

# Konzepte als Grundlage der Physik

Clemens Wagner und  
Andreas Vaterlaus, ETH Zürich



## 12. Schweizerischer Tag für **Physik und Unterricht**

Mittwoch, 22. Februar 2012, 13:00 - 18:00 an der ETH Zürich,  
Campus Höggerberg

***Themen: Neue Experimente am CERN und formative  
Beurteilung im Unterricht.***

- 12:30 - 13:00 Begrüssungskaffee ETH Höggerberg, HPF G6 (siehe Angaben zum Treffpunkt)
- 13:00 - 13:05 ***Begrüssung***
- 13:05 - 13:50 ***Eine Einführung in die Experimente am CERN Vortrag von: G. Dissertori,  
R. Wallny und C. Grab, ETH Zürich.***
- 14:05 - 14:50 ***Super Mikroskope in Genf: Die grossen Teilchendetektoren am Large Hadron Collider  
Vortrag von: G. Dissertori, R. Wallny und C. Grab, ETH Zürich.***
- 14:50 - 15:20 ***Pause***
- 15:20 - 16:20 ***Formative Beurteilung: „Verstehst Du schon oder rechnest Du noch?“  
Eine Einführung von: C. Wagner, A. Lichtenberger, A. Vaterlaus, ETH.***
- 16:20 - 16:45 ***Pause***
- 16:45 - 18:00 ***“Teaching by Questioning” Vortrag von: E. Mazur, Harvard University***

## Das Problem:

Viele Studierende können nach absolvierter Matur eine Physik – Rechenaufgabe lösen, **einfache Konzeptfragen werden jedoch falsch beantwortet.**

**Beispiel:**

Wir stellten die folgende Frage Studierenden der Umweltnaturwissenschaften, Lebensmittelwissenschaften und der Agrarwissenschaften (201 Studierende, FS2009).

Zwei Kugeln aus Metall werden vom Dach eines einstöckigen Gebäudes zum gleichen Zeitpunkt fallengelassen. Beide Kugeln haben die gleiche Grösse, aber die eine ist doppelt so schwer wie die andere. Für die Zeit bis zum Auftreffen auf dem Boden gilt (bitte markieren Sie richtige Aussagen, vernachlässigen Sie den Luftwiderstand in Ihren Überlegungen):

- (A) Die schwerere Kugel braucht etwa halb so viel Zeit wie die leichtere Kugel.
- (B) Die leichtere Kugel braucht etwa halb so viel Zeit wie die schwerere Kugel.
- (C) Beide Kugeln brauchen etwa gleich viel Zeit.
- (D) Die schwerere Kugel braucht deutlich weniger Zeit, aber nicht unbedingt halb so viel Zeit.
- (E) Die leichtere Kugel braucht deutlich weniger Zeit, aber nicht unbedingt halb so viel Zeit.

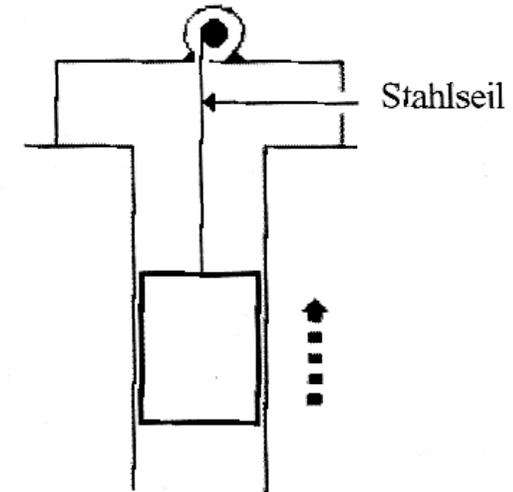
Wie viele der ETH Studierenden im 2. Semester, die jedoch noch keinen Physikunterricht an der ETH hatten, haben wohl richtig mit „C“ geantwortet?

Wie viele der ETH Studierenden im 2. Semester, die jedoch noch keinen Physikunterricht an der ETH hatten, haben wohl richtig mit „C“ geantwortet?

