

Unterrichtsmaterialien zur Durchführung der Machbarkeitsstudie

„Digitale Spiele im Schulunterricht“

von

Prof. Dr. Jan M. Boelmann und Dr. Lisa König
unter Mitarbeit von Frieder Kern

2022



Die Unterrichtsmaterialien stehen als Open Educational Resources unter der Lizenz CC BY 4.0.
Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>.
Bitte zitieren Sie wie folgt: „Unterrichtsmaterialien zur Durchführung der Machbarkeitsstudie „Digitale Spiele im Schulunterricht“, Prof. Dr. Jan M. Boelmann und Dr. Lisa König unter Mitarbeit von Frieder Kern“, 2022.

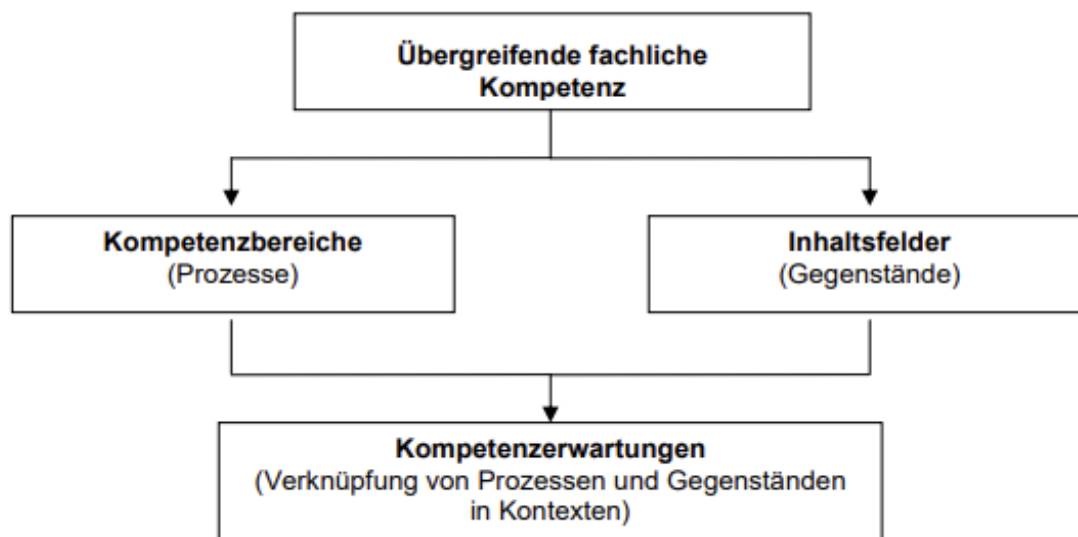
Lehrplanbezug der Einheit im Fach Physik

Computerspielbasierte Unterrichtsreihe für das Fach Physik
Didaktische/Methodische Hinweise (Ausgangspunkt M-Niveau)

Im Rahmen des Physikunterrichts bieten Computerspiele die Möglichkeit, die Lerninhalte zu erarbeiten, anzuwenden und den Lernprozess zu unterstützen. Sie bieten die Möglichkeit, den Klassenraum virtuell zu erweitern und spielerisch Inhalte anzuwenden. In Computerspielen wird zwar, wie im Unterricht auch, an Modellen gearbeitet, jedoch lassen sich diese Modelle nahezu unbegrenzt erweitern und in andere Kontexte übertragen.

Bezug zu den Lehrinhalten

In Physik wird unterschieden zwischen Kompetenzbereichen, welche sich mit dem physikalischen Prozess beschäftigen und Inhaltsfelder, welche sich auf die konkreten physikalischen Gegenstände beziehen. Das Zusammenspiel beider mündet in Kompetenzerwartungen, bei denen Prozesse und Gegenstände in Kontexten verknüpft werden.



1

Bezug zu den Kompetenzen

Die Beschreibung von Kraftwirkungen ist ein zentrales Anliegen der Physik. Mit dem Wirken von Kräften lassen sich die wesentlichen Ursachen für Veränderungen erklären. Um den körperlichen Kraftaufwand zu verringern und Arbeiten zu erleichtern, entwickelten Menschen Werkzeuge und Maschinen. Diese wandeln Energieformen in andere um. Dabei ist für eine effektive Energienutzung ein hoher Wirkungsgrad günstig. Moderne Maschinen setzen häufig Elektromotoren ein. Am Elektromotor wird die Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Energie mit Hilfe elektromagnetischer Kräfte deutlich.²

¹ https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/158/KLP_RS_Physik.pdf (Seite 14) 21.11.2020

² https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/158/KLP_RS_Physik.pdf (Seite 18) 21.11.2020

Kompetenzen der Einheit

Die in dieser Einheit werden folgende Kompetenzbereiche aus dem Inhaltsfeld *Kräfte und Maschinen* erlernt und vertieft:

Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können...

- ...Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.³

Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können...

- ...bei der Beobachtung von Vorgängen (u. a. an einfachen Maschinen) zwischen der Beschreibung der Beobachtungen und der Deutung dieser Beobachtungen unterscheiden.⁴

Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler können...

- ... in Zeichnungen die Wirkung und das Zusammenwirken von Kräften durch Vektorpfeile darstellen.
- ... in Abbildungen physikalischer Sachverhalte Kräfteverhältnisse darstellen bzw. interpretieren.⁵

Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können...

- ...in einfachen Zusammenhängen Überlegungen und Entscheidungen zur Arbeitsökonomie und zur Wahl von Werkzeugen und Maschinen physikalisch begründen.⁶

³ https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/158/KLP_RS_Physik.pdf (Seite 32) 21.11.2020

⁴ https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/158/KLP_RS_Physik.pdf (Seite 33) 21.11.2020

⁵ https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/158/KLP_RS_Physik.pdf (Seite 33) 21.11.2020

⁶ https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/158/KLP_RS_Physik.pdf (Seite 33) 21.11.2020

Methodische Hinweise

Die vorgestellten Materialien sollen neben dem Erlernen der Spielmechaniken die Verbindung zu den Inhalten der Lerneinheit herstellen. Dabei stellt der Verlaufsplan einen Gestaltungsvorschlag dar, dem jedoch anthropologische, personelle und situative Gegebenheiten gegenüberstehen. Eine Anpassung an diese Gegebenheiten ist unumgänglich. Der Einsatz der Hilfekarten soll hier eine höchstmögliche Flexibilität bieten, ebenso wie die weiteren Arbeitsmaterialien.

Die Einheit beginnt mit dem Spielen des Tutorials, welches direkt in weitere Level übergeht. Es findet also keinen klaren Abschluss, was zum Ausgleich der unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeit genutzt werden kann. Im Anschluss werden im Spiel erfahrene Inhalte auf eine reale Situation übertragen. Dabei stehen real existierende Brücken im Vordergrund. Den Abschluss bildet das Designen eines Levels durch die Lernenden. Dabei müssen gelernte Inhalte und Kompetenzen auch unabhängig von einer fachsprachlichen Benennung angewendet werden.

Differenzierungsmöglichkeiten

Es gibt drei Möglichkeiten zur inneren Differenzierung:⁷

- 1.) Das Spiel selbst bietet durch die zunehmende Komplexität und durch die Spielgeschwindigkeit der Schülerinnen und Schüler eine Differenzierungsmöglichkeit. Dabei passt sich das Spiel schnell an das Verständnis des Lernenden an und bietet durchgängig fordernde Level.
- 2.) Die durch die unterschiedlichen Materialien bereits vorgesehene Differenzierung.
- 3.) Durch die entsprechend gewählte Kombination von Schülern unterschiedlicher oder gleicher Niveaustufen, je nach Zielsetzung der inneren Differenzierung. Gerade in der letzten Unterrichtsstunde bietet die Partnerarbeit hier einen Ansatz. Genutzt werden kann diese Möglichkeit aber durch die ganze Einheit.

⁷ Für Förderschulen werden individuelle Differenzierungsmaßnahmen getroffen und die Niveaustufe festgelegt.

Verlaufsplan – Einsatz von Computerspielen im Fach Physik

Stundenthema:	Einführung in das Spiel Bridge Constructor Portal	Stundenummer:	1
Kompetenz- bzw. Lernzielformulierungen (curriculare Anbindung)			
Für Gymnasien (Orientierung E-Niveau; Basiskonzept Wechselwirkungen): Stufe 1 - Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. Stufe 2 - Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. Für Realschulen (Orientierung M-Niveau; Inhaltsfeld Kräfte und Maschinen): Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. Für Haupt- und Gesamtschulen (Orientierung G-Niveau; Inhaltsfeld Bewegung und ihre Ursachen): Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungsänderungen und Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen sowie die Bedeutung des Trägheitsgesetzes und des Wechselwirkungsgesetzes erläutern.			
Minimalziel:	Die Schülerinnen und Schüler lernen die Spielmechaniken kennen und können die ersten Level mit Hilfestellungen meistern.		
Maximalziel:	Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die Spielmechanik und wenden die Bauteile ohne Hilfe an.		

