

# Lernen mit dynamischen Visualisierungen: Metaanalyse und experimentelle Untersuchungen zu einem naturwissenschaftlichen Lerninhalt

Tim Höffler

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

## Ziele des Projekts

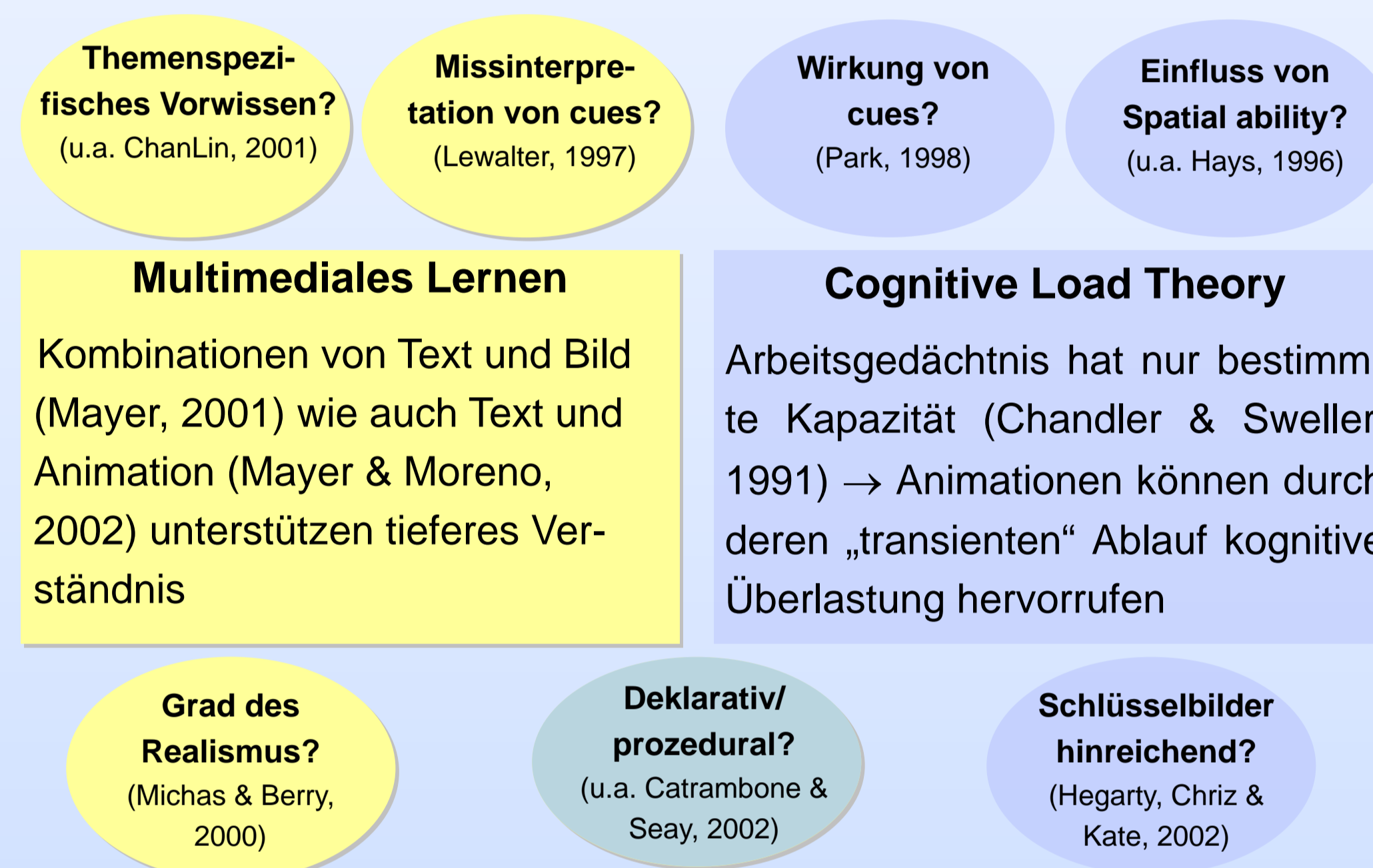
Ob und besonders unter welchen Umständen Animationen im Vergleich mit Standbildern einen positiven Beitrag zum Lernen leisten können, ist nach wie vor umstritten. Einer Reihe von Untersuchungen, die einen Vorteil von Animationen zeigen, stehen viele

