Puzzle
Virtuelles Wasser

Stand: 21.12.2016

arche noVa
Initiative für Menschen in Not

Name Methode	**Puzzle Virtuelles Wasser** Recherche, Präsentation
Team	1-2
Alter	5. Klasse
Vorwissen TN	**
Komplexität für TN	**
Ziel	TN verstehen virtuellen Wasserverbrauch anhand ausgewählter Produkte.
Material	Karte_Definition ViWa.doc Karten_Verteilung HILwasser.doc Puzzleteile_ViWa Puzzle (Puzzleteile für 6 verschiedene Produkte und Lösungen) Infotexte_ViWa Puzzle.doc Poster_Baumwolle & Rindfleisch Flipchart-Papier Kreppband
Zeit	35 Minuten: 20 Minuten Puzzle und Plakate erstellen 15 Minuten Präsentationen
Einführung	Im Quiz haben wir gesehen, dass eine Person im Haushalt täglich etwa 130 Liter verbraucht. Das ist sichtbares Wasser. Was ist virtuelles Wasser? TM pinnt laminierte Definition an die Tafel. Im Anschluss hängt TM die HIL-Karten (zur Verteilung des Haushalts-, Industrie- und Landwirtschaftswassers) an die Tafel (nur Begriffskarten, noch keine Prozentkarten) und lässt die TN schätzen, wie viel Wasser weltweit gesehen in Haushalt, Industrie und Landwirtschaft verbraucht wird: Haushalt: 10% Industrie: 20% Landwirtschaft: 70% Virtuelles Wasser bezieht sich auf den Wasserverbrauch (der Produkte, die) in Industrie und Landwirtschaft (erzeugt werden). Im Folgenden wollen wir uns einige Produkte aus Landwirtschaft und Industrie und deren virtuellen Wasserverbrauch bei der Herstellung genauer anschauen.
Vorbereitung	**Vor PT:** TM hat Puzzleteile auf Papier farbig ausgedruckt und grob auseinander geteilt. **Während PT:** TM hat die Klasse z.B. durch ein Spiel oder Lose in 4 - 6 Kleingruppen geteilt: Orange, Kaffee, Jeans, Papier, Rindfleisch, Handy; TM wählt 4 – 6 Produkte aus und verteilt die entsprechenden Infotexte.
Durchführung	**Verteilung der Puzzelteile und Puzzeln:** TM hat mehrere Möglichkeiten, je nachdem, wie fit die Klasse und wie viel Zeit ist: a) TM gibt jeder Gruppe die entsprechenden Puzzleteile zu einem Produkt. b) TM verteilt alle Puzzleteile an die TN, egal welcher Gruppe sie angehören, so dass jeder mit jedem kommunizieren und die Puzzleteile tauschen muss. c) TM legt alle Puzzleteile in die Mitte und Gruppen müssen ihre passenden Karten herausfinden. Wenn die Gruppen ihre passenden Puzzleteile haben, schneiden sie

	diese aus und puzzeln diese – mit dem bereits vorhandenen und aus dem Infotext angelesenen Hintergrundwissen – zusammen. **Plakaterstellung:** TM gibt jeder Gruppe ein Flipchart-Papier und Kreppband. TM geht herum und schaut, ob die Puzzleteile in der richtigen Reihenfolge angeordnet sind. TN fixieren die Puzzleteile auf dem Flipchart-Papier und gestalten ihr Plakat. Zusätzliche Informationen aus dem Text (grünes, blaues und graues Wasser) können von den TN kreativ auf dem Flipchart-Papier ergänzt werden. **Präsentation:** TN präsentieren und erklären sich die Plakate untereinander in einem Rotationssystem. D.h. ein_e TN aus der Gruppe wird „Experte_in" und bleibt am Platz, alle anderen rotieren zum nächsten Plakat. Der/ die Expert_in erklärt der neu angekommenen Kleingruppe das Plakat. Dann bleibt eine neue Expert_in am Platz und alle anderen (auch die „alte" Expert_in) rotieren weiter zum nächsten Plakat usw. TM merkt an, dass die auf den Puzzleteilen vermerkten Länder (in denen der Anbau einer Pflanze, der Abbau eines Rohstoffes oder ein Verarbeitungsschritt stattfinden) beispielhaft zu betrachten sind. Auflösung der Frage zu Fleisch: in Deutschland werden im Durchschnitt 1224000 l bzw. 1224 m³ virtuelles Wasser jährlich pro Person in Form von Fleisch „gegessen".
Zusammenfassung	1) Nachdem TN ihre Plakate untereinander vorgestellt haben, kann TM die Poster (Poster_Baumwolle & Rindfleisch) zeigen. 2) Zurufabfrage: Wasserverbrauch pro Tag pro Person an realem und virtuellem Wasser? → an Tafel visualisieren: 5300 Liter (WWF-Studie 2009).

Erläuterung/Korrektur zu WJ07.3_1_Poster Baumwolle, speziell zum Kuchendiagramm:

- bezieht sich nicht nur auf das Wasser im Anbauprozess, sondern auf das Wasser im gesamten Herstellungsprozess, also auf die 11000 Liter pro Kilogramm Baumwollstoff
- beschreibt die Unterscheidung des virtuellen Wassers in grünes, blaues und graues Wasser:
  - **45 Prozent des virtuellen Wassers in Baumwollprodukten sind Bodenwasser, das im Anbauprozess** (bei natürlicher Bewässerung von Boden und Pflanze aufgenommen und) **verdunstet** (wird)
  - **41 Prozent des virtuellen Wassers in Baumwollprodukten sind Grund- und Oberflächenwasser, das im Anbauprozess** (bei künstlicher Bewässerung von Boden und Pflanze aufgenommen und) **verdunstet** (wird)
  - **14 Prozent des virtuellen Wassers in Baumwollprodukten sind notwendiges Wasser, um das im Anbau- und Verarbeitungsprozess verschmutzte Wasser** wieder verwendbar zu machen bzw. **zu verdünnen**
- im gesamten Herstellungsprozess verdunsten insgesamt etwa 86 Prozent des virtuellen Wassers
- allgemein Pflanzenanbau:
  - Regenfeldbau = Anbau ohne künstliche Bewässerung (nur grünes, ohne blaues Wasser)
  - Bewässerungsfeldbau = Anbau mit künstlicher Bewässerung (grünes und blaues Wasser); weltweit wird etwa ein Fünftel der landwirtschaftlichen Fläche künstlich bewässert; auf dieser Fläche wächst beinahe die Hälfte der weltweit produzierten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen

Quellen:
http://www.die-gdi.de/CMS-Homepage/openwebcms3.nsf/%28ynDK_contentByKey%29/ENTR-7BMF8T/$FILE/Studies%2022.pdf, Seite 41
http://www.druckmarkt.de/impressions/45print.pdf, Seite 14
http://www.news.de/gesellschaft/855040439/die-spartaste-hilft-nicht-gegen-duerre/1/
http://www.bund-bremen.net/themen_und_projekte/umwelt_energie/trinkwasser/virtuelles_wasser/
http://www.strube.net/service/zuckerrueben/thema-des-monats/?n=7-16-81-439
http://www.savemynature.com/message/10218
http://www.green-economy.de/nachhaltige-landwirtschaft/agrar-und-forstwissenschaften/glossar/agrar-und-forstwissenschaften-globale-situation.xhtml
http://waterfootprint.org/en/

arche noVa
Initiative für Menschen in Not

Orange

Für die Produktion einer Orange von 150 Gramm werden durchschnittlich 80 Liter Wasser benötigt. Für ein Glas Orangensaft mit 200 ml hingegen werden 200 Liter Wasser benötigt. Länder, die mit Abstand am meisten Orangen produzieren, sind Brasilien und die USA, gefolgt von Mexiko, Indien und Spanien. Brasilien ist der größte Exporteur von Orangensaftkonzentrat, und die Europäische Union ist ihr Hauptabnehmer.

Neben dem Bedarf an erheblichen Mengen virtuellen Wassers gilt die Produktion von Südfrüchten in vielerlei Hinsicht als problematisch. Der Einsatz von Wasser für die landwirtschaftliche Produktion von Exportfrüchten hat Vorrang vor der Versorgung der einheimischen Bevölkerung mit Trinkwasser. Zu dieser ungerechten Verteilung kommt hinzu, dass Dünge- und Pflanzenschutzmittel oft in großen Mengen eingesetzt werden und dadurch das Wasser für die lokale Bevölkerung vergiften. Auch die Arbeits- und Lebensbedingungen der Kleinbauern und Plantagenarbeiter, zum Beispiel in Südamerika, sind miserabel.

Nachdem der Schmutz und die Düngemittelrückstände durch Abspritzen der Orangen entfernt wurden, werden die Orangen, die nicht die typische Orangenfarbe ausbilden, sondern goldblass, grün oder grünfleckig bleiben, in einem Farbbad bei Temperaturen von 45 - 50°C „geschönt“. Danach werden sie mit einer Wachsschicht überzogen und mit Konservierungsstoffen behandelt. Hierbei fällt ein Großteil der 20% an blauem Wasser und der 9% an grauem Wasser in der Produktionskette von Orangen/Orangensaft an.

Das Wachsen, um Aroma- und Masseverluste zu vermeiden, ist erforderlich, da durch den Waschprozess die natürliche Wachsschicht entfernt wird. Der auf die Schale aufgesprühte Wachsfilm verschließt die Poren nur teilweise, um die Atmungsfähigkeit der Früchte zu erhalten.

Fast alle Plantagen werden künstlich bewässert, um so den Ertrag zu steigern. Dies erklärt den hohen Anteil an grünem Wasser (71%). Der Bau von Staudämmen, die Wasserentnahme aus Flüssen und das Fördern von knappem Grundwasser verschärft dortige, schon bestehende nationale und internationale Konflikte um die immer knapper werdende Ressource Wasser.

Deutschland importiert Orangensaft-Konzentrat hauptsächlich aus Brasilien. Frische Früchte stammen wiederum hauptsächlich aus EU-Ländern, vor allem aus dem Mittelmeerraum. Allerdings exportieren die meisten EU-Länder nur in den Wintermonaten von November bis Mai. In der Zwischenzeit importiert Deutschland Orangen hauptsächlich aus Ländern wie Marokko, Algerien und der Türkei, wo die Anbauflächen für Zitrusfrüchte in den letzten Jahren weiter zugenommen haben. Weniger als 10% der Früchte werden jedoch in der Region genutzt. Die Mehrheit wird für den EU-Markt produziert
Der jährliche Pro-Kopf Konsum der Deutschen an Orangen liegt bei 8 kg. Der jährliche Pro-Kopf Konsum von Orangensaft bei 9,5 Liter.

Quellen:
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg): „Virtuelles Wasser – Verstecktes Wasser auf Reisen – Informationen und Poster für die Umweltbildung“. November 2009
http://www.tis-gdv.de/tis/ware/obst/orangen/orangen.htm
http://www.mrm.uni-augsburg.de/de/gruppen/reller/downloads/ba_fruehstueck-waescheleine_zepf.pdf

Kaffee

Kaffee-Sträucher (oder -Bäume) benötigen ein ausgeglichenes Klima ohne Temperaturextreme, ohne zu viel Sonnenschein und Hitze. Die Durchschnittstemperaturen sollten zwischen 18 und 25 °C liegen, 30 °C nicht überschreiten und 13 °C nicht häufig unterschreiten. Die Pflanzen vertragen keine Temperatur unter 0 °C. Der Wasserbedarf beträgt 250 bis 300 Millimeter je Jahr, weshalb die jährliche Niederschlagsmenge 1500 bis 2000 Millimeter betragen muss, bei unter 1000 Millimeter im Jahr wird bewässert, bei unter 800 Millimeter im Jahr wird Kaffee nicht angebaut. Robusta-Kaffee benötigt höhere Niederschlagsmengen als Arabica-Kaffee. Viel Wind und Sonnenschein schaden, wogegen Hecken und Schattenbäume angepflanzt werden. Die Anbaugebiete liegen entsprechend den Ansprüchen zwischen den Wendekreisen, bei Arabica-Kaffee in Höhen von etwa 600 bis 1200 Meter ü. NN, bei Robusta-Kaffee zwischen 300 Metern und 800 Metern ü. NN. Hochlandkaffees (Arabica) haben eine besonders hohe Qualität.

Kaffee wird in über 50 Ländern angebaut. Die zehn größten Produzenten sind derzeit Brasilien, Vietnam, Kolumbien, Indonesien, Äthiopien, Mexiko, Indien, Guatemala, Peru und Honduras.

