

Stefan Hahn & Andreas Stockey

Mitarbeiter: M. Arnone, R. Bähr, H. Bekel, T. Mergelkuhl, A. Nickelsen, M. Wieser & M. Wilde

Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im Unterricht.

**Ein Entwicklungs- und empirisches Lehr-Lern-
Forschungsprojekt**

Hamburg, den 16. Sept. 2010

15. Jahrestagung Nordverbund Schulbegleitforschung

Gliederung der Projektpräsentation

1. Die Arbeitsweise im Forschungs- und Entwicklungsprojekt
»Basiskurs Naturwissenschaften«
2. Entwicklung des Basiskurses
 - Funktionen und Rahmenkonzept des Basiskurses
 - Inhalte des Basiskurses
 - Methodisch-didaktische Leitlinien des Basiskurses
3. Erprobung des Basiskurses
4. Evaluation des Basiskurses
5. Ausblick & Diskussion

1. Die Arbeitsweise im Forschungs- und Entwicklungsprojekt

Die interdisziplinär zusammengesetzte Gruppe entwickelt in Auseinandersetzung mit Konzepten zur Scientific Literacy und empirischen Erkenntnissen aus Fachdidaktiken und Bildungsforschung eigene Curricula.

An der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis reflektiert die Gruppe unter der Leitfrage *what works?* diese Curricula und das eigene Unterrichtshandeln.

Dazu werden auch systematisch und kontinuierlich Daten über die Wahrnehmung und Wirksamkeit des Kurses erhoben und ausgewertet.

Unterrichtsentwicklung erfolgt über den Dreischritt Entwicklung – Erprobung – Evaluation.

2. Entwicklung des Basiskurses

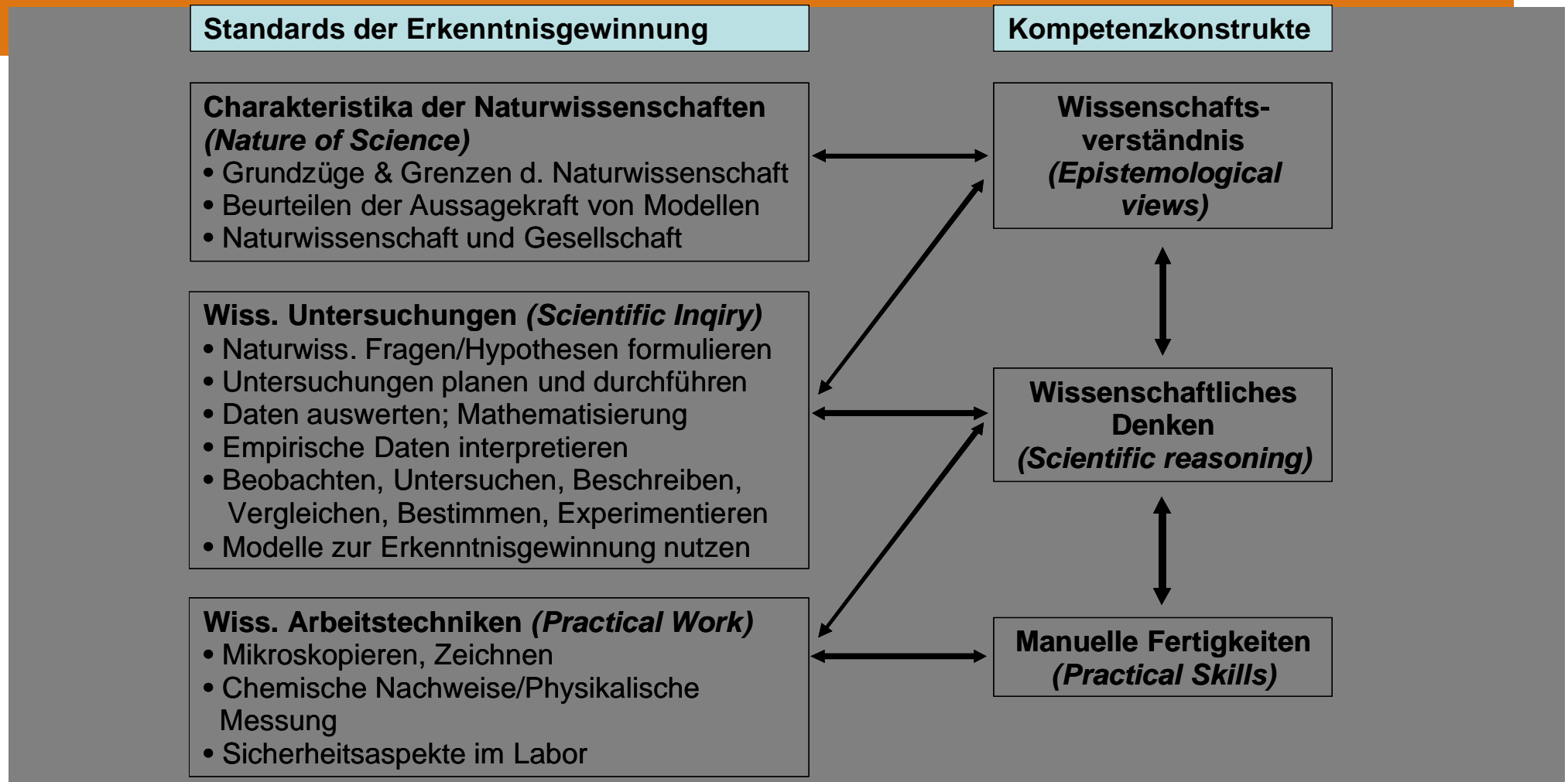
Aufarbeitung des Forschungsstandes zu ‚gutem naturwissenschaftlichen Unterricht‘ und Beratung des Kurskonzeptes durch Fachexperten

