

Standards für den Physik- und Chemieunterricht —

Wie modelliert man naturwissenschaftliche Kompetenz?

Horst Schecker

Institut für Didaktik der



Naturwissenschaften

Abt. Physikdidaktik
FB 1 Physik/Elektrotechnik
www.idn.uni-bremen.de

Kompetenz

Kompetenz-
modell

Bildungs-
standards

Kompetenz
„Bewerten“

Basis-
konzepte

Fazit



<http://www.idn.uni-bremen.de/materialien.php>

Kompetenzbegriff

5 Kompetenzbereiche:

- **Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen.**
- **Nachweise suchen und prüfen**, die für eine naturwissenschaftliche Untersuchung erforderlich sind.
- **Schlussfolgerungen** aufgrund von Daten und Belegen **ziehen** und Schlussfolgerungen **kritisch beurteilen**
- **Gültige Schlussfolgerungen mitteilen und argumentieren** (Kommunikation)
- **Nachweis des Verständnisses naturwissenschaftlicher Konzepte** durch situationsangemessene Anwendung.

Kompetenz

"Kompetenzen sind verfügbare und situationsbezogen erweiterbare Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Aufgabenstellungen erfolgreich zu bearbeiten und die Motivation und die Bereitschaft, die gewonnenen Erkenntnisse in unterschiedlichen Situationen verantwortungsvoll zu nutzen."

**Entwicklung von
Standards Naturwissenschaften
8. Schulstufe**

LSI Mag. Günther Vormayr (Leitung AG Chemie)

Univ.-Prof. Dr. Helmut KÜHNELT (Leitung AG Physik)

**Im Auftrag des Bundesinstitut für Bildungsforschung,
Innovation und Entwicklung des Bildungswesens**

Kompetenz

T I

- „Kompetenz ist eine Disposition, die Personen befähigt, **bestimmte Arten von Problemen** erfolgreich zu lösen, also **konkrete Anforderungssituationen eines bestimmten Typs** zu bewältigen.“
(Klieme et al. 2003: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards)

- „Diese starke Ausrichtung des hier vertretenen Kompetenzbegriffs auf Lernbereiche, Fächer bzw. „**Domänen**“ mag Leser, die mit **pädagogischen Debatten über Kompetenzförderung** vertraut sind, überraschen, weil **dort** der Begriff der Kompetenz häufig für allgemeinere, **fächerübergreifende Fähigkeiten** verwendet wird.
 - Sachkompetenz
 - Methodenkompetenz
 - Selbstkompetenz
 - Sozialkompetenz

Kompetenz

T I

- „Kompetenz ist eine Disposition, die Personen befähigt, **bestimmte Arten von Problemen** erfolgreich zu lösen, also **konkrete Anforderungssituationen eines bestimmten Typs** zu bewältigen.“
(Klieme et al. 2003: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards)

- Kompetenzen werden bestimmt von
 - kognitiven Fähigkeiten
 - **Wissen**
 - Erfahrung, Routinen
 - fachbezogenem Gedächtnis
 - ...

Eine Kompetenz ist mehr als Wissen.

Aber ohne Wissen nützt die beste Kompetenz nichts.

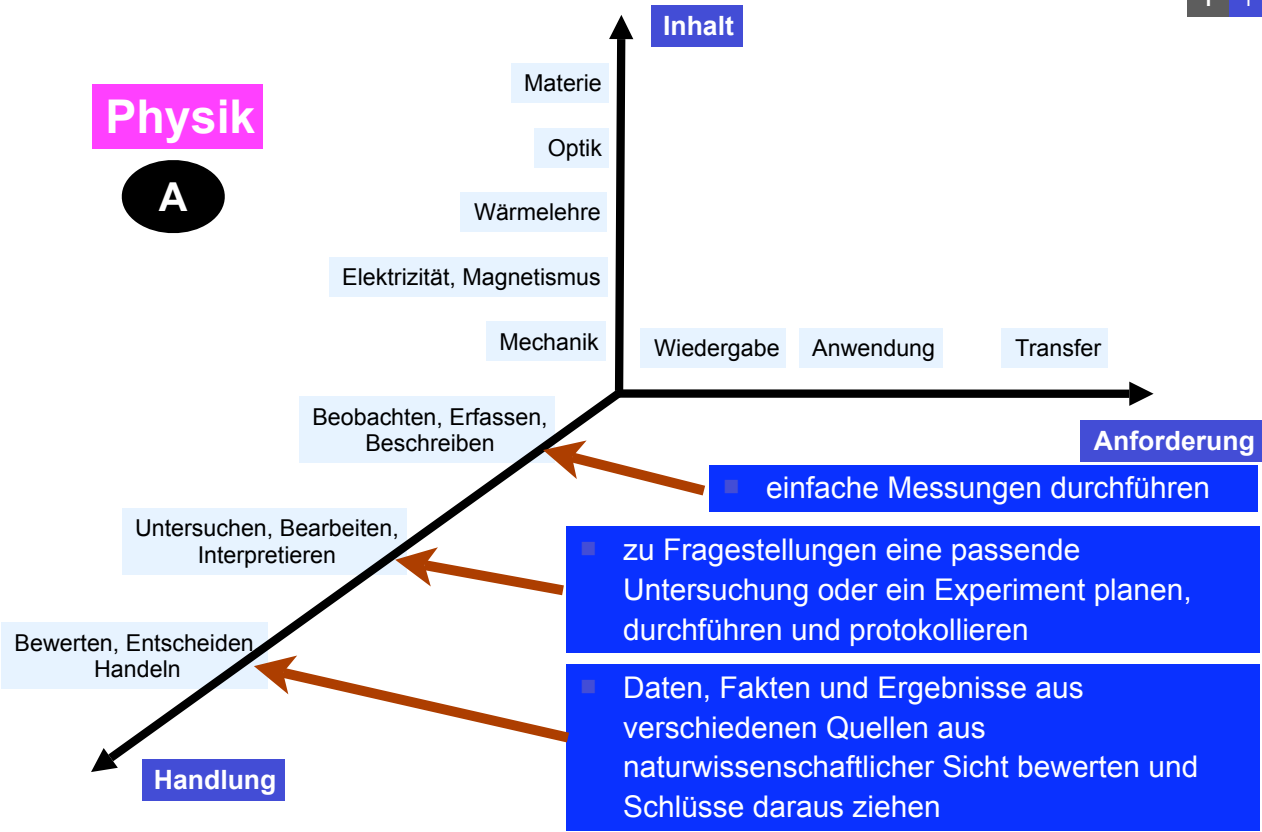
- zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
- naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden
- Vorgänge in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, beschreiben und benennen und den Teilbereichen der Naturwissenschaften zuordnen
- Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen
- ...

