

Von der Quelle bis zur Mündung – die Kraft der Flüsse

Ein Beitrag von Natalie Jäger, Stuttgart
Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier

Der Rhein hat eine Flusslänge von 1.232 Kilometern. Auf seinem Weg durch das Einzugsgebiet von neun europäischen Ländern transportiert der Fluss eine riesige Menge an Sedimenten in die Nordsee. Beispielsweise wurde an der deutsch-niederländischen Grenze zwischen 1991 und 2010 eine jährliche Sedimentfracht von durchschnittlich 2,7 Millionen Tonnen gemessen. Die Donau, mit 2.857 Kilometern der zweitlängste Fluss Europas, entwässert nach seiner Reise durch zehn Länder in das Schwarze Meer. Die jährliche Sedimentfracht der Donau liegt bei durchschnittlich 65 Millionen Tonnen. Viele Nebenflüsse beliefern die Flüsse mit Sedimentpartikeln. Von der Quelle bis zur Mündung führt der Weg der Gesteine durch Gebirge, Täler, Ebenen und in Seen. Der Sedimentfracht kommt dabei eine besondere Rolle zu. Was genau geschieht im Flussbett eines Flusses? Wie entstehen Schluchten, Canyons und Deltas? Die Schülerinnen und Schüler lernen die Bedeutung von Gesteinen und die Kräfte in Flüssen kennen. Handlungsorientierte Experimente und realitätsnahe Texte öffnen den Zugang zur fluvialen Geomorphodynamik.



Verlauf eines natürlichen Flusssystems

Foto: www.colourbox.de

I/B1

Voransicht
Mit Lernerfolgskontrolle!

Themen:	Exogene Wirkung von Fließgewässern, Entstehung von Oberflächenformen, Erosion, Sedimentation, Transport von Gesteinen, menschlicher Einfluss, Experimente
Ziele:	Die Schülerinnen und Schüler lernen die Kraft von Fließgewässern kennen. Sie verstehen, dass diese Kräfte die Gesteine abtragen, formen, transportieren und ablagern. Mithilfe von Fachbegriffen können die Schülerinnen und Schüler die Prozesse erklären und lernen, wie Talformen und Flussdelta in Abhängigkeit von geologischen, klimatischen und geomorphologischen Faktoren entstehen. Durch Experimente verstehen die Schülerinnen und Schüler das Zusammenspiel von Erosion, Transport und Sedimentation.
Klassenstufe:	7./8. Klasse
Zeitbedarf:	4 Unterrichtsstunden
CD-ROM:	Sie finden alle Materialien sowie Zusatzmaterial im veränderbaren Word-Format auf der beiliegenden CD-ROM 97.



Reihe 15 S 3	Verlauf	Material	LEK	Glossar	Mediothek
------------------------	----------------	-----------------	------------	----------------	------------------

In trockenen Sommermonaten oder in semiariden Gebieten nach der Regenzeit setzt die **Sedimentation** ein, wenn die **Wassermenge** abnimmt. Im Flachland wird das Material sortiert nach **Korngrößen** abgelagert. Dort entstehen **Aufschüttungsebenen**. Schwemmfächer und Schwemmkegel bilden sich durch Ablagerung der Transportfracht bei einer Verringerung des Gefälles, Deltas hingegen entstehen bei der Mündung in stehende Gewässer, wie See und Meer.

Die **Erosionsbasis** ist der Punkt, bis zu dem die Erosion des Flusses wirken kann. Der Meeresspiegel stellt die **absolute** Erosionsbasis dar, Hauptflüsse oder Seen **lokale** Erosionsbasen. Der Fluss ist stets bestrebt, sein **Gleichgewichtsprofil** zu erreichen. Wenn sich die Erosionsbasis verändert, zum Beispiel durch tektonische Senkungen, reagiert der Fluss mit einer Erhöhung der Tiefenerosion. Er tiefte sich flussaufwärts durch **rückschreitende Erosion** ein. Ein anderes Beispiel ist die Sedimententnahme durch den Menschen, wobei es zu einer Erhöhung der Sedimentation kommt.

