



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Von der Quelle bis zur Mündung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## 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 Flusssystemes

Foto: www.colourbox.de

I/B1

**Mit Lernerfolgskontrolle!**

<b>Themen:</b>	Exogene Wirkung von Fließgewässern, Entstehung von Oberflächenformen, Erosion, Sedimentation, Transport von Gesteinen, menschlicher Einfluss, Experimente
<b>Ziele:</b>	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.
<b>Klassenstufe:</b>	7./8. Klasse
<b>Zeitbedarf:</b>	4 Unterrichtsstunden
<b>CD-ROM:</b>	Sie finden alle Materialien sowie Zusatzmaterial im veränderbaren Word-Format auf der beiliegenden CD-ROM 97.



### Hintergrundinformationen

Gesteine, Fließgewässer und Täler begegnen den Schülerinnen und Schülern\* auf Reisen, Schulausflügen und im täglichen Leben. Über die Medien erfahren die Schüler von den Kräften eines Flusses und von Siedlungen in Flussnähe. Sedimente begegnen den Schülern im Alltag: beim Spaziergang über einen kiesigen Weg, beim Bauen vom Sandburgen am Strand, beim Steinhüpfen am See. Doch den Schülern ist nicht klar, welche Kraft die **fluvialen Sedimente** wie Sand und Kieselsteine zerkleinert und Täler geschaffen hat.

Gerade im Zeitalter der **Klimaerwärmung** ist die Bedeutung von Wasser ein wichtiges Thema. Würden die großen Flüsse weniger Wasser transportieren, würden Flüsse und Seen durch die **abgelagerten Sedimente** verlanden, gäbe es keine **Binnenschifffahrt** mehr und würden weniger Sedimente bis zum Meer gelangen.

### Flüsse prägen die Landschaft

Die fluviale Wirkung von Fließgewässern gehört zu den **exogenen Kräften** auf der Erde. Haupt- und Nebenflüsse auf der Erde sind die Transporteure von Gesteinsmaterial, Schwebfracht und gelösten Stoffen. Neben ihrer Transportfunktion wirken sie zerstörend und aufbauend. **Turbulentes Fließen** des Wassers, d. h. Wirbel, Strudel und sich kreuzende Stromlinien im Wasser, ist ausschlaggebend für das Ablösen und Transportieren von Gesteinsmaterial von der Gewässersohle und eine Voraussetzung für hohe Abtragungsraten. Diese Fließdynamik ist zusammen mit der **Korngröße** und Menge der Sedimentfracht, den tektonischen und petrographischen Bedingungen und der Menge des Abflusses entscheidend für die formbildenden Prozesse und die Entwicklung des Flussbetts und Flusslaufs.

Grobkantiges Gesteinsmaterial wird, sobald es im Flussbett ist, durch die Arbeit des Flusses abgerundet und zerkleinert. Unterschieden wird bei der Fracht zwischen **Lösungs- und Feststofffracht**. Die **Lösungsfracht** besteht aus gelösten Stoffen (Ionen) im Wasser [mg/l]. Als **Schwebfracht** oder **Suspensionsfracht** werden feinkörnige Ton- und Schluffpartikel bezeichnet, die aus dem Oberflächenabfluss und Hangabtrag stammen. Schotter, Kies, Blöcke und grobkörniger Sand bilden die **Geröllfracht**. Die Feststoffe bewegen sich **flottierend** (gerollt, gewälzt, geschleppt, geschleift) oder **saltierend** (hüpfend). Die Beziehung zwischen Fließgeschwindigkeit (in cm/s) und Korngröße (in mm) in Wechselwirkung mit den Prozessen Abtragung (Erosion), Transport und Ablagerung (Sedimentation) wurde 1935 von Hjulström im Diagramm dargestellt.

Das **Belastungsverhältnis (BV)** zeigt an, welcher Prozess im Fließgewässer einsetzt. Dabei ist  $BV = \text{Last (L)} / \text{Schleppkraft (S)}$ . Ist die Last so hoch wie die Schleppkraft ( $BV = 1$ ), befindet sich das Fließgewässer in einem Gleichgewichtszustand – es finden **Transport** und **Seitenerosion** statt. Ist das Belastungsverhältnis kleiner 1 ( $BV < 1$ ), setzt die **Tiefenerosion** oder **rückschreitende Erosion** ein. Ist der Zustand  $BV > 1$  erreicht, findet **Akkumulation** statt. Vom Oberlauf zum Unterlauf nimmt das Belastungsverhältnis in der Regel zu.