**Kompetenz-
modell**

Kompetenzmodelle

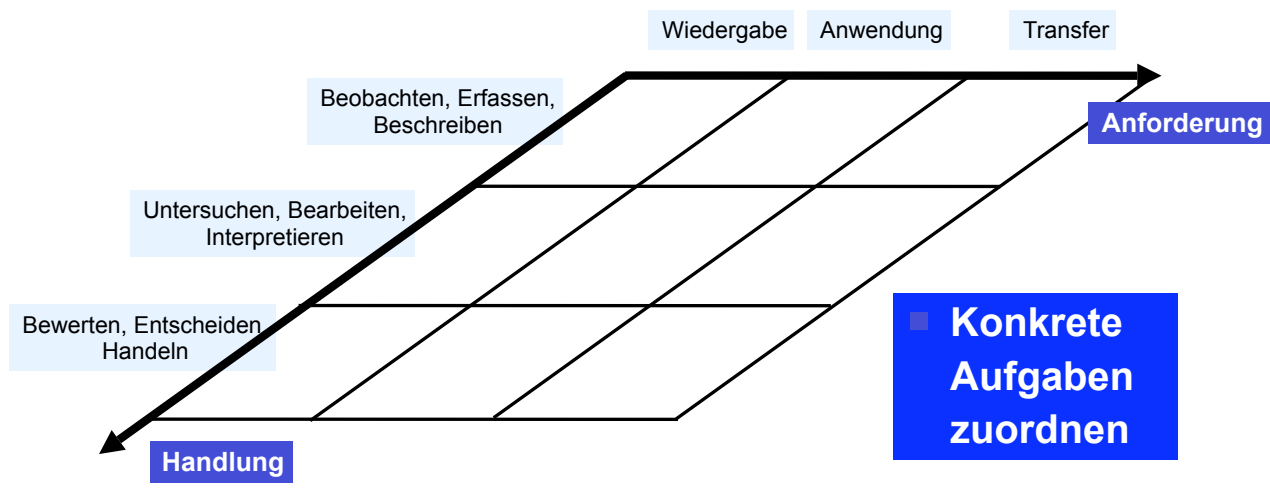
Physik

A



Physik

A



Aufgabenbeispiel Schilddrüse

T I

- Zur Untersuchung einer Schilddrüse soll eine geeignete **radioaktive Substanz** (als so genannter Marker) ausgewählt werden. Diese Substanz wird in einer Verbindung mit anderen Stoffen vom Patienten eingenommen und verteilt sich durch Stoffwechselprozesse im Körper.
- Entscheide jeweils, ob die folgenden **Eigenschaften für eine medizinische Nutzung von Bedeutung** sind:
Giftigkeit, Farbe, Halbwertszeit, Leitfähigkeit, ...
- Welche der angegebenen **Substanzen A, B, C, D** ist **für die beschriebene Untersuchung geeignet**? Begründe Deine Entscheidung auf der Basis der folgenden Tabelle!

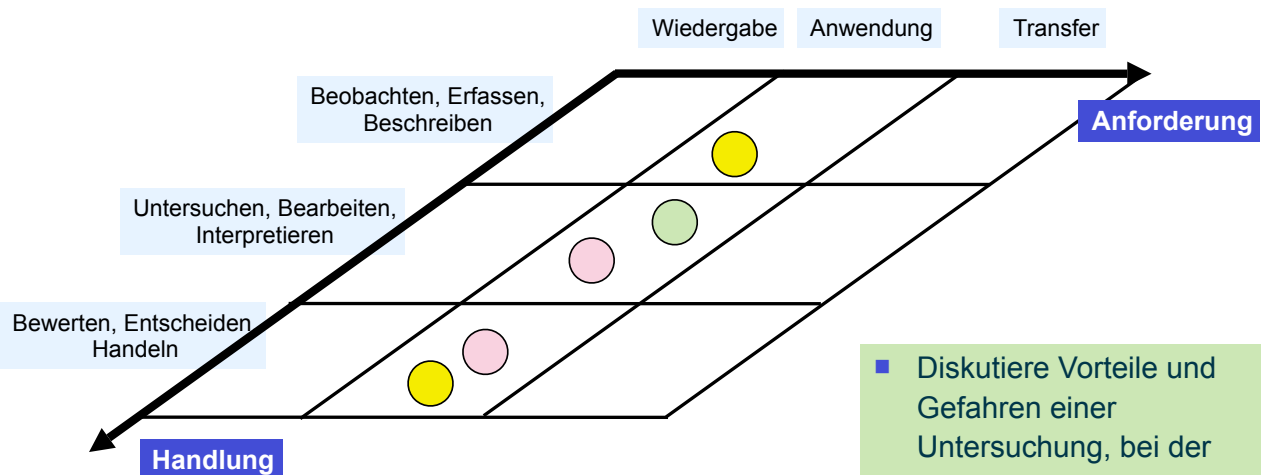
Substanz	Strahlungsart	mittlere Reichweite		Halbwertszeit
		in Luft	in Gewebe	
A	α	3,8 cm	0,1 mm	4 Std.
B	β	5,5 m	2,5 cm	6 Std.
C	β	6,7 m	4,2 cm	25 Jahre
D	γ	viele m	einige m	mehrere Std.

- Welche Eigenschaften sind für eine medizinische Nutzung von Bedeutung?
(Giftigkeit, Farbe, Halbwertszeit, Leitfähigkeit, ...)

Inhalt

Materie

- Welche Substanz ist für die beschriebene Untersuchung geeignet?
(Tabelle: Strahlungsart, Reichweite in Luft/ Gewebe, Halbwertszeit)



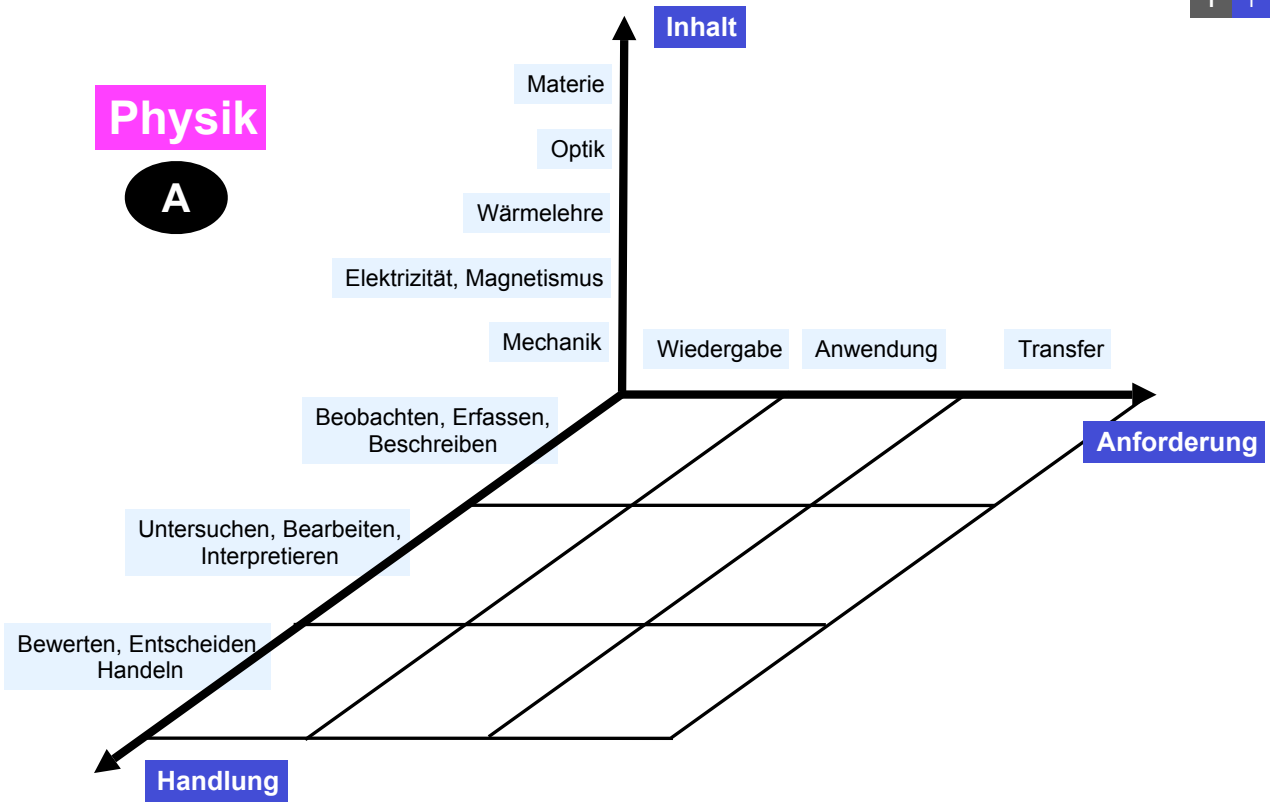
- Diskutiere Vorteile und Gefahren einer Untersuchung, bei der radioaktive Substanzen eingesetzt werden.



