

Dieses Material basiert u. a. auf den Inhalten der Ausstellung **LEVEL GREEN** der Autostadt in Wolfsburg und berücksichtigt das Curriculum Mobilität des Landes Niedersachsen.

© shutterstock.com/Michael Rosenstein



© Yann Arthus-Bertrand

# Unsichtbares Wasser

## Schlau kaufen und Wasser sparen

**Alle Produkte, die wir konsumieren und verzehren, brauchen bei ihrer Herstellung Wasser – manche sogar richtig viel. Doch Wasser ist in vielen Ländern eine knappe Ressource. Der Baustein sensibilisiert die Jugendlichen für dieses wichtige Umweltthema und zeigt ihnen, wie sie ohne große Einschränkungen ihren Wasserfußabdruck verbessern können.**

### SACHINFORMATION

#### Warum virtuell?

Wasser ist ein elementarer Baustein des Lebens und unseres Alltags. In Lebewesen dient Wasser z. B. dem Transport von Nährstoffen. Viele flüssige Produkte um uns herum enthalten offensichtlich Wasser, z. B. Apfelsaft, Tinte und Duschgel. Selbst wenn manche Gegenstände nachher kein reales Wasser enthalten, kommt bei deren Herstellung Wasser zum Einsatz, z. B. zum Kühlen bei der Verarbeitung von Stahl oder zum Spülen beim Färben von Jeans. (Fast) alle Herstellungsprozesse nutzen Wasser. Für den gesamten Wasseraufwand, der in einem Produkt steckt, den man aber nicht sehen kann, steht der Begriff „virtuelles Wasser“ oder „Wasserfußabdruck“. Und nicht zu vergessen: Wasser steckt auch in Verpackungen und Dienstleistungen.

Forscher haben diverse Statistiken der Jahre 1996 bis 2005 ausgewertet und damit grobe Mittelwerte für die Fußabdrücke einzelner Produkte, Branchen und Länder berechnet. Die Summe aller nationalen Wasserfußabdrücke

beträgt 7.450 Mrd. Kubikmeter Wasser pro Jahr. Nahrungsmittel und andere landwirtschaftliche Produkte haben mit 86 Prozent den höchsten Anteil.

Ziel der Studien ist es, die ökologischen Auswirkungen der Produktion zu bewerten und besonders wasseraufwendige Verfahren durch Fortschritt und Management zu reduzieren. Dabei geht es nicht nur um die Mengen des Wassers, sondern auch um dessen Herkunft, Verwendung und Aufbereitung. Deswegen unterscheidet man bei virtuellem Wasser „blaues“, „grünes“ und „graues“ Wasser: Grünes Wasser stammt aus Niederschlägen, blaues Wasser stammt aus Flüssen, Seen und Grundwasser (teils über die öffentliche Wasserversorgung). Graues Wasser bezeichnet Abwässer und diejenigen Wassermengen, die zur Aufbereitung des verschmutzten Wassers nötig sind. Problematisch sind hohe Blau- und Grau-Anteile im Wasserfußabdruck. Die Grafik auf Seite 18 zeigt die Wasserarten am Beispiel des pflanzlichen Erzeugnisses Tomate (globaler Mittelwert).

### LERNZIELE UND KOMPETENZEN:

**Fächer:** Erdkunde, Wirtschaft, Biologie; fächer- und klassenübergreifende Projektarbeit

- Die Schülerinnen und Schüler
- » lernen das Konzept des virtuellen Wassers (blau, grün, grau) und des Wasserfußabdruckes kennen;
  - » vergleichen die Fußabdrücke mehrerer Produkte;
  - » sammeln Beispiele für die Wasserverwendung während der Herstellung;
  - » führen einen Pflanzversuch mit Kresse durch;
  - » leiten Folgen der Wasserver(sch)wendung und Handlungsoptionen ab.

