

# Was sind PBL und POL?

## Übersicht zu Projektorientiertem Lernen

Hochschuldidaktiktag 2013, Fachhochschule Münster

Prof. Dr. Marco Winzker

- Theorie
  - Zielsetzung
  - Begriffsbestimmung und Merkmale
- Möglichkeiten
  - Einbindung in das Curriculum
  - Projekte in der Studieneingangsphase
  - Beispiele für Projektorientierte Lehre
- Umsetzung
  - Prüfung projektorientierter Lehre
  - Erfahrungen aus Evaluationen

# Projektorientiertes Lernen: Erfahrungen, Erwartungen

---

# „Shift from Teaching to Learning“

## The Instruction Paradigm

- Provide/deliver instruction
- Transfer knowledge from faculty to students
- Offer courses and programs
- Improve the quality of instruction
  
- Knowledge exists "out there"
  
- Knowledge comes in chunks and bits; delivered by instructors and gotten by students
  
- Faculty are primarily lecturers

## The Learning Paradigm

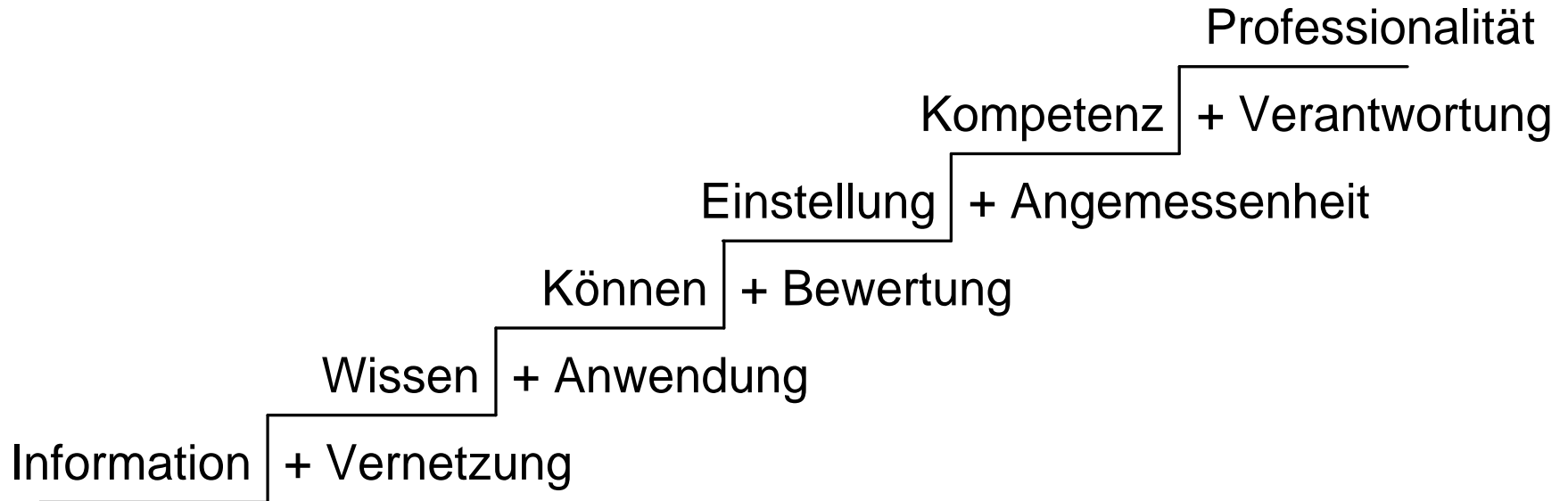
- Produce learning
- Elicit students discovery and construction of knowledge
- Create learning environments
- Improve the quality of learning
  
- Knowledge exists in each person's mind and is shaped by individual experience
  
- Knowledge is constructed, created
  
- Faculty are primarily designers of learning methods and environments

[Barr, Tagg, gekürzt]

# Zielsetzung projektorientierter Lehrformen

- Paradigmenwechsel in der Hochschullehre
  - Studierendenzentrierung statt Lehrendenzentrierung
- Bezug zum Konstruktivismus
  - Wissen wird nicht transferiert
  - Lernen ist ein konstruktiver Akt
  - Wissen entsteht (in jedem einzelnen) durch Zusammenfügen von Informationen und Erfahrung
  - Die Lernenden suchen sich Informationen selbst, um damit Probleme zu lösen
- Aufgabe der Hochschule
  - Schaffen von Lernumgebungen
  - Gemeinschaft von Lernenden
  - Dozenten als „Facilitator“

# Begriffsbestimmung – Kompetenzen

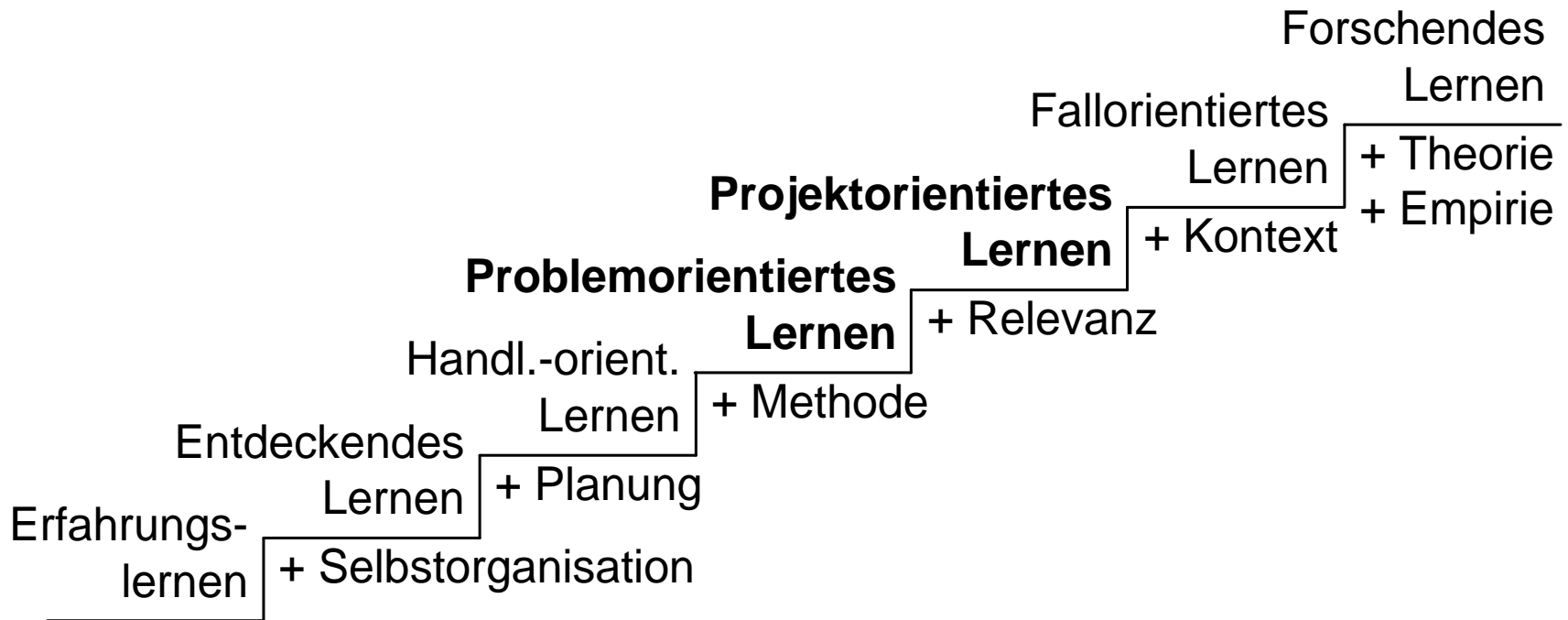


Stufenmodell der professionellen Kompetenz [Wildt]

