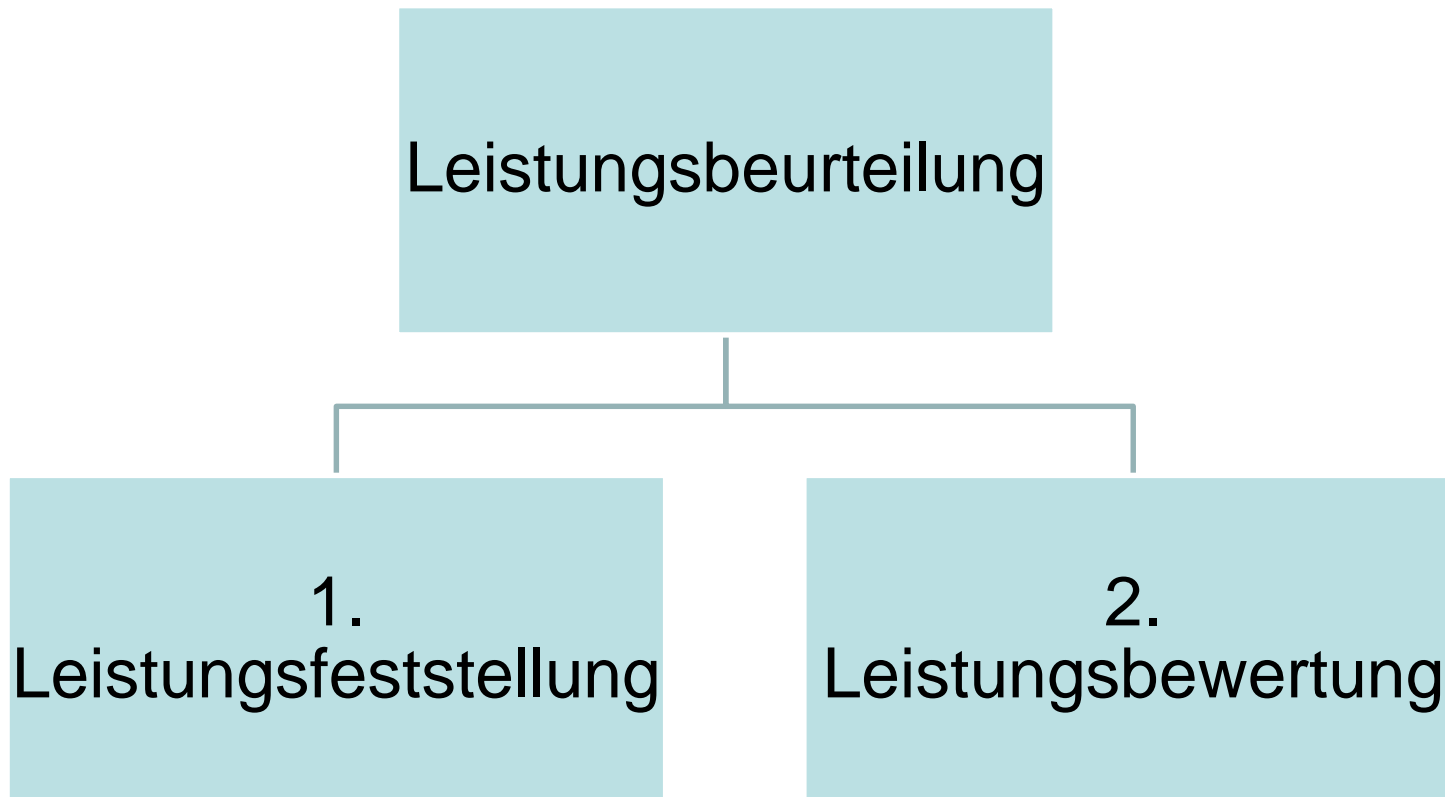


BEGRIFFSHIERARCHIE



Leistungsbeurteilung

- dient dem Erfassen von Lernwirkungen des geplanten Unterrichts
[vgl. Arnold & Lindner-Müller 2009: 323f]
- informiert darüber, auf welchen Teilgebieten die Schüler:innen die Lehrziele erreicht haben und auf welchen Teilgebieten noch ergänzender Unterricht nötig ist [vgl. LBVO §1 Abs. 2]

1. Leistungsfeststellung

Messung liefert Informationen über den Wissens- und Kenntnisstand der Schüler:innen (Prüfung, Test, Hausübung, Versuchsprotokoll, Referat, ...)

2. Leistungsbewertung

- a. Vorgang des Bewertens und der Gewichtung der gemessenen Leistung
- b. evaluiert das Ergebnis der Leistungsfeststellung nach vorgegebenen Kriterien, um daraus Konsequenzen zu ziehen (= Umsetzung der Messung in Noten)

Leistungsfeststellung zielt auf Prozesse *während* des Lernens im Unterricht ab, um diese positiv beeinflussen zu können
=> zweiter Teil des Vortrags

(punktuelle) Leistungsbewertung erfasst bilanzierend Lernergebnisse *nach* den Lern- und Unterrichtseinheiten

- Es werden unterschiedliche Daten in unterschiedlichen Phasen des Unterrichts erhoben.
- Die Funktionen der beiden Instrumente sind unterschiedlich.

1. pädagogische Funktionen

- Steuerung des Lehr-Lern-Geschehens (Signalfunktion)
- Feedback für Lernende und Lehrende
 - bestmögliche Förderung der Lernprozesse aller Schüler:innen

2. gesellschaftliche Funktionen

- Klassifizierung
- Allokation
- Selektion
- Berichtsfunktion

3. personenbezogene (individuelle) Funktionen

- Beeinflussung der Einstellung zur Schule
 - Wirkung auf das Selbstkonzept der Schüler:innen und auf die Vorstellung der eigenen Leistungsmöglichkeiten

Grundlage:

Schulische Leistungen sind ohne Bezugsnorm nicht aussagekräftig.

Individualnorm	Sachnorm	Sozialnorm
<ul style="list-style-type: none">• individueller Leistungszuwachs über einen bestimmten Zeitraum• Rückmeldung für Schüler:innen über den persönlichen Lernstand• kein direkter Vergleich mit anderen	<ul style="list-style-type: none">• kriteriumsorientiert (Lernziele)• Schüler:innen haben entsprechend der Notendefinition Anforderungen (nicht) erfüllt	<ul style="list-style-type: none">• Leistungen im Rahmen einer Referenzgruppe• Rangordnung in einer zufälligen Gruppe

These: Die Heranziehung der lehrzielbezogenen Norm (Sachnorm) ist – v. a. wenn diese für individuelle Rückmeldungen um die individuelle Norm ergänzt wird – in der erziehungswissenschaftlichen Literatur unumstritten.

Sie ist die **vorzugswürdige Norm**

- im Interesse der **Lehr-/Lern-Steuerung**,
- unter dem Aspekt der **Beurteilungsgerechtigkeit**,
- mit Blick auf die **Berichtsfunktion** von Noten und Zeugnissen und
- unter dem Gesichtspunkt der Hinführung der Schüler:innen zur **sachlich begründeten Selbsteinschätzung**.

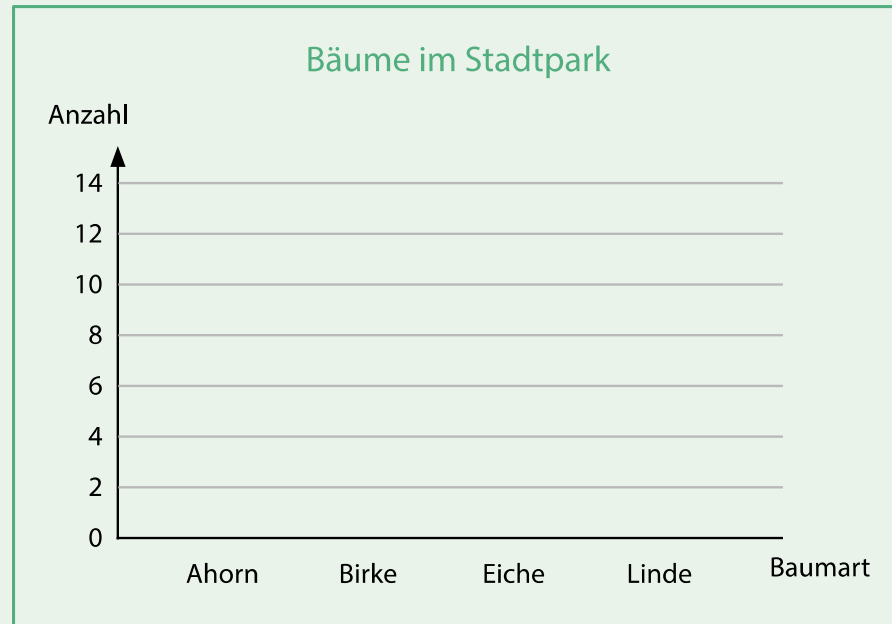
FORMATIVE UND SUMMATIVE BEURTEILUNG VON SCHÜLER:INNENLEISTUNGEN

Leistungsbeurteilung hat gemäß der LBVO

- sowohl eine **lernförderliche formative**
- als auch eine **ergebnisorientierte summative Funktion**. [Schmidinger, Hofmann & Stern 2015: 59]

In einem kleinen Stadtpark kommen vor allem die Baumarten Ahorn, Birke, Eiche und Linde vor. Die Tabelle zeigt die Anzahl der Bäume. Vervollständige das Diagramm durch Einzeichnen von senkrechten Balken so, dass es zur Tabelle passt.

Baumart	Anzahl
Ahorn	8
Birke	12
Eiche	4
Linde	8



Beispiel für lernförderliche, differenzierte Aufgabenstellung (formative Funktion)

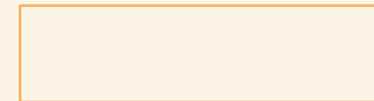
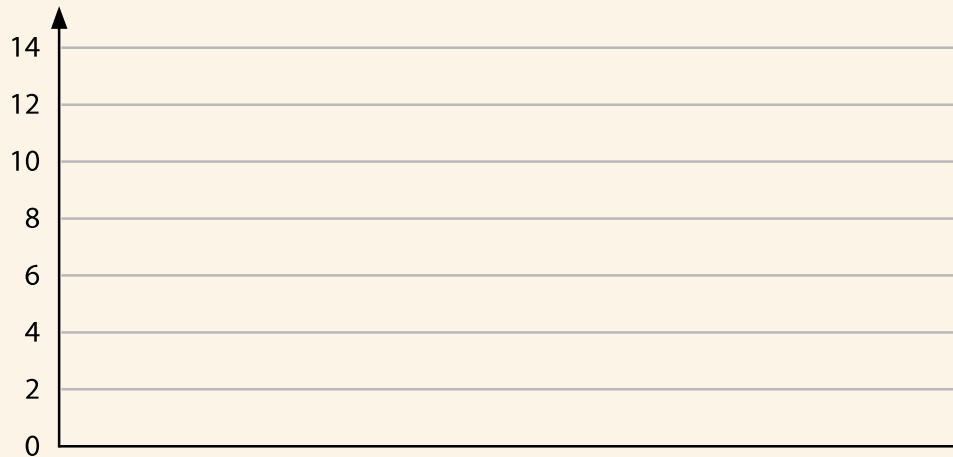
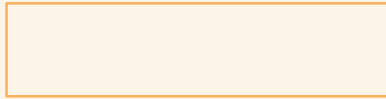
Schwierigkeitsgestuftes Aufgabenset – **Paket A** [Benischek, Hauer-Typelt, Sattlberger & Steinlechner 2023: 164]

BEISPIEL ZUR FORMATIVEN FUNKTION 2

Im Park wurden die Bäume gezählt: 10 Ahornbäume, 6 Birken, 12 Eichen und 4 Linden.

Stelle das Ergebnis der Zählung im Diagramm dar.

Beschrifte die Achsen und zeichne passende senkrechte Balken ein.



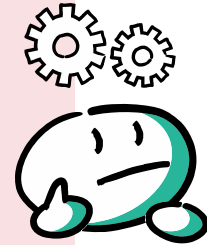
Schwierigkeitsgestuftes Aufgabenset – **Paket B** [Benischek, Hauer-Typelt, Sattlberger & Steinlechner 2023: 166]

BEISPIEL ZUR FORMATIVEN FUNKTION 3

In einer Parkanlage kommen hauptsächlich die Baumarten Ahorn, Birke, Eiche und Linde vor. Eine Zählung ergab folgenden Baumbestand:
27 Ahornbäume, 68 Birken,
51 Eichen und 79 Linden

Stelle den Baumbestand in einem Balkendiagramm dar. Beschrifte und skaliere die Achsen passend.

Welcher Diagrammtitel passt?



