doing geo & ethics · Lizenz: CC BY-NC 4.0 (Namensnennung – nicht kommerziell; Veränderungen erlaubt) · creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de

LEHRKRÄFTEHEFT

Thema: Die Flut im Ahrtal 2021

*Lösungshinweise, Bewertung und Hinweise für Lehrkräfte (nicht für Schüler*innen) · Geographie · Klasse 10*

Überblick und Testaufbau

Der Test prüft systemisches Denken an einem Mensch-Umwelt-System in 10 Aufgaben, 40 Punkten und 45 Minuten. Er folgt dem Vollheft-Format der GeoSysKo-Testhefte: ein Informationsblatt als gemeinsame Grundlage, Aufgaben vom Einfachen zum Komplexen, Distraktoren als typische Denkfallen. Er ist an keinen bestimmten Landeslehrplan gebunden und passt zum Basiskonzept „System“ der DGfG-Bildungsstandards.

Einsatz: Als Diagnose (ohne Note, mit Profil) oder als bewerteter Test am Ende einer Einheit zu Naturrisiken, Hochwasser oder Mensch-Umwelt-Beziehungen. Fachliches Vorwissen ist nicht nötig; alle Lösungen sind aus dem Informationsblatt ableitbar.

Aufg.	Typ	Format	Niveau	AFB	Geprüfter Zusammenhang (Quelle)	Punkte	Zeit
1	T2 Beziehung benennen	Pfeilrelation mit Verbliste	E1	I	frei aus Abs. 5/6	2	3 min
2	T3 Regel erkennen	Einfachwahl	E1	I	Talenge → Wasserstand (Abs. 4)	1	1,5 min
3	T1 Elemente, Grenze	Wahl + Begründung	E1	I	Schiefer → Versickerung (Abs. 2)	2	3 min
4	T4 Wirkungskette	Ordnen, 2 Fremdbegriffe	E2	II	Regen → Boden → Hänge → Seitentäler → Ahr (Abs. 1–3)	5	3 min
5	T5 Kreislauf + T11 Verzögerung	Vorzeichen, Wahl, kurze Erklärung	E2/E3	II/III	Gedächtnis-Schleife (Abs. 6)	6	5 min
6	T6 Bestand und Fluss	Einfachwahl mit Rechnung	E2	II	Zufluss − Abfluss (Abs. 7)	1	3 min
7	T7 Prognose (kontrafaktisch)	Einfachwahl	E2	II	trockener Boden → Versickerung (Abs. 2, Abb. 1)	1	1,5 min
8	T9 Unsicherheit	Einfachwahl	E3	III	Klimawandel-Attribution (Abs. 8)	1	1,5 min
9	T10 Systemgerecht handeln	Wahl + Begründung mit Satzanfängen	E3	III	Brücken, Verklausung (Abs. 4–5)	5	6 min
10	T5/T7 Begriffsnetz	Netz mit 2 Distraktoren, Beispielpfeil	E3	II	Verklausungs-Schleife (Abs. 5)	16	10 min
					Summe (+ ca. 6 min Lesezeit)	**40**	**38 min**

Typenprofil: drei Aufgaben zur Systemstruktur (T1–T3), je eine zu Wirkungskette, Kreislauf mit Verzögerung, Bilanz, Prognose, Unsicherheit und Handeln, dazu ein Begriffsnetz. Brücken zwischen Natur und Gesellschaft: Aufgaben 2, 5, 9 und 10 (Nutzung verändert den Abfluss; Wechselwirkung über Jahrzehnte).

Die Typbezeichnungen T1–T11, Niveaus E1–E3 und Fehlercodes F1–F16 beziehen sich auf eine eigene Systematisierung der GeoSysKo-Testhefte (Dossier „Aufgaben zum systemischen Denken im Geographieunterricht“).