Ähnliche Modelle

- Taxonomie von Bloom
- Kompetenzbegriff nach North

# Begriffsbestimmung – Aktives Lernen



Konzepte des aktiven Lernens [Wildt, eigene Hervorhebung]

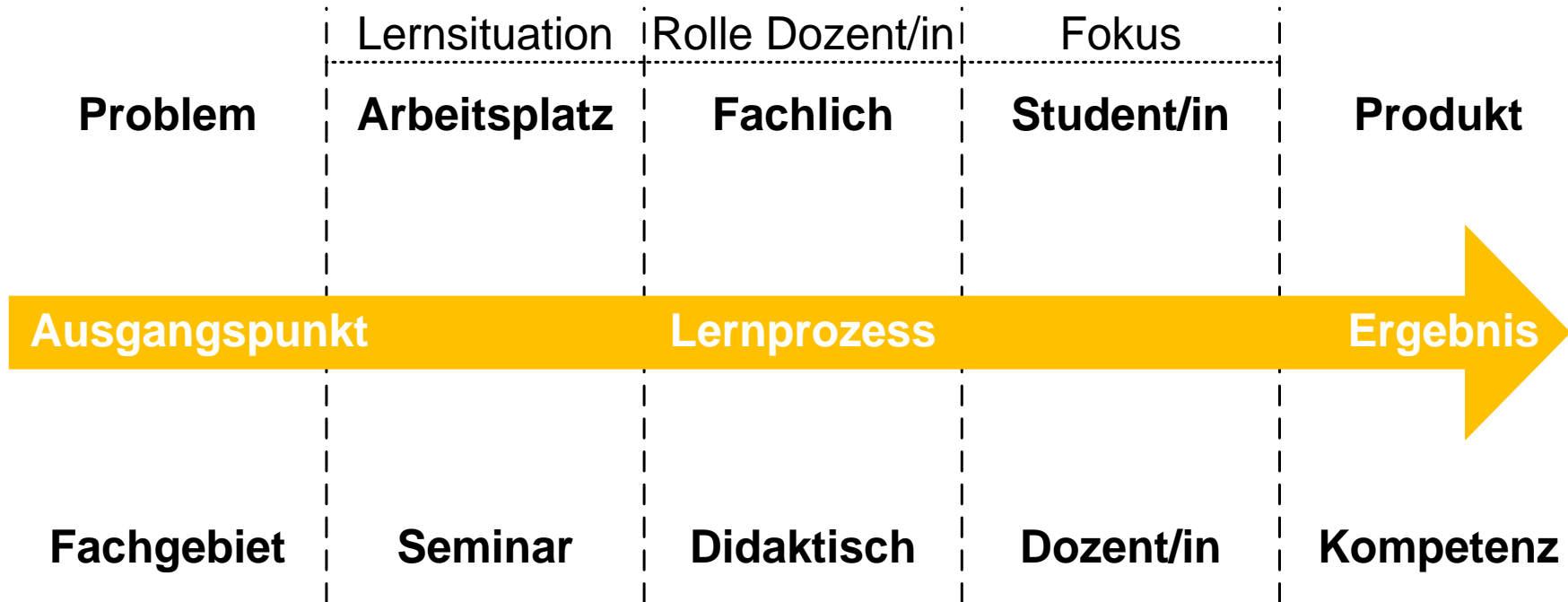
(Auch Varianten des Modells werden genannt)

# PBL, POL – Gleiche Abkürzungen für zwei Lehrformen

- Project-based Learning (**PBL**), Projektorientiertes Lernen (**POL**)
  - Aufgabe aus Berufsfeld
  - Eigenständige Bearbeitung durch Projektgruppe
  - Im Projekt wird oft Wissen aus verschiedenen Bereichen verknüpft
- Problem-based Learning (**PBL**), Problemorientiertes Lernen (**POL**)
  - Eigenständige Wissensaneignung (auch Grundlagenwissen) in Gruppe
  - Begleitung durch Dozenten als Lerncoach
    - Einführung für Medizinstudium an McMaster University, Kanada (1969) sowie Maastricht, Niederlande (1974)
    - Für verschiedene Studienrichtungen, u.a. Ingenieurwissenschaften an Aalborg University, Dänemark (1974)

➔ **Keine Lehrform ist “besser” oder “höherwertig”**

# Vergleich Projekt-/Problemorientierter Lehre



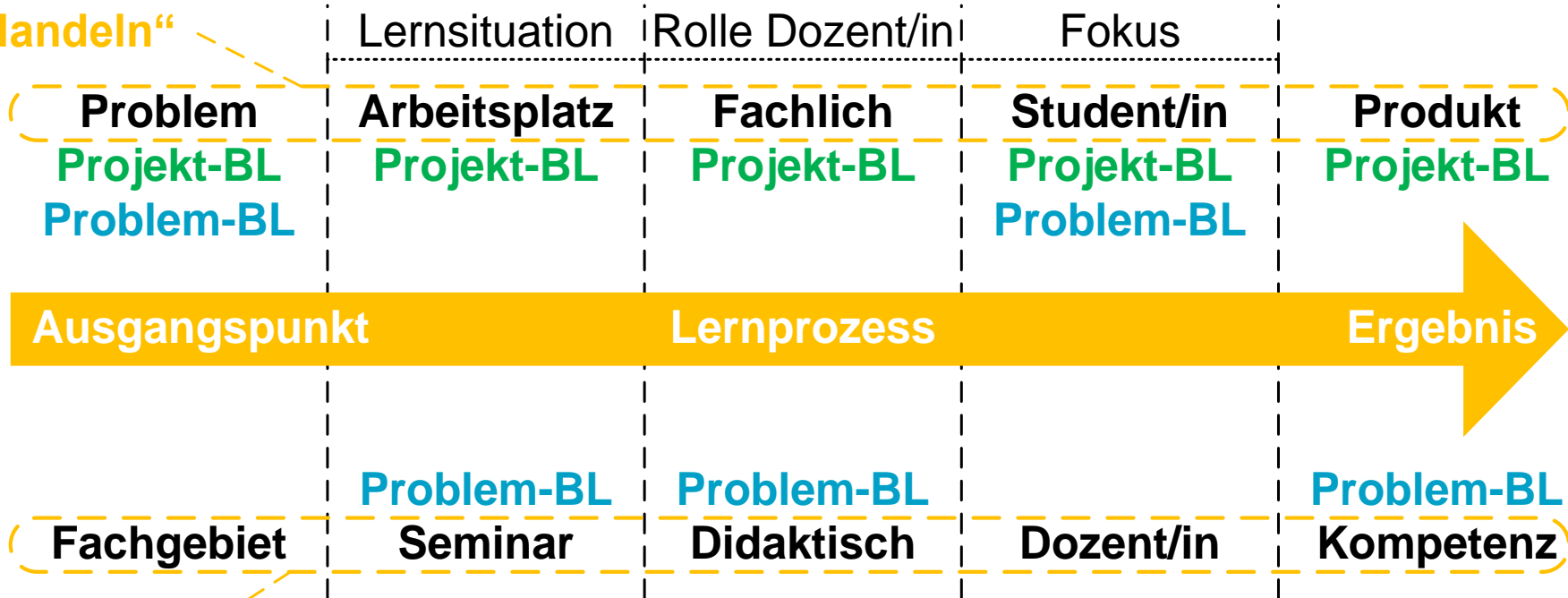
○ Projekt-BL  
X Problem-BL

- Vergleichen Sie Projekt- und Problemorientierte Lehre



# Vergleich Projekt-/ Problemorientierter Lehre

„Lernen durch Handeln“



„Lernen durch Instruktion“

[De Graaff]