Auf Grund der sehr spezifische Anforderungen (viel Wasser und gleichzeitig warmes Klima) müssen die Pflanzen oft künstlich bewässert werden, was einen hohen Verbrauch an grünem Wasser (96%) bedeutet.
Das meiste Wasser wird, neben der Bewässerung, bei der Entfernung des Fruchtfleisches der Kaffeepflanzen eingesetzt (Nassaufbereitung). Um nach der Entfernung des Fruchtfleisches die übrig gebliebenen Schalenreste zu entfernen, werden die Bohnen in Gärtanks der Fermentation unterzogen, was je nach Umgebungstemperatur 6 bis 70 Stunden dauern kann. Der an der Pergamenthaut haftende Restschleim wird dabei gelöst und abwaschbar gemacht. Um den Gärprozess besser kontrollieren zu können, wird Wasser in die Tanks gegeben, das mit Enzymen angereichert ist. Enzyme sind Stoffe (Proteine), die biochemische Reaktionen beschleunigen. Es gibt auch Kaffeebohnen, die schon Enzyme enthalten und bei welchen die Gärung von alleine entsteht.
Absolute Sauberkeit aller Anlagen ist notwendig, denn eine Bohne, die zu lange der Gärung ausgesetzt war, ist überfermentiert und ergibt die berüchtigte `Stinkerbohne´, die eine ganze Kaffee-Partie verderben kann. Nach der Aufbereitung sind die Kaffeebohnen noch von der Pergamenthaut umgeben, welche durch Schälen entfernt wird.

Hinzu kommen dann noch die Verschiffung, die Röstung und die Zubereitung. Hier fällt der geringe Anteil an grauem Wasser (3%) und blauem Wasser (1%) an

Der weltweite Kaffeekonsum erfordert 120 Mrd. m³ Wasser, das sind 2 % des gesamten Wasserbedarfs für Feldfrüchte. Diese Menge entspricht dem 1,5 fachen jährlichen Rheinabfluss. Kaffee steht mit 6 % Anteil mit an der Spitze derjenigen Güter, die den globalen Wasserhandel ausmachen.
Die Herstellung von 1 kg Röstkaffee erfordert 21.000 l Wasser. Bei 7 g pro Tasse bedeutet dies 140 l für eine fertige Tasse Kaffee.

https://www.foe.co.uk/sites/default/files/downloads/mind-your-step-report-76803.pdf
http://virtuelles-wasser.de/kaffee_tee.html
http://www.geozeit.de/?id=441
http://www.info-design.net/infografik/index.html
http://de.wikipedia.org/wiki/Kaffee
http://www.kaffeewiki.de/index.php?title=Rohkaffee
http://www.faszination-kaffee.de/kaffee-kirsche/kaffeeernte-und-kaffeeaufbereitung.html

Papier

Für die Herstellung eines DIN A4 Blattes Papier aus frischem Zellstoff werden 10 Liter virtuelles Wasser verbraucht. Für ein Packet mit 500 Blättern werden dementsprechend 5000 Liter Wasser benötigt. Eine mittelgroße Schule benötigt für ihren Verwaltungsbereich etwa 400 000 Blatt pro Jahr, was dann einer Menge von 4 Mio. Litern (4000 Kubikmetern) virtuellem Wasser entspricht.

Deutschland importiert ca. 80% des benötigten Zellstoffs. Dabei sind die Importe aus Brasilien stark angestiegen. Dort werden große Flächen Regenwald gerodet, um schnell wachsende Hölzer wie zum Beispiel Eukalyptus anzubauen. Der Wasserbedarf solcher Hölzer ist in der Regel sehr hoch, was eine künstliche Bewässerung in der Wachstumsphase erforderlich macht.

Aus Holz gewonnene Faserrohstoffe für die Papierherstellung sind Holzstoff und Zellstoff. Holzstoff wird im sogenannten Holzschliffverfahren gewonnen und enthält große Anteile an Lignin, welches im Papier zum Vergilben führt. Deshalb wird Holzstoff nur für Zeitungs-, Magazinpapier und anderes, kurzzeitig verwendetes Papier eingesetzt. Zellstoff wird gewonnen, indem Holzstämme zunächst zu Hackschnitzeln zerkleinert und anschließend chemisch aufgeschlossen werden. Zum Holzaufschließen werden die Hackschnitzel über mehrere Stunden unter Druck in einer Chemikalienlösung gekocht. Dabei gehen Hemicellulose und Lignin weitgehend in Lösung; übrig bleibt im Wesentlichen der vorwiegend aus Cellulose bestehende Zellstoff. Zellstoff wird für Schreib- und Druckpapier und anderes höherwertiges Papier verwendet. Je nach Verwendungszweck werden Holzstoff und Zellstoff gebleicht und mit Wasser und Hilfsstoffen (Kaolin, Kreide, Leim) zu einem Brei mit einem Wasseranteil von 99% verrührt. Anschließend wird im „Stofflauf“ die jeweils richtige Faserstoffmenge für die definierte Papierstärke einem Sieb mit 20 Millimeter Durchmesser in ganzer Maschinenbreite gleichmäßig zugeführt. Durch Pressen wird die Festigkeit des Papiers erhöht. Das verbliebene Restwasser wird in der Trockenpartie aus dem Papier verdampft. Häufig enthält die Trockenpartei noch eine Leimpresse, die dazu dient, das Papier gut beschreibbar, bedruckbar und radierfest zu machen. Dann wird das Papier für den Transport geglättet, aufgerollt und mit Streichfarbe veredelt, damit es seine Glätte und seinen brillanten Glanz erhält.
Im Gegensatz zu anderen (Agrar-)Produkten ist die Unterscheidung von grünem und blauem Wasser in der Forstwirtschaft nicht eindeutig. Ausgewachsene Baumbestände decken ihren Wasserbedarf häufig auch aus tieferen Zonen des Erdreichs und nicht nur mit Regenwasser, wie es bei jüngeren Bäumen der Fall ist. Auch die Bestimmung des Anteils an grauem Wasser kann nicht berücksichtigt werden, da es möglich ist Papier auch ohne Verschmutzung von Wasser herzustellen.

