

# SKU

## Sokratisch-konstruktivistischer Unterricht



Norbert Bartos, TGM

[norbert.bartos@tgm.ac.at](mailto:norbert.bartos@tgm.ac.at)

Jänner 2012



## Inhalt

- 1) Einführung
- 2) Konstruktivismus
- 3) Sokratisch-konstruktivistischer Unterricht
- 4) Unterrichtsplanung
- 5) Didaktik und Leistungsbeurteilung
- 6) Resultate und Erfahrungen



## 1) Einführung:

- Schülerbefragung 1 (a):

### Kritik am konventionellen fachtheoretischen Unterricht:

- zu theoretisch
- zu schnelles Vorgehen
- hoher Stress
- zu wenig individuelle Erklärungen
- Angst vor Fehlern
- keine Selbständigkeit
- eintönig



- Schülerbefragung 1 (b):

Verbesserungsvorschläge zum fachtheoretischen Unterricht:

- mehr Selbständigkeit
- mehr Teamwork
- mehr praktische Beispiele



## • Bottom Up Learning:

### - Puzzlesteine:

- „Das Wesen der Elektrizität“
- „Das elektrische Feld“
- „Das magnetische Feld“ ...

### - Vernetzung:

Zusammenhänge den Lernenden unbekannt  
Anwendung und Relevanz unklar

### - Motivationsversuche:

- „Das werdet ihr nächstes Jahr benötigen“
- „Das braucht ihr später im Labor“
- „Das ist in der fünften Klasse wichtig“ ...

→ *Ankerproblem*



## • Ankerproblem (1):

- Metapher: Strom des Vergessens (*river of no return*)
- Wissensblöcke werden in den Strom geworfen
- falls verwandte und bekannte (bereits verankerte) Wissensteile existieren, dann ist assoziatives Festverankern daran möglich
- Strömungsgeschwindigkeit vom Alter des Lernenden abhängig
- Verankerung benötigt Zeit, daher existiert eine maximale Rate von eingeworfenen Wissensblöcken pro Zeiteinheit



- Ankerproblem (2):

- wenn fachlicher Ankerpunkt fehlt, wird Ersatz gesucht (Lehrer, Raum, Gegenstand)

→ man kennt z.B. Formeln nur in einem bestimmten Kontext

- ansonsten werden die Wissensblöcke durch die Strömung in das Land des ewigen Vergessens gespült



## • Top Down Learning (1):

- vom Ganzen zu den Teilen
- von außen nach innen
- problemzentrierte Lernumgebung (ist mehr als die übliche problemorientierte/projektorientierte Sichtweise)
- Ablauf: ... konkrete, praxisnahe, komplexe Aufgabenstellung  
... in einfachere Module unterteilen  
... schrittweise realisieren



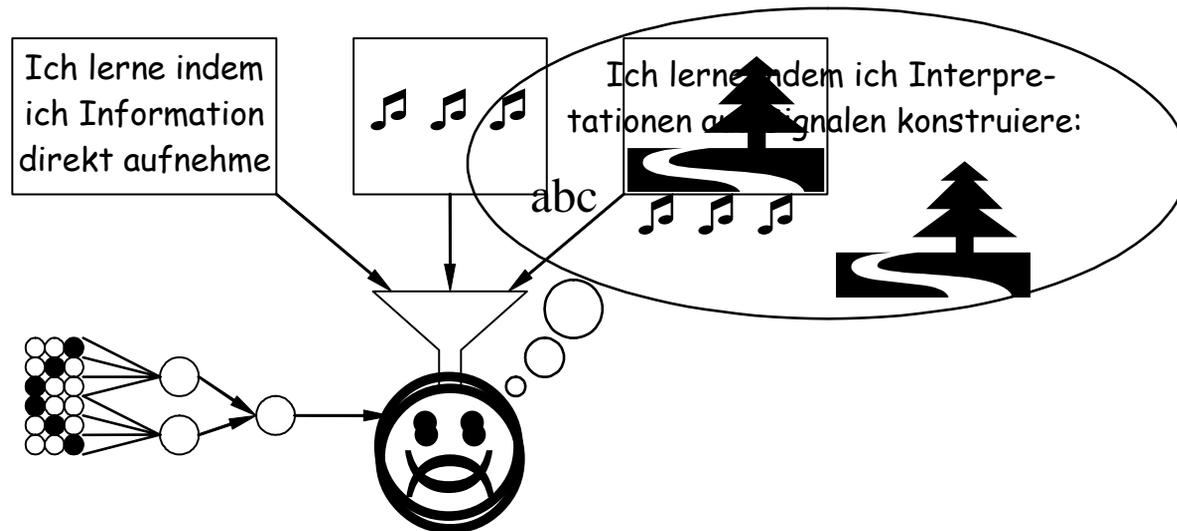
- Top Down Learning (2):

- Idealfall: (fast) alle Lehrinhalte sind in Projekte integriert
- Aktivität zum Wissenserwerb kommt (fast) nur von den Schülern
- Lehrer muss gezielt zum Denken anleiten und Fragen in den Schülern wecken, welche dann im Dialog beantwortet werden sollten