Schwierigkeitsgestuftes Aufgabenset – **Paket C** [Benischek, Hauer-Typelt, Sattlberger & Steinlechner 2023: 168]

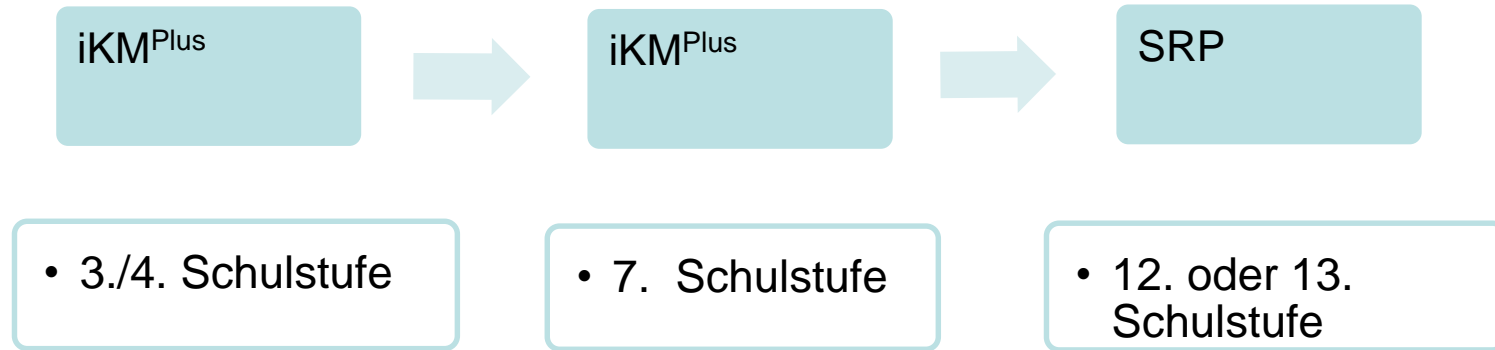
FORMATIVE BEURTEILUNG VON SCHÜLER:INNENLEISTUNGEN

Formative Leistungsbewertung (FLB)



- Grundlage: **Individual- und Kriterialnorm**
- verschiedene Formen der FLB
 - **Planned-for-Interaction Formative Assessment**
 - **standardisierte Testinstrumente** (Curriculum-Embedded Formative Assessment)

ZENTRALE LEISTUNGSBEURTEILUNGEN IM LAUFE EINES „SCHÜLER:INNENLEBENS“



[<https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/ikm-plus/allgemeine-informationen-und-zielsetzung>]

Basismodule für Mathematik ergänzt durch

- **Fokusmodule** erlauben **genaueren Blick** auf einzelne Schülerinnen und Schüler bei auffälligen Ergebnissen in den Basismodulen
- **Orientierungsmodule** auf der 5. und 9. Schulstufe zur Verschaffung eines **Überblicks über den Leistungsstand der Klasse**

INDIVIDUELLE KOMPETENZMESSUNG PLUS (IKM^{PLUS})

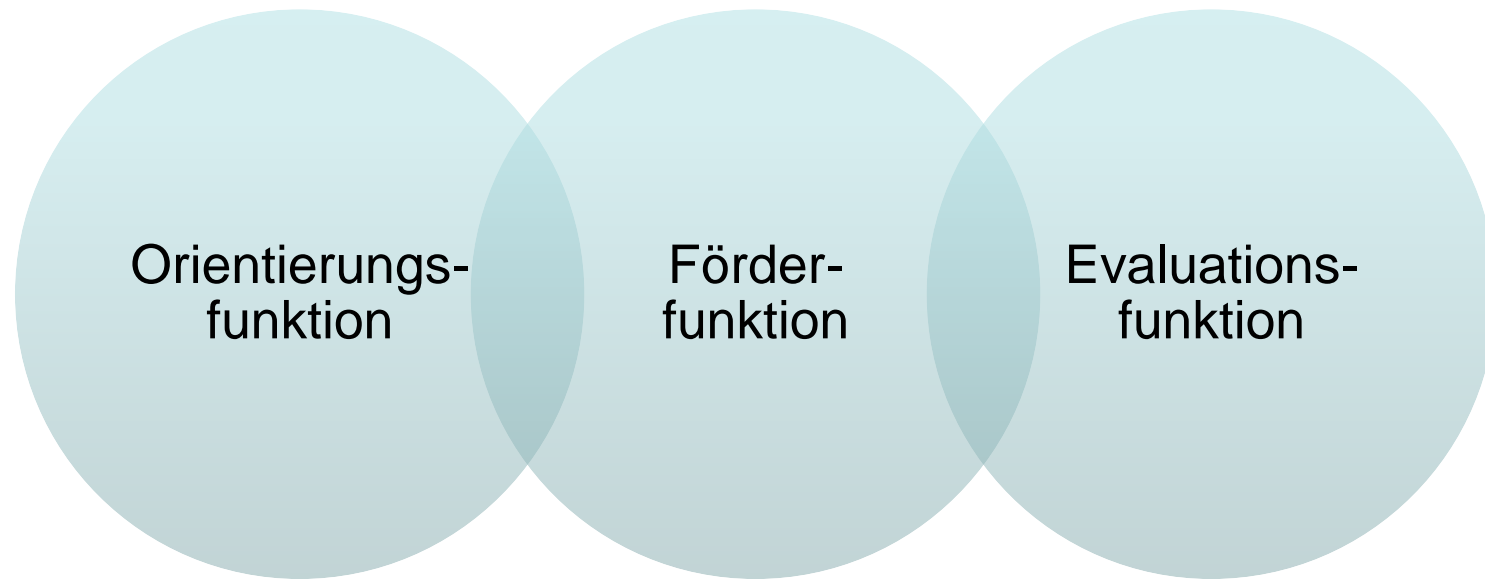
Instrument zur

- Erfassung **fachbezogener** und zur
- Einschätzung **fächerübergreifender** Kompetenzen
von Schüler:innen

[<https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/ikm-plus-sekundarstufe/inhalte>]

- auf Basis der nationalen **Bildungsstandards** (curriculum-embedded)
- Datengrundlagen für
 - pädagogische Arbeit
 - Schulentwicklung
 - **Qualitätsmanagement** und **Bildungsmonitoring**
- Beobachtung **durchschnittlicher Schüler:innenleistungen** im zeitlichen Verlauf
(= Sozialnorm)

INDIVIDUELLE KOMPETENZMESSUNG PLUS (IKM^{PLUS})

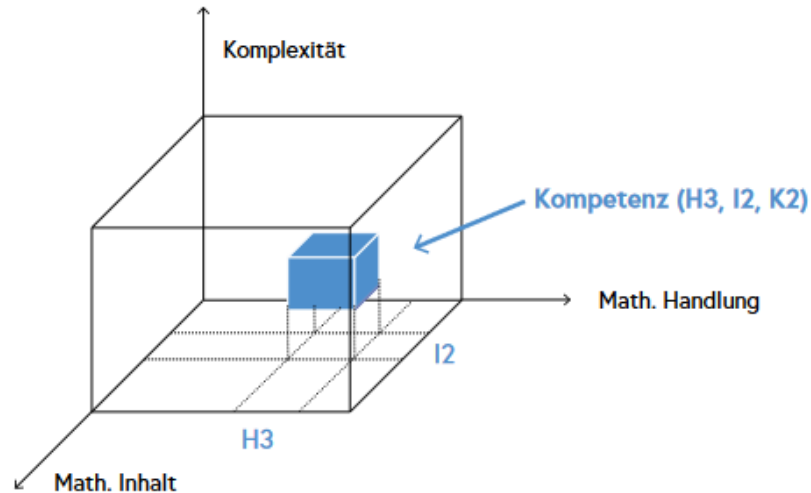


- **Lebensvorbereitung: Mathematik**
 - strukturiert, ordnet und gestaltet die Welt.
 - ist sowohl Erkenntnis- als auch Konstruktionsmittel.
 - ist ein Werkzeug zur Lösung von mathematisch modellierten Problemen.

- **Anschlussfähigkeit** fokussiert auf mathematisches Wissen und Können, das als Grundlage für eine weiterführende mathematische Ausbildung bzw. für die Bewältigung von mathematischen Anforderungen, die über Alltagserfordernisse hinausgehen, hilfreich erscheint.

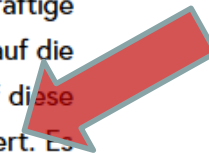
KOMPETENZSTRUKTURMODELL FÜR DIE SEK 1 [IQS 2022: 4f]

		Handlungsbereiche			
		H 1 Darstellen, Modellbilden	H 2 Rechnen, Operieren	H 3 Interpretieren	H 4 Argumentieren, Begründen
Inhaltsbereiche	I 1 Zahlen und Maße				
	I 2 Variable, funktionale Abhängigkeiten				
	I 3 Geometrische Figuren und Körper				
	I 4 Statistische Darstellungen und Kenngrößen				

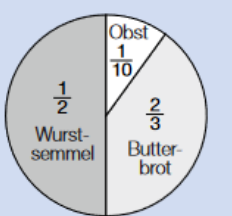
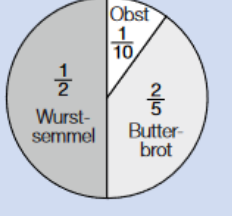






Kompetenzstrukturmodell Mathematik Sekundarstufe 1

Eine objektive Zuordnung von Aufgaben zu einem Komplexitätsbereich gestaltet sich oftmals als schwierig. Zudem erlaubt es der Umfang der iKM^{PLUS} nicht, alle 48 Knotenpunkte mit genügend Aufgaben abzubilden, um weiterhin eine genügend aussagekräftige Rückmeldung für jeden Knotenpunkt zu gewährleisten. Daher wird in der iKM^{PLUS} auf die Komplexitätsdimension verzichtet und auch in der Rückmeldung nicht weiter auf diese Dimension hingewiesen. Das Modell wird um die Komplexitätsdimension reduziert. Es ergibt sich ein vereinfachtes Modell. Es kommen weiterhin Aufgaben zu verschiedenen Komplexitätsbereichen zum Einsatz, diese werden allerdings nicht gesondert berücksichtigt (Schulz, Aichinger & Hartl, 2022).



VIERMAL STATISTISCHE DARSTELLUNGEN UND KENNGRÖßEN [IQS 2022:10]

		Handlungsbereiche			
		H 1 Darstellen, Modellbilden	H 2 Rechnen, Operieren	H 3 Interpretieren	H 4 Argumentieren, Begründen
Inhaltsbereiche	I 1 Zahlen und Maße				
	I 2 Variable, funktionale Abhängigkeiten	Die Abbildung zeigt, was die Kinder einer Klasse zur Jause essen. Welcher Fehler wurde beim Erstellen des Diagramms gemacht?	Die Klasse besuchen insgesamt 20 Kinder. Das Diagramm zeigt, was es heute zur Jause gibt. Wie viele Kinder essen ein Butterbrot?		In einer Klasse mit 20 Kindern wird mithilfe einer Strichliste gezeigt, was die Kinder zur Jause essen. Strichliste: Butterbrot: ### III Wurstsemmel: ### ### Obst: ### ### II Warum eignet sich ein Kreisdiagramm zur Darstellung der Tabelle hier nicht?
	I 3 Geometrische Figuren und Körper				
	I 4 Statistische Darstellungen und Kenngrößen				

$\frac{1}{10}$ der Kinder einer Klasse essen zur Jause Obst, $\frac{2}{5}$ der Kinder ein Butterbrot und die restlichen Kinder eine Wurstsemmel.
Welches Kreisdiagramm stellt diesen Sachverhalt richtig dar?

I4 in Kombination mit allen vier Handlungsbereichen

KONZEPT DER HÖHEREN ALLGEMEINBILDUNG [IDM 2009: 8, Hervorhebung S. G.]

Lebensvorbereitung in einem weiteren Sinn:

„Die **Kommunikation zwischen Expert(inn)en und Lai(inn)en** wird heute als ein zentrales Problem unserer arbeitsteilig organisierten, demokratischen Gesellschaft gesehen: Der **mündige Bürger und die mündige Bürgerin** werden in vielen Situationen des öffentlichen, beruflichen und privaten Lebens Expert(inn)enmeinungen einholen müssen oder werden mit Meinungen von Expert(inn)en konfrontiert, die sie verstehen, bewerten und zu ihrer eigenen Erfahrungswelt in Beziehung setzen müssen, um entsprechende Entscheidungen treffen zu können.“

- Sicherung mathematischer **Grundkompetenzen** als wesentliches **Ziel**
- **Grundkompetenzen** als grundlegende mathematische **Fähigkeiten und Fertigkeiten**
 - für den Unterrichtsgegenstand grundlegend
 - längerfristig verfügbar
 - gesellschaftlich relevant

Sie werden in sogenannten **Teil 1-Aufgaben** abgeprüft. Diese beziehen sich auf **genau eine Grundkompetenz**.

- **Abschlussprüfung**

bildet(e) den als wesentlich erachteten Bereich mathematischer Kompetenzen LBVO-konform ab

- Formulierung von Kompetenzstufen, um Testleistungen inhaltlich vergleichbar zu interpretieren
- bietet eine Orientierungsgrundlage für die Entwicklung und Einstufung von (Lern- und) Prüfungsaufgaben
- theoretisch und empirisch begründeter Erwartungshorizont für die Performanz von Schülerinnen und Schülern

Drei Handlungsaspekte

- Operieren
- Modellieren
- Argumentieren


Vier Stufen [analog zu Meyer 2007]

1. Ausführen einer Handlung durch unreflektiertes Nachvollziehen
2. Ausführen einer Handlung nach Vorgabe
3. Ausführen einer Handlung nach Einsicht
4. Selbstständige Prozesssteuerung

OMA IN DER PRAXIS [Fuchs 2017: 39]

$n = 6$ Gymnasiallehrer:innen: $\kappa_{\text{mit Stufung}} = 0.28$; $\kappa_{\text{ohne Stufung}} = 0.48$

Auswertung der Ratings von Typ-2-Aufgaben der SRPM HT 2016

	Nr.	O1	O2	O3	M1	M2	M3	A1	A2	A3
Intercity-Express (ICE)	1a ₁	xxxxx	x					x		
	1a ₂				xx			xxxxx		
	1b ₁	xx	x		xx				xx	
	1b ₂	xxxx	xxx							
ZAMG-Wetterballon	2a ₁	xxxxxx	x							
	2a ₂					xx		xxxx	x	
	2b ₁					xx		xxxxx		
	2b ₂	xxxxx	x			x				
	2c ₁				x	xxxx	xx			
	2c ₂	xxxxxx	x							
Einkommensteuer	3a ₁	xx	xx		xx	x				
	3a ₂					xxxxxxx				
	3b ₁	x	xx	x	xxx					
	3b ₂					xx			xxxx	x
	3c ₁							xx	x	xxxx
	3c ₂							xx	x	xxxx
	3d ₁						xxx	x		xxx
	3d ₂						xxxxxx	x		
Würfel mit unterschiedlichen Zahlen	4a ₁	xxxx			xx			x		
	4a ₂		xxxx			xx			x	
	4b ₁	xx	xx	xx		x				
	4b ₂		xx			xx	xxx			
	4c ₁	xxx	xx		xx					
	4c ₂	xxx	xxx			x				

Aufgabe 1

Intercity-Express (ICE)

Als ICE werden verschiedene Baureihen von Hochgeschwindigkeitszügen der Deutschen Bahn bezeichnet. Mit einer Höchstgeschwindigkeit von bis zu 330 km/h (rund 91,7 m/s) handelt es sich dabei um die schnellsten Züge Deutschlands. Sie sind ca. 200 Meter lang und ca. 400 Tonnen schwer und bestehen aus jeweils acht Wagen. Im Rahmen von Zulassungsfahrten müssen Beschleunigungs- und Brems tests absolviert werden. Ergebnisse dieser Tests können grafisch dargestellt werden.

