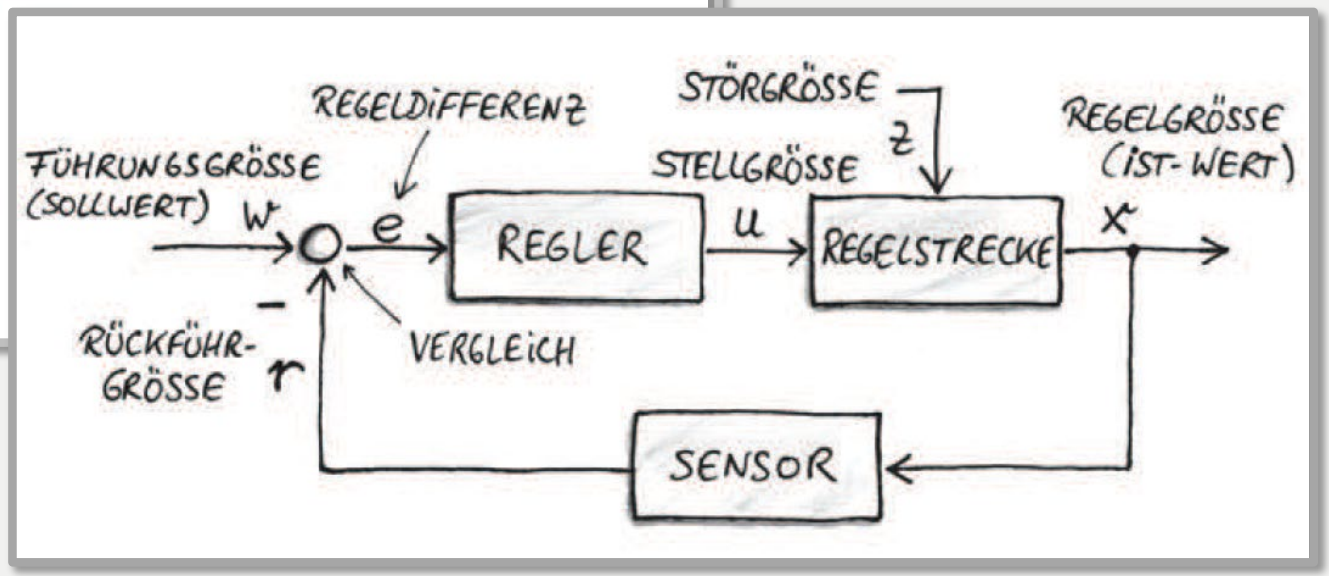
cosh
cooperation schule:hochschule

Testentwicklung Physik



Testentwicklung Physik

1. SOLL-Wert
2. IST-Wert
3. Das Modell
4. Teststrategie
5. Digitalisierung

1. SOLL-Wert

Kompetenz

Wissen + Können + Handeln

Kompetenz zeigt man im Handeln

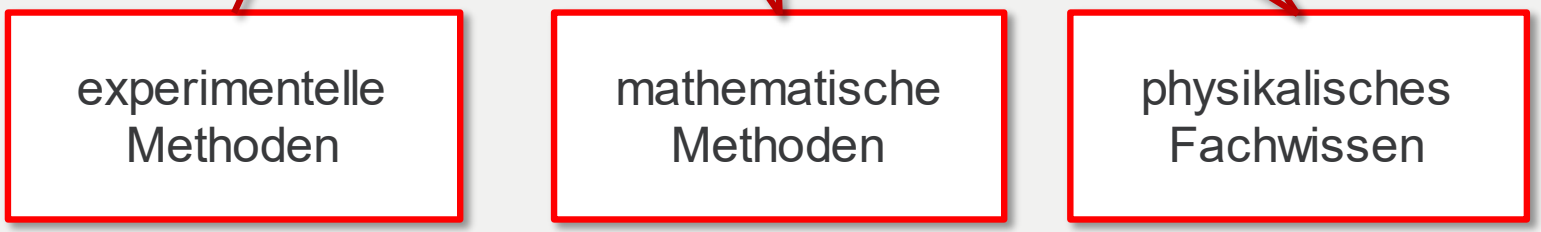
Handeln der Umgang mit Wissen

Kompetenzen lernt man im Handeln

Kompetenz schließt die Performanz mit ein.

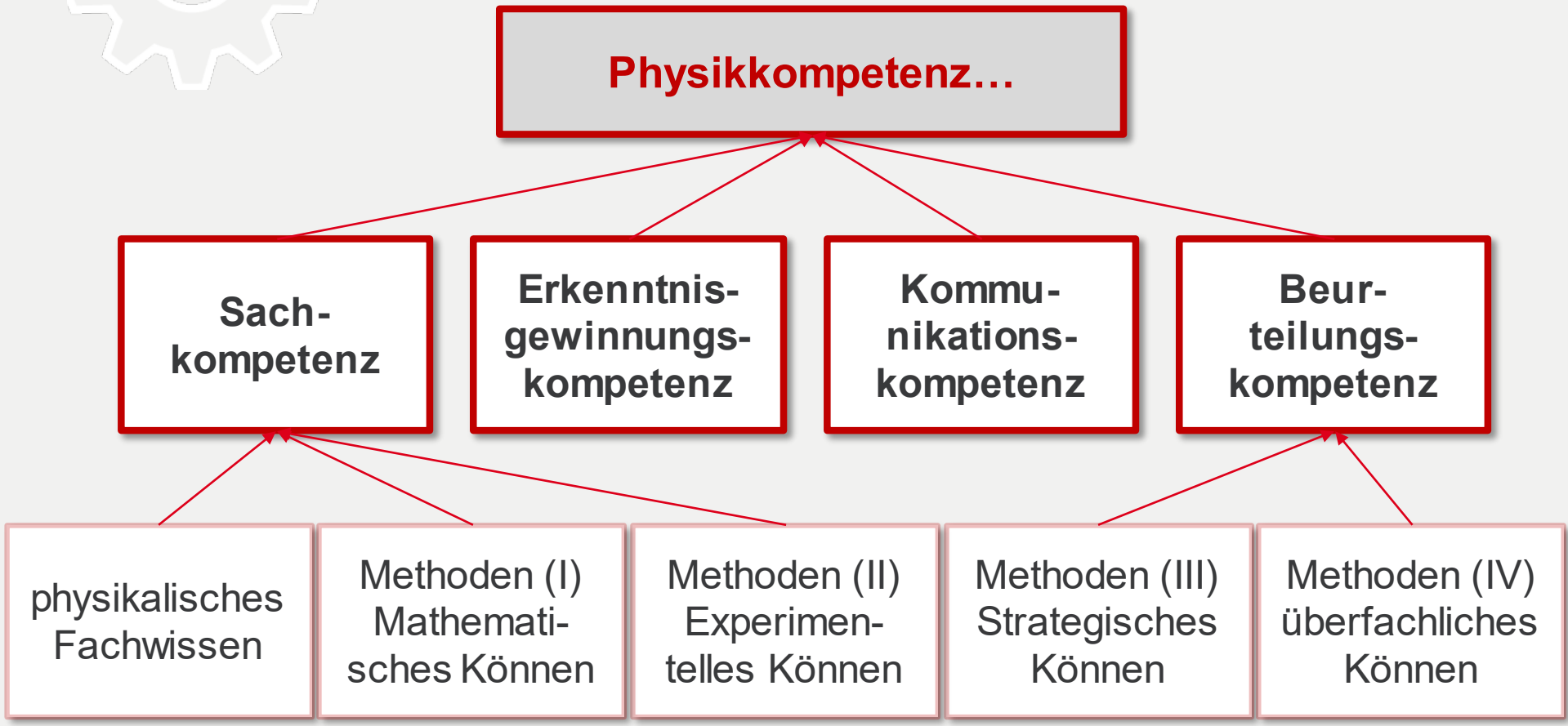
1. SOLL-Wert

E4: … modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen;



