

Schwimmen ohne Risiko? – Wie sauber ist unser Wasser?

Zusammenfassung

In dieser Unterrichtseinheit beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Richtlinien und Kriterien, die zur Kontrolle der Sauberkeit von Badegewässern gelten. Im Besonderen wird der Kriterienkatalog der „Blauen Flagge“ behandelt. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich die biologischen, chemischen und physikalischen Parameter, die für eine Beurteilung von Bedeutung sind. Abschluss der Aufgabe ist die Anfertigung eines Berichts über die Qualität eines lokalen Badegewässers.

Überblick über die Unterrichtseinheit

Aspekt	Beschreibung
Behandelter naturwissenschaftlicher Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung von Kriterien für Wasserqualität (Biologie) - kolorimetrische Messungen durchführen und bewerten (Chemie) - Zuverlässigkeit und Exaktheit von Messungen erkennen
Behandelter mathematischer Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - DiagrammeModellieren
Alter der Schüler	14 – 16
Anzahl der benötigten naturwissenschaftlichen Stunden	Mindestens 3
Anzahl der benötigten mathematischen Stunden	Mindestens 3
Bezug zum Bildungsplan Naturwissenschaften (Baden-Württemberg, Gymnasium)	Biologie: Ökosysteme <ul style="list-style-type: none"> - Ein schulnahes Ökosystem erkunden und wichtige Daten erfassen (Klasse 10) Chemie: Umwelt und Gesellschaft <ul style="list-style-type: none"> - Die Bedeutung saurer, alkalischer und neutraler Lösungen für Lebewesen erörtern (Klasse 10) - An einem ausgewählten Stoff schädliche Wirkungen auf Gewässer beurteilen (Klasse 10) NWT: Übergeordnete Kompetenzen (Klasse 10) <ul style="list-style-type: none"> - Fächerverbindendes naturwissenschaftlich-technisches Denken - Anwenden fachspezifischer naturwissenschaftlicher Sicht- und Analyseweisen - Planen naturwissenschaftliche-technische Projekte im Team NWT: Betrachtungsbereich Umwelt (Klasse 10) <ul style="list-style-type: none"> - Einen Lebensraum analysieren

	<p>NWT: Betrachtungsbereich Mess- und Arbeitsmethoden (Klasse 10)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Statistiken lesen und auswerten - Messungen planen und durchführen - Chemische Analyseverfahren durchführen - Mikrobiologische Untersuchungen durchführen - Hilfsmittel sachgerecht als Informationsquellen nutzen
<p>Bezug zum Bildungsplan Mathematik (Baden-Württemberg, Gymnasium)</p>	<p>Leitidee „Daten und Zufall“ (Klasse 6):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daten bewerten und aus ihnen Schlüsse ziehen (Klasse 6) <p>Leitidee „Modellieren“ (Klasse 6):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mithilfe geometrischer Modelle Situationen darstellen und Probleme lösen (Klasse 6) - Tabellen, Terme und Graphen in Bezug auf einen Sachverhalt interpretieren (Klasse 8) - Mit Prozentangaben in vielfältigen und auch komplexen Situationen sicher umgehen (Klasse 8)

1. Überblick über die Unterrichtseinheit

1.1 Die Situation

Die Qualität der Badegewässer wird in der EU kontinuierlich nach für alle Mitglieder gültigen Richtlinien überprüft und hat sich seit 1990 kontinuierlich verbessert (vgl. Zeitungsartikel für den Einstieg). Doch nach welchen Kriterien wird ein Gewässer als „sauber“ bewertet? Wie werden diese Kriterien ausgewählt? Und wenn man weiß nach welchen Kriterien getestet wird, kann man diesen Test dann vertrauen? Diesen Fragen werden die Schüler bei der Bearbeitung dieser Unterrichtseinheit nachgehen.

1.2 Übergreifende Fragestellungen

- Wie kann die Sauberkeit von Badegewässern überprüft werden?
- Welche Bedeutung hat die „Blaue Flagge“?
- Wie sicher sind Messungen und die Kriterien der „Blauen Flagge“?
- Wie ist die Gewässerqualität in Deutschland in den unterschiedlichen Seen und wie hat sie sich in den letzten Jahren entwickelt?
- Welche Unterschiede bestehen zwischen den einzelnen Ländern (z.B. Niederlande und Deutschland)?

1.3 Endprodukt

Die Schüler schreiben einen Bericht für die Touristeninformationen in ihrer Heimatstadt. Hierbei geben sie an, warum Touristen in einem Gewässer in der Nähe schwimmen sollten (oder auch nicht). Dabei beziehen sie vergleichend die Badewassersituation in ganz Deutschland ein. In diesem Bericht verweisen die Schüler auf geltende Richtlinien, genommene Wasserproben und deren Testergebnisse.

1.4 Benötigte Materialien

- Wasserproben aus der Umgebung der Schüler (sammeln die Schüler als Hausaufgabe) (zu Aufgabe 1/3)
- Test-Utensilien zur Bestimmung von Inhaltsstoffen in Wasser (pH-Wert, Nitrat/Nitrit Gehalt) (zu Aufgabe 3)
- Kupfersulfat-Lösungen in verschiedenen Konzentrationen (zu Aufgabe 4)
- Optional für biologische Untersuchungen: Kescher, kleine Wasserbehälter, Becherlupen, Bestimmungshilfen für Wirbellose in Gewässern, Binokular für die Bestimmung von Algen (zu Aufgabe 3)

1.5 Der Ablaufplan

Einheit	Biologie	Chemie	Mathematik
1	Einstieg in das Thema: Sind unsere Gewässer sauber genug zum Baden? <i>Hausaufgabe:</i> Wasserproben für die nächste Stunde sammeln		
2		Aufgabe 1: Wie kann man das Wasser untersuchen? Überprüfung einer Wasserprobe nach eigenen Kriterien / Notwendigkeit fester Kriterien erkennen.	
3	Aufgabe 2: Was sagt die „Blaue Flagge“ aus? Kriterien der „Blauen Flagge“ erarbeiten / Reflexion der Kriterien.		
4	Aufgabe 3: Wie sauber ist deine Wasserprobe? Testen der eigenen Wasserprobe auf ausgewählte Kriterien der „Blauen Flagge“ und weiterer biologischer Parameter.		
5	Aufgabe 4: Kannst du deinen Messungen trauen? Reflexion der Vorgehensweise der Messung / Reflexion von Farbttest und biologischen Messungen: Genauigkeit, Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren.		
6			Aufgabe 5: Wie sauber ist das Wasser in Deutschland und in anderen Ländern? Diagramme verschiedener EU-Länder lesen, vergleichen und interpretieren.
7	Aufgabe 6: Die Empfehlung Anfertigung eines Berichts zur Empfehlung eines Badegewässers in der Umgebung.		

2. Beschreibung der Unterrichtsstunden

2.1 Einstieg in das Thema – Sind unsere Gewässer sauber genug zum Baden?

Die Schüler werden auf die Problematik der Untersuchung der Gewässerqualität eingestimmt. Der Einstieg in die Unterrichtseinheit erfolgt über Zeitungsartikel, die die Schüler lesen (siehe Arbeitsblatt zum Einstieg). An das Lesen der Artikel schließt sich eine Diskussion darüber an:



Diskussionsaspekte:

- Sind unsere Gewässer zum Baden sauber genug?
- Warum ist die Sauberkeit der Gewässer wichtig?
- Wie überwacht man die Sauberkeit?
- Welche Maßnahmen können zur Erhaltung der Sauberkeit ergriffen werden?
- Wer kontrolliert das?
- ...

Wie die Schüler aus dem Zeitungsartikel erfahren, erfüllen fast alle Badegewässer in der EU die Richtlinien zur Badegewässerqualität. Die Frage, warum Sauberkeit wichtig ist, können die Schüler mit Hilfe ihres Alltagswissens vorläufig schon beantworten. Verunreinigtes Wasser wirkt sich negativ auf die Gesundheit aus. Es kann Krankheitserreger (z.B. Coli-Bakterien oder Parasiten) enthalten oder chemisch belastet sein (z.B. durch Schwermetalle oder Düngemittel). Somit ist es einleuchtend, warum die Wasserqualität von Badegewässern, überwacht werden muss. Es ist nun also von Interesse, mit welchen Mitteln die Sauberkeit von Gewässern überwacht werden kann, was eine der Leitfragen dieser Unterrichtseinheit darstellt.

Es werden für die nächste Einheit für kleinere Schülergruppen Wasserproben benötigt. Als Hausaufgabe sollen die Schüler für die nächste Stunde eine Wasserprobe (0,5 – 1 l) aus ihrer Umgebung mitbringen. Hierzu bieten sich Teiche, kleinere Bäche und Flüsse, aber auch andere Wasserquellen an.

Arbeitsblatt für den Einstieg

Brüssel, 11. Juni 2009

Bessere Qualität der Badegewässer in der EU

Heute haben die Europäische Kommission und die Europäische Umweltagentur den jährlichen Bericht über die Qualität der Badegewässer vorgestellt. Aus dem Bericht geht hervor, dass die überwiegende Mehrzahl der Badeorte in der EU 2008 den Hygienestandards entsprachen. Während dieser Badesaison erfüllten etwa 96 % der Badegewässer an der Küste und 92 % der Badegewässer in Flüssen und Seen die Mindestanforderungen. Der Bericht gibt den Millionen von Besuchern, die jeden Sommer an die europäischen Strände kommen, nützliche Informationen zur Wasserqualität an die Hand.

Hierzu erklärte EU-Umweltkommissar Stavros Dimas: „Gute Badegewässerqualität ist eine wesentliche Voraussetzung für das Wohlergehen der europäischen Bürger und für die Umwelt - und dies gilt auch für alle anderen Gewässer. Ich freue mich festzustellen, dass sich die Qualität aller Badegewässer in der EU verbessert.“

Frau Prof. Jacqueline McGlade, Leiterin der Europäischen Umweltagentur, ergänzte: „Mit Informationsquellen wie dem jetzigen Bericht und unseren Internet-Suchfunktionen können die Bürger nicht nur die Qualität der Badegewässer in ihrer Gemeinde oder an ihrem Ferienziel feststellen, sondern auch selbst stärker in den Schutz ihrer Umwelt einbezogen werden.“

Von den 21 400 EU-weit überwachten Gebieten lagen zwei Drittel an der Küste und der Rest an Flüssen und Seen. Die größte Zahl der Küstengewässer befindet sich in Italien, Griechenland, Frankreich, Spanien und Dänemark; in Frankreich und Deutschland liegen die meisten Binnen-Badegewässer.