Zeit	Phase	Geplanter Stundenverlauf	Sozialformen	Medien	Didaktischer Kommentar
5“	Ankommen/ Technische Voraussetzungen schaffen	Die SuS melden sich an den Schülergeräten an und starten das Spiel. Die Lehrkraft stellt sicher, dass technische Hindernisse bei allen SuS ausgeräumt sind. Die SuS stoppen mit dem Erreichen des Startbildschirms.		Spiel Schülergeräte	Die Lauffähigkeit des Spiels sollte im Vorfeld getestet werden. Eventuelle Schwierigkeiten sollten mit der Administration besprochen und behoben sein. Im Normalfall werden die SuS zu diesem Zeitpunkt sehr motiviert sein, daher sollte diese Phase so kurz wie möglich sein. Eventuell kann das Anmelden und Spielstarten im Vorfeld über eine zentrale Steuerung erfolgen. Es kann zur Herausforderung werden, allen SuS einen gemeinsamen Start zu ermöglichen. Dennoch sollten die SuS erst nach der Einführung starten. Je nach genutzten Spielaccounts können bereits Spielstände vorhanden sein. Diese sollten vor Beginn gelöscht werden.
5“	Einführung in das Spiel	Die Lehrkraft stellt das Spiel Bridge Constructor Portal vor. Das Ziel ist es, die Gabelstapler von der Startposition, in die Zielröhre fahren zu lassen. Wichtig: Es wird kein Hinweis auf die Spielmechaniken gegeben.	Frontal	Hilfekarten	Nicht jede <i>Hilfekarte</i> ist eine konkrete Hilfe. Die Tipps sind allgemein gehalten und den allgemeinen Spielhilfen entnommen. Über das In-Game-Menü kommen die SuS zu denselben Hilfestellungen.

		Die Lehrkraft legt oder hängt die <i>Hilfekarten</i> aus. Sie weist darauf hin, wo diese sich befinden und dass diese bei Bedarf selbstständig durch die Schüler genutzt werden können. Die Lehrkraft gibt das Startsignal, wenn alle Fragen der SuS geklärt sind.			
30"	Spielen	Die Lehrkraft gibt das Startsignal und die SuS beginnen mit dem ersten Level und spielen soweit sie in der Zeit kommen. Die Lehrkraft betreut die SuS und gibt angemessene Hilfestellungen oder weist auf die Hilfekarten hin. Sie achtet darauf, dass SuS sich zwar gegenseitig helfen dürfen, dabei aber die Lösung nicht direkt verraten wird.	Einzelarbeit/ Partnerarbeit		Die Hilfe durch die Lehrkraft sollte sich nach der Leistungsfähigkeit jedes einzelnen Schülers/jeder einzelnen Schülerin richten. Es muss zwischen technischen Fragen und Verständnisfragen unterschieden werden. Technische Fragen können direkt peer-to-peer oder durch die Lehrkraft beantwortet werden. Für Verständnisfragen sollten Denkhilfen durch die Lehrkraft oder durch die Hilfekarten erfolgen.
5"		Die Lehrkraft weist auf das anstehende Ende der Stunde hin. Die Spielstände sollen durch die SuS gespeichert werden. Die Lehrkraft bittet um eine kurze mündliche Rückmeldung durch die SuS.	Unterrichtsgespräch		

Verlaufsplan – Einsatz von Computerspielen im Fach Physik

Stundenthema:	Wirkende Kräfte	Stundennummer:	2
Kompetenz- bzw. Lernzielformulierungen (curriculare Anbindung)			
Für Gymnasien (Orientierung E-Niveau; Basiskonzept Wechselwirkungen): Stufe 1 - Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. Stufe 2 - Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. Für Realschulen (Orientierung M-Niveau; Inhaltsfeld Kräfte und Maschinen): Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. Für Haupt- und Gesamtschulen (Orientierung G-Niveau; Inhaltsfeld Bewegung und ihre Ursachen): Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungsänderungen und Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen sowie die Bedeutung des Trägheitsgesetzes und des Wechselwirkungsgesetzes erläutern.			
Minimalziel:	Die Schülerinnen und Schüler erkennen einen Zusammenhang zwischen Verformung und wirkender Kraft.		
Maximalziel:	Die Schülerinnen und Schüler kennen den Kraftpfeil als Anzeiger für wirkende Kräfte und können Kräften eine Richtung zuordnen.		

Zeit	Phase	Geplanter Stundenverlauf	Sozialformen	Medien	Didaktischer Kommentar
10“	Einstieg	Die Lehrkraft zeigt das <i>Einstiegsvideo</i>. Folgende Fragen werden im Unterrichtsgespräch besprochen: Warum hält die Konstruktion nicht? Woran kann man schon beim ersten Gabelstapler sehen, dass es Probleme geben wird? ➔ Die SuS sollen erkennen, dass eine Rotfärbung der Bauteile auftritt. ➔ Evtl. erkennen SuS bereits den Zusammenhang zwischen Belastung und der Verfärbung. Ausgabe des <i>AB Erarbeitung2</i> durch die Lehrkraft. Beobachtungen und Hypothesen sollen durch die SuS auf der Vorderseite des AB eingetragen werden.	Unterrichtsgespräch	Beamer o. Smartboard Einstiegsvideo AB Erarbeitung2 (Vorderseite)	Es ist möglich, das Video zu unterbrechen und bereits Zwischenhypothesen darüber zu bilden, was möglicherweise passieren könnte. Der Zeitpunkt der Ausgabe des <i>AB Erarbeitung2</i> kann durch die Lehrkraft individuell bestimmt werden. Je nachdem, wann diese die Verschriftlichung der Hypothesen für sinnvoll erachtet.

20"	Erarbeitung	Die SuS bekommen den Auftrag, die Rückseite des AB <i>Erarbeitung2</i> zu bearbeiten und spielen dazu weiter.	Einzelarbeit/ Partnerarbeit	Spiel AB Erarbeitung2 (Rückseite)	In dieser Zeit steht die Lehrkraft für Fragen und Hilfestellungen zur Verfügung. Zudem ist hier Raum, eventuelle Schwierigkeiten der SuS auszumachen, um diese im Einzelgespräch oder mit der ganzen Gruppe anzusprechen.
15"	Sicherung	Exemplarisch stellen einige SuS ihre in Alltagssprache verfassten Ergebnisse vor. Die in der Einführung getroffenen Hypothesen werden nun im Unterrichtsgespräch auf Stichhaltigkeit geprüft. Die Frage „Wann färben sich Bauteile rot?“ muss eindeutig beantwortet werden. Aufgabe der Lehrkraft ist es nun, gemeinsam mit den SuS, die in Alltagssprache verfassten Ergebnisse, in Fachsprache zu übersetzen. Schlüsselbegriffe sind hier Kraft, Kraftrichtung, Zug- und Druckkraft. Dazu kann eine Dokumentenkamera oder ein Smartboard eingesetzt werden und das AB Sicherung. Die Lehrkraft gibt das AB <i>Sicherung2</i> aus. Die SuS übernehmen die Verschriftlichung.	Unterrichtsgespräch	AB Sicherung2 Doku-Cam o. Smartboard	Die Formulierung in Fachsprache stellt für die SuS eine Herausforderung dar. Hier kommt der Lehrkraft die Aufgabe zu, die Äußerungen je nach Leistungsstand der SuS zu bewerten, zu korrigieren und in die richtige Richtung zu lenken. Das AB ist bewusst offen gehalten um der Lehrkraft Raum für eine eigengewählte, schülergerechte Definition der Begriffe zu geben. Lösungsvorschläge gibt es auf dem entsprechenden Lösungsblatt.

Verlaufsplan – Einsatz von Computerspielen im Fach Physik

Stundenthema:	Kraftpfeile	Stundennummer:	3
Kompetenz- bzw. Lernzielformulierungen (curriculare Anbindung)			
Für Gymnasien (Orientierung E-Niveau; Basiskonzept Wechselwirkungen): Stufe 1 - Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben. Stufe 2 - Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben. Für Realschulen (Orientierung M-Niveau; Inhaltsfeld Kräfte und Maschinen): Die Schülerinnen und Schüler können... ... in Zeichnungen die Wirkung und das Zusammenwirken von Kräften durch Vektorpfeile darstellen. ... in Abbildungen physikalischer Sachverhalte Kräfteverhältnisse darstellen bzw. interpretieren. Für Gesamtschulen (Orientierung M/G-Niveau; Inhaltsfeld Bewegung und ihre Ursachen): Die Schülerinnen und Schüler können in einfachen Zusammenhängen Kräfte als Vektoren darstellen und Darstellungen mit Kraftvektoren interpretieren. Für Hauptschulen (Orientierung G-Niveau; Inhaltsfeld Bewegung und ihre Ursachen): Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung des Trägheitsgesetzes und des Wechselwirkungsgesetzes erläutern.			
Minimalziel:	Die Schülerinnen und Schüler können den Aufbau einer Fachwerkbrücke erklären.		
Maximalziel:	Die Schülerinnen und Schüler können in realen Anwendungen die Sinnhaftigkeit einer Konstruktion bewerten.		

