

JLU

NEUE WEGE. SEIT 1607.

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

 **GEOBOX**
DIDAKTIK DER GEOGRAPHIE



JULIA ALTHOFF, PROF. DR. JANIS FÖGELE & PROF. DR. RAINER MEHREN

GEOBOX ÜBERSCHWEMMUNG SCHWERPUNKT „MODELLKOMPETENZ“

GYMNASIUM | SEKUNDARSTUFE II

LEHRKRÄFTEHANDREICHUNG

INHALTSVERZEICHNIS

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

HINWEISE FÜR DEN UNTERRICHTLICHEN EINSATZ	03
DAS ÜBERSCHWEMMUNGSMODELL	04
HINTERGRUND: MODELLVERSTÄNDNIS UND -KOMPETENZ	09
HINTERGRUND: SCHÜLERVORSTELLUNGEN ZU ÜBERSCHWEMMUNGEN	12

EINSATZ IM GEOGRAPHIEUNTERRICHT

TABELLARISCHER UNTERRICHTSVERLAUFSPLAN	14
MATERIAL FÜR UNTERRICHTSEINSTIEGE	23
SCHÜLERARBEITSBLÄTTER UND LÖSUNGEN	26

HINWEISE FÜR DEN NACHBAU DER GEOBOX **74**

LITERATUR-/ABBILDUNGSVERZEICHNIS **75**

IMPRESSUM **77**

HINWEISE FÜR DEN UNTERRICHTLICHEN EINSATZ

Vor dem Unterricht

- Die Geobox funktioniert als geschlossene Einheit zum Thema Hochwasser / Überschwemmungen. Der fachdidaktische **Schwerpunkt** liegt auf der **Förderung von Modellkompetenz**.
- Die Geobox umfasst neun **Schülerarbeitsblätter**, die Sie den SchülerInnen bitte **für die jeweiligen Unterrichtsstunden kopieren**.

Während des Unterrichts

- Die Unterrichtseinheit mit der Geobox ist auf eine Länge von acht Einzelstunden (**drei Doppelstunden, zwei Einzelstunden**) ausgerichtet. Sie finden in der Handreichung einen **ausführlichen Verlaufsplan**.
- Kernstück der Geobox bildet das enthaltene Überschwemmungsmodell, mit dem im Unterricht insbesondere hinsichtlich Überschwemmungsursachen und Überschwemmungsschutzmaßnahmen experimentiert wird.
- **Das Überschwemmungsmodell wurde hochwertig produziert, sollte jedoch mit Bedacht gehandhabt werden, da es sich bei Acrylglas um ein kratzanfälliges Material handelt und auch die aus Kunststoff hergestellte Flusslandschaft großem Auflagedruck nicht standhalten würde. Zudem darf die Flusslandschaft aufgrund ihrer Silikonverfugung nicht aus der Acrylglasbox entnommen werden.** I. d. R. ist vorgesehen, dass die SchülerInnen unter Aufsicht mit dem Modell experimentieren.

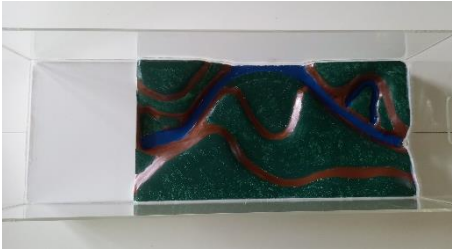
Nach dem Unterricht

- Verwenden Sie zur eventuellen **Säuberung** des Modells bitte **ausschließlich ein weiches Tuch und Wasser**, um Acrylglas, Silikon und Farbe des Modells zu schützen.
- Leeren Sie nach der Benutzung das gesamte verbleibende Wasser aus dem Modell. Es sollte **kein Wasser mehr im Modell „stehen“**, entnehmen Sie dieses bitte mit einem Schwamm oder einem weichen Tuch. Lassen Sie das Modell und sein Zubehör danach gründlich trocknen, bevor alles wieder verstaut wird.
- Das **Überschwemmungsmodell** sollte **wieder in seinen Ursprungszustand** gebracht werden (Entfernung der Knete vom Modell,...).
- Das Modell und seine Einsätze sollten sorgfältig **zurück in die Luftpolsterfolie** verpackt werden, damit beim Transport keine Schäden entstehen.

DAS ÜBERSCHWEMMUNGSMODELL

Inhalte

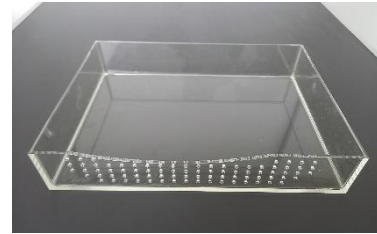
- Flusslandschaft, die in eine Box aus Acrylglas eingelassen ist (1)
- Parkplatzeinsatz (2)
- Feuchtgebieteinsatz (3)
- Wasserrückhaltebeckeneinsatz (4)
- Regeneinsatz größerer Intensität (5)
- Regeneinsatz geringerer Intensität (6)
- Spielzeughäuser (7)
- Spielzeugbäume (8)
- Spielzeugautos (9)
- 5l-Falteimer (10)
- 3l-Messbecher (11)
- Packung Knete (12)
- Schwämme (13)
- Holzklötze (14)
- Handreichung
- USB-Stick mit Kopiervorlagen und Videos



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

(6)



(7)



(8)



(9)



(10)



(11)



(12)



(13)



(14)

Hinweise zum Aufbau des Modells

Das Modell sollte so auf einem Tisch positioniert werden, dass der **Eimer unter den Ausgang des Modells** gestellt und so der Abfluss aufgefangen werden kann (1).

Die **verschiedenen Einsätze** werden **im Modell wie folgt platziert**: Sofern benötigt, wird zunächst der Wasserrückhaltebeckeneinsatz auf der weißen Plattform am Kopfende des Modells eingesetzt (2), darüber wird entweder der Parkplatzeinsatz oder der Feuchtgebieteinsatz platziert (3). Wird der Wasserrückhaltebeckeneinsatz nicht benötigt, wird der Parkplatz- bzw. der Feuchtgebieteinsatz direkt auf der weißen Plattform platziert (4a/b). Auf dem Modellrand wird entweder der Regeneinsatz geringerer oder größerer Intensität eingehängt (5).

Werden **Parkplatz- bzw. Feuchtgebieteinsatz alleine** verwendet, ist darauf zu achten, dass diese **bündig zur Kante der Flusslandschaft** platziert werden. Sofern darunter der Rückhaltebeckeneinsatz verwendet wird, ist dieser bündig zur Kante der Flusslandschaft und der Parkplatz- bzw. Feuchtgebieteinsatz bündig zur hinteren, äußeren Kante des Gesamtmodells zu platzieren.

Der verwendete **Regeneinsatz** sollte so eingehängt werden, dass er **genau auf den Einsatz unter ihm** ausgerichtet ist.

Wird mit dem **Feuchtgebieteinsatz** experimentiert, **muss** dieser zuvor entsprechend **vorbereitet werden**: Die Schwämme werden mit Wasser getränkt, im Anschluss gut von Hand ausgedrückt und dann im Einsatz platziert (Ausnahme: weniger starkes Ausdrücken der Schwämme beim Experiment zu hoher gegebener Sättigung des Bodens mit Wasser) (6).

Häuser und Bäume können nach Belieben platziert werden, z. B. auf den beiden Schwemmebenen, aber auch auf höheren Ebenen des Modells (7).

Werden die **Holzklötze unter dem Modell** platziert, kann dessen **Neigung verändert** werden (8).

(nach: WARD'S Natural Science 2009)



(1)



(2)



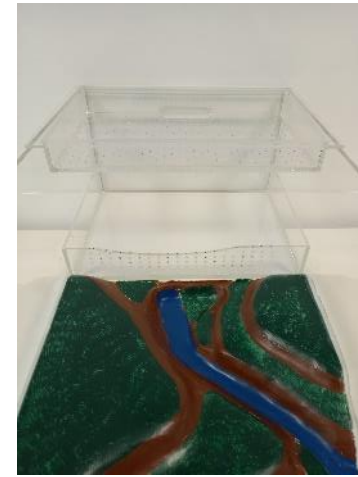
(3)



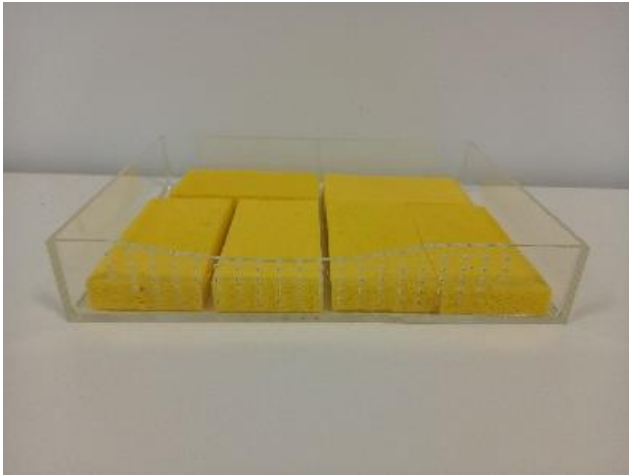
(4a)



(4b)



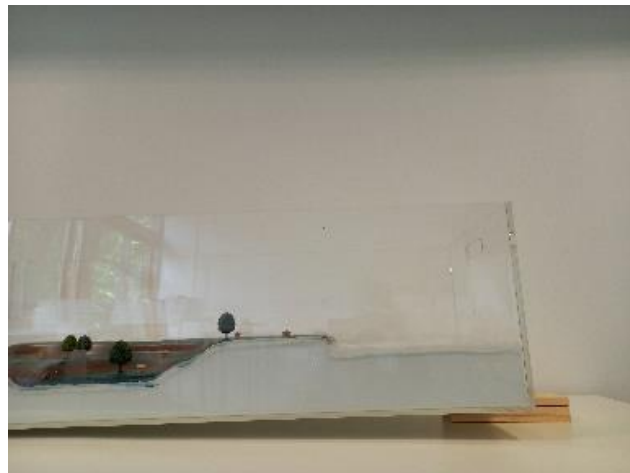
(5)



(6)



(7)



(8)

HINTERGRUND

MODELLVERSTÄNDNIS UND -KOMPETENZ

Was ist ein Modell?

Modelle sind keine Kopien und bloße Reduktionen der Wirklichkeit, sondern Rekonstruktionen. Das bedeutet, dass sie a) subjektgebunden sind. Modelle transportieren also die Wahrnehmung der Realität und die Ideen des/der AutorIn. Und b) sind sie zweckgebunden. Modelle unterliegen dem Entschluss des/der ModelliererIn, welche Merkmale des Originals aus seiner/ihrer Sicht relevant sind und somit erfasst bzw. hervorgehoben werden sollten. Der/Die ModelliererIn nutzt das Modell demnach dazu, das Original zu abstrahieren und es zu übersetzen (= Rekonstruktion).

Was sind die Kennzeichen eines guten Modells?

Modelle sollten drei Anforderungen erfüllen:

- a) Entsprechung: Das Modell muss in den wesentlichen Eigenschaften dem Original entsprechen (= Ähnlichkeit, Übertragbarkeit, Korrektheit,...).
- b) Einfachheit: Das Modell soll einfacher als das Original sein (= Anschaulichkeit, Adäquatheit, Genügsamkeit,...).
- c) Erklärungswert: Das Modell soll so exakt sein, dass es Voraussagen über das Original zulässt (= Fruchtbarkeit, Denkanstoß, Effektivität,...).

Warum ist die Arbeit mit Modellen so relevant?

Für Lernende sind Modelle für den Erwerb flexiblen, transferfähigen und anwendbaren Wissens essenziell, weil geographische Konzepte durch Modelle sowohl in ihren Details erfasst als auch auf abstrakter Ebene miteinander verglichen werden können.

Modelle gelten zudem als ein zentraler Schlüssel für die Anbahnung eines Wissenschaftsverständnisses bei SchülerInnen.

Ist ein Modell ein Medium oder eine Methode?

Die Antwort lautet sowohl als auch. Modelle sind häufig Medien (= Vermittler) von Raumsachverhalten, die u. a. aufgrund ihrer schieren Größe (z. B. Globale Windsysteme), der Prozessgeschwindigkeit (z. B. Plattentektonik) oder der Lage (z. B. Tourismus in Entwicklungsländern) nicht unmittelbar zugänglich sind.

Gleichzeitig sind Modelle bzw. das Modellieren und das Anwenden von Modellen aber auch zentrale geographische Arbeitsmethoden. Modelle können zum einen im Sinne eines forschenden Lernens von den SchülerInnen induktiv selber entwickelt werden (z. B. SuS entwickeln aus thematischen Atlaskarten dreier lateinamerikanischer Städte ein Modell zur lateinamerikanischen Stadt). Hier ist das Modell Produkt der Erkenntnisgewinnung. Zum anderen können sie auch als Mittel zur Erkenntnisgewinnung angewandt werden. So können aus einem Modell Hypothesen über die Realität abgeleitet und diese anhand von Daten oder eigenen Erhebungen geprüft werden (z. B. SuS vermuten anhand des Gentrifizierungsmodells den Grad der Gentrifizierung eines Viertels und überprüfen ihre Hypothese mit einem auf der Basis des Modells selbst entwickelten Erhebungsinstrument).

Welche Kompetenzen werden auf Schülerseite angestrebt?

Upmeier zu Belzen & Krüger (2010) weisen fünf zentrale Kompetenzen in Bezug auf die Modellkompetenz aus, die sie den beiden Kategorien „Kenntnisse über Modelle“ und „Modellbildung“ zuordnen.

1. *Eigenschaften von Modellen*

Die SuS sollen u. a. erläutern können, warum Modelle theoretische Rekonstruktionen sind (z. B., weil sie von der subjektiven Wahrnehmung des/der ModelliererIn abhängig sind), also mehr als bloße Kopien oder idealisierte Repräsentationen.

2. *Alternative Modelle*

Die SuS sollen u. a. erläutern können, warum es verschiedene Modelle zu einem Original gibt (z. B., weil unterschiedliche Abläufe etwa bei der Gentrifizierung als Hypothesen für einen Entwicklungsprozess vermutet werden).

3. *Zweck von Modellen*

Die SuS sollen u. a. erläutern können, welchen Zweck Modelle haben. Dabei sollen sie verstehen, dass Modelle nicht nur eine Erklärungsfunktion für bekannte Phänomene haben, sondern, dass man mit Modellen auch zukünftige Entwicklung prognostizieren kann.

4. *Testen von Modellen*

Die SuS sollen u. a. erläutern können, wie man überprüfen kann, ob das Modell tauglich ist (z. B., indem SuS mit dem Modell ein Phänomen vor Ort überprüfen).

5. *Ändern von Modellen*

Die SuS sollen u. a. erläutern können, warum Modelle verändert werden müssen (z. B., weil sich die mit dem Modell verfolgte Hypothese als nicht korrekt erwiesen hat).

Komplexität Teilkompetenz	Niveau I	Niveau II	Niveau III
Kenntnisse über Modelle			
Eigenschaften von Modellen	Modelle sind Kopien von etwas	Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas	Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas
Alternative Modelle	Unterschiede zwischen den Modellobjekten	Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas	Modelle für verschiedene Hypothesen
Modellbildung			
Zweck von Modellen	Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen	Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären	Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen
Testen von Modellen	Modellobjekt überprüfen	Parallelisieren mit dem Ausgangsobjekt, Modell von etwas testen	Überprüfen von Hypothesen bei der Anwendung, Modell für etwas testen
Ändern von Modellen	Mängel am Modellobjekt beheben	Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren	Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren

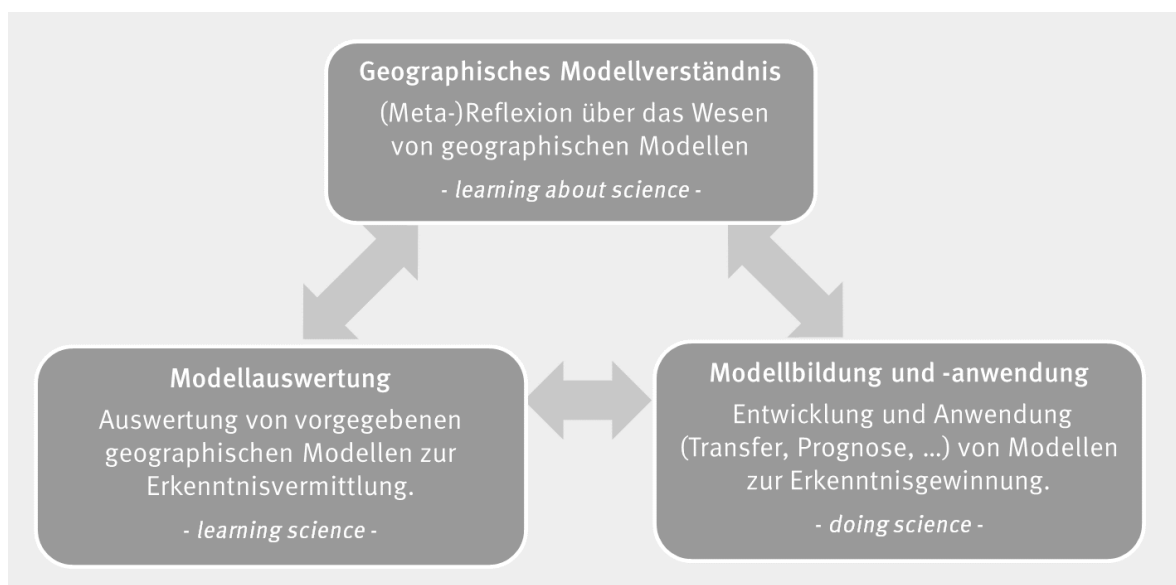
Kompetenzmodell der Modellkompetenz (nach Upmeier zu Belzen / Krüger 2010)

hellgrau: Perspektive auf das Modell – mittelgrau: Herstellungsperspektive – dunkelgrau: Anwendungsperspektive

Wie sollten Modelle im Geographieunterricht eingesetzt werden?

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass SchülerInnen größtenteils über eine nur begrenzte Modellkompetenz verfügen. Eine zentrale Ursache liegt im ebenfalls begrenzten Modellverständnis zahlreicher Lehrkräfte. Letzteres führt dazu, dass Modelle ganz überwiegend im Unterricht als Medien für die Anschauung im Vordergrund stehen (= Modell als Medium). Der Lernprozess beschränkt sich größtenteils auf die Modellauswertung („learning science“). Damit wird aber größtenteils die Kompetenzstufe 2 des Modellmodells anvisiert.

Demgegenüber werden die Potenziale von Modellen als Denk- und Forschungswerkzeuge unterrichtlich kaum genutzt (= Modell als Methode → Anwendungsperspektive). „Learning about science“ (z. B. die Diskussion über den Unterschied einer Reduktion der Wirklichkeit im Gegensatz zu einer Rekonstruktion) und „learning how to do science“ (z. B. Entwicklung von Hypothesen zur Ausgestaltung des Einzelhandelszentrums des eigenen Wohnortes vor dem Hintergrund des Christaller'schen Modells der zentralen Orte) spielen demgegenüber eine untergeordnete Rolle.



Drei Arten mit Modellen zu arbeiten (Bette o. J.)

Empfehlenswerte Texte zur weiteren Vertiefung:

Bette, J.; Mehren, M.; Mehren, R. (2019): Modellkompetenz im Geographieunterricht. In: Praxis Geographie, 3, 4-9.

Upmeyer zu Belzen, A.; Krüger; D. (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16, 59-75.

HINTERGRUND

SCHÜLERVORSTELLUNGEN ZU ÜBERSCHWEMMUNGEN

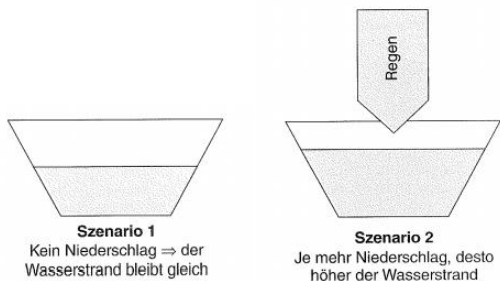
In der Studie von Reinfried & Kienzler (2012b, 44 f.) wurden SchülerInnen der Jahrgangsstufe 7 an Gymnasien bezüglich ihrer Schülervorstellungen mittels Schülerzeichnungen und Fragebögen untersucht.

Bei den Schülerzeichnungen zeigte sich häufig als fehlerhafte Vorstellung die

„Badewannentheorie“:

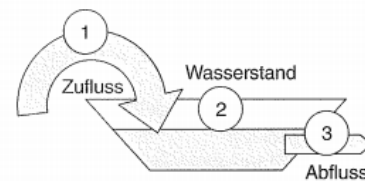
Viele Lernende unterscheiden nicht zwischen Fließ- und stehenden Oberflächengewässern. Sie stellen das Gewässer, ganz gleich ob See, Bach oder Fluss, als ein geschlossenes Gefäß dar, in das es hineinregnet. Dadurch erhöht sich der Wasserspiegel, bis es zum Überlaufen des Gefäßes kommt.

Der Laie nimmt ein Gewässer also nicht als dynamisches System war, das durch sein Volumen, den Zufluss, den Abfluss, die Verdunstung und die geogenen, klimatischen, vegetations- und anthropogenen Faktoren im Einzugsgebiet bestimmt wird und in dem die Tendenz besteht, ein Fließgleichgewicht herzustellen.



„Badewannentheorie“

Fehlerhafte Schülervorstellung
für die Ursache von Überschwemmungen
(Reinfried / Kienzler 2012b)



Wissenschaftliche Theorie

Drei konkrete Einflussmöglichkeiten,
um Hochwasser zu reduzieren
(Reinfried / Kienzler 2012b)

- Ohne differenzierte Kenntnisse der Ursachen von Hochwasser kam man sich nicht erklären,
- warum Überschwemmungen in bestimmten Gebieten häufig vorkommen.
 - warum Gebiete unter Überschwemmungen leiden, ohne dass dort ein Tropfen Regen gefallen ist.
 - warum Gewässerausbau und Flächenversiegelung an manchen Flüssen die Hochwassersituation verschärfen und an anderen nur eine kleine Rollen spielen.
 - Man kann auch nicht beurteilen, welche Schutzmaßnahmen sinnvoll sind.

Bei der Fragebogenerhebung zeigten sich verschiedene korrekte und defizitäre Schülervorstellungen:

Die Mehrheit der SchülerInnen verfügt über folgende korrekte Vorstellungen:

- Die Abholzung der tropischen Regenwälder führt nicht zu mehr Regen (was mehr Überschwemmungen zur Folge hätte).
- Überschwemmungen sind in den Bergen nicht häufiger.
- Überschwemmungen können bei Stürmen/Wirbelstürmen entstehen.
- Überschwemmungen sind keine Strafe Gottes oder der Natur.

Immerhin ca. ein Drittel der Lernenden weiß,

- dass nur ein kleiner Teil des Regens direkt an der Erdoberfläche abfließt, auch wenn es nach starken Regenfällen zu einem katastrophalen Hochwasser kommt.
- dass die Wirkung von Starkregen bei unterschiedlichen Flüssen/Bächen ganz verschieden ist: Manche reagieren sehr stark, andere kaum, wieder andere erst ab einer bestimmten Regenmenge.
- dass Überschwemmungen in Siedlungsgebieten heute deshalb häufiger sind, weil die Menschen heute immer mehr Land besiedeln (z. B. in Flussniederungen und an der Küste), das schon immer bei Hochwasser überflutet wurde.

