

# Entwicklungsperspektiven einer schulischen Aufgabenkultur

Senior-Prof. Dr. Hermann Körndle  
TU Dresden  
Fakultät Psychologie



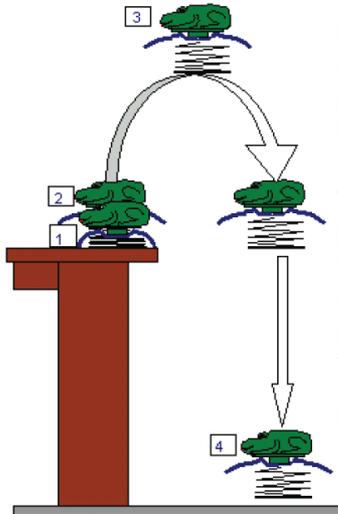
Das Projekt „TUD-Sylber – Synergetische Lehrerbildung im exzellenten Rahmen“ wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.



# Entwicklungsperspektiven schulischer Aufgabenkultur

- Obwohl LehrerInnen in ihrer Dienstzeit nach Schätzungen 100.000 bis 250.000 Aufgaben im Unterricht stellen, spielt das Thema Aufgabenkultur im Lehramtsstudium eine Nebenrolle
- Vielfalt der Einsatzszenarien

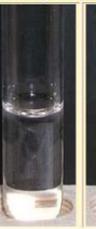
# Vielfalt schulischer Einsatzszenarien von Aufgaben



Ein Spielzeugfrosch der Masse  $m = 14 \text{ g}$  wird mit einem angebrachten Saugnapf unter Spannen einer Feder zusammengedrückt auf den Tisch gestellt. Nach einer gewissen Zeit löst sich der Saugnapf und der Frosch springt 40 cm nach oben. Danach landet er auf dem Boden. Die Tischhöhe beträgt 85 cm.

a) Diskutieren Sie die auftretenden Energieumwandlungen.

Eine wässrige Probenlösung wurde zunächst auf sechs Reagenzgläser verteilt, anschließend mit folgenden Reagenzien (siehe Tabelle) versetzt und fotografiert.

verdünnte Schwefelsäure	Ammoniumthiocyanat-Lösung	verdünnte Natriumhydroxid-Lösung	verdünnte Ammoniak-Lösung	Ammoniumoxalat-Lösung	Diacetyldioxim-Lösung
					

In der Probenlösung sind Calcium-Ionen enthalten.

Formuliere die Reaktionsgleichung für den spezifischen Nachweis dieses Kations.

Reaktionsgleichung  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \Rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

Reaktionsgleichung  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \leftrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

Antwort bestätigen

Hinweis

Begründung

Beenden

Zu 50% richtig! An den rot (oder gelb) markierten Stellen sind noch Fehler. Schauen Sie sich mal den Hinweis an.



# Aufgabenkultur aus didaktischer Sicht

## Perspektive möglicher Einflussfaktoren

Reuser, 2013



# Aufgabenkultur aus psychologischer Sicht

## Perspektive der Lernprozesse



# 7 Bausteine für eine Aufgabenkultur

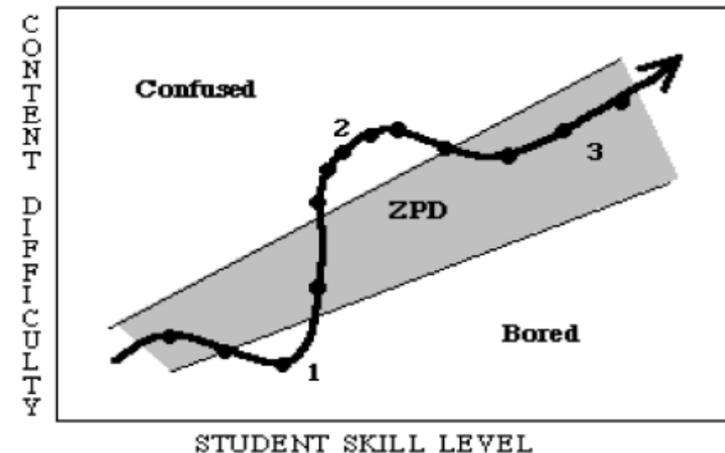
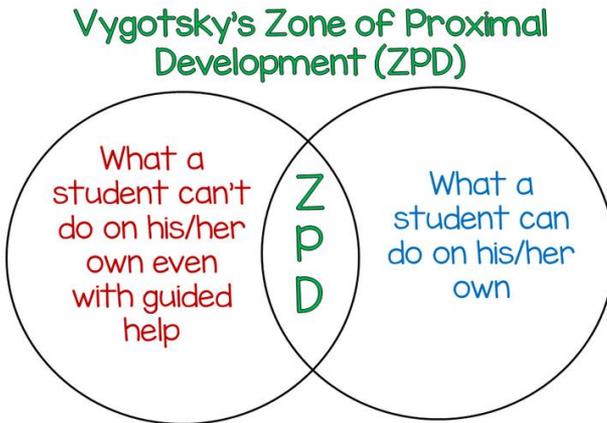
1. Was verstehen wir unter Lernaufgaben
2. Wann wirken Aufgaben als Lernaufgaben
3. Lernaufgaben in der Praxis
4. Aufgabenanforderungen
5. Aufgabensets
6. Lernvoraussetzungen
7. Anforderungen an die Lehrenden
- \* Entwicklungsperspektiven