Zeit	Phase	Geplanter Stundenverlauf	Sozialformen	Medien	Didaktischer Kommentar
10"	Einstieg	Die Lehrkraft zeigt das erste Bild der Präsentation. Folgende Fragen werden im Unterrichtsgespräch besprochen. Was ist zu sehen? Warum wurde diese Konstruktion verwendet? Übergang zu den nächsten Bildern. Hier wird die Kraft-richtung und Kraftverteilung durch rote Pfeile dargestellt. Gemeinsam mit den SuS vollzieht die Lehrkraft die Pfeile nach und bespricht den Konstruktionsaufbau unter dem physikalischen Kraftaspekt.	Unterrichtsgespräch	PDF/PPT Einstieg3	Es ist auch möglich, auf die vorgezeichneten Pfeile zu verzichten und diese an einem Smartboard oder unter einer Dokumentenkamera direkt händisch einzuzeichnen. So kann das Vorgehen noch besser nachvollzogen werden.
10"	Erarbeitung	Die Lehrkraft teilt den SuS das AB Erarbeitung aus. Hier gibt es zwei Niveaus. Die SuS sollen die Kraftpfeile einzeichnen.	Einzelarbeit	AB Erarbeitung3	Die genaue Dimensionierung von Kraftpfeilen wird hier noch nicht thematisiert, da dafür die Fähigkeit zum trigonometrischen Argumentieren benötigt wird, was in Jahrgangsstufe 8

		Die Lehrkraft gibt den Hinweis, dass die Rückseite des <i>AB Erarbeitung3</i> gemeinsam ausgefüllt wird. Die Schüler aber mit Bleistift Vorüberlegungen formulieren können.			noch nicht gewährleistet ist. Bei der Sicherung wird lediglich der Zusammenhang zwischen Länge des Pfeils und Größe der Kraft thematisiert. Die SuS sollen sich an dieser Stelle mit der Kraftverteilung und Richtung beschäftigen. Dabei ist der kognitive Prozess wichtig. Eine absolut richtige Anwendung der Pfeile ist nicht vonnöten.
10"	Sicherung	Die Lehrkraft bespricht gemeinsam mit den SuS den Sicherungsteil des <i>AB Erarbeitung3</i> .	Unterrichtsgespräch	Doku-Cam o. Smartboard	
15"	Spielzeit	Die SuS haben nun Zeit, das Spiel Bridge Construction Builder weiter zu spielen.			Die Lehrkraft kann nun einzelne SuS auf die Erkenntnisse der vorhergehenden Inhalte hinweisen, wenn sie auf Probleme stoßen. Auch steht diese Zeit als Beobachtungszeit zur Verfügung. Wo muss eventuell in kommenden Stunden noch nachgesteuert werden und welches intuitive Verständnis ist bei den SuS für die Thematik vorhanden?

Verlaufsplan – Einsatz von Computerspielen im Fach Physik

Stundenthema:	Erstellen eigener Level	Stundenummer:	4
Kompetenz- bzw. Lernzielformulierungen (curriculare Anbindung)			
Für Gymnasien (Orientierung E-Niveau; Fachliche Kontexte): Fachlicher Kontext: Einfache Maschinen: Kleine Kräfte, lange Wege. Für Realschulen (Orientierung M-Niveau; Inhaltsfeld Kräfte und Maschinen): Die Schülerinnen und Schüler können in einfachen Zusammenhängen Überlegungen und Entscheidungen zur Arbeitsökonomie und zur Wahl von Werkzeugen und Maschinen physikalisch begründen. Für Haupt- und Gesamtschulen (Orientierung G-Niveau; Inhaltsfeld Bewegung und ihre Ursachen): Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungsänderungen und Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften (...) erläutern.			
Minimalziel:	Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage lösbar Level zu gestalten und diese mit physikalischen Begriffen zu erklären.		
Maximalziel:	Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage Level zu gestalten und nach physikalisch begründetem Feedback durch Peers einen Verbesserungsprozess zu durchlaufen.		

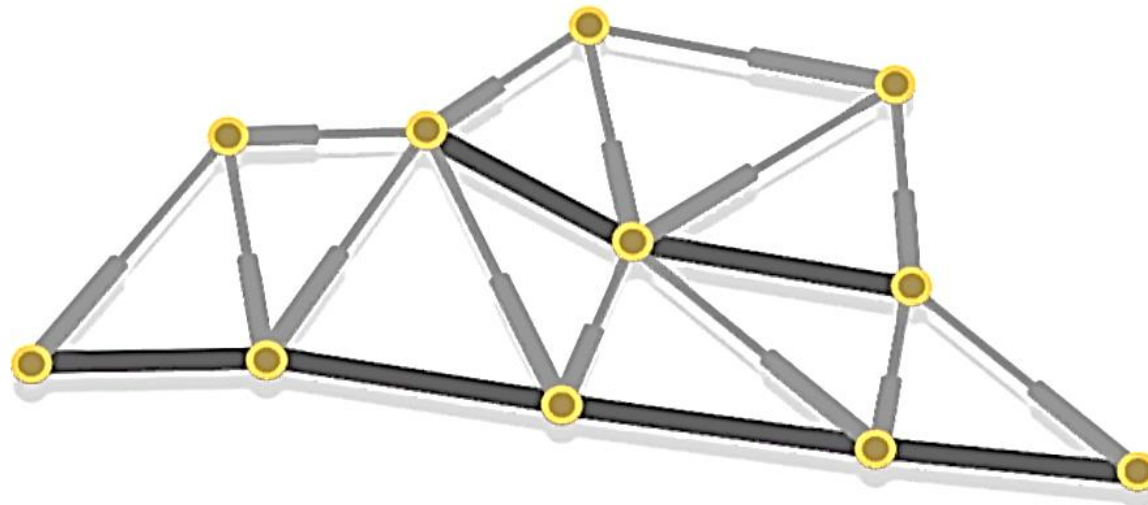
Zeit	Phase	Geplanter Stundenverlauf	Sozialformen	Medien	Didaktischer Kommentar
20“	Erarbeitung	Die Lehrkraft zeigt den SuS im Spiel Bridge Constructor Portal den Bereich, in welchem eigene Level designt werden können. Er gibt nun den SuS die Aufgabe, ein Level zu gestalten. Folgende Anforderungen gelten dafür: Es muss mindestens eine Brücke benötigt werden, um das Level zu lösen. Für schnelle und starke SuS kann die Aufgabe beliebig erweitert werden. Beispielsweise: Konstruktionen ohne Aufhängung Mindestdistanz Seilbrücken Mehrere unterschiedliche Brücken	Einzelarbeit	Spiel Tafel	Hier wird durch die Unterrichtseinheit keine genaue Aufgabe vorgegeben, da die Einschätzung der Fähigkeiten der SuS aus dem Unterricht heraus erfolgen sollte. Im Idealfall werden die unterschiedlichen Anforderungen an der Tafel o. ä. verschriftlicht.
15“	Austausch	Die SuS gehen zu zweit zusammen und spielen jeweils das Level der/des anderen. Im Anschluss geben die SuS sich gegenseitig Feedback. Die Lehrkraft weist darauf hin, dass das Feedback in Fachsprache gehalten wird.	Partnerarbeit		Die SuS haben die Aufgabe, ihre Entscheidungen im Design zu verteidigen und zu begründen. Die vorangegangenen Unterrichtsstunden bieten ihnen hierfür das nötige Handwerkszeug.