Schilddrüse 3 S 3

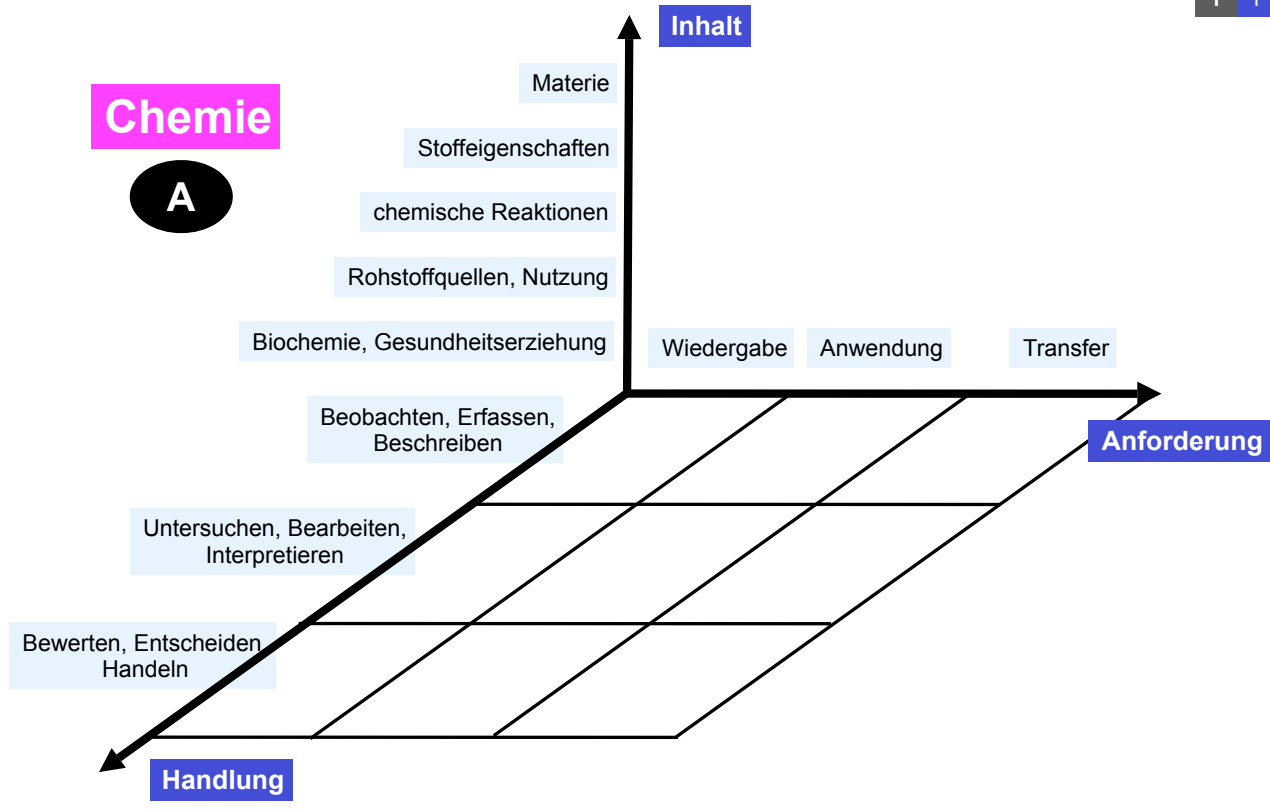
	I	II	III
F			
E			
K			
B			

- Diskutiere Vorteile und Gefahren einer Untersuchung, bei der radioaktive Substanzen eingesetzt werden.