# Übersicht

- Theorie
  - Zielsetzung
  - Begriffsbestimmung und Merkmale
- Möglichkeiten
  - Einbindung in das Curriculum
  - Projekte in der Studieneingangsphase
  - Beispiele für Projektorientierte Lehre
- Umsetzung
  - Prüfung projektorientierter Lehre
  - Erfahrungen aus Evaluationen

# Einbindung in das Curriculum

## Vollcurriculare Umsetzung

- Ganzer Studiengang wird auf neues Studienmodell umgestellt
  - McMaster, Maastricht, Aalborg
- Passt für problemorientiertes Lernen
  - ➔ Studierende erlernen Methode und wenden sie stets neu an
- Auch andere Konzepte vollcurricular möglich
  - SRH Hochschule Heidelberg: Thematische Fünf-Wochen-Blöcke

## Teilcurriculare Umsetzung

- Kombination neuer Lehrformen mit „klassischer“ Lehre
- Anpassung vorhandener Studiengänge möglich („Evolution“)
  - Einzelne Praktika in Projektform
  - Einzelne Module problemorientiert oder als Projekt
  - Einführungsprojekte

# Projekte in der Studieneingangsphase

- Gründe für Studienabbruch
  - Leistungsprobleme
  - Unzureichende akademische Integration
  - Motivation
  - Finanzielle Gründe
- Insbesondere in Ingenieurwissenschaften viel Mathematik und „praxisferne“ Grundlagen im ersten Studienjahr
- Projekte in der Studieneingangsphase können Motivation und „Ankommen“ im Studiengang fördern
- Teilweise unterschiedliche Erwartungen, z.B.
  - Reine Motivation für Studienfach
  - „Ausgleich“ zu anspruchsvollen Fächern (Mathematik)
  - Vertiefen von Grundlagen
  - Aufzeigen von Zusammenhängen

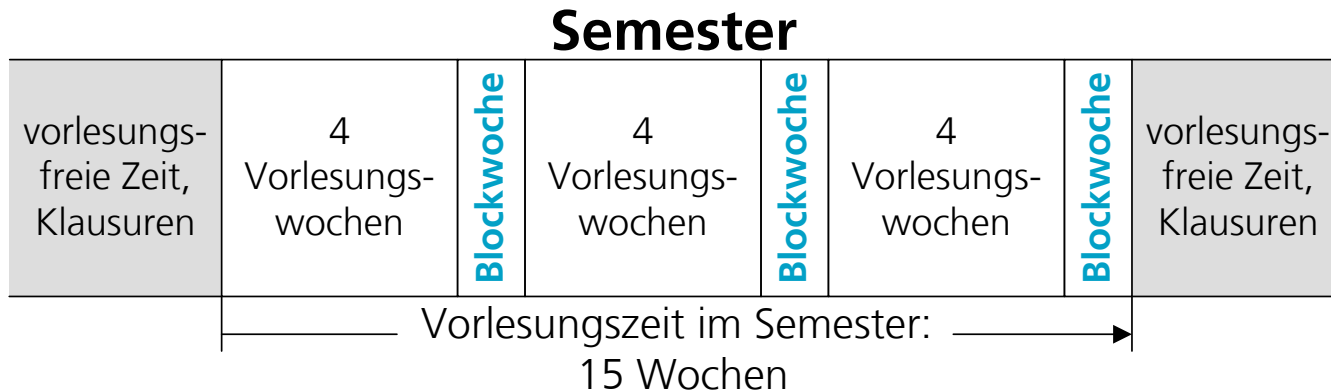
überfachlich

fachlich



# Beispiel – Blockwochen oder „4-1-4-1-4-1-Modell“

- Seit 2007 im Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau, Technikjournalismus der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
- Neue Semesterstruktur mit Zeitphasen zum Selbstlernen und für Projekte
  - Gemeinsames Zeitfenster für Mitglieder einer Arbeitsgruppe
  - Arbeitsphasen dürfen nicht zu kurz sein, zum Einstieg in Thematik, „Flow“
- 15 Semesterwochen werden in 4-1-4-1-4-1 Raster aufgeteilt
  - Je 4 Wochen reguläre Lehrveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Praktikum)
  - Je 1 Woche „Blockwoche“ mit Projekten (ab 3. Semester)



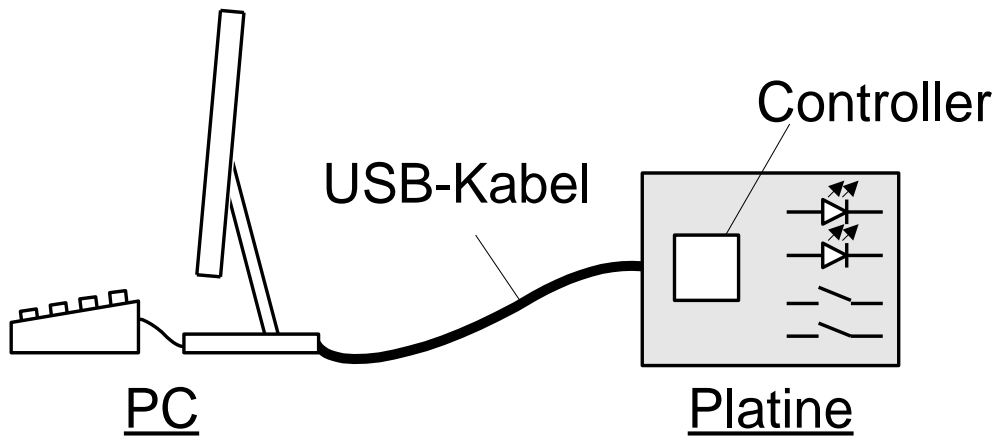
# Beispiel für Aufgabenstellung

- Entwurf einer Interface-Platine zum Anschluss an den USB-Port eines PCs
  - PC kann LEDs ansteuern und Stellung von Schaltern abfragen

