Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 101 (2009)
Heft: 3

Artikel: Virtuelles Wasser : Facts and Figures
Autor: Knellwolf, Markus / Pfaundler, Martin
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941950

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Virtuelles Wasser: Facts and Figures

■ *Markus Knellwolf, Martin Pfaundler*

Zusammenfassung

In den letzten Jahren sind die Konzepte des virtuellen Wassers, des Wasserfussabdrucks sowie weiterer verwandter Begriffe aufgekommen. Diese Zusammenstellung hat den Zweck, einen knappen Überblick zu den Begrifflichkeiten und Konzepten zu geben.

Résumé

Les notions de l'eau virtuelle, de l'empreinte de l'eau et d'autres termes issus du même contexte ont surgit ces dernières années. Les notions les plus importantes et certaines données concernant la situation en Suisse ont été recensées et sont présentées ici.

Summary

In the last few years the concepts of virtual water, of the water footprint and other terms from the same context came up. The most important notions as well as a few quantitative data about the Swiss situation have been gathered and are presented here.

1. Einleitung

In den letzten Jahren sind die Konzepte des virtuellen Wassers und des Wasserfussabdruckes aufgekommen. Sie geben Anlass zu unzähligen Studien und Berechnungen und tauchen vermehrt in der Fachliteratur, aber auch in den Printmedien auf. Beide Konzepte sind stark miteinander verknüpft und ihre Definitionen und Anwendungsbereiche überlappen sich teilweise. Sie lehnen sich zudem an andere, bereits etablierte wissenschaftliche Konzepte, wie den ökologischen Fussabdruck an. Ausserdem tauchen in ihrem Zusammenhang weitere Begrifflichkeiten auf, deren Verständnis einer Klärung bedarf. So ist zum Beispiel oft die Rede von blauem, grünem und grauem Wasser. Hier werden die wichtigsten Begrifflichkeiten aufgegriffen und die gängigsten Definitionen vorgestellt. Zusätzlich veranschaulichen verschiedene Zahlenbeispiele die Grössenordnung des virtuellen Wassergehaltes verschiedener landwirtschaftlicher Produkte sowie des Wasserfussabdrucks und der Menge an importiertem/exportiertem virtuellem Wasser der Schweiz und anderer Länder.

2. Virtuelles Wasser

Definition: Das virtuelle Wasser bezeichnet die Menge an Wasser, die zur Produktion eines Gutes oder zur Erbringung einer Dienstleistung verwendet wird. Dabei wird die gesamte Produktions- bzw. Dienstleistungskette betrachtet. Man spricht auch von «eingeschlossenem» Wasser (engl. «embedded water»).

Verschiedene Faktoren haben einen mehr oder weniger entscheidenden Einfluss auf den finalen virtuellen Wassergehalt eines Produktes bzw. einer Dienstleistung. Dazu gehören Aspekte wie Produktionsbedingungen, Produktions- und Verkaufsort, Effizienz der Wassernutzung, klimatische Bedingungen, usw. Das Konzept des virtuellen Wassers bzw. deren Quantifikation bei Produkten liefert eine wertvolle Information über den Wasserverbrauch einer Produktionskette. Dem Konzept wird in Zukunft möglicherweise eine wichtige Rolle zur Sensibilisierung von Produzenten und Konsumenten zukommen.

2.1 Handel mit virtuellem Wasser

Definition: Handel von virtuellem Wasser geschieht automatisch überall dort, wo Handel betrieben wird. Mit jedem gehandelten Gut wird auch dessen virtueller Wassergehalt gehandelt. Der Handel mit virtuellem Wasser geschieht heute grösstenteils unbewusst und unkontrolliert, sprich als Nebenerscheinung des internationalen Handels. Bewusster virtueller Wasserhandel wird dann betrieben, wenn die Idee des virtuellen Wassergehaltes explizit in die Handelsstrategie einer Region oder einer Nation einfliesst und gegebenenfalls Anlass zu handelslenkenden Rahmenbedingungen (Regulationsmassnahmen) gibt.