Als neuer, sehr verbreiteter (Faser-) Rohstoff ist das Altpapier hinzugekommen. Für die Aufbereitung von Altpapier zu Recyclingpapier werden nur etwa 20 Liter Wasser pro Kilogramm bzw. 0,1 Liter Wasser pro Blatt benötigt. Deutschland verwendete im Jahr 1990 knapp 49% Altpapier, im Jahr 2014 schon fast 74% mit steigender Tendenz. Diese Entwicklung steht allerdings einem stetig steigenden Konsum gegenüber.
Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch von Papier und Pappe hat im Jahr 2006 in Deutschland die Marke von 250 kg überschritten. Eine vierköpfige Familie kommt so rechnerisch auf einen Verbrauch von 1 000 kg pro Jahr.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg): „Virtuelles Wasser – Verstecktes Wasser auf Reisen – Informationen und Poster für die Umweltbildung“. November 2009
http://www.waechtershaeuser.de/baum/index.php?section=chemie, http://de.wikipedia.org/wiki/Holzschliff
http://www.printblogger.de/die-industrielle-papierherstellung, http://www.bund-goettingen.de/themen_und_projekte/ich_kauf_global/die_ausstellung/papier/herstellung_zellstoff/#c6289, http://www.utzenstorf-papier.ch/pdf/Papiermachen.pdf
http://spot.fho-emden.de/ut/forsch/papierherstellung_umweltbelastung1.pdf,

Rindfleisch (Fleisch allgemein)

Der weltweite pro Kopf Verbrauch an Fleisch liegt derzeit bei 43 kg. In Deutschland liegt der Wert sogar knapp über 80 kg und ist in den letzten Jahren sowohl weltweit als auch in Deutschland stark gestiegen. Der massive Anstieg an Fleischkonsum bedingt den Ausbau der Intensivtierhaltung, die fast ausschließlich auf Kraftfutter setzt und dadurch einen hohen virtuellen Wasserverbrauch aufweist.

Bei der Intensivhaltung von Rindern werden pro Tier etwa 1 300 kg Kraftfutter (verschiedene Getreidesorten und Soja), 7 200 kg Raufutter (Weidefutter, Heu, Silage) und 24 000 Liter Wasser zum Tränken verbraucht. Für 1 kg Fleisch müssen 7 kg Futter eingesetzt werden, von dem sich ein guter Teil der Menschen direkt ernähren könnte.

290 Mrd. Kubikmeter Wasser stecken weltweit in der Produktion von Soja. Allein Brasilien produziert jährlich 58 Mio. Tonnen Soja und exportiert davon 38 Mio. Tonnen nach Europa, China und Japan. Deutschland importiert fast 90% des benötigten Kraftfutters, was dazu beiträgt, dass Deutschland einer der größten Importeure von virtuellem Wasser ist.

1 kg Rindfleisch ohne Knochen steht im weltweiten Durchschnitt für 15 500 Liter virtuelles Wasser, von dem wiederum alleine 15 300 Liter für das Futter aufgewendet werden. Im Vergleich dazu werden für 1 kg Schaffleisch 10 400 Liter, für 1 kg Schweinefleisch 6 000 Liter und für 1 kg Geflügelfleisch 4 300 Liter virtuelles Wasser berechnet. Da ein Großteil des virtuellen Wassers für die Produktion des Kraftfutters aufgewendet wird, handelt es sich beim größten Teil des verbrauchten virtuellen Wassers um grünes Wasser (94%). Lediglich 3% fallen in die Kategorie des grauen und 4% in die des blauen Wassers.

Brasilien gilt als Hauptproduzent von Soja. Die Anbaufläche für Soja hat in Brasilien etwa die Größe von Frankreich und Portugal. Durch Brandrodung für neue Soja-Anbauflächen werden große Flächen Regenwald vernichtet. Dies bedeutet, dass Tiere sterben, die Artenvielfalt verloren geht und das Ökosystem Regenwald droht zusammen zu brechen. Die Menschen in diesen Regionen verlieren zudem ihren Lebensraum. Auch Kleinbauern bleiben durch den industriellen Anbau auf der Strecke: Sie können mit der industriellen Landwirtschaft nicht konkurrieren, wodurch ihnen die Existenzgrundlage entzogen wird und sie oft dazu zwingt für Gelegenheitsjobs in die Großstädte zu gehen.

Wie viel virtuelles Wasser wird jährlich pro Person in Deutschland in Form von Fleisch „gegessen“? Errechne aus den oben genannten Informationen.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg): „Virtuelles Wasser – Verstecktes Wasser auf Reisen – Informationen und Poster für die Umweltbildung“. November 2009

http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/

Smartphone

Die Produktion eines Smartphones verbraucht 12800 Liter Wasser, ein Computer 20000 und ein Auto 40000. Der vergleichsweise hohe Wasserverbrauch von technisch hochwertigen Geräten resultiert aus deren Bedarf nach (seltenen) Rohstoffen, die unter sehr hohem Wasseraufwand gewonnen und unter Einsatz einer großen Menge an Chemikalien verarbeitet werden.

Die einzelnen Produktionsschritte für Smartphones sind auf der ganzen Welt verteilt und finden parallel an verschiedenen Orten statt. Demnach sind die auf den Puzzleteilen vermerkten Länder als beispielhaft zu betrachten und austauschbar. Oft ist es aufgrund mangelnder Kennzeichnung der Herkunft der Materialien nicht nachvollziehbar wo genau die Rohstoffe herkommen. Dies ist vor allem im Fall der sogenannten Konfliktrohstoffe bedenklich, da diese Rohstoffe oft zur Finanzierung von Bürgerkriegen und Kriminalität genutzt werden.

Besonders Wasserintensiv ist sowohl der Abbau der seltenen Rohstoffe als auch deren Weiterverarbeitung. Hierbei kommen große Mengen an verschiedensten Chemikalien zum Einsatz, was zu einer erheblichen Verschmutzung von Wasser und der Umwelt führt und so zu einem sehr hohen Anteil an grauem Wasser (59%) in der Produktion von Smartphones führt. Beim Abbau der Rohstoffe kommt zwar der überwiegende Teil an grünem Wasser (29%) zum Einsatz, durch den Einsatz von Chemikalien, um die Rohstoffe vom Gestein zu lösen, fällt hier aber auch ein großer Anteil des grauen Wassers an. Der Großteil der verbrauchten 11% an blauem Wasser wird einerseits ebenfalls für den Abbau der Rohstoffe aufgewendet, andererseits aber vor allem für deren Weiterverarbeitung und die Herstellung von Verpackungsmaterialien.
Auch in der Endproduktion fällt vor allem graues Wasser an, welches abermals auf den Einsatz von Chemikalien, die zur Fertigstellung der Smartphones nötig sind zurück zu führen ist.