Die häufigsten fehlerhaften Vorstellungen auf Schülerseite sind folgende:

- Im Wald gibt es nie Hochwasser. Hochwasser könnte vermieden werden, wenn man überall Wald anpflanzen würde.
- Durch starken Regen werden alle Böden wie ein Schwamm mit Wasser gesättigt und können kein Wasser mehr aufnehmen. Dies führt zu Überschwemmungen.
- Eine Überschwemmung entsteht nur dann, wenn sich eine plötzliche Flutwelle (z. B. nach einem Dammbbruch) bildet.
- Es gibt immer mehr Überschwemmungen, weil immer mehr Flächen zubetoniert werden und das Regenwasser nicht mehr versickern kann.
- Die Hochwasser und Überschwemmungen werden immer schlimmer; früher war es nicht so extrem.
- Dem Einfluss des Menschen auf Überschwemmungen zum Beispiel durch unzureichende Schutzmaßnahmen oder bauliche Vernachlässigung von Schutzbauten wurde wenig Bedeutung beigemessen.

Gar nicht bekannt war den meisten SchülerInnen, dass die Böden und Gesteine im Einzugsgebiet die Reaktion der Flüsse in großem Maße bestimmen.

TABELLARISCHER UNTERRICHTSVERLAUFSPLAN

DOPPELSTUNDE 1: Das System Fluss und die Phänomene Hochwasser / Überschwemmungen

Unterrichtsgeschehen	Didaktisch-methodischer Kommentar	Materialien
<p>Einstieg Stummer Impuls in Form des Zeitungsartikelausschnitts „Eine Überschwemmung ohne Regen“</p> <p><i>Entwickeln der Leitfragestellung</i> „Wie entstehen Überschwemmungen?“ → Aushängen im Klassenraum</p>	<p>Der Einstieg knüpft an die Lebenswelt der SuS an und führt zum Thema hin. Durch den scheinbaren Widerspruch zielt der Einstieg darauf, Interesse und Neugierde bei den SuS zu wecken.</p> <p>Die formulierte Leitfrage schafft eine Problemorientierung. Die Leitfragestellung sollte im Klassenraum ausgehängt werden, da sie auch für nachfolgende Stunden von Relevanz ist.</p>	<p>Zeitungsartikelausschnitt (E1a)</p> <p>A3-Papier, Edding</p>
<p>Erarbeitung I Informierende Überleitung: „Um zu verstehen, wie Hochwasser bzw. Überschwemmungen entstehen, müssen wir uns zunächst die ‚normale‘ Situation eines Flusses anschauen.“</p> <p>Bearbeitung von AB 1 in Einzelarbeit: → Lesen der Hintergrundinformationen zum System Fluss → Umsetzen der Informationen in einem Wirkungsdiagramm (= MODELL 1)</p>	<p>L stellt Transparenz über den weiteren Unterrichtsverlauf her.</p> <p>Durch die Bearbeitung des ABs erwerben die SuS Fachwissen zum System Fluss, insb. zu Einzugsgebieten und zum Abfluss. Sie entwerfen ein erstes Modell innerhalb des Unterrichtsvorhabens in Form eines Wirkungsdiagramms. Die Anfertigung des Wirkungsdiagramms ist förderlich für die Anbahnung eines systemischen Verständnisses der Sachverhalte Hochwasser bzw. Überschwemmungen und deren Prozesshaftigkeit.</p>	<p>AB 1</p>
<p>Sicherung SuS stellen ihr Wirkungsdiagramm vor.</p>	<p>Mittels Präsentation können MitschülerInnen Veränderungen an ihrem Wirkungsdiagramm vornehmen.</p>	<p>AB 1</p>

<p>Erarbeitung II SuS bearbeiten AB 2 in Partnerarbeit → Begriffsklärung Hochwasser vs. Überschwemmung → Aufstellen von Vermutungen zu Faktoren, die zur Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen beitragen; → Zeichnerisches Umsetzen dieser Vermutungen in einem Blockbild (= MODELL 2)</p>	<p>Durch die Bearbeitung des ABs lernen die SuS, zwischen den alltagssprachlich z. T. synonym verwendeten Begriffen Hochwasser und Überschwemmung zu differenzieren. Sie setzen sich mit der Stundenleitfrage auseinander, indem sie sich eigenständig Gedanken in Form von Hypothesen machen.</p>	<p>AB 2</p>
<p>Sicherung Museumsgang mit Beobachtungsauftrag: „Welche Hypothesen zur Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen haben deine MitschülerInnen ihren gezeichneten Modellen zugrunde gelegt?“ Plenum: Sammeln der Hypothesen → Festhalten der Hypothesen auf Karteikarten → Gruppieren dieser nach natürlichen vs. anthropogenen Ursachen → Hinzuheften der Karteikarten auf das ausgehängte A3-Plakat mit der Leitfragestellung</p>	<p>Durch das Vergeben eines Beobachtungsauftrags wird gewährleistet, dass die SuS die Modelle ihrer MitschülerInnen genau betrachten und nachvollziehen. Die Frage des Beobachtungsauftrags selbst fördert einen Kompetenzerwerb hinsichtlich der Modellkompetenzteilkompetenz ‚Alternative Modelle‘. Ebenso wie die Leitfragestellung sollten auch die Hypothesen im Klassenraum ausgehängt werden, da sie für nachfolgende Stunden von Relevanz sind.</p>	<p>Klebeband Karteikarten, Klebeband</p>

DOPPELSTUNDE 2: Einflussfaktoren auf den Wasserstandsgang

Unterrichtsgeschehen	Didaktisch-methodischer Kommentar	Materialien
<p>Einstieg</p> <p>L bittet die SuS, das Überschwemmungsmodell der Geobox (= Modell 3) zu beschreiben und Vermutungen zur möglichen Nutzung der einzelnen Bestandteile des Modells anzustellen.</p> <p>Rekapitulation der Leitfrage der letzten Stunde. L: „Heute geht es um die Frage, wie mit dem Modell eure Hypothesen überprüft werden können“, „Welche der von uns notierten Hypothesen sind mit dem Modell eurer Meinung nach prüfbar?“. Ideensammlung und erste Einschätzung durch SuS.</p> <p>L hängt die entsprechenden Karteikarten von letzter Stunde gut sichtbar an die Tafel. Ggf. ergänzt L Hypothesen, wenn diese noch nicht auf Karteikarten festgehalten wurden, sodass folgende vier potenzielle Einflussfaktoren an der Tafel stehen: a) Flächenversiegelung, b) Bodenfeuchtigkeit / Wassersättigung, c) Hangneigung, d) Niederschlagsintensität</p> <p>Im Plenum wird gemeinsam die experimentelle Leitfragestellung ergänzt und an der Tafel festgehalten: „Welchen Einfluss nehmen verschiedene Faktoren auf die Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen?“</p>	<p>Die SuS werden an das gegenständliche Überschwemmungsmodell herangeführt.</p> <p>Die SuS werden zu ersten theoretischen Überlegungen zum Überschwemmungsmodell angeregt.</p> <p>Die anstehenden Experimente werden angelegt (Auflistung der experimentell zu untersuchenden Faktoren).</p> <p>Die anstehenden Experimente werden angelegt (Formulierung der experimentellen Leitfragestellung).</p>	<p>Überschwemmungsmodell inkl. Zubehör</p> <p>ausgehängte Leitfragestellung Überschwemmungsmodell inkl. Zubehör</p> <p>ausgehängte Hypothesen, Tafel</p> <p>Tafel</p>
<p>Erarbeitung</p> <p>Aufteilung der SuS in vier Gruppen, die sich arbeitsteilig mit jeweils einem potenziellen Einflussfaktor beschäftigen.</p> <p>SuS bearbeiten AB 3 in ihrer Gruppe bis einschließlich Teil B, Schritt 3 „Die Planung des Experiments“. Schritt 4 „Die Durchführung“ soll bereits gelesen werden. → Theorie: Wasserstandsganglinien und -diagramme → Modellexperimentprotokoll</p>	<p>Das Experimentieren am Modell wird in einer Kleingruppe durch Arbeitsteilung erleichtert.</p> <p>Durch die Bearbeitung des ABs bereiten die SuS das Experiment systematisch im Sinne der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise vor. Zuvor werden sie dafür mit der für das Verständnis des Experiments notwendigen Theorie (Wasserstandsganglinien) vertraut gemacht.</p>	<p>AB 3 A & B</p>

<p>Durchführung der verschiedenen Modellexperimente: Jede Gruppe tritt nacheinander nach vorne und stellt ihren Einflussfaktor und den von ihnen angedachten Experimentaufbau vor. Letzterer wird im Plenum diskutiert. Danach erfolgt die Durchführung des Experimentes durch jede Gruppe arbeitsteilig in den Rollen ‚RegenmacherIn‘, ‚FlussableserIn‘, ‚ZeitnehmerIn‘, ‚DatenerfasserIn‘.</p> <ul style="list-style-type: none"> - EX 1: Zeichnen eines Wasserstandsgangliniendiagramms mit a) Feuchtgebieteinsatz und b) Parkplatzeinsatz - EX 2: Zeichnen eines Wasserstandsgangliniendiagramms mit a) einem leicht feuchten und b) einem durchtränkten Feuchtgebieteinsatz - EX 3: Zeichnen eines Wasserstandsgangliniendiagramms mit a) geringer Neigung des Modells, b) hoher Neigung des Modells - EX 4: Zeichnen eines Wasserstandsgangliniendiagramms mit a) dem Regeneinsatz geringerer Intensität, b) dem Regeneinsatz höherer Intensität <p>Die SuS vervollständigen AB 3 bis einschließlich Schritt 7 „Die Erklärung der Ergebnisse“ (inkl. Anfertigung des Wasserstandsgangliniendiagramms = Modell 4).</p> <p>Aushändigen von AB 4 (graphisches Wirkungsdiagramm mit allen Ursachen = Modell 5), das von den SuS zur Interpretation der Ergebnisse herangezogen wird.</p> <p>Die SuS finden sich in Vierergruppen mit MitschülerInnen zusammen, die jeweils einen der drei anderen Einflussfaktoren bearbeitet haben. Die SuS stellen sich ihre Ergebnisse in den Gruppen vor und füllen zusammen die Tabelle unter Schritt 8 „Ergänzung der Ergebnisse zu weiteren Einflussfaktoren“ aus.</p> <p>Die SuS bearbeiten die Anschlussaufgabe: Sie ergänzen und korrigieren ggf. ihre Zeichnung des Modells 2.</p>	<p>Die Arbeitsteilung innerhalb der Kleingruppen ermöglicht das vorgesehene <i>Experimentieren</i> am Modell. Ein Kompetenzerwerb hinsichtlich der Modellkompetenzteilkompetenz ‚Zweck von Modellen‘, und ‚Testen von Modellen‘ wird gefördert.</p> <p>Die Beobachtungen und Ergebnisse werden schriftlich fixiert, die Hypothesen überprüft und die Ergebnisse erklärt.</p> <p>Die SuS tragen die Experimentergebnisse aller Einflussfaktoren zusammen.</p> <p>Ein Kompetenzerwerb hinsichtlich der Modellkompetenzteilkompetenz ‚Ändern von Modellen‘ wird gefördert.</p>	<p>Überschwemmungs- modell inkl. Zubehör, Wasser, Stoppuhr oder Handy, AB 3</p> <p>AB 3, AB 4</p> <p>AB 3</p> <p>AB 3, AB 2</p>
--	--	--

<p>Sicherung</p> <p>Plenum: Besprechung von AB 3 und den vorgenommenen Veränderungen an Modell 2.</p> <p>Rückbezug zur Leitfrage und Durchgehen der formulierten Hypothesen, Abheften falsifizierter Hypothesen.</p> <p>Rückbezug zum Einstieg von Stunde 1: Was sind nun Faktoren, die in Unterliederbach zum Hochwasser / zur Überschwemmung geführt haben könnten? mögliche Antworten z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - potenziell starke Versiegelung wirkt begünstigend - weil es nicht geregnet hat: ggf. Damm-/Deichbruch - es hat vielleicht nicht in Unterliederbach, aber weiter flussaufwärts im Einzugsgebiet geregnet <p>→ „Auflösung“ durch Fortsetzung des Zeitungsartikelausschnitts: es hat flussaufwärts viel geregnet → Betonung der Erkenntnis, dass Hochwasser/Überschwemmungen nicht immer dort auftreten müssen, wo es selbst auch geregnet hat</p>	<p>Ein Kompetenzerwerb hinsichtlich der Modellkompetenzteilkompetenz ‚Ändern von Modellen‘ wird gefördert.</p> <p>Ein Rückbezug zur Ausgangsfrage des Unterrichtsvorhabens wird geschaffen. Falsche Hypothesen werden auch physisch ‚ausgeräumt‘.</p> <p>Ein Rückbezug zum Einstieg wird geschaffen und der zunächst aufgeworfene, scheinbare Widerspruch aufgeklärt.</p>	<p>AB 3, AB 2</p> <p>ausgehängte Leitfragestellung und Hypothesen</p> <p>Zeitungsartikel-ausschnitt „Eine Überschwemmung ohne Regen“, Fortsetzung des Zeitungsartikel-ausschnittes inkl. Karte (E1b)</p>
<p>Vertiefung</p> <p>Im Plenum wird das gegenständliche Überschwemmungsmodell einer Reflexion unterzogen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was findet ihr gelungen am Modell? - Welche Kritikpunkte habt ihr am Modell? (denkbare Antworten: herstellungsbezogen (Modell sollte größer sein, Modell ist nicht maßstabsgetreu, ...) und gegenstandsbezogen (wenig aussagekräftig zum Einzugsgebiet/Zuflusssystem/zu unterirdischen Abflusswegen,...)) - Welche der eingangs gesammelten, aber noch nicht in den ersten Experimenten bearbeiteten Hypothesen wären mit dem Modell ebenfalls bzw. nicht überprüfbar? <p>Wie könnte eine Überprüfung aussehen? (ebenfalls überprüfbar: z. B. Bodenart: z. B. einmal sandigen und einmal tonigen Boden in den Einsatz geben und Wasserstandsganglinie aufzeichnen – nicht überprüfbar: z. B. Einfluss von Flussbegradigungen: es müsste die Möglichkeit geben, zwischen einem natürlichen/renaturierten und einem begradigten Flussbett zu wechseln)</p>	<p>Ein Kompetenzerwerb hinsichtlich der Modellkompetenzteilkompetenzen ‚Testen von Modellen‘ und ‚Ändern von Modellen‘ wird gefördert.</p>	<p>Überschwemmungsmodell, ausgehängte Hypothesen</p>

EINZELSTUNDE 3: Lernen über Modelle

Unterrichtsgeschehen	Didaktisch-methodischer Kommentar	Materialien
<p>Einstieg</p> <p>Plenum: L präsentiert die Modelle 1 - 5 durch Anheften an der Tafel bzw. Positionierung vor der Tafel (Überschwemmungsmodell). L erläutert, dass es jetzt um Modelle generell geht.</p> <p>Gemeinsam wird pro Modell eine Modellbezeichnung entwickelt: → <i>Modell 1: abstraktes Wirkungsdiagramm</i> → <i>Modell 2: zeichnerisches Modell zur Visualisierung von Hypothesen</i> → <i>Modell 3: gegenständliches Modell</i> → <i>Modell 4: gezeichnetes Diagramm</i> → <i>Modell 5: graphisches Erklärmodell inkl. Lösung</i></p>	<p>Die fünf im vorausgegangenen Verlauf des Unterrichtsvorhabens behandelten Modelle werden den SuS erneut präsent gemacht. Ein Präsentieren der Modelle nebeneinander zusammen mit den Erläuterungen von L begünstigt ein Verständnis der SuS dafür, dass nachfolgend Modelle selbst im Vordergrund stehen und Metareflexionen angestellt werden sollen.</p> <p>Bei den SuS wird ein Verständnis dafür gefördert, dass Modelle sowohl theoretisch als auch gegenständlich sein können.</p>	<p>Modelle 1-5 Tafel, Magnete oder Klebeband</p> <p>Tafel</p>
<p>Erarbeitung</p> <p>SuS entwickeln im Plenum eine gemeinsame Definition von „Modell“ anhand der fünf Beispiele</p> <p>SuS bearbeiten das AB 5, indem sie die gegebene Definition von Modellen auf das Beispiel Überschwemmungsmodell übertragen. SuS lösen den Multiple-Choice-Test über Modelle</p>	<p>Die Arbeit mit Modellen wird auf eine metareflexive Ebene gehoben.</p> <p>Die SuS erarbeiten sich ein ganzheitliches Modellverständnis, das ggf. ihre Schülervorstellungen revidiert (Modelle als bloße Reduktion, nur zur Veranschaulichung). Modellkompetenz wird ganzheitlich gefördert, indem sich die SuS im MC-Test mit all ihren Teilkompetenzen auseinandersetzen („Eigenschaften von Modellen“, „Alternative Modelle“, „Zweck von Modellen“, „Testen von Modellen“, „Ändern von Modellen“).</p>	<p>AB 5, Modelle 1-5</p>
<p>Sicherung</p> <p>Plenum: Besprechung des MC-Tests und Diskussion der richtigen Lösungen anhand der fünf Modelle an der Tafel. Falsche Lösungen verbessern die SuS in ihrem Test, indem sie die richtige Lösung ankreuzen und begleitend schriftlich eine Begründung notieren.</p>	<p>Die Besprechung und Diskussion des ABs fördert die Modellkompetenz ganzheitlich. Die korrekten Lösungen werden fixiert.</p>	<p>AB 5, Modelle 1-5</p>

EINZELSTUNDE 4: Folgen von Überschwemmungen

Unterrichtsgeschehen	Didaktisch-methodischer Kommentar	Materialien
<p>Einstieg Zeigen von Fotos aus Unterliederbach, auf denen Folgen der Überschwemmung deutlich werden, durch L als stummer Impuls im Plenum.</p> <p>Entwickeln der Leitfragestellung: „Was sind Folgen von Überschwemmungen?“</p> <p>SuS nennen Folgen von Überschwemmungen, die an der Tafel gesammelt werden.</p>	<p>Der Einstieg knüpft an die Lebenswelt der SuS an und schafft durch das Anknüpfen an den Einstieg von Stunde 1 einen Rahmen.</p> <p>Die SuS setzen sich mit der Leitfragestellung auseinander und aktivieren ihr Vorwissen.</p>	<p>Fotos aus Unterliederbach (E2)</p> <p>Tafel</p>
<p>Erarbeitung Aushändigen von AB 6 zur materialgestützten Erarbeitung weiterer Folgen und Bearbeitung in EA (arbeitsteilige Bearbeitung der verschiedenen Materialien).</p>	<p>Durch die Bearbeitung des ABs bauen die SuS ihr (Vor-)Wissen zu den Folgen von Überschwemmungen aus, indem sie aus dem Material eigenständig weitere Folgen erarbeiten.</p>	<p>AB 6</p>
<p>Sicherung Vervollständigen des Tafelbildes mit den auf Grundlage von AB 6 erarbeiteten Folgen; SuS ergänzen ihre Notizen.</p>	<p>Es erfolgt ein schriftliches Fixieren der Antworten auf die eingangs gestellte Leitfrage.</p>	<p>AB 6, Tafel</p>

DOPPELSTUNDE 5: Maßnahmen zum Überschwemmungsschutz

Unterrichtsgeschehen	Didaktisch-methodischer Kommentar (u. a.: Teilkompetenz der Modellkompetenz)	Materialien
<p>Einstieg Projektion eines Dialogs zweier UnterliederbacherInnen, in dem die Fragen nach einer möglichen weiteren Flussverbauung bzw. alternativen Maßnahmen zum Überschwemmungsschutz aufgeworfen werden, durch L als stummer Impuls im Plenum.</p> <p>Entwickeln der Leitfragestellung: „Welche Maßnahmen können getroffen werden, um Überschwemmungen entgegenzuwirken?“</p> <p>Notieren der SuS-Ideen an der Tafel, von L bereits gruppiert nach - Präventionsmaßnahmen mit dem Ziel einer Erhöhung der Fluss-Abflusskapazität - Präventionsmaßnahmen mit dem Ziel des Zurückhaltens von Wasser und Adaptionsmaßnahmen (s. Tabelle AB 8). SuS erläutern die von L wortlos vorgenommenen Gruppierung</p> <p>L informiert, dass nachfolgend die Maßnahmen ‚Deich‘ und ‚Wasserrückhaltebecken‘ genauer betrachtet werden. Notieren der experimentellen Leitfragestellung durch L an der Tafel: „Wie wirken ausgewählte Maßnahmen des Überschwemmungsschutzes (Deich bzw. Wasserrückhaltebecken)?“</p> <p>L: „Wie können wir vorgehen, um die Wirkung dieser beiden Gegenmaßnahmen experimentell zu erforschen?“</p>	<p>Der Einstieg knüpft an die Lebenswelt der SuS an und schafft durch das Anknüpfen an den Einstieg von Stunde 1 und 4 einen Rahmen.</p> <p>Die SuS setzen sich mit der Leitfragestellung auseinander und aktivieren ihr (Vor-)Wissen.</p> <p>L schafft Transparenz. Die anstehenden Experimente werden angelegt (Formulierung der experimentellen Leitfragestellung). Die SuS werden dazu angeregt, mit Blick auf das vorausgegangene Unterrichtsvorhaben die Überlegung anzustellen, das gegenständliche Überschwemmungsmodell durch das Anfügen eines Deichs resp. eines Rückhaltebeckens zu verändern. Ein Kompetenzerwerb hinsichtlich der Teilkompetenzen ‚Zweck von Modellen‘, und ‚Ändern von Modellen‘ wird gefördert.</p>	<p>Dialog (E3)</p> <p>Tafel</p> <p>Tafel</p> <p>Tafel</p>
<p>Erarbeitung Bearbeitung von AB 7 (Modellversuchsprotokoll) in Gruppen bis Schritt 3 „Die Planung der Experimente“. Schritt 4 „Die Durchführung“ soll bereits gelesen werden.</p>	<p>Durch die Bearbeitung des ABs bereiten die SuS die nachfolgend durchzuführenden Experimente systematisch im Sinne der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise vor.</p>	<p>AB 7</p>

<p>Plenum: Vornehmen der jeweiligen Veränderung am Modell und Durchführung der zwei Modellversuche durch zwei der vorherigen Experimentiergruppen. Die beobachtenden SuS haben ebenso die Rolle „DatenerfasserInnen“ inne, d. h. notieren die von dem/der FlussableserIn genannten Werte parallel mit.</p> <p>Die SuS vervollständigen AB 7. Um die Hypothesen prüfen zu können, d. h. die Situation der beiden Überschwemmungsschutzmaßnahmen mit der Situation ohne Maßnahmen vergleichen zu können, projiziert L die abgelesenen Werte zum Experiment ‚Parkplatzeinsatz‘ aus Experimentierphase 1 an. Zudem erfolgt die Aushändigung von AB 8, das von den SuS zur Erklärung der Ergebnisse herangezogen wird.</p> <p>Bearbeitung von AB 8.</p>	<p>Das Experimentieren am Modell wird in einer Kleingruppe durch Arbeitsteilung erleichtert. Ein Kompetenzerwerb hinsichtlich der Modellkompetenzteilkompetenzen ‚Ändern von Modellen‘ und ‚Testen von Modellen‘ wird gefördert.</p> <p>Die Beobachtungen und Ergebnisse werden schriftlich fixiert, die Hypothesen überprüft und die Ergebnisse erklärt.</p> <p>Die SuS notieren weitere Überschwemmungsschutzmaßnahmen, die sie nach Präventions- bzw. Adaptionsmaßnahmen sortieren.</p>	<p>Überschwemmungsmodell inkl. Zubehör, darunter Parkplatzeinsatz und Wasserrückhaltebeckeneinsatz, Knete, Wasser, Stoppuhr oder Handy, AB 7</p> <p>AB 7, SuS-Ergebnisse zum Experiment ‚Parkplatzeinsatz‘, AB 8</p> <p>AB 8</p>
<p>Sicherung Besprechung von AB 7 im Plenum.</p> <p>Vervollständigung des Tafelbildes im Zuge der Besprechung von AB 8 (Anlegen der Tabelle, Eintragung der SuS-Ideen), SuS ergänzen ihre Notizen.</p> <p>Anfertigung eines zusammenfassenden Wirkungsgefüges durch die SuS in EA (AB 9), indem das Wirkungsgefüge von AB 4 durch Folgen und Maßnahmen ergänzt wird.</p>	<p>Lösungen werden verglichen und die SuS können ggf. Ergänzungen / Veränderungen an ihren eigenen Lösungen vornehmen.</p> <p>Die Lösungen zur Beantwortung der Leitfragestellung werden zusammengetragen.</p> <p>Alle Erkenntnisse des vorausgegangenen Unterrichtsvorhabens werden über das charakteristische problemorientierte Schema (Problem – Ursachen – Folgen – Gegenmaßnahmen) übersichtlich zusammengetragen und festgehalten.</p>	<p>AB 7</p> <p>AB 8</p> <p>AB 9</p>

EINSTIEG 1

E1a) Einstieg zur Leitfrage „Wie entstehen Überschwemmungen?“ / „Welche Faktoren beeinflussen die Entstehung von Überschwemmungen“

Eine Überschwemmung ohne Regen

UNTERLIEDERBACH - Feuerwehr im Großeinsatz

Schreck in der frühen Abendstunde für viele Unterliederbacher: Binnen weniger Minuten mussten sie gestern dabei zusehen, wie ihr Stadtteil förmlich absoff. Straßen und Parks waren teils vollständig überflutet, Keller liefen voll - dabei fiel kaum ein Regentropfen vom Himmel.