Fachlicher Hintergrund

Was belegt ist

Angabe im Infoblatt	Beleg
etwa 15 Stunden Regen, 100–150 l/m², lokal fast 200 (Abs. 1)	CEDIM/KIT, Bericht Nr. 1; Spektrum der Wissenschaft (Schüttrumpf)
über 130 Tote im Ahrtal, rund 9.000 Gebäude beschädigt oder zerstört (Abs. 1)	ZDFheute 2026 (135 Tote im Ahrtal; je nach Zählung 134–135)
nahezu gesättigte Böden (Abs. 2)	CEDIM/KIT, Bericht Nr. 1
Anstieg in Bad Neuenahr von unter 1 m auf über 6 m (Abs. 3)	Spektrum der Wissenschaft (Schüttrumpf)
1804 wohl ähnlich viel Wasser; dichte Bebauung erhöhte den Pegel (Abs. 4)	Universität Bonn (Roggenkamp)
115 Brücken auf 89 km, Rückstau bis etwa 2 m, weniger als die Hälfte blieb stehen (Abs. 5)	Spektrum der Wissenschaft (Schüttrumpf)
vor rund 100 Jahren 32 Becken geplant, keines gebaut (Abs. 6)	Spektrum der Wissenschaft (Schüttrumpf)
Wiederaufbau meist am alten Ort, mit staatlicher Förderung (Abs. 6)	web.de/dpa 2021 (Risikokarte); ZDFheute 2026
Starkregen durch den Klimawandel wahrscheinlicher und stärker; für das Ahrtal allein nicht genau berechenbar (Abs. 8)	World Weather Attribution 2021

Vereinfachungen, die man kennen sollte

Die Angaben im Informationsblatt sind für Klasse 10 gerundet und vereinfacht.

- **Abfluss 2021:** Die Pegel wurden zerstört; Rekonstruktionen schwanken (z. B. 400–700 m³/s bei Altenahr nach CEDIM, gegenüber einem bisherigen Bemessungswert HQ100 von 241 m³/s). Das Informationsblatt nennt deshalb keine Abflusswerte.
- **Vergleich mit 1804:** Für 1804 werden rund 1.100–1.200 m³/s geschätzt. Ob 2021 ähnlich viel oder weniger Wasser floss, ist je nach Rekonstruktion strittig; der Text sagt daher „wohl ähnlich viel, vielleicht sogar mehr“.
- **Vorfeuchte:** Die Böden waren nahezu gesättigt; die Vorfeuchte gilt als Verstärker, nicht als Hauptursache. Entscheidend waren Regenmenge und -intensität.
- **Untergrund:** Das Einzugsgebiet liegt im Rheinischen Schiefergebirge mit Ton- und Grauwackenschiefer und meist flachgründigen Böden (allgemeines Fachwissen).
- **Flutwellen nach Brückenversagen:** Rückstau bis etwa 2 m ist belegt; dass brechende Verklausungen oder Brücken Schwallwellen auslösen können, ist Gegenstand laufender Forschung und wird im Text als Möglichkeit formuliert.
- **Klimawandel:** Für eine größere Region Westeuropas wurde die Intensität eintägiger Starkregen um 3–19 % höher und die Wahrscheinlichkeit 1,2- bis 9-mal höher geschätzt (World Weather Attribution 2021); für das Ahrtal allein ist keine eigene Zahl belastbar.
- **Aufgabe 6:** Die Zahlen zu Becken, Zu- und Abfluss sind ausgedacht und dienen nur der Rechnung.
- **Aufgabe 5:** Die Gedächtnis-Schleife ist eine verbreitete Deutung in der Fachdiskussion, kein gemessener Zusammenhang.

Lösungen der geschlossenen Aufgaben

Jede falsche Option steht für eine typische Denkfalle; der Fehlercode zeigt, wo eine Förderung ansetzen kann.

