



Vorlesung Pädagogische Psychologie

Lernarten II:

- Lernen durch Tun**
- Entdeckendes Lernen / Inquiry Learning**

Sommersemester 2011

Mo 16-18 Uhr

Alexander Renkl

"Alltagsweisheit" / Zitat

- 1 "Übung macht den Meister"
- 2 „Ich bin zu der Ansicht gekommen, dass die einzigen Lerninhalte, die Verhalten signifikant beeinflussen, selbst entdeckt, selbst angeeignet werden müssen.“ (Carl Rogers)

Lernziele: Lernen durch Tun

- Lernen durch Tun (Problemlösen) bzgl. seiner beiden Hauptfunktion (a) des "initialen" Fertigkeitserwerb und (b) der Feinabstimmung / Automatisierung erklären können.
- Am Beispiel von Intelligenten Tutoriellen Systemen erklären können, wie der "initiale" Fertigkeitserwerb über Lernen durch Tun unterstützt werden kann.
- Wichtige Faktoren der effektiven Gestaltung von Übung (zur Feinabstimmung/Automatisierung) benennen können.
-

Lernen durch Tun

- Englisch, oft auch: Learning by problem solving
- Achtung unterschiedlicher Sprachgebrauch:
 - Typisch im Deutschen: Problem beinhaltet Barriere (Duncker), ansonsten Aufgabe
 - Englisch/international typisch: "problem" für Problem (mit Barriere) und für Aufgabe
- Lernen durch Tun hier als Übersetzung von "learning by problem solving" oder ggf. "solving practice problems"
- Lernziel: Erwerb kognitiver Fertigkeiten

Phasen des Fertigkeitserwerbs: Beispiele und "Probleme"

1 Enkodierung
von Prinzipien

2 Rückgriff auf analoge Probleme

3 Bilden deklarativer Regeln

(initialer Fertigkeitserwerb)

4 Feinabstimmung /
Automatisierung

Konventionelles Vorgehen / Cognitive Tutors



Beispiel

Problem

Problem

Problem

...

Lernen aus Lösungsbeispielen



Beispiel

Unv Bsp

Unv Bsp

Problem

...

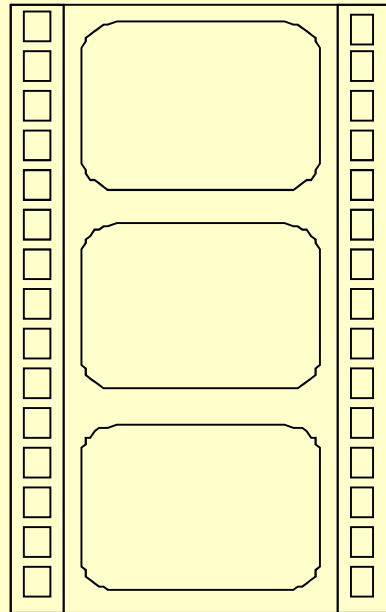
Lernziele: : Lernen durch Tun

- Lernen durch Tun (Problemlösen) bzgl. seiner beiden Hauptfunktion (a) des "initialen" Fertigkeitserwerb und (b) der Feinabstimmung / Automatisierung erklären können.
- Am Beispiel von Intelligenten Tutoriellen Systemen erklären können, wie der "initiale" Fertigkeitserwerb über Lernen durch Tun unterstützt werden kann.
- Wichtige Faktoren der effektiven Gestaltung von Übung (zur Feinabstimmung/Automatisierung) benennen können.

Cognitive Tutors (frühere Lernphasen)

- Intelligentes Tutorielles System
- Basierend auf ACT-R (J. R. Anderson)
- Kognitive Fertigkeiten als Produktionssystem (mentale wenn-dann-Regeln)
- Lernen durch Tun ("problem solving"), primär in Mathematik
- In der Praxis (USA) sehr weit verbreitet (mehr als 500 000 Schüler aus ca. 2600 Schulen)
- Benötigt der Einbettung in Unterricht, speziell der Einführung der Prinzipien
- Begleitmaterialien (z.B. Schulbuch)

Videoeinführung in Cognitive Tutor



Cognitive Tutor: Beispiel-Screenshot

Carnegie Learning's Cognitive Tutor

File Edit Lehrprogramm Gehe Fenster Hilfe

Geometrie Beispiel Diagramm Einheit 1 Teil 1

Kreisbogen EF Beispiel

test test

Glossar Tipp Fertig

vorwärts zu Übungen zurück

Aufgabe

Gegeben: Kreis M mit den Kreisbogenabschnitten AHC und GH sowie Kreis N mit dem Kreisbogenabschnitt DB.

