

Verlagerte Wassernutzung (virtuelles Wasser)

➤ **3 – 20 – 110 – 200 – 4000**
Liter je Person und Tag

Vortrag im Rahmen der Ringvorlesung
„Wasserkonflikte als Normenkonflikte – Grundfragen der Ethik“
Studium Generale der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
SS 2008

Prof. Dr. Andreas Grohmann, TU Berlin, Wasserreinhaltung

Inhaltsübersicht

- 3 Meinungen: These und Gegenthese
- Überblick zum Thema Wassernutzung
- die Begriffe „verlagerte Wassernutzung“, „virtuelles Wasser“ und „Fußabdruck“
- Virtuelles Wasser als Konzept und als Metapher
- Regionale Daten zum virtuellen Wasser als Entscheidungshilfe
- Mögliche Folgerungen: Ergänzung der Statistik; Speicherung von Regenwasser im Boden; Paradigmenwechsel bei der Abwassernutzung; Produktkennzeichnung

3 Meinungen zum Thema Wasserbedarf und Nutzung

- **Die Befürchtung „Krieg ums Wasser“ ist fatal**
Die essenziellen Bedingungen zur Vermeidung von Konflikten gedeihen innerstaatlich und auch zwischenstaatlich nur im Frieden und können durch kriegerische Handlungen nicht gefördert werden. Demnach sind Wasserkonflikte nicht Anlass sondern das Ergebnis von feindseligen Handlungen.
- **Der Wasserbedarf des Menschen**
Er umfasst nicht nur den sichtbaren Wasserbedarf im Haushalt.
Merke: Ein Stadtbewohner geht dann sparsam mit Wasserressourcen um, wenn er Herkunft und Nachhaltigkeit von Energie, Lebensmitteln und Waren des täglichen Bedarfs beachtet.
- **Wassernutzung, kein Wasserverbrauch**
Merke: Wasser wird nicht verbraucht sondern genutzt. Wer Wasser nutzt muss es nach der Nutzung auch reinigen.

a - b - c - d - e - f
3 – 20 – 110 – 200 – 900 – 5.000

Bedarf in L/d je Person:

sichtbar

- teils virtuell

- Trinkwasser als Lebensmittel
- das Menschenrecht auf Wasser [1]
- Trinkwasser im Haushalt (Wasser für den menschlichen Gebrauch)
- Umweltschutz (geschätzt: z.B. Parks, Feuchtbiotope)
- täglicher Grundbedarf einschließlich Lebensmittel und Kleidung
- täglicher Bedarf in Industrieländern einschließlich Industriegüter und Energie, Tendenz steigend (z.B. durch Bioenergie)

verlagerte Wassernutzung

900 – 4.000 – 5.000 – 8.000 L/d

330 – 1.500 – 1.800 – 3.000 m³/a

Nicht im Haushalt (110 L/d $\approx$ 40 m³/a) sondern für die Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten (bis zu 8.000 L/d $\approx$ 3.000 m³/a je Person) und im weit geringerem (aber beachtlichem) Umfang für Waren des täglichen Bedarfs besteht der größte Wasserbedarf. Mit der Verlagerung (regional oder global) der Produktion aus dem Umfeld der Nutzer wird auch der Bedarf an Wasser verlagert, daher der Name.

verlagerte Wassernutzung

900 – 4.000 – 5.000 – 8.000 L/d

330 – 1.500 – 1.800 – 3.000 m³/a

Geläufig, zunehmend auch in Deutschland (siehe z.B. [3], [4] „virtuelles-wasser.de“ oder „Unterrichtsprojekt virtuelles Wasser“) ist der Begriff

virtuelles Wasser

Bei der wörtlichen Übersetzung von „virtual Water“ mit „virtuelles Wasser“ ist die Sinnverschiebung vom englischen „virtual = wirklich, tatsächlich“ zum deutschen „virtuell = scheinbar, simuliert“ zu beachten.

