

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen



		Klasse 5 bis 7	Klasse 8 bis 10	Klasse 11 bis 13	Projektunterricht Freilandarbeit	Biologie	Chemie	Erdkunde	Politik und Wirtschaft	Geschichte	Deutsch	Kunst/Verken
Sachinformationen zum Thema	▶ 110											
Lehrerinformationen und Schülermaterial												
6.1 Woher bekommt der Fluss das Wasser?	▶ 116	-	●	●	-	-	●	-	●	-	-	-
6.2 Gewässerschutzdetektive unterwegs – Was fließt in den Bach?	▶ 118	-	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-
6.3 Problem Eutrophierung – Gefährdungsfaktor Landwirtschaft	▶ 120	-	-	●	-	-	●	●	●	●	-	-
6.4 Jedes Einzugsgebiet ist anders – Neue Ideen von der EU	▶ 122	-	-	●	-	-	●	-	●	●	-	-



Gewässerbelastungen - Ursachen und Folgen

Das Wasser der Fließgewässer ist Teil des Wasserkreislaufs. Während ihrer gesamten Fließstrecke nehmen Bäche und Flüsse Wasser einschließlich der darin enthaltenen Stoffe aus dem Einzugsgebiet auf. Sie sind in diesem Sinne Drainagen der Landschaft. Die enge Verknüpfung und Abhängigkeit vom Einzugsgebiet ist ein besonderes Merkmal von Bächen und Flüssen. Die Herkunft und stoffliche Zusammensetzung des Wassers wird zum einen bestimmt von den Bedingungen im Einzugsgebiet (Geologie, Geographie, Klima, Besiedlung und Flächenversiegelung), zum anderen von der Umsetzung natürlich eingetragener organischer Stoffe (z.B. über die Ufervegetation). In der Naturlandschaft werden Fließgewässer im Wesentlichen aus Quell-, Grund- und Niederschlagswasser gespeist, das zum größten Teil zeitverzögert über den Oberflächenabfluss in die Gewässer gelangt.

Zu Gewässerbelastungen kommt es, wenn durch den Einfluss des Menschen das Wasser in seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit verändert wird. Dies kann auf sehr unterschiedliche Weise geschehen.

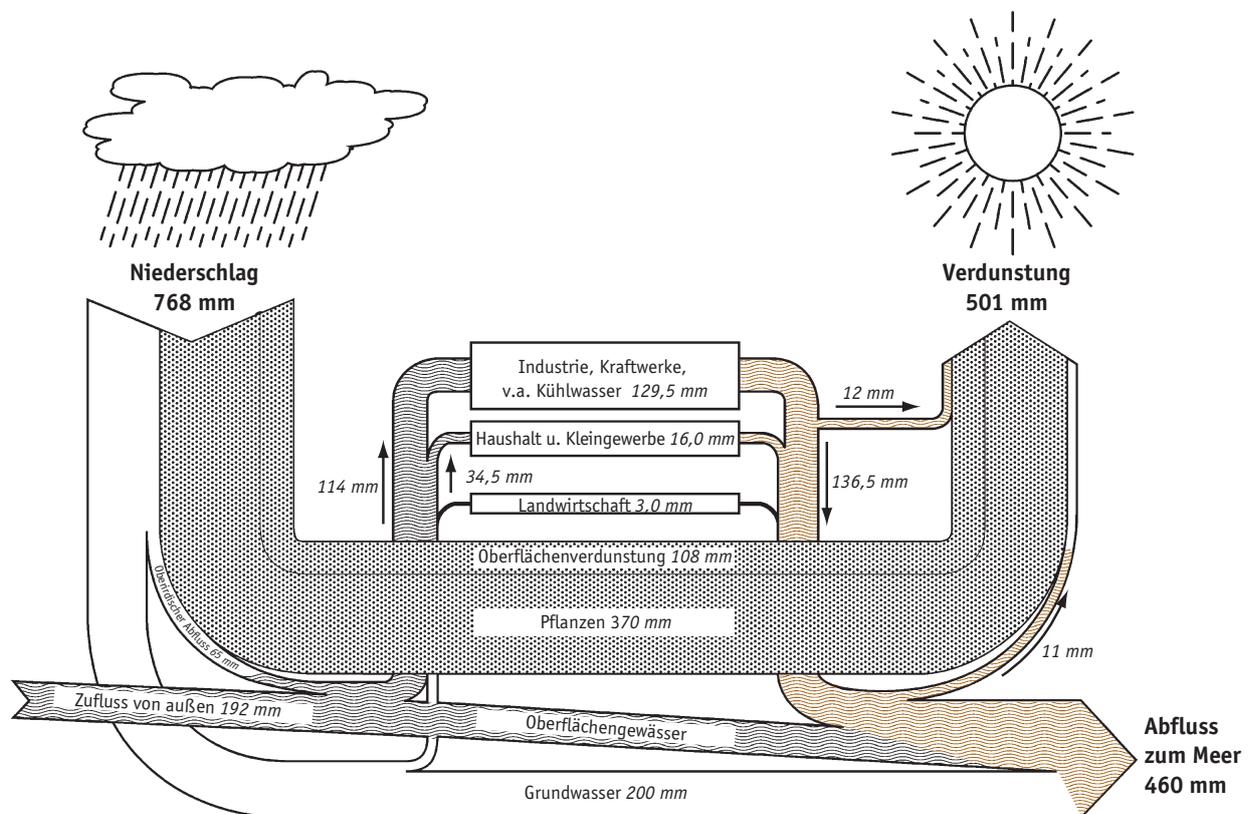


Abb. 6-1 Wasserbilanz von Deutschland. Alles vom Menschen genutzte Wasser ist Teil des natürlichen Wasserkreislaufes (nach LIEBSCHER 1994)

Gewässerbelastungen - Ursachen und Folgen



Herkunft von Gewässerbelastungen Punktueller und diffuse Einträge

Je nach Eintragsweg unterscheidet man punktuelle und diffuse Einträge. Punktuelle Einträge kommen aus der Siedlungsentwässerung (kommunale und industrielle Kläranlagen, Kanalisationseinleitungen). Sie sind in ihrer Menge und Zusammensetzung gut zu erfassen.

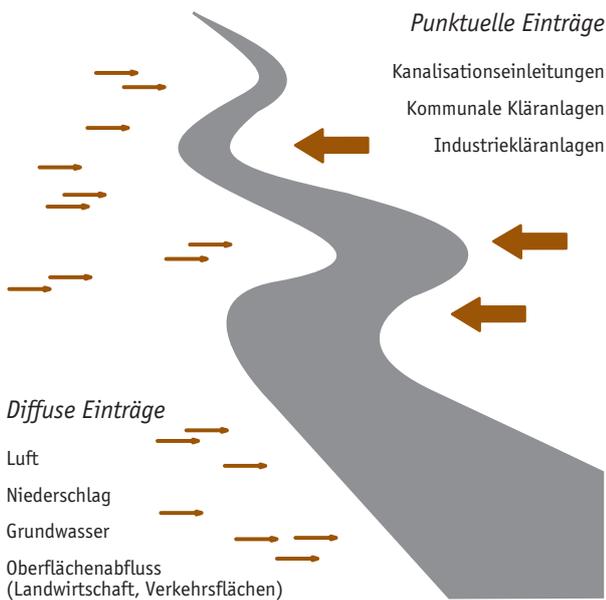


Abb. 6-2 Herkunft von Gewässerbelastungen

Die diffusen Einträge gelangen zum einen durch Abschwemmungen aus der Fläche des Einzugsgebietes in die Gewässer und sind deshalb stark von der Flächennutzung und dem Anteil der Versiegelung abhängig. Zum anderen werden über das Grundwasser, die Niederschläge und die Luft umweltbelastende Stoffe aus praktisch allen Bereichen in die Gewässer verlagert, so dass diffuse Einträge wesentlich schwieriger als die punktuellen Einträge zu kontrollieren sind und zu ihrer Verminderung Maßnahmen erforderlich sind, die eine Kooperation aller Umweltschutzdisziplinen erfordern (Gewässer-, Luft- und Bodenschutz).