In Deutschland nutzen derzeit 44 Mio. Menschen ein Smartphone und 94% aller deutschen Haushalte besitzen ein Handy (Smartphones oder klassische Handys). Die Nutzungsdauer eines Handys ist kurz: Im Schnitt wird jedes Gerät 18 bis 24 Monate benutzt und dann durch ein neues ersetzt. Nach Schätzungen des Umweltbundesamtes liegen derzeit in Deutschland rund 60 Mio. Handys unbenutzt in Schubladen. Diese könnten bei entsprechender Entsorgung recycelt werden um so die darin verbauten seltenen Rohstoffe wiederzuverwerten. Das virtuelle Wasser, das hinter den Althandys steht beträgt annähernd 80 Mio. Kubikmeter.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg): „Virtuelles Wasser – Verstecktes Wasser auf Reisen – Informationen und Poster für die Umweltbildung“. November 2009

https://www.foe.co.uk/sites/default/files/downloads/mind-your-step-report-76803.pdf

Baumwolle (Jeans)

Baumwolle zählt zu den wasserintensivsten landwirtschaftlichen Produkten. Um 1 Kg Baumwoll-Kleidung herzustellen werden durchschnittlich 11000 Liter Wasser verbraucht. Der Anbau von Baumwolle ist sehr Wasserintensiv. Da in den Anbaugebieten in der Regel zu wenig Niederschlag fällt, müssen die Felder entsprechend bewässert werden. Weiterhin führt der Anbau in Monokulturen dazu, dass einerseits dem Boden erhebliche Mengen an Nährstoffen entzogen werden, andererseits verlieren die Pflanzen ihre natürliche Widerstandskraft gegen Schädlinge, was den intensiven Einsatz von Düngern und Pestiziden notwendig macht und somit zu einem relativ hohen Anteil an grauem Wasser (13%) neben 54% grünem und 33% blauem Wasser in der Bilanz führt. Daraus resultiert, dass Baumwolle als das landwirtschaftliche Produkt mit dem höchsten Einsatz an Chemikalien weltweit gilt. Der Anbau von Baumwolle macht 3% des weltweiten Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft aus.

Die Hauptanbaugebiete für Baumwolle liegen in den USA, Indien, China und Usbekistan, wobei Usbekistan, Indien und die USA die größten Exporteure sind. Demnach sind die auf den Puzzleteilen aufgeführten Länder als beispielhaft zu verstehen und austauschbar.

Neben dem Einsatz von Düngern und Pestiziden während des Anbaus, ist auch in der weiteren Verarbeitung von Baumwolle ein hoher Anteil an grauem Wasser festzustellen. So muss die Baumwolle vor dem Färben gebleicht werden, was unter massiven Einsatz von Chemikalien geschieht und zu einer erheblichen Belastung der Umwelt führt. Auch der Prozess des Färbens geht zu Lasten des Wassers und der Umwelt. Färbemittel enthalten oftmals Schwermetalle wie zum Beispiel Cadmium, Blei oder Quecksilber, welche nach dem Färben im Abwasser nachweisbar sind und in manchen Ländern ohne vorherige Klärung in Flüsse geleitet werden oder ins Grundwasser versickern. Um die Rückstände dieser Chemikalien aus den Fasern zu beseitigen werden diese mehrfach gewaschen, was ebenfalls unter erheblichem Einsatz von Wasser geschieht.
Das für den Anbau der Baumwolle nötige Wasser macht ca. 85% der insgesamt 11000 Liter Wasser pro Kg aus, die restlichen 15% sind für die weiteren Verarbeitungsschritte notwendig. Die Baumwollproduktion beansprucht weltweit 50 Mrd. Kubikmeter Wasser.

Wie viele Kleidungsstücke kaufst du dir im Jahr? Eine Jeans wiegt etwa 600g, ein T-Shirt etwa 100 g, ein Pullover etwa 600 g, ein Rock etwa 300g. Errechne deinen jährlichen virtuellen Wasserverbrauch!

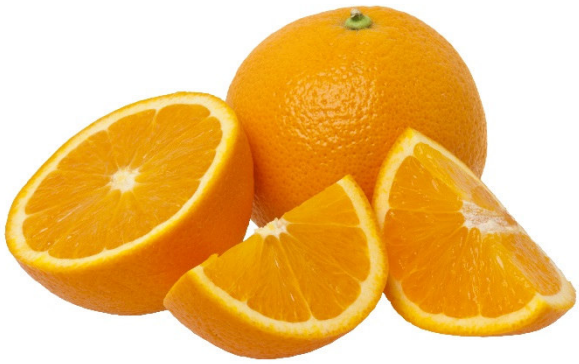
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg): „Virtuelles Wasser – Verstecktes Wasser auf Reisen – Informationen und Poster für die Umweltbildung“. November 2009

http://de.wikipedia.org/wiki/Baumwolle

http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/

Orange

Jede*r Deutsche isst im Jahr 4 kg Orangen und trinkt ungefähr 8 Liter Orangensaft.



Orangen werden auf Obstplantagen in Brasilien, Mexiko, Spanien, Italien, den USA oder China angebaut und benötigen beim Anbau viel Wasser. Fast alle Plantagen werden künstlich bewässert. Dazu müssen Staudämme gebaut und das Wasser aus Flüssen entnommen werden. Während die Pflanzen wachsen, werden oft Pflanzenschutz- und Düngemittel auf den Plantagen eingesetzt, wodurch das Wasser für die lokale Bevölkerung verschmutzt und vergiftet wird.

Nach der Ernte müssen zunächst Schmutz und Düngemittelrückstände durch Reinigung der Orangen entfernt werden. Anschließend werden die Orangen, die sonst goldblass, grün oder grünfleckig bleiben würden, in einem Farbbad gefärbt, damit sie ihre gleichmäßige orange Farbe bekommen. Nach der Färbung werden die Orangen mit einer Schutzschicht aus Wachs überzogen und mit Konservierungsstoffen behandelt, um sie länger haltbar zu machen. Bevor die Orangen in das Land transportiert werden, wo sie schließlich verkauft werden, werden sie in Kühllagern zwischengelagert. Nach dem Transport werden sie nochmals zwischengelagert bis sie schließlich im Geschäft landen.

Hinter einer Orange mit einem Gewicht von 100 g stehen 50 l virtuelles Wasser. Für ein Glas Orangensaft werde 170 l virtuelles Wasser gebraucht.

arche noVa
Initiative für Menschen in Not

Kaffee

Kaffeesträucher oder –bäume benötigen sehr spezielle Bedingungen für den Anbau. Ein ausgeglichenes Klima ohne Hitze oder Frost und hohe Niederschlagsmengen sind sehr wichtig. Die Anbaugebiete liegen zwischen 300 Metern und 800 Metern über dem Meeresspiegel. Aufgrund des großen Wasserbedarfs müssen die Pflanzen oft künstlich bewässert werden. Die Menge an Regen reicht nicht.