Definition nach ALLAN [2]:

„Virtuelles Wasser ist genau diejenige Wassermenge, welche für den Produktionsprozess von einem Nahrungsmittel oder einer Ware benötigt wird.“

Ergänzung Grohmann

„... und die nicht local am Ort des Konsums der Waren bereit stehen muss sondern auch in anderen Regionen bereit stehen kann.“ (Trennung von Konsum und Produktion, Verlagerung von Wasserbedarf und -nutzung)

„Fußabdruck“ waterfootprint

900 – 4.000 – 5.000 – 8.000 L/d

Die Zahlen sind die Summe aus sichtbarem und verstecktem (verlagertem, virtuellem) Wasserbedarf ([5] „waterfootprint.org“). Die Schwankungsbreite spiegelt Ungenauigkeiten der Statistik und unterschiedliche Lebensgewohnheiten wider, zeigt aber auch das hohe Sparpotenzial bei Auswahl von Lebensmitteln und Waren aus nachhaltiger Herstellung

virtuelles Wasser: Details

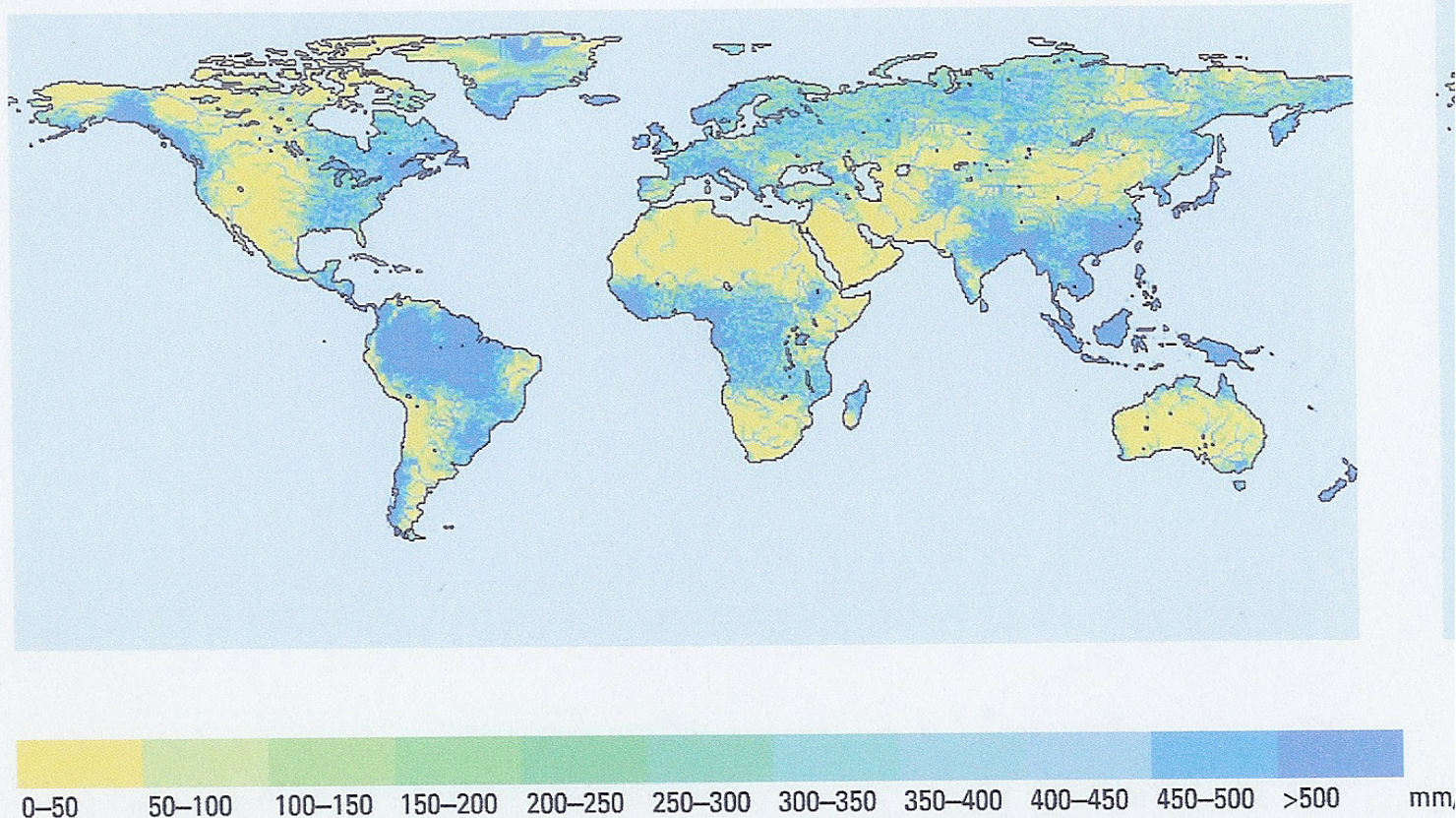
Für die Herstellung von landwirtschaftlichen Produkten erforderliche Wassermenge (virtuelles Wasser), aus WWDR2 (2006), S. 258 [1], für Baumwolle Daten von Chapagain [7]. Die Ungenauigkeit der Bestimmung wird auf $\pm 50\%$ (!) geschätzt. Siehe auch [8], [9] und [10].

