

Lernen von Konzepten in der Physik

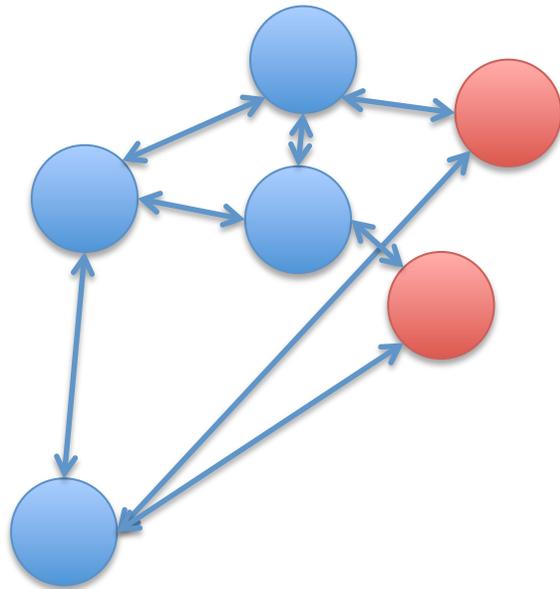
Clemens Wagner

Solid State Physics and Education

ETHZ, Switzerland

Conceptual Change

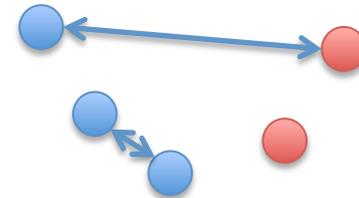
Knowledge as theory perspective



Struktur von Konzepten

Piaget, Kuhn und Posner, Vosniadou

Knowledge as elements perspective

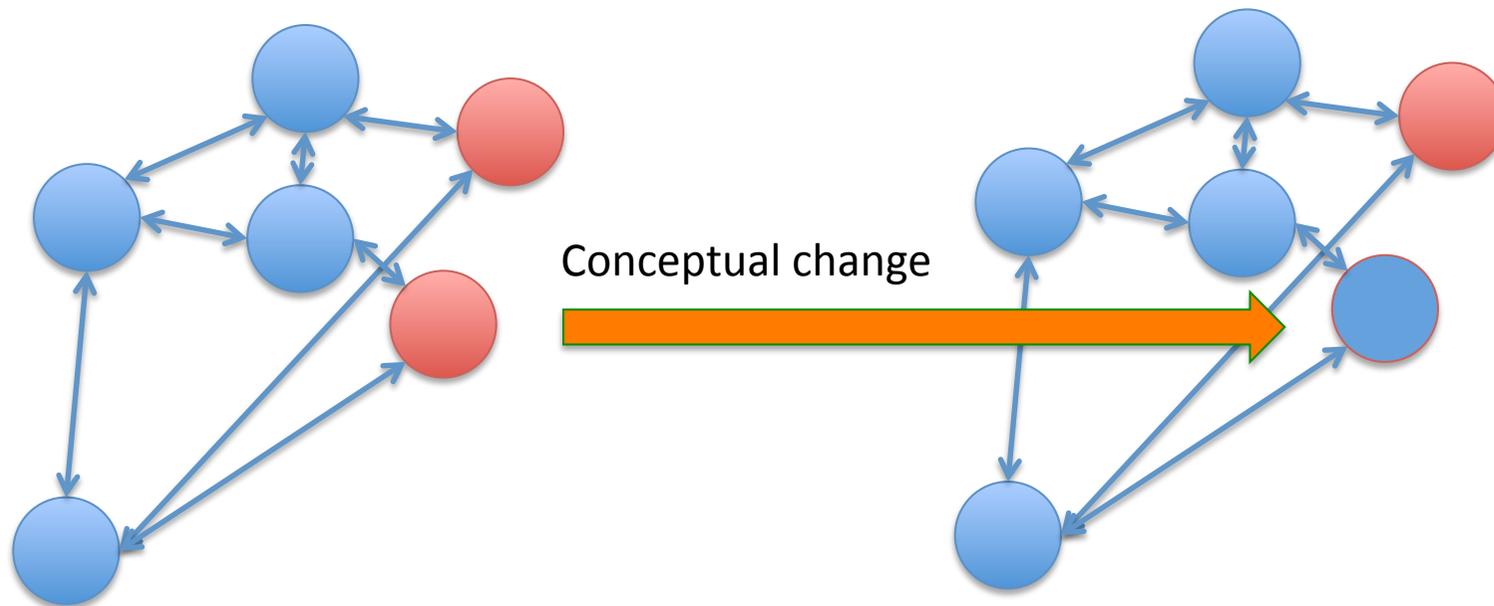


Quasi-unabhängige Elemente
(Phenomenological Primitives)

diSessa

Physik Lernen

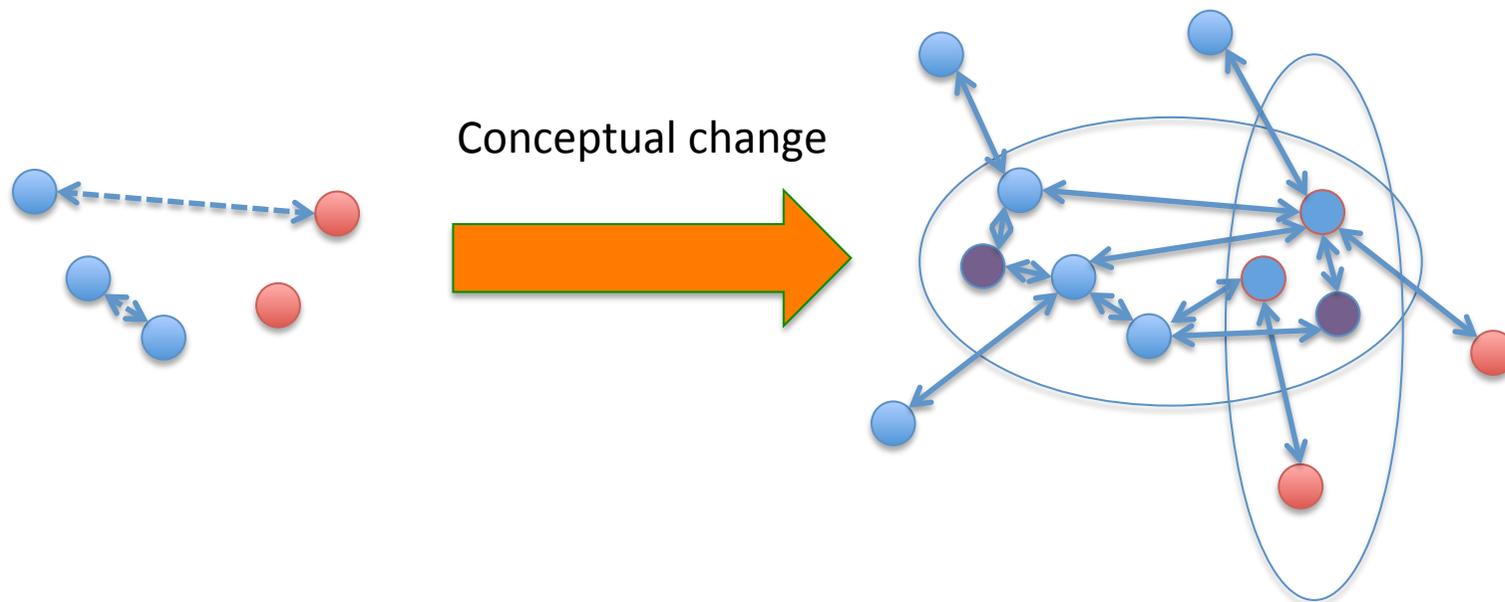
Knowledge as theory perspective



1. Unzufriedenheit mit dem existierenden Konzept
2. Neues Konzept ist verständlich
3. Neues Konzept ist plausibel
4. Neues Konzept ist transferierbar auf andere Probleme

Physik Lernen

Knowledge as elements perspective

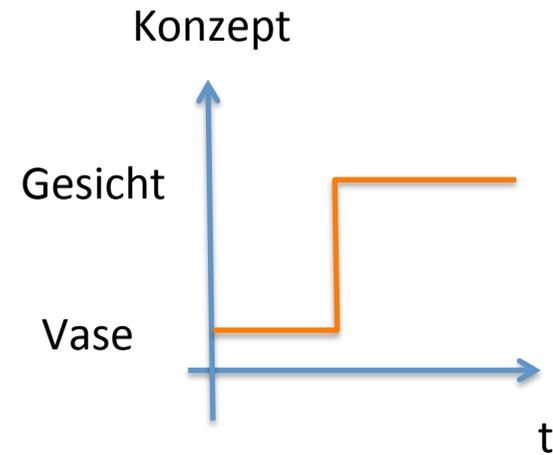


Unstrukturierte Sammlung von
“phenomenological primitives”
(relativ isoliert, selbsterklärend)

Komplexe Wissensstruktur
(isolierte, selbsterklärende
Elemente werden eingebaut)