Natürliche Flussläufe bestehen aus kurvenreichen **Mäandern** (Flussschlingen). Sie bestehen aus einem **Prallhang**, an dem erodiert wird, und einem **Gleithang**, an dem akkumuliert wird. Nach der seitlichen Abtragung wird der Prallhang Stück für Stück abgebrochen, während sich das Gleithangufer verbreitert. Durch **Flussbegradigungen** beeinflusst der Mensch die Natur, um die Flüsse für sich nutzbar zu machen. Mäandrierende Flüsse wurden begradigt, um sie schiffbar zu machen. Dadurch nimmt die Fließgeschwindigkeit zu und der Fluss gewinnt an Energie, die er in erhöhte Erosionsarbeit investiert, sodass er sich tiefer in das Bett eingräbt. Ein begradigter Fluss kann keine ausgleichenden Mäander mehr bilden und auch nicht aus sich heraus breiter werden. Dazu kommt, dass die Ufer von begradigten Flüssen ihre Raulheit verloren haben. Natürliche, vegetationsreiche Flussufer dagegen bremsen die Fließgeschwindigkeit des Wassers. Bei lang anhaltenden, starken Wasserfällen kommt es somit rascher zu Hochwassern und Überschwemmungen – ein Effekt, der von Johann Gottfried Tulla nicht vorhergesehen wurde.

Didaktisch-methodische Orientierung

Die Unterrichtseinheit findet sich in den Bildungsplänen im Themenkomplex „Endogene und Exogene Kräfte gestalten die Erdoberfläche“ wieder. In der vorherigen Einheit sollten endogene Prozesse bereits behandelt worden sein. Die Lehre der Plattentektonik und der Schalenbau der Erde sollten den Schülern ein Begriff sein, da die tektonisch induzierten Veränderungen der Erdkruste und Konvektionsströmungen im Erdinneren sich auf die Entwicklung des Oberflächenreliefs auswirken. Die Orogenese als Folge endogener Prozesse stellt die Überleitung zu den exogenen Prozessen dar. Die Schüler kennen den Begriff „Erosion“ als Gegenkraft zur Gebirgsbildung. Die Lehrkraft setzt die Einheit der fluvialen Geomorphodynamik als Beispiel für die formbildenden Prozesse ein (andere Beispiele sind die Glazialmorphologie und die Verkarstung). Am Ende der Einheit sind die Schüler in der Lage, die fluvialen, geomorphologischen Vorgänge in turbulenten Fließgewässern exemplarisch aufzuzeigen, einen idealtypischen Flusslauf mit seinem Formenschatz zu erläutern sowie quantitative Messungen durchzuführen.

Die Materialien sind als Einzelstunden konzipiert und bauen aufeinander auf. Das Modellexperiment kann alternativ als Einstieg in die Thematik eingesetzt werden. Das geomorphologische Wissen ist in situative Texte eingebettet. Die Schüler können sich aufgrund realitätsnaher Beispiele in das abstrakte Thema einfinden. Durch handlungsorientierte Methoden und kooperative Lernformen entwickeln die Schüler eigene Ideen und Lösungsansätze und verbalisieren die Inhalte in der Fachsprache. In der ersten Stunde (**M 1**) erarbeiten die Schüler in Einzelarbeit die Transportarten von Gesteinen im Wasser und lernen, wie ein Fluss die Form von Steinen und Untergrund verändert. Die Motivation der Schüler wird durch Abbildungen und den Bezug zur Lebenswelt hergestellt, indem die Schüler ihnen bekannte Steine im Fluss benennen. In der Transferaufgabe stellen die Schüler in Partnerarbeit einen Zusammenhang zwischen Abtragung, Transport und Ablagerung her. Die zweite Stunde knüpft mit (**M 2a**) an die vorherige Stunde an, indem die Schüler in Partnerarbeit die Fachbegriffe aus **M 1** in einer Zuordnungsaufgabe festigen.