**55 %**

Ein Fahrstuhl wird in einem Fahrstuhlschacht von einem Stahlseil mit konstanter Geschwindigkeit nach oben gezogen (vgl. Skizze). Alle Reibungskräfte sind zu vernachlässigen. In diesem Fall gilt für die Kräfte, die auf den Fahrstuhl ausgeübt werden:

- (A) Die nach oben gerichtete Kraft durch das Seil ist grösser als die nach unten gerichtete Schwerkraft.
- (B) Die nach oben gerichtete Kraft durch das Seil ist genau so gross wie die nach unten gerichtete Schwerkraft.
- (C) Die nach oben gerichtete Kraft durch das Seil ist geringer als die nach unten gerichtete Schwerkraft.
- (D) Die nach oben gerichtete Kraft durch das Seil ist grösser als die Summe aus der nach unten gerichteten Schwerkraft und der nach unten gerichteten Kraft des Luftdrucks.
- (E) Keine der obigen Antworten ist richtig. (Der Fahrstuhl bewegt sich nach oben, weil das Seil aufgewickelt wird, aber nicht deshalb, weil das Seil eine Kraft auf den Fahrstuhl ausübt).



Fahrstuhl bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit nach oben

Wie viele haben wohl die Fahrstuhl Aufgabe richtig beantwortet?

Wie viele haben wohl die Fahrstuhl Aufgabe richtig beantwortet?

**12,5 %** (N = 48)

Wie viele haben wohl die Fahrstuhlfrage richtig beantwortet?

**12,5 %** (N = 48)

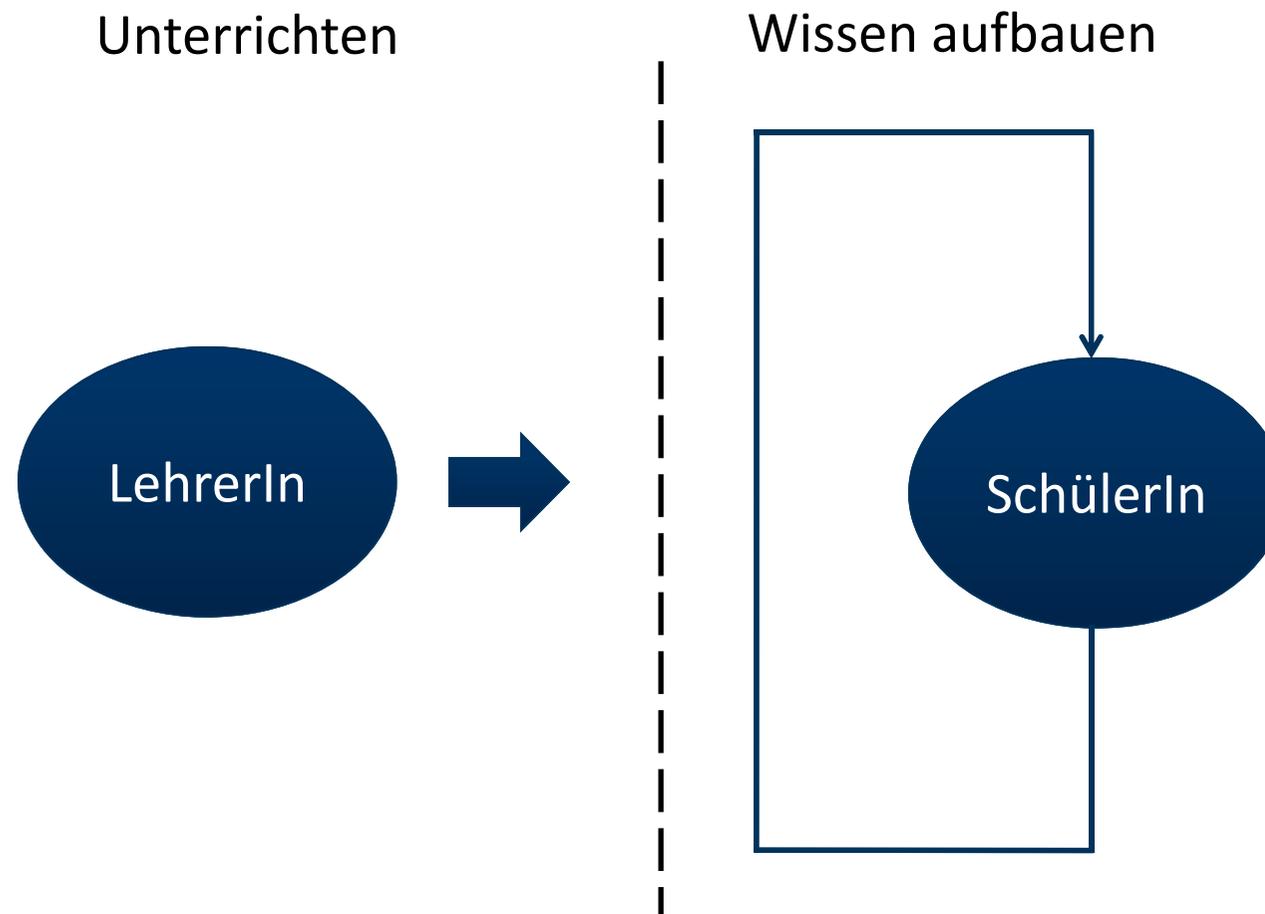
Im August 2012 stellten wir die Fahrstuhlfrage an einer Physikprüfung, die nach zwei Semestern Physikvorlesung an der ETH absolviert werden musste.