Conceptual change

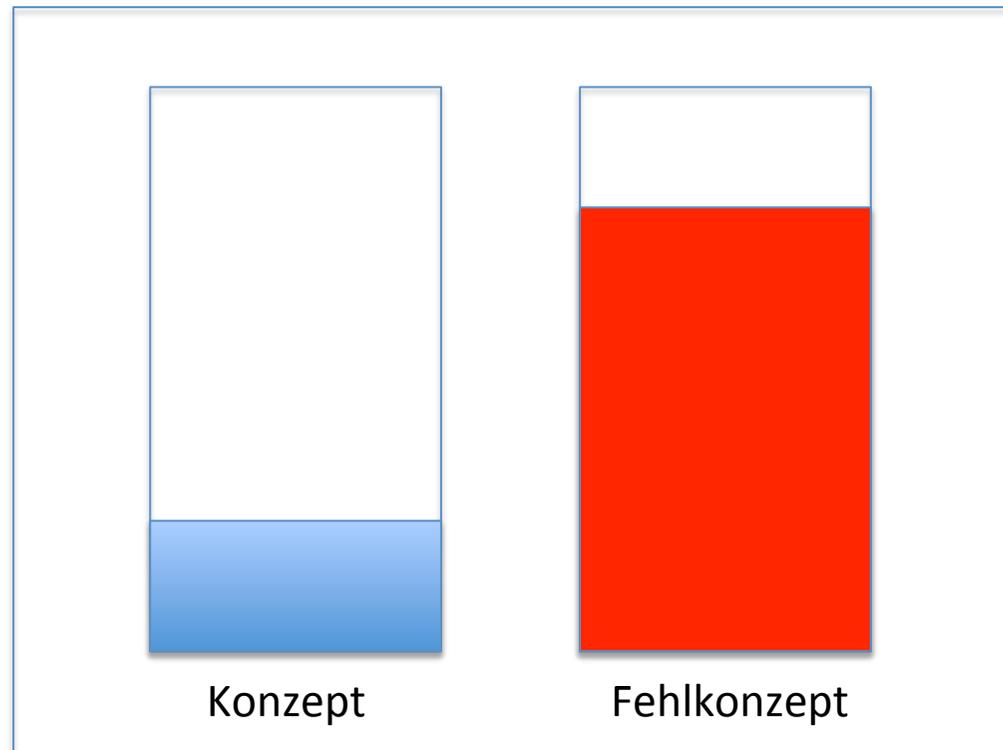
Vase oder Gesicht?



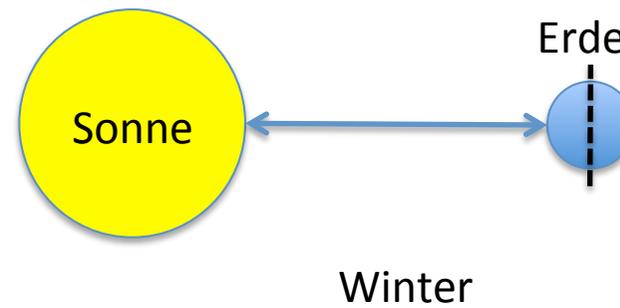
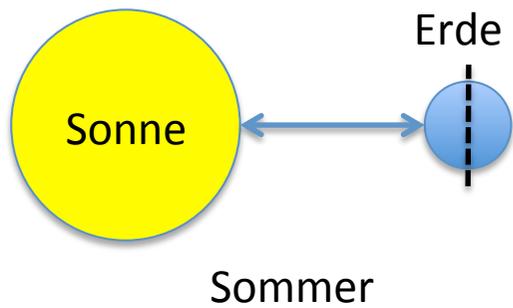
Wie sieht dieser Übergang aus?

Konzept Lernen

Physikalisches Konzept

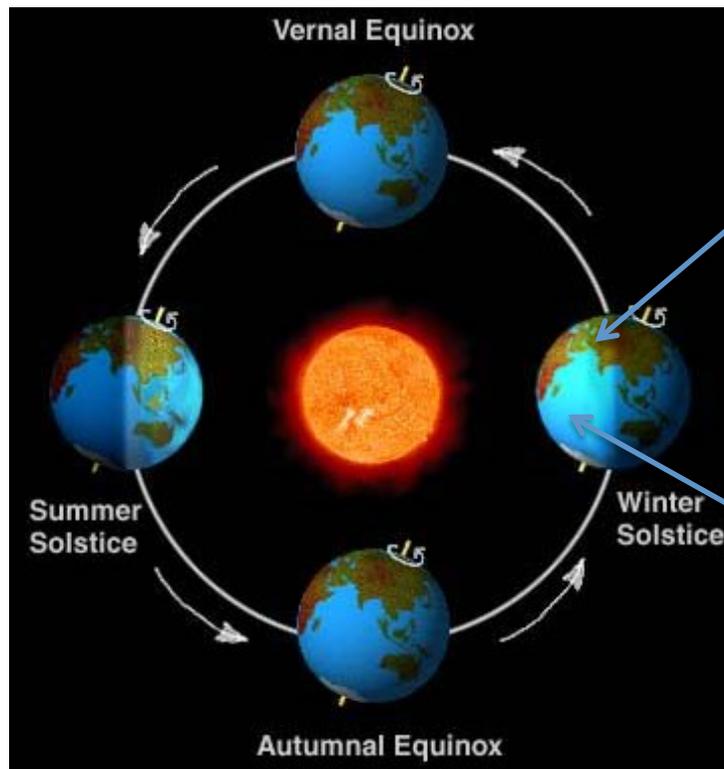


Jahreszeiten Fehlkonzept



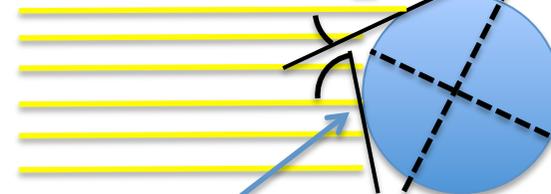
Jahreszeiten Konzept

Unterricht



Winter

Achse



Äquator

Sommer

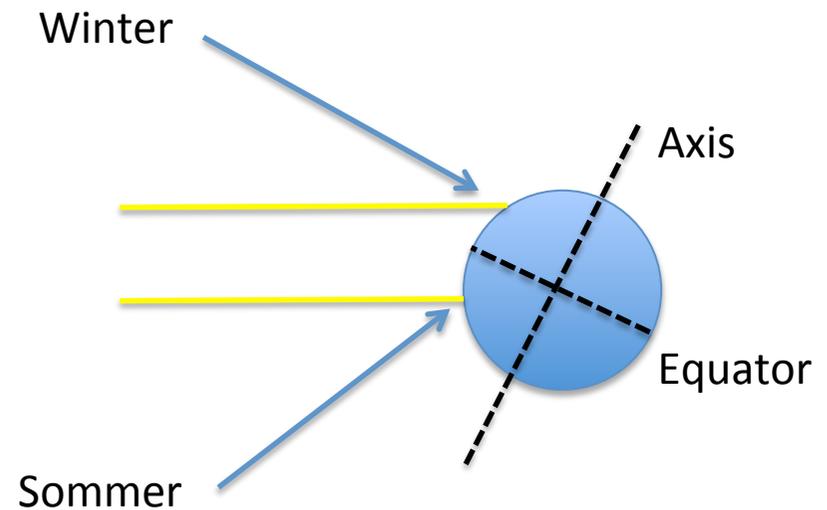
Einfallswinkel

Jahreszeiten Test

Instruktor

Antwort des Studenten

Weshalb gibt es verschiedene
Jahreszeiten auf der Erde?



Feststellungen

- Konzepte werden oft von Fehlkonzepten begleitet
- Konzepte und Fehlkonzepte können zusammen auftreten
- Das Lernen von Konzepten verlangt ein Verlernen der Fehlkonzepte