10"	Erarbeitung	Die SuS haben nun Zeit, die Rückmeldung in ihr Level einzuarbeiten.	Einzelarbeit		Zur Motivation der SuS ist es möglich, wenn der Zeitrahmen des Unterrichts es gestattet, eine Vorstellung der Level und/oder eine Prämierung der besten Level-Designs vorzunehmen. Aus Zeitgründen müsste dies aber vermutlich in einer der darauffolgenden Stunden stattfinden.
-----	-------------	---	--------------	--	--

Hilfe Stufe 1

„kleiner Tipp“

Dreiecke



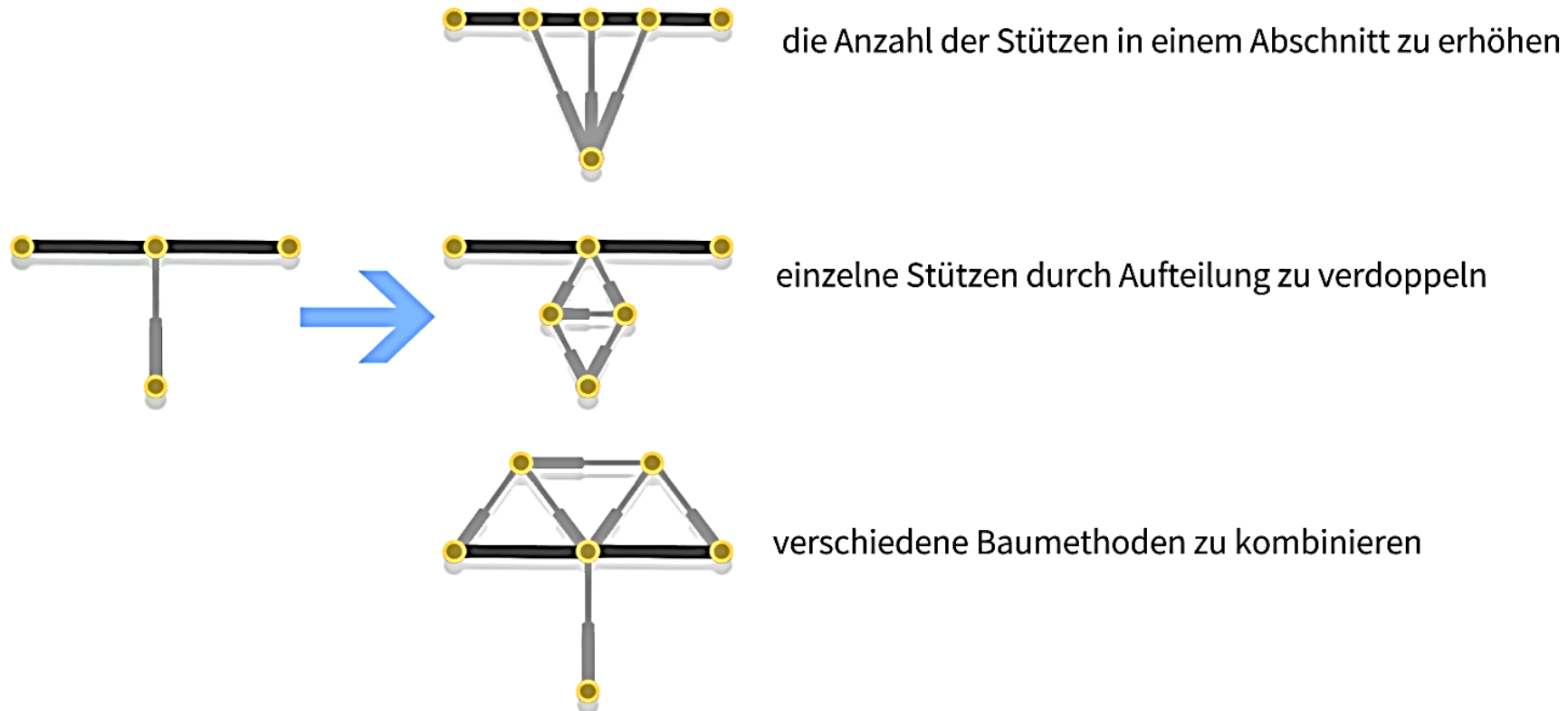
Baue deine Gerüste möglichst aus Dreiecken auf.

So ergeben sich stabile, zusammenhängende Strukturen.

Hilfe Stufe 2

„kleine Stütze“

Um hohe punktuelle Belastungen abzufangen, versuche



Hilfe Stufe 3

„nicht runterziehen lassen“

Flache Stütz- oder Haltewinkel sind generell ungünstig.



Die Belastung zieht nach unten, das Kabel hält nur zur Seite = wenig Halteeffekt nach oben

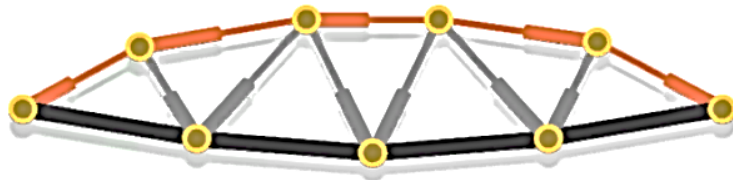


Ein umgelenktes Kabel kann die Fahrbahn nun nach oben ziehen.

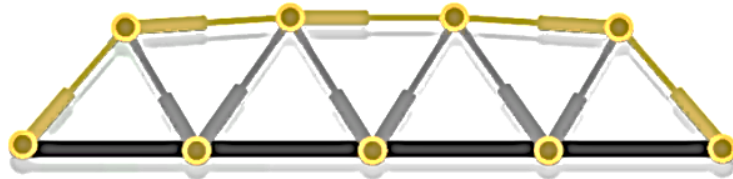
Hilfe Stufe 4

„so hält es“

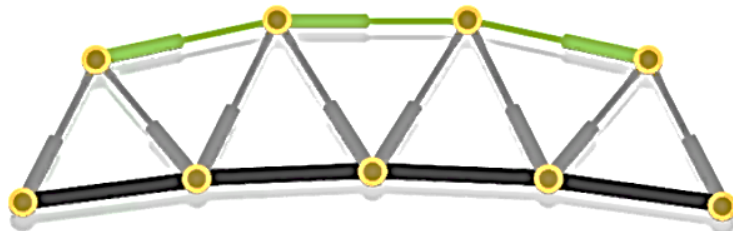
Nicht alle Bögen sind gleichsam effektiv.



Zu flache oder zu steile Bögen verteilen die Belastung nicht gleichmäßig genug.



Der richtige Winkel sorgt für eine gute Verteilung der Belastung.

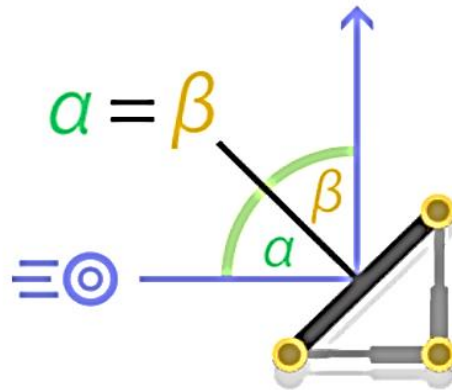


Eine gebogene Fahrbahn erzeugt einen weiteren stützenden Effekt.

Hilfe Stufe 5

„rein und raus, verstanden?“

Einfallswinkel = Ausfallswinkel

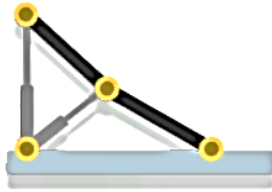


Beim Umlenken von Pellets denke daran, dass der Winkel beim Verlassen der Oberfläche gleich groß ist wie der beim Auftreffen auf die Oberfläche.

Hilfe Stufe 6

„wie eine Feder“

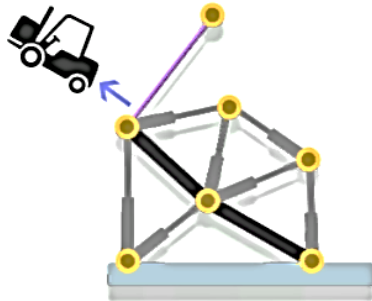
Federnde Brücken



Simple Konstruktionen können in vielen Fällen ausreichend sein.
Sie fangen allerdings stark an zu federn, wenn Fahrzeuge darüberfahren.



Dadurch kann sich das Verhalten der nachfolgenden Fahrzeuge in einem Konvoi stark verändern.

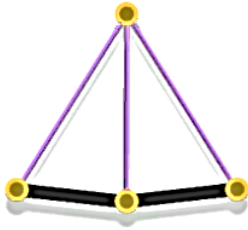


Mit zusätzlichen Verstrebungen und entgegengesetzten Verspannungen kannst du das Federn reduzieren und gleichmäßigere Bedingungen für alle Fahrzeuge im Konvoi schaffen.

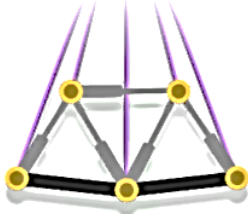
Hilfe Stufe 7

„nicht einfach hängen lassen“

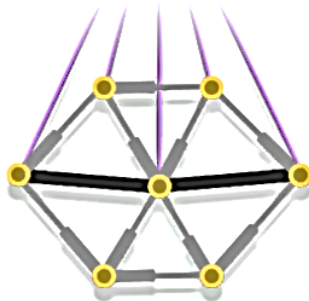
Tipps für Aufgehängte Brücken - Teil 1



Aufgehängte Brücken können durchaus einfach gebaut sein.
Manchmal muss man sie allerdings aus verschiedenen Gründen verstärken:



Füge Streben hinzu für mehr Stabilität, Steifheit und mehr Aufhängungspunkte.
So erhöht sich auch das Gesamtgewicht, wodurch unerwünschtes Schaukeln reduziert werden kann.