Produkt	Wasserbedarf L/kg	Produkt	Wasserbedarf L/kg
Getreide	1.150	Rindfleisch	15.977
Reis	2.656	Schweinefleisch	5.906
Mais	450	Geflügelfleisch	2.828
Kartoffeln	160	Eier	4.657
Sojabohnen	2.300	Milch	865
Obst	200	Käse	5.288
Baumwolle	11.000		

zur Problematik des gezielten Handels mit virtuellem Wasser verfügbare Wasserressourcen [1]

Figure 3.2: Calculated available water resources, water demand, internal renewable water resource

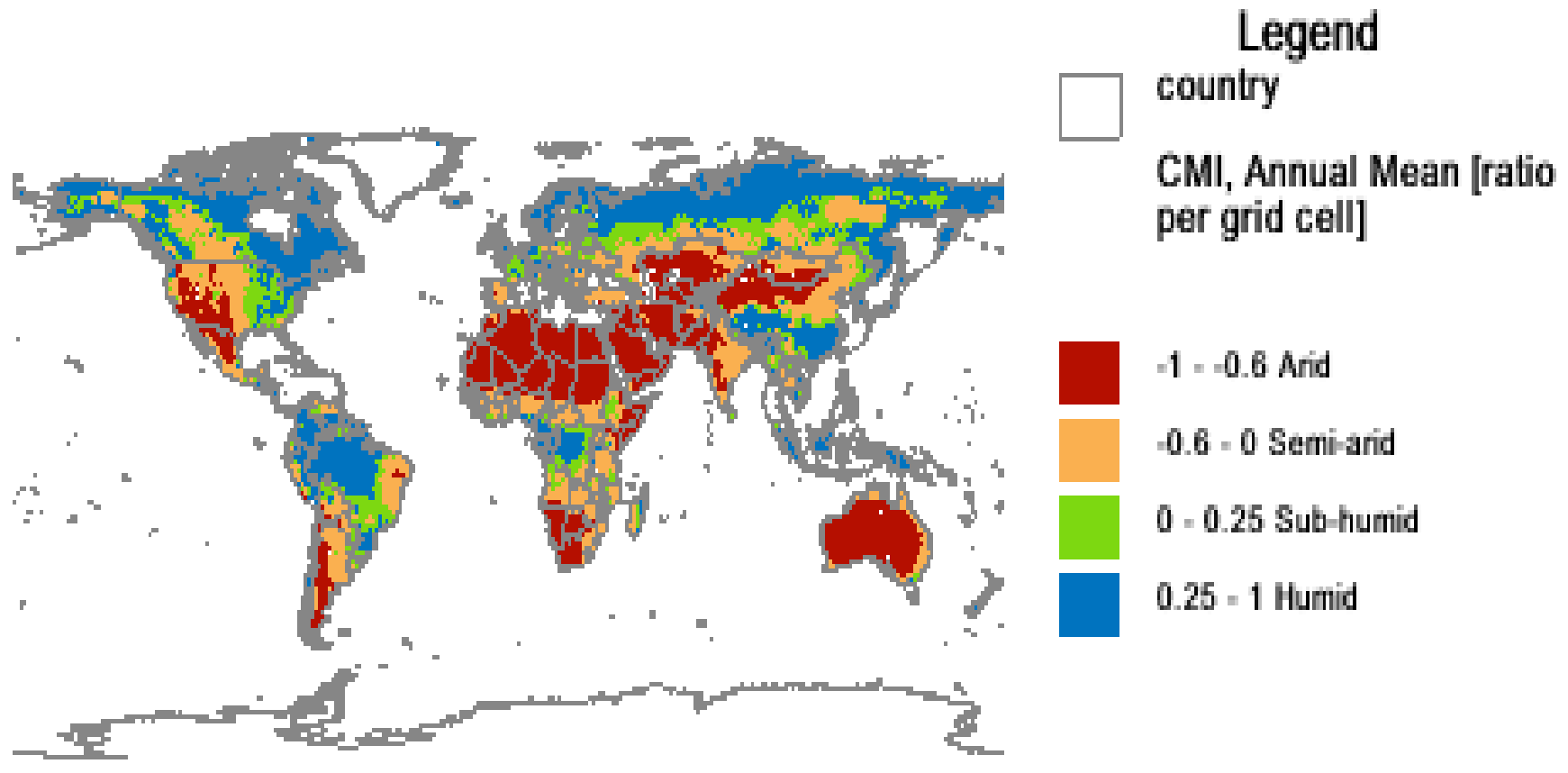
Available water resources



zur Problematik des gezielten Handels mit virtuellem Wasser

Trockenheit-Index

(CMI = climate moisture index: Beziehung zwischen dem Wasserbedarf von Pflanzen und verfügbarem Regen [11])