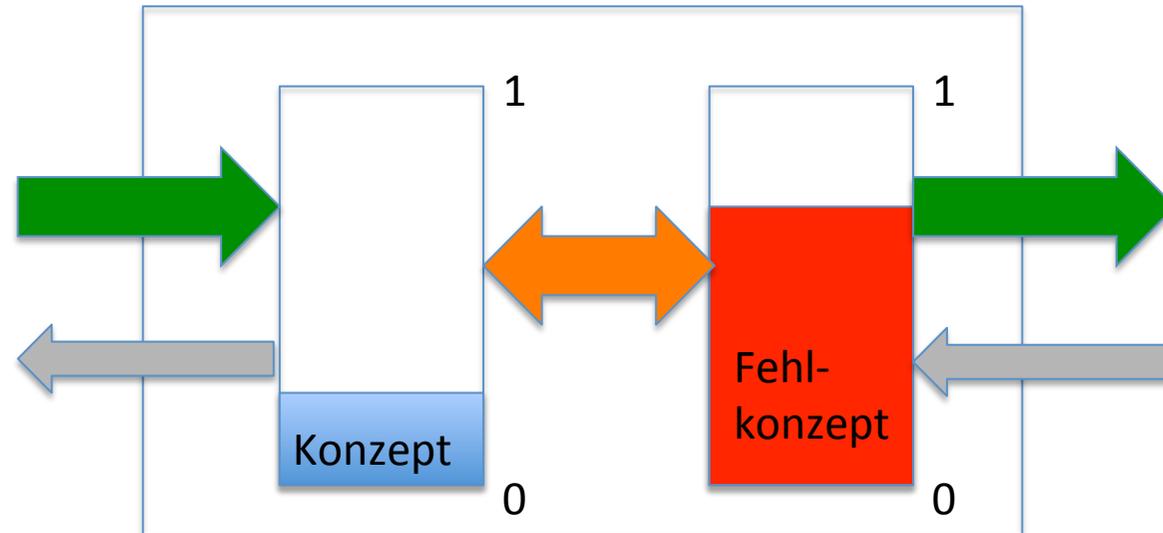
Modell des Konzept Lernens

Eigenschaften des Modells

Anwendungen des Modells

Verbesserung des Unterrichts

Gleichungen des Modells

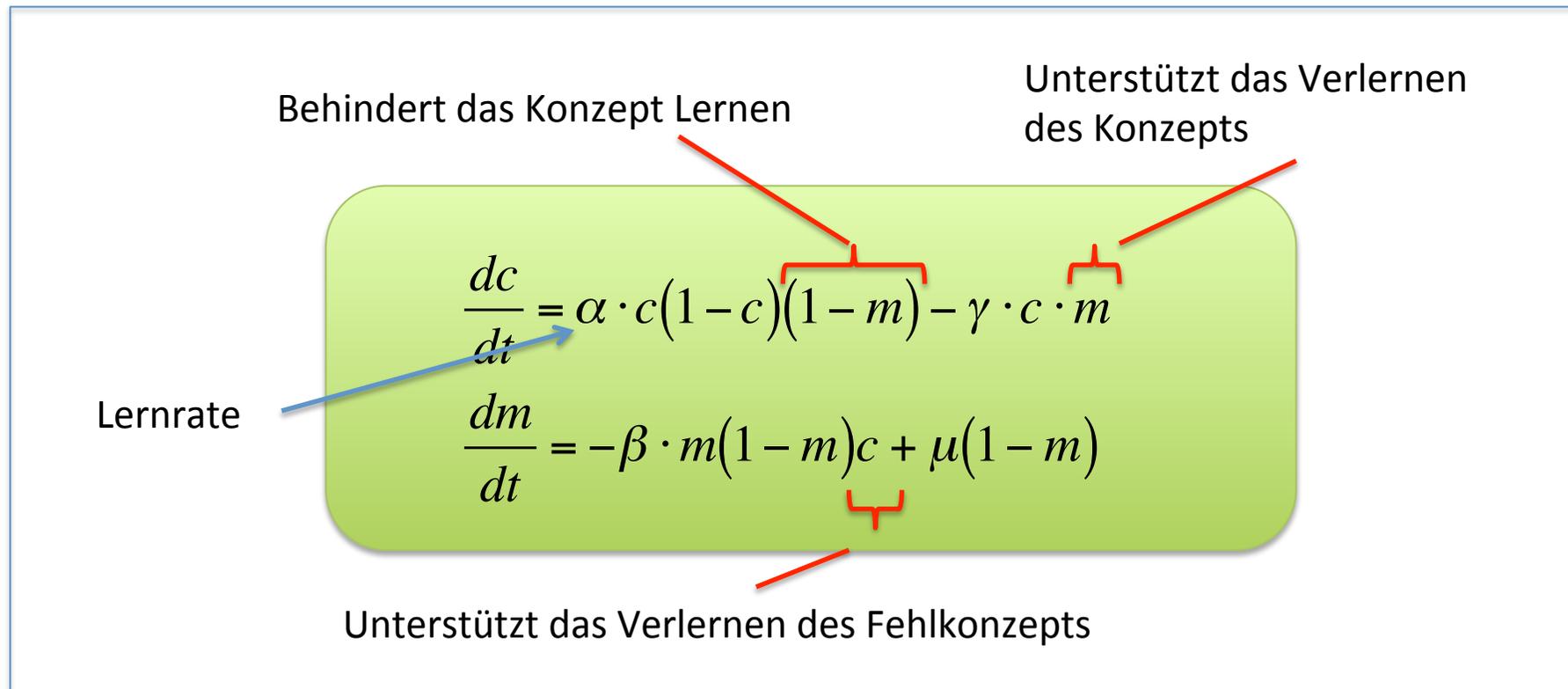


$$\text{Änderung Konzept} = \text{Konzept Lernen} + \text{Wechselwirkung} - \text{Konzept Verlernen} - \text{Wechselwirkung}$$

$$\text{Änderung Fehlkonzept} = - \text{Fehlkonzept Verlernen} - \text{Wechselwirkung} + \text{Fehlkonzept Lernen}$$