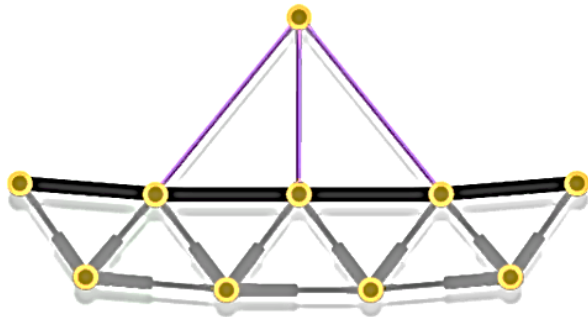


Füge eine Bogenkonstruktion auch unten hinzu, wenn du noch mehr Festigkeit benötigst.

Hilfe Stufe 8

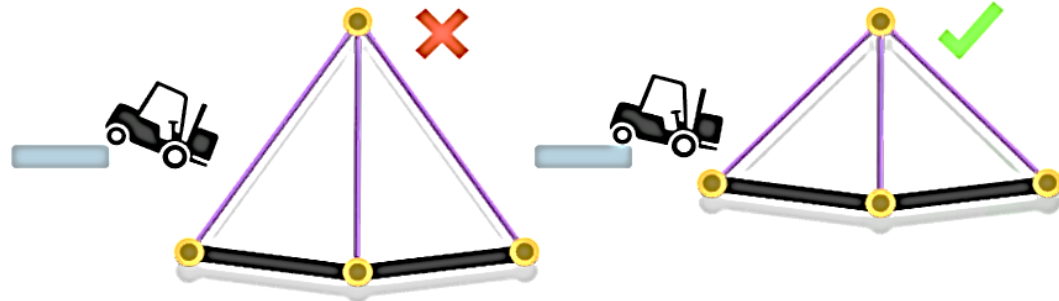
„wer hoch baut, kann tief fallen“

Tipps für Aufgehängte Brücken - Teil 2



Verwende Bögen, um die Fahrbahn seitlich dort zu verlängern, wo keine Aufhängung mehr möglich ist.

Halte die Fallhöhe der Fahrzeuge niedrig, um die Wucht ihres Aufschlags zu verringern.





Stunde 2: Wirkende Kräfte – Erarbeitung



Aufgabe: Beschreibt genau, was ihr auf den beiden Bildern erkennen könnt. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede gibt es?

Beobachtung:

Aufgabe: Formuliert gemeinsam mit eurer Lehrerin/ eurem Lehrer Hypothesen und notiert diese hier.

Hypothesen:



Aufgabe: Du hast nun 10 Minuten Zeit, Bridge Construction Portal weiterzuspielen. Versuche herauszufinden, wann und warum das im Bild gezeigte Bauteil die Farbe Rot annimmt.



Wann?

Warum?

Aufgabe: Du hast nun weitere 5 Minuten Zeit, dasselbe für das im unteren Bild gezeigte Bauteil herauszufinden. Wann nimmt das gezeigte Bauteil die Farbe Rot an?



Wann?

Warum?



Stunde 2: Wirkende Kräfte – Erarbeitung



Aufgabe: Beschreibt genau, was ihr auf den beiden Bildern erkennen könnt. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede gibt es?

Beobachtung:

Die Bauteile haben eine unterschiedliche Farbe. Der rechte Zylinder leuchtet im Gegensatz zu dem linken rot. Etwas scheint nicht zu stimmen.

Aufgabe: Formuliert gemeinsam mit eurer Lehrerin/ eurem Lehrer Hypothesen und notiert diese hier.

Hypothesen:

Beispiele:

Wenn man das Bauteil falsch einbaut, wird es rot.

Wenn das Bauteil zu stark belastet wird, färbt es sich.

...



Aufgabe: Du hast nun 10 Minuten Zeit, Bridge Construction Portal weiterzuspielen. Versuche herauszufinden, wann und warum das im Bild gezeigte Bauteil die Farbe Rot annimmt.



Wann?

Immer wenn das Fahrzeug über die Konstruktion fährt, leuchtet das Bauteil rot.

Warum?

Das Bauteil ist einer stärkeren (Druck) Belastung ausgesetzt als es soll. Es ist kurz vor dem Versagen.

Aufgabe: Du hast nun weitere 5 Minuten Zeit, dasselbe für das im unteren Bild gezeigte Bauteil herauszufinden. Wann nimmt das gezeigte Bauteil die Farbe Rot an?



Wann?

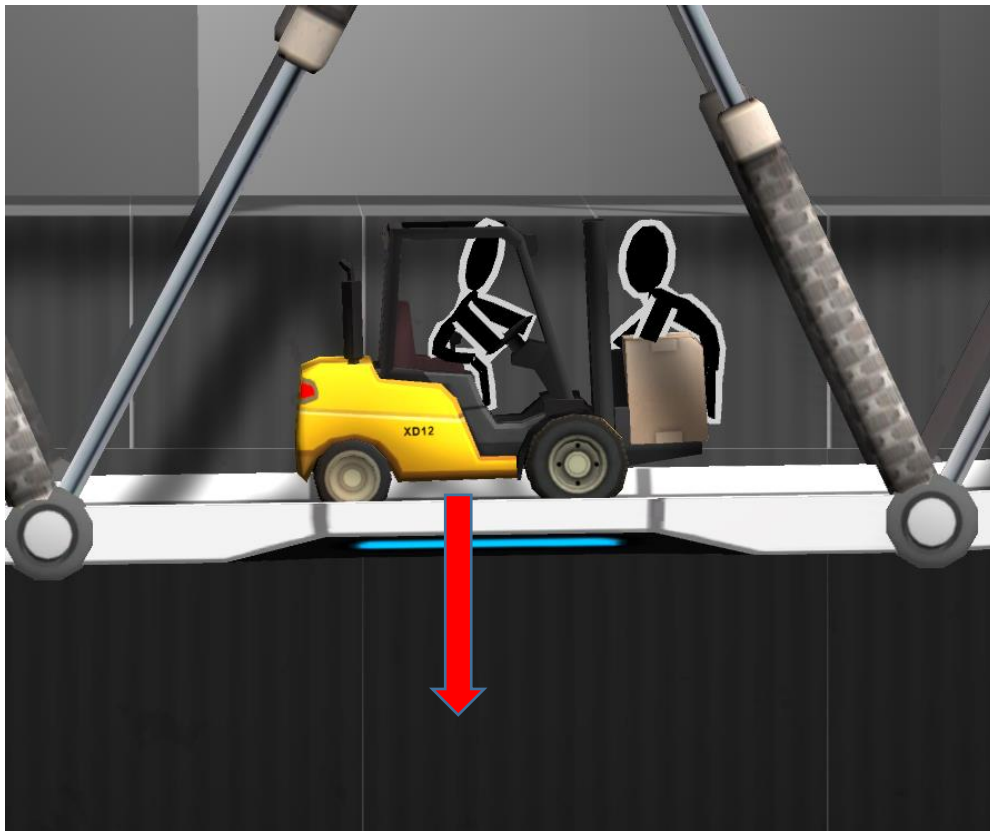
Immer wenn das Fahrzeug über die Konstruktion fährt, leuchtet das Bauteil rot.

Warum?

Das Bauteil ist einer stärkeren (Zug-) Belastung ausgesetzt, als es sollte. Es ist kurz vor dem Versagen.