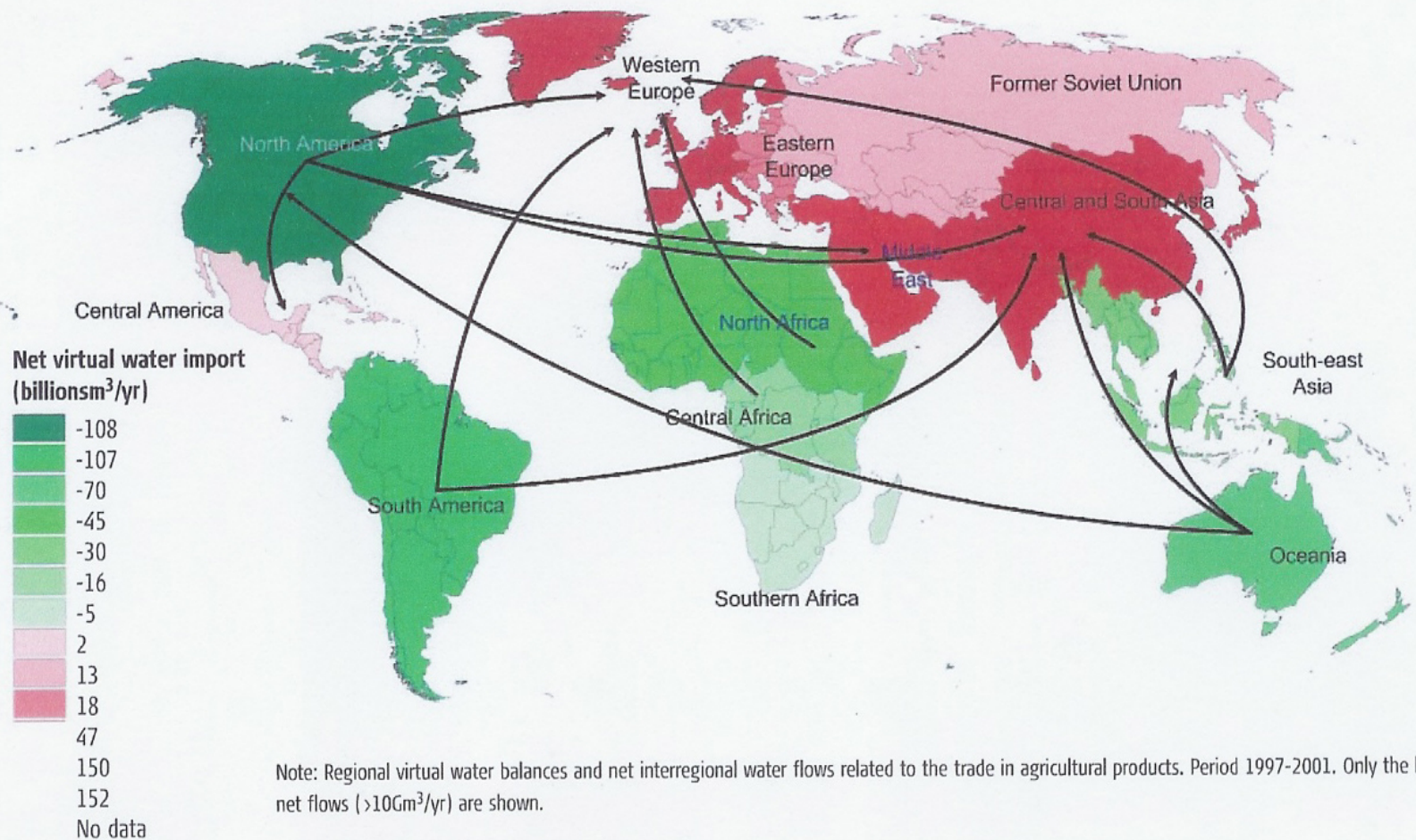


zur Problematik des gezielten Handels mit virtuellem Wasser

Handelswege von virtuellem Wasser

[1], [5] und [6]

