

# Erklären als Kernkompetenz von Lehrenden: Merkmale und Bedingungen lernförderlicher Erklärungen

Matthias Nückles

Institut für Erziehungswissenschaft

Universität Freiburg im Breisgau

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI  
FREIBURG



**FREIBURG ADVANCED CENTER OF  
EDUCATION (FACE)**

# Instruktionale Erklärungen



- Erklärungen sind allgegenwärtig im Unterricht!
- Erklären ist eine Kernkompetenz
  - Was zeichnet eine gute Lehrkraft aus?
  - Typische Schülerantwort:  
„Sie erklärt einfach so, dass ich es verstehe“
- Grundbedürfnis des Menschen nach Erkenntnis (Jean Piaget)
- Dessen ungeachtet
  - sind Erklärungen wenig erforscht!
  - offenbar wenig effektiv beim Lernen aus Lösungsbeispielen und tutoriellen Lernen (Wittwer & Renkl, 2010; Chi et al., 2001)



Sigrid Löffler, Deutscher Lehrpreis 2013

- Nein!!  
denn...
  - Erklärungen fördern durchaus Lernprozess und Lernerfolg, sofern sie bestimmte sprachliche und inhaltliche Merkmale aufweisen
  - Bestimmte kognitive und situative Bedingungen auf Seiten der/des Lehrenden müssen gegeben sein

# Kommunikationstheoretische Definition von „instrukionaler Erklärung“



- Erklärung als Antwort auf eine explizite oder implizite Frage von Lernenden (Leinhardt, 2001)
  - Explizite Frage
    - z.B. „Warum können sich viele Studierende wenige Tage nach einer Klausur nur noch an ein Drittel des Lernstoffs erinnern?“
  - Implizite Frage
    - Welche Vorkenntnisse, Erwartungen und damit potenzielle Fragen könnten meine Lernenden haben?
    - Auf welche dieser (impliziten) Fragen möchte ich eingehen?

1. Systematisches Entfalten von Lernstoff
2. Aufbau eines Verständnisses über Sachverhalte erleichtern
  - Durch Erleichtern von Prozessen der Wissenskonstruktion
    - Organisation
      - Wie hängen die Dinge zusammen?
    - Elaboration
      - Andocken der neuen Inhalte an Vorwissen erleichtern
      - Das Allgemeine (Begriff, Prinzip) und das Konkrete (Beispiel, Erfahrung) zueinander in Beziehung setzen
3. Schließen von Wissens- und Verständnislücken

# Arten von Erklärungen



- Begriffserklärung
- Kausalerklärung
- Funktionale Erklärung
- Prozedurale Erklärung

Ontologische Kategorien zur  
Beschreibung von Wissen

- Vorangestellte Strukturierungshilfen
  - Advance Organizer
  - Epitom
- Nachgestellte Strukturierungshilfen
  - Summarizer
  - Synthesizer

Didaktische  
Kategorien  
vgl. Reigeluth  
& Stein, 1983)

## ■ Begriffserklärung

- Was versteht man unter einem „Schema“ in der Psychologie?

In der Kognitiven Psychologie werden Schemata allgemein als eine zentrale Repräsentationsform aufgefasst. Schemata sind die grundlegenden Bausteine unseres Wissens. Sie dienen dem Menschen als »Erkenntniswerkzeuge«, um den Sinnesreizen bzw. den Daten, die er über seine Sinnesorgane aufnimmt, eine Bedeutung zuzuordnen. (vgl. Nückles & Wittwer, 2014)

## - Wichtige rhetorische Elemente

- Einordnung in übergeordnete Kategorie
- Nennung zentraler Eigenschaften (...ist ein...)
- Erläuterung wichtiger funktionaler / kausaler Aspekte
- Nennung von Beispielen (fehlt hier)

## ■ Kausalerklärung

- Warum hat man im Auto das Gefühl, dass man bei hoher Geschwindigkeit aus der Kurve getragen wird?

- Erklärung

Auf das Auto wirkt die Zentrifugalkraft. Diese Kraft ist umso stärker, je schärfer eine Kurve ist – je kleiner also der Krümmungsradius ist – und je schneller das Auto fährt. Sie ist gar zum Quadrat der Geschwindigkeit proportional, was bedeutet: Bei doppelter Geschwindigkeit ist die Zentrifugalkraft vier Mal so groß.

- Wichtige rhetorische Elemente

- Nennen einer oder mehrerer Ursachen
- Aufzeigen eines Prozesses durch Erläutern von Ursache-Wirkungsbeziehungen

## ■ Funktionale (teleologische Erklärung)

- Welche Aufgaben haben kognitive Lernstrategien im Lernprozess?
- Erklärung

Kognitive Lernstrategien sind verhaltensbezogene Vorgehensweisen, die zum Zwecke des Wissenserwerbs eingesetzt werden. Sie dienen der Informationsverarbeitung im engeren Sinne und werden daher auch als Primärstrategien bezeichnet. K. sind abzugrenzen von der Gruppe der Stütz- bzw. Sekundärstrategien, zu deren Aufgaben die Kontrolle von Motivation und Emotion, die Aufrechterhaltung der Lernhandlung und die Nutzung externer (materieller und sozialer) Ressourcen zählen.

- Wichtige rhetorische Elemente
  - Aufzeigen von Funktion, Zweck und Intentionen
- teleologisch versus teleonomisch

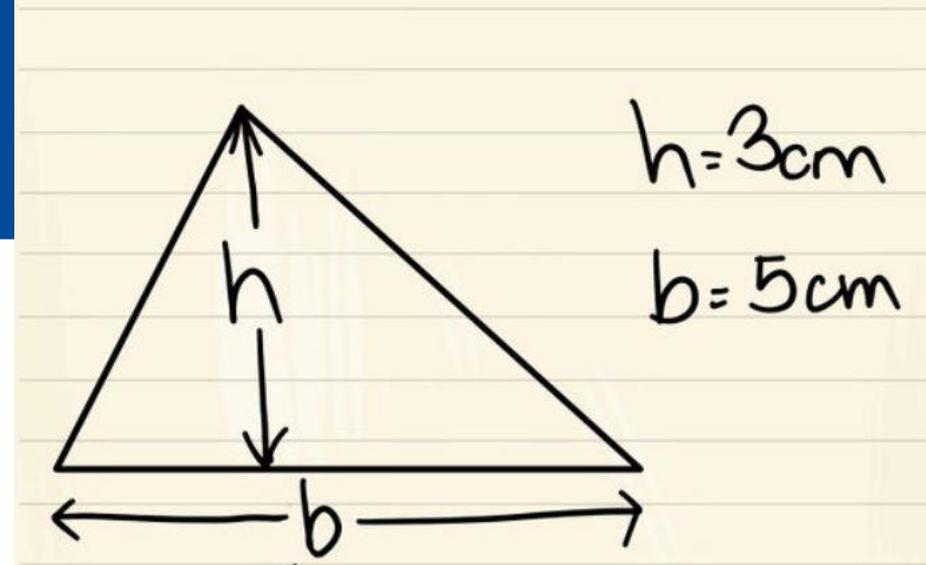
# Arten von Erklärungen

## ■ Prozedurale Erklärung

- Wie berechnet man den Flächeninhalt eines Dreiecks?

- Erklärung

1. Finde die Länge der Grundseite und der zugehörigen Höhe deines Dreiecks heraus. Als Höhe bezeichnet man die Strecke von der Grundseite zum gegenüberliegenden Eckpunkt, die dabei im rechten Winkel zur Grundseite verläuft.
2. Schreibe die Formel zur Bestimmung des Flächeninhalts eines Dreiecks auf: Flächeninhalt =  $\frac{1}{2}$  (Grundseite x Höhe) oder  $\frac{1}{2}$  (g\*h).
3. Ermittle die Länge der Grundseite und Höhe deines Dreiecks und setze die Werte in deine Gleichung ein.
4. Du kannst zunächst die Höhe mit der Länge der Grundseite multiplizieren und dann dein Ergebnis mit  $\frac{1}{2}$  multiplizieren.
5. Denke daran, dein Ergebnis in Quadrateinheiten auszudrücken.



- Advance Organizer (Ausubel, 1968)
  - Worum geht es heute in der Vorlesung? Welche zentrale Idee steht im Mittelpunkt?
  - Beispiele für Advance Organizer
    - a) Heute geht es um die Entwicklung des Denkvermögens beim Menschen. Daher stelle ich Ihnen im Folgenden die berühmte Stadien-theorie von Jean Piaget vor. Piaget nimmt eine Entwicklung vom sensumotorischen, über das präoperationale und konkret-operationale Stadium hin zum formal-operatorischen Stadium an.
    - b) Heute geht es um Lernen als Informationsverarbeitung. Stellen Sie sich dazu den menschlichen Geist als eine Art Computer vor...
  - Wichtige rhetorische Elemente
    - Nennen der übergeordneten „Schublade“ vorwissensbezogen (a)
    - Nutzung eines Vergleichs, einer Analogie, um an Vorwissen anzuknüpfen (b)

- Epitom (Reigeluth, 1999)
  - Worum geht es in der Vorlesung? Welche Idee ist zentral?
  - Beispiel

Heute erkläre ich Ihnen den t-Test: Sie möchten herausfinden, ob Frauen spendabler sind als Männer. Sie gehen deshalb in die Kaiser-Joseph-Straße und bitten um eine Spende für einen guten Zweck. Bis zum Abend haben Sie 100 Frauen und 100 Männer um eine Spende gebeten. Die Spenden haben Sie getrennt nach Männern und Frauen eingesammelt und die einzelnen Geldbeträge notiert. Sie stellen fest, dass die Frauen im Schnitt 5,60 € und die Männer durchschnittlich 5,30 € gespendet haben. Angesichts des eher kleinen Unterschieds sind Sie sich unsicher, ob Frauen nun spendabler sind als Männer. Stellen Sie sich vor, Ihre Sammelaktion wären anders ausgefallen und Sie hätten stattdessen gefunden, dass Frauen 8,30 € im Schnitt gespendet hätten und Männer nur 4,50 €. Vermutlich hätten Sie ohne Zögern gesagt, dass Frauen klar spendabler sind als Männer.

Aber ab welcher Differenz kann man denn sagen, dass ein Unterschied erheblich bzw. bedeutsam ist? Genau diese Frage beantwortet Ihnen der t-Test.