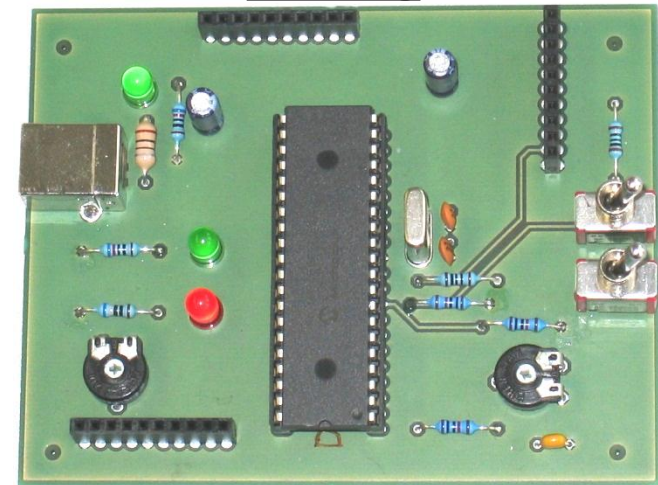
## Teilaufgaben

- Recherche und Auswahl eines Controller-ICs
- Entwicklung einer Platine
- Ansteuerung durch PC programmieren
- Projektmanagement, Dokumentation

### Aufgabe



### Lösung



# Projekttablauf – Sicht der Studierenden

## 1. Woche:

- Auswahl eines Controller-ICs
- Entwicklung der Platine

→ 4 Wochen Zeit für Bestellung von Platine und Bauelemente

## 2. Woche

- Inbetriebnahme, Fehlersuche
- PC Programmierung
- Teilweise Redesign der Platine

→ 4 Wochen Zeit für weitere Bestellungen

## 3. Woche

- Fertigstellung, Dokumentation
- Abschlusspräsentation

→ Alle Gruppen erreichten Mindestziel

# Projekttablauf – Sicht der Lehrenden

## Montag

- Morgens: Wochenstart
- Nachmittags: Beratung – Klären der Vorgehensweise

## Dienstag, Mittwoch

- 1 oder 2 Termine: Beratung – Klären auftretender Probleme

## Donnerstag

- Einzelgespräche mit allen Studierenden:
  - Was haben Sie diese Woche gemacht?
  - Welche Probleme sind aufgetreten? Was ist Ihnen aufgefallen

## Freitag

- Abschlusspräsentationen

➔ Anwesenheit an 4 von 5 Tagen sinnvoll

➔ Unterstützung von WissMit hilfreich

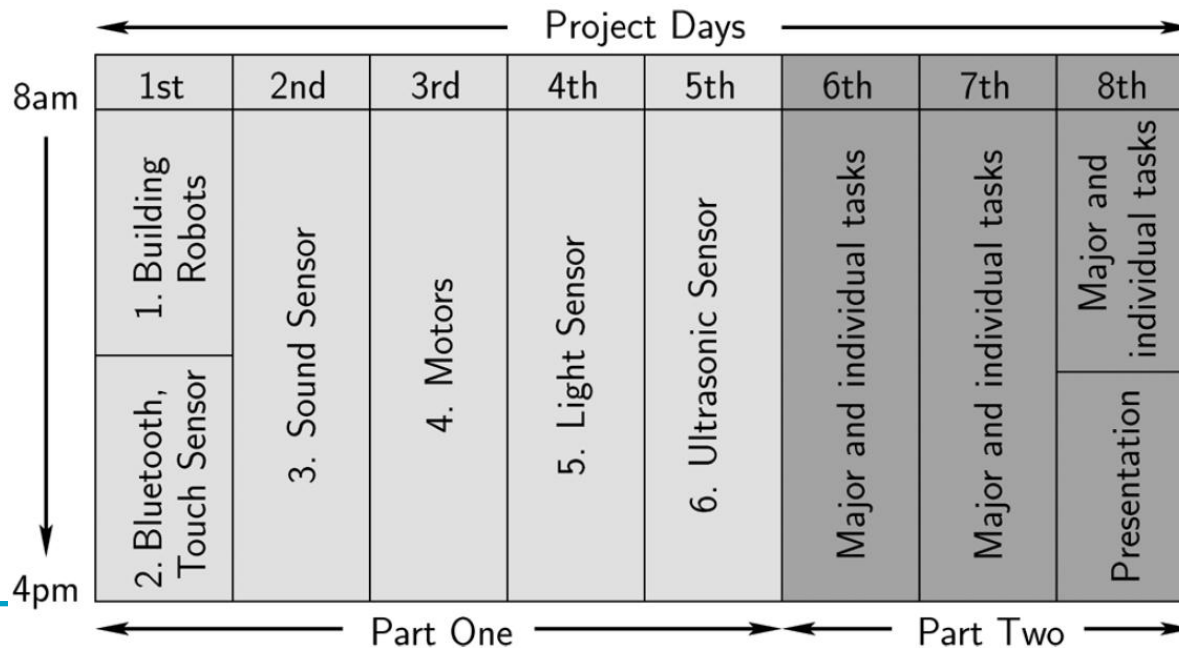


# Organisatorische Umsetzung

- Projekte sind als Module (5 ECTS) im Curriculum enthalten
  - Workload ergibt sich aus 3 Wochen á 40 Stunden
- Lehrende erhalten 2,4 SWS Lehrdeputat
- Module in Vorlesungswochen haben in Gegenzug Faktor 0,8
  - Veranstaltung in 12 von 15 Wochen
  - Modul mit 2V + 2·2Ü ergeben also  $6 \text{ SWS} \cdot 0,8 = 4,8 \text{ SWS}$
- Lehrende können Projekte aus Ihrem Arbeitsgebiet anbieten
  - Motivation für Beteiligung
  - Lehrende haben gewisse Freiheit wie sie ihr Deputat erfüllen möchten
  - Abstimmung erforderlich
- Studierende wählen mit Prioritäten ein Projekt
  - Meist kann 1. oder 2. Wahl zugeteilt werden
  - Einige Studierende erhalten jedoch auch 3. oder 4. Wahl
  - Beliebtheit der Projekte bestimmt zukünftiges Angebot

# Beispiel – Matlab und Lego-Mindstorms

- Verpflichtendes Erstsemesterprojekt an der RWTH Aachen
  - Studiengang Elektrotechnik, Informationstechnik, Technische Informatik
- Ergänzung zu Vorlesung „Mathematische Methoden der Elektrotechnik“
  - Lego-Roboter wird mit Matlab programmiert
  - Vertiefung technischer Inhalte
- Blockveranstaltung an mehreren Tagen
  - Betreuung durch alle Lehrstühle der Fakultät



[Quelle: Behrens]

# Beispiel – Erstsemesterprojekt „GPEK“

- Modul „Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens“ (GPEK) an der TU Darmstadt
- Pflichtveranstaltung in der Studieneingangsphase verschiedener Bachelor-Studiengänge des Fachbereichs Bauingenieurwesen und Geodäsie
  - Bauingenieurwesen und Geodäsie
  - Wirtschaftsingenieurwesen, Fachrichtung Bauingenieurwesen
  - Umweltingenieurwissenschaften
- Studierende bearbeiten in verschiedenen **Fachrollen** ein Projekt
  - Raumplanung
  - Verkehrsplanung
  - Landmanagement
  - Siedlungswasserwirtschaft
  - Energie- und Ressourcen-Management
  - Projektsteuerung