Ist die Winkelgröße des Kreisbogens AHC gleich 321.7° , die Winkelgröße des Kreisbogens GH gleich 51.7° und die Winkelgröße des Kreisbogens DB gleich 101.7° , wie groß ist dann der Winkel des Kreisbogen EF?

Tipp

Winkel ESF = $(38.3 + 51.7) / 2$

Schließen Vorheriger Tipp Nächster Tipp

Winkel ESF = Grund =

Übersicht über Lösungsweg

Kreisbogen AHC	321.7	Grund	Gegeben
Kreisbogen AC	38.3	Grund	Großer und kleiner Kreisbogen
Kreisbogen GH	51.7	Grund	Gegeben
Winkel ESF		Grund	
Kreisbogen DB	101.7	Grund	
Kreisbogen EF		Grund	

Cognitive Tutor: Glossar mit Domänenprinzipien

Carnegie Learning's Cognitive Tutor

File Edit Lehrprogramm Gehe Fenster Hilfe

Geometrie Beispiel Diagramm Einheit 1 Teil 1

Kreisbogen AC Beispiel

test test

Glossar Tipp Fertig

vorwärts zu Übungen zurück

Aufgabe

Gegeben: Kreis M, der Kreisbogenabschnitt ECA sowie die Winkel ESA und ATC.

Ist die Winkelgröße des Kreisbogens ECA gleich 280.2° , die Größe des Winkels ESA gleich 100° und die Größe des Winkels ATC gleich 50° , wie groß ist dann der Winkel des Kreisbogens AC?

Übersicht über Lösungsweg

Kreisbogen ECA	280.2	Grund	Gegeben
Kreisbogen EA	79.8	Grund	Großer und kleiner Kreisbogen
Winkel ESA	100	Grund	Gegeben
Kreisbogen BD	120.2	Grund	Innenwinkel
Winkel ATC	50	Grund	Gegeben
Kreisbogen AC	20.2	Grund	Innenwinkel

$50 = (120.2 - \text{Kreisbogen AC}) / 2$
 Kreisbogen AC = $120.2 - (50 * 2)$
 Kreisbogen AC = 20.2
 Grund = Großer und kleiner Kreisbogen

Glossar

Index Suchen

Suche:

Außenwinkel
Gegeben
Großer und kleiner Kreisbogen
Innenwinkel
Winkelsumme im Dreieck

Großer und kleiner Kreisbogen

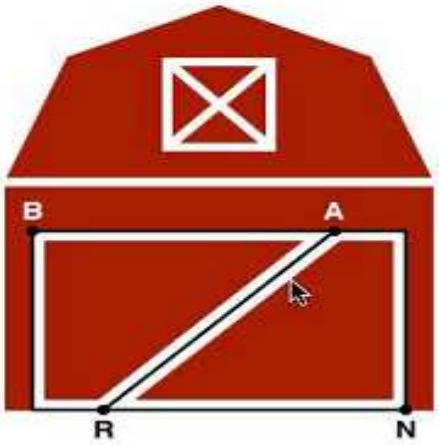
Definition:
Wenn man einen Kreis in zwei unterschiedlich große Kreisbögen teilt, dann ist die Summe der Winkelgrößen dieser beiden Kreisbögen 360° . Der größere Kreisbogen wird dabei als großer Kreisbogen bezeichnet. Der kleinere Kreisbogen wird als kleiner Kreisbogen bezeichnet.

Beispiel:
Der Kreis M wird in die beiden Kreisbögen ABC und AC geteilt.
Der größere Kreisbogen ABC wird großer Kreisbogen genannt. Der kleinere Kreisbogen AC wird kleiner Kreisbogen genannt.

