

Förderung und Diagnose experimenteller Kompetenzen auf der Sekundarstufe I



Christoph Gut
Pädagogische Hochschule Zürich

Innovationstag SWISE
Zürich, 29.03.14

Förderung und Diagnose experimenteller Kompetenzen auf der Sekundarstufe I



Was sind experimentelle Kompetenzen?

Wie könnten sie im Unterricht diagnostiziert werden?

Wie könnten sie im Unterricht gefördert werden?

1. Fragestellung

Was sind experimentelle Kompetenzen?

EDK-Grundkompetenzen: Naturwissenschaften, Ende 6. Schuljahr

Schülerinnen und Schüler können

angeleitet Erkundungen, Untersuchungen und Experimente durchführen und dabei Schätzungen und Messungen vornehmen, Daten sammeln und auswerten



1. Fragestellung

Was sind Kompetenzen mehr als Lehrplanziele?

Grundkompetenzen unterscheiden sich von Lehrplanzielen vor allem darin, was nicht in den Lehrplänen steht:

- **Lehr- und Lernbarkeit** Kompetenzen können gefördert und erworben werden
- **Progression** Es gibt Abstufungen der Kompetenzausprägung
- **Messbarkeit** Kompetenzausprägungen sind messbar
- **Transferfähigkeit** Kompetenzen können in verschiedene fachliche Kontexte aus Biologie, Chemie oder Physik übertragen werden

1. Fragestellung

Was sind kompetenzorientierte Experimentieraufgaben?

Was könnten Lerninhalte kompetenzorientierter Aufgaben sein?

	wissen	anwenden können
Begriffe, Gesetze (Fachwissen)	Erkennen, benennen was ist	Phänomene erklären, voraussagen können
Arbeitsweisen (Strategien)	erkennen, benennen, wie vorzugehen ist	vorgehen können
handwerkliche Fertigkeiten		Materialien / Geräte verwenden können

2. ExKoNawi

Projekt ExKoNawi

ExKoNawi: Experimentelle Kompetenzen in den Naturwissenschaften

PH Zürich: Susanne Metzger, Pitt Hild, Josiane Tardent, Christoph Gut

Ansatz und Ziele

- Kompetenz = **transferfähige Problemlösefähigkeit**
- **fächerübergreifender Ansatz**
- **Diagnoseinstrument** für Schulpraxis der Sekundarstufe I
- Testinstrument für **grosse Leistungserhebungen**

2. ExKoNawi

Fächerübergreifende Problemtypen

Grundkompetenzen für integrierten NT-Unterricht erfordern **fächerübergreifende Problembeschreibungen.**

Problemtypen	Beobachten	Phänomene anhand gegebener Kategorien (Fragen) beschreiben und vergleichen
	Messen	quantitative Grössen mit gegebenen Messinstrumenten (Skala) genau messen
	Untersuchen	korrelative Zusammenhänge zwischen gegebenen Variablen (Frage) untersuchen
	Vergleichen	Objekte anhand einer gegebenen Eigenschaft experimentell (ohne direkte Messung) vergleichen

