Workshop

Speyer 30. 11.2006

Theoriegeleitete Förderung von Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung

vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion über Kompetenzmodelle

Prof. Dr. M. Hammann

Didaktik der Biologie

Westfälische Wilhelm-Universität Münster

Wie gut experimentieren deutsche Schülerinnen und Schüler?

„Wie auch im Bereich der Physik ist ein Verständnis experimentellen Arbeitens und naturwissenschaftlichen Argumentierens in der Biologie so gut wie nicht entwickelt. Die Prinzipien selbst einfachster experimenteller Anordnungen verstehen bis zum Ende der 8. Klasse nach den Befunden von TIMSS nur etwa 10-15 Prozent eines Jahrgangs.“

BAUMERT (1997)

Kompetenzen beim Experimentieren

Experimentieren als komplexes Problemlösen

- **Suche im Hypothesen-Suchraum**

  Hypothesen bilden, ausschärfen, revidieren

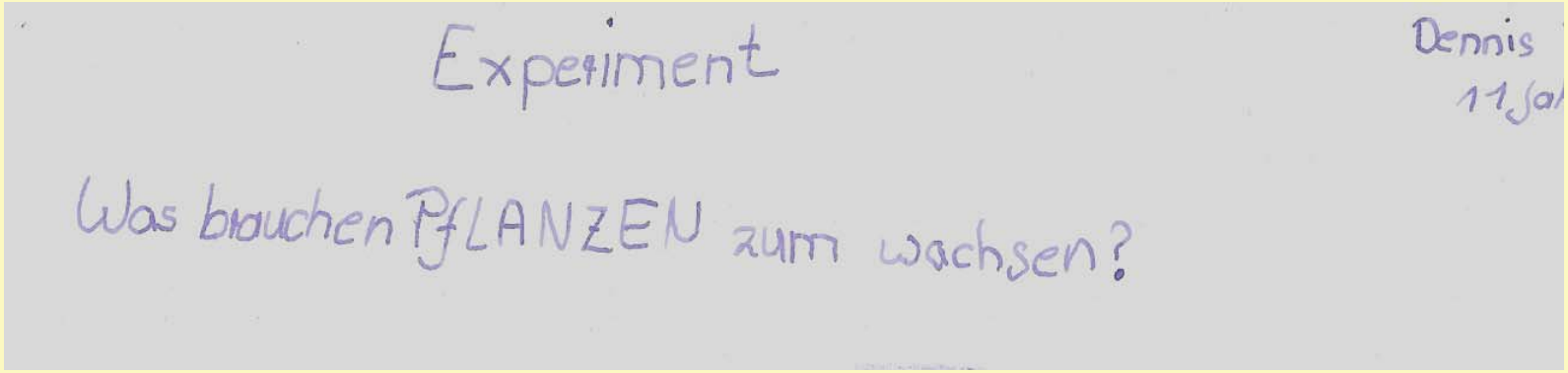
- **Suche im Experimentier-Suchraum**

  Variablen festlegen und aussagekräftige Experimente planen

- **Datenanalyse**

  Analyse der Übereinstimmung zwischen erwarteten Ergebnissen und tatsächlichen Evidenzen

Wie planen Schüler Experimente?



Experiment

D.
11 Jahre

Was brauchen PFLANZEN zum wachsen?

