



RUB

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

# Seminar zur didaktischen Rekonstruktion

WiSe 2025/26 • Dr. Marco Seiter

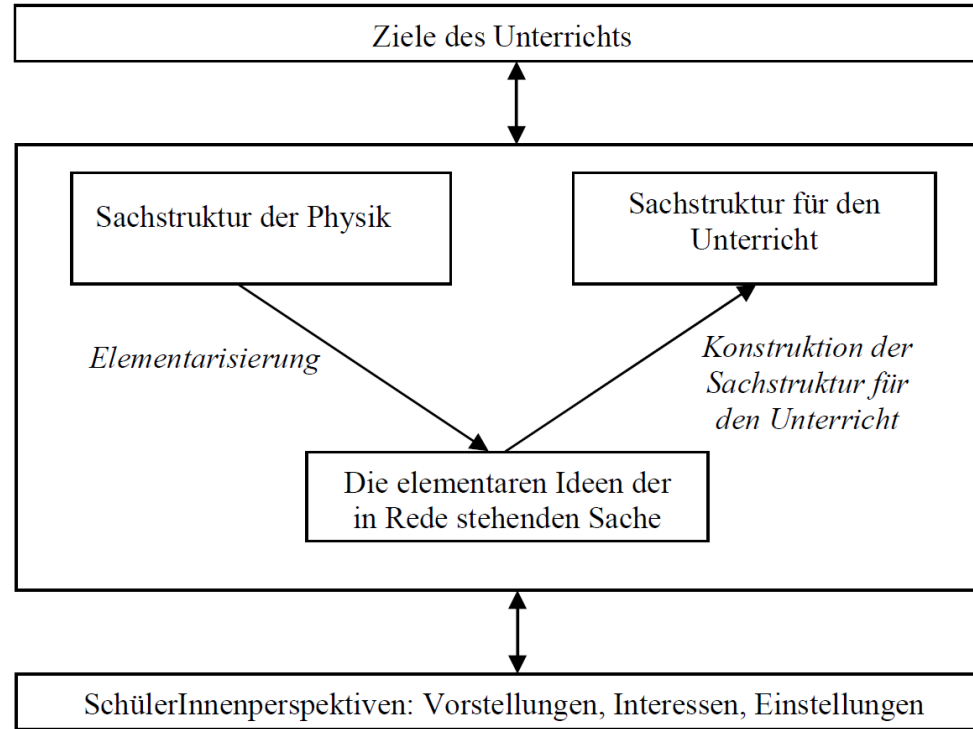
## 6. Sitzung

# Sachstrukturdiagramme

# Ziel der heutigen Sitzung

- Zusammenfassung der bisherigen Sitzung
- Vergleich von Mechaniklehrgänge mit verschiedenen Elementarisierungen
- Einblick in eine Studie zum Einfluss der Elementarisierung auf den Lernzuwachs von SchülerInnen im Bereich der Mechanik

# Modell der didaktischen Rekonstruktion



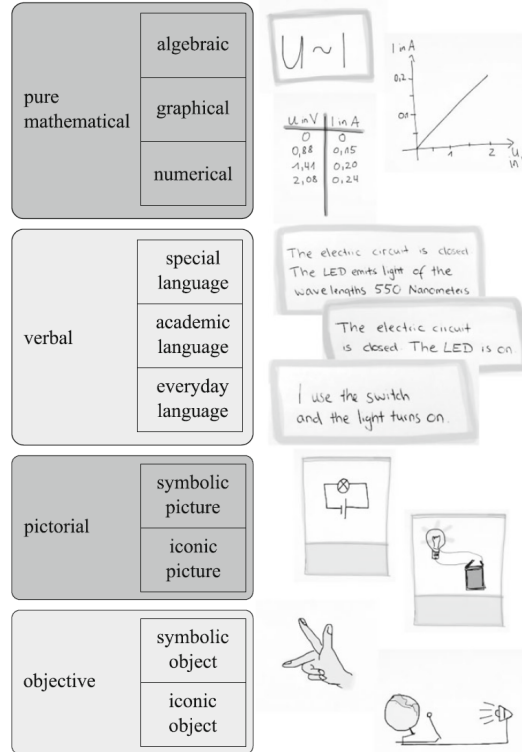
(Duit, 2010)

