

MINT-Chemie:

Diagnose und Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller
Problemlösekompetenzen potenziell begabter Schüler/innen

Kerstin Höner & Kristiena Matis

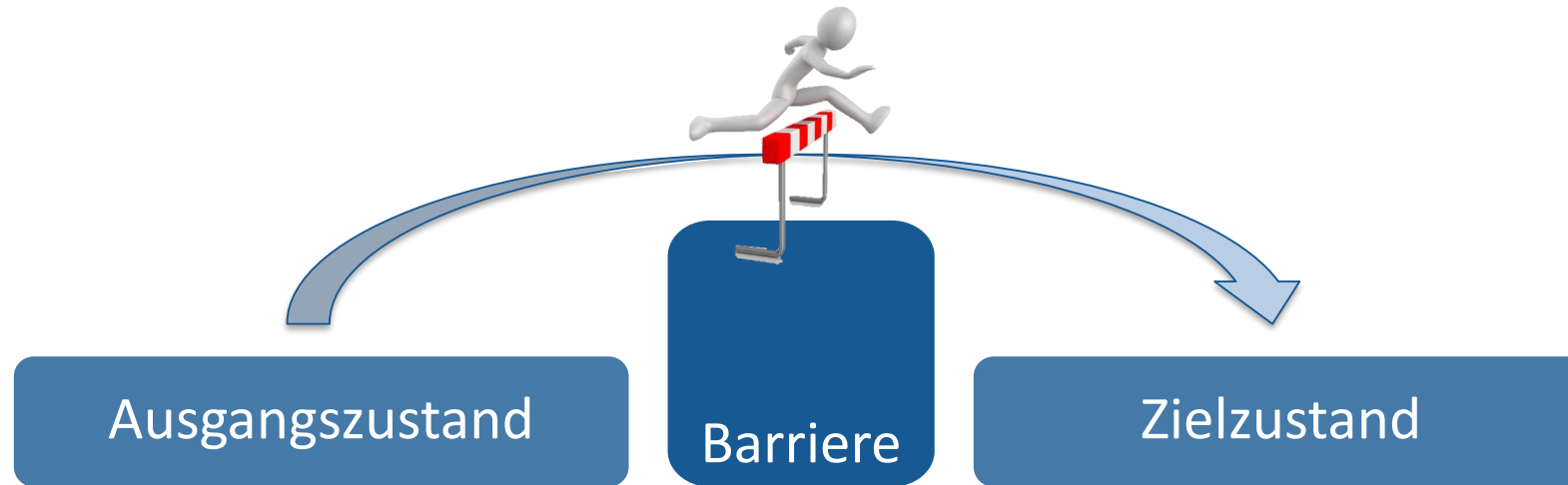
Gliederung



- ⇒ (Experimentelles) Problemlösen
- ⇒ Praxisbeispiel – Diagnose von Schülerfähigkeiten
- ⇒ Förderung (experimenteller) Problemlösefähigkeiten im Regelunterricht
- ⇒ Ausblick

Problemlösen

„zielorientiertes Denken und Handeln in Situationen, für deren Bewältigung keine routinierten Vorgehensweisen verfügbar sind“ (Klieme et al. 2001, 185)