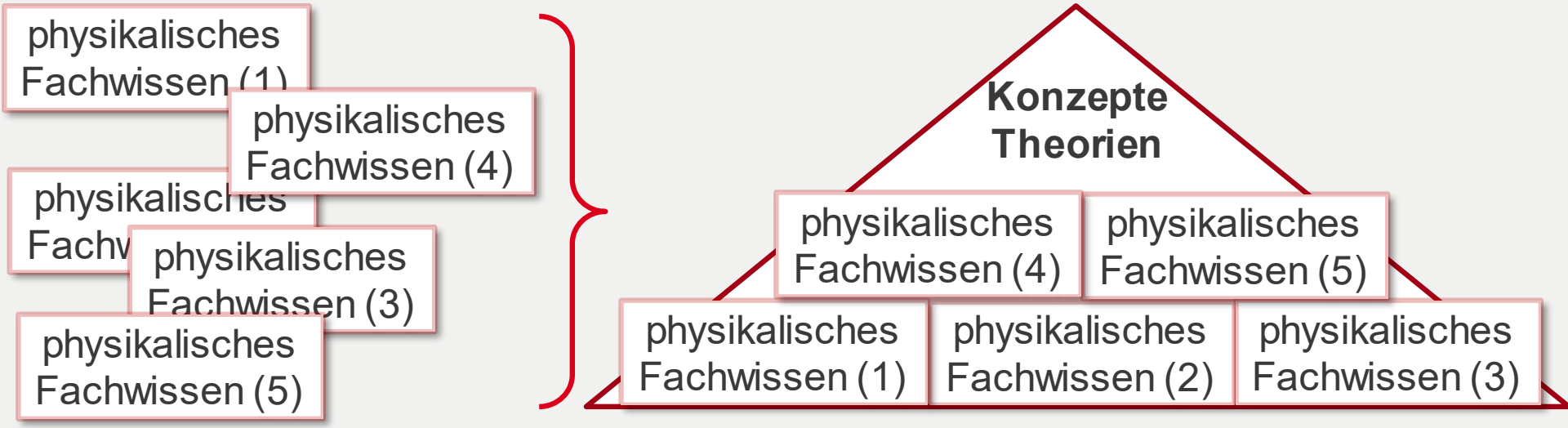
https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/physik

1. SOLL-Wert


Physikkompetenz…
Sach-kompetenz
Erkenntnis-gewinnungs-kompetenz
Kommu-nikations-kompetenz
Beur-teilungs-kompetenz
physikalisches Fachwissen
Methoden (I) Mathemati-sches Können
Methoden (II) Experimen-telles Können
Methoden (III) Strategisches Können
Methoden (IV) überfachliches Können

1. SOLL-Wert

Aufgabentypen nach dem Modell des Wissenszentrierten Problemlösens



Fachwissen und übergeordnete Konzepte/ Theorien rücken zunehmend in den Mittelpunkt

1. SOLL-Wert

Komplexität der Aufgaben im (Physik-) Studium:

- Höhere Stufen erfordern darunter liegende Kompetenzen
- mathematische Argumentationen und Begründungen
- Verwendung von komplexeren Formeln/ Aufstellen von Ansätzen

Komplexitätsstufung, Modell von Bernholt (2010)

2. IST-Wert

Anfänger eines **Physikstudiums*):**

- 8,2% können Kausalitäten anwenden
- 18,4% schaffen Prozessbeschreibungen
- 44,4 % reproduzieren Fakten
- 28,4 % schaffen es nicht, Fakten (Wissen) zu reproduzieren

Was können wir überhaupt wann fragen?

) Komplexitätsgestaffelte Übungsaufgaben zur Unterstützung im ersten Semester Physik, David Woitkowski, Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Bonn 2020

2. IST-Wert

S2: „Eins durch m. Na da ist ja gar nichts mehr oben. Da ist ja nicht mal Null. Da ist ja nichts… Das ist mal, mal g.
S1: Aber eins meint ja Nichts… also nicht aber…“

S1: Quadrat der Geschwindigkeit…ich nicht so wichtig…also das ist indirekt.

In welcher „Sprache“ sollen wir messen?

S1: „Ich meine wenn eine Null kommen würde, würde die Beschleunigung, ähh Fallbeschleunigung Null sein. Ähh, ich mein die Beschleunigung. Das kann nicht sein.“

Verständnisprobleme von Schülerinnen und Schülern beim Verbinden von Physik und Mathematik, Olaf Uhden, ZfDN (2016) 22:13-24

2. IST-Wert

„Die relativen Stärken der deutschen Schüler liegen bei s… Routineaufgaben, d… formalmathematisc… können, während d… Anwendung des W… nur leicht variierten… kaum noch gelingt.“

„(Deutsche) Schüler können (eher einfache) Aufgaben formal bearbeiten, verstehen aber nicht die „dahinter liegenden“ physikalischen Begriffe (Konzepte).“

Was messen wir eigentlich?

Konsequenzen aus der internationalen Vergleichsstudie TIMSS für den Physikunterricht
Horst Schecker und Eckhard Klieme

Claudia von Aufschnaiter
Didaktik der Physik, JLU Gießen
„Wie viel Mathematik braucht und verträgt das Schulfach Physik?“, Vortrag 2008

2. IST-Wert

- Fachwissen oder Faktenwissen spärlich vorhanden
- Mathematische Fehlvorstellungen verhindern eine korrekte Modellbildung in der Physik
- Vernetzung von Fachwissen erfolgt wenig, Strukturen der Physik werden nicht erkannt
- dahinterliegende Prinzipien werden meist nicht erfasst (z.B. Ursache-Wirkung)

Lösung physikalischer Aufgaben erfolgt anhand von Rezepten

2. IST-Wert

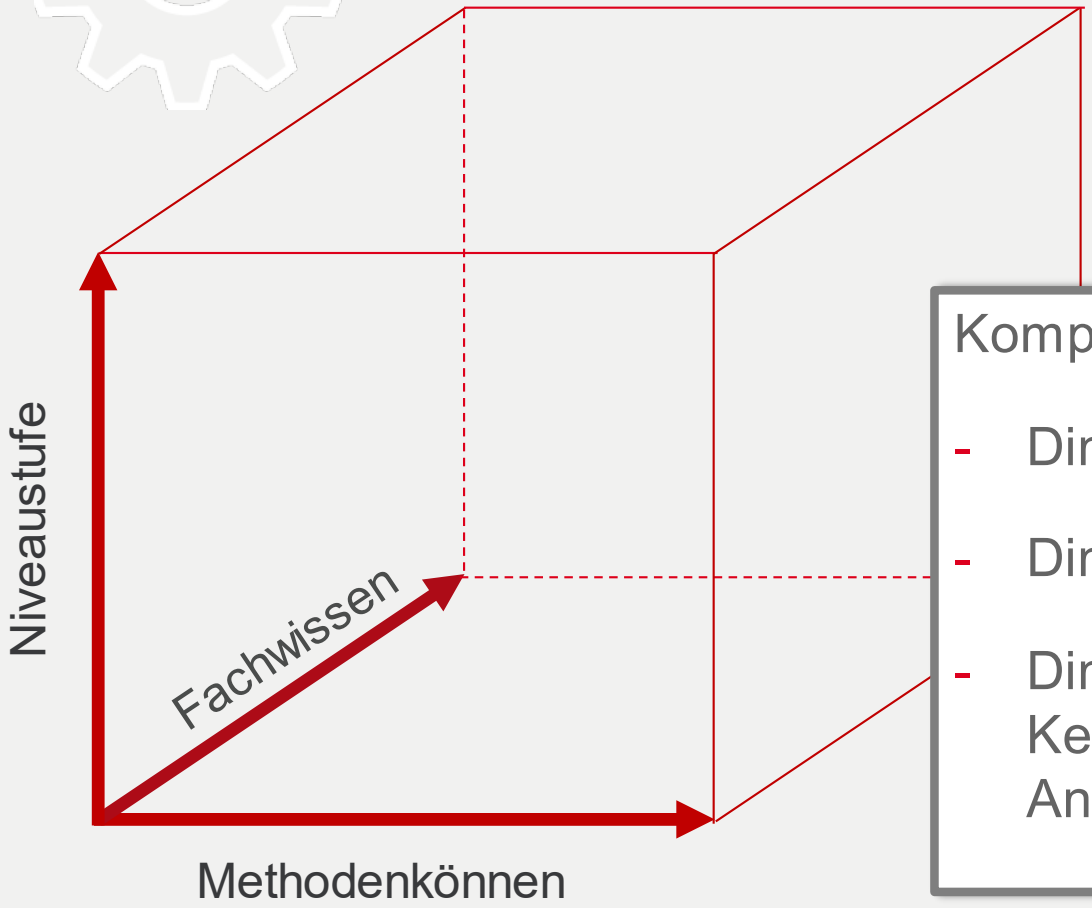
© Denise Wagner

Was wollen/ sollen/ müssen wir testen? (Kriteriumorientierung)

