

## Theoretische Grundlagen

Eine systemische Perspektive auf naturwissenschaftliche Phänomene stellt eine gemeinsame Leitidee in den MINT-Fächern dar. Systemdenken wird dabei in die Dimensionen Systemorganisation, Systemverhalten und Systemadäquate Handlungsabsicht unterteilt [1]. Elaboriertes Systemdenken erfolgt über verschiedene **Systemmerkmale** und ihre *Ausprägungen* [2]:

- **Systemstruktur:** *natürlich* und *künstlich*
- **Teilsysteme:** *hierarchisch* und *parallel*
- **Systemgrenze:** *offen*, *geschlossen* oder *abgeschlossen*
- **Wechselwirkung:** *Energie*, *Kräfte*, *Informationen* und *Materie*
- **Interaktionsform:** *Ursache-Wirkungs-Beziehung*, *Kreislauf* und *Rückkopplung*
- **Systemerhaltung:** *Reproduktion*, *Energieerhaltung* und *Kippunkte*
- **Systemspezifisches Verhalten:** *Emergenz* und *Dynamik*

Die Vermittlung dieser Perspektive im Sinne einer gemeinsamen Leitidee wird durch die unterschiedlichen Fachkulturen, welche die Entwicklung fachspezifischer Systemperspektiven bedingen, erschwert [3, 4].

## Das Projekt System<sup>Think</sup> : Zielstellung und Methodik

Das Projekt System<sup>Think</sup> zielt darauf ab, ein evidenzbasiertes Curriculum für die Oberstufe zum Systemdenken mit kompetenzorientierten Aufgaben zu entwickeln, das die unterschiedlichen Systemperspektiven der Fächer Biologie, Chemie, Geografie und Physik berücksichtigt. Am Beispiel des Systems Weinbau sollen so ein MINT-bezogenes Systemdenken sowie damit verbundene affektive Variablen (z.B. Motivation) gefördert werden.

Auf Basis der rekonstruierten spezifischen Systemperspektiven der Fächer Biologie, Chemie, Geografie und Physik [2] sowie einer übergeordneten, naturwissenschaftlichen Perspektive wurden Testaufgaben konzipiert und in einer Pilotstudie mit MINT-Studierenden validiert (n = 51, ♀ = 36, ♂ = 13; 16 in Fachsemester 1 und 35 in Fachsemester 2). Die Auswertung der Aufgaben (*Kasten 1*) erfolgte mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [5] mit anschließender quantitativer Bewertung der Antworten. Zur Bestimmung der Interraterreliabilität wurden 20% der Daten doppelt kodiert. Abschließend erfolgte auf Basis der Kodierungen eine Itemanalyse, um Aussagen über die Güte der Aufgaben zu treffen.

### Testaufgaben nach dem Kompetenzmodell nach Mambrey et al. [1]:

**Aufgabe 1 - Systemorganisation:** Geben Sie an, welche der Systemmerkmale in System 1 (*Abb.1*) vorhanden sind. Wählen Sie dann alle Ausprägungen der Systemmerkmale aus, die Sie in System 1 entdeckt haben. Begründen Sie ihre Auswahl.

**Aufgabe 2 - Systemverhalten:** Erklären Sie, wie sich das System entwickelt, wenn die ankommende Strahlungsenergie der Sonne auf der Erde immer mehr zunimmt.

**Aufgabe 3 - Systemadäquate Handlungsabsicht:** Erläutern Sie alle dargestellten Möglichkeiten, wie Sie durch gezieltes Eingreifen in das System die Zunahme der Biomasse der Weinreben fördern können.

*Kasten 1: Entwickelte Aufgaben zur Physikperspektive des Systemdenkens. Als Basis zur Beantwortung der Aufgabe dienen die Informationen aus der Concept-Map zum System Weinbau im Gewächshaus (Abb. 1).*