Seit 1990 hat sich die Qualität der Badegewässer insgesamt deutlich verbessert. Zwischen 1990 und 2008 ist die Zahl der Badegewässer, bei denen die verbindlichen Werte (Mindestqualitätsanforderungen) eingehalten sind, von 80 % auf 96 % (Küstengewässer) bzw. von 52 % auf 92 % (Binnengewässer) gestiegen. Zwischen 2007 bis 2008 hat sich die Einhaltung der Werte sowohl bei Binnen- als auch bei Küstengewässern um weitere 1,1 bzw. 3,3 Prozentpunkte verbessert.

Quelle: (europa.eu Press Release; vom 05.01.11)

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/903&format=HTML&aged=0&language=DE&guiLanguage=de>

2.2 Aufgabe 1 – Chemie: Wie kann man das Wasser untersuchen?

Ziele dieser Aufgabe:

- Die Schüler erkennen die Notwendigkeit fester Kriterien zur Bestimmung der Wasserqualität.

Beitrag zur Ausgangsfrage:

Die Schüler werden dafür sensibilisiert, dass die Kontrolle von Badegewässern nach objektiven, allgemeinen Kriterien wichtig und sinnvoll ist. Hierzu untersuchen die Schüler eine als Hausaufgabe mitgebrachte Wasserprobe nach eigenen Kriterien, um später die verschiedenen Herangehensweisen ihrer Mitschüler zu reflektieren und zu diskutieren.

Chemischer Inhalt:

- Untersuchung einer Probe nach eigenen Kriterien
- Reflexion von Untersuchungskriterien

Als Hausaufgabe haben die Schüler einige Wasserproben mitgebracht. Diese sollen nun daraufhin untersucht werden, ob die Wasserqualität nach Meinung der Schüler ausreicht, um darin zu baden. Die Schüler halten ihre Vorgehensweise und die Ergebnisse der Untersuchung „ihrer“ Wasserprobe zum Beispiel auf einem Plakat fest.



Schüleraktivität 1 – Erste Untersuchung einer Wasserprobe

Die Wasserqualität wird aus verschiedenen Gründen getestet und ausgewertet. In dieser Unterrichtseinheit wirst du tiefer darin eintauchen und verstehen, wie dies im realen Leben funktioniert.

Wir werden Badewasser als Beispiel nutzen. Zu Beginn benötigt jede Gruppe eine noch nicht getestete, echte Wasserprobe. An diesem Beispiel wirst du selbst prüfen, wie gut die Wasserqualität der Probe ist.

Am Ende des Unterrichts kannst du eine Empfehlung geben, ob darin geschwommen werden kann oder nicht.

- A. Nimm den Deckel von der Wasserprobe und analysiere das Wasser gründlich.
- Wie riecht es?
 - Wie sieht es aus?
 - Schau es dir z.B. auch unter einem Mikroskop an.
 - Überlege dir weitere Kriterien, nach denen du das Wasser testen kannst!
 - Meinst du, dass das Wasser die Kriterien erfüllt und dass darin geschwommen oder es getrunken werden kann?
 - Wie sicher bist du dir?
- B. Wenn du dir nicht sicher bist, welche Informationen fehlen dir?

Beim Lösen dieser Aufgabe erarbeiten die Schüler spontan Kriterien, nach denen sie die Wasserqualität ihrer Probe beurteilen würden und wenden diese auf ihre eigene Probe an. Sie halten ihre Ergebnisse auf einem Poster oder einer Folie fest, das später aufgehängt und mit den anderen Gruppen besprochen wird. Durch die folgenden Fragen kann die Auswertung strukturiert werden:



Schüleraktivität 2: Gemeinsamkeiten und Unterschiede beim Vorgehen

Lest euch die Poster der anderen Gruppen durch und diskutiert ihre Inhalte.

Leitfragen:

- Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bei der Beurteilung der Wasserqualität gibt es?
- In welchen Proben könnte man baden?
- Wie sicher seid ihr euch bei der Auswahl der Kriterien?
- Könnt ihr alle Risikofaktoren berücksichtigen?

...

Die Schüler stellen beim Vergleich der Poster fest, dass die einzelnen Gruppen verschiedene Kriterien angelegt haben, nach denen das Wasser sich zum Baden eignet. Dies, in Kombination mit der Spontanität und Unsicherheit der Kriterien, macht es plausibel, dass für eine sichere Untersuchung zur Badewasserqualität genau und wohldefinierte Kriterien und Messverfahren festgelegt werden müssen. Im nächsten Teil der Unterrichtseinheit werden die Schüler die „Blaue Flagge“ als Leitlinie für die Badegewässerqualität kennenlernen.

2.3 Aufgabe 2 – Biologie/Chemie/Mathe: Was sagt die Blaue Flagge aus?

Ziele dieser Aufgabe:

- Die Schüler lernen die Kriterien der Blauen Flagge kennen.
- Die Schüler reflektieren diese Kriterien kritisch unter den Gesichtspunkten, warum genau diese Werte und keine anderen getestet werden.
- Die Schüler beschäftigen sich mit dem mathematischen Hintergrund des akzeptierten Prozentsatzes (optional).

Beitrag zur Ausgangsfrage:

- Erarbeitung der Kriterien der Blauen Flagge

Biologischer / chemischer Inhalt:

- Kennenlernen und anwenden von Kriterien, die zur Überprüfung der Gewässerqualität genutzt werden können: pH-Wert, Anzahl von Bakterien (speziell: Escherichia coli und Cyanobakterien), Sichttiefe

Mathematischer Inhalt (optional):

- Methoden der Statistik, wie: Durchschnittswert, Standardabweichung, Perzentile
- Logarithmus

Im Folgenden sollen die Schüler sich damit auseinandersetzen, wie bei der Vergabe der „Blauen Flagge“ vorgegangen wird, um die Sauberkeit von Gewässern zu bestimmen. Dafür erhalten sie das unten stehende Informationsblatt. Eine Recherche im Internet ist leider nur begrenzt möglich, da die Kriterien im Internet bislang nur auf Englisch veröffentlicht sind.

- Ergänzend können die Richtlinien für Gewässerschutz / Badegewässer als Grundlage herangezogen werden. Im Internet unter:

<http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/badegewaesser/doc/3553.php>

http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/fluesse_seen/doc/2886.php

Optional kann auch ein Vergleich mit den Richtlinien für Trinkwasser durchgeführt werden. Nach der Erarbeitung der Kriterien der Blauen Flagge werden diese Kriterien von den Schülern reflektiert. Sie bearbeiten hierbei unter anderem die Frage, weshalb nur diese Kriterien einbezogen wurden und nicht noch weitere Parameter zur Bestimmung und Bewertung der Wasserqualität.

Anhand des Informationsblattes bearbeiten die Schülerinnen und Schüler folgende Fragen:



Schüleraktivität 1: Die Kriterien der Blauen Flagge

Die „Blaue Flagge“ beschreibt Kriterien und spezifische Werte um die Qualität des Badegewässers zu bestimmen:

1. Welche Eigenschaften des Gewässers werden für die blaue Flagge getestet?
2. Welche Grenzwerte gelten?
3. Wenn deine Wasserprobe den Kriterien entspricht, würdest du der blauen Flagge trauen und darin schwimmen? Begründe!

Arbeitsblätter für Aufgabe 2

Informationsblatt I „Die Blaue Flagge“

Die Blaue Flagge

Die Blaue Flagge wurde 1985 in Frankreich auf Grundlage von Leitlinien zur Abwasseraufbereitung und Badegewässerqualität ins Leben gerufen. Die Blaue Flagge ist ein internationales Umweltzeichen und beschreibt daher einen weltweiten Mindeststandard für Wasserqualität. Es ist ein freiwilliges Umweltzeichen, das 3450 Strände und Yachthäfen in 41 Ländern in Europa, Südafrika, Marokko, Tunesien, Neuseeland, Brasilien, Kanada und in der Karibik auszeichnet. Das Projekt gehört der unabhängigen, gemeinnützigen Organisation ‚Stiftung für Umwelterziehung‘ (Foundation for Environmental Education = FEE) an und wird von dieser geleitet.



Die Blaue Flagge steht für eine nachhaltige Entwicklung an Stränden und Yachthäfen und beinhaltet strenge Richtlinien in Bezug auf Wasserqualität, Umweltbildung und Umweltmanagement sowie Sicherheit und andere Dienstleistungen. Das Projekt Blaue Flagge beinhaltet Umweltbildung und Umweltinformation für die Öffentlichkeit, Entscheidungsträger und Tourismusunternehmen.

Kriterien für Strände

Das Projekt ‚Blaue Flagge‘ fordert von den Stränden die Einhaltung ausgezeichneter Wasserqualität. Die Kriterien für Badegewässer basieren auf entsprechenden internationalen und nationalen Richtlinien und Gesetzen. Jede Blaue Flagge wird jeweils nur für eine Saison verliehen. Wenn einige der zwingenden Kriterien während der Saison nicht mehr erfüllt werden, wird die Blaue Flagge zurückgenommen.

Im Folgenden sind einige der Kriterien für die Blaue Flagge aufgelistet:

Kriterium 7. Es müssen genügend Proben von geeigneten Stellen den Anforderungen der „Blauen Flagge“ entsprechen.

Ein Strand mit blauer Flagge benötigt mindestens eine Stelle für die Probenentnahmen und diese muss an der Stelle mit dem höchsten Aufkommen an Badenden sein. Wenn es mögliche Verunreinigungsquellen gibt, z.B. in der Nähe von Bächen, Flüssen oder anderen Zuläufen wie Regenüberlaufbecken usw., müssen dort zusätzliche Proben entnommen werden, um zu belegen, dass diese Zuflüsse nicht die Qualität des Badegewässers beeinflussen.

Es müssen Proben für mikrobiologische und chemisch-physikalische Untersuchungen entnommen werden. Die Proben sollten 30cm unterhalb der Wasseroberfläche entnommen werden, außer für die Tests auf Erdöl, diese sollten an der Oberfläche entnommen werden.