Stunde 2: Wirkende Kräfte – Sicherung

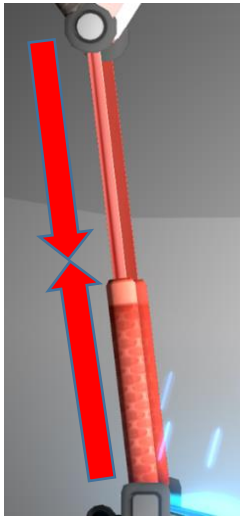


Kraft

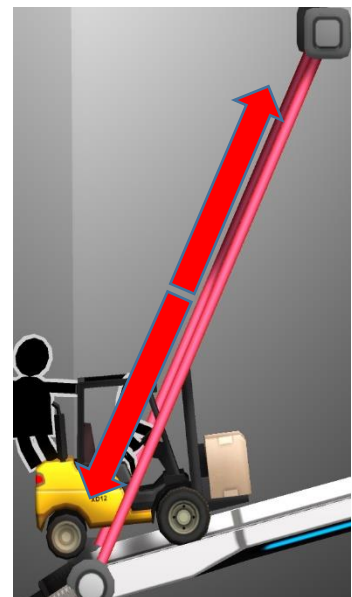
Kraftrichtung



Druck

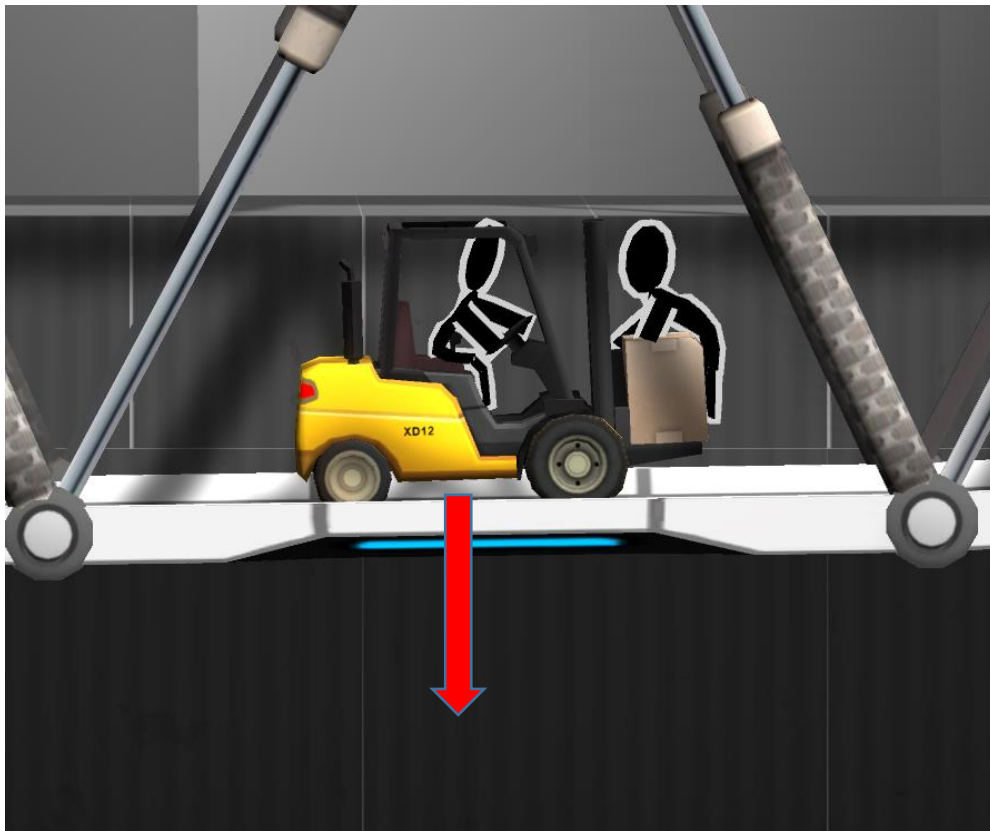


Zug





Stunde 2: Wirkende Kräfte – Sicherung



Kraft

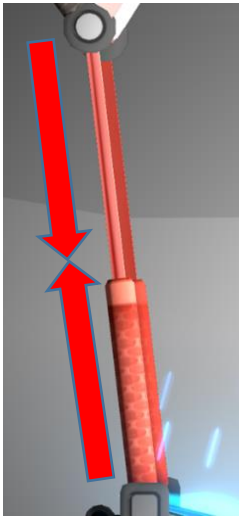
Kraft selber ist unsichtbar. Man kann sie lediglich an ihren Wirkungen erkennen. Verformungen, Beschleunigungen und Richtungsänderungen sind Krafteinwirkungen.

Kraftrichtung

Kraft hat immer eine Richtung, in die sie wirkt. Man spricht von der Kraftrichtung. Diese wird durch einen Pfeil angezeigt.



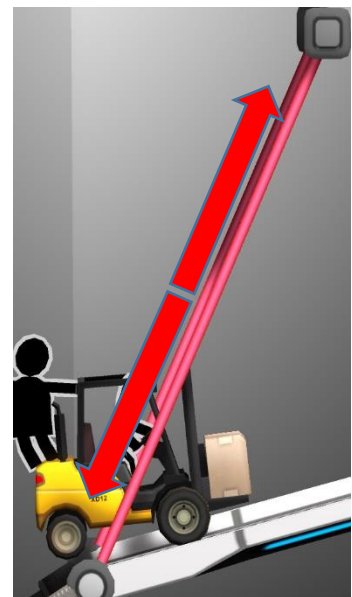
Druck



Gibt es zwei Krafrichtungen und
diese zeigen genau aufeinander,
spricht man von Druckkräften.

Zug

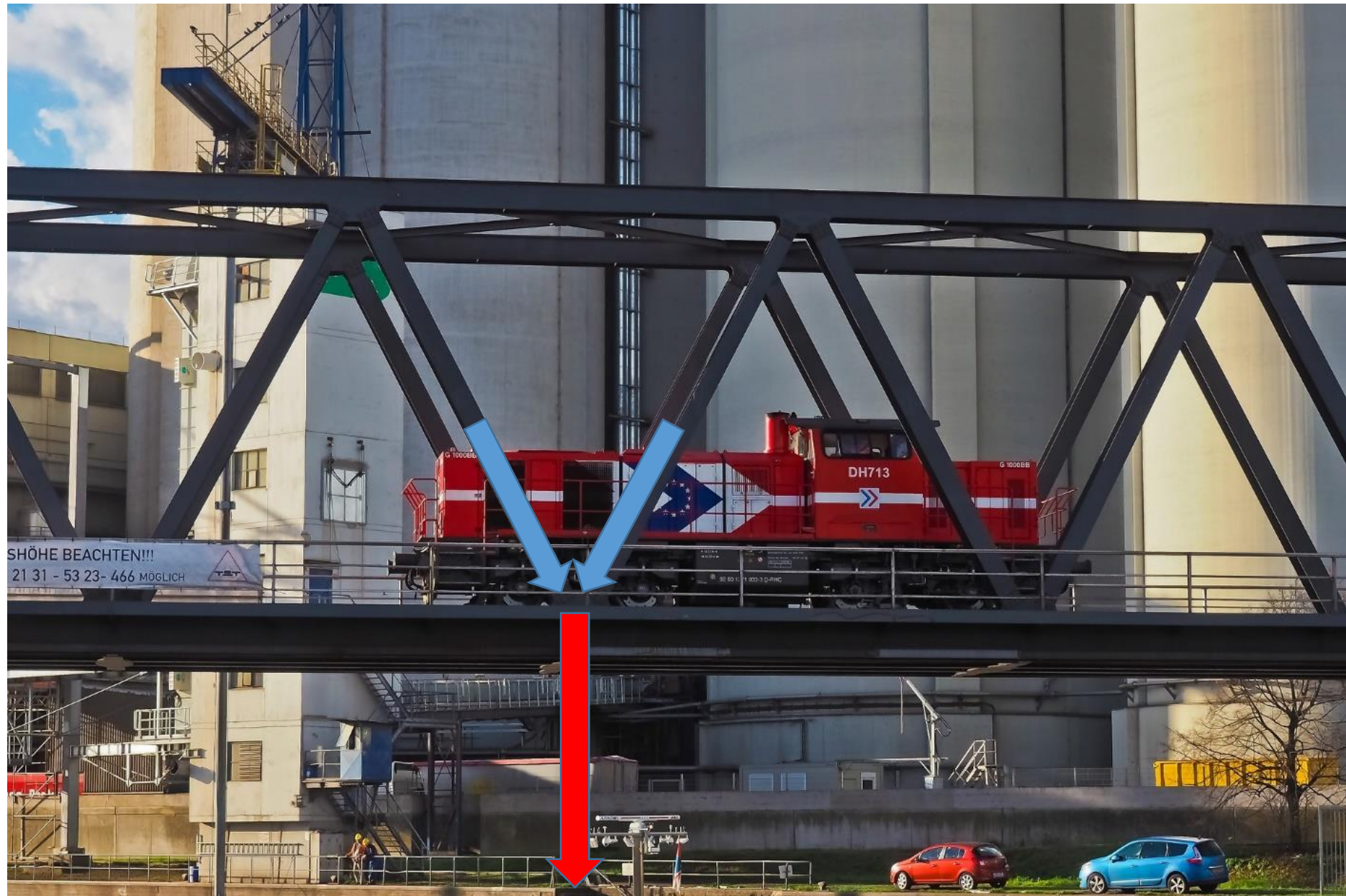
Gibt es zwei Krafrichtungen und
diese zeigen voneinander weg,
spricht man von Zugkräften.