# 1) Was sind Lernaufgaben?

- **Lernaufgaben** sollen kognitiv aktivieren sowie die richtige und vollständige Bearbeitung einer Aufgabe fördern.
- Sie sollen das selbstständige Lernen steuern.
- Sie sollen die Lernmotivation fördern.
- Sie sollen diagnostische Informationen über den individuellen Bearbeitungsprozess liefern.
- **Testitems** sollen das Wissen einer Person durch Vorgabe einer Aufgabenstellung und Erfassung der Antwort messen.
- Dieser Prozess soll das Wissen der Person möglichst nicht beeinflussen.
- Messung von Leistungen mit Items; Skalierung mittels Probandenstichproben

## 2) Wann wirken Aufgaben als Lernaufgaben?

- Passung von Anforderungen und Voraussetzungen
- Zone of Proximal Development: Lew Wygotski



- Begriffliche Trennung: Aufgabenanforderung - Lernvoraussetzung
- (Auch Testitems können lernwirksam sein!) (z.B. Roediger et al. 2006)

### 3) Lernaufgaben in der Praxis

---

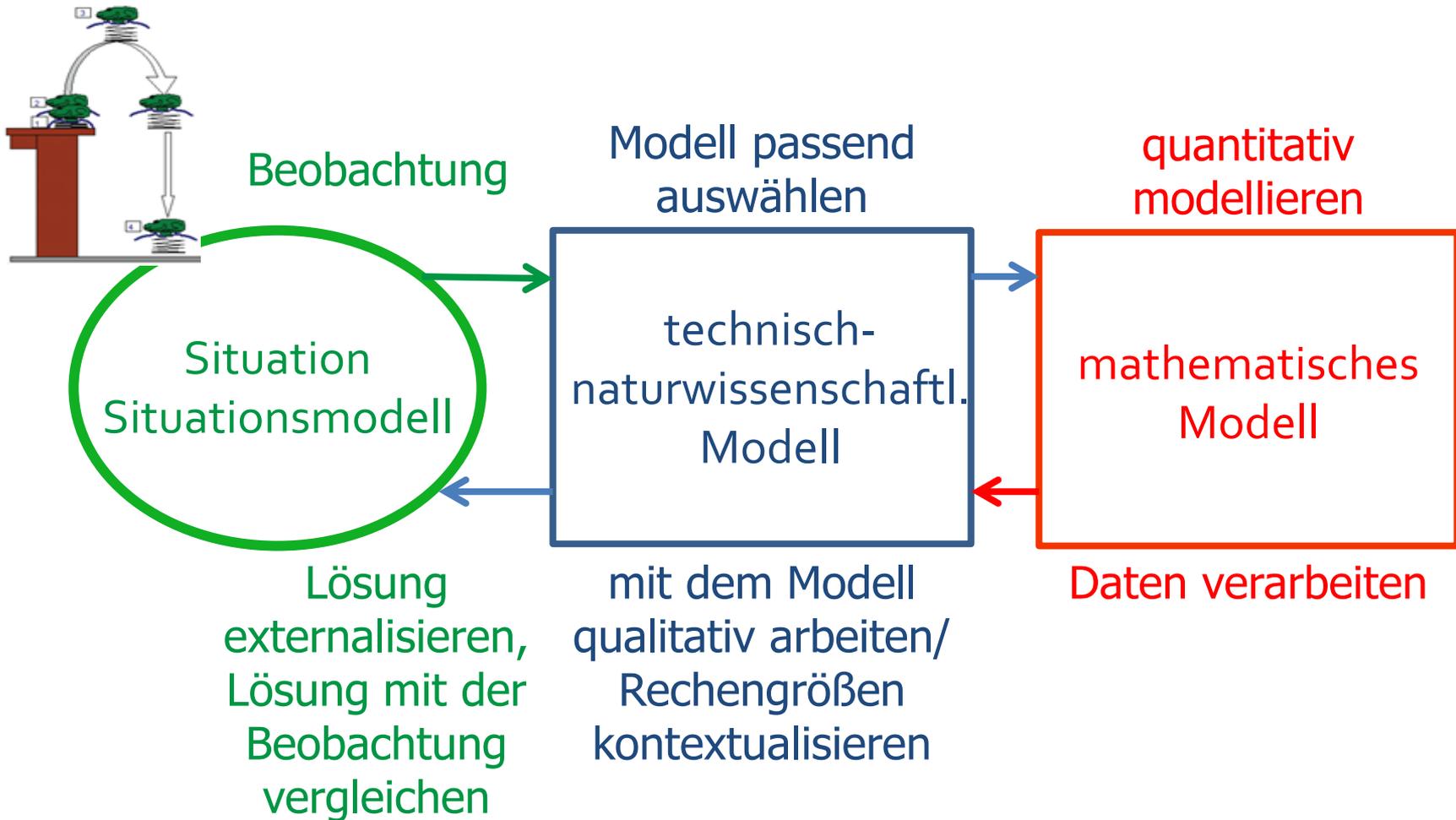
- Aufgaben und Aufgabeneinsatz sind z.T. sehr fachspezifisch ausgeprägt: Gibt es auch Gemeinsamkeiten?
- Beispiel Fremdsprachen
- Beispiel Naturwissenschaften