entgegen, die diesen Effekt nicht feststellen. Mittels einer **metaanalytischen Untersuchung** wurde deshalb zunächst der aktuelle Forschungsstand ermittelt. Im Anschluss folgten **drei experimentelle Untersuchungen**, die einzelne dieser statistisch ermittelten Befunde mittels eigens entwickelter Lernumgebungen

stützen sollten. Hierbei wurde auf die Frage fokussiert, unter welchen Umständen **eine Serie von vier oder elf Standbildern eine Animation vollständig ersetzen kann** - und welche Rolle dabei Faktoren wie **spatial ability**, **themenspezifisches Vorwissen** und **cognitive load** spielen.

## Theoretischer Hintergrund

Nach **Mayers Multimediatheorie** (Mayer & Moreno, 2002) unterstützen nicht nur Text und Bild, sondern auch Text-Animation-Kombinationen tieferes Verständnis. Verschiedene Autoren (u.a. Rieber, 1991; Spotts & Dwyer, 1996; Szabo & Poohkay, 1996) konnten für die **Überlegenheit von Animationen** Belege finden und legten hierbei unterschiedliche Schwerpunkte als Erklärungsansätze.



Auf der anderen Seite besteht bei Animationen nach der **Cognitive Load Theory** (Chandler & Sweller, 1991) die Gefahr, dass sie aufgrund ihres transienten Ablaufs das Arbeitsgedächtnis überlasten. So fanden einige Autoren (Lai, 2000; ChanLin, 2001) **Standbilder den Animationen überlegen**. Hierfür wurden verschiedene Moderatorvariablen verantwortlich gemacht.

## Ergebnisse

### Metaanalyse:

Eine Metaanalyse mit 76 Einzelvergleichen zum Unterschied zwischen Animationen und Standbildern wurde berechnet. Neben einer deutlichen **overall-Überlegenheit** der Animationen versus der Standbilder ( $d=0.40$ , 95%-Vertrauensintervall 0.31 bis 0.48) konnten verschiedene **Moderatorvariablen** identifiziert werden, die das Lernen mit Visualisierungen beeinflussen:

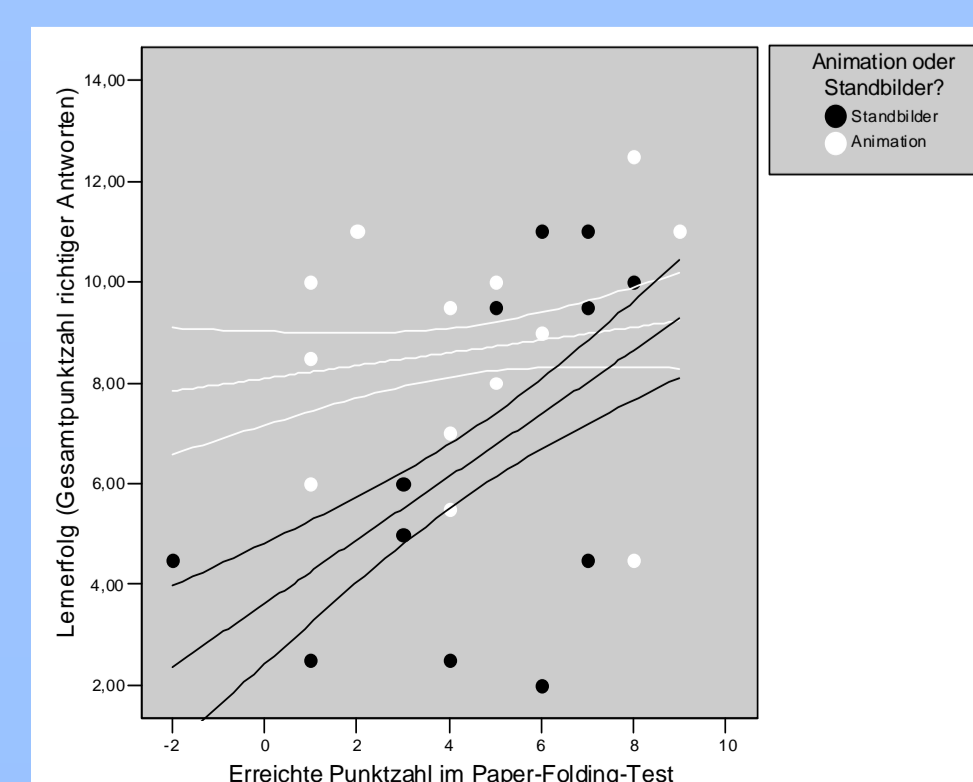
- Rein dekorative Animationen erbringen keinen Lernvorteil ( $d=0.11$ ; 95%-VI  $-0.02-0.24$ ) gegenüber Standbildern; nur wenn die Animation **repräsentational** (Carney & Levin, 2002) genutzt wird, wird der Unterschied deutlich ( $d=0.60$ , 95%-VI  $0.49-0.71$ ).
- Hinsichtlich der Art der Lernleistung zeigt sich, dass Animationen gerade auch beim Erwerb **deklarativen Wissens** nützlich sind ( $d=0.43$ , 95%-VI  $0.31-0.55$ ), häufig sogar signifikant deutlicher als beim Erwerb **prozedural-problemlösenden Wissen** ( $d=0.27$ , 95%-VI  $0.14-0.40$ ).
- Kein klares Bild ergibt sich bezüglich eines angemessenen Grades an **Realismus** der Animation: Ein zunächst scheinbarer Vorteil videobasierter Animationen lässt sich in detaillierteren Analysen nicht mehr nachweisen.
- **Standbilder**, wenngleich insgesamt unterlegen, lassen sich durch Zugabe von erläuterndem **Text**, nicht jedoch durch spezifische Hinweisreize (**cues**) signifikant verbessern ( $d=0.35$  mit Text versus  $0.62$  ohne Text).