Höchster Kreisblatt | 15. August 2020, gekürzt

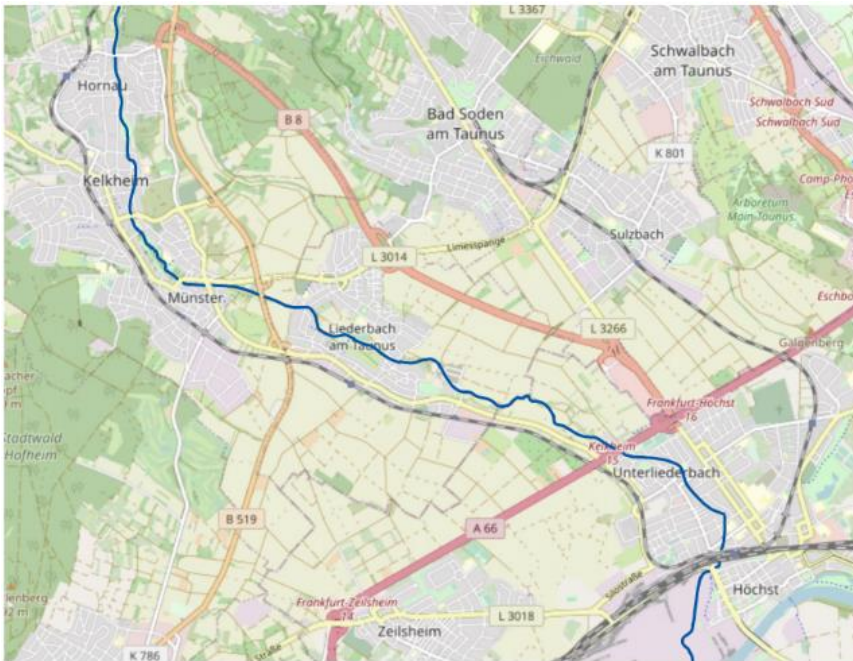
E1b) Fortsetzung / „Auflösung“:

Eine Überschwemmung ohne Regen

UNTERLIEDERBACH - Feuerwehr im Großeinsatz

Schreck in der frühen Abendstunde für viele Unterliederbacher: Binnen weniger Minuten mussten sie gestern dabei zusehen, wie ihr Stadtteil förmlich absoff. Straßen und Parks waren teils vollständig überflutet, Keller liefen voll - dabei fiel kaum ein Regentropfen vom Himmel. **Der Grund** war eine Kettenreaktion, die den Stadtteil zuletzt vor etwa fünf Jahren heimgesucht hatte: Wolkenbruchartige Regenfälle in Bad Soden und Kelkheim ließen den Liederbach volllaufen, verwandelten ihn vom Rinnsal in eine braune Brühe, die mit Gewalt immer weiter Richtung Unterliederbach drückte.

Höchster Kreisblatt | 15. August 2020, gekürzt



Karte 1: Lage Unterliederbach (OpenStreetMap-Mitwirkende o. J., bearbeitet)

EINSTIEG 2

E2) Einstieg zur Leitfrage „Was sind die Folgen von Überschwemmungen?“

Fotos aus Unterliederbach:



(Reuss / Gonther 2020)



(Reuss / Gonther 2020)

Weitere Fotos unter:

<https://www.ff-unterliederbach.de/index.php/berichte/11-einsatzabteilung/227-eine-ueberschwemmung-ohne-regen>

EINSTIEG 3

E3) Einstieg zur Leitfrage „Welche Maßnahmen können getroffen werden, um Überschwemmungen entgegenzuwirken?“

Wir wären besser geschützt, wenn wir bei uns in Unterliederbach die Ufer des Liederbaches noch weiter erhöhen oder baulich befestigen würden!



Meine Tante in Frankfurt-Höchst wird sich bedanken, wenn wir den Liederbach weiter verbauen! Es muss eine andere Lösung geben.

(Hassan 2018, bearbeitet)

Aufgabe 1: Erstelle auf Grundlage der Informationen in M1 ein Wirkungsgefüge zum System Fluss.

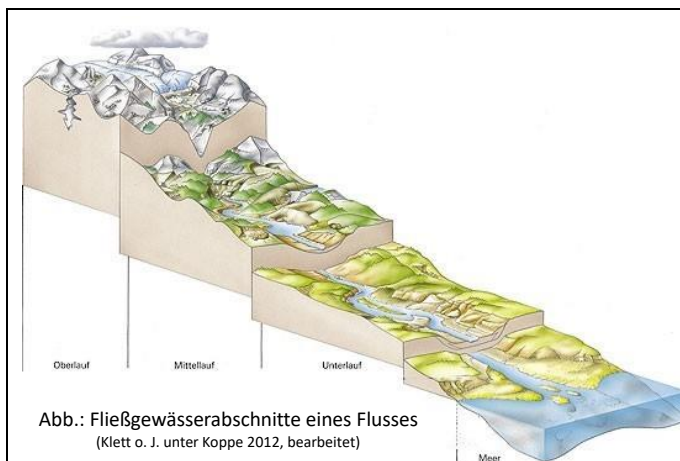


Abb.: Fließgewässerabschnitte eines Flusses
(Klett o. J. unter Koppe 2012, bearbeitet)

Flüsse lassen sich mit dem Ober-, Mittel- und Unterlauf in verschiedene **Fließgewässerabschnitte** bzw. **topographische Zonen** unterteilen. Der **Oberlauf** liegt häufig im Gebirge; hier entspringt der Fluss aus einer Quelle. Im **Mittellauf** nimmt das Gefälle ab. Der Fluss fließt hier natürlicherweise oft **verwildert**, d. h. in mehreren Fließrinnen, oder er **mäandriert** als Folge von Erosion und Ablagerung, d. h. fließt in einer Abfolge aufeinanderfolgender Flussschlingen. Im **Unterlauf** fließt der Fluss in sanften Tälern, ehe er ins Meer oder in einen Endsee mündet. Flüsse überbrücken von Quelle bis Mündung somit einen, zum Teil beträchtlichen, Höhenunterschied.

Flüsse haben ein **Einzugsgebiet**, unter dem das Gebiet verstanden wird, in dem alles Wasser dem jeweiligen Fluss zufließt. Die Elbe hat bspw. ein Einzugsgebiet von mehr als 148.000 km² (= 20 Millionen Fußballfelder). Die Grenzlinien zwischen benachbarten Einzugsgebieten bezeichnet man als **Wasserscheiden**. Die Ausbildung von Einzugsgebieten bzw. Wasserscheiden wird durch die jeweiligen topographischen und geologischen Verhältnisse vor Ort bestimmt, d. h. bspw. vom Relief und dem vorherrschenden Gestein.

Fällt **Niederschlag** im Einzugsgebiet, fließt dieser ober- oder unterirdisch ab, wobei Anteile des Wassers an der Bodenoberfläche, im Boden selbst, an Pflanzenoberflächen, in stehenden Gewässern oder in Schnee, Eis und Gletschern **gespeichert** werden und z. T. durch **Verdunstung** wieder in die Atmosphäre gelangen. Beim **oberirdischen Abfluss** unterscheidet man **Abfluss über Landflächen (Landoberflächenabfluss)** und **linienhaften Abfluss** in Wasserläufen. Beim **unterirdischen Abfluss** findet zum einen ein Abfluss nahe unter der Bodenoberfläche (**Zwischenabfluss**), meist in Schichten über dem Grundwasserspiegel, statt, der i. d. R. nur mit geringer zeitlicher Verzögerung wieder in ein oberirdisches Gewässer fließt. Zum anderen wird unterirdisch durch Versickerung Wasser dem Grundwasser zugeführt und längerfristig gespeichert. Es wird oberirdischen Gewässern nur allmählich zugeführt (**Grundwasserabfluss**), indem es über Quellen oder flächenhaft austritt. Das Wasser des Abflusses sammelt sich letztlich im Gewässernetz aus Bächen und (Neben-)Flüssen und schließlich im Hauptfluss des betrachteten Einzugsgebietes.

In Fließgewässern wird der Abfluss als **Durchfluss** erfasst, d. h. als Wasservolumen pro Zeit, das an einer bestimmten Stelle durchfließt. Er wird häufig in l/s oder m³/s angegeben. Die **Fließgeschwindigkeit** des Flusses ist abhängig von seinem Gefälle und von Strömungswiderständen (z. B. Rauheit des Gewässerbetts oder potenzielle Hindernisse).

Die Wasserführung von Flüssen unterliegt **enormen Schwankungen**. So könnten **langfristig** Klimaänderungen Einfluss auf den Niederschlag im Einzugsgebiet nehmen. Für **kurzfristige und jahreszeitliche Schwankungen** sind bspw. Niederschlagsverteilung (Maximum im Sommer) und Schneeschmelze (Frühjahr) verantwortlich. Auch Parameter der Landoberfläche (z. B. aktuelle Landnutzung und damit oft verbundene Bodenbedeckung) oder des Untergrundes (Bodeneigenschaften) beeinflussen kurzfristigere, jahreszeitliche Unterschiede.

Schwankungen in der Wasserführung spiegeln sich in der sog. **Durchflussganglinie** eines Flusses wider, die den Durchfluss eines Flusses im zeitlichen Verlauf beschreibt. Die klimatische Situation kann bspw. auch bedingen, dass ein Fluss nur zeitweilig Wasser führt; dies kann z. B. in ariden und semiariden Gebieten der Fall sein, in denen Flüsse in Trockengebieten beginnen und enden (**episodische Wasserführung**).

ARBEITSBLATT 2 | Hochwasser / Überschwemmungen und ihre Entstehung

Als **Hochwasser** wird das erhöhte Wasserführen eines Flusses bezeichnet. Aus hydrologischer Sicht stellt jeder Anstieg des Wasserstandes bzw. jede Erhöhung der jeweiligen Wassermenge des Flusses ein Hochwasser dar. Oft bezieht man sich bei der Einstufung eines Hochwassers jedoch auf einen Referenzwert, z. B. den mittleren jährlichen Wasserstand und spricht erst bei Überschreiten dieses Werts von einem Hochwasser. Mit Hochwasser verbindet sich landläufig eine Gefährdung von Menschen und Gütern durch **Überschwemmungen**. Unter letzteren versteht man die Überflutung von Landflächen mit Wasser durch Ausuferung von Fließgewässern oder Seen, d. h. dem Übertreten von Wasser über die seitliche Begrenzung des Gewässerbetts bei starker Wasserführung.

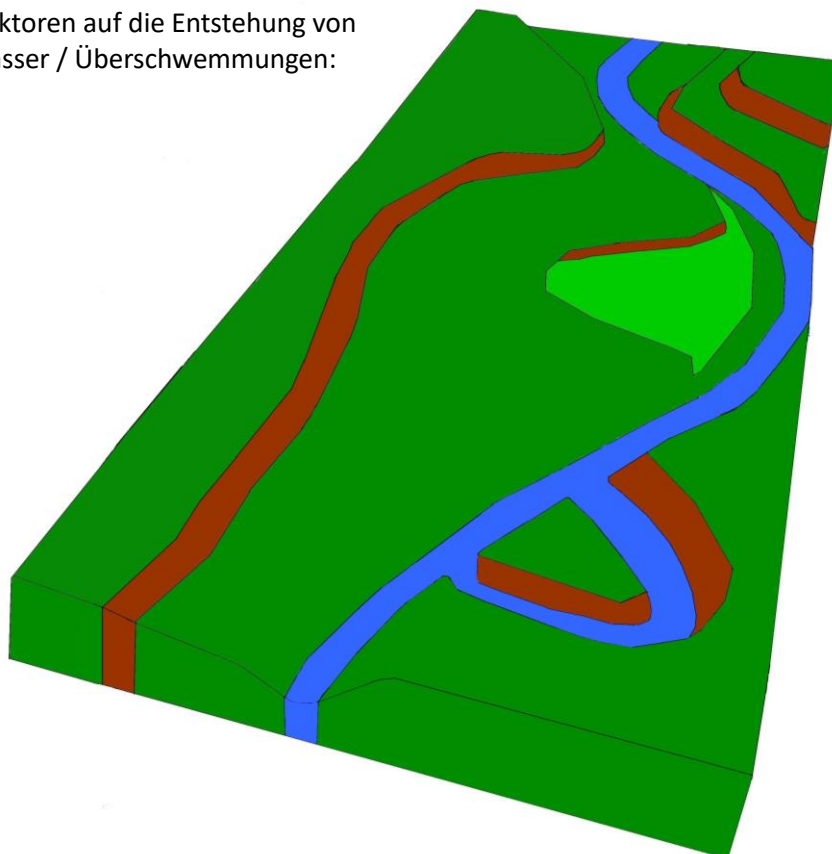
(Quellen: Spektrum Akademischer Verlag 2000g und 2001b/c)

Aufgabe 1: Erläutere, was unter Hochwasser bzw. unter Überschwemmung verstanden wird, indem du beide Begriffe in einem Satz voneinander abgrenzt.

Aufgabe 2:

- Notiere** Vermutungen, welche Faktoren zur Entstehung von Hochwasser bzw. Überschwemmungen beitragen.
- Stelle** deine Vermutungen graphisch **dar**, indem du sie mit Bleistift in das Blockbild **einzeichnest**.

Einflussfaktoren auf die Entstehung von
Hochwasser / Überschwemmungen:



ARBEITSBLATT 3 | TEIL A

Wasserstandsganglinien und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren

An Flüssen kann man Messlatten entdecken, mit denen der Wasserstand abgelesen werden kann. Zeichnet man die Pegelstände fortlaufend auf, bekommt man den zeitlichen Verlauf des Wasserstandes, die **Wasserstandsganglinie**. Abb. 2 enthält eine solche Ganglinie; in ihm wurde der Abfluss eines Flusses bei einem Hochwasserereignis im zeitlichen Verlauf abgetragen. Der **Hochwasserscheitel** wandert entlang von langen Flüssen flussabwärts – ähnlich wie eine Welle, sodass man auch von einer **Hochwasserwelle** spricht. Das Zusammenfließen von mehreren Hochwasserwellen der Nebenflüsse im Hauptfluss kann dessen Wellenscheitel erhöhen, wenn ihn die Wellen der Nebenflüsse zeitgleich erreichen. Treffen sie zeitlich versetzt ein, verbreitert sich der Scheitel oder es gibt, bei einem großen Versatz, mehrere Wellenscheitel.

(Quellen: Reinfried / Kienzler 2012a; Reinfried / Kienzler 2012b; Möller / Schütt 2017)



Abbildung 2: Pegellatten an einem Fluss
(Carola68 2020, Zuschnitt)

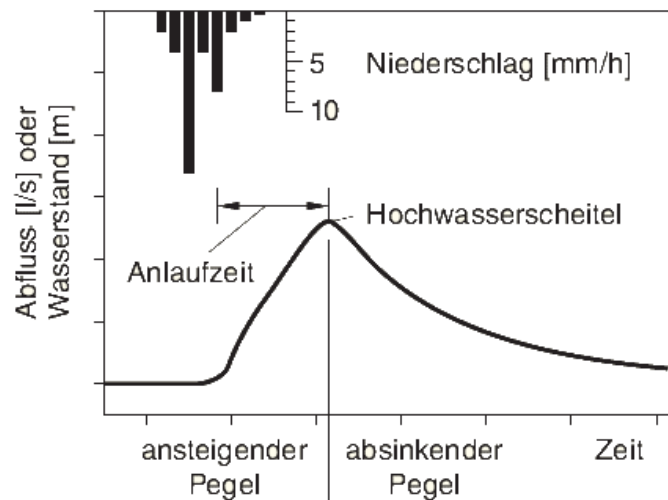


Abbildung 1: Wasserstandsganglinie eines beispielhaften Flusses
im Zuge eines Hochwasserereignisses
(Reinfried / Kienzler 2012a)

Aufgabe 1: Erläutere Abbildung 2 in eigenen Worten.

ARBEITSBLATT 3 | TEIL B

Die Beeinflussung von Wasserstandsganglinien durch verschiedene Faktoren – Experimente am Modell



SCHRITT 1 | DIE FORSCHUNGSFRAGE

SCHRITT 2 | DIE HYPOTHESEN

Aufgabe 1: Notiere den potenziellen Einflussfaktor, mit dem sich deine Gruppe beschäftigen wird, in nachfolgender Tabelle.

Aufgabe 2: Fülle dann die weiteren Zellen in der Tabelle **aus**. Arbeite dafür mit den Symbolen „↑“ (Zunahme) und „↓“ (Abnahme) bzw. mit „früher“ oder „später“.

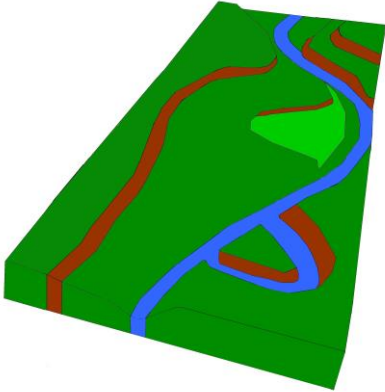
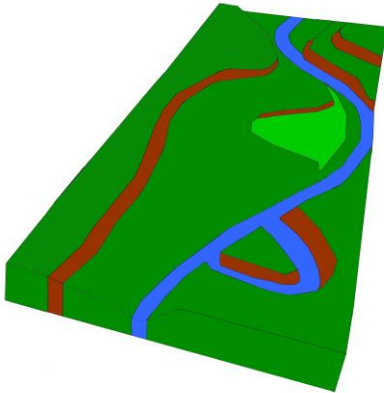
Einflussfaktor:				
Welchen Einfluss hat eine Zunahme des Faktors auf				
den oberirdischen Abfluss?	die natürliche Versickerung (Infiltration)?	die Abflussmenge am Hochwasserscheitel?	den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels?	die Menge des Gesamtabflusses über den Fluss in einem bestimmten Zeitintervall?
[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[früher / später?]	[↑ / ↓?]
(H1)	(H2)	(H3)	(H4)	(H5)

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

SCHRITT 3 | DIE PLANUNG DES EXPERIMENTS

Aufgabe 3: Beschreibe den Experimentaufbau zur Prüfung der Hypothesen eurer Gruppe in Worten.

Aufgabe 4: Beschreibe, welche Veränderung zwischen dem Experiment im ersten und dem Experiment im zweiten Durchgang vorgenommen wird. Veranschauliche dies graphisch, indem du den Experimentaufbau im ersten und im zweiten Durchgang **zeichnerisch vervollständigst** und **beschriftest**.

Veränderung zwischen dem Experiment im ersten und dem Experiment im zweiten Durchgang:	
Beschriftete Zeichnung des Aufbaus des Experiments im ersten Durchgang:	Beschriftete Zeichnung des Aufbaus des Experiments im zweiten Durchgang:
	

Aufgabe 5: Nenne die für das Experiment benötigten Materialien.

SCHRITT 4 | DIE DURCHFÜHRUNG

1. Baut das Experiment wie in Schritt 3 beschrieben auf.
2. Verteilt in der Gruppe eure Aufgaben: Ein Gruppenmitglied ist während des Experimentierens für das Hineingießen des Wassers verantwortlich („RegenmacherIn“), eins für das Stoppen der Zeit („ZeitnehmerIn“), eins für das Ablesen der Wasserstände („FlussableserIn“) und eins für das Notieren der Wasserstände („DatenerfasserIn“).
3. Der/Die RegenmacherIn füllt mit dem Messbecher aus dem Wasserhahn 2,5 l Wasser ab.
4. Die Gruppenmitglieder begeben sich auf ihre Positionen und machen sich startbereit: Der/Die RegenmacherIn begibt sich an das Kopfende des Modells; der/die ZeitnehmerIn nimmt sich sein/ihr Handy mit Stoppuhr zur Hand, der/die FlussableserIn begibt sich an Position, um den Pegelstandsticker ablesen zu können und der/die DatenerfasserIn nimmt sich die Ergebnistabelle zur Hand.
5. Für den Zeitwert 0 wird der Ausgangspegelstand von 3 m eingetragen.
6. Das Experiment wird durchgeführt: Das Wasser wird durch den/die RegenmacherIn in das Modell hineingegeben. Der/Die ZeitnehmerIn gibt jede 5 s ein akustisches Signal, zu dem der/die FlussableserIn direkt den aktuellen Pegelstand abliest. Er/Sie äußert ihn laut, sodass er von dem/der DatenerfasserIn aufgeschrieben werden kann. Die Messwerte werden 3 min lang aufgezeichnet. **Wichtig:** Beim Experimentieren sollte darauf geachtet werden, dass das Wasser in einem zügigen und zwischen den Experimenten möglichst gleichmäßigen Tempo in das Modell gegeben wird. Eine Faustregel könnte z. B. sein, dass der Messbecher innerhalb von ca. 20 s geleert werden sollte.
7. Nach dem Experiment (d. h. nachdem der Fluss zu fließen aufgehört hat) wird der im Eimer aufgefangene Abfluss zurück in den Messbecher geschüttet. Es wird abgelesen und notiert, wie viel Wasser das Modell wieder verlassen hat.
8. Das Experiment wird entsprechend dem zweiten Experimentaufbau umgebaut und erneut durchgeführt.

(nach: WARD'S Natural Science 2009, Reinfried / Kienzler 2012b)

SCHRITT 5 | BEOBACHTUNGEN UND ERGEBNISSE

Durchgang I des Experiments:

Charakteristische Variable des Durchgangs I:

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	
0:05	
0:10	
0:15	
0:20	
0:25	
0:30	
0:35	
0:40	
0:45	
0:50	
0:55	
1:00	
1:05	
1:10	
1:15	
1:20	
1:25	
1:30	
1:35	
1:40	
1:45	
1:50	
1:55	
2:00	
2:05	
2:10	
2:15	
2:20	
2:25	
2:30	
2:35	
2:40	
2:45	
2:50	
2:55	
3:00	

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: _____

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: _____

Pegelstand am Hochwasserscheitel: _____

Dauer der Anlaufzeit: _____

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser):

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser):

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: _____

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: _____ %

Wasserstandsgangliniendiagramm:



Weitere Beobachtungen:

Durchgang II des Experiments:

Charakteristische Variable des Durchgangs II:

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	
0:05	
0:10	
0:15	
0:20	
0:25	
0:30	
0:35	
0:40	
0:45	
0:50	
0:55	
1:00	
1:05	
1:10	
1:15	
1:20	
1:25	
1:30	
1:35	
1:40	
1:45	
1:50	
1:55	
2:00	
2:05	
2:10	
2:15	
2:20	
2:25	
2:30	
2:35	
2:40	
2:45	
2:50	
2:55	
3:00	

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: _____

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: _____

Pegelstand am Hochwasserscheitel: _____

Dauer der Anlaufzeit: _____

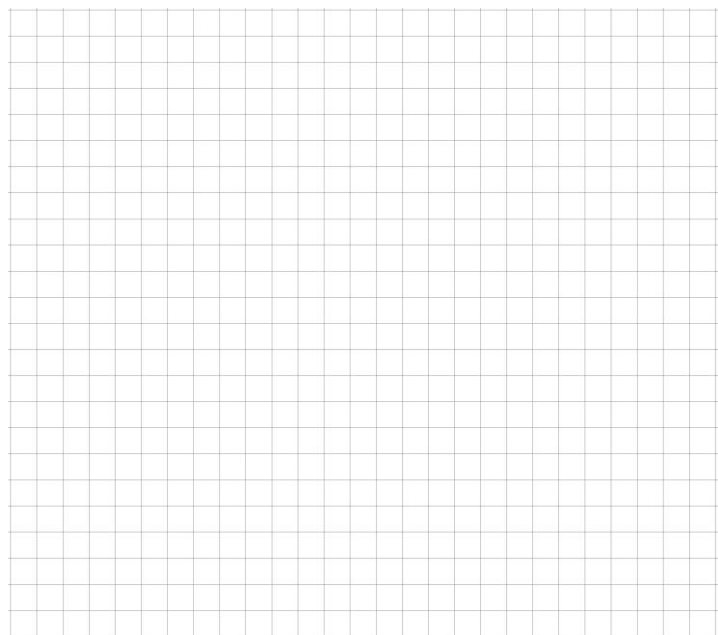
Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser):

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser):

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: _____

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: _____ %

Wasserstandsgangliniendiagramm:



Weitere Beobachtungen:

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

SCHRITT 6 | DIE ÜBERPRÜFUNG DER HYPOTHESEN

Aufgabe 6: Notiere in der Tabelle, ob die Ausgangshypothesen bestätigt oder widerlegt werden können.