Die Regeldifferenz

Was können wir überhaupt testen? (Normorientierung)

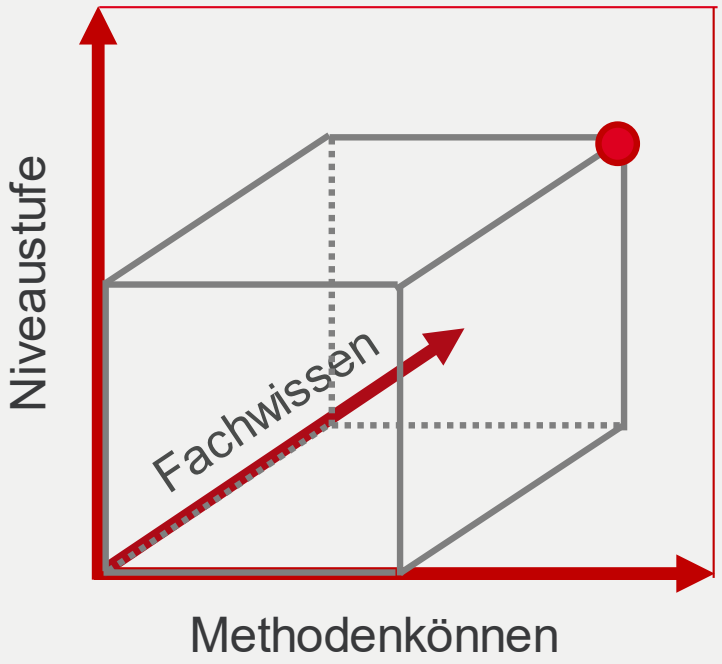
3. Das Modell

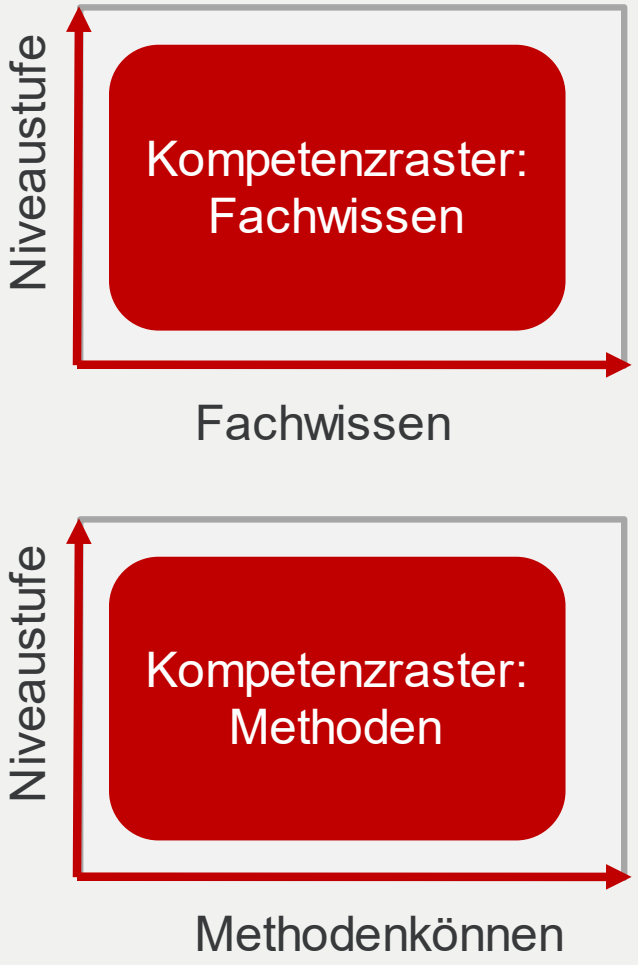


Kompetenz hat drei Dimensionen:

- Dimension: Fachwissen
- Dimension: Methodenkönnen
- Dimension: Niveaustufen Kenntnis/Verständnis; Anwendung; Analyse/Transfer

3. Das Modell


Niveaustufe
Fachwissen
Methodenkönnen


Niveaustufe
Kompetenzraster: Fachwissen
Fachwissen
Niveaustufe
Kompetenzraster: Methoden
Methodenkönnen

3. Das Modell

Kompetenzraster: Methodenkönnen

Niveaustufe steigt

Kenntnis / Verständnis

- geben den Wert einer physikalischen Größe mit und Einheit an.
- geben eine physikalische mit Formelzeichen an.
- rechnen mit Einheiten

Anwenden

- wandeln ver Darstellunge
- begründen physikalische Aussagen mithilfe unterschiedlicher Darstellungsformen wie Worte, Skizzen, Tabellen und Berechnungen

Analyse / Transfer

- interpretieren mathamtische Darstellungen (Graphen, Formeln, Gleichungen, FUnktionen, Vektoren) physikalisch.
- führen eine Einheitenanalyse durch

3. Das Modell

Kompetenzraster: Fachwissen

Niveaustufe steigt

Kenntnis/Verständnis

- definieren ein Bezug
- erläutern die Beweg
  gleichförmige Beweg
- erläutern die Beweg
  gleichmäßig beschle

Anwendung

- berechnen V
  zurückgeleg
- berechnen d
- zeichnen Be
- wenden die Bewegungsgesetze für die gleichförmige Bewegung an.
- wenden die Beweugngsgesetze für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung an.

Analyse/Transfer

- unterscheiden zwischen Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit.
- interpretieren Bewegungsdiagramme.
- analysieren und lösen unterschiedliche Bewegungsprobleme.
- führen Berechnungen zu zweidimensionalen Bewegungen durch.

3. Das Modell

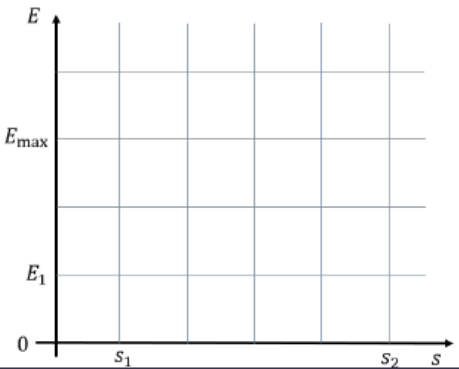
Grundlagen der Aufgabe:
- Mathematische Methoden
- Fachwissen Elektrische Felder

Inhalt MiAnKa:
- Physikalisch Kommunizieren und Argumentieren
- Fachwissen elektrische Felder

Taxonomie:
- Anwenden

aus Test: elektrische Felder

		In der *Abbildung 1* ist der Ausschnitt eines elektrischen Feldes, das zwei geladene, identische Metallkörper verursachen, dargestellt.
	E1.1	1.1 **Zeichnen Sie** die Form der Metallkörper und deren Ladungsart anhand der Feldlinien in die Abbildung 1 ein.
M3	E1.2	1.2 Auf der Linie von s_1 nach s_2 wird der Betrag der elektrische Feldstärke gemessen. **Skizzieren Sie** ein $E(s)$-Diagramm, das den Verlauf der Feldstärke qualitativ richtig wiedergibt.