Materialübersicht

Stunde 1 Flüsse und ihre Fracht

M 1 (Ab, Tx) Flusskiesel – ein Stein im B(r)ett

Stunde 2 Versuch zur Fließgeschwindigkeit von Wasser

M 2a (Tx) Wasser nimmt seinen Lauf

M 2b (SV, Fo) Ungebändigtes Wasser gegen gebändigtes Wasser – ein Modellexperiment

Stunde 3 Was genau geschieht im Flussbett?

M 3 (Ab) Tal ist nicht gleich Tal!

M 4 (Tx, Gd) Täler in Deutschland – das Höllental

M 5 (Tx, Gd) Täler in Deutschland – die „wütende Ach“

M 6 (Tx, Gd) Täler in Deutschland – das Bodetal

M 7 (Tx, Gd) Täler in Deutschland – das Moseltal

Stunde 4 Was geschieht in der Mündung?

M 8 (Fo, SV, Tx) Delta – ein Fächer in der Landschaft

LEK (Gd, Tx) Von der Quelle bis zur Mündung – Wissensquiz

Abkürzungen:

Ab: Arbeitsblatt – **Fo:** Folie – **Gd:** grafische Darstellung – **Ka:** Karte – **LEK:** Lernerfolgskontrolle – **SV:** Schüler-versuch – **Tx:** Text

Für diese Einheit benötigen Sie ...

Atlanten und Materialien für die Experimente (vgl. Checkliste).

Sie finden alle Materialien sowie Zusatzmaterial im veränderbaren Word-Format auf der beiliegenden **CD-ROM 97**.