Operationalisierung der Bildungsziele für den wissenschaftspropädeutischen Naturwissenschaftsunterricht in der Oberstufe:

- Kenntnis basaler naturwissenschaftlicher Konzepte
- Verständnis der naturwissenschaftlichen Verfahren
- Aufgeklärtes Wissenschaftsverständnis
- Selbstständige Arbeitsweise

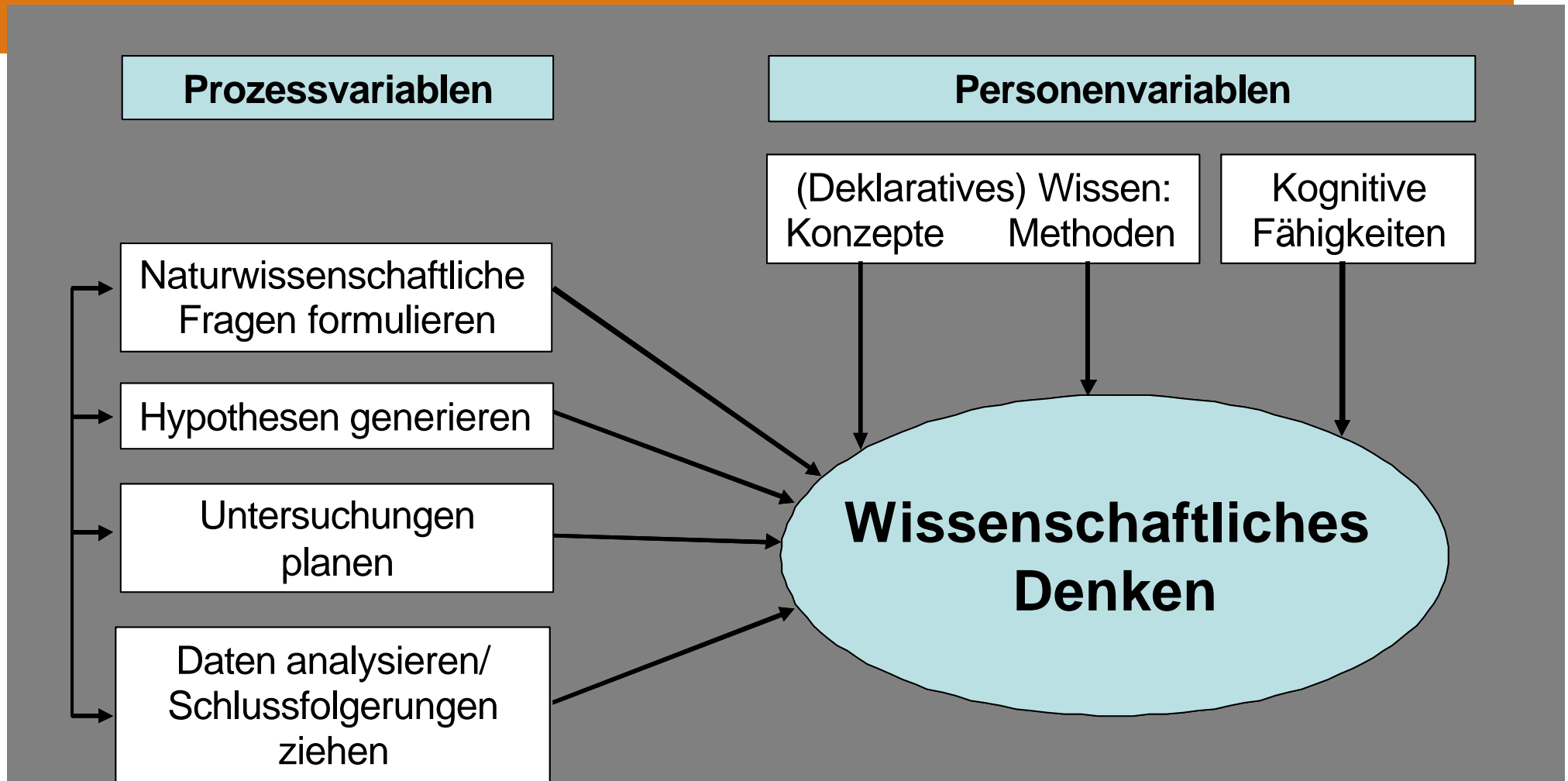
Rahmenkonzept des Basiskurses

(Quelle: Mayer 2007, S. 178)



Strukturmodell zum Wissenschaftlichen Denken

(Quelle: Mayer 2007, S. 181)



Funktionen des Basiskurses

- Vermittlung der wichtigsten inhaltlichen Grundkonzepte der Naturwissenschaften („The Big Ideas of Science“ vgl. z.B. Wynn & Wiggins 1997, Atkins 2003) unter Berücksichtigung der Kerncurricula der Fächer Biologie, Chemie und Physik für die Sek. I und das erste Jahr der Sek. II (Jg. 11 bzw. Jg. 10).
- Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung zentraler Aspekte der experimentellen, hypothetisch-deduktiven Erkenntnisgewinnung (vgl. z.B. Mayer 2007)
- Hinführung zum selbstgesteuerten wissenschaftlichen Arbeiten (vgl. Reinmann & Mandl 2006; vgl. Deci & Ryan 1993, 2002) durch Steigerung des selbstgesteuerten Lernens in Schülerexperimenten

Dimensionen der Kurskonzeption

Zeit*
(Wochen)