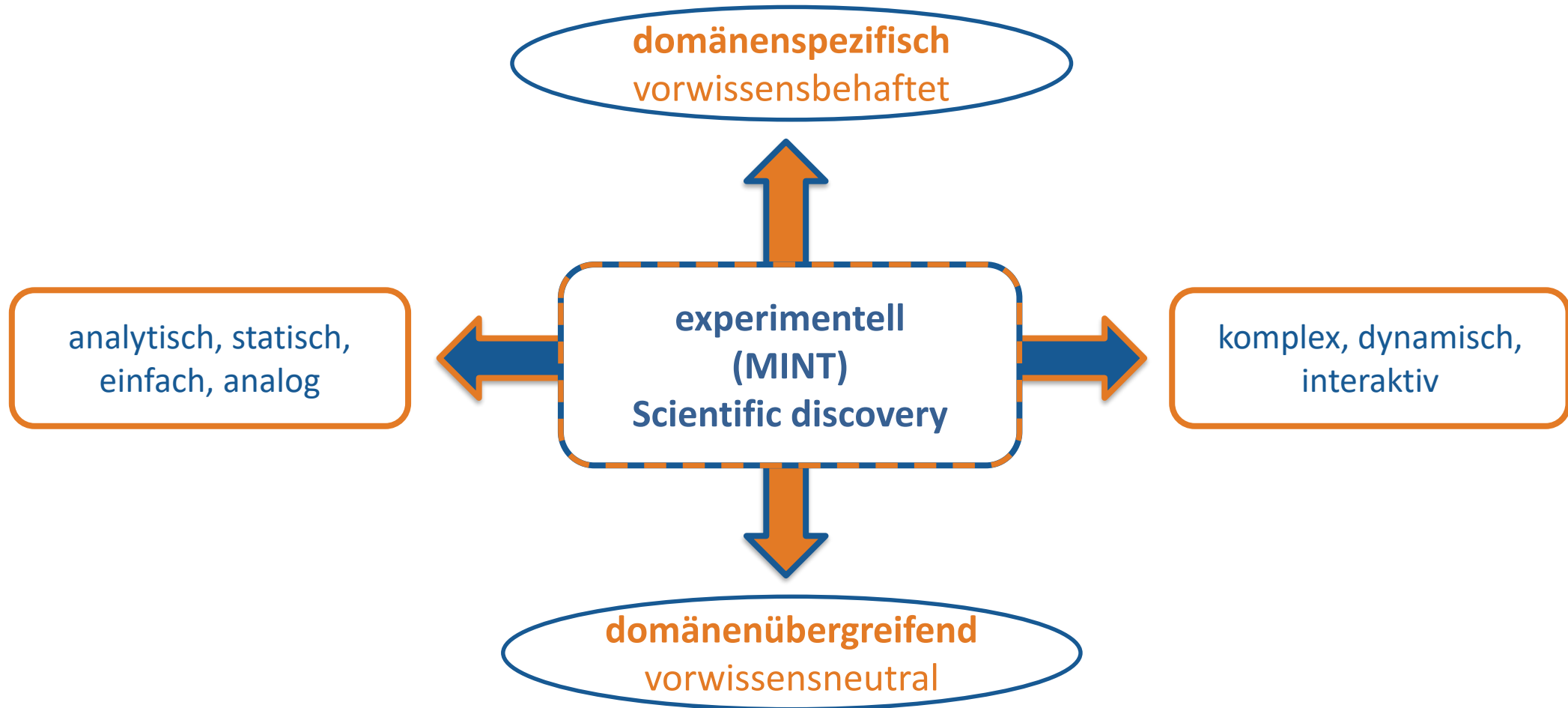


**Allgemeine
kognitive Fähigkeiten**

**Intrapersonelle
Merkmale**

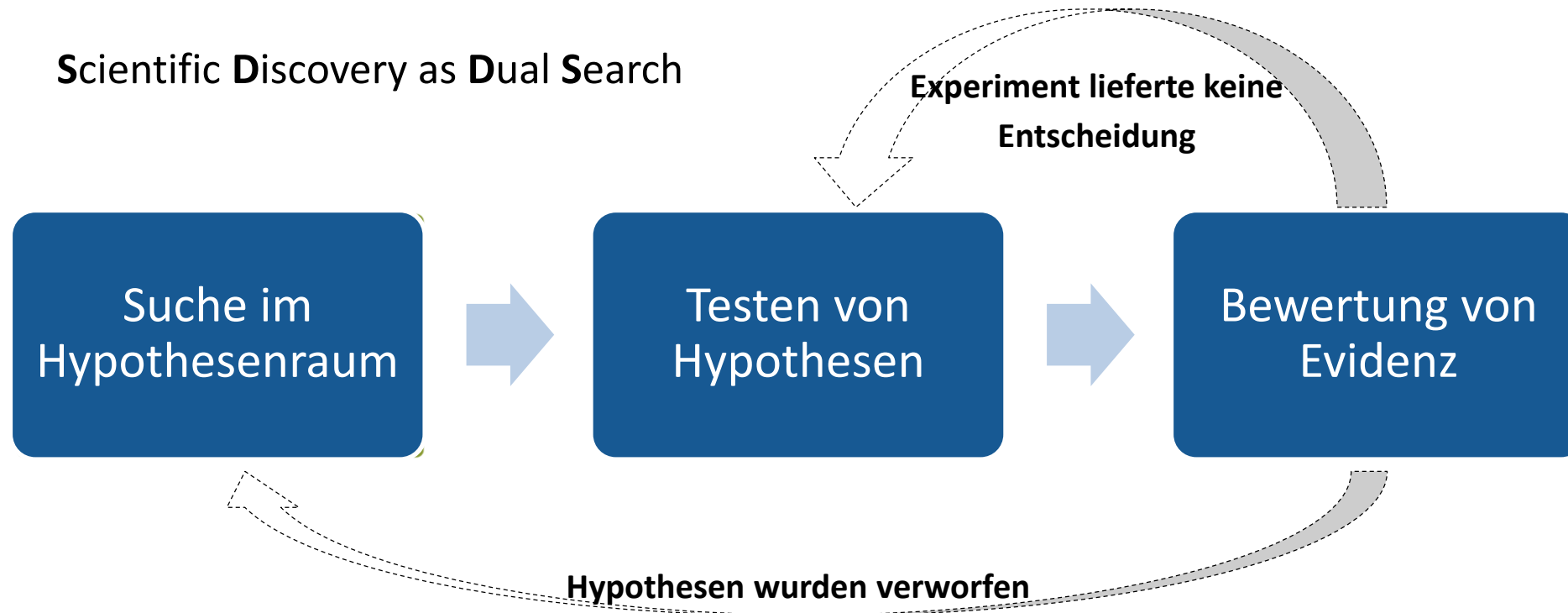
**Kontextuelle
Bedingungen**

Problemarten



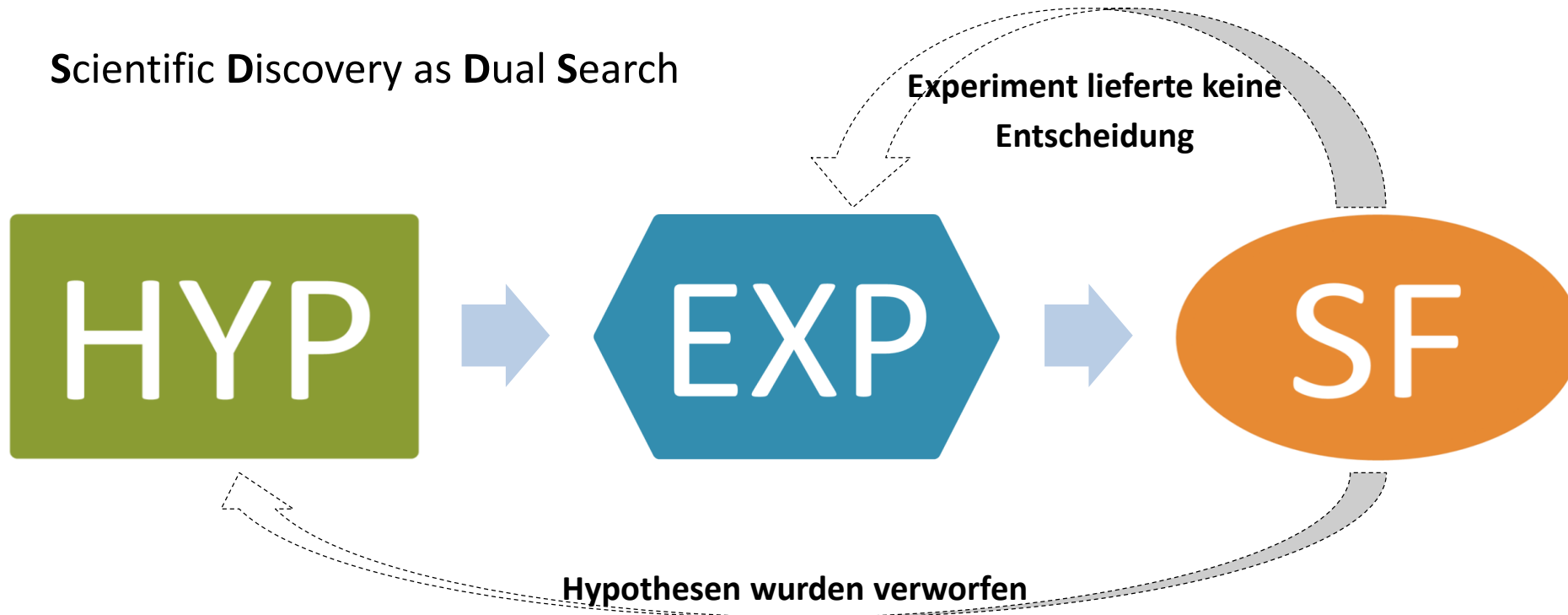
Experimentelles Problemlösen - Erkenntnisgewinnung