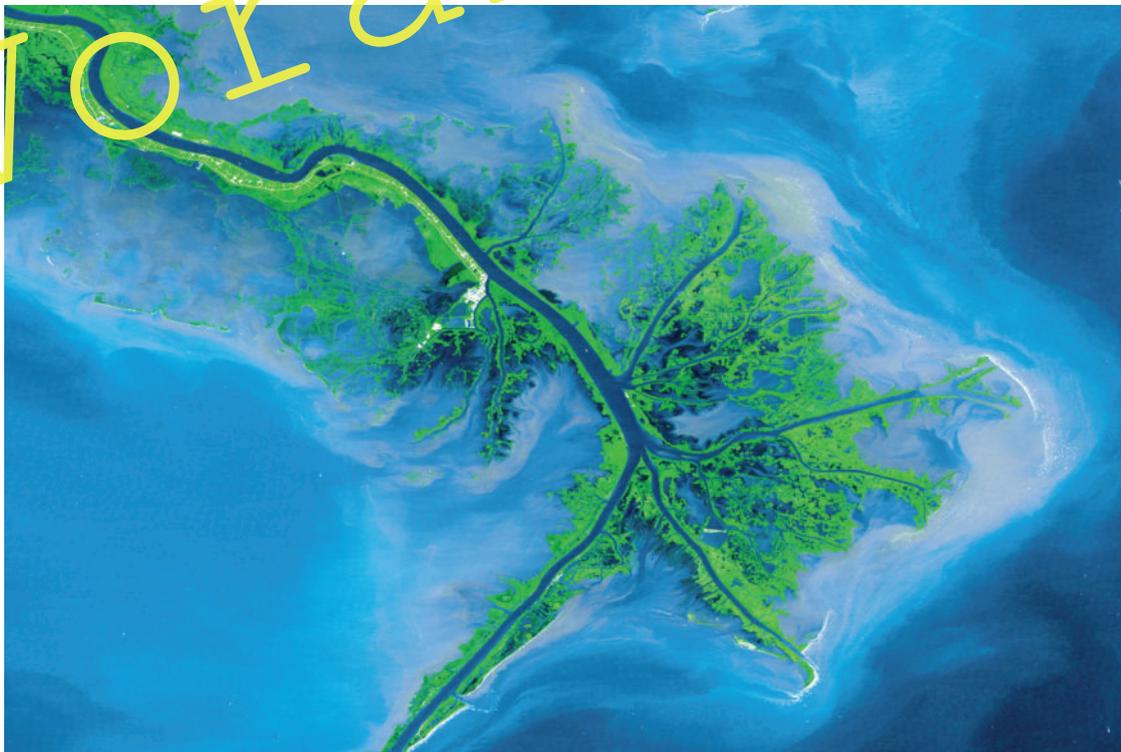
Delta – Fächer in der Landschaft



I/B1

Delta des Huang He (Gelber Fluss) in China, 2004

Foto: NASA



Mississippidelta im Golf von Mexiko

Foto: NASA

Voransicht

Mäandrierende und begradigte Flüsse

I/B1



Mäandrierender Fluss, der Rapaälven in Schweden

Foto: Marco Klüber / CC BY-SA 3.0



Begradigter Rhein zwischen Straßburg und Kehl

Foto: Thinkstockphotos / iStockphoto

Voransicht

M 2b Ungebändigtes Wasser gegen gebändigtes Wasser – ein Modellexperiment

Das benötigt ihr

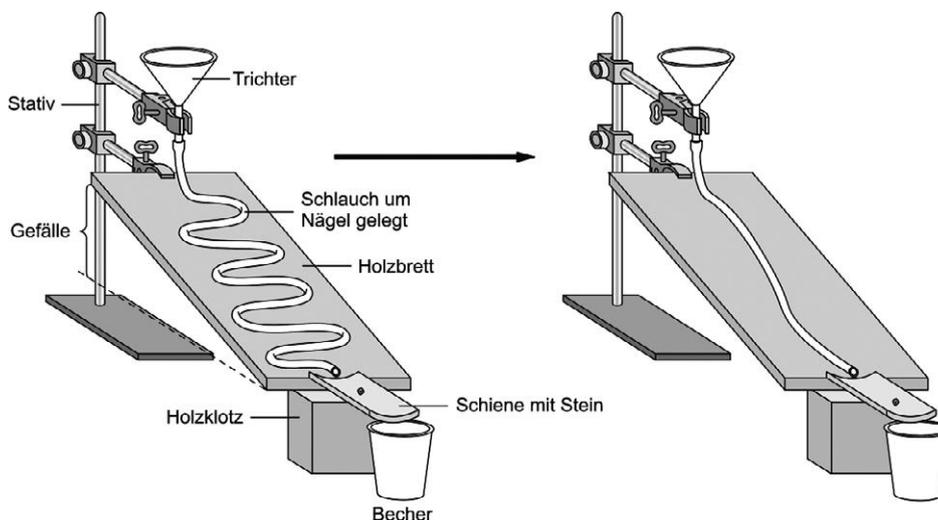
- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Holzbrett (ca. 80 x 40 cm) | <input type="checkbox"/> 2 Gummischläuche | <input type="checkbox"/> Hammer und Nägel |
| <input type="checkbox"/> 1 Stativ | <input type="checkbox"/> 1 Holzklotz | <input type="checkbox"/> 1 Trichter |
| <input type="checkbox"/> 1 Klemme | <input type="checkbox"/> 1 Schiene | <input type="checkbox"/> Knetmasse |
| <input type="checkbox"/> 2 Becher | <input type="checkbox"/> mehrere Stoppuhren | <input type="checkbox"/> Kieselstein oder Würfel |
| <input type="checkbox"/> lange Schnur | <input type="checkbox"/> Meterstab | <input type="checkbox"/> Wasser |

Aufbau des Experiments:

- ① Steckt den Trichter in das Schlauchende. Befestigt Brett und Trichter an dem Stativ.
- ② Legt das untere Ende des Brettes auf einen Holzklotz, sodass ein leichtes Gefälle entsteht.
- ③ Schlagen abwechselnd links und rechts der Mittellinie Nägel in das Brett. Legt um diese Nägel den Schlauch, damit Mäanderbögen entstehen.
- ④ Legt die Schiene auf das untere Ende des Brettes und befestigt das Ende des Schlauchs an der Schiene. Befestigt den Schlauch mit Knetmasse, sodass kein Wasser daneben fließt.
- ⑤ Markiert auf der Schiene jeweils den Punkt, der 5 cm nach dem Schlauchende liegt. Dort positioniert ihr den Stein/den Würfel.