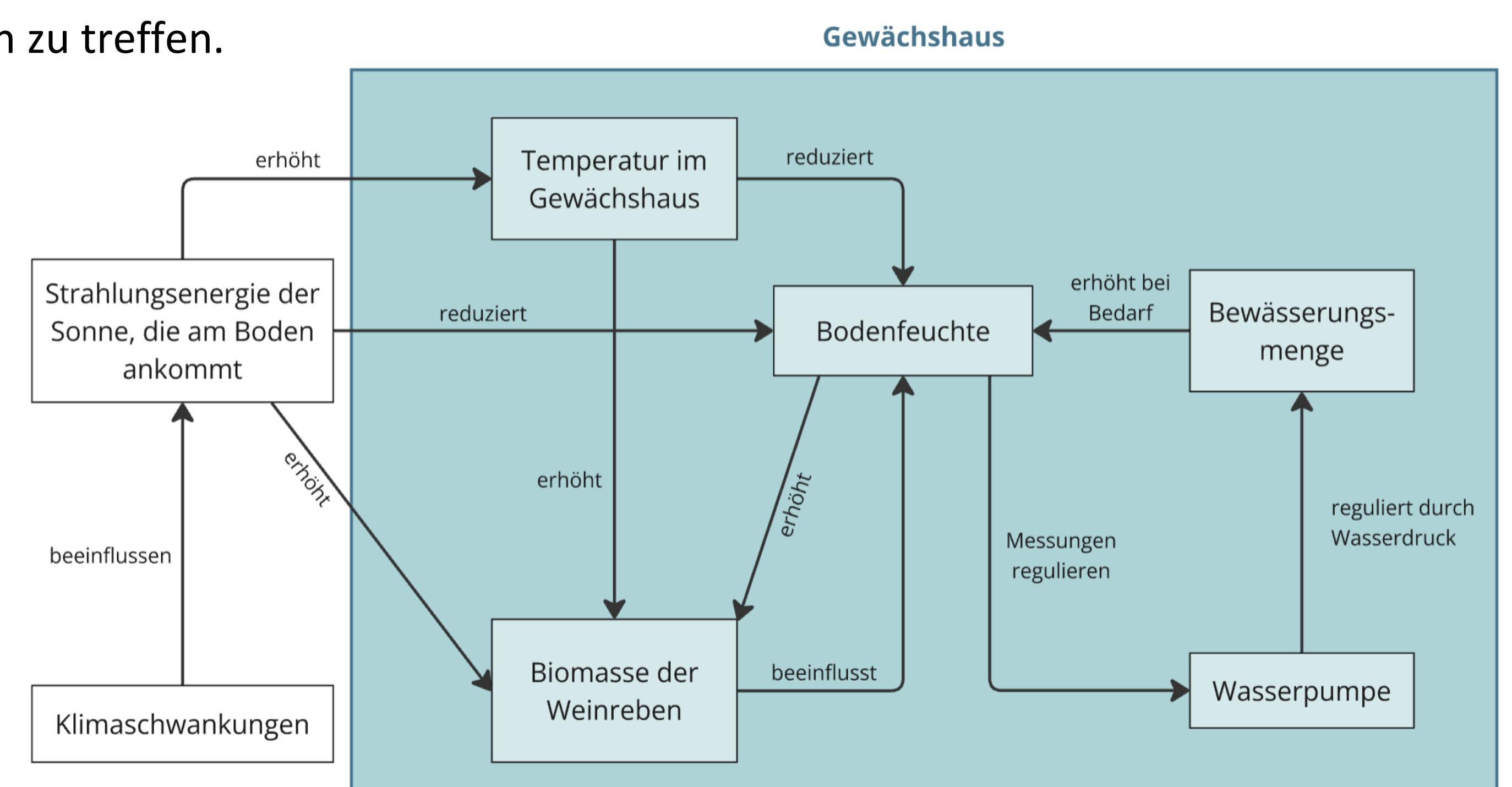


Abb. 1: Concept-Map zum System Weinbau im Gewächshaus aus der Perspektive des Fachs Physik.

## Ergebnisse

Tabelle 1: Ergebnisse der Itemanalysen zu Aufgabe 1 in den MINT-Perspektiven

Fachperspektive	n	M	SD	Median	min	max	ges	P <sub>(Dahl)</sub>	Schiefe	Kurtosis
Naturwissenschaften	18	6.61	3.74	7.0	0	12	16	50.83	-0.49	-0.2
Biologie	20	10.45	4.49	11.5	2	18	24	43.54	-0.41	-0.79
Chemie	22	6.86	3.55	7.0	0	12	14	49.03	-0.25	-0.85
Geografie	22	8.36	3.39	8.5	1	14	16	52.27	-0.49	-0.62
Physik	20	9.15	3.23	10.0	3	15	18	50.83	-0.27	-0.52
Interraterreliabilität (über alle Fächer)	Cohen's $\kappa$ 0.40 Prozentuale Übereinstimmung: 83,4%									

Anm. M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, min = minimal erreichte Punktzahl, max = maximal erreichte Punktzahl, ges = mögliche Gesamtpunktzahl, P<sub>(Dahl)</sub> = Itemschwierigkeit nach Dahl