Zu den 10 größten Kaffeeproduzenten 2012 zählten Brasilien, Vietnam, Indonesien, Kolumbien, Indien, Peru, Honduras, Äthiopien, Guatemala und Mexiko.

Beim Kaffeeanbau kommt es häufig zum Einsatz von Giftstoffen um Schädlinge zu bekämpfen. Diese Giftstoffe gelangen auch in die Böden und verunreinigen das Wasser. Nach der Ernte der reifen Kaffeekirschen muss zunächst das Fruchtfleisch entfernt werden. Dabei wird am meisten Wasser eingesetzt. Danach liegen die Bohnen bis zu zwei Tage in großen Wassertanks, um die übrig gebliebenen Schalenreste zu entfernen. Anschließend müssen die Bohnen getrocknet werden, um die Pergamenthaut, die die Kaffeebohnen noch umgibt, durch Schälen zu entfernen. Die herausgelösten Bohnen werden anschließend in großen Säcken verschifft und erst im Zielland, in dem der Kaffee verkauft wird, geröstet, gemahlen und schließlich ins Geschäft transportiert. Auch dafür wird Wasser gebraucht.

So ergibt sich schließlich für eine Tasse Kaffee ein virtueller Wassergehalt von 140 Litern.

Papier

Bis zur Mitte des vorherigen Jahrhunderts wurden hauptsächlich Lumpen zur Papierherstellung verwendet. Doch der rasant gestiegene Bedarf machte die Suche nach neuen Rohstoffquellen erforderlich: Holz – speziell die Baumstämme. Aus Holz gewonnene Faserrohstoffe für die Papierherstellung sind Holzstoff und Zellstoff. Holzstoff wird gewonnen, indem ca. ein Meter lange Holzstämme mit viel Wasser gegen schnell rotierende Schleifsteine gepresst werden. Holzstoff wird nur für kurzzeitig verwendetes Papier benutzt (z. B. Zeitungen).

Zellstoff hingegen wird gewonnen, in dem Holzstämme zunächst zu Hackschnitzeln zerkleinert und anschließend chemisch aufgeschlossen werden. Zellstoff wird für Schreib- und Druckpapier und anderes höherwertiges Papier verwendet.

Je nach Verwendungszweck werden Holzstoff und Zellstoff gebleicht und mit Wasser und Hilfsstoffen zu einem Brei verrührt. Um das Wasser aus dem Brei zu entfernen wird der Brei zunächst gesiebt und anschließend wird das Wasser herausgepresst um die Festigkeit des Papiers zu erhöhen. Das verbliebene Restwasser wird aus dem Papier verdampft und häufig wird in einer Leimpresse noch auf beiden Seiten ein dünnflüssiger Leim aufgetragen um das Papier gut beschreibbar, bedruckbar und radierfest zu machen. Dann wird das Papier für den Transport geglättet, aufgerollt und mit Streichfarbe veredelt, damit es seine Glätte und seinen Glanz erhält.

In einem Blatt Schreibpapier aus frischem Zellstoff stecken 10 Liter virtuelles Wasser.

Rindfleisch

1961 betrug der Fleischkonsum pro Kopf auf der Welt 23 kg, 2011 waren es 42 kg pro Kopf, also fast das Doppelte.

Um so viel Fleisch zu „produzieren“ müssen die Rinder in sogenannter Intensivtierhaltung gehalten werden. Dabei wird fast ausschließlich Kraftfutter eingesetzt.

Bei der Intensivhaltung von Rindern werden pro Tier etwa 1.300 kg Kraftfutter (Getreide und Soja), 7 kg Raufutter (Weidefutter, Heu, Silage) und 24.000 Liter Wasser zum Tränken verbraucht. Für 1 kg Fleisch müssen 7 kg Futter eingesetzt werden.

Kraftfutter besteht vor allem aus Soja. Für die Produktion von Soja wird extrem viel Wasser benötigt. Außerdem werden große Teil des Regenwalds für den Anbau gerodet. Tiere sterben, viele Pflanzenarten werden vernichtet und Menschen, die im Regenwald wohnen, werden vertrieben. Allein Brasilien produziert jährlich 58 Mio. Tonnen Soja und liefert das meiste davon nach Europa, China und Japan. Das Kraftfutter in Deutschland kommt somit aus Brasilien oder anderen südamerikanischen Ländern und Deutschland. Deutschland ist einer der größten Importeure von virtuellem Wasser.

1 kg Rindfleisch ohne Knochen steht im weltweiten Durchschnitt für 15.500 Liter virtuelles Wasser, wovon ein Großteil für die Futterproduktion gebraucht wird.

Jeans (Baumwolle)

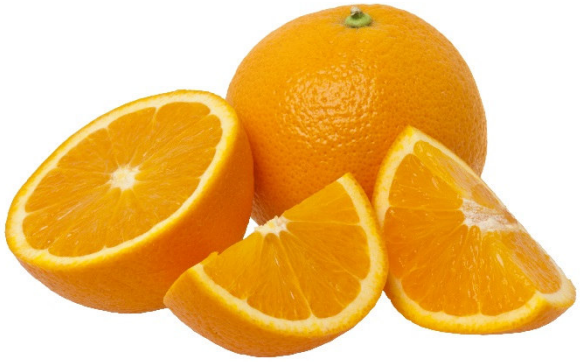
Um 1 kg Baumwoll-Kleidung herzustellen werden durchschnittlich 11.000 l Wasser verbraucht. Der Großteil dieser Wassermenge wird für den Anbau der Baumwolle gebraucht.

Die Hauptanbauländer von Baumwollpflanzen sind China, Indien, die USA, Pakistan, Brasilien und Usbekistan. Die Baumwollpflanzen müssen intensiv bewässert werden, da in den meisten Anbauregionen zu wenige Niederschläge fallen.

Baumwollpflanzen werden meist in Monokulturen angebaut, das heißt Jahr für Jahr wird auf einem Feld nur Baumwolle angebaut und keine anderen Pflanzen. Oftmals ist der Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln notwendig.