Gleichungen des Modells

c und m sind latente Variablen

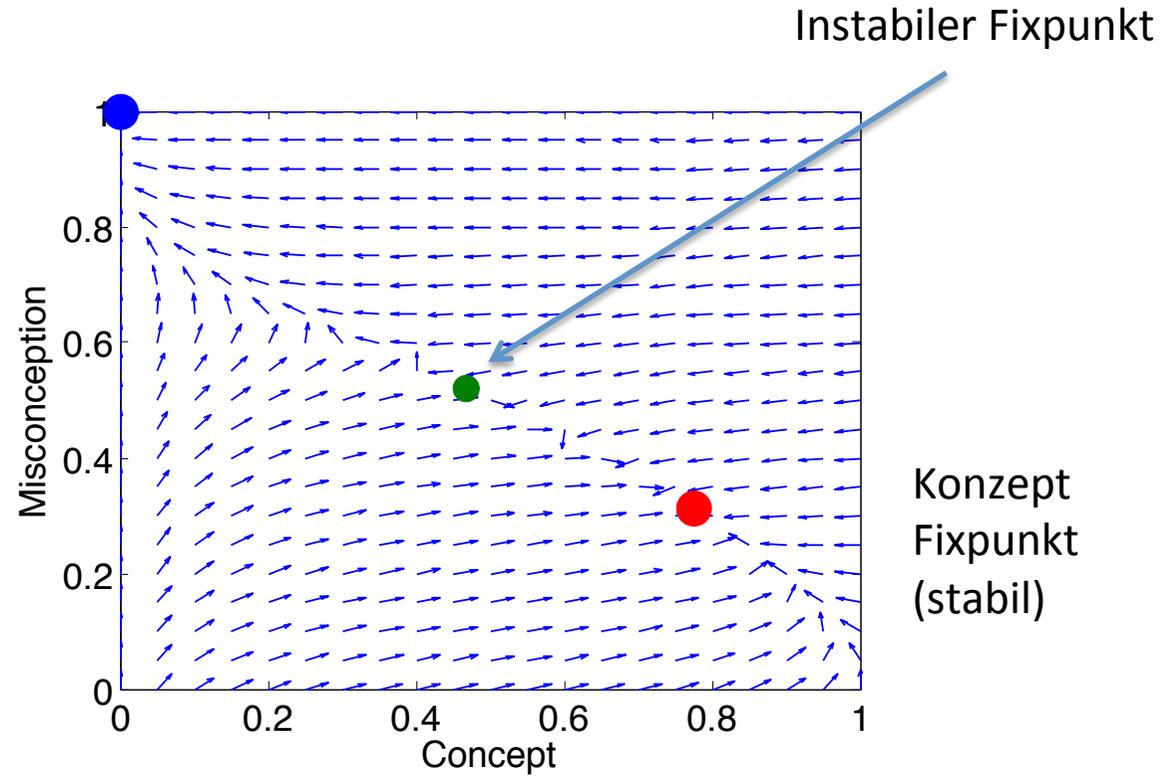


Modell des Konzept Lernens
Eigenschaften des Modells

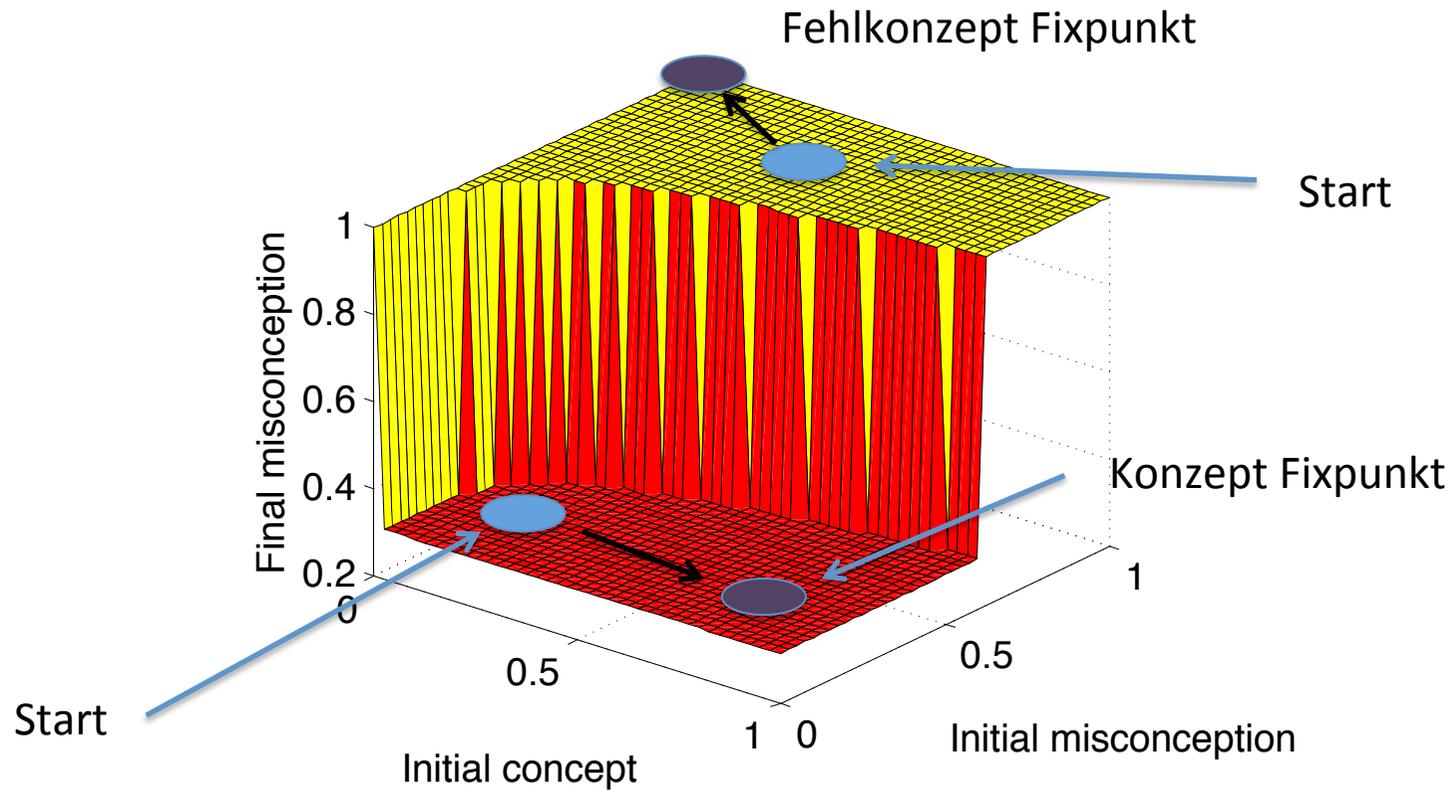
Anwendungen des Modells
Verbesserung des Unterrichts

Stationäre Punkte

Fehlkonzept
Fixpunkt
(stabil)



