

Entwicklung eines hands-on Experimentiertests zur
Kompetenz des skalenbasierenden Messens

Forschungsarbeit an der Pädagogischen Hochschule Zürich

Masterstudiengang Fachdidaktik Naturwissenschaften

vorgelegt von:
David-Matthias Sichau

eingereicht bei:
Pitt Hild

05. Februar 2015, Zürich

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Theoretischer Rahmen	3
2.1. Kompetenz des skalenbasierten Messens	3
2.2. ExKoNawi	3
3. Testentwicklung	3
4. Umsetzung	4
5. Ergebnisse	4
5.1. Kodierung	4
5.2. Unterschiede zwischen den Tests	4
5.3. Rasch Analyse	4
6. Diskussion	5
6.1. Unterschiede zwischen den Tests	8
6.2. Rasch Analyse	8
7. Ausblick	8
Literaturverzeichnis	9
A. Anhang	10
A.1. Test 201: Aufgabenstellung	11
A.2. Test 201: Kodierung	17
A.3. Test 301: Aufgabenstellung	19
A.4. Test 301: Kodierung	25
A.5. Test 305: Aufgabenstellung	29
A.6. Test 305: Kodierung	35

1. Einleitung

Im Rahmen einer Masterarbeit an der PH Zürich (Sichau 2015), bei welcher untersucht wurde, inwiefern die Kompetenz des skalenbasierenden Messens vom Kontext abhängig ist, musste ein neuer hands-on Experimentiertest entwickelt werden. Der hands-on Experimentiertest sollte auf bereits existierenden hands-on Testaufgaben des Projekt Ex-KoNawi der PH Zürich (Metzger et al. 2013) basieren. Die Grundlage für die Entwicklung des Tests waren dabei die existierenden Testaufgaben zur Kompetenz des skalenbasierenden Messens (Gut et al. 2014; Metzger et al. 2013).

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird die Entwicklung dieses Testes dokumentiert.

Zusätzlich wurde der neu entwickelte Experimentier-Test auf Unterschiede zu den existierenden Tests untersucht.

2. Theoretischer Rahmen

2.1. Kompetenz des skalenbasierten Messens

Die theoretische Grundlage des Experimentiertests stellt die Kompetenz des skalenbasierten Messens dar. Die Definition dieser Kompetenz basiert auf der Arbeit von Munier, Merle und Brehelin (2013). In dieser Kompetenz geht es darum „quantitative Größen mit gegebenen Messinstrument genau [zu] messen“ (Gut et al. 2014). Diese Kompetenz kann in drei Teilbereiche aufgliedert werden. Zum einen ist die Wahl des Messinstrumentes, welches für eine Messung geeignet ist, eine wichtige Teilkompetenz. Nur mit einem geeigneten Messinstrument kann die Messung durchgeführt werden. Zusätzlich sind für genauen Messungen die Wiederholung der Messung elementar, nur mit Messwiederholungen lässt sich die Genauigkeit des Resultates abschätzen. Daher ist die Messwiederholung ein weiterer wichtiger Teilaspekt der Kompetenz des Messens. Der dritte Teilaspekt ist die korrekte Messung. Wenn das Messinstrument nicht korrekt verwendet wird, kann kein korrektes Messergebnis erhoben werden. Diese Teilkompetenzen ergeben zusammen die Kompetenz des skalenbasierten Messens (Munier, Merle und Brehelin 2013; Gut et al. 2014).

Die Kompetenz des skalenbasierten Messens beruht auf dem Kompetenzmodell von Gott und Duggan (1996), bei welchem Kompetenzen aus transferfähiges Strategiewissen und kontextspezifisches Fachwissen bestehen Gott und Duggan (2002).

2.2. ExKoNawi

Beim Projekt ExKoNawi der PH-Zürich (Metzger et al. 2013) geht es darum hands-on Experimentiertests zu entwickeln, welche verschiedene experimentelle Kompetenzen von Schülern und Schülerinnen auf der Sekundarstufe I in Schweizer Schulen, zu messen. Eine der gemessenen Kompetenzen ist die Kompetenz des skalenbasierten Messens. Für diese Kompetenz gibt es bereits existierende Tests (Metzger et al. 2013; Gut et al. 2014; Hild, Metzger und Parchmann 2014b, 2014a). Diese Tests sind in verschiedenen Kontexten angesiedelt, messen aber alle die Kompetenz des skalenbasierten Messens. Im Test 201 wird die Temperaturveränderung von Wasser bei auflösen eines Salzes gemessen. Im Test 301 wird gemessen, bei welcher Kraft ein Faden reisst.

3. Testentwicklung

Wenn wir nun den fachlichen Kontext der Tests analysieren, so ist der Test 201 im Bereich Chemie angesiedelt der Test 301 jedoch in der Physik. Beim inhaltlichen Kontext geht

es um eine Temperaturmessung und einmal um eine Kraftmessung. Um nun messen zu können ob es einen Unterschied bei der Kompetenz des skalenbasierten Messens zum einen bei fachlichen und zum anderen beim inhaltlichen Kontext gibt, musste ein weiterer Test entwickelt werden. Dieser Test mit der Nummer 305 musste daher fachlich in der Physik angesiedelt sein. Inhaltlich sollte dieser Test eine Temperaturmessung enthalten.

Da dieser Test auf der Sek I in der Klasse 7 durchgeführt werden sollte, musste das Themengebiet und die Aufgabe leicht verständlich sein. Zusätzlich wird der Test extern durchgeführt, daher sollte der Materialaufwand gering sein und eine schnelle Einrichtung von Arbeitsplätzen möglich sein. Daher wurde entschieden als Aufgabe die möglichst genaue Bestimmung der Mischtemperatur von kaltem und warmen Wasser zu stellen. Der gesamte Test wurde sehr stark an der Aufgabenstellung von Test 201 angelehnt. Auch das Kodierschemata wurde vom existierenden abgeleitet und angepasst. Die Tests finden sie im Anhang unter Abschnitt [A](#).