Scientific Discovery as Dual Search

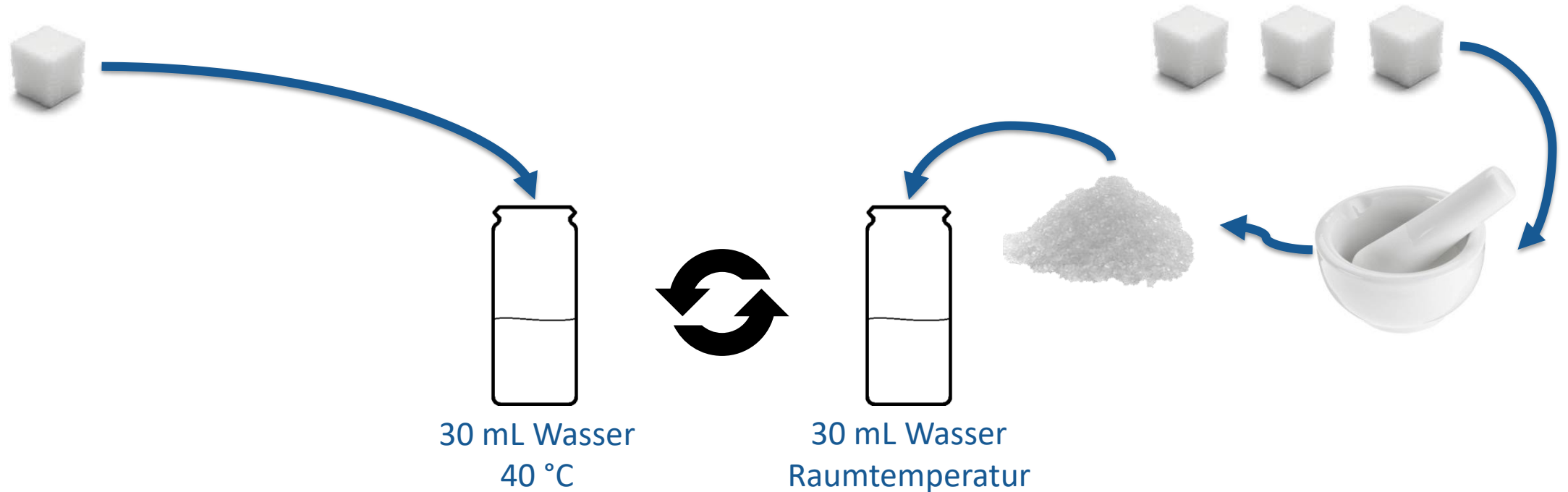


Experimentelles Problemlösen - Erkenntnisgewinnung

Scientific Discovery as Dual Search



Demonstrationsversuch: Zucker löst sich unterschiedlich schnell



Beobachtung: Der Zucker in Glas 1 ist schneller gelöst als der in Glas 2.
Schlussfolgerung: ???

Aufgabenstellung – Klasse 5-7

Forschungsfrage:

Wie hängt die benötigte Zeit zum Lösen von Zucker von dem Zerteilungsgrad des Zuckers / der Wassertemperatur / der Menge des Zuckers ab?

Aufgabenstellung:

- Einigung auf die Untersuchung **eines** Einflussfaktors
- Aufstellen von **begründeten Vermutungen**
- **experimentelle Untersuchung** der Vermutungen
- Materialien vorgegeben → können benutzt werden, müssen aber nicht

Zeit zum Lösen von Zucker - Barrieren

Suche im Hypothesenraum

- Formulierung überprüfbarer Hypothesen mit Bezug zur Fragestellung
- ...

HYP

Testen der Hypothesen

- Konstanthaltung der Kontrollvariablen (z. B. Volumen des Wassers)
- kontrollierte Veränderung der unabhängigen Variable (z. B. Zerteilungsgrad)
- ...

EXP

Bewertung der Evidenzen

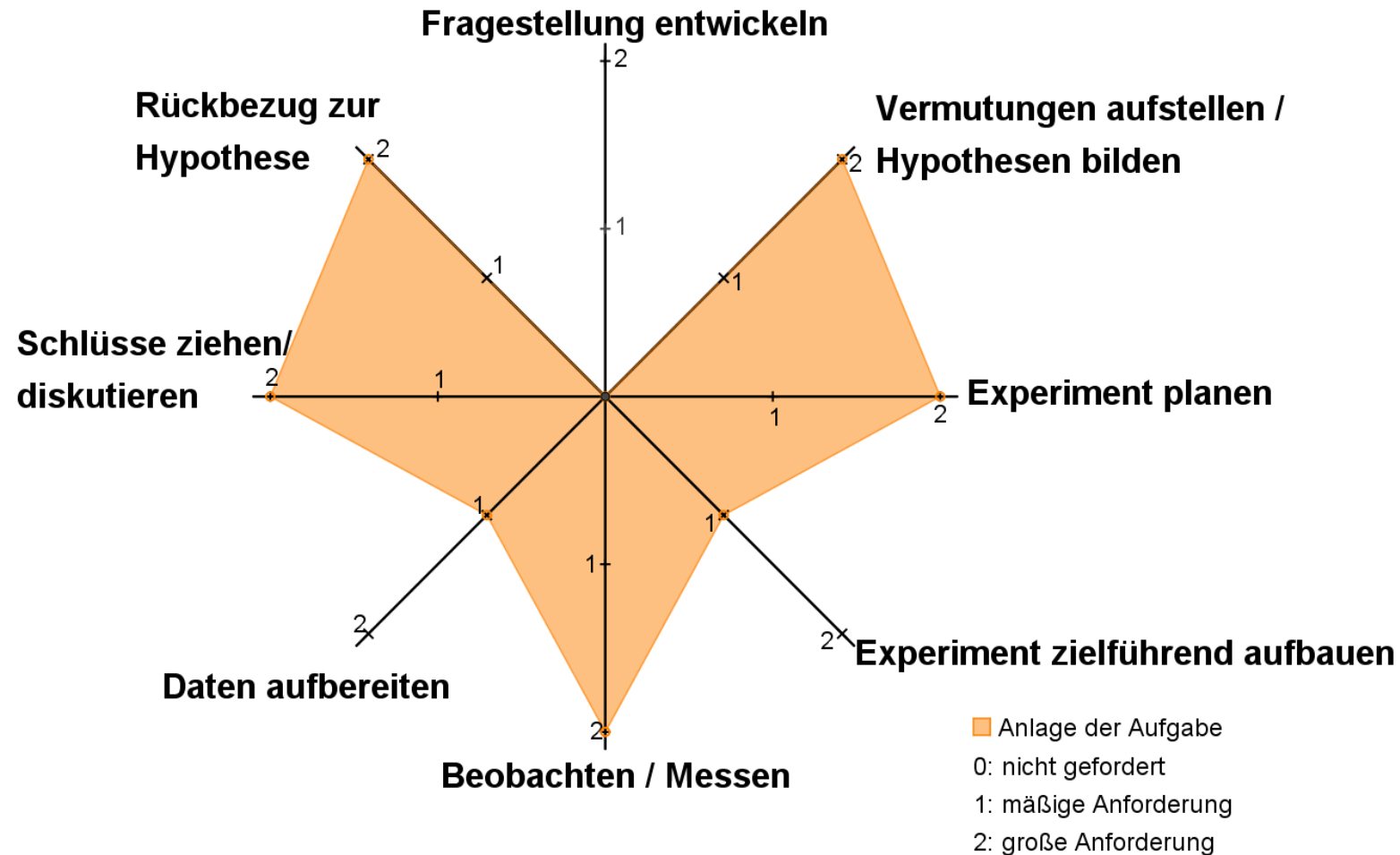
- Diskussion und Interpretation der Ergebnisse
- Rückbezug zur Hypothese
- ...