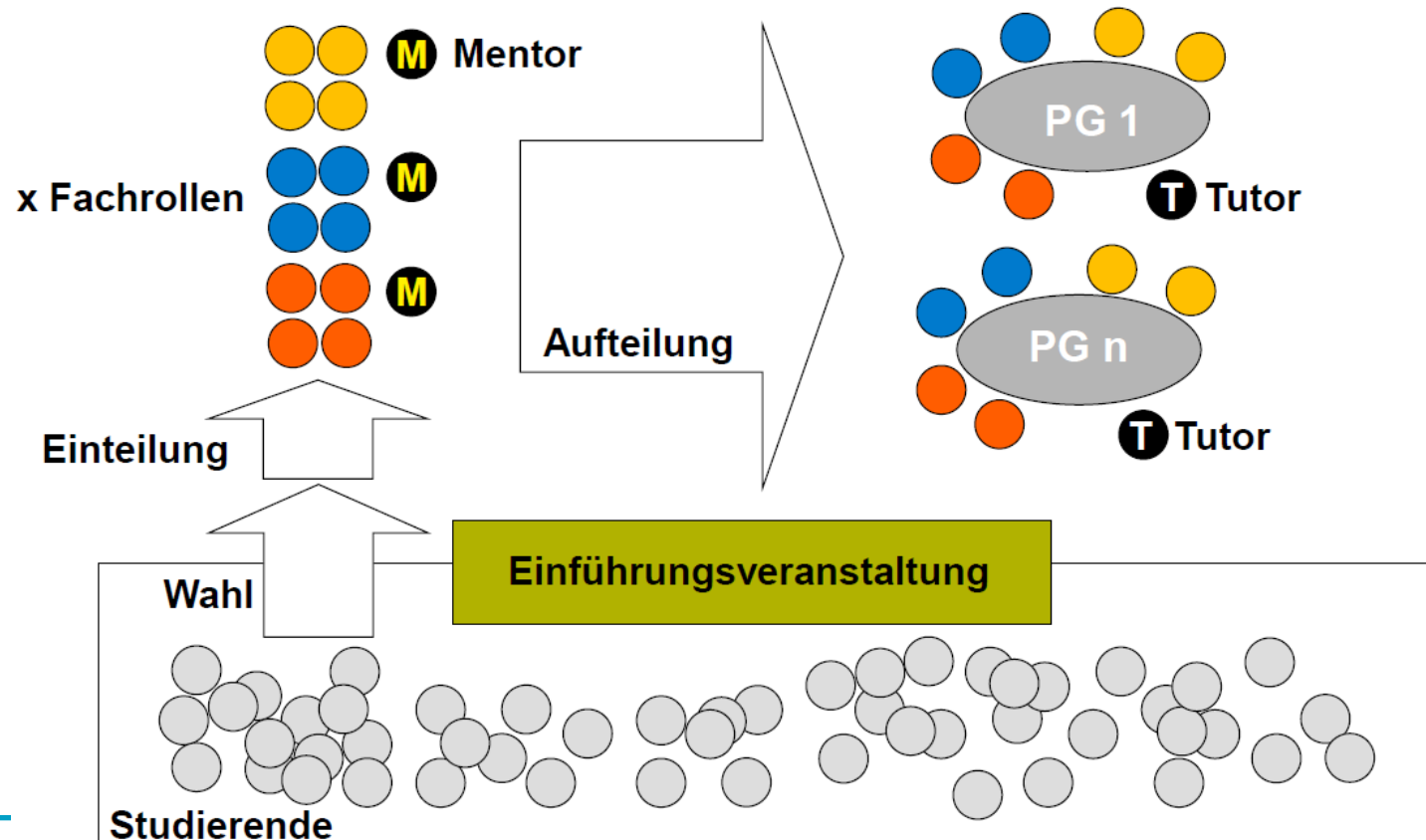
[Quelle: Linke]

## Fiktives Projekt im WS 08/09: Siedlungserweiterung in Dieburg



# Wechsel zwischen Fachrolle und Projekt

- Studierende erhalten 1 der 6 Fachrollen
  - Fachwissen für jede Fachrolle wird separat vermittelt („Facharbeitstreffen“)
- Projekte bestehen aus 10-15 Studierenden + Tutor
  - Je Projekt etwa 2 Studierenden je Fachrollen



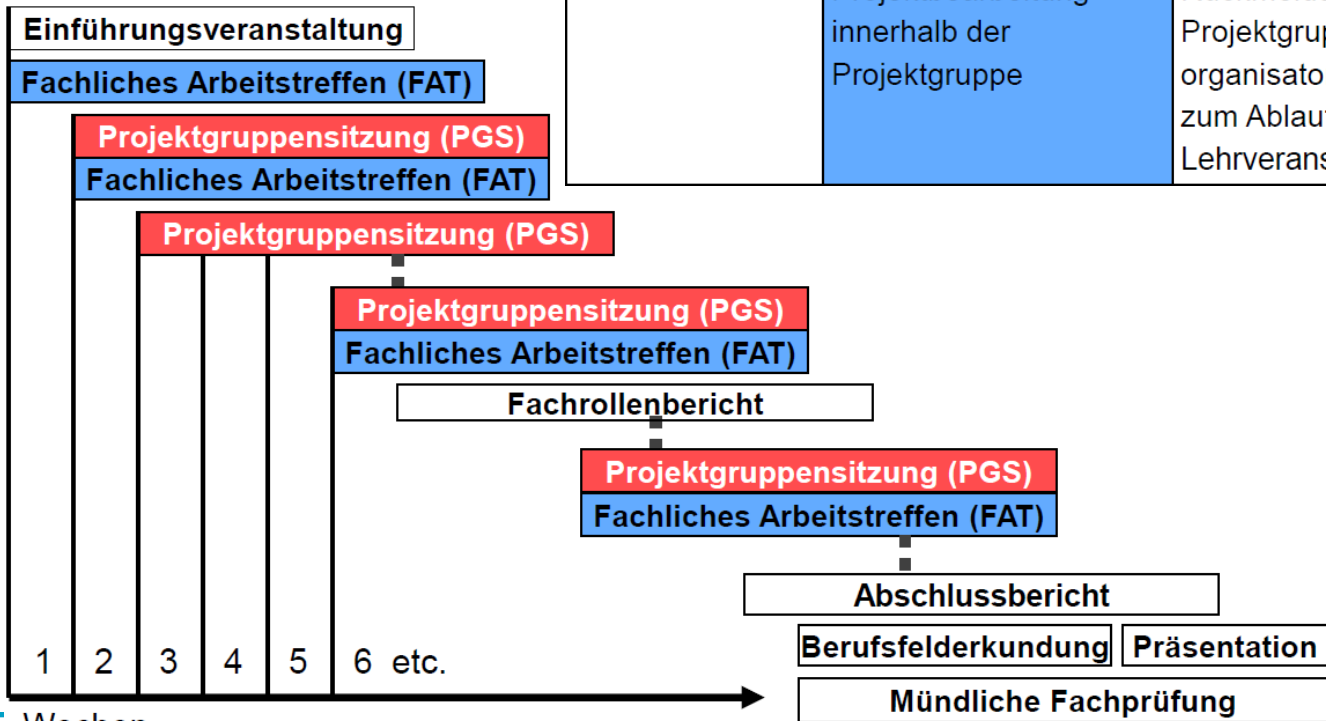
[Bild: Linke]

