

# Alles im Blick?

## Umgang mit Simulationen zu Variablenkontrollstrategien (VKS)

Anne Voit, Amina Zerouali, Jenna Koenen

### 1. Motivation

Ein Kernelement naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die Fähigkeit anhand eines hypothetisch-deduktiven Vorgehens **erfolgreich naturwissenschaftliche Experimente** durchzuführen. Um aussagekräftige Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu generieren, ist der Einsatz von **Variablenkontrollstrategien (VKS)** unerlässlich (Schwchow et al., 2016).

Eine Möglichkeit diese Kompetenzen zu erfassen ist die Verwendung **digitaler Simulationen**, in denen Variablen gezielt manipuliert werden müssen (de Jong & van Joolingen, 1998).

Bisher ist jedoch nur wenig über die kognitiven Prozesse bekannt, die Lernende während der Bearbeitung durchlaufen.

### 2. Theoretischer Hintergrund

#### Variablenkontrollstrategien

- Um aussagekräftige Kausalzusammenhänge zu treffen, bedarf es dem Ausschluss alternativer Ursachen durch einen erfolgreichen Einsatz von Variablenkontrollstrategien
- VKS: Variation der relevanten Variable unter konstant Halten aller anderer Variablen („vary one thing at a time“; Tschirgi 1980, S. 2)
- Fachwissen gilt als Moderator für erfolgreiche Anwendung von VKS (Schwchow et al., 2016)



#### Simulation

- Alternative Untersuchungsmethode experimenteller Kompetenzen zu „hands-on“ (Büsch, 2020; Sonnenschein, 2019), in der Variablen manipuliert werden können und so ein zugrundeliegendes Konzept experimentell entdeckt und untersucht werden kann
- Jedoch limitiert in der Freiheit des Experimentierprozesses (Komplexitätsreduktion: z. B. keine manuellen Fehler möglich, Variablen vorgegeben etc.) (de Jong & van Joolingen, 1998)

#### Eye-Tracking

- Zunehmender Einsatz als Untersuchungsmöglichkeit in den Naturwissenschaftsdidaktiken, auch in Hinblick auf die Untersuchung von Simulationen (Hahn & Klein, 2022)
- Erfassung v. Blickbewegungen als **Indikatoren kognitiver Prozesse** (Holmqvist et al., 2010)

### 3. Zielsetzung

Diese Untersuchung fokussiert die Bearbeitungsprozesse einer digitalen Simulation zum Lambert-Beerschen Gesetz. Zunächst wird erfasst, inwiefern bei der Bearbeitung der Simulation VKS eingesetzt wird.

Anschließend wird untersucht, ob sich Blickbewegungen oder Blickmuster erkennen lassen, die in einem Zusammenhang mit der Anwendung von VKS stehen.

F1: Inwiefern erfolgt der Einsatz von Variablenkontrollstrategien im Umgang mit der Simulation?

F2: Inwiefern stehen die Blickbewegungen in einem erkennbaren Zusammenhang mit dem Einsatz von VKS im Umgang mit der Simulation?