## ■ Epitom

- Wichtige rhetorische Elemente
  - Eine oder wenige "Ideen"
  - Grundlegende bzw. einfache Idee
  - Konkret – vorwissensbezogen – anwendungsbezogen
- Tipps zur Konstruktion eines Epitoms
  1. Auflistung der Inhalte der Lehreinheit
  2. Auswahl der einfachsten bzw. fundamentalsten Idee(n)
  3. Erklärung auf konkreter bzw. Anwendungsebene entwerfen

# Didaktische Definition: Erklärungen als Bausteine von Unterricht



„Erklärungen dienen dazu, Prozesse der Wissensk Konstruktion anzuregen“

„Erklärungen sind Bausteine von Unterricht“

„Kohäsion ist ein textlinguistisches Merkmal, das sich auf die Zusammenhänge einer Erklärung auswirkt“

„Kohäsion meint die Verknüpfung von Sätzen durch sprachliche Mittel wie Argument-Überschneidungen“

„Überlege, wie Du bei Deiner Erklärung vorgehen kannst, bevor Du sie formulierst“

„Die Stärke der kognitionspsychologischen Perspektive gegenüber dem Large-Scale-Ansatz ist, dass sie die kognitiven Prozesse unter die Lupe nimmt“  
„Lernförderlicher Erklärungen präsentiert“

## Einstieg

Aktivierung von Vorwissen

## Hauptteil

neuen Stoff vermitteln, vertiefen

## Schluss

Festigen, Integration

Ablauf einer Vorlesungs- oder Schulstunde

# Merkmale und Bedingungen lernförderlicher Erklärungen

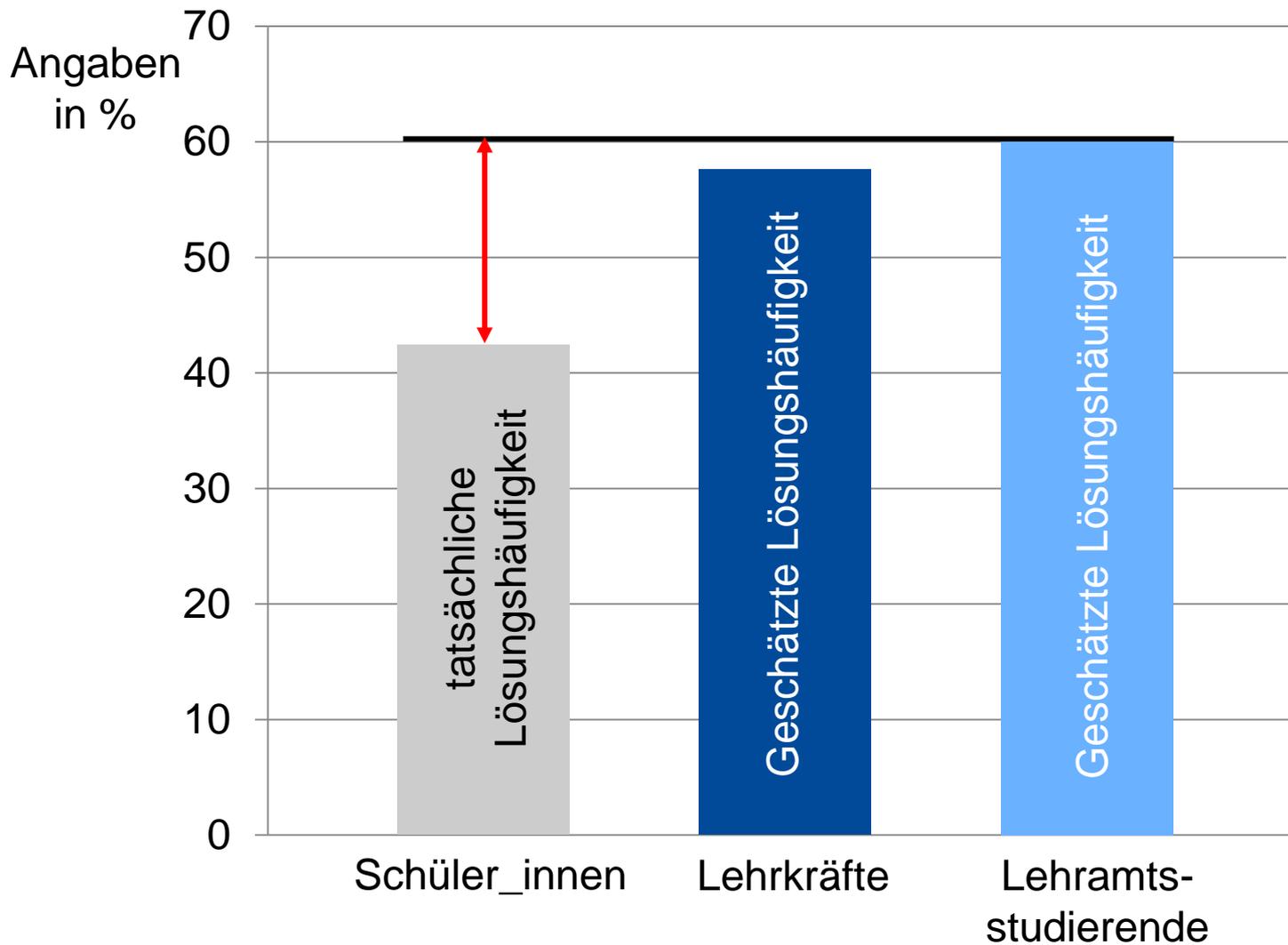


- Lernförderliche Erklärungen sollten...
  - ... an das Vorwissen der Lernenden angepasst sein
  - ... kohäsiv formuliert sein
  - ... Prinzipien-orientiert gestaltet sein
- Forschungsmethodische Perspektive
  - Analyse des Einflusses
    - kognitiver (Wissensstruktur)
    - situativer Bedingungen (Lehrkontext)...auf die Realisierung dieser Merkmale beim Erklären
  - Kognitionspsychologie und Expertiseforschung

Erklärungen müssen an das Vorwissen der Lernenden anknüpfen, sonst gelingt den Lernenden das Verbinden der neuen Inhalte mit dem Vorwissen nicht (bei niedrigem Vorwissen) oder die Erklärung ist tendenziell redundant (bei hohem Vorwissen)

- Vorwissen oft nicht leicht abzuschätzen!
  - Expert Blind Spot (Nathan & Koedinger, 2000)
    - Expert\_innen neigen zur Überschätzung des Wissens von Novizen
    - Eigenes Wissen bildet Anker für Wissensabschätzung
    - Nachgewiesen bei Mathelehrkräften (Nathan & Koedinger, 2000; Hellmann & Nückles, 2013; Ostermann, Leuders & Nückles, 2015, JMD)

# Wie viele SuS einer 9. Klasse würden folgende Aufgaben richtig beantworten können?



Hellmann & Nückles  
(2013)

# Experiment zur Vorwissensadaptation: „Netzbasierte Hotlineberatung“

## Allgemeines Computer- und Internetwissen

Meine Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit dem Computer sind	niedrig	<b>eher niedrig</b>	mittelmäßig	eher hoch	hoch
---	---------	---------------------	-------------	-----------	------

Meine Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit dem Internet sind	niedrig	eher niedrig	<b>mittelmäßig</b>	eher hoch	hoch
---	---------	--------------	--------------------	-----------	------

## Anfragespezifisches Wissen

Ich kenne die Bedeutung des Begriffs:

Applet	gar nicht	<b>etwas</b>	ungefähr	weitgehend	sehr genau
Sicherheitszone	gar nicht	<b>etwas</b>	ungefähr	weitgehend	sehr genau

## Dialog mit Klient

### Antwort des Beraters:

Ja genau, ein Browser übersetzt diese Befehle in z.B. Zeichen und Bilder.

### Neue Anfrage des Klienten:

Wenn ich manchmal mit dem Internet Explorer 6 im Internet surfe, erscheint folgende Meldung, bevor die Internetseite angezeigt wird: "Die aktuellen Sicherheitseinstellungen verhindern die Ausführung von Active-X-Steuer-elementen auf dieser Seite. Möglicherweise wird die Seite nicht richtig angezeigt".

Was hat es mit diesen Elementen auf sich und wie kann ich das Problem im Internet Explorer 6 lösen, damit die Seite

## Feld für Ihre Antwort

Bestimmte Tools zur Animation von Internet-Seiten können nicht nur die Darstellung oder den Dialog verändern oder aufpeppen, sie bieten den Anbietern auch Möglichkeiten, Dateien auf dem Rechner des Klienten zu manipulieren und unbemerkt zu versenden etc.

Um sich vor solchen ungewollten Machenschaften zu schützen, bieten alle Browser die Möglichkeit, diese Tools wie Active-X-Steuer-elemente auszuschalten.

Scheinbar ist die Ausführung von Active-X in den Sicherheitseinstellungen Ihres Internet Explorers deaktiviert. Sie können die Sicherheitseinstellungen ändern, was allerdings einige Gefahren mit sich bringen kann.

Zum Ändern der Sicherheitseinstellungen gibt es in den Internetoptionen die Möglichkeit, die Seite, von der aus Sie Active-X-Setuerelemente ausführen wollen, in die



(1) Wissenstest vor der Beratung



(2) Asynchrone Beratung zwischen Computerberater und Laie



(3) Wissenstest nach der Beratung

## Drei verschiedene Versuchsbedingungen:

Assessment Tool mit korrekten bzw. validen Daten

Ohne Assessment Tool (Baseline-Bedingung)

Assessment Tool mit verfälschten bzw. Zufallsdaten

# Experiment zur Vorwissensadaptation

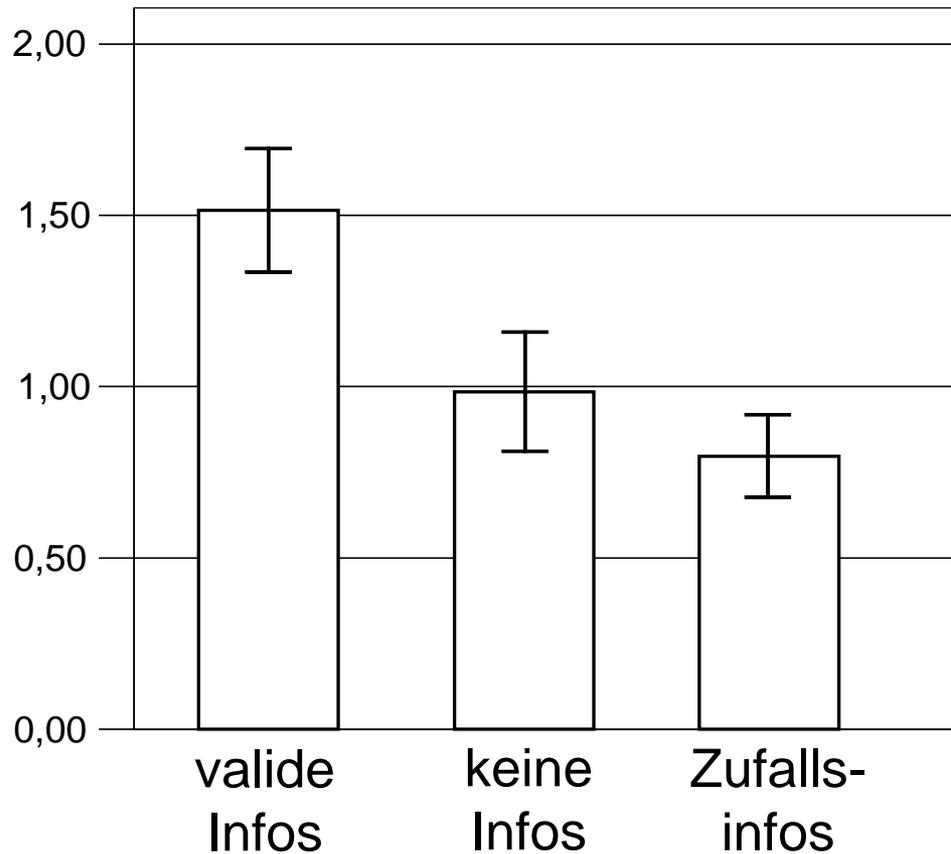
Nückles, Wittwer & Renkl (2005, JEP:Applied): Computerberatung