Inhalte	Praxis- bzw. Theorie-Schwerpunkte	Prinzipien wissenschaftl. Arbeitens / Verfahren der empir. Wissenschaften	Methoden der Datenauswertung <i>(hier ist eine sinnvolle Abfolge von methodischen Aspekten angedeutet, deren Vermittlung nicht an die Experimente aus der gleichen Zeile gekoppelt sein muss.)</i>	Dokumentation der Untersuchungen	
---------	-----------------------------------	---	---	----------------------------------	--

Kompetenzebenen** (vgl. Habigsberg et al. 2008; Stockey / Rösel 2008; Frank 2005; KMK 2004a-c)

Wissen (Basiskonzepte / Prinzipien / Theorien / Modelle)	Erkenntnisgewinnung (Praxis der empirischen Wissenschaft und ihre Methoden, inklusive der Bewertung der Stärken und Schwächen der Methoden nach den Kriterien der empirischen Wissenschaften und Bewertung der Signifikanz d.h. Aussagekraft der Ergebnisse mit Hilfe anerkannter mathematischer Prüfmethode(n))			Kommunikation in der Praxis und über die Praxis der empir. Wissenschaft und ihre Methoden	
--	--	--	--	---	--

1 Einf. i. d. wiss. Arbeiten Inhalte	1 'Science as a Way of Knowing' Kennzeichen des wissenschaftlichen Arbeitens	Das hypothetisch-deduktive Verfahren der empirischen Wissenschaften	Messen elementarer Größen, Hypothesen aufstellen und falsifizieren, Tabellen erstellen		2
---	--	---	--	--	---