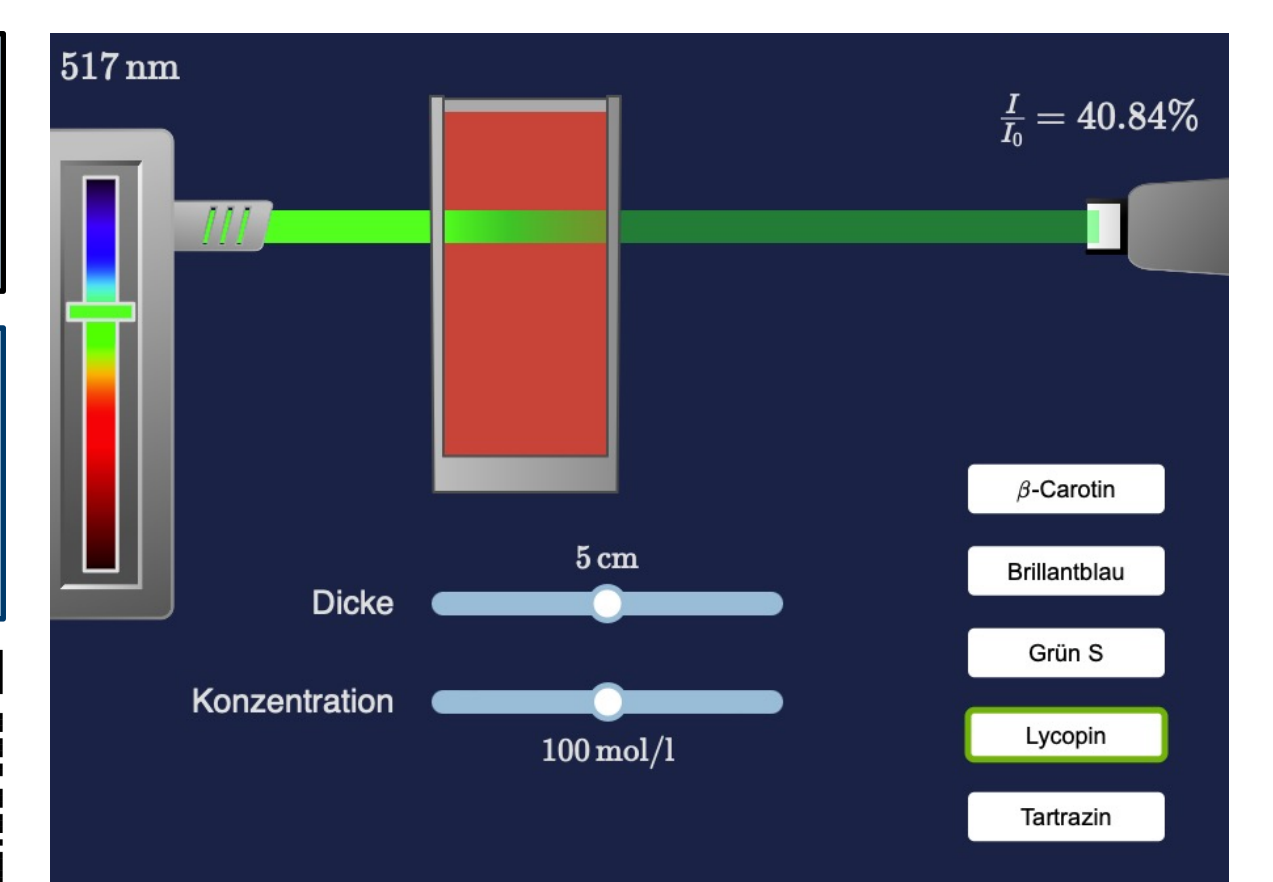


Abb. 1: Visualisierung zum Lambert-Beerschen Gesetz der Toolbox Lehrerbildung (Zerouali, 2023)

### 4. Materialien

**Aufgabe 1:** Betrachte die Simulation und formuliere eine Fragestellung, die du mithilfe dieser Simulation untersuchen kannst. Untersuche deine Fragestellung und dokumentiere deine Beobachtungen und Ergebnisse auf einem Protokoll.

**Aufgabe 2.1/2.2:** Untersuche den Einfluss der Konzentration/ der Schichtdicke auf die Absorption. Dokumentiere deine Beobachtungen und Ergebnisse auf dem Protokoll.

**Aufgabe 3:** Untersuche den Einfluss der Farbe bzw. Wellenlänge des einfallenden Lichtstrahls auf die Absorption. Nutze für dein Protokoll die folgende Vorlage.

Farbstoff	Farbe der Lösung	Farbe und Wellenlänge des Lichtstrahls (Abs. Max)	Farbe und Wellenlänge des Lichtstrahls (Abs. Min)