# Klare Strukturierung der studentischen Arbeit

Wochenablauf →

Semesterablauf ↓

Wöchentliche Termine	Montag & Dienstag	Mittwoch	Mittwoch, Donnerstag & Freitag
Veranstaltungselement	Projektgruppensitzung mit Seminarcharakter (10-15 Studierende + Tutor)	Tutorensitzung	Facharbeitstreffen als Vorlesung
Dauer	ca. 1,5 h	ca. 1,5 h	ca. 1,5 h
betrifft	Studierende, Tutoren	AG PEK, Tutoren	Studierende, Mentoren (u.a. AG PEK)
Zweck	Projektbearbeitung innerhalb der Projektgruppe	Rückmeldung aus den Projektgruppensitzungen, organisatorische Fragen zum Ablauf der Lehrveranstaltung	Vermittlung fachlicher Informationen zur Projektbearbeitung



[Bilder: Linke]

# Organisation der Lehrveranstaltung

## Umfang

- ca. 500 Studierende
  - ca. 35 Projektgruppen mit 13~14 Studierenden
- 4 Professoren, 4 wiss. Mitarbeiter/innen
- ca. 30 stud. Hilfskräfte (Tutoren, 2 Obertutoren)

## Organisation

- Dreitägiges Vorbereitungsseminar (Profs, WissMits, Tutoren) außerhalb der Hochschule zur Vorbereitung der jeweiligen Lehrveranstaltung
- Wöchentlich stattfindende Tutorensitzungen
- Semesternachbereitung
- Bewerbergespräche, Mitarbeitergespräche

# Beispiel – Problemorientiertes Lernen

- Eine Gruppe (6-12 Studierende) erarbeitet sich in ca. 1 Woche ein Themengebiet
  - Auch für Fächer in denen „„„Vollständigkeit des Wissen““““ erwartet wird
- Die spezielle Vorgehensweise, wird den Studierenden eigens erläutert

Fallbeispiel aus der Physik

## Ein warmer Sommertag

Es ist ein warmer und schwüler Sommertag. Wenn man genau hinschaut, sieht man unzählige aufsteigende Staubteilchen in der Luft. Am frühen Nachmittag bilden sich dunkle Wolken, und es wird noch schwüler. Plötzlich zuckt in der Ferne ein Blitz, gefolgt von Donner. Es regnet heftig. Ein Gewitter.

[Fallbeispiel: Moust et.al., zitiert nach Scholkmann]

# Sieben Schritte im Problemorientiertem Lernen

1. Lesen des Falls, unklare Terminologie klären
2. Gemeinsame Beschreibung der Problemstellung
3. Brainstorming zu Hypothesen und Ideen der Problemlösung
4. Systematische Ordnung der Ideen
5. Formulierung von Lernfragen
6. Erarbeitung der Lerninhalte
7. Informationen austauschen

Erste  
Problemanalyse

Phase der  
Wissensaneignung

Vertiefte  
Problemanalyse

[Weber, zitiert nach Scholkmann]



# Vergleich der Umsetzungen

---

- Wo sehen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Beispiele?
- Wo sehen Sie Vorteile und Nachteile?
- Kennen Sie weitere Beispiele?

# Übersicht

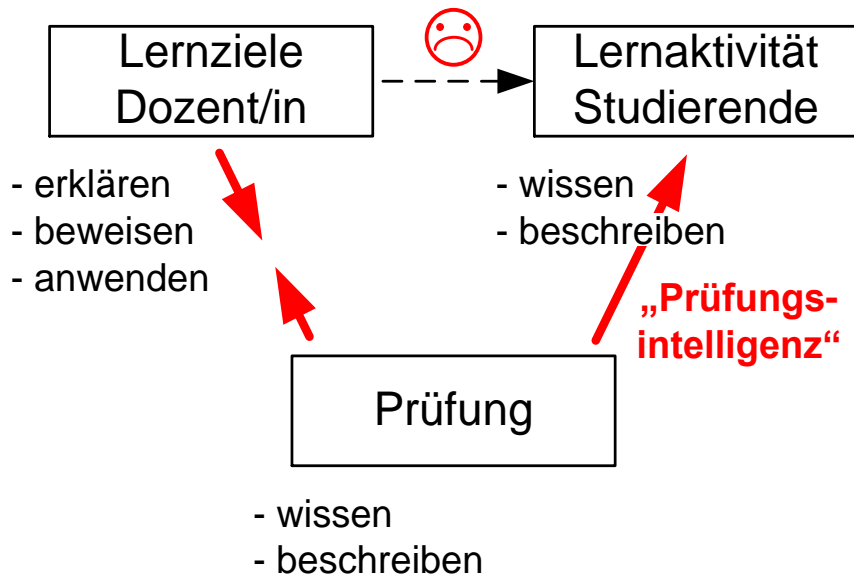
- Theorie
  - Zielsetzung
  - Begriffsbestimmung und Merkmale
- Möglichkeiten
  - Einbindung in das Curriculum
  - Projekte in der Studieneingangsphase
  - Beispiele für Projektorientierte Lehre
- Umsetzung
  - Prüfung projektorientierter Lehre
  - Erfahrungen aus Evaluationen

# Prüfungen bei Problemorientierter Lehre

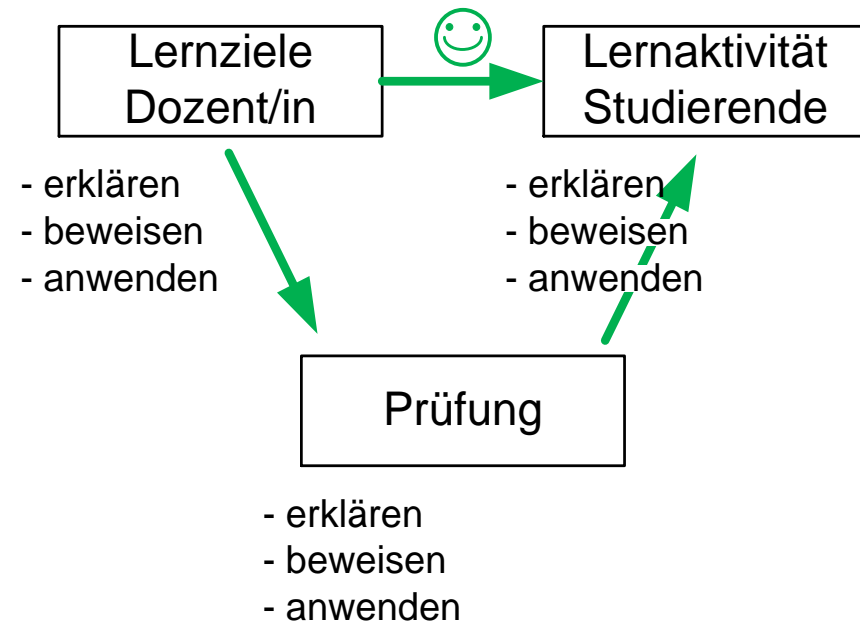
## Constructive Alignment

- Studierende richten ihr Lernen an der Prüfung aus
  - Problemorientierte Lehre lässt sich schwer durch eine Klausur prüfen

### nicht abgestimmt



### abgestimmt



[vgl. Biggs sowie Brabrand, Andersen]