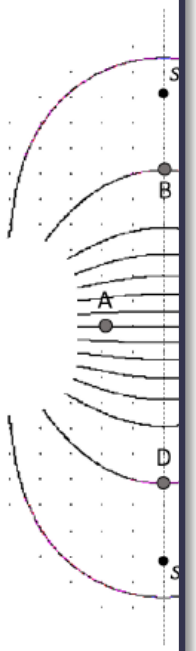


Abbildung 1: elektris
unbekannten Ladu

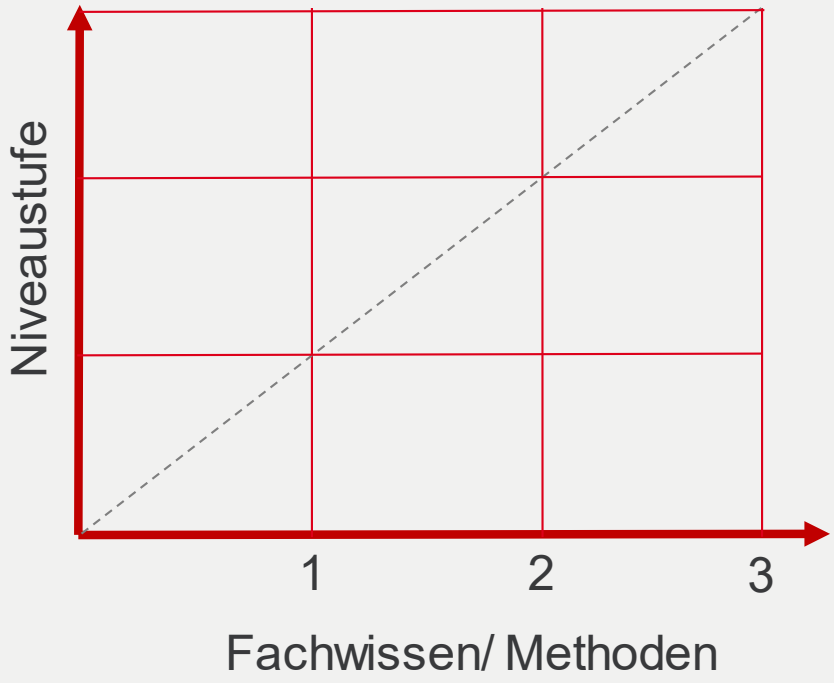
E1.1	- skizzieren anhand eines elektr… Ladungsverteilung
E1.2	- analysieren den Zusammenh… Feldliniendichte und Feldstärk…

	3. Fakt: Schaubilder und Funktionen
-	übertragen der Verlauf einer physik… Schaubild.
-	übertragen einen funktionalen Zusa… Schaubild.

3. Das Modell

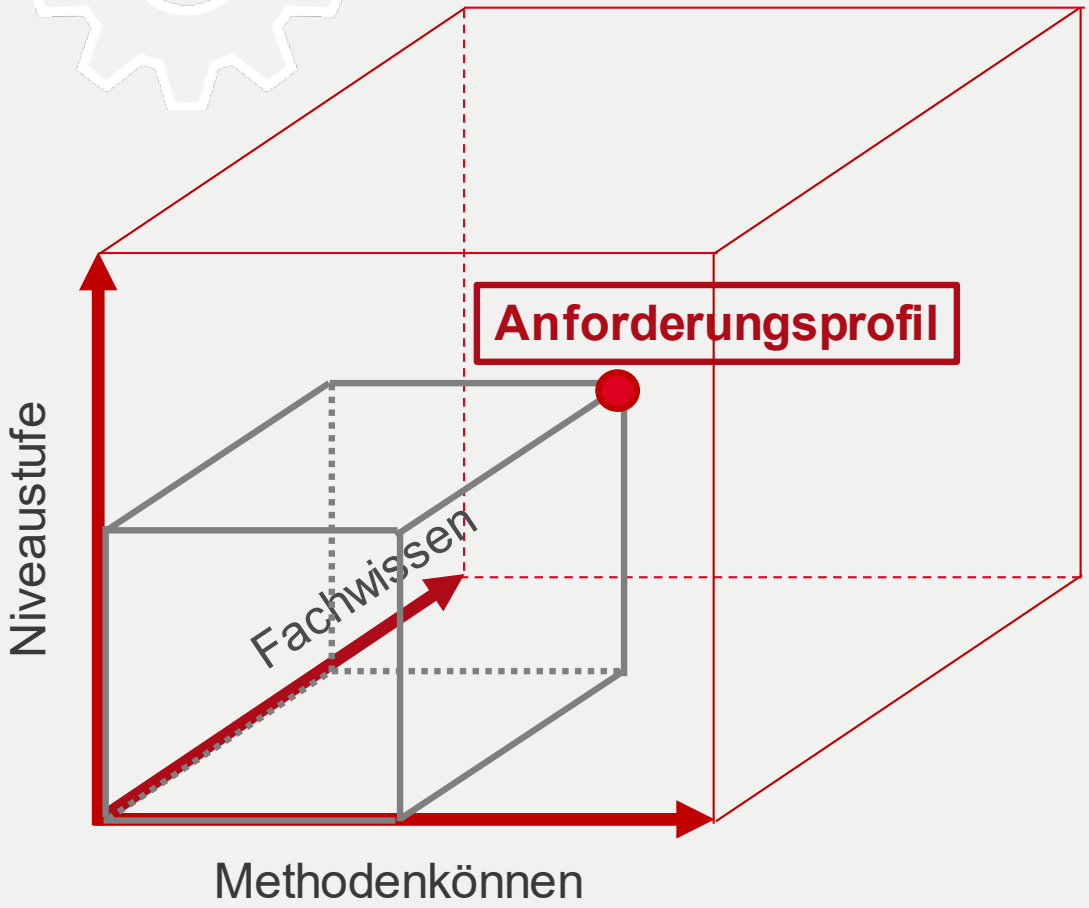
„Bezogen auf den Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“ erweist sich die Dimension der Komplexität auch in der gymnasialen Oberstufe als ein schwierigkeitserzeugendes Merkmal.*)“

Komplexität ergibt sich aus Anzahl der Fakten/Operationen.



*) Validierung eines Kompetenzmodells für Physik in der Sekundarstufe II, Felix Schoppmeier[1] Andreas Borowski[2] Hans E. Fischer[1], 03 October 2015.

3. Das Modell



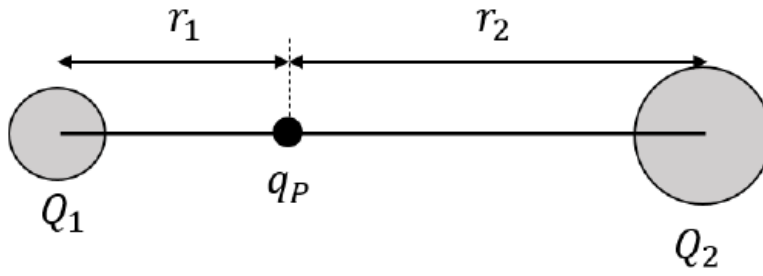
Eine Aufgabe wird unter Beachtung der Dimensionen analysiert.

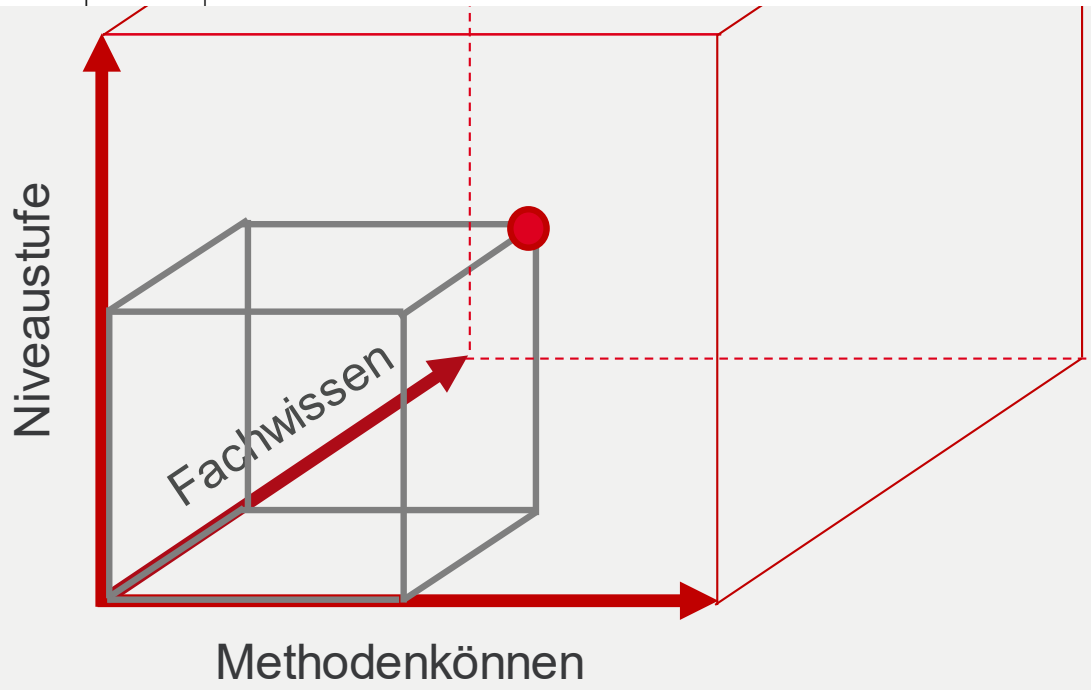
Die Dimensionen sind in Kompetenzrastern (Fachwissen/ Methoden) definiert.