2. ExKoNawi

Tests im Kanton Zürich

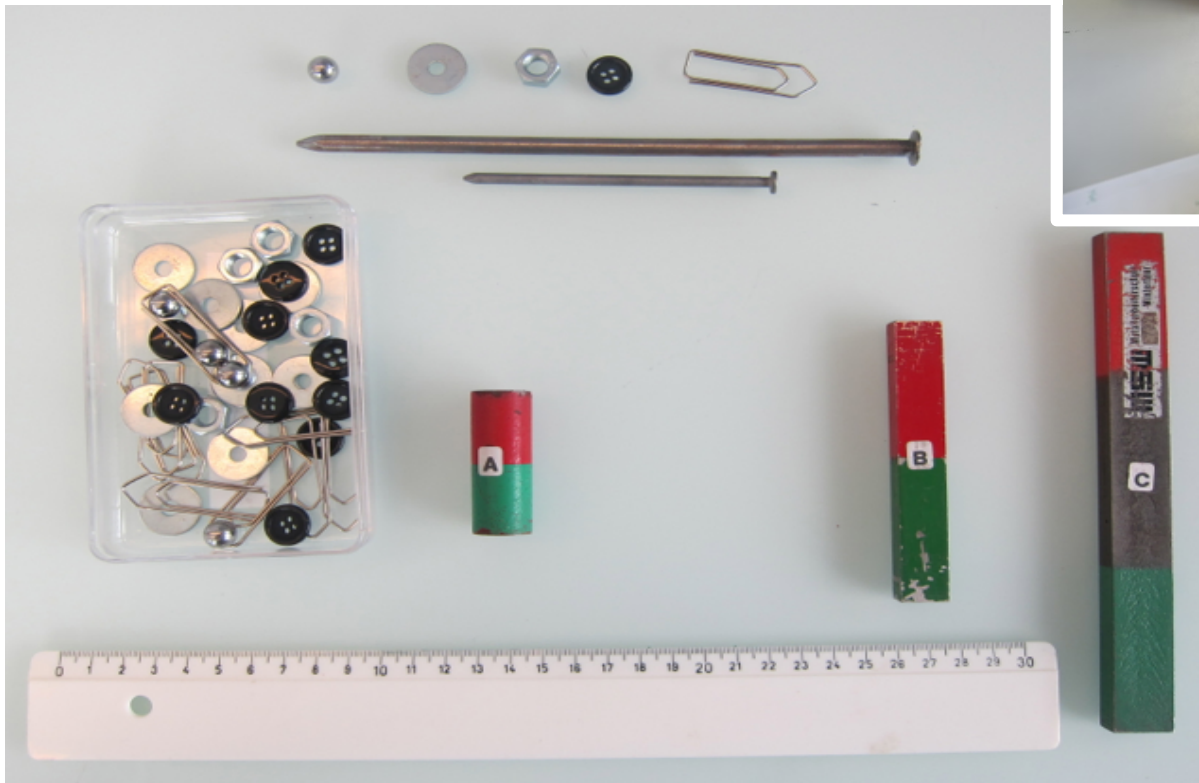
- 12 Aufgaben zu biologischen, chemischen, physikalischen Kontexten
- Einzelarbeit: 20 Minuten pro Aufgabe

Problemtypen	Beobachten	Phänomene anhand gegebener Kategorien (Fragen) beschreiben und vergleichen 3 Testaufgaben (Biologie, Chemie, Physik)
	Messen	quantitative Grössen mit gegebenen Messinstrumenten (Skala) genau messen 3 Testaufgaben (Biologie, Chemie, Physik)
	Untersuchen	korrelative Zusammenhänge zwischen gegebenen Variablen (Frage) untersuchen 3 Testaufgaben (Biologie, Chemie, Physik)
	Vergleichen	Objekte anhand einer gegebenen Eigenschaft experimentell (ohne direkte Messung) vergleichen 3 Testaufgaben (Biologie, Chemie, Physik)

2. ExKoNawi

«Vergleichen»: Testaufgabe

«Magnete» (Jahrgangsstufen 7 bis 9)



Problem: Ordne die Magnete nach ihren Stärken.

2. ExKoNawi

«Vergleichen»: Aufgabenkonstruktion

Teilaufgaben			
	2 Objekte vergleichen	Standard erreicht?	Standard erreicht?
	Qualitativer Vergleich	Bedingungen für fairen Vergleich	
Qualität der Antwort			

2. ExKoNawi

«Vergleichen»: Aufgabenkonstruktion

Teilaufgaben					
	3 Objekte vergleichen			Standard erreicht?	
	2 Objekte vergleichen	Standard erreicht?	Standard erreicht?		
	Qualitativer Vergleich	Bedingungen für fairen Vergleich	Qualitativer Vergleich: Reihenfolge		
Qualität der Antwort					