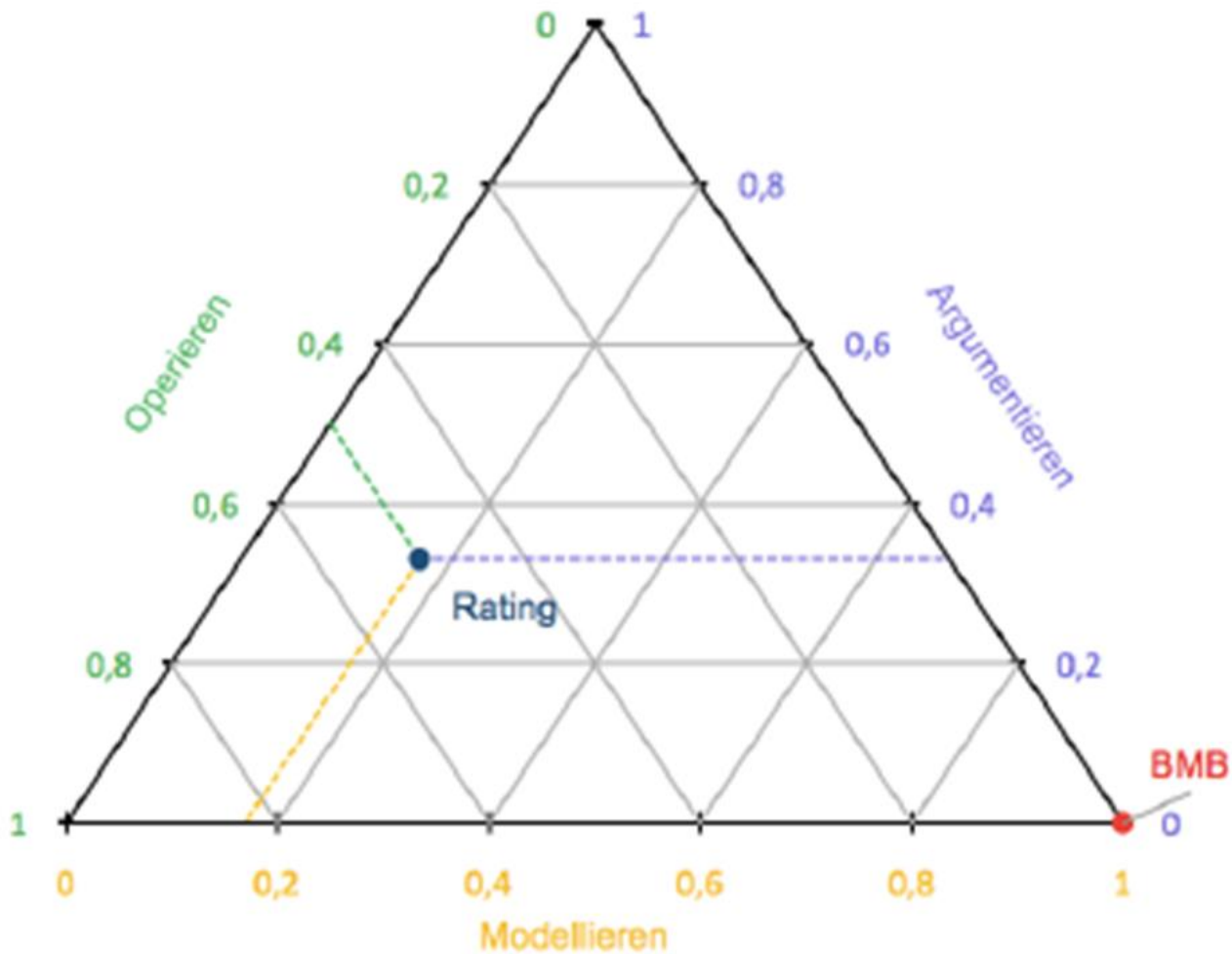
Aufgabenstellung 1b₁:

Bei einem Brems test werden Daten aufgezeichnet. Diesen Daten kann man für den zurückgelegten Weg $s(t)$ entnehmen: $s(t) = 70 \cdot t - 0,25 \cdot t^2$ mit t in Sekunden und $s(t)$ in Metern ab Bremsbeginn.

Geben Sie die Zeit-Geschwindigkeit-Funktion v_2 für den Brems test in Form von $v_2(t) = k \cdot t + d$ an und deuten Sie die auftretenden Parameter k und d im gegebenen Kontext!

Lösungshäufigkeit 0.53

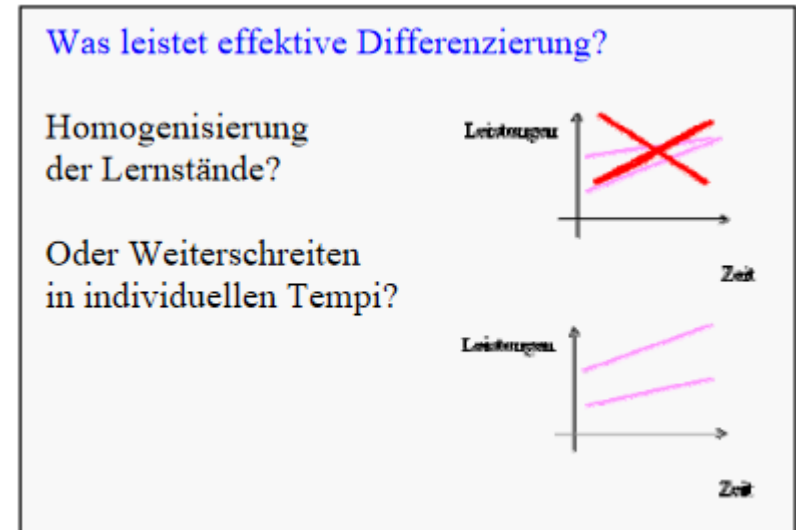
KOMPETENZDREIECK [Fuchs 2017: 47]



Begriffsklärungen und Beispiele

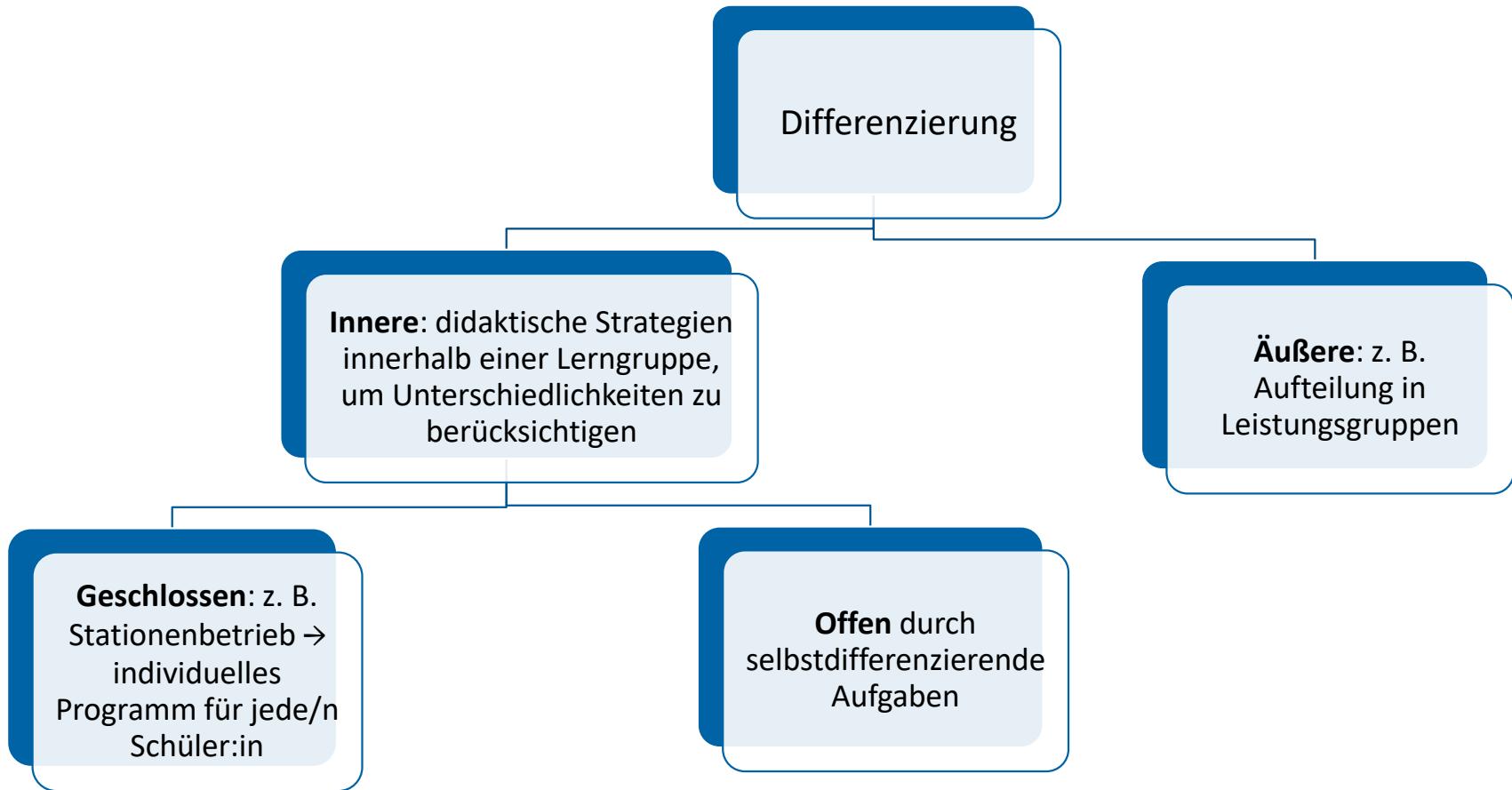
DIFFERENZIEREN IM MATHEMATIKUNTERRICHT

- unterrichtlichen **Strategien**, die darauf ausgelegt sind, der **Unterschiedlichkeit** der Lernenden durch geeignete Lernarrangements **gerecht zu werden**
- **Optimale Förderung** aller Schüler:innen auf deren **individuellen Niveaus**
 - Differenzierung hat also nicht zum Ziel, aus einer heterogenen Gruppe eine möglichst homogene Gruppe zu machen, sondern allen Jugendlichen die Möglichkeit zu eröffnen, sich ihren Voraussetzungen entsprechend bestmöglich zu entwickeln [Bruder & Reibold 2012: Abschnitt 2]. Dies ist selbstredend eine **enorm hohe Anforderung an Unterricht und kann die**
 - „**Leistungsschere weiter auseinanderklaffen**“ [Hußmann & Prediger 2007: 2] **lassen.**



<http://www.mathematik.tu-dortmund.de/~prediger/veroeff/07-PM-H17-Hussmann-Prediger-Differenzieren-Webfassung.pdf>

INDIVIDUELLE ANREGUNGEN IM MATHEMATIKUNTERRICHT



Eine Kombination beider Herangehensweisen der inneren Differenzierung kann abhängig von der jeweiligen Lernsituation sinnvoll sein. [Hußmann & Prediger 2007: 2]

SCHWIERIGKEITSGENERIERENDE MERKMALE FÜR GESCHLOSSENE DIFFERENZIERUNG [Drüke-Noe 2018]

- **Art der kognitiven Aktivitäten:** z. B. Explorieren, Muster und Zusammenhänge entdecken, formulieren, verallgemeinern, begründen, argumentieren
- **technische Kompliziertheit** der Ausführung des Lösungsplanes: Wie groß und technisch kompliziert ist der Rechenaufwand (z. B. Größe der Nenner)?
- **Komplexitätsgrad:** Wie übersichtlich ist die Situation und wie vielschrittig der Lösungsweg?
- **Sprachliche Komplexität** der Aufgabenstellung: Welche Hürden im Textverständnis müssen überwunden werden?
- **Grad der Formalisierung** der Aufgabenstellung und der geforderten Lösung: Erfordert die Aufgabe formale Schreibweisen? Wie vertraut sind diese?
- **Vorstrukturiertheit bzw. Offenheit der Lösung:** Inwieweit ist durch die Enge der Aufgabenstellung bereits alle Vorstrukturierungsarbeit geleistet?
- **Bekanntheitsgrad der Mittel:** abhängig von Positionierung im Lernprozess

- hoher Arbeitsaufwand der Lehrkraft beim Erstellen der Aufgaben ist limitierender Faktor
- + Möglichkeit, klare Erwartungshorizonte festzusetzen [Prediger 2008]

BEISPIEL 1

Explorieren, Muster erkennen, Verallgemeinern: Möglichst viele Stammbrüche finden, deren Summe wieder ein Stammbruch ist.

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{5} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

Lehrplan Sek 1: Problemlösen meint das Bearbeiten innermathematischer Aufgabenstellungen, die für Schülerinnen und Schüler keine Routineaufgaben sind, insbesondere, wenn ihnen (noch) kein passendes Lösungsverfahren bekannt ist.