Dann wird die Baumwolle geerntet. Die Ernte erfolgt in Industrieländern wie den USA mit großen Erntemaschinen. In den weniger entwickelten Ländern, wo die menschliche Arbeitskraft günstig ist, wird die Baumwolle von Hand gepflückt. Nach der Ernte der Baumwollflöckchen, die aus den reifen Kapseln der Baumwollpflanzen sprießen, werden die Baumwollfäden zur Weiterverarbeitung in die Spinnerei gebracht. Ist das Garn gesponnen wird es zum Bleichen weiter transportiert und anschließend zu einem Stoff gewoben. Im nächsten Schritt der Herstellung wird die Hose von vielen Näherinnen zusammengenäht. Viele Hersteller haben diesen Produktionsschritt in ärmere Länder verlegt, weil dort die Arbeitskräfte billiger sind.

Man kann sehen: Die Jeansherstellung ist ein ziemlich aufwendiger Prozess. Es werden zahlreiche Arbeitsschritte, viele Arbeitskräfte und Hilfsmittel benötigt. Der Stoff wird oftmals an einem anderen Ort verarbeitet und gefertigt, als die beliebte Hose selbst. Und so hat die Jeans schon eine weite Reise hinter sich, wenn sie im Laden zum Verkauf bereitliegt.



arche noVa
Initiative für Menschen in Not

Virtuelles Wasser ist die Gesamtmenge an Wasser, die während des Herstellungsprozesses eines Produktes oder Lebensmittels verbraucht oder verschmutzt wird oder die dabei verdunstet.

Virtuelles Wasser wird in drei Kategorien unterteilt:

1. Grünes Wasser: gibt die Menge an Regenwasser und Oberflächenwasser an, die im Laufe des Wachstumsprozesses von Pflanzen aufgenommen wird.
2. Blaues Wasser: Wasser (Grundwasser) das verbraucht, also nicht zurück geleitet wird. Wasser das zur Bewässerung auf Felder geleitet und dort verbraucht wird, oder auf dem Weg dorthin verdunstet.
3. Graues Wasser: Wasser das direkt verschmutzt wird oder im Prinzip dazu nötig ist, verschmutztes Wasser so zu verdünnen, dass es wieder allgemeingültigen Standards entspricht.

Haushalt

Industrie

Landwirt-
schaft

10%

20%

70%

Nickel- + Silberabbau in Sibirien

Kupferabbau in Chile

Koltanabbau in der Dem. Rep. Kongo

Zinnabbau in Südostasien

Goldabbau in Ghana

austauschbar

Erz-/Metallwäsche

Chemische Verfahren

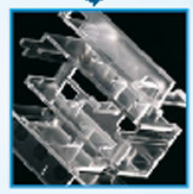
Transport

Tongewinnung in China

Erdölgewinnung in Russland

Keramikherstellung in China

Flammschutzmittel-verarbeitung



Kunststoff-herstellung in China

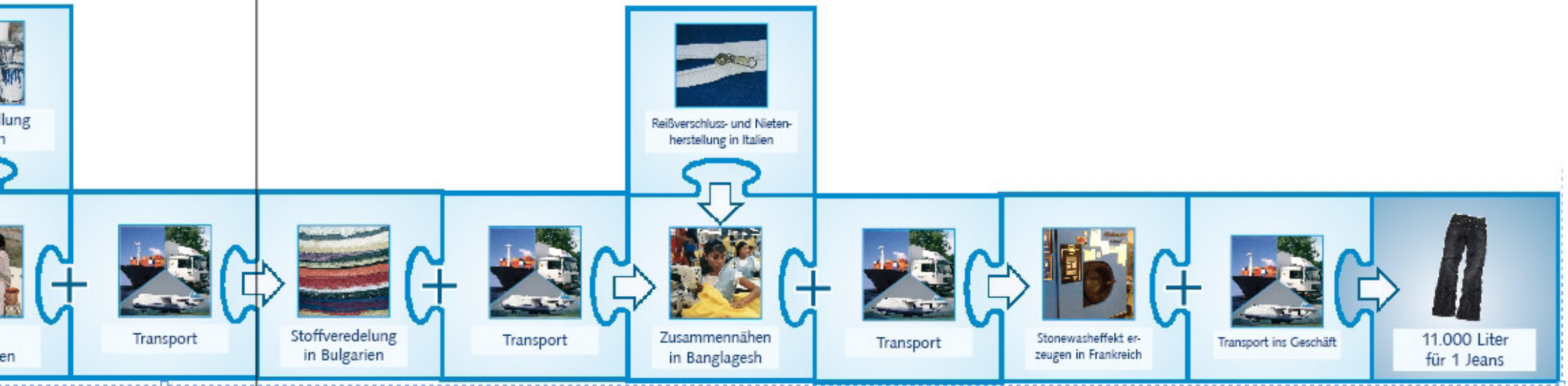
Transport

austauschbar

Zusammenbauen in China

Transport ins Geschäft

3000 Liter für ein Handy


Reißverschluss- und Nieten-herstellung in Italien
Transport
Stoffveredelung in Bulgarien
Transport
Zusammennähen in Banglagesh
Transport
Stonewasheffekt er-zeugen in Frankreich
Transport ins Geschäft
11.000 Liter für 1 Jeans