2. ExKoNawi

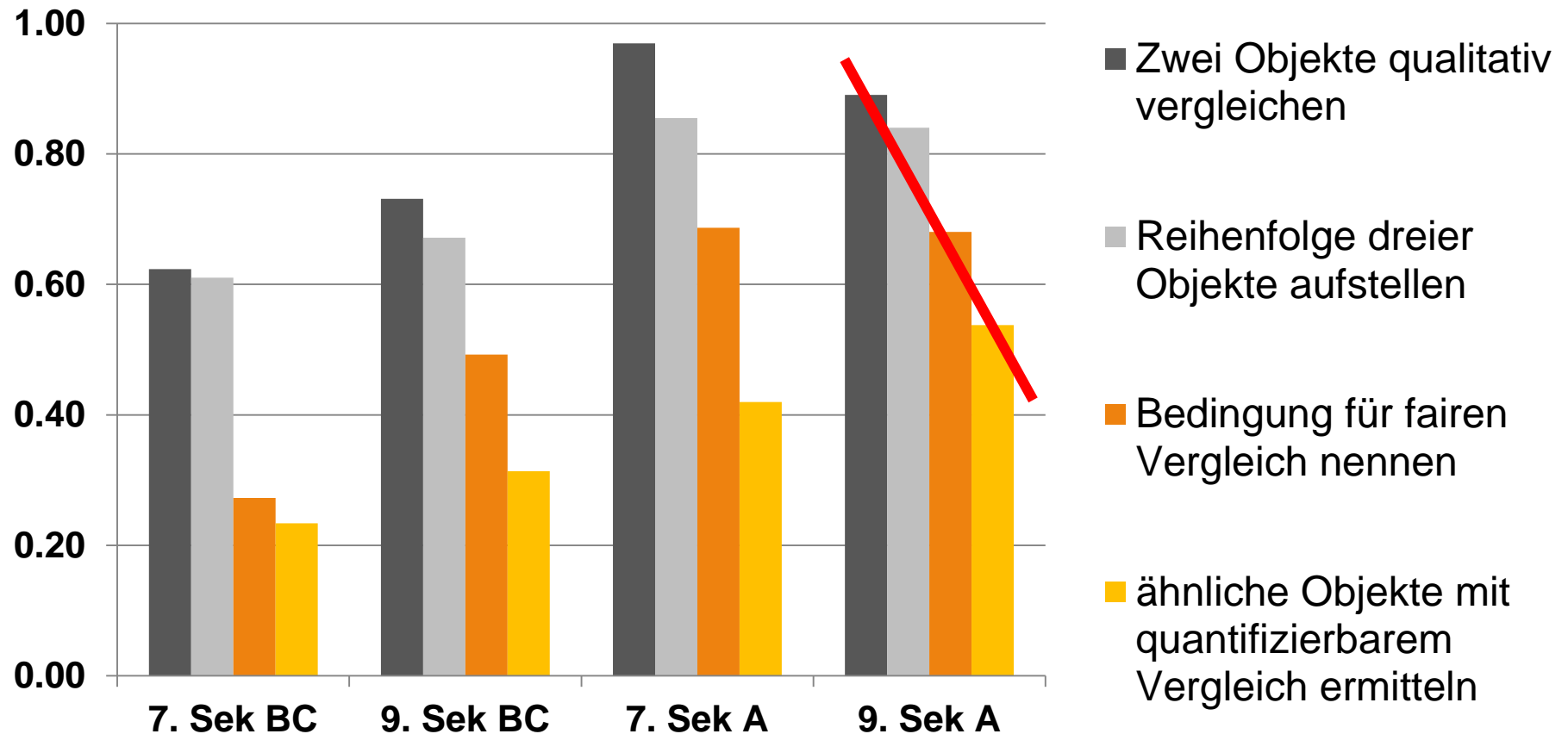
«Vergleichen»: Aufgabenkonstruktion

Teilaufgaben	Differenzen vergleichen				Standard erreicht?
	3 Objekte vergleichen			Standard erreicht?	
	2 Objekte vergleichen	Standard erreicht?	Standard erreicht?		
		Qualitativer Vergleich	Bedingungen für fairen Vergleich	Qualitativer Vergleich: Reihenfolge	Quantitativer Vergleich
Qualität der Antwort					