Während einer Saison müssen mindestens fünf Proben in regelmäßigen Abständen entnommen werden. Es dürfen nicht mehr als 28 Tage zwischen zwei Probenentnahmen liegen.

Kriterium 8. Unabhängigkeit der Untersuchung

Nur eine unabhängige Person, die offiziell geschult und zugelassen ist, darf die Wasserproben nehmen. Die Badegewässerproben dürfen nur von einem unabhängigen Labor analysiert werden.

Kriterium 10. Anforderungen an E-coli und Enterokokken/ Enterokokken Werte.

Die mikrobiologischen Parameter, welche unten aufgeführt sind, müssen überwacht werden. Bei ‚Blaue Flagge‘ sind die Werte für Süßwasser und Meerwasser gleich.

Parameter	Grenzwerte
Fäkale Kolibakterien (Escherichia coli)	250 KbE/100 ml
Darmenterokokken	100 KbE/100 ml

KbE = koloniebildende Einheiten (an Bakterien)

Akzeptierter Prozentsatz:

Für die Bewertung benötigt ein Strand, der sich für die Blaue Flagge bewirbt, im Durchschnitt eine Übereinstimmung von 95% zu den oben genannten Werte (95. Perzentil). Dies stimmt mit der Badegewässer-Richtlinie der EU aus dem Jahr 2006 und den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation überein.

Genauer heißt das: An einem Strand werden an verschiedenen Stellen viele Proben genommen. Für jedes Kriterium (also z. B. den Gehalt von E.coli) werden in jeder Probe die Messwerte bestimmt. Wenn es also 100 Proben gibt, muss der Messwert für E.coli in 95 Proben (also 95% der Proben) innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte liegen. Wenn ein Strand z. B. die Werte für E.coli erfüllt, nicht aber für Enterokokken, so kann er die blaue Flagge nicht bekommen.

Kriterium 11. Anforderungen an physikalische und chemische Parameter. Die Wasserqualität kann durch chemische und physikalische Parameter, wie pH-Wert, Öl und Schwimmstoffe, beeinflusst werden:

- Der pH-Wert liegt zwischen 6 und 9.
- Es darf kein Ölfilm auf der Wasseroberfläche sichtbar und kein Geruch wahrnehmbar sein. An Land muss der Strand auf Öl überwacht werden und Notfallpläne sollten Maßnahmen für einen solchen Verschmutzungsfall enthalten.
- Es dürfen keine Schwimmstoffe wie Teerrückstände, Holz, Plastik-Gegenstände, Flaschen, Behälter, Glass und andere Materialien vorhanden sein.

Die Schüler listen die Parameter auf, nach denen die Badegewässer getestet und bewertet werden und versuchen sie zu verstehen. Für leistungsstarke und sehr selbstständig arbeitende Schüler ergibt sich hier die Möglichkeit einer Internetrecherche, um die im Informationsblatt genannten Werte zu erklären.



Schüleraktivität 2: Reflexion der Kriterien der „Blauen Flagge“ – Auf welche Werte wird getestet?

Mit deiner Gruppe wirst du jetzt analysieren warum die Blaue Flagge normalerweise auf diese Kriterien hin getestet und wie die Normen für jeden Parameter festgelegt wurden. Für diese Aufgabe kannst du die Texte aus dem Informationsblatt I & II verwenden.

- Warum wurde der Säuregehalt in die Kriterien der Blauen Flagge aufgenommen?
- Weshalb muss sich der Säuregehalt im neutralen Bereich befinden?
- Erkläre, warum die anderen genannten Kriterien getestet werden und warum die genannten Grenzwerte verwendet werden.

Im Folgenden können die Schüler die Kriterien der Blauen Flagge mit denen der gängigen Parametern vergleichen, auf die deutsche Badegewässer getestet werden (Infoblatt II).



Vergleich Blaue Flagge – deutsche Kriterien

Vergleiche die Kriterien der Blauen Flagge mit den nationalen Richtlinien für deutsche Badegewässer.

- Welche Unterschiede stellst du fest?
- Kannst du dir erklären, woher diese Unterschiede kommen?

Anhand dieser Materialien erhalten die Schüler zum einen Erläuterungen zur Bedeutung der Wasserparameter, zum anderen können sie aufgefordert werden, zu entscheiden, welche Parameter sie selbst für eine Untersuchung eines Gewässers in der Nähe berücksichtigen würden. Die Entscheidungen sollten begründet werden und auf Machbarkeit überprüft werden. Die konkrete Durchführung von Wasseruntersuchungen erfolgt dann in der folgenden Lerneinheit.

Die Frage, inwiefern den Kriterien der Blauen Flagge zu trauen ist, werden die Schüler möglicherweise unterschiedlich beantworten. Ein Vergleich mit den von den Schülern aufgeführten Kriterien lässt evtl. Zweifel aufkommen. Einige Schüler erinnern sich evtl. auch an Warnungen aus dem Radio/Fernsehen wg. Auftretens von Blaualgentepichen (Cyanobakterien) in Seen und Meeren oder führen Grünalgenblüten berechtigt als Grund an, aufgrund des unangenehmen Geruchs und der Rückstände in der Badebekleidung nicht zu baden, auch wenn diese ungefährlich für die Gesundheit sind.

Es wird deutlich, dass mehr Informationen notwendig sind, um die Kriterien zu verstehen und zu beurteilen.



Schüleraktivität 3: Reflexion der Kriterien der „Blauen Flagge“ – Weshalb keine weiteren Parameter?

Du hast die Bestimmungen der Blauen Flagge analysiert und weißt welche Wasserwerte aufgenommen wurden. Es stellen sich nun aber einige Fragen:

- Warum wird Wasser nur auf einige bestimmte Werte getestet (und nicht auch auf andere)?
- Geben diese Werte genügend Informationen, um entscheiden zu können, ob das Wasser zum Baden geeignet ist?
- Meinst du man kann der Anforderungsliste vertrauen?

Quellen:

Die Kriterien der Blauen Flagge:

- <http://www.blueflag.org/Menu/Criteria/Beach+Criteria> (Englisch)
- <http://www.blueflag.org/Menu/Criteria/Marina+Criteria> (Englisch)

Aktuelle Informationen zur Badewasserqualität der einzelnen Bundesländer Deutschlands:

- <http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/badegewaesser/doc/3553.php>
- http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/fluesse_seen/doc/2886.php

Hintergrundinformationen zur Überwachung der Badegewässerqualität, EU-Richtlinien:

- http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eu_badegewaesser_rl_dt.pdf
In diesem Blatt sind auch Richtlinien zur Entnahme und angemessenen Transport sowie Lagerung von Wasserproben zu entnehmen.

Arbeitsblätter für Aufgabe 2

Infoblatt II – Gängige Parameter, nach denen Badegewässer in Deutschland beurteilt werden

An der jeweiligen Badestelle werden sowohl Wasserproben für die Laboruntersuchungen entnommen als auch Vor-Ort Messungen wie z.B. die Sichttiefe, die Wassertemperatur und die Bestimmung des pH-Wertes vorgenommen. Zudem erfolgt eine Bestandsaufnahme der örtlichen Gegebenheiten an der Badestelle z.B. Algenblüte, Mineralöle, Teerrückstände, Färbung, Tenside, Phenolgeruch, Transparenz, pH-Wert, Wassertemperatur, Rattenbefall. Die Überwachung erstreckt sich zudem auf das Vorkommen von Cyanobakterien (auch Blaualgen genannt) und Algen.

Die wichtigsten Werte

Parameter	Grenzwert	Anmerkung
Escherichia Coli ¹⁾	1.800 KBE / 100 ml	Bei Überschreitung: Badeverbot
Intestinale Enterokokken ¹⁾	700 KBE / 100 ml	Bei Überschreitung: Badeverbot
Cyanobakterien (Blaualgen) ²⁾	dürfen nicht massenhaft sichtbar vorkommen	Untersuchung nur bei Bedarf. Befall = Badeverbot
Temperatur (°C)	Keiner	Wohlfühlbereich: >20 - <30 °C
Säuregehalt /pH-Wert ³⁾	Keiner	Orientierungswert: 6 - 9 sind akzeptabel
Transparenz (Sichttiefe) ⁴⁾	Keiner	Orientierungswert: >1 m ist ideal

1) **Escherichia coli** "E-Coli" sind ebenso wie Intestinale **Enterokokken** Bakterien. Sie sind Keime der normalen Darmflora von Warmblütern (z.B. Menschen, Wasservögeln und Weidevieh) und dienen bei der Überwachung der Badegewässer als Indikatoren (Zeigerorganismen) für eine fäkale Verunreinigung. Mit einer solchen Verunreinigung durch Kot können auch gefährliche Krankheitserreger in das Gewässer gelangen und hier eine Infektionsquelle für Menschen darstellen. Findet man keine oder wenig derartige Keime, so kann man ziemlich sicher sein, dass auch keine anderen Erreger schwerer Krankheiten, die aus dem Darm ausgeschieden werden, im Badewasser sind.

Parameter	Grenzwert	Anmerkung
Escherichia Coli	1.800 KBE / 100 ml	Bei Überschreitung: Badeverbot
Intestinale Enterokokken	700 KBE / 100 ml	Bei Überschreitung: Badeverbot

2) **Cyanobakterien** - auch „Blaualgen“ genannt stehen als Produzenten (bilden Sauerstoff durch Photosynthese) oft an der Basis von Nahrungsketten. Sie spielen eine wichtige ökologische Rolle im Stickstoff- und Kohlenstoffkreislauf und enthalten häufig Giftstoffe, d.h. „Cyanotoxine“. Diese können bei Massenvermehrung der Cyanobakterien nicht nur Fische vergiften, sondern

wirken sich auch schädlich auf die Gesundheit des Menschen aus. Symptome umfassen Haut- und Schleimhautreizungen, Bindehautentzündungen und Ohrenscherzen. Darüber hinaus werden auch schwerwiegendere gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Übelkeit, Durchfall und Erbrechen, Gliederschmerzen, Atemwegserkrankungen und allergische Reaktionen auf den Kontakt mit Cyanobakterien zurückgeführt.