WASSER

Der Samen braucht Wasser um zu wachsen

LUFT

Der Samen braucht Luft um zu atmen

NÄHRSTOFFE

Sie Liegen in der Erde. Der Samen braucht sie um sich zu ernähren

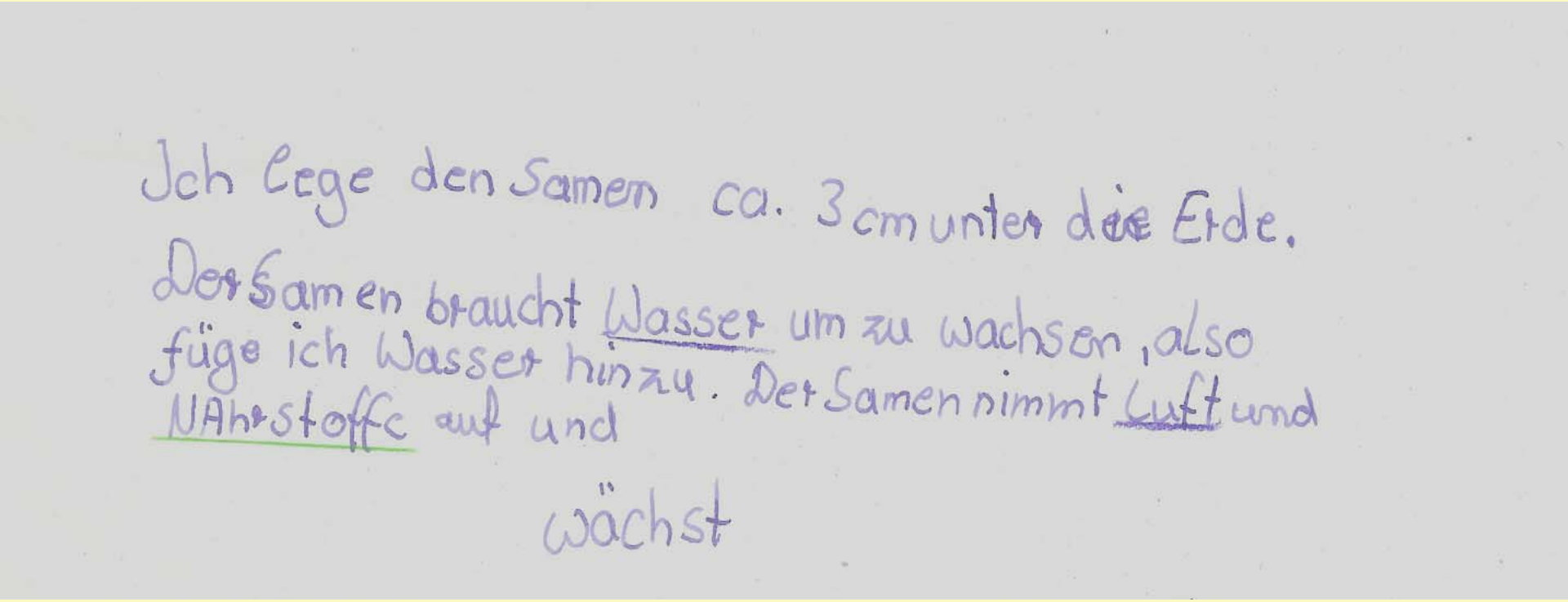
Ich Lege den Samen ca. 3 cm unter die Erde.

Der Samen braucht Wasser um zu wachsen, also füge ich Wasser hinzu. Der Samen nimmt Luft und Nährstoffe auf und

wächst

Wie planen Schüler Experimente?

Wie planen Schüler Experimente?



Wie überzeugend ist ein Experiment ohne Kontrollansatz?

- Kann der Schüler nach dem Experiment sagen, welche Dinge für die Samenkeimung notwendig sind?

  Antworten der Schülerinnen und Schüler

- S 1 **Nein**, weil er jede Sache einzeln testen muss.
- S 2 **Nein**, weil man die Luft nicht sehen kann.
- S 3 **Nein**, weil der Samen braucht noch Licht und Wärme, dann würde das Experiment klappen.
- S 4 **Nein**, weil eigentlich braucht auch Wärme.
- S 5 **Nein**, weil eine Pflanze braucht keine Nährstoffe.

Wie überzeugend ist ein Experiment ohne Kontrollansatz?

- S 6 **Ja**, weil er die Sachen, die eine Pflanze oder ein Same zum wachsen braucht, hinzu gefügt hat.
- S 7 **Ja**, weil der Samen wächst, und wenn die Pflanze wächst sieht er, dass die Pflanze diese Sachen braucht um zu wachsen.
- S 8 **Ja**, weil er es ja ausprobiert hat und er sieht ja, ob die Pflanze wächst oder nicht wächst.
- S 9 **Ja**, weil wenn die Pflanze kein Wasser bekommt, vertrocknet sie. Und ohne Nährstoffe würde sie nicht mehr leben.