## 2) Konstruktivismus:

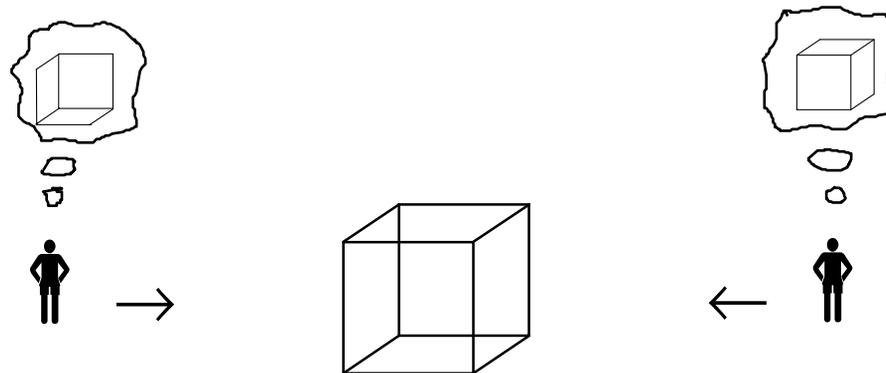
- Nürnberger Trichter vs. Konstruktivismus





## • Erkenntnis:

- Basis: Neuronalstruktur des Gehirns, Lernmechanismen, Neuroinformatik
- Heinz von Foerster:  
„Die Umwelt, so wie wir sie wahrnehmen, ist unsere Erfindung.“
- Folgerung: Erkenntnis ist rein subjektiv





### • Charakteristika und Aussagen (a):

- Lernen ist die aktive Wissenskonstruktion im Gehirn.
- Die Konstruktion mentaler Wirklichkeiten ist subjektiv, also von unseren Zielen, Wünschen und Erwartungen bestimmt.
- Die absolute Objektivität ist eine Illusion.
- Rudolf Steiner, 1919:  
„Vom Ganzen zu den Teilen sollte gelernt werden. Die atomistische Sichtweise des Lernstoffes wird dem Lernenden aufgezwungen und ist unnatürlich.“
- Die Kernideen (Andeutungen des Ganzen des Stoffes) müssen am Anfang stehen. Sie müssen möglichst stark motivierend sein und sie müssen Interesse und Fragen bei den Lernenden wecken.



## • Charakteristika und Aussagen (b):

- Lernende erwerben Wissen durch Bearbeitung praktischer Problemstellungen und sich aufdrängender Fragen.  
*(Hands-on & Minds-on)*
- Der Lehrer hilft, berät, leitet an, motiviert, weckt Interesse, schafft ein kreatives Lernumfeld und ist sokratischer Partner des Lernenden.
- Wissen bedeutet angemessenes Handeln in der Umwelt.
- Die Wahr/Falsch-Beurteilung von Wissen ist inadäquat.
- Entscheidend ist, ob ein Lösungsweg möglich, wirkungsvoll, angemessen, ethisch vertretbar ist.



## • Arten des Konstruktivismus (a):

### I. Radikaler Konstruktivismus:

- gesamter Lehrstoff ist komplett selbständig zu erarbeiten
- Desorientierungsphase zu Beginn, Ausgang des Lernens ist nicht vorhersehbar
- in der künstlichen Umgebung der Schule wird dadurch vieles an real nicht-adäquatem Wissen erzeugt
- Best-Practices können im Schulkontext nicht selbstgesteuert in sinnvoller Zeit gelernt werden

*→ für den Schulbetrieb nicht geeignet*



## • Arten des Konstruktivismus (b):

### II. Pseudo-Konstruktivismus:

- Auftrag an die Schüler, sich einzelne Kapitel des Lehrstoffes selbst anzueignen, zusammenzufassen und vorzutragen
- meist nach der Bottom-Up-Methode strukturiert, die Belehrung der Mitschüler ist traditionell frontal
- Selbststudienphase ist nur schwach konstruktivistisch, da die Themen meist isoliert sind und oft die Motivation fehlt (copy & paste)

→ *bei Randthemen als Ergänzung geeignet*



- Arten des Konstruktivismus (c):

## III. Sokratischer Konstruktivismus:

(© Norbert Bartos, 1999 😊)





### 3) Sokratisch-konstruktivistischer Unterricht:

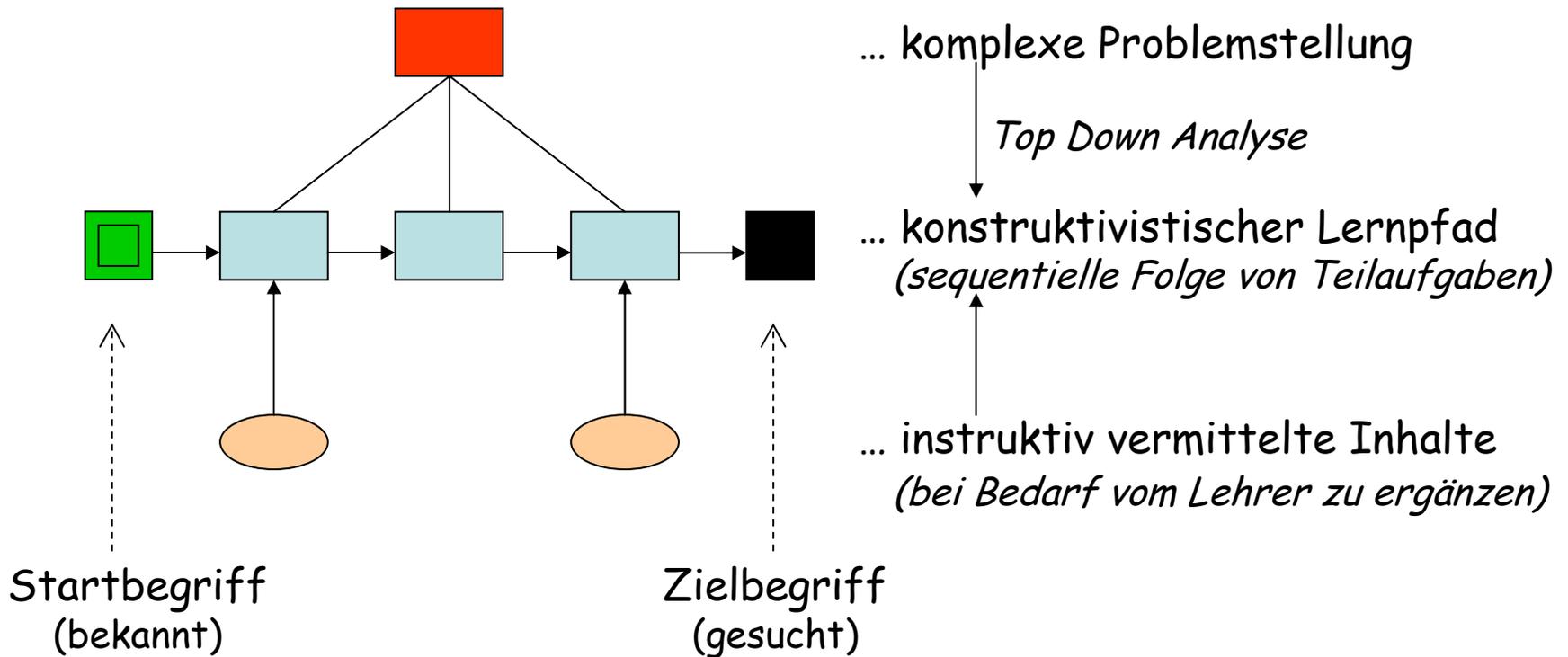
- Was bedeutet das ?