Handlungsbereich Darstellen, Modellbilden

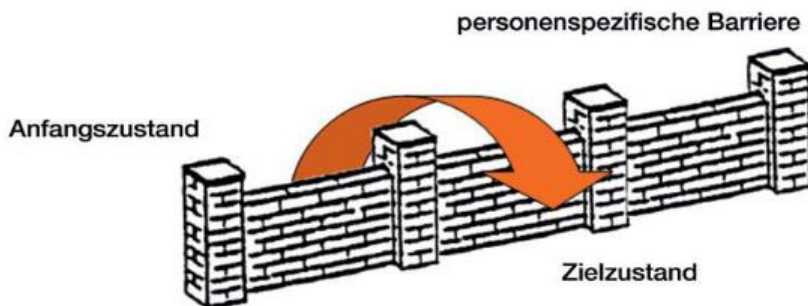
Inhaltsbereiche

- Zahlen und Maße
- Variable, funktionale Abhängigkeiten

PROBLEMLÖSEAUFGABE: EVENTUELL INDIVIDUELLE VORAUSSETZUNGEN

[Bruder & Collet 2011: 11]

Existenz einer „Barriere“



<https://epub.jku.at/obvulihs/content/titleinfo/2751436/full.pdf>

- i. If the sum of two numbers is 12 and their product is 4, find the sum of their reciprocals.
- ii. Ein Mann geht Äpfel pflücken. Um in die Stadt zu kommen, muss er sieben Tore passieren. An jedem Tor steht ein Wächter und verlangt von ihm die Hälfte seiner Äpfel und einen Apfel mehr. Am Schluss bleibt dem Mann ein Apfel übrig. Wie viele hatte er zu Beginn?

i. $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{x+y}{x \cdot y} = \frac{12}{4} = 3$ statt $\begin{matrix} x + y = 12 \\ x \cdot y = 4 \end{matrix}$

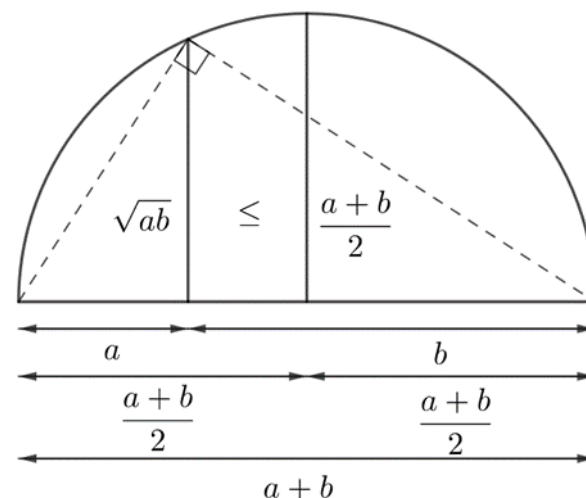
ii. Rückwärtsarbeiten

BEISPIEL 2

Grad der Formalisierung:

Mittelungleichung $\sqrt{x \cdot y} \leq \frac{x+y}{2}$ für alle x, y
algebraisch oder geometrisch begründen

$$\begin{aligned}\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 - xy &= \frac{1}{4}(x^2 + 2xy + y^2) - xy \\ &= \frac{1}{4}(x^2 - 2xy + y^2) \\ &= \left(\frac{x-y}{2}\right)^2.\end{aligned}$$



Von Kmhkmh - Eigenes Werk, CC-BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83943038>

Lehrplan Sek 1: Begründen meint das Anführen von Argumenten bzw. das Bilden von Argumentationsketten, um eine Vermutung bzw. Behauptung zu bestätigen oder zu widerlegen.

Handlungsbereich Argumentieren, Begründen

Inhaltsbereiche

- Variable, funktionale Abhängigkeiten
- Geometrische Figuren und Körper

BEISPIEL 3: SPRACHLICHE KOMPLEXITÄT [Plath 2020: 249]

Kontextuelle Komplexität

Linguistische Komplexität

hohe linguistische Komplexität	<p>Bei einem Spendenlauf der Santander Bank nehmen 4000 Schüler, für die jeweils ein Betrag von 10 Euro gespendet wird, und 1200 Erwachsene, für die jeweils 5 Euro gespendet werden, teil. Die Teilnahmegebühr, welche zur Hälfte für die Verpflegung der Teilnehmer verwendet und zur anderen Hälfte ebenfalls in die Spendensumme einfließt, beträgt für Schüler 6 Euro und für Erwachsene 12 Euro.</p> <p>Wie hoch sind die diesjährigen Spenden? Notiere deinen Weg zur Lösung.</p>	<p>Kilometer für den guten Zweck 04.05.2015, Westdeutsche Zeitung</p> <p>Beim Spendenlauf, welcher von der Santander Consumer Bank und der Stadt Mönchengladbach organisiert wird, nimmt auch Joey Kelly teil. Joey, der ehemals Musiker war und jetzt Extremsportler ist, gerät richtig ins Schwärmen und sagt: „Ich habe schon an vielen Läufen teilgenommen, aber der Spendenlauf in Mönchengladbach ist nicht nur einer der größten in Deutschland, sondern einer der bestorganisierten in Europa, sodass ich es kaum erwarten kann.“</p> <p>Joey Kelly, der schon in den vergangenen Jahren das Aushängeschild des Laufs war, wird am Sonntag, den 14. Juni, nicht nur Medaillen an die besten Läufer verteilen, sondern auch selbst die Laufschuhe schnüren, um mit 4000 sportbegeisterten Schülern sowie 1200 erwachsenen Läufern die Stadt unsicher zu machen.</p> <p>Während Grundschüler 1,3 Kilometer laufen, können auch Strecken von 5 Kilometern oder 10 Kilometern absolviert werden. Nach dem Start der Grundschüler um 10:30 Uhr, ertönt der Startschuss für</p> <p>den Jedermann-Lauf über fünf Kilometer und den Hauptlauf, welcher von Oberbürgermeister und Schirmherr Hans Wilhelm Reiners abgegeben wird, erst nachmittags. Start- und Zielpunkt ist die Santander Bank am gleichnamigen Platz.</p> <p>Abgerissen werden die Kilometer jedoch nicht nur für eine persönliche Bestzeit, vielmehr beträgt der Spendenbetrag, den die Santander Bank, einem guten Zweck widmet, pro teilnehmendem Schüler 10 Euro und für jeden anderen Teilnehmer 5 Euro. Die Teilnahmegebühr, welche zur Hälfte für die Verpflegung der Teilnehmer verwendet wird und zur anderen Hälfte ebenfalls in die Spendensumme einfließt, beträgt für Erwachsene 12 Euro und für Schüler 6 Euro. Im vergangenen Jahr, als 4800 Schüler mitliefen, kamen so über 60.000 Euro zusammen.</p> <p>Auch das Rahmenprogramm abseits der Strecke, bestehend aus einer Hüpfburg, Kinderschminken sowie zahlreichen Verkaufsständen mit verschiedenen Leckereien, lockt viele Besucher an.</p> <p>Wie hoch sind die diesjährigen Spenden? Notiere deinen Weg zur Lösung.</p>
niedrige linguistische Komplexität	<p>Die Santander Bank veranstaltet einen Spendenlauf für einen guten Zweck. Sie spendet für jeden der 4000 teilnehmenden Schüler 10 Euro. Für jeden der 1200 teilnehmenden Erwachsenen spendet sie 5 Euro. Schüler zahlen für die Teilnahme 6 Euro. Erwachsene zahlen 12 Euro. Die Hälfte dieser Gelder wird für die Verpflegung der Läufer verwendet. Den Rest spendet die Santander Bank ebenfalls.</p> <p>Wie hoch sind die diesjährigen Spenden? Notiere deinen Weg zur Lösung.</p>	<p>Kilometer für den guten Zweck 04.05.2015, Westdeutsche Zeitung</p> <p>Der Spendenlauf in Mönchengladbach wird von der Santander Consumer Bank und der Stadt organisiert. An dem Lauf nimmt auch Joey Kelly teil. Der ehemalige Musiker ist inzwischen Extremsportler. Er gerät richtig ins Schwärmen und sagt: „Ich habe schon an vielen Läufen teilgenommen. Der Spendenlauf in Mönchengladbach ist nicht nur einer der größten in Deutschland. Er ist auch einer der bestorganisierten in Europa. Ich kann es kaum erwarten.“</p> <p>Wie schon in den vergangenen Jahren ist er das Aushängeschild des Santander-Spendenlaufs. Am Sonntag, den 14. Juni, wird Joey Kelly die Medaillen an die besten Läufer verteilen. Außerdem wird er selber teilnehmen. Mit ihm laufen 4000 sportbegeisterte Schüler und 1200 erwachsene Läufer.</p> <p>Insgesamt können die Läufer drei verschiedene Strecken absolvieren. Die Grundschüler laufen 1,3 Kilometer. Alle anderen können 5 oder 10 Kilometer laufen. Die Grundschüler starten ihren Lauf um 10:30 Uhr. Der Jedermann-Lauf über 5 Kilometer und der 10-Kilometer Hauptlauf starten erst nachmittags.</p> <p>Oberbürgermeister Hans Wilhelm Reiners gibt hierbei das Zeichen für den Start. Er ist zusätzlich Schirmherr des Spendenlaufs. Alle Läufer starten und enden an der Santander Bank am gleichnamigen Platz. Die Läufer laufen jedoch nicht nur für eine persönliche Bestzeit. Die Santander Bank spendet pro Schüler 10 Euro für einen guten Zweck. Für jeden anderen Teilnehmer spendet sie 5 Euro. Erwachsene zahlen für die Teilnahme 12 Euro. Schüler zahlen 6 Euro. Die Hälfte dieser Gelder wird für die Verpflegung der Läufer verwendet. Den Rest spendet die Santander Bank ebenfalls. Im vergangenen Jahr liefen 4800 Schüler bei dem Lauf mit. Es kamen über 60.000 Euro Spenden zusammen.</p> <p>Auch abseits der Strecke wird den Zuschauern viel geboten. Zahlreiche Stände verkaufen verschiedene Leckereien, schminken Kinder und bieten eine Hüpfburg an.</p> <p>Wie hoch sind die diesjährigen Spenden? Notiere deinen Weg zur Lösung.</p>
	<i>niedrige situationale Komplexität (Textaufgaben)</i>	<i>hohe situationale Komplexität (Zeitungsartikelaufgaben)</i>

SELBSTDIFFERENZIERENDE AUFGABEN FÜR OFFENE DIFFERENZIERUNG

Dabei arbeiten die Lernenden **durchgehend an denselben Fragen**, bestimmen dabei **selbst Umfang und Tiefe** der Bearbeitung.

„Die Chance, Mathematik mit Erfahrungen zu verbinden, sollte man [...] nutzen, denn Erkenntnisse, die aus einem enaktiven Erleben erwachsen, bleiben auch nachhaltiger im Gedächtnis.“ [Barzel 2009: 10]

Funktionales Denken

„Füllgraphen werden oft genutzt, um Grundvorstellungen zu funktionalen Zusammenhängen zu erarbeiten und zu festigen. Dabei vernetzen sie räumliche Vorstellungen mit graphischen Darstellungen über funktionale Zusammenhänge. Bei den Aufgaben zu Füllgraphen wird meist [...] implizit vorausgesetzt, dass die im Querschnitt gezeichnet vorgegebenen Gefäße rotationssymmetrisch sind und sich gleichmäßig füllen. Die Füllgeschwindigkeit im Sinne des pro Zeiteinheit hinzukommenden Flüssigkeitsvolumens ist also konstant.“ [Lambert & Hilgers o. J.]

- **Zuordnungsaspekt:** jedem Wert eines Bereiches wird ein bestimmter Wert zugeordnet
- **Kovariationsaspekt:** gemeinsames Änderungsverhalten zweier Werte
- **Objektaspekt:** Operationen wie z. B. den Graphen verschieben

Grundvorstellungen

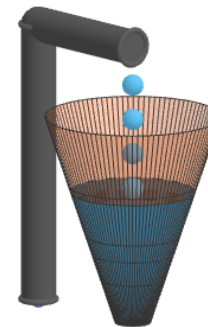
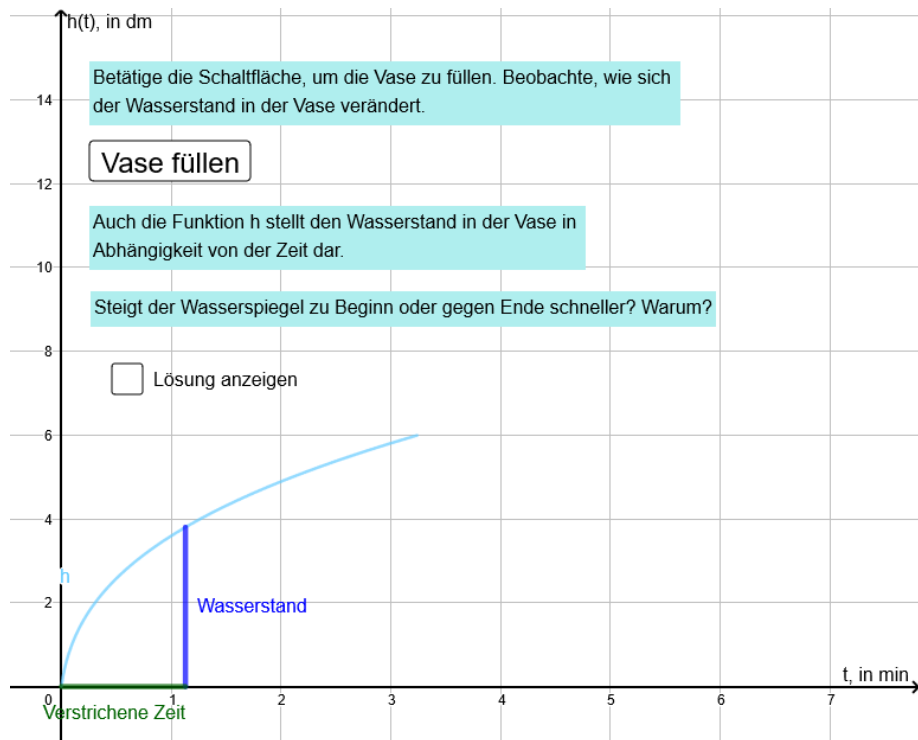
[Barzel 2009: 13]

ERSTELLEN VON FÜLLGRAPHEN BZW. -FUNKTIONEN



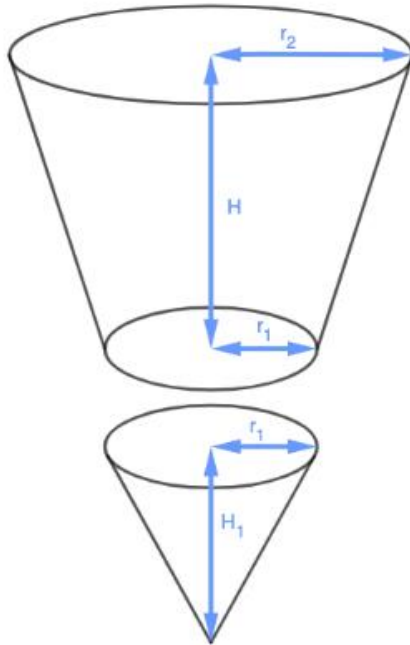
https://www.dzlm.de/files/material/Materialien_020_0.pdf

EIN GEOGEBRA-APPLET [Sergi 2022: 76 ff.]