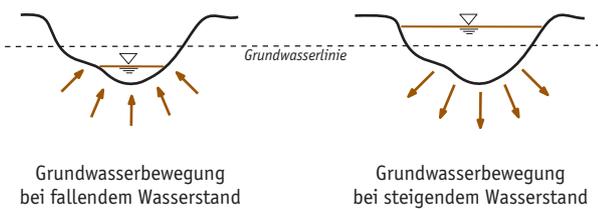


Abb. 6-3 Fließgewässer stehen in engem Kontakt mit dem Grundwasser. Auf diesem Weg wird ein Teil der diffusen Belastungen eingetragen.

Zeitliche Entwicklung der Gewässerbelastung

Zu einem großen Problem entwickelte sich die Gewässerbelastung seit Ende des 19. Jahrhunderts im Zuge des Bevölkerungswachstums und der expandierenden Industrie. Abwässer mit immensen Frachten organischer, sauerstoffzehrender Stoffe aus Haushalten und Fabriken überforderten die natürliche Selbstreinigung (MAUCH 1998) und ließen viele Gewässer zu stinkenden Kloaken werden.

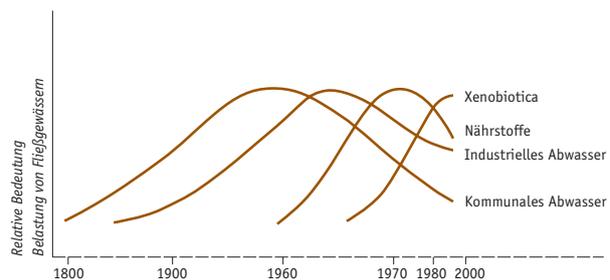


Abb. 6-4 Die zeitliche Entwicklung der Belastung von Fließgewässern in logarithmischer Darstellung (aus: BORCHARDT 1998).

Auch aus der Industrie kamen zunächst vor allem organische Belastungen (Papier- und Zuckerfabriken, Brauereien, Gerbereien) außerdem Schwermetalle (Metallindustrie). An manchen Orten erreichte die Gewässerverschmutzung Ausmaße, wie sie heute kaum noch vorstellbar sind, aber auch Zeitgenossen Grund zur Empörung bot:

„Die Wupper hat bereits vieles leiden müssen, ehe sie nach Barmen hineinkommt, aber die Menge reinen Wassers, das von den Hügeln strömt, ist so groß, dass sie dort immer noch ganz klar ist. Dann verdunkelt sich ihre Farbe jedoch nach jedem Werke, an dem sie vorbeifließt, und wenn sie Elberfeld erreicht, ist sie fast schwarz. Trotzdem fließt immer weiter Schmutz in sie hinein. Jede Fabrik trägt ihren Anteil dazu bei. Zur Abwechslung bringen Drainröhren das Wasser aus der Stadt, das mit dem Schmutz der Haushaltungen vermischt ist. Undurchsichtig, schleimig, schwarz wie Tinte und mit einem häßlichen Schaum bedeckt verläßt der Fluß die Stadt...Er ist dickflüssig von Schmutz, und die Ufer sind mit einer Ablagerung schwarzen, stinkenden Schlammes bedeckt. Wir verstehen uns in England gewiß auf das Verunreinigen von Flüssen, aber so etwas wie die Wupper haben wir denn doch nicht. Die Wupper ist der mißbrauchteste und scheußlichste Fluß der Welt...“ (aus einem Artikel der Londoner Times Ende 19. Jhd.; zitiert nach ARNOLD 1988).

Die Einleitung ungereinigter Abwässer aus Haushalten und Industrie ist durch strenge gesetzliche Vorschriften und verbesserte Abwasserreinigungstechniken in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen und ein großer Erfolg in der Geschichte des Gewässerschutzes.

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



Gewässerbelastungen - Ursachen und Folgen

Ein weiteres gutes Beispiel für die Wirksamkeit gesetzlicher Verordnungen für den Gewässerschutz ist der Rückgang des Pflanzennährstoffes Phosphat, der für die ► EUTROPHIERUNG der Gewässer verantwortlich ist. 1975 wurde für die Produktion von Waschmitteln noch **69.000 t** Phosphor verwendet. Seit 1982 wurden die Waschmittelhersteller gesetzlich zur schrittweisen Reduzierung des P-Gehaltes in Waschmitteln verpflichtet. Dies führte zur Entwicklung phosphatfreier Waschmittel, die seit etwa 1986 flächendeckend auf dem Markt sind. Seit 1995 finden sich praktisch keine Phosphate mehr aus Wasch- und Reinigungsmitteln in den Gewässern. Entsprechend ist die Phosphat-Belastung seit 1975 um über 60% zurückgegangen. (► ABB. 6-6)

Insgesamt ist die Nährstoffbelastung vieler Fließgewässer jedoch immer noch zu hoch. In einigen Gebieten werden Größenordnungen erreicht, die bis zur Mitte dieses Jahrhunderts als Düngergaben auf landwirtschaftlichen Flächen üblich waren.

Ungelöst ist auch das Problem der Gewässerbelastung mit einer unüberschaubaren Zahl nicht oder nur schwer abbaubarer synthetischer Stoffe (► XENOBIOTICA), die in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts mit der Expandierung der chemischen Industrie einsetzte. Eine Vielzahl umwelt- und wassergefährdender Stoffe sind heute überall nachweisbar – auch im Wasserkreislauf. Die wenigsten können bei Routinegewässeruntersuchungen miterfasst werden. Die ökologischen Auswirkungen vieler Xenobiotica sind u.a. wegen unbekannter synergistischer Wirkungen schwer abschätzbar.



Foto: D. Borchardt

Abb. 6-5 Übermäßiges Algenwachstum in Fließgewässern entsteht durch hohes Nährstoffangebot und ist ein sicheres Zeichen für Eutrophierung.