UNI  
FREIBURG

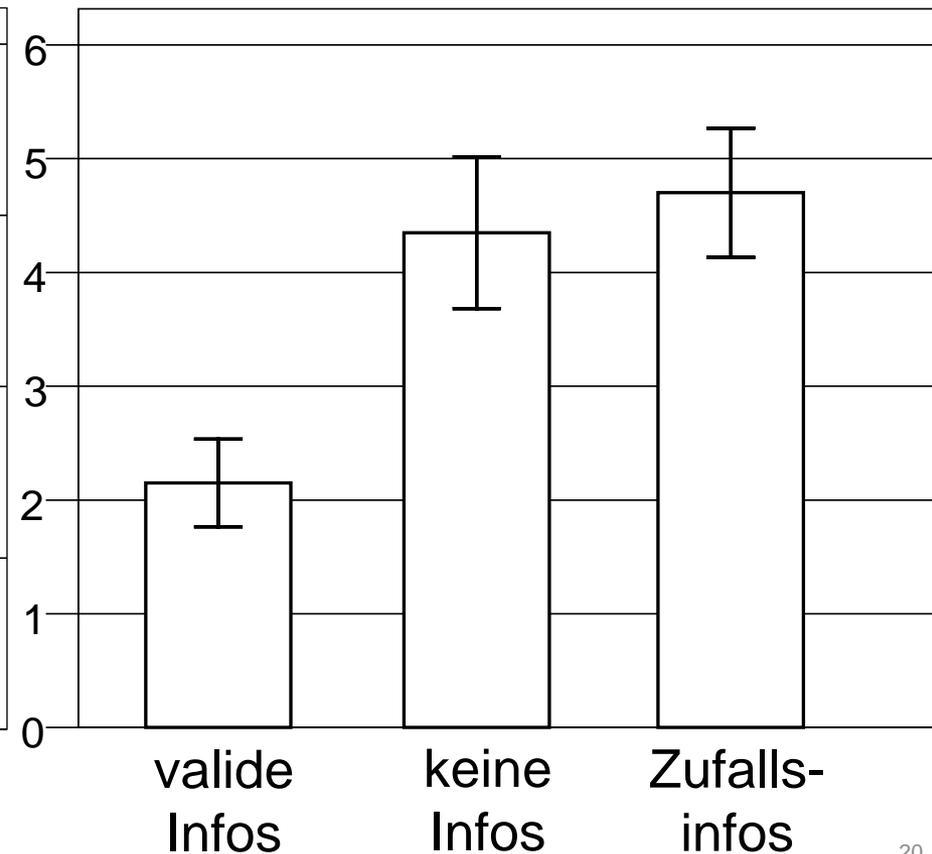
## Wissenszuwachs

$F(1, 76) = 11.10, p < .01, \eta^2 = .13$



## Zahl der Nachfragen

$F(1, 76) = 8.53, p < .01, \eta^2 = .10$

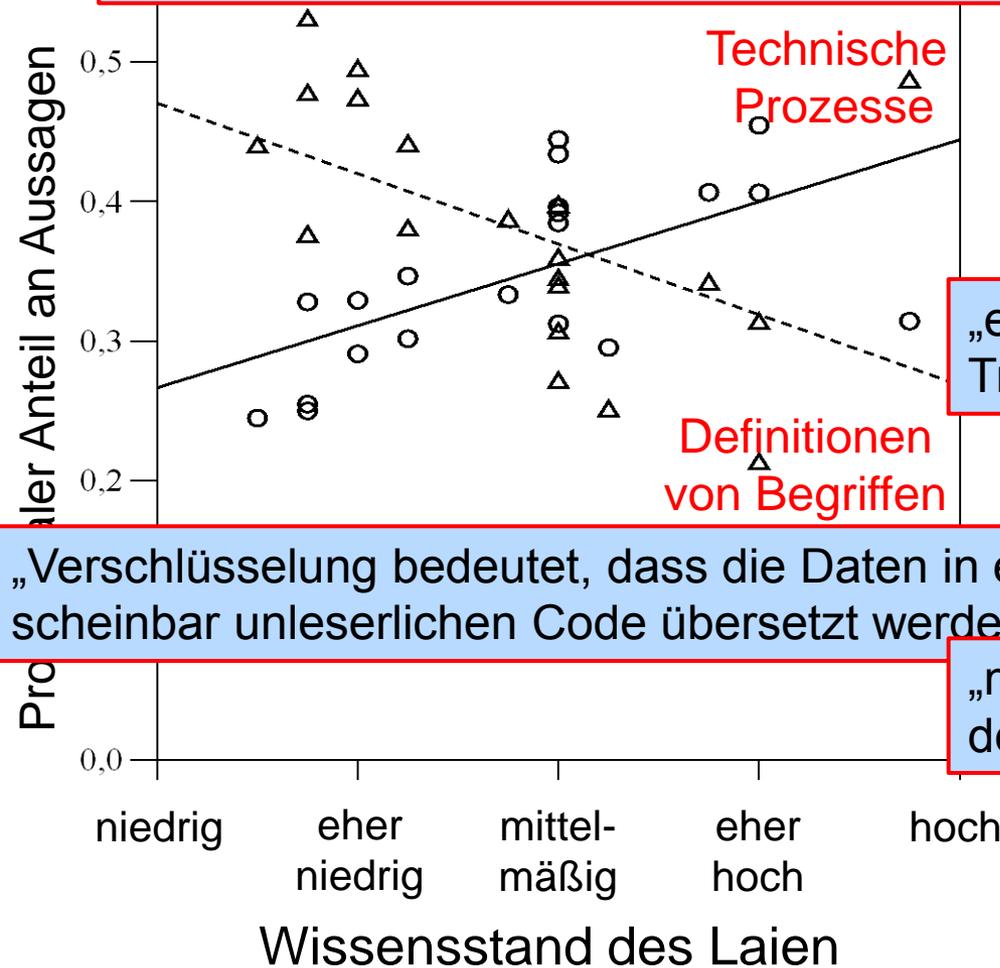


# Experimente zur Vorwissensadaptation



Nückles, Wittwer & Renkl

(2) „die Graphikkarte steuert die Darstellung auf dem Bildschirm“

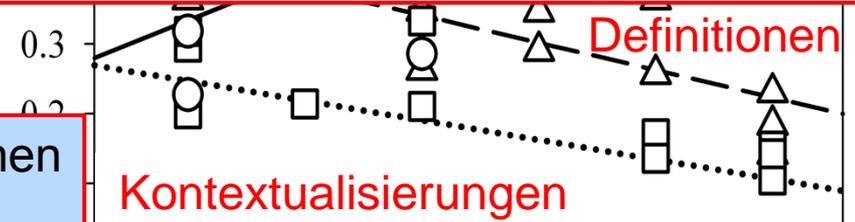


Wittwer, Nückles, Landmann & Renkl (2010, JEP): Tutoring in Klinischer Psychologie

„negative Selbstschemata führen zu einem Absinken des Selbstwertgefühls“



„ein typisches Symptom von Depression ist Traurigkeit“



„man gibt sich selbst die Schuld dafür, dass der/die Partner/in sich getrennt hat“

- Informationen über Vorwissen ermöglichen Adaptation trotz hohem Fachwissen der Erklärenden!
- Vorwissensadaptation als fachübergreifendes Prinzip
  - Ähnliche intuitive Adaptationsstrategien der Berater / Tutoren in Informatik und klinischer Psychologie!
- Im Schulalltag muss Vorwissen erst diagnostiziert werden
  - Kenntnis von Strategien zur Vorwissensdiagnose wichtig (Altmann & Nückles, im Druck)
    - z.B. Prompts, die Selbsterklärungsaktivität des Lernenden fördern:
      - „Erklär doch mal, was Du unter negativem Verstärker verstehst!“

- Art der inhaltlichen Auswahl und sprachlichen Darstellung in Abhängigkeit vom Vorwissen
  - Welche Fachbegriffe verwende ich bzw. führe ich ein?
  - Welche Begriffe kann ich weglassen?
  - Welche Metapher bzw. Analogie ist sinnvoll?
  - Welche Beispiele sind geeignet?

## = Fragen der **didaktischen Reduktion**

- Spannungsverhältnis zwischen sachlicher Angemessenheit und didaktischer Nützlichkeit

Erklärungen sollten kohäsiv formuliert sein, um Prozesse der Wissenskonstruktion zu erleichtern und den Erwerb anwendungsorientierten Wissens zu fördern. Bei einer kohäsiven Erklärung fällt es leicht, die Satzbedeutungen miteinander zu verbinden und einen roten Faden im Text zu erkennen



**Advance Organizers** sind vorangestellte Strukturierungshilfen, die Lernenden helfen, neu zu erwerbendes Wissen in **bestehende Wissensstrukturen** zu integrieren.

**Advance Organizers** wurden von **Ausubel** (1968) in seiner Theorie des bedeutungsvollen Lernens in die Literatur eingeführt.

Nach **Ausubel** ist das Wissen, das ein Lernender bereits hat, der wichtigste Einflussfaktor beim Lernen.

**Daher** kommt es bei der Vermittlung neuer Lerninhalte darauf an, dass diese an **vorhandene Wissensstrukturen angedockt** werden können.

**Advance Organizers** präsentieren in Bezug auf die nachfolgenden Lerninhalte relevante Ideen und **Konzepte**, die auf einer höheren Abstraktionsebene angesiedelt sind als die nachfolgenden Inhalte.

Diese inkluseren **Konzepte** müssen den Lernenden vertraut sein, denn nur so kann die **Andockung** der neuen Informationen durch **bereits vorhandene Wissensstrukturen** gelingen.

Will man die Stadientheorie von Piaget vorstellen, könnte man im Sinne eines **Advance Organizers** darauf verweisen, dass es um die Entwicklung des Denkvermögens beim Menschen geht.