<https://www.geogebra.org/m/e2crshz5>

1. SCHRITT: HERLEITUNG EINER VOLUMSFORMEL



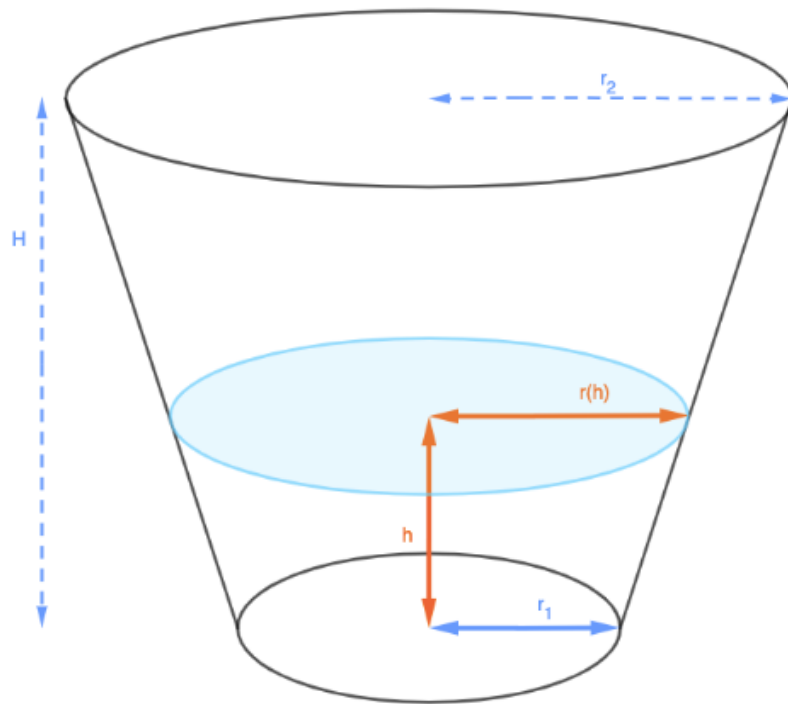
Das Volumen des Kegelstumpfes ergibt sich, wenn vom Volumen eines Kegels, das Volumen eines kleineren Kegels abgezogen wird:

$$V = \frac{r_2^2 \cdot \pi \cdot (H_1 + H)}{3} - \frac{r_1^2 \cdot \pi \cdot H_1}{3}$$

Vereinfacht man diese Differenz und drückt H_1 mit Hilfe des Strahelsatzes durch H , r_1 und r_2 aus, so erhält man:

$$V = \frac{H \cdot \pi}{3} \cdot (r_2^2 + r_1 \cdot r_2 + r_1^2)$$

2. SCHRITT: ÄNDERUNG DES RADIUS DER QUERSCHNITTSFLÄCHE



Der Radius $r(h)$ der blauen Querschnittsfläche wächst linear mit zunehmender Höhe h an. Er kann also durch eine Funktion der Form $r(h) = k \cdot h + d$ beschrieben werden.

Am Boden, also bei der Höhe $h = 0$, ist der Radius $r(h)$ so groß wie der Radius r_1 und somit gilt:
 $r(0) = r_1 = d$.

Außerdem gilt:

$$r(H) = r_2 = k \cdot H + r_1$$

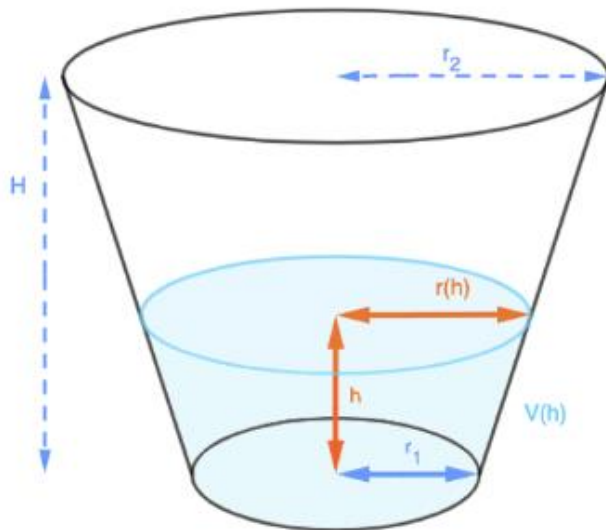
Umformen auf k liefert

$$k = \frac{r_2 - r_1}{H}.$$

Wir erhalten also die lineare Funktion r mit

$$r(h) = \frac{r_2 - r_1}{H} \cdot h + r_1.$$

3. SCHRITT: $V = V(h)$



Um das Volumen $V(h)$ des Wassers im Kegelstumpf in Abhängigkeit von der Füllhöhe h angeben zu können, verwenden wir die oben aufgestellte Formel für das Volumen, setzen jedoch h anstelle der Höhe H ein und $r(h)$ anstelle von r_2 .

Aus $V = \frac{H \cdot \pi}{3} \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2)$ wird also:

$$V(h) = \frac{h \cdot \pi}{3} \cdot \left[r_1^2 + r_1 \cdot \left(\frac{r_2 - r_1}{H} \cdot h + r_1 \right) + \left(\frac{r_2 - r_1}{H} \cdot h + r_1 \right)^2 \right]$$

4. SCHRITT: UMKEHRFUNKTION MIT CAS

1

$$V = \pi \frac{h}{3} \left(r_1^2 + \left(\frac{r_2 - r_1}{H} h + r_1 \right) r_1 + \left(\frac{r_2 - r_1}{H} h + r_1 \right)^2 \right)$$

$$\rightarrow V = \frac{1}{3} h \pi \left(r_1^2 + \left(h \frac{-r_1 + r_2}{H} + r_1 \right)^2 + r_1 \left(h \frac{-r_1 + r_2}{H} + r_1 \right) \right)$$

2

$$\text{Löse} \left(V = \pi \frac{h}{3} \left(r_1^2 + \left(\frac{r_2 - r_1}{H} h + r_1 \right) r_1 + \left(\frac{r_2 - r_1}{H} h + r_1 \right)^2 \right), h \right)$$

$$\rightarrow \left\{ h = \frac{\sqrt[3]{-H^3 r_1^3 \pi^3 + 3 H^2 V r_1 \pi^2 - 3 H^2 V r_2 \pi^2 + H r_1 \pi}}{\underbrace{r_1 \pi - r_2 \pi}} \right\}$$



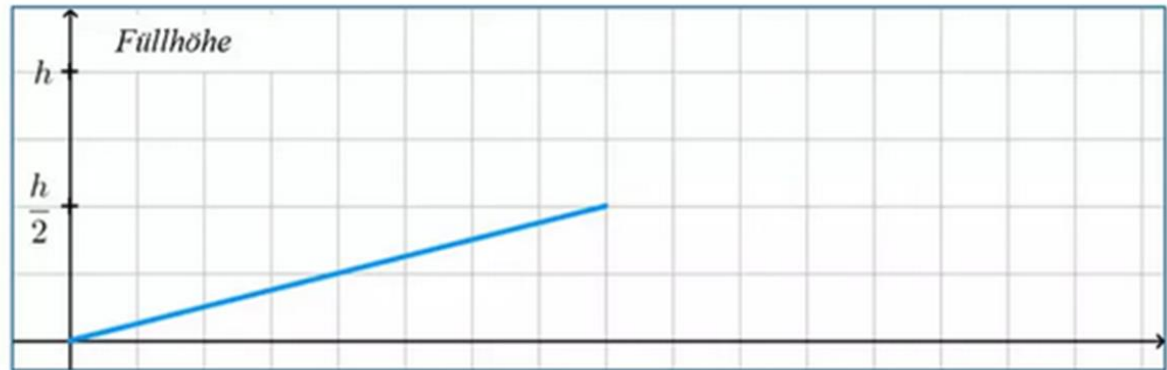
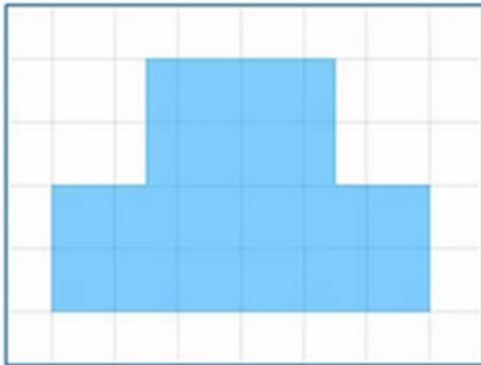
5. SCHRITT: HÄNDISCHE (!) UMFORMUNG

Für $h(V)$ gilt also:

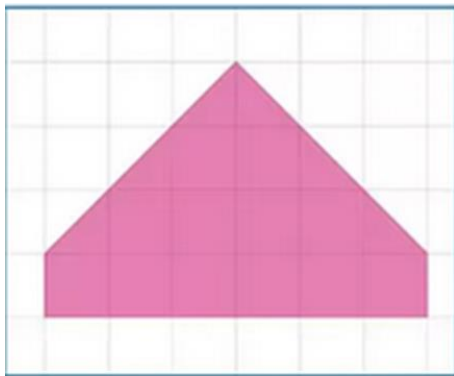
$$\begin{aligned}h(V) &= \frac{\sqrt[3]{-H^3 \cdot r_1^3 \cdot \pi^3 + 3 \cdot H^2 \cdot V \cdot r_1 \cdot \pi^2 - 3 \cdot H^2 \cdot V \cdot r_2 \cdot \pi^2 + H \cdot r_1 \cdot \pi}}{r_1 \cdot \pi - r_2 \cdot \pi} = \\&= \frac{H}{r_1 - r_2} \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{3 \cdot V \cdot (r_1 - r_2)}{\pi \cdot H}} - r_1^3 + r_1 \right) = \\&= \frac{H}{r_1 - r_2} \cdot (-1) \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{3 \cdot V \cdot (r_1 - r_2)}{\pi \cdot H}} - r_1^3 + r_1 \right) \cdot (-1) = \\&= \frac{H}{r_2 - r_1} \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{3 \cdot V \cdot (r_2 - r_1)}{\pi \cdot H}} + r_1^3 - r_1 \right)\end{aligned}$$

$$V = v_f \cdot t$$

MÖGLICHKEITEN DER DIFFERENZIERUNG [Lambert & Hilgers o. J.]



Ein Füllgraph für den unteren Zylinder ist gegeben. Wie geht es weiter? Foto: A. Lambert



Wie sieht der Füllgraph aus, wenn auf dem Zylinder ein dreimal so hoher Kegel ist? Foto: A. Lambert

Zylinder und Kegel haben dasselbe Volumen → Zeitdauer bis zur vollständigen Befüllung

BLÜTENAUFGABEN

Die Blütenaufgabe hat einen in
sich ges
Ein Erw
erstellt
Die erst
Grund-
Der Kor
verschie
betrach
langsam
Eine ko
zwingen
Der Aus
Teilaufg
sein.



Jeansgrößen werden in inch angegeben und nicht in cm.
Du musst wissen: 1 inch entspricht 2,54 cm.

nfang (W) an. Wie viel
ei der Größe W 30?
Ihr Maßband zeigt
et?
eine Tabelle an, um
den. Runde dazu die
n du die Größe in cm
uchst?
Zahl mit einer
s Produkt immer
ll.

Steckbrief_Bluetenaufgaben.pdf

<https://www.blitzrechner.de/jeans/>

RESÜMEE

- Eine Herausforderung stellt sich dabei sofort, die Lernenden dazu zu bringen, ihrem Niveau entsprechend zu arbeiten (etwa bei einer Aufgabentheke nicht immer nur die einfachen Aufgaben auszuwählen).
- + Andererseits kann es natürlich auch passieren, dass leistungsschwache Schüler*innen die Offenheit nützen und sich auch einmal an einer aufwendigeren Aufgabenstellung versuchen.