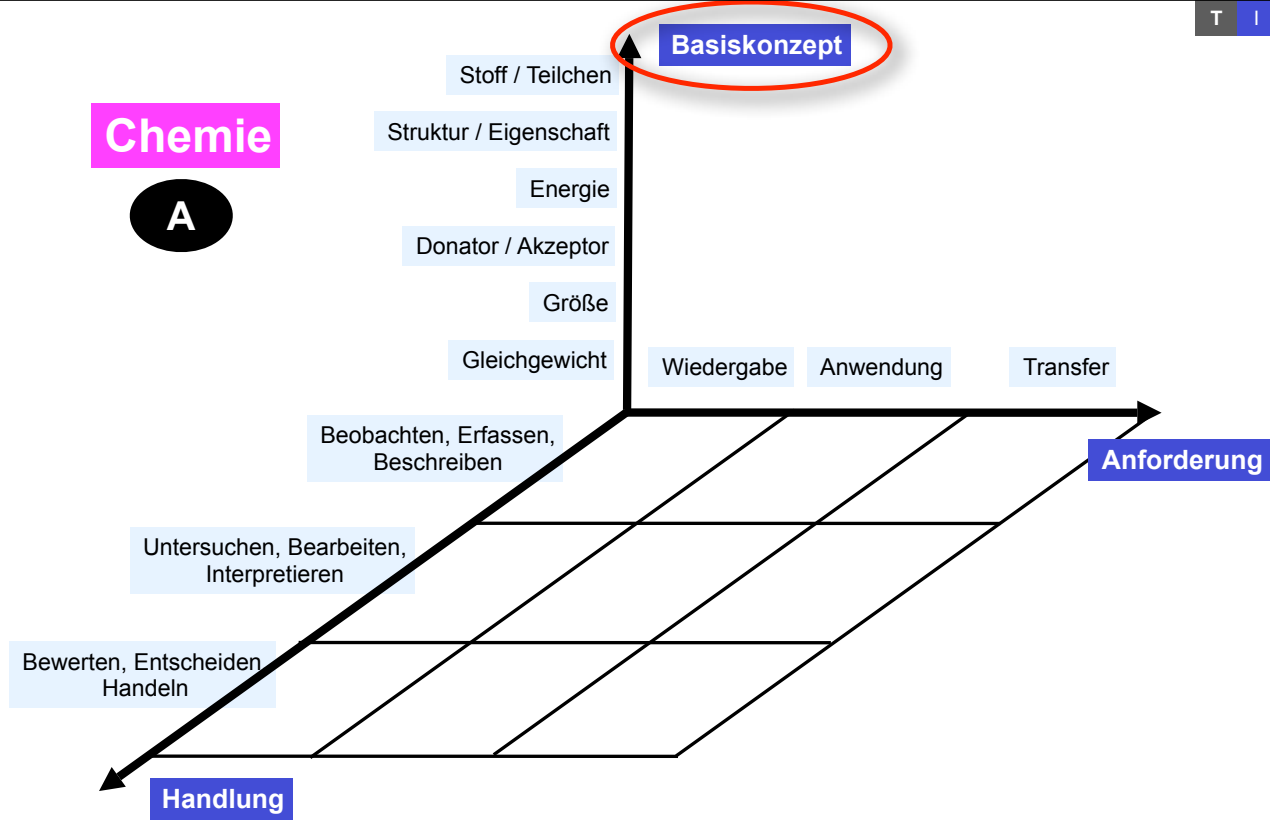
Chemie

A



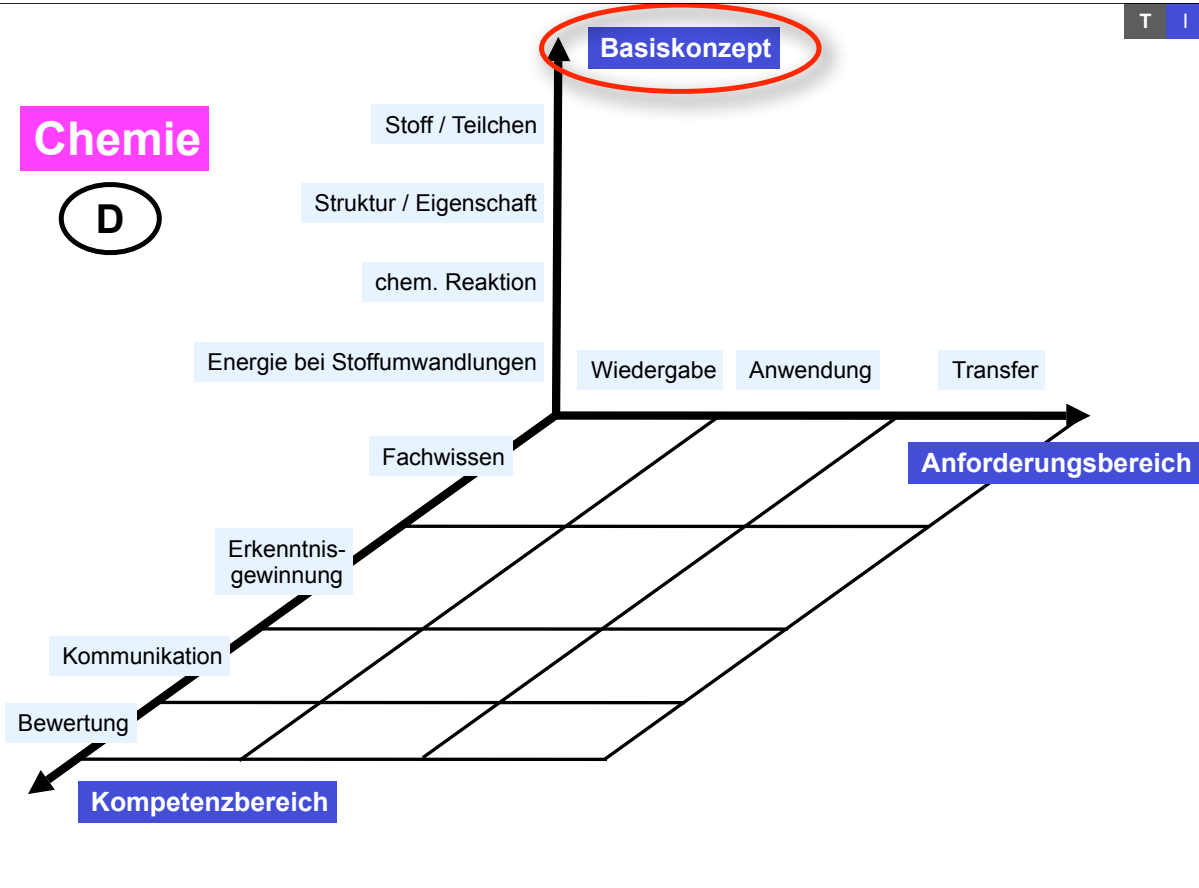
Chemie

A



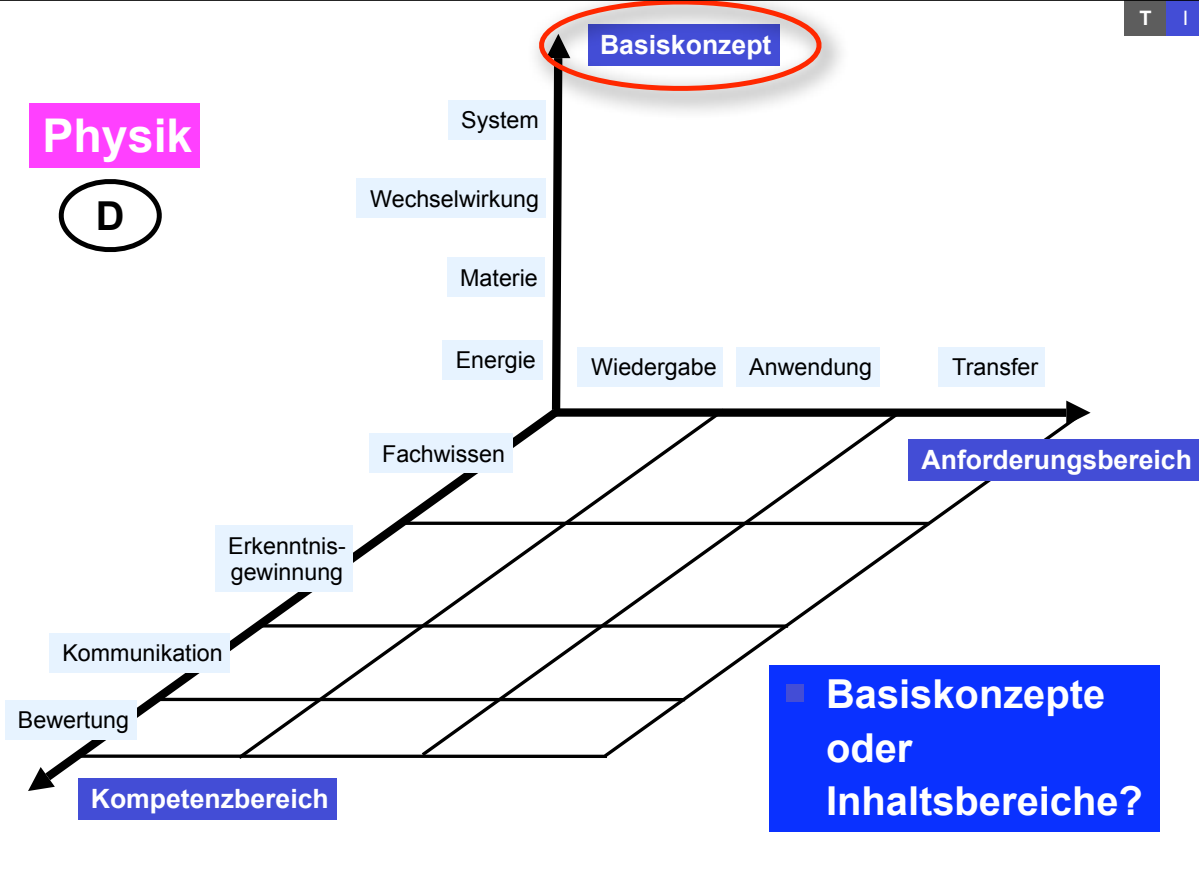
Chemie

(D)



Physik

(D)



Was ist ein Kompetenzmodell?

T I

- Ein Kompetenzmodell ist das **Gefüge** einer nach **Dimensionen** (Inhaltsbereiche, Handlungen, Anforderungen, ...) gegliederten Beschreibung der **Fähigkeiten**, über die Lernende **verfügen sollen**.