4. Umsetzung

Der neue Test wurde im Rahmen einer Masterarbeit parallel evaluiert. Für eine detaillierte Beschreibung der Umsetzung sei auf die Masterarbeit verweisen (Sichau [2015](#)).

5. Ergebnisse

5.1. Kodierung

Die Kodierung wurde identisch wie in der Masterarbeit (Sichau [2015](#)) durchgeführt.

5.2. Unterschiede zwischen den Tests

Die Unterschiede der Testergebnisse auf Ebene der Qualitätsstandards und der erreichten Qualitätslevel wurden bereits in der Masterarbeit untersucht. In dieser Arbeit soll der Fokus deshalb auf die Item-Ebene gelegt werden.

Daher wurden Korrelationstest zwischen den einzelnen Tests auf Item-Ebene durchgeführt. Da keine Annahme über die Verteilung der Items gemacht wurde, wurde der Spearmans Rangkorrelationskoeffizient berechnet. Bei einigen Items war dies nicht möglich, da alle Schülerinnen und Schüler dort keine Antworten gegeben haben. Die Ergebnisse dieses Testes befinden sich in Tabelle [1](#).

Code erhältlich auf:

GitHub

<http://git.io/hcDD>

Item	201 vs 305		301 vs 305		201 vs 301	
	p	ρ	p	ρ	p	ρ
1.1	0.13	0.18	0.54	-0.07	1e-3	0.36
1.2	0.02	0.26	0.19	-0.16	0.27	0.13
2.1	2e-6	0.52	0.07	0.21	6e-3	0.32
3.1	0.88	0.02	0.89	0.01	0.33	-0.12
3.2	0.13	0.18	0.15	0.17	1e-3	0.36
4.1	0.04	0.24	0.12	0.18	0.07	0.21
4.2	0.13	0.18	1	0	0.18	0.15
4.3	0.73	-0.04	0.81	-0.02	0.73	-0.04
4.4	0.73	-0.04	0.81	-0.02	0.73	-0.04
5.1	na.	na.	0.89	0.02	na.	na.
5.2	2e-4	0.41	8e-4	0.38	2e-4	0.42

Tabelle 1: Spearmans- ρ und der p-Wert für Korrelationstest auf Item-Ebene. Für die drei Tests 201 (Chemie Temperatur), 301 (Physik Kraft) und 305 (Physik Temperatur)

5.3. Rasch Analyse

Zusätzlich wurden die Items noch mit Hilfe dem partial-credit Modell analysiert. Das partial-credit Modell wurde gewählt, da die Items nicht dichotom verteilt sind. Sondern teilweise auch Werte zwischen 0 und 2 annehmen können.

Auf-Item Ebene konnte das Rasch-Modell nicht mit Hilfe des Andersens Likelihood-Quotienten Test validiert werden. Auch durch Ausschluss von Items wurde der p-Wert nicht verbessert. Das besste Modell mit einem p-Wert von 0.016 konnte für alle Items bis auf Item M201_5.1 erreichte werden. Mit diesem Modell wurde die weitere Untersuchung durchgeführt.

Der Wald-Test, mit welche ungeeignete Items identifiziert werden können, führte zu folgenden „schlechten“ Items: M201_1.1, M201_3.1, M305_4.1, M305_5.2. Die Items M201_4.2 M201_4.3 M201_4.4 M201_5.2 M301_4.3 M301_4.4 M305_4.2 M305_4.3 M305_4.4 M201_2.1 M305_2.1 und M301_5.1 wurden aufgrund zu geringer Datenqualität bereits ausgeschlossen. Die Ergebnisse des Testes sind in Darstellung 1 grafisch dargestellt.

Nachdem das Modell versucht wurde zu validieren wurde trotzdem noch untersucht, inwiefern die Items einen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad aufweisen. Die Resultate dieser Analyse sind in Darstellung 2 dargestellt.