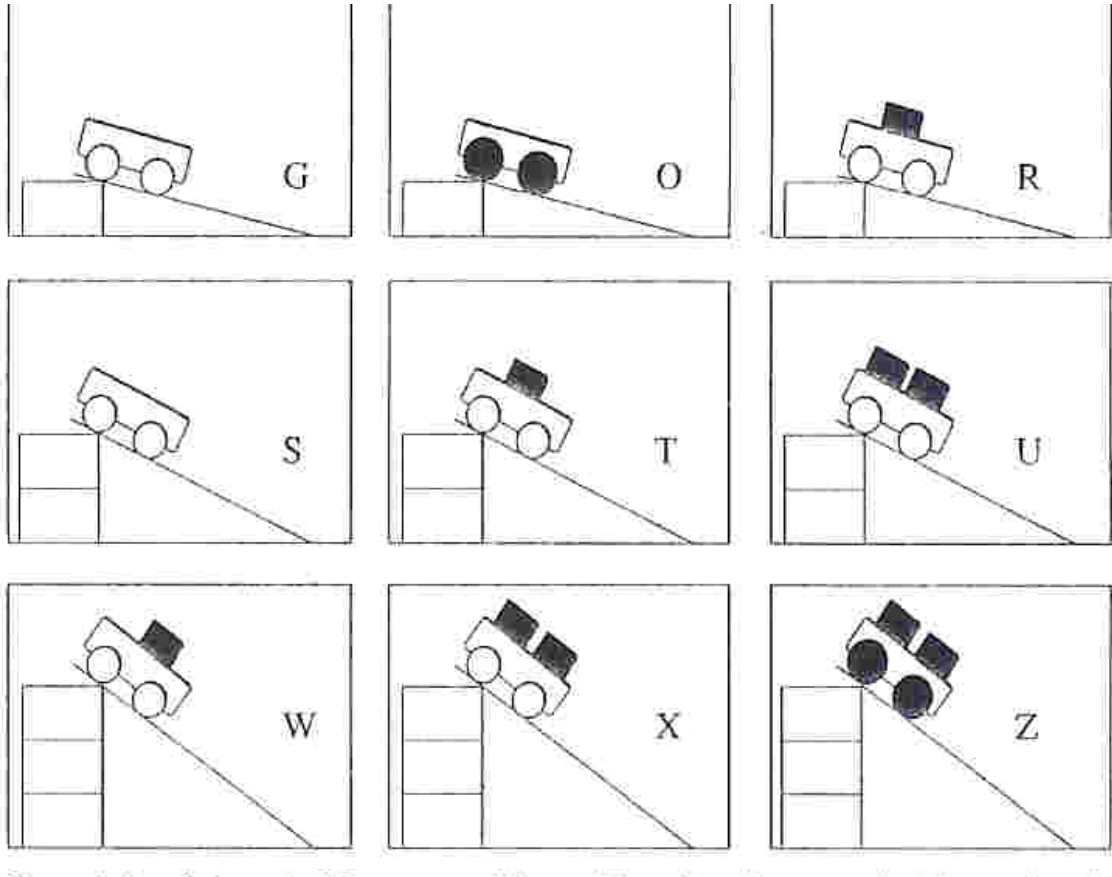
Wie überzeugend ist ein Experiment ohne Kontrollansatz?

- S 10 **Ja**, weil er eindeutig beschrieben hat, dass Pflanzen zum wachsen Nährstoffe, Luft und Wasser brauchen.
- S 11 **Ja**, weil unter die Erde keine Luft kommt.
- S 12 **Ja**, weil der Schüler alles beschrieben hat und es auch begründen konnte. Wenn er den Pflanzen die drei Sachen weggenommen hätte, würde sie eingehen.
- S 13 **Ja**, weil er hat es ja ausprobiert und er sieht ja, wenn die Pflanze wächst oder nicht.
- S 14 **Ja**, weil das die Sachen sind, aber der Samen hat die Nährstoffe auch im Keim.

Die Zeichnungen zeigen mehrere Versuche, die Andrea mit Wagen mit unterschiedlich großen Rädern durchgeführt hat. Sie hat sie von unterschiedlichen Höhen hinabrollen lassen. Die Blöcke, die sie hineingelegt hat, hatten alle die gleiche Masse.