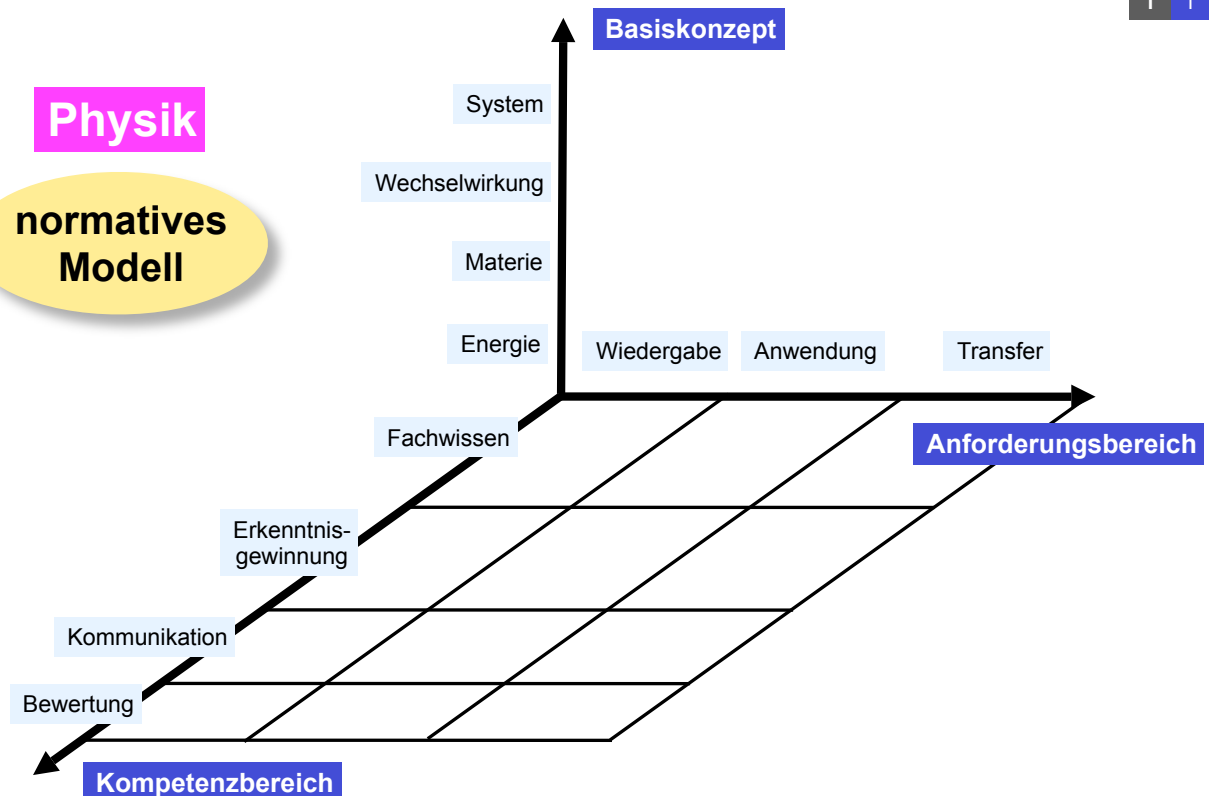
normatives
Modell

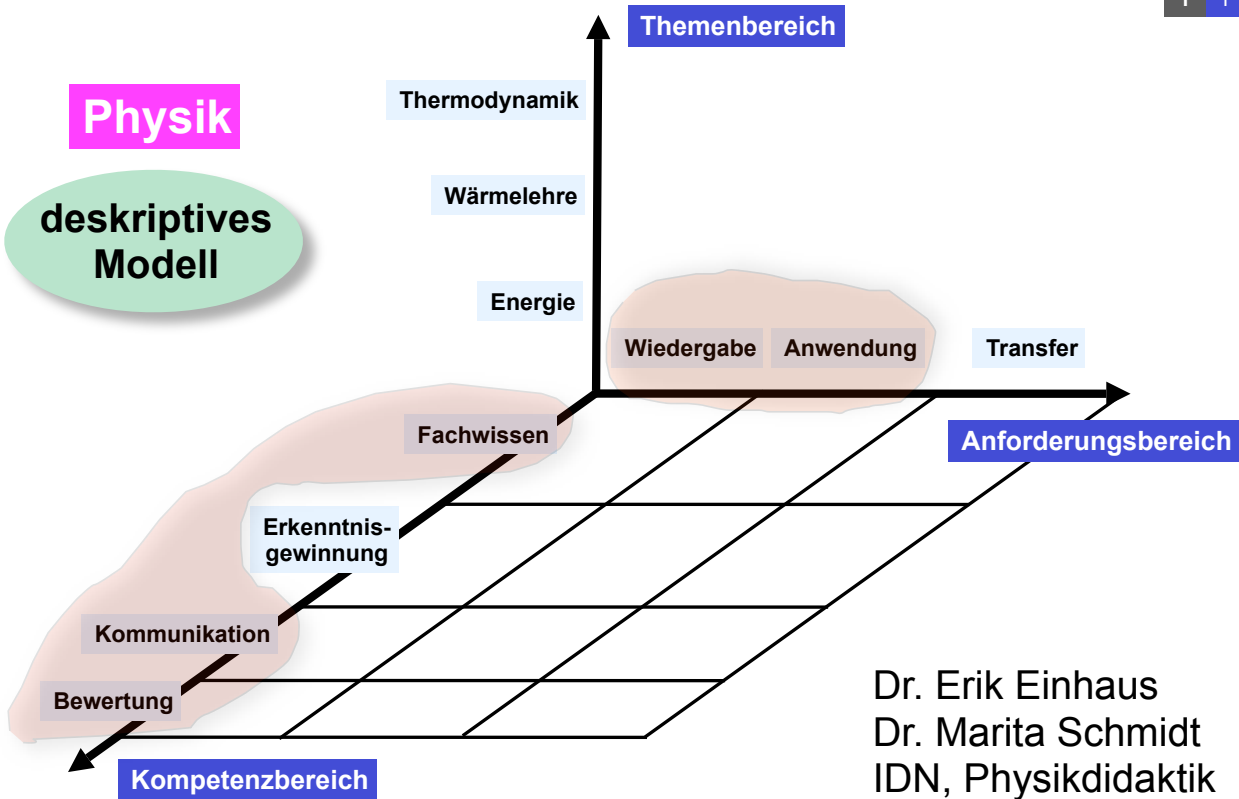
- Ein Kompetenzmodell ist das **Gefüge** einer nach **Dimensionen** (Inhaltsbereiche, Handlungen, Anforderungen, ...) gegliederten Beschreibung eines „**typischen**“ **Musters** von **Fähigkeiten**, die man bei Schülern tatsächlich findet.