Map 11.4: Net virtual water imports around the world



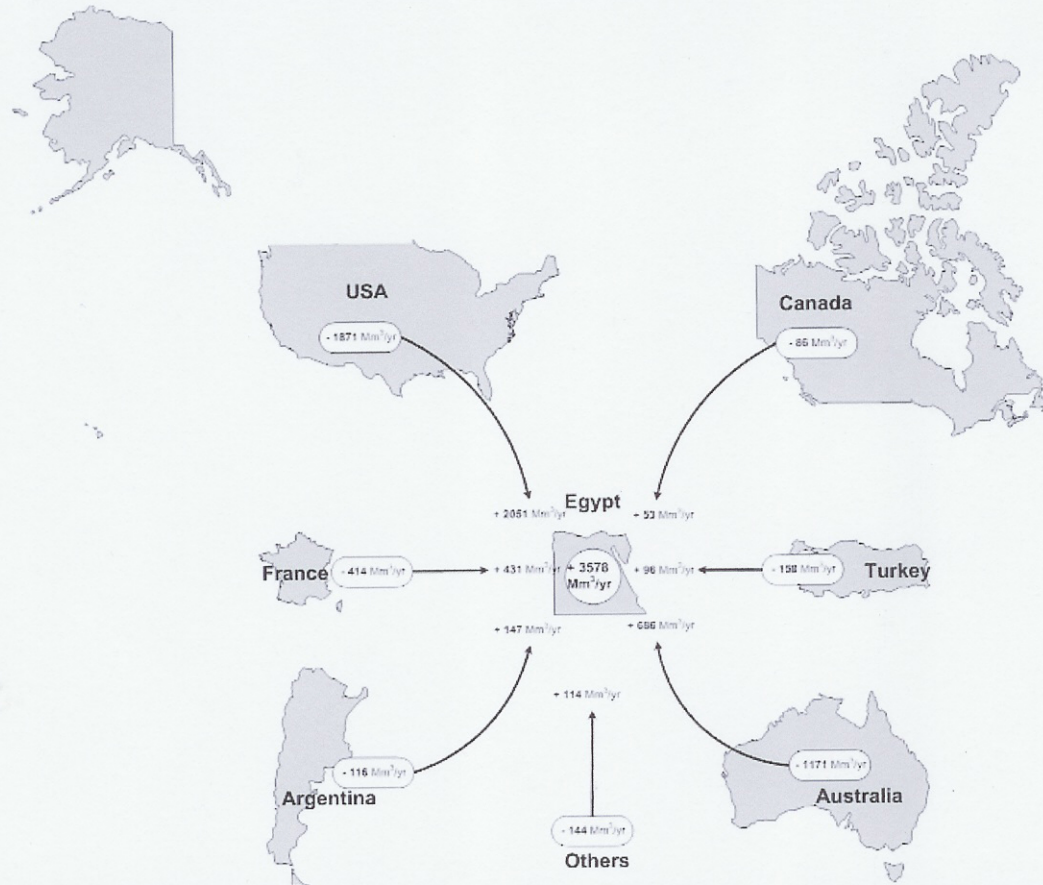
zur Problematik des gezielten Handels mit virtuellem Wasser