Die Grundidee des bewussten virtuellen Wasserhandels liegt darin, dass durch eine Koordination der Exporte/Importe von so genannten wasserintensiven bzw. wasserextensiven Produkten die globalen Wasserressourcen geschont bzw. optimal genutzt werden können. Wasserarme Länder würden dementsprechend auf die Produktion und den Export von wasserintensiven Produkten verzichten und vorwiegend wasserextensive Produkte herstellen. Wasserreiche Nationen hingegen wären prädestiniert zur Herstellung von wasserintensiven Produkten. In ariden Regionen steuern gewisse Länder (z.B. Israel und Jordanien) bereits heute ihren virtuellen Wasserhandel bewusst mit eigens dafür verabschiedeten Richtlinien/Gesetzen. Letztere betreffen vorwiegend den Verzicht auf den Anbau wasserintensiver Nutzpflanzen. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass in diesem Bereich weltweit ein riesiges Wassersparpotenzial brachliegt. Das Ausschöpfen dieses Potenzials würde ein optimales internationales Handelsverhalten nach den Ideen der Minimierung des virtuellen Wassergehaltes verlangen. Die meisten Studien zum virtuellen Wasser bzw. dem Handel mit ihm begrenzen sich auf die Landwirtschaftsprodukte, die vergleichsweise wasserintensiv sind. Es gilt stets zu bedenken, dass Wasser bei weitem nicht der einzige Produktionsfaktor ist. Die Produktion eines Agrarproduktes hängt ebenso stark ab vom Land, dem Klima, der Gesellschaft (Entwicklungsgrad), staatlichen Rahmenbedingungen (Subventionen), der Nachfrage usw. Bei anderen Produkten ist dies genauso. Zur Vermeidung allzu eindimensionaler Betrachtungen und der Problematik von planwirtschaftlichem Vor-

Äpfel	Rindfleisch	Käse	Pouletfleisch	Hirse	Kartoffeln	Schafsfleisch	Zucker
700 l	15'500 l	5'000 l	3'900 l	5'000 l	900 l	6'100 l	1'500 l

Tabelle 1. Virtueller Wassergehalt in Liter verschiedener Produkte von je einem Kilogramm (1).

	Schweiz	Deutschland	Frankreich	Ghana	Israel	Italien
Totaler jährlicher **Nettoimport** von virtuellem Wasser [Mio m^3]	9'013	35'092	-6'338	-17'797	6'168	50'723
Jährlicher **pro Kopf Nettoimport** von virtuellem Wasser [m^3]	1'258	427	-108	-933	1000	879
Wasserfussabdruck pro Kopf [m^3]	1'682	1'545	1'875	1'293	1'391	2'332

Tabelle 2. Schweiz im Vergleich mit anderen Ländern betreffend Nettoimport von virtuellem Wasser und Wasserfussabdruck (3).