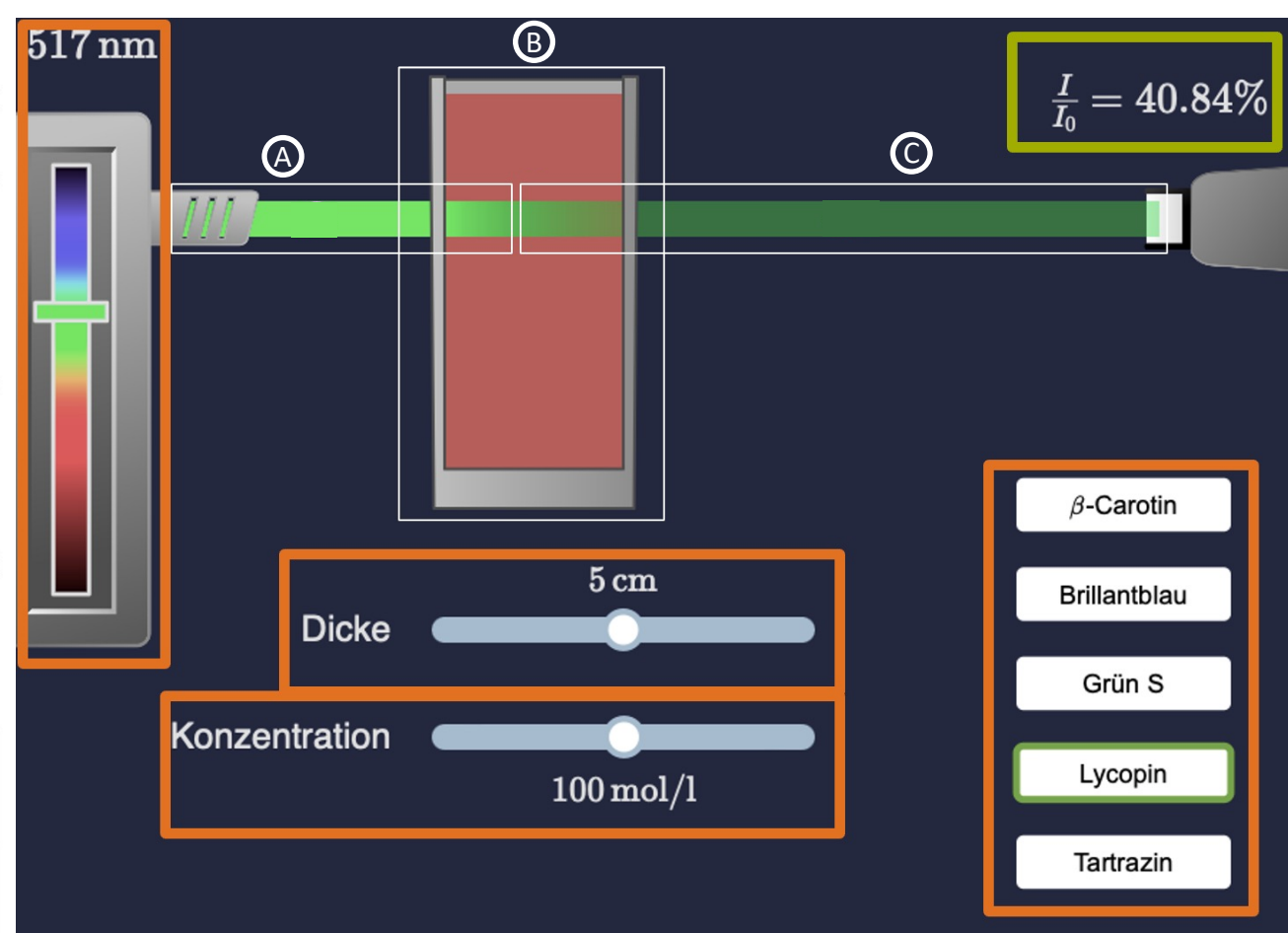


Abb. 2: Aufgaben zur Bearbeitung mit der Simulation im Rahmen der Studie

Abb. 3: Unabhängige Variablen, abhängige Variable und Visualisierungsbereiche der Simulation

#### Simulation zum Lambert-Beerschen Gesetz

- Visualisiert Photometer mit Lambert-Beerschem Gesetz als mathematische Grundlage
- Vier **unabhängige Variablen** können manipuliert werden, wodurch die jeweiligen Visualisierungselemente **unmittelbar** angepasst werden
- Es ändert sich auch der Wert der **abhängigen Variable**

#### Aufgaben (vgl. Abb. 2)

- Anforderungen: Hypothese formulieren und überprüfen, kausale Zusammenhänge prüfen
- Vorab: Informationstext mit relevanten Fachinhalten
- Aufgabe 2.2 wird gestellt, falls in Aufgabe 1 der Einfluss der Konzentration untersucht wird

### 5. Methodik

Im Zuge der Erhebung werden verschiedene Erhebungsmethoden miteinander verknüpft, um den kompletten Bearbeitungsprozess erfassen zu können. Zusätzlich wird ein **ScreenCast** erstellt, um einen anschaulichen Verlauf der Bearbeitung zu erhalten.

#### Eye-Tracking

- Erfassung von Fixationen sowie Blickbewegungen zwischen den unabhängigen Variablen, den Visualisierungselementen und der abhängigen Variable
  - Festlegen von **Areas of Interest (AOIs)**, den Bereichen im Stimulus, die für jeweilige Untersuchung relevant erscheinen (vgl. markierte Bereiche Abb. 3)
- Relevante Daten für AOIs
  - AOI hits: Fixation innerhalb der AOI (z. B. Integrationsprozesse, Maß der Aufmerksamkeit auf spez. Variable)
  - Transitions: Blickwechsel von einer AOI zu anderer AOI (z. B. Organisationsprozesse wie Zusammenhang zw. Variablen)

#### Limitierungen:

Keine Angaben über ausgeführte Prozesse      Rückschluss von visueller auf kognitive Aufmerksamkeit ist nicht immer legitim

Log-files erfassen Manipulationen an der Simulation

Verbale Daten wie **Laut Denken**, um festzustellen, ob fixierte AOI auch kognitiv verarbeitet oder nur zufällig angestarrt werden (Holmqvist et al., 2010)

### 6. Studiendesign

Pre-Test	Bearbeitung der Simulation		Post-Test
VKS Test • Demographische Daten • Relevantes Fachwissen • Experimentierfahrung • Distraktoren	ScreenCast Logfiles	Oberfläche der Simulation und Cursorbewegungen im zeitlichen Verlauf Tatsächlich durchgeführte Experimente Erfassung der Manipulation	VKS Test
	Eye-Tracking Laut Denken	Visuelle Aufmerksamkeit • Hits der AOIs • Transitions zwischen den AOIs Gedanklich durchgeführte Experimente Kognitiver Fokus bei Manipulation	
		Kognitive Aufmerksamkeit → Strategische Aktivität beim Experimentieren	

### 7. Weiteres Vorgehen und Ausblick

- Erhebung der Daten mit ca. 20 fachfremden Bachelorstudierenden
- Untersuchung des Einsatzes von VKS
- Analyse der Blickbewegungen
- Ggf. können Blickbewegungen Grundlage für visuelle Cues werden, um Lernende bei dem Umgang mit der Simulation unterstützen zu können