2. ExKoNawi

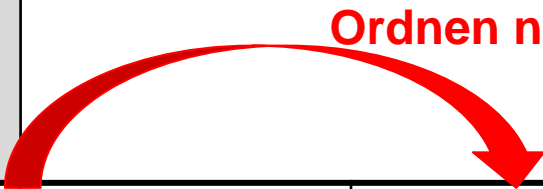
«Vergleichen»: Ergebnisse

Häufigkeiten der erreichten Standards (über alle Aufgaben, N = 331)



2. ExKoNawi

Diagnoseinstrument für Schulpraxis

Teilaufgaben	Differenzen vergleichen				Standard erreicht?
	3 Objekte vergleichen		Standard erreicht?	Standard erreicht?	
	2 Objekte vergleichen	Standard erreicht?	 Ordnen nach «Schwierigkeit»		
	Qualitativer Vergleich	Qualitativer Vergleich: Reihenfolge	Bedingungen für fairen Vergleich	Quantitativer Vergleich der Differenzen	
Qualität der Antwort					

Diagnose mittels individueller **Beurteilung einzelner Qualitätsstandards**

2. ExKoNawi

Diagnoseinstrument für Schulpraxis

Teilaufgaben	Differenzen vergleichen				Standard erreicht?
	3 Objekte vergleichen		Standard erreicht?	Standard erreicht?	
	2 Objekte vergleichen	Standard erreicht?			
		Qualitativer Vergleich	Qualitativer Vergleich: Reihenfolge	Bedingungen für fairen Vergleich	Quantitativer Vergleich der Differenzen
		Qualität der Antwort			

Konstruktion von **Aufgaben mit reduzierter «Schwierigkeit»**

2. ExKoNawi

«Untersuchen»: Testaufgabe

«Tabletten» (Jahrgangsstufen 7 bis 9)



Problem:

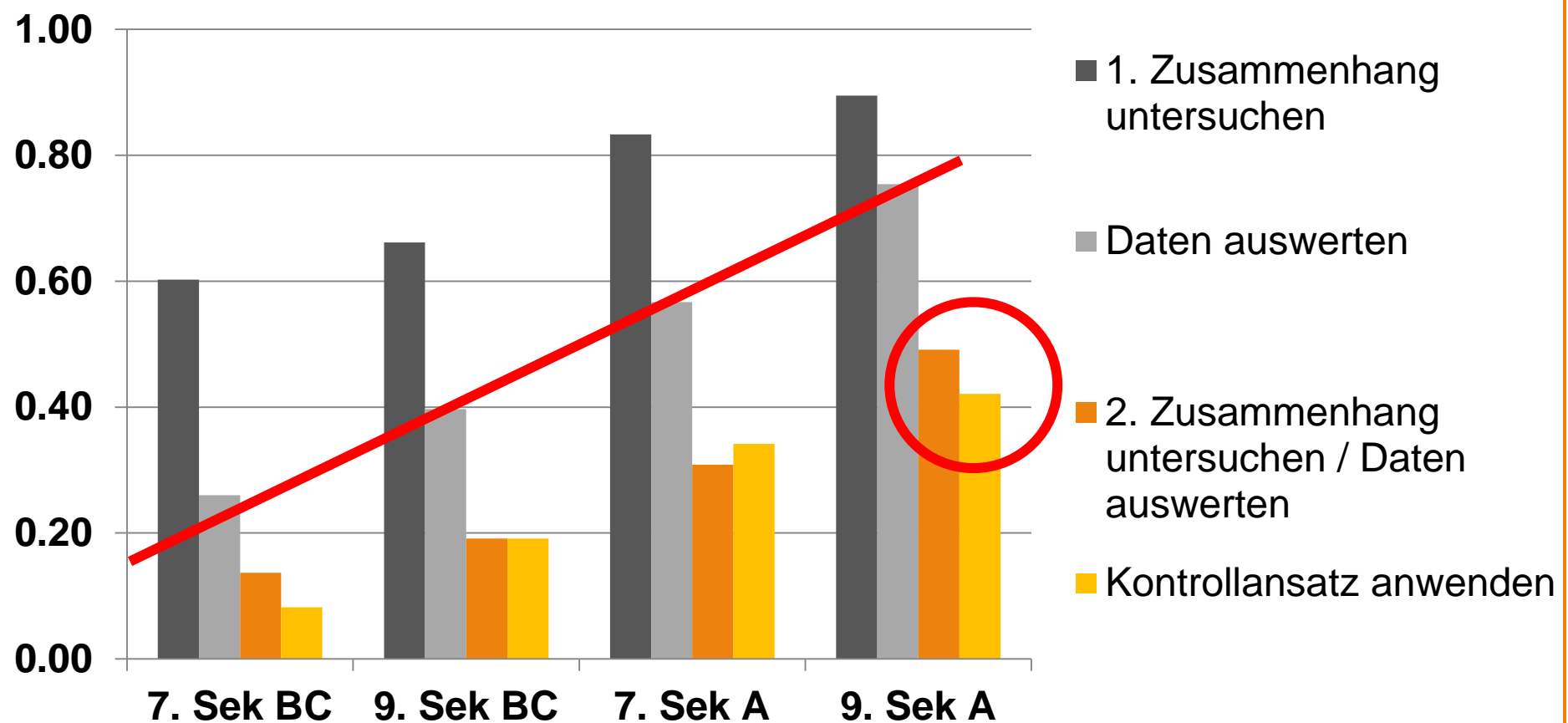
Untersuche, wie die Auflösengeschwindigkeit einer Tablette von der Menge und der Temperatur des Wasser abhängt.

- Zuerst 1 Zusammenhang untersuchen, dann beide zusammen.