# Fachdidaktische Perspektiven auf Repräsentationsmaterialien - REF (Repräsentation Essenzieller Features)

	Fachdidaktische Perspektiven	Beschreibung	Beispiel(e) Essenzieller Features	Mögliche fachdidaktische Begründungen
sachstrukturell	 Zentrale fachliche Ideen	Zentrale fachliche Ideen sind jene elementaren Wissensbausteine, die im Zuge der fachdidaktischen Elementarisierung entstehen.	(a) Die physikalische Größe Geschwindigkeit hat eine Richtung und einen Betrag. (b) Weißes Licht setzt sich aus allen Farben des sichtbaren Spektrums zusammen.	(a) Der Richtungsaspekt der Geschwindigkeit wird von Anfang an gemeinsam mit dem Aspekt des Tempos eingeführt, um ein anschlussfähiges Geschwindigkeitskonzept und in weiterer Folge Beschleunigungskonzept zu vermitteln. (b) Dadurch kann in Folge die selektive Absorption/Emission von Licht thematisiert werden.
	 Reihenfolge zentraler fachlicher Ideen	Die Reihenfolge, in der elementare fachliche Ideen unterrichtet werden sollen.	(a) Der Potential- und Spannungsbegriff wird vor der Stromstärke eingeführt.	(a) Spannung soll als Primärkonzept verankert werden, um der Entstehung eines „übermächtigen Strombegriffs“ vorzubeugen.
	 Weggelassene fachliche Ideen	Fachliche Ideen, die im Zuge einer fachdidaktischen Elementarisierung weggelassen werden.	(a) Auf eine Differenzierung von atomaren magnetischen Momenten (Elementarmagneten) und Weiß'schen Bezirken wird verzichtet.	(a) Eine Unterscheidung bringt für ein grundlegendes Verständnis von Ferromagnetismus keinen Vorteil, sondern führt eher zu einer Verwirrung der SuS.
	 Umgang mit Schülervorstellungen (Konzeptwechselstrategien)	Strategien, um Schüler:innen zu einer physikalisch adäquaten Sichtweise eines Begriffs oder Konzepts hin zu führen (Anknüpfung, Umdeutung, Konflikt, ...)	(a) Konzeptwechsel werden durch einen kognitiven Konflikt der Schüler:innen initiiert. (b) Begriffe, die mit Schülervorstellungen verknüpft sind, werden vermieden.	(a) Durch die Konfrontation von Schülervorstellungen mit fachlich angemessenen Vorstellungen soll ein Konzeptwechsel ausgelöst werden. (b) Potenziell für das Lernen problematische Schülervorstellungen sollen nicht aktiviert werden, um Lernschwierigkeiten zu vermeiden.
	 Modelle & Analogien	Modelle repräsentieren relevante Ausschnitte einer Theorie, z. B. Elemente und deren Beziehung. Analogien sind Vergleiche zwischen zwei Modellen, um Ähnlichkeiten zu beschreiben.	(a) Das Herz wird mit einer Saug-Druck-Pumpe verglichen. (b) Der Stromkreis wird mit einer Fahrradkette verglichen.	(a) Eine Pumpe ist für Schüler:innen häufig aus dem Alltag bekannt und leichter greifbar. (b) Dadurch soll das Verständnis des Systemcharakters von Stromkreisen gefördert werden.
	 Bildliche Repräsentationsformen	Externe Repräsentationsformen in Form von ikonischen Darstellungen, wie Abbildungen oder Zeichnungen.	(a) Lichtausbreitung wird zu Beginn durch Pfeile dargestellt, die zur Spitze hin dicker werden.	(a) Diese Darstellung weist auf die geradlinige, kegelförmige Ausbreitung von Licht aus einer punktförmigen Quelle hin.
	 Sprachliche Repräsentationsformen	Externe Repräsentationsformen in Form von Wörtern & Strategien, wie Fachbegriffe ausgehend von Alltagsbegriffen entwickelt werden.	(a) Es wird zwischen den Begriffen Tempo, als Betrag der Geschwindigkeit, und Geschwindigkeit als gerichtete Größe unterschieden.	(a) Die Vorstellung, dass Kräfte auch für Richtungsänderungen verantwortlich sind, wird unterstützt.
	 Fachspezifische Prozesse & Tätigkeiten	Fachspezifische Prozesse oder Tätigkeiten sind für eine Disziplin typische und charakteristische Arbeitsweisen / Handlungsmuster (wie Messen, Beobachten u. dgl.).	(a) In experimentellen Aufgabenstellungen wird die Variablenkontrollstrategie als zentrales experimentelles Vorgehen herausgestrichen.	(a) Dadurch sollen Schüler:innen lernen Evidenzen zu erzeugen, um kausale Zusammenhänge zu beschreiben.
unterrichtsmethodisch	 Kontexte	Kontexte sind die Verknüpfung fachlicher Inhalte mit der „realen Welt“.	(a) Die Kontexte sind aus der Biologie mit Bezug zum menschlichen Körper gewählt.	(a) Kontexte mit Bezug zum menschlichen Körper sind interessensgenerierend (vor allem bei Mädchen).
	 Aufgaben & Schüleraktivitäten	Strategien zur Gestaltung von Aufgaben und Aktivitäten, um Schüler:innen zur kognitiven Aktivierung anzuregen.	(a) In Aufgaben werden mathematische Begriffe reflektiert und nicht nur Routineschemata abgearbeitet. (Fauth und Leuders 2018)	(a) Dadurch sollen Schüler:innen kognitiv angeregt werden, Vorstellungen (mentale Modelle) zu nutzen.
	 Versuche & Experimente	Versuche / Experimente können sowohl Medium zur Veranschaulichung von Phänomenen als auch zur Entwicklung experimenteller Kompetenzen oder eines Naturwissenschaftsverständnisses sein.	(a) Eine Lochkamera wird als Lichtnachweisgerät verwendet.	(a) Dadurch soll die Entwicklung einer Sender-Empfänger-Vorstellung für den Sehvorgang unterstützt werden. Nur wenn Licht in die Lochkamera fällt, entsteht auch ein Bild.
	 Unterrichtsmedien	Unterrichtsmedien sind nichtpersonale Hilfsmittel für den Unterricht (z. B. Arbeitsblatt, Beamer, Tonträger u. dgl.), um Informationen zu übertragen.	(a) Schüler:innen arbeiten mit Anschauungsmodellen von Molekülen. (b) Schüler:innen verwenden Smartphones beim Experimentieren.	(a) Dadurch kann z. B. eine einfache Modellvorstellung von chemischen Verbindungen haptisch und visuell begreifbar werden. (b) Dadurch werden Messungen mit Sensoren des eigenen Smartphones kostengünstig als Schülerversuche realisierbar.
	 Unterrichtsmethodische Strategien	Unterrichtsmethodische Strategien umfassen alle Strategien zur Organisation von Unterricht, wie Sozialform, Verwendung gewisser Methodenwerkzeuge, Interaktionsformen etc.	(a) Schüler:innen arbeiten vorwiegend in Gruppen.	(a) Lernen findet im Zuge sozialer Interaktionen statt.