### Drei experimentelle Studien:

Eine Lernumgebung zur Rolle von Tensiden beim Waschvorgang wurde in drei Versionen entwickelt; während die erste eine kurze **Animation** enthielt, zeigten die anderen in derselben Länge eine Serie von **vier bzw. elf Standbildern**.

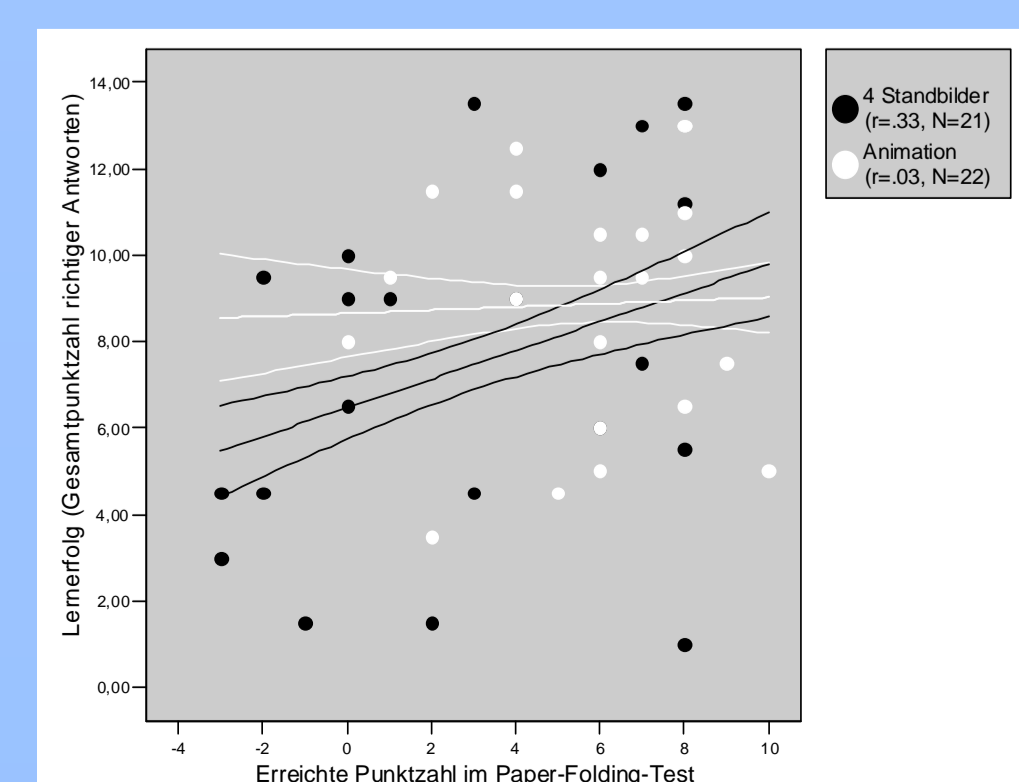
#### Erste Studie

- **Animation** ist vier Standbildern statistisch signifikant **überlegen**:  $t(19)=1.79$ ,  $p<.05$ ,  $d=.25$ .
- Je höher die **spatial ability**, desto mehr wurde gelernt ( $t(24)=1.99$ ,  $p<.05$ ,  $d=.27$ ).
- Keine moderierende Rolle des Vorwissens sowie des **cognitive load**.
- **ATI-Effekt spatial ability X Typ des Lernmaterials**:  $F(1,19)=4.63$ ,  $p=.045$ ,  $\eta^2=.20$  (vgl. Graphik) - eine hohe **spatial ability** scheint besonders wichtig zu sein bei der Generierung einer mentalen Animation aus einer Serie von Standbildern.



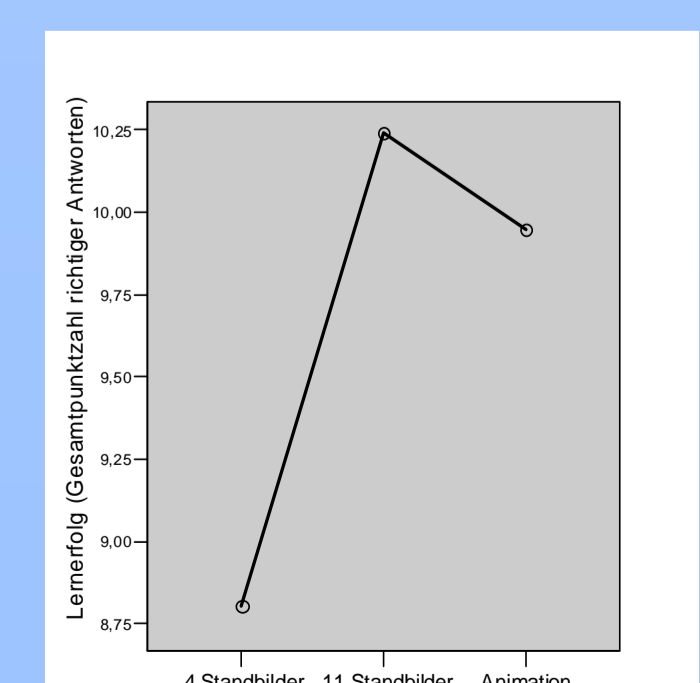
#### Zweite Studie

- Serie von elf Standbildern war tendenziell die hinsichtlich des Lernerfolgs schlechteste, im Mittel war die **Animation den Standbildern** nach wie vor **überlegen**:  $t(59)=4.08$ ,  $p<.05$ ,  $d=.60$ .
