der Polynomgrad 2 steht für die Annäherung unserer Messwerte durch eine quadratische Funktion).
    - o Du kannst nun das Diagramm als Grafik speichern oder über die Zwischenablage in andere Dokumente einfügen.
    - o Gehe nun auf „Neues Diagramm“ und wiederhole die Auswertung für „Messreihe 1“ für ein v-t-Diagramm bzw. für ein a-t-Diagramm. Die Ungenauigkeiten durch das Setzen der Markierungen bei der „Messung“ werden nun sehr deutlich.  
Wenn im a-t-Diagramm bei „Fahrrad\_1“ die Trendlinie mit dem Polynomgrad 0 leicht über der x-Achse liegt, so kannst du eine sehr kleine Beschleunigung ablesen. Der Schüler wollte eine gleichförmige Bewegung zeigen, er hat aber tatsächlich sein Fahrrad ein wenig beschleunigt.
- b) Wiederhole die Videoanalyse mit den Bildern aus „Fahrrad\_2“ oder mit Bildern aus eigenen Videos. Beachte die Hinweise im Unterricht.

## Abschnitt 4: Expertenaufträge

Wähle einen der Aufträge 1 – 4 zur Bearbeitung aus!

### Auftrag 1

Im Herbst 2014 fand ein bundesweiter „Blitzmarathon“ der Polizei statt. In den Zeitungen wurde viel darüber berichtet. Ein Lobbyist der Autofahrer empört sich über die hohen Bußgelder für „Raser“.

Schreibe einen Leserbrief zur Geschwindigkeitskontrolle durch die Polizei. Erkläre darin eine verwendete Messtechnik.

### Auftrag 2

Dein Freund Max hat immer Probleme mit den vielen Fachbegriffen in der Physik.

Fertige ein Lernplakat, mit dem Du ihm die wichtigsten Fachbegriffe anschaulich erklärst und die Zusammenhänge zu den Bewegungen deutlich machst.

### Auftrag 3

Du hast Freude am Zeichnen? Arbeite allein oder suche dir eine/einen Partnerin/Partner.

Gestalte ein Comic zur Geschwindigkeitsüberwachung durch die Polizei im Umfeld unserer Schule.

### Auftrag 4

Ergänze den Lückentext auf der folgenden Seite mit den entsprechenden Fachbegriffen.



#### Lückentext zur Aufgabe 4

Im Alltag nutzen wir verschiedene Mittel zur Fortbewegung. Beim Fahren mit der S-Bahn wird der Zug zunächst gleichmäßig ....., fährt dann ..... mit konstanter Geschwindigkeit, um vor der nächsten Station wieder abzubremesen.

Du läufst den Weg von der S-Bahn-Station zur Schule und triffst deine Freunde Ayla, Duy, Leander und Nina. An der Hauptstraße steht die Polizei und kontrolliert mit einem Laserhandgerät die Einhaltung der vorgeschriebenen .....

Ihr schaut kurz zu und schon innerhalb weniger Minuten wird bei vielen Autos eine zu hohe Geschwindigkeit gemessen.

Im Physikunterricht habt ihr gerade über Bewegungen und Geschwindigkeiten gesprochen.

Duy fragt: „Wie kriegen die so schnell die aktuelle Geschwindigkeit heraus?“

Ayla lacht: „Da hast du ja wieder gut aufgepasst! Mit dem ..... wird eine Laufzeitmessung durchgeführt. Es werden kurz hintereinander zwei Lichtpulse ausgesendet, welche vom Fahrzeug ..... werden. Dabei wird jeweils die Pulslaufzeit gemessen, aus der dann aufgrund der konstanten Ausbreitungsgeschwindigkeit der Pulse die ..... zu diesem Zeitpunkt errechnet werden kann.

Aus diesen Zeit- und Streckenmessungen werden dann die jeweiligen Differenzen gebildet, aus denen sich die ..... der Fahrzeuge ermitteln lässt.

Duy protestiert: „Ich denke wir dividieren den Weg durch die Zeit und erhalten die .....!“

Ayla korrigiert: „Jede Geschwindigkeitsmessung nutzt die Messung der Länge des zurückgelegten .....  $\Delta s$  und der dafür benötigten .....  $\Delta t$ . Wir bezeichnen den Quotienten aus  $\Delta s : \Delta t$  als mittlere Geschwindigkeit oder ..... Bei sehr kleinen Zeitabständen ergibt die mittlere Geschwindigkeit eine ..... für die Momentangeschwindigkeit!