Hypothesennummer + Kurzbeschreibung	Bestätigt?	Widerlegt? + Korrektur
H1:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H2:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H3:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H4:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H5:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SCHRITT 7 | DIE ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE

Aufgabe 7: Erkläre die Ergebnisse eures Experiments in einer der Zeilen der Tabelle unter Schritt 8, indem du

- begründest**, ob der von euch untersuchte Faktor grundsätzlich ein „Treiber“ von Überschwemmungen / Hochwasser ist,
- inhaltlich **erläuterst**, warum euer Faktor so wirkt, wie in Schritt 6 notiert,
- die Bedeutung des Faktors auch unter Zuhilfenahme von AB 4 **einordnest**.

SCHRITT 8 | ERGÄNZUNG DER ERGEBNISSE ZU WEITEREN EINFLUSSFAKTOREN

Aufgabe 8: Notiere die Ergebnisse der Gruppen deiner MitschülerInnen in den übrigen Zeilen der untenstehenden Tabelle.

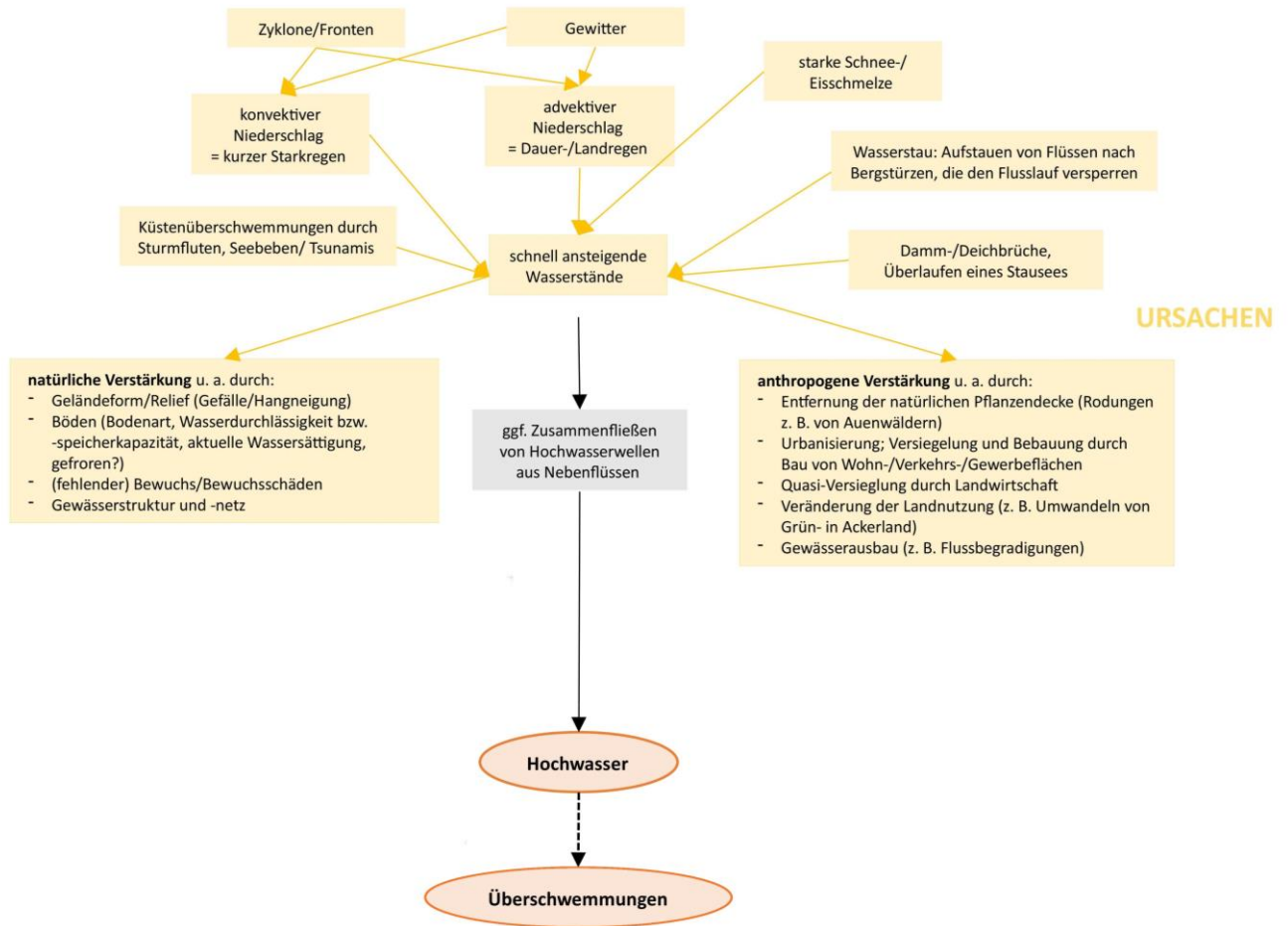
Faktor	Welchen Einfluss hat eine Zunahme des Faktors auf				
	den oberirdischen Abfluss?	die natürliche Versickerung (Infiltration)?	die Abflussmenge am Hochwasserscheitel?	den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels?	die Menge des Gesamtabflusses über den Fluss in einem bestimmten Zeitintervall?
	[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[früher / später?]	[↑ / ↓?]
	Erklärung: a)				

	<p>b)</p> <p>c)</p>				
	<p>Erklärung:</p> <p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p>				
	<p>Erklärung:</p> <p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p>				
	<p>Erklärung:</p> <p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p>				

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Aufgabe 9: Ergänze (und **korrigiere** falls erforderlich) dein Blockbild zu Einflussfaktoren der Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen (AB 2).

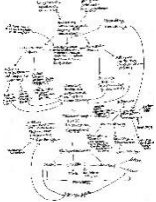


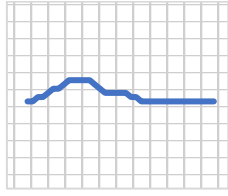
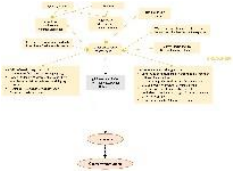
ARBEITSBLATT 4 | Ursachen von Hochwasser / Überschwemmungen



(Quellen: Engelhard / Otto 2015; Geographisches Institut der Universität Zürich 2012/13; Glaser et al. 2010; Möller / Schütt 2017; WARD'S Natural Science 2009; Koppe 2014)

ARBEITSBLATT 5 | Modelle

Aufgabe 1: Benenne in der Tabelle jedes der in der Unterrichtsreihe bisher behandelten Modelle.

Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5
				
Bezeichnung:	Bezeichnung:	Bezeichnung:	Bezeichnung:	Bezeichnung:

Aufgabe 2: Erläutere folgende Aspekte der Definition am Beispiel des Überschwemmungsmodells:

- I. Rekonstruktion (nicht nur Reduktion) durch den/die Modellierende/n
- II. gegenständliches Modell vs. Theoriemodell
- III. Veranschaulichung
- IV. Gewinnung von Erkenntnissen

<p>Ein „Modell“ ist...</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Rekonstruktion (nicht nur Reduktion) der Wirklichkeit durch den/die Modellierende/n - in Form eines reduzierten und idealisierten Objekts (gegenständliches Modell) oder eines gedanklichen Konstrukts (Theoriemodell), die - als Medium zur Veranschaulichung und - als Methode zur Gewinnung von neuen Erkenntnissen eingesetzt werden kann.

Aufgabe 3: Kreuze die richtigen Antworten an (mehrere Lösungen können korrekt sein).

a) Was ist ein Modell?	
<input type="checkbox"/>	Ein Modell ist eine Eine-zu-Eins-Kopie eines Sachverhaltes in der Realität.
<input type="checkbox"/>	Ein Modell ist immer eine gegenständliche Abbildung eines Sachverhaltes.
<input type="checkbox"/>	Ein Modell ist eine Rekonstruktion und nicht nur eine Reduktion. D. h., der/die ModellentwicklerIn kann für ihn/sie wichtige Dinge hervorheben und andere weglassen.

b) Was sind Eigenschaften eines „guten“ Modells?	
<input type="checkbox"/>	Das Modell ist möglichst fruchtbar für das Denken. D. h., man kann mit dem Modell möglichst gut etwas erklären oder eine Hypothese aufstellen.
<input type="checkbox"/>	Das Modell darf den Sachverhalt nicht vereinfachen.
<input type="checkbox"/>	Das Modell sollte gestalterisch besonders ästhetisch sein, indem z. B. eine ansprechende Schriftart und besonders gut harmonisierende Farben verwendet werden.

c) Was ist der Zweck von Modellen?	
<input type="checkbox"/>	Modelle können dazu dienen, Ideen zu überprüfen.
<input type="checkbox"/>	Modelle können dazu dienen, Sachverhalte zu beschreiben.
<input type="checkbox"/>	Modelle können dazu dienen, Zusammenhänge zu erklären.

d) Warum gibt es alternative Modelle?	
<input type="checkbox"/>	Es gibt alternative Modelle, weil unterschiedliche Modelle verschiedene Annahmen (Hypothesen) von ForscherInnen verdeutlichen können.
<input type="checkbox"/>	Es gibt alternative Modelle, weil einzelne Modelle unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte setzen.
<input type="checkbox"/>	Es gibt alternative Modelle, weil jede/r Forscher/in sein/ihr eigenes Modell entwickeln möchte.

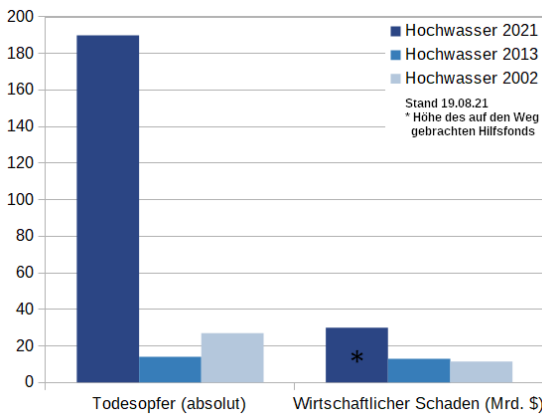
e) Wie testet man Modelle?	
<input type="checkbox"/>	Man überprüft, ob das Modell solide gebaut ist.
<input type="checkbox"/>	Man überprüft, ob die dem Modell zugrunde liegende Hypothese korrekt ist.
<input type="checkbox"/>	Man überprüft, ob das Modell in den wesentlichen Eigenschaften mit dem Sachverhalt übereinstimmt.

f) Wann sollte man ein Modell verändern?	
<input type="checkbox"/>	Ein Modell sollte verändert werden, wenn sich der Sachverhalt verändert.
<input type="checkbox"/>	Ein Modell sollte verändert werden, wenn ForscherInnen neue Erkenntnisse über den Sachverhalt herausfinden.
<input type="checkbox"/>	Modelle sollten nicht verändert werden, da die ModellentwicklerInnen bei jedem Modell gute Gründe hatten, es so zu gestalten.

ARBEITSBLATT 6 | Folgen von Überschwemmungen

Aufgabe 1: Fülle die Tabelle aus, indem du stichpunktartig ökologische, ökonomische, soziale und politische Folgen von Überschwemmungen **nennst** (M1-M6).

Ökologische Folgen	Ökonomische Folgen	Soziale Folgen	Politische Folgen



M1: Hochwasserfolgen 2021, 2013, 2002 in Deutschland (eigene Darstellung nach dpa 2021, ESKP o. J., dts 2013)



M2: Elbhochwasser in Meißen (Kaef 2013)



M3: Der Markusplatz in Venedig – im Nichthochwasser- und Hochwasserfall (webandi 2018; Choucair 2019, zugeschnitten)

Hochwasser-Bilanz 2013

Wie schlimm war die Flut wirklich?

Seit 500 Jahren waren die Pegel von der Donau bis zur Elbe nicht mehr so hoch wie bei der Flut 2013. 14 Menschen kamen ums Leben, 128 wurden verletzt. In der Bilanz des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe heißt es, dass während des Hochwassers knapp 81.000 Menschen in acht Bundesländern evakuiert worden seien. Focus zufolge lösten 56 Landkreise Katastrophenalarm aus. Neben 82.000 Feuerwehrleuten waren 20.000 BundeswehrsoldatInnen, 16.000 Kräfte des Technischen Hilfswerks (THW) und 13.000 BundespolizistInnen im Einsatz. Hilfsorganisationen wie Deutsches Rotes Kreuz, Arbeiter-Samariter-Bund, Malteser Hilfsdienst, Johanniter-Unfall-Hilfe und Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft schickten etwa 22.000 HelferInnen in die überschwemmten Gebiete.

Auch die wirtschaftlichen Schäden sind immens und die betroffenen Bundesländer sind dabei, ihre Schadensbilanzen aufzustellen. Die größten Kosten sind durch die Beschädigung von Gebäuden, Hausrat, Kraftfahrzeugen sowie durch Betriebsunterbrechungen entstanden.

Die Flut 2013 im Vergleich zur Flut 2002

Es war ein wenig Glück dabei, dass in den meisten betroffenen Regionen auch die Menschen besser auf die Katastrophe vorbereitet waren als bei der Flut 2002. Die Vorwarnzeiten waren deutlich länger als 2002, als oft weniger als eine Stunde blieb, um die Menschen in Sicherheit zu bringen. Dieses Mal hatten sie zum Teil sogar mehrere Tage, um Wertgegenstände wegzubringen oder zumindest in höhere Stockwerke zu schaffen. Beim Wiederaufbau nach der Flut 2002 sind viele Heizsysteme aus dem Keller auf den Dachboden verlagert worden, so dass zumindest teilweise weniger Öl im Überflutungswasser enthalten ist als vor elf Jahren. Für die BewohnerInnen im bayrischen Deggendorf und im sachsen-anhaltischen Fischbeck sieht die Lage anders aus. Dort sind Deiche gebrochen. Die Schäden werden dort viel größer sein als 2002.

M1: Zeitungsartikel zum Hochwasser 2013 in Deutschland (zusammengestellt aus Gennies et al. 2013 und dts 2013)

Hochwasser und Böden

Böden nach Hochwasser: Vorerst zerstört

Abgesehen von den Schäden in und an Häusern durch das Hochwasser, von Schäden an Straßen und Brücken oder von Ernteaussfällen: Die überfluteten Böden sind vorerst zerstört. Äcker, Felder und Wiesen haben durch Wasserfluten und Schlamm sehr gelitten.

Versiegelung des Bodens durch Schlamm

Nach dem Wasser bleibt der Schlamm. Er liegt auf den Feldern und Wiesen und verstopft den Boden regelrecht. „Wasser kann nicht mehr in den Boden sickern, sondern rinnt oberirdisch ab“, sagt Andreas Klik, Vorstand des Instituts für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft an der Wiener Universität für Bodenkultur: „Das Problem des Schlammes ist, dass er aus sehr feinen Sedimenten besteht, aus sehr feinkörnigem Material. Der Schlamm versiegelt den Boden regelrecht. Es kann wesentlich weniger Wasser in den Boden einsickern.“ Versickert weniger Wasser, bekommen auch die Pflanzen weniger Wasser. Ein anderes Problem des Schlammes: Er trocknet und verkrustet, das Pflügen fällt schwerer, die Pflanzen brauchen mehr Kraft um durch die Kruste zu brechen.

Verdichtung des Bodens

Durch den Schlamm kann der Boden außerdem verdichten: Das Erdreich ist nicht mehr locker, sondern kompakt. Verdichteter Boden hat zu wenig Poren, die das Wasser aufnehmen, halten oder ins Grundwasser leiten können. Den Schlamm abzutragen wäre zu aufwändig. „Es sind einfach zu viele Massen“, sagt Andreas Klik. Ist der Boden verdichtet, könne man den Boden durch „günstigen Pflanzenbau“ (dichtes Wurzelsystem) wieder auflockern, so der Experte.

Aussicht auf Nutzung

Auf den jetzt verschlammten Böden sei durchaus wieder Anbau möglich, sagt der Experte. Sie seien auch keine schlechten Felder, sondern fruchtbar. Denn der Schlamm, das sind jene Erdmassen, die anderswo weggerutscht sind oder die die Wasserfluten an anderer Stelle weggeschwemmt haben. Mit dem Schlamm sind also auch Nährstoffe und Humus angeschwemmt worden. Auf den Flächen, wo die fruchtbare Erdschicht allerdings durch die Fluten abgetragen wurde, seien die Bodenschäden nicht wieder gut zu machen, sagt der Experte. „Dort hingegen, wo diese Erdschichten als Schlamm liegen geblieben sind, werden vermutlich die meisten Böden im nächsten / übernächsten Jahr wieder nutzbar sein“, so Andreas Klik.

M2: Auswirkungen von Hochwasser auf Böden: Ein Expertengespräch (Daser 2010, leicht verändert und gekürzt)

Donnerstag, 19. August	Mittwoch, 18. August	Dienstag, 17. August
<p>12:00 Uhr +++ Bevölkerung soll bei Bestimmung des Hochwasserscheitels mithelfen +++ Das Landesamt für Umwelt bittet die Bevölkerung im Ahrtal und der Westeifel bei der Bestimmung der Hochwasserscheitels in der Katastrophennacht um Unterstützung. Beim Hochwasser vom 14. auf den 15. Juli waren wegen der enormen Flut viele Pegel ausgefallen. Die Höchststände müssten nun nachträglich ermittelt werden, teilte die Behörde mit. Die Menschen in den Überschwemmungsgebieten werden gebeten, die Spuren des Hochwassers an möglichst vielen Gebäuden abzumessen.</p> <p>10:00 Uhr +++ Grundschule Trier-Ehrang kann zum Schulbeginn genutzt werden +++ In der Grundschule in Trier-Ehrang können nach dem Hochwasser zum Schuljahresbeginn wieder Kinder unterrichtet werden. Es gibt zwar Schäden, aber die SchülerInnen benötigten kein Ausweichquartier.</p> <p>7:45 Uhr +++ Bad Neuenahr-Ahrweiler noch lange auf Hilfe angewiesen +++ Der Bürgermeister von Bad Neuenahr-Ahrweiler, Guido Orthen sagte dem SWR: "Wir wünschen uns, dass das THW noch lange hierbleibt. Wir brauchen noch viele helfende Hände und wir brauchen mit Sicherheit auch Hilfe bei der Infrastruktur."</p> <p>4:00 Uhr +++ Großes Interesse an Mitarbeit beim THW +++ Die Flutkatastrophe hat viele Menschen in Rheinland-Pfalz für mehr Hilfsbereitschaft sensibilisiert: Den THW-Landesverband haben nach eigenen Angaben etwa 400 Anfragen von BürgerInnen erreicht, die gerne beim Technischen Hilfswerk mitmachen möchten.</p>	<p>21:15 Uhr +++ Bisher 200.000 Tonnen Sperrmüll aus Flutgebiet entfernt +++ 200.000 Tonnen Sperrmüll sind bisher aus dem Flutgebiet entfernt worden; sonst fallen nur 7.500 Tonnen Sperrmüll im gesamten Kreis im gesamten Jahr an. Hochgerechnet ist also etwa der Sperrmüll eines Vierteljahrhunderts durch die Flut entstanden. Die Kapazitäten im Zwischenlager Niederzissen sind erschöpft.</p> <p>17:45 Uhr +++ 5 Mio. Euro Soforthilfe für Bauern und Winzer durch Spendenaktion +++ Von der Flutkatastrophe betroffene LandwirtInnen können ab jetzt Anträge auf Soforthilfe beim Bauernverband stellen. Das Geld stammt aus einer Spendenaktion.</p> <p>13.30 Uhr +++ Hilfen des Malteser Hilfsdiensts +++ Der Malteser Hilfsdienst plant langfristige Hilfen zur Beratung und Trauma-Aufarbeitung in den Hochwassergebieten.</p> <p>13.15 Uhr +++ Energieversorger: Sich mit Flüssiggas über Winter retten +++ Der Versorger "Energienetze Mittelrhein" hat die Wiederherstellung der Gasversorgung im Ahrtal als "gewaltige Herkulesaufgabe" bezeichnet. Es wird empfohlen, sich mit Flüssiggas über den Winter zu retten. Man kann einen Tank aufstellen und sich versorgen, bis die reguläre Gasversorgung wieder aufgenommen werden kann.</p> <p>11:00 Uhr +++ Kabinett bringt Fluthilfefonds auf den Weg +++ Die Bundesregierung hat den Staatsfonds für die Betroffenen der Hochwasserkatastrophe gebilligt. Insgesamt sollen für den Wiederaufbau rund 30 Mrd. Euro ausgezahlt werden.</p>	<p>15:45 Uhr +++ Mobilfunk im Ahrtal funktioniert wieder +++ Gut einen Monat nach der Flut im Ahrtal funktioniert das Mobilfunknetz wieder wie vor der Katastrophe.</p> <p>13:00 Uhr +++ Kunststoffboxen für die Menschen an der Ahr +++ Die Firma Allit spendet nach eigenen Angaben unter anderem Aufbewahrungsboxen, die im Katastrophengebiet dringend gebraucht werden. Die betroffenen Familien und Unternehmen können darin aus den Fluten und dem Schlamm gerettete Gegenstände verstauen. Die Kisten würden nun von mehr als 30 MitarbeiterInnen produziert, die dafür unentgeltlich in ihrer Freizeit arbeiteten.</p> <p>4:15 Uhr +++ Tierheime immer noch im Dauereinsatz +++ Gut vier Wochen nach der Flutkatastrophe im Landkreis Ahrweiler ist auch die Versorgung verletzter und vermisster Tiere noch nicht abgeschlossen. In den Trümmern gefundene Tiere würden kaum noch abgegeben, aber das Tierheim erreichten immer noch verzweifelte Mails mit Bildern vermisster Haustiere, berichtete der Vorsitzende des Tierheims und Tierschutzvereins Kreis Ahrweiler in Remagen.</p>

M6: Auszüge aus einem Liveticker zu den Hochwassergeschehnissen im Sommer 2021 (SWR 2021, leicht verändert und gekürzt)

Hochwasser in Ostafrika

tagesschau.de: Seit Wochen ist Äthiopien von gewaltigen Hochwassermassen überschwemmt. Wie schlimm ist es?