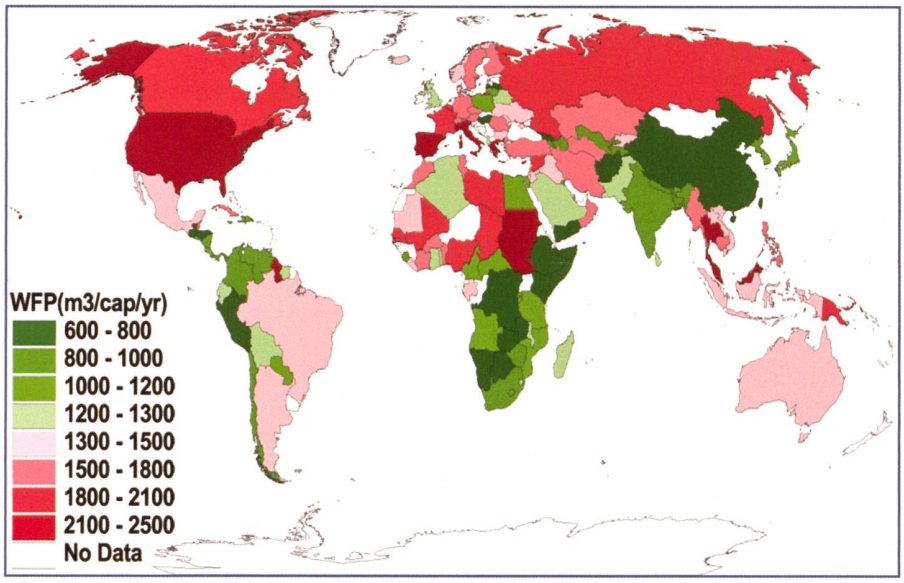

Bild 1. Mittlerer nationaler Wasserfussabdruck pro Kopf (1997–2001) [m^3/Kopf/Jahr]. Grün gefärbt sind alle Länder, deren Wasserfussabdruck pro Kopf unter oder auf demselben Niveau liegt wie der globale Durchschnitt (1240 m^3/Kopf/Jahr). Rot bedeutet demzufolge die Überschreitung des weltweiten Durchschnitts (3).

gehen, müssten allfällige Richtlinien zur bewussten Steuerung des Handels mit virtuellem Wasser auf einem sehr guten internationalen Marktverständnis, einem guten Verständnis möglicher Abhängigkeiten (von anderen Ländern) sowie eingehenden Kenntnissen über mögliche wirtschaftliche, soziale und kulturelle Auswirkungen auf Bevölkerung und Umwelt basieren.

Laut Hoekstra und Chapagain (2004) (2) ist die Schweiz ein Nettoimporteur von virtuellem Wasser. Zwischen 1997 und 2001 verzeichnete die Schweiz einen virtuellen Wasserimportüberschuss von 9013 Mio. m^3/Jahr, dies entspricht einem jährlichen Pro-Kopf-Nettoimport von 1258 m^3. Damit liegt die Schweiz bei den Nettoimporten von virtuellem Wasser im europäischen Vergleich an dritter Stelle (hinter Malta und Zypern). Betrachtet man die Handelsbilanz und die sozioökonomische Struktur der Schweiz, so fällt auf, dass ein grosser Teil an wasserintensiven landwirtschaftlichen Produkten importiert wird. Demgegenüber dominieren wasserextensive Produkte und Dienstleistungen das Exportgeschäft.

3. Wasserfussabdruck

Definition: Der Wasserfussabdruck ist eine akteursbezogene Wasservolumenangabe. Er bezeichnet den kumulierten virtuellen Wassergehalt aller Güter und Dienstleistungen, die von einem Akteur (Nation, Individuum, Unternehmen) konsumiert, genutzt wird.

Das Konzept des Wasserfussabdruckes steht in engem Zusammenhang mit dem Konzept des virtuellen Wassers und wurde in Anlehnung an das Konzept des ökologischen Fussabdrucks begründet. Je nach Akteur spricht man vom Wasserfussabdruck pro Kopf (water footprint per capita), dem nationalen Wasserfussabdruck (water footprint of a nation) oder dem Wasserfussabdruck eines Unternehmens (corporate water footprint). Wird vom Wasserfussabdruck eines Produktes oder einer Dienstleistung gesprochen, so steht dieser für dessen virtuellen Wassergehalt. Die meisten existierenden Studien befassen sich mit dem Wasserfussabdruck von Ländern. Dabei wird der gesamte Wasserfussabdruck eines Landes in einen internen und einen externen Wasserfussabdruck aufgeteilt.