# Das Konzept der Lernaufgabe im Fremdsprachenunterricht (Bechtel, M., 2015)

- Ausrichtung des Unterrichts auf die Bewältigung konkreter Kommunikationsanforderungen im Alltag:
- Παρακαλώ μια μπύρα
- Task based language learning (z.B. Willis, 1996)
- Lernaufgaben sind unterrichtssteuernde Aufgaben; „den Lernenden ist zu jeder Zeit klar, warum und mit welchem Ziel sie Inhalte und Strukturen erwerben“
- Regel: „Kommunikation vor formaler Richtigkeit“, d.h. Fehlertoleranz in den Anfangsphasen des Erwerbsprozesses



# Aufgabenanforderungen in MINT



# Einsatzsituation in unterschiedlichen Fächern

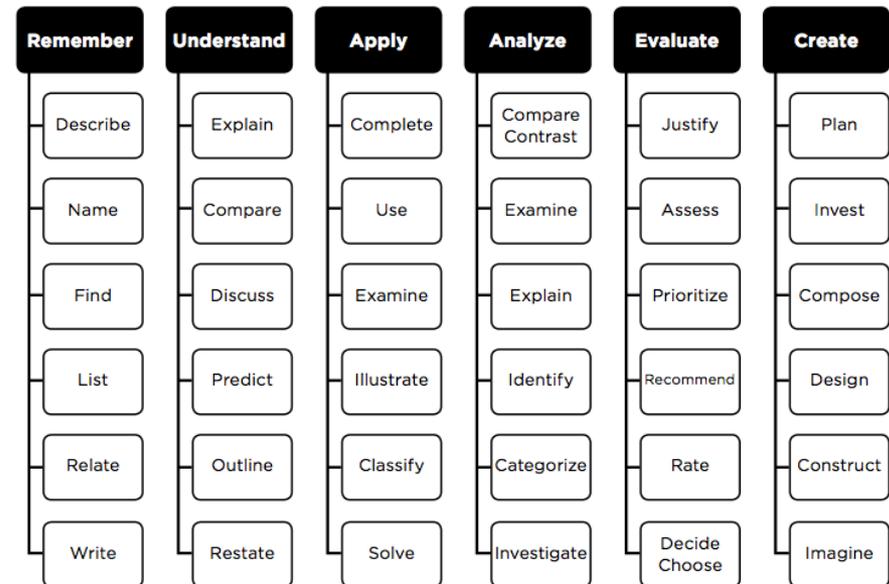
- „Lernaufgaben sind unterrichtssteuernde Aufgaben“
- Veränderungsprozesse:
  - Fehlertoleranz  begriffliche Präzision
  - Anwendungsnähe  Kontextunabhängigkeit
- Ist die steuernde Funktion von Aufgaben für die Lernenden transparent, gibt es für sie orientierende Informationen?

# 4) Aufgabenanforderungen

## Jordan, 2008

Dimension	Kategorie	Bedeutung der Ausprägungen
A- Inhaltlicher Rahmen	1-Stoffgebiet	1=Arithmetik, 2=Algebra, 3=Geometrie, 4=Stochastik
	2-Curriculare Wissensstufe	1=Grundkenntnisse, 2=Einfaches Wissen der Sekundarstufe I, 3=Anspruchsvolles Wissen der Sekundarstufe I
B- Kognitiver Rahmen	3-Typ mathematischen Arbeitens	1=Technische Aufgabe, 2=rechnerische Aufgabe, 3=begriffliche Aufgabe
C- Kognitive Elemente des Modellierungskreislaufs	4-Außermathematisches Modellieren	0=Nicht benötigt, 1=Standardmodellierungen, 2=Mehrschrittige Modellierungen, 3=Modellreflexion, -validierung oder -eigenentwicklung
	5-Innermathematisches Modellieren	0=Nicht benötigt, 1=Standardmodellierungen, 2=Mehrschrittige Modellierungen, 3=Modellreflexion, -validierung oder -eigenentwicklung
	6-Grundvorstellungen	0=Nicht benötigt, 1=Eine elementare Grundvorstellung oder (triviale) Kombination von verwandten elementaren Grundvorstellungen, 2=Eine erweiterte Grundvorstellung oder eine nicht-triviale Kombination von elementaren Grundvorstellungen oder eine nicht-triviale Kombination von elementaren, aber nicht verwandten Grundvorstellungen, 3=Mehr als dies
	7-Umgehen mit mathematikhaltigen Texten	0=Nicht benötigt, 1=Unmittelbares Textverstehen, 2=Textverstehen mit Umorganisation, 3=Verstehen logisch komplexer Texte
	8-Mathematisches Argumentieren	0=Nicht benötigt, 1=Standardbegründungen, 2=Mehrschrittige Argumentationen, 3=Entwicklung komplexer Argumentationen oder Beurteilen von Argumenten
	9-Umgehen mit mathematischen Darstellungen	0=Nicht benötigt, 1=Standarddarstellungen, 2=Wechsel zwischen Darstellungen, 3=Beurteilen von Darstellungen
D- Lösungsraum	10-Bearbeitungsrichtung	1=vorwärts, 2=rückwärts
	11-Anzahl der eingeforderten Lösungswege	0=kein Lösungsweg, 1=ein Lösungsweg, 2=mehrere Lösungswege

