



Kurzbeschreibung

Die SuS erschließen sich durch Arbeiten in Gruppen und Anfertigung einer Concept-Map die Selbstreinigung eines Fließgewässers. Innerhalb der einzelnen Gruppen werden in einem ersten Schritt durch Partnerarbeit (Zweiergruppen) verschiedene Grafiken beschrieben und Hypothesen über die jeweiligen Kurvenverläufe aufgestellt. Anschließend werden diese Teilinformationen in der Gruppe zusammengetragen und diskutiert. Im letzten Schritt leitet die Gruppe aus den Informationen bzw. Grafiken die Selbstreinigung eines Fließgewässers ab und skizziert diese in Form einer Concept-Map.

Ziele

 SuS können die Selbstreinigung eines Fließgewässers herleiten.

Benötigtes Vorwissen der Schülerinnen und Schüler

 Stickstoffkreislauf

 Photosynthese

Fachbegriffe dieser Stunde

 Selbstreinigung

 Concept-Map

Vorbereitung/Material

Material	Vorbereitung
M1	M1 einmal auf Folie ziehen.
M2	M2 in ausreichender Anzahl für SuS kopieren. Erste Seite von M2 eventuell auf Folie ziehen.
M3	M3 einmal auf Folie ziehen.
Poster und Eddings (drei Farben); alternativ Folien und Folienstifte	Für jede Gruppe bereitstellen (Anfertigen Concept-Map).
OHP	OHP bereitstellen.
L2	L2 einmal auf Folie ziehen und im Klassensatz kopieren.

Ausblick auf die nächste Stunde

In der anschließenden Stunde kann einerseits aufbauend auf den Taxalisten (Tabelle) zu den verschiedenen Probestellen der Saprobien-Index erarbeitet oder andererseits die Funktionsweise einer Kläranlage erarbeitet werden.

Phasierung der Stunde (90 Minuten)

Dauer (min.)	Unterrichtsphase	LuL-Aktion	SuS-Reaktion	Sozialform/Methode	Medium/Material
10		Besprechung und Sicherung der HA der letzten Stunde.	SuS tragen ihre HA vor.	Plenum	
5	Einstieg	LuL legt Foto (M1) auf und fragt SuS, ob sich wohl ein FG selbst reinigen kann. Nach kurzer Diskussion erklärt LuL den SuS, dass sich ein FG selbst reinigen kann, wenn es verschmutzt wird, und dass die SuS sich in dieser Stunde diese Selbstreinigung selbstständig erarbeiten werden. LuL teilt die Klasse in Gruppen zu je acht SuS auf. An jede Gruppe wird das Material (M2) verteilt. In einem ersten Arbeitsschritt werden SuS innerhalb der Gruppe in Zweiergruppen arbeiten, die jeweils eine Grafik/Taxaliste (Tabelle) bearbeiten.	SuS diskutieren kurz über die LuL-Fragen. SuS teilen sich in die Gruppen auf.	Plenum	M1 (Folie), M2
20	Erarbeitungsphase 1	LuL stellt Aufgabe 1. Zusätzlich kann die erste Seite von M2 (Arbeitsauftrag) als Folie aufgelegt werden; M3 auflegen (Info Concept-Map).	Jede Gruppe organisiert sich selbst und unterteilt sich in Zweiergruppen. SuS bearbeiten Aufgabe 1.	PA	M2 (Folie), M3 (Folie)

Selbstreinigung von Fließgewässern

V



Selbstreinigung von Fließgewässern

V



Dauer (min.)	Unterrichtsphase	LuL-Aktion	SuS-Reaktion	Sozialform/Methode	Medium/Material
35	Erarbeitungsphase 2	LuL stellt Aufgabe 2	Die Zweiergruppen tragen innerhalb ihrer Gruppe ihre Ergebnisse vor, diskutieren darüber und bearbeiten Aufgabe 2.	GA	Poster, Eddings
15	Sicherungsphase 1		SuS hängen Ihre Concept-Maps auf und jede Gruppe stellt Ihr Ergebnis vor.	Plenum	Poster
5	Endphase	LuL stellt eine „Musterlösung“ (L2) auf Folie vor und teilt diese als Kopie an SuS aus.			L2 (Folie und Kopien)

Verwendete Abkürzungen: FG = Fließgewässer; GA = Gruppenarbeit; HA = Hausaufgabe; LuL = Lehrerinnen und Lehrer; PA = Partnerarbeit; SuS = Schülerinnen und Schüler



Kann sich dieses Gewässer selbst reinigen?