Aufg.	Lösung	Falsche Optionen und ihre Denkfalle
2	**B**	A: Richtungsumkehr (F2) · C: „kein Zusammenhang“, obwohl Abs. 4 ihn nennt (F3) · D: thematisch nah, aber ohne Wirkung (F9)
4	**1** Es regnet 15 Stunden · **2** Der nasse Boden kann kaum noch Wasser aufnehmen · **3** Das Wasser fließt die Hänge hinab · **4** Es sammelt sich in den Seitentälern · **5** Die Ahr steigt um mehrere Meter · **X**: Rhein in Köln, Sonne trocknet	Rhein: Wirkung am falschen Ort; Köln liegt flussabwärts der Ahrmündung (F7/F9) · Sonne: Zeitfehler, spätere Folge statt Ursache (F8) · vertauschte Glieder: Richtungs- oder Zeitfehler (F2/F8)
5a	**− · + · +**	Mehr Erinnerung führt zu weniger Bauen am Fluss (−); mehr Bauen zu mehr Schäden (+); mehr Schäden zu mehr Erinnerung (+). Typischer Fehler: erstes Zeichen + (F5)
5b	**bremst sich selbst**	Ein Minus in der Runde ergibt einen ausgleichenden Kreislauf. „Verstärkt sich“ folgt meist aus einem Vorzeichenfehler (F5) oder aus der Gleichsetzung „Schäden = Teufelskreis“ (F4)
6	**B** (300 − 100 = 200 m³ pro Sekunde; 720.000 : 200 = 3.600 s = 1 h)	A: Abfluss nicht abgezogen, 720.000 : 300 (F6) · C: nur der Abfluss betrachtet, 720.000 : 100 (F6) · D: „Was abfließt, füllt nicht“, Zufluss größer als Abfluss übersehen (F6/F14)
7	**A**	B: Richtungsumkehr, der Boden verändert den Regen nicht (F2) · C: „keine Wirkung“ (F3) · D: thematisch nah, ohne Zusammenhang (F9)
8	**C**	A: Scheinsicherheit, Teilursache als ganze Erklärung (F10/F1) · B: Scheinsicherheit, Behauptung ohne Beleg im Material (F10) · D: Monokausalität in umgekehrter Richtung, „entweder – oder“ (F1/F3)
9 (Wahl)	**B**	A: kontraproduktive Nebenwirkung; eine Mauer nimmt dem Wasser Platz in der Aue und kann ein falsches Sicherheitsgefühl erzeugen (F13) · C: Radikallösung, verletzt die Bedingung „im Ort wohnen bleiben“ (F11) · D: verfehlt das Ziel; eine Warn-App rettet Leben, senkt aber den Wasserstand nicht (F12)

Bei Aufgabe 9 kann eine gut begründete andere Wahl in der Begründung trotzdem Punkte erhalten (siehe Raster). Der Wahlpunkt geht nur an B.

doing geo & ethics · Lizenz: CC BY-NC 4.0 (Namensnennung – nicht kommerziell; Veränderungen erlaubt) · creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de

Erwartungshorizonte für die offenen Aufgaben

Bewertet wird die Denkstruktur, nicht die Sprache. Fachlich richtige, am Material belegte Antworten, die hier nicht aufgeführt sind, werden anerkannt; Alltagswissen ohne Bezug zum Informationsblatt nicht. Rechtschreibung und Grammatik fließen nicht ein.

Aufgabe 1 – Pfeilrelation (2 Punkte)

Punkte	Kriterium	Ankerantworten
2	Richtung stimmt, Verb benennt die Art der Wirkung	Treibgut –verstopft→ Brücke · Verklausung –staut→ Wasser · Wasser –reißt mit→ Autos · Bauen am Fluss –erhöht→ Schäden
1	Richtung stimmt, Verb vage	Treibgut –hat mit … zu tun→ Brücke
0	Richtung falsch, Beispiel wiederholt oder kein Bezug zu Abs. 5/6	Brücke –verstopft→ Treibgut

Aufgabe 3 – Element bestimmen (2 Punkte)

- **1 Punkt:** Schiefergestein eingekreist.
- **+1 Punkt:** Die Begründung nennt mindestens eine Wirkung im System, z. B.: „Schiefer lässt wenig Wasser durch, also versickert weniger und mehr fließt in die Ahr."
- **0 Punkte für die Begründung:** nur „passt zum Thema" oder „steht im Text".