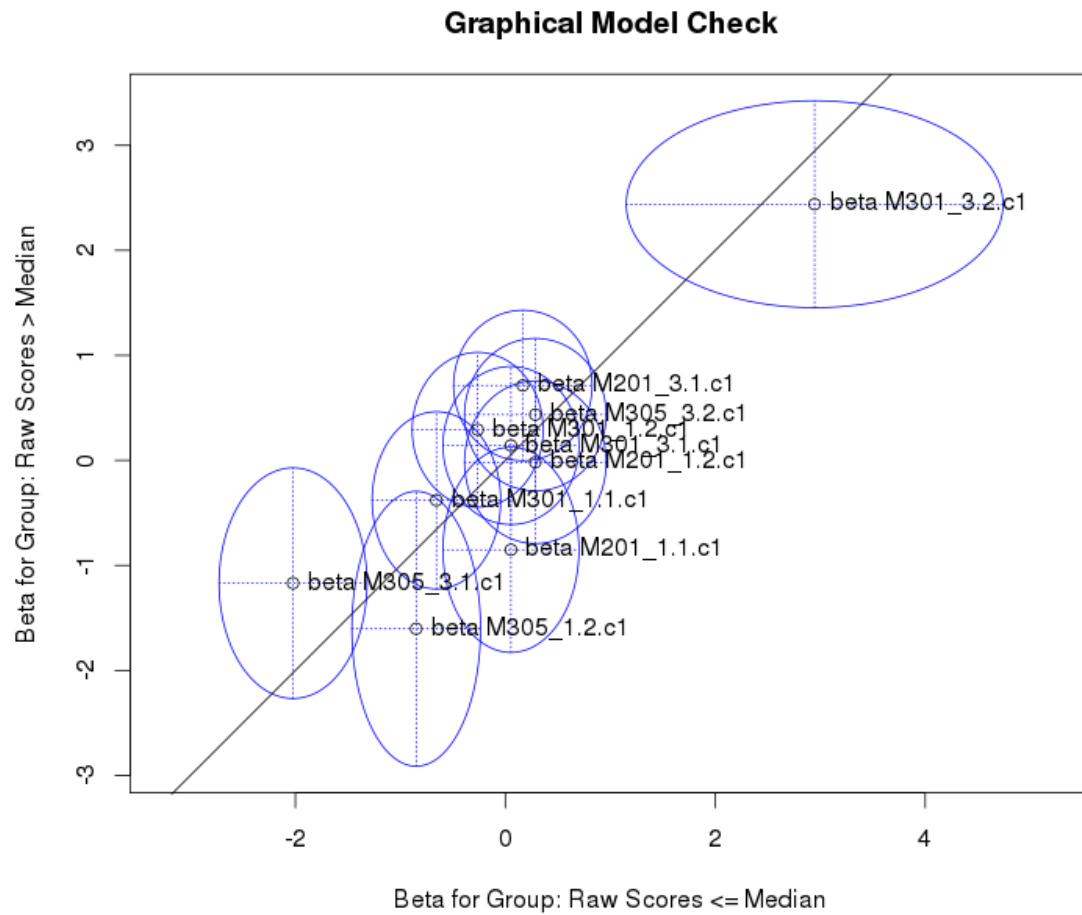


Abbildung 1: Modellkontrolle des Rasch-Modells: mehrere Items haben eine signifikante Abweichung von der Diagonalen, daher gibt es bei diesen einen signifikanten Unterschied für Personen mit niedrigen und hohen Randsummen in den Items.

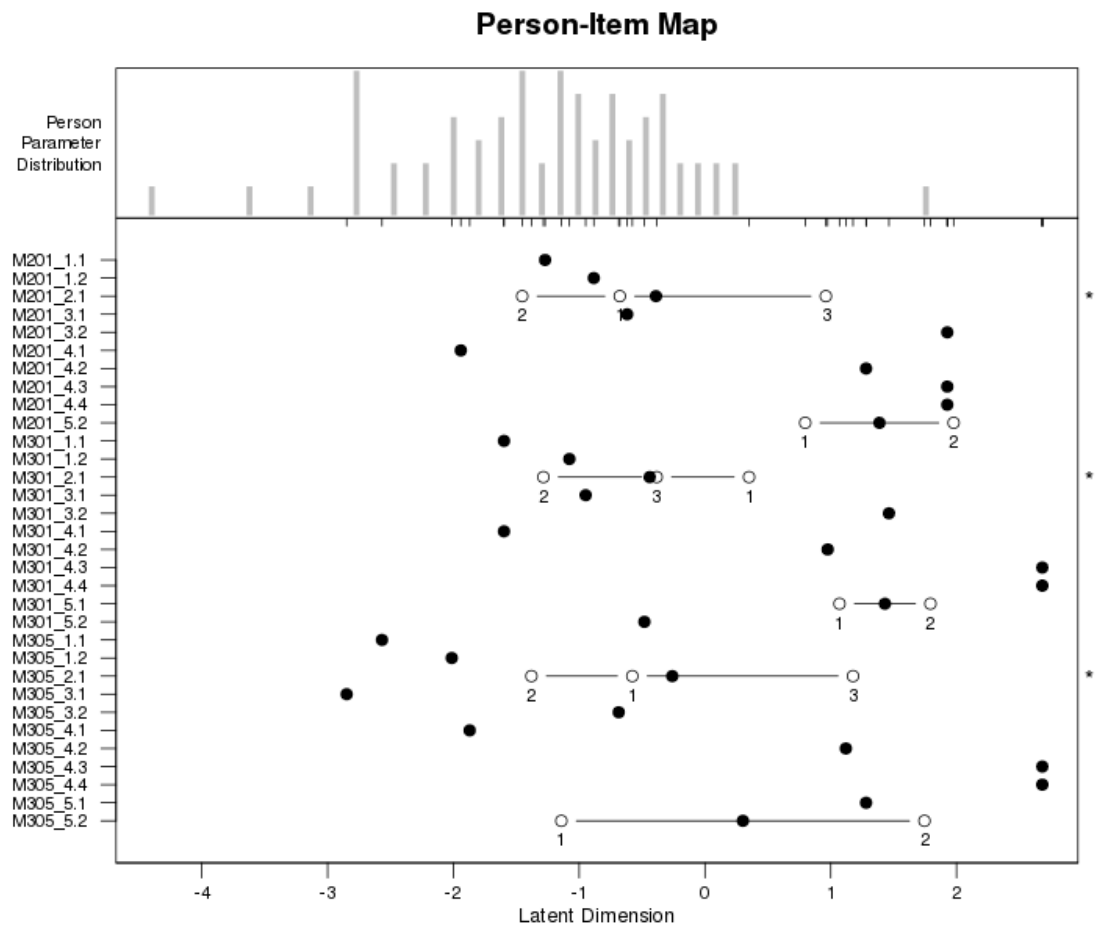


Abbildung 2: Person-Item-Map des partial-credit Modells der einzelnen Items.

Code erhältlich auf:

GitHub

<http://git.io/hcDF>

6. Diskussion

Ein Problem dieser Analyse war, dass im Vergleich zur Masterarbeit die Untersuchung auf Ebene der Items durchgeführt wurde. Ein Problem dabei ist das grosse Rauschen in diesen Daten und die grosse Anzahl Items, welche nur von einer sehr geringe Anzahl Schülerinnen und Schüler beantwortet wurden, aufgrund der hohen Aufgabenschwierigkeit.

Es war dennoch möglich gewisse Unterschiede zwischen den Test aufzuzeigen.

6.1. Unterschiede zwischen den Tests

Mit der Korrelationsanalyse konnte gezeigt werden (siehe Tabelle 1), dass der Test 201 und 301 und zwischen den Tests 201 und 305 in 4 von 11 eine Korrelation aufweist. Zwischen Test 301 und 305 konnte nur in einem Item eine Korrelation festgestellt werden.

Dies ist ein Anzeichen dafür, dass der neu entwickelte Test ähnlicher zu Test 201 ist, als zu Test 301. Dies kann mit der Test-Konstruktion zusammenhängen, da der Test 201 die Basis für Test 305 dargestellt hat.

6.2. Rasch Analyse

Bei der Rasch Analyse war ein grosses Problem, dass auf der Item Ebene viele Items nur von sehr wenigen Schülerinnen und Schülern gelöst werden konnten. Dies sieht man auch in der Darstellung 2. Die meisten Items waren für einen Grossteil der Schülerinnen und Schüler zu schwer.