SF



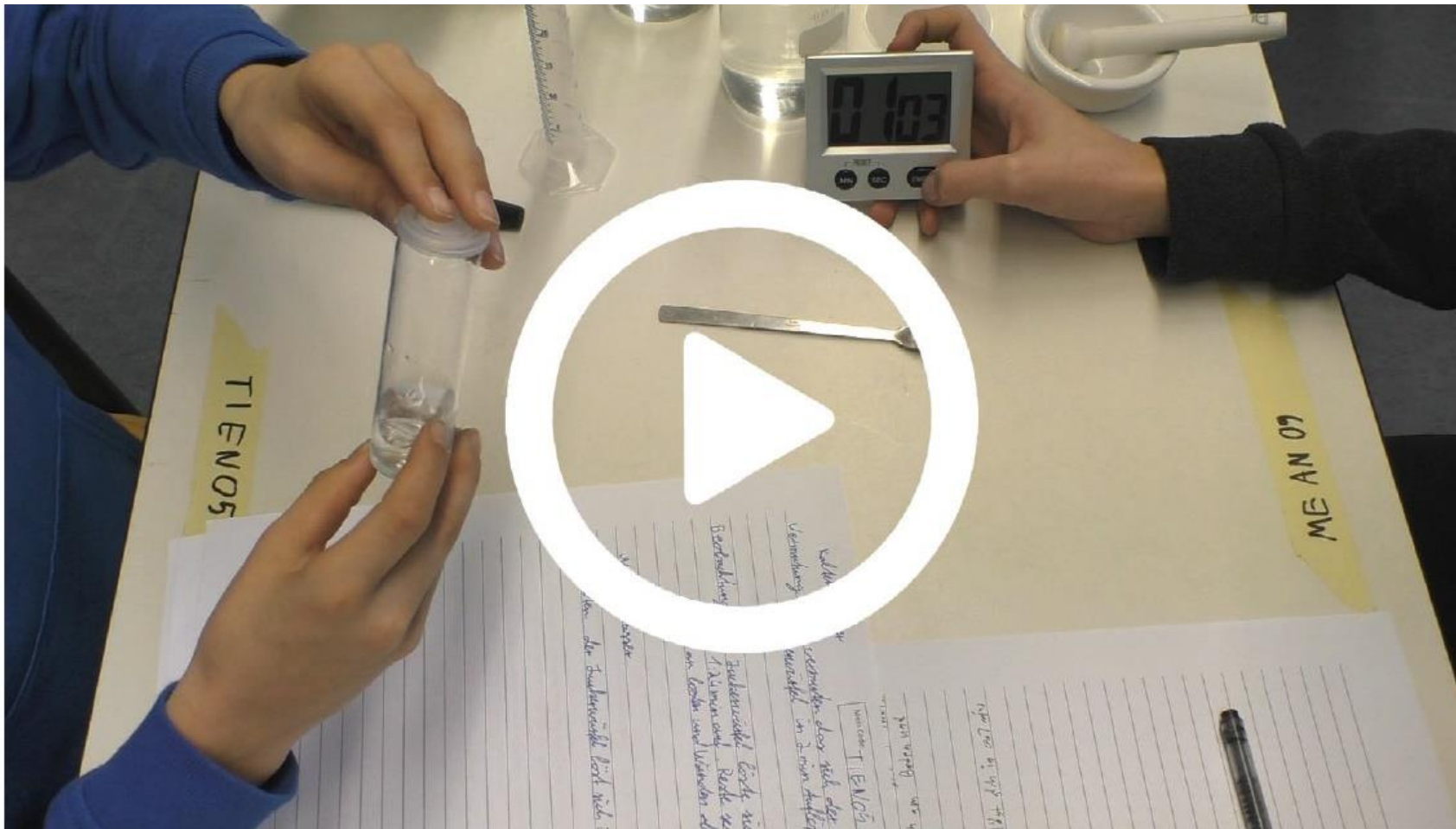
Kompetenzspinne: Anforderungen der Aufgabe

(Nawrath et al., 2011)

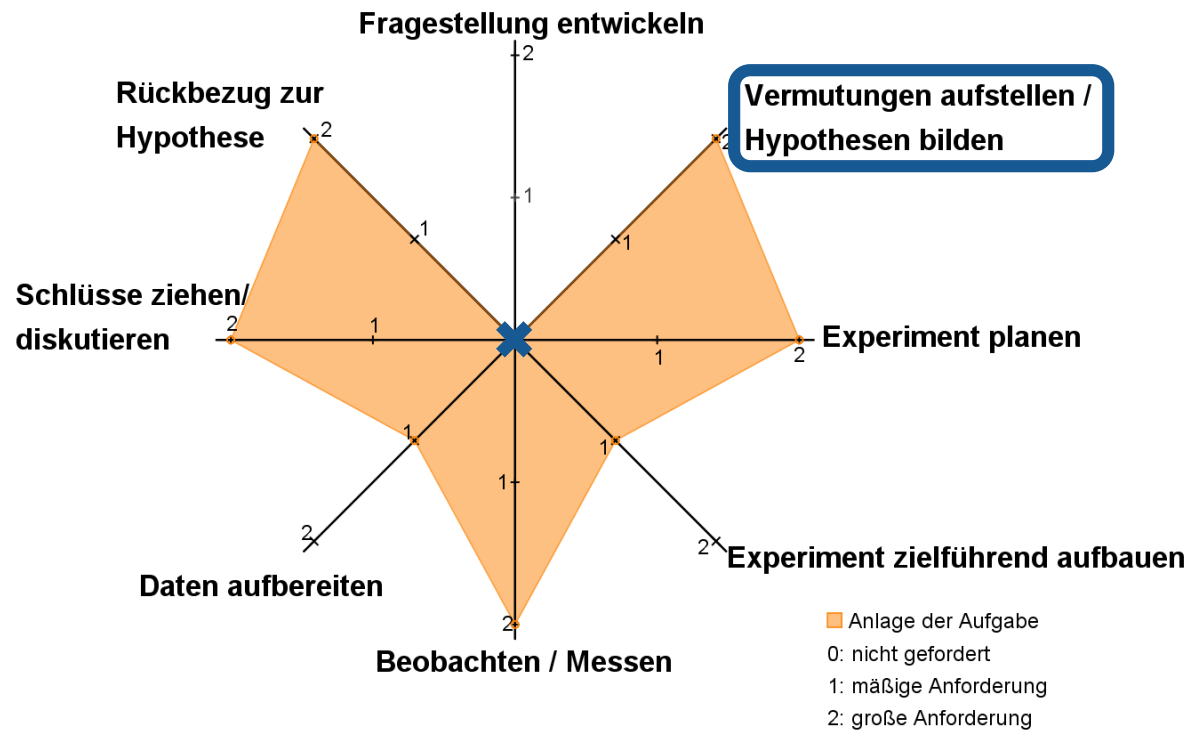


Dokumentationsfähigkeit
ist in allen Teilbereichen
bedeutsam!