## Anderson & Krathwohl, 2001 Lehrzieltaxonomie



# Darstellung von Aufgabenanforderungen als Vektoren

- Inhaltsanalyse vor kognitiver Anforderungsanalyse vor Lehrzieltaxonomie
- Charakterisierung durch Inhaltsanalyse
  - New Generation Science Standards „doing science“ (2013)
  - fachspezifische Operatoren: standardisiert?
- Charakterisierung aus Sicht kognitiver Anforderungsanalysen
  - Aufgabenbearbeitung als Problemlösen (IDEAL-Prinzip; Bransford & Stein)
  - Aufgabe verstehen, mental bearbeiten, Lösung „veröffentlichen“
- Charakterisierung aus Sicht des Lösungsverhaltens
  - Hürden, z.B. implizite Annahmen, fehlende Randbedingungen
  - typische Fehlkonzepte bei Lernenden

• Lernvoraussetzungen



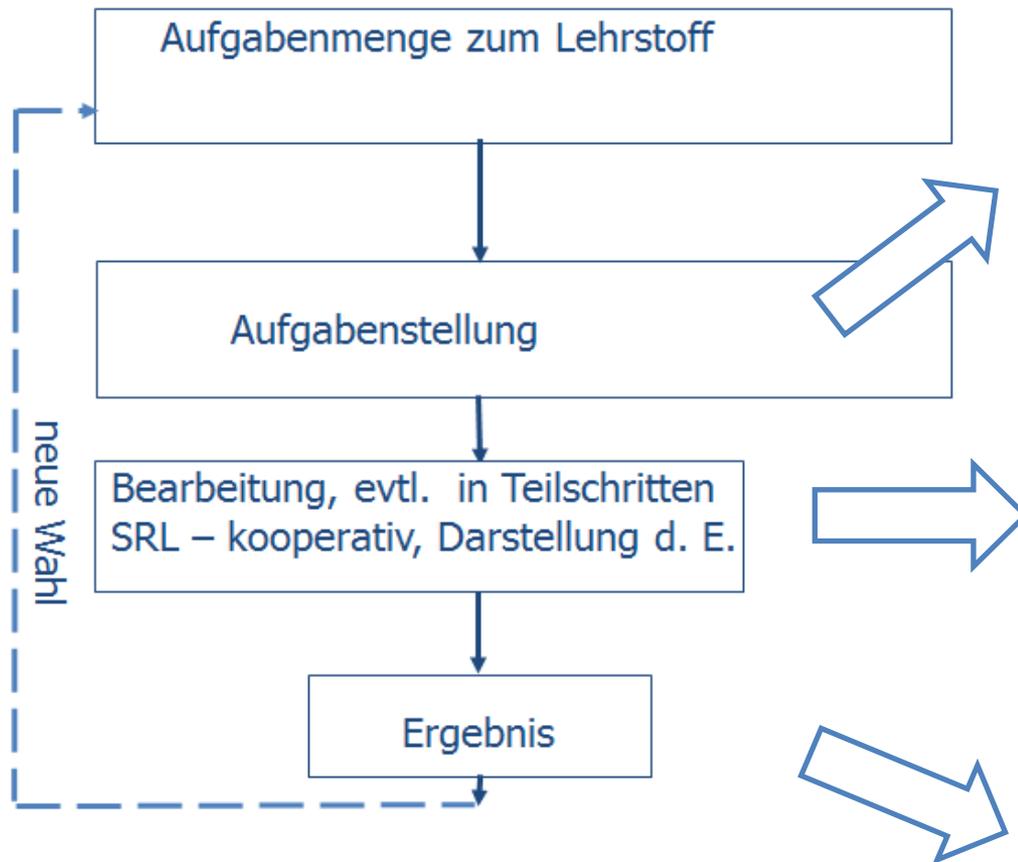
• Anforderungsvektor



**Passung?**

# Beispiel für „Specifications“ aus dem Fach Chemie (Viehweg, 2017)

- **Anwenden** von Fachsprache
- **Anwenden** von Formelkenntnissen
- **Anwenden** von Stoffkenntnissen
- **Anwenden** des PSE
- **Anwenden** von Fachwissen
- Erstellen von Reaktionsgleichungen
- Erstellen von Formeln
- **Bestimmen** von Oxidationszahlen
- Berechnungen zu Stoffen
- Berechnungen zu Gemischen
- Berechnungen zu Reaktionen
- Berechnungen zur Statistik
- **Erkennen** von Bindungsarten
- **Erkennen** von Reaktionsarten
- **Erkennen** von Reaktionstypen
- **Erkennen** von Nachweisreaktionen