- **konstruktivistisch:** die aktive Wissenskonstruktion im Gehirn des Schülers wird ermöglicht
- **sokratisch:** Lehren ist Begleiten des Schülers beim Lernen, es fördert das aktive Finden von Lösungen

→ **SKU fördert die Problemlösungskompetenz !**



- **Aktive Wissenskonstruktion:**





- Sokratische Komponente (a):
  - Sokrates:  
„Und ist der Schüler nicht wenigstens die Hälfte des Weges alleine gegangen, so hat er nichts gelernt.“
  - durch den Lehrenden wird begleitend und kontinuierlich motiviert und angeleitet
  - dadurch keine Desorientierungsphase zu Beginn
  - Verlauf und Ausgang des Lernprozesses können unmittelbar beeinflusst und optimiert werden
  - oberstes Gebot: **keine Schülerfragen direkt beantworten**



- Sokratische Komponente (b):

- eine sich dem Schüler aufdrängende Frage erzeugt eine **mentale Spannung** im Gehirn (→ *Motivation*)
- durch eine direkte Beantwortung würde die mentale Spannung ungenützt abgeleitet werden
- der Lösungsweg muss über eine **zusammenhängende Fragenkette** an den Schüler durch ihn selbst erarbeitet werden (→ *sokratischer Dialog*)
- durch jede Frage sinkt die mentale Spannung, sollte aber bis zum Schluss vorhanden sein
- erst die letzte Antwort des Schülers ist die Antwort auf seine ursprüngliche Frage und leitet die restliche mentale Spannung ab

→ **Problemlösungskompetenz wird trainiert**





## • Ein sokratischer Dialog (Teil 1):

**S:** Welche minimale Zeit benötigt die Pipelinestufe *Decodieren* bei einem RISC?

**L:** Nun, was ist die grundsätzliche Aufgabe eines Decoders?

**S:** Er wandelt einen Code in einen anderen um.

**L:** Welche Art von Logikschaltung ist dafür notwendig? Eine statische oder eine dynamische?

**S:** Eine statische, weil sie nur aus Gattern besteht.

**L:** Wie gehen wir bei der Entwicklung dieser Schaltung vor?

**S:** Wir stellen zunächst die Wahrheitstabelle auf. Daraus kann man Formeln in der disjunktiven Normalform ableiten oder das Karnaugh-Diagramm verwenden.

**L:** Wenn wir nun die disjunktive Normalform haben, wie kommen wir dann zur Schaltung?

**S:** Indem wir einfach die logischen Operationen durch Gatter darstellen.



### • Ein sokratischer Dialog (Teil 2):

L: Und welche Struktur ergibt das dann?

S: Eine Schicht von AND-Gattern, deren Ausgänge durch ein OR-Gatter verknüpft werden.

L: Wie viele Gatterebenen sind das daher?

S: Zwei.

L: Kommt man mit weniger als zwei Gatterebenen aus?

S: Nein.

L: Wie lange braucht dann ein Signal ungefähr, zum Beispiel bei der CMOS-Technologie, zum Durchlauf zweier hintereinander geschalteter Gatter, bzw. in welcher Größenordnung liegt diese Zeit?

S: Einige Nanosekunden.



## • Exkurs: Ein typischer Dialog aus Informatik (Teil 1)

L: Wir machen jetzt folgendes Projekt: Zu schreiben ist ein Programm, welches ...  
Ist alles klar oder gibt es noch Fragen?

S: ...

L: Gut, dann fangt an. Wer fertig ist, meldet sich, dann komme ich hin und schaue mir das Programm an.

...

S: Ich bin schon fertig.

L: Ja, das schaut gut aus, aber das ... änderst Du noch.

...

S: Passt es jetzt?

L: Ja, sehr gut. Schreib jetzt noch eine Dokumentation und gib sie mir ab.