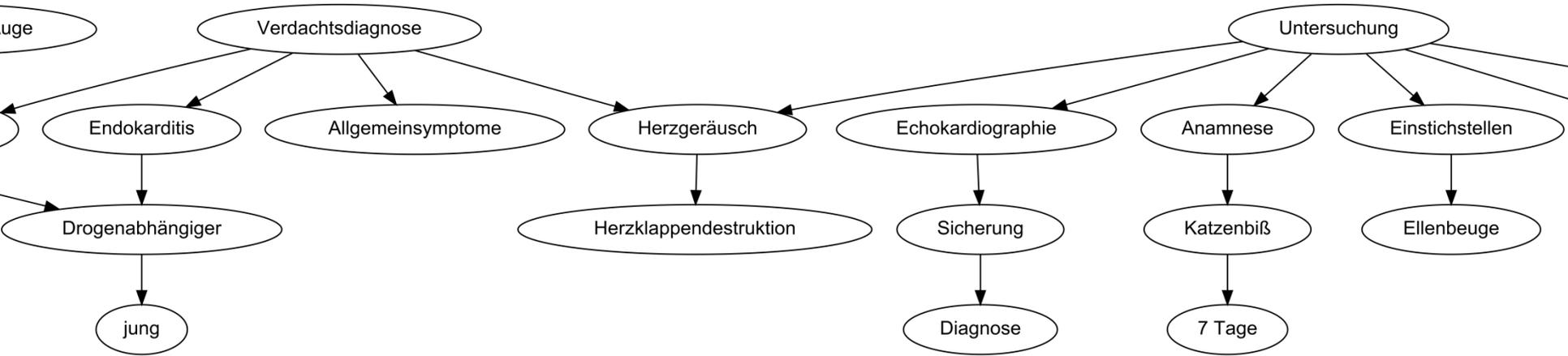
- Lokale Kohäsion durch
  - Argument-Überlappung
    - Vermeidung von Pronomina als Referenzen
  - Synonym-ähnliche Ausdrücke („bestehende Wissensstrukturen“, „vorhandene Wissensstrukturen“)
  - Konnektive (daher, darum, auf diese Weise)
- Globale Kohäsion
  - Anordnung der Ideen gemäß der für das Genre typischen rhetorischen Gestalt – bei Erklärungen insbesondere:
    - Einordnung in übergeordnete Kategorie („vorangestellte Strukturierungshilfe“)
    - Darlegung der wichtigsten Prinzipien und ihrer Zusammenhänge
    - Illustrierung anhand von Beispielen

# Können Fortgeschrittene lernförderlichere Erklärungen geben als Expert\_innen?

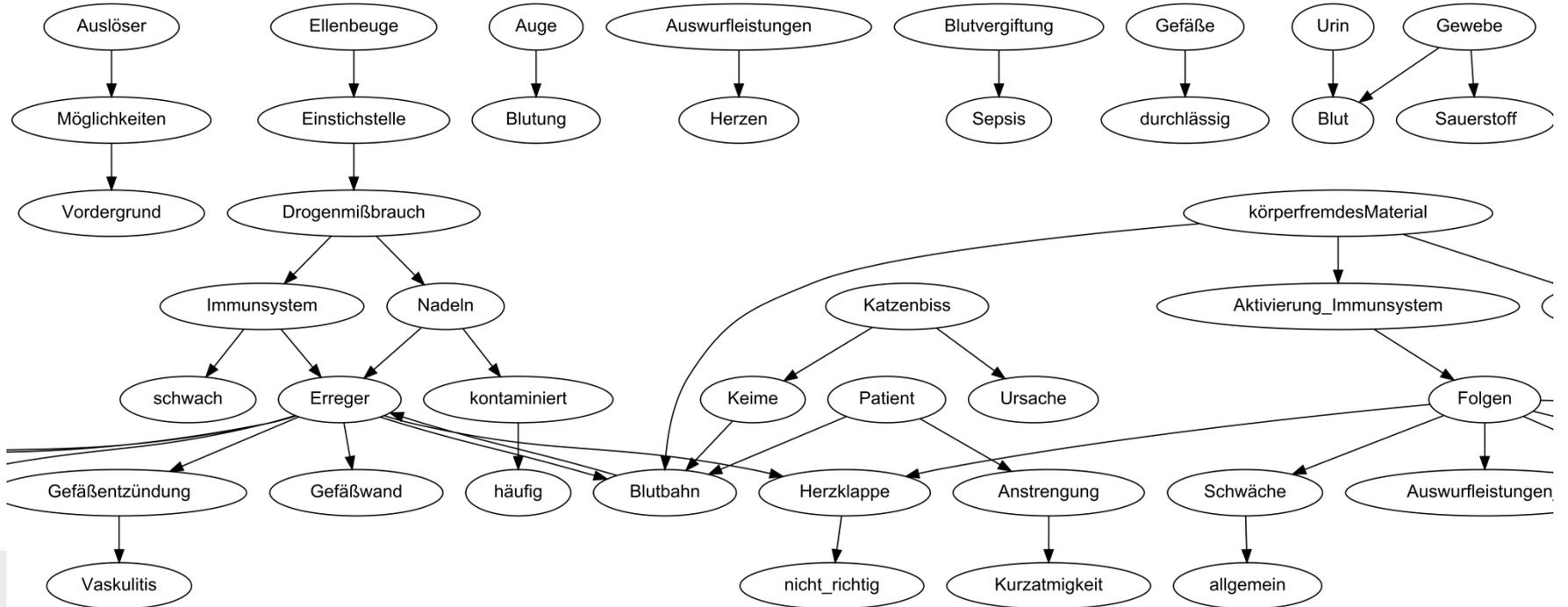


- Gefahr eines Expert Blind Spot bei Fortgeschrittenen vermutlich geringer
- Vergleich der Erklärungen von berufserfahrenen Kardiolog\_innen mit denen fortgeschrittener Medizinstudierenden zu einem kardiologischen Fall
  - Textlinguistische Analyse der Erklärungen (Lachner, Gurlitt & Nückles, 2012)
    - Fortgeschrittenen-Erklärungen weniger abstrakt
    - Facharzt (Experten)-Erklärungen dafür aber besser vernetzt (= höhere Kohäsion)

# Erklärung einer Fachärztin



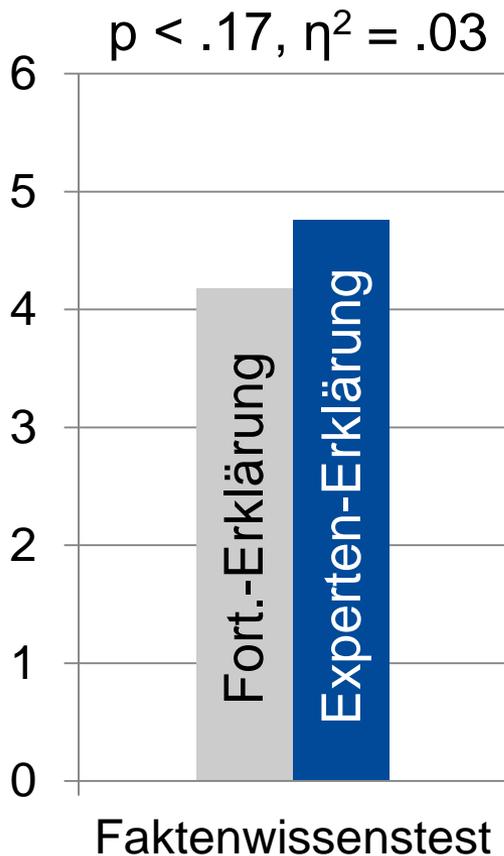
# Erklärung einer fortgeschrittenen Medizinstudierenden



# Experimente zur Lernförderlichkeit von Fortgeschrittenen- versus Experten-Erklärungen

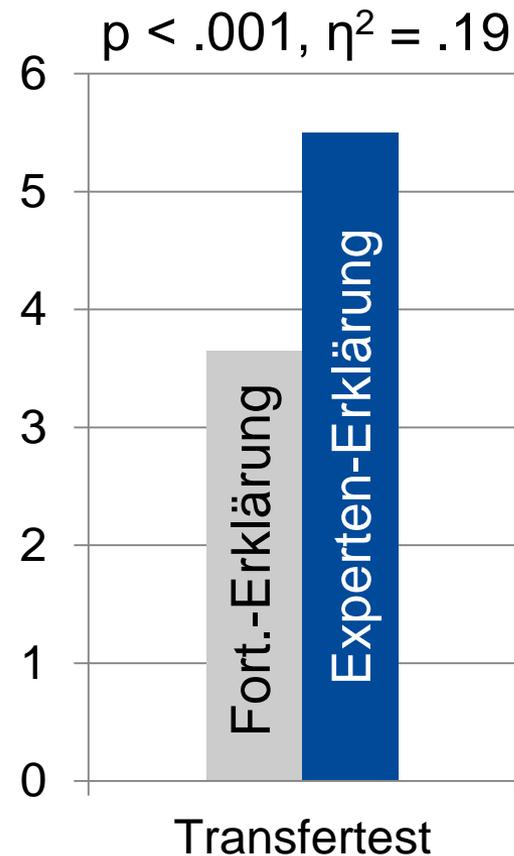


- Lachner & Nückles (2015, JEP:Applied)
  - 166 Zweitsemester lernten mit diesen Erklärungen (2 Studien)



Was ist die Hauptursache von Endokarditis?

- Viren
- Streptokokken
- Injektionen
- coliforme Bakterien

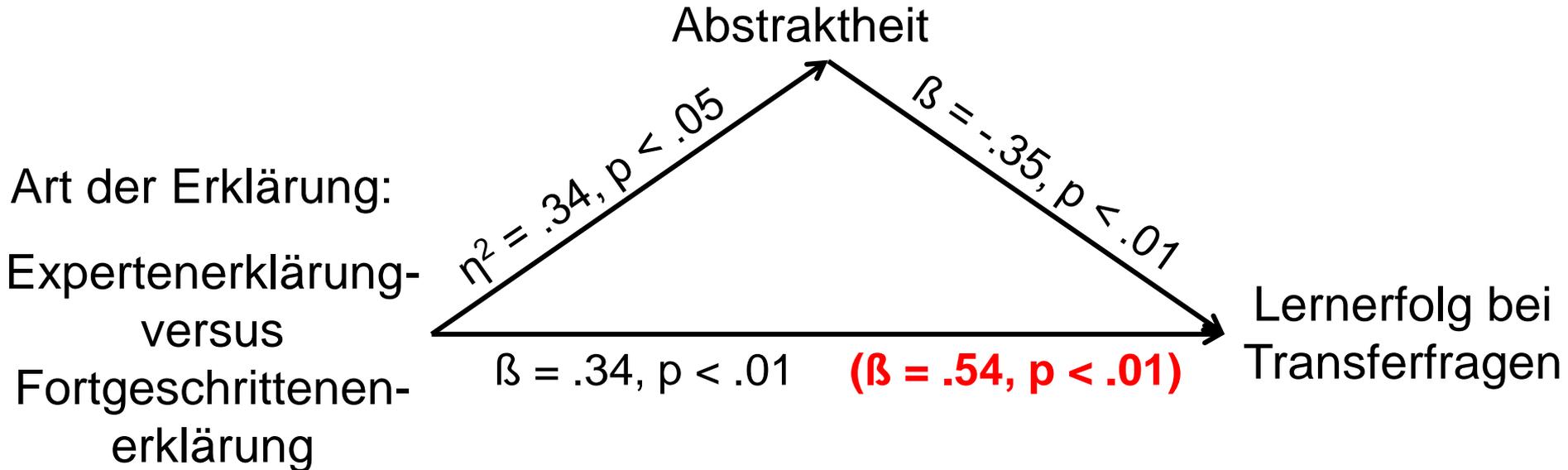


z.B. Kommt eine Endokarditis als Ursache eines Schlaganfalls in Frage?