2 Teilchenmodell, Atommodell, Struktur der Materie, Periodensystem der Elemente, Temperatur- Teilchenbewegung, Aggregatzustand - Diffusion	2a Bestimmung der Dichte verschiedener Stoffe	Experiment Modell- u. Theoriebildung	Erstellung eines Säulendiagramms (Darstellung der quantitativen Differenz)	Gliederung eines Untersuchungsberichtes	5,5
---	--	--------------------------------------	--	---	-----

Praxis- bzw. Theorie-Schwerpunkte

Methoden der Datenauswertung

Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens/ Verfahren der empirischen Wissenschaften

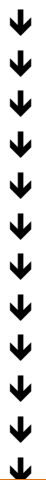
Dokumentation der Untersuchung

Aufbau der Kristalle (Ionenbindung / kovalente Bindung), Stöchiometrie (Prinzipien und Berechnungen)	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$		(SD) (absolute Streuung) / Varianzkoeffizient (v) (Relative Streuung) / Erstellung einer Eichgeraden		
--	---	--	--	--	--

4 <u>Stoffe und ihre Eigenschaften</u> (Atom, Molekül, Ion) Spannung, Stromstärke, Stromkreis Struktur → Eigenschaft	4 Bestimmung der Leitfähigkeit verschiedener Salzlösungen	Experiment	Schätzgerade (Ausgleichsgerade) / Geradenfunktion und ihre graphische bzw. rechnerische Ermittlung / Zweifache Standardabweichung (2xSD) als Kriterium für sign. Differenz / Schätzen einer Näherungsgeraden / Ermittlung der Geradenfunktion,	Fragestellung → Hypothese	11,5
---	--	------------	--	---------------------------	------

Eine mögliche Abfolge der Unterrichtsaktivitäten

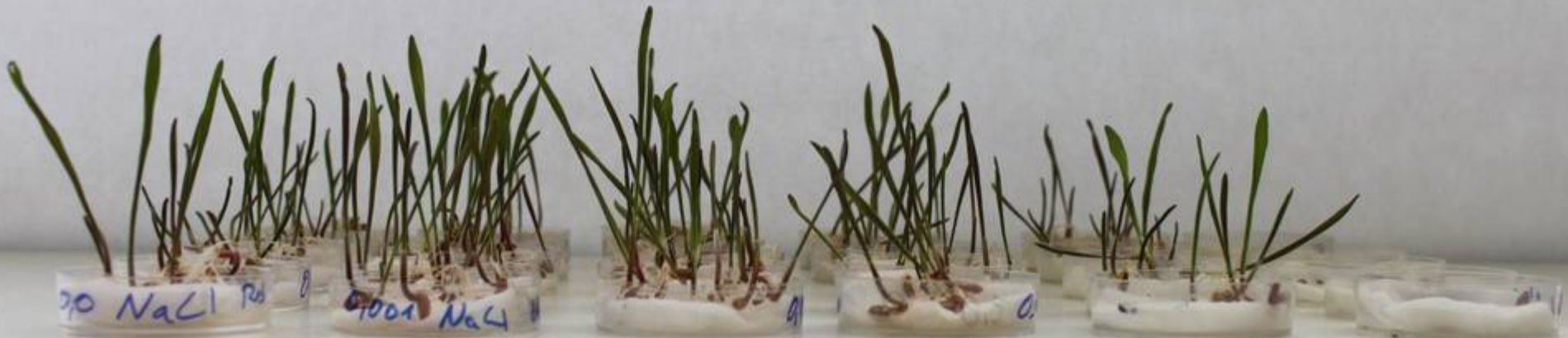
Abnahme der Anleitung / Zunahme der Eigenleistung