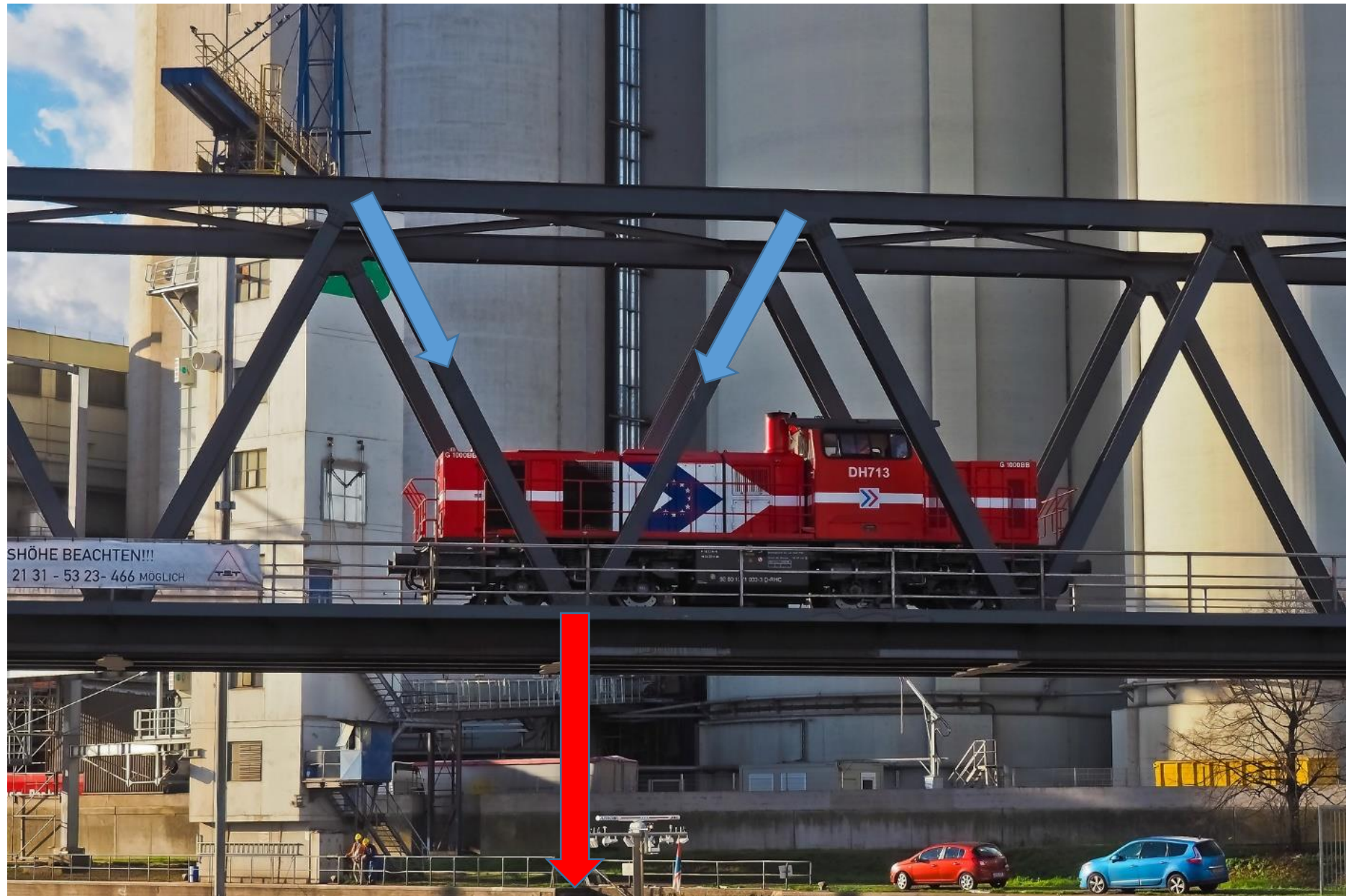


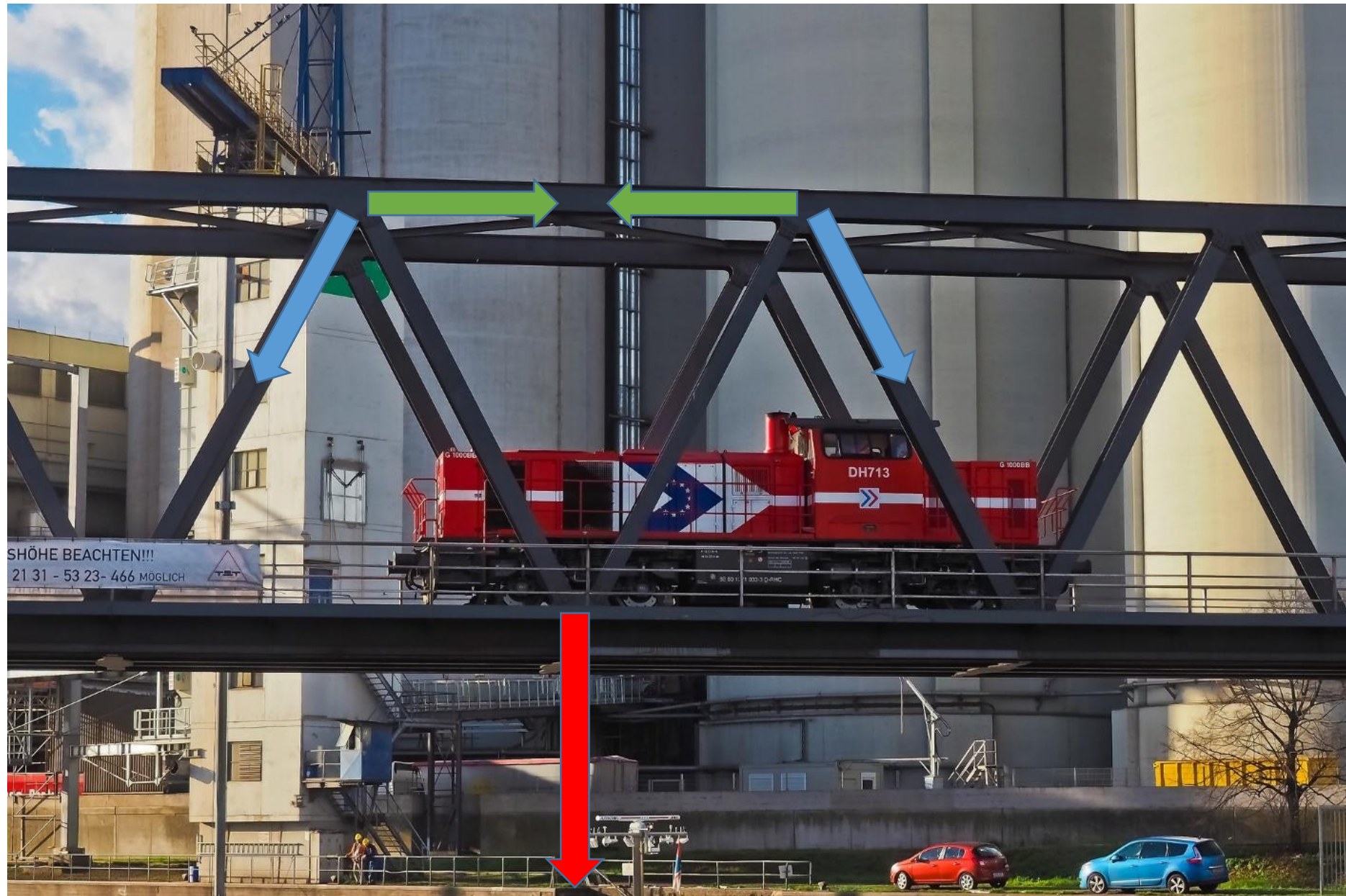




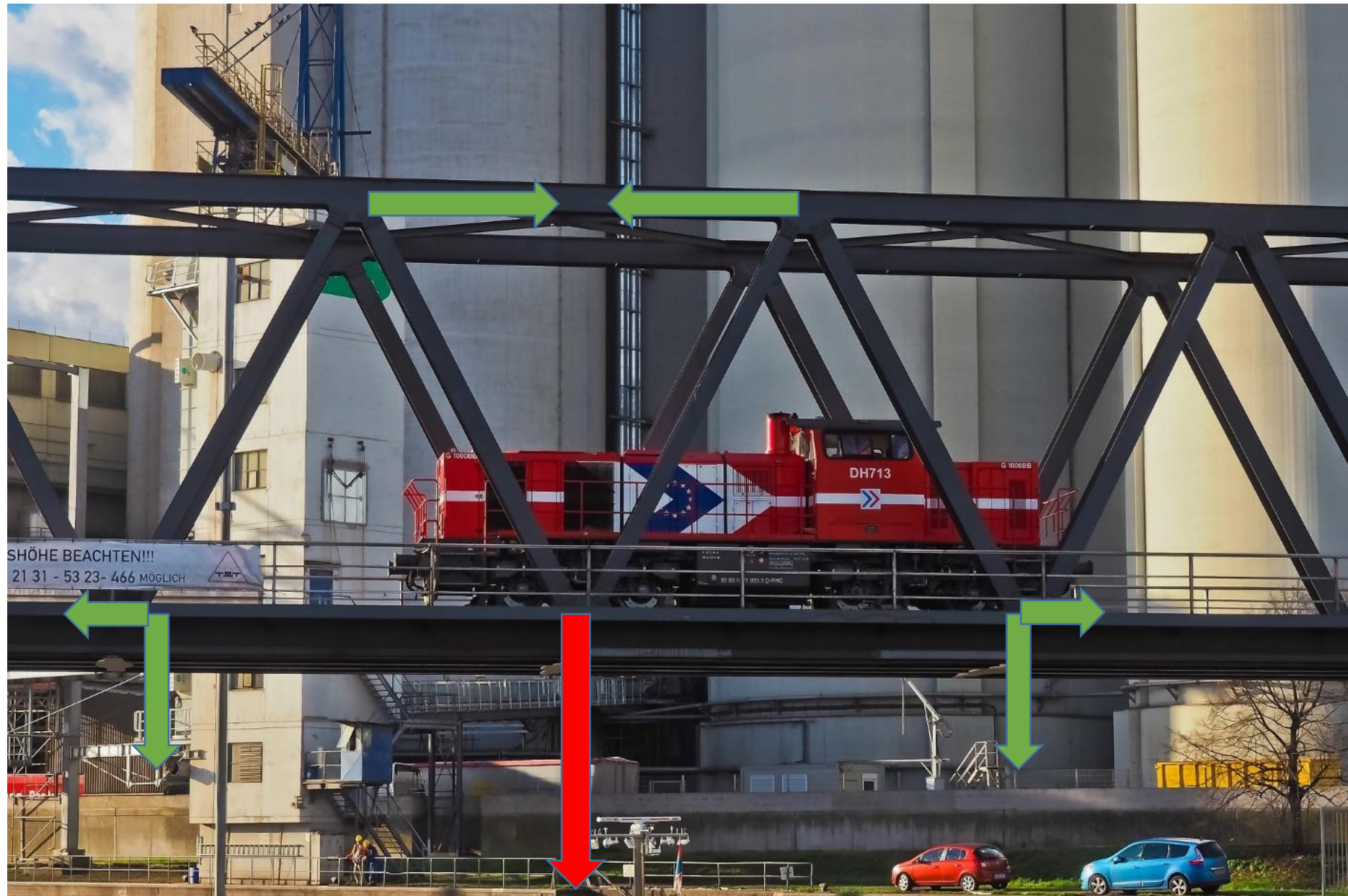
















Stunde 3: Kraftpfeile – Erarbeitung



Aufgabe

Zeichne in der unteren Abbildung alle für dich ersichtlichen Kraftpfeile gut sichtbar ein.



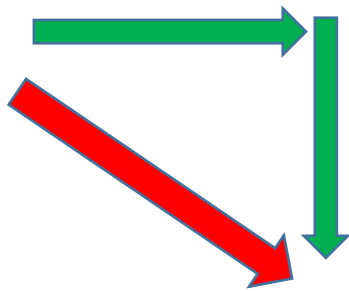
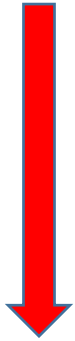


Kraftpfeile

Die Länge eines Kraftpfeils hängt mit der Größe der Kraft zusammen.

Langer Pfeil:

Kurzer Pfeil:



Richtungsänderung von Kräften

Die Richtung einer Kraft ändert sich nur, wenn eine _____ Kraft auf sie einwirkt.



Stunde 3: Kraftpfeile – Erarbeitung



Aufgabe

Zeichne in der rechten Abbildung alle für dich ersichtlichen Kraftpfeile gut sichtbar ein.



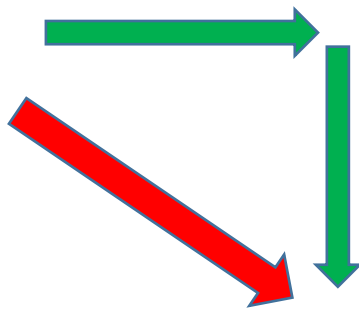
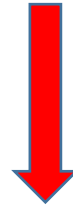
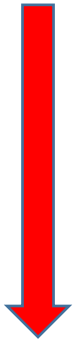


Kraftpfeile

Die Länge eines Kraftpfeils hängt mit der Größe der Kraft zusammen.

Langer Pfeil:

Kurzer Pfeil:



Richtungsänderung von Kräften

Die Richtung einer Kraft ändert sich nur, wenn eine _____ Kraft auf sie einwirkt.



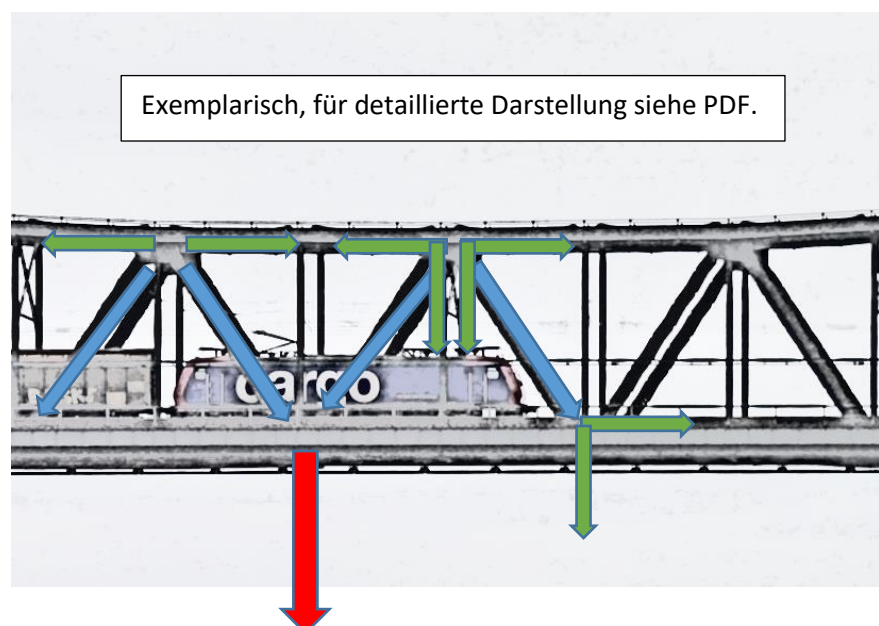
Stunde 3: Kraftpfeile – Erarbeitung



Aufgabe

Zeichne in der unteren Abbildung alle für dich ersichtlichen Kraftpfeile gut sichtbar ein.

Der rote Pfeil stellt die wirkende Kraft durch die Belastung dar; die blauen Pfeile die abgelenkte Kraft durch die Streben der Brücke. Wie die ablenkte Kraft zustande kommt, wird durch die grünen Pfeile verdeutlicht (Vektorenzerlegung).