Das Anforderungsprofil einer Aufgabe ergibt sich aus der Anzahl/Vernetzung der einzelnen Fakten bzw. Konzepte

3. Das Modell

M 4 M 5 M 2	E4. 3 E4. 5 M…	4.5 Welches Verhältnis $\frac{r_1}{r_2}$ müssen die beiden Abstände r_1 und r_2 haben, dass sich die Probeladung q_P im Kräftegleichgewicht befindet (s. *Abbildung 9*)? **Stellen Sie** dazu einen Kräfteansatz auf. (4)





Methodenkönnen: hoch

Fachwissen: hoch

Taxonomie: hoch

Anforderungsprofil: sehr hoch

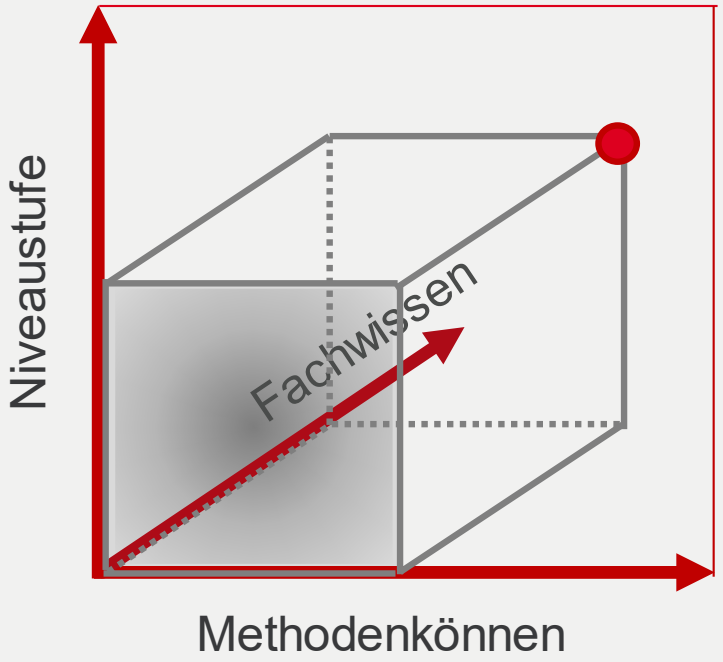
3. Das Modell

Zusammenfassung:

- Systematisierung der Methoden in Kompetenzrastern, die notwendiges **Methodenkönnen** unterschiedlicher Art erfasst.
- Zusammenstellung des erforderlichen **Fachwissens** in weiteren Kompetenzrastern
- Erfassung der **Komplexität** einer Aufgabe. Als Maß dient die Anzahl der auszuführenden „**Operationen**“, die zur Lösung eines Problems/Aufgabe relevant sind.
- Erfassung der **Taxonomie** einer Aufgabe (Reproduktion, Reorganisation, Transfer), die das erforderliche **Handeln** erfasst

4. Teststrategie

Test: Methodenkönnen

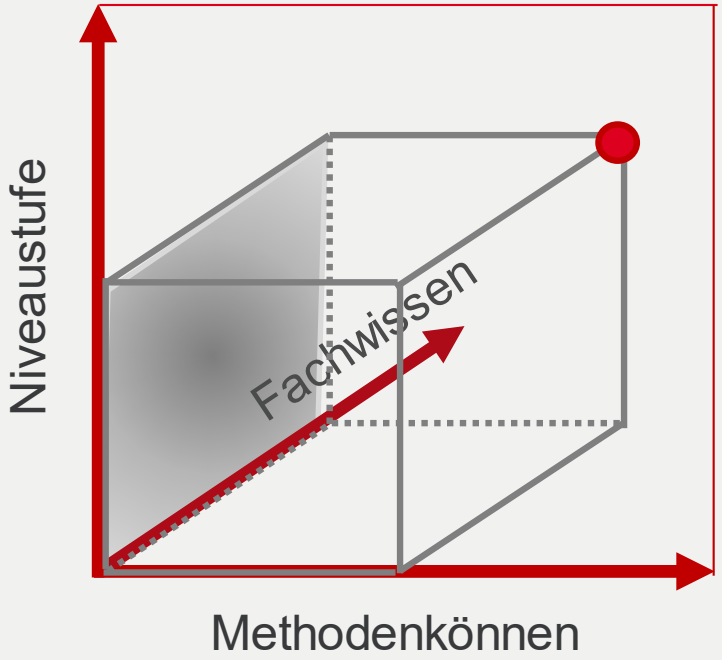


Anwenden

- wandeln verschiedene Darstellungen ineinander um.
- begründen oder widerlegen physikalische Aussagen mithilfe unterschiedlicher Darstellungsformen wie Worte, Skizzen, Tabellen und Berechnungen

4. Teststrategie (Idee)

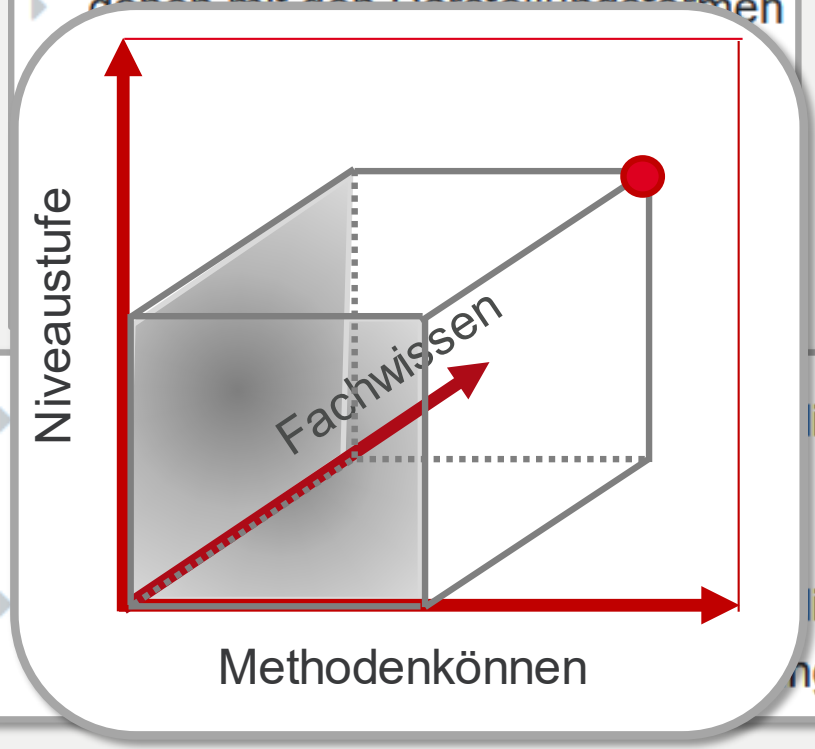
Test: Fachwissen



Kenntnis/Verständnis
definieren ein Bezugssystem
erläutern die Bewegungsgesetze für die gleichförmige Bewegung
erläutern die Bewegungsgesetze für die gleichmäßig beschlenunigte Bewegung.