- **Exkurs: Ein typischer Dialog aus Informatik (Teil 2)**
  - komplett selbst gesteuerter konstruktivistischer Prozess
  - meist von planlosem Experimentieren und der Notwendigkeit der Erfüllung der Lehrerwünsche geprägt
  - jeder Schüler findet in seinem eigenen Kontext die optimale Lösung für seine Lernstrategie
  - die Rahmenbedingungen in der Schule sind aber komplett anders, als in der Praxis
  - Methode erzeugt keine Computer-Profis, sondern Computer-Freaks,  
*daher für eine fundierte Praxisschulung untauglich!*



## 4) Unterrichtsplanung:

- Planungsablauf:

- ✓ Auswahl von Schulstufe und Unterrichtsgegenstand
- ✓ Auswahl des Teilbereiches
- ✓ Auswahl eines **Projektes**
- ✓ **Kausalnetz** mit Ankerpunkten definieren
- ✓ **SILO-Diagramm** (Lernpfad) erstellen
- ✓ Terminplanung

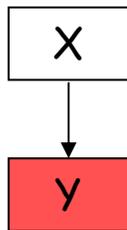


## • Projektwahl:

- Das Projekt sollte interessant, erstrebenswert, motivierend und modular realisierbar sein.
- Das Projekt liegt in einer komplexen Lernlandschaft.
- Der Lernpfad führt unregelmäßig mäanderförmig durch die Lernlandschaft, kurze Abweichungen auf Seitenästen sind jedoch möglich.
- Im Projekt sind explizit interessante bzw. wichtige Punkte zu definieren, durch welche der Lernpfad führen sollte.
- Das Projektdesign ist eine nichttriviale Aufgabe des Lehrers.  
**Kausalnetz** und **SILLO-Diagramm** unterstützen dabei.



- Kausalnetz (a): (© Norbert Bartos, 2004 ☺)



X,Y ... Begriffe | Wissen | Fertigkeiten

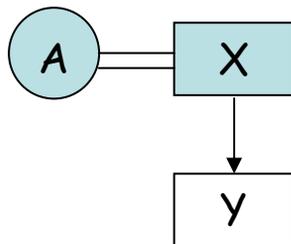
Y ... Lernziel

→ ... Kausalwirkung (Folgerung)

"Wenn man X weiß, kann man Y  
selbständig erlernen"

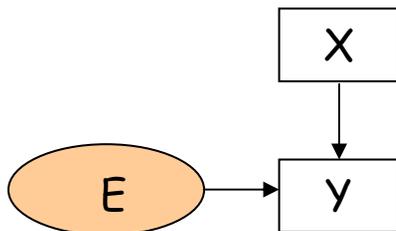


## • Kausalnetz (b):



A ... Ankerpunkt für X

"X ist aus dem Unterrichtsgegenstand A bekannt und daher kann man Y selbständig erlernen."



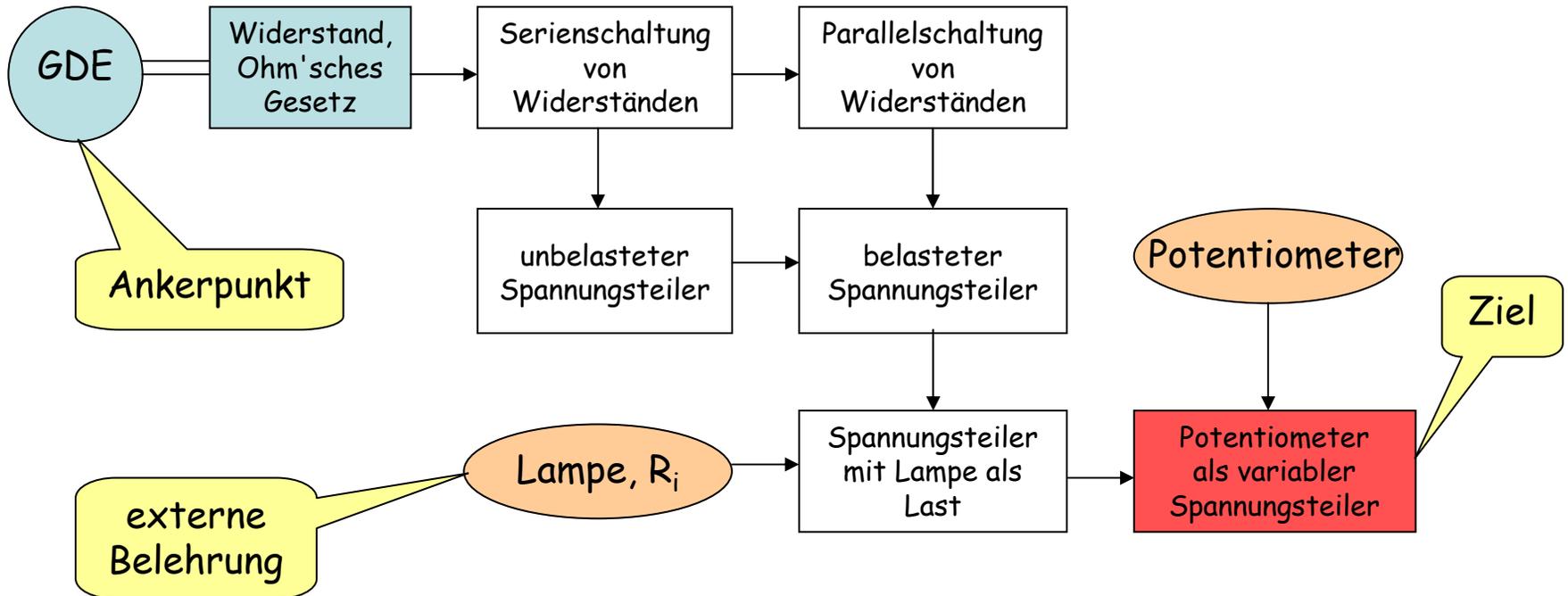
E ... externe Belehrung für Y

"Y kann aus X erlernt werden, wenn ein Lehrer die Information E gibt."