Abhängigkeiten am Beispiel Ägyptens

[1] und [7]

422 · WATER: A SHARED RESPONSIBILITY

Figure 12.4: Estimated annual water savings attributed to trade in wheat, Egypt, 1997–2001



Note: Negative figures indicate the amount of water consumed in the production of the quantity of wheat exported, whereas positive figures indicate the amount of water savings by the importing country. Conversion formulas vary by country depending on various factors, including seed stock, type of technology used, and water management efficiency in the different countries.

Source: Chapagain and Hoekstra, 2005.

virtuelles Wasser als Konzept und als Metapher

„virtuelles Wasser“ ist als Konzept für Konfliktlösungen mindestens an folgende Voraussetzungen gebunden (vgl. z.B. [12, 12a]):

- Es handelt sich um ländliche Regionen, in denen das Wasser der begrenzende Produktionsfaktor ist;
- urbane Bereiche sind nur dann betroffen, wenn ihre Versorgung aus politischen oder finanziellen Gründen nur aus Regionen mit Wasserstress und nicht über den Weltmarkt stattfinden kann;
- die wirtschaftliche Kraft der Region ist gering und erlaubt es nicht, fehlende landwirtschaftliche Produkte auf dem Weltmarkt zu erwerben.
- Der Ordnungsrahmen (governance) des Empfängerlandes begrenzt effektiv Korruption und Klientelwirtschaft [12], [13].

virtuelles Wasser als Konzept und als Metapher

Kommentar des World Water Council [14]

“worldwatercouncil.org”:

At the global level, virtual water trade has geo-political implications: it induces dependencies between countries. Therefore, it can be regarded either as a stimulant for co-operation and peace or a reason for potential conflict.

Damit bleibt das „virtuelles Wasser“ als Konzept bedeutungslos. „Virtuelles Wasser“ wird zur Metapher [15], um einer urbanen Öffentlichkeit die unglaublich großen Mengen an Wasser bewusst zu machen, welche zur Erzeugung der nachgefragten landwirtschaftlichen Produkte erforderlich sind und irgendwo auf der Welt zur Verfügung stehen müssen.

regionale Daten als Entscheidungshilfe: Griechenland

Tabelle 2: Vergleich des realen und virtuellen Wasserbedarfs einer ländlichen Region (Thessalien) mit einer Großstadt (Athen) [16], [17]