4. Teststrategie (Idee)

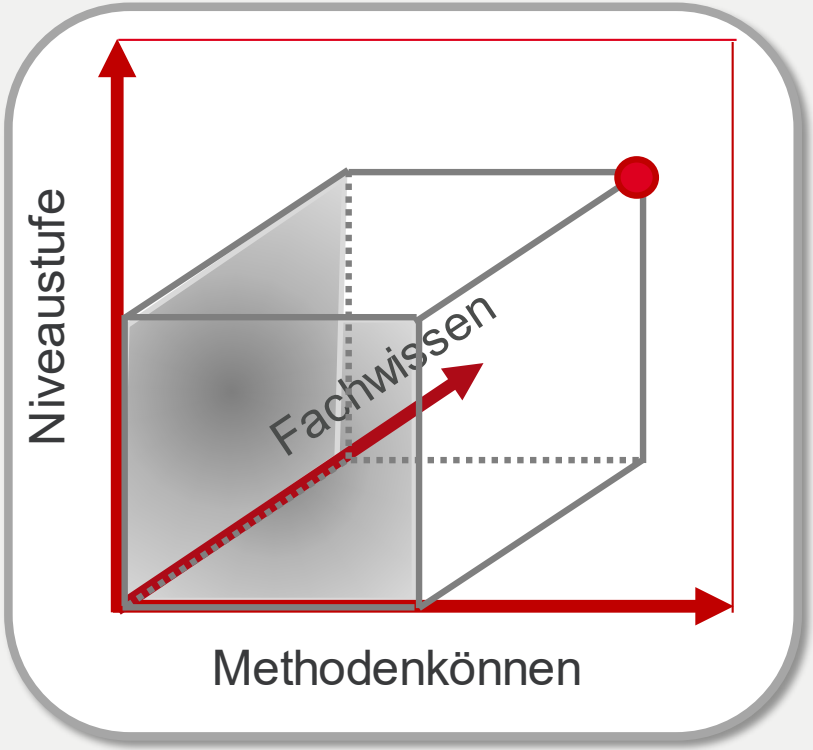
Test: Methodenkönnen und Fachwissen



- zeichnen Bewegungsdiagramme
- w… e
  gl… **Anwendung/Transfer**
- wenden die Beweugngsgesetze für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung an.

4. Teststrategie

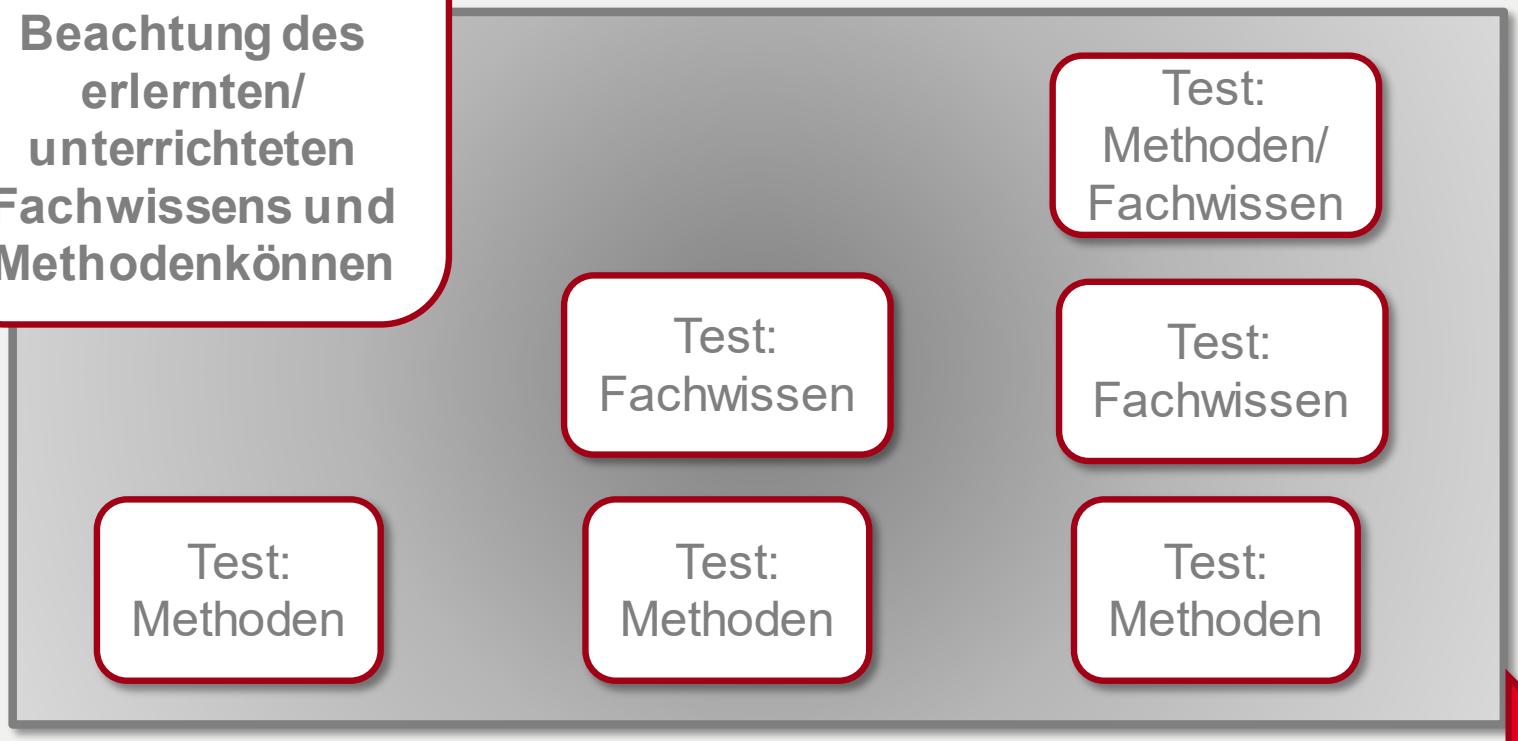
Test: Methodenkönnen und Fachwissen



Anwendung/Transfer

4. Teststrategie

Testeinsatz unter Beachtung des erlernten/ unterrichteten Fachwissens und Methodenkönnen



Oberstufe (Physikkurse) / Vorkurs Physik / Grundstudium

4. Teststrategie

Zusammenfassung:

1) Test: Methoden (Können)

2) Test: Fachwissen (Wissen)

3) Test: Methoden + Fachwissen (Anwendungen/Transfer/…)

5. Digitalisierung

Umsetzung der Aufgabe mit dem PlugIn Stack:

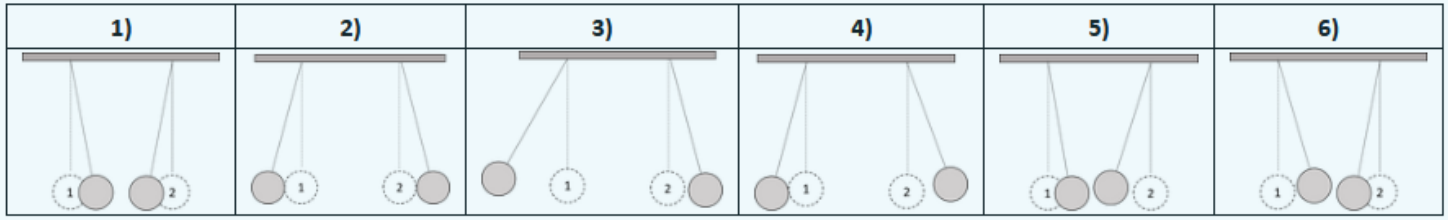
- Dropdown
- unterschiedliche Berechnungen mit und ohne Einheiten
- Überprüfen von mathematischen Ausdrücken (Formeln, Gleichungen,…)
- Grafische Aufgaben unterschiedlicher Art
- Möglichkeiten eines detaillierten Feedback (Übungsaufgaben)

Ziel: Handelnder Umgang mit Wissen und Können

5.1 Drop-Down

Zwei Metallkugeln gleicher Masse m sind an Schnüren beweglich aufgehängt (s. Abbldung). Die gestrichelten Linien stellen mögliche Enpositionen mit den dazugehörigen Auslenkungswinkeln
1. Wählen Sie für alle drei Experimnte die richtige Endposition der Kugeln aus dem Drop-Down Menü.
2. Vergleichen Sie die Beträge der Winkel α und β. Wählen Sie dazu das richtige Symbol aus de Drop-Down-Menü aus.