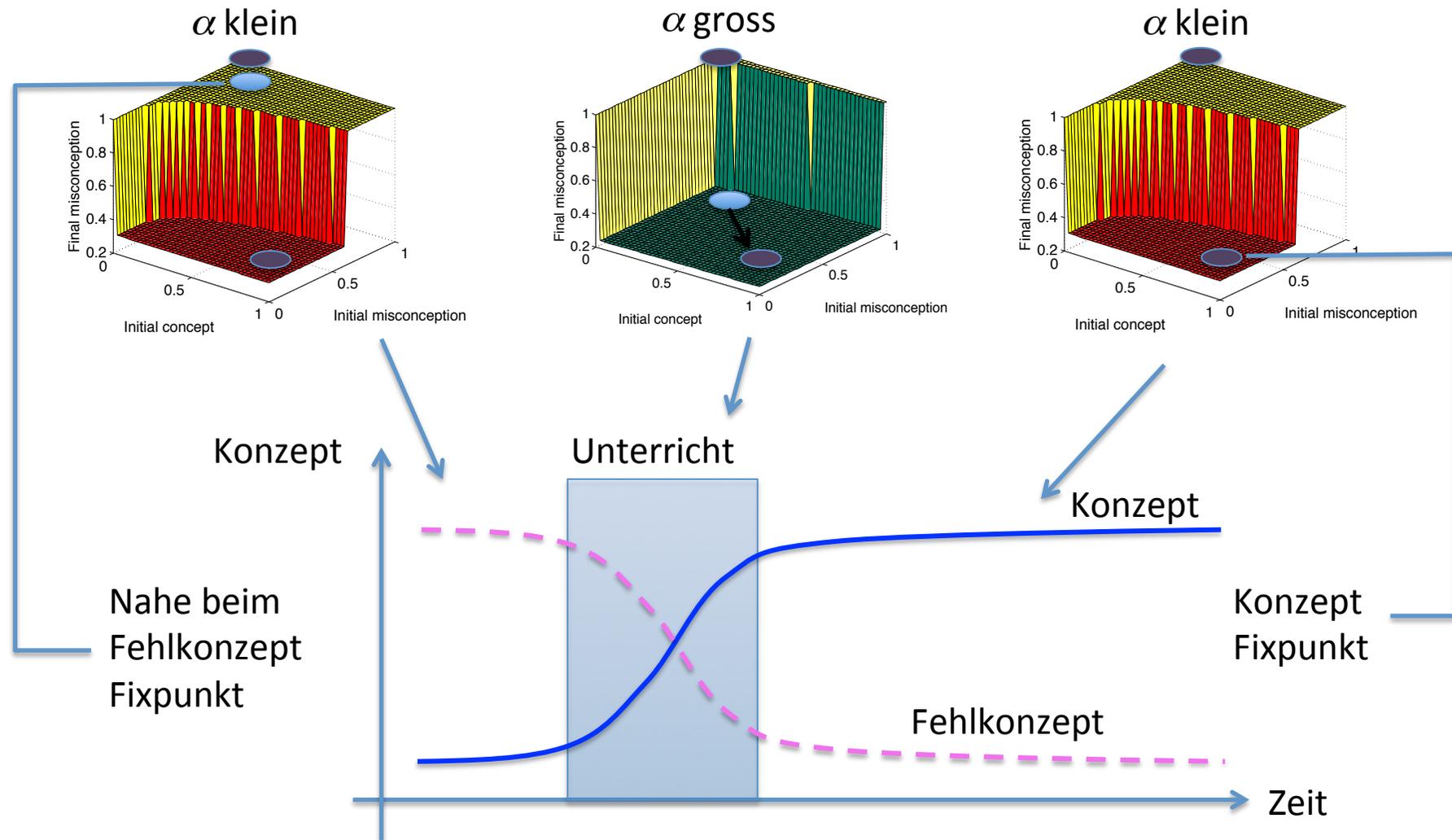
Basin of Attraction



High initial misconceptions prevent from learning concepts

Der Fehlkonzept -Konzept Übergang

α : Lernrate

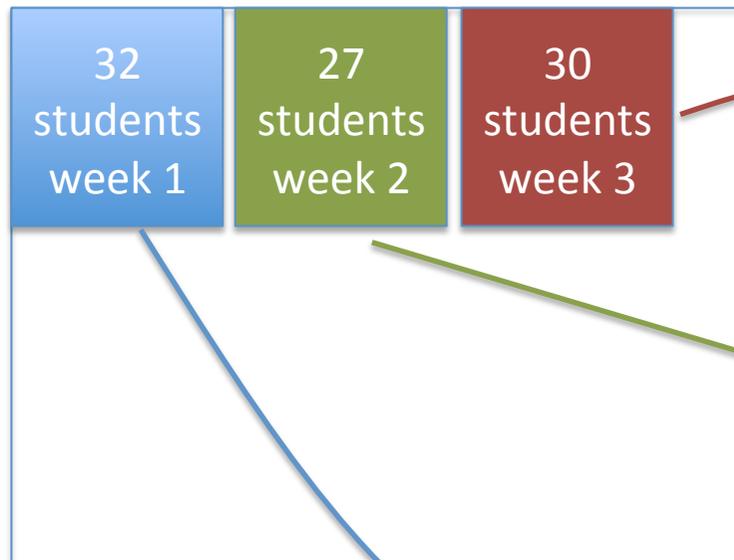


Modell des Konzept Lernens
Eigenschaften des Modells
Anwendungen des Modells

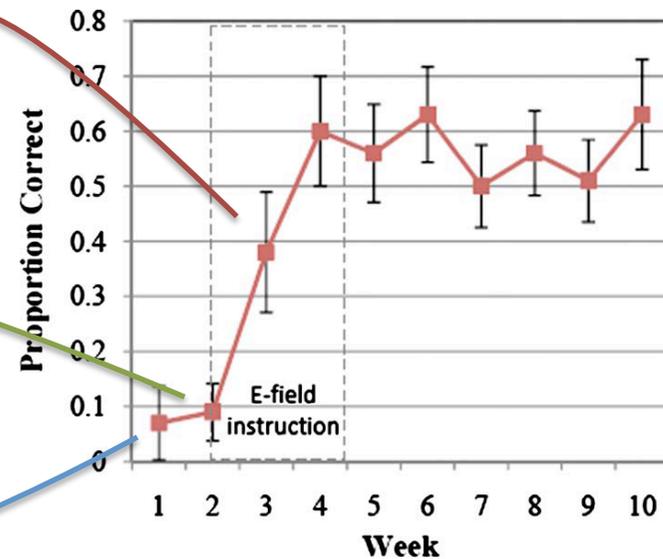
Verbesserung des Unterrichts

Experiment Konzept Lernen

Repräsentative Gruppen von Studierenden



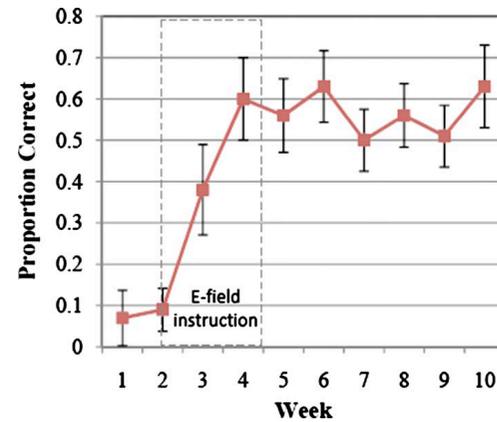
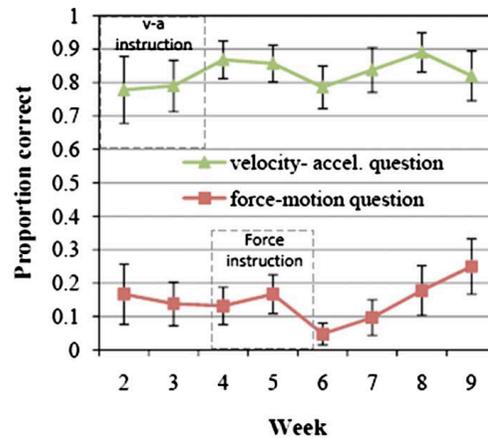
Gleiche Konzeptfrage



Vorlesung mit ca. 300 Studierenden

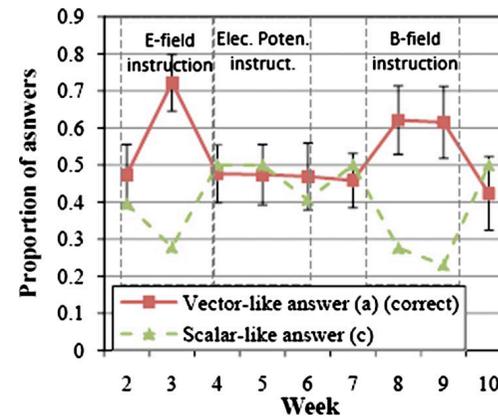
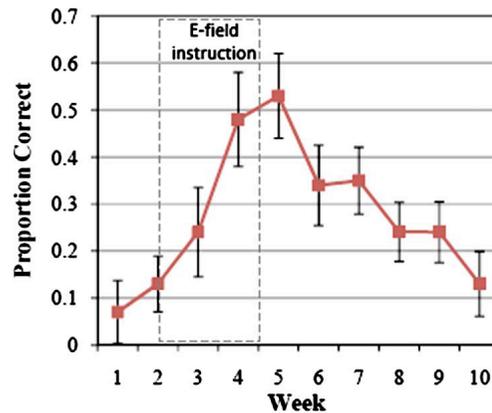
4 verschiedene Zeitverläufe des Konzept Lernens

Flache Kurven
70%



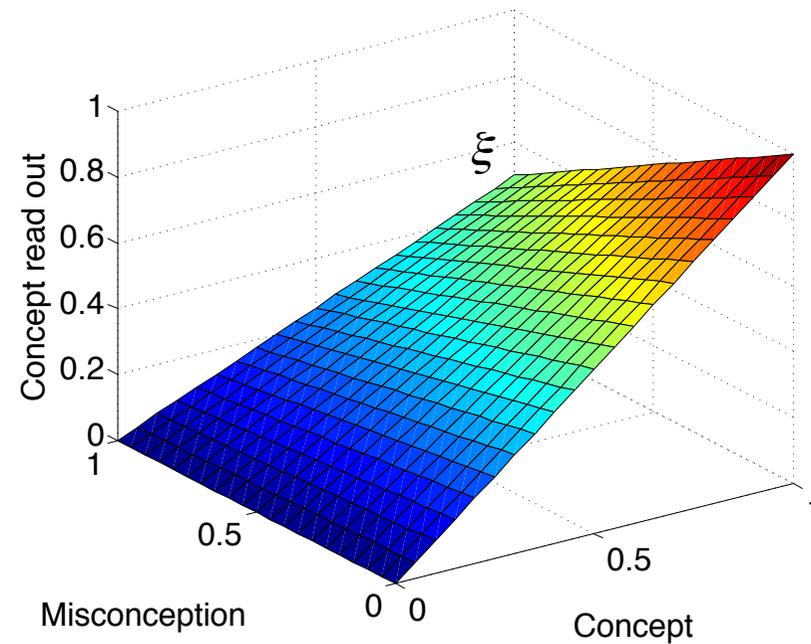
Step up
Kurven
15%

Aufstieg und Fall
10%



Interferenz
5%

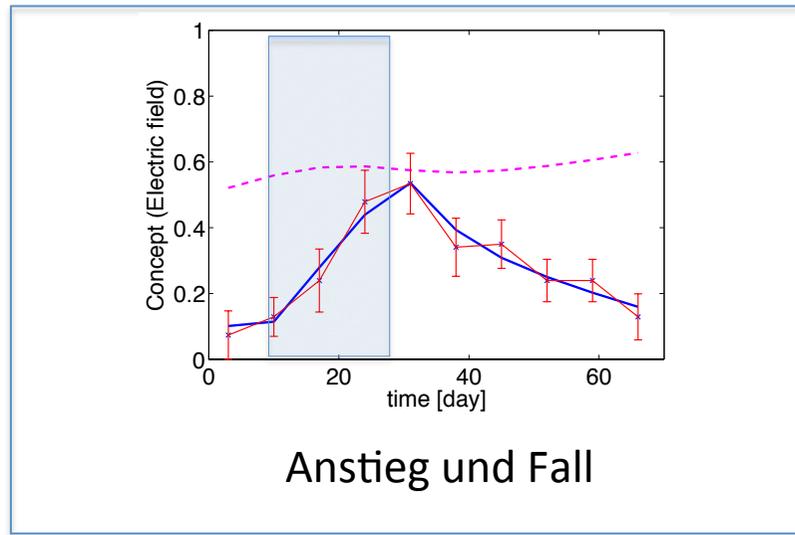
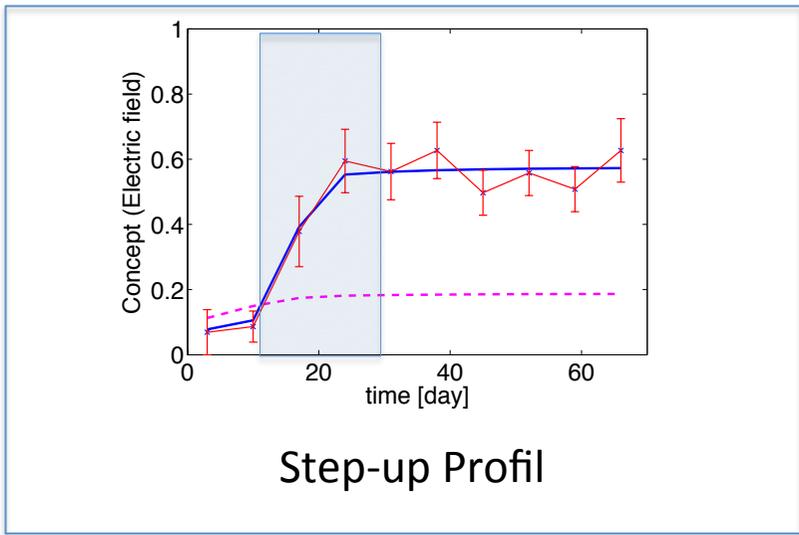
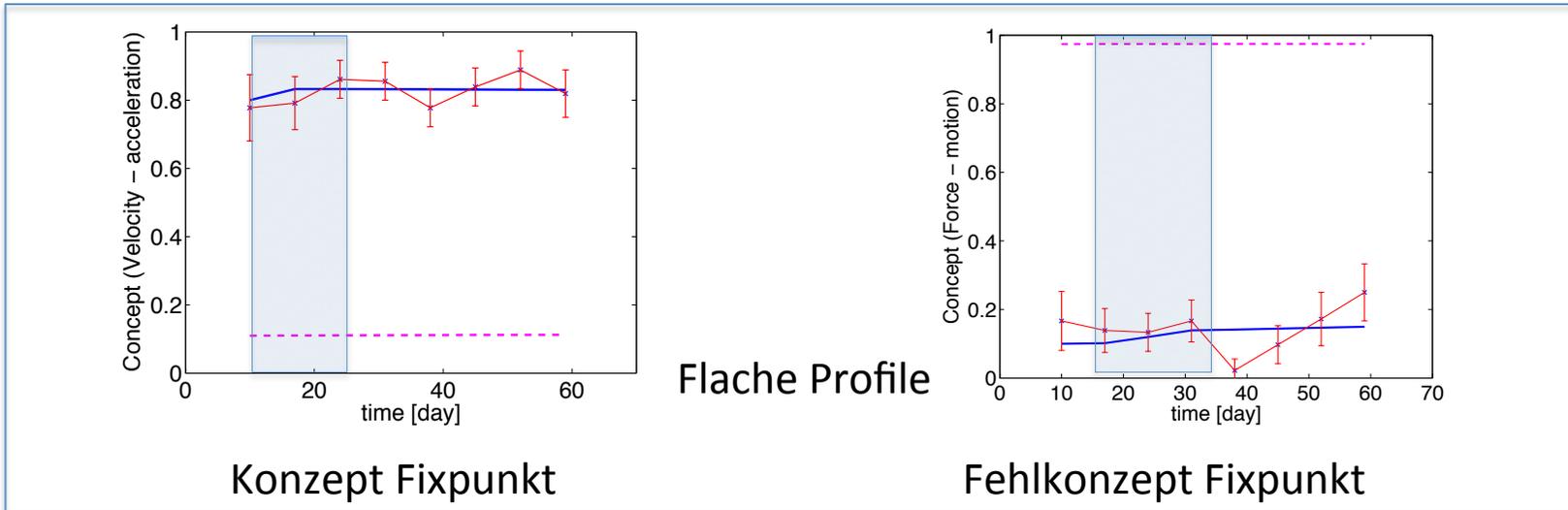
Messprozess