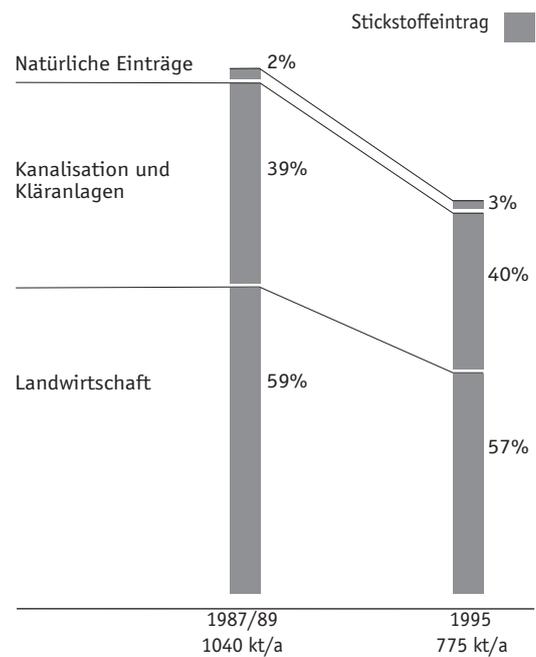
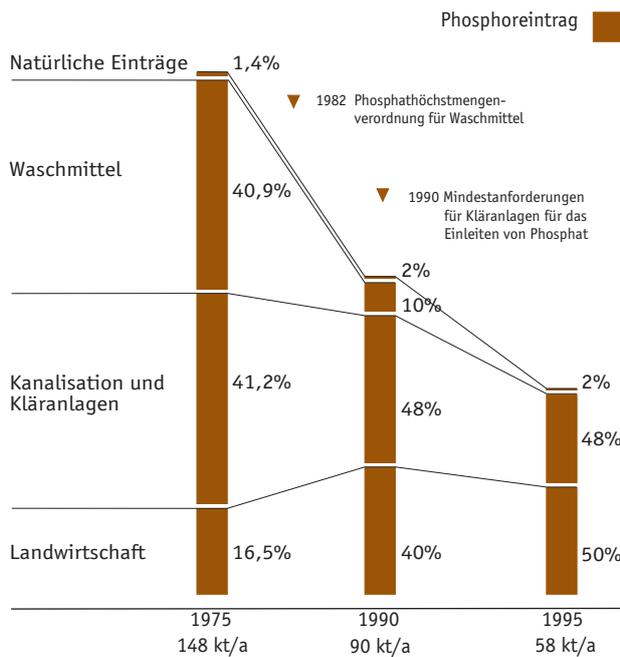


Abb. 6-6 Zeitliche Entwicklung der Nährstoffe von Fließgewässern. Insgesamt gesehen konnten die Nährstoffe durch verbesserte Abwasserreinigung reduziert werden. Besonders wirkungsvoll war der Einsatz von Phosphatersatzstoffen in Waschmitteln. Unverändert hoch und damit relativ gestiegen ist der Anteil der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft (nach HAMM 1989 und MOHAUPT 1997).

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen



Stoffe	Hauptsächlicher Eintragsweg	Auswirkungen im Gewässer	Aktuelle Bedeutung
Nährstoffe	Landwirtschaft	Eutrophierung NH ₃ und NO ₂ toxisch	Große Bedeutung, vor allem in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft
Phosphor (PO ₄)	Kommunale Kläranlagen ohne weitergehende Nährstoffeliminierung		
Stickstoff (N)	Kanalisationseinleitungen Stickstoff über Grundwasser und Luft		
Industriechemikalien u.a. Xenobiotica	Diffus (Wasserkreislauf) und punktuell (Industrie) Aus Landwirtschaft v.a. Pestizide	Toxisch, Veränderung der Lebensgemeinschaften	Große Bedeutung
Grobstoffe Schlamm	Kanalisationseinleitungen Landwirtschaft: Oberflächenabfluss, Drainagen	Veränderung der Sedimente Verschlammung der Sohle	Lokal, bei Starkregen und intensiver Landwirtschaft
Leicht abbaubare organische Kohlenstoffverbindungen	Kanalisationseinleitungen	Saprobie fördernd (Sauerstoffzehrung)	Lokal bei Starkregen, sonst nur noch in Gebieten mit unzureichender Abwasserreinigung
Salze	Diffus Punktuell (Industrie)	Versalzung, Veränderung der Lebensgemeinschaften	Regional (z.B. Werragebiet)
Schwermetalle	Punktuell (Industrie) Oberflächenabfluss Remobilisierung aus Sedimenten	Toxisch; Veränderung der Lebensgemeinschaften	Regional
Bakterien, Viren	Kommunale Kläranlagen Kanalisationseinleitungen	Pathogen bei Trink- und Badwassernutzung	Abhängig von der Nutzung (in Fließgewässern wird i.d.R. nicht gebadet)

Abb. 6-7 Herkunft, Auswirkungen und aktuelle Bedeutung der wichtigsten gewässerbelastenden Stoffe (nach BORCHARDT et al. 1999).

Gewässerbelastung durch Landwirtschaft

Die Landwirtschaft belastet Gewässer vor allem durch zwei Stoffgruppen: durch Pestizide (Pflanzenschutzmittel) und Nährstoffe. Die Pestizide gehören als synthetische Stoffe zu den Xenobiotica. Sie sind vor allem wegen ihrer toxischen Wirkungen auf die Gewässerbiozöten gefährlich. In der Hauptsache werden Pestizide diffus eingetragen. Durch starke Regenfälle kurz nach dem Ausbringen auf die Ackerflächen können bis zu 20% der Anwendungsmenge im Gewässer landen (MOHAUPT 1997). Außerdem geraten Pestizide in die Kanalisation, wenn nach der Anwendung Geräte gesäubert und Pestizidreste „entsorgt“ werden. Die ländlichen Kläranlagen sind auf diese Belastungen nicht ausgerichtet. An der Pestizidbelastung der Gewässer im Jahreslauf lässt sich das landwirtschaftliche Wirtschaften recht genau „ablesen“.

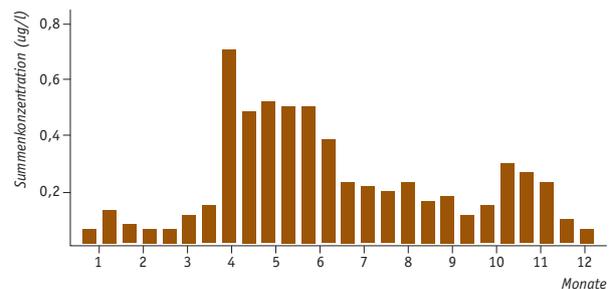


Abb. 6-8 Pestizidbelastungen im Main bei Niederrad von Januar bis Dezember 1994 (aus FREDE et al. 1998 verändert)



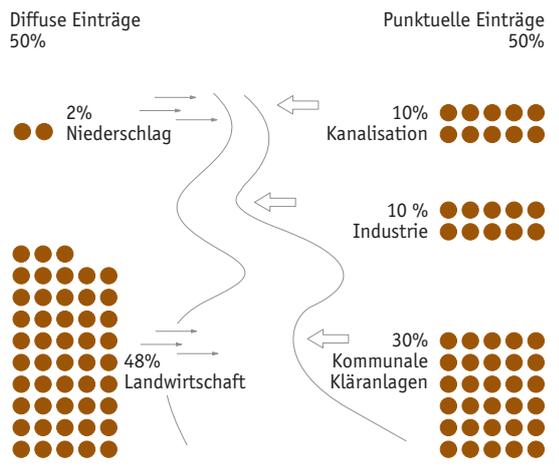
Gewässerbelastungen - Ursachen und Folgen

Nährstoffe werden in Form von Mineral- oder organischem Dünger (Gülle, Mist) zur Produktion von Kulturpflanzen auf die landwirtschaftlichen Flächen gebracht. Werden mehr Nährstoffe aufgebracht, als die Pflanzen aufnehmen können, entsteht ein gewässergefährdender Nährstoffüberschuss, der Ursache für die Eutrophierung vieler Fließgewässer ist. Für Binnengewässer ist Phosphor als limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum entscheidend. Im Meer, wo Phosphor im Gegensatz zum Stickstoff natürlicherweise in größeren Mengen vorhanden ist, wird das Algenwachstum und damit die Eutrophierung durch Stickstoff limitiert. Weil letztlich jedoch auch die Stickstofffrachten der Fließgewässer im Meer landen, sollte Stickstoff möglichst gar nicht erst in die Gewässer gelangen. ► KAP. 3 SACHINFORMATIONEN)

Dies ist auch die Begründung für die hohen gesetzlichen Auflagen der (größeren) Kläranlagen an die Nährstoffeliminierung. Die Landwirtschaft ist bisher von vergleichbaren Vorschriften zur wirksamen Verminderung des Nährstoffeintrags verschont geblieben.