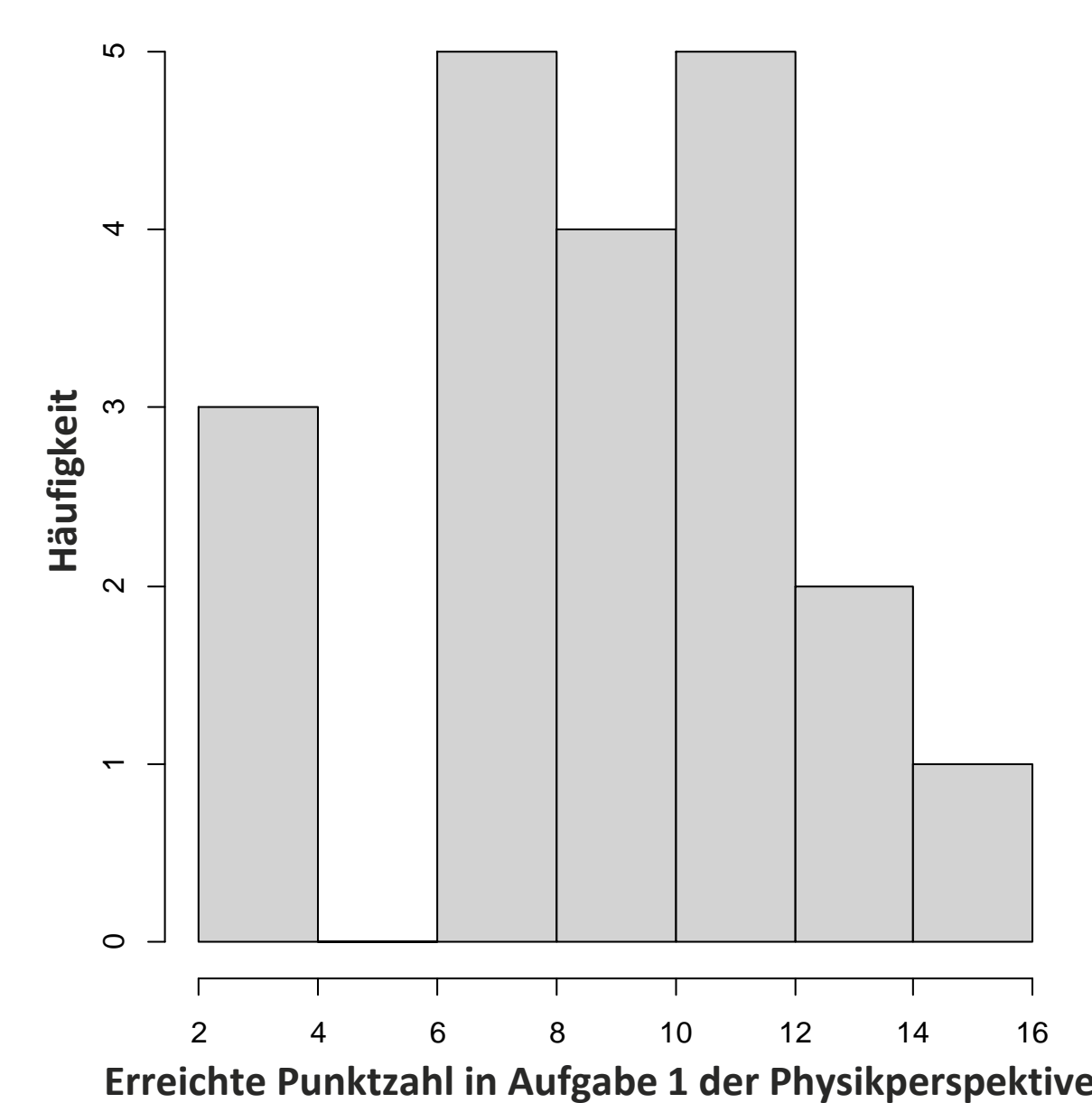


Abb. 2: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der erreichten Punkte in Aufgabe 1 der Physikperspektive.

„Es ist eine gemischte Form, da sowohl natürliche Aspekte wie Strahlungsenergie der Sonne als auch künstliche Aspekte wie Wasserpumpen oder allgemein das Gewächshaus vorkommen“

Abb. 3: Exemplarische, richtige Antwort zum Systemmerkmal „Struktur“ der Aufgabe 1 aus der Physikperspektive.

## Diskussion

- Die erzielten Itemkennwerte für die Aufgabe 1 liegen für alle Fachperspektiven im Normbereich.
- Die Interraterreliabilität weist eine „fair agreement,“ auf [6]. Besonders die Kodierung der Begründungen weist noch Optimierungsbedarf auf.

## Ausblick

- In einer weiterführenden Studie wird der Zusammenhang zwischen dem Systemdenken der unterschiedlichen Fachperspektiven und affektiven Variablen bei Lernenden der Oberstufe untersucht.
- Die Testaufgaben werden in Lernaufgaben überführt und anschließend in Lernumgebungen zur Förderung des Systemdenkens integriert.

### Quellen

- [1] Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J. & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 57 (10), 1632-1651.
- [2] Bier, T., Sauer, M., Felzmann, D., Kauertz, A., Risch, B., Nitz, S. (2024). SystemThink – Systemdenken in den naturwissenschaftlichen Fächern. In: van Vorst, H. (Hrsg.), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hamburg 2023*. S. 134-137.
- [3] Dittmer, A. (2007). Der „intuitive Lehrplan“ – Zum Einfluss der Fachsozialisation auf die wissenschaftspropädeutische Vermittlungskompetenz von Biologielehrer(inne)n. In H. Bayrhuber (Hrsg.), *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften* (S. 115–118). Kassel: Universität.
- [4] Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *ZfN*, 20(1), 11–19.
- [5] Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Beltz Verlagsgruppe.
- [6] Landis J.R., Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.