# Welches Merkmal kann den Transfer-Effekt erklären – Abstraktheit oder Kohäsion?



- Mediationsanalyse nach Baron & Kenny (1986)

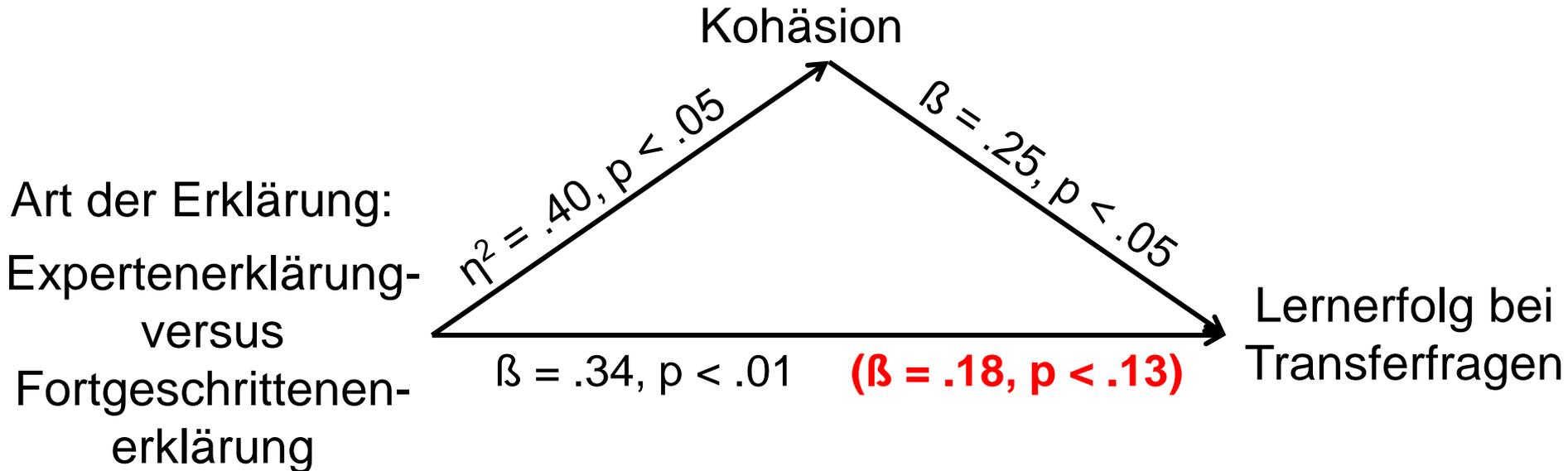


Abstraktheit kann Transfer-Effekt nicht erklären!

# Welches Merkmal kann den Transfer-Effekt erklären – Abstraktheit oder Kohäsion?



- Mediationsanalyse nach Baron & Kenny (1986)



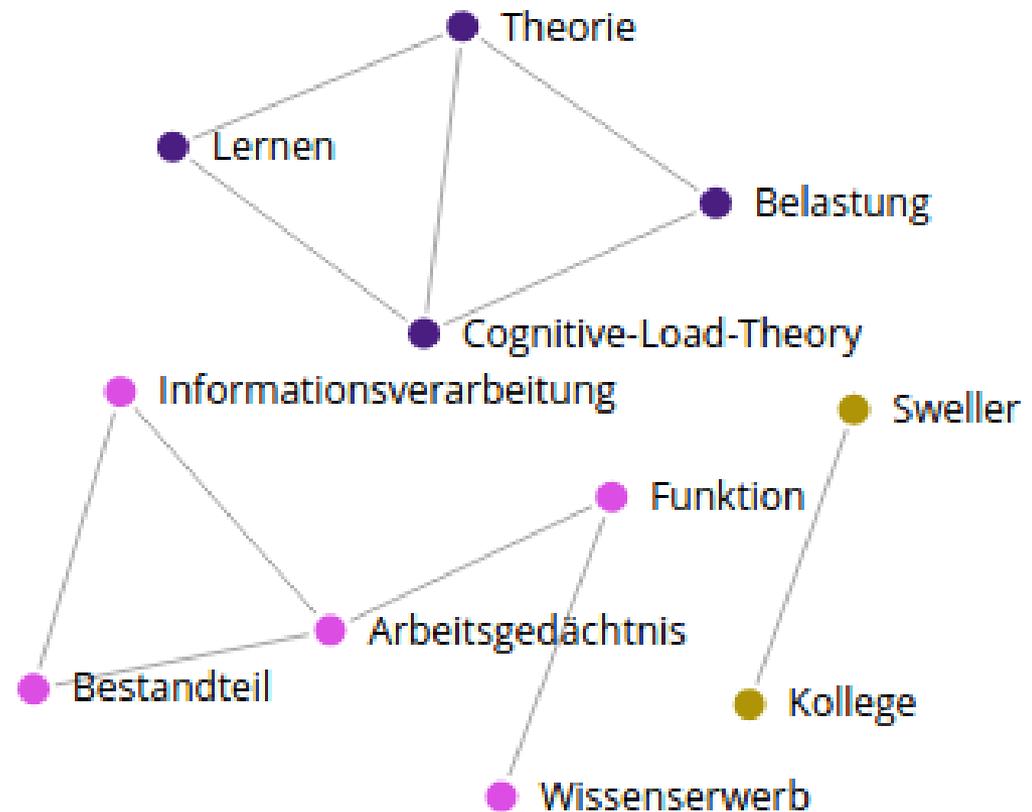
Kohäsion kann Transfer-Effekt erklären!

- Höhere Lernförderlichkeit der Kardiologen-Erklärungen zurückführbar auf Struktur ihres Fachwissens
  - Besser vernetztes und integriertes Fachwissen von Experten gegenüber dem Wissen von Fortgeschrittenen
- Bedeutung für die Ausbildung von Lehrkräften
  - Hohes Fachwissen erhöht einerseits Gefahr für Expert Blindspot
  - Ist andererseits zentrale Voraussetzung für gute Erklärungen!
- Verfassen kohäsiver Erklärungen kann aber auch **direkt** trainiert werden!
  - Siehe Lachner, Burkhart & Nückles (in press, JEP:Applied)

Die **Cognitive-Load-Theory** ist eine **Theorie** der kognitiven **Belastung** beim **Lernen**. **Sweller** und **Kollegen** stellten diese auf. Sie schreibt dem **Arbeitsgedächtnis** eine besonders wichtige **Funktion** beim **Wissenserwerb** zu. Das **Arbeitsgedächtnis** ist elementarer **Bestandteil** bei der **Informationsverarbeitung**.

## CohViz

– computergestütztes  
Concept-Map-Feedback  
zum Schreiben  
kohäsiver Texte



## 2 Gruppen fortgeschrittene Lehramtsstudierende

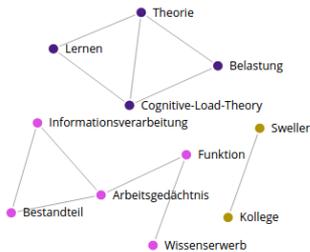
- mit versus ohne Concept-Map-Feedback
  - Zuweisung über ILIAS-Lernmanagement-System



(1) Unterrichtsstunde zu lokaler und globaler Kohäsion



(2) Schreiben einer Erklärung zu einem lernpsychologischen Thema

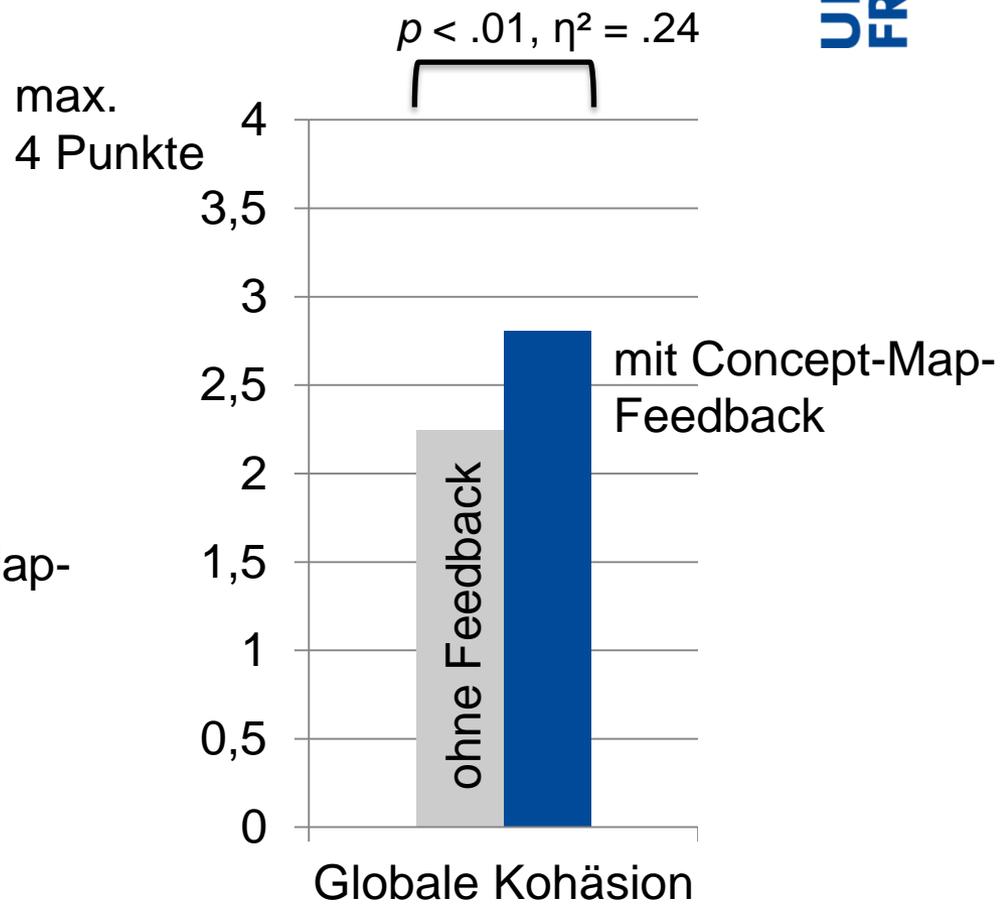
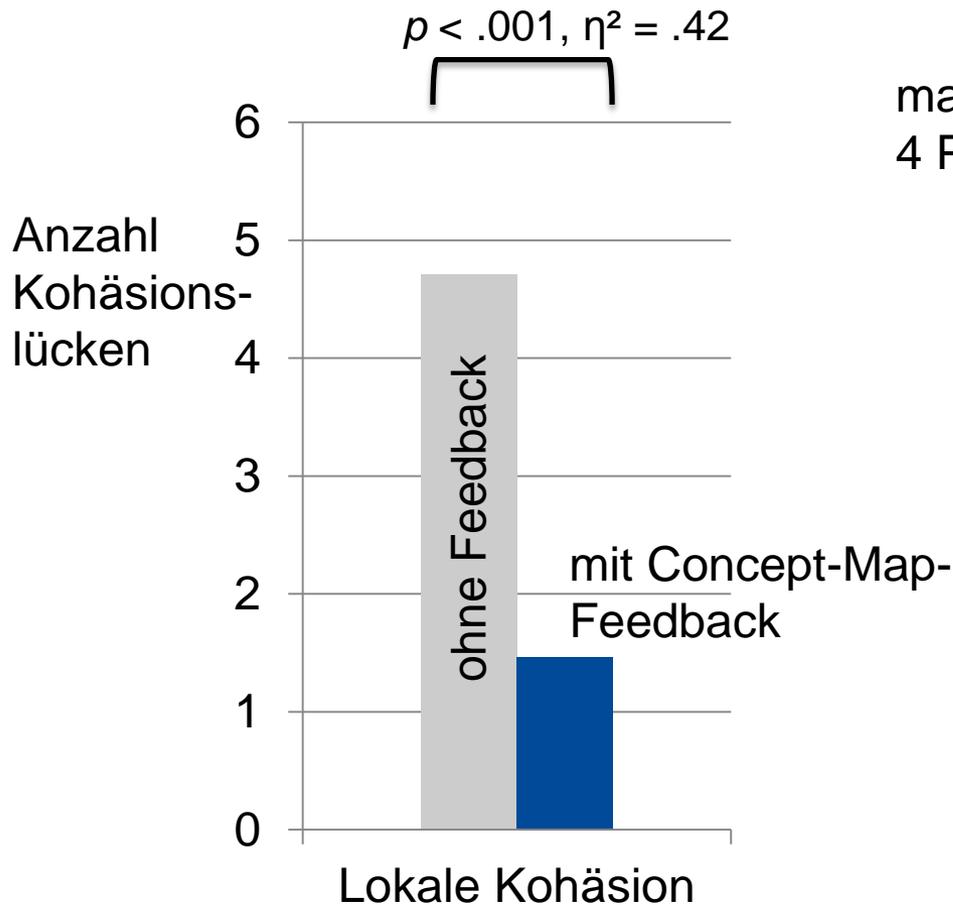