## • Beispiel 1 für ein Kausalnetz:

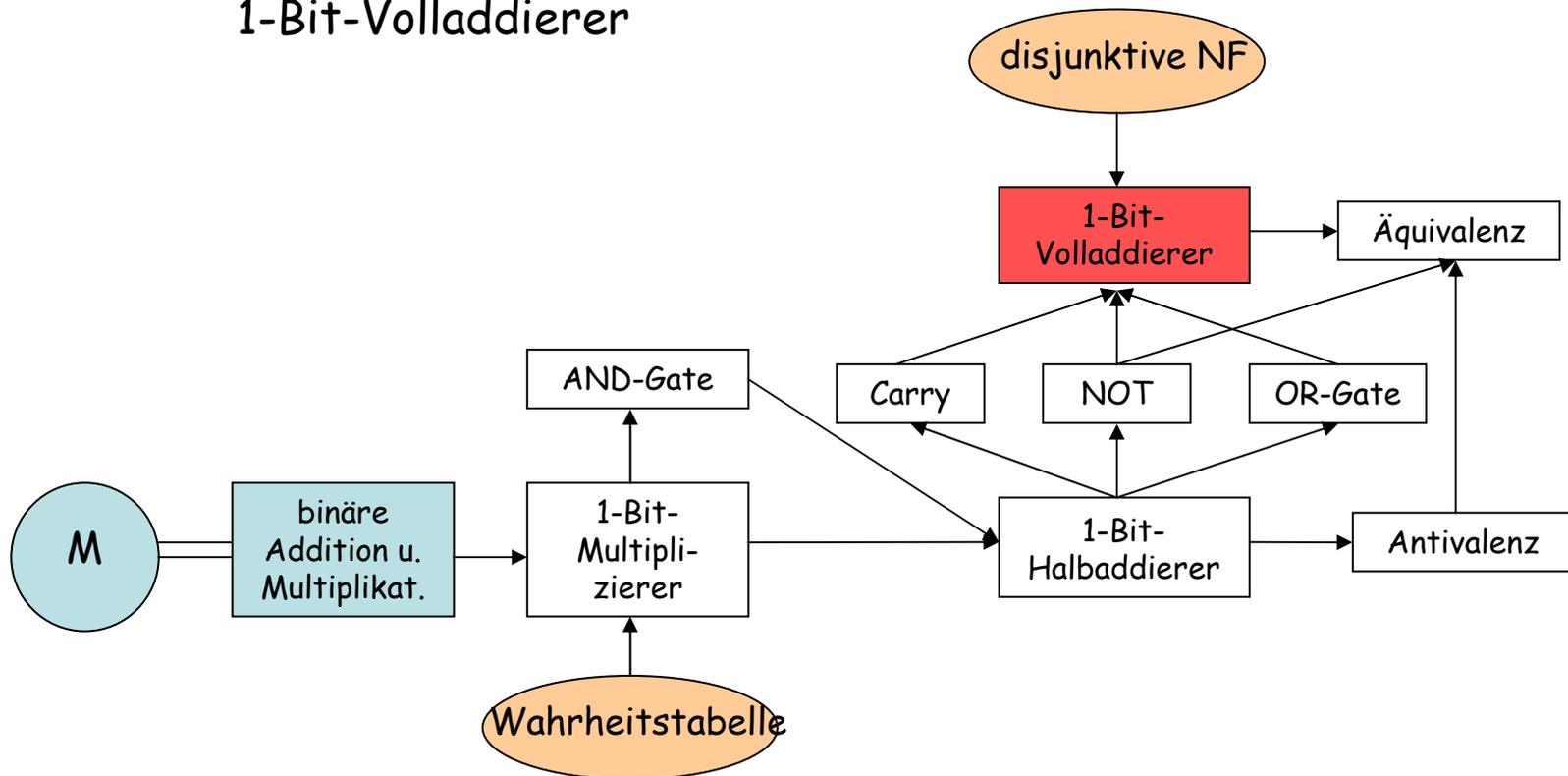
### Helligkeitssteuerung einer Lampe





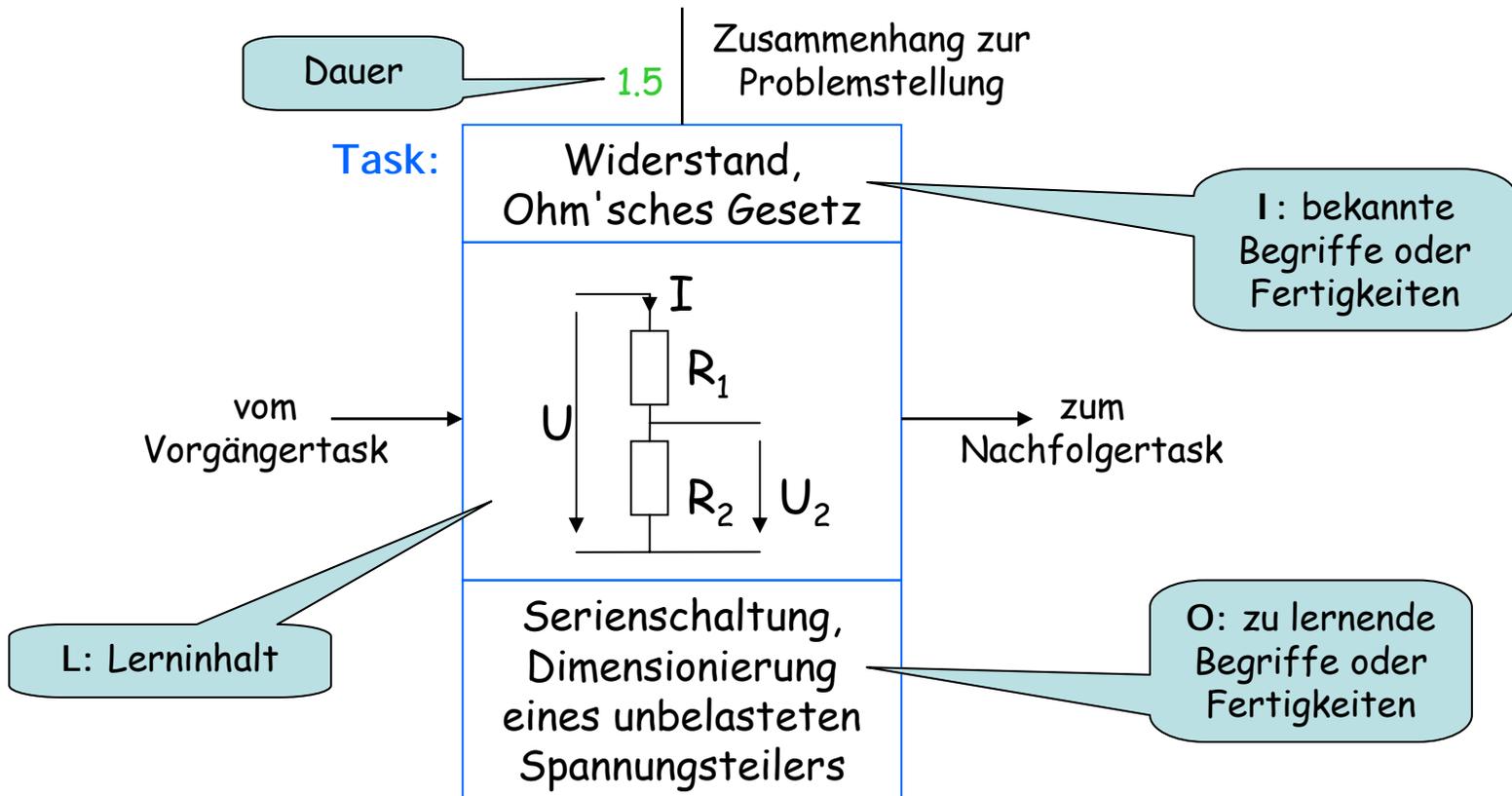
- Beispiel 2 für ein Kausalnetz:

## 1-Bit-Volladdierer



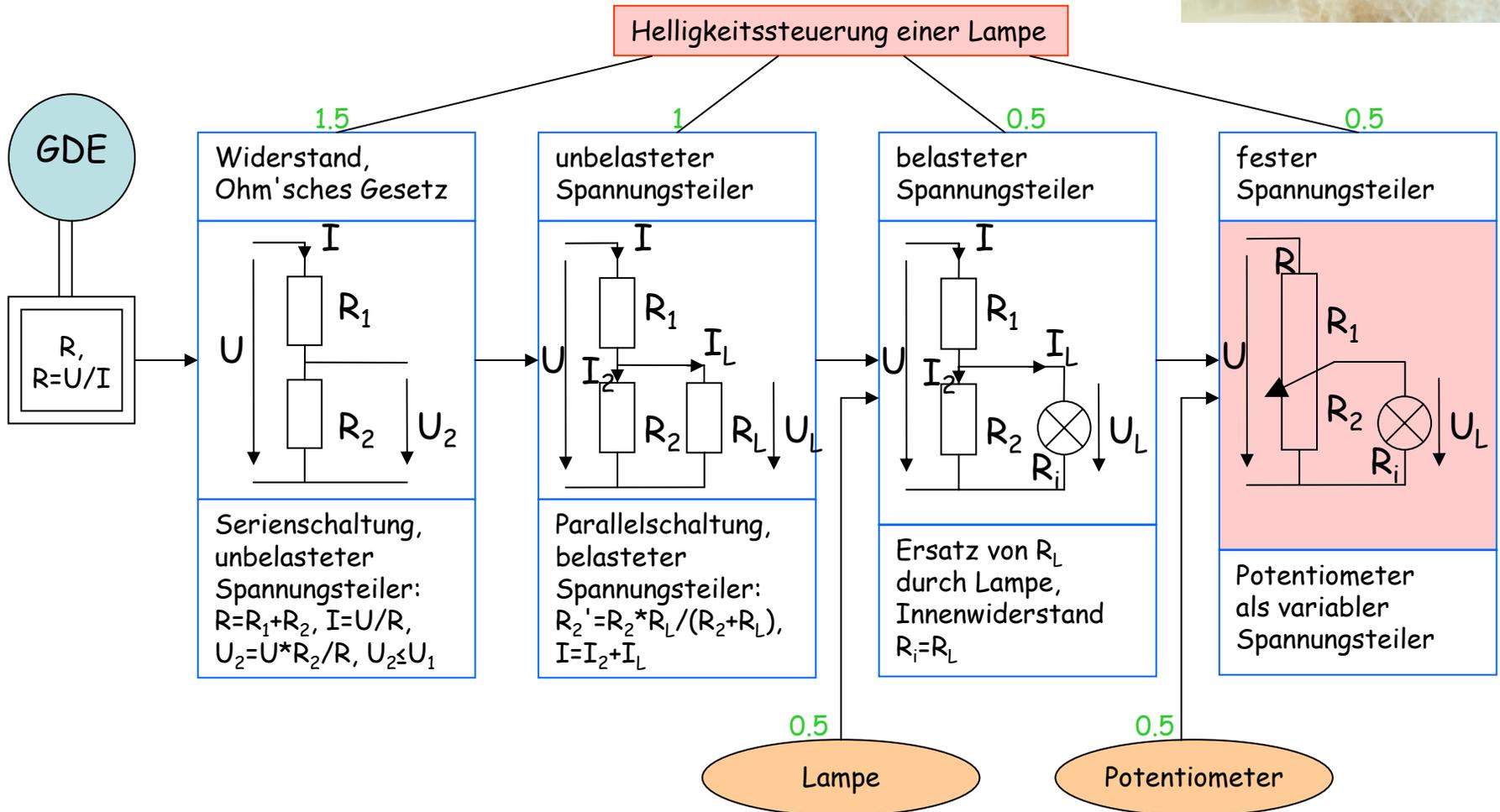


- SILO-Diagramm: (© Norbert Bartos, 2004 😊)  
Sequential Input-Learning-Output-Diagramm



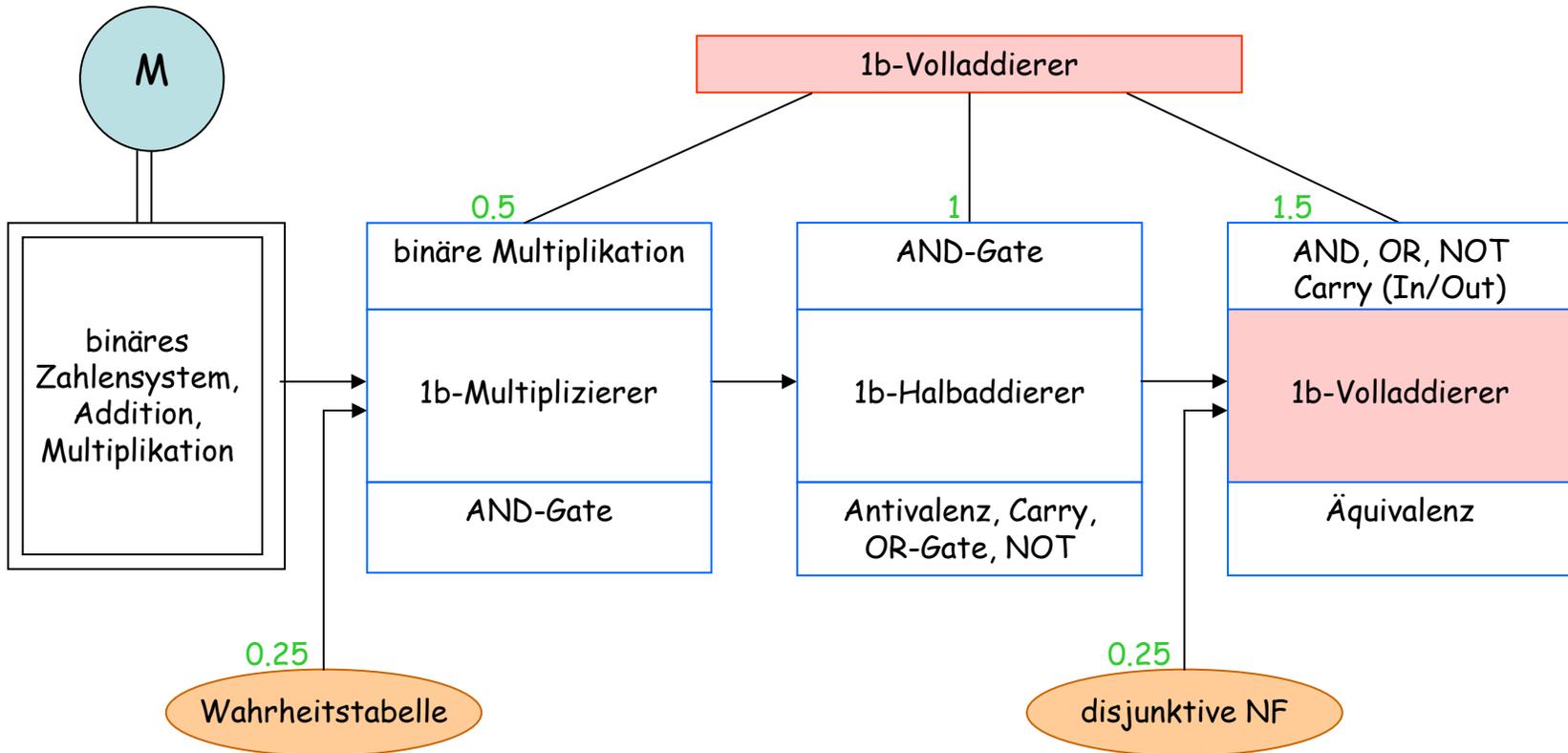


## • konstruktivistischer Lernpfad (Bsp.1):





- konstruktivistischer Lernpfad (Bsp.2):





## 5) Didaktik und Leistungsbeurteilung:

- Grundgedanken:

- rein positives Feedback bewirkt bei einem komplexen System Schwingen bzw. Instabilität (Kybernetik!)
- effizientes Reduzieren unerwünschter Verhaltensmuster ist nur über negatives Feedback möglich

→ Ausnützen der Bandbreite zwischen "Kuschelpädagogik" und "Hardcore-Pädagogik" ist sinnvoll