- Nachprüfung im selben Studiengang
- Studierende hatten Konzeptfragen im Unterricht
- Erstmals wurden Konzeptfragen in einer Prüfung gestellt
- Prüfung war 1 Jahr nachdem die Mechanik unterrichtet wurde

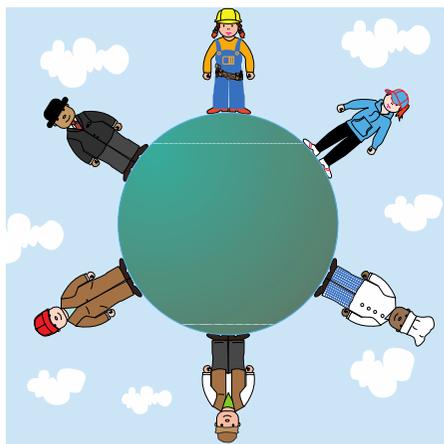
**66 %** (N = 35)

# Projekt: Formative Beurteilung im Physikunterricht mit Hilfe von Konzeptfragen.

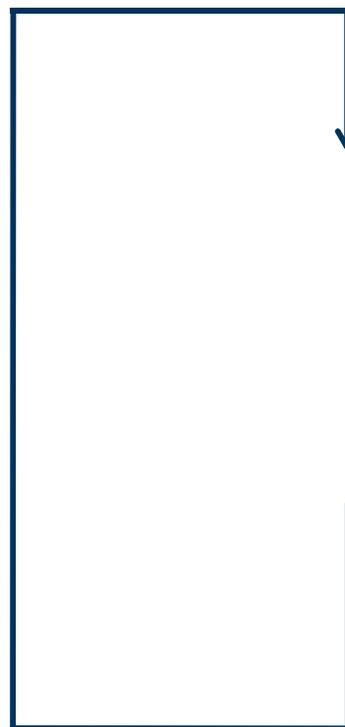
*Clemens Wagner und Andreas Lichtenberger*



## Unterrichten

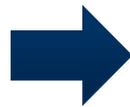
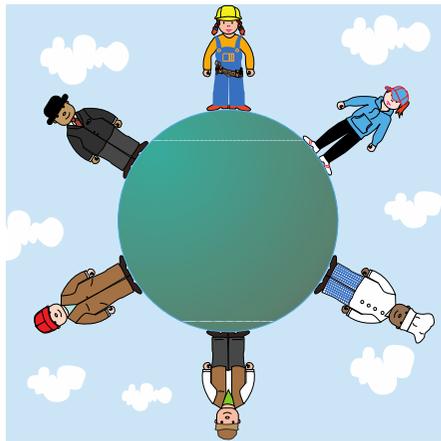


## Wissen aufbauen

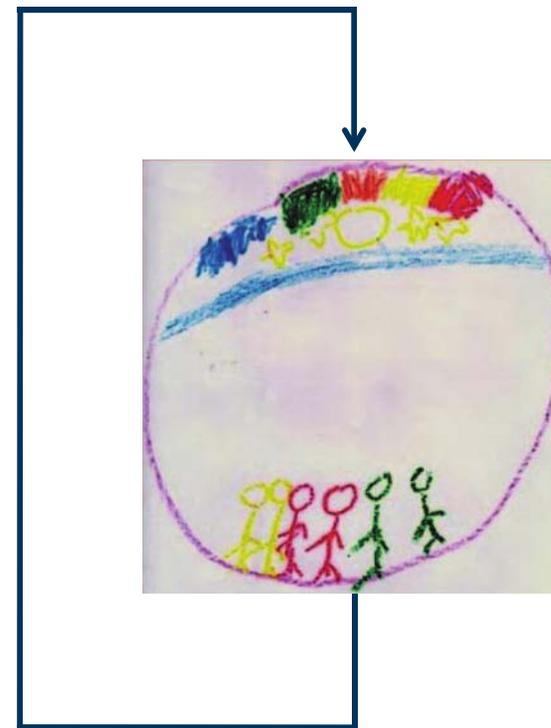


Siegal, M., Nobes, G. & Panagiotaki, G. (2011). Nature Geoscience 4, 130 – 132.