Dies machte die Validierung des Rasch Modells unmöglich bei einer Signifikanz von $< 5\%$. Wenn das Signifikanzniveau auf 11% erhöht würde, könnte das Modell validiert werden.

Mit dem erstellten partial-credit Modell konnten einige Items gezeigt werden, welche ungeeignet für diese Schulstufe sind und daher besser aus den Tests entfernt werden sollten. Die ungeeigneten Items sind oft die Items, welche einen besonders hohen Schwierigkeitsgrad aufweisen und daher nur von einer geringen Anzahl von Schülerinnen und Schülern gelöst wurden. Es ist daher fraglich, ob diese Tests auf der Schulstufe der 7. Sek A geeignet sind und nicht besser bei höheren Schulstufen angewendet werden sollten.

In der Darstellung 2 kann man erkennen, dass einige Items des neuen Tests 305 im Schwierigkeitslevel deutlich niedriger sind wie die identischen Items in Test 201 oder 301. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der neue Test eine geringere Schwierigkeit aufweist, wie die alten Tests 201 und 301. Ein Grund könnte darin liegen, dass das Mischen von Wasser einen höheren Alltagsbezug für die meisten Schülerinnen und Schüler aufweist, wie das Auflösen von Salz oder die Kraft mit einer Feder zu messen.

7. Ausblick

In dieser Forschungsarbeit wurde die Validierung eines Testes durchgeführt. Aufgrund der zu geringen Datengrundlage von 72 Schülerinnen und Schüler konnte diese Validierung nicht zufriedenstellend durchgeführt werden. Vor einem grösseren Einsatz der Tests (nicht nur des neu entwickelten) sollte daher die Datengrundlage vergrössert werden. Insbesondere sollten auch Schülerinnen und Schüler aus höheren Schulstufen untersucht werden.

Es solle auch noch weiter untersucht werden, auf welcher Ebene die Validierung durchgeführt werden sollte. Die tiefste Ebene der einzelnen Items weist ein schlechte Signal/Noise Verhältnis auf. Daher sollte wie in Sichau (2015) die Validierung auch auf der Ebene der Qualitätsstandards oder der Qualitätsniveaus durchgeführt werden, da dort das Signal/Noise Verhältnis besser ist.

Es gibt jedoch erste starke Indizien dafür, dass der neu entwickelte Test eine geringere Schwierigkeitsstufe aufweist, als die beiden existierenden Test. Zumindest für die Untersuchungsgruppe. Ein Grund dafür könnte im höheren Alltagsbezug des neu entwickelten Test liegen. Im Vergleich zum Auflösen von Salz oder der Reissfestigkeit eines Fadens ist das Mischen von Wasser alltäglicher.

Literaturverzeichnis

- Gott, Richard, und Sandra Duggan 1996. "Practical work: its role in the understanding of evidence in science". 1996. *International Journal of Science Education* 18 (7): 791–806.
- Gott, Richard, und Sandra Duggan 2002. "Problems with the Assessment of Performance in Practical Science: which way now?" 2002. *Cambridge Journal of Education* 32 (2): 183–201.
- Gut, Christoph, Pitt Hild, Susanne Metzger und Josiane Tardent 2014. "Projekt Ex-KoNawi: Modell für hands-on Assessments experimenteller Kompetenzen". 2014. In *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*, herausgegeben von Sascha Bernholt, 171–173.
- Hild, Pitt, Susanne Metzger und Ilka Parchmann 2014. "Individuelle Förderung experimenteller Kompetenzen mit Lernaufgaben". 2014a. In *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*, herausgegeben von Sascha Bernholt, 477–479.
- Hild, Pitt, Susanne Metzger und Ilka Parchmann 2014. "Using feedback and feed forward to foster experimental competence in student-centered learning environments". 2014b.

- Metzger, Susanne, Pitt Hild, Christoph Gut und Josiane Tardent 2013. “Projekt ExKo-Nawi: Aufgaben und erste Ergebnisse der hands-on Assessments”. 2013. In *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*, herausgegeben von Sascha Bernholt, 174–176.
- Munier, Valérie, Hélène Merle und Danie Brehelin 2013. “Teaching Scientific Measurement and Uncertainty in Elementary School”. 2013. *International Journal of Science Education* 35 (16): 2752–2783.
- Sichau, David 2015. “Vom Einfluss des Kontextes auf Kompetenzen im Rahmen von Experimentiertests”. 2015. Masterarbeit, PH Zürich.

A. Anhang

Im folgenden Abschnitt befinden sich die Aufgabenstellungen der drei Tests und die Kodiermanuals.

A.1. Test 201: Aufgabenstellung

Salz lösen

Problem

Bei dieser Aufgabe sollst du herausfinden, wie sich die Temperatur des Wassers verändert, wenn du Pulver hinzugibst.