Aufgabe 4 – Wirkungskette (5 Punkte)

- 1 Punkt je Kärtchen auf der richtigen Position (Positionen 1–5).
- Ist ein einzelnes Kärtchen verschoben und der Rest in sich richtig, wird nur dieser eine Fehler abgezogen (Folgefehler).
- Ein nummeriertes Fremdkärtchen zählt als falsch besetzte Position.

Aufgabe 5c – Verzögerung (2 Punkte)

Punkte	Kriterium	Ankerantwort
2	Vergessen über lange Zeit **und** eine Folge im System benannt	„Nach über 100 Jahren hatten die Menschen die Gefahr vergessen. Deshalb wurde wieder direkt am Fluss gebaut, und die Becken wurden nie gebaut."
1	nur das Vergessen oder nur die Folge	„Die Leute haben es vergessen."
0	kein Bezug zu Zeit oder Erinnerung	„Der Regen war zu stark."

Ebenfalls voll punktfähig sind Antworten, die den Gegeneffekt aus Abs. 6 nutzen, z. B.: „Nach der Flut wurde trotzdem wieder am alten Ort gebaut, weil es Geld dafür gab. Das schwächt die Bremse."

Aufgabe 9 – Begründung der Maßnahme (4 Punkte)

Die Satzanfänge entsprechen den vier Kriterien. Je 1 Punkt:

Kriterium	Erwartung bei Wahl B
Zielbezug	Das Wasser staut sich an den Brücken weniger und steigt weniger hoch.
Wirkungskette (mind. 2 Glieder)	Ohne Pfeiler bleibt weniger Treibgut hängen → keine Verklausung → kein Rückstau und keine Flutwelle.
Nebenbedingung	Die Menschen müssen nicht wegziehen; die Häuser bleiben stehen.
Abwägung (mind. eine Alternative)	z. B. Die Mauer nimmt dem Wasser Platz; die App senkt das Wasser nicht; der Wegzug widerspricht dem Ziel.

Wer A oder D wählt, aber eine schlüssige Wirkungskette und eine Abwägung formuliert, erhält dafür die Punkte. Der Zielbezug wird nur vergeben, wenn die Maßnahme den Wasserstand tatsächlich senkt.

Aufgabe 10 – Begriffsnetz (16 Punkte)

Erwartetes Netz (andere fachlich richtige Pfeile werden anerkannt):

- Treibgut –bleibt hängen, verursacht→ Verklausung
- Brücke –hält fest, ermöglicht→ Verklausung
- Verklausung –staut, erhöht→ Wasserstand
- Verklausung –löst aus (wenn sie bricht)→ Flutwelle
- Flutwelle –verursacht→ Schäden im nächsten Ort
- Schleife: Wasserstand → Treibgut → Verklausung → Wasserstand (verstärkend)
- Ebenfalls anerkannt: Treibgut –verstopft→ Brücke; Brücke –staut→ Wasserstand

Kriterium	Punkte	Indikator
Relation	1 je Pfeil, max. 4	Pfeil zwischen zwei Begriffen, die laut Abs. 5 zusammenhängen
Richtung	1 je Pfeil, max. 4	Pfeilspitze zeigt auf die Wirkung
Beschriftung	1 je Pfeil, max. 4	Verb nennt die Art der Wirkung; „hat mit … zu tun“ = 0
Verzweigung	1	ein Begriff mit zwei Ursachen oder zwei Wirkungen (z. B. Treibgut und Brücke → Verklausung)
Schleife	2	Kreis zurück zum Wasserstand geschlossen und fachlich richtig
Abgrenzung	1	Weinpreis und Rheinschifffahrt nicht verwendet

Gewertet werden die vier besten Pfeile; der Beispielpfeil zählt nicht mit. Niveau im Netz: E1 = einzelne richtige Pfeile ohne Verbindung, E2 = zusammenhängende Kette aus mindestens drei Pfeilen, E3 = Verzweigung und geschlossene Schleife.