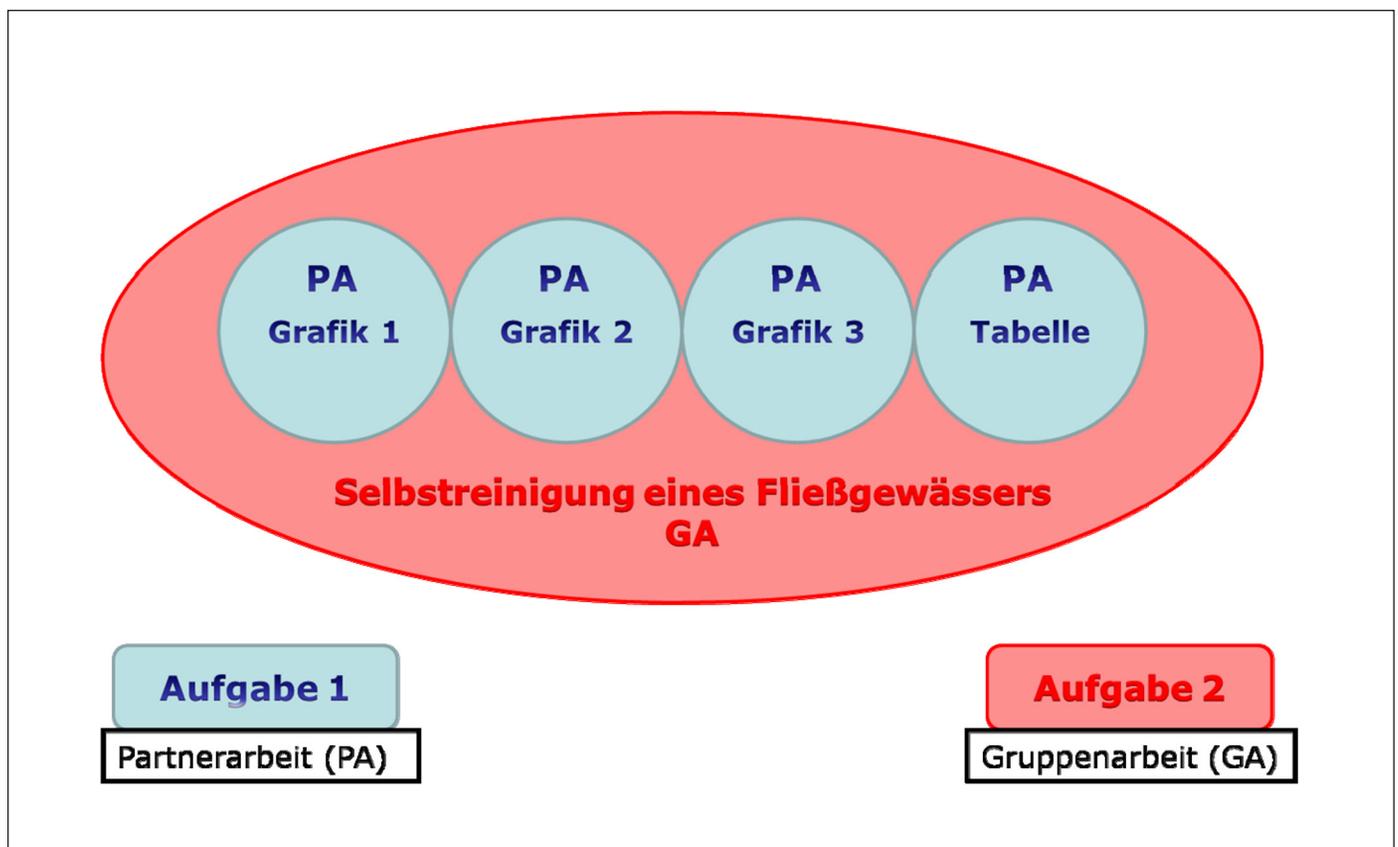


Abb.1: Foto eines stark verschmutzten Gewässers



Aufgabe 1: **Beschreiben** Sie in Partnerarbeit (Zweiergruppen) Ihre Grafik/Taxaliste (Tabelle) und **stellen** Sie **eine Hypothese** auf, wie der Verlauf der Grafik/Taxaliste (Tabelle) zu erklären ist! Sie haben für diese Aufgabe 20 Minuten Zeit.