Kraftpfeile

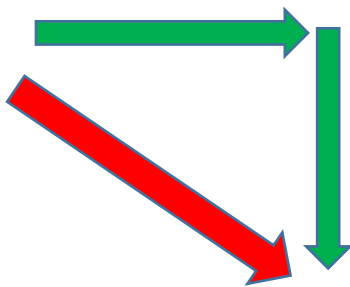
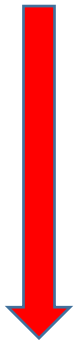
Die Länge eines Kraftpfeils hängt mit der Größe der Kraft zusammen.

Langer Pfeil:

größere
Kraft

Kurzer Pfeil:

kleinere
Kraft



Richtungsänderung von Kräften

Kräfte können durch Einwirkung weiterer Kräfte ihre Richtung ändern. Je nach Richtung der einwirkenden Kraft kann die Gesamtkraft größer oder kleiner werden.

Die Richtung einer Kraft ändert sich nur, wenn eine **zusätzliche** Kraft auf sie einwirkt.



Stunde 3: Kraftpfeile – Erarbeitung



Aufgabe

Zeichne in der rechten Abbildung alle für dich ersichtlichen Kraftpfeile gut sichtbar ein.

Der rote Pfeil stellt die wirkende Kraft durch die Belastung dar; die blauen Pfeile die abgelenkte Kraft durch die Streben der Brücke. Wie die abgelenkte Kraft zustande kommt, wird durch die grünen Pfeile verdeutlicht (Vektorenzerlegung).





Kraftpfeile

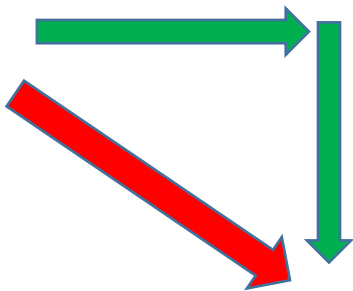
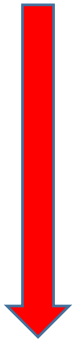
Die Länge eines Kraftpfeils hängt mit der Größe der Kraft zusammen.

Langer Pfeil:

größere
Kraft

Kurzer Pfeil:

kleinere
Kraft



Richtungsänderung von Kräften

Kräfte können durch Einwirkung weiterer Kräfte ihre Richtung ändern. Je nach Richtung der einwirkenden Kraft kann die Gesamtkraft größer oder kleiner werden.

Die Richtung einer Kraft ändert sich nur, wenn eine **zusätzliche** Kraft auf sie einwirkt.