3) **Säuregehalt.** Der pH-Wert ist ein Maß für die Konzentration an Säuren und Basen im Wasser. Viele biochemische Gleichgewichte, die die Wasserqualität beeinflussen, hängen direkt vom pH-Wert ab. Stark schwankende pH-Werte können Fische und Mikroorganismen in Stresssituationen versetzen, was zu einer Artenverarmung des Gewässers und der wichtigen schadstoffabbauenden Bakterien führen kann. Folge kann der unvollständige Abbau von Wasserinhaltsstoffen sein, oder z. B. die Umwandlung von Nitrat in giftiges Nitrit. Zu hohe pH-Werte im Wasser verursachen Nährstoffmangel bei Pflanzen und begünstigen den parasitären Befall der Fische. Bei sehr hohen Werten wird aus Ammonium giftiges Ammoniak, was zu Erkrankungen bis hin zu Fischsterben führen kann. Zu niedrige pH-Werte sind hingegen oft mit sehr hohen Schwermetall- und Kohlensäurekonzentrationen verbunden, die schädlich sind für Mensch und Tier. Bei niedrigen pH-Werten nimmt auch die Giftigkeit von Nitrit stark zu, da sich dann mehr salpetrige Säure – eine Form des Nitrits – bildet.

4) **Sichttiefe.** Großen Einfluss auf die in einem Gewässer lebenden Organismen, insbesondere die Pflanzen, hat die Lichtdurchlässigkeit des Wassers. Ein einfaches Maß, um die Lichtdurchlässigkeit einzuschätzen, ist die Sichttiefe. Sie ist leicht mit der Secchischen Scheibe, einer flachen weißen aus Metall oder aus einem anderen Stoff bestehenden Senkscheibe, zu bestimmen. Sichttiefe ist diejenige Tiefe, in der die Scheibe noch gerade zu erkennen ist. Je sauberer das Wasser ist, desto größer ist die Sichttiefe.

Geringe Sichttiefen haben unterschiedliche Ursachen, z. B. eingeschlammte Bodenteilchen, eingeleitete verschmutzte Abwässer. Oft kommt die geringe Sichttiefe durch zahlreiche Kleinstlebewesen zustande, z. B. Algen, Wasserflöhe, die sich infolge eines hohen Nährstoffangebotes rasch vermehrt haben. Geringe Sichttiefe, oft verbunden mit einem unangenehmen Geruch, ist deshalb ein Anzeichen für Belastungen des Gewässers.

pH-Wert

Quelle: Webseite des Bundesministeriums für Umwelt

http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eu_badegewaesser_rl_dt.pdf

2.4 Aufgabe 3 – Chemie/Biologie: Wie sauber ist deine Wasserprobe?

Ziele dieser Aufgabe:

- Die Schüler testen ihre eigenen Wasserproben, ob sie den Richtlinien der „Blauen Flagge“ genügen und tauschen sich über ihre Ergebnisse aus.
- Optional untersuchen sie das Wasser nach weiteren, biologischen Parametern und vergleichen und bewerten kritisch den Nutzen der Untersuchungen

Beitrag zur Ausgangsfrage:

- Die Schüler finden heraus, ob ihre Wasserprobe den Richtlinien der Blauen Flagge entspricht, und ob sie das untersuchte Gewässer ausgehend davon empfehlen könnten.

Chemische Inhalte:

- Einsatz eines Test-Kits zur Säuregehaltsbestimmung

Biologische Inhalte:

- Test auf E.coli Bakterien
- (optional) Methoden der Gewässergütebestimmung:
 - Sichttiefe,
 - Trübung, Färbung und Geruch des Gewässers
 - Einsatz von Zeigerorganismen

Im Folgenden sollen die Schüler ihre mitgebrachten Proben auf einen Teil der in den Richtlinien der „Blauen Flagge“ genannten Kriterien prüfen.



Schüleraktivität 1: Überprüfung der eigenen Wasserproben mit einem Test-Kit

Prüfe mit den vorliegenden Test-Kits deine Wasserproben. Um etwas über die Test-Kits zu erfahren, kannst du das Infoblatt durchlesen.

- Welche Ergebnisse erhältst du?
- Würden diese Ergebnisse den Kriterien der „Blauen Flagge“ genügen?
- Vergleiche deine Ergebnisse mit den anderen Gruppen.

Arbeitsblatt für Aufgabe 3

Informationsblatt IV – Testverfahren

Der Merck Test-Kit

Nitrit und Säuregehalt kann mit den ‚Merck kit‘ Tests gemessen werden. Merck ist ein chemischer Industriebetrieb, der für verschiedenste chemische Untersuchungen Tests entwickelt (www.merck-chemicals.de). Die Säuregehalt und Nitrit Tests sind Teil einer Reihe von Testmöglichkeiten, mit denen Wasser schnell vor Ort untersucht werden kann.

Diese Tests werden auch ‚Black Box‘-Tests genannt, da es eine Bedienungsanleitung gibt in der erklärt wird wie der Test durchgeführt wird, aber nicht warum er so durchgeführt wird. Merck macht dies, um anderen Betrieben keine Möglichkeit zu geben die Tests nachzumachen. Deshalb muss darauf vertraut werden, dass wenn man einen Merck-Nitrit-Test durchführt auch wirklich auf Nitrit getestet wird.

E. Coli Bakterien

E. Coli Bakterien werden folgendermaßen nachgewiesen. Ein E. Coli Bakterium kann mit bloßem Auge nicht gesehen werden. Aber die Bakterien teilen sich sehr schnell. Dies wird im Test genutzt. Der Laborant trägt eine dünne Wasserschicht aus der Probe mit Hand auf eine Schale mit passendem Deckel, ähnlich einer Petrischale, auf. Dies muss in steriler Umgebung geschehen, damit nur Bakterien aus der Wasserprobe in der Schale landen. Die Oberfläche der Schale ist mit einem Nährstoff überzogen, der speziell auf E. Coli-Bakterien abgestimmt ist und sich nicht (oder weit weniger) für andere Bakterien eignet. Dann teilen sich die E. Coli-Bakterien sehr schnell. Wird eine solche Schale für 48 Stunden in einer Umgebung von 37°C gelassen, erhält jedes Bakterium eine eigene Familie. Eine solche Familie wird Kolonie genannt und diese Kolonien sind sichtbar.

Die folgenden Untersuchungen werden auch oft zur Bestimmung der Wasserqualität herangezogen und sind ohne großen Aufwand auch mit jüngeren Schülern durchführbar. Insbesondere die biologische Untersuchung auf Zeigerorganismen Punkt (3) bietet die Möglichkeit, die Wasserqualität des Gewässers mit Hilfe von Bioindikatoren zu bestimmen, ohne dass die Belastung des Gewässers im Einzelnen bekannt sein muss. Es sind keine chemischen oder biologischen Vorkenntnisse notwendig. Dieses Verfahren erweitert die Untersuchungen um biologische Aspekte und fördert Artenkenntnisse aber auch Umweltbewusstsein, das sich nicht nur auf die Gesundheit des Menschen, sondern auch die Wasserlebewesen bezieht.



Optionale Schüleraktivität 2: Weitere Methoden der Gewässergütebestimmung

Untersuche ein Gewässer mit den auf Arbeitsblatt V vorgestellten Methoden.

Zahlreiche gut illustrierte Bestimmungshilfen und Anleitungen zur Untersuchung mit unterschiedlichem Anspruchsniveau für die Gewässergüteklassen sind im Internet zu finden, z.B. unter:

- <http://www.fischereiverein-scheinfeld.de/download/bioindi.pdf>
- <http://www.iglahn.de/projekte/pdfdaten/saprobien.pdf>
- <http://www.educa.ch/tools/71983/files/Bioindikation%20Bach.pdf> (recht ausführlich)

Arbeitsblatt für Aufgabe 3

Informationsblatt V – Methoden der Gewässergütebestimmung

(1) Sichttiefe messen:

Binde die Paketschnur an einen nicht schwimmenden, weißen/hellen Gegenstand. Miss einen Meter ab, und befestige eine Plastikflasche an dieser Stelle. Halte das Fadenende in der Hand, und wirf den „Sichttiefenmesser“ in den See. Siehst du das Thermometer noch? Dann ist die Wasserqualität in Ordnung. Wenn du die Sichttiefe genau bestimmen willst, dann nimmst du die Plastikflasche ab und lässt den Gegenstand so weit sinken, bis er gerade noch sichtbar ist. Danach misst du Länge der Schnur, die im Wasser war.

(2) Trübung und Färbung sowie Geruch des Gewässers

Die Qualität eines Gewässers kann man auch an der Trübung bzw. Färbung erkennen. Verursacht werden Trübung und Färbung des Gewässers durch die Belastung des Gewässers mit verschiedenen Stoffen, z. B. Eisen, Bodenteilchen, Faulstoffen, oder mit zahlreichen kleinen Organismen, z. B. Grünalgen und Kieselalgen, Bakterien, Wasserflöhen. Entnimmt man aus verschiedenen Tiefen eines Gewässers Wasserproben, so kann man anhand der folgenden Tabelle die Qualität des Wassers grob einschätzen.

Farben	Qualität
Durchsichtig (blau)	unbelastet
Schwach gelblich, gelblich, gelb	Wahrscheinlich Abwasserbelastung, Farbe entsteht durch Eisen
Gelblich braun	Verstärktes Algenwachstum durch Nährstoffreichtum
Gelblich grün, grün	Verstärktes Algenwachstum durch Nährstoffreichtum
braun	Belastet durch Eisen, Humusteilchen, evtl. durch Sickerwasser verursacht
grauschwarz	Belastet durch Faulstoffe

(3) Biologische Bestimmung der Gewässergüte durch Zeigerorganismen

Viele wirbellose Tiere eines Gewässers stellen an die Nahrung, den Sauerstoffgehalt, den pH-Wert und weitere Faktoren der Wasserqualität bestimmte Anforderungen. Kommen diese Lebewesen gehäuft vor, dann wird daraus geschlossen, dass ihre Lebensbedingungen gegeben sind. Sie sind dann für einen bestimmten Zustand des Gewässers Zeigerorganismen, auch Bioindikatoren genannt. Aufgrund von Analysen der Kleinstlebewesen in Gewässern haben Wissenschaftler 4 Gewässergüteklassen gebildet. Je nachdem, welcher Zeigerorganismus in dem Gewässer gefangen werden kann, wird das Gewässer einer Güteklasse zugeordnet. Die Gewässergüteklasse gibt den Grad der Verschmutzung des Gewässers an.