deskriptives
Modell

Physik

normatives
Modell



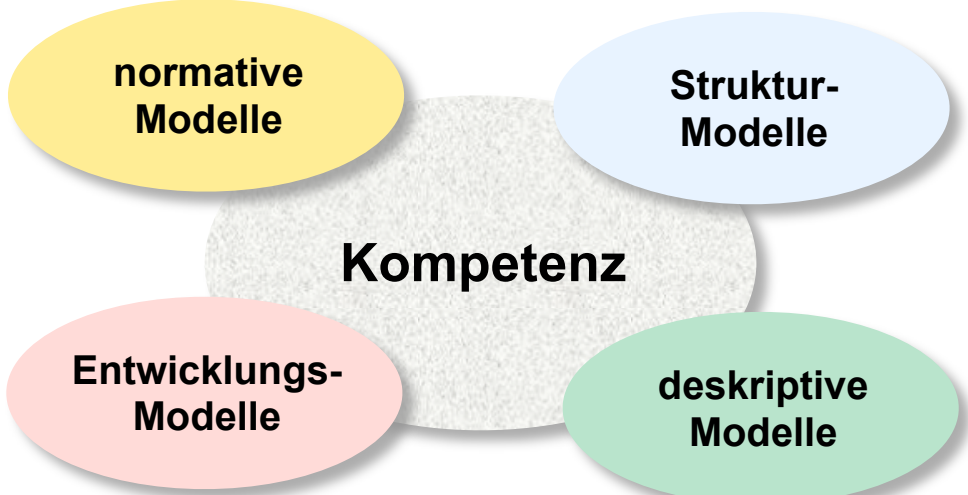


Dr. Erik Einhaus
 Dr. Marita Schmidt
 IDN, Physikdidaktik

Kompetenzmodellierung

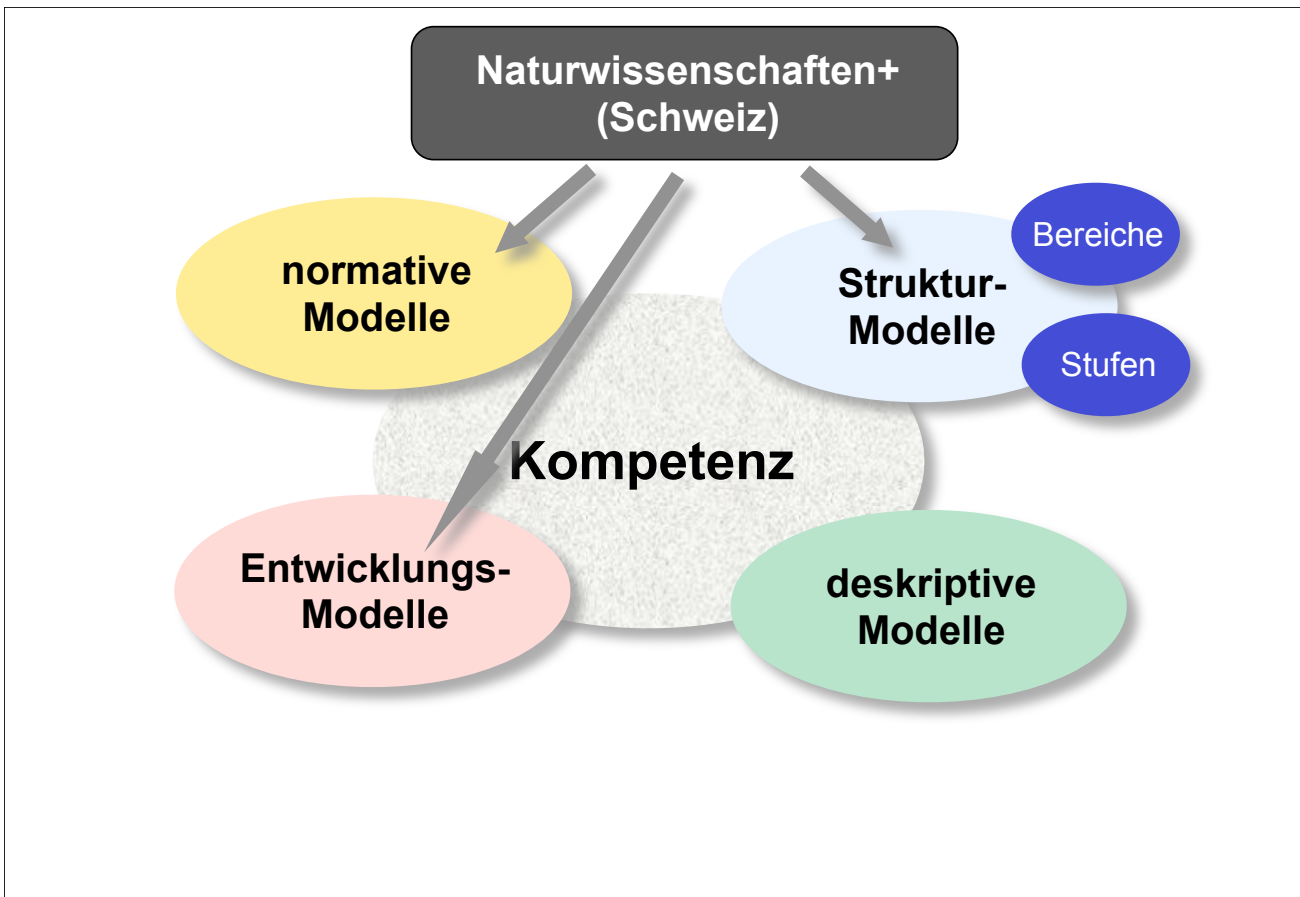
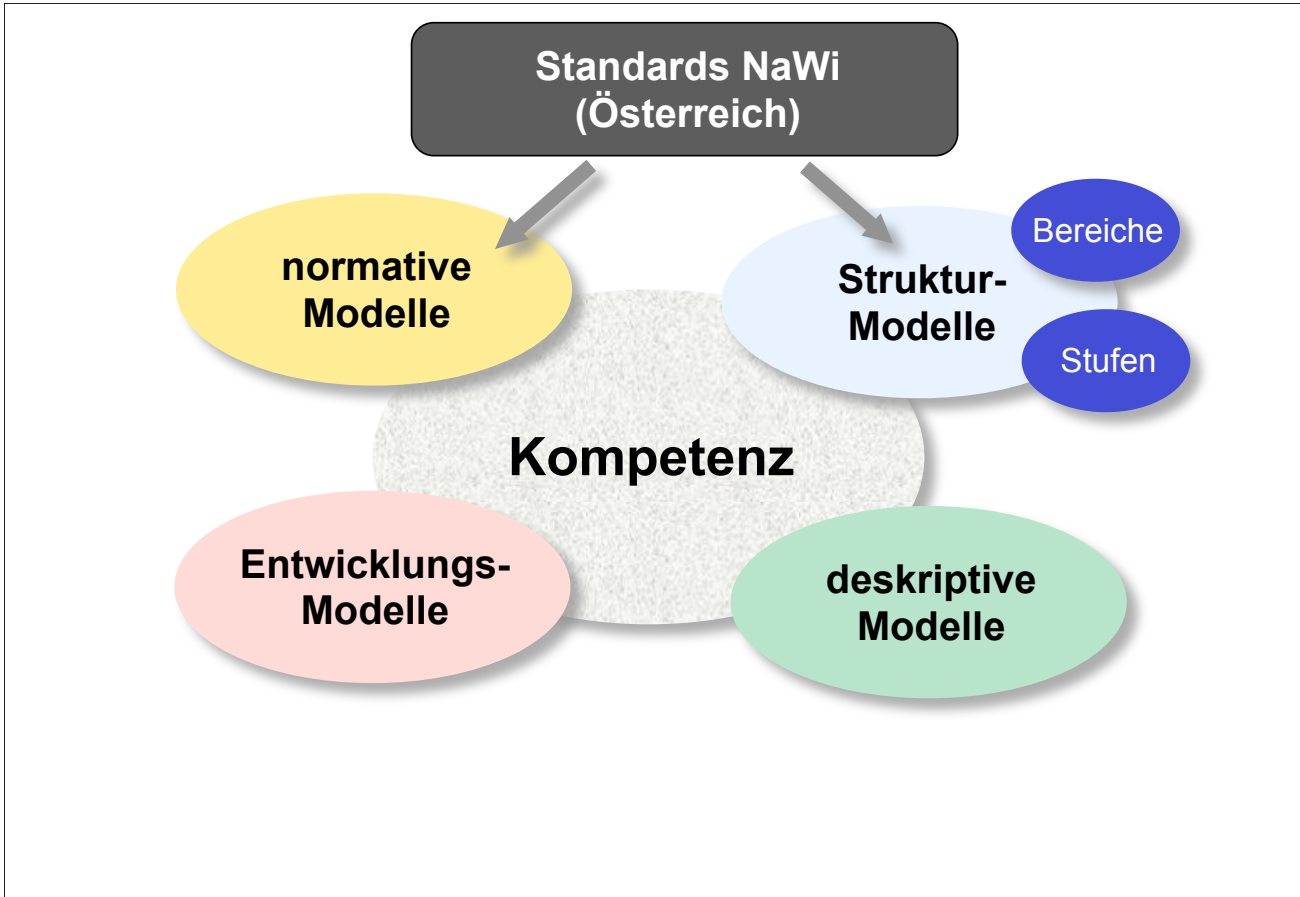
Zielzustand ist ...