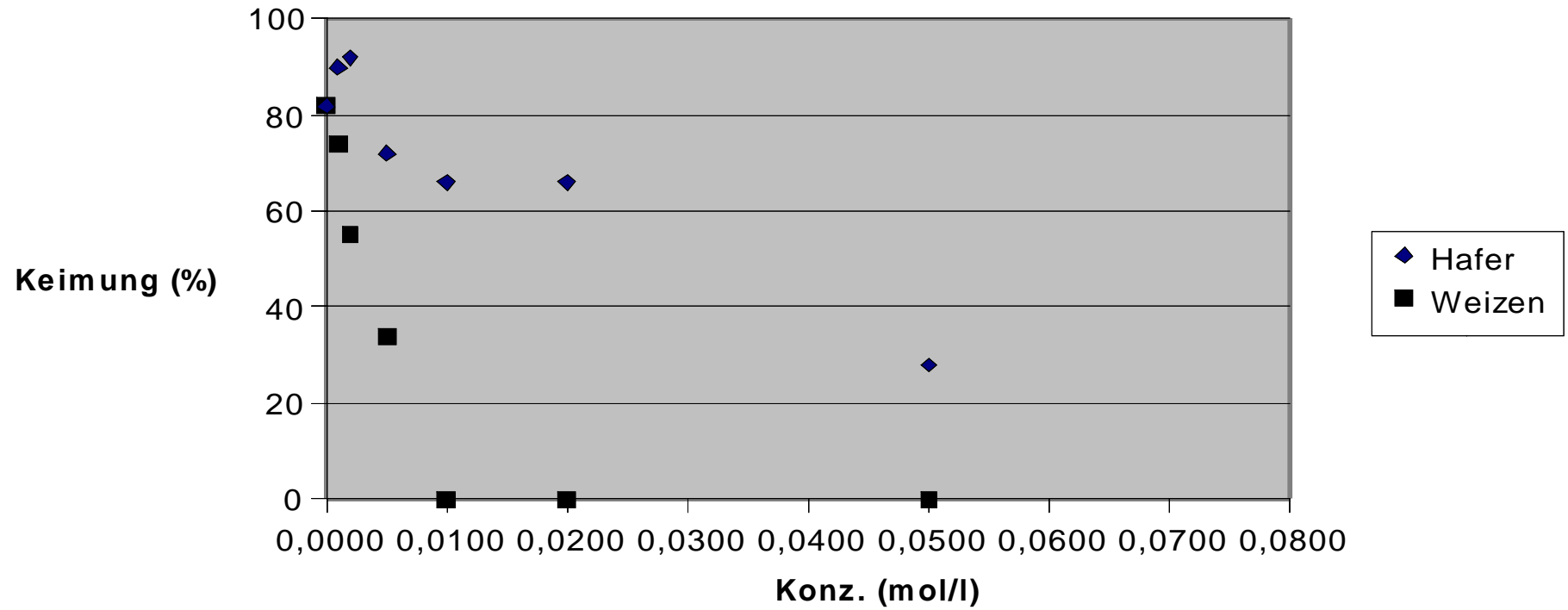
Das Keimungsexperiment

Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten der Schüler:

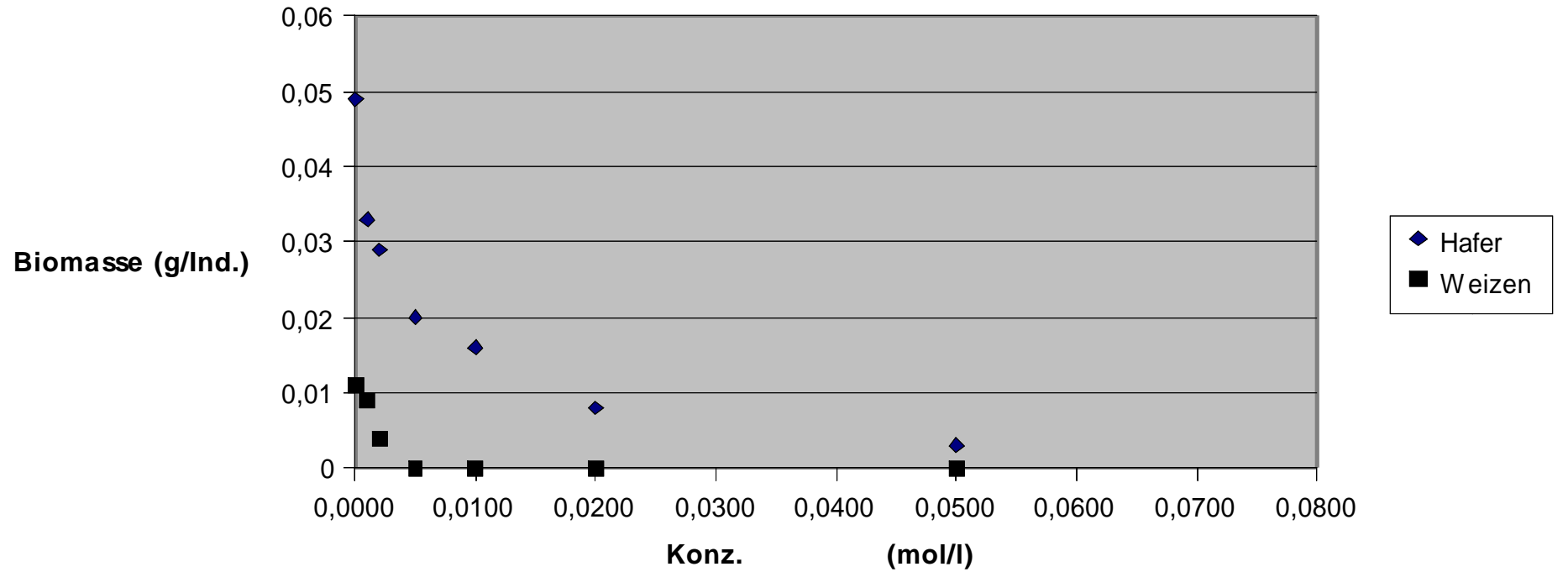
- Artenvergleich
- Substanzvergleich
- Parametervergleich
 - Vitalitätsparameter (Keimung, Biomasse, Blattlänge)
 - Umweltparameter (Temperatur, Lichtintensität, Nährstoffversorgung)
 - Methodenvergleich (Aqua bidest / Leitungswasser / Boden / Watte / Filterpapier / Schminkpads / Stichprobengröße / Dauer des Experiments etc.)
 - Experimentelles Design (z.B. Kombinationswirkungen / Synergie-Effekte)