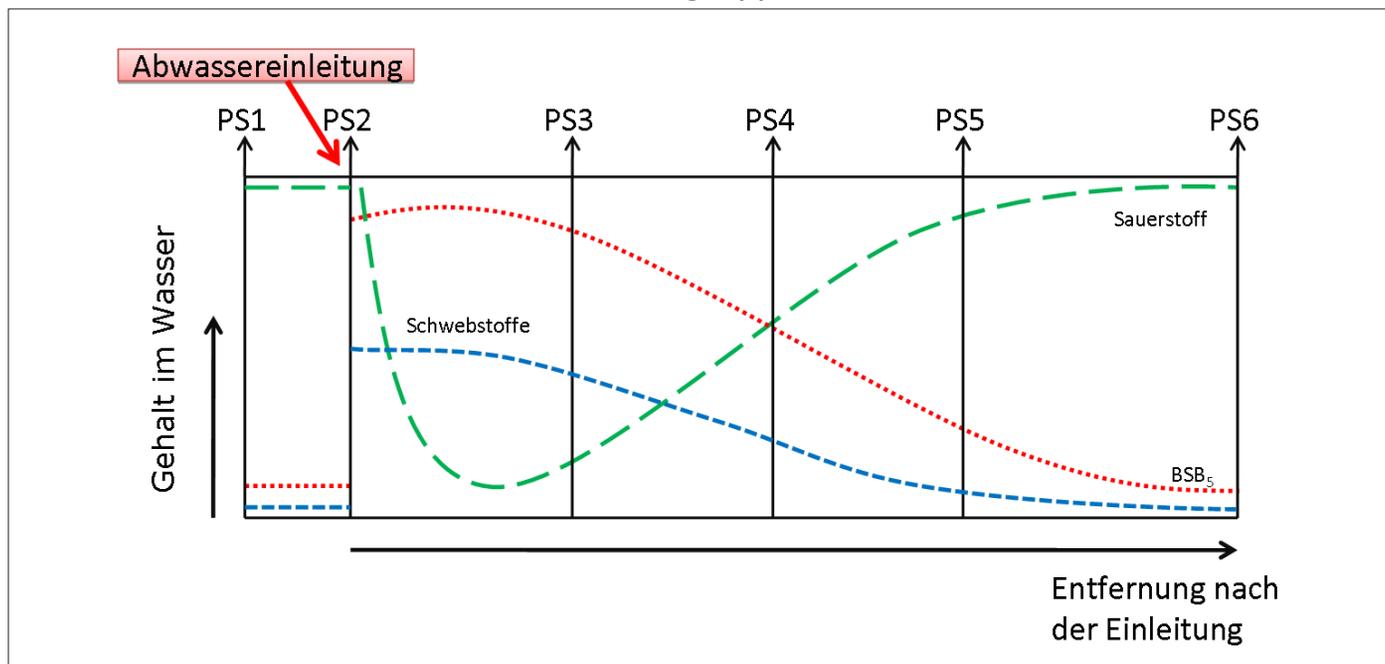
Aufgabe 2: Erstellen Sie innerhalb Ihrer Gruppe durch Auswertung aller Grafiken und der Taxaliste eine Concept-Map, die die Selbstreinigung von Fließgewässern **erklärt!** Für diese Aufgabe haben Sie 35 Minuten Zeit. Stellen Sie die Concept-Map Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern in einem 2-3-minütigen Vortrag vor.