- Haupteffekt der **spatial ability** ( $F(1,36)=4.12$ ,  $p=.049$ ,  $\eta^2=.10$ ) beim Vergleich 4 Sb-Animation.
- Keine moderierende Rolle des Vorwissens sowie des **cognitive load**.
- **Replikation des ATI-Effekts spatial ability X Typ des Lernmaterials**:  $F(1,36)=6.62$ ,  $p<.05$ ,  $\eta^2=.16$  (vgl. Graphik).



#### Dritte Studie

- Einführung **minimaler Interaktivität** in Form von Steuerungselementen (**self-pacing**).
- Nur tendenzielle Auffindung des erwarteten Musters (vgl. Graphik), dass elf Standbilder ebenso gut wie Animation sein kann.
- Interaktivität scheint als gleichmachendes Element zu wirken, so dass keinerlei ATI-Effekte mehr aufgefunden werden können.
- **Self-pacing** scheint insgesamt den Lernerfolg zu erhöhen.



## Kontakt

Tim Höffler  
Universität Duisburg-Essen  
Forscherguppe und Graduiertenkolleg  
„Naturwissenschaftlicher Unterricht“  
Jetzt: IPN Kiel  
Olshausenstr.62, 24098 Kiel  
hoffler@ipn.uni-kiel.de