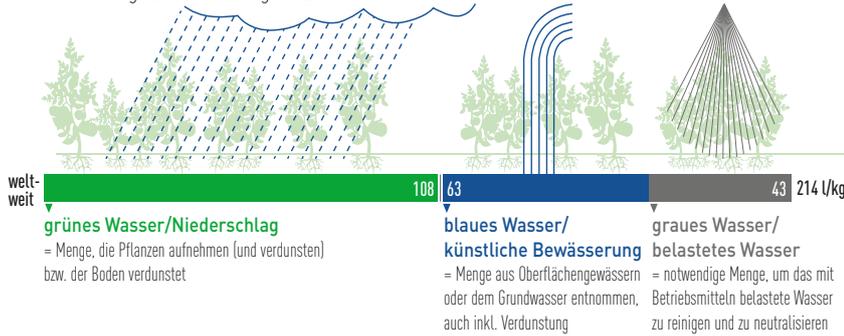
### Alles im Fluss

Das ganze Wasser des blauen Planeten befindet sich in einem natürlichen Kreislauf: Pflanzen, Menschen und Tiere nehmen Wasser auf und scheiden es aus. Meere verdunsten es, ebenso Böden und Pflanzen. Getreide verdunstet z. B. viel Wasser. Niederschläge bringen das Wasser zurück auf die Oberfläche. Auch wenn die Menschen das Wasser „verbrauchen“, ist es nicht weg und verbleibt im Ökosystem Erde. Wasserverschmutzungen können jedoch der Umwelt und Artenvielfalt schaden.

Trotz der großen Menge sind nur 2,5 Prozent des Wassers auf der Erde Süßwasser, nur 0,4 Prozent sind nutzbar. Diese 0,4 Prozent Süßwasser finden sich in Seen, Flüssen, Regen, Böden und Lebewesen. Die übrigen 2,1 Prozent stecken z. B. in Gletschern und bisher unerreichbar tiefen Quellen. Bekanntermaßen besitzt die Erde mehrere Klimazonen mit unterschiedlichem Aufkommen an Niederschlägen, von Wüste bis Regenwald. In vielen Ländern reichen die Niederschläge nicht zum Anbau von Nutzpflanzen, Bewässerung ist nötig, z. B. in Indien beim Getreideanbau. Teilweise ist das Was-

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von virtuelles-wasser.de

Der **Wasserfußabdruck** eines Produkts ist das Quantum Wasser, das zur Herstellung einer bestimmten Menge des Produkts genutzt wurde. Unterschieden werden drei Wasseranteile.



ser so knapp, dass große Teile der Bevölkerung noch nicht mal Zugang zu Trinkwasser haben, der Grundwasserspiegel sinkt und Gewässer wie Böden versalzen und austrocknen – mit fatalen Folgen für Mensch und Umwelt. Mitteleuropa und die Tropen sind hingegen gut versorgt und daher sogenannte Gunstregionen. Die Ressource Wasser ist also begrenzt und weltweit ungleich verteilt.

### Wasser auf Reisen

Durch die weltweiten Handelsströme von Agrar- und Industriegütern wird ein Fünftel des globalen Wassereinsatzes um die Welt transportiert. Die von Natur aus ungleiche Verteilung und deren Folgen werden noch verschärft, wenn wasseraufwendige Produkte oder deren Rohstoffe aus wasserarmen Regionen exportiert werden. Bei den nationalen Fußabdrücken fällt auf, dass viele importierende Länder im Ausland (extern) einen höheren Fußabdruck erzeugen als auf ihrer eigenen Fläche (intern). Manche Länder, z.B. Malta, Jordanien und Mauritius, sind sogar stark abhängig vom Import des virtuellen Wassers in Form von Gütern, z.B. Früchte, weil die eigenen Ressourcen nicht ausreichen.

Für Deutschland schätzen die Forscher folgende Zahlen für den Zeitraum von 1996 bis 2005: über 1.500 Kubikmeter pro Kopf und Jahr bzw. etwa 4.000 Liter pro Tag und Kopf. Wir importieren und exportieren reichlich virtuelles Wasser, z.B. mit Getreide und Fleisch. Insgesamt liegen ca. 30 Prozent unseres Fußabdruckes intern und ca. 70 Prozent extern. Zum Vergleich: Der weltweite Durchschnittswert liegt bei 1.240 Kubikmeter pro Kopf und Jahr.