## Unterrichten



## Wissen aufbauen



Siegal, M., Nobes, G. & Panagiotaki, G. (2011). Nature Geoscience 4, 130 – 132.

## Lösung (?) : Formative Beurteilung

### Formative Beurteilung

Kurze Tests, Quiz (ohne Noten)  
Feedback für die SuS über den  
aktuellen Wissensstand  
Feedback für die Lehrperson  
Wird kontinuierlich durchgeführt

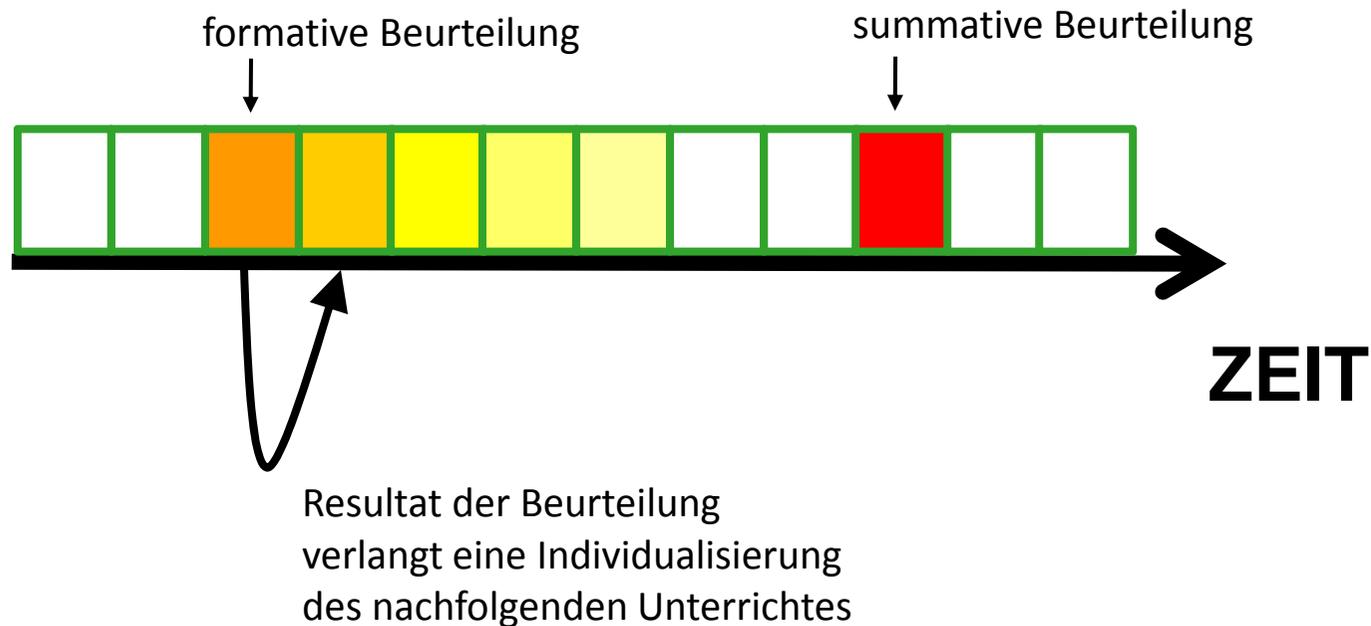
Assessment FOR learning

### Summative Beurteilung

Prüfungen (Noten)  
(Haben SuS die Lernziele erreicht?)  
Wird am Ende einer  
Unterrichtseinheit durchgeführt