Grafik 1

Zweiergruppe 1



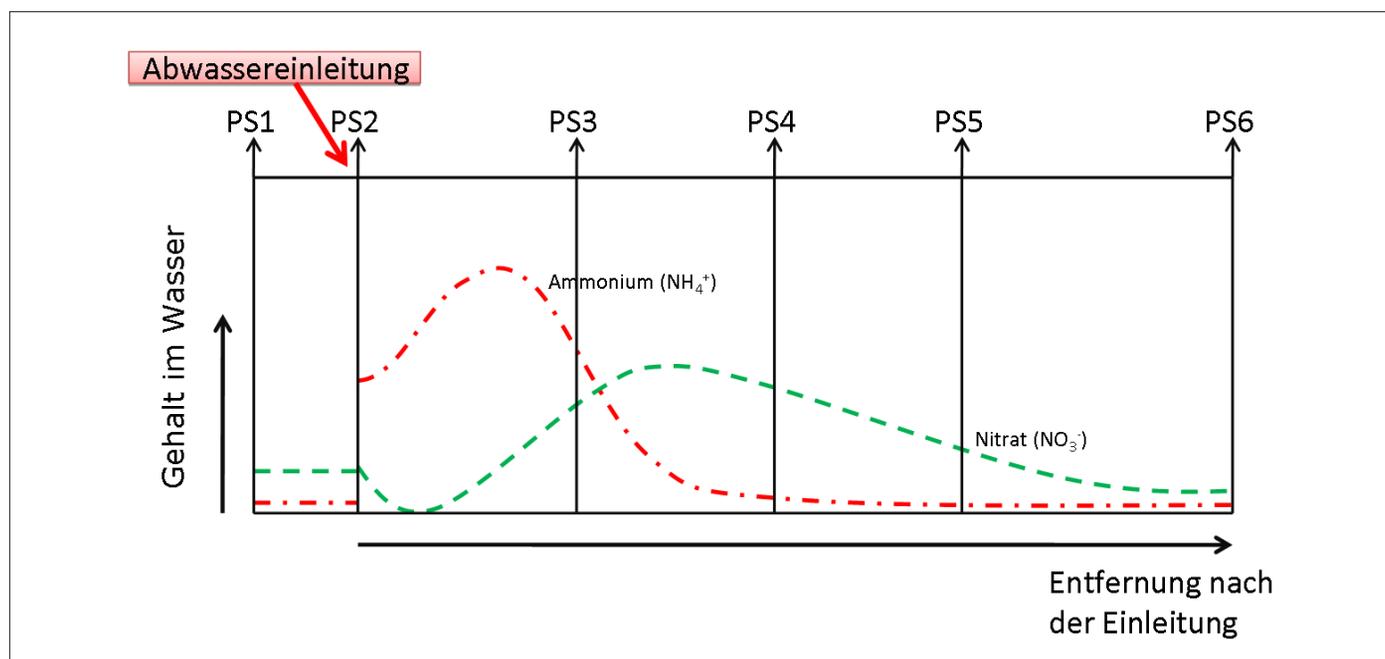
Sachinformation BSB₅:

BSB₅ = Biologischer Sauerstoffbedarf. Der BSB₅ gibt an, wie viel Sauerstoff in fünf Tagen bei einer Temperatur von 20°C für den aeroben mikrobiellen Abbau organischer Biomasse benötigt wird. Je höher der Anteil abbaubarer Stoffe desto höher der BSB₅-Wert.