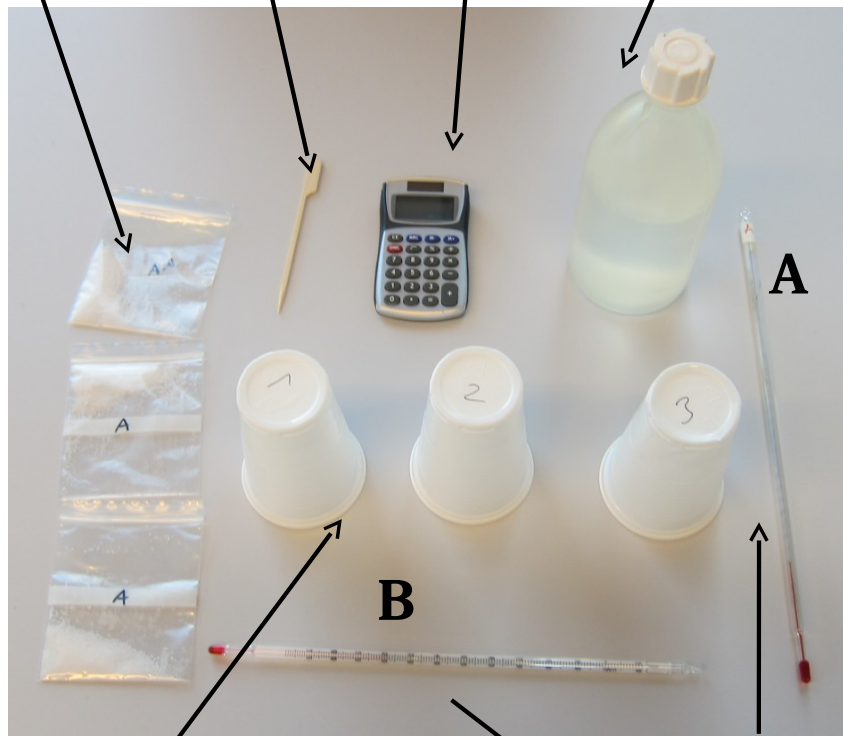
Material

3 Plastiktüten
mit je 3 g Pulver

Holzstab

Taschenrechner

Wasserflasche



3 Plastikbecher (1,2 und 3)

2 Thermometer (A und B)

Achtung: Thermometer sind zerbrechlich und kosten viel Geld.

Messung

Aufgabe

Bestimme möglichst genau, wie sich die Temperatur verändert, wenn du 3 g eines Pulvers in 50 ml Wasser löst.

Überlege dir:

- Wie gehst du vor, damit du ein möglichst genaues Resultat erhältst?
- Mit welchem Thermometer misst du am genauesten?
- Wie viele Messungen sind notwendig?

Messprotokoll

- Schreibe zu jeder Messung das Resultat und das benutzte Thermometer (A oder B) auf.

EKN_12_M2_01_i01

Resultat

Die Temperatur des Wassers verändert sich um _____

EKN_12_M2_01_i02

Ist dein Resultat genau? Mache eine Einschätzung.

EKN_12_M2_01_i03

Wie könntest du noch genauer messen?
Begründe deine Antwort.

EKN_12_M2_01_i04

**Lege diese Seiten in dein Mäppchen.
Dann mach weiter mit Seite 5.**

Fragen

➤ Welches Thermometer hast du für dein Resultat benutzt? Kreuze an.

☐ Thermometer A

☐ Thermometer B

EKN_12_M2_01_i05

Kannst du mit beiden Thermometern gleich genau messen?
Begründe deine Antwort.

EKN_12_M2_01_i06

- Wie viel Mal hast du gemessen?

EKN_12_M2_01_i07

- Wie viele Messungen hast du für dein Endresultat gebraucht?

EKN_12_M2_01_i08

- Hast du für dein Endresultat einen Mittelwert berechnet?

☐ Ja, weil ...

☐ Nein, weil ...

EKN_12_M2_01_i09

**Lege das Blatt in dein Mäppchen.
Räume deinen Arbeitsplatz so auf, wie du ihn vorgefunden
hast.**

**Fahre mit dem nächsten Versuch erst nach der Pause
weiter.**

A.2. Test 201: Kodierung

Kodierschema		Temperatur		EKN_12_M2_01
	<i>häufig bei</i>			
QS 1				korrekt und präzise messen
1.1	i01/i02	1P		Zeigt das Resultat eine richtige Tendenz?
				Sinkt die Temperatur bei der Zugabe von Pulver A
				Erklärung: Das Lösen von Pulver A (Ammoniumchlorid) ist endotherm, d.h. die aufgenommene Hydratationsenthalpie ist grösser als die abgegebene Gitterenthalpie, die Umgebung wird kälter.
1.2	i01/i02	1P		Ist das Resultat vollständig/korrekt (korrekte Einheit)?
				<ul style="list-style-type: none"> Wurde richtig vom Thermometer abgelesen und befinden sich, falls angegeben, die Anfangs- und Endtemperaturen bei mind. einer Messung in einem Bereich zwischen 17°C und 28°C (als richtig werden die folgenden Einheiten akzeptiert: °C, °, C) Liegt die entstandene Temperaturdifferenz in einem Bereich zwischen 1-8 °C.
				Erklärung: Die Raumtemperatur, sowie die Temperatur des Leitungswassers wurden im Vorfeld gemessen und liegen alle in einem Bereich zwischen 19°C und 25°C.
QS 2				Messung darstellen
2.1	i01	3P		Werden alle Messungen und Messergebnisse vollständig dargestellt?
		Je 1P pro Item		Vollständigkeit: Bei jeder Messung wird klar 1. welcher Wert (Masszahl) gemessen wurde, 2. welches Messinstrument verwendet wurde 3. wie gemessen wurde (Skizze, muss nur 1mal vorhanden sein)
QS 3				Messinstrument begründen
3.1	i05	1P		Ist die Wahl des Messinstrumentes korrekt?
				Wahl des Messinstruments mit feinerer Skala: B
3.2	i06	1P		Wird die Wahl des Messinstrumentes korrekt begründet?
				Korrekte Begründung: Feinere Skala
QS 4				Messung wiederholen
4.1	i02/i07	1P		Entstand das Resultat durch mehrmaliges Messen?