## Instruktionsverstehen

- Textverstehen
- Bildverstehen
- Symbolverstehen

## Problemlösen (z.B. NGSS, 2013)

- formulieren von Argumenten
- herstellen von Beziehungen
- aufdecken impliziter Annahmen
- interpretieren von Daten
- kontrollieren von Variablen
- erklären von Zusammenhängen

## Lösungen kommunizieren

- Text- u. Bildproduktion
- Erklärungen
- Dialoge

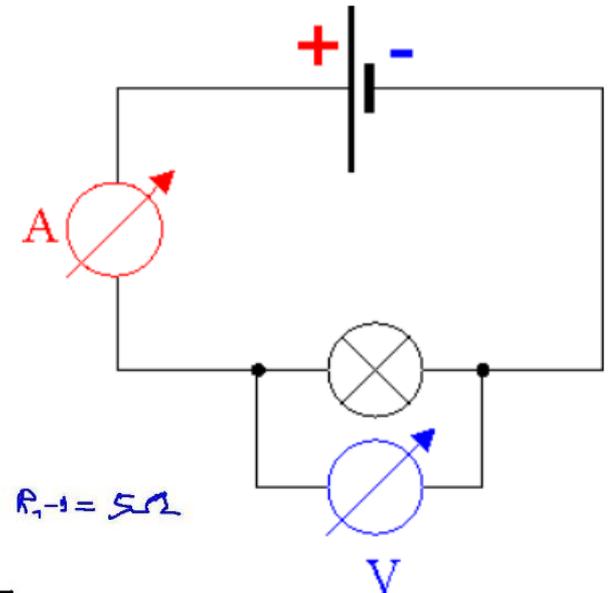
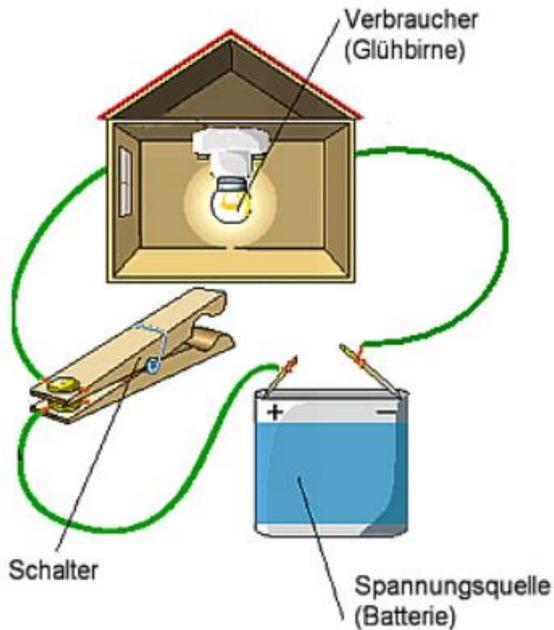
# Beispiele für Merkmale von Anforderungsvektoren

- Häufigkeit der Anforderung: völlig neu; in der Unterrichtseinheit regelmäßig; Wiederholung nach langer Pause erforderlich?
- Einzelne Schritte des Problemlösens: unsicher; geübt; im Zusammenhand geübt?
- Schritte des Problemlösens: beziehen sich direkt auf das Thema; erfordern themenübergreifende Verbindungen?
- Suchraum: keine Änderung nötig; Erweiterung erforderlich; schon einmal als Prinzip thematisiert?
- ....