(Schnittkante)

Grafik 2

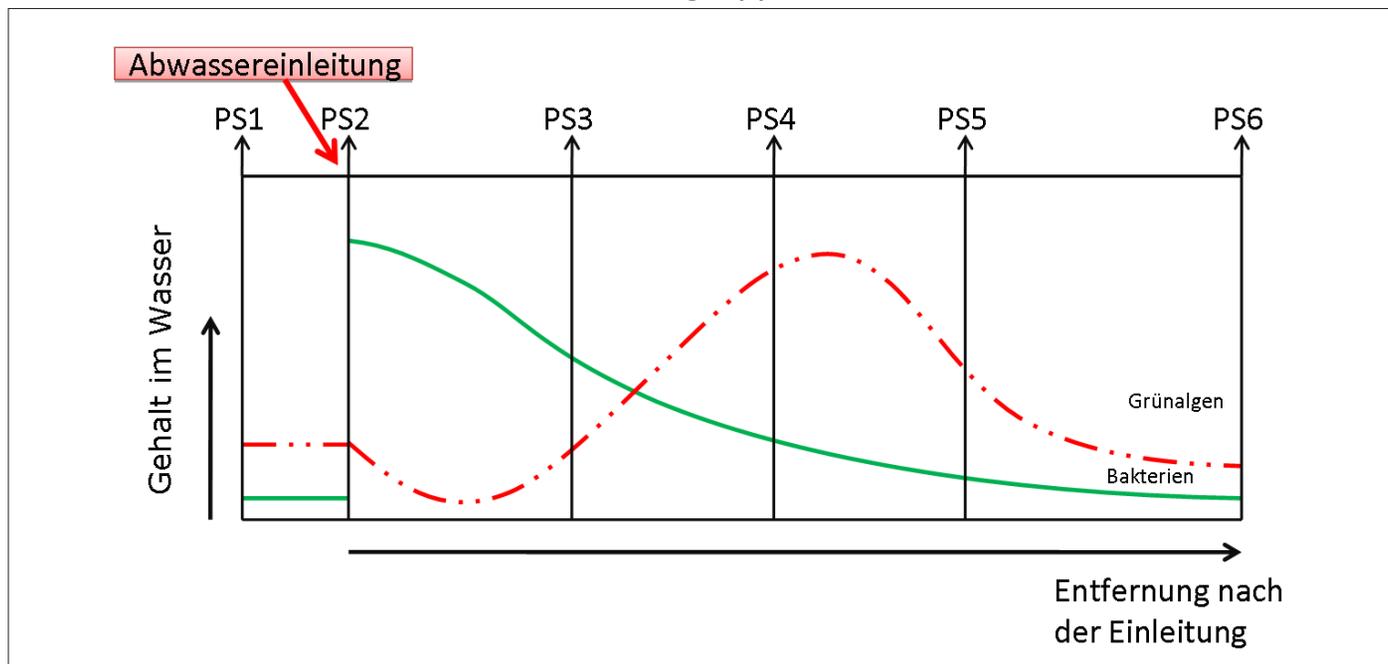
Zweiergruppe 2





Grafik 3

Zweiergruppe 3



(Schnittkante)

Taxaliste/Tabelle

Taxon	Deutscher Name	PS 1	PS 2	PS 3	PS 4	PS 5	PS 6
<i>Chironomus-thummi</i>	Rote Zuckmücken	15	2	321	289	45	15
<i>Perla spec.</i>		9	0	0	0	0	4
<i>Tubifex tubifex</i>	Schlammröhrenwurm	12	895	796	65	41	20
<i>Asellus aquaticus</i>	Wasserassel	5	1	15	39	56	8
<i>Nemoura spec.</i>		20	0	0	0	2	16
<i>Ecdyonurus spec.</i>	Aderhaft	10	0	0	0	0	5
<i>Baetis rhodani</i>	Glashaft	15	0	2	0	4	13
Elmidae	Klauenkäfer	5	0	0	0	0	3
<i>Hydropsyche spec.</i>	Wasserseelchen	15	0	7	34	29	12