Die Wassermenge, die in einem Land insgesamt für die Herstellung der dort produzierten landwirtschaftlichen und industriellen Güter sowie für die häusliche Verwendung beansprucht wird, bezeichnet man als internen Wasserfussabdruck. Das durch den Import von Gütern insgesamt in ein Land importierte virtuelle Wasser nennt man den externen Wasserfussabdruck. Dieser beansprucht also die Wasserressourcen in anderen Ländern. Gleichermassen wird durch den Export von Gütern virtuelles Wasser in andere Länder exportiert. Der gesamte Wasserfussabdruck eines Landes ergibt sich aus der Verrechnung dieser Grössen: Der interne Wasserfussabdruck zuzüglich des Fussabdrucks der importierten Güter abzüglich des Wasserfussabdrucks der exportierten Güter.

In der Schweiz beträgt der jährliche Wasserfussabdruck pro Kopf 1682 m^3 Wasser. Der Nettoimport von virtuellem Wasser pro Kopf beläuft sich jährlich auf 1258 m^3. Knapp 75% des Wasserfussabdruckes eines Schweizers fallen also durchschnittlich im Ausland an.

Mögliche Strategien zur Reduktion des nationalen Wasserfussabdruckes sind die Steigerung der Wasserproduktivität durch den Einsatz von wassereffizienten Technologien, das Ändern des Konsumverhaltens der Bevölkerung dank deren Sensibilisierung und die Verlagerung der Produktion wasserintensiver Feldfrüchte von Orten von geringer Wasserproduktivität zu Standorten mit hoher Wasserproduktivität (koordinierter internationaler Handel von virtuellem Wasser).

Der Wasserfussabdruck eines Unternehmens bezeichnet die virtuelle Wassermenge, die zum Funktionieren der Unternehmung gebraucht wird. Man unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen dem operationellen Wasserfussabdruck (operational water footprint) und dem Wasserfussabdruck der Zulieferkette (supply-chain water footprint). Der operationelle Fussabdruck entspricht dem direkten Wasserverbrauch der Unternehmung in seinen eigenen Arbeitsabläufen, der Wasserfussabdruck der Zulieferkette hingegen bezeichnet den Wasserverbrauch in der Zulieferkette der Unternehmung.

4. Blaues, grünes, graues, schwarzes, gelbes und braunes Wasser

Im Zusammenhang mit dem Produktionskreislauf und des darin in verschiedenen Etappen verwendeten Wassers und anfal-

Begriff	Definition	Verwendungsbereich
Blaues Wasser	Süsses Oberflächen- und Grundwasser	Wasserfussabdruck
Grünes Wasser	Bodenfeuchtigkeit (Wasser der ungesättigten Zone)	Wasserfussabdruck
Graues Wasser/ Grauwasser	Verdünnungsvolumen von belastetem/ verschmutztem Wasser aus Landwirtschaft, Industrie und Haushalten	Wasserfussabdruck
	Fäkalienfreies, gering verschmutztes Abwasser (duschen, baden, Händewaschen)	Siedlungswasser-wirtschaft
Schwarzwasser	Abwasser mit fäkalen Feststoffen (Toilettenwasser)	Siedlungswasser-wirtschaft
Gelbwasser (Schwarzwasser)	Urin aus Separationstoiletten und Urinalen, mit oder ohne Spülwasser	Siedlungswasser-wirtschaft
Braunwasser (Schwarzwasser)	Schwarzwasser ohne Urin (bzw. ohne Gelbwasser)	Siedlungswasser-wirtschaft

Tabelle 3. Übersicht der verschiedenen Wasserbegriffe.

lenden Abwassers wird zwischen blauem, grünem und grauem Wasser unterschieden. Diese Kategorisierung fliesst in detaillierte Analysen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes ein. Die Attribute Blau und Grün geben über die Herkunft des Wassers Auskunft. Blaues Wasser ist süsses Oberflächen- oder Grundwasser. Es wird bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion als Bewässerungswasser zugeführt und verdunstet während des Wachstums der Pflanzen. Grünes Wasser hingegen steht für natürlich vorkommendes Boden- (Wasser der ungesättigten Zone; Bodenfeuchtigkeit) und Regenwasser, welches bei der Produktion (z.B. beim Wachstum von Pflanzen) verdunstet. Als Grau wird in diesem Zusammenhang die benötigte Menge an sauberem Wasser bezeichnet, um das während der Produktion oder des Verbrauchs belastete Wasser genügend zu verdünnen (so dass die Konzentration wieder im vorgegebenen Rahmen liegt). Dieses Wasser kann sowohl aus der Landwirtschaft, der Industrie sowie den Haushalten stammen.