die Kompetenzbereiche lauten auf der Stufe



von Kl. 7 zu Kl. 9 ändert sich ...

Schüler verhalten sich, als ob ...



Naturwissenschaften+

Ch

Themenbereiche

- Mensch, Gesellschaft, Technikperspektiven
- Lebewesen
- Lebensräume und -gemeinschaften
- Wahrnehmen, Reagieren, Steuern
- Mensch und Gesundheit
- Bewegung, Kraft, Energie
- Planet Erde
- Stoffe

Niveaus

2., 6., 9. Schuljahr
je 4 Niveaus

Handlungsaspekte

- Fragen und untersuchen
- Informationen erschließen
- Ordnen, Strukturieren, Erschließen
- Einschätzen, Beurteilen
- Entwickeln, Umsetzen
- Mitteilen, Austauschen

Kompetenzbereiche der Schweizer Bildungsstandards

Naturwissenschaftliche Bildung

- 9. Neugierde entwickeln
- 8. Eigenständig arbeiten
- 7. Reflektieren

1. Fragen und untersuchen
2. Informationen erschliessen
3. Ordnen, strukturieren, modellieren
4. Einschätzen und beurteilen
5. Entwickeln und umsetzen
6. Mitteilen und austauschen

Basiskonzepte

Basiskonzepte

- **Physik (D)**
 - Wechselwirkung
 - Energie
 - System
 - Materie
- **Chemie (A)**
 - Stoff/Teilchen
 - Struktur/Eigenschaft
 - Energie
 - Donator/Akzeptor
 - Größe
 - Gleichgewicht
- **Biologie (D)**
 - Entwicklung
 - Struktur und Funktion
 - System

Bildungsstandards Physik (D)

Standard Fachwissen F1:

„Die Schülerinnen und Schüler verfügen über ein strukturiertes Basiswissen auf der Grundlage der Basiskonzepte“

Treten die Basiskonzepte an die Stelle der Themengebiete?

Basiskonzepte

■ Mittlerer Schulabschluss (D, 2004)

- Wechselwirkung
- Energie
- System
- Materie

■ Abiturprüfung Physik (D, 2004)

- Quanten
- Felder
- Wellen
- Materie

■ Sachunterricht (Spreckelsen 1974)

- Teilchenstruktur
- Wechselwirkung
- Erhaltung

■ Moore: 6 Ideas that Shaped Physics (1998)

- Erhaltung
- Universalität phys. Gesetze
- Unabhängigkeit vom Bezugssystem
- Teilchen-Wellen Dualismus
- elektr. und magn. Felder
- Irreversibilität

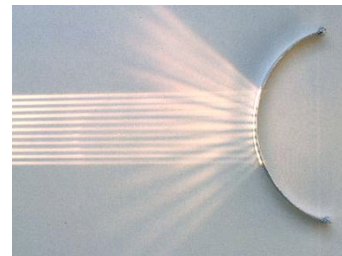
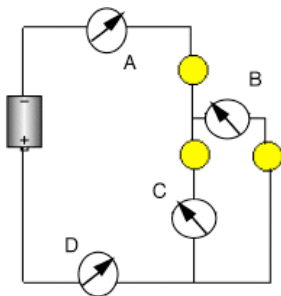
Basiskonzepte als „physikalische Brillen“



System



Energie



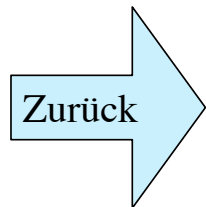
Energie ?



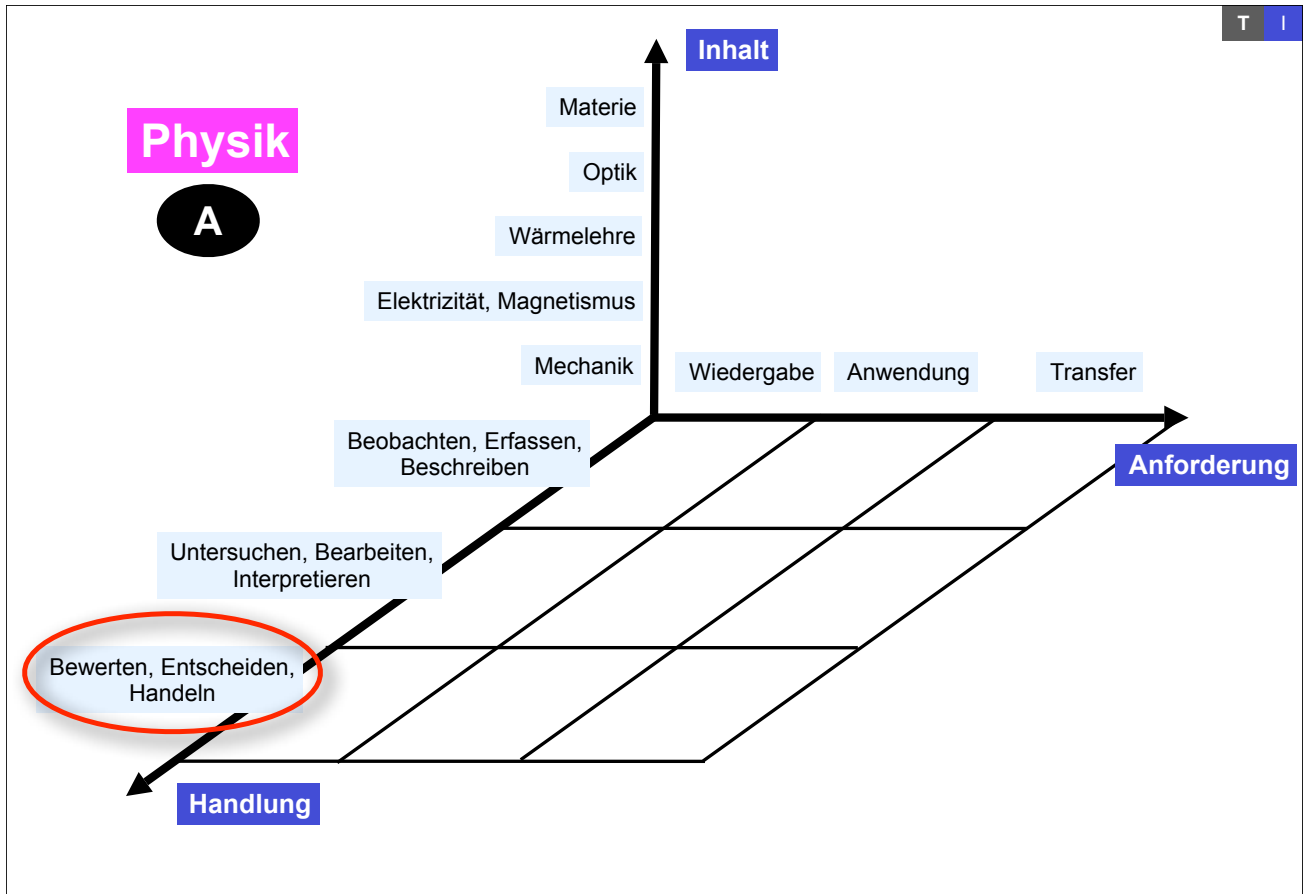
Wechselwirkung ???