© 2023. The REF by Markus Obczovsky (University of Graz) is licensed under a [CC BY SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

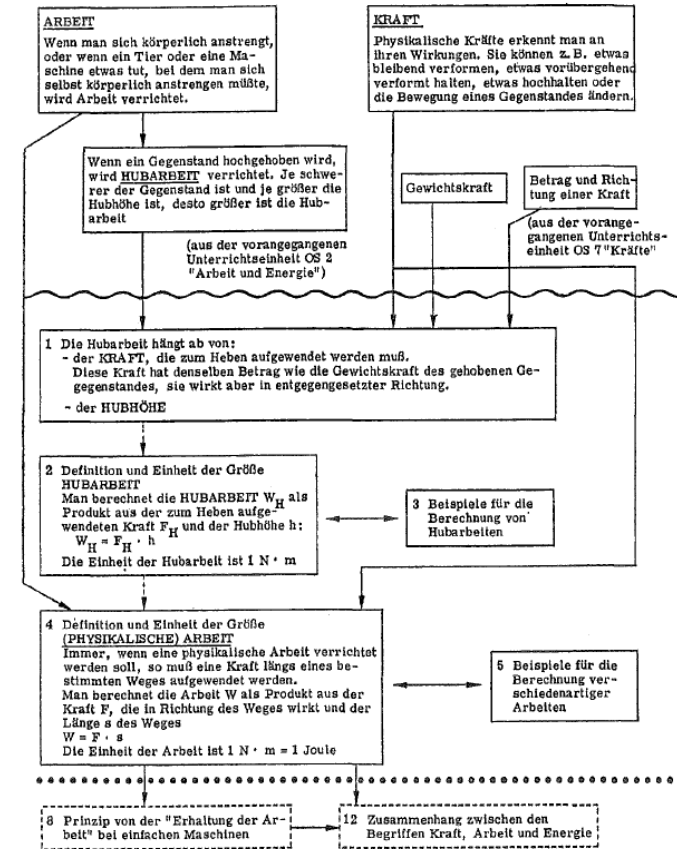
# Verschiedene Repräsentationsformen



Geyer & Kuske-Janßen (2019)