Leander antwortet: „Unsere Ayla weiß es wieder ganz genau. Aber die Autofahrer sind auch selber Schuld – können doch auf ihren ..... sehen, dieser zeigt zu jedem Zeitpunkt die Geschwindigkeit an.“

Nina mahnt: „Jetzt müssen wir uns aber beeilen, sonst kommen wir zu spät und erhalten noch ein Bußgeld.“ Duy mault – schon am frühen Morgen Physik, da brummt mein Schädel. Alle lachen und laufen fröhlich zur Schule.

#### Wörter zur Hilfe:

Weg, reflektiert, Laserhandgerät, Geschwindigkeit, Entfernung, Höchstgeschwindigkeit, Zeit, gleichförmig, Durchschnittsgeschwindigkeit, Momentangeschwindigkeit, beschleunigt, Tachometer, Näherung





## Lösung (Expertenaufträge – Lückentext)

Im Alltag nutzen wir verschiedene Mittel zur Fortbewegung. Beim Fahren mit der S-Bahn wird der Zug zunächst gleichmäßig **beschleunigt**, fährt dann **gleichförmig** mit konstanter Geschwindigkeit, um vor der nächsten Station wieder abzubremsen.

Du läufst den Weg von der S-Bahn-Station zur Schule und triffst deine Freunde Ayla, Duy, Leander und Nina. An der Hauptstraße steht die Polizei und kontrolliert mit einem Laserhandgerät die Einhaltung der vorgeschriebenen **Geschwindigkeit**.

Ihr schaut kurz zu und schon innerhalb weniger Minuten wird bei vielen Autos eine zu hohe Geschwindigkeit gemessen.

Im Physikunterricht habt ihr gerade über Bewegungen und Geschwindigkeiten gesprochen.

Duy fragt: „Wie kriegen die so schnell die aktuelle Geschwindigkeit heraus?“

Ayla lacht: „Da hast du ja wieder gut aufgepasst! Mit dem **Laserhandgerät** wird eine Laufzeitmessung durchgeführt. Es werden kurz hintereinander zwei Lichtpulse ausgesendet, welche vom Fahrzeug **reflektiert** werden. Dabei wird jeweils die Pulslaufzeit gemessen, aus der dann aufgrund der konstanten Ausbreitungsgeschwindigkeit der Pulse die **Geschwindigkeit** zu diesem Zeitpunkt errechnet werden kann.

Aus diesen Zeit- und Streckenmessungen werden dann die jeweiligen Differenzen gebildet, aus denen sich die **Momentangeschwindigkeit** der Fahrzeuge ermitteln lässt.

Duy protestiert: „Ich denke wir dividieren den Weg durch die Zeit und erhalten die **Durchschnittsgeschwindigkeit!**“

Ayla korrigiert: „Jede Geschwindigkeitsmessung nutzt die Messung der Länge des zurückgelegten **Weges**  $\Delta s$  und der dafür benötigten **Zeit**  $\Delta t$ . Wir bezeichnen den Quotienten aus  $\Delta s : \Delta t$  als mittlere Geschwindigkeit oder **Durchschnittsgeschwindigkeit**. Bei sehr kleinen Zeitabständen ergibt die mittlere Geschwindigkeit eine **Näherung** für die Momentangeschwindigkeit!

Leander antwortet: „Unsere Ayla weiß es wieder ganz genau. Aber die Autofahrer sind auch selber Schuld – können doch auf ihren **Tachometer** sehen, dieser zeigt zu jedem Zeitpunkt die Geschwindigkeit an.

Nina mahnt: „Jetzt müssen wir uns aber beeilen, sonst kommen wir zu spät und erhalten noch ein Bußgeld.“ Duy mault – schon am frühen Morgen Physik, da brummt mein Schädel. Alle lachen und laufen fröhlich zur Schule.

## Quellen

- a) Leisen, Josef, (2000): „Methoden-Handbuch deutschsprachiger Fachunterricht. (DFU).“, Bonn: Varus-Verlag
- b) Webseite: <http://www.viananet.de> (Stand: 13.10. 2016)
- c) Webseite: <http://www.vernier.com> (Stand: 13.10. 2016)
- d) Webseite: <https://polizei.brandenburg.de/liste/polizeiliche-messtechnik/62308>  
(Stand: 13.10. 2016)
- e) Webseite: <http://www.eso-elektronik.de/web/> (Stand: 13.10. 2016)