Einsatzmöglichkeit: Test Fachwissen



Versuche:	Stellung der Kugel:		Winkel:	
a) In einem ersten Experiment wird Kugel 1 negativ, Kugel 2 positiv, aber mit der gleichen Ladungsmenge $q_1 = -q_2$ geladen.	Nicht beantwortet	α	Nicht beantwortet	β
b) in einem zweiten Experiment werden beide Kugeln positiv aufgeladen. Dabei ist die Ladungsmenge q_2 doppelt so groß wie q_1.		α	Nicht beantwortet	β
c) In einem dritten Experimnt werden die Kugln wie in dem zweiten Experiment geladen ($q_2 = q_1$), jeoch wird die Kugel 1 durch eine Kugel der halben Masse ersetzt ($m_1 = \frac{1}{2}m_2$).		α	Nicht beantwortet	β

Nicht beantwortet
1)
2)
3)
4)
5)
6)

Prüfen

5.2 Angabe von Werten

Einsatzmöglichkeit:
Test Methoden
Test Fachwissen
Test Anwendungen

> **Die Einheit Kelvin (K ist die absolute Einheit der Temperatur T**
> **$0\ \mathrm{K} = -273,15\ ^\circ\mathrm{C}$. Wird ein Gegenstand um $1\ ^\circ\mathrm{C}$ erwärmt**
> **Temperatur um $1\ \mathrm{K}$.**

Rechnen Sie die Angaben um. *(Hinweis: Geben Sie die Ergebnisse mit zwei Nachkommastellen an.)*

	T		ϑ
a)	$20\ \mathrm{K}$	$=$	$\square\ ^\circ\mathrm{C}$
b)	$\square\ \mathrm{K}$	$=$	$100\ ^\circ\mathrm{C}$
c)	$\square\ \mathrm{K}$	$=$	$-173.15\ ^\circ\mathrm{C}$
d)	$20\ \mathrm{K}$	$=$	$\square\ ^\circ\mathrm{C}$

5.3 Rechnen mit Einheiten

$F_C =$ 4.4*10^-3N

Ihre letzte Antwort wurde folgendermaßen

$$4.4 \times 10^{-3}\,\mathrm{N}$$

In Ihrer Antwort wurden die folgenden Einheiten gefunden: [N]

Einsatzmöglichkeit:
Test Methodenkönnen
Test Anwendungen

Zwe … der
Mitt …
Berechnen Sie die Coulombkraft F_C.

$F_C =$ 4.4mN

Ihre letzte Antwort wurde folgendermaßen interpretiert:

$$4.4\,\mathrm{mN}$$

In Ihrer Antwort wurden die folgenden Einheiten gefunden: [mN]

5.4 Angabe physikalischer Größen

Ein Fahrer fährt mit der höchst zulässigen Geschwindigeit in einer Zone 30.

30km/h

Einsatzmöglichkeit:
Test Methodenkönnen
Test Anwendungen

Angaben/Aussagen:

Ihre letzte Antwort wu

interpretiert:

$$\frac{30 \cdot \mathrm{km}}{\mathrm{h}}$$

Falsche Antwort.

Ihre Anwort sollte eine Gleichung sein, ist es aber nicht.

Eine richtige Antwort ist $v = \frac{30 \cdot \mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Sie kann so eingegeben werden:

```
v = (30*km)/h
```

5.5 Angabe von Termen

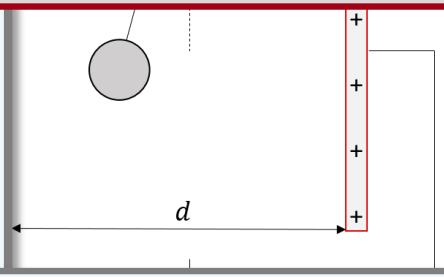
b) Geben Sie den mathematischen Zusammenhang zwischen der elektrischen Kraft F_{el}, der Gewichtskraft F_{G} (Schreibweise: F_G) dem Auslenkungswinkel α an.

$F_{\mathrm{el}} =$ F_G*tan(alpha)

Ihre letzte Antwort wurde folgendermaßen interpretiert:

In Ihrer Antwort wur
gefunden: $[\mathrm{F}_G, \alpha]$

Einsatzmöglichkeit:
Test Anwendungen



$F_{\mathrm{el}} =$ F_G*sin(alpha)/cos(alpha)

Ihre letzte Antwort wurde folgendermaßen interpretiert:

$$\frac{\mathrm{F}_G \cdot \sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

In Ihrer Antwort wurden die folgenden Variablen gefunden:
$[\mathrm{F}_G, \alpha]$

5.6 Überprüfen einer Rechnung

Einsatzmöglichkeit:
Test: Methodenkönnen
Test Anwendungen

Mit einem Eimer Farbe kann man eine Fläche von $A = 50\ \mathrm{m}^2$ streichen. Geben Sie Maße einer Wand an, die dieser Fläche entspricht.

Länge l = 5 m

Höhe h = 2 m

Falsche Antwort.

Nein, das Produkt aus 5 und 2 ist 10

5.7 Schaubilder (1)

Einsatzmöglichkeit:
Test: Methodenkönnen
Test Anwendungen

Ein Fahrradfahrer beschreibt eine Radtour wie folgt:

"In der ersten Stunde bin ich relativ zügig gefahren. Ich habe insges
dachte, dass ich etwas vergessen habe, bin ich nach der ersten Pause ein Stück zurückgefahren. In der letzen Stunde bin ich langsamer gefahren. Ich war halb so schnell wie in der ersten Stunde."

F:42.5

ZEITPUNKT E

Korrekt, zwischen Zeitpunkt D und Zeitpunkt E hat der Radfahrer pausiert.

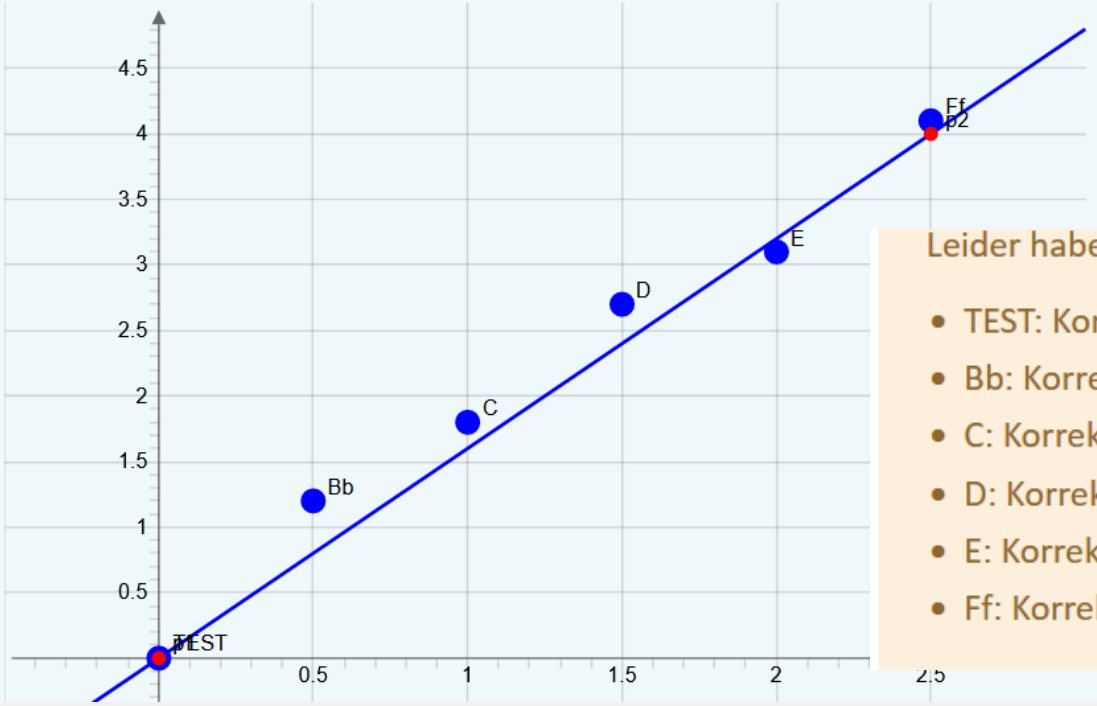
ZEITPUNKT F

leider falsch. Zwischen Zeitpunkt E (Stunde 4) und Zeitpunkt F (Stunde 7) hat sich Ihr Radfahrer mit einer konstanten Geschwindigkeit von $v = 10.8333333333\frac{km}{h}$ bewegt, was aber nicht der Hälfte der konstanten Geschwindigkeit entspricht, die er zwischen den Zeitpunkten A und B gefahren ist. Korrekt wäre eine Geschwindigkeit $v = 12.5\frac{km}{h}$. In Ihrem Diagramm hätten Sie deshalb den Punkt F auf 47.5 km schieben müssen.