Das Gesteinsmaterial schneidet sich im **Oberlauf** des Flusses tief in die Flusssohle ein. Dort zeigen das **Gefälle** und die **Fließgeschwindigkeit** die höchsten Werte. Im **Mittellauf** nimmt die Fließgeschwindigkeit ab, sodass Tiefenerosion und Seitenerosion sich – je nach Ausgangsrelief – die Waage halten. Nimmt die Fließgeschwindigkeit in Richtung Tal und Unterlauf ab, verringert sich die Transportkapazität und die Akkumulation setzt ein. Solch ein idealisiertes Längsprofil zeigt, dass im Oberlauf die Reliefunterschiede am größten sind und das mitgeführte Geröll als Erosionswaffe zur Bildung der Talformen Klamm, Schlucht und Kerbtal führt. Wenn im Mittellauf Seitenerosion und Transport an Bedeutung gewinnen, entstehen Kerbsohlentäler oder Sohlentäler. Schließlich überwiegen im Unterlauf Transport und Akkumulation. Das Längsprofil des Rheins zum Beispiel zeigt Abweichungen vom idealisierten Profil. Diese sind bedingt durch: Tektonik, Gesteinswechsel, die Mittelgebirgsschwelle und Meeresspiegelschwankungen.

\*Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur noch „Schüler“ verwendet.

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 Rauheit 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 Verkastung). 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.

Ist die Gruppe stark, werden die Begriffe im Lehrer-Schüler-Gespräch zugeordnet. Anschließend wenden die Schüler die Begriffe im Modellexperiment an. Als Einstieg kann die Lehrkraft die Bildfolie zu **M 2** einsetzen, um die Schüler an das Thema der Stunde heranzuführen. Da viele Materialien benötigt werden und der Aufbau zeitintensiv ist, empfiehlt es sich, die beiden Schläuche vor der Stunde an das Holzbrett anzubringen und die Schüler in zwei Gruppen einzuteilen. Während Gruppe 1 den Versuch am Fluss mit Mäanderbogen durchführt, beobachtet Gruppe 2 den Versuch und notiert die Ergebnisse. Umgekehrt führt Gruppe 2 den Versuch mit dem geraden Flusslauf durch, während Gruppe 1 beobachtet und protokolliert. Die Lehrkraft moderiert die einzelnen Schritte und achtet auf möglichst genaue Messergebnisse und Berechnungen der Durchschnittswerte. Die handlungsorientierte Methode befähigt die Schüler, sich in einer Gruppe zu organisieren und gemeinsame Messergebnisse zu ermitteln. In der Vertiefungsphase übertragen die Schüler in kleineren Gruppen die Ergebnisse in die Realität und ermitteln Unterschiede. Letztendlich kommen hier der menschliche Eingriff in den natürlichen Flusslauf und die damit verbundenen Folgen zur Sprache.

In der dritten Stunde erarbeiten die Schüler in der kooperativen Lernform des **Gruppenpuzzles** die am häufigsten vorkommenden Talformen, Merkmale und Talbildungsprozesse (**M 4–M 7**). Das Gruppenpuzzle dient dazu, dass die Schüler die Unterschiede klar benennen und Prozesse in der Gruppe diskutieren. In **M 3** werden die Ergebnisse strukturiert in tabellarischer Form gesichert. In einer Transferaufgabe setzen die Schüler das erlernte Wissen ein, indem sie eigene Lexikoneinträge formulieren.

Der Einstieg in die vierte Stunde erfolgt anhand eines Satellitenbildes eines Flussdeltas (**Bildfolie zu M 8**). Die Schüler beschreiben das Foto und bringen ihre eigenen Ideen ein. Anschließend soll das Mini-Experiment zum Flussdelta von der Lehrkraft präsentiert werden. Die Schüler beobachten und beschreiben die Ergebnisse. Mithilfe des Textes in **M 8** erarbeiten die Schüler in Einzelarbeit die Besonderheiten und die Entstehung eines Deltas. Die Lösungen werden im Plenum gesichert. Als Transferaufgabe wenden die Schüler ihr Wissen an und entwerfen in Partner- oder Gruppenarbeit eine Präsentation zu einer weiteren Mündungsform. Die vierte Stunde schließt die Einheit ab, indem sie die letzte Station der Gesteine im Flussbett behandelt. Von der Quelle bis zur Mündung wurden die wichtigsten Prozesse im Flussbett thematisiert, sodass die Schüler einen Zusammenhang zwischen den einzelnen Vorgängen herstellen können und verstehen, dass ein Fluss – mit all seinen Komponenten – ein komplexes System ist und in seiner Gesamtheit betrachtet werden muss. Die **LEK** dient zur Kontrolle des neu erworbenen Wissens.