Assessment OF learning

## Test mit Konzeptfragen, ein mögliches Instrument für die formative Beurteilung



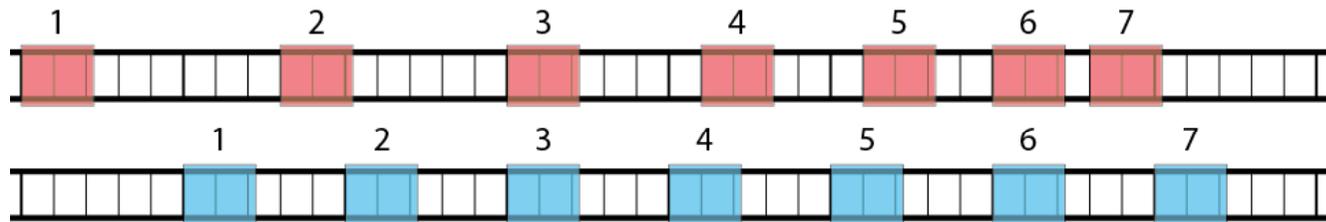
# Test mit Konzeptfragen zur Kinematik

## Konzepte

- C1** Geschwindigkeit als Rate ( $v = \Delta s / \Delta t$ )
- C2** Ortsänderung als Fläche unter der  $v(t)$  Kurve
- C3** Geschwindigkeit als Vektor (1D)
- C4** Überlagerung von Geschwindigkeiten im Zweidimensionalen Raum
- C5** Beschleunigung als Rate ( $a = \Delta v / \Delta t$ )
- C6** Geschwindigkeitsänderung als Fläche unter der  $a(t)$  Kurve
- C7** Beschleunigung als Vektor (1D)

## Eine Beispielfrage

Zwei Lokomotiven bewegen sich auf einer waagrechten Schiene nach rechts. Die Stroboskopaufnahme zeigt die Positionen der beiden Lokomotiven zu den Zeitpunkten 1 bis 7 nach jeweils gleichen Zeitintervallen.

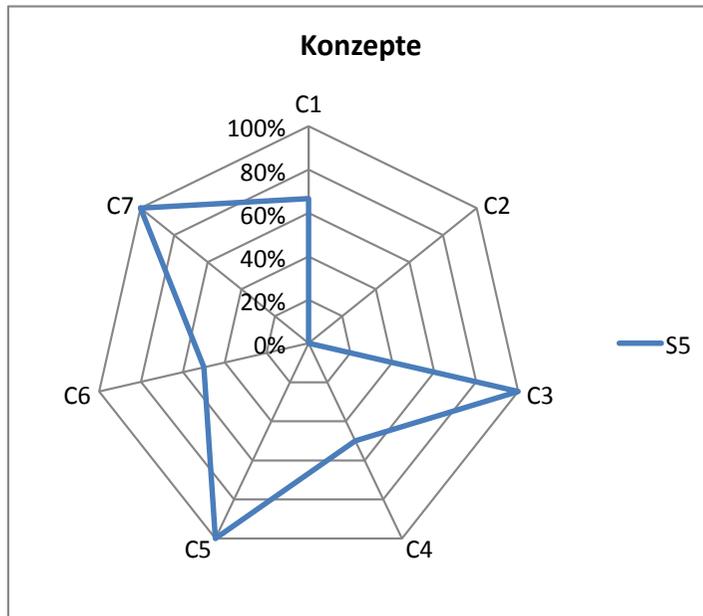


Haben die Lokomotiven irgendwann die gleiche Momentangeschwindigkeit?

- a. Nein. → MISSING CONCEPT
- b. Ja, zum Zeitpunkt 3.
- c. Ja, zum Zeitpunkt 6.
- d. Ja, zu den Zeitpunkten 3 und 6. } MISSKONZEPT M1A
- e. Ja, irgendwann zwischen den Zeitpunkten 4 und 5. → KONZEPT

## Resultate: Feedback für SuS

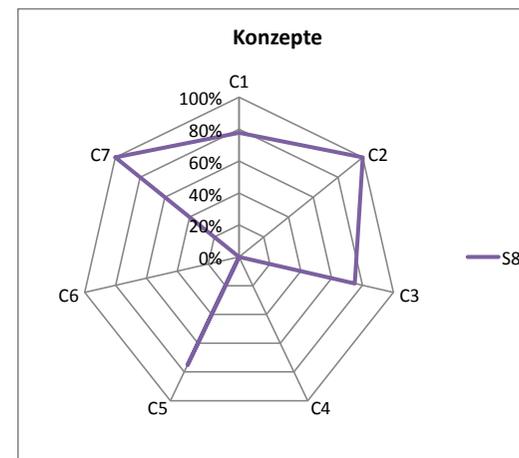
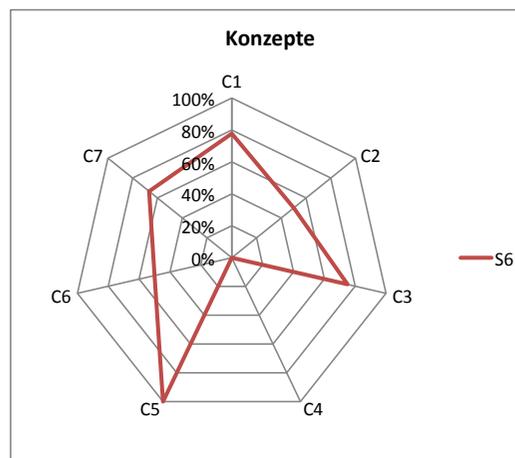
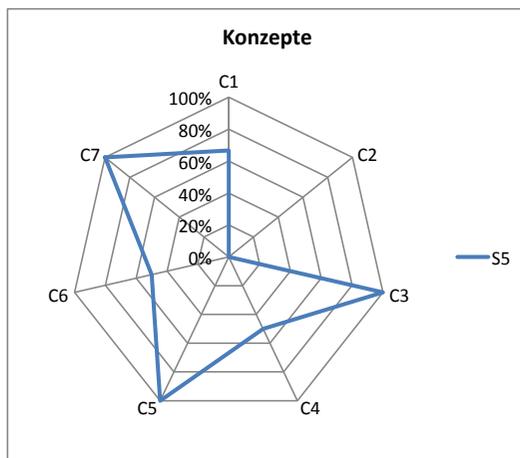
65% korrekt gelöst