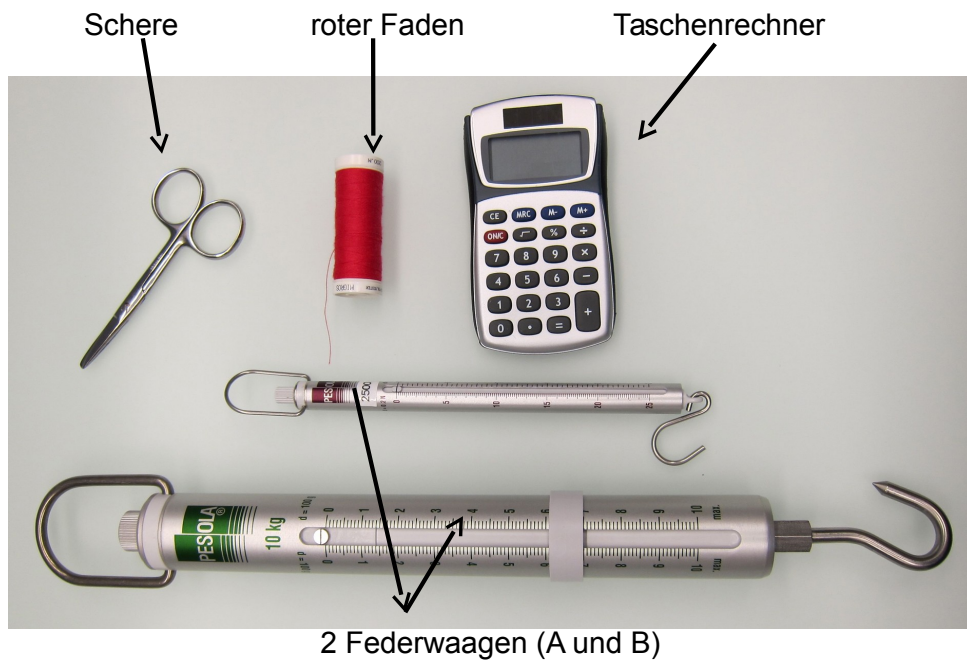
	i08		
4.2.	i02/i07 i08	1P	Falls ja, wurde mehrmals identisch gemessen?
			Identisch: Pulvermenge und Wassermenge. Die Wahl des Thermometers spielt hier keine Rolle.
4.3.	i02/i07 i08	1P	Falls ja, ist das Resultat durch korrekte Mittelwertbildung entstanden? (Methode)
			akzeptierte „Mittelwertbildung“ : 1. arithmetisches Mittel von mindestens 2 Messungen (identisches Messinstrumente) 2. Median/Extremwertausscheidung: Selektion des Zentralwertes bei einer ungeraden Anzahl (identischer) Messungen 3. Modalwert: Selektion des häufigsten Wertes (bei identischen Messungen)
4.4.	i02/i07 i08	1P	Ist das Resultat ein korrekter Mittelwert? (Ausführung)
			Korrektur Mittelwert wenn die „Mittelwertbildung“ bzw. Messwertselektion korrekt durchgeführt wurde.
QS 5			Fehlerquellen begründen
5.1	i03/i04	3P	Wie viele Fehlerkategorien werden genannt?
		Je 1P	Messung ist genau und fehlerhaft, weil ... 1. Menge Wasser oder Menge Pulver ist nicht immer konstant, oder 2. Das Messinstrument misst zu ungenau, oder 3. Andere systematische oder zufällige Fehlerquellen werden erwähnt. <i>Fehlerkategorie: Mensch, Natur, Messinstrument (pro genannte Fehlerkategorie 1 Pkt)</i>
5.2	i03/i04	3P	Wie viele richtige Lösungsvorschläge zur Steigerung der Messgenauigkeit werden gemacht?
		Je 1P	Lösungsvorschläge 1. Verbesserungen bei der Messtechnik 2. Messwiederholung und „Mittelwertbildung“ Messwert-Selektion 3. Wahl Messinstrument (Messinstrument mit feinerer Skala)

A.3. Test 301: Aufgabenstellung

Faden reißen

Problem

Bei dieser Aufgabe sollst du herausfinden, bei welcher Belastung ein Faden reisst.

Material

Messung

Aufgabe

Bestimme möglichst genau die Belastung, bei welcher der Faden reisst.

Überlege dir:

- Wie gehst du vor, damit du ein möglichst genaues Resultat erhältst?
- Mit welcher Federwaage misst du am genauesten?
- Wie viele Messungen sind notwendig?

Messprotokoll

- Zeichne auf, wie du die Belastung mit der Federwaage gemessen hast.
- Schreibe zu jeder Messung das Resultat und die benutzte Federwaage (A oder B) auf.

EKN_12_M3_01_i01

Resultat

- Der Faden reisst bei einer Belastung von _____.

EKN_12_M3_01_i02

- Ist dein Resultat genau? Mache eine Einschätzung.

EKN_12_M3_01_i03

- Wie könntest du noch genauer messen?
Begründe deine Antwort.

EKN_12_M3_01_i04

**Lege diese Seiten in dein Mäppchen.
Dann mach weiter mit Seite 5.**

Fragen

➤ Welche Federwaagen hast du für dein Resultat benutzt? Kreuze an.

☐ Federwaage A

☐ Federwaage B

EKN_12_M3_01_i05

- Kannst du mit beiden Federwaagen gleich genau messen?
Begründe deine Antwort.

EKN_12_M3_01_i06

- Wie viel Mal hast du gemessen?

EKN_12_M3_01_i07

- Wie viele Messungen hast du für dein Endresultat gebraucht?

EKN_12_M3_01_i08

- Hast du für dein Endresultat einen Mittelwert berechnet?

☐ Ja, weil ...

☐ Nein, weil ...

EKN_12_M3_01_i09

**Lege das Blatt in dein Mäppchen.
Bitte räume deinen Arbeitsplatz so auf, wie du ihn
vorgefunden hast!
*Fahre mit dem nächsten Versuch erst nach der Pause
weiter.***

A.4. Test 301: Kodierung

Kodierschema		Faden	EKN_12_M3_01
	<i>häufig bei</i>		
QS 1			korrekt und präzise messen
1.1	i01/i02	1P	Ist das Resultat präzise (Masszahl innerhalb Toleranzbreite)?
			liegt das Resultat im Bereich 700-1400
1.2	i01/i02	1P	Ist das Resultat vollständig/korrekt (korrekte Einheit)?
			Präzision und Korrektheit der Lösung: Belastungsgrenze = 700g-1400g (2-Schlaufen-Ansatz) = 1400g-2800g (1-Schlaufen-Ansatz)
			Falls keine Skizze vorhanden ist, muss mindestens 1 Wert innerhalb der gesamten Toleranzbreite liegen. Werte aus dem Messprotokoll werden als Resultate interpretiert. <i>Erklärung: Je nach Messvariante, wird die doppelte Belastungsgrenze gemessen (1-Schlaufen-Ansatz)!</i>
QS 2			Messung darstellen
2.1	i01	3P	Werden alle Messungen und Messergebnisse vollständig dargestellt?
		Je 1P	Die Antworten müssen im Messprotokoll ersichtlich sein. Vollständigkeit: Bei jeder Messung wird klar 1. welcher Wert (Masszahl, Einheit) gemessen wurde, 2. welches Messinstrument verwendet wurde, 3. wie gemessen wurde (Skizze, muss nur 1mal vorhanden sein)
QS 3			Messinstrument begründen
3.1	i05	1P	Ist die Wahl des Messinstrumentes korrekt?
			Wahl des Messinstruments mit feinerer Skala: A - „A ist genauer“ gilt nicht als Begründung -> mit 0 codiert
3.2	i06	1P	Wird die Wahl des Messinstrumentes korrekt begründet?
			Korrekte Begründung: Feinere Skala
QS 4			Messung wiederholen
4.1	i02/i0	1P	Entstand das Resultat durch mehrmaliges Messen?