Cognitive Tutor: Mit skill bars

Scenario

Farmer Nichols is building a new door for his barn. He has nailed the top plank (Segment BA) parallel to the bottom plank (Segment RN).



1. If he nailed the transversal plank at point A to create a 43.5 degrees angle (the measure of Angle BAR = 43.5 degrees), find the measure of Angle ARN.

m \angle BAR	43.5	Reason	Given
m \angle ARN	43.5	Reason	

2. When assembling the second door, Nichols accidentally nails the transversal plank at a 37.5 degrees angle (the measure of Angle ARN= 37.5 degrees). What then is the measure of Angle BAR?

m \angle BAR		Reason	
m \angle ARN		Reason	

Barn Door

ashile gorky's skills

- Working with Z angles
- Working with outside Z angles
- Working with F angles
- Working with C angles

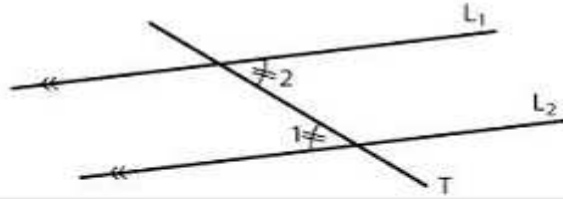
Glossary

Search for angle
You see 19 out of 29 items

- Adjacent Angles
- Alternate Exterior Angles
- Alternate Interior Angles**
- Angle Addition
- Angle Bisector
- Angle in Equilateral Triangle

If two parallel lines are intersected by a transversal, then alternate interior angles are congruent.

Example:
L₁ and L₂ are parallel lines, intersected by transversal T. $\angle 1$ and $\angle 2$ are alternate interior angles. If $m\angle 1 = 50^\circ$, then $m\angle 2 = 50^\circ$.



Send Show All

Cognitive Tutors: Unterstützung beim Problemlösen

- Zwischenzielstruktur
- Unmittelbare Rückmeldung
- Hinweise
- Glossar mit Prinzipien / Theoremen
- "Skillometer"/"skill bars" (oftmals)
- Remediale Aufgaben (Mastery-Ansatz)

- "Intelligenz":
 - Model tracing (Was "leistet" der Lernende?)
 - Knowledge tracing (Was ist schon gelernt?)

Kooperatives Projekt zwischen "FR" und Carnegie Mellon University, Pittsburgh

Konventionelles Vorgehen / Cognitive Tutors



Beispiel

Problem

Problem

Problem

...

Lernen aus Lösungsbeispielen in Cognitive Tutors



Beispiel

Unv Bsp

Unv Bsp

Problem

...



Was kann/könnte kritisiert werden? I

- Verstehensfokus → Selbsterklärungsprompts, Beispiele
- "Gaming the system" → Gaming-Detektoren
- Motivation und Emotion → seit einigen Jahren Intelligente Tutorielle Systeme, die dies einbeziehen (Detektoren am Sitz, Maus, Armhaut, Gesichtskamera)
- Potential kooperativen Lernens → neuere Entwicklungen des kooperativen Lernens

Was kann/könnte kritisiert werden? II

- Primär wohl-strukturierte Inhaltsgebiete → zunehmend mehr Tutoren für schlecht-strukturierte Inhaltsgebiete
- Keine natürliche Sprache → Zunehmende Möglichkeiten der natürlich sprachlichen Interaktion
- Entwicklungsaufwand → Zweifelsohne, aber hohe Praxisrelevanz

Lernziele: Lernen durch Tun

- Lernen durch Tun (Problemlösen) bzgl. seiner beiden Hauptfunktion (a) des "initialen" Fertigkeitserwerb und (b) der Feinabstimmung / Automatisierung erklären können.
- Am Beispiel von Intelligenten Tutoriellen Systemen erklären können, wie der "initiale" Fertigkeitserwerb über Lernen durch Tun unterstützt werden kann.
- Wichtige Faktoren der effektiven Gestaltung von Übung (zur Feinabstimmung/Automatisierung) benennen können.