Beispiele für Tiere als Anzeiger für Gewässergüte

1 kaum verunreinigt	Steinfliegenlarve, Strudelwurm, Eintagsfliegenlarve
2 mäßig verunreinigt	Köcherfliegenlarve, Bachflohkrebs, Spitzschlamm Schnecke
3 stark verunreinigt	Tellerschnecke, Wasserassel, Wasserfloh
4 sehr stark verunreinigt	Rote Zuckmückenlarve, Schlammröhrenwurm, Rattenschwanzlarve

(nach UB 131/12. Jhg. /Januar 1988)

2.5 Aufgabe 4 – Chemie/Biologie: Kannst du deinen Messungen trauen?

Ziele dieser Aufgabe:

- Die Schüler reflektieren über ihr Vorgehensweise bei den Messungen und inwiefern dies die Genauigkeit beeinflusst.
- Die Schüler erfahren die begrenzte Genauigkeit von Farbtest durch ein Beispiel mit Kupfersulfat.
- Optional: Vergleich anderer Messverfahren mit Kolorimetrischen Messungen

Beitrag zur Ausgangsfrage:

- Die Schüler können durch die Reflexion der Messverfahren abschätzen, wie genau ihre eigenen Untersuchungen sein können, um so festzustellen, inwiefern sie sich für eine Empfehlung eignen.

Chemischer Inhalt:

- Genauigkeit von Kolorimetrischen Messungen am Beispiel von Kupfersulfatlösung

Biologischer Inhalt:

- Untersuchungsmethoden im Vergleich
- Nutzen/ Bedeutung für die Gesunderhaltung des Menschen
- Bedeutung für den Erhalt des ökologischen Gleichgewichtes

Um die Messungen auszuführen wurde eine Reihe von Tests durchgeführt, ohne dass die Schüler wussten, wofür die einzelnen Schritte gut waren. Manchmal konnten sie evtl. nicht einmal die genaue Farbe der Lösung bestimmen. Oder vielleicht kamen sie auch zu einem anderen Ergebnis als eine andere Gruppe. Das hat sie vielleicht im Bezug auf ihre Ergebnisse unsicher gemacht. Die Frage für die Schüler ist nun, in wie weit sie ihren Messungen trauen können.



Schüleraktivität 1: Kannst du dem Test vertrauen?

Wie du festgestellt hast, waren alle Messungen aus dem Merck-Kit sogenannte ‚Black Box‘-Tests (d.h., das du die Tests durchführst, ohne zu wissen was dabei passiert). Hier musst du einfach darauf vertrauen, dass der Test auch misst, was du messen möchtest. Vielleicht hast du nicht immer ganz die Anweisungen befolgt.

- Meinst du, dass du die Tests ordnungsgemäß durchgeführt hast?
- Was bedeutet das für die Ergebnisse deiner Messungen?

Ein besonderes Problem bei der Genauigkeit der Test stellt der Farbvergleich bei den kolorimetrischen Bestimmungen dar. Über einen analogversuch mit Kupfersulfat werden die Schüler für diese Problematik sensibilisiert.



Schüleraktivität 2: Genauigkeit von Farbtests

Wie du vielleicht bemerkt hast, sind die Tests im Merck-Kit nach folgendem Prinzip aufgebaut: je höher die Konzentration eines gelösten Stoffes, desto intensiver ist die Farbe der Lösung. Deshalb werden diese Messungen auch Farbmessungen (oder: kolorimetrische Bestimmungen) genannt.

Um einen Eindruck von der Genauigkeit einer solchen Bestimmung zu erhalten, wirst du eine Reihe von Reagenzgläsern, die von 1 bis 10 nummeriert sind, erhalten. Diese Reagenzgläser enthalten Lösungen mit unterschiedlichen Konzentrationen von Kupfersulfat.

- Ordne diese Reagenzgläser in steigender Konzentration an; die geringste Konzentration befindet sich vorne. Schreibe die Reihenfolge deiner Anordnung auf.

Konzentration: 0 25 50 75 100 125 150 175 200 250 (mg/l)

Nummer:

- Hat jeder dieselbe Reihenfolge gefunden? Wenn die Reagenzgläser in der Richtigen Reihenfolge sind, wird dir dein Lehrer die Reagenzgläser 11 und 12 geben.
- Schätze die Konzentration an Kupfersulfat in den Reagenzgläsern 11 und 12.
- Was hältst du von der Genauigkeit von Farbmessungen? Erkläre deine Antwort.
- Denke noch mal an die Farbmessung, die du mit dem Merck-Kit durchgeführt hast. Bist du der Meinung, dass sie genau genug waren? Erkläre.



Optionale Schüleraktivität 3: Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden

Bewerte die Farbmessungen im Vergleich mit den anderen Messungen, die du durchgeführt hast.

- Welche der Messungen war am einfachsten durchzuführen, bei welchen Messungen ergaben sich Schwierigkeiten?
- Welche der Messungen haben die eindeutigsten Ergebnisse erbracht? Begründe deine Meinung!
- Welche der Messungen hältst du für besonders wichtig, um eine Aussage über die Qualität des Badewassers zu machen? Begründe deine Meinung!
- Benenne die Messungen, welche du bei einer zukünftigen Wasseruntersuchung durchführen würdest!

2.6 Aufgabe 5 – Mathematik: Wie sauber ist das Wasser in Deutschland und in anderen Ländern?

Ziele dieser Aufgabe:

- Die Schüler erhalten einen Überblick über den Verlauf und die aktuelle Lage der Gewässerqualität sowohl in Deutschland als auch in den Niederlanden.
- Die Schüler erhalten einen Überblick über die Anzahl und Verteilung der Gewässer in Deutschland und in den Niederlanden.

Beitrag zur Ausgangsfrage:

- Die Schüler bekommen einen globaleren Überblick über die Anzahl und Verteilung der Badestellen und die allgemeine Lage der Wasserqualität in Deutschland und den Niederlanden und können so ihre eigenen Untersuchungsergebnisse besser einordnen.
- Durch den Vergleich von Deutschland und den Niederlanden können die Ergebnisse aus den vorangegangenen Aufgaben auch international eingeordnet und verglichen werden.

Mathematischer Inhalt:

- Diagramme lesen, vergleichen und interpretieren
- Karten lesen

Um es den Europäern zu ermöglichen eine sachkundige Entscheidung im Bezug auf die Strandauswahl zu fällen, werden von den EU-Mitgliedsstaaten jährliche Berichte über die Qualität von Badegebieten an Küsten, Seen und Flüssen verfasst. Diese Berichte bewerten die Badegewässerqualität aller 27 Mitgliedsstaaten der EU (hier: Daten bis 2008).

In dieser Einheit vergleichen die Schüler die Diagramme von Untersuchungen der Wasserqualität in verschiedenen europäischen Ländern miteinander.

Da es eine große Vielzahl an möglichen Interpretationen und Vergleichsmöglichkeiten sowohl innerhalb der Entwicklung eines Landes oder eines Jahres, zwischen Süßwasser-Gewässern und Meeren als auch zwischen den Niederlanden und Deutschland gibt, sollte zusätzlich zu den allgemeinen Untersuchungsaufträgen der Diagramme ein Focus auf eine bestimmte Problematik gelegt werden. In den Lösungshinweisen sind einige mögliche Ansätze dargestellt.



Schüleraktivität 1: Bericht zur Qualität von Badegebieten – Diagramme vergleichen

Gehst du an deinen Lieblingsstrand? Ist das Wasser dort sauber? Europäer haben eine große Auswahl wunderschöner Strände und Badestellen zur Verfügung und viele freuen sich auf lange Sommertage an denen man sich im Wasser abkühlen kann. Die Qualität des Wassers an deinem Lieblingsstrand oder Urlaubsziel kann ein entscheidender Faktor sein, wenn überlegt wird, wohin es geht.

Die Abbildungen auf dem Infoblatt zeigen die Einhaltung von Richt- und Pflichtwerten für Badegewässer in den Niederlanden und Deutschland.

Abb. 1 zeigt Süßwasser-Badegewässer der Niederlande, Abb. 2 Meeres-Badegewässer der Niederlande.

Abb. 3 zeigt Süßwasser-Badegewässer in Deutschland, Abb. 4 Meeres-Badegewässer in Deutschland.

- A. Was wird in den Diagrammen dargestellt?
- B. Beschreibe die Entwicklung der Badegewässerqualität in
 - a) den Niederlanden und
 - b) in Deutschland.
 Vergleiche hierbei auch die Entwicklung der Gewässerqualität am Meer und von Süßwasser-Badegewässern.
- C. Welche besonderen Jahre können aus den Diagrammen entnommen werden? Kannst du dir vorstellen, was sich in den betreffenden Jahren ereignet hat?
- D. Was kannst du über die unterschiedliche Wasserqualität der beiden Länder sagen? In welchem Land gibt es eine bessere Wasserqualität?