### Wasserschonender Konsum

Wer seinen persönlichen Wasserfußabdruck verkleinern möchte, kann die kursierenden Zahlen zu den Wasserfußabdrücken der einzelnen Produkte als grobe Anhaltspunkte nehmen. Denn wie oben erläutert handelt es sich

um vereinfachte Mittelwerte, betonen die Experten. Der genaue Fußabdruck hängt maßgeblich von den Produktionsbedingungen im Einzelfall ab und kann stark schwanken, sogar innerhalb eines Landes. Die Fußabdrücke von Erdbeeren (276 l/kg), Spargel (1.473 l/kg) und Kartoffeln (255 l/kg) fallen in einem Betrieb ohne Bewässerung oder im Bio-Anbau deutlich unproblematischer aus als im trockenen Mittelmeerraum. Im Mittelwert schneidet Schweinefleisch besser ab als Rindfleisch, doch auch hier gibt es viel Spielraum. In der Tierhaltung spielt es z.B. eine große Rolle, wie das Futter zusammengesetzt ist und woher es kommt: Getreide und Soja aus Übersee (hoher Wasserimport), heimisches Getreide (v.a. grünes Wasser) und Rapsölpresskuchen (Nebenprodukt, verringert den Fußabdruck pro Liter Rapsöl) oder sogar vorrangig Heu von eigenen Weiden (fast nur grünes Wasser)? Doch Importe sind nicht zwangsläufig schlecht: Die Tropen sind z.B. eine Gunstregion für den Kakaoanbau.

Wer es genau nimmt, braucht also viele Informationen über die Erzeugung seiner Lebensmittel und Konsumgüter. Zielführender ist es, unnötig große und schädliche Wassernutzungen zu vermeiden bzw. Anbieter zu bevorzugen, die auf das Sparen und Schonen von Wasser achten und ihre Blau- und Grau-Wasser-Mengen durch Innovationen verringern. Für einen wasserschonenden Lebensstil ergeben sich daraus folgende Faustregeln:

- » Lebensmittel nicht verschwenden, bewusster Konsum statt Verzicht
- » Kleidung und andere Güter länger nutzen
- » regional und saisonal einkaufen
- » wasseraufwendige Produkte und Verpackungen nur in Maßen, z. B. Kartoffeln aus Ägypten
- » auf Siegel achten, z. B. des Flower Label Program bei Schnittblumen.

### METHODISCH-DIDAKTISCHE ANREGUNGEN

Die Fußabdrücke zeigen sehr klar, wie sehr unser Konsum die Umwelt in anderen Länder beeinflussen kann. Das Thema eignet sich ideal, für einen handlungsorientierten Unterricht übergreifend über mehrere Fächer – vereinfacht auch schon in jüngeren Stufen.

Zum Einstieg moderiert die Lehrkraft das Thema kurz an, ähnlich der Einleitung des Textes, und erklärt die Idee des Wasserfußabdruckes. Vielleicht kennen die SchülerInnen bereits ähnliche Konzepte wie den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck? Dann bearbeiten sie **Arbeitsblatt 1** mit seinen Schätzaufgaben. Für den Bezug von realem zu virtuellem Wasser säen sie Kresse aus (s. S. 11/12). Das Experiment läuft eine Woche, in der nächsten Stunde wird es ausgewertet. Dann erläutert die Lehrkraft die vielen weiteren Aspekte des Themas Virtuelles Wasser in einem Vortrag. Zur Vertiefung folgt ein Wechsel von Gruppen- und Plenumsphasen mit den Aufgaben auf **Arbeitsblatt 2** (evtl. tlw. als Hausaufgabe) und der **Karte** in der Statistikrubrik (s. S. 25). Bilingualen Klassen bzw. Klassen mit guten Englischkenntnissen empfehlen wir die Nutzung der interaktiven Karten und Statistiken auf der Webseite des water footprint Network. Zum Schluss zieht die Klasse ein gemeinsames Fazit.