Authentische Experimentiersituation – Klasse 6, Gesamtschule



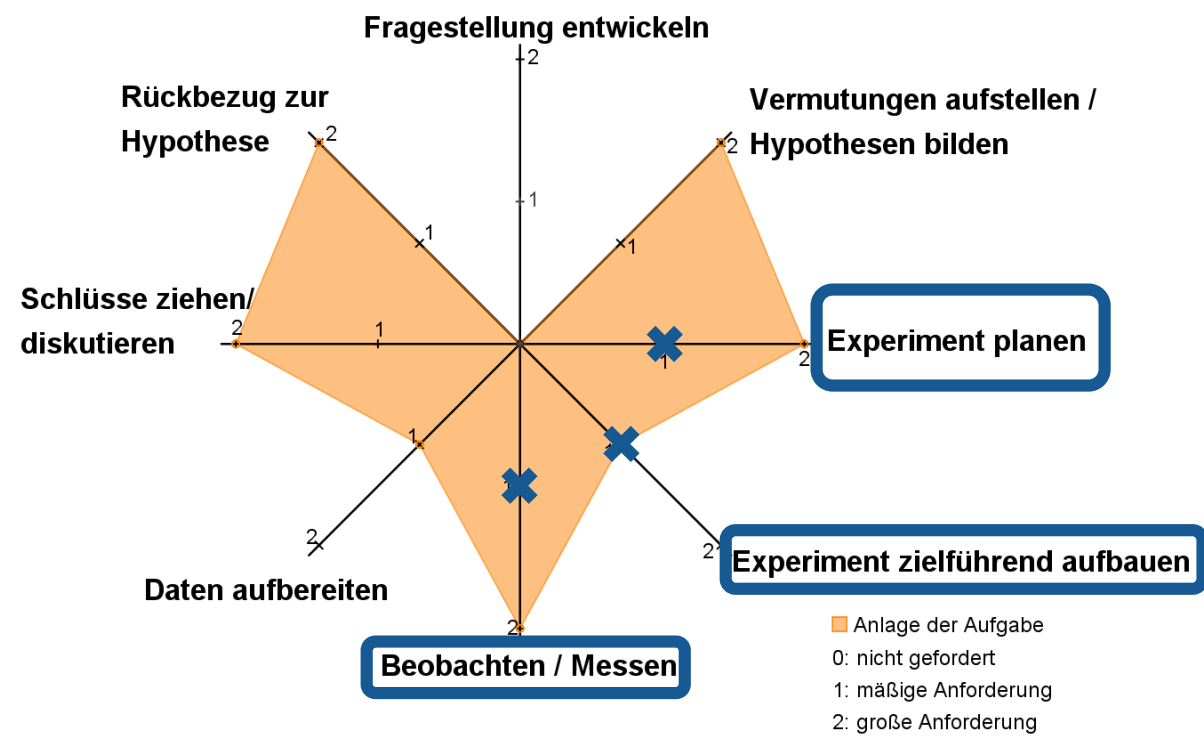
Schülerleistungen – Hypothesenraum



Vermutungen aufstellen / Hypothesen bilden

- keine Hypothesenbildung
- stattdessen Erwartungen an Messergebnisse
- kein Bezug zur Fragestellung (Menge des Zuckers)

Schülerleistungen – Testen von Hypothesen



Experiment planen

- unvollständige Planung einzelner Schritte
- Kontrollvariablen teilweise konstant

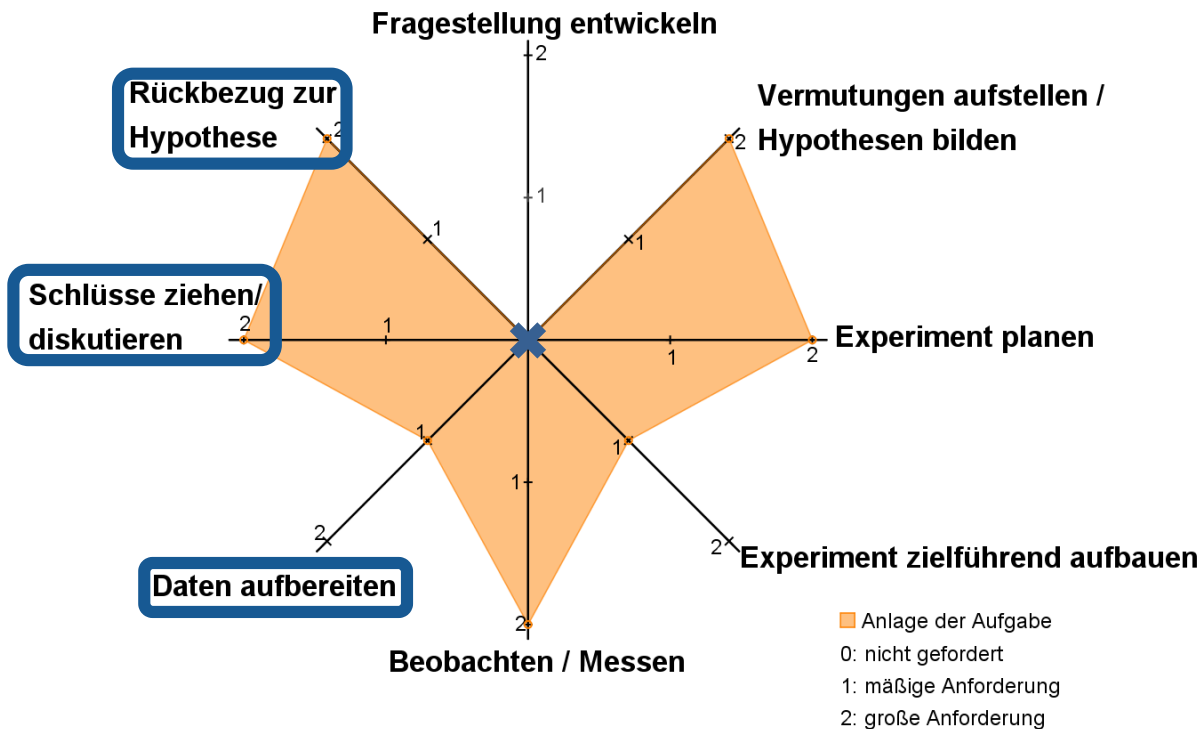
Experiment zielführend aufbauen

- Geräte werden zielführend gewählt und verwendet

Beobachten / Messen

- quantitative Messungen ungenau
- qualitative Beobachtungen detailliert

Schülerleistungen – Bewertung von Evidenz



Daten aufbereiten

- Dokumentation der Daten unvollständig (z. B. Angabe der Menge des Zuckers fehlt)