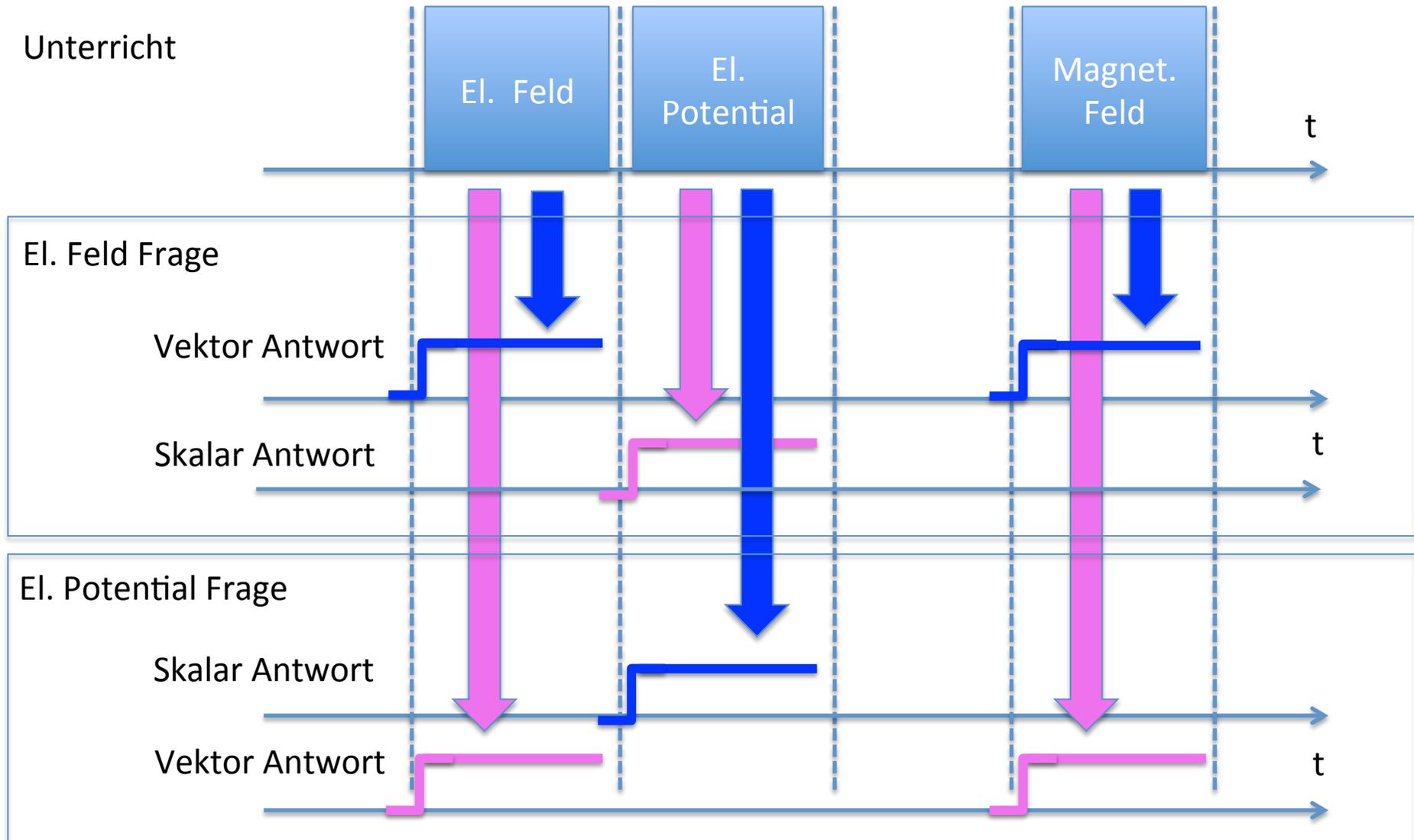
$$\begin{pmatrix} \dot{c} \\ \dot{m} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(c, m) \\ g(c, m) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} c_T \\ m_T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c(1 - \xi m) \\ m(1 - (1 - \xi)c) \end{pmatrix}$$

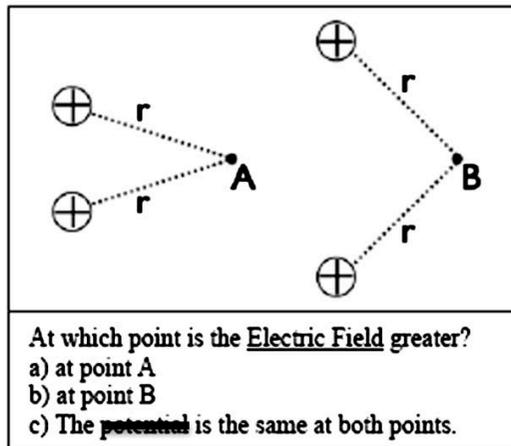
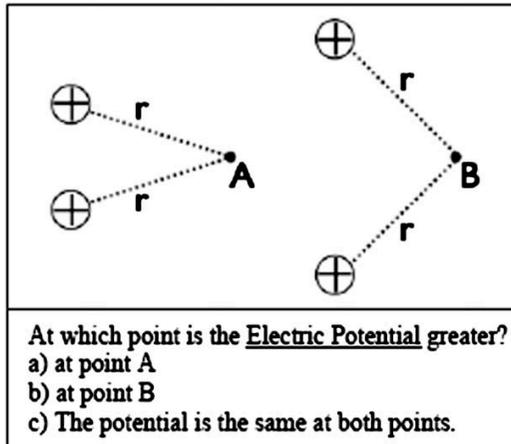
Konzept Lernen