Sie möchte folgende Vermutung überprüfen: Je schwerer ein Wagen ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit am Fuße der Rampe. Welche drei Versuche sollte sie vergleichen?

a) G, T, X
b) G, T, Z
c) R, U, Z
d) S, T, U
e) S, W, X



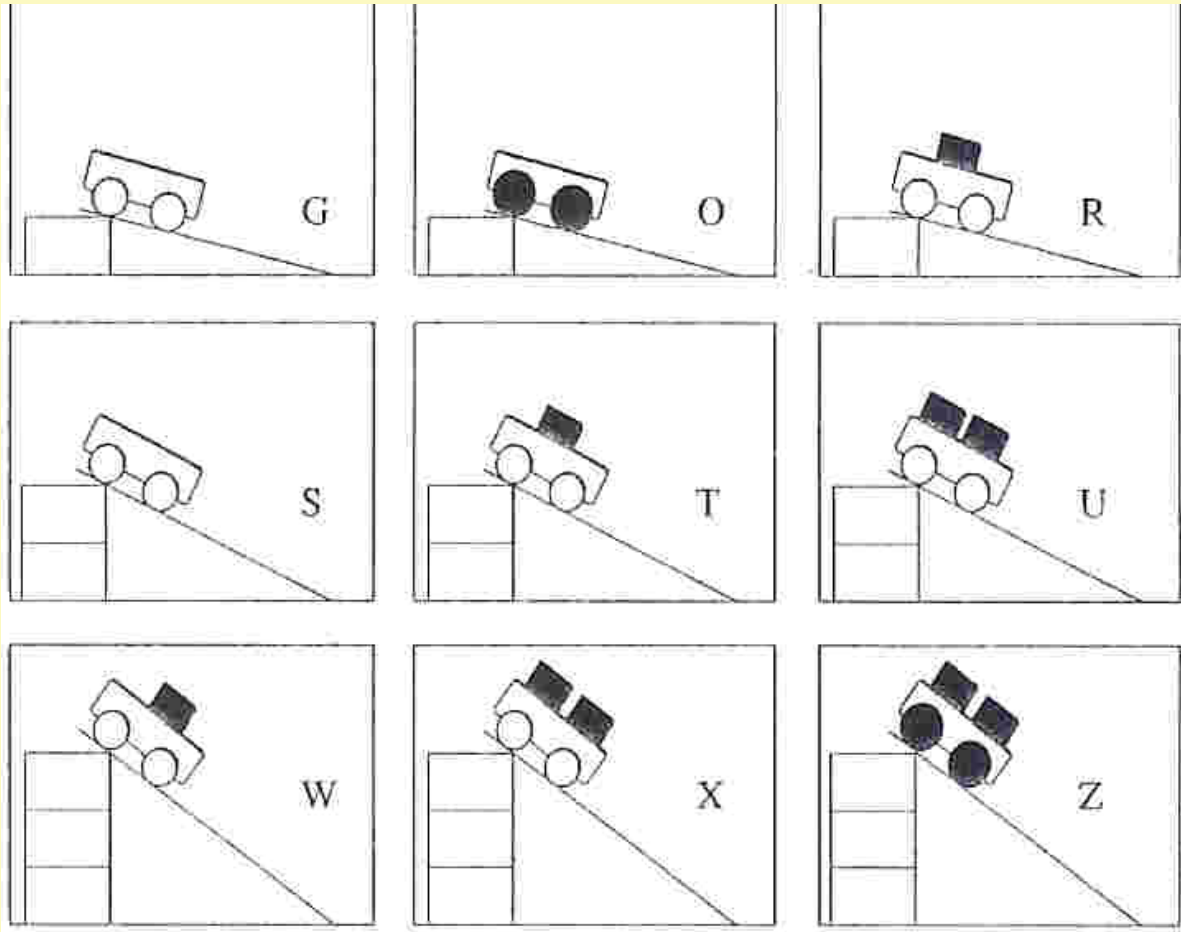
Lösungshäufigkeiten: Klasse 7: 28%, Klasse 8: 35%

Etwa 2/3 der Schüler erkannten nicht den Einfluss

einer (A und E) oder mehrerer Stör-/ Kontrollvariablen (B und C)