Dabei stammen nach einer Bilanzierung des Umweltbundesamtes 1998 etwa 57% aller Stickstoff- und 48% aller Phosphor-Einträge in die Fließgewässer Deutschlands aus der Landwirtschaft. Sie werden in erster Linie diffus über Abschwemmungen aus der Fläche, über Drainagen, aber auch indirekt über das Grundwasser und über die Luft eingetragen. Insgesamt kommen 90% aller diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft.

Phosphoreinträge in Fließgewässer



Stickstoffeinträge in Fließgewässer

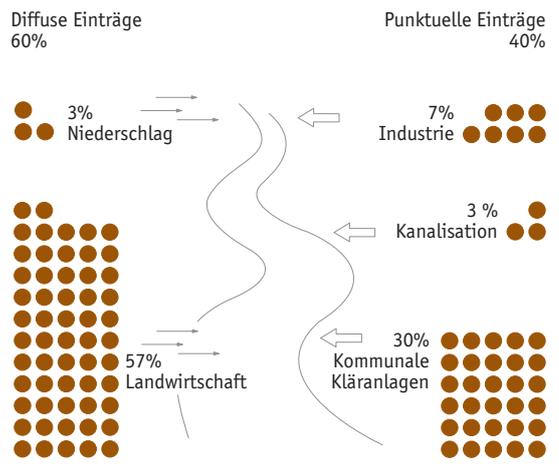


Abb. 6-9 Herkunft der Nährstoffe in oberirdischen Gewässern, Stand 1995 (nach UMWELTBUNDESAMT 1998)

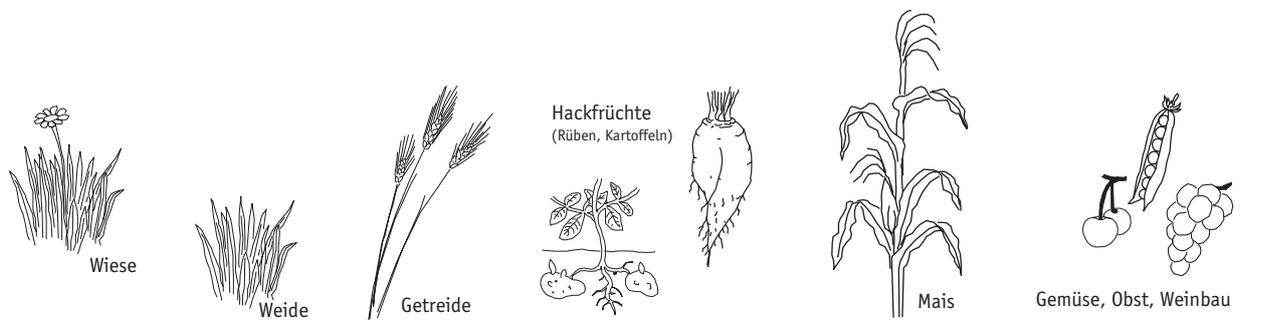


Abb. 6-10

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen



Foto: T. Schmidt

Abb. 6-11 Gewässerbelastung durch eine Drainage.

Für die gesamte Landwirtschaft in Deutschland hat man einen Nährstoffüberschuss von 70 % für Stickstoff und 50 % für Phosphor ermittelt. Er ist natürlich nicht überall gleich. Besonders hohe Nährstoffüberschüsse gibt es in Gebieten mit intensiver Viehhaltung (z.B. Nordwestdeutschland), in denen die Flächen praktisch als Abfalldeponien für die industrielle Tierproduktion benutzt werden. In Gebieten ohne Tierhaltung muss dagegen die Nährstoffversorgung durch Mineraldüngung sichergestellt werden.

Außerdem ist die Gefahr der Nährstoffauswaschung abhängig von der Hangneigung, der Art der Bewirtschaftung (konventioneller oder biologischer Landbau) sowie den angebauten Kulturpflanzen. ► **ABB. 6-10** Durch bedarfsgerechtes, das heißt den spezifischen Bedürfnissen der Pflanzen mengen- und jahreszeitengemäß angepasstes Düngen sowie sachgemäße Bodenbearbeitung, Zwischenfruchtanbau und betriebliche Kreislaufwirtschaft (Fütterung mit selbst erzeugtem Futter, Düngung nur mit organischen Nährstoffen, die aus der betriebseigenen Tierhaltung stammen) könnte der Nährstoffüberschuss auf 10 bis 20 % verringert werden (FREDE 1998). Dies wäre ein entscheidender Beitrag, um die Gewässer vor Eutrophierung zu schützen.



Foto: T. Schmidt

Abb. 6-12 Gefährdungsfaktor Landwirtschaft: Bodenerosion nach starkem Regen.

Medien:

UMWELTBUNDESAMT: Daten zur Umwelt. www.umweltbundesamt.de.

WENDLAND, H.; ALBERT, H.; BACH, M.; SCHMIDT, R. (1994): Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland. Springer-Verlag. Berlin.

FWU (1993): Trinkwassergefährdung durch die Landwirtschaft. Videokassette Nr. 42 01619. 16 min.

Auch Pestizide in Grund- und Oberflächenwasser können durch bedarfsgerechten Auftrag, besser noch durch gänzlichen Verzicht, wie es biologisch wirtschaftende Betriebe praktizieren, verringert werden. Einen sehr effektiven Beitrag zum Schutz der Gewässer vor diffusen Einträgen bieten Gewässerrandstreifen (► KAP. 7 RENATURIERUNG).

Ganzheitlicher Gewässerschutz

Weil Gewässerbelastungen je nach Flächennutzung und Besiedlung im Einzugsgebiet sehr unterschiedlicher Herkunft sein können, reicht es zukünftig nicht mehr aus, die Bemühungen des Gewässerschutzes ausschließlich auf die Abwasserreinigung zu konzentrieren. Um Gewässer nachhaltig zu schützen, müssen ganzheitliche, ursachenbezogene Schutzkonzepte entwickelt werden, die jeweils auf die individuellen Gegebenheiten eines Gewässers und seines Einzugsgebietes abgestimmt sind. Dies ist ein wichtiger Ansatz des ganzheitlichen Gewässerschutzes.

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist die neue EU-Wasserrahmenrichtlinie. Sie verpflichtet die Mitgliedsländer, zukünftig spezifisch für ein Flusseinzugsgebiet (auch über Verwaltungsgrenzen hinweg) sogenannte Flussgebietsmanagementpläne zu erstellen mit dem Ziel eine „gute ökologische Qualität“ der Gewässer zu erreichen. Ganzheitlich bedeutet, dass neben der Wasserqualität auch die Gewässerstruktur, der Wasserhaushalt, die Lebensgemeinschaften und eben das Einzugsgebiet eines Gewässers berücksichtigt werden müssen.

Zur wirksamen Verbesserung der Wasserqualität müssen Herkunft, Menge und die relative Bedeutung gewässerbelastender Stoffe in einem Einzugsgebiet bilanziert werden, um dann ursachenbezogen die geeigneten Schutzmaßnahmen in die Wege zu leiten. Diese können sowohl die Kläranlagen und Kanalisationseinleitungen, als auch die Landwirtschaft betreffen.