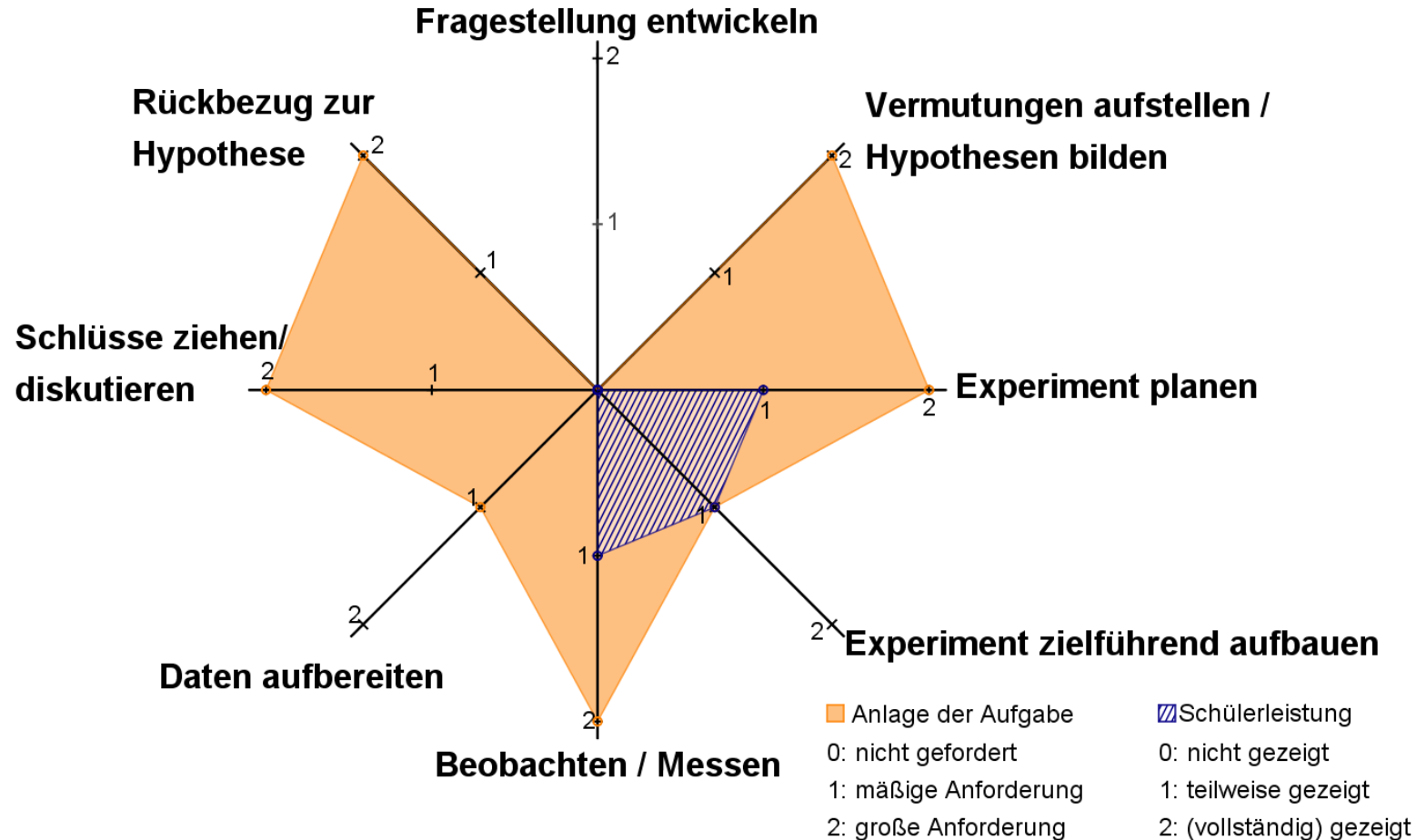
Schlüsse ziehen / diskutieren

- keine Ergebnisformulierung

Rückbezug zur Hypothese

- Ziel: Erreichen eines Effekts
- kein Bezug zur Fragestellung

Schülerleistungen im Vergleich zu den Anforderungen der Aufgabe



Qualitative Auswertung – Problemlösen

(Höner, Eghtessad, Hilfert-Rüppell, Kraeva, 2017)

weniger Leistungsstarke	Leistungsstarke
Schwierigkeiten bei der Formulierung von Vermutungen →Aussagen ohne Aufgabenbezug und ohne Begründung	Aufstellen einer Vermutung mit vielseitiger, kreativer Begründung
fehlender Blick für das Wesentliche, unsystematisches Vorgehen (wildes Rumprobieren)	zielgerichtetes Planen und Handeln im Hinblick auf die Vermutung
nutzen alle Materialien und zeigen keine überlegten Strategien	gehen vereinfachend vor
schlechte Dokumentation: keine Ergebnisformulierung, kein Bezug zur Vermutung	gute Dokumentation der Vorgehensweise, Beobachtung und Deutung
	Herstellen von Kausalbeziehungen
	Transfer von Wissen auf neue Aufgaben

Adaptiver Förderansatz

Förderung Leistungsstarker

Höhere Öffnungsgrade der Aufgaben

Hinführung zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten

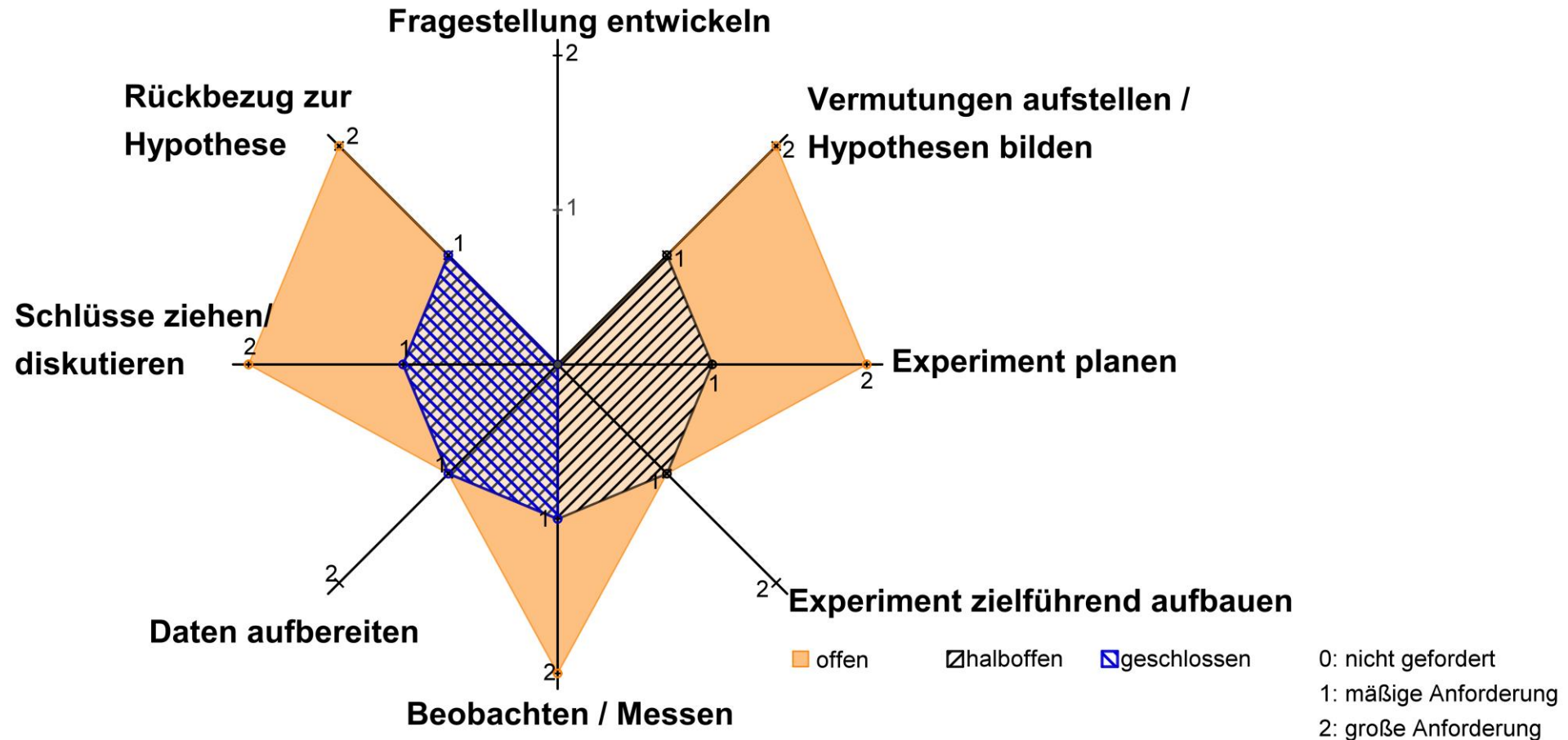
Gezielte Förderung einzelner Teilbereiche und Gelenkstellen des Experimentierprozesses

Stärkere Strukturierung

Förderung Leistungsschwacher

Gleiche Inhalte im Regelunterricht!