Die Tröpfchenbewässerung spart Wasser im Vergleich zu offenen Wasserkanälen oder Sprengelanlagen.



### LINK- UND MATERIALTIPPS

- » anknüpfende Materialien im Lehrermagazin in Heft 13 (Agrarwetter) und Heft 3 (Klimawandel) unter [www.i.m.a-lehrermagazin.de](http://www.i.m.a-lehrermagazin.de)
- » Portal des international renommierten water footprint Network unter <http://waterfootprint.org>, u.a. mit interaktivem Tool zum Fußabdruck einzelner Länder
- » [www.virtuelles-wasser.de](http://www.virtuelles-wasser.de)
- » Passende Lernangebote der Autostadt unter [www.autostadt.de/bildungsangebote](http://www.autostadt.de/bildungsangebote)
- » [www.nachhaltigkeit.info/artikel/wasser\\_fussabdruck\\_1791.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/wasser_fussabdruck_1791.htm)
- » aid-Mini-Broschüre „Ein gutes Tröpfchen“ unter [www.aid-shop.de](http://www.aid-shop.de)



# Wie viel Wasser steckt in .... ?



- ① Zeichne nach dieser Vorlage einen größeren Strahl in dein Heft und schneide die Fotos aus. Überlege und schätze, welche Produkte (pro üblicher Portion) mehr oder weniger virtuelles Wasser enthalten. Lege die Fotos entsprechend sortiert an den Strahl.
- ② Überprüfe deine Schätzungen anhand der Tabelle auf dem Extrablatt. [zum Download](#)  
Sortiere die Fotos in die richtige Reihenfolge und klebe sie fest.



© von li. oben nach re. unten: Timo Klostermeier/pixelio.de; berwis/pixelio.de; shutterstock/Nattika; shutterstock/Africa Studio; shutterstock/tacar; birgith/pixelio.de; Jürgen Acker/pixelio.de; AgroConcept GmbH; shutterstock/Hortimages; birgith/pixelio.de; shutterstock/StockphotoVideo; istock/subjug; Rainer Sturm/pixelio.de; birgith/pixelio.de; istock/kyoshino; istock/ArtHdesign

# Wie kommt das Wasser „in“ die Produkte?

① **Ergänze diese Wörter in den Definitionen:**

**Herkunft, Fußabdruck, Verschmutzung, Niederschlägen, Menge, Grundwasser, belastetes, Herstellungsschritte**

Zum Wasserfußabdruck eines Produktes zählt das gesamte Wasser, das während der einzelnen Herstellungsschritte benutzt wird. Dabei geht es nicht nur um die Menge Wasser, sondern auch um die Herkunft des Wassers und seine mögliche Verschmutzung. Kommt das verwendete Wasser aus Niederschlägen wie Regen auf einem Kartoffelfeld, spricht man von „grünem Wasser“. Wird es aus Flüssen, Seen oder dem Grundwasser entnommen, heißt es „blaues Wasser“, z. B. zur Bewässerung von Nahrungspflanzen in Ländern mit geringen Niederschlägen. Fällt bei der Herstellung belastetes Wasser an, z. B. mit Resten von Textilfarben, das gereinigt werden muss, zählt dies zum „grauen Wasser“. Alle drei Sorten Wasser zählen mit zum Fußabdruck, auch wenn das Wasser nach seiner Nutzung zurück in die Natur kommt. Durch Fortschritte in Technik und Verfahren lässt sich Wasser sparen, Verschmutzungen verringern und so der Fußabdruck verkleinern.