- Funktion der Stärkung von mentalen Regeln (Produktionsregeln) bzw. Lösungen direkt und leichter abrufbar machen

Erinnern Sie an:

- Andersons ACT-R (u.a. Formen von Produktionsregeln, Chunking)
- Sieglers Modell der überlappenden Wellen

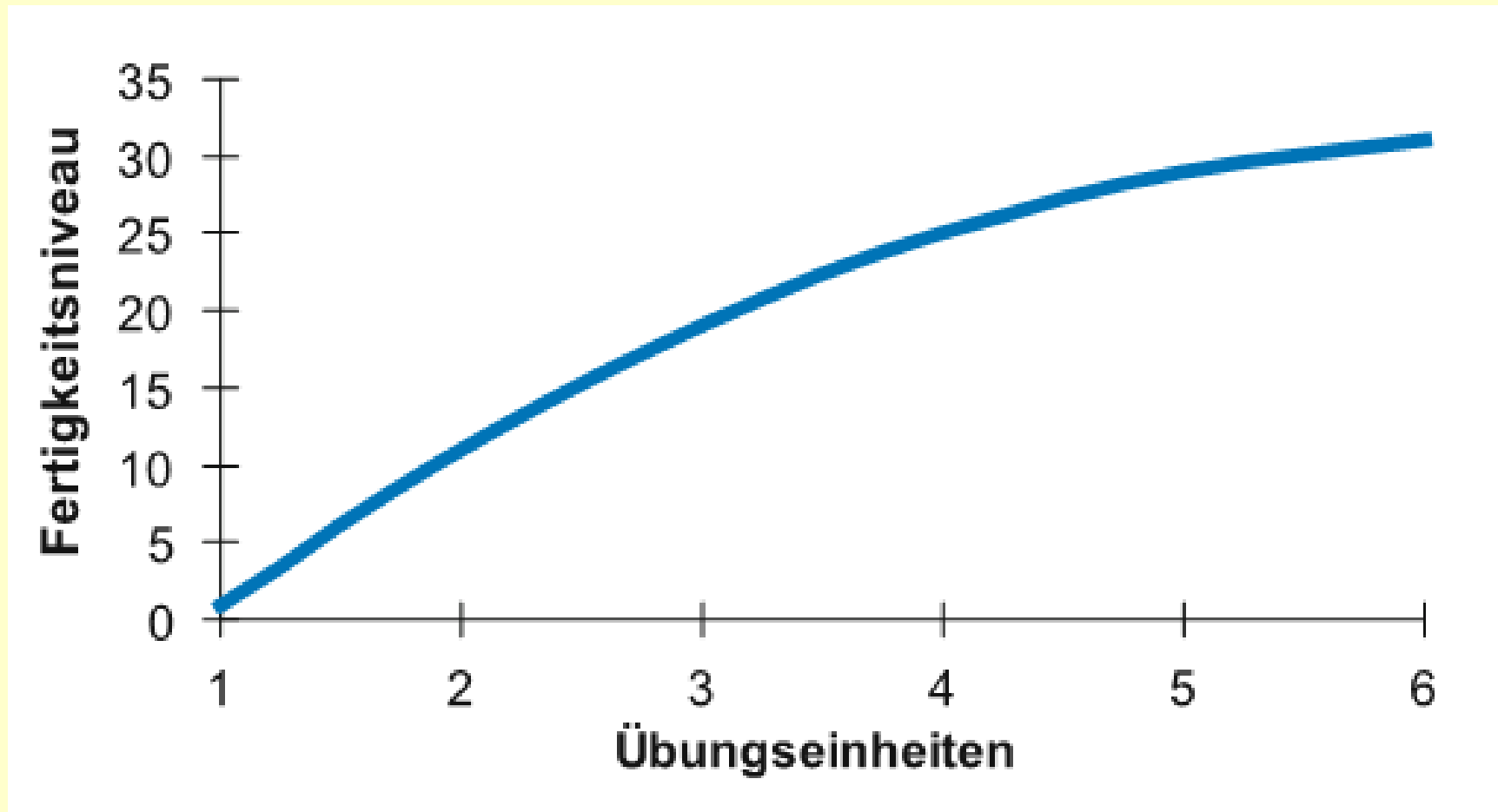
- Erleichtert auch höherwertige kognitive Leistungen

Erinnern Sie an:

- Cognitive Load Theorie

Potenzgesetz der Übung

Power law of practice



Was beeinflusst Übungseffekte?