# Kategorisierung von Prüfungen

## Zeitpunkt der Prüfung

- **Summative Prüfung** prüft Ergebnis der Lernprozesses am Ende eines Moduls
  - Klausur, mündliche Prüfung
  - Bei Projekten: Arbeitsergebnis, Produkt, Dokumentation
- **Formative Prüfung** ist lernbegleitend und lenkt damit den Lernprozess
  - Semesterbegleitende Prüfung, z.B. oft bei Sprachmodulen
  - Bei Projekten: Konzept, Arbeitsverhalten, Kommunikation im Projekt, Arbeitsergebnis

## Form der Bewertung

- benotet  $\Leftrightarrow$  unbenotet

## Identifikation der Leistung

- Einzelbewertung  $\Leftrightarrow$  Gruppenbewertung

# Prüfungen – Beurteilung des Projektergebnisses

- „Ausarbeitung und Erörterung“ am Ende des Moduls
  - Studierende legen Projektergebnis vor
    - Werkstück
    - Dokumentation
    - Vortrag, Gespräch
  - Identifikation der Einzelleistungen
    - Nennung, wer Teilaufgaben und Teile der Dokumentation bearbeitet hat
    - Dozent kennt Studierende aus Projektbetreuung
    - Differenzierung im Prüfungsgespräch möglich, aber nur kurze Prüfungszeit
  - Studierende erhalten meist einheitliche Note für Projekt
    - Abwertung für einzelnen Studierenden bei „Problemen“
    - Aufwertung für einzelnen Studierenden bei „besonderen Leistungen“
- Meist gute Noten, da Projekt bis zur „Fertigstellung“ bearbeitet wird
- Studierende investieren teilweise viel Zeit in Projekt  
(lernen dann aber auch viel)

# Prüfungen – Bachelor-Projekte HS Bonn-Rhein-Sieg

- Begrenzte Zeit (3 Wochen) für Bearbeitung
  - Studierende sollen auch Fehler in der Projektbearbeitung machen dürfen
    - Kleine Entscheidungen können zu unterschiedlichem Erfolg führen
  - Studierende sollen Möglichkeit zum Sammeln von Erfahrung haben
    - Bei Benotung wird „sicherer Weg“ gewählt
- Bewertung als unbenoteter Leistungsnachweis
- Kontrolle der aktiven Beteiligung nötig


# Prüfungen – Bachelor-Projekte HS Bonn-Rhein-Sieg (II)

## Kontrolle der aktiven Beteiligung

- „Laufzettel“ mit Foto für jeden Studierenden
  - Überblick über Teilnehmer
- Regelmäßiger Besuch im Projektraum
- Einzelbesprechungen in jeder Woche
  - 5 ~ 10 Minuten:  
Welche Aufgabe haben Sie im Projekt?  
Was haben Sie diese Woche geschafft?
- „Gelbe Karte“ bei Problemen angekündigt
  - Bisher nicht eingesetzt
- Vorträge am Ende jeder Blockwoche
  - Jede Woche jeweils anderer Student

Hochschule  
Bonn-Rhein-Sieg  
Prof. Dr. M. Winzker

Laufzettel für Bachelor-Projekt

<b>Stefanie Student</b>	 Hier Foto einfügen Name, Projekt, Matrikelnummer, Studiengang/Semester und Gruppe eintragen  <b>Achtung:</b> Dokument darf nur 1 Seite umfassen
Projekt: Messung Stromverbrauch Wintersemester 11/12	
Matrikelnummer: 9999999	
Studiengang, Semester: ET3	
Gruppe: X	
Teilnahmebescheinigung:	
Woche 1:	
Woche 2:	
Woche 3:	

# Prüfungen – „Advanced Design Project“ TU Darmstadt

## Bewertung mit Rubrics

- Beurteilungsraster mit Kriterien für Bewertung
- Hier: Bewertung mit 0 bis 4 Punkten (0: schlecht; 4: gut)

Gehört nicht zum  
oben genannten  
Erstsemesterprojekt!

Punkte	Schriftliche Ausarbeitung: Struktur
0	Struktur der Arbeit nicht erkennbar bzw. nicht nachvollziehbar; Umfang viel zu lang; Detailergebnisse im Text; ohne Anhang
2	Struktur vorhanden und mit Einschränkungen erkennbar; Umfang der Arbeit vertretbar; Anhang vorhanden
4	sorgfältige, überzeugende Gliederung, die Verständnis fördert und Lesen erleichtert; Konzentration auf das Wesentliche im Textteil; gut strukturierter Anhang mit Verweisen

- Einsatz im Master mit Gruppen zu 4-7 Studierende
- Bewertung kombiniert Gruppenbewertung (~70%) und Einzelbewertung (~30%)
- Gruppenbewertung didaktisch notwendig, denn nur dadurch entstehen die gewollten Gruppenprozesse

[vgl. Glathe]



# Beurteilungsraster für Projekt

Kategorie	Gewicht	Gruppen-/ Einzelbewertung
Inhaltliche Bearbeitung	20%	G
Qualität der Arbeitsergebnisse	10%	G
Arbeitsstil	20%	G / E
Kooperation	10%	G / E
Bewertung der Reflexion	10%	E
Schriftliche Ausarbeitung	10%	G
Kolloquium / Vortrag	20%	E / G

Jede Kategorie hat wieder 3-6 Unterpunkte

Unterkategorie Arbeitsstil	Gewicht	G / E
Methodisches Vorgehen	4%	G
Einsatz von Projektmanagementmethoden	4%	G
Motivation für das Projekt	4%	E
Selbstständigkeit	4%	E
Zeitmanagement	4%	G

[vgl. Glathe]

# Bewertung mit Rubrics

## Vorteile für Lehrende

- Gezieltes Feedback, wo noch Entwicklungsbedarf besteht
  - Formative Prüfung
- Bewertung objektiver und konsistenter
  - Prüfung durch mehrere Personen / über mehrere Semester
- Geringerer Zeitbedarf

## Vorteile für Studierende

- Durch Orientierung an klaren Beurteilungskriterien ist Verbesserung der Leistung möglich
- Studierende können sich untereinander Feedback geben.

# Evaluation – Bachelor-Projekte HS Bonn-Rhein-Sieg

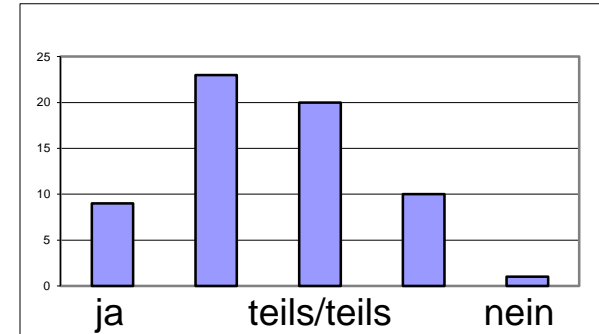
- Befragung im 6. Semester
  - Bewertung der Projekte aus 3., 4. und 6. Semester
  - 2 Jahrgänge, 63 Antworten