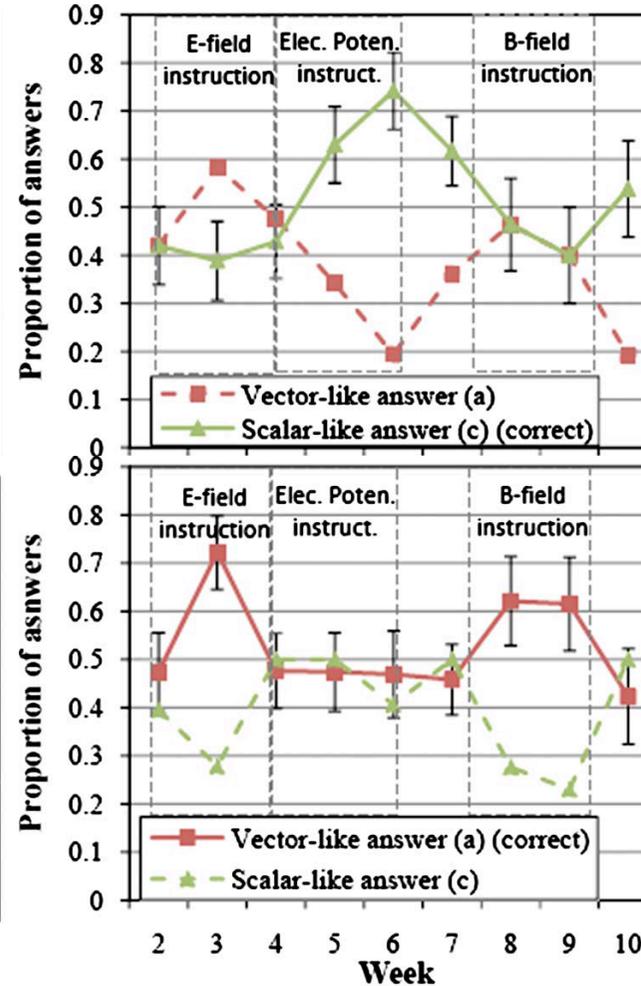
Interferenz



Interferenz



electric field



Konzept el. Potential

Fehlkonzept Vektor

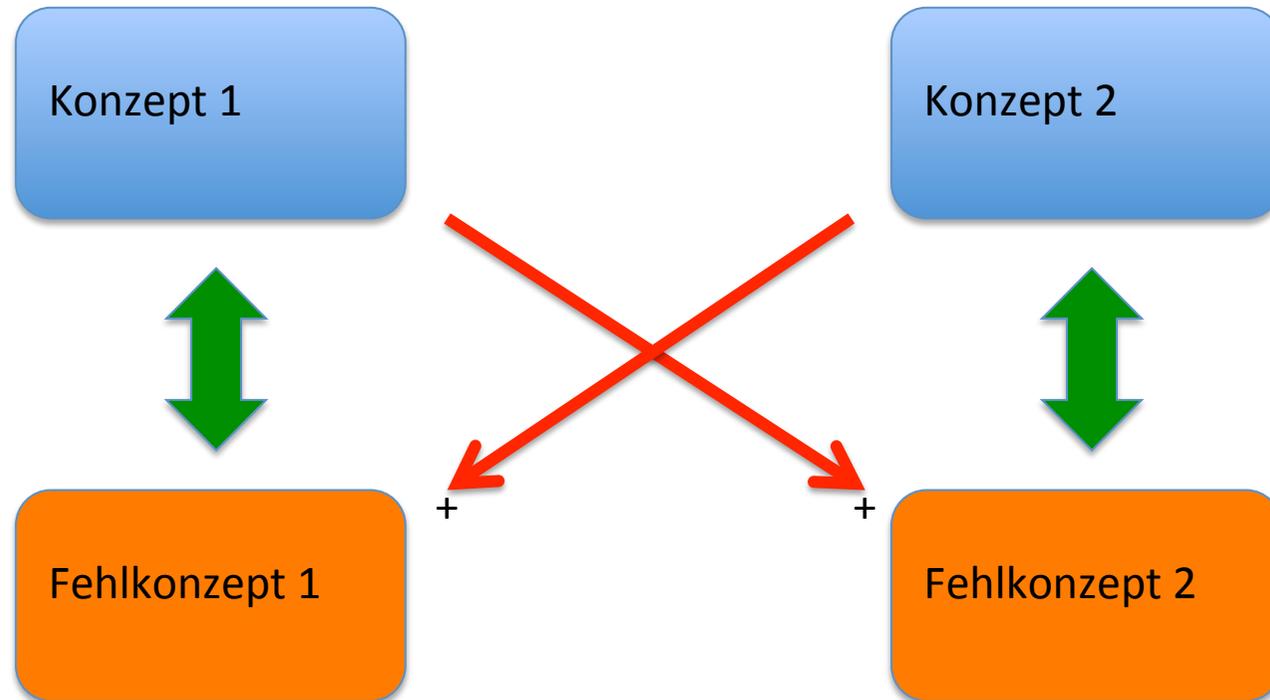
Konzept el. Feld

Fehlkonzept Potential

Interferenz

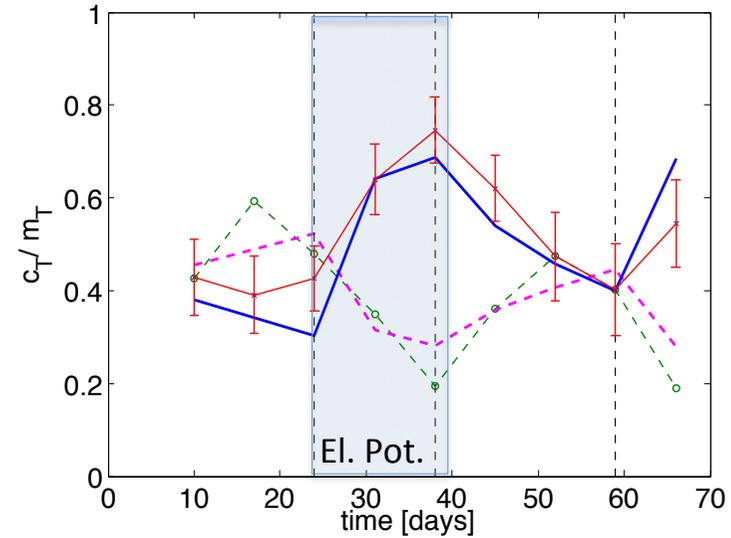
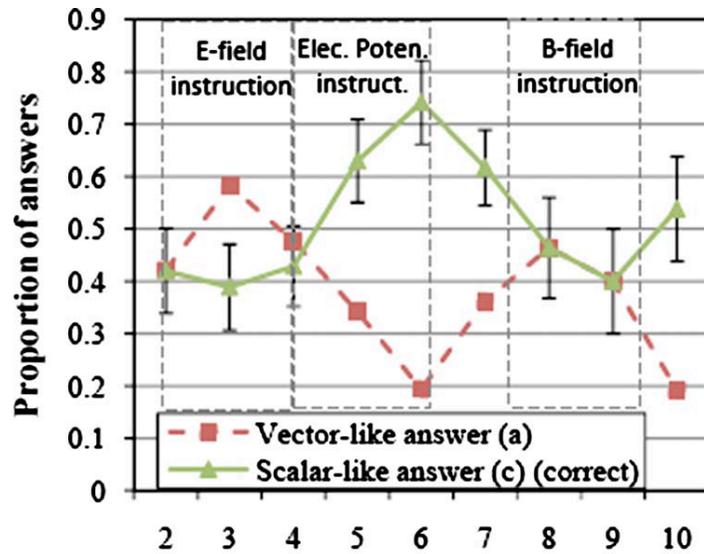
Elektrisches Feld, Vektor

Elektrisches Potential, Skalar

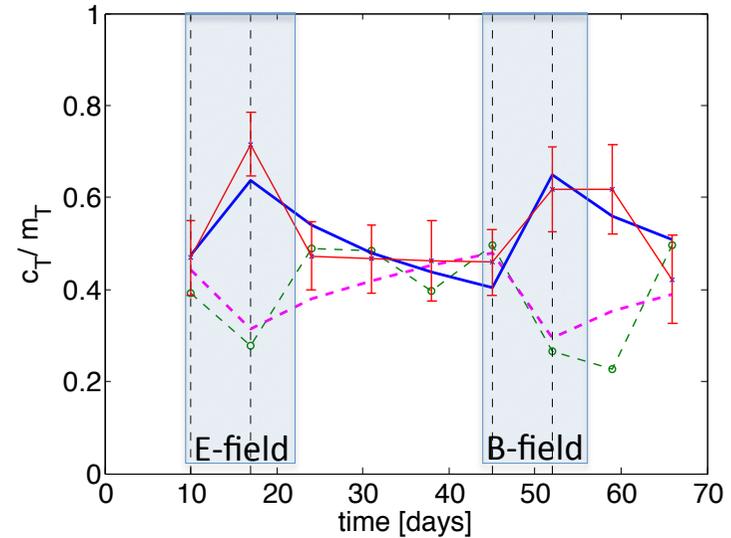
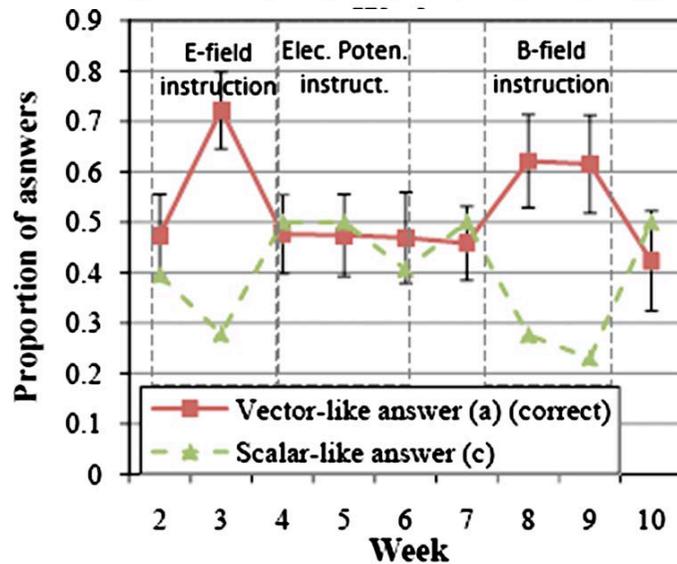