5.8 Schaubilder (2)

Masse m in kg	0	0,5	1	1		

1. Schieben Sie die Punkte TEST-Ff an die in der Tabelle angegebenen Positionen
2. Legen Sie durch Verschieben der Punkte p1 und p2 eine Ausgleichsgerade durch die Punkte TEST-Ff
3. Bestimmen Sie die Proportionalitätskonstante g_{Mond} mit Einheit mit Hilfe des Diagramms.

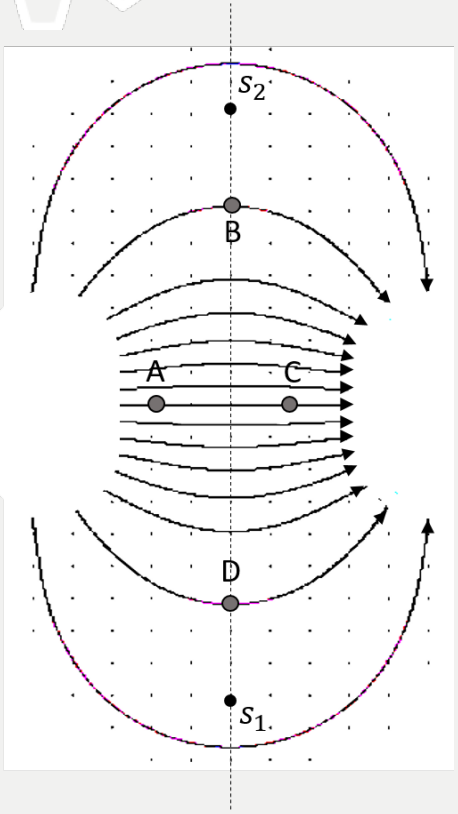


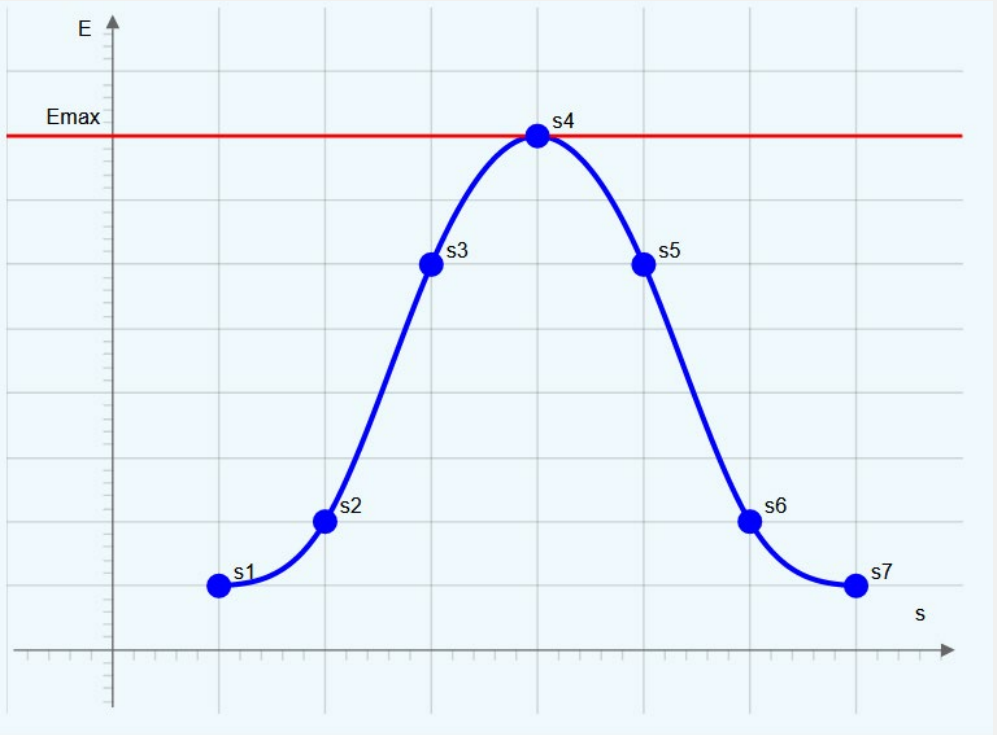
Einsatzmöglichkeit: Test Methodenkönnen

Leider haben Sie folgende Punkte falsch plaziert:

- TEST: Korrekt wäre: $(0.0\,|\,0.0)$ - Ihre Angabe:$(0.0\,|\,0)$
- Bb: Korrekt wäre: $(0.5\,|\,0.8)$ - Ihre Angabe:$(0.5\,|\,1.2)$
- C: Korrekt wäre: $(1.0\,|\,1.7)$ - Ihre Angabe:$(1.0\,|\,1.8)$
- D: Korrekt wäre: $(1.5\,|\,2.6)$ - Ihre Angabe:$(1.5\,|\,2.7)$
- E: Korrekt wäre: $(2.0\,|\,3.0)$ - Ihre Angabe:$(2.0\,|\,3.1)$
- Ff: Korrekt wäre: $(2.5\,|\,4.2)$ - Ihre Angabe:$(2.5\,|\,4.1)$

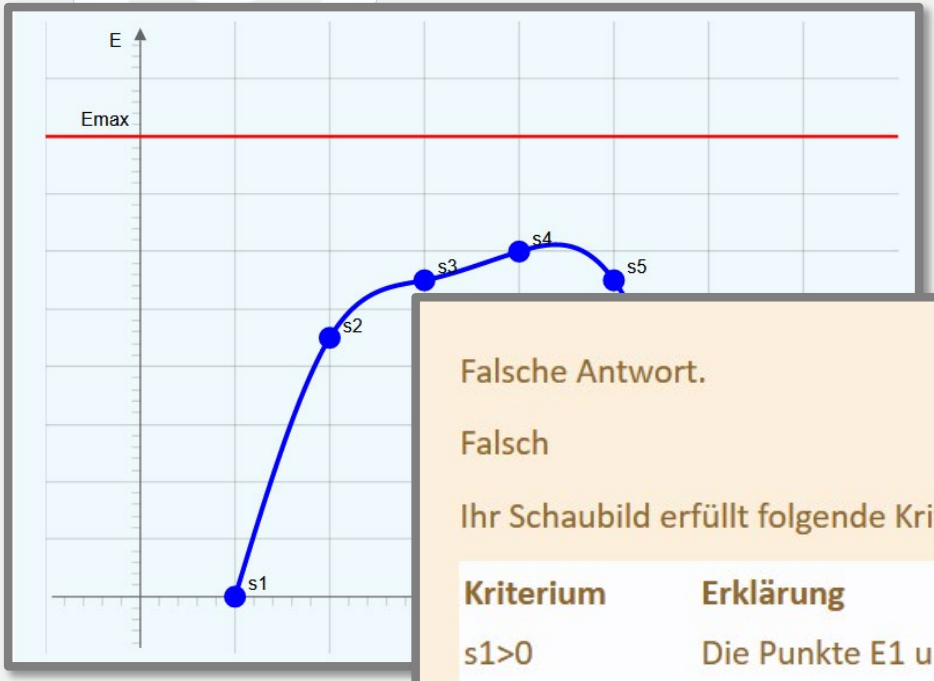
5.9 Schaubilder (3)





Richtige Antwort, gut gemacht!

5.9 Schaubilder (3)



Einsatzmöglichkeit:
Test Methodenkönnen
Test: Anwendungen

Falsche Antwort.

Falsch

Ihr Schaubild erfüllt folgende Kriterien NICHT:

Kriterium	Erklärung
s1>0	Die Punkte E1 und E7 müssen grö?er als 0.0 sein.
s2=s6	Aufgrund der Symmetrie müssen die Punkte s2 und s6 die gleichen Werte haben.
(s2-s1)< (s3-s2)	Der Anstieg von s1 zu s2 muss kleiner sein, als der Anstieg von s2 zu s3.
s4 = E_{Max}	s4 muss E_{max} sein.

5. Ausblick/TODO

Folie zu klein…

Ein großes und herzliches Dankschön

- für das Vertrauen in meine Arbeit an Hanno Käß
- für den fachlichen Input und die vielen netten Momente an Günther Kurz
- an Ina Rieck, Kim Fujan und Florian Schifferer für die Unterstützung beim Korrigieren der Aufgaben
- an Achim Eichhorn für die Umsetzung der grafischen Aufgaben
- an Britta Schütter-Kerndl für die gute Zusammenarbeit und aufmunternden Videokonferenzen
- an das gesamte cosh-Team und Physik-Kernteam