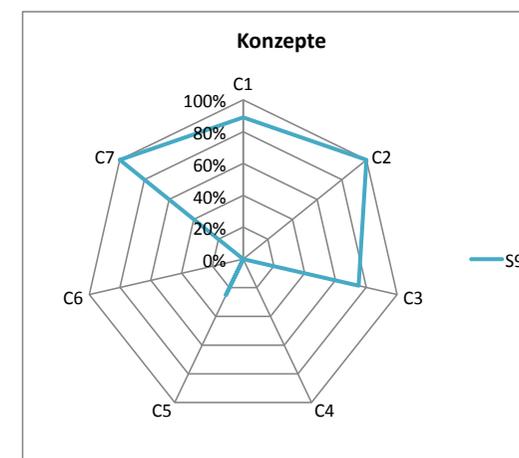
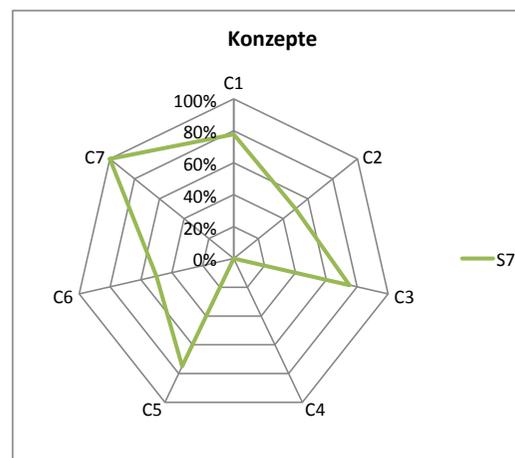
### Konzepte

- C1** Geschwindigkeit als Rate ( $v = \Delta s / \Delta t$ )
- C2** Ortsänderung als Fläche unter der  $v(t)$  Kurve
- C3** Geschwindigkeit als Vektor (1D)
- C4** Überlagerung von Geschwindigkeiten im Zweidimensionalen Raum
- C5** Beschleunigung als Rate ( $a = \Delta v / \Delta t$ )
- C6** Geschwindigkeitsänderung als Fläche unter der  $a(t)$  Kurve
- C7** Beschleunigung als Vektor (1D)

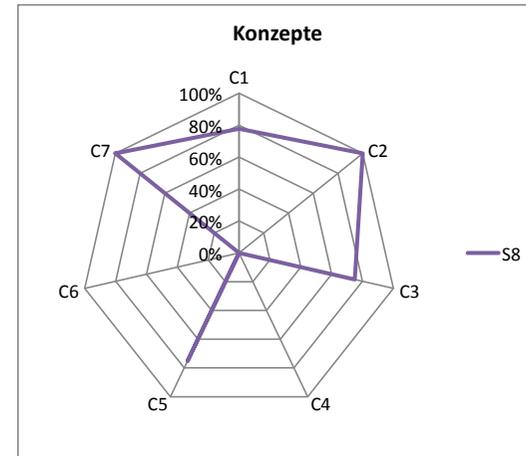
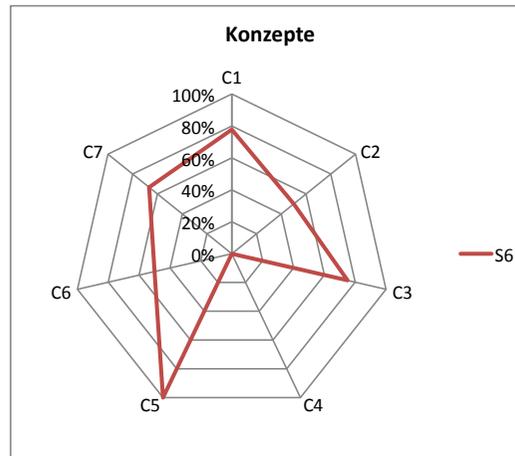
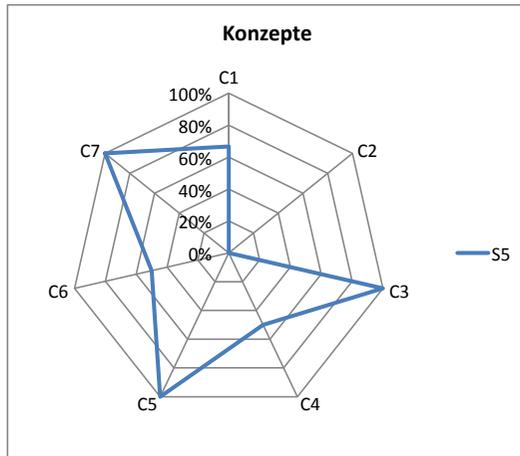
# Resultate im Vergleich (gleiche Punktzahl!!)