	7 i08		
4.2.	i02/i0 7 i08	1P	Falls ja, wurde mehrmals identisch gemessen?
			Identisch: gleiche Federwaage
4.3.	i02/i0 7 i08	1P	Falls ja, ist das Resultat durch korrekte Mittelwertbildung entstanden? (Methode)
			akzeptierte „Mittelwertbildung“ : 1. arithmetisches Mittel von mindestens 2 Messungen (identisches Messinstrumente) 2. Median/Extremwertausscheidung: Selektion des Zentralwertes bei einer ungeraden Anzahl (identischer) Messungen 3. Modalwert: Selektion des häufigsten Wertes (bei identischen Messungen)
4.4.	i02/i0 7 i08	1P	Ist das Resultat ein korrekter Mittelwert? (Ausführung)
			Korrekt <u>Mittelwert</u> wenn die „Mittelwertbildung“ bzw. Messwertselektion korrekt durchgeführt wurde.
QS 5			Fehlerquellen begründen
5.1	i03/i0 4	3P	Wie viele Fehlerkategorien werden genannt?
		Je 1P	Messung ist genau und fehlerhaft, weil ... 1. die Belastung an der Skala der Federwaage sehr rasch abgelesen werden muss (Beobachtungsschwierigkeiten) -> Mensch 2. der Faden nicht homogen ist (materialimmanente Variation) -> Natur 3. technische Schwierigkeit, Belastung kontinuierlich und langsam zu erhöhen (messtechnische Schwierigkeiten) -> Mensch 4. Reibung in der Federwaage (Mängel des Messinstruments) -> Messinstrument 5. ... <i>Fehlerkategorie: Mensch, Natur, Messinstrument (pro genannte Fehlerkategorie 1 Pkt)</i>
5.2	i03/i0	3P	Wie viele richtige Lösungsvorschläge zur Steigerung der Messgenauigkeit werden

	4		gemacht?
		Je 1P	<u>Lösungsvorschläge</u> 1. Verbesserungen bei der Messtechnik (Mehr-Schlaufen-Ansatz, Technik, Kamera...) 2. Messwiederholung und „Mittelwertbildung“ Messwert-Selektion 3. Wahl Messinstrument (Messinstrument mit feinerer Skala, digitaler Kraftmesser)

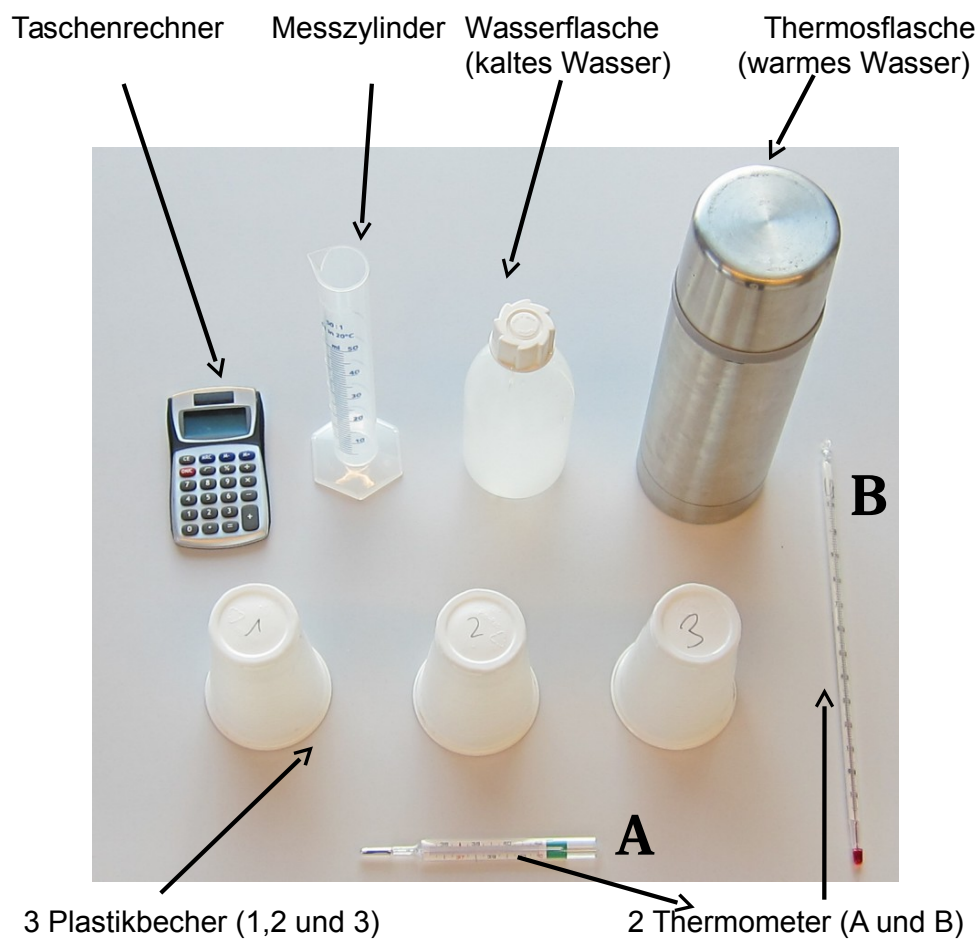
des

A.5. Test 305: Aufgabenstellung

Wasser mischen

Problem

Bei dieser Aufgabe sollst du herausfinden, wie sich die Temperatur von warmen Wassers verändert, wenn du es mit Wasser mischt.