Matthias Späth (Deutsche Welthungerhilfe / Addis Abeba): In Äthiopien handelt es sich um die schlimmste Flut, die dort jemals registriert wurde. Dort sind bislang mehr als eine Million Menschen betroffen. Über 300.000 mussten wegen der enormen Fluten ihre Dörfer verlassen, weil sie komplett zerstört worden sind. Erntegebiete, die bislang noch nicht von den Heuschrecken vernichtet worden waren, sind jetzt zum großen Teil geflutet. In Ostafrika droht jetzt eine gewaltige Hungersnot. Durch das Hochwasser steigt zudem das Malaria- und Cholerarisiko.

tagesschau.de: Die umliegenden Staaten hat es ebenfalls schwer getroffen. Was wissen Sie darüber?

Späth: Dort sind weite Gebiete entlang des Blauen Nils von der äthiopischen Grenze bis zur Hauptstadt Khartum überflutet. Im Nordsudan sind etwa 750.000 Menschen und im Südsudan noch einmal 650.000 Menschen betroffen. Es hat bereits mehr als 100 Tote gegeben und über 100.000 Häuser wurden zerstört. In diesen beiden Ländern trifft es vor allem Viehzüchter sehr hart. Sie haben viele Tiere verloren.

In den letzten Jahren erleben wir den Trend, dass fast jährlich auf große Dürren hohe Überschwemmungen folgen, sodass sich der Viehbestand nicht erholen kann, die Menschen können sich nicht erholen, die Verluste in der Landwirtschaft können nicht binnen Jahresfrist ausgeglichen werden.

tagesschau.de: Wie viele Menschen werden von den Folgen dieser aufeinanderfolgenden Katastrophen betroffen sein?

Späth: In Äthiopien mit seinen mehr als 100 Millionen Menschen dürften bald bis zu 60 Prozent der Bevölkerung direkt oder indirekt betroffen sein. Auf die zu erwartende Nahrungsmittelknappheit wird die Inflation folgen. Die Preise für Obst, Gemüse und Saatgut steigen jetzt schon wegen der Verknappung drastisch an.

tagesschau.de: Werden die Folgen im Sudan ähnlich schlimm sein?

Späth: Die sudanesische Wirtschaft ist schon seit etlichen Jahren durch internationale Sanktionen geschwächt. Dort herrschen zudem in Darfur und im Südsudan Bürgerkriege, die der Bevölkerung massiv zusetzen. Diese Gesellschaften haben sich nie erholt. Durch die Flutkatastrophe haben wir es mit rund zwei Millionen Binnenvertriebenen zu tun. Die Verknappung von sauberem Wasser und von Weideland wird bestehende Konflikte weiter anheizen und zu noch mehr Vertriebenen führen. Es ist ein sehr unguter Kreislauf politischer und wirtschaftlicher Instabilitäten, der durch die Wetterkapriolen noch beschleunigt wird.

M7: Experteninterview zu den Auswirkungen der Überschwemmungen in Ostafrika 2020 (Baumgarten 2020, gekürzt)

ARBEITSBLATT 7 | Maßnahmen zum Überschwemmungsschutz – Experimente am Modell



SCHRITT 1 | DIE FORSCHUNGSFRAGE

SCHRITT 2 | DIE HYPOTHESEN

Aufgabe 1: Notiere die beiden zu untersuchenden Überschwemmungsschutzmaßnahmen in nachfolgender Tabelle.

Aufgabe 2: Fülle dann die weiteren Zellen in der Tabelle **aus**. Arbeite dafür mit den Symbolen „↑“ (Zunahme) und „↓“ (Abnahme) bzw. mit knappen Stichpunkten (SP).

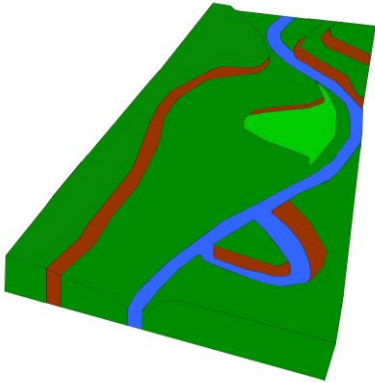
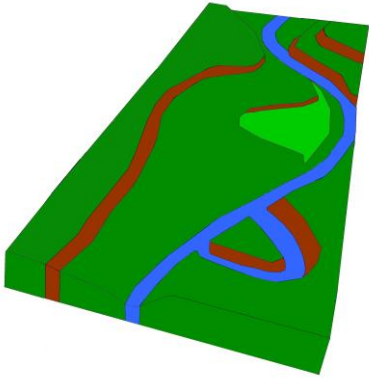
Überschwemmungsschutzmaßnahme	Welchen Einfluss hat die Maßnahme auf				
	die Abflussmenge am Hochwasserscheitel?	den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels?	die Menge des Gesamtabflusses über den Fluss in einem bestimmten Zeitintervall?	den Schutz der Häuser auf der oberen Schwemmebene?	den Schutz der Häuser auf der unteren Schwemmebene?
	[↑ / ↓?]	[früher / später?]	[↑ / ↓?]	[SP]	[SP]
	(H1)	(H2)	(H3)	(H4)	(H5)
	(H6)	(H7)	(H8)	(H9)	(H10)

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

SCHRITT 3 | DIE PLANUNG DER EXPERIMENTE

Aufgabe 3: Fülle nachfolgende Tabelle aus:

- **Beschreibe** den Experimentaufbau zweier Experimente, mit denen du den Einfluss der beiden Überschwemmungsschutzmaßnahmen untersuchen kannst.
- Veranschauliche graphisch, indem du den Experimentaufbau beider Experimente **zeichnerisch vervollständigst** und **beschriftest**.
- **Notiere** die für die jeweiligen Experimente benötigten Materialien.

Experiment zur Prüfung der Hypothesen zur Überschwemmungsschutzmaßnahme „Deich“	Experiment zur Prüfung der Hypothesen zur Überschwemmungsschutzmaßnahme „Wasserrückhaltebecken“
Beschreibung des Experimentaufbaus in Worten:	Beschreibung des Experimentaufbaus in Worten:
Beschriftete Zeichnung des Experimentaufbaus: 	Beschriftete Zeichnung des Experimentaufbaus: 
Auflistung der benötigten Materialien:	Auflistung der benötigten Materialien:

SCHRITT 4 | DIE DURCHFÜHRUNG

1. Baut das Experiment wie in Schritt 3 beschrieben für die Schutzmaßnahme „Deich“ auf.
2. Verteilt in der Gruppe eure Aufgaben: Ein Gruppenmitglied ist während des Experimentierens für das Hineingießen des Wassers verantwortlich („RegenmacherIn“), eins für das Stoppen der Zeit („ZeitnehmerIn“), eins für das Ablesen der Wasserstände („FlussableserIn“) und eins für das Notieren der Wasserstände („DatenerfasserIn“).
3. Der/Die RegenmacherIn füllt mit dem Messbecher aus dem Wasserhahn 2,5 l Wasser ab.
4. Die Gruppenmitglieder begeben sich auf ihre Positionen und machen sich startbereit: Der/Die RegenmacherIn begibt sich an das Kopfende des Modells; der/die ZeitnehmerIn nimmt sich sein/ihr Handy mit Stoppuhr zur Hand, der/die FlussableserIn begibt sich an Position, um den Pegelstandsticker ablesen zu können und der/die DatenerfasserIn nimmt sich die Ergebnistabelle zur Hand.
5. Für den Zeitwert 0 wird der Ausgangspegelstand von 3 m eingetragen.
6. Das Experiment wird durchgeführt: Das Wasser wird durch den/die RegenmacherIn in das Modell hineingegeben. Der/Die ZeitnehmerIn gibt jede 5 s ein akustisches Signal, zu dem der/die FlussableserIn direkt den aktuellen Pegelstand abliest. Er/Sie äußert ihn laut, sodass er von dem/der DatenerfasserIn aufgeschrieben werden kann. Die Messwerte werden 3 min lang aufgezeichnet. **Wichtig:** Beim Experimentieren sollte darauf geachtet werden, dass das Wasser in einem zügigen und zwischen den Experimenten möglichst gleichmäßigen Tempo in das Modell gegeben wird. Eine Faustregel könnte z. B. sein, dass der Messbecher innerhalb von ca. 20 s geleert werden sollte.
7. Nach dem Experiment (d. h. nachdem der Fluss zu fließen aufgehört hat) wird der im Eimer aufgefangene Abfluss zurück in den Messbecher geschüttet. Es wird abgelesen und notiert, wie viel Wasser das Modell wieder verlassen hat.
8. Das Experiment wird entsprechend dem Experimentaufbau für das Experiment „Wasserrückhaltebecken“ umgebaut und die Schritte 3-7 werden erneut durchgeführt.

(nach: WARD'S Natural Science 2009, Reinfried / Kienzler 2012b)

SCHRITT 5 | BEOBACHTUNGEN UND ERGEBNISSE

Experiment „Deich“:

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	
0:05	
0:10	
0:15	
0:20	
0:25	
0:30	
0:35	
0:40	
0:45	
0:50	
0:55	
1:00	
1:05	
1:10	
1:15	
1:20	
1:25	
1:30	
1:35	
1:40	
1:45	
1:50	
1:55	
2:00	
2:05	
2:10	
2:15	
2:20	
2:25	
2:30	
2:35	
2:40	
2:45	
2:50	
2:55	
3:00	

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: _____

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: _____

Pegelstand am Hochwasserscheitel: _____

Dauer der Anlaufzeit: _____

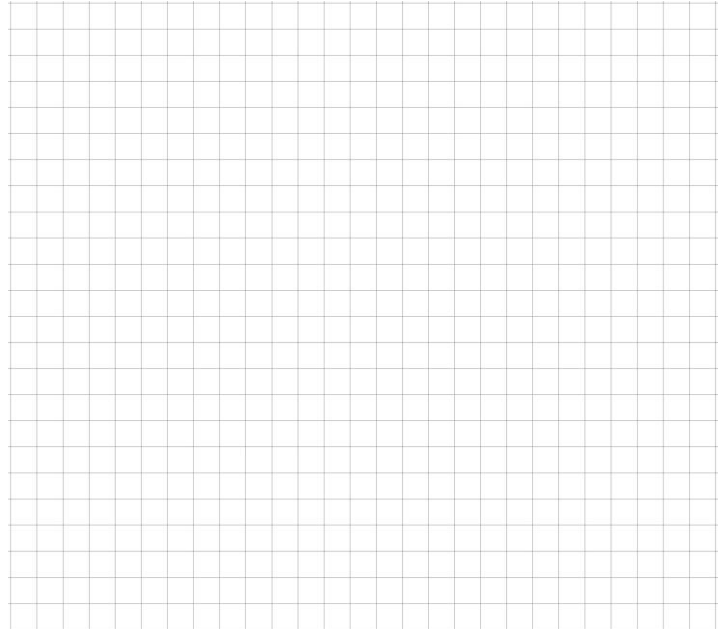
Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser):

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser):

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: _____

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: _____ %

Wasserstandsgangliniendiagramm:



Weitere Beobachtungen:

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Experiment „Wasserrückhaltebecken“:

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	
0:05	
0:10	
0:15	
0:20	
0:25	
0:30	
0:35	
0:40	
0:45	
0:50	
0:55	
1:00	
1:05	
1:10	
1:15	
1:20	
1:25	
1:30	
1:35	
1:40	
1:45	
1:50	
1:55	
2:00	
2:05	
2:10	
2:15	
2:20	
2:25	
2:30	
2:35	
2:40	
2:45	
2:50	
2:55	
3:00	

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: _____

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: _____

Pegelstand am Hochwasserscheitel: _____

Dauer der Anlaufzeit: _____

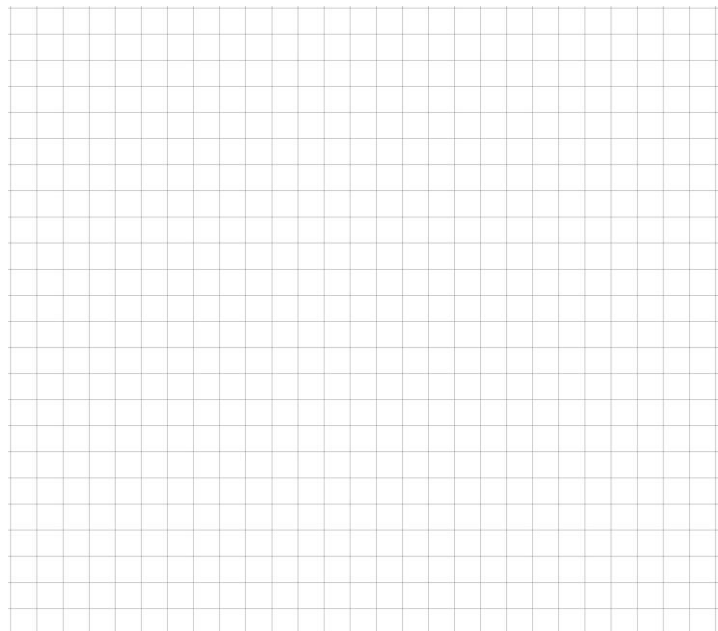
Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser):

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser):

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: _____

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: _____ %

Wasserstandsgangliniendiagramm:



Weitere Beobachtungen:

SCHRITT 6 | DIE ÜBERPRÜFUNG DER HYPOTHESEN

Aufgabe 4: Notiere in der Tabelle, ob die Ausgangshypothesen bestätigt oder widerlegt werden können.

Ziehe dafür die Experimentergebnisse der Situation *ohne Überschwemmungsschutzmaßnahmen* (Experiment mit Parkplatzeinsatz und Regeneinsatz größerer Intensität) aus der ersten Experimentierphase heran.

Hypothesennummer + Kurzbeschreibung	Bestätigt?	Widerlegt? + Korrektur	
H1: Deich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H2: Deich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H3: Deich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H4: Deich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H5: Deich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H6: Rückhaltebecken:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H7: Rückhaltebecken:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H8: Rückhaltebecken:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H9: Rückhaltebecken:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H10: Rückhaltebecken:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

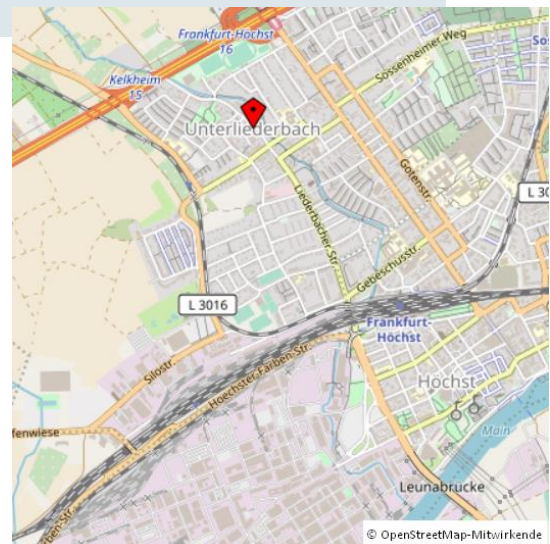
SCHRITT 7 | DIE ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE

Schutzmaßnahme „Deich“

Aufgabe 5: Erkläre die Ergebnisse des Experiments, indem du

- inhaltlich **erläuterst**, warum Deiche so wirken, wie in Schritt 6 notiert.
- erörterst**, inwieweit Deiche eine gelungene Überschwemmungsschutzmaßnahme sind. Gehe dabei auch darauf ein, warum zusätzliche Deiche (bzw. eine umfassendere Flussbebauung allgemein) für die Tante der Unterliederbacherin in Frankfurt-Höchst (s. Karte 1) ggf. problematisch sind.

Ziehe auch M1 / AB 8 heran.



Karte 1: Unterliederbach
(OpenStreetMap-Mitwirkende o. J.)

Schutzmaßnahme „Wasserrückhaltebecken“

Aufgabe 6: Erkläre die Ergebnisse des Experiments, indem du

- a) inhaltlich **erläuterst**, warum Wasserrückhaltebecken so wirken, wie in Schritt 6 notiert.
- b) **erörterst**, inwieweit Wasserrückhaltebecken eine gelungene Überschwemmungsschutzmaßnahme sind.

Ziehe auch M2 / AB 8 heran.

Aufgabe 7: Bearbeite Arbeitsblatt 8.

ARBEITSBLATT 8 | Maßnahmen zum Überschwemmungsschutz

Aufgabe 1: Lies zunächst M1 und M2. Nutze die Informationen zur Interpretation der Experimentergebnisse in Schritt 7 von AB 7.

Aufgabe 2: Ordne die Maßnahmen „Flussdeich“ und „Rückhaltebecken“ in untenstehende Tabelle ein. Ordne ebenfalls die an der Tafel gesammelten Maßnahmen sowie weitere eigene Ideen ein.



(Crestani 2015)

Flussdeiche, i. d. R. aus Erde aufgeschüttet und z. T. zusätzlich befestigt (s. Foto), dienen dazu, das Hinterland vor Überflutung zu schützen – seien es landwirtschaftliche oder bebaute Flächen, Personen, Gebäude oder Infrastrukturen. Deiche haben schon eine sehr lange Tradition; sie wurden bereits vor 3.000 Jahren von den alten Ägyptern angelegt. Wenn sie stabil und ausreichend hoch konstruiert sind, stellen sie einen zuverlässigen Schutz des Hinterlandes dar. Problematisch ist jedoch, dass Flussdeiche bei Hochwasserereignissen nur einen örtlichen Schutz darstellen, die eigentliche Überschwemmungsgefahr aber flussabwärts verlagert wird: Durch die Flussverbauung wird verhindert, dass sich das Wasser über die früheren Überschwemmungsgebiete (z. B. Auwälder, Grünland) ausbreiten und dort gespeichert werden kann. Die Hochwasserwelle wird so flussabwärts gelenkt und potenziell durch weitere Zuflüsse verstärkt; die Fließgeschwindigkeit des Flusses erhöht sich stark. Eine Entlastung findet dann dort statt, wo der Fluss den Raum hat, um über seine Ufer zu treten bzw. sich diesen Raum durch ein Durchbrechen von Schutzmauern und Deichen schafft.

(Quellen: WARD'S Natural Science 2009, Ernst Klett Verlag GmbH 2010)

M1: Flussdeiche



(ProfessorX o. J.)

Bei **Rückhaltebecken** handelt es sich um künstlich angelegte Becken, in denen Niederschlagswasser aufgefangen und für bestimmte Zeit gespeichert wird, um den Abfluss der Oberflächengewässer zu regeln. Die Abflussrate wird auf diese Weise gesenkt, um z. B. bei Starkregen oder Schneeschmelze Überschwemmungen flussabwärts vorzubeugen. In Trockenperioden wird gestautes Wasser abgegeben, um den Abfluss in Bächen und (Neben-)Flüssen zu erhöhen. Rückhaltebecken wurden am Rande von Städten bzw. in Agglomerationsräumen erforderlich, weil die Bodenversiegelung dort ein Versickern von Niederschlagswasser verhindert und das Kanalisationssystem nicht ausreicht, um Spitzenwassermengen abzuführen. Im Unterschied zu z. B. Talsperren haben Rückhaltebecken einen Durchlass, der unregelmäßig und mehr oder weniger dauerhaft offen ist.

(Quellen: WARD'S Natural Science 2009, Leser 2011)

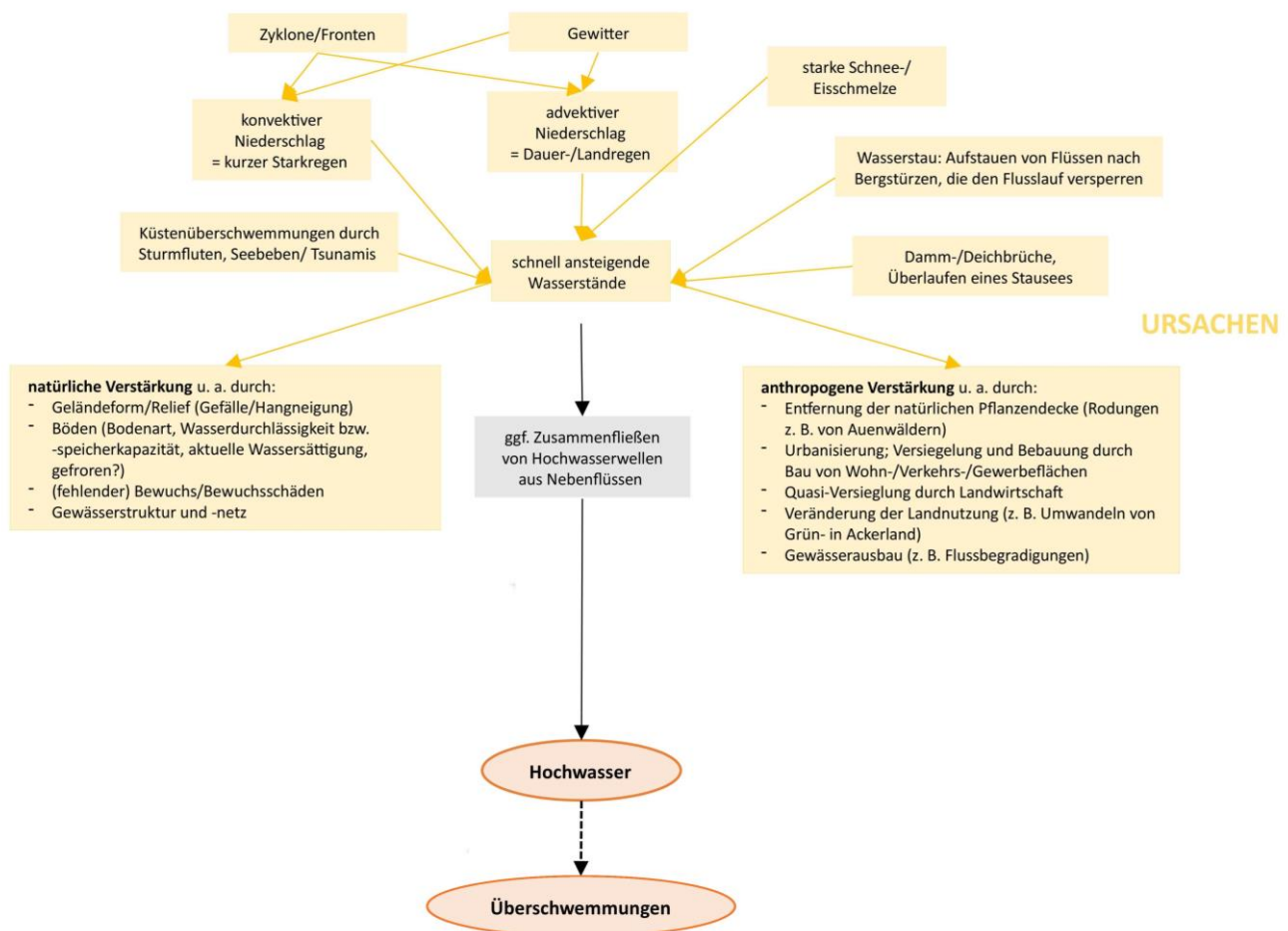
M2: Rückhaltebecken

Präventionsmaßnahmen mit dem Ziel: Erhöhung der Abflusskapazität des Flusses	Präventionsmaßnahmen mit dem Ziel: Zurückhalten von Wasser, gleichmäßiger Abfluss	Adaptionsmaßnahmen mit dem Ziel: Verbesserter Umgang mit den Folgen von Hochwasser
Problem dieser Maßnahmen:		

ARBEITSBLATT 9 | Das Phänomen Hochwasser / Überschwemmungen im Wirkungsgefüge



Aufgabe 1: Erweitere das Wirkungsgefüge von AB 4 (s. u.) zu einem Gesamtwirkungsgefüge zum Thema Hochwasser / Überschwemmungen, indem du Folgen und Maßnahmen **ergänzt**.