(3) Überarbeitung der Erklärung anhand von Concept-Map-Feedback



(4) Schreiben einer weiteren Erklärung zu einem anderen Thema, dieses Mal ohne Feedback

# Ergebnisse: Transfer-Erklärung



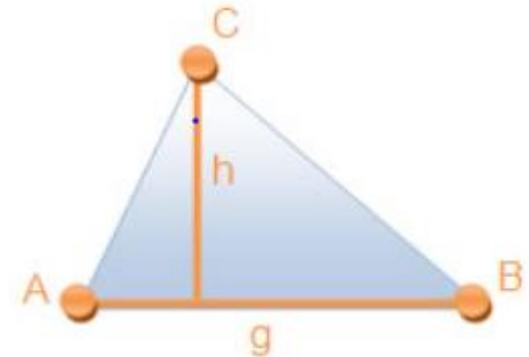
Lehramtsstudierende verbesserten mit Concept-Map-Feedback ihre Kompetenz im Schreiben kohäsiver Erklärungen

Erklärungen, welche die Lösungsschritte zu einem Problem darlegen, sollten zusätzlich auch Prinzipien einbeziehen, d.h., die Erklärung sollte auch Aussagen darüber enthalten, warum einzelne Schritte wichtig sind, um ein Problem zu lösen (van Gog, Paas, & van Merriënboer, 2008; Wittwer & Renkl, 2008)

## ■ Wie berechnet man den Flächeninhalt eines Dreiecks?

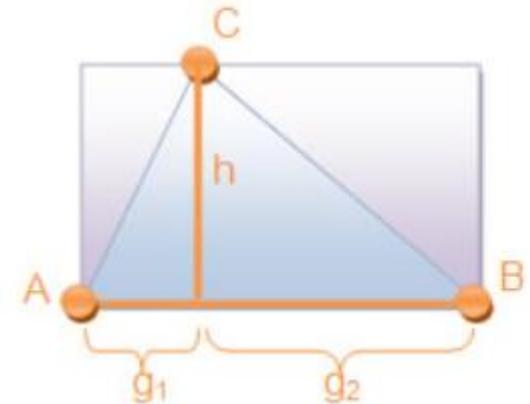
1. Finde die Länge der Grundseite und der zugehörigen Höhe deines Dreiecks heraus.

- Als Höhe bezeichnet man die Strecke von der Grundseite zum gegenüberliegenden Eckpunkt, die dabei im rechten Winkel zur Grundseite verläuft.

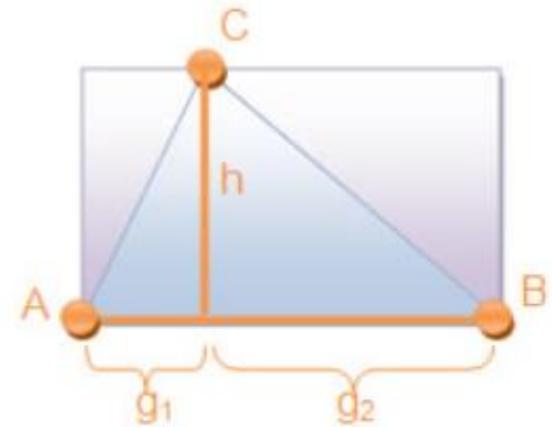


2. Schreibe die Formel zur Bestimmung des Flächeninhalts eines Dreiecks auf:  
Flächeninhalt =  $\frac{1}{2}$  (Grundseite x Höhe) oder  $\frac{1}{2}$  ( $g \cdot h$ ).

- Wie kann man sich diese Formel erklären?  
Die Höhe  $h$  unterteilt das Dreieck in zwei rechtwinklige Dreiecke. Diese zwei rechtwinkligen Dreiecke ergänzen wir mit zwei kongruenten, gedrehten Dreiecken jeweils zu Rechtecken, von denen wir die Flächeninhalte kennen.



- Der Flächeninhalt von unseren Rechtecken ist doppelt so groß wie von unseren Dreiecken. Der gesamte Flächeninhalt von den beiden Rechtecken ist somit:  $(g_1 + g_2) \cdot h$ .
- Den Flächeninhalt unseres Dreiecks erhalten wir also, in dem wir  $g \cdot h / 2$  teilen. Die Formel für den Flächeninhalt eines Dreiecks lautet also  $1/2 \cdot g \cdot h$ .

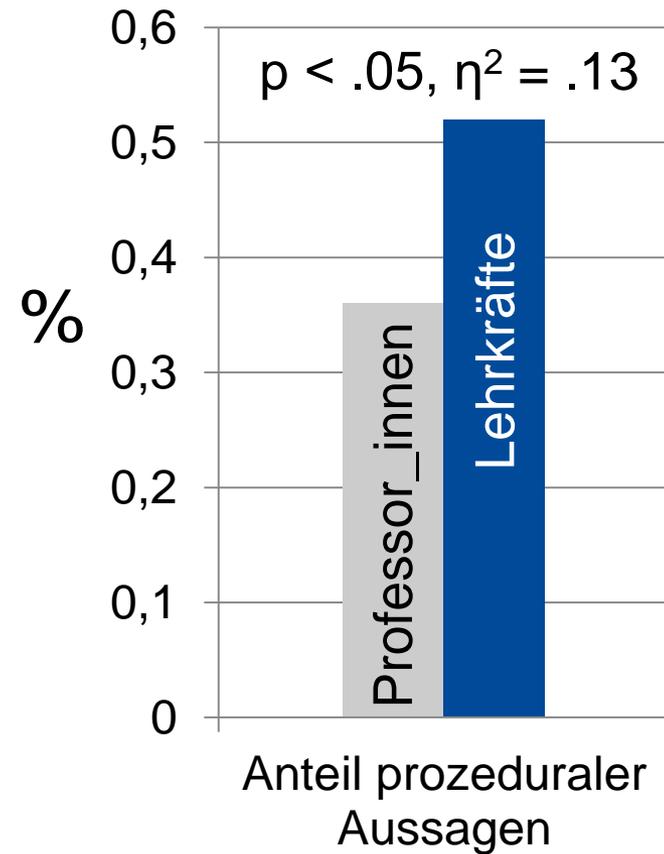
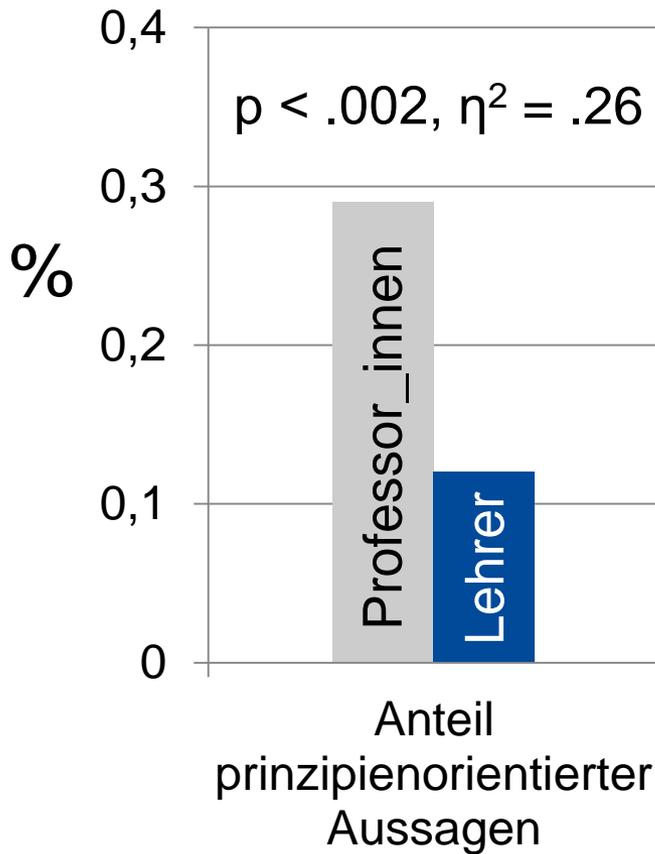


3. Ermittle nun die Länge der Grundseite und Höhe deines Dreiecks und setze die Werte in deine Gleichung ein.
4. Denke daran, dein Ergebnis in Quadrateinheiten auszudrücken.