Zusätzliche Wechselwirkung zwischen
Konzept-Fehlkonzept Paaren

Interferenz



Konzept:
el. Potential
Fehlkonzept:
Vektor



Konzept:
el. Feld
Fehlkonzept:
Skalar

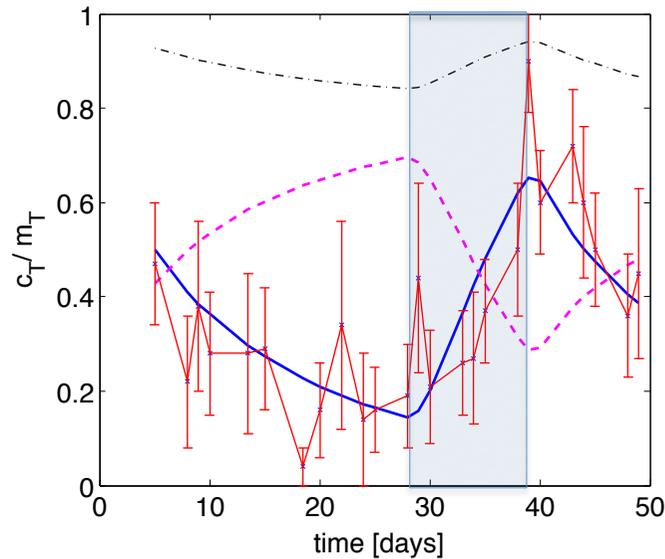
Modell des Konzept Lernens
Eigenschaften des Modells
Anwendungen des Modells

Verbesserung des Unterrichts

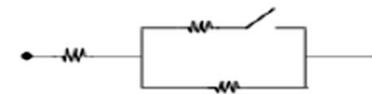
Verbesserung des Unterrichts

- Man muss sich der Konzepte und der Fehlkonzepte bewusst werden
- Abfall des Wissens nach der Lernphase soll vermieden werden
 - Fehlkonzept aktiv angehen
- Lernprofile von Konzepten

Vermeidung des Abfalls



Messung

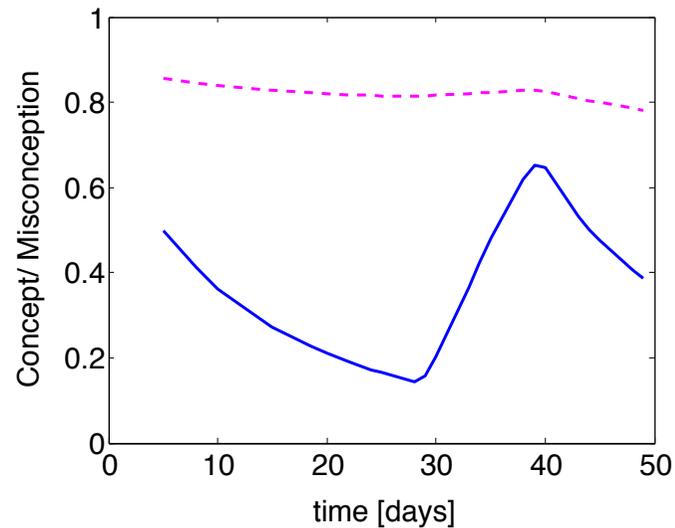


How does the resistance between the endpoints change when the switch is closed?

- a) Increases
- b) Stays the same
- c) Decreases

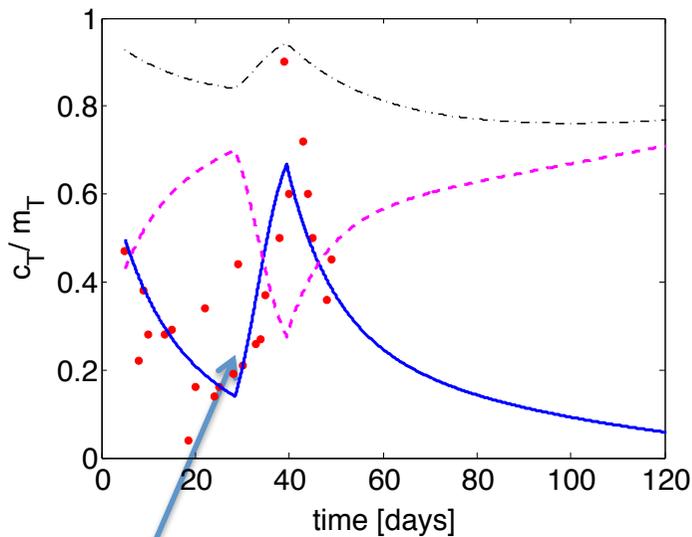


Bereits nach 10 Tagen ist das Wissen wieder verloren

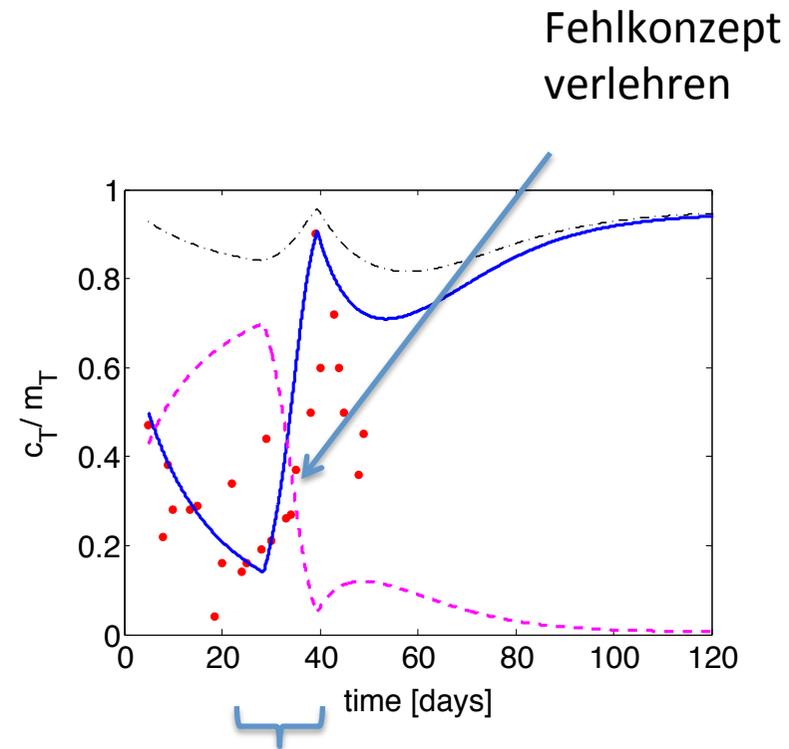


Latente Variablen

Fehlkonzepte “verlehen”



Lehren des Konzepts



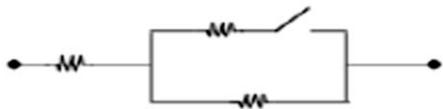
Fehlkonzept
verlehen

Lehren von Konzepten geht einher
mit dem “Verlehen” von Fehlkonzepten

Fehlkonzept – Konzept Übergang

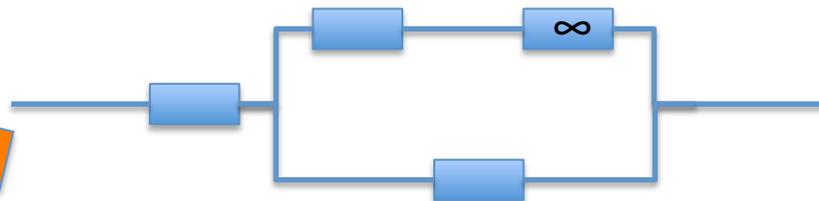
Was bedeutet Fehlkonzepte “verlehen”?

Ersetzen eines offenen Schalters durch
einen unendlichen Widerstand

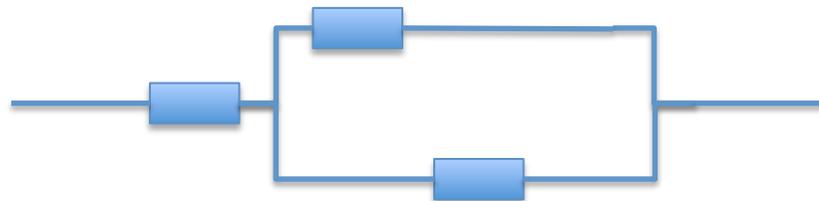


How does the resistance between the
endpoints change when the switch is closed?

- a) Increases
- b) Stays the same
- c) Decreases



Den Schalter schliessen
bedeutet einen unend-
lichen Widerstand durch
einen Kurzschluss zu
ersetzen



Zusammenfassung

- Modell des Konzept Lernens
 - Konzept und Fehlkonzepthaben eigene Dynamik
 - Dynamik von Fehlkonzepthen ist sehr träge
- Modell reproduziert die 4 generischen Profile des Konzept Lernens (Heckler et al. 2010)
 - Flache Profile, Step-up Profil, Aufstieg und Fall und Interferenzprofile
- Verbesserung des Unterrichts
 - “Verlehen” von Fehlkonzepthen