## 5) Aufgabensets

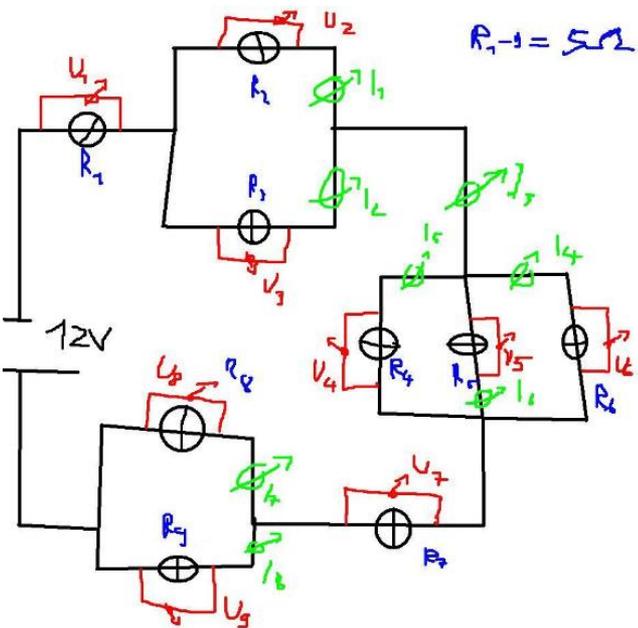
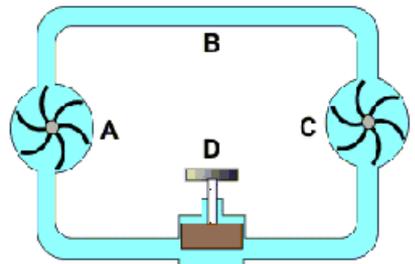
- Erwerb von Begriffen und ihren Merkmalen gelingt nicht mit einer singulären Aufgabenanforderung bzw. A.-bearbeitung
- Menge von aufeinander aufbauenden Aufgaben zu einem Thema
  - Furtak: Learning progression
  - Bruner: Konzepterwerb
  - Klahr: Strategie der Variablenkontrolle
  - Yan, et al. 2017: Anordnung (blocking/interleaving)
- Kohärenz der Aufgabeninhalte
  - Transparenz der Zusammenhänge
  - Orientierung im Themengebiet
- Konsequenzen wenig kohärenter Aufgabensets
  - Argumentationslücken bei der Bearbeitung und Lösung

# ... „the variegated world of experience“ als kognitive Anforderung (J. Bruner)



geschlossener Wasserkreislauf:

$$\frac{U}{I} = R$$

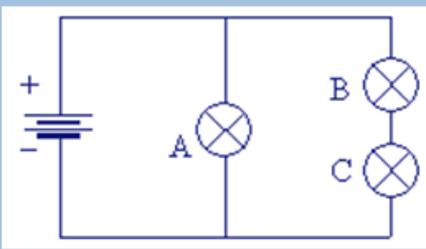




# Beispiel: Interaktive Lernaufgabe

IDEAL-Prinzip

- Identify
- Define geg.
- Define ges.
- Explore
- Act On
- Look Back



Im Stromkreis in der nebenstehenden Abbildung seien die Glühlampen A, B und C identisch. Wie verhalten sich die Helligkeiten der Lampen zueinander, wenn der Stromkreis geschlossen ist?

## Modelliere den Stromkreis!

## Füge die Aussagen zusammen:



**Struktur**  
[Gerät] ist mit [Gerät] [Strukturierung] geschaltet.

**Relation**  
[Die Größe bei] [Gerät] ist [Relation] [die Größe bei] [Gerät].

**Relation**  
Je [Relation] [die Größe] desto [Relation] [die Größe].

**Operation:**

■ [Die Größe bei] [Gerät] berechnet sich als [Operation] von [Größe] und [Größe].

- Lampe A ist mit Lampe B in Reihe geschaltet.
- Lampe B ist mit Lampe C in Reihe geschaltet.
- Die Strom(stärke) durch Lampe B ist genauso groß wie die Strom(stärke) durch Lampe C.

Schlussargument  
(noch keine Argumente angegeben)

- Eingabe bestätigen
- Hinweis
- Lösung
- Beenden

## 6) Lernvoraussetzungen

- Kompetenz zum Problemlösen
  1. Verstehen von Aufgabenstellungen und ihrer impliziten Annahmen
  2. Umsetzen von Operatoren in Folgen mentaler Operationen
  3. Ergebnis der mentalen Operationen kommunizieren
- Kompetenz zum selbstregulierten Lernen
- Kompetenz zur Kooperation
- Motivation, Persönlichkeitsvariablen
- Dörrenbächer & Perels, 2016
- Lernvoraussetzungsvektor



# Konsequenz seitens der Lernenden

- Training fachspezifischen Problemlösens
- Training fachunabhängiger Kompetenzen
- Transparente Gestaltung einer Lernumgebung, die
  - Orientierungsinformation über das Themengebiet,
  - sowie über den aktuellen Lernstand und den Lernprozess,
  - aber auch Unterstützung für den Problemlösungsprozess bietet