Achtung: Thermometer sind zerbrechlich und kosten viel Geld.

Messung

Aufgabe

Mische 50mL warmes Wasser mit 50mL Wasser aus der Flasche. Bestimme die Endtemperatur.

Überlege dir:

- Wie gehst du vor, damit du ein möglichst genaues Resultat erhältst?
- Mit welchem Thermometer misst du am genauesten?
- Wie viele Messungen sind notwendig?

Messprotokoll

- Schreibe zu jeder Messung das Resultat und das benutzte Thermometer (A oder B) auf.

EKN_14_M3_05_i01

Resultat

➤ Die Temperatur des Wassers verändert sich um _____

EKN_14_M3_05_i02

- Ist dein Resultat genau? Mache eine Einschätzung.

EKN_14_M3_05_i03

- Wie könntest du noch genauer messen?
Begründe deine Antwort.

EKN_14_M3_05_i04

**Lege diese Seiten in dein Mäppchen.
Dann mach weiter mit Seite 5.**

Fragen

➤ Welches Thermometer hast du für dein Resultat benutzt? Kreuze an.

☐ Thermometer A

☐ Thermometer B

EKN_14_M3_05_i05

- Kannst du mit beiden Thermometern gleich genau messen?
Begründe deine Antwort.

EKN_14_M3_05_i06

- Wie viel Mal hast du gemessen?

EKN_14_M3_05_i07

- Wie viele Messungen hast du für dein Endresultat gebraucht?

EKN_14_M3_05_i08

- Hast du für dein Endresultat einen Mittelwert berechnet?

☐ Ja, weil ...

☐ Nein, weil ...

EKN_14_M3_05_i09

**Lege das Blatt in dein Mäppchen.
Räume deinen Arbeitsplatz so auf, wie du ihn vorgefunden
hast.**

**Fahre mit dem nächsten Versuch erst nach der Pause
weiter.**

A.6. Test 305: Kodierung

Kodierschema		Temperatur		EKN_14_M3_05
	<i>häufig bei</i>			
QS 1				korrekt und präzise messen
1.1	i01/i02	1P	Zeigt das Resultat eine richtige Tendenz?	
			Liegt die Endtemperatur zwischen der Temperatur des warmen und kalten Wassers (ca. In der Mitte)	
1.2	i01/i02	1P	Ist das Resultat vollständig/korrekt (korrekte Einheit)?	
			<ul style="list-style-type: none"> Wurde richtig vom Thermometer abgelesen und befinden sich, falls angegeben, die Anfangs- und Endtemperaturen bei mind. einer Messung in einem Bereich zwischen 25°C und 45°C (als richtig werden die folgenden Einheiten akzeptiert: °C, °, C und Celsius) Liegt die entstandene Temperaturdifferenz in einem Bereich zwischen 8-15 °C. 	
			<i>Erklärung: Die Temperatur des Warmwassers beträgt ca. 45-50 °C. Das kalte Wasser hat ungefähr 18-25 °C.</i>	
QS 2				Messung darstellen
2.1	i01	3P	Werden alle Messungen und Messergebnisse vollständig dargestellt?	
		Je 1P (je ite m)	Vollständigkeit: Bei jeder Messung wird klar 1. welcher Wert (Masszahl) gemessen wurde, 2. welches Messinstrument verwendet wurde 3. wie gemessen wurde (Skizze, muss nur 1mal vorhanden sein)	
QS 3				Messinstrument begründen
3.1	i05	1P	Ist die Wahl des Messinstrumentes korrekt?	
			Wahl des Messinstruments mit korrekter Skala: B	
3.2	i06	1P	Wird die Wahl des Messinstrumentes korrekt begründet?	
			Korrekte Begründung: Skala liegt im korrekten Bereich oder die Temperatur sinkt bei Thermometer A nicht. Thermometer ist defekt wird auch als korrekt bewertet.	
QS 4				Messung wiederholen
4.1	i02/i07 i08	1P	Entstand das Resultat durch mehrmaliges Messen?	

4.2.	i02/i07 i08	1P	Falls ja, wurde mehrmals identisch gemessen?
			Identisch: Wassermenge die gemischt wird. Die Wahl des Thermometers spielt hier keine Rolle.
4.3.	i02/i07 i08	1P	Falls ja, ist das Resultat durch korrekte Mittelwertbildung entstanden? (Methode)
			akzeptierte „Mittelwertbildung“ : 1. arithmetisches Mittel von mindestens 2 Messungen (identisches Messinstrumente) 2. Median/Extremwertausscheidung: Selektion des Zentralwertes bei einer ungeraden Anzahl (identischer) Messungen 3. Modalwert: Selektion des häufigsten Wertes (bei identischen Messungen)
4.4.	i02/i07 i08	1P	Ist das Resultat ein korrekter Mittelwert? (Ausführung)
			Korrektur Mittelwert wenn die „Mittelwertbildung“ bzw. Messwertselektion korrekt durchgeführt wurde.
QS 5			Fehlerquellen begründen
5.1	i03/i04	3P	Wie viele Fehlerkategorien werden genannt?
		Je 1P	Messung ist genau und fehlerhaft, weil ... 1. Menge Wasser ist nicht immer konstant oder der Zeitpunkt der Messung ist verschieden, oder 2. Das Messinstrument misst zu ungenau, oder 3. Andere systematische oder zufällige Fehlerquellen werden erwähnt. <i>Fehlerkategorie: Mensch, Natur, Messinstrument (pro genannte Fehlerkategorie 1 Pkt)</i>
5.2	i03/i04	3P	Wie viele richtige Lösungsvorschläge zur Steigerung der Messgenauigkeit werden gemacht?
		Je 1P	<u>Lösungsvorschläge</u> 1. Verbesserungen bei der Messtechnik 2. Messwiederholung und „Mittelwertbildung“ Messwert-Selektion 3. Wahl Messinstrument (Messinstrument mit feinerer Skala)