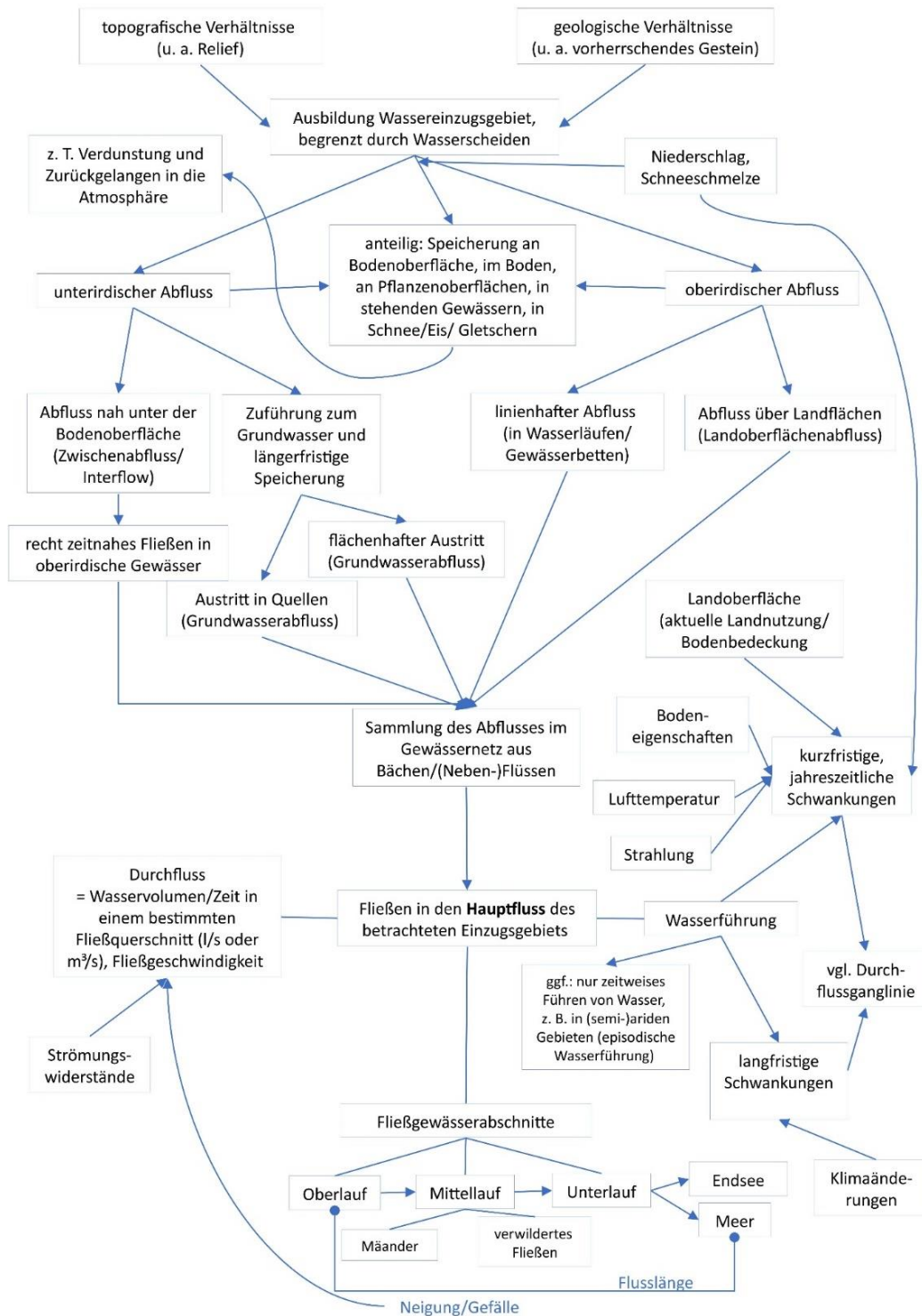
(Quellen: Engelhard / Otto 2015; Geographisches Institut der Universität Zürich 2012/13; Glaser et al. 2010; Möller / Schütt 2017; WARD'S Natural Science 2009; Koppe 2014)

LÖSUNG ARBEITSBLATT 1 | Das System Fluss



Aufgabe 1: Erstelle auf Grundlage der Informationen in M1 ein Wirkungsgefüge zum System Fluss.

Lösungsvorschlag:



LÖSUNG ARBEITSBLATT 2 | Hochwasser / Überschwemmungen und ihre Entstehung

Aufgabe 1: Erläutere, was unter Hochwasser bzw. unter Überschwemmung verstanden wird, indem du beide Begriffe in einem Satz voneinander abgrenzt.

Während unter Hochwasser das hohe Wasserführen eines Flusses – oft bezogen auf einen Referenzwert – bezeichnet wird, versteht man unter Überschwemmung die drohende Folge dessen, d. h. das Austreten von Wasser über die Ufer des Flusses und damit die Überflutung von Land mit Wasser.

Aufgabe 2:

- a) **Notiere** Vermutungen, welche Faktoren zur Entstehung von Hochwasser bzw. Überschwemmungen beitragen.
b) **Stelle** deine Vermutungen graphisch **dar**, indem du sie mit Bleistift in das Blockbild **einzeichnest**.

- es regnet sehr viel
- stattfindende Schneeschmelze
- Gelände mit großer Neigung
- Boden nimmt das Wasser schlecht auf
- Besiedlung zu nah am Wasser
- Deichbrüche
- Naturkatastrophen, wie z. B. Hurrikane oder Erdbeben/Tsunamis
- Überlaufen eines Stausees
- Bodenversiegelung durch den Menschen
- ...

Einflussfaktoren auf die Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen

beispielhafte Schülerlösung:



LÖSUNG ARBEITSBLATT 3 | TEIL A

Wasserstandsganglinien und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren



Aufgabe 1: Erläutere Abbildung 2 in eigenen Worten.

In Abbildung 2 wird die Wasserstandsganglinie eines beispielhaften Flusses bei einem Hochwasserereignis dargestellt. Auf der x-Achse ist die Zeit und auf der y-Achse der Abfluss (in l/s) bzw. der Wasserstand (in m) des Flusses abgetragen. Auch der Niederschlag im Einzugsgebiet des Flusses (in mm/h) im betrachteten Zeitraum wird dargestellt. Zunächst hat der Fluss einen vergleichsweise niedrigen Pegelstand (der Einfachheit halber z. B. der Durchschnittspegelstand des Flusses); Niederschlag setzt ein. Etwas verzögert zum Niederschlag beginnt der Abfluss bzw. Wasserstand des Flusses zu steigen; nach weiterer Zeit wird der Hochwasserscheitel und damit derjenige Zeitpunkt erreicht, an dem der Abfluss des Flusses am höchsten ist. Auffallend ist, dass der Pegelstand auch noch ansteigt, nachdem der Niederschlag schon aufgehört hat. Nachfolgend sinkt der Pegelstand wieder kontinuierlich, aber gemächlich.

Die Zeit zwischen Ausgangspegelstand und Erreichen des Hochwasserscheitels wird als Anlaufzeit bezeichnet. Sie beginnt mit einiger Verzögerung zum Einsetzen des Niederschlags, da der Regen, der im Einzugsgebiet des Flusses fällt, über die verschiedenen ober- und unterirdischen Wege (s. AB 1) zunächst einige Zeit benötigt, bis er dem Fluss zufließt. Dass der Pegelstand auch noch ansteigt, nachdem der Niederschlag seinerseits schon aufgehört hat, ist damit zu erklären, dass auch nach dem Niederschlagsereignis ober- und unterirdisch noch weiterer Abfluss, 'unterwegs' in Richtung Fluss ist.

LÖSUNG ARBEITSBLATT 3 | TEIL B

Die Beeinflussung von Wasserstandsganglinien durch verschiedene Faktoren – Experimente am Modell



Hinweis für die Lehrkraft: Auf dem beigelegten USB-Stick finden Sie zu jedem der Experimente eine Videodatei, die den jeweiligen Experimentaufbau und die Durchführung des Experiments veranschaulicht.

Die Forschungsfrage:

Welchen Einfluss nehmen verschiedene Faktoren auf die Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen?

Aufgabe 1: Notiere den potenziellen Einflussfaktor, mit dem sich deine Gruppe beschäftigen wird, in nachfolgender Tabelle.

Aufgabe 2: Fülle dann die weiteren Zellen in der Tabelle aus. Arbeite dafür mit den Symbolen „↑“ (Zunahme) und „↓“ (Abnahme) bzw. mit „früher“ oder „später“.

Einflussfaktor: <i>gruppenspezifisch: Grad der Bodenversiegelung, Bodenfeuchte/Sättigung des Bodens mit Wasser, Gefälle, Niederschlagsintensität</i>				
Welchen Einfluss hat eine Zunahme des Faktors auf				
den oberirdischen Abfluss?	die natürliche Versickerung (Infiltration)?	die Abflussmenge am Hochwasserscheitel?	den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels?	die Menge des Gesamtabflusses über den Fluss in einem bestimmten Zeitintervall?
[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[früher / später?]	[↑ / ↓?]
<i>individuelle Schülerhypothesen</i>	<i>individuelle Schülerhypothesen</i>	<i>individuelle Schülerhypothesen</i>	<i>individuelle Schülerhypothesen</i>	<i>individuelle Schülerhypothesen</i>
(H1)	(H2)	(H3)	(H4)	(H5)

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Aufgabe 3: Beschreibe den Experimentaufbau zur Prüfung der Hypothesen eurer Gruppe in Worten.

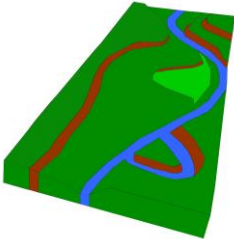
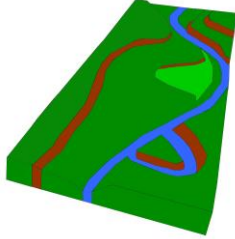
für alle Gruppen:

- Platzierung von Häusern und Bäumen auf den Schwemmebenen
- Bereithaltung von Wasser im Messbecher
- Platzierung des Regeneinsatzes größerer Intensität auf dem Modell

Besonderheiten je nach Gruppe:

- Gruppe 1: Experiment a) mit Feuchtgebieteinsatz (zuvor Schwämme in Wasser tränken, ausdrücken und im Einsatz platzieren), Experiment b) mit Parkplatzeinsatz
- Gruppe 2: Experiment a) und b) mit dem Feuchtgebieteinsatz; bei a) werden die Schwämme in Wasser getränkt, ausgedrückt und im Einsatz platziert, bei b) verzichtet man auf das Ausdrücken der Schwämme und legt diese durchtränkt in den Einsatz
- Gruppe 3: Experiment a) und b) mit dem Parkplatzeinsatz; bei a) wird kein Holzklotz, bei b) wird ein Holzklotz unter das Modell gelegt, sodass dessen Neigung variiert
- Gruppe 4: Experiment a) und b) mit dem Parkplatzeinsatz; bei a) wird der Regeneinsatz mit geringerer, bei b) der Regeneinsatz mit größerer Intensität verwendet

Aufgabe 4: Beschreibe, welche Veränderung zwischen dem Experiment im ersten und dem Experiment im zweiten Durchgang vorgenommen wird. Veranschauliche dies graphisch, indem du den Experimentaufbau im ersten und zweiten Durchgang **zeichnerisch vervollständigst** und **beschriftest**.

<p>Veränderung zwischen dem Experiment im ersten und dem Experiment im zweiten Durchgang:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gruppe 1: Variation des Versiegelungsgrades durch Verwendung des Feuchtgebiet- vs. Parkplatzeinsatzes - Gruppe 2: Variation der Bodenfeuchte durch leicht feuchte vs. durchtränkte Schwämme - Gruppe 3: Variation des Gefälles durch keinen vs. einen Holzklotz unter dem Modell - Gruppe 4: Variation der Regenintensität durch Verwendung des Einsatzes geringerer vs. größerer Intensität 	
<p>Beschriftete Zeichnung des Aufbaus des Experiments im ersten Durchgang:</p>	<p>Beschriftete Zeichnung des Aufbaus des Experiments im zweiten Durchgang:</p>
 <p>individuelle Schülerlösungen</p>	 <p>individuelle Schülerlösungen</p>

Aufgabe 5: Nenne die für das Experiment benötigten Materialien.

- für alle Gruppen: Überschwemmungsmodell, Regeneinsatz größerer Intensität, Auffangeimer, Messbecher mit Wasser, Spielzeughäuser, Spielzeughäuser, Handy mit Zeitstoppfunktion, Modellversuchsprotokoll, Stift
- zusätzlich gruppenspezifisch:
 - Gruppe 1: Parkplatzeinsatz, Feuchtgebieteinsatz inkl. feuchter Schwämme
 - Gruppe 2: Feuchtgebieteinsatz inkl. feuchter Schwämme
 - Gruppe 3: Parkplatzeinsatz, Holzklotz
 - Gruppe 4: Parkplatzeinsatz, Regeneinsatz geringerer Intensität

Gruppe 1 – „Bodenversiegelung“

Durchgang I des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs I: *keine Bodenversiegelung*

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,0
0:10	3,0
0:15	3,0
0:20	3,0
0:25	3,0
0:30	3,25
0:35	3,75
0:40	3,75
0:45	3,75
0:50	3,75
0:55	3,75
1:00	3,75
1:05	3,75
1:10	3,75
1:15	3,75
1:20	3,75
1:25	3,75
1:30	3,5
1:35	3,5
1:40	3,5
1:45	3,5
1:50	3,5
1:55	3,5
2:00	3,5
2:05	3,5
2:10	3,5
2:15	3,5
2:20	3,5
2:25	3,5
2:30	3,5
2:35	3,5
2:40	3,5
2:45	3,5
2:50	3,5
2:55	3,5
3:00	3,5

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: *0:30*

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: *0:35 – 1:25*

Pegelstand am Hochwasserscheitel: *3,75 m*

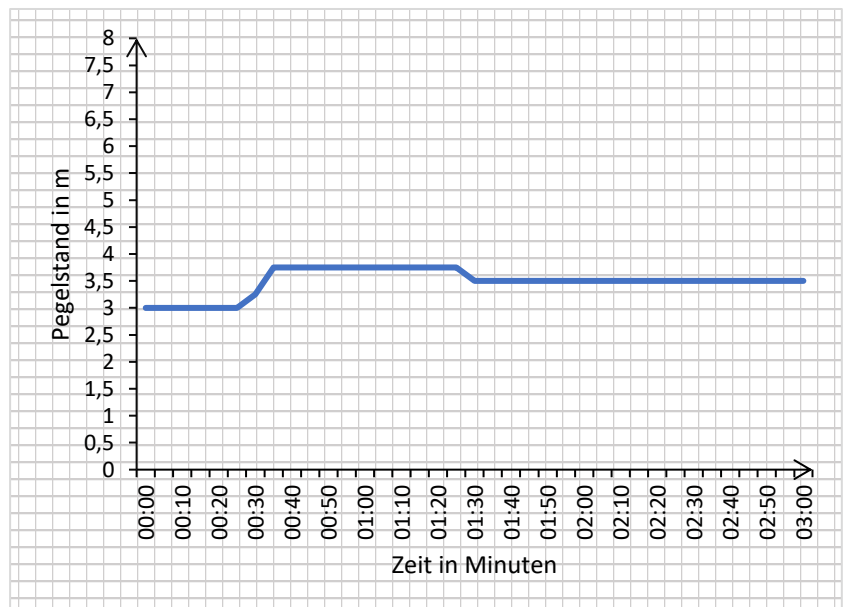
Dauer der Anlaufzeit: *5 s*

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): *2500 ml*

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): *500 ml*

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: *2000 ml*

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: *20 %*



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Gruppe 1 – „Bodenversiegelung“

Durchgang II des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs II: *versiegelte Bodenoberfläche*

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,0
0:10	4,25
0:15	4,75
0:20	5,0
0:25	5,5
0:30	5,5
0:35	5,25
0:40	5,0
0:45	5,0
0:50	4,75
0:55	4,75
1:00	4,5
1:05	4,5
1:10	4,5
1:15	4,25
1:20	4,25
1:25	4,0
1:30	4,0
1:35	4,0
1:40	3,75
1:45	3,75
1:50	3,75
1:55	3,5
2:00	3,5
2:05	3,5
2:10	3,5
2:15	3,5
2:20	3,5
2:25	3,5
2:30	3,5
2:35	3,5
2:40	3,5
2:45	3,5
2:50	3,5
2:55	3,5
3:00	3,5

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: *0:10*

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: *0:25 – 0:30*

Pegelstand am Hochwasserscheitel: *5,5 m*

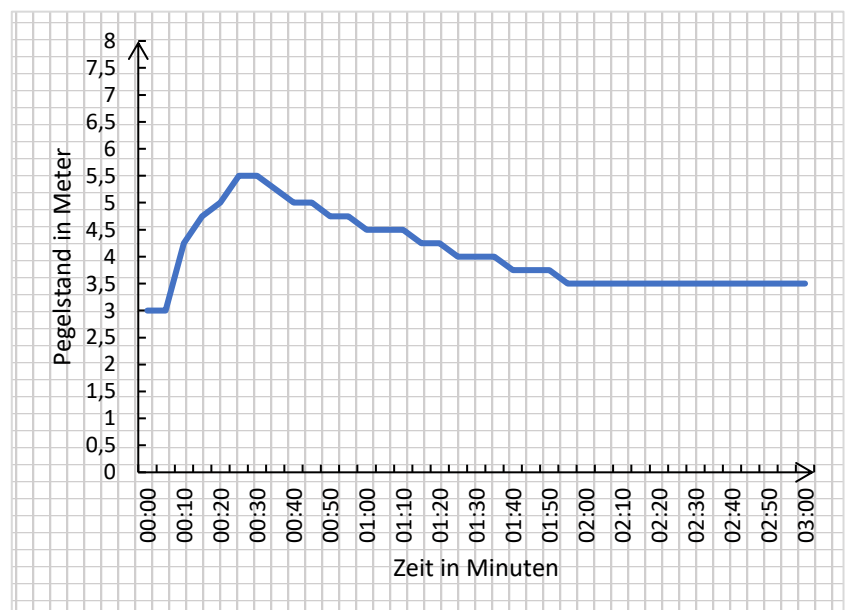
Dauer der Anlaufzeit: *15 s*

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): *2500 ml*

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): *1800 ml*

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: *700 ml*

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: *72 %*



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Gruppe 2 – „Bodenfeuchte / Sättigung des Bodens mit Wasser“

Durchgang I des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs I: *geringe Bodenfeuchte / Sättigung des Bodens mit Wasser*

Ergebnisse: *s. Gruppe 1 „Bodenversiegelung“, Durchgang I*

Durchgang II des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs II: *hohe Bodenfeuchte / Sättigung des Bodens mit Wasser*

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,0
0:10	3,0
0:15	3,0
0:20	3,0
0:25	3,75
0:30	4,25
0:35	4,25
0:40	4,25
0:45	4,25
0:50	4,25
0:55	4,25
1:00	4,0
1:05	4,0
1:10	4,0
1:15	4,0
1:20	4,0
1:25	3,75
1:30	3,75
1:35	3,75
1:40	3,75
1:45	3,75
1:50	3,5
1:55	3,5
2:00	3,5
2:05	3,5
2:10	3,5
2:15	3,5
2:20	3,5
2:25	3,5
2:30	3,5
2:35	3,5
2:40	3,5
2:45	3,5
2:50	3,5
2:55	3,5
3:00	3,5

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: *0:25*

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: *0:30 – 0:55*

Pegelstand am Hochwasserscheitel: *4,25 m*

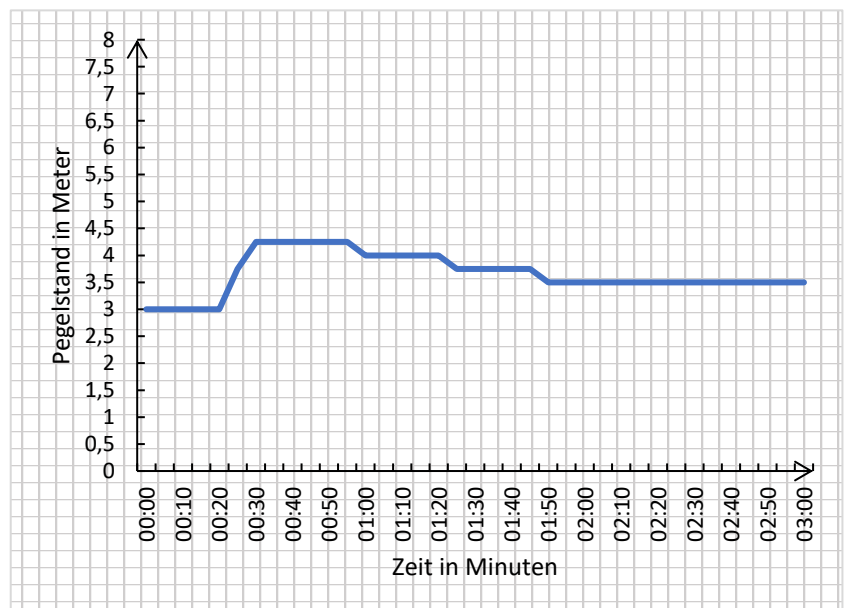
Dauer der Anlaufzeit: *5 s*

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): *2500 ml*

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): *1000 ml*

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: *1500 ml*

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: *40 %*



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Gruppe 3 – „Gefälle“

Durchgang I des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs I: *kein (starkes) Gefälle*

Ergebnisse: *s. Gruppe 1 „Bodenversiegelung“, Durchgang II*

Durchgang II des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs II: *stärkeres Gefälle*

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,75
0:10	4,5
0:15	5,5
0:20	6,0
0:25	5,75
0:30	5,5
0:35	5,25
0:40	5,0
0:45	4,75
0:50	4,5
0:55	4,25
1:00	4,0
1:05	3,75
1:10	3,5
1:15	3,25
1:20	3,0
1:25	3,0
1:30	3,0
1:35	3,0
1:40	3,0
1:45	3,0
1:50	3,0
1:55	3,0
2:00	3,0
2:05	3,0
2:10	3,0
2:15	3,0
2:20	3,0
2:25	3,0
2:30	3,0
2:35	3,0
2:40	3,0
2:45	3,0
2:50	3,0
2:55	3,0
3:00	3,0

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: *0:05*

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: *0:20*

Pegelstand am Hochwasserscheitel: *6,0 m*

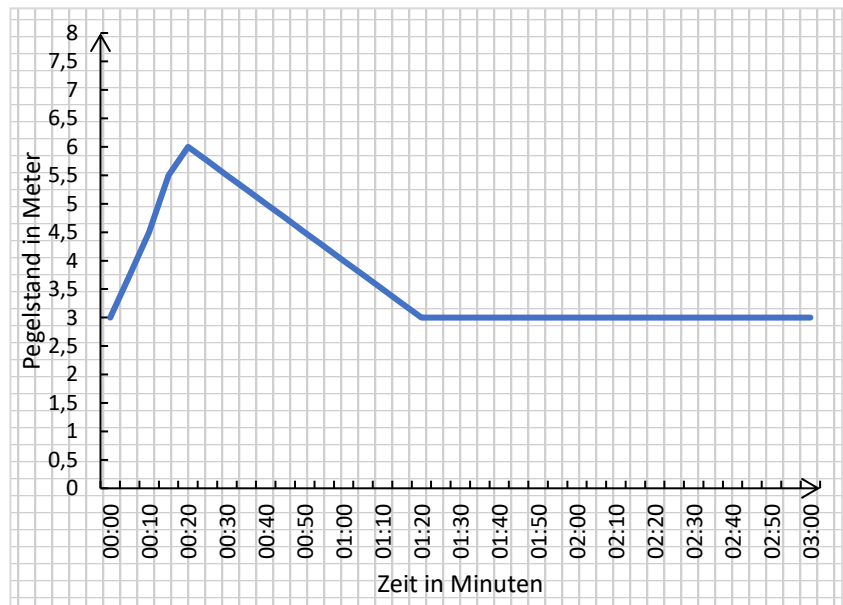
Dauer der Anlaufzeit: *15 s*

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): *2500 ml*

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): *2000 ml*

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: *500 ml*

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: *80 %*



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Gruppe 4 – „Niederschlagsintensität“

Durchgang I des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs I: *geringe Niederschlagsintensität*