Zeit zum Lösen von Zucker – Verschiedene Öffnungsgrade



Unterstützung beim Problemlösen durch...

... Tipps zu Überlegungen und Handlungen

Forschertipps



Forschertipp 1



Lest euch die Forschungsfrage genau durch: **Was** soll untersucht werden?

Ist eure Vermutung eine mögliche Antwort auf die Forschungsfrage?

Habt ihr eure Vermutung begründet?



Forschertipp 1



Ihr sollt die **Zeit** zum **vollständigen Lösen** von Zucker in Abhängigkeit von der **Menge des Zuckers** bestimmen.

Beide Begriffe sollten in eurer Vermutung vorkommen!

... Tipps zum methodischen Vorgehen

Concept Cartoons



Unterstützung beim Problemlösen durch...

... Tipps zu Überlegungen und Handlungen



Forschertipp 1



Lest euch die Forschungsfrage genau durch: **Was** soll untersucht werden?

Ist eure Vermutung eine mögliche Antwort auf die Forschungsfrage?

Habt ihr eure Vermutung begründet?



Forschertipp 1



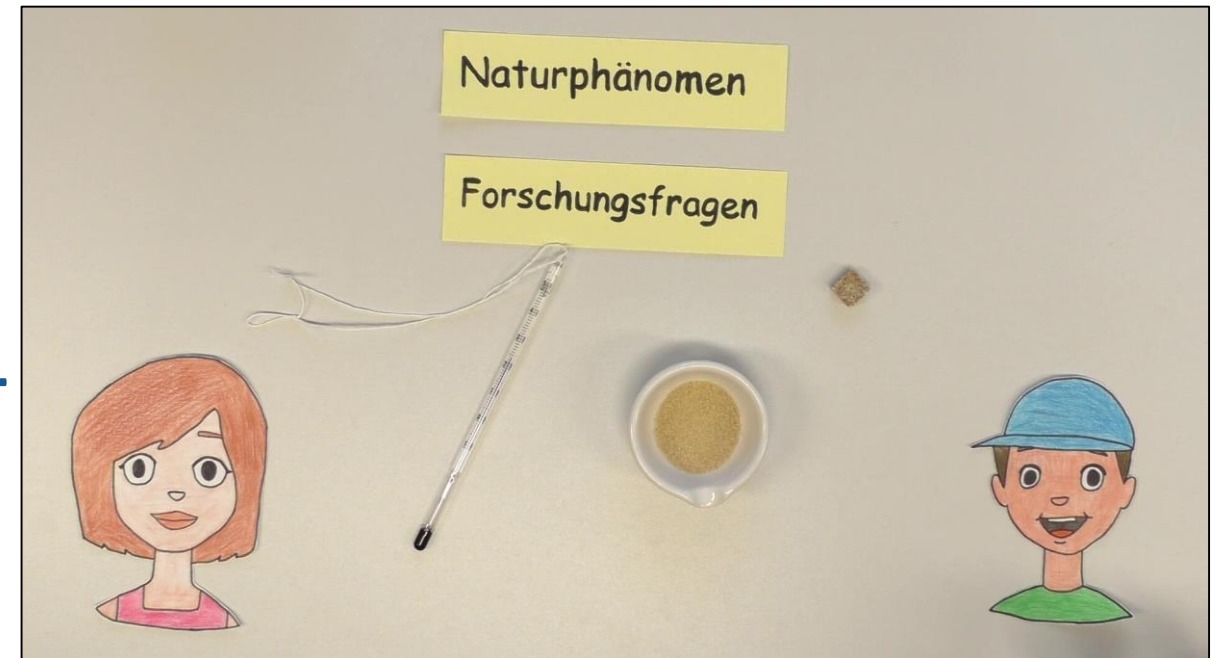
Ihr sollt die **Zeit zum vollständigen Lösen** von Zucker in Abhängigkeit von der **Menge des Zuckers** bestimmen.

Beide Begriffe sollten in eurer Vermutung vorkommen!

Forschertipps

... Tipps zum methodischen Vorgehen

Concept Videos



Input – Beschreibung eines Phänomens


Das Phänomen

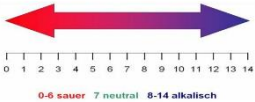
Zellgift Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid und Katalase
Wasserstoffperoxid (H₂O₂) ist eine ätzende Flüssigkeit. Es wird häufig als Desinfektionsmittel und Bleichmittel verwendet. In unserem Körper entsteht es als Nebenprodukt einiger Stoffwechselprozesse. Da Wasserstoffperoxid zellschädigend ist, muss es schnell abgebaut werden.
Das Enzym **Katalase** hilft dabei Wasserstoffperoxid zu den weniger schädlichen Produkten Wasser (H₂O) und Sauerstoff (O₂) umzuwandeln. Katalase ist ein Enzym und kommt in Zellen fast aller Lebewesen, bspw. in Kartoffeln, in Hefen und auch in Zellen des menschlichen Körpers vor. Dort hauptsächlich in den Zellen von Leber und Blut.

Der pH-Wert
Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren oder basischen Charakter von Lösungen. Er wird in einer Skala von 0 bis 14 angegeben, wobei 0 stark saure Lösung, 14 stark basische Lösung und 7 neutrale Lösung bedeutet.

Verschiedene pH-Werte im Körper
Im menschlichen Körper (vor allem im Verdauungstrakt) finden sich je nach Organ unterschiedliche pH-Werte und Enzyme, die jeweils spezifische Funktionen übernehmen.





0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
0-6 sauer 7 neutral 8-14 alkalisch

Katalase

$$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$

Organ	pH-Wert des Sekrets	Enzyme
Mundhöhle	6,8	Amylase
Magen	1,5-2,5	Pepsin, Kathepsin
Zwölffingerdarm	8-9	Amylase, Maltase, Saccharase, Lipase
Dünndarm	8,3	Erepsin, Maltase, Laktase
Leber	7,1	Katalase, Cholinesterase, Phosphatase
Blut	7,3-7,5	Katalase

Ableitung einer Forschungsfrage

Aufgaben zum Text 1

Füllt den folgenden Lückentext aus.
Verwendet dazu diese Wörter: Blut, Wasserstoffperoxid, Leber, das Zellgift, Wasser, Sauerstoff.