<b>Reihe 15</b>	<b>Verlauf</b> S 1	<b>Material</b>	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Mediothek</b>
-----------------	-----------------------	-----------------	------------	----------------	------------------

*Stundenübersicht*

<b>Stunde 1: Flüsse und ihre Fracht</b>	
M 1 (Ab/Tx)	<b>Flusskiesel – ein Stein im B(r)ett</b> / Informationen erfassen, fluviale Prozesse beschreiben
<i>Stundenziel:</i>	Die Schüler können drei Transportmöglichkeiten in Flüssen nennen und erklären. Sie verstehen, welche Faktoren die Abtragung, den Transport und die Ablagerung beeinflussen und welche Wirkung Fließgewässer auf Gesteine hat.

<b>Stunde 2: Versuch zur Fließgeschwindigkeit von Wasser</b>	
M 2a (Tx)	<b>Wasser nimmt seinen Lauf</b> / Fachbegriffe und Definitionen zuordnen, Messungen durchführen und Durchschnittswerte berechnen
M 2b (SV/Fo)	<b>Ungebändigtes gegen gebändigtes Wasser – ein Modellexperiment</b> / Aufbau und Durchführung des Experiments, eine Skizze verstehen, Methode: Experiment
<i>Stundenziel:</i>	In dieser (Doppel-)Stunde lernen die Schüler Fachbegriffe der fluvialen Geomorphologie. Sie übertragen ein Experiment in die Realität und verstehen, dass die Transportkraft des Flusses und Veränderungen im Flusslauf sich gegenseitig beeinflussen. Sie lernen, dass der Mensch Flussläufe verändert.

<b>Stunde 3: Was genau geschieht im Flussbett?</b>	
M 3 (Ab)	<b>Tal ist nicht gleich Tal</b> / Merkmale tabellarisch gegenüberstellen, eine Skizze zeichnen, Methode: Gruppenpuzzle
M 4 (Tx/Gd)	<b>Täler in Deutschland – das Höllental</b> / Analysieren eines Tagebucheintrags, Prozesse erläutern
M 5 (Tx/Gd)	<b>Täler in Deutschland – die „wütende Ach“</b> / Analysieren eines Tagebucheintrags, Prozesse erläutern
M 6 (Tx/Gd)	<b>Täler in Deutschland – das Bodetal</b> / Analysieren eines Tagebucheintrags, Prozesse erläutern
M 7 (Tx/Gd)	<b>Täler in Deutschland – das Moseltal</b> / Analysieren eines Tagebucheintrags, Prozesse erläutern
<i>Stundenziel:</i>	Die Schüler können die Talbildungsprozesse anhand von Fachbegriffen, Bildern und Skizzen erläutern. Sie vergleichen die Formen und ordnen Merkmale und Zusammenhänge tabellarisch ein. Sie formulieren Lexikoneinträge zu Sonderformen.

<b>Stunde 4: Was geschieht in der Mündung?</b>	
M 8 (Fo/SV/Tx)	<b>Delta – ein Fächer in der Landschaft</b> / Durchführen eines Versuchs, Analysieren eines Sachtextes, Zusammenhänge verstehen, Präsentation von Mündungsformen
LEK (Gd/Tx)	<b>Von der Quelle bis zur Mündung – Wissensquiz</b> / Erläutern einer Grafik, Auswerten von Zeitungsartikeln
<i>Stundenziel:</i>	Die Schüler können die Entstehung eines Deltas im Mündungsbereich erklären. Im Experiment erkennen sie die Sedimentmuster. Sie verstehen, dass bei der Ablagerung die Sedimente nach Körnung getrennt abgelagert werden. Sie kennen den Unterschied zwischen Delta und Ästuar.

I/B1



### 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**.





# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Von der Quelle bis zur Mündung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