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,0
0:10	3,0
0:15	3,0
0:20	3,75
0:25	4,0
0:30	4,25
0:35	4,25
0:40	4,25
0:45	4,5
0:50	4,5
0:55	4,5
1:00	4,5
1:05	4,75
1:10	4,75
1:15	4,75
1:20	4,75
1:25	4,5
1:30	4,5
1:35	4,25
1:40	4,0
1:45	4,0
1:50	3,75
1:55	3,75
2:00	3,75
2:05	3,75
2:10	3,75
2:15	3,5
2:20	3,5
2:25	3,5
2:30	3,5
2:35	3,5
2:40	3,5
2:45	3,5
2:50	3,5
2:55	3,5
3:00	3,5

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: *0:20*

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: *1:05 – 1:20*

Pegelstand am Hochwasserscheitel: *4,75 m*

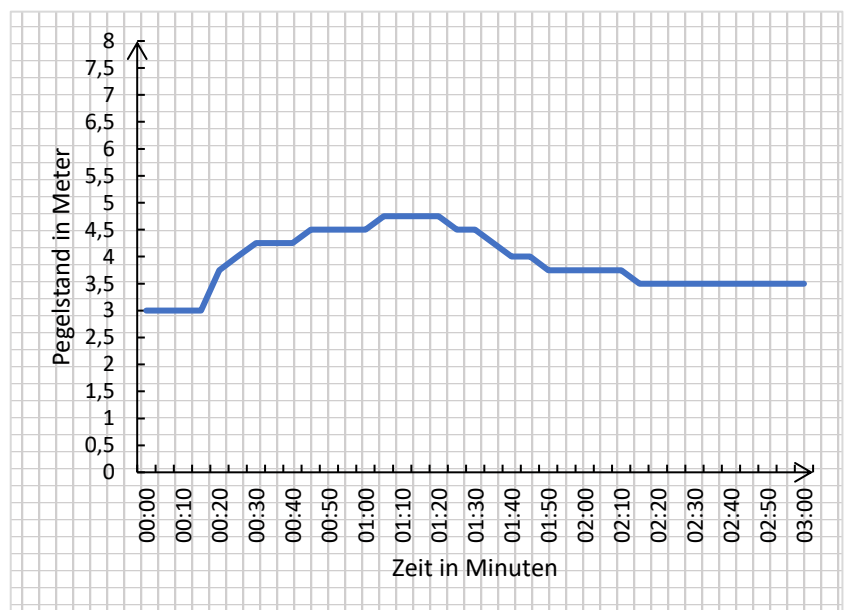
Dauer der Anlaufzeit: *45 s*

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): *2500 ml*

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): *1700 ml*

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: *800 ml*

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: *68 %*



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Durchgang II des Experiments

Charakteristische Variable des Durchgangs II: *hohe Niederschlagsintensität*

Ergebnisse: *s. Gruppe 1 „Bodenversiegelung“, Durchgang II*

Aufgabe 6: Notiere in der Tabelle, ob die Ausgangshypothesen bestätigt oder widerlegt werden können.

individuelle Schülereintragungen; s. Lösungsvorschlag zu Aufgabe 8

Aufgabe 7: Erkläre die Ergebnisse eures Experiments in der Tabelle „Schritt 8“, indem du

- a) **begründest**, ob der von euch untersuchte Faktor grundsätzlich ein „Treiber“ von Überschwemmungen / Hochwasser ist,
- b) inhaltlich **erläuterst**, warum euer Faktor so wirkt, wie in Schritt 6 notiert,
- c) die Bedeutung des Faktors auch unter Zuhilfenahme von AB 4 **einordnest**.

s. Lösungsvorschlag zu Aufgabe 8

Aufgabe 8: Notiere die Ergebnisse der Gruppen deiner MitschülerInnen in den übrigen Zeilen der untenstehenden Tabelle.

Faktor	Welchen Einfluss hat eine Zunahme des Faktors auf				
	den oberirdischen Abfluss?	die natürliche Versickerung (Infiltration)?	die Abflussmenge am Hochwasserscheitel?	den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels?	die Menge des Gesamtabflusses über den Fluss in einem bestimmten Zeitintervall?
	[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[↑ / ↓?]	[früher / später?]	[↑ / ↓?]
<i>Grad der Bodenversiegelung</i>	↑	↓	↑	<i>früher</i>	↑
	Erklärung: a) <i>Ja, es handelt sich um einen Faktor, der Hochwasser / Überschwemmungen begünstigt, weil sich der oberirdische Abfluss und damit auch die Menge des Wassers, das über den Fluss abfließt, erhöht und der Hochwasserscheitel früher eintritt und größer ist.</i> b) <i>Ist der Boden z. B. durch Parkplätze oder Straßen versiegelt, kann dort kein/kaum Wasser versickern, sodass mehr Wasser oberflächlich abfließt.</i> c) <i>Bei der Bodenversiegelung handelt es sich um einen Faktor der anthropogenen Verstärkung von schnell ansteigenden Wasserständen.</i>				
<i>Bodenfeuchte / Sättigung des Bodens mit Wasser</i>	↑	↓	↑	<i>früher</i>	↑
	Erklärung: a) <i>Ja, es handelt sich um einen Faktor, der Hochwasser / Überschwemmungen begünstigt, weil sich der oberirdische Abfluss und</i>				

	damit auch die Menge des Wassers, das über den Fluss abfließt, erhöht und der Hochwasserscheitel früher eintritt und größer ist.				
	<p>b) Ist der Boden schon sehr feucht bzw. schon (nahezu) mit Wasser gesättigt, kann er nur noch wenig Wasser aufnehmen. Infolgedessen fließt mehr Wasser oberflächlich ab.</p> <p>c) Bei der aktuellen Bodenfeuchte bzw. Sättigung des Bodens mit Wasser handelt es sich um einen Faktor der natürlichen Verstärkung von schnell ansteigenden Wasserständen.</p>				
Gefälle	↑	↓	↑	früher	↑
	<p>Erklärung:</p> <p>a) Ja, es handelt sich um einen Faktor, der Hochwasser / Überschwemmungen begünstigt, weil sich der oberirdische Abfluss und damit auch die Menge des Wassers, das über den Fluss abfließt, erhöht und der Hochwasserscheitel früher eintritt und größer ist.</p> <p>b) Hat das Gelände ein großes Gefälle, fließt mehr Niederschlag oberflächlich ab, anstelle zu versickern.</p> <p>c) Beim Gefälle handelt es sich um einen Faktor der natürlichen Verstärkung von schnell ansteigenden Wasserständen.</p>				
Niederschlagsintensität	↑	↓	↑	früher	↑
	<p>Erklärung:</p> <p>a) Ja, es handelt sich um einen Faktor, der Hochwasser / Überschwemmungen begünstigt, weil sich der oberirdische Abfluss und damit auch die Menge des Wassers, das über den Fluss abfließt, erhöht und der Hochwasserscheitel früher eintritt und größer ist.</p> <p>b) Fällt Niederschlag mit großer Intensität, wird eine Versickerung des Wassers in den Boden dadurch erschwert, dass die Niederschlagsintensität häufig größer als die Versickerungskapazität ist. Es kommt zu einem verstärkten Oberflächenabfluss.</p> <p>c) Bei der Niederschlagsintensität handelt es sich um einen Faktor, der verantwortlich dafür ist, dass Wasserstände schnell ansteigen.</p>				




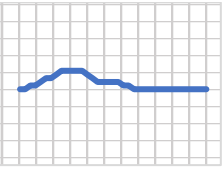
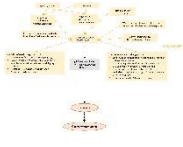
(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Aufgabe 9: Ergänze (und korrigiere falls erforderlich) dein Blockbild zu Einflussfaktoren der Entstehung von Hochwasser / Überschwemmungen (AB 2).

individuelle Schülerlösungen

LÖSUNG ARBEITSBLATT 5 | Modelle

Aufgabe 1: Benenne in der Tabelle jedes der in der Unterrichtsreihe bisher behandelten Modelle.

Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5
				
Bezeichnung: <i>abstraktes Wirkungsdiagramm</i>	Bezeichnung: <i>zeichnerisches Modell zur Visualisierung von Hypothesen</i>	Bezeichnung: <i>gegenständliches Modell</i>	Bezeichnung: <i>gezeichnetes Diagramm</i>	Bezeichnung: <i>graphisches Erklärmodell</i>

Aufgabe 2: Erläutere folgende Aspekte der Definition am Beispiel des Überschwemmungsmodells:

- I. Rekonstruktion (nicht nur Reduktion) durch den Modellierer
- II. gegenständliches Modell vs. Theoriemodell
- III. Veranschaulichung
- IV. Gewinnung von Erkenntnissen

Ein „Modell“ ist...

- eine Rekonstruktion (nicht nur Reduktion) der Wirklichkeit durch den Modellierer
- in Form eines reduzierten und idealisierten Objekts (gegenständliches Modell) oder eines gedanklichen Konstrukts (Theoriemodell), die
- als Medium zur Veranschaulichung und
- als Methode zur Gewinnung von neuen Erkenntnissen eingesetzt werden kann.

- *Rekonstruktion: Eine Rekonstruktion ist nicht nur eine bloße Vereinfachung oder Verkleinerung (= Reduktion). Bei einem Modell werden manche Dinge betont (z. B. sehr ausgeprägtes Relief) und andere weggelassen (z. B. Beschaffenheit des Bodens), weil der/die Modellierende seine/ihre subjektive Sicht auf die Welt hat und manche Elemente für besonders wichtig im Hinblick darauf hält, was er/sie zeigen möchte.*

- *Gegenständliches vs. Theoriemodell: Gegenständliche Modelle sind reale Objekte (z. B. Überschwemmungsmodell), Theoriemodelle sind gedankliche Konstrukte (z. B. Wirkungsdiagramm).*

- *Veranschaulichung: Mit einem Modell kann man anschaulich zeigen, was passiert, wenn Hochwasser auf eine Landschaft trifft.*

- *Gewinnung neuer Erkenntnisse: Anhand des Modells kann man sich verschiedene Maßnahmen zum Hochwasserschutz überlegen und diese ausprobieren, bevor man sie in der Realität umsetzt.*

Aufgabe 3: Kreuze die richtigen Antworten **an** (mehrere Lösungen können korrekt sein).

a) Was ist ein Modell?	
<input type="checkbox"/>	Ein Modell ist eine Eine-zu-Eins-Kopie eines Sachverhaltes in der Realität.
<input type="checkbox"/>	Ein Modell ist immer eine gegenständliche Abbildung eines Sachverhaltes.
<input checked="" type="checkbox"/>	Ein Modell ist eine Rekonstruktion und nicht nur eine Reduktion. D. h., der/die ModellentwicklerIn kann für ihn/sie wichtige Dinge hervorheben und andere weglassen.

b) Was sind Eigenschaften eines „guten“ Modells?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Das Modell ist möglichst fruchtbar für das Denken. D. h., man kann mit dem Modell möglichst gut etwas erklären oder eine Hypothese aufstellen.
<input type="checkbox"/>	Das Modell darf den Sachverhalt nicht vereinfachen.
<input type="checkbox"/>	Das Modell sollte gestalterisch besonders ästhetisch sein, indem z. B. eine ansprechende Schriftart und besonders gut harmonisierende Farben verwendet werden.

c) Was ist der Zweck von Modellen?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Modelle können dazu dienen, Ideen zu überprüfen.
<input checked="" type="checkbox"/>	Modelle können dazu dienen, Sachverhalte zu beschreiben.
<input checked="" type="checkbox"/>	Modelle können dazu dienen, Zusammenhänge zu erklären.

d) Warum gibt es alternative Modelle?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Es gibt alternative Modelle, weil unterschiedliche Modelle verschiedene Annahmen (Hypothesen) von ForscherInnen verdeutlichen können.
<input checked="" type="checkbox"/>	Es gibt alternative Modelle, weil einzelne Modelle unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte setzen.
<input type="checkbox"/>	Es gibt alternative Modelle, weil jede/r Forscher/in sein/ihr eigenes Modell entwickeln möchte.

e) Wie testet man Modelle?	
<input type="checkbox"/>	Man überprüft, ob das Modell solide gebaut ist.
<input checked="" type="checkbox"/>	Man überprüft, ob die dem Modell zugrunde liegende Hypothese korrekt ist.
<input checked="" type="checkbox"/>	Man überprüft, ob das Modell in den wesentlichen Eigenschaften mit dem Sachverhalt übereinstimmt.

f) Wann sollte man ein Modell verändern?	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ein Modell sollte verändert werden, wenn sich der Sachverhalt verändert.
<input checked="" type="checkbox"/>	Ein Modell sollte verändert werden, wenn ForscherInnen neue Erkenntnisse über den Sachverhalt herausfinden.
<input type="checkbox"/>	Modelle sollten nicht verändert werden, da die ModellentwicklerInnen bei jedem Modell gute Gründe hatten, es so zu gestalten.

LÖSUNG ARBEITSBLATT 6 | Folgen von Überschwemmungen



Aufgabe 1: Fülle die Tabelle aus, indem du stichpunktartig ökologische, ökonomische, soziale und politische Folgen von Überschwemmungen **nennst** (M1-M6).

Ökologische Folgen	Ökonomische Folgen	Soziale Folgen	Politische Folgen
<ul style="list-style-type: none"> • Überflutung von Feldern, Bodenversiegelung und Verdichtung, z. T. Abtragung der fruchtbaren Erdschicht • z. T. aber auch positive Folgen für Boden: Fruchtbarkeit erhöht sich durch Bewässerungs-/ Düngeeffekte • Verschmutzung durch Öl • erhöhtes Müllaufkommen und Probleme bei der -entsorgung • Tierverletzungen und -sterben 	<ul style="list-style-type: none"> • Schäden an Gebäuden, Infrastruktur, Deichen (ggf. Deichbrüche), technischen Infrastrukturen (z. B. Pegel) • hohe finanzielle Kosten • Einbußen im Tourismussektor • ggf. Inflation • Verstärkung von wirtschaftlichen Instabilitäten in zuvor bereits instabilen Ländern • Probleme bei der Energieversorgung • Einbruch Mobilfunknetz • Einleiten von Spendenaktionen, Fonds, Wiederaufbauhilfen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verletzte und Todesopfer, Leid • Evakuierungen (→ Einsatz zahlreicher HelferInnen) • z. T. Aufgabe von Siedlungen, Flucht • Schäden für die Landwirtschaft, Ernteausfälle → Nahrungsmittelknappheit → Hungerkatastrophen • Knappheit von sauberem Wasser / Trinkwasser • Seuchengefahr (z. B. Cholera, Malaria) • ggf. Schulschließungen, Bildungs- und Betreuungsausfälle • psychologische Folgen (z. B. Traumata) • Probleme bei der Energieversorgung • Einbruch Mobilfunknetz • ggf. Zunahme von bürgerschaftlichem Engagement 	<ul style="list-style-type: none"> • Anheizen von Konflikten Verstärkung von politischen Instabilitäten in zuvor bereits instabilen Ländern • langfristige Angewiesenheit der Städte und Kommunen auf Hilfen

LÖSUNG ARBEITSBLATT 7 |

Maßnahmen zum Überschwemmungsschutz – Experimente am Modell



Hinweis für die Lehrkraft: Auf dem beigelegten USB-Stick finden Sie zu jedem der Experimente eine Videodatei, die den jeweiligen Experimentaufbau und die Durchführung des Experiments veranschaulicht.

Die Forschungsfrage:

Wie wirken ausgewählte Maßnahmen des Überschwemmungsschutzes (Deich bzw. Wasserrückhaltebecken)?

SCHRITT 2 | DIE HYPOTHESEN

Aufgabe 1: Notiere die beiden zu untersuchenden Überschwemmungsschutzmaßnahmen in nachfolgender Tabelle.

Aufgabe 2: Fülle dann die weiteren Zellen in der Tabelle aus. Arbeite dafür mit den Symbolen „↑“ (Zunahme) und „↓“ (Abnahme) bzw. mit knappen Stichpunkten (SP).

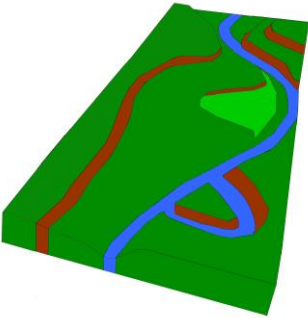
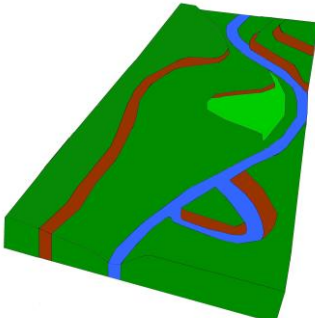
Überschwemmungsschutzmaßnahme	Welchen Einfluss hat die Maßnahme auf				
	die Abflussmenge am Hochwasserscheitel?	den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels?	die Menge des Gesamtabflusses über den Fluss in einem bestimmten Zeitintervall?	den Schutz der Häuser auf der oberen Schwemmebene?	den Schutz der Häuser auf der unteren Schwemmebene?
	[↑ / ↓?]	[früher / später?]	[↑ / ↓?]	[SP]	[SP]
<i>Anlegen eines Deichs auf oberer Schwemmebene</i>	↑ (H1)	<i>früher</i> (H2)	↑ (H3)	<i>schützt Häuser</i> (H4)	<i>gefährdet Häuser zusätzlich</i> (H5)
<i>Bau eines Wasserrückhaltebeckens</i>	↓ (H6)	<i>später</i> (H7)	↓ (H8)	<i>Häuser weniger gefährdet</i> (H9)	<i>Häuser weniger gefährdet</i> (H10)

(nach: WARD'S Natural Science 2009)

SCHRITT 3 | DIE PLANUNG DES EXPERIMENTS

Aufgabe 3: Fülle nachfolgende Tabelle aus:

- **Beschreibe** den Experimentaufbau zweier Experimente, mit denen du den Einfluss der beiden Überschwemmungsschutzmaßnahmen untersuchen kannst.
- Veranschauliche graphisch, indem du den Experimentaufbau beider Experimente **zeichnerisch vervollständigst** und **beschriftest**.
- **Notiere** die für die jeweiligen Experimente benötigten Materialien.

Experiment zur Prüfung der Hypothesen zur Überschwemmungsschutzmaßnahme „Deich“	Experiment zur Prüfung der Hypothesen zur Überschwemmungsschutzmaßnahme „Wasserrückhaltebecken“
<p>Beschreibung des Experimentaufbaus in Worten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwendung des Parkplatzeinsatzes - Verwendung des Regeneinsatz größerer Intensität - Platzierung von Häusern und Bäumen auf den Schwemmebenen - Bereithaltung von Wasser im Messbecher - Formen eines Deichs aus Knete und Platzierung desselben am Rand der oberen Schwemmebene 	<p>Beschreibung des Experimentaufbaus in Worten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwendung des Wasserrückhaltebeckeneinsatzes - Platzierung des Parkplatzeinsatzes über dem Wasserrückhaltebeckeneinsatz - Verwendung des Regeneinsatz größerer Intensität - Platzierung von Häusern und Bäumen auf den Schwemmebenen - Bereithaltung von Wasser im Messbecher
<p>Beschriftete Zeichnung des Experimentaufbaus:</p>  <p><i>individuelle Schülerlösungen</i></p>	<p>Beschriftete Zeichnung des Experimentaufbaus:</p>  <p><i>individuelle Schülerlösungen</i></p>
<p>Auflistung der benötigten Materialien:</p> <p>Überschwemmungsmodell, Parkplatzeinsatz, Regeneinsatz größerer Intensität, Auffangeimer, Messbecher mit Wasser, Spielzeughäuser, Spielzeughäuser, Knete, Handy mit Zeitstoppfunktion, Modellversuchsprotokoll, Stift</p>	<p>Auflistung der benötigten Materialien:</p> <p>Überschwemmungsmodell, Wasserrückhaltebeckeneinsatz, Parkplatzeinsatz, Regeneinsatz größerer Intensität, Auffangeimer, Messbecher mit Wasser, Spielzeughäuser, Spielzeughäuser, Handy mit Zeitstoppfunktion, Modellversuchsprotokoll, Stift</p>

Experiment „Deich“

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,0
0:10	4,0
0:15	5,0
0:20	6,5
0:25	6,5
0:30	6,25
0:35	6,0
0:40	5,5
0:45	5,25
0:50	5,0
0:55	4,75
1:00	4,5
1:05	4,25
1:10	4,0
1:15	4,0
1:20	3,75
1:25	3,75
1:30	3,75
1:35	3,75
1:40	3,75
1:45	3,75
1:50	3,5
1:55	3,5
2:00	3,5
2:05	3,5
2:10	3,5
2:15	3,5
2:20	3,5
2:25	3,5
2:30	3,5
2:35	3,5
2:40	3,5
2:45	3,5
2:50	3,5
2:55	3,5
3:00	3,5

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: 0:10

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: 0:20 – 0:25

Pegelstand am Hochwasserscheitel: 6,5 m

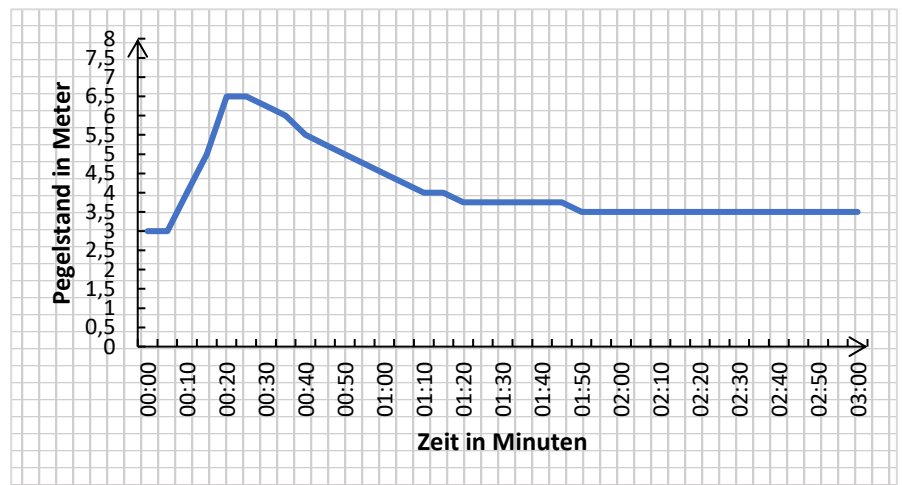
Dauer der Anlaufzeit: 10 s

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): 2500 ml

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): 1850 ml

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: 650 ml

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: 74 %



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Experiment „Wasserrückhaltebecken“

Ergebnistabelle:

Zeitpunkt	Pegelstand
0:00	3,0
0:05	3,0
0:10	3,0
0:15	3,0
0:20	3,0
0:25	3,0
0:30	3,0
0:35	3,0
0:40	3,25
0:45	3,25
0:50	3,5
0:55	3,75
1:00	3,75
1:05	3,75
1:10	3,75
1:15	3,75
1:20	3,75
1:25	3,75
1:30	3,75
1:35	3,5
1:40	3,5
1:45	3,5
1:50	3,5
1:55	3,5
2:00	3,5
2:05	3,5
2:10	3,5
2:15	3,25
2:20	3,25
2:25	3,25
2:30	3,25
2:35	3,25
2:40	3,25
2:45	3,25
2:50	3,25
2:55	3,25
3:00	3,25

Zeitpunkt, ab dem der Pegelstand ansteigt: 0:40

Zeitpunkt des Hochwasserscheitels: 0:55 – 1:30

Pegelstand am Hochwasserscheitel: 3,75 m

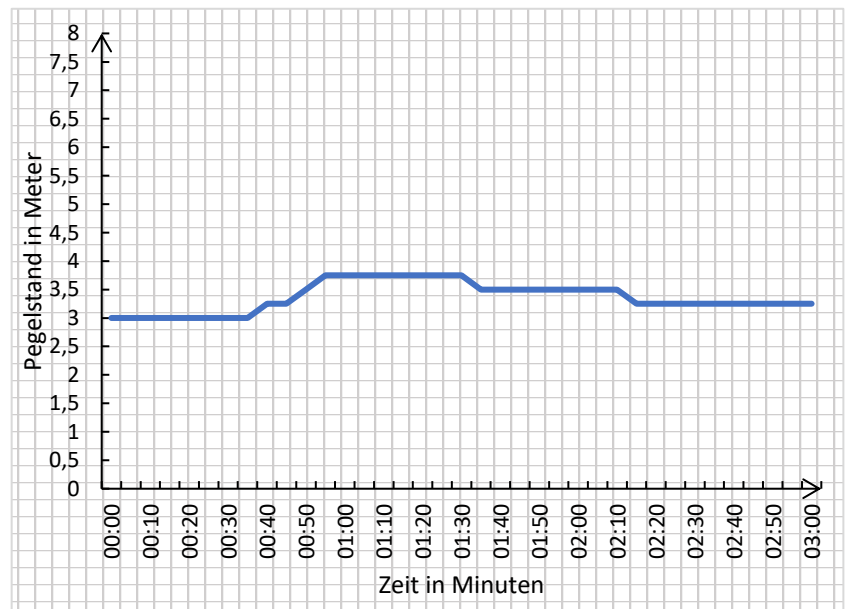
Dauer der Anlaufzeit: 15 s

Niederschlagsmenge (= in das Modell hineingegebenes Wasser): 2500 ml

Abflussmenge (= aus dem Modell wieder aufgefangenes Wasser): 600 ml

Wassermenge, die im Modell verblieben ist: 1900 ml

Abflussfußabdruck (Abfluss/Niederschlag) x 100: 24 %



(nach: WARD'S Natural Science 2009)

Aufgabe 4: Notiere in der Tabelle, ob die Ausgangshypothesen bestätigt oder widerlegt werden können.

individuelle Schülereintragungen, s. Lösungsvorschlag zu Aufgabe 2

Schutzmaßnahme „Deich“

Aufgabe 5: Erkläre die Ergebnisse des Experiments, indem du

- a) inhaltlich **erläuterst**, warum Deiche so wirken, wie in Schritt 6 notiert.
- b) **erörterst**, inwieweit Deiche eine gelungene Überschwemmungsschutzmaßnahme sind. Gehe dabei auch darauf ein, warum zusätzliche Deiche (bzw. eine umfassendere Flussbebauung allgemein) für die Tante der Unterliederbacherin in Frankfurt-Höchst (s. Karte 1) ggf. problematisch sind.