- Variabilitätseffekt / Interspersion effect (wirkt auch auf anspruchsvollere Leistungen)
- Verteilte besser als massierte Übung (man kann das "verteilt" aber auch übertreiben)
- Überlernen (allerdings zwiespältige Datenlage; auch Übertreibungseffekt angesichts asymptotischer Übungseffekte?)
- Üben im Kontext des "Ganzen" (part-whole practice)
- Reflektiertes Üben

Lernziele: Lernen durch Tun

- Lernen durch Tun (Problemlösen) bzgl. seiner beiden Hauptfunktion (a) des "initialen" Fertigkeitserwerb und (b) der Feinabstimmung / Automatisierung erklären können.
- Am Beispiel von Intelligenten Tutoriellen Systemen erklären können, wie der "initiale" Fertigkeitserwerb über Lernen durch Tun unterstützt werden kann.
- Wichtige Faktoren der effektiven Gestaltung von Übung (zur Feinabstimmung/Automatisierung) benennen können.

Lernziele: Entdeckendes Lernen / Inquiry

- Erklären können, wodurch sich entdeckendes Lernen / Inquiry learning auszeichnet und was es anzielt.
- Erklären können, warum diese Lernart oft nicht so recht funktioniert (am Beispiel des Lernens mit Simulationen)
- Beispiele für Unterstützungsmaßnahmen nennen können.

- Zwei eng verwandte Konzepte
- Inquiry learning gerade in „Mode“ (z.B. Ton de Jong)
- Weitere Begriffe: Exploratives Lernen, forschend-entdeckendes Lernen
- Selbstständiges Formulieren von Fragen zu einem Phänomen;

Wege und Mittel zur Beantwortung suchen;

Fokus beim Schüler und nicht bei der Vermittlung durch die Lehrperson

(vgl. auch Piaget)

Entdeckendes Lernen / Inquiry Learning: Warum?

- Tiefer im Vorwissen verankertes Wissen (vgl. „generation effect“)
- Damit besseres Verständnis, mehr Transfer und längeres Behalten
- Günstigere Motivation
- Lernen lernen

„Offenes“, nicht unterstütztes entdeckendes Lernen hält
Versprechen nicht → „guided discovery learning“

„Neue“ Meta-Analyse

Alfieri, L. Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology, 103*, 1-18.