② **a) Suche dir ein Lebensmittel aus: Naturjoghurt, Erdbeeren oder Haferflocken. Lies nach, wie es hergestellt wird. Liste möglichst viele Schritte bzw. Zwecke auf, für die Wasser bei der Herstellung benötigt wird.**

Hier ein paar Stichworte zur Hilfe:

- » Rohstoffe/Zutaten (pflanzlich, tierisch, mineralisch, ...)
- » deren Anbau/Aufzucht (Freiland/Gewächshaus/Stall, Klimazone, Dauer, Versorgung, Hygiene) bzw. Gewinnung (Abbau/Ernte/Schlachtung)
- » Verarbeitung (z. B. Kühl- oder Reinigungswasser)
- » Transport zum Handel und Kunden

**b) Tausche dich mit deiner Klasse aus und ergänze deine Liste.**



**Zusatzaufgabe**

**Besprecht, wie sich die Listen verändern, wenn**

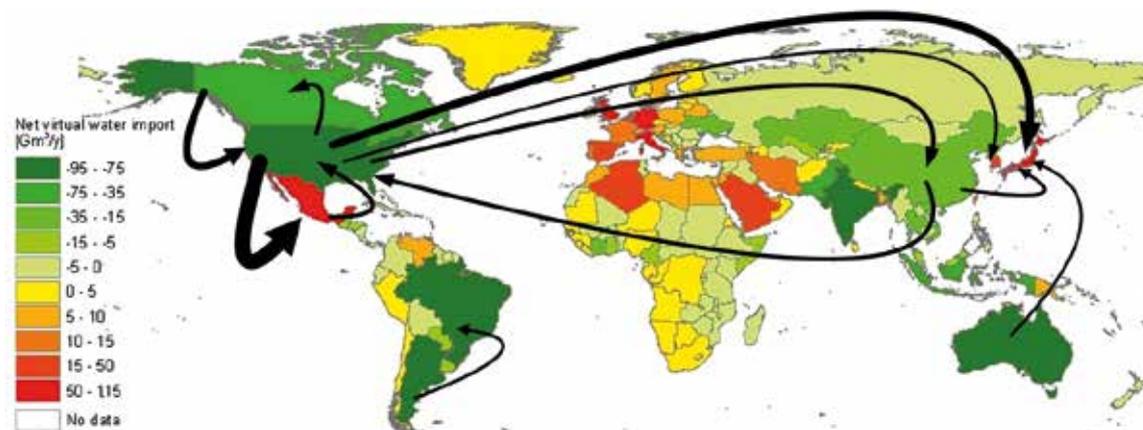
- » der Joghurt aus Heumilch hergestellt würde (statt Milch aus Stall mit teils importiertem Futter)
- » die Erdbeeren aus spanischem Anbau kämen (statt heimischem Anbau)
- » die Haferflocken aus Anbau in Übersee kämen (statt heimischem Anbau).

③ **Unterstreiche mit blau, grün und grau die Begriffe in deiner Liste aus Aufgabe 2, je nachdem, in welcher Kategorie Wasser du sie einordnest/vermutest.**

④ **Wann bzw. wo ist ein großer Wasserfußabdruck problematisch? Welche Folgen kann er für die Wasserversorgung und Natur in den beteiligten Ländern haben?**

⑤ **Formuliere drei Faustregeln zum Sparen von virtuellem Wasser. Lösungsvorschläge in Sachinfo**

# Wasserbilanzen der Länder und Haupthandelswege



© Hoekstra and Mekonnen  
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1109936109

**Bilanz des Virtuellen Wassers pro Land und Richtungen der Hauptströme von virtuellem Wasser durch den Handel von Agrar- und Industrieprodukten, während der Periode 1996–2005. Nur die größten Ströme (> 15 Gm³/Jahr) sind dargestellt.**

Mit den global gehandelten Rohstoffen und Produkten sind auch große Mengen von virtuellem Wasser unterwegs, in der ausgewerteten Periode über 2.300 Giga-Kubikmeter pro Jahr. Die deutliche Mehrheit entfiel auf exportierte Agrarprodukte, wobei teilweise für deren Erzeugung zuvor Rohstoffe importiert wurden (Wasser in Reexporten < 20%).

Den größten Anteil am „Wasserhandel“ hatte mit 43 Prozent der Handel von Ölfrüchten (z. B. Sojabohnen, Palmöl) und v. a. von Baumwolle. Weitere nennenswerte Produkte waren Getreide (17%), Industriegüter (12%), Kaffee, Tee und Kakao (8%) und Fleischrinder (< 7%).