- a) *Aufgeschüttete Deiche am Flussufer zielen darauf ab, das Hinterland vor Überflutung zu schützen – was, bei ausreichend stabiler und hoher Konstruktion, im Experiment auf der oberen Schwemfläche auch gelingt. Allerdings nehmen sie dem Fluss auch einen wertvollen Retentionsraum (= die obere Schwemfläche), sodass dort weniger Wasser versickert/gespeichert wird und sich die Abflusskapazität des Flusses erhöht. Der Hochwasserscheitel tritt dann insgesamt früher ein, er ist größer und auch der Gesamtabfluss des Flusses nimmt zu. Die Häuser auf der unteren Schwemmebene ohne vorgelagerten Deich werden nicht geschützt, sondern, im Gegenteil, sogar zusätzlich gefährdet, weil mehr Wasser abfließt und die Geschwindigkeit des Abflusses im Fluss gestiegen ist (s. Aufgabe b).*
- b) *Deiche vermögen es prinzipiell, Menschen und Gebäude lokal (nämlich jene in ihrem Hinterland) gut zu schützen – bis zu dem Punkt, an dem das Hochwasser solche Ausmaße annimmt, dass die Deiche überschwemmt werden oder brechen. In letzterem Fall würden sie die Menschen in trügerischer Sicherheit wiegen, da Deichbrüche verheerende Folgen hätten. Problematisch an Deichen ist, dass sie die Problematik letztlich flussabwärts verlagern, da dort größere Wassermassen mit größerer Geschwindigkeit ankommen (s. Aufgabe a)). Mit diesem Argument ist auch zu erklären, warum die Tante der Unterliederbacherin in Frankfurt-Höchst, flussabwärts am Liederbach, einer weiteren Flussverbauung flussaufwärts skeptisch gegenüberstehen würde.*

Schutzmaßnahme „Wasserrückhaltebecken“

Aufgabe 6: Erkläre die Ergebnisse des Experiments, indem du

- a) inhaltlich **erläuterst**, warum Wasserrückhaltebecken so wirken, wie in Schritt 6 notiert.
- b) **erörterst**, inwieweit Wasserrückhaltebecken eine gelungene Überschwemmungsschutzmaßnahme sind.

- a) *In Rückhaltebecken wird Niederschlagswasser aufgefangen und für eine bestimmte Zeit gespeichert, sodass die Abflussrate gesenkt und die Folgen von Überschwemmungen*

flussabwärts (im Experiment sowohl auf der oberen als auch auf der unteren Schwemmebene) abgemindert werden können. Der Hochwasserscheitel tritt dadurch, dass zunächst das Rückhaltebecken mit Wasser vollläuft, erst später ein und ist auch weniger groß.

- b) Die Experimentergebnisse zeigen, dass Rückhaltebecken prinzipiell als gelungene Hochwasserschutzmaßnahme beurteilt werden können, da sie die Folgen von Überschwemmungen abmildern können (vgl. geringerer Abfluss und späterer Hochwasserscheitel, s. Aufgabe a)). Allerdings sind Rückhaltebecken v. a. in kleineren Einzugsgebieten bei kurzen Starkregen wirksam; in größeren Einzugsgebieten reichen sie oft nicht aus bzw. sind sie bei längeren Hochwasserereignissen z. T. schon voll, bevor der Hochwasserscheitel überhaupt ankommt (Reinfried / Kienzler 2012b).

Aufgabe 7: Bearbeite Arbeitsblatt 8.

s. Lösungsvorschlag AB 8

LÖSUNG ARBEITSBLATT 8 | Maßnahmen zum Überschwemmungsschutz



Aufgabe 1: Lies zunächst M1 und M2. Nutze die Informationen zur Interpretation der Experimentergebnisse in Schritt 7 von AB 7.

s. Lösungsvorschlag AB 7

Aufgabe 2: Ordne die Maßnahmen „Flussdeich“ und „Rückhaltebecken“ in untenstehende Tabelle ein. Ordne ebenfalls die an der Tafel gesammelten Maßnahmen sowie weitere eigene Ideen ein.

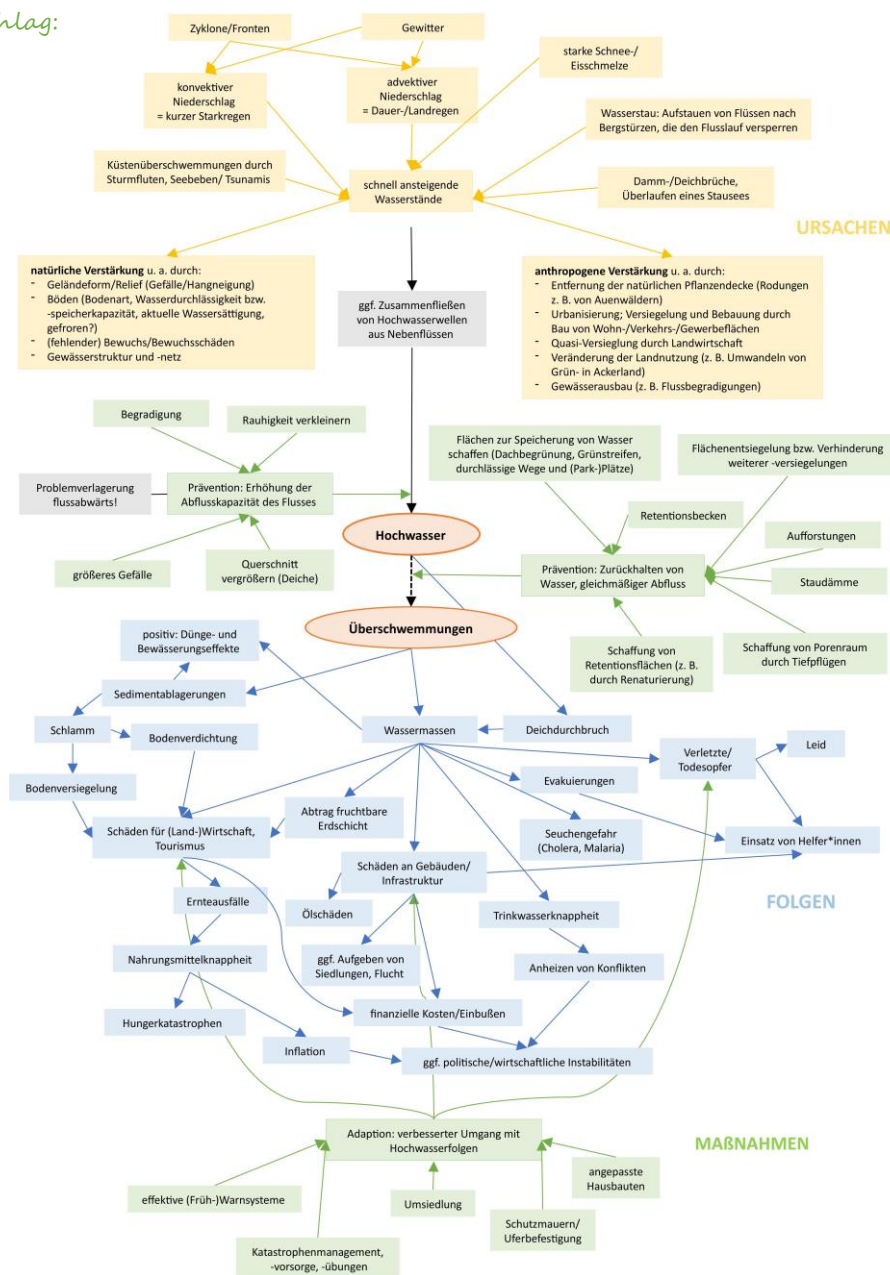
Präventionsmaßnahmen mit dem Ziel: Erhöhung der Abflusskapazität des Flusses	Präventionsmaßnahmen mit dem Ziel: Zurückhalten von Wasser, gleichmäßiger Abfluss	Adaptionsmaßnahmen mit dem Ziel: Verbesserter Umgang mit den Folgen von Hochwasser
<ul style="list-style-type: none"> • Flussdeiche: Vergrößerung des Flussquerschnitts • Rauigkeit des Flussbetts verkleinern • Flussbegradigung • größeres Gefälle • ... <p>Problem dieser Maßnahmen: Die Überschwemmungs- problematik wird flussabwärts verlagert, weil dort mit größerer Geschwindigkeit größere Abflüsse ankommen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltebecken • Staudämme • Retentionsflächen schaffen (z. B. durch Renaturierung) • Reaktivierung alter Flussarme • zusätzliche Flächen schaffen, auf denen Wasser gut gespeichert werden kann (Dachbegrünungen, Grünstreifen, durchlässige Wege, (Park-)Plätze etc.) • Aufforstungen im Einzugsgebiet • Flächenentsiegelung bzw. Verhinderung weiterer -versiegelungen • Schaffen von Porenraum durch Tiefpflügen • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Flussdeiche, Schutzmauern, Uferbefestigungen • angepasste Hausbauten • Umsiedlung • effektivere (Früh-)Warnsysteme • Katastrophenma- nagement und -vorsorge, -übungen • ...

(Quellen: Reinfried / Kienzler 2012a/b; Weitekamp / Früh 2016; Koppe 2014; Möller / Schütt 2017;
Geographisches Institut der Universität Zürich 2012/13; Engelhard / Otto 2015)

LÖSUNG ARBEITSBLATT 9 | Das Phänomen Hochwasser / Überschwemmungen im Wirkungsgefüge

Aufgabe 1: Erweitere das Wirkungsgefüge von AB 4 (s. u.) zu einem Gesamtwirkungsgefüge zum Thema Hochwasser / Überschwemmungen, indem du Folgen und Maßnahmen **ergänzt**.

Lösungsvorschlag:



(Quellen: Engelhard / Otto 2015; Geographisches Institut der Universität Zürich 2012/13; Glaser et al. 2010; Möller / Schütt 2017; WARD'S Natural Science 2009; Koppe 2014; Reinfried / Kienzler 2012a/b; Weitekamp / Früh 2016; Baumgarten 2020; Daser 2010; Gennies et al. 2013)

HINWEISE FÜR DEN NACHBAU DER GEOBOX

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie die verschiedenen Geoboxen für Ihre Schule nachbauen würden, sodass sie auch ohne Ausleihe dauerhaft in Ihr schulinternes Geographiecurriculum überführt werden können.

Dies ist in diesem Fall (im Gegensatz zu den anderen Geoboxen) allerdings sehr herausfordernd, weil das Überschwemmungsmodell aus verschiedenen speziell angefertigten Komponenten besteht. Daher empfehlen wir stattdessen den Kauf des „WARD´S Stormwater Floodplain Simulation System“-Modells, mit dem die Unterrichtseinheit ebenso durchgeführt werden kann.

Ein Einführungsvideo zum Modell finden Sie auf Youtube unter folgendem Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=E5ZI-55J9V8>

Käuflich erwerben können Sie das Modell auf nachfolgender Internetseite. Allerdings sind die Kosten mit zurzeit 1.610,99 \$ nicht unerheblich:

https://www.wardsci.com/store/catalog/product.jsp?product_id=8889092

LITERATURVERZEICHNIS

- Baumgarten, R. (2020): Hochwasser in Ostafrika. "Keine Erholung zwischen den Katastrophen". <https://www.tagesschau.de/ausland/sudan-293.html> (02.06.2021).
- Daser, B. (2010): Böden nach Hochwasser: Vorerst zerstört. <https://sciencev1.orf.at/news/57005.html> (01.06.2021).
- dpa (2021): Bundesregierung. Kraftakt Wiederaufbau: Kabinett bringt Fluthilfe auf den Weg. https://www.zeit.de/news/2021-08/17/bundeskabinettt-will-gesetzentwurf-fluthilfe-beschliessen?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F (19.08.2021).
- dts (2013): Trauriger Rückblick: 14 Tote beim Jahrhundert-Hochwasser im Juni 2013. <https://www.wochenblatt.de/archiv/trauriger-rueckblick-14-tote-beim-jahrhundert-hochwasser-im-juni-2013-85544> (01.06.2021).
- Engelhard, K.; Otto, K.-H. (2015): Sachanalyse und fachliche Klärung. In: Reinfried, S.; Haubrich, H. (Hrsg.): Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. Berlin: Cornelsen Schulverlage GmbH, 328-331.
- Ernst Klett Verlag GmbH (2010): Veränderung von Landschaften durch anthropogene Eingriffe. https://asset.klett.de/assets/606a9e42/28669_s17.pdf (03.06.2021).
- ESKP (o. J.): Anzahl der Todesopfer und wirtschaftliche Schäden durch Naturkatastrophen in Deutschland. https://www.eskp.de/fileadmin/eskp/artikel/naturgefahren/grafik/Naturgefahren_in-Dtl-statistik.png (09.06.2021).
- Gennies, S.; Funk, A.; Schlegel, M.; Dehmer, D. (2013): Hochwasser-Bilanz 2013. Wie schlimm war die Flut wirklich?. <https://www.tagesspiegel.de/politik/hochwasser-bilanz-2013-wie-schlimm-war-die-flut-wirklich/8416770.html> (01.06.2021).
- Geographisches Institut der Universität Zürich (2012/13): Hochwasser – Ursachen, Folgen und Prävention. https://www.geo.uzh.ch/dam/jcr:2fe09f8a-8302-4976-ad68-60467156963a/Ueberschwemmung_3_Explain.pdf (02.06.2021).
- Glaser, R.; Glawion, R.; Hauter, Ch.; Saurer, H.; Schulte, A.; Sudhaus, D. (2010): Physische Geographie kompakt. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Harrer, S. (2015): Hintergrund: Mensch und Fluss. <https://www.planet-schule.de/wissenspool/lebensraeume-im-bach/inhalt/hintergrund/mensch-und-fluss/mensch-und-fluss.html> (08.05.2021).
- Höchster Kreisblatt (2020): Eine Überschwemmung ohne Regen. <https://www.ff-unterliederbach.de/index.php/berichte/11-einsatzabteilung/227-eine-ueberschwemmung-ohne-regen> (21.05.2021).
- Koppe, W. (2014): Infoblatt Flusssysteme. <https://www.klett.de/alias/1017913> (25.05.2021).
- Koppe, W. (2012): Infoblatt Talbildung und Talformen. https://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=Infothek_artikel&extra=TERRA-Online%20%20Gymnasium&artikel_id=108526&inhalt=klett71prod_1.c.151300.de (23.05.2021).
- Leser, H. (2011): Diercke Wörterbuch Geographie. Raum – Wirtschaft und Gesellschaft – Umwelt. Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, 15. Auflage.
- Möller, S.; Schütt, B. (2017): Hydrogeographie. In: Baumhauer, R.; Kneisel, C.; Möller, S.; Schütt, B.; Tressel, E. (Hrsg.): Einführung in die physische Geographie. Darmstadt: WBG, 245-280.
- Reinfried, S.; Kienzler, P. M. (2012a): Warum gibt es Überschwemmungen? (1). Die Ursachen von Hochwasser und Überschwemmungen verstehen (Sek I/II). In: Geographie und Schule, 34, 195, 41-45.
- Reinfried, S.; Kienzler, P. M. (2012b): Warum gibt es Überschwemmungen? (2). Die Ursachen von Hochwasser und Überschwemmungen verstehen (Sek I/II). In: Geographie und Schule, 34, 196, 43-49.
- Sabrowski, M. (2008): Eine Analyse zum Strömungswiderstand natürlicher Fließgewässer mit ausgeprägter Sohlstrukturierung [Dissertation]. https://e-pub.uni-weimar.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docid/1378/file/Dissertation_Sabrowski_2008_pdfa.pdf (25.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2001a): Abfluss. <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/abfluss/10> (04.06.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2001b): Durchflussganglinie. <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/durchflussganglinie/1838> (23.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2001c): Hochwasser. <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/hochwasser/3517> (23.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000a): Abfluß. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/abfluss/32> (24.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000b): Einzugsgebiet. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/einzugsgebiet/3814> (24.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000c): Endsee. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/endsee/4075> (23.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000d): Fließgeschwindigkeit. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/fliessgeschwindigkeit/4962> (25.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000e): Fluß. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/fluss/5041> (25.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000f): Mäander. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/maeander/9841> (25.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000g): Überschwemmung, Überflutung. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/ueberschwemmung/17144> (23.05.2021).
- Spektrum Akademischer Verlag (2000h): Wasserscheide. <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/wasserscheide/18021> (24.05.2021).
- SWR (2021): Starkregen und Überschwemmungen. Hochwasser-Live-Blog in RLP: Aktuelle Entwicklungen im Überblick. https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/live-blog-hochwasser-rlp-100~_detailPage-1_dc56264c3eed6f7453c3f263012a8308a11ab691.html (19.08.2021).
- Upmeier zu Belzen, A.; Krüger, D. (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: ZfDN, 16, 41-57.
- WARD'S Natural Science (2009): Stormwater Floodplain Simulation System. 80 W 5770 User's Guide. http://www.ncafpm.org/resources/flood-model/documents/720-5780_Stormwater-Teachers-Guide.pdf (07.01.2021).
- Weitekamp, S.; Früh, F. (2016): „Kannst du mir das Wasser reichen?“ – Kompetenzorientierter Geographieunterricht durch den Einsatz eines Hochwasser- und Überschwemmungsmodells. In: Otto, K.-H. (Hrsg.): Geographie und naturwissenschaftliche Bildung – Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule. Dokumentation des 21. HGD-Symposiums im März 2015 in Bochum. Münster: Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat (= Geographiedidaktische Forschungen, 63), 263-273.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Bette, J. (2020). Einsatz von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe (NRW) aus Perspektive der Modellkompetenz. Eine quantitative Untersuchung der von Geographielehrenden berichteten Unterrichtspraxis und des Einflusses professioneller Lehrkompetenzen. Dissertationsschrift. Münster.
- Carola68 (2020): Wasserstand Anzeige Wasser Blau Wasserstandsanzeige. <https://pixabay.com/de/photos/wasserstand-anzeige-wasser-blau-4880061/> (02.06.2021).
- Choucair, P. (2019): St Mark's Square St Mark's Basilica Dom High Water. <https://pixabay.com/photos/st-mark-s-square-st-mark-s-basilica-4755133/> (01.06.2021).
- Crestani, G. (2015): River Excavator Earthmoving Revolving Machinery. <https://pixabay.com/photos/river-excavator-earthmoving-736284/> (02.06.2021).
- Hassan, M. (2018): Silhouette Gespräch Mann Frau. <https://pixabay.com/de/vectors/silhouette-gespr%C3%A4ch-mann-frau-3201120/?download> (05.06.2021).
- Kaef, L. (2013): High Water Elbe Meissen Emergency Not Savior. <https://pixabay.com/photos/high-water-elbe-meissen-emergency-876580/> (29.05.2021).
- Klett (o. J.) unter Koppe, W. (2012): Infoblatt Talbildung und Talformen. https://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=Infothek_artikel&extra=TERRA-Online%20%20Gymnasium&artikel_id=108526&inhalt=klett71prod_1.c.151300.de (23.05.2021).
- OpenStreetMap-Mitwirkende (o. J.): Ohne Titel. <https://www.openstreetmap.de/karte.html> (08.06.2021).
- ProfessorX (o. J.): File:Husen-Dalheim (Rückhaltebecken).jpg. <https://search.creativecommons.org/photos/c0a27784-1a81-499b-9025-a18422308459> (03.06.2021).
- Reinfried, S.; Kienzler, P. M. (2012a): Warum gibt es Überschwemmungen? (1). Die Ursachen von Hochwasser und Überschwemmungen verstehen (Sek I/II). In: Geographie und Schule, 34, 195, 41-45.
- Reinfried, S.; Kienzler, P. M. (2012b): Warum gibt es Überschwemmungen? (2). Die Ursachen von Hochwasser und Überschwemmungen verstehen (Sek I/II). In: Geographie und Schule, 34, 196, 43-49.
- Reuss, M.; Gonther, P. (2020): Eine Überschwemmung ohne Regen. <https://www.ff-unterliederbach.de/> (22.07.2021).
- Upmeier zu Belzen, A.; Krüger, D. (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: ZfDN, 16, 41-57.
- webandi (2018): Venice St Mark's Square Venezia Italy Romantic. <https://pixabay.com/photos/venice-st-mark-s-square-venezia-4270054/> (01.06.2021).

IMPRESSUM

Das Projekt GEOBOX ist ein Entwicklungsprojekt der Arbeitsgruppe Geographiedidaktik der Universität Gießen. Das Ziel besteht darin, das naturwissenschaftliche Arbeiten im Geographieunterricht zu stärken.



Dazu werden nach und nach auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse naturwissenschaftliche Unterrichtskonzepte zu unterschiedlichen Themen für verschiedene Jahrgangsstufen entwickelt. Diese werden in der Regel in Form von fertigen experimentellen Sets konzipiert, die an vielen Stellen in Hessen ausgeliehen werden können bzw. überregional zum Download bereitstehen.

WWW.GEOBOX.ONLINE

TITTELBLATT

UNTER MITARBEIT VON

www.shutterstock.com

Richard Babbe, Lilly Lingott, Jule Roßkopf

PROJEKTVERANTWORTLICHER

PROF. DR. RAINER MEHREN

Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut für Geographie
AG Didaktik der Geographie
Karl-Glückner-Str. 21 G

D – 35394 Gießen
GPS N 50° 34.414` | E 08° 41.963`
Tel: +49 (0)641 / 99 363 -00

MIT FREUNDLICHER UNTERSTÜTZUNG DURCH

Klaus Tschira Stiftung
gemeinnützige GmbH