Arbeitsblätter für Aufgabe 5

Informationsblatt VI – Ausgewählte Diagramme aus dem Report zur Badequalität

Abbildung 1: Süßwasser Badegewässer in den Niederlanden

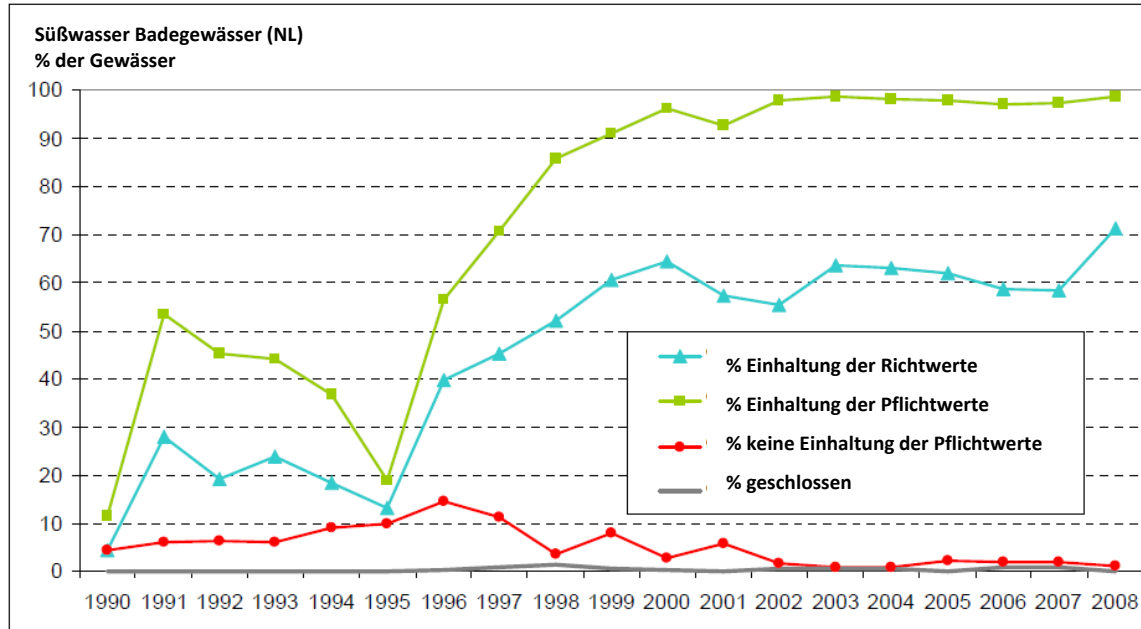
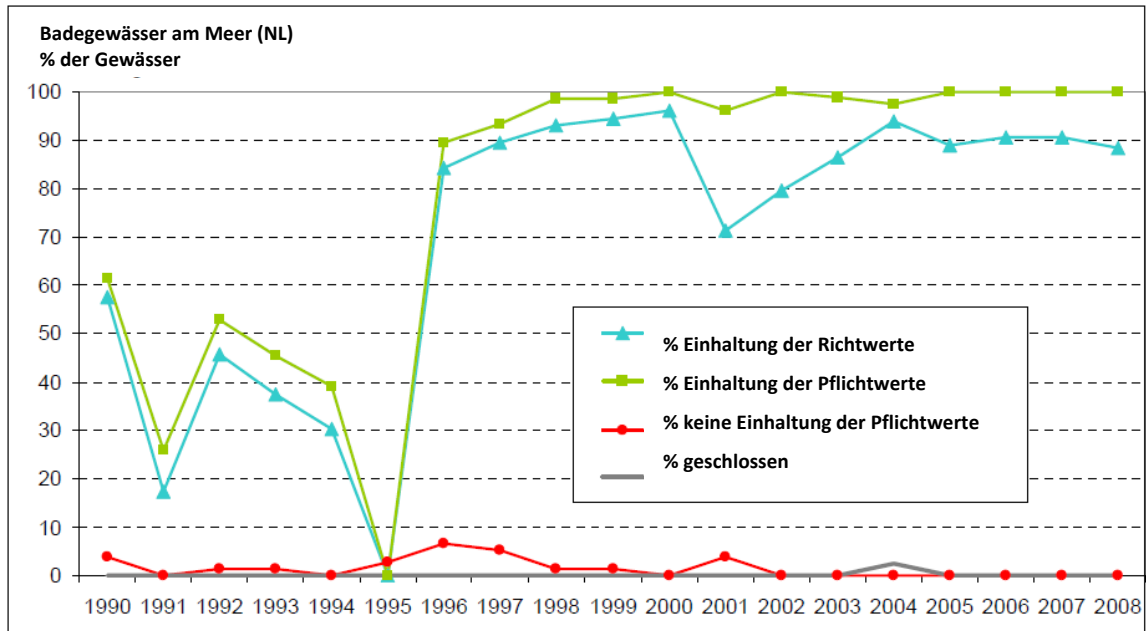


Abbildung 2: Badegewässer der Niederlande am Meer



<http://www.eea.europa.eu/themes/water/status-and-monitoring/state-of-bathing-water-1/country-reports-2008-bathing-season/the-netherlands-bathing-water-country-report-2008-season.pdf> (in Englisch)

Abbildung 3: Süßwasser Badegewässer in Deutschland

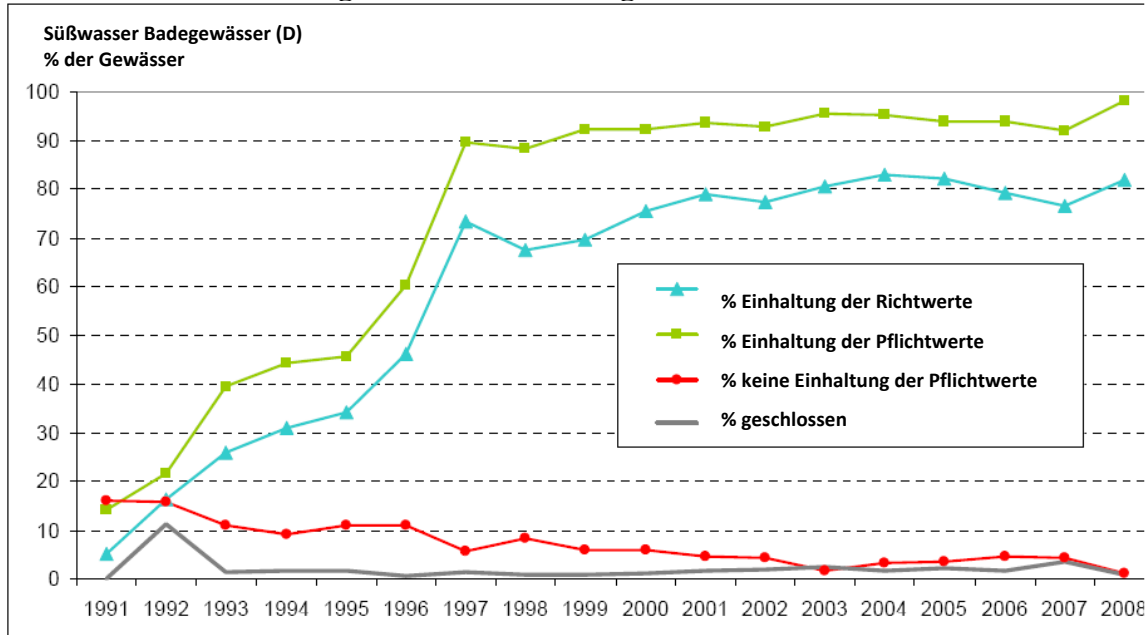
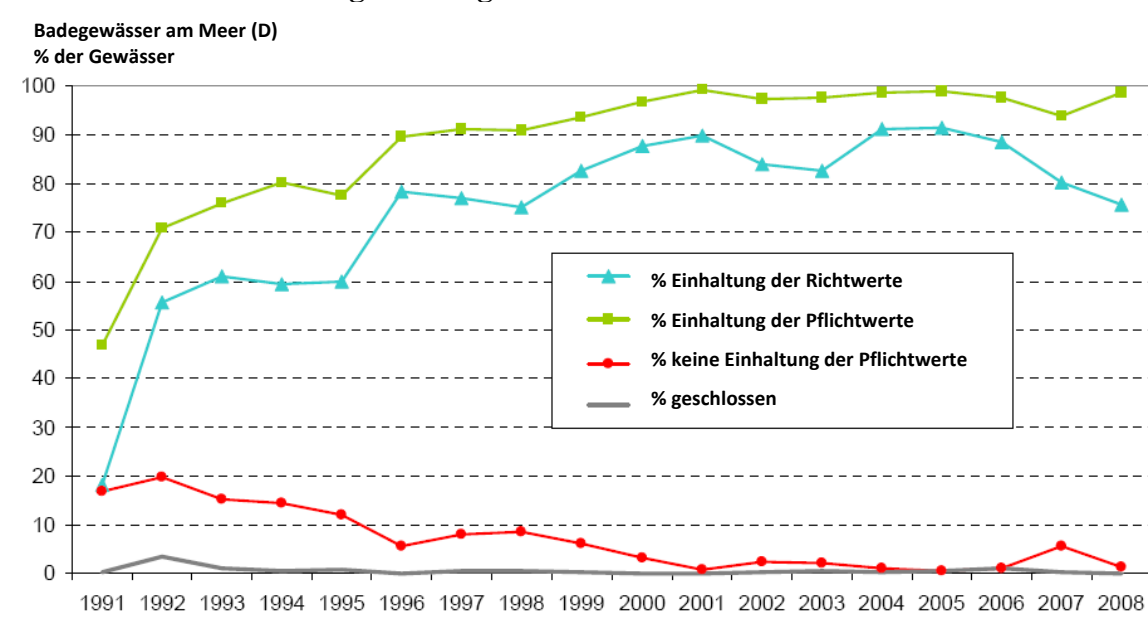


Abbildung 4: Badegewässer in Deutschland am Meer



<http://www.eea.europa.eu/themes/water/status-and-monitoring/state-of-bathing-water-1/country-reports-2008-bathing-season/germany-bathing-water-country-report-2008-season.pdf> (in Englisch)

Lösungshinweise:

Zu A – Was wird in den Diagrammen dargestellt:

Die Graphiken zeigen, wie viel Prozent der Gewässer der Niederlande die Pflichtwerte, also die Mindestanforderungen für Wasserqualität erfüllen (grün), und wie viele nicht (rot). Zusätzlich ist noch der prozentuale Anteil der Gewässer angegeben, die darüber hinaus die qualitativ anspruchsvolleren Richtwerte erfüllen (blau). Gewässer, die auf Grund mangelnder Gewässerqualität geschlossen werden mussten sind grau vermerkt.

Grundsätzlich wäre zu erwarten, dass die Summe aus den Gewässern, die die Mindestanforderungen erfüllen (Einhaltung der Pflichtwerte), derer die diese nicht einhalten und der geschlossenen Gewässer 100% ergibt. Jedoch ist dies teilweise in den Grafiken nicht der Fall. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass – aus welchen Gründen auch immer – nicht alle Gewässer in die Graphik aufgenommen wurden. In den Anmerkungen zum Report der Badequalität findet man diese Vermutung bestätigt: *“Bathing waters which were insufficiently sampled or not sampled according to the Bathing Water Directive were not included in this table. Therefore, in some cases, the sum of the different categories will not be equal to the total number of bathing waters.”* Es wurden in der Vergangenheit also nicht immer alle Wasserproben den Badewasserrichtlinien entsprechend erhoben, weshalb es zu diesen Gewässern keine Daten gibt. Jedoch hat sich die Kontrolle der Sammlung von Wasserproben in den Niederlanden am Meer seit ungefähr 1996 und an Süßwasserbadegewässern seit ungefähr 1999 wohl deutlich verbessert, weshalb seit diesem Zeitpunkt die Grafiken ungefähr 100% der Badegewässer abbilden. Für Deutschland zeigt sich ein ähnliches Bild.