Auswertung

Die 40 Punkte lassen sich auf zwei Arten auswerten: als Gesamtleistung für eine Note oder als Profil, das zeigt, welche Denkweise noch unsicher ist. Für die Förderung ist das Profil aussagekräftiger als die Summe: Zwei Lernende mit gleicher Punktzahl können völlig verschieden denken.

Bewertungsvorschlag (Gesamtleistung)

Die Grenzen sind ein Beispiel und an die Festlegungen der eigenen Schule bzw. Fachkonferenz anzupassen.

Punkte	Anteil	Bewertung
34–40	ab 85 %	sehr gut
28–33	ab 70 %	gut
22–27	ab 55 %	befriedigend
16–21	ab 40 %	ausreichend
8–15	ab 20 %	mangelhaft
0–7	unter 20 %	ungenügend

Wird der Test als Diagnose eingesetzt, sollte er nicht benotet werden. Unter Notendruck wird geraten, und die Fehlercodes verlieren ihre Aussagekraft.

Diagnoseprofil

Profilbereich	Aufgaben	Max.	Bei niedrigem Wert: so fördern
Strukturdenken	1, 2, 3, Abgrenzung in 10	6	Begriffe sortieren „wirkt im System / wirkt nicht“; Pfeilpaare mit Verbkarten üben
Linear-kausales Denken	4, Pfeile in 10 (Relation, Richtung, Beschriftung)	17	Ketten mit fehlendem Zwischenglied ergänzen; Pfeilrichtung laut begründen lassen
Zirkuläres Denken	5a–c, Verzweigung und Schleife in 10	9	Leitfrage „Und was macht das mit dem Anfang?“; Vorzeichen mit Zahlenbeispiel durchspielen; verstärkende und bremsende Kreisläufe gegenüberstellen
Bilanzierendes Denken	6	1	Badewannen- oder Kontoanalogie; Füllstandskurve zeichnen (nur ein Item, Wert nur als Hinweis lesen)
Epistemisch-handelndes Denken	7, 8, 9	7	Aussagen nach „belegt / vermutet / unbekannt“ sortieren; Maßnahmen ins Netz einzeichnen und Nebenwirkungen ergänzen
Summe		**40**	

Lesart je Bereich: ab 75 % gesichert, 50–74 % im Aufbau, unter 50 % Förderbedarf. Hilfreich ist zusätzlich der Blick auf die gewählten Distraktoren: Häufen sich F6-Wahlen (Aufgabe 6), fehlt Bilanzdenken; häufen sich F10-Wahlen (Aufgabe 8), fehlt der Umgang mit Unsicherheit.

Klassenübersicht (zum Ausfüllen)

Name	Struktur (/6)	Linear (/17)	Zirkulär (/9)	Bilanz (/1)	Urteilen/Handeln (/7)	Summe (/40)	Auffällige Fehlercodes

Hinweise zu Entwicklungsstand, Sprache und Umgang mit dem Thema

Konkretes und abstraktes Denken

In Klasse 10 denkt ein Teil der Lerngruppe – hier angenommen etwa die Hälfte – noch überwiegend konkret-operational: Zusammenhänge gelingen, wenn sie an Anschauung, Beispiele und Handlungen gebunden sind; mit Vorzeichen, Rückkopplungen und hypothetischen Annahmen tun sich diese Lernenden schwerer. Der Test baut deshalb Brücken, ohne die Anforderung zu senken:

Stelle	Konkrete Stütze
Informationsblatt	Bilder statt Fachsprache: „wie ein beinahe vollgesogener Schwamm“, „wie ein Trichter“; Sätze unter 20 Wörtern; eine Abbildung mit Lesehilfe
Aufgabe 1	zwei Beispielpfeile und eine Verbliste
Aufgabe 4	Kärtchen zum Ordnen statt freier Kette
Aufgabe 5	Vorzeichenregel mit zwei Alltagsbeispielen vor der Aufgabe
Aufgabe 6	Badewannen-Analogie und Umrechnungshilfe
Aufgabe 7	„Stell dir vor …“ als konkrete Was-wäre-wenn-Situation
Aufgabe 9	Satzanfänge, die den vier Bewertungskriterien entsprechen
Aufgabe 10	Beispielpfeil als Startpunkt und Tipp zur Schleife