# Prinzipienorientierung: Unterschiede zwischen Mathe-Professor\_innen und Mathelehrkräften



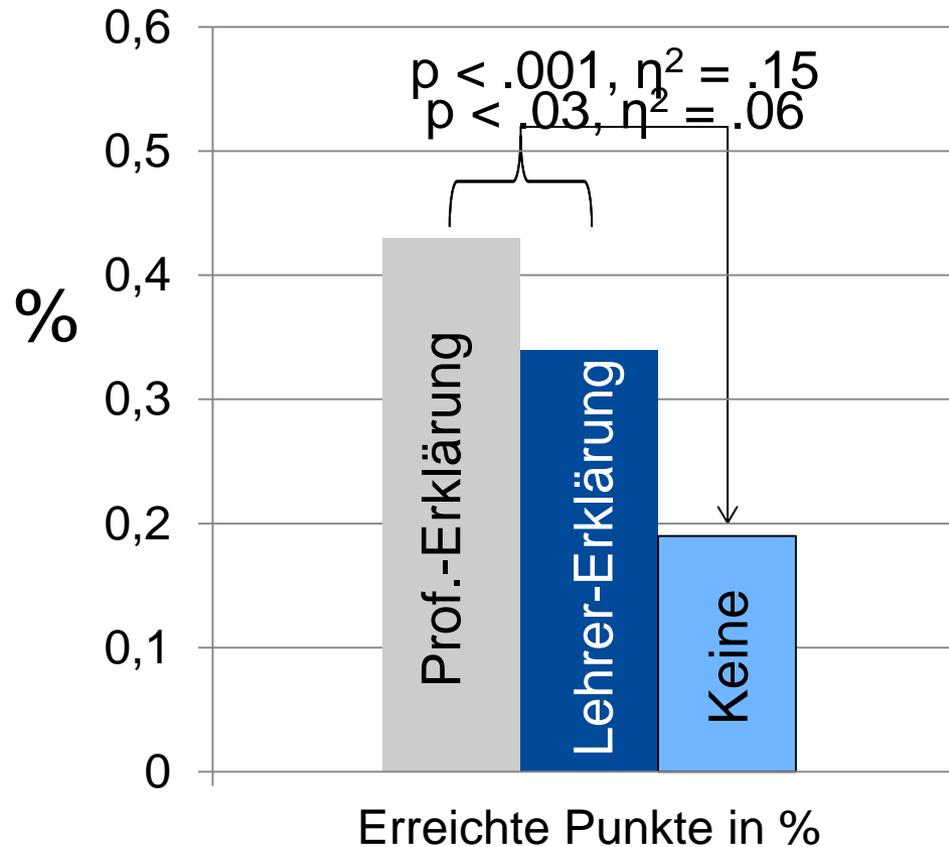
- Lachner & Nückles (2016, Instructional Science)
  - Studie 1: Vergleich der Erklärungen von Matheprofessor\_innen mit den Erklärungen von berufserfahrenen Mathelehrkräften



# Welche Erklärungen fördern besser den Erwerb anwendungsorientierten Wissens?



- Lachner & Nückles (2016, Instructional Science)
  - Studie 2: Lernerfolg



# Warum formulierten die Matheprofessor\_innen stärker prinzipienorientierte Erklärungen?



- Lachner & Nückles (2016)
  - Prinzipienorientierung allein durch Content Knowledge vorhersagbar ( $b = .49, p < .01$ )!
  - Matheprofessor\_innen höheres Content Knowledge als Mathelehrkräfte ( $p < .001, \eta^2 = .53$ )
  - Content Knowledge entscheidende Bedingung für höhere Prinzipienorientierung??
- Alternative Hypothese (vgl. Reusser & Stebler, 1997)
  - Kulturelle Praxis des Mathematiklehrens in der Schule verleitet Lehrkräfte „Mathe als Werkzeugkasten“ zu sehen
  - Matheunterricht-spezifische „Brille“ (= Mindset) „schuld“ an prozeduraler Orientierung?

# Experiment zum Mindset-Priming

Weinhuber, Lachner, Leuders & Nückles, in Vorb.)



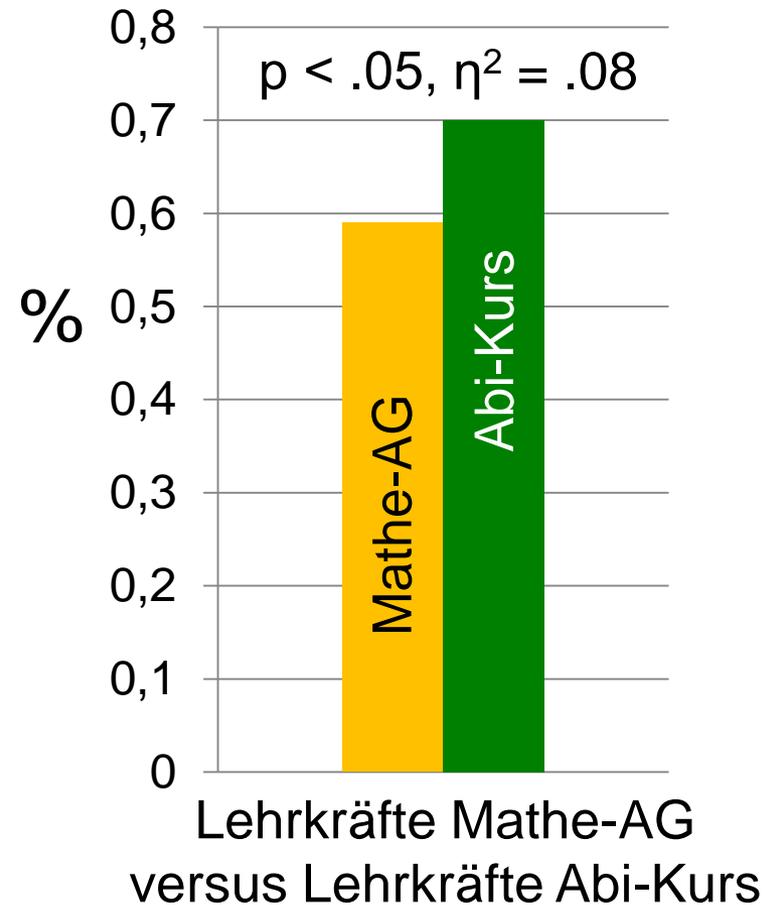
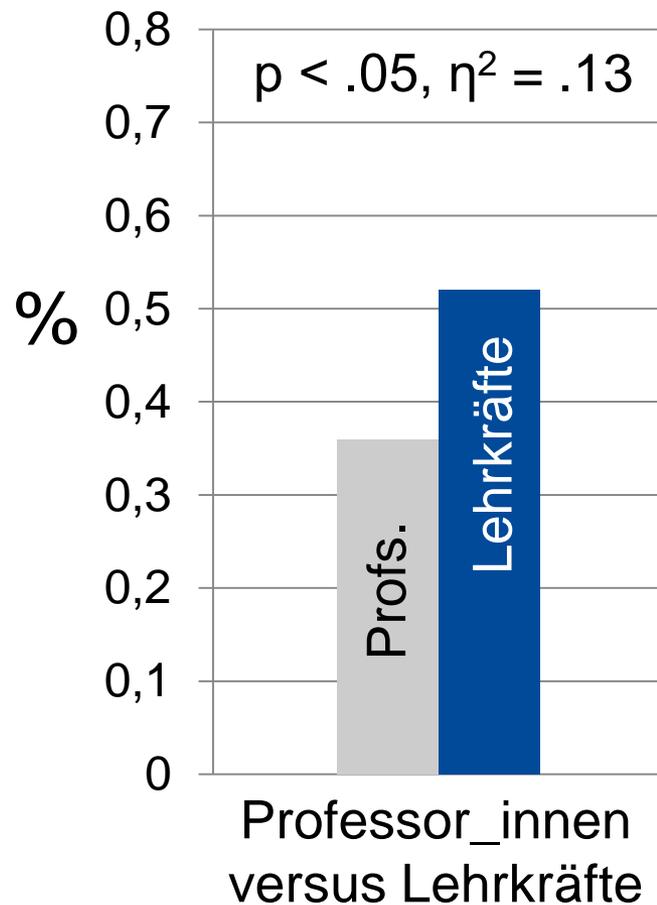
- 54 berufserfahrene Mathe-Lehrkräfte
- Zwei Versuchsbedingungen (Lesen eines Comics)
  - „Stellen Sie sich vor Sie unterrichten an Ihrer Schule ...



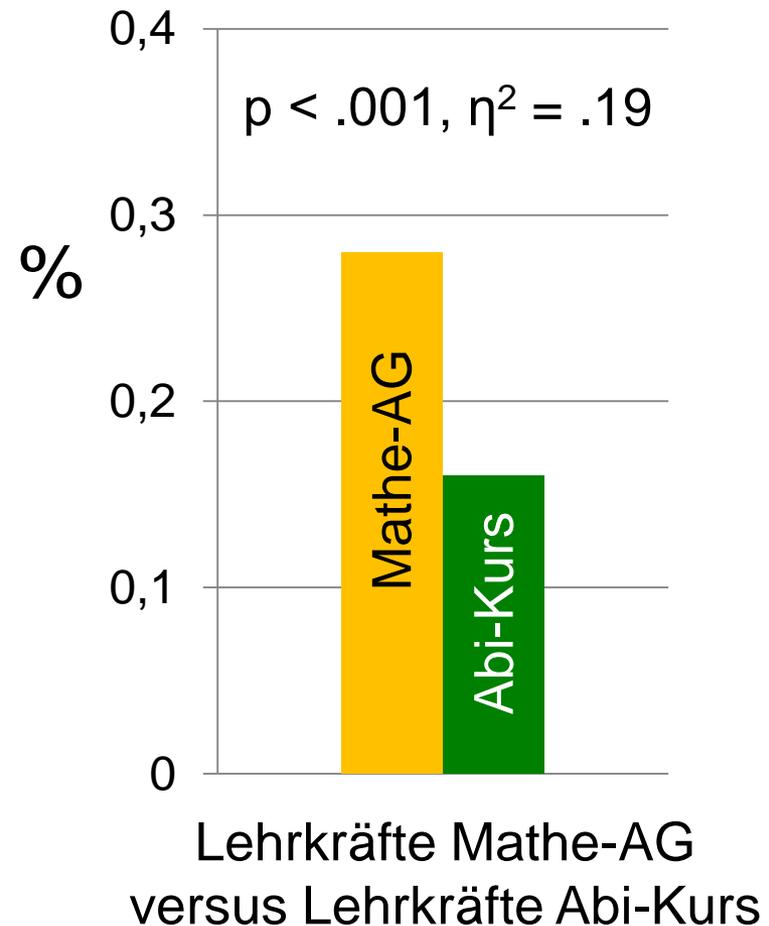
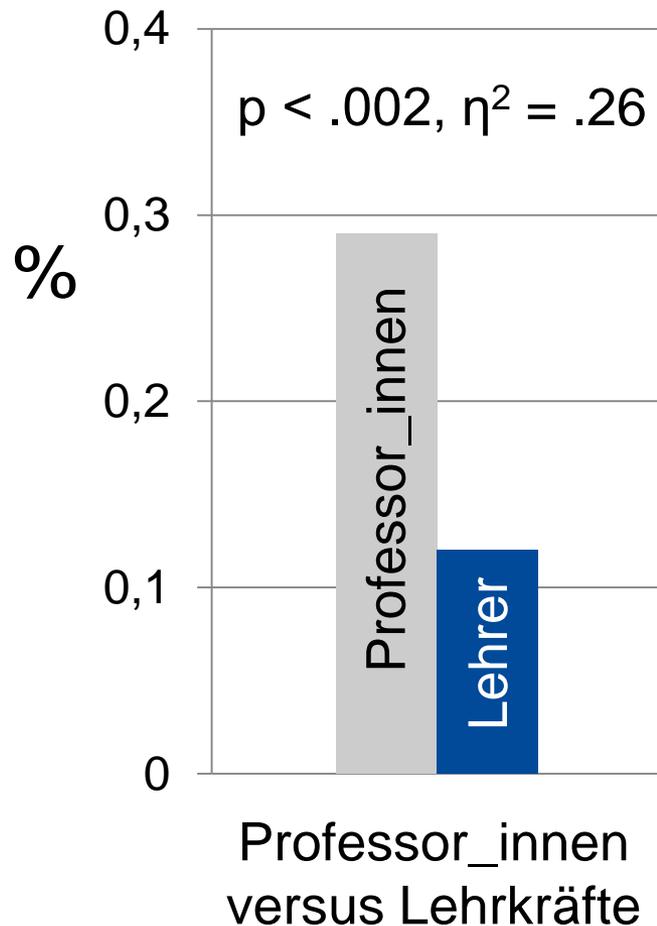
Comic Abi-Vorbereitungskurs  
„Mathe als Werkzeugkasten“