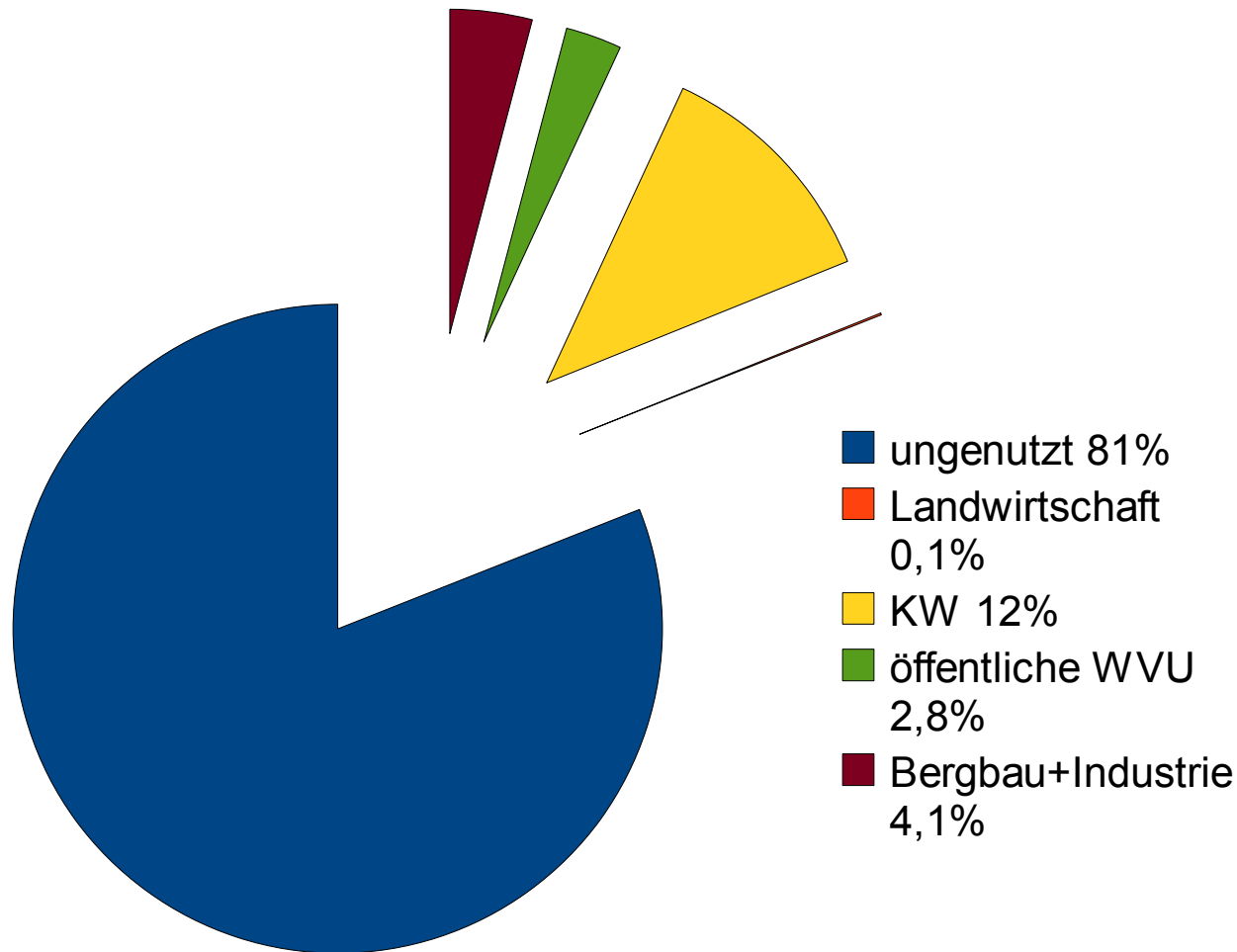
	ländliche Region mit 700 mm/a		urbaner Bereich mit 350 mm/a	
Einwohner / Fläche qkm	740. 000 / 4.853		5.000.000 / 800	
Wasserbedarf	real in 10^6 m ³ /a	davon virtuell in 10^6 m ³ /a	real in 10^6 m ³ /a	virtuell 10^6 m ³ /a
Haushalt + Umweltpflege 310 L/d je Person	83		560	
für landwirtschaftliche Produkte, siehe auch Tab. 1				
Baumwolle	1.057	950	0	-660
Getreide	909	830	0	-550
Tabak	25	17	0	-59
Gemüse	65	50	0	-65
Obst	30	-44	0	-500
Oliven, Olivenöl	118	-11	0	-850
Fleisch	150	0	0	-1.000
Molkereiprodukte	200	0	0	-1.350
Summe	2.637	1.792	560	-5.034
Regendargebot, gesamt	3.400		280	
Regendargebot nutzbar	50 % =1700			
Bilanz real a) mit ges. Regen	763		840	
Bilanz real b) mit nutzbarem Regen	-937			

regionale Daten als Entscheidungshilfe: Palästina [18]