Die Aufgaben 5c, 8, 9 (Abwägung) und die Schleife in 10 verlangen abstraktes Denken (Niveau E3). Hier trennen sich die Gruppen erwartungsgemäß. Niedrige Werte in diesen Teilen sind ein Entwicklungsbefund, kein Zeichen fehlender Anstrengung. Sie sprechen für handelnde Förderung: Wirkungsgefüge mit Kärtchen legen, Kreisläufe mit Zahlen durchspielen, Modelle vergleichen. Das Stufenmodell nach Piaget ist in der Forschung nicht unumstritten; die Annahme dient hier als praktische Orientierung, nicht als Diagnose einzelner Lernender.

Differenzierung im Lernkontext: Wird das Heft als Übung statt als Test eingesetzt, können gestufte Hilfekarten ergänzt werden, etwa ein halb ausgefülltes Netz zu Aufgabe 10 oder die Leitfrage „Was passiert mit dem Wasserstand, wenn mehr Treibgut an der Brücke hängt?“. In der bewerteten Fassung sollten für alle die gleichen Hilfen gelten.

Sprache

Der Test misst Systemdenken, nicht Lesekompetenz. Das Informationsblatt verwendet kurze Sätze und erklärt Fachbegriffe im Text. In mehrsprachigen Lerngruppen kann ein Wortspeicher vorab helfen: Versickerung, Oberflächenabfluss, Seitental, Treibgut, Verklausung, Speicherbecken, Pfeiler. Ein zweisprachiges Wörterbuch zuzulassen, verändert das Konstrukt nicht. Antworten in einfacher Sprache oder mit Pfeilen statt ganzer Sätze sind voll punktfähig.

Umgang mit dem Thema

Bei der Flut starben im Ahrtal über 130 Menschen. Unter den Lernenden können Betroffene, Angehörige oder Menschen mit eigenen Fluterfahrungen sein. Der Test vermeidet deshalb Einzelschicksale und Schuldfragen. Es empfiehlt sich, das Thema vorab anzukündigen und nach dem Test Raum für Gespräche zu lassen. Die Frage nach Verantwortung in der Warnkette eignet sich eher für eine Diskussion im Ethik- oder Politikunterricht als für ein Testitem.

Quellen

- CEDIM / KIT (2021): Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 – Bericht Nr. 1. https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_HochwasserJuli2021_Bericht1.pdf
- Universität Bonn (2021): Pegelwerte können nicht so einfach verglichen werden. https://www.uni-bonn.de/de/universitaet/presse-kommunikation/publikationen/forsch/forsch-2021-02/artikel/pegelwerte-koennen-nicht-so-einfach-verglichen-werden
- Spektrum der Wissenschaft: Hochwasserexperte Schüttrumpf über Lehren aus der Flut im Ahrtal. https://www.spektrum.de/news/hochwasserexperte-schuettrumpf-ueber-lehren-aus-der-flut-im-ahrtal/2333531
- World Weather Attribution (2021): Heavy rainfall which led to severe flooding in Western Europe made more likely by climate change. https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change
- ZDFheute (2026): Ahrtal-Flut vor fünf Jahren: Das Wichtigste zum Jahrestag. https://www.zdfheute.de/politik/deutschland/ahrtal-flut-hochwasser-2021-jahrestag-100.html
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J. & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685–711. https://doi.org/10.1002/tea.21436
- web.de / dpa (2021): Ahr-Risikokarte: Welche Häuser wieder aufgebaut werden dürfen. https://web.de/magazine/panorama/ahr-risikokarte-haeuser-duerfen-aufgebaut-36221552