- Dienen als **themenübergreifende Leitideen**, unter denen ein gegebenes Unterrichtsthema betrachtet werden kann.
- Das Verständnis von Basiskonzepten entwickelt sich erst **im Verlaufe eines längeren Lernprozesses**.
- Sind **als Top-Down-Struktur** für die Themenfolge im Unterricht **nicht geeignet**.
(Vermeiden: „In den nächsten 6 Wochen befassen wir uns mit dem Basiskonzept ‚Wechselwirkung‘ ...“)



Kompetenzbereich „Bewertung“



Bewerten, Entscheiden, Handeln

- Ich kann **Daten, Fakten und Ergebnisse** aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht **bewerten und Schlüsse** daraus ziehen.
- Ich kann die **Chancen und Risiken** der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen **für mich persönlich und für die Gesellschaft** erkennen und **verantwortungsbewusst handeln**.
- Ich kenne die **Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder** und verwende diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges.
- Ich kann **naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden** ←

„Energieversorgung Inselgemeinde“

- Eine **Inselgemeinde** soll zukünftig mit elektrischer Energie aus **Windenergieanlagen** versorgt werden. Der Gemeinderat muss entscheiden, wo die Windenergieanlagen aufgebaut werden sollen. Es werden viele **Argumente** vorgebracht.
- Welche der folgenden **Argumente** könnte man mit **physikalischen Untersuchungsmethoden** überprüfen?
 - Die Anlage sollte nahe der Siedlung stehen. So entstehen weniger **Verluste durch den Transport der Energie**.
 - Die Windräder sollten weit draußen auf dem Meer stehen. Dort könnte man den größten Windpark aufbauen und die Energie **sehr preiswert erzeugen**.
 - Die Anlage sollte weit im Inneren der Insel stehen. So können sich keine Anwohner und Touristen **durch den Anblick gestört** fühlen.
 - ...
 - Die Anlage sollte auf dem nahe gelegenen Festland gebaut werden. Dort sind die **Kosten** für den Bau und die Wartung der Anlage **am niedrigsten**.
 - Es macht gar keinen Sinn, Windräder aufzustellen. Ihre **Leistung ist zu klein**, um eine Gemeinde mit 5.000 Einwohnern zu versorgen.



„Energieversorgung Inselgemeinde“

- In der Ratssitzung kommt es zu heftigen Debatten der Ratsmitglieder. Der Bürgermeister schlägt vor, die Entscheidung zu vertagen, weil er sich noch nicht entscheiden kann. Andere Ratsmitglieder drängen auf einen sofortigen Beschluss. Welche Position würdest Du als Bürger in dieser Debatte vertreten? Begründe Deinen Vorschlag!
- Ich würde dem Gemeinderat empfehlen, ...
- Ich halte diese Vorgehensweise für angemessen, weil ...



Bewerten, Entscheiden, Handeln

T I

- Ich kann **Daten, Fakten und Ergebnisse** aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht **bewerten und Schlüsse** daraus ziehen.
- Ich kann die **Chancen und Risiken** der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen **für mich persönlich und für die Gesellschaft** erkennen und **verantwortungsbewusst handeln**.
- Ich kenne die **Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder** und verwende diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges.
- Ich kann **naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden**



Aufgabe „Schilddrüsenuntersuchung“

T I

Deine Tante Jutta leidet seit Monaten unter Nervosität und Schlaflosigkeit. Der Hausarzt vermutet eine **Schilddrüsenüberfunktion**. Das soll nun **im Krankenhaus genauer untersucht** werden. Dafür bekommt man eine Flüssigkeit gespritzt, die ein **radioaktiver Stoff** (Technetium 99m) beigemischt ist. Das Technetium lagert sich in der Schilddrüse ab, damit eine besondere Kamera die **Gammastrahlung** registrieren kann, die vom Technetium in der Schilddrüse ausgeht. Auf dem so erzeugten Bild sind **krankhafte Veränderungen** im Inneren der Schilddrüse erkennbar.

Tante Jutta ist besorgt, seitdem sie gehört hat, dass bei der Untersuchung **Radioaktivität** im Spiel ist. Sie fragt sich, ob sie sich der Untersuchung überhaupt unterziehen soll. **Was würdest Du ihr raten?** Schreibe einen kurzen **Brief**, in dem Du Deinen Ratschlag erläuterst und begründest! Sachinformationen findest Du unten.

Liebe Jutta,

ich meine, Du solltest ...

Aufgabe „Schilddrüsenuntersuchung“ Sachinfos

T I

- Technetium 99m sendet **Gammastrahlung** aus.
- Gammastrahlung ist mit **Röntgenstrahlung** vergleichbar.
- Das Untersuchungsverfahren ist für die **Diagnose** von Schilddrüsenerkrankungen anerkannt.
- Jede Belastung mit ionisierender Strahlung kann **Zellschädigungen** bis hin zu Krebs auslösen. Ob es eine unschädliche Untergrenze gibt, ist unter Medizinern umstritten.
- Es dauert 6 Stunden bis die Hälfte des Technetiums 99m zerfallen ist (**Halbwertszeit**).
- Technetium wird vom Körper in wenigen Stunden wieder **ausgeschieden**.
- Die Belastung durch die Untersuchung liegt deutlich unterhalb der jährlichen Belastung durch die **natürliche Umweltstrahlung** und ist mit der Strahlenbelastung einer Röntgenuntersuchung oder zehn Flügen von Europa nach Amerika und zurück vergleichbar.
- Eine weitere anerkannte Untersuchungsmethode besteht darin, die Schilddrüse mit **Ultraschall** zu untersuchen.
- Ultraschall verursacht keine Strahlenbelastung.
- Die Diagnose mit Ultraschall gibt vor allem Aufschluss über Form und Größe der Schilddrüse. Für die Erkennung einer Krebserkrankung der Schilddrüse ist **Ultraschall weniger zuverlässig**.

Zusammenfassung und Fazit

T I

- **Eine Kompetenz ist mehr als Wissen.**
Aber ohne Wissen nützt die beste Kompetenz nichts.
- **Ein normatives Modell (Bildungsstandards) muss eine inhaltliche Dimension** in Form eines **Kerncurriculums** enthalten.
Ohne die mit einem Kerncurriculum verbundene Wissensbasis lässt sich das Erreichen der Standards nicht untersuchen.
- **Kompetenzmodelle ermöglichen eine differenzierte Beschreibung von erwarteten Schülerfähigkeiten in Bildungsstandards.**
- Die Entwicklung **prototypischer Aufgabenstellungen** stellt große **Herausforderungen** die Fachdidaktik.
- **Welche Modelle geeignet sind, die tatsächlichen Fähigkeitsstrukturen der Schüler zu beschreiben, ist Gegenstand empirischer fachdidaktischer Forschung.**