Wenn auch die Bilanzierung der Belastungen für einzelne Flusseinzugsgebiete zunächst sehr aufwendig sein mag und ein großer Organisationsaufwand erforderlich ist, um alle Beteiligten und Verursacher (Behörden der Wasserwirtschaft, Unterhaltungs- und Abwasserverbände, Vertreter von Industrie und Landwirtschaft) an einen Tisch zu bringen, so erhofft man sich doch einen sehr viel effektiveren Gewässerschutz. Zwei Beispiele für eine Nährstoffbilanzierung in einem Flusseinzugsgebiet im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie werden in ► M 6.4 vorgestellt.



► M 6.1

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen

Woher bekommt der Fluss das Wasser?

Zielgruppe

Ab Klasse 7

Fachbezug

Biologie, Erdkunde, Lernbereich Naturwissenschaften

Ziele

- Herkunft des Wassers in einem Fließgewässer nach einer Abbildung zuordnen
- Bedeutung des Einzugsgebietes für den Wasser- und Stoffhaushalt eines Fließgewässers erkennen
- Eintragswege für belastende Stoffe in einem Einzugsgebiet zuordnen können
- Unterschiede von diffusen/punktuellen Einträgen erklären können

Allgemeine Hinweise

Das Arbeitsblatt kann in allen Altersgruppen mit jeweils unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt werden.

Aufgabenstellung

✗ *Vergleiche die Herkunft des Wassers in der Naturlandschaft und in der Kulturlandschaft.*
 Lösungen siehe Tabelle unten, Spalte 1.

Vertiefungsmöglichkeiten

● **Gewässerbelastung durch diffuse und punktuelle Einträge (Sek. II)**

✗ *Bei Einträgen in das Gewässer unterscheidet man aufgrund des Eintragsweges punktuelle und diffuse Einleitungen. Punktuelle Einleitungen werden gezielt in ein Gewässer geleitet und sie lassen sich klar einem Herkunftsort zuordnen. Bei diffusen Einträgen ist dies nicht der Fall. Sie gelangen weitgehend unkontrolliert in die Bäche und Flüsse. Ordnen Sie die Einträge aus Bild 2 (Kulturlandschaft) nach punktuellen und nach diffusen Einträgen.*

✗ *Welche Verunreinigungen können enthalten sein?*

► ABB. 6-7 und ► SACHINFORMATIONEN

✗ *Welche Möglichkeiten gibt es, den Fluss vor Belastungen zu schützen?*

Lösungen siehe Tabelle unten.

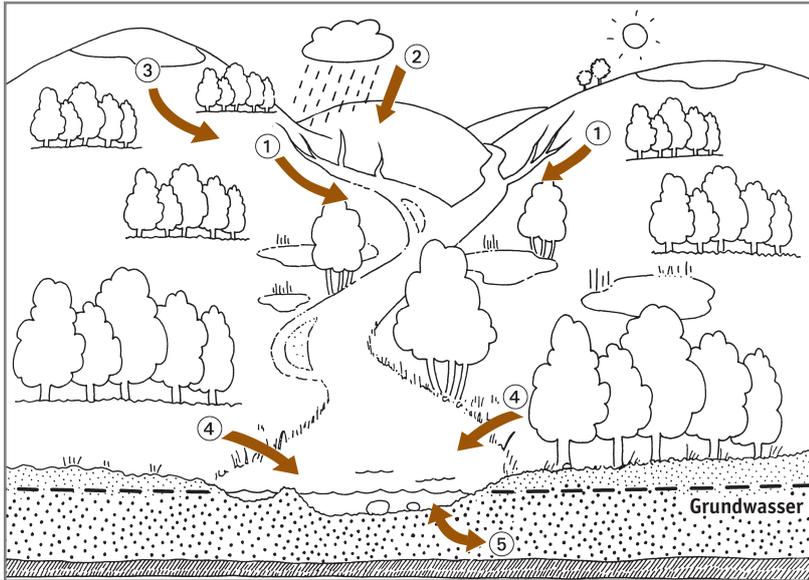
● **Gewässerschutzpolitik (Sek. II)**

✗ *Bisher werden Gelder für den Gewässerschutz vor allem für die Verbesserung der Abwasserreinigung eingesetzt. Wie beurteilen Sie diese Art der Gewässerschutzpolitik?*

► SACHINFORMATIONEN

	Eintragswege	Verunreinigungen	Rückhaltungsmöglichkeiten
Diffuse Quellen	1 Quellen	Luftschadstoffe, Nährstoffe und Pestizide aus dem Grundwasser	Grundwasserschutz
	2 Niederschlagswasser	Luftschadstoffe	Rückhalt der Luftemissionen von Industrie und Verkehr
	3 Schmelzwasser	Luftschadstoffe	Rückhalt der Luftemissionen von Industrie und Verkehr
	4a Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen (Straßen, Plätze)	Reifenabrieb, Treibstoffe, Motorenöl, Sand, Staub, Hundekot, Streusalz, Laub	Regenrückhaltebecken, Regenwasserbehandlung in der Kläranlage
	4b Oberflächenabfluss von landwirtschaftlichen Flächen (Äcker, Wiesen)	Nährstoffe, Pestizide, Schlamm	Gewässerrandstreifen, verbesserte Kulturmethoden
	5 Grundwasser (vermindert, wenn Gewässer- sohle versiegelt ist)	Nährstoffe, Pestizide	Bedarfsgerechte Bewirtschaftung
Punktuelle Einträge	6 Abwasser aus Kläranlagen	Abwasser	Verbesserte Abwasserreinigungsverfahren
	7 Kanalisationseinleitungen	Ungereinigtes Abwasser; Inhaltsstoffe wie Oberflächenabfluss, Grobstoffe	Rückhalt des Regenwassers aus der Kanalisation durch Versickerung und Entsigelung
	8 Drainageabfluss	Nährstoffe, Pestizide, Schlamm	Bedarfsgerechte Bewirtschaftung

Woher bekommt der Fluss das Wasser?

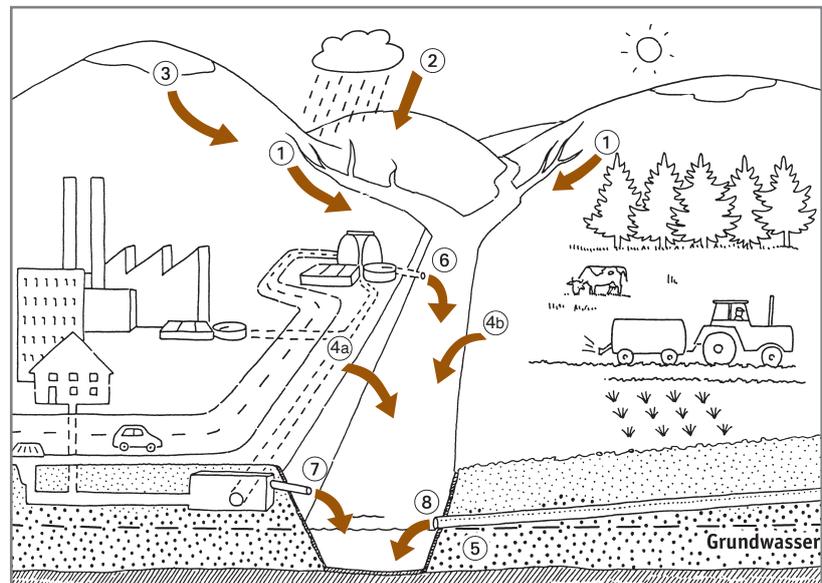


Naturlandschaft

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____

Kulturlandschaft

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4a _____
- 4b _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____
- 8 _____





► M 6.2

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen

Gewässerschutzdetektive unterwegs – Was fließt alles in den Bach?