Zu B – Beschreibung der Entwicklung der Badegewässerqualität:

a) Entwicklung der Badegewässerqualität in den Niederlanden (Süßwasser-Gewässer):

Zu Beginn der Überprüfung der Badegewässerqualität von Süßwasser-Gewässern 1990 wurden nur etwas über 15% der Badegewässer in das Diagramm aufgenommen. Hierbei erfüllten ungefähr zwei Drittel die Pflichtwerte, davon die Hälfte zusätzlich die Richtwerte. Jedoch konnten ein Drittel die Pflichtwerte nicht erfüllen. 1991 stieg die Anzahl der untersuchten Gewässer auf ca. 60%, nahm jedoch bis in das Jahr 1995 wieder auf ähnlich niedrige Werte wie 1991 ab. Zwischen 1995 und 1999 stieg die Anzahl der untersuchten Gewässer soweit an, dass ab diesem Zeitpunkt so gut wie alle Süßwasser-Gewässer in die Grafik aufgenommen werden konnten.

Auch wenn durchweg eine große Zahl an untersuchten Gewässern die Pflichtwerte für Gewässerqualität erfüllen konnten, reicht die Rate der Gewässer, die zusätzlich die die Richtwerte erfüllen seit Mitte der 90er Jahre nur an ungefähr zwei Dritteln heran.

Bis zum Jahr 2002 konnte zusätzlich eine nicht zu vernachlässigende Anzahl von Gewässern (zwischen 5 und 15%) nicht die Pflichtwerte erfüllen. Seit 2002 liegt diese Anzahl jedoch nahe bei 0. Im Jahr 2008 erfüllen fast alle (ungefähr 98%) der Süßwasser-Gewässer die Pflichtwerte für Gewässerqualität. Die Richtwerte werden von etwas über 70% der Flüsse und Seen erfüllt. Ungefähr 1% der Gewässer konnten jedoch die Pflichtwerte nicht erfüllen. Badestellen mussten seit 1999 nur noch vereinzelt geschlossen werden.

Entwicklung der Badegewässerqualität in den Niederlanden (Meer):

Zu Beginn der Überprüfung der Badegewässerqualität der Meere 1990 wurden nur ungefähr 65% der Badestellen am Meer in die Grafik aufgenommen. Auch bis in das Jahr 1995 hin war eine flächendeckende Aufnahme von Gewässern in die Grafik nicht gegeben. Ein besonders herausstechendes Jahr ist 1995 (mehr dazu bei „Zu C“). Von diesen aufgenommen erfüllen jedoch fast alle die Pflichtwerte und viele sogar auch die Richtwerte.

Über alle Daten hinweg gesehen lässt sich sagen, dass durchgängig die überwiegende Zahl der Badestellen, die die Pflichtwerte erfüllen, auch die strengeren Richtwerte erfüllen (5 bis 10 % Punkte unterschied, außer in den Jahren 2001 – 2003).

Im Jahr 2008 erfüllen alle Badegewässer am Meer die Pflichtwerte für die Gewässerqualität. Dieser Qualitätsstandard konnte seit 2005 gehalten werden. Nur ungefähr 10% der Badestellen am Meer erfüllen nicht noch zusätzlich die strengeren Richtwerte. Keine Badestellen mussten seit 2005 geschlossen werden.

Vergleich Süßwasser vs. Meer:

Seit ungefähr 1996 wurden sowohl am Meer als auch bei Süßwasser-Gewässern mehr Gewässer in die Diagramme aufgenommen, am Meer ab 1996, bei Süßwasser ab 1999 so gut wie vollständig. Bei den Meeren ist hervorstechend, dass hier prozentual gesehen mehr Badestellen sowohl Pflicht- als auch Richtwerte erfüllen. Auch erfüllten hier im Vergleich zu den Süßwasser-Badestellen kaum Badestellen nicht die Pflichtwerte. Man kann somit sagen, dass in den Niederlanden – trotz allgemein hohen Standards – die Meere eine bessere Qualität aufweisen als die Flüsse und Seen. Gemeinsam ist beiden, dass die Wasserqualität tendenziell besser wurde.

b) Entwicklung der Badegewässerqualität in Deutschland (Süßwasser-Gewässer):

Zu Beginn bis Mitte der 90er Jahre wurden nicht alle Badegewässer in das Diagramm aufgenommen. Erst am ca. 1997 lässt sich von einer flächendeckenden Überprüfung der Gewässerqualität sprechen. Seit diesem Zeitpunkt ist die Anzahl der Gewässer, die die Pflichtwerte erfüllen bis 2007 unter leichten Schwankungen nach oben auf ungefähr 90% geblieben.

Im Jahr 2008 erfüllen fast 100% der Süßwasser-Badegewässer die Pflichtwerte für Gewässerqualität.

Erfüllt ein Gewässer die Pflichtwerte, so erfüllt es auch oft die Richtwerte. Seit 2000 gibt es zwischen beiden eine relativ konstante Differenz von ungefähr 10% Punkten.

Die Anzahl der Gewässer, die die Pflichtwerte nicht erfüllen lag bis Mitte der 90er Jahre über 10%, auch wenn sie in diesem Zeitraum etwas gefallen sind. Ab 1999 liegen diese Werte mit leicht fallender Tendenz um 5%. Im Jahr 2008 verbesserte sich dieser Zustand so, dass kaum noch Gewässer die Pflichtwerte nicht erfüllen.

Es hält sich auch eine relativ konstante Anzahl von geschlossenen Gewässern. Nach einem Hochpunkt von 10% im Jahr 1999 liegt diese bei leicht steigender Tendenz bei 2 – 3%.

Entwicklung der Badegewässerqualität in Deutschland (Meer):

Sobald von einer flächendeckenden Untersuchung der Meere in Deutschland gesprochen werden kann (ca. ab 1996) haben diese einen sehr hohen Qualitätsstandard: über 90% erfüllen die Pflichtwerte und nur ca. 10% Punkte weniger auch die Richtwerte. Die Qualität der Meere hat sich bis dahin kontinuierlich verbessert. So haben im Jahr 1991 noch über 15% der Badestellen die Pflichtwerte nicht erfüllt, 5 Jahre später hat sich diese Zahl jedoch halbiert. Bis 2001 erreichen kaum noch Badestellen am Meer nicht die Pflichtwerte.

Ab 2007 ist jedoch ein leichter Abfall der Gewässerqualität zu vermerken. 2007 erfüllen wieder ca. 5% der Badestellen nicht die Pflichtwerte und nur 80% erreichen noch die Richtwerte, was bis in das Jahr 2008 auf 75% abfällt.

Vergleich Süßwasser vs. Meer:

Die Qualität von Badestellen am Meer wurde seit Beginn der Diagramme genauer kontrolliert als bei Flüssen und Seen (ca. 65% kontrollierte Gewässer vs. 30% bei Süßwasser im Jahr 1991). Auch wenn bis ca. 1997 mehr Badestellen an Meeren die Pflichtwerte nicht erfüllen, kann für

diesen Zeitraum gesagt werden, dass die Qualität der Meere besser ist als die der Flüsse und Seen, da erstere wesentlich öfter die Pflichtwerte erfüllen. Ab 1997 ist dieser Unterschied zugunsten der Meere immer noch gegeben, auch wenn er nichtmehr so stark ausgeprägt ist. Gen Ende des Untersuchungszeitraumes lässt die Qualität der Meere, in Form des prozentualen Anteils der Stellen, die die Richtwerte erfüllen, nach.

Zu C – Besondere Jahre:

In den Niederlanden ist besonders das Jahr 1995 herausragend, da hier sowohl die kontrollierte Anzahl der Süßwasser-Gewässer, als auch der Meere eingebrochen sind. Eine mögliche Erklärung hierfür sind Überschwemmungskatastrophen, die um 1995 in den Niederlanden aufgetreten sind und es auf Grund der Lage nicht sinnvoll oder möglich war Wasserproben zu sammeln und zu untersuchen.

Zu D – Vergleich Niederlande vs. Deutschland:

Vergleicht man Deutschland mit den Niederlanden, lässt sich feststellen, dass in Deutschland und den Niederlanden die Wasserqualität zunehmen strenger kontrollierte wurde und sich auch keine allzu großen Einbrüche wie in den Niederlanden finden lassen. Trotzdem wurden in Deutschland mehr Gewässer geschlossen.

Mögliche Erklärungen für diese Entwicklung lassen sich u.a. in den politischen finden. In den 80er Jahren entstand ein größeres Umweltbewusstsein bei der Bevölkerung, was auch politische Auswirkungen hatte (z.B. Gründung der Grünen (1980; Gründung Greenpeace International (1979); etc.). In Folge dessen wurden verstärkt Umweltrichtlinien für die Industrie und Schutzmaßnahmen für Gewässer erlassen und auch verstärkt kontrolliert.

Details zu den Badegewässern aller Mitgliedstaaten für das Jahr 2008 können in den nationalen Wasserberichten gefunden werden: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/status-and-monitoring/state-of-bathing-water-1/country-reports-2008-bathing-season/>

Für weiterführende Aussagen wären aber Informationen mit der Verteilung und der Anzahl der Badestellen sinnvoll, weshalb im Folgenden die Schüler Karten zu diesen Informationen erhalten und interpretieren sollen.



Schüleraktivität 2: Karten vergleichen

Die Karten auf dem Infoblatt VII und VIII zeigen eine Übersicht der Badestellen in den Niederlanden und Deutschland.