2. ExKoNawi

«Untersuchen»: Ergebnisse

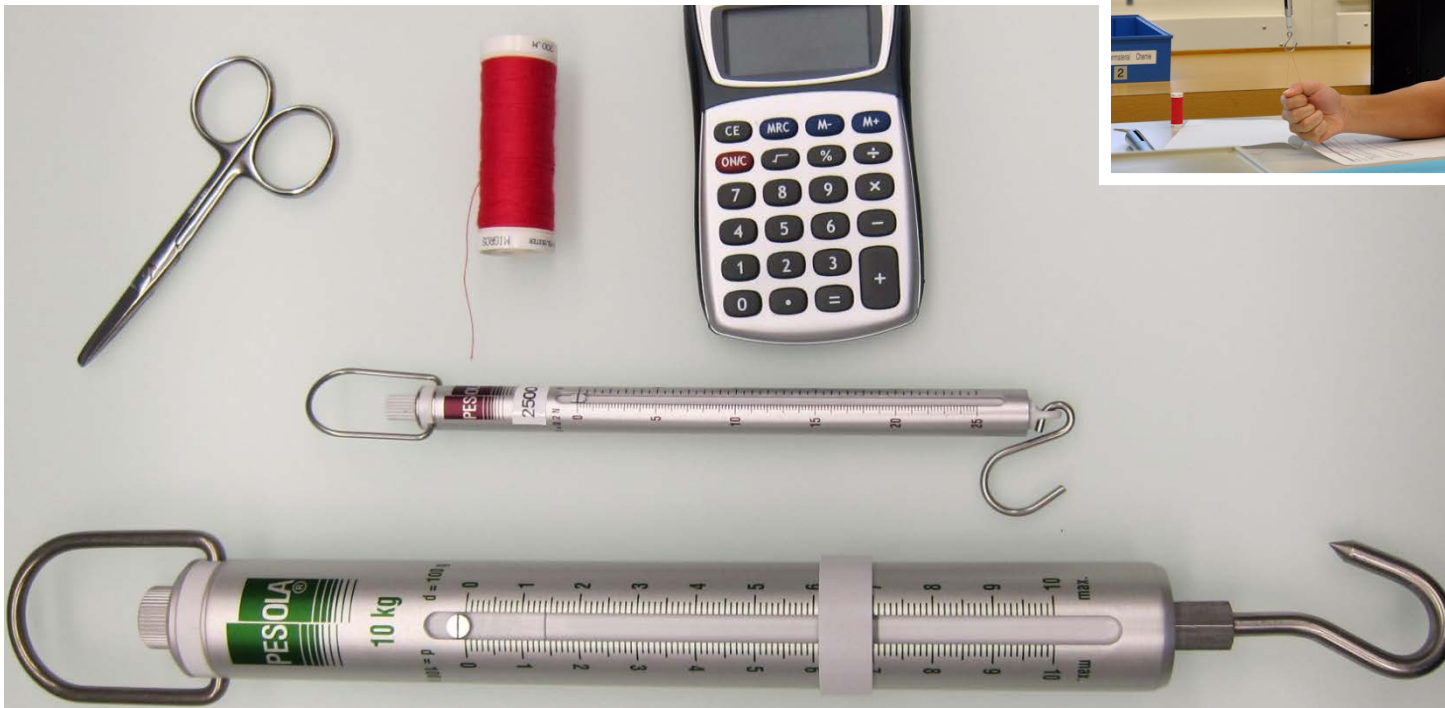
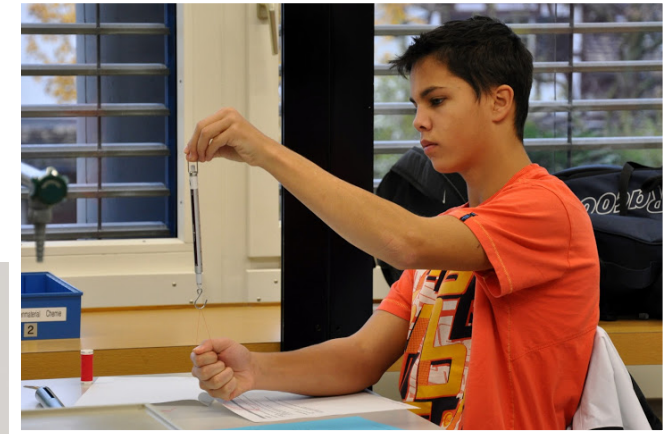
Häufigkeiten der erreichten Standards (über alle Aufgaben, N = 331)



2. ExKoNawi

«Messen»: Testaufgabe

«Faden» (Jahrgangsstufen 7 bis 9)