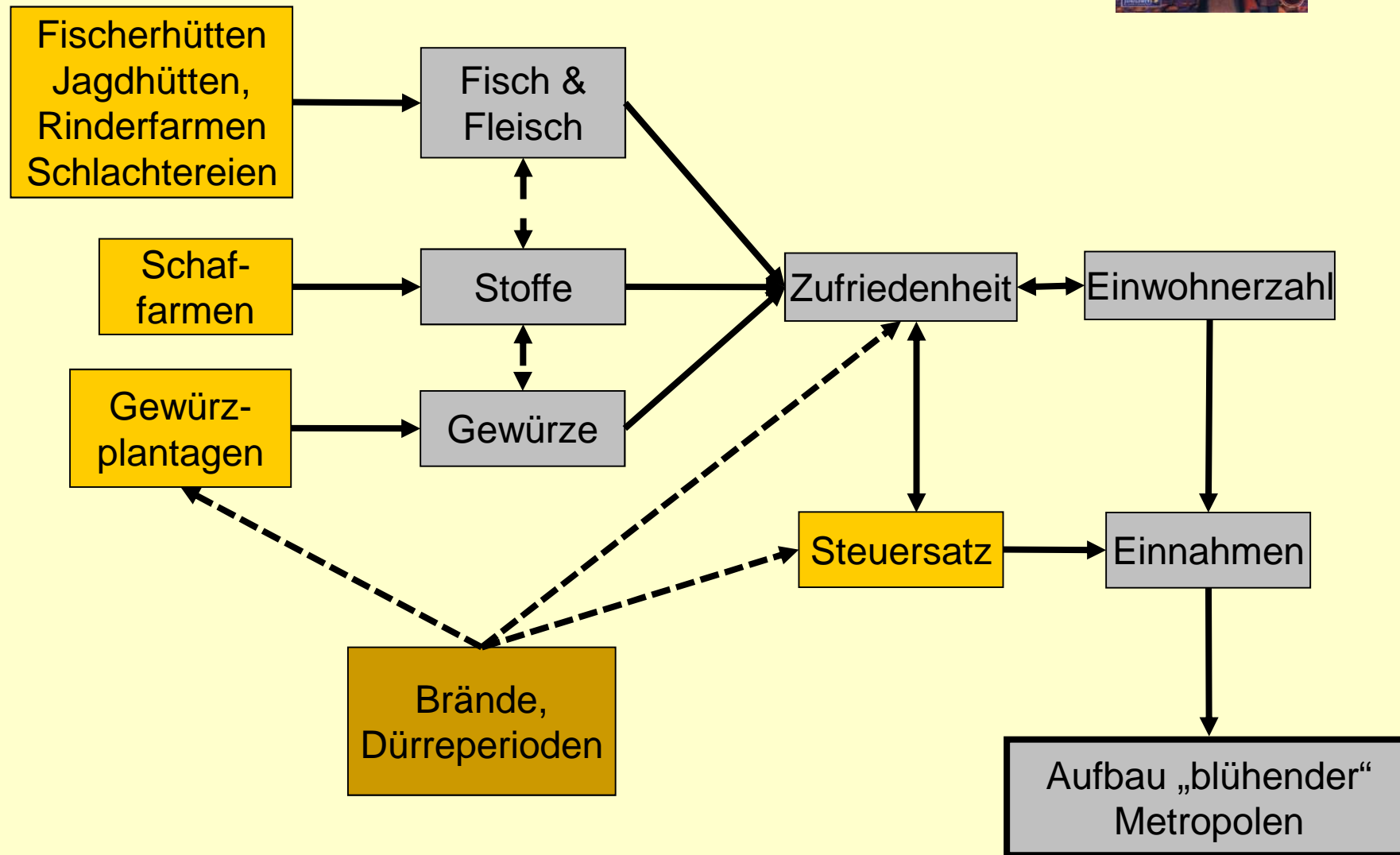
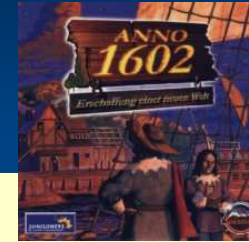
- **Unassisted** discovery learning < explizite Formen der Instruktion (z.B. direkte Instruktion, Lernen aus Lösungsbeispielen)
 - **Assisted** discovery learning > „Rest“
 - **Assisted** discovery learning = Lernen aus Lösungsbeispielen
 - Offen: „**Assisted**“ Lernen aus Lösungsbeispielen (mit Selbsterklärungsprompts)?
- Beachte: Primär wieder Hinweis auf Relevanz der Qualität der Implementierung einer Methode

Lernziele: Entdeckendes Lernen / Inquiry

- Erklären können, wodurch sich entdeckendes Lernen / Inquiry learning auszeichnet und was es anzielt.
- Erklären können, warum diese Lernart oft nicht so recht funktioniert (am Beispiel des Lernens mit Simulationen)
- Beispiele für Unterstützungsmaßnahmen nennen können.

Anno 1602

Modellparameter und Zusammenhänge

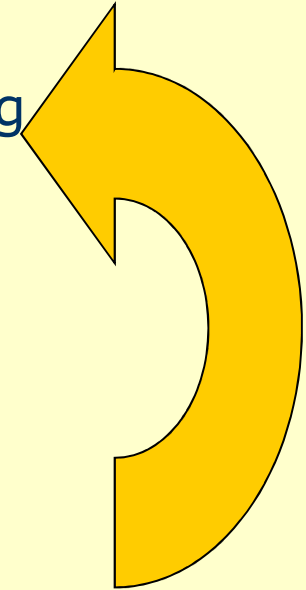


- Wichtigste Aufgabe beim Lernen (durch Experimentieren) aus Simulationen:

Charakteristika des Modells erschließen, das der Simulation zu Grunde liegt.