Diese 5 SuS haben  
65% der Fragen  
korrekt beantwortet!

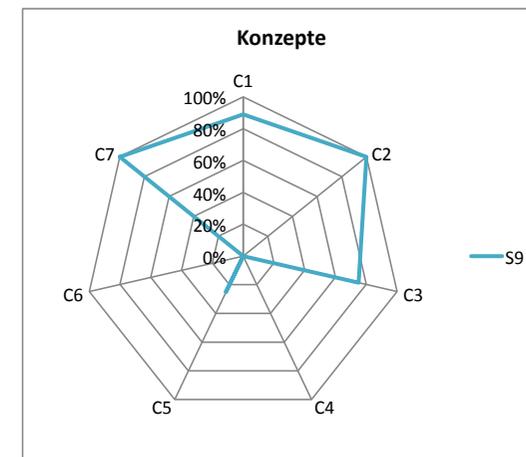
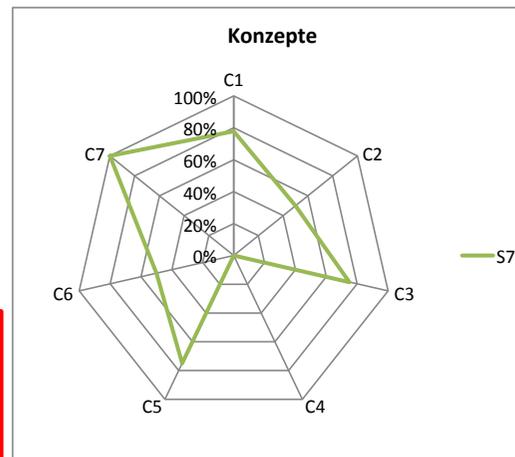