Drei didaktische Kernelemente für offene Differenzierung [Bruder & Reibold 2012: Abschnitt 2]:

- „Unterstützung der *Selbstregulation* (Zielklarheit und Zielbildung, Selbsteinschätzung),
- Differenzierte *Ausgangsniveausicherung* (Basiswissen und -können wachhalten und entstandene Lücken füllen),
- Differenzierte *kognitive Aktivierung* (bei der Erkenntnisgewinnung und beim Festigen).“

[ebd.: 74 f., Hervorhebung im Original]

für differenzierten Unterricht

AN VORERFAHRUNGEN ANKNÜPFEN

Z. B. zum

- Inhaltsbereich „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“
- Handlungsbereich „Interpretieren“

→ **Diagnostische Fähigkeiten** der Lehrkraft, um

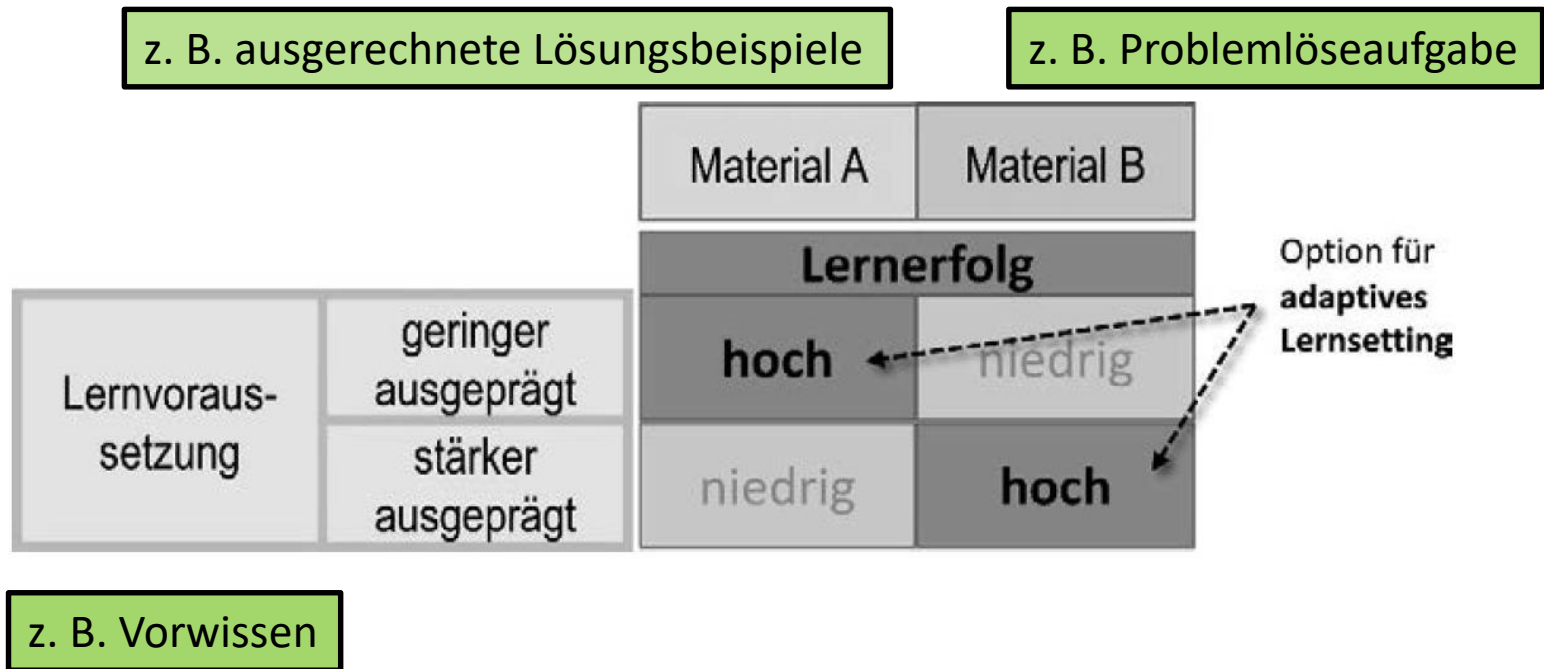
- die **individuellen Lernvoraussetzungen** aufzuspüren und um
- **differenzierende, passende Aufgabenstellungen** zu stellen [Leuders & Prediger 2012]



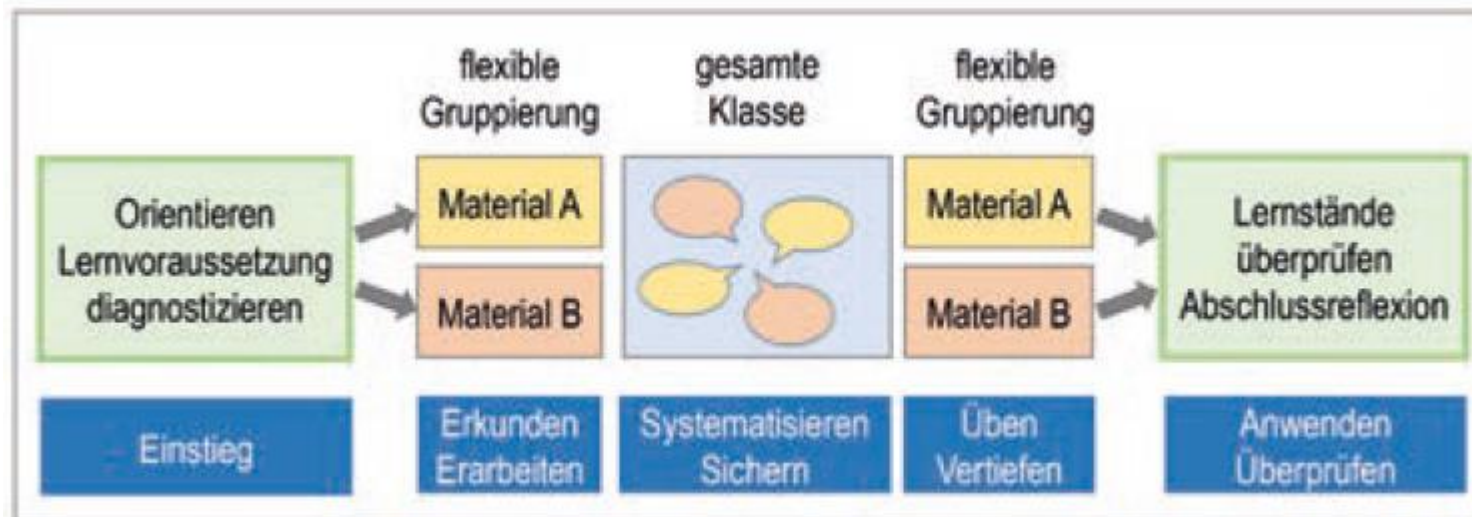
DERSTANDARD online vom 13.04.2022

<https://www.derstandard.at/story/2000134884018/von-40-bis-175-prozent-wie-der-gaspreisanstieg-haushalte-unterschiedlich>

Fähigkeits-Lehrmethoden-Zusammenhang



FLEXIBLES GRUPPIEREN [Friesen, Leuders & Loibl 2022: 13 f.]



1. Was ist das gemeinsame Lernziel der Unterrichtseinheit?
2. Welche Lernvoraussetzung ist für das Erreichen des Lernziels relevant?
 - a) Fachlich
 - b) z. B. Selbstregulation beim offenen, problemorientierten Arbeiten
3. Wie wird die relevante Lernvoraussetzung erfasst?
4. Wie wird das Lernmaterial gestaltet?
5. In welchen Unterrichtsphasen wird flexibel gruppiert?

VORSCHLAG ZUR ERFASSUNG DER SELBSTREGULATION

[Lacher, Künsting, Leuders & Wessel 2022: 46]

Item	Beschreibung
SR1	Das Kind überlegt beim Lesen der Aufgabe, welches Vorgehen (Strategie) ihm beim Lösen helfen könnte.
SR2	Das Kind überlegt sich beim Lesen der Aufgabe, was das Ziel der Aufgabe ist.
SR3	Das Kind überlegt sich während des Bearbeitens der Aufgabe, ob es schon nahe an der Lösung ist.
SR4	Wenn das Kind nicht weiterkommt, wechselt es sein Vorgehen (Strategie).
SR5	Am Ende überprüft das Kind, ob seine Lösung stimmen kann.

1. **Vorwissen** Mathematik: letzte **Zeugnisnote**
2. **Selbstregulation**: Skala mit fünf Items, die die Lehrperson für alle Lernenden einer Klasse beurteilt. Jedes Item wird mit Punkten bewertet:
 - 0 – stimmt gar nicht,
 - 1 – stimmt eher nicht,
 - 2 – stimmt eher,
 - 3 – stimmt vollkommen.

Die Punktzahlen der fünf Items werden addiert.

Verknüpfung: Rangliste → die Rangpunkte addieren → Gesamtrangliste für Klasse → zwei Gruppen

BEISPIEL FÜR DIFFERENZIERENDES LERNMATERIAL

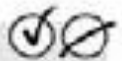
[Lacher, Künsting, Leuders & Wessel 2022: 48]



Wie viele Stücke sollte eine rechteckige Schokolade haben, damit du sie auf möglichst viele verschiedene Anzahlen von Personen gerecht aufteilen kannst?



Überlege dir zuerst ...

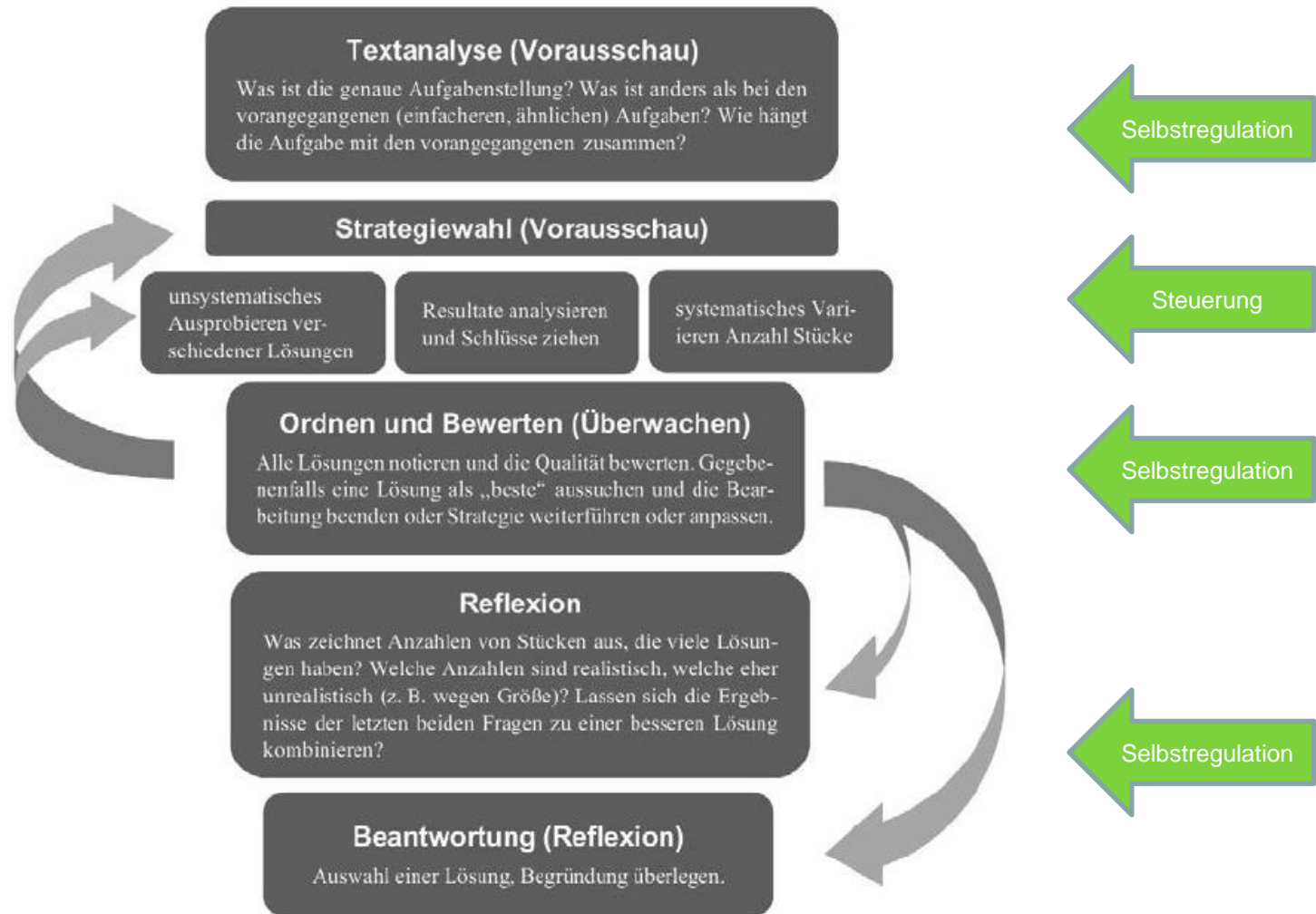


- ... Was ist im Text mit „verschiedene Anzahlen von Personen“ gemeint?
- ... Wie kannst du die Erkenntnisse von 1 A und 1 B in dieser Aufgabe nutzen?
- ... Mache 5 verschiedene Beispiele. Welche davon sind gute Lösungen und wieso?
- ... Verändere die Anzahl Stücke der Schokolade systematisch, z. B. 20, 30, 40 etc. Was stellst du fest?
- ... Stelle eine Vermutung über die Anzahl Stücke auf und überprüfe sie mit verschiedenen Beispielen.