Baumwollanbau
in Usbekistan

Pestizideinsatz

Transport

Garn spinnen
in der Türkei

Transport

Bleichen
in China

Transport

Stoff weben
in Taiwan

Transport

Farbherstellung
in Polen

Färben
in Tunesien

Transport

Stoffvere
in Bulg

Kaffeeanbau in Brasilien

Pestizideinsatz

Fruchtfleisch entfernen in Brasilien

Bohnen fermentieren in Brasilien

Bohnen trocknen in Brasilien

Bohnen schälen in Brasilien

Transport

Bohnen rösten in Deutschland

Bohnen mahlen in Deutschland

Transport ins Geschäft

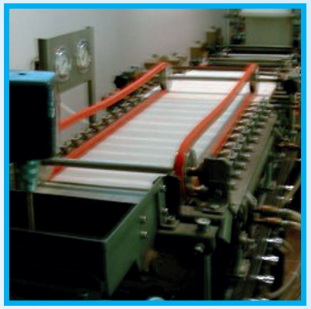
140 Liter für 1 Tasse Kaffee

Schleifen von Holzstämmen

Kochen in Chemikalien

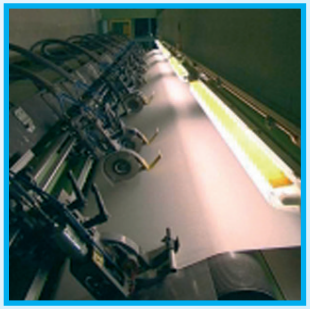
Zerkleinern

Bleichen



Sieben + Pressen

Leimen



Baumwachstum
in Indonesien

Transport ins
Geschäft

10 Liter
für 1 Blatt Papier

Orangenanbau in Spanien

Pestizideinsatz

Reinigung in Spanien

Färben in Spanien

Behandlung mit Konservierungsstoffen in Spanien

Überziehen mit Wachsschicht in Spanien

Lagerung im Kühllager in Spanien

Transport

Lagerung im Kühllager in Deutschland

Transport ins Geschäft

50 Liter für eine Orange

Baumwachstum in Indonesien

Schleifen von Holzstämmen

Zerkleinern

Kochen in Chemikalien

Bleichen

Sieben + Pressen

Leimen

Transport ins Geschäft

10 Liter für 1 Blatt Papier

Getreideanbau
in Frankreich

Heuherstellung
in den Niederlanden

Sojaanbau
in Brasilien

Transport

Trinkwasser

austauschbar

2 Jahre altes Rind
in den Niederlanden

Stallreinigung

Tiertransport

Schlachtung
in Deutschland

Transport
zum Geschäft

16.500 Liter
für 4 Scheiben Rind-
fleisch („Steaks")

Nickel- + Silberabbau
in Sibirien

Kupferabbau
in Chile

Zinnabbau
in Südostasien

Goldabbau
in Ghana

Koltanabbau in der Dem. Rep. Kongo

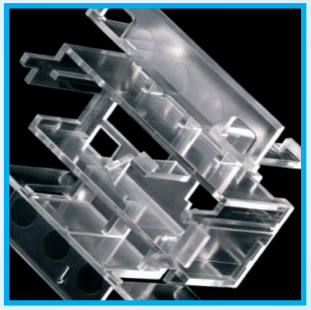
Erz-/Metallwäsche

Keramikherstellung in China

Chemische Verfahren

Flammschutzmittel-
herstellung

Zusammenbauen
in China



Kunststoff-
herstellung in China

Erdölgewinnung in
Russland

Tongewinnung
in China

Transport

3000 Liter
für ein Handy

Transport ins Geschäft

Transport

Baumwollanbau in Usbekistan

Pestizideinsatz

Transport

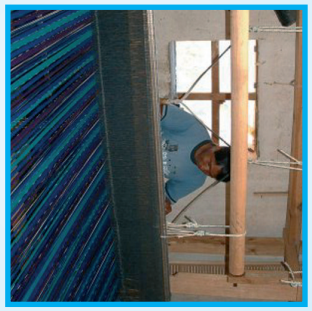
Garn spinnen in der Türkei

Transport

Bleichen in China

Transport

Stoff weben
in Taiwan



Transport

Farbherstellung
in Polen

Reißverschluss- und Nieten-
herstellung in Italien

Färben
in Tunesien

Transport

Stoffveredelung
in Bulgarien

Stonewasheffekt er-
zeugen in Frankreich

Transport

Zusammennähen
in Bangladesch

Transport ins Geschäft

11.000 Liter
für 1 Jeans

Transport

Kaffeeanbau
in Brasilien

Pestizideinsatz

Fruchtfleisch entfernen
in Brasilien

Bohnen fermentieren
in Brasilien

Bohnen trocknen
in Brasilien

Bohnen schälen
in Brasilien

Bohnen mahlen
in Deutschland

140 Liter
für 1 Tasse Kaffee

Bohnen rösten
in Deutschland

Transport

Transport
ins Geschäft

Orangenanbau
in Spanien

Pestizideinsatz

Reinigung
in Spanien

Färben
in Spanien

Überziehen mit Wachs-
schicht in Spanien

Behandlung mit
Konservierungsstoffen
in Spanien

Lagerung im Kühl-
lager in Spanien

Transport

50 Liter
für 1 Orange

Lagerung im Kühl-
lager in Deutschland

Transport
ins Geschäft

Getreideanbau
in Frankreich

Heuherstellung
in den Niederlanden

Sojaanbau
in Brasilien

Trinkwasser

Tiertransport

Transport

2 Jahre altes Rind
in den Niederlanden

Stallreinigung

15.500 Liter
für 4 Scheiben Rind-
fleisch („Steaks“)

Schlachtung
in Deutschland

Transport
zum Geschäft

Der Weg des virtuellen Wassers zu Dir nach Hause

Herstellung einer Jeans

arche noVa
Initiative für Menschen in Not

Anbau Baumwolle:
9350 Liter

Baumwollplantage

gesponnenenes Rohgewebe

Verarbeitungsprozess:
500 Liter

Bleichungs-prozess

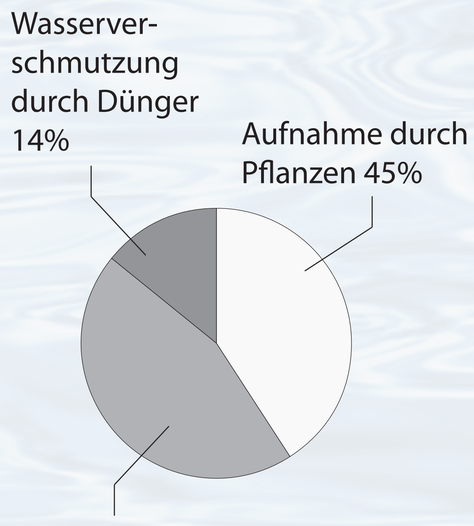
***30 Liter** ver-schmutztes Wasser je kg Baumwolle*

Färbungs-prozess

***140 Liter** ver-schmutztes Wasser*

Transport:
1150 Liter

Frachtschiff



Waschen

***140 Liter** ver-schmutztes Wasser*

Bedruckprozess

***190 Liter** ver-schmutztes Wasser*

11.000 Liter

Wasserverbrauch für **1 kg** Baumwollstoff

Der Weg des virtuellen Wassers zu Dir nach Hause

Prduktion eines Steaks

arche noVa
Initiative für Menschen in Not

1300 kg Getreide
und Soja

→ 5830 Liter
je kg Steak

7200 kg Heu
und Gras

→ 6200 Liter
je kg Steak

3 Jahre altes Rind = 200 kg Steaks

7000 Liter Reini-
gungswasser

35 Liter ←
je kg Steak

24.000 Liter
Trinkwasser

120 Liter ←
je kg Steak

Schlachtung
→ 10 Liter
je kg Steak

Transport von Rind
und Futtermittel
→ 3305 Liter
je kg Steak

=

15.500 Liter

Wasserverbrauch
für
1 kg Steak