# Resultate im Vergleich (gleiche Punktzahl!!)

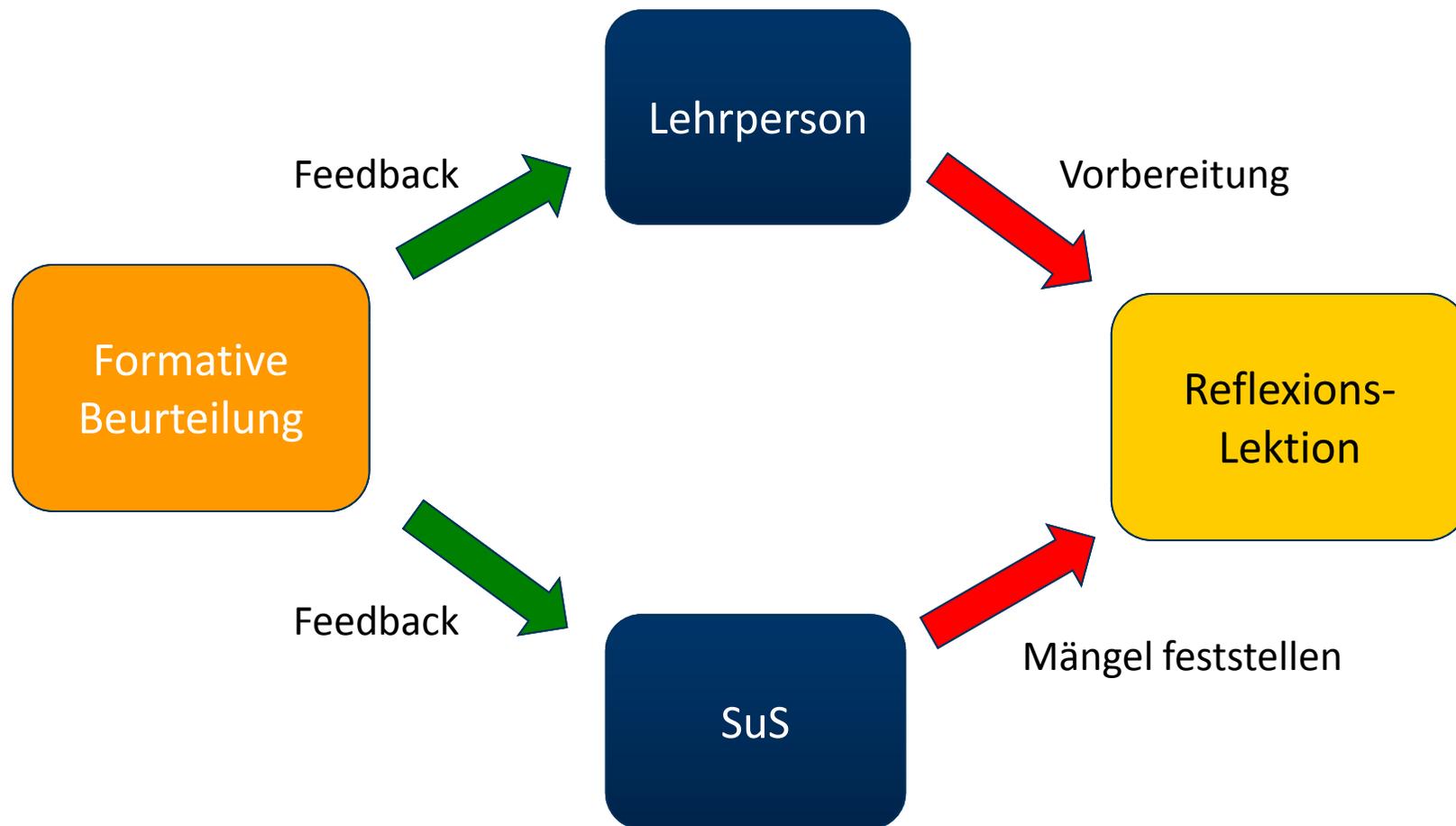


Diese 5 SuS haben  
65% der Fragen  
korrekt beantwortet!

**C4** Überlagerung von  
Geschwindigkeiten im  
Zweidimensionalen Raum



## Reflexions-Lektion



## Reflexions-Lektion

Eine individuelle Reflexionslektion kann nur dann erfolgreich sein, wenn sich die Schülerinnen und Schüler mit den Lernzielen identifizieren können und diese somit auch erreichen wollen.

Tests mit Konzeptfragen oder Konzeptfragen mit anschließender Diskussion im Klassenzimmer stellen **zwei mögliche Elemente der formativen Beurteilung** dar.

## Allgemein sind die wichtigsten Elemente der formativen Beurteilung:

1. **Clarifying and sharing learning intentions and criteria for success. (Wo wollen wir hin)**
2. **Engineering effective classroom discussions and other learning tasks that elicit evidence of student learning. (argumentieren, über Probleme diskutieren, etc)**
3. **Providing feedback that moves learners forward.**
4. **Activating students as instructional resources for one another. (sich gegenseitig helfen, beurteilen, ...)**
5. **Activating students as the owners of their own learning. (Verantwortung für den eigenen Lernfortschritt übernehmen, sich mit den Zielen identifizieren)**

## Das eingangs erwähnte Problem:

Viele Studierende können nach absolvierter Matur eine Physik – Rechenaufgabe lösen, **einfache Konzeptfragen werden jedoch falsch beantwortet.**

## Wie sind überzeugt, dass:

- Durch den Einsatz von Konzeptfragen ein vertieftes Verständnis der physikalischen Zusammenhänge erreicht wird.
- Das erworbene Wissen leicht auf andere Situationen, die im Unterricht nicht besprochen wurden, übertragen werden kann.
- SuS ihr Konzeptwissen auch zum lösen klassischer Probleme erfolgreich einsetzen können, auch wenn dies weniger geschult wird.
- Die Ideen der formativen Beurteilung den Unterricht nachhaltiger macht und die Lehrperson entlastet.

**Besten Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit.**

**Im nächsten Teil spricht Clemens  
Wagner detaillierter über das  
lernen von Konzepten.**