Durchführung des Experiments:

- ① Bestimmt die Länge der beiden Modellflüsse mit einer Schnur und einem Meterstab.
- ② Ein Schüler klemmt den Schlauch unterhalb des Trichters ab. Füllt danach mit dem Becherglas 150 ml Wasser in den Trichter des Flusses mit den Mäanderbögen.
- ③ Auf Kommando wird die Klemme entfernt und zwei Schüler betätigen die Stoppuhren.
- ④ Haltet die Uhren an, wenn das Wasser am unteren Schlauchende herausfließt.
- ⑤ Messt mit dem Maßband, wie weit der Würfel/der Stein transportiert wurde. Führt die Messungen insgesamt dreimal durch und bildet den Durchschnitt.
- ⑥ Wiederholt den Versuch ebenfalls dreimal für den geraden Flussverlauf.



M 7 Täler in Deutschland – das Moseltal

Bei Wanderungen auf einen Gipfel oder bei einer Skiabfahrt musst du Täler durchqueren. Welche Täler kennst du in deiner Region?

Aufgaben (M 7)

1. Der Tagebucheintrag eines Wanderers beschreibt Prozesse der Talbildung und daraus entstandene Talformen. Lies den Text zur Bildung des Moseltals.

12. Juli „... Ich stehe auf einer Erhebung und blicke in das Moseltal und auf die Stadt Trier. Im Sonnenlicht schimmert die Mosel, die im breiten Flussbett durch das Tal fließt. Der Fluss ist vielerorts kaum begradigt und mäandriert in der Landschaft. Im Mittellauf der Mosel hat der Fluss ein Sohltal geschaffen, das bis zu zwei Kilometer breit ist. Es erstreckt sich zwischen steil aufragenden Felsen. Der Talraum weist ein geringes Gefälle auf und ist dicht besiedelt. Durch das nachlassende Gefälle und die abnehmende Fließgeschwindigkeit setzt die Tiefenerosion im Moseltal aus. Stattdessen findet eine starke Seitenerosion statt, d. h., das Wasser erodiert beiderseits im Uferbereich. Durch die Seitenerosion wurden die Hänge des Tals immer weiter zurückverlagert. Durch Hangabtragung gelangen Sedimente in den Fluss und bilden eine mächtige Schotterdecke auf der Talsohle. An manchen Stellen befinden sich inmitten des Flusses kleine Inseln, die durch abgelagerte Sedimente entstanden sind. Große Mittelgebirgstäler wie Mosel, Saale und Ruhr gehören zu diesem Taltyp, aber auch das Niltal in Ägypten.“



Blick auf die Mosel

Foto: www.colourbox.com

2. Arbeitet in Gruppen. Tragt die fehlenden Informationen in die Tabelle M 3 ein.

3. Präsentiert das Moseltal euren Mitschülern. Erklärt insbesondere die Entstehung des Tals anhand der Zusammenwirkung folgender Parameter: Abfluss – Verhältnis zwischen Tiefenerosion und Hangabtragung – Geologie – Gefälle – Transportmenge – Ablagerung.

Was bedeutet ...?

BV: Das Belastungsverhältnis bezeichnet das Verhältnis zwischen Schlepplast und Transportkraft des Flusses. Dabei gilt:

BV < 1: Transportkraft ist höher als Schlepplast → das Flussbett wird erodiert

BV = 1: Das Verhältnis zwischen Breite und Tiefe ist ausgeglichen → Transport findet statt

BV > 1: Schlepplast ist größer als Transportkraft → Ablagerung findet statt

Die Tiefenerosion **E**, die Seitenerosion **S** und die Hangdenudation/Hangabtragung **H** stehen in Wechselwirkung.



4. Es gibt Sonderformen von Tälern. Betrachte die Skizze. Überlege, wie ein Kastental entsteht. Schreibe einen Lexikoneintrag zur Entstehung eines Kastentals.

