



## Orange

Hinter einer Orange mit einem Gewicht von 100 g stehen 50 l virtuelles Wasser. Ein Glas mit 200 ml Orangensaft schlägt dann schon mit 170 l zu Buche.

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 an virtuellem Wasser gilt die Produktion von Südfrüchten in mancherlei 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 nach 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. 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 teilweise, um die Atmungsfähigkeit der Früchte zu erhalten

Anders als das Saftkonzentrat stammt die Frischware aus dem Mittelmeerraum. In den vergangenen Jahren haben die Anbauflächen für Zitrusfrüchte in den Mittelmeerländern weiter zugenommen, vor allem in Marokko, Algerien und in der Türkei. Weniger als 10% der Früchte werden jedoch in der Region genutzt. Die Mehrheit wird für den EU-Markt produziert.

Fast alle Plantagen werden künstlich bewässert. Der Bau von Staudämmen, die Wasserentnahme aus Flüssen und das Fördern von knappem Grundwasser verschärft dort schon bestehende nationale und internationale Konflikte, Wasser wird vermehrt als politisches Druckmittel eingesetzt.

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>



## Kaffee

Kaffee-Sträucher (oder -Bäume) benötigen ein ausgeglichenes Klima ohne Temperaturextreme, ohne zu viel Sonnenschein und Hitze. Die Durchschnittstemperaturen sollen zwischen 18 und 25 °C liegen, die Temperatur soll 30 °C nicht überschreiten und darf 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 Anbaugeländer 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.

Die zehn größten Kaffeeproduzenten 2008: Brasilien, Vietnam, Kolumbien, Indonesien, Äthiopien, Mexiko, Indien, Guatemala, Peru, Honduras

Kaffeepflanzen haben sehr spezifische Anforderungen. Sie benötigen große Mengen an Wasser und gleichzeitig ein warmes Klima. Deswegen müssen die Pflanzen oft künstlich bewässert werden. Das meiste Wasser wird bei der Entfernung des Fruchtfleisches der Kaffeepflanzen eingesetzt (Nassaufbereitung). Hinzu kommen noch die Verschiffung, die Röstung und die Zubereitung. So ergibt sich schließlich für eine Tasse Kaffee ein virtueller Wassergehalt von 140 Litern.

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 berühmte 'Stinkerbohne', die eine ganze Kaffee-Partie verderben kann. Nach der Aufbereitung sind die Kaffeebohnen noch von der Pergamenthaut umgeben, welche durch Schalen entfernt wird.

Der weltweite Kaffeekonsum erfordert 120 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser, das sind 2 % des 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 ergeben sich die 140 l für eine fertige Tasse Kaffee.

Quellen:

[http://virtuelles-wasser.de/kaffee\\_tee.html](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/kaffeernte-und-kaffeearaufbereitung.html>



## Jeans (Baumwolle)

Um 1 kg Baumwoll-Kleidung herzustellen werden durchschnittlich 11 000 l Wasser verbraucht. 85% dieser Wassermenge wird für den Anbau der Baumwolle gebraucht. Die Baumwollpflanzen müssen intensiv bewässert werden, da in den meisten Anbauregionen kaum Niederschläge fallen. Die Hauptanbauländer sind China, Indien, USA, Pakistan, Brasilien und Usbekistan.

Baumwollpflanzen werden meist in Monokulturen angebaut, d.h. Jahr für Jahr wird auf einem Feld nur Baumwolle angebaut und keine anderen Pflanzen. Dadurch werden dem Boden einseitig Nährstoffe entzogen und die Pflanzen verlieren ihre natürliche Abwehr gegen Krankheiten und Ungeziefer. Der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden wird notwendig. Baumwolle gilt als das landwirtschaftliche Produkt mit dem höchsten Einsatz an Chemikalien. Daher gilt sie unter Umweltschutzaspekten als sehr bedenklich. Auch der Wasserverbrauch ist als sehr problematisch anzusehen.

Die auf den Puzzleteilen vermerkten Länder, in denen der Anbau einer Pflanze oder ein Verarbeitungsschritt stattfindet, sind beispielhaft zu betrachten. (Baumwolle wächst z.B. auch in Indien, Burkina Faso etc.)

Im Durchschnitt knapp 15% des eingesetzten Wassers sind für alle weiteren Verarbeitungsschritte notwendig, bei denen das Wasser auch mit Schadstoffen belastet wird: Die Baumwollproduktion beansprucht weltweit 50 Mrd. Kubikmeter virtuelles 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!

Quellen:

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>



## Papier

In einem Blatt Schreibpapier im Format DIN A4 aus frischem Zellstoff stecken 10 Liter virtuelles Wasser. Ein Paket Papier mit 500 Blatt summiert sich auf 5 000 Liter. 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 Zellstoffs, der für die Produktion des Neupapiers eingesetzt wird. Die Importe aus Brasilien sind stark angestiegen. Dort werden große Flächen des Regenwaldes gerodet, um schnell wachsende Hölzer wie Eukalyptus anzubauen. Deren Wasserbedarf ist überdurchschnittlich hoch, so dass in der Aufforstungsphase künstlich bewässert werden muss. Eine ähnliche Entwicklung ist in Indonesien zu beobachten.

Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden hauptsächlich Lumpen zur Herstellung von Papier verwendet. Doch der rasant gestiegene Bedarf machte die Suche nach neuen Rohstoffquellen erforderlich: Holz - speziell die Baumstämme. Holz besteht etwa zur Hälfte aus Cellulose und zu jeweils einem Viertel aus Hemicellulose und Lignin. Aus Holz gewonnene Faserrohstoffe für die Papierherstellung sind Holzstoff und Zellstoff. Holzstoff wird aus Holz gewonnen, indem ca. ein Meter lange Holzstämme mit viel Wasser gegen schnell rotierende Schleifsteine gepresst werden (Holzschliffverfahren). Holzstoff enthält große Anteile an Lignin, welches in der pflanzlichen Zelle die Zellwand versteift, im Papier jedoch zum Vergilben führt. Deshalb wird Holzstoff nur für Zeitungs- und Magazinpapier und anderes, kurzzeitig verwendetes Papier eingesetzt. Anders als Holzstoff wird Zellstoff aus Holz 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 (früher mit elementarem Chlor, heute mit Sauerstoff, Wasserstoffperoxid oder Chlorverbindungen) und mit Wasser und Hilfsstoffen (Kaolin, Kreide, Leim) zu einem Brei verrührt (Eindicken). Der Brei hat einen Wasseranteil von fast 99 Prozent. Nachdem der Brei in einer Rohrschleuder von Fremdkörpern und Knötchen befreit wurde, passiert er den so genannten Stoffauflauf. Dieser führt die jeweils richtige Faserstoffmenge für die definierte Papierstärke dem Sieb in ganzer Maschinenbreite gleichmäßig zu. Über mikroskopisch kleine Löcher des Siebs werden dabei ca. 20 Prozent des Wassers entzogen. Durch Pressen wird weiteres Wasser entzogen und dadurch die Festigkeit des Papiers erhöht. Das verbliebene Restwasser wird in der Trockenpartie aus dem Papier verdampft. Häufig enthält die Trockenpartie noch eine Leimpresse, in der auf beiden Seiten der Papierbahn ein dünnflüssiger Leim aufgetragen wird. Diese Leimung dient dazu, 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.

Als neuer, sehr verbreiteter 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.

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.

### Quellen:

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.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](http://spot.fho-emden.de/ut/forsch/papierherstellung_umweltbelastung1.pdf)

[http://carto.univie.ac.at/uploads/media/13\\_Materialien\\_01.doc](http://carto.univie.ac.at/uploads/media/13_Materialien_01.doc)

<http://www.lordseeker.de/Papier.pdf>

[http://www.b-laufenberg.de/html\\_de/wissen\\_papier.php](http://www.b-laufenberg.de/html_de/wissen_papier.php)

<http://agentur-brennecke.de/papier-glossar/>

[http://virtuelles-wasser.de/papier\\_leder.html](http://virtuelles-wasser.de/papier_leder.html)



## **Rindfleisch (Fleisch allgemein und Soja)**

Seit 1960 ist weltweit der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Fleisch von 23 kg auf über 80 kg gestiegen. Der massive Anstieg des Fleischkonsums geht einher mit dem Ausbau der Intensivtierhaltung, die fast ausschließlich auf Kraffutter setzt und damit einen hohen virtuellen Wasserverbrauch bedingt. Bei der Intensivhaltung von Rindern werden pro Tier etwa 1 300 kg Kraffutter (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 Kraffutters, 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 allein 15 300 Liter für das Futter aufgewendet werden.

Die Anbaufläche Brasiliens hat etwa die Größe von Frankreich und Portugal. Brandrodung für neue Soja-Anbauflächen vernichtet massiv den Regenwald. Tiere sterben, die Artenvielfalt geht verloren, das Ökosystem Regenwald droht zusammen zu brechen. Ureinwohner, die im Regenwald leben, werden vertrieben. Auch Kleinbauern bleiben bei dem industriellen Anbau auf der Strecke: Sie führen ein elendes Dasein auf dem Land oder in stetig wachsenden Slums der Großstädte.

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

Quelle:

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



## Handy

Ein Handy verbraucht und verschmutzt in der Produktion 3 000 Liter Wasser, ein Computer 20 000 Liter Wasser und ein Auto 400 000 Liter Wasser. Die meisten Industriegüter bestehen aus wertvollen Rohstoffen, die nur mit erheblichem Wasseraufwand gewonnen und verarbeitet werden können (Lösen vom Stein mit Wasserstrahl, Wäsche, chemische Verfahren). Bei den chemischen Verfahren werden oft Giftstoffe verwendet, die die Umwelt vergiften.

Die auf den Puzzleteilen vermerkten Länder, in denen der Abbau eines Rohstoffes oder ein Verarbeitungsschritt stattfindet, sind beispielhaft zu betrachten (Gold wird beispielsweise auch in Südafrika und anderen Ländern abgebaut.)

Flammschutzmittel sind Stoffe/Chemikalien, die die Ausbreitung von Bränden einschränken, verlangsamen oder verhindern sollen. Angewendet werden Flammschutzmittel überall dort, wo sich mögliche Zündquellen befinden, wie z.B. in elektronischen Geräten. Viele Flammschutzmittel sind gesundheitlich und/oder ökologisch bedenklich.

In Deutschland besitzen rund 70 Mio. Mobilfunknutzer etwa 135 Mio. 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. Das virtuelle Wasser, das hinter den Althandys steht beträgt annähernd 80 Mio. Kubikmeter Wasser.

Quelle:

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