## 7) Anforderungen an die Lehrenden

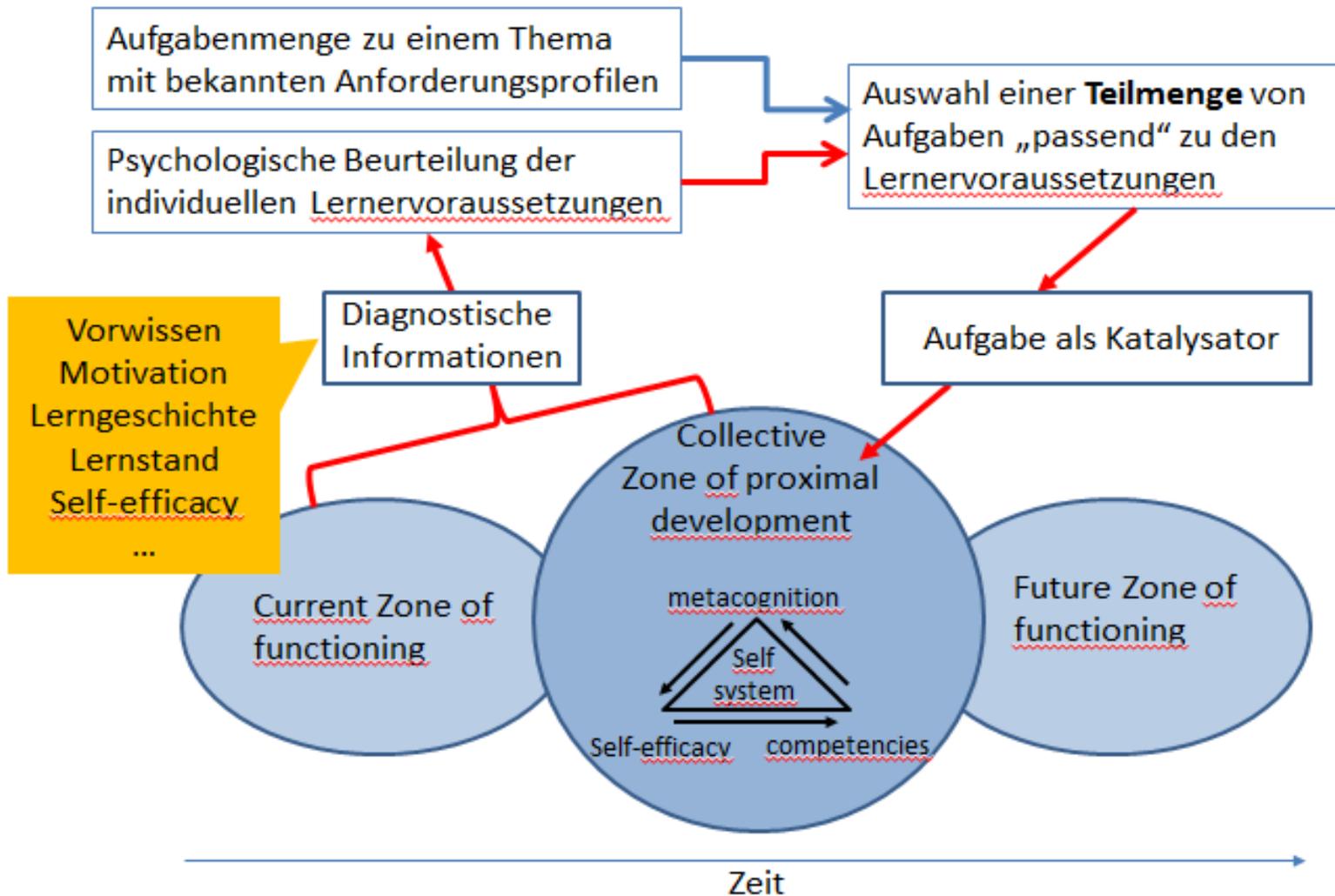
- differenziertes Fachwissen:  
„Perspektivenwechsel Experte – lernende Person“
- reflektierte Unterrichtserfahrung
- Planen kohärenter Lehrwege und Aufgabensets
- diagnostische Kompetenz
- ...

# Konsequenz der vielfältigen Anforderungen

---

- Trainingsangebot in Studium und Weiterbildung
- Werkzeuge, die die Planung, den Einsatz und die Reflexion der tagtäglich stattfindenden Aufgabenstellungen erleichtern

# Funktionsmodell des Werkzeugs



# Werkzeug für den Aufgabeneinsatz

- **Planen:** Aufgabenanforderungen passend zu den Lernvoraussetzungen festlegen und erwartete Wirkung für Gruppierungen von Lernenden notieren
- **Umsetzung der Aufgaben:** Konstruktion, Austausch, Einsatz
- **Reflexion der Lösungsprozesse:** erwartete mit beobachteten Wirkungen vergleichen
- **Anpassung der Aufgabenanforderungen & Schaffung der Lernvoraussetzungen:** andere Wahl aus dem Aufgabenset; Vorwissen aktivieren; Strategien üben,...