- Nach Lesen schriftliche Erklärung zu Extremwert-Problem

## Anteil prozeduraler Aussagen



## Anteil prinzipienorientierter Aussagen



- Kontext hat entscheidenden Einfluss darauf, wie erklärt wird!
  - Nicht mangelndes Content Knowledge, sondern kulturelle Praxis schulischen Matheunterrichts bewirkt prozedurale Orientierung beim Erklären
  - Prozedurale versus Prinzipien-Orientierung kontextsensitiv und flexibel
- Situiertheit von Mindset und instruktionalem Handeln (Louca, Hammer, Elby & Kagey, 2004)

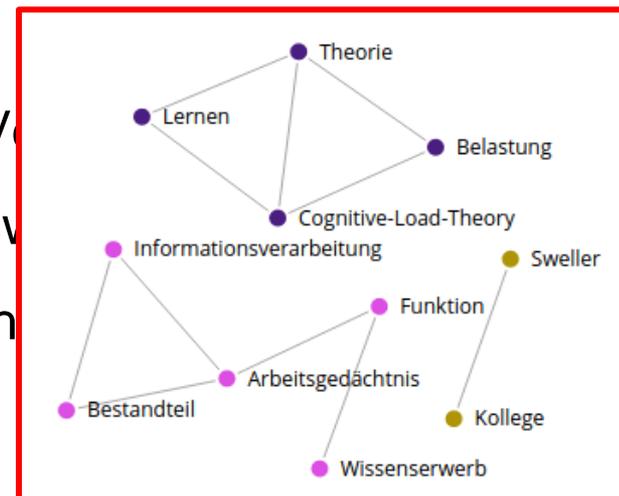
- Kommunikationstheoretische und didaktische Definition von instruktionaler Erklärung
- Allg. Funktionen von Erklärungen im Lehr-Lern-Prozess
- Unterschiedliche Arten von Erklärungen
  - abgeleitet aus erkenntnistheoretischen sowie didaktischen Erwägungen
- Empirische Evidenz für drei Merkmale / Prinzipien lernförderlicher Erklärungen
  - 1) Vorwissensadaptation
  - 2) Kohäsion
  - 3) Prinzipienorientierung
- Realisierung dieser Prinzipien fördern tiefes Verständnis und anwendbares statt träges Wissen (Transfer)!

## ■ Vorwissensadaptation

- Jede/r Lehrende – ungeachtet der persönlichen Lehrerfahrung ist anfällig für Expert-Blind-Spot!
- Vorwissensdiagnose daher unabdingbar – ruhig öfter durchführen!
- Schon wenig Information über das Vorwissen des/der Lernenden führt zu Adaptation!
- Bereits simple Adaptationsstrategien bewirkten höheren Lernerfolg!

## ■ Kohäsion

- Textlinguistisches Merkmal, das die Vernetzung von Fachwissen
- Gut vernetztes bzw. integriertes Fachwissen
- Kohäsionsstrategien sind jedoch auch für die Lernenden
- **CohViz-Tool für Schülererklärungen**



setzung

## ■ Prinzipienorientierung

- Fördert ebenso wie Kohäsion Anwendbarkeit des vermittelten Wissens
- Sicherlich nicht nur in algorithmischen Domänen von Bedeutung!
- Mathelehrkräfte konnten prinzipienorientiert erklären, aber nur, wenn die Situation dies nahelegte
- Verführt die kulturelle Praxis schulischen Mathematikunterrichts zur prozeduraler statt Prinzipien-Orientierung?
- Passen sich Lehrkräfte mit zunehmender Praxis dysfunktionalen Bedürfnissen und Verhaltensweisen ihrer Schülerinnen und Schüler an?
- Ergebnisse geben Anlass zum Denken!



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

# Was tragen die Befunde zur Lehrkompetenzforschung bei?



## Bird-Eye's View

- Kunter et al. (2011): Erklären und adaptive Unterstützung sind fachdidaktische Kompetenzen
- Kognitives Potenzial von Aufgaben durch fachdidaktisches Wissen, nicht Fachwissen bedingt
- Individuelle Überzeugungen beeinflussen kognitive Aktivierung und Lernerfolg (z.B. Staub & Stern, 2002)

## Cognitive-Experimental View

- Vorwissensadaptation (mind. partiell) fachübergreifendes didaktisches Prinzip
- Kohäsion als Merkmal von Erklärungen durch Struktur des Fachwissens bedingt
- Rolle der kulturellen Praxis bzw. des Kontexts (Situietheit) offenbar stark unterschätzt

## Stärke der kognitionspsychologischen Perspektive

- Prozesse und Handeln im Zusammenspiel individueller Wissensdispositionen und situativer Bedingungen beleuchten

# Beispielklärungen

*Im Zusammenhang mit der Datensicherheit im Internet habe ich schon öfter den Begriff SSH gehört. Was ist das überhaupt?*



## Niedriges Vorwissen

Die Abkürzung SSH steht für "Secure Shell" und beschreibt ein Verschlüsselungsverfahren, das im Internet eingesetzt wird, um Daten, die übertragen werden, vor dem Zugriff von Unbefugten zu schützen. Verschlüsselung bedeutet, dass die Daten nicht im Klartext gesendet werden, sondern in einen scheinbar unleserlichen Code übersetzt werden, der nur vom Empfänger wieder zu seiner ursprünglichen Bedeutung zusammengesetzt werden kann.

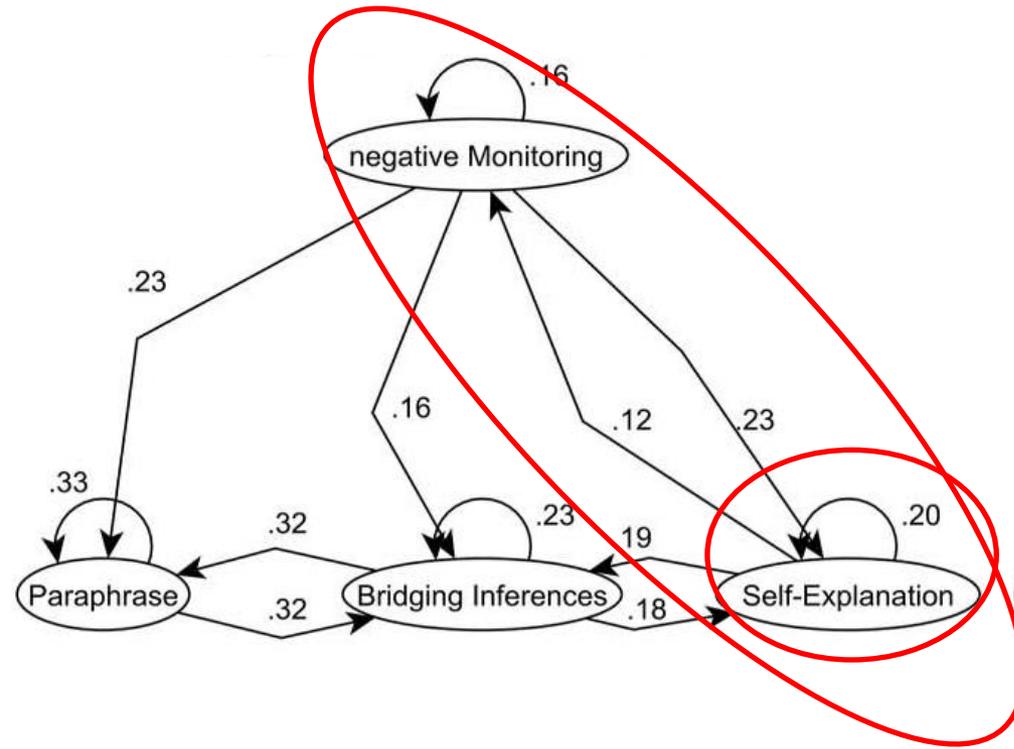
## Hohes Vorwissen

SSH steht für SecureShell. Der Begriff "Shell" kommt aus der Unix-Welt und ist dort der Name des Programms, das einem die Kommandozeile zur Verfügung stellt. Es ist im Prinzip dasselbe wie die "MS-DOS Eingabeaufforderungen" unter Windows. Unter Unix/Linux gibt es die Möglichkeit, eine solche Kommandozeilenumgebung auf einem über das Netzwerk verbundenen PC zu starten und die Unix-Maschine somit fernzusteuern.

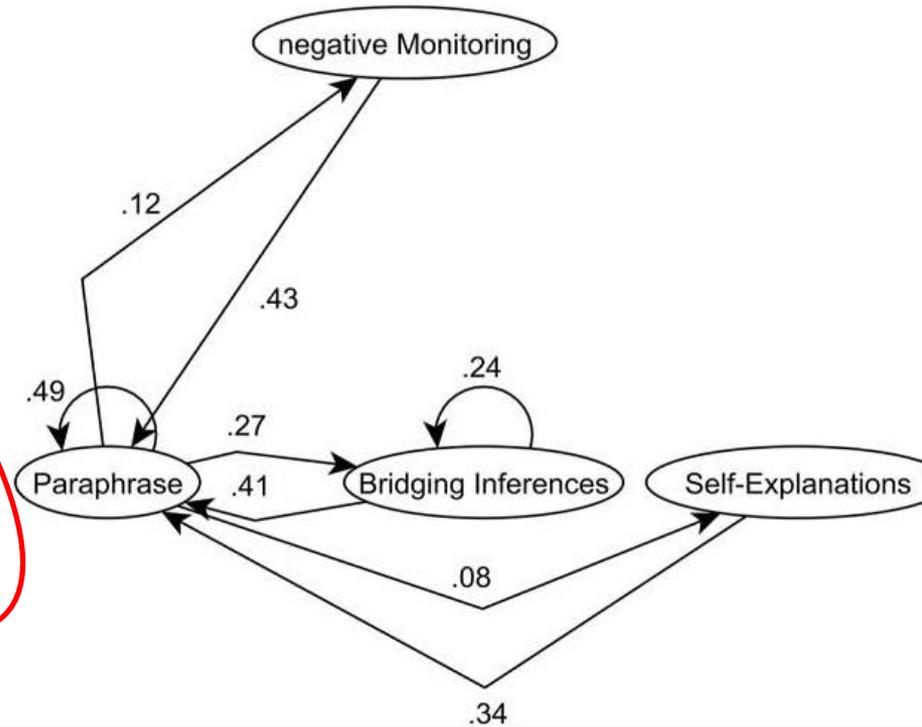
# Lernprozesse bei Erstsemester-Medizinstudenten (vgl. Lachner & Nückles, 2015)



## Lernprozesse bei einer Expertenerklärung



## Lernprozesse bei der Erklärung eines Fortgeschrittenen



# Richtlinie der Vorwissensadaptation: Empirische Evidenz



Experimentelle Studien von Nückles et al. (2005, 2006):

- Experte hat Informationen über Vorwissen (mit versus ohne Assessment-Tool)