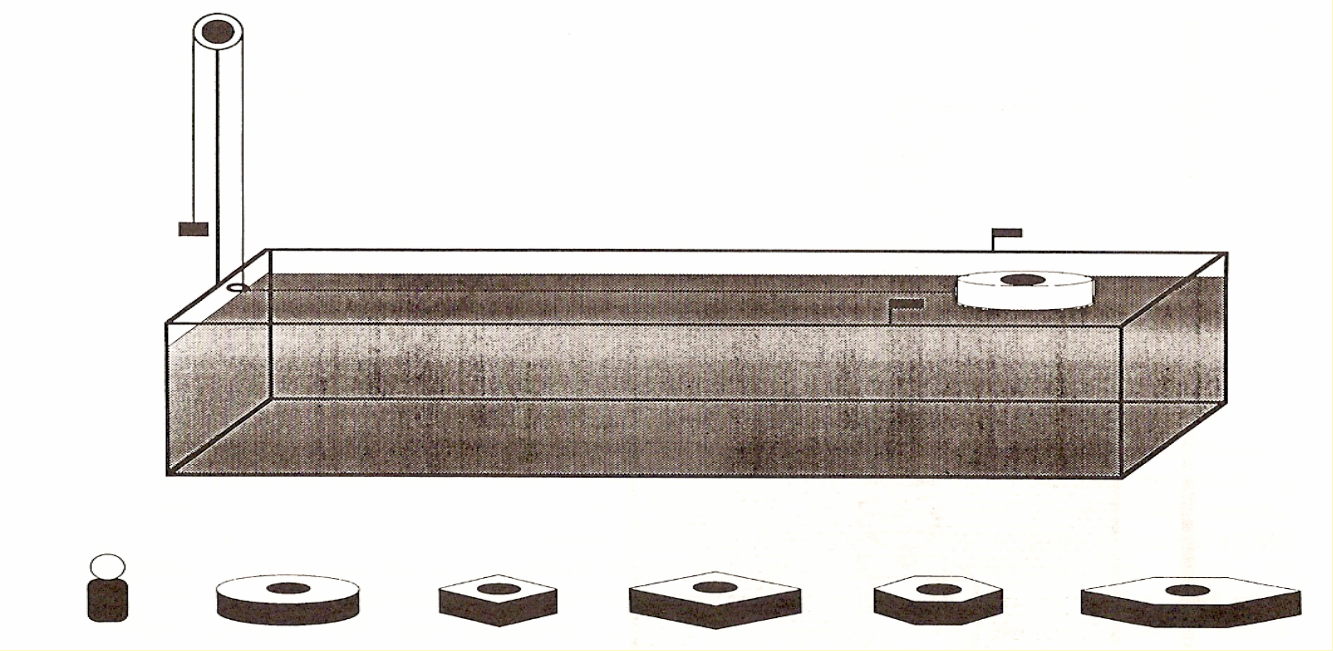
=> Typische Fehler bei der Anlage einer Versuchsreihe!

a) G, T, X
b) G, T, Z
c) R, U, Z
d) S, T, U
e) S, W, X



Wie werden Hypothesen in einer Versuchsreihe zueinander in Beziehung gesetzt?

Im Schülerexperiment sollte ermittelt werden, welche Faktoren die Geschwindigkeit eines Bootes in einem Kanal beeinflussen. Variiert werden konnten die Variablen Bootsgröße und -form, Gewicht der Ladung und Höhe des Wasserstandes im Kanal.



Hypothese 1: »Das Gewicht bestimmt die Geschwindigkeit: leichte Boote fahren schneller als schwere.«

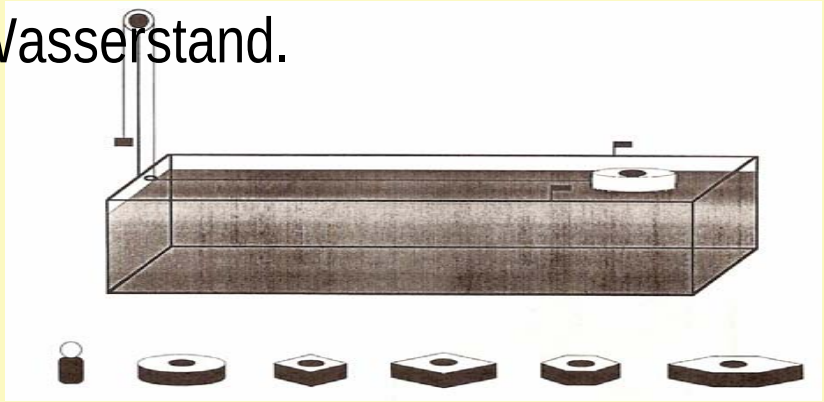
Versuch 1 und 2:

Großes rechteckiges schweres Boot in einem Kanal mit niedrigem Wasserstand im Vergleich mit kleinen runden leichten Boot in einem Kanal mit hohem Wasserstand. => unsystematischer Umgang mit Variablen

Keine weiteren Versuche zu dieser Hypothese, obwohl noch keine gültigen Rückschlüsse über den Zusammenhang zwischen Gewicht und Geschwindigkeit möglich waren. Statt dessen

Hypothese 2: »Die Bootsform bestimmt die Geschwindigkeit - runde Boote fahren schneller als eckige«.

Versuch 3: Vergleich von Versuch 2 mit einem kleinen leichten Boot in Diamantform in einem Kanal mit niedrigem Wasserstand.



Auch in den folgenden Versuchen ließ sich keine Systematik zwischen Folgehypothesen erkennen.

Ursachen des Nicht-Erkennens von Fehlern (Schüler einer IGS, 8. Klasse, Bio)

Unkenntnis der Methodik des Experimentierens

- Ziel des Experimentierens => Effekt erzielen
- **praktischer Nutzen der Ergebnisse bestimmt deren Wert**

confirmation bias

- **Umdeutung von Ergebnissen**
- **Ignorieren von Ergebnissen, Variablen**
- **Zurückweisen unerwarteter Daten als unverständlich**
- **der Evidenz widersprechende Schlussfolgerung (Fehlschluss)**
- **„weiche“ Formulierung bei Hypothesenrevision: periphere Aufgabe der Überzeugung**
- **Annahme falscher Darstellung der Ergebnisse**
- **Interpretation anhand Vorwissen statt experimenteller Evidenz**

IPN

Kompetenzstufen beim Hypothesenbilden

- **Stufe 1:** keine Hypothesen beim Experimentieren
- **Stufe 2:** unsystematische Suche nach Hypothesen
- **Stufe 3:** systematische Hypothesensuche, aber fehlerhafte Hypothesenrevision
- **Stufe 4:** systematische Hypothesensuche sowie erfolgreiche Hypothesenrevision