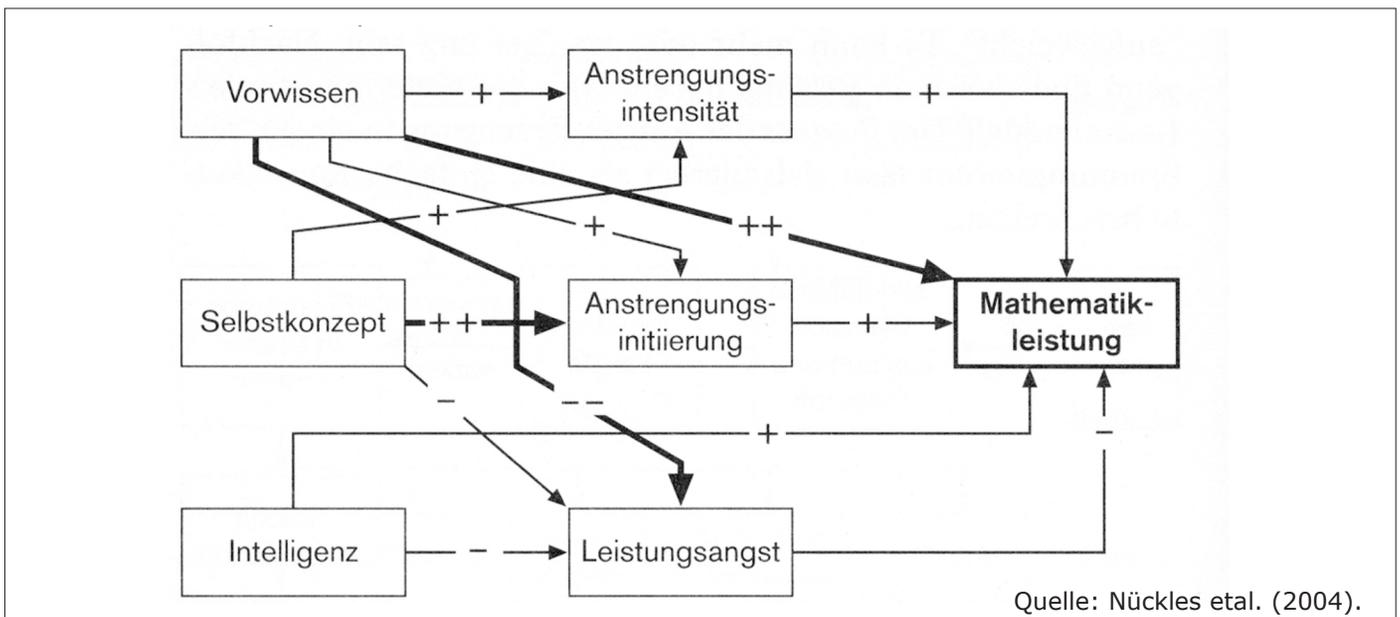
PS = Probestelle



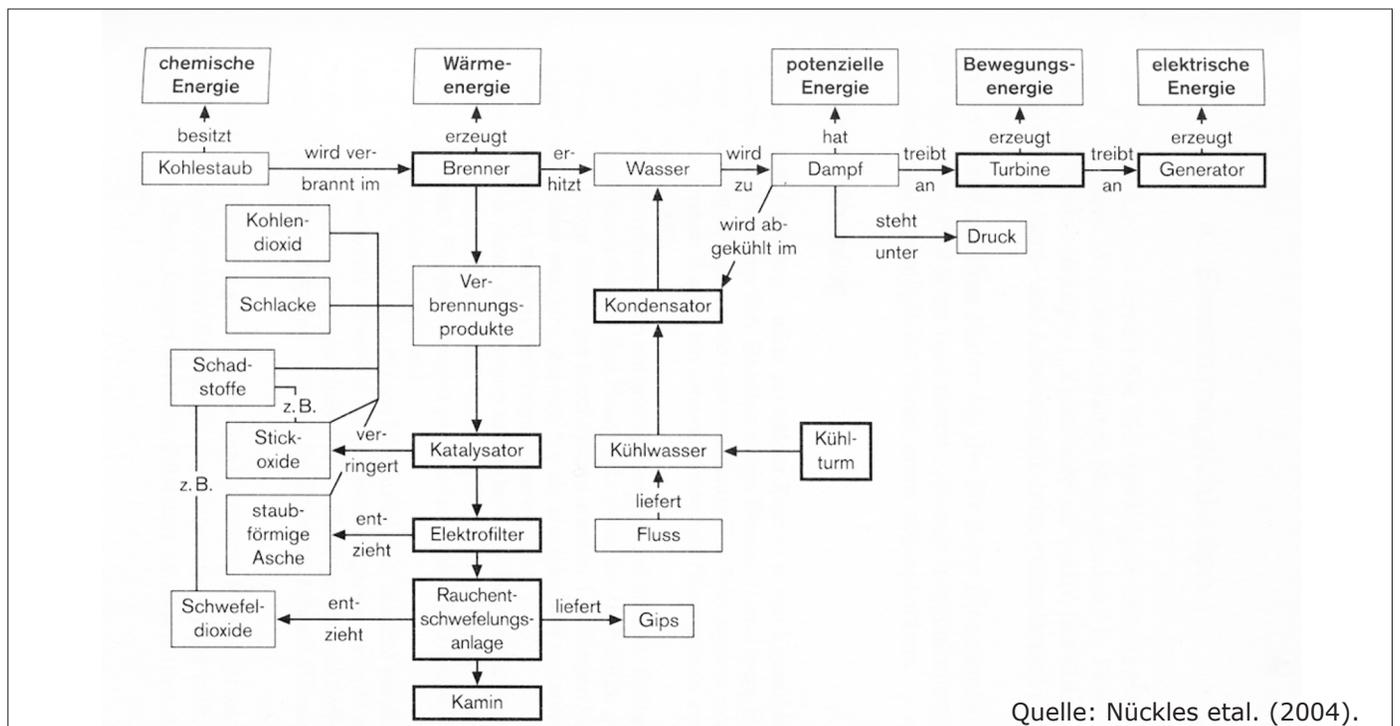
Concept-Map

Die Concept-Map hilft, komplexe Zusammenhänge (ein Konzept) zu veranschaulichen, die Beziehungen zwischen den einzelnen Teilelementen zu verdeutlichen und deren Beziehungen zueinander zu benennen. Ein Verständnis der Bedeutung eines Konzeptes ist somit nur im Lichte seiner Beziehungen zu seinen Elementen zu verstehen.

Concept-Map: Direkte und indirekte Einflüsse auf die Mathematikleistung



Concept-Map: Funktionsweise eines Kohlekraftwerks





Lösung Aufgabe 1:

Die Grafiken zeigen den Gehalt bestimmter Stoffe vor der Einleitung von Abwasser und wie sich der Gehalt dieser Stoffe mit zunehmender Entfernung von der Einleitung verändert, bis sich wieder die stoffliche Situation vor der Einleitung des Abwassers einstellt.

Grafik 1:

Der normalerweise hohe Sauerstoffgehalt fällt nach der Einleitung stark ab. Der BSB_5 -Wert steigt an. Je höher der Anteil an organisch abbaubaren Stoffen im Gewässer ist, desto mehr Sauerstoff wird für deren Abbau verbraucht. Durch den Verbrauch sinkt die Sauerstoffkonzentration im Gewässer. Der BSB_5 -Wert quantifiziert die Zunahme des Sauerstoffverbrauchs durch den mikrobiellen Abbau der organischen Stoffe; der BSB_5 -Wert steigt folglich im Gewässer an. Die Sauerstoffkonzentration steigt im Gewässer mit zunehmender Entfernung von der Einleitung wieder an, da die Biomasse an Pflanzen steigt und durch deren Photosyntheseleistung Sauerstoff produziert wird. Die Menge an abbaubarer organischer Substanz nimmt mit zunehmender Entfernung von der Quelle ab und folglich sinkt auch der BSB_5 -Wert.