Zielgruppe

Ab Klasse 7

Fachbezug

Biologie, Erdkunde, Lernbereich Naturwissenschaft

Ziele

- Einen Bach auf mögliche Belastungsquellen untersuchen

Material

- Klemmbrett, Bleistift, Protokollbogen
- Kartenausschnitt (evtl. vergrößert, so dass der Bachabschnitt gut zu erkennen ist).

Vom Hessischen Landesvermessungsamt sind die amtlichen topographischen Karten Hessens als CD-Rom herausgegeben (Bezugsadresse siehe Anhang). Daraus lassen sich bequem gezielte Ausschnitte anfertigen.

Vorbereitung

- M 6.1 WOHER BEKOMMT DER FLUSS DAS WASSER?

Um befriedigende Ergebnisse zu bekommen, sollte der zu kartierende Gewässerabschnitt sorgfältig ausgewählt werden (Vorexkursion!). Besonders viele Einleitungen findet man in Ortschaften, in Industriegebieten sowie im Übergangsbereich Ortschaft – Ackerland.

Durchführung

In Zweiergruppen gehen die Schülerinnen und Schüler an einem Bachabschnitt entlang und untersuchen ihn auf mögliche Belastungsquellen. Das Arbeitsblatt hilft, Einleitungen und Gefährdungspunkte zuzuordnen.

Punktuelle Einleitungen sind an Rohren zu erkennen, die in das Gewässer münden. Um die Zuordnung zu erleichtern, sollten folgende Dinge beachtet werden:

- Gibt die Umgebung, aus der das Rohr kommt, Hinweise auf die Art der Belastung?
- Sind an der Gewässersohle oder am Ufer Hinweise auf Belastungen zu finden? Nach Kanalisationseinleitungen ist das Sediment häufig verschlammte, bei kurzzeitig zurückliegenden Einleitungen hängen manchmal Papier und andere Toilettenartikel (Binden, Tampons) in der Ufervegetation
- Läuft ständig Wasser aus dem Rohr oder nur in Zusammenhang mit Regenfällen?

Diffuse Einträge sind schwieriger zuzuordnen, können dem Gewässer jedoch erheblichen Schaden zufügen.

Vertiefungsmöglichkeiten

✗ Tragt die wichtigsten Einleitungen in das Gewässerlängsprofil (► M 1.6) ein!

✗ Überlegt, wie ihr eure Ergebnisse präsentiert und veröffentlicht (Ausstellung in der Schule, im Rathaus oder anderen öffentlichen Räumen, Meldung an Lokalpresse)! In vielen Fällen lässt sich die Herkunft von Einleitungen nicht genau feststellen, deshalb geht mit euren Kartierungsergebnissen zur Gemeinde/Stadtverwaltung, und fragt nach, ob es ein Verzeichnis von (genehmigten) Einleitungen gibt. Vielleicht macht ihr durch eure Kartierung sogar auf gefährliche Gewässerverschmutzungen aufmerksam, von denen bisher niemand etwas weiß.

Ergänzungsmaterial

- M 1.6 EIN BACH UND SEIN EINZUGSGEBIET
- M 6.1 WOHER BEKOMMT DER FLUSS DAS WASSER?



Gewässerschutzdetektive unterwegs - Was fließt alles in den Bach?

Aufgabe

Gehe an einem durch Einleitungen besonders gefährdeten Bachabschnitt (z.B. in einer Ortschaft, einem Industriegebiet oder in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft) entlang und untersuche, an welchen Stellen gewässerbelastende Stoffe aus Einleitungsrohren oder von Flächen in den Bach fließen könnten.

Kanalisations- und Regenwassereinleitungen lassen sich besonders während oder kurz nach einem stärkeren Regen feststellen (Vorsicht! Nicht in den Bach steigen!). Um diffuse Einträge abschätzen zu können, muss die Umgebung des Baches genauer in Augenschein genommen werden.

Zeichne deine Untersuchungsergebnisse in einen vergrößerten Kartenausschnitt ein, überlege dir passende Symbole für die verschiedenen Einleitungen (z.B. rote Ausrufungszeichen für die punktuellen Einleitungen, Schraffierungen für die diffusen Einträge!)

Art der Einleitung	Erkennungsmerkmale	Bemerkungen
--------------------	--------------------	-------------

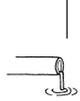
Rohre



Regenwassereinleitung von Dächern oder Grundstücken Relativ kleine Rohre, die jeweils zu einem Grundstück gehören. Wasser läuft nur, wenn es regnet.



Kanalisationseinleitungen Relativ große Rohre, häufig mit Klappen oder Gittern versehen, aus denen während und nach Regenfällen stark verschmutztes Wasser herausfließt. (Es handelt sich um Regenwasser, das mit ungereinigtem Abwasser vermischt ist); Kloppapier und andere Toilettenartikel schwimmen mit oder hängen am Ufer.



Kläranlageneinleitungen Eine Kläranlage ist in der Nähe und es läuft ständig Wasser aus dem Rohr.



Drainagen Drainagen werden unter Äckern und Wiesen verlegt, damit sich darauf das Wasser nicht staut. Vor allem nach Regenfällen fließt es aus dem Rohr.



Unbekannte Einleitung Die Herkunft des Rohres und die Art der Einleitung ist nicht zu erkennen.

Sonstige Gefährdungen (Diffuse Einträge)

Ackerflächen Gefährden das Gewässer, wenn sie nahe an den Bach heranreichen und ein großes Gefälle haben, so dass Düngemittel und Pflanzenschutzmittel in den Bach fließen können. Besonders gefährlich sind Maisacker und Gemüsekulturen.

Straßen Gefährden das Gewässer, wenn sie viel befahren sind und so dicht am Gewässer liegen, dass Schadstoffe z.B. bei Regenwetter in den Bach fließen können.

Andere Gibt es sonst noch Stellen, von denen eine Gefährdung des Wassers ausgehen könnte?
(z.B. wilde Müllkippen, Mist- oder Silagehaufen, Industrieanlagen...)

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



► M 6.3

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen

Problem Eutrophierung – Gefährdungsfaktor Landwirtschaft

Zielgruppe

Sek. II

Fachbezug

Biologie, Chemie, Erdkunde, Gemeinschaftskunde

Vorbereitung

Zunächst muss im Unterricht oder über ein Referat das Phänomen Eutrophierung bearbeitet werden, um die ökologische Bedeutung des überhöhten Nährstoffeintrages in Fließgewässer abschätzen zu können und Argumente für die Reduzierung der Nährstoffbelastungen zu sammeln.

Durchführung/Aufgabenvorschläge

✗ Welche Auswirkungen haben Nährstoffe in Fließgewässern?

Im Vergleich zu Stillgewässern sind Fließgewässer aufgrund der kürzeren Verweildauer und des höheren physikalischen Sauerstoffeintrages durch Strömung und Turbulenzen weniger eutrophierungsanfällig, zumindest wenn sie nicht gestaut sind. Eutrophierte Fließgewässer sind gekennzeichnet durch die großen Tag-Nacht-Schwankungen des Sauerstoffgehaltes: Nachts entstehen Sauerstoffdefizite, tagsüber erreichen die Sauerstoffwerte kritische Übersättigungen.