Probleme können entstehen, wenn Nationen ihre knappen Wasservorräte überstrapazieren und von großen Wasserimporten abhängig sind. Vier Milliarden Menschen weltweit spüren Wasserknappheit mindestens ein Monat pro Jahr. Große externe Wasserfußabdrücke besitzen auch manche Nationen ohne natürliche Wasserarmut.



## IDEEN FÜR DEN EINSATZ IM UNTERRICHT

**Fächer:** Geografie, Wirtschaft

### Aufgaben zur Statistik:

- » Was besagt der Begriff „Nettoimport“ und was bedeutet es, wenn der Wert negativ ist?
- » Nenne je drei Beispiele für Länder, die viel exportieren bzw. importieren (> 35 Gm³ netto) und die eine fast ausgeglichene Bilanz aufweisen (0–5 Gm³ netto). Nimm eine Karte inkl. Ländernamen zu Hilfe.
- » Benenne jeweils die beiden Länder, die an den elf dargestellten Handelsströmen (Pfeilen) beteiligt sind.

### Weiterführende Aufgaben zum Hintergrundwissen:

- » Warum ist Deutschland in der Karte rot, obwohl dort viele Niederschläge vorkommen? Inwiefern ist es wirklich von externen Wasserquellen abhängig? Formuliere Vermutungen.
- » Vergleiche die Karte mit einer Karte der Weltklimazonen. Nenne mindestens drei Länder, die wenige Niederschläge haben, aber netto viel Wasser exportieren. Suche Erklärungen.
- » Die Daten, aus denen die Werte berechnet wurden, sind über zehn Jahre alt. Was könnte sich seitdem geändert haben? (Lösungsansätze: technischer Fortschritt, Handelsentwicklung)

## VIRTUELLES WASSER EXTRABLATT

zu Arbeitsblatt 1 (Seite 19)

# Wie viel Wasser steckt in .... ?

Produkt	Wasserverbrauch im weltweiten Durchschnitt
1 Glas Apfelsaft (250 ml)	288 l
1 Glas Orangensaft (250 ml)	250 l
1 Tasse Tee (250 ml)	27 l
1 Tasse Kakao (250 ml)	442 l
1 Tasse Milch (250 ml)	255 l
1 Glas Mineralwasser mit Sprudel (250 ml)	0,7 l
1 Tomate (125 g)	25 l
1 Orange (200 g)	112 l
1 Apfel (150 g)	125 l
1 Banane (200 g)	160 l
1 Ei (60 g)	196 l
1 Portion Frischkäse (14 g)	35 l
1 Scheibe Käse (8 g)	41 l
1 Scheibe Schweineschinken (12 g)	72 l
1 Scheibe Salami (6 g)	93 l
1 Scheibe Putenbrust (9 g)	39 l
1 Scheibe Toastbrot (Weizen) (60 g)	84 l
1 Weizenbrötchen (60 g)	84 l
1 Vollkornbrötchen (60 g)	76 l
1 Blatt Kopfsalat (20 g)	5 l
1 Stück Gurke (5 g)	2 l
1 Gurke (1 kg)	353 l
1 Portion Butter (14 g)	78 l
1 Portion Erdbeermarmelade (17 g)	32 l
1 Portion Schoko-Brottaufstrich (16,5 g)	96 l
1 Portion Honig (20 g)	11 l
1 Toaster	283 l
1 Küchentisch (Holz, Kiefer)	13.050 l
1 Teller (340 g)	1 l
1 Müslischale (200 g)	0,5 l
1 Messer (40 g)	29 l
1 Gabel (40 g)	29 l
1 Teelöffel (25 g)	18 l
1 Zeitung (250 g)	136 l



Die Daten wurden von der Autostadt GmbH zur Verfügung gestellt.



**Tip:** In der Ausstellung „LEVEL GREEN – Die Idee der Nachhaltigkeit“ in der Autostadt in Wolfsburg besteht die Möglichkeit, sich anhand interaktiver Exponate das Thema Nachhaltigkeit zu erschließen. Unter anderem gibt es dort eine lehrreiche Installation zum Thema Virtuelles Wasser.