Zyklus:

1. Entwicklung einer wissenschaftlichen Fragestellung
2. Generieren von Hypothesen
3. Design eines Experiments
4. Durchführung: Datensammlung
5. Analyse und Interpretation
6. Entwicklung neuer Fragestellungen



Hauptprobleme beim entdeckenden Lernen in Computersimulationen

- 1 Generierung von Hypothesen
- 2 Design von Experimenten
- 3 Interpretation der Daten
- 4 Regulation des Lernprozesses

1 Probleme beim Generieren von Hypothesen

- Fehlendes formales Wissen über Hypothesen
- Präferenz für „sichere“ Hypothesen
- „Unable-to-think-of-alternative-hypothesis“-Phänomen (Dunbar)
- Hypothese primär auf empirischer, weniger auf konzeptueller Ebene (z.B. „verkaufe ich mehr Jeans“ statt „Umsatz“)

2 Probleme beim Design von Experimenten

- Design von Experimenten, die keine eindeutigen Schlüsse zulassen (z.B. keine Variablenkontrolle)
- Tendenz zur Bestätigung der eigene Vorannahmen („Confirmation Bias“)
- Tendenz zur gezielten Erzeugung bestimmter Ergebnisse („Engineering Approach“) (vgl. Lern- und Performanzorientierung)

3 Probleme bei der Interpretation der Daten

- Finden von Regularitäten in Daten
- Tendenz zur Bestätigung der eigene Vorannahmen („Confirmation Bias“)
- Interpretation von Ergebnisdarstellungen (z.B. Graphiken)

4 Probleme bei der Regulation des Lernprozesses

- Kein klares Verfolgen eines Ziels bzw. nur „lokaler Ziele“, wenig Bereitschaft zur Änderung von Zielen
- Unzureichende Überwachung des eigenen Vorgehens („Monitoring“)

Lernziele: Entdeckendes Lernen / Inquiry

- Erklären können, wodurch sich entdeckendes Lernen / Inquiry learning auszeichnet und was es anzielt.
- Erklären können, warum diese Lernart oft nicht so recht funktioniert (am Beispiel des Lernens mit Simulationen)
- Beispiele für Unterstützungsmaßnahmen nennen können.

- ... durch Bereitstellung domänen-spezifischen Wissens
- ... der Generierung von Hypothesen
- ... der Generierung von Vorhersagen
- ... des Designs von Experimenten
- ... der Regulation des Lernprozesses

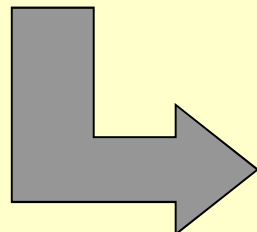
- Bereitstellen von Glossar
 - Aktivierung von Vorwissen
 - Eher „online“-Bereithalten als zuvor vermitteln.
- Unterstützt bzgl. aller Teilprobleme

Im übrigen ist es „wie immer“: Man Vorwissen braucht bei wenig strukturiertem Lernen

Unterstützung der Generierung von Hypothesen

Menü		
Fleisch & Fisch	steigert	Fleisch & Fisch
Schaf-farmen	senkt	Schaf-farmen
Gewürz-plantagen		Gewürz-plantagen
Zufriedenheit		Zufriedenheit
Einnahmen		Einnahmen
Steuersatz		Steuersatz

- Menüs zur Auswahl von Hypothesenteilen
- Tabellen zum Eintragen von Annahmen über Effekte auf verschiedene Bereiche eines komplexen Systems
- Auswahl vordefinierter Hypothesen



Hypothese: Eine Erhöhung der Anzahl an Gewürz-plantagen erhöht die Zufriedenheit

Lernziele: Entdeckendes Lernen / Inquiry

- Erklären können, wodurch sich entdeckendes Lernen / Inquiry learning auszeichnet und was es anzielt.
- Erklären können, warum diese Lernart oft nicht so recht funktioniert (am Beispiel des Lernens mit Simulationen)
- Beispiele für Unterstützungsmaßnahmen nennen können.

- Renkl, A. (2009c). Wissenserwerb. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 3-26). Berlin: Springer. Abschnitt 1.3.3 und 1.3.4
- de Jong, T. & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-201.
- Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006) Cognitive Tutors: Technology bringing learning science to the classroom. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 61-78). New York NY: Cambridge University Press..