Einzelheiten über die ökologischen Auswirkungen der eutrophierungsauslösenden Stoffe Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphor sowie die Sekundärfolgen im Sauerstoffhaushalt sind in den Erläuterungen zur Gewässergütebewertung (► KAP. 12) und in ► KAP. 3 STOFFHAUSHALT dargestellt.

Für Referate gibt es eine verständliche und gute Darstellung des Problems Eutrophierung im Hessischen Gewässergütebericht 1997 (► HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT 1998). Ausführliche Hintergrundinformationen ► SCHWOERBEL (1999).

✗ Woher stammen die Nährstoffbelastungen in Fließgewässern? Welche Rolle spielt die Landwirtschaft?

Phosphor kommt zu 50 %, Stickstoff zu 60 % aus diffusen Einträgen, diese wiederum stammen zu mehr als 90 % aus der Landwirtschaft. Damit ist die Landwirtschaft für den Löwenanteil der diffusen Nährstoffeinträge verantwortlich. Weiteres ► SACHINFORMATIONEN

✗ Wie hat sich die Nährstoffbelastung seit 1975 bzw. 1987 verändert? In welchen Bereichen konnten die Einträge besonders reduziert werden?

Phosphat: Die Phosphatbelastung ist absolut gesehen seit 1975 erheblich zurückgegangen (von mehr als 140 auf ca. 58 kt/a = Kilotonnen pro Jahr). Dies ist ausschließlich auf die Reduzierung der punktuellen Einträge (Einsatz von P-Ersatzstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln, chemische P-Fällung in den Kläranlagen) zurückzuführen, nicht jedoch auf Reduktion der diffusen Einträge aus der Landwirtschaft. Diese haben sich relativ gesehen aufgrund des Rückganges der punktuellen Einträge von 20 % auf 50 % des Gesamteintrages erhöht.

Stickstoff: Die Stickstoffbelastung ist seit 1987 auch zurückgegangen (um ca. 20 % oder 200 kt/a), jedoch durch Reduktionen bei allen Verursachern. (Weitergehende Abwasserreinigung bei kommunalen und industriellen Einleitern; weniger Stickstoffdüngung in der Landwirtschaft.)

Vertiefungsmöglichkeiten

Durch Ausstattung von Kläranlagen mit Maßnahmen der weitergehenden Abwasserreinigung können Nährstoffe zu mehr als 90% aus dem Abwasser entfernt werden. Dazu sind Milliardeninvestitionen erforderlich.

✗ Wie hoch wäre die Gesamtreduktion der Nährstoffeinträge, wenn die Belastungen aus häuslichen Abwässern um 90% reduziert würden?

✗ Wie sinnvoll sind diese Investitionen in einem Einzugsgebiet mit dünner Besiedlung und vorwiegend landwirtschaftlicher Nutzung?

Investitionen in die Abwasserreinigung wären in diesem Fall wenig sinnvoll. Wenn die Nährstoffeinträge vorwiegend aus der Landwirtschaft stammen, sind im Einzugsgebiet ursachenbezogenen Maßnahmen erforderlich (Gewässerrandstreifen, Vermeidung von Nährstoffüberschüssen durch bedarfsgerechtes Düngen, den geographischen Verhältnissen angepasste Bodenbearbeitung, Zwischenfruchtanbau).

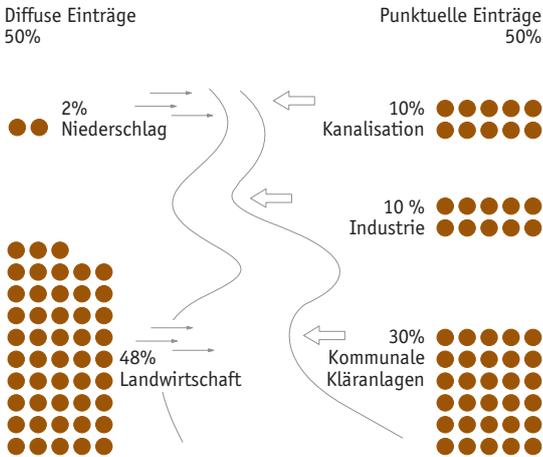
Siehe auch ► SACHINFORMATIONEN sowie M 6.4

✗ Erkundigen Sie sich bei einem biologisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieb über Möglichkeiten, Nährstoffe und Pestizide aus Gewässern zurückzuhalten.

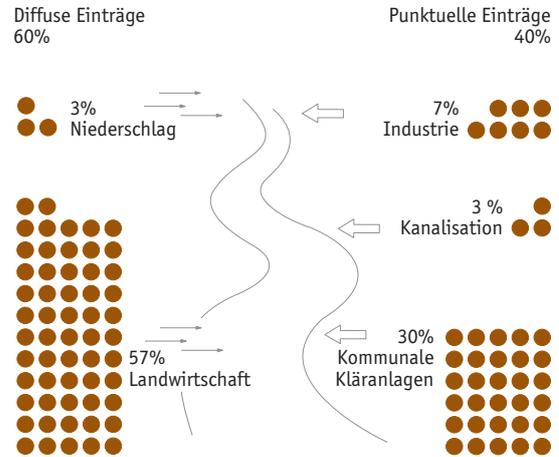


Problem Eutrophierung – Gefährdungsfaktor Landwirtschaft

Phosphoreinträge in Fließgewässer

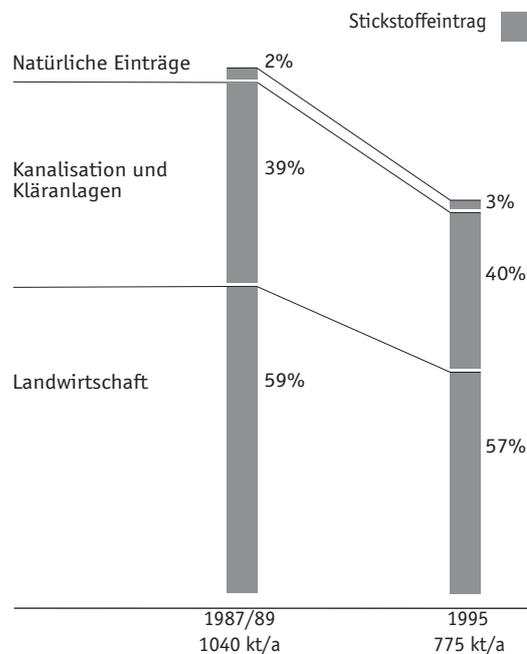
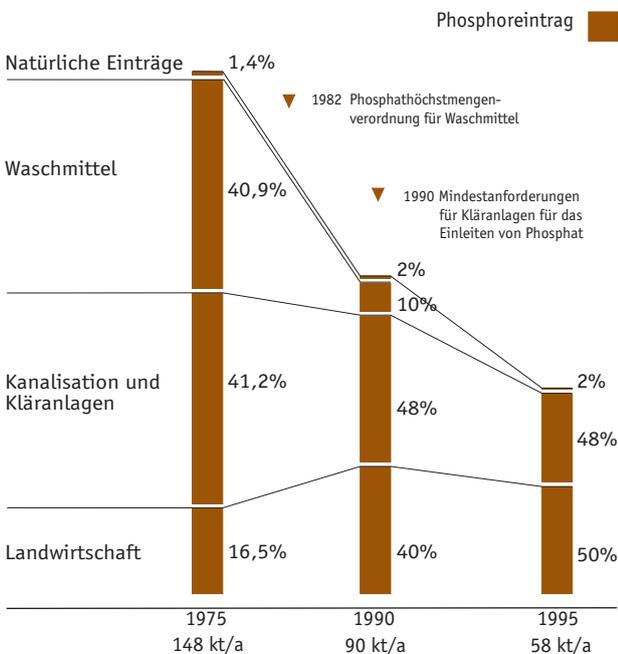