- **Didaktische Details:**

- Tests sind weiterhin empfehlenswert
- konsequente Beurteilung der Mitarbeit jedes Schülers (+ | ◦ | -) nach einem Stundenblock ist empfehlenswert und wird von den Schülern positiv aufgenommen - bei großer Schülerzahl aber praktisch kaum möglich
- Druck auf „Outsider“ und „Mitläufer“ wird von der Schülermehrheit als positiv und notwendig empfunden



- **Organisatorische Details:**

- Klassengröße >20 ist schwer zu führen, ideal wäre max. 15
- Kleingruppengröße 2 ist optimal
- die Änderung der Gruppenzusammensetzung soll auch auf Schülerwunsch möglich sein
- ein Trend zum freiwilligen „Nachvornesetzen“ ist vorhanden



- Mitschriften:

- sind keine unnötige handschriftliche Kopie des Lehrbuchs
- auf den ersten Blick chaotische Sammlung von Beispielen
- tatsächlich aber eine Form des "Projektstagebuchs" der Praxis
- die strukturierte und saubere Aufarbeitung des Lehrstoffes ist im Lehrbuch vorhanden
- daher Lehrbuchverwendung fördern (im Unterricht verfügbar halten; weiters Stundenwiederholungen, Zusammenfassungen, Vertiefungen als Zusatzleistungen honorieren)
- zumal ein Mitlernen nach den Stundenmitschriften eher schwer ist, schreiben einige Schüler diese bald freiwillig neu

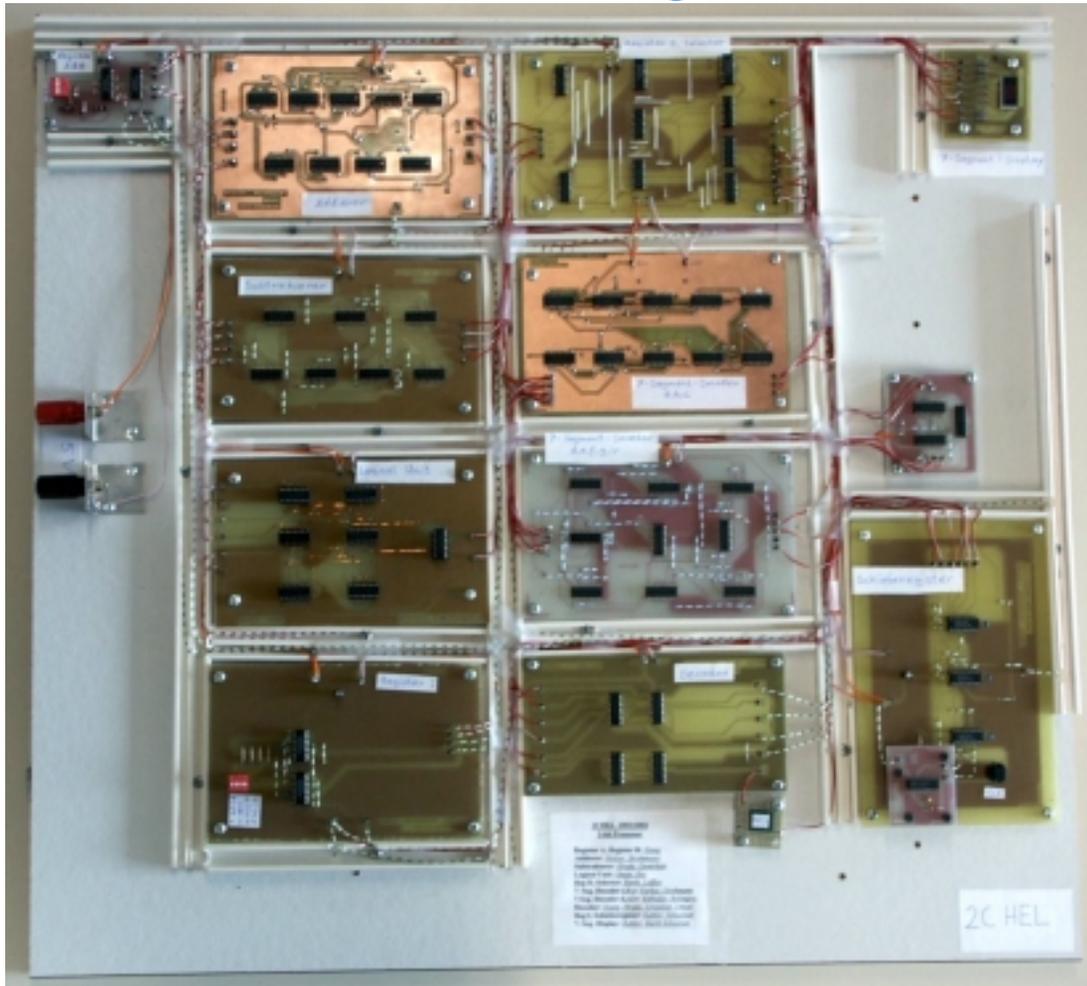


- fachliche Details:

- technische Details des Fachgebietes können durch die Schüler selbst entdeckt werden  
(z.B. Darstellung negativer Zahlen im Binärsystem durch Betrag und Vorzeichen, Vorzeichenbit ist 1 bei negativen Zahlen)



## 6) Resultate und Erfahrungen:



- realisiertes System:  
2-Bit-Mikroprozessor



## • Schülerbefragung 2:

nach einem Semester SKU wurde vermerkt:

### ➤ Vorteile:

- fördert Teamwork
- fördert Selbständigkeit
- verbessert Arbeitsklima

### ➤ Nachteile:

- wenig Erklärungen
- wenig Druck



**Danke für die Aufmerksamkeit**