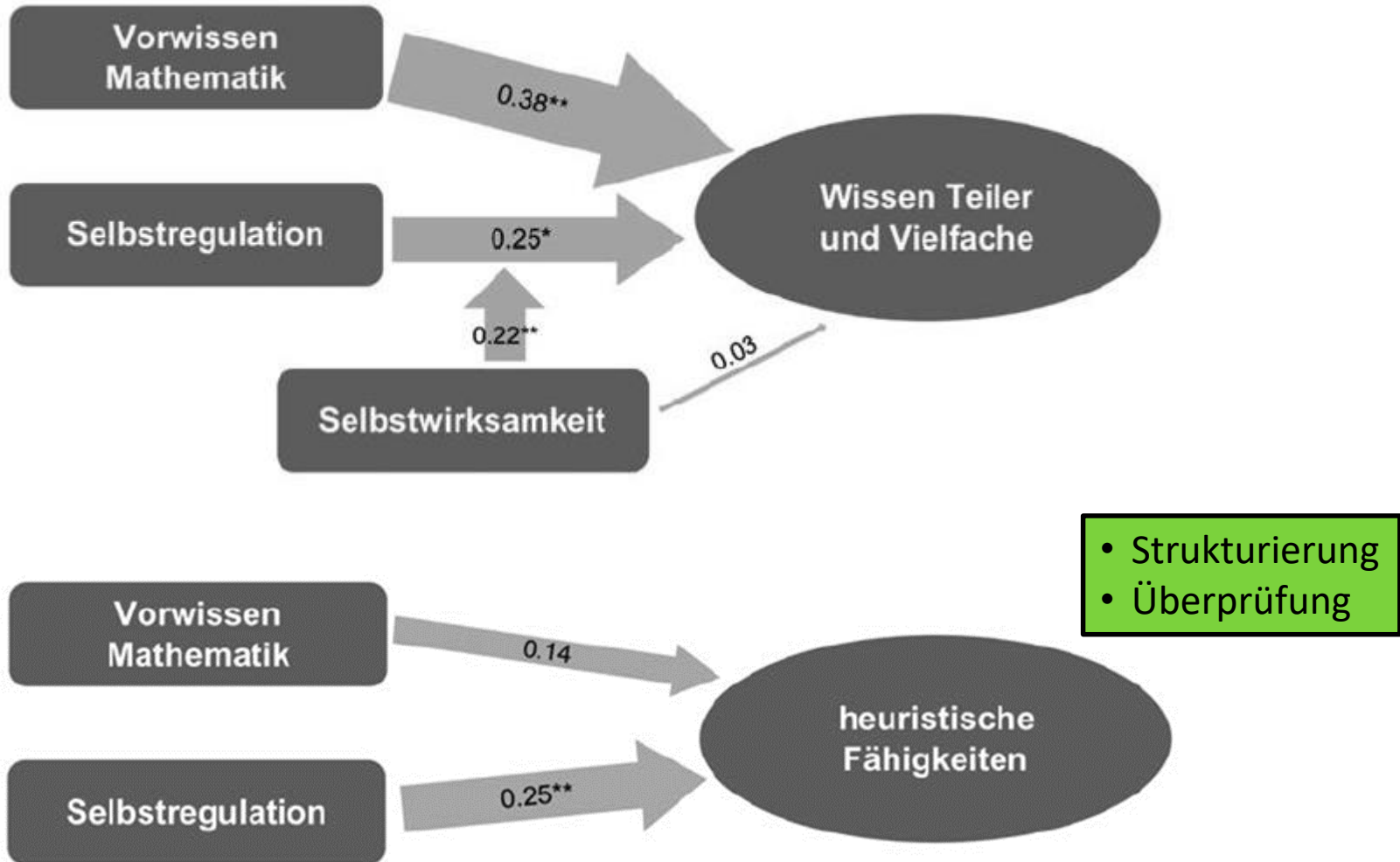
Unterstützungshinweise: Material A (mit) oder B (ohne)

HYPOTHETISCHER LERNVERLAUF [Larcher, Küsting, Leuders & Wessel 2022: 49]



EINFLUSS DER FAKTOREN AUF DIE WISSENS- UND HEURISTISCHE DIMENSION

[Larcher, Künsting, Leuders & Wessel 2022: 45]

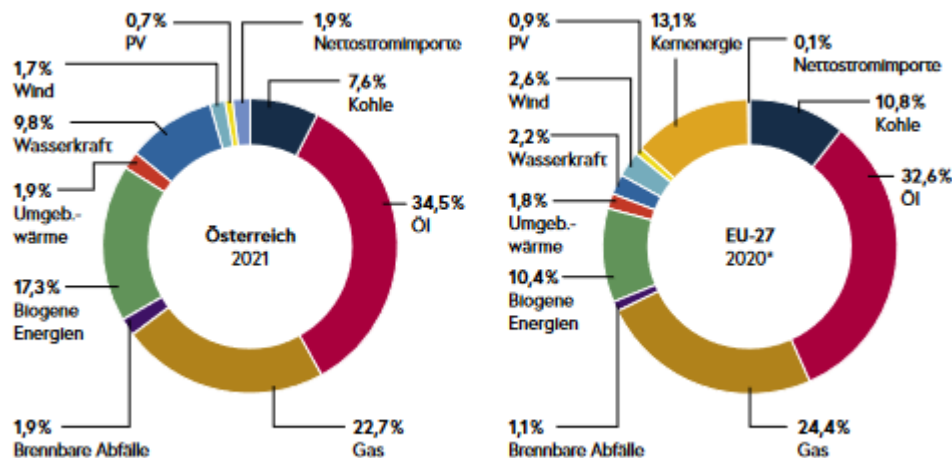


REFLEXION

z. B. Kreisdiagramme etwa eignen sich nicht zur Darstellung von Merkmalen mit vielen Ausprägungen.

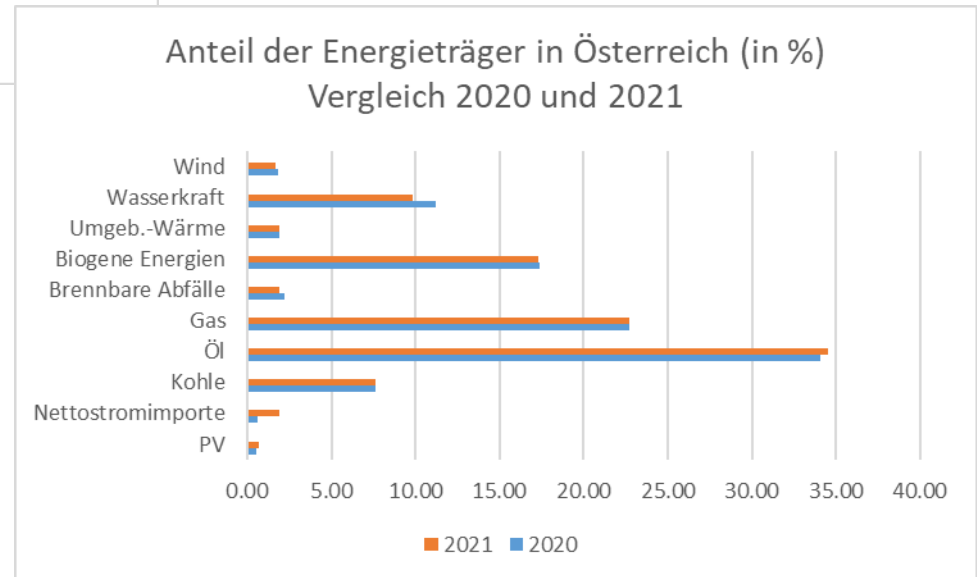
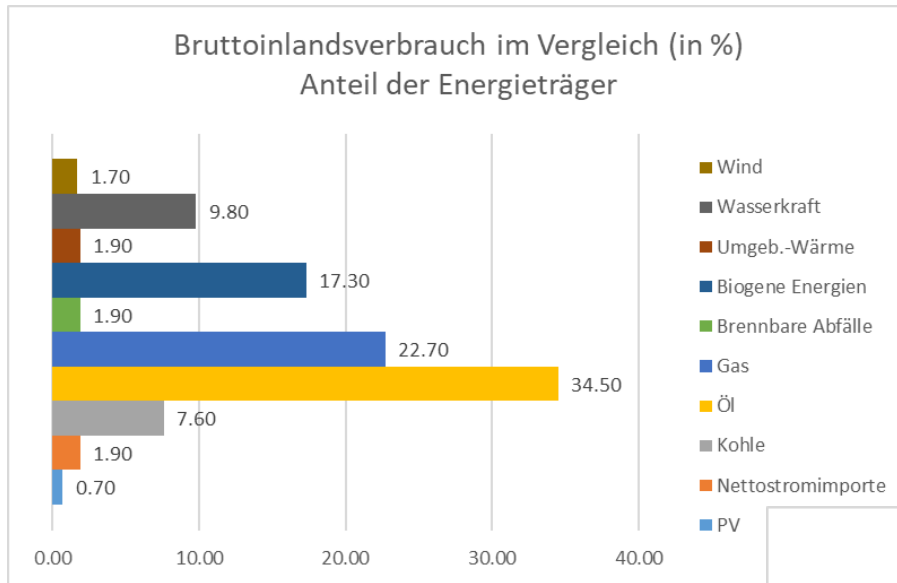
- Inhaltsbereich „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“
- Handlungsbereich „Darstellen, Modellbilden“

Bruttoinlandsverbrauch im Vergleich



<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/zahlen.html>

BALKENDIAGRAMM MIT EXCEL ERSTELLT: „BESSER“?



INHALTSBEREICH „STATISTISCHE DARSTELLUNGEN UND KENNGRÖßEN“: MÖGLICHKEITEN DER DIFFERENZIERUNG

Darstellen kleiner,
vorgegebener
Datenmengen:
„Darstellen,
Modellbilden“

...

Vergleichen
konkurrierender
Diagrammtypen in
komplexen
statistischen
Situationen:
„Argumentieren,
Begründen“

ERKUNDEN NEUER THEMEN

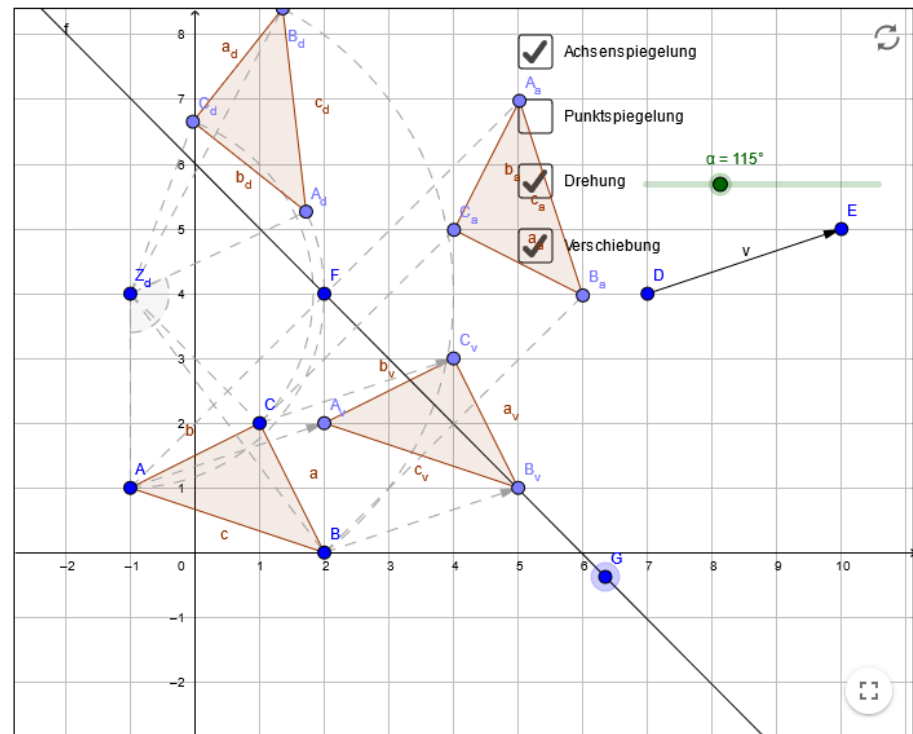
Z. B. geometrische Figuren so zu transformieren, dass sie deckungsgleich bleiben:

- Inhaltsbereich „Geometrische Figuren und Körper“
- Handlungsbereich „Rechnen, Operieren“

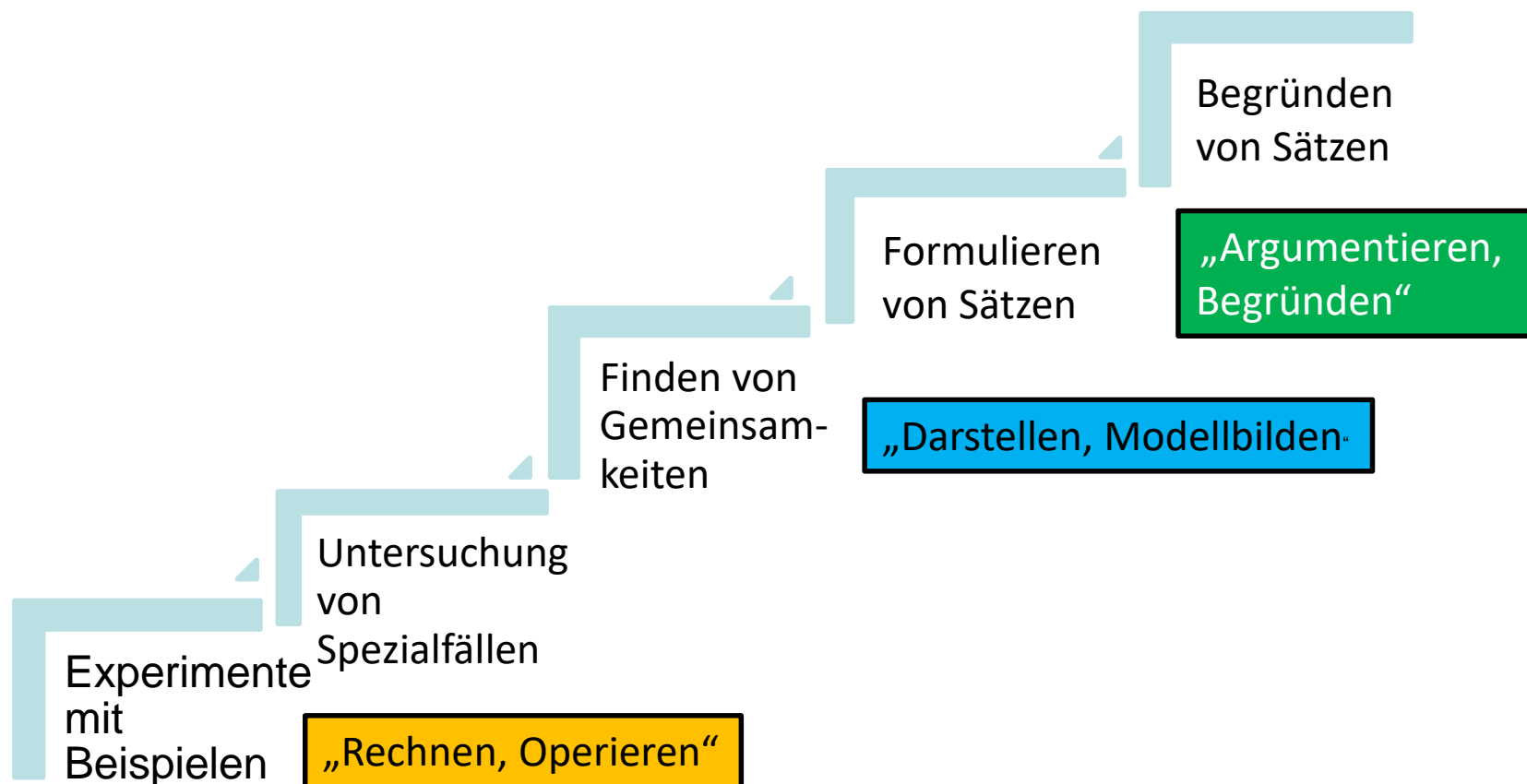
Gestufte Impulse [Hußmann & Prediger 2007] :