Schwarz-, Gelb-, Braun- und Grauwasser sind zudem Ausdrücke der Siedlungswasser- und Abwasserwirtschaft. Schwarzwasser ist ein Abwasser mit fäkalen Feststoffen (Abwasser aus Toiletten). Unter Grauwasser versteht man in der Siedlungswasserwirtschaft fäkalienfreies, gering verschmutztes Abwasser (z.B. gebrauchtes Dusch-, Bade- oder Waschmaschinenwasser). Im Zusammenhang von Trenntoiletten mit Urinseparation wird der Begriff Schwarzwasser noch weiter in Gelb- und Braunwasser unterteilt. Gelbwasser bezeichnet dabei Urin aus Separationstoiletten und Urinalen, mit oder ohne Spülwasser. Als Braunwasser hingegen wird ein Schwarzwasser bezeichnet, welches ohne Urin (bzw. ohne Gelbwasser) ist.

Weitere Informationen

- Water Footprint Network: Internationales Netzwerk für Experten und Fachkräfte im Bereich Wasserfussabdruck/virtuelles Wasser: www.waterfootprint.org
- Vereinigung deutscher Gewässerschutz e.V., virtuelles Wasser versteckt im Einkaufskorb: www.virtuelles-wasser.de

Literatur

(1) Water Footprint Network, Nicht-Gewinnorientierte Gesellschaft (unter holländischem Recht), internationales Netzwerk für Experten und Fachkräfte. http://www.waterfootprint.org/?page=files/productgallery

(2) *Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y.* (2004). Water footprints of nations, Volume 1: Main Report. Value of Water, Research Series No. 16, UNESCO-IHE.

(3) *Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K.* (2008). Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Anschrift der Verfasser
Markus Knellwolf, Martin Pfaundler
Bundesamt für Umwelt (BAFU),
CH-3003 Bern-Ittigen
martin.pfaundler@bafu.admin.ch

Alpenkonvention: Zustandsbericht Wasser im Alpenraum und Plattform Wasserwirtschaft in den Alpen

Martin Pfaundler

Im Auftrag der Alpenminister und im Rahmen der Alpenkonvention wurde in den letzten zwei Jahren ein Zustandsbericht Wasser in den Alpen erstellt. Er gibt einen Überblick zu den wichtigsten wasserwirtschaftlichen Eingriffen, liefert detaillierte und regional differenzierte Information zum Zustand der Wasserressourcen, zu Wasserqualität und -quantität und zur Bedeutung des Alpenraums für die Wasserversorgung der angrenzenden Gebiete sowie zu zukünftigen Fragestellungen und Problemen der Wasserwirtschaft. Der Bericht behandelt ökonomische und soziale Aspekte der Wassernutzung ebenso wie die Rolle von Naturgefahren und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt. Darüber hinaus bietet er einen Überblick über relevante rechtliche Regelungen sowie Anregungen für die Zukunft. Der Bericht wurde im März 2009 anlässlich der Alpenministerkonferenz in Evian abgesegnet und liegt nun in allen Sprachen der Alpenkonvention vor.

Auf folgender Internetseite unter dem Punkt «Wasserwirtschaft im Alpenraum» ist der Bericht zugänglich: http://www.bafu.admin.ch/wasser/01444/index.html?lang=de oder auch auf www.alpconv.org.

Der erwähnte Bericht hält in seiner Analyse des bestehenden rechtlichen Regelwerkes (EU-Gesetzgebung, nationale