Das Enzym Katalase spaltet _____ in _____ und _____.
Es ist hauptsächlich in _____ und _____ zu finden, weil _____ dort besonders häufig vorkommt.

Aufgaben zum Text 2

Ergänzt die folgende Tabelle.

In unterschiedlichen Organen herrschen unterschiedliche pH-Werte und es finden sich unterschiedliche Enzyme in diesen Organen. In welchem pH-Bereich finden sich folgende Enzyme? Ist dieser Bereich eher neutral, basisch oder sauer?

Enzym	pH-Wert	Neutral, basisch oder sauer?
Pepsin		
Lipase		
Katalase		

Dies deutet darauf hin, dass die Wirkungsweise von Enzymen mit dem pH-Wert zusammenhängt. Es stellt sich die Frage:

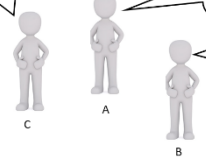
Ist die Aktivität von Enzymen pH-Wert-abhängig?
Diese Frage sollt ihr im Folgenden in einem eigenen Forschungsprojekt beantworten.

Bearbeitung des Problems mit Fokus auf den Problemlöseprozess

Ja, das kann eine Möglichkeit sein. Ich finde aber, wir sollten auch alternative Hypothesen berücksichtigen.

Habt ihr schon mal überlegt, warum Pflanzen immer zum Fenster wachsen?
Meine Hypothese ist, dass es am Licht liegt. Je heller es ist, desto mehr krümmt sie sich zum Licht. Lasst uns versuchen, das in einem Experiment zu bestätigen.

Hast du schon darüber nachgedacht, dass das Licht vielleicht gar nicht die Ursache ist? Es könnte aber auch sein, dass sich die Pflanze genau gegenteilig verhält.



Cartoon 1: Wozu braucht man alternative Hypothesen?
Beantwortet die Frage, indem ihr die Aussagen diskutiert. Bezieht dazu die Gütekriterien wissenschaftlichen Arbeitens ein. Begründet eure Antwort. Geht dazu so vor:

- Jeder in der Gruppe sagt seine Meinung.
- Ihr diskutiert über die unterschiedlichen Meinungen.
- Ihr schreibt euren Konsens auf.

Gitternetz für die Notizen

Das Forschungsvorhaben
Hypothese

Die Forschungsfrage: Ist die Aktivität von Enzymen pH-Wert-abhängig?

Forschungsaufgabe 1

Formuliert mit Hilfe des Textes mind. eine Hypothese (Vermutung), die zu dieser Fragestellung passt. Ihr solltet dazu:

- die **unabhängige Variable** benennen,
- die **abhängige Variable** benennen,
- den Zusammenhang der Variablen als **Vorhersage** in Wenn, dann oder je, desto-Form formulieren,

• eure Hypothese **begründen**,

• mind. eine formulieren **alternative Hypothese**.

Forschertipp 1

Forschertipp 2

Diskutiert zunächst in der Gruppe, bevor ihr eure Antwort schriftlich formuliert.

Gitternetz für die Notizen

Von der Videografie zum Fördermaterial: Zusammenfassung und Ausblick

Ausgangssituation

Materialentwicklung

Lehrerbildung

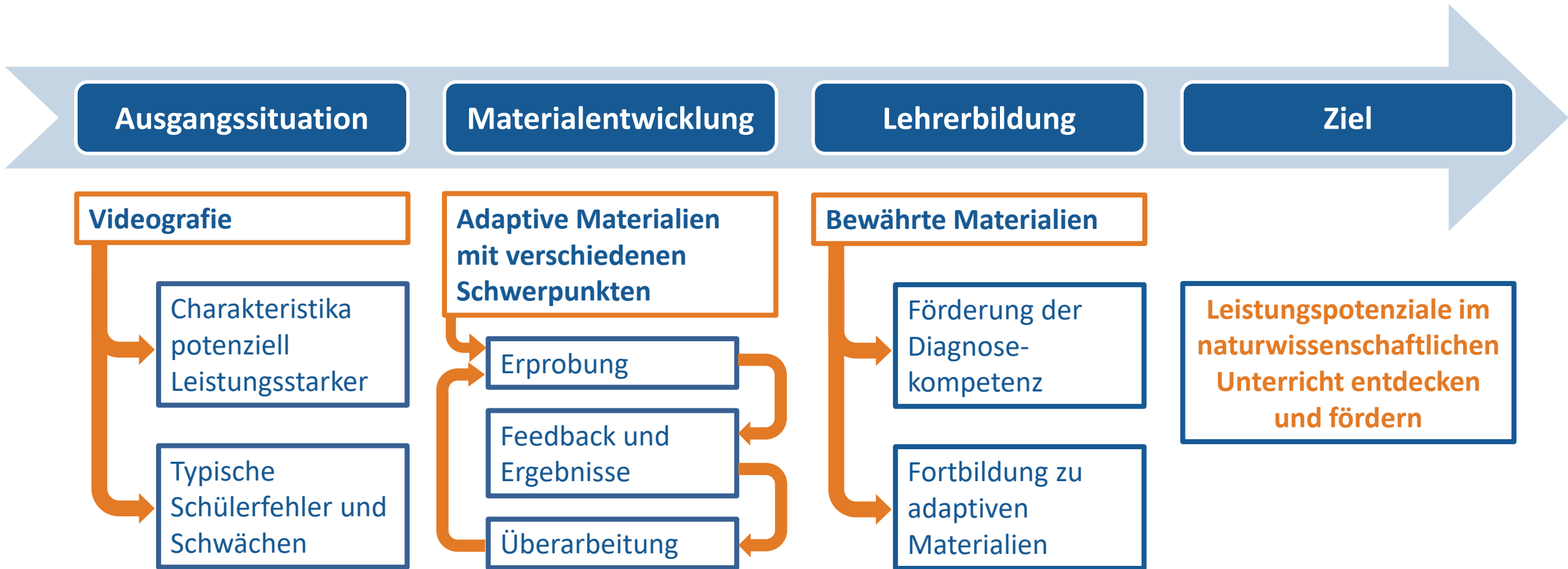
Ziel

**heterogene
Lerngruppen**

**verpflichtende
Lehrpläne**

**Leistungspotenziale im
naturwissenschaftlichen
Unterricht entdecken
und fördern**

Von der Videografie zum Fördermaterial: Zusammenfassung und Ausblick





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Literatur

- Arnold, J. (2015): Die Wirksamkeit von Lernunterstützungen beim Forschenden Lernen. *Biologie lernen und lehren*. LOGOS, Berlin, Band 10.
- Höner, K., Eghtessad, A., Hilfert-Rüppell, D. & Kraeva, L. (2017): Naturwissenschaftliches Potenzial? Diagnose von Schülerfähigkeiten zum experimentellen Problemlösen, *journal für begabtenförderung* 2, 8-23.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual Space Search During Scientific Reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1–48.
- Klieme, E., Neubrand, M. & Lüdtke, O. (2001): Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In: J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (hrsg.). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich, S. 141-190.
- Nawrath, D., Maiseyenko, V., Schecker, H. (2011): Experimentelle Kompetenz. Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *PdN Physik* 60, H. 6, S. 42-49.