Keimung



Biomasse



Schema für das erweiterte hypothetisch-deduktive Vorgehen

Schritte zu einer persönlichen professionellen „Weltsicht“: Prägung, Erwerb der Muttersprache, familiale, schulische und professionelle Sozialisation, Erfahrung.

Problembeschreibung

hypothetisch-deduktives Vorgehen

Vorwissen

Theorie

Hypothese

Normen

Prüfung (z.B. Experiment)

Ergebnis (Daten)

Interpretation

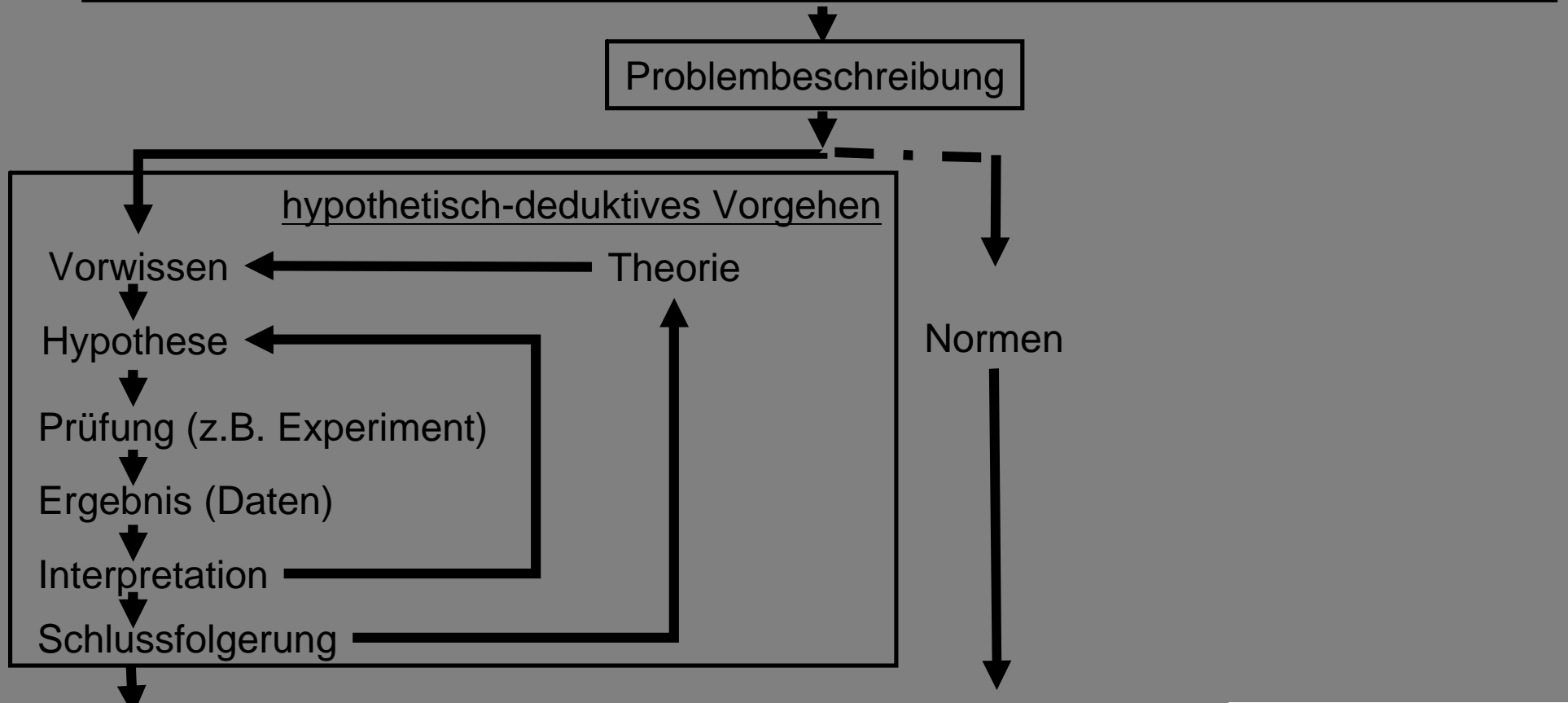
Schlussfolgerung

Fachlicher Beitrag zur Problemlösung
 (Wissen/ Können)

Bewerten

Maßnahme

(Glauben/ Wollen/ Sollen) (Tun oder Lassen)



Inhaltsverzeichnis eines Untersuchungsberichts

1. Einleitung

- 1.1 Sachlich-theoretischer Kontext, d.h. Hinführung zur Fragestellung
- 1.2 Konkrete Aufgabenstellung für eine Untersuchung
- 1.3 Formulierung einer Hypothese mit einer sachlichen Begründung

2. Material & Methoden

- 2.1 Darstellung des Untersuchungsprinzips