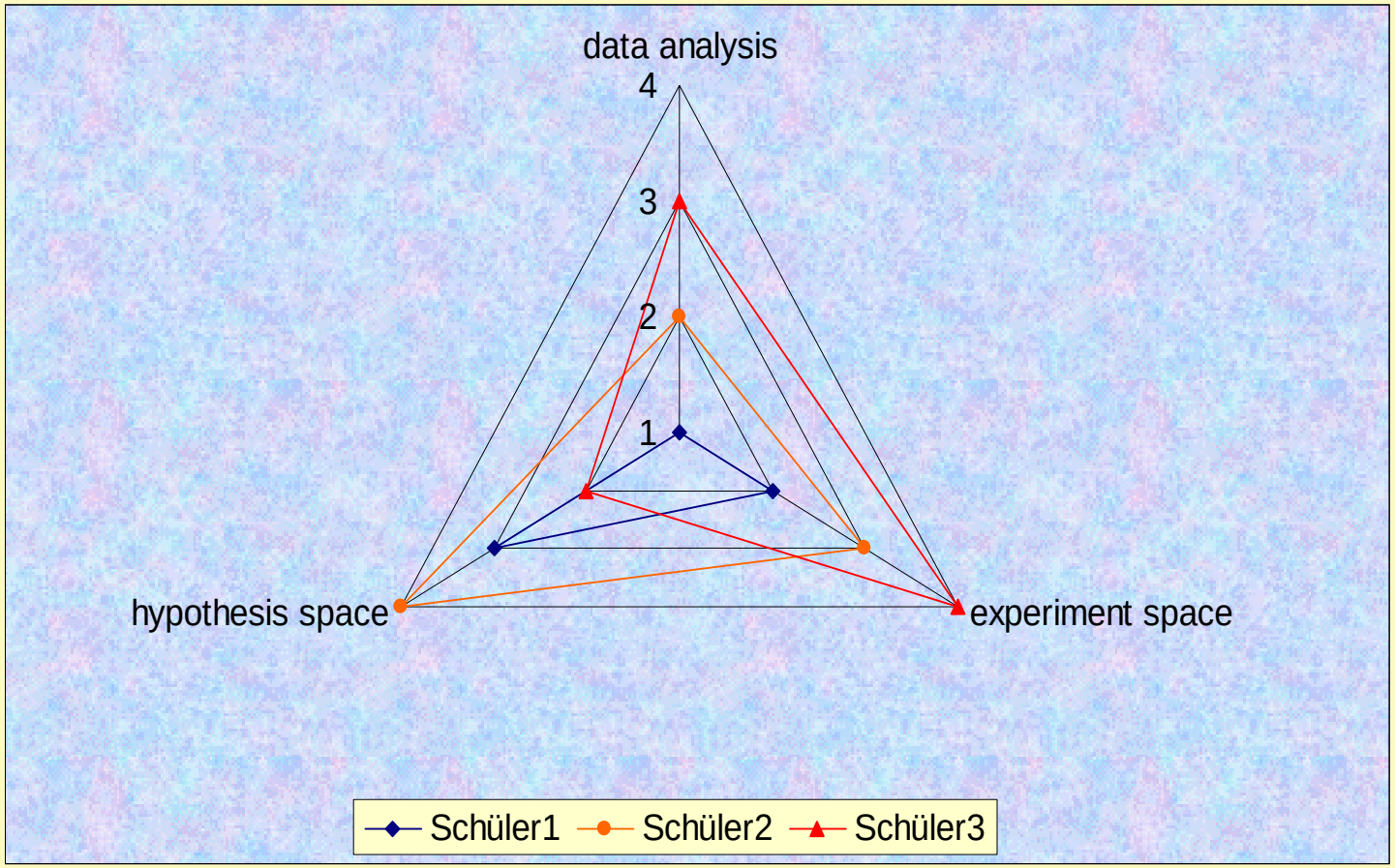
Kompetenzstufen beim Planen von Experimenten

- **Stufe 1:** unsystematischer Umgang mit Variablen
- **Stufe 2:** teilweise systematischer Umgang mit Variablen
- **Stufe 3:** systematischer Umgang mit Variablen in bekannten Wissensdomänen
- **Stufe 4:** systematischer Umgang mit Variablen in unbekannten Wissensdomänen

Kompetenzstufen bei der Datenanalyse

- **Stufe 1:** Daten werden nicht auf Hypothesen bezogen
- **Stufe 2:** unlogische Datenanalyse
- **Stufe 3:** weitgehend logische Datenanlyse, aber Probleme mit Daten, die den eigenen Erwartungen widersprechen
- **Stufe 4:** logische Datenanalyse, auch wenn die Daten den eigenen Erwartungen widersprechen

Kompetenzprofile



Konsequenzen für den Unterricht

„minds-on" nicht nur „hands-on"

- problemorientierte Experimentieranlässe
- Lernende bilden Hypothesen, planen Experimente, analysieren Daten
- kein mechanisches Abarbeiten von Experimentieranleitungen
- Lernende kognitiv aktivieren
  z.B. POE: predict -- observe -- explain
- Verständnis von Inhalten und Erkenntnismethoden gemeinsam vertiefen

Konsequenzen für den Unterricht

experimentelle Kompetenzen kumulativ fördern

Berücksichtigung von Schülervorstellungen über die experimentelle Methode

Absprachen mit allen naturwissenschaftlichen Fächern! Verankerung im Arbeitsplan.

Arbeitsauftrag

Formulieren Sie bitte zu den zu Beginn gezeigten Schülerübungen – oder Schülerübungen Ihrer Wahl - Arbeitsaufträge, die im zuvor beschriebenen Sinn kompetenzfördernd sind.

Heften Sie bitte Ihr Arbeitblatt an eine der Stellwände.