# Sachstrukturdiagramm

- (→) Der Block, von dem der Pfeil ausgeht, ist sachlogische Voraussetzung für den Block, auf den der Pfeil zeigt.
- (↔) Die Blöcke stehen in einer wechselseitigen Beziehung zueinander
- (--->) Es besteht keine sachlogische Abhängigkeit, es empfiehlt sich aber die Einhaltung der Reihenfolge
- Oberhalb der Wellenlinie stehen Begriffe, Regel usw. aus dem bisherigen Unterricht (Voraussetzungen)
- Unterhalb der gestrichelten Linie stehen die Ziele der didaktischen Rekonstruktion



Einführung der Größe Arbeit, Klasse 7 (Duit et al., 1981)

# Aufgabe

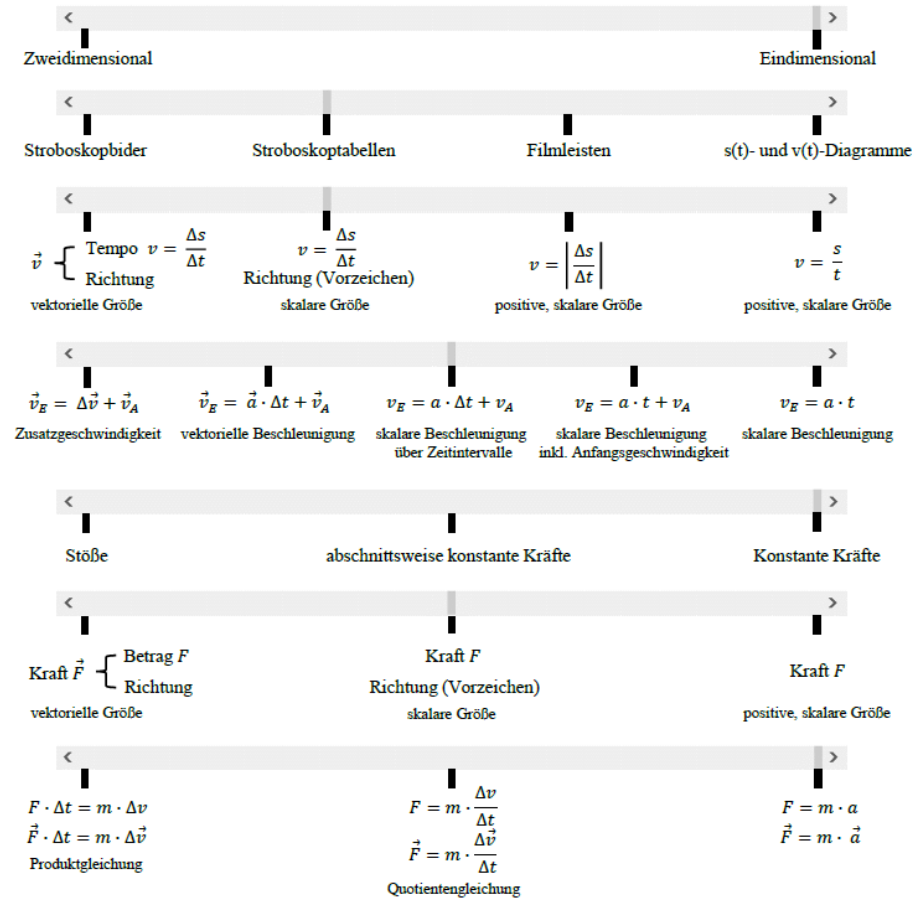
- Erarbeiten Sie die Sachstruktur ihres Mechaniklehrgangs und stellen Sie diese z.B. in Form eines Sachstrukturdiagramms dar.
- Gehen Sie dabei insbesondere auf die verwendeten Repräsentationsformen ein.
- Sie müssen die Lehrgänge nicht im Detail lesen und darstellen, es reicht wenn sie einen groben Überblick über die Sachstruktur geben.
- Die Sachstrukturen werden anschließend im Plenum vorgestellt und verglichen.



# Bewertung der Elementarisierungen

- Welche Elementarisierung ist ihrer Meinung nach am besten geeignet und warum?