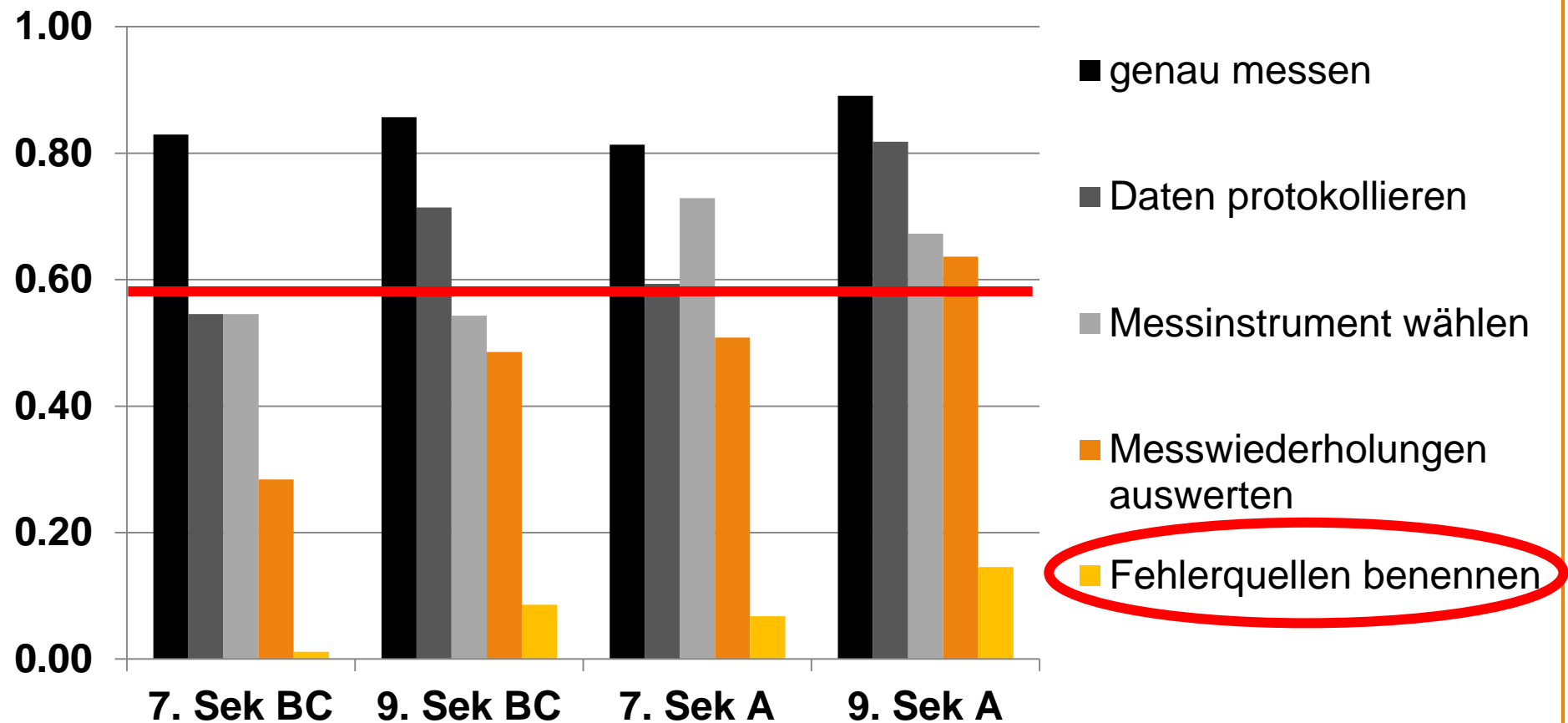
Problem: Messe die Reissfestigkeit des Fadens möglichst genau.

- Wie viele Messungen sind sinnvoll?
- Welches Messinstrument eignet sich am besten?

2. ExKoNawi

«Messen»: Ergebnisse

Häufigkeiten der erreichten Standards (über drei Aufgaben, N = 136)



3. Schulpraxis

Kompetenzorientierte Aufgaben: «Neue» Lernziele

„Neue“ Lernziele = Erwerb und Anwendung von **transferfähigem Wissen**

	Problemverständnis	Strategiewissen
Beobachten	objektive Beschreibung vs. subjektive Interpretation	Vergleich als Beschreibung von Unterschieden / Gemeinsamkeiten
Messen	Messungen sind prinzipiell unsicher	Messwiederholung Sensitivität von Messgeräten
Untersuchen	abhängige Variable vs. unabhängige Variable	Variablenkontrolle
Vergleichen	Gleiches mit Gleichem vergleichen	Vergleich unter fairen Bedingungen Konstanz der Vergleichsmethode

3. Schulpraxis

Kompetenzorientierte Aufgaben: Einsatz im Unterricht (1)

Zu Beginn einer Lektionsreihe (ohne Vorwissen)

- **Aufgaben alltagssprachlich formulieren**
 - ⇒ Faden: «Belastung in g» statt «Reissfestigkeit in N»
- Ziele:
 1. Vorwissen und Vorstellungen der SuS erfassen
 - ⇒ Faden: «Wird an jedem Fadenende ein Kraftmesser benötigt?»
 2. **Strategien anwenden und einüben**