- 2.2 Nennung der notwendigen Materialien
- 2.3 Beschreibung des Vorgehens im Einzelnen
- 2.4 Beschreibung der durchgeführten Auswertungsmethoden

3. Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse

Zusammenstellung und Darstellung der Ergebnisse in Tabellen und Graphiken mit einer Erläuterung der wichtigsten Ergebnisse

Inhaltsverzeichnis eines Forschungsberichts

4. Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

(Interpretation der Ergebnisse für sich genommen und Diskussion der Ergebnisse, d.h. in Beziehung setzen zu anderen Untersuchungen in der Literatur mit Bezug zum sachlichen Zusammenhang.)

5. Schlussfolgerungen und Fazit

(Bezug zu Fragestellung und Hypothese. Lässt sich die formulierte Hypothese bestätigen oder muss sie modifiziert oder sogar vollständig verworfen werden?)

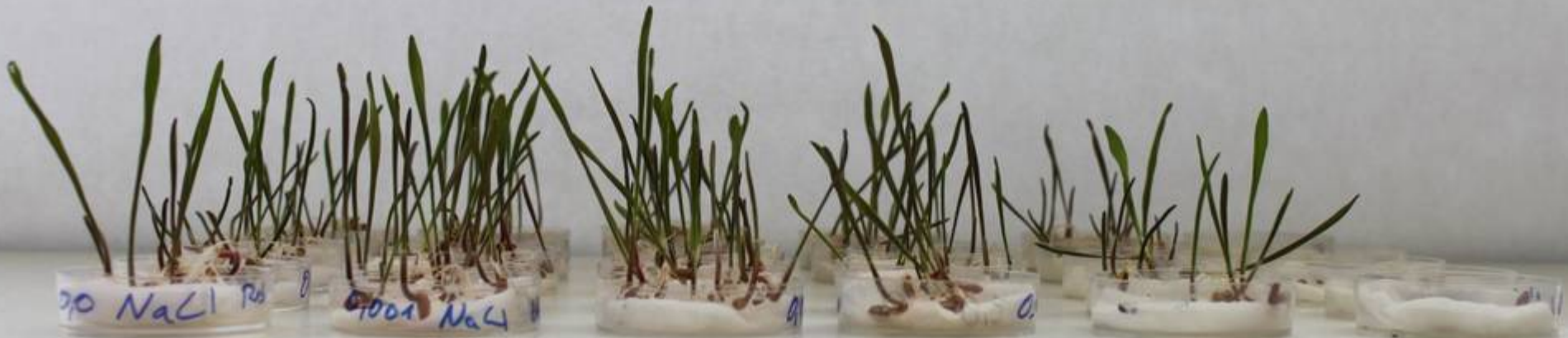
6. Literatur (Vollständige Liste aller verwendeten und im Text genannten Quellen)