# Screenshot des Werkzeugs: Autorensicht

Fach	Teilgebiet	Unterteilgebiet	Sachlogisches Merkmal
<input checked="" type="checkbox"/> Psychologie	<input checked="" type="checkbox"/> Lerntheorien	<input checked="" type="checkbox"/> Behaviorismus	<input type="checkbox"/> Verstärkungspläne <input type="checkbox"/> Prinzipien <input type="text" value="Neues sachlogisches Merkmal"/>

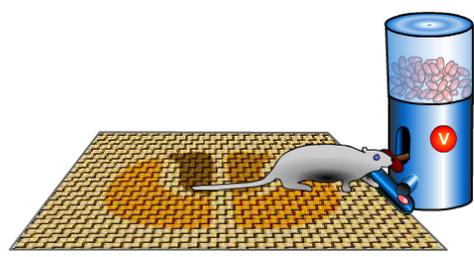
Scientific comment:  
Evtl. könnte man die Simulation erst freischalten, wenn die Hypothesen gebildet und die Vorkenntnisse korrekt nachgewiesen sind.

```

1 $type =
2   CARD
3
4 $title = "Verstärkungspläne"
5
6 $card = "Aufgabenstellung"
7
8 $question = "Ihre Aufgabe ist es, das Hebeldrücken der Ratte Loretta in der Simulation nach einem kontinuierlichen Verstärk
9 fixierten Quotenplan positiv für Hebeldrücken zu verstärken.
10 <ol>
11 <li>Überlegen Sie, was für eine Lerngeschwindigkeit und was für ein Löschwiderstand bei einer kontinuierlichen bzw. ein
12 Verstärkungsplan zu erwarten sind. Tragen Sie Ihre Hypothesen auf der entsprechenden Karte korrekt ein.<br>
13 Wenn Sie sich nicht sicher sind, überprüfen Sie Ihre Vorkenntnisse, indem Sie die Aufgabe auf der Kartei "Vorkenntnisse"
14 <li>Starten Sie die Simulation und führen Sie eine kontinuierliche Verstärkung sowie eine intermittierende Verstärkung nach
15 mit der Quote 5 durch. Beobachten Sie die Zeit, bis die Verhaltensrate des Hebeldrückens jeweils die Häufigkeit 25 erreicht
16 und protokollieren die Zeit, bis die Verhaltensrate wieder auf 0 gesunken ist.</li>
17 <li>Vergleichen Sie die Lerngeschwindigkeit und den Löschwiderstand bei den beiden Verstärkungsplänen. Vergleichen Sie
18 Untersuchungshypothesen vom Beginn.</li></ol>"
19
20
21 $next
22 $card = "Hypothesen"
23
24 $question =
25 "Wählen Sie aus den untenstehenden Alternativen bitte alle Untersuchungshypothesen aus, die <b>formal richtig</b> formuliert
26 sind."
27 $mcx =
28 0, "Kontinuierliche Verstärkung ist schneller als intermittierende Verstärkung.;"
29 0, "Wenn kontinuierlich verstärkt wird, so ist das effektiver als intermittierende Verstärkung.;"
30 1, "Kontinuierliche Verstärkung bewirkt eine geringere Lerngeschwindigkeit als intermittierende Verstärkung.;"
31 0, "Eine häufigere kontinuierliche Verstärkung hat einen positiveren Einfluss als intermittierende Verstärkung.;"
32 1, "Kontinuierliche Verstärkung bewirkt einen geringeren Löschwiderstand als intermittierende Verstärkung.;"
33
34
35 $hints = "Eine Untersuchungshypothese ist eine Aussage (Gesetz bzw. Wahrscheinlichkeitsaussage), in der angegeben wird, wie
36 Variablen und deren Ausprägungen auf eine angegebene Menge von Objekten verteilen und in welcher Beziehung die Variablen zu
37 <b>Hypothesen enthalten Aussagen über Beziehungen zwischen Variablen - meistens handelt es sich um zwei Variablen. Bei allen
38
  
```

Hypothesen
Vorkenntnisse
Simulation
Ergebnisse

Bitte führen Sie nun bei Loretta zuerst eine kontinuierliche Verstärkung und danach eine intermittierende Verstärkung (fixierte Quote 5) durch, bis die Verhaltensrate jeweils auf 25 gestiegen ist. Leiten Sie danach jeweils den Löschungsvorgang ein. Nutzen Sie dazu bitte immer die Option "freie Verstärkung". Beobachten Sie bitte, wie schnell sich jeweils die Verhaltensrate ändert und notieren Sie sich die Kennwerte.



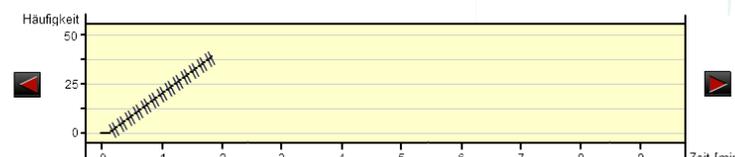
kontinuierliche Verstärkung

Verstärkung bei jedem Hebeldruck

**STOP**

Zeit: 1:51min  
Anzahl Hebeldrücken: 39  
Anzahl Verstärkungen: 38

Häufigkeit



Zeit [min]

# Entwicklungsperspektiven: „Stellschrauben“

## A) Aufgaben

Transparenz der Anforderungen  
geordnete Aufgabensets  
Kohärenz

## B) Lernanforderungen

Verstehen von Aufgaben  
SRL  
Kooperation

## C) Anforderungen an die Lehrenden und die Autoren

Wertschätzung der Lernenden  
Strukturierung des Lernstoffs  
informatives Feedback  
Dokumentation der Lösungsprozesse  
Selbstreflexion

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!