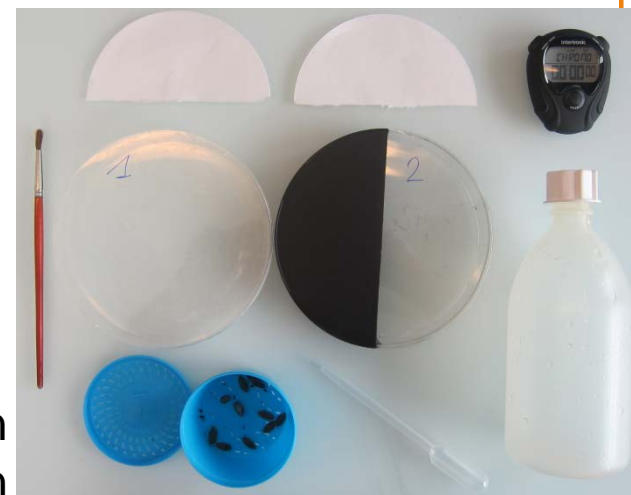
Beispiel: Fortbewegung eines Regenwurms beobachten und beschreiben

3. Schulpraxis

Kompetenzorientierte Aufgaben: Einsatz im Unterricht (2)

Am Ende einer Lektionsreihe (mit Vorwissen)

- **Aufgaben fachsprachlich formulieren**
 ⇒ Asseln: Temperatur statt «warm, kalt»
- Ziele:
 1. Phänomen mit Fachbegriffen beschreiben und mit Fachkonzepten erklären
 2. **Strategien anwenden und einüben**



Beispiel: bevorzugte Lebensbedingungen von Asseln untersuchen

3. Schulpraxis

Kompetenzorientierte Aufgaben: Einsatz im Unterricht (3)

Ohne Bezug zu Schulstoff (Fachinhalte)

- **Aufgaben in Alltagskontexte einbetten**
⇒ Tabletten, Früchte
- Ziele:
 1. Problemverständnis fördern
 2. **Strategien anwenden und einüben**

Beispiel: Saftgehalt von Früchten vergleichen



3. Schulpraxis

Letzte Aufgabe (ohne Stoffbezug, in Alltagssprache)

«Sinken» (Jahrgangsstufen 7 bis 9)



Problem:

Untersuche, wie die Sinkgeschwindigkeit einer Kugel in Wasser von der **Grösse** (Radius r) und dem **Material** (Dichte ρ) abhängt.

Theorie:

$$v_{max} \sim \sqrt{r \cdot \rho}$$

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



- EDK. (2011). *Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften. Nationale Bildungsstandards*. Zugriff unter http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp_nawi_d.pdf.
- Erickson, G. (1994). Pupil's understanding of magnetism in a practical assessment context: the relationship between content, process and progression. In P. Fensham, G. Richard & R. White (Hrsg.), *The content of science* (S. 80-97). London: Falmer.
- Erickson, G., Bartley, A. W., Blake, L., Carlisle, R. W., Meyer, K. & Stavy, R. (1992). *British Columbia assessment of science 1991 technical report II: Student performance component*. Victoria, B. C.: Queen's Printer.
- Gut, C., Hild, P., Metzger, S. & Tardent, J. (in Druck). *Projekt ExKoNawi: Modell für hands-on Assessments experimenteller Kompetenzen*. Konferenzbeitrag GDGP, München.
- Harmon, M., Smith, T. A., Martin, M. O., Kelly, D. L., Beaton, A. E., Mullis, I. V. S., . . . Orpwood, G. (1997). *Performance Assessment in IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill: Boston College.
- Metzger, S., Hild, P., Gut, C. & Tardent, J. (in Druck). *Projekt ExKoNawi: Aufgaben und erste Ergebnisse der hands-on Assessments*. Konferenzbeitrag GDGP, München.
- Meyer, K. & Carlisle, R. W. (1996). Children as experimenters. *International Journal of Science Education*, 18(2), 231-248.