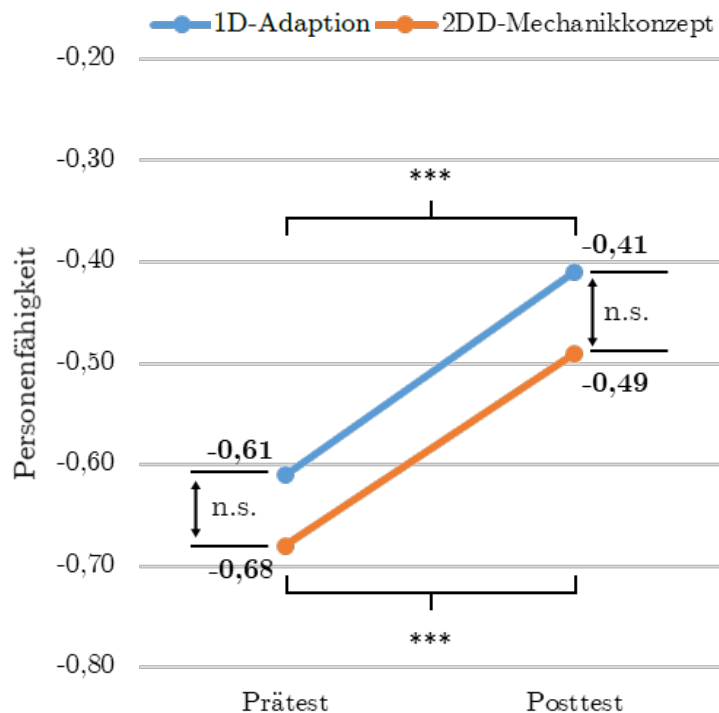
# Modell zu Elementarisierungen der Mechanik (Seiter, 2022)



# Modell zum Vergleich verschiedener Elementarisierungen

„Konventioneller“ Mechanikunterricht	1D-Adaption	Zweidimensional-dynamisches Mechanikkonzept nach Wiesner
Eindimensionale Bewegungen	Eindimensionale Bewegungen	Zweidimensionale Bewegungen
Darstellung durch $s(t)$ -, $v(t)$ - und $a(t)$ -Diagramme	Darstellung von Bewegung in Stroboskoptabellen	Darstellung von Bewegungen in Stroboskopbildern
Keine Thematisierung der Richtung	Thematisierung der Richtung (Vorzeichen)	Thematisierung der Richtung
Geschwindigkeit: positive skalare Größe $v = \frac{s}{t}$	Geschwindigkeit: skalare Größe $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	Geschwindigkeit $\vec{v}$ : vektorielle Größe Tempo $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
Thematisierung der Beschleunigung $a = \frac{v}{t}$	Thematisierung der Beschleunigung Einführung Geschwindigkeitsänderung $\Delta v$ $\Delta v = a \cdot \Delta t$	Beschleunigung nicht thematisiert Einführung der Zusatzgeschwindigkeit $\Delta \vec{v}$ $\vec{v}_E = \Delta \vec{v} + \vec{v}_A$
Konstante Kräften in und gegen die Bewegungsrichtung	Konstante Kräften in und gegen die Bewegungsrichtung	Stöße senkrecht zur Bewegungsrichtung
Kraft als Ursache der Bewegungsänderung oder Verformung	Kraft als Ursache der Bewegungsänderung: $F = m \cdot a$	Kraft als Ursache der Zusatzgeschwindigkeit: $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$

# Ergebnisse (Seiter, 2022; 2025)



- Kein signifikanter Unterschied (0.07 Logits  $[-0.02, 0.16]$ ) in den Prätestdaten zwischen den beiden Mechanikkonzepten
  - $t(817) = 1.54, p = .123, d = 0.11 [-0.03, 0.25]$
- Höchst signifikanter Lernzuwachs (0.20  $[0.13, 0.16]$  Logits) bei der 1D-Adaption
  - $t(345) = 5.49, p < .001, d = 0.30 [0.19, 0.40]$
- Höchst signifikanter Lernzuwachs (0.19  $[0.12, 0.25]$  Logits) auch beim 2DD-Mechanikkonzept
  - $t(472) = 5.38, p < .001, d = 0.25 [0.16, 0.34]$
- Kein signifikanter Unterschied im Lernzuwachs (0.01  $[-0.08, 0.12]$  Logits) zwischen den Mechanikkonzepten
  - $t(817) = 0.30, p = .761, d = 0.02 [-0.12, 0.16]$