7. Anhang (Dokumentation der Rohdaten)

Das Keimungsexperiment

Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten der Schüler:

- Artenvergleich
- Substanzvergleich
- Parametervergleich
 - Vitalitätsparameter (Keimung, Biomasse, Blattlänge)
 - Umweltparameter (Temperatur, Lichtintensität, Nährstoffversorgung)
 - Methodenvergleich (Aqua bidest / Leitungswasser / Boden / Watte / Filterpapier / Schminkpads / Stichprobengröße / Dauer des Experiments etc.)
 - Experimentelles Design (z.B. Kombinationswirkungen / Synergie-Effekte)



Hinführung zum selbstgesteuertem Denken und Arbeiten

ANGELEITET durch die **LEHRERIN / den LEHRER**

Untersuchungsprinzip

Experimentelles Design

Statistische Auswertung

Bestimmung
des ökolog.
Spektrums

Experimentelle Durchführung

Bestimmung
des physiol.
Spektrums

Daten auswerten

Bestimmung
der Zellsaft-
konzentration

Stat. Ausw.

Diagramme anfertigen

Keimungs-
experiment

Exp. Durchführung

Hypothesen formulieren

Leitfähigkeits
experiment

Daten auswerten

Fragestellung generieren

Wärme-
tönungs-
experiment

Diagramme anfertigen

Datentabelle

Dichte-
experiment

Hypothesen formulieren

Pendel-
experiment

Fragestellung generieren

Datentabelle

SELBSTGESTEUERT durch die **SCHÜLERIN / den SCHÜLER**

3. Erprobung des Basiskurses

230 Kollegiatinnen und Kollegiaten wurden im neuen Jahrgang 11 aufgenommen.

Ca. 170 von ihnen besuchen insg. 8 parallele Basiskurse,

ca. 60 von ihnen besuchen insg. 3 verkürzte Basiskurse, weil sie in 11.2 ein naturwissenschaftliches Studienfach belegen.

4. Evaluation des Basiskurses

- Erkenntnisinteresse / Fragestellung:
Fördern Schülerexperimente mit steigendem Grad der Selbststeuerung die Lernmotivation, den Kompetenz- und Wissenserwerb?
- Evaluationsstrategie:
 - Fragebogenerhebung, weil der Gegenstand gut strukturiert ist.
 - Längsschnittuntersuchung, weil Lernentwicklung in Abhängigkeit von Ausgangslagen und didaktischer Intervention untersucht wird.
 - Angebot-Nutzen-Modell.

Evaluationsdesign

Wiederholung des Längsschnitts unter Einbezug einiger Schulen in Ostwestfalen.

t ₁ : September 2011	t ₂ : Juli 2012
Naturwissenschaftstest (KESS 10)	Naturwissenschaftstest (KESS 10)
Experimentierkompetenz	Experimentierkompetenz
Naturwissenschaftsverständnis	Naturwissenschaftsverständnis
Retrospektive Einschätzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der unterstützenden Lehr-Lern-Bedingungen in den Klassen 9 und 10	Retrospektive Einschätzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der unterstützenden Lehr-Lern-Bedingungen in Klasse 11
Qualität der Lernmotivation	Qualität der Lernmotivation
Domainspezifische Überzeugungen	Domainspezifische Überzeugungen
Daten zum sozialen Hintergrund	

5. Ausblick

- Erprobung des Kurskonzeptes im Schuljahr 2010/2011
- Erstellung und Veröffentlichung der Arbeitsmaterialien
- Evaluation des Kurses (inkl. Vergleich zu Schulen aus der Region) in Hinblick auf
 - institutionelle Faktoren,
 - Lehr-Lern-Bedingungen in den Kursen,
 - didaktisch-methodische Schwerpunkte in den Kursen (?)

**Vielen Dank für
die Aufmerksamkeit!**