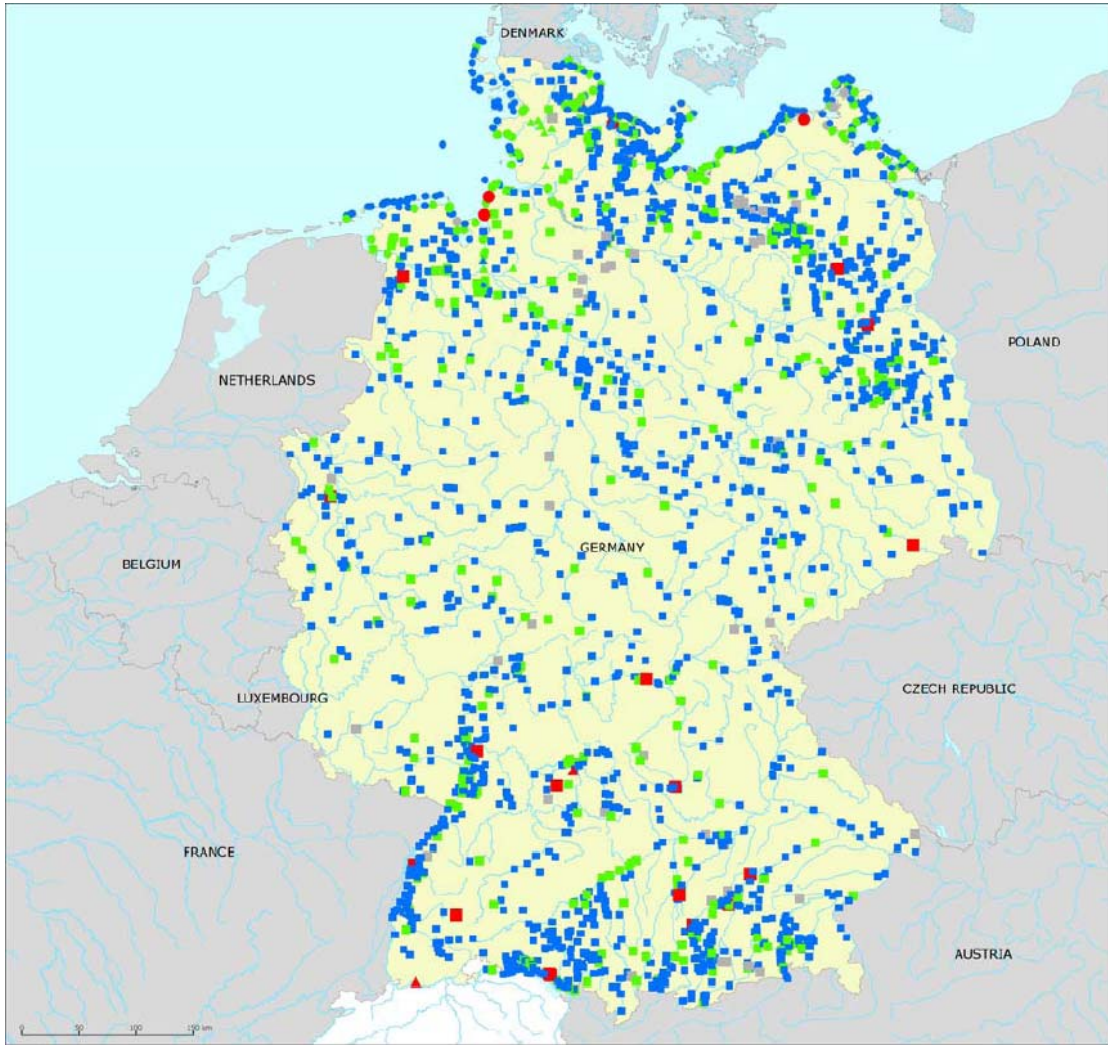
- Vergleiche die Karte der Niederlande mit der von Deutschland.
Wie viele Badestellen gibt es in Deutschland, wie viele in den Niederlanden?
- Wie können die Unterschiede und Gemeinsamkeiten erklärt werden?

Arbeitsblätter für Aufgabe 5

Infoblatt VII – Ausgewählte Karten mit Badestellen Niederlande



Infoblatt VIII – Ausgewählte Karten mit Badestellen Deutschland



Bathing water quality			No data
Bathing waters on rivers	Bathing waters on lakes	Coastal/transitional bathing waters	☐ No data
▲ Compliant with guide values	■ Compliant with guide values	● Compliant with guide values	☐ Outside data coverage (data available, not presented on the map)
▲ Compliant with mandatory values	■ Compliant with mandatory values	● Compliant with mandatory values	
▲ Closed*	■ Closed*	● Closed*	
▲ Insufficiently sampled or not sampled	■ Insufficiently sampled or not sampled	● Insufficiently sampled or not sampled	
▲ Not compliant with mandatory values	■ Not compliant with mandatory values	● Not compliant with mandatory values	

Note: * banned (temporarily closed) or closed throughout the season
 More data on bathing water quality on: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/mapviewers/bathing>

Sources: National boundaries: GISCO
 Large rivers and lakes: EEA, WFD Article 3
 Bathing waters data and coordinates: German authorities

Lösungsanregungen:

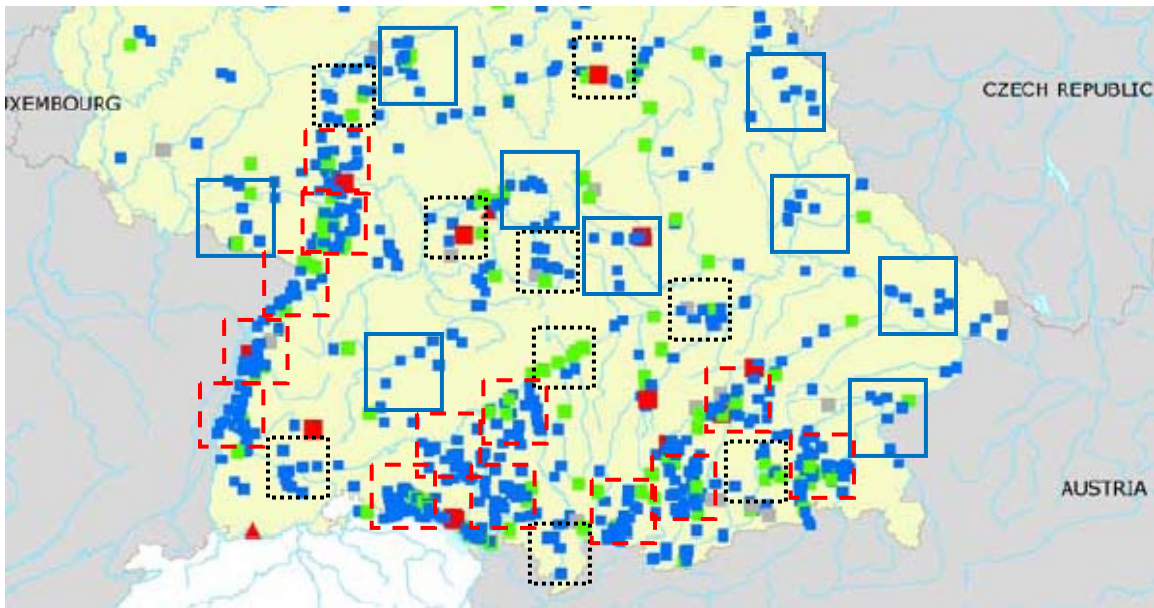
Offensichtlich gibt es in Deutschland wesentlich mehr und dichter liegende Badestellen als in den Niederlanden, was zum einen natürlich damit zusammenhängt, dass Deutschland eine größere Fläche besitzt als die Niederlande aber auch eine andere Geographie, die mehr Gebiete mit Flüssen und Seen zulässt.

Für die Niederlande wäre es prinzipiell noch möglich Anzahl der Badestellen durch Abzählen zu ermitteln. Für Deutschland müssen andere Strategien eingesetzt werden. Es wäre zum Beispiel möglich die Karte in Kästchen zu unterteilen und die Anzahl der Badestellen in einem Kästchen zu zählen um dann die Gesamtanzahl hochzurechnen. Hierbei muss man sich natürlich überlegen, wie sinnvoll es ist ganz Deutschland mit den gleichen Kästchen zu überziehen. Es wäre wahrscheinlich besser Bereiche unterschiedlicher Dichte zu unterscheiden und getrennt zu betrachten. Im Folgenden ein (grobes) Beispiel für Süddeutschland:

gestrichelt: 13 Kästchen à 20 – 22 Badestellen -> 260 – 286 Badestellen

gepunktet: 9 Kästchen à 11 – 12 Badestellen -> 99 – 108 Badestellen

durchgezogen: 9 Kästchen à 7-8 Badestellen -> 63 – 72 Badestellen



Je nachdem, wie fein man diese Modellierung durchführt, kommt man der tatsächlichen Anzahl der Badestellen entsprechend nahe.

Im Bericht zur Badequalität finden sich folgende Werte für die Anzahl an Badestellen:

- Niederlande: 642 Badestellen, davon 86 am Meer und 556 Süßwasser-Gewässer (5 an Flüssen, 551 an Seen)
- Deutschland: 2263 Badestellen, davon 373 am Meer und 1890 Süßwasser-Gewässer (32 an Flüssen, 1858 an Seen)

2.7 Aufgabe 6 – Abschluss: Die Empfehlung

Ziel der Aufgabe:

- Die Schüler führen die Erkenntnisse aus dieser Unterrichtseinheit zusammen in einen Bericht

Als abschließende Arbeit fertigen die Schüler einen Bericht an, in dem sie die zu ihrer Wasserprobe passende Badestelle empfehlen (oder auch nicht). Hierzu kombinieren sie alle in den vorangegangenen Einheiten gemachten Erkenntnisse miteinander.



Abschlussaktivität: Der Bericht

Nun hast du alle Schritte des Testens und Bestimmens der Qualität von Trinkwasser durchlaufen. Das heißt, dass du jetzt eine Empfehlung über das von dir getestete Wasser abgeben kannst: trinken und darin schwimmen – ja oder nein?

Schreibe einen Bericht für eine Touristeninformation in deiner Nähe in dem du erklärst, warum Touristen an deine Badestelle kommen sollen (oder auch nicht). In diesem Bericht kannst du auf deine Wasserprobe und deine Testergebnisse verweisen. Füge eine Karte mit den Badestellen und Probeentnahme-Stellen in deiner Umgebung ein.