- Von „einer Möglichkeit“ zu
- „mehreren“ bis zu
- „allen“

<https://www.geogebra.org/m/gPe7wSut>



TEILBARKEITSREGELN: MÖGLICHKEITEN DER DIFFERENZIERUNG



UNTERSTÜTZUNGSMABNAHMEN, AUFGABENDESIGN UND AUSTAUSCH

[Leuders & Prediger 2012]

- geeignete **Lehrerimpulse**,
- **vorstellungsunterstützende** Materialien
- regelmäßige Aufforderungen zu **Zwischenreflexionen** (Lerntagebücher)

Aufgaben für das Erkunden sollen so gestaltet bzw. ausgewählt werden, dass

- **vielfältige Lösungswege**,
- **alternative Repräsentationen** oder
- **Begründungen** auf **verschiedenen Abstraktionsstufen** möglich sind.

Strategiekonferenzen für den Austausch der verschiedenen Zugänge, Erfahrungen und Resultate

- **Zugänglichkeit für alle** unbedingt notwendig (auch für die leistungsschwächeren Schülerinnen und Schüler muss es möglich sein, den Beiträgen der anderen zu folgen)
- (von der Lehrperson) eine **Zielorientierung**: auf welcher Stufe
 - ✓ welche Strategie,
 - ✓ welcher Inhalt,
 - ✓ welche Begründung etc.

von den Lernenden erworben werden soll

STRATEGIEKONFERENZEN

Sie dienen auch zum Sammeln individueller Ideen und zum Systematisieren von unterschiedlichen Herangehensweisen.

Eine **Gleichung** kann zum Beispiel auf verschiedene Arten **gelöst** werden:

- durch (systematisches) **Probieren**,
- durch Anwenden eines **Lösungsverfahrens**,
- (oder näherungsweise durch Iterieren eines **Approximationskalküls**) („**Variable, funktionale Abhängigkeiten**“ und „**Rechnen, Operieren**“).

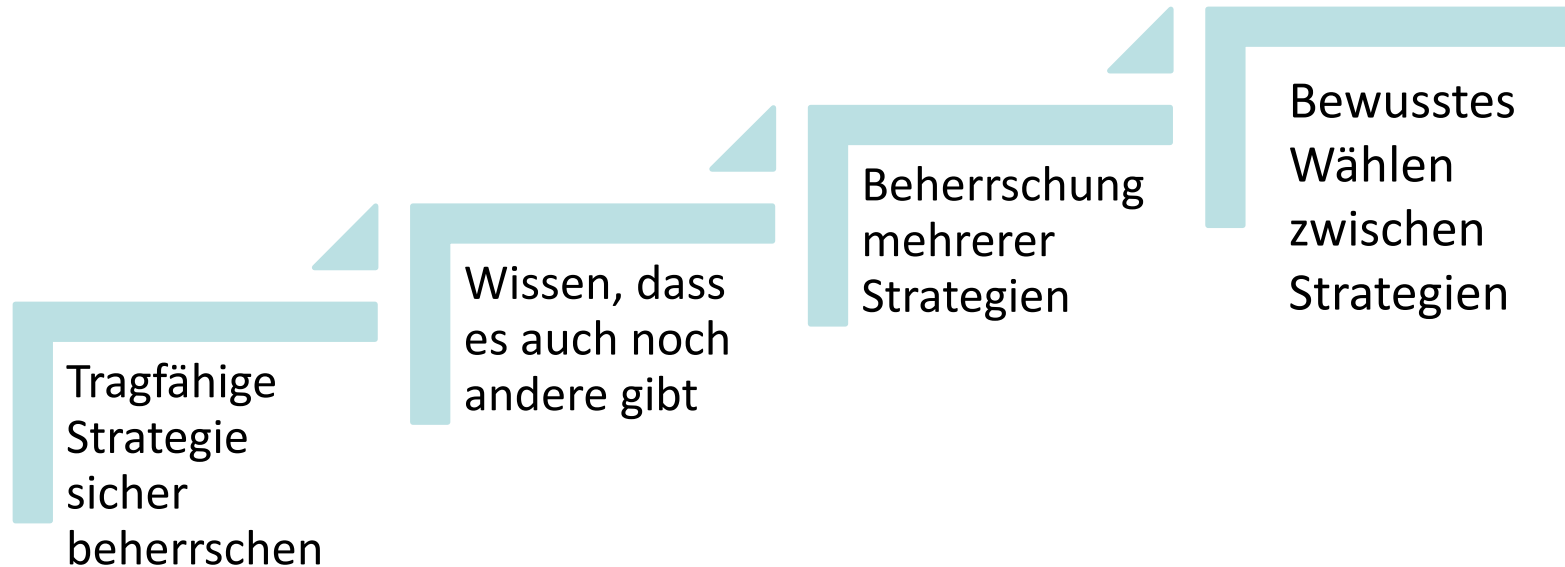
Stochastische Probleme können durch

- das **Berechnen** von **Wahrscheinlichkeiten**,
 - durch **kombinatorisches Abzählen** von Fällen oder
 - durch **Simulation**
- analysiert** werden.



<https://www.familie.de/kleinkind/kinderspiele/spielanleitung-wuerfel-im-quadrat/>

STEIGENDES ANFORDERUNGSTABLEAU [HUßMANN & PREDIGER 2007]



„**Nachhaltiges konzeptuelles Wissen**, das insbesondere die Vorstellungen und Darstellungen umfasst, muss jeweils **für alle Niveaus gesichert** werden, dagegen ist **ausdifferenziertes Abgrenzungswissen** (wann kann ich statt diesem Verfahren günstiger ein anderes anwenden?) und **weitgreifende Vernetzungen** (der Satz ist unter Berücksichtigung der Nebenbedingung x ein Spezialfall von y) eher **für die Stärkeren** zu konsolidieren.“ [Leuders & Prediger 2012: 52, Hervorhebung S. G.]

TRANSFERIEREN VON STRATEGIEN IN NEUE, NICHT VERTRAUTE SITUATION

Das ist die Herausforderung des Mathematikunterrichts schlechthin!

Impulse von Lehrer:innenseite können hierbei differenzierend wirken:

- Untersuche nur einen bestimmten **Spezialfall!**
- Triff erst **Vereinfachungen** und rechne dann!
- Selektiere zwischen **verschiedenen Fällen!**

Dazu:

1. von der Lehrerin bzw. von dem Lehrer vorgegebenen **Aufgabensatz**, dessen Items **nach Schwierigkeitsgrad geordnet** werden sollen
→ Leistungsfähigkeit einer einzelnen Person
→ **Orientierung** [Hußmann & Prediger 2007]
2. das **Formulieren selbsterstellter Aufgaben**, die jeweils vom Sitznachbarn bzw. von der Sitznachbarin gelöst werden müssen

LITERATUR 1

- Arnold, K.-H. & Lindner-Müller, C. (2009). Leistungsüberprüfungen und -beurteilungen. In S. Blömeke et al. (Hrsg.), *Handbuch Schule. Theorie – Organisation – Entwicklung* (S. 323 – 331). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Barzel, B. (2009). Mathematik mit allen Sinnen erfahren – auch in der Sekundarstufe! In T. Leuders, L. Hefendehl-Hebeker und H.-G. Weigand (Hrsg.), *Mathemagische Momente* (S. 6 – 17). Berlin: Cornelsen.
- Benischek, I., Hauer-Typpelt, P., Sattlberger, E., Steinlechner-Wallpach, G. (2023). *Mathe 1*. Schulbuch für die 5. Schulstufe (inkl. E-Book+). Wien: hpt-Verlag.
- BMBWF (2021). *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik (AHS)*. Stand: Februar 2021. <https://www.matura.gv.at/srdp/mathematik>
- Bruder, R. & Reibold, J. (2012). Erfahrungen mit Elementen offener Differenzierung im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I im niedersächsischen Modellprojekt MABIKOM. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 67–92). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Bruder, R. & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen.
- Drüke-Noe, C. (2018). Einfach – mittel – schwierig ... Wenn das so einfach wäre: Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades entwickeln. *mathematik lehren* 209, 9–12.
- Eder, F., Neuweg, G. H. & Thonhauser, J. (2009). Leistungsfeststellung und Leistungsbeurteilung. In W. Specht (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht 2009*, Band 2 (S. 247 – 267). https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/05/2009-06-16_NBB-Band2.pdf
- Friesen, M., Leuders, T. & Loibl, K. (2022). Differenzieren im Mathematikunterricht: Forschungsbasiert und praxisrelevant zugleich? *Der Mathematikunterricht* 68, Heft 2, 4 – 17.
- Fuchs, L. (2017). *Kompetenzorientierte Analyse von Typ-2-Aufgaben nach dem O-M-A-Modell*. Universität Wien: Diplomarbeit. <https://theses.univie.ac.at/detail/42089#>
- Hußmann, S. & Prediger, S. (2007). Mit Unterschieden rechnen – Differenzieren und Individualisieren. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 49 (17), 1 – 8.
- Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen (IQS) (2022). *Mathematik in der iKM^{PLUS} im Detail. Konstrukt und Kompetenzmodell, Sekundarstufe*. Salzburg. <https://www.iqs.gv.at/downloads/nationale-kompetenzerhebung/ikm-plus-sekundarstufe/lehrpersonen>
- Institut für Didaktik der Mathematik (IDM) (Hrsg.) (2009). „Standardisierte schriftliche Reifeprüfung aus Mathematik“ – Sicherung von mathematischen Grundkompetenzen. Universität Klagenfurt. https://www.aau.at/wp-content/uploads/2017/10/sRP-M_September_2009-2.pdf

LITERATUR 2

- Lacher, M., Künsting, J., Leuders, T. & Wessel, L. (2022). Erkunden und Entdecken – ertragreich für Lernende mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen. *Der Mathematikunterricht* **68**, Heft 2, 40 – 51.
- Lambert, A. & Hilgers, A. (o. J.). *Füllgraphen – wie man sieht!* <https://www.friedrich-verlag.de/mathematik/funktionen/funktionale-zusammenhaenge-zwischen-fuellgraph-und-gefaess-erkunden/>
- LBVO (2020). *Rechtsvorschrift für Leistungsbeurteilungsverordnung*, Fassung vom 22.12.2016 (RIS), §1 Abs. 2. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009375&FassungVom=2016-12-22>
- Leuders, T. & Prediger, S. (2012). „Differenziert Differenzieren“ – Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 35–67). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Meyer, H. (2007). *Leitfaden Unterrichtsvorbereitung*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Plath, J. (2020). Verstehensprozesse bei der Bearbeitung realitätsbezogener Mathematikaufgaben: Klassische Textaufgaben vs. Zeitungstexte. *Journal für Mathematik-Didaktik* **41**, 237–266.
- Prediger, S. (2008). Mit der Vielfalt rechnen – Aufgaben, Methoden und Strukturen für den Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht. Online Version des Kapitels in S. Hußmann, A. Liegmann, E. Nyssen, K. Racherbäumer, & C. Walzebug (Hrsg.), *Indive – Individualisieren, Differenzieren, Vernetzen*. Hildesheim: Franzbecker. <http://www.mathematik.tu-dortmund.de/~prediger/veroeff/07-Indive-Differenzieren.pdf>
- Sacher, W. (2014). *Leistungen entwickeln, überprüfen und beurteilen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schmidinger, E., Hofmann, F. & Stern, T. (2015). Leistungsbeurteilung unter Berücksichtigung ihrer formativen Funktion. In M. Bruneforth et al. (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht 2015*, Band 2 (S. 59 – 94). <https://www.iqs.gv.at/themen/bildungsberichterstattung/nationaler-bildungsbericht-2015>
- Sergi, L. (2022). *Das Erstellen von GeoGebra-Applets und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der 9. Schulstufe AHS*. Universität Wien: Masterarbeit. <https://theses.univie.ac.at/detail/62449/>
- Siller, H.-S., Bruder, R., Linnemann, T., Sattlberger, E., Steinfeld, J. & Hascher, T. (2019). Kompetenzstufenzuordnungen – mögliches Entscheidungskriterium zur Mathematikaufgaben-Auswahl bei einer standardisierten kompetenzorientierten Reifeprüfung. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2019, 53. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* (für die GDM herausgegeben von A. Frank, S. Krauss & K. Binder) (S. 1073 – 1076). WTM: Münster. https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/38706/1/BzMU19_SILLER.pdf