Grafik 2:

Abwasser enthält hohe Konzentrationen von Eiweißabbauprodukten, welche von Bakterien zu Ammoniumionen abgebaut werden. Die Ammoniumionen werden von Bakterien zu Nitrationen oxidiert; folglich sinkt die Ammoniumionen-Konzentration und die Nitrationen-Konzentration steigt. Nitrationen werden von den Pflanzen, z.B. von Grünalgen, als Nährstoffe aufgenommen. Durch den Verbrauch von Nitrationen durch die Pflanzen sinkt dann mit zunehmender Entfernung von der Abwassereinleitung deren Konzentration wieder.

Grafik 3:

Bakterien finden nach der Abwassereinleitung sehr gute Lebensbedingungen vor, da sie die organischen Stoffe im Abwasser zum Stoffwechsel nutzen können; sie vermehren sich deswegen sehr stark. Vornehmlich durch die Belastung mit Schwebstoffen, welche die Photosyntheseorgane der Pflanzen bedecken, nimmt die Anzahl der Grünalgen ab. Durch die Abnahme der Schwebstoffe mit zunehmender Entfernung von der Einleitung und bei gleichzeitig steigender Nitratkonzentration (Pflanzennährstoff) verbessern sich die Lebensbedingungen für die Pflanzen und ihre Biomasse nimmt zu.



Taxaliste:

Aus der Taxaliste geht generell hervor, dass die Individuenzahl bestimmter Organismen nach der Einleitung von Abwasser in das Fließgewässer ab- und die Zahl anderer zunimmt. Viele Steinfliegen (z.B. *Perla spec.*, *Nemoura spec.*), Eintagsfliegen (z.B. *Ecdyonurus spec.*) und Köcherfliegen sind intolerant gegenüber Gewässerverschmutzung, z.B. durch Einleitung von Abwasser. Hierfür ist in erster Linie die stark erniedrigte Sauerstoffkonzentration nach der Einleitung verantwortlich. Andere Organismen wiederum profitieren von der Einleitung, da diese sich einerseits von den eingeleiteten Schwebstoffen und anderen organischen Stoffen ernähren (z.B. Schlammröhrenwürmer, Rote Zuckmückenlarven, die Wasserassel und das Wasserseelchen (*Hydropsyche spec.*)) und andererseits niedrige Sauerstoffkonzentrationen ertragen können (Schlammröhrenwürmer und Rote Zuckmückenlarven). Der Schlammröhrenwurm (*Tubifex spec.*) kann z.B. Nitratatmung betreiben und nutzt bei Sauerstoffknappheit den Nitratsauerstoff für den Stoffwechsel. Rote Zuckmückenlarven besitzen so genannte „Blutkiemen“. Dies sind besonders durchlässige Hautbereiche, an denen hohe Austauschraten von Sauerstoff erreicht werden. Gleichzeitig nutzen Rote Zuckmückenlarven, genauso wie der Schlammröhrenwurm, das Hämoglobin als Sauerstoffspeicher. Die Wasserassel und das Wasserseelchen können erst mit einiger Entfernung von der Einleitung die Schwebstoffe und organischen Stoffe nutzen, da sie nicht so gut an Sauerstoffknappheit im Gewässer angepasst sind. Die Individuendichten an Schlammröhrenwürmern und Roten Zuckmückenlarven genauso wie an Wasserasseln und Wasserseelchen nimmt dann mit zunehmender Entfernung zur Einleitung wieder ab, weil der Anteil an Schwebstoffen und organischen Stoffen, also deren Nahrungsgrundlage, abnimmt. Mit zunehmender Entfernung von der Einleitung stellen sich immer mehr die gleichen Nahrungsbedingungen für das Makrozoobenthos ein wie vor der Einleitung. Gleichzeitig steigt die Sauerstoffkonzentration im Gewässer wieder an. Die Lebensgemeinschaft spiegelt diese Bedingungen wider und entspricht zunehmend in ihrer Zusammensetzung der Gemeinschaft vor der Einleitung von Abwasser.



Musterlösung Aufgabe 2:

Selbstreinigung eines Fließgewässers nach Einleitung