## Ergebnisse

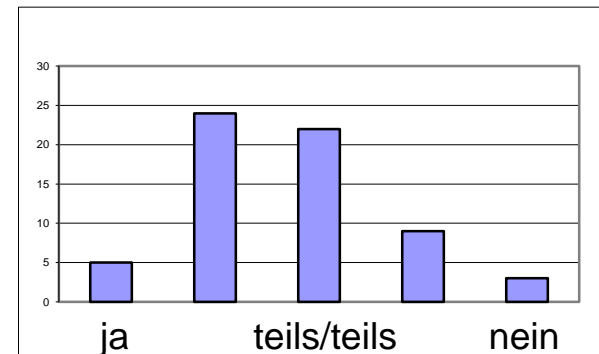
(auch aus Freitextantworten)

- Projekte werden positiv eingeschätzt
- Teilweise Unzufriedenheit mit
  - Projektangebot
  - Projektzuteilung
- Heterogene Bewertung, d.h. gute und schlechte Erfahrungen

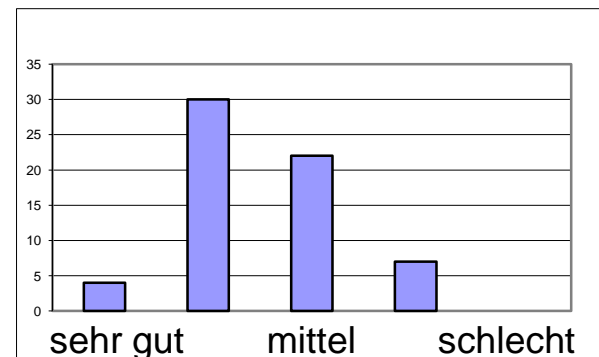
Ich habe  
sinnvolles  
Fachwissen  
gelernt



Ich habe  
meine  
Soft-Skills  
verbessert



Mein  
Gesamt-  
eindruck  
der Projekte  
ist



# Evaluation – Erstsemesterprojekt TU Darmstadt

- Lehrveranstaltung wird jedes Semester durch Studierende evaluiert
- Evaluationsergebnisse fließen jeweils in die Vorbereitung des kommenden Semesters ein
- Die Absolventen behalten Projekt erfahrungsgemäß in guter Erinnerung und erkennen den Praxisbezug
- Große Bewerberzahl auf Tutorenjobs

## Langjährige Bewährung

- 1974 Modellversuch Studieneingangsprojekt PEK
- 1984 Pflichtveranstaltung für 1. oder 2. Semester
- 1989 Von Kultusministerkonferenz als vorbildlich herausgestellt
- 2007 Einbeziehung der Wirtschaftsingenieur-Studiengänge
- 2012 Einbeziehung von Humanwissenschaften
- 2012 Lehrpreis der TU Darmstadt für gute Lehre

[Quelle: Linke]

# Evaluation – Problemorientierte Lehre

## Wirksamkeitsforschung

- Mehrere Vergleiche von PBL-Gruppen mit Kontrollgruppen traditioneller Lehre

## Erwerb von Fachwissen

- Oft weder Überlegenheit für PBL noch für vorlesungsbasierte Lehre nachweisbar

## Handlungskompetenzerwerb

- Karriere-Entwicklung bei Mediziner/innen
  - Höhere Selbsteinschätzungen bei den PBL-Studierenden
  - Kein Effekt für Karriere-Entwicklung zwischen den beiden Gruppen

## Curriculare Effekte des Selbststudienanteils

- Positiver Einfluss auf Abschlusszahlen
- Negativer Einfluss auf Studiendauer

## Vorläufiges Fazit

- Nutzen von PBL nicht deutlich nachweisbar; PBL aber auch nicht schlechter
- Weitere Forschung nötig

[Quelle: Scholkmann]

# Einführung neuer Lehrformen

## Acht Schritte für erfolgreiche Organisationsentwicklung

1. Richtiger Zeitpunkt
  - Dringlichkeit durch Reakkreditierung, externe Förderung und/oder Probleme in Studiengang
2. Koalition für Entwicklung bilden
3. Ziele und Vision definieren
4. Ziele und Vision kommunizieren
5. Neue Ideen fördern
6. Erste Erfolge erzielen und kommunizieren
7. Erfolge verstetigen und weitere Entwicklungen befördern
8. Neue Ansätze institutionalisieren
  - Berücksichtigung in Curriculum und Ordnungen

[Quelle: Kotter, siehe auch Kolmos]

# Fazit

- Definition und Unterscheidung von
    - Projektorientierte Lehre
    - Problemorientierte Lehre
  - Beispiele der Umsetzung
- 
- ➔ Projektorientierte Lehre ist als Weiterentwicklung vorhandener Studiengänge geeignet („Evolution“)
  - ➔ Zur Umsetzung Ziele herausstellen und Mitstreiter gewinnen
  - ➔ Externe Anlässe (Reakkreditierung, Förderprogramme) können hilfreich sein

## Projektorientierte Lehre

- motiviert
- vermittelt Zusammenhänge und Praxisbezug
- macht Lernenden und Lehrenden Spaß

# Literatur

- R. Barr, J. Tagg „From teaching to learning – A New Paradigm for Undergraduate Education,“ Change, 1995.
- A. Behrens et.al, „MATLAB Meets LEGO Mindstorms [...],“ IEEE Trans. On Education, 2010.  
sowie: <http://mindstorms.lfb.rwth-aachen.de/>
- J. Biggs, „What the Student Does: Teaching for Enhanced Learning,“ Higher Education Research & Dev., 1999
- C. Braband, J. Andersen, „Teaching Teaching & Understanding Understanding“, Kurzfilm, 2006.  
<http://www.daimi.au.dk/~brabrand/short-film/>
- E. De Graaff, „Problem-versus Project-Based Learning in Engineering: Antagonist or Complementary Pedagogical Approaches,“ VDI-Workshop, 2012.
- W. Derboven, G. Winker, „Tausend Formeln und dahinter keine Welt [...],“ Beiträge zur Hochschulforschung, 2010.
- A. Glathe, „Die Verwendung von Rubrics zur Bewertung von Lernergebnissen,“ VDI-Workshop, 2012.
- U. Heublein, et.al. „Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen [...],“ HIS, 2010.
- J. Kotter, „Why transformation efforts fail,“ Harvard Business Review, March-April 1995.
- A. Kolmos, E. de Graaff, „Process of changing to PBL,“ in: Management of Change, Sense Publishers, 2007.
- H.J. Linke, „Tradition und Weiterentwicklung projektorientierten Studierens,“ VDI-Workshop, 2012.
- J.H.C. Moust et.al.: Problemorientiertes Lernen. Wiesbaden: UllsteinMedical, 1999.
- A. Scholkmann, „Forschung zum Problembasierten Lernen (PBL) – Empirische Befunde im internationalen Vergleich,“ dghd Jahrestagung, 2012.
- J. Wildt, „Kompetenzorientiertes Prüfen - eine hochschuldidaktische Sicht,“ HRK-Tagung Kompetenzorientiertes Prüfen in den Ingenieurwissenschaften und in der Informatik, 2011.
- M. Winzker, A. Schümchen, „Zeitliche Freiräume für Selbstlernphasen und Projekte,“ Die Neue Hochschule, 2009.
- M. Winzker, "Semester Structure with Time Slots for Self-Learning and Project-Based Learning," IEEE EDUCON, 2012.