Stickstoffeinträge in Fließgewässer



Stickstoff und Phosphor sind Pflanzennährstoffe und Ursache für die Eutrophierung der Gewässer. Bei den Binnengewässern ist Phosphor der limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum. Im Meer, wo Phosphor im Gegensatz zum Stickstoff natürlicherweise in größeren Mengen vorhanden ist, wird das Algenwachstum und damit die Eutrophierung durch Stickstoff limitiert. Weil letztlich jedoch auch die Stickstoffbelastung der Fließgewässer im Meer landet, muss Stickstoff im Sinne des ganzheitlichen Gewässerschutzes bereits am Herkunftsort reduziert werden.

Zeitliche Entwicklung



Aufgaben

1. Welche Auswirkungen haben Nährstoffe in Fließgewässern?
2. Woher stammen die Nährstoffbelastungen in Fließgewässern? Welche Rolle spielt die Landwirtschaft?
3. Wie hat sich die Nährstoffbelastung seit 1975 bzw. 1987 verändert? In welchen Bereichen konnten die Einträge besonders reduziert werden?



► M 6.4

Gewässerbelastungen – Ursachen und Folgen

Jedes Einzugsgebiet ist anders – Neue Ideen von der EU

Zielgruppe

Sek.II

Fachbezug

Biologie, Erdkunde

Ziele

- erkennen, dass der Nährstoffeintrag im Einzugsgebiet eines Fließgewässers von der Flächennutzung und der Besiedlungsdichte abhängt
- ursachenbezogene Maßnahmen des Gewässerschutzes vorschlagen und begründen können
- erkennen, dass Abwasserreinigung allein für eine wirksame Reduktion von Nährstoffen nicht ausreicht

Aufgaben und Vertiefungsmöglichkeiten

✗ *Vergleichen Sie die Herkunft der Stickstoffeinträge in den beiden Einzugsgebieten.*

✗ *Wie würden Sie die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und die Besiedlungsdichte in den beiden Einzugsgebieten einschätzen? Nehmen Sie einen Atlas zur Hilfe. Die Wupper liegt in Nordrhein-Westfalen, die Seefelder Aach am Bodensee.*

	Wupper	Seefelder Aach	Deutschland
Einwohner/km ²	1125	125	230
Landwirtschaftl. Fläche	40%*	60%	54,1%
Wald	30%*	30%	29,4%
Siedlung/Verkehr	25%*	8%	11,8%
Sonstiges	5%*	2%	4,7%

*geschätzt

✗ *Welchen Erfolg hätte die Ausstattung der Kläranlagen mit Maßnahmen der weitergehenden Abwasserreinigung im Einzugsgebiet der Seefelder Aach und im Einzugsgebiet der Wupper?*

✗ *Welche Maßnahmen zur Stickstoffreduzierung wären im Einzugsgebiet der Wupper, welche im Einzugsgebiet der Seefelder Aach sinnvoll?*

Einzugsgebiet Wupper:

Der Stickstoff stammt zu 87 % aus Kläranlagen und Kanalisationseinleitungen und nur zu 13 % aus diffusen Einträgen, dies spricht dafür, dass das Einzugsgebiet landwirtschaftlich nicht intensiv genutzt, dafür aber dicht besiedelt ist.

Durch verbesserte Abwasserreinigung (Nitrifikation/Denitrifikation) könnten die Einträge bereits um mehr als 60 % verringert werden. Außerdem wäre es sinnvoll, die Kanalisationseinleitungen durch Entsiegelung und den Bau von Regenbecken zu verringern.

Einzugsgebiet Seefelder Aach:

Der Stickstoff stammt zum allergrößten Teil (89 %) aus diffusen Quellen und damit aus der Landwirtschaft. Dies spricht dafür, dass das Einzugsgebiet vorwiegend landwirtschaftlich genutzt und relativ dünn besiedelt ist.

Maßnahmen zur Nährstoffeliminierung in Kläranlagen hätten nur einen sehr geringen Erfolg. Selbst bei vollständiger Nährstoffeliminierung könnte die Stickstoffbelastung der Seefelder Aach nur um maximal 6 % vermindert werden. Sehr viel sinnvoller wäre es, Maßnahmen zur Verringerung des Stickstoffeintrages durch die Landwirtschaft zu ergreifen (Gewässerrandstreifen, bedarfsgerechte Düngung).

Ergänzungsmaterial

► M 1.6 EIN BACH UND SEIN EINZUGSGEBIET

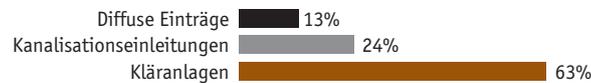


Jedes Einzugsgebiet ist anders – Neue Ideen von der EU

Stickstoff ist neben Phosphor der entscheidende Faktor für die Eutrophierung von Fließgewässern. In größeren Mengen gelangt er vor allem als Nitrat, dem Endprodukt des Stickstoff-Stoffwechsels, in die Gewässer. Nitrat ist im Boden sehr mobil und gelangt, wenn es als Dünger aufgebracht und nicht sofort von den Pflanzen aufgenommen wird, indirekt über das Grundwasser oder direkt über den Oberflächenabfluss in die Gewässer. Weil die Nährstoffbelastung je nach Einzugsgebiet sehr unterschiedlich sein kann, sollen nach den Vorgaben der Europäischen Union (EU-Wasserrahmenrichtlinie) zukünftig sogenannte Flussgebietsmanagementpläne erarbeitet werden. Dazu werden zunächst Stoffbilanzen aufgestellt, um festzustellen, welche Mengen von belastenden Stoffen in ein Gewässer eingetragen werden und woher sie kommen. Die Seefelder Aach in Baden-Württemberg und die Wupper in Nordrhein-Westfalen sind Gewässer, für die beispielhaft einzugsgebietsbezogene Stoffbilanzen aufgestellt wurden.

Herkunft des Stickstoffs in verschiedenen Einzugsgebieten

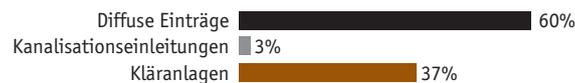
Einzugsgebiet Wupper



Einzugsgebiet Seefelder Aach



Gesamtbilanz Deutschland



Aufgaben

1. Vergleichen Sie die Herkunft der Nährstoffe in den beiden Einzugsgebieten.
2. Wie würden Sie die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und die Besiedlungsdichte in den beiden Einzugsgebieten einschätzen?
3. Welchen Erfolg hätte die Ausstattung der Kläranlagen mit Maßnahmen der weitergehenden Abwasserreinigung im Einzugsgebiet der Wupper und im Einzugsgebiet der Seefelder Aach?
4. Welche Gewässerschutzmaßnahmen zur Stickstoffreduzierung wären im Einzugsgebiet der Wupper, welche im Einzugsgebiet der Seefelder Aach sinnvoll?