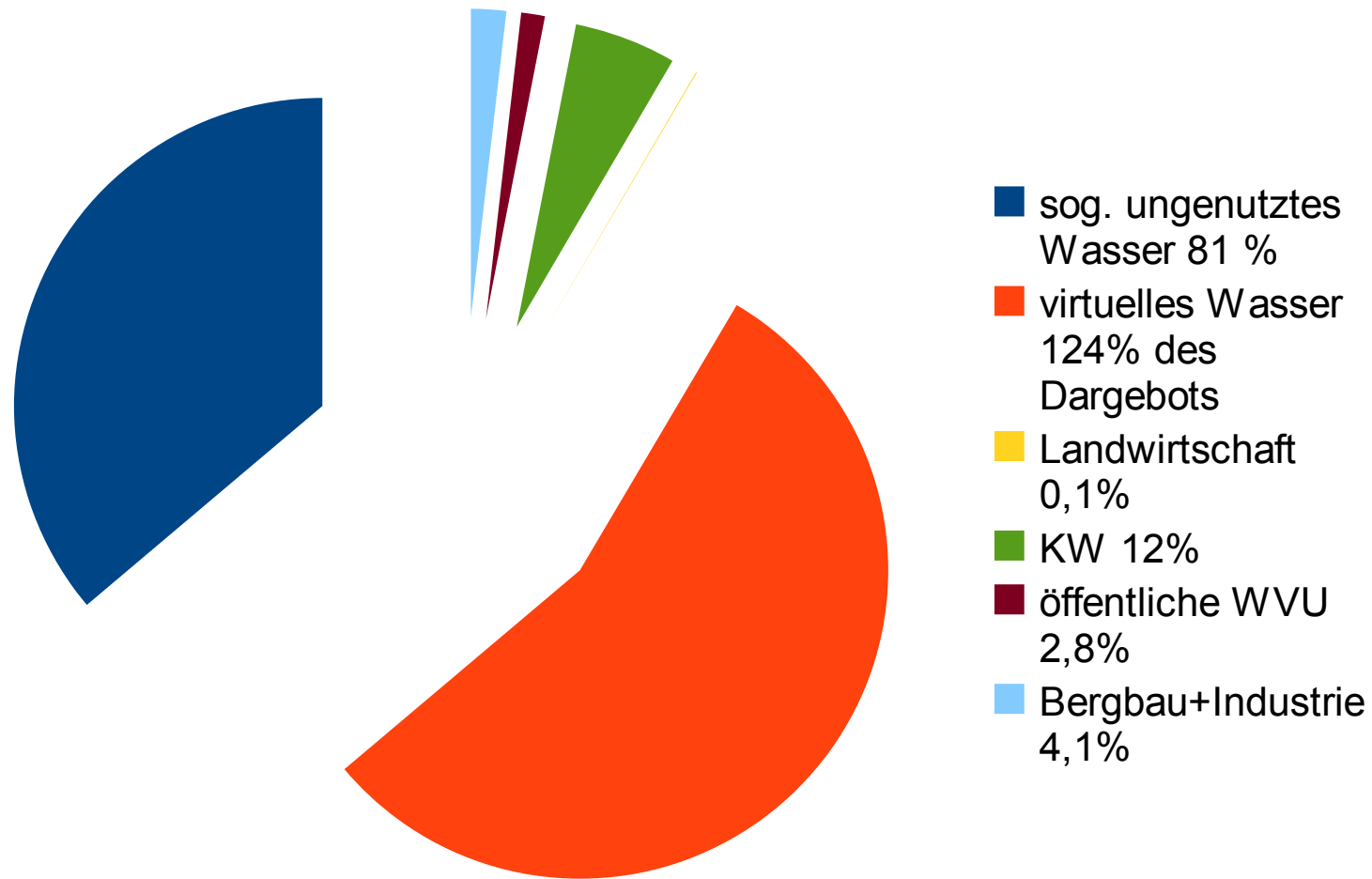
Commodities	Surplus/ deficit (1000 ton)	Virtual water content (m ³ /kg)	Virtual water import/ export Mm ³
Vegetables	-128.1	0.5	-64
Field crops	-314.5	1.0	-314.5
Citrus	111	0.5	+56*
Fruits	-19.5	0.5	-9.8
Olives(rainfed)	45.7	2.0	+91**
Red meat	-30.8	50	-1580
Poultry	-35.1	3.5	-122.8
Eggs	-17.2	3.7	-63.4
Milk	-189.9	1	-189.9
Total			-2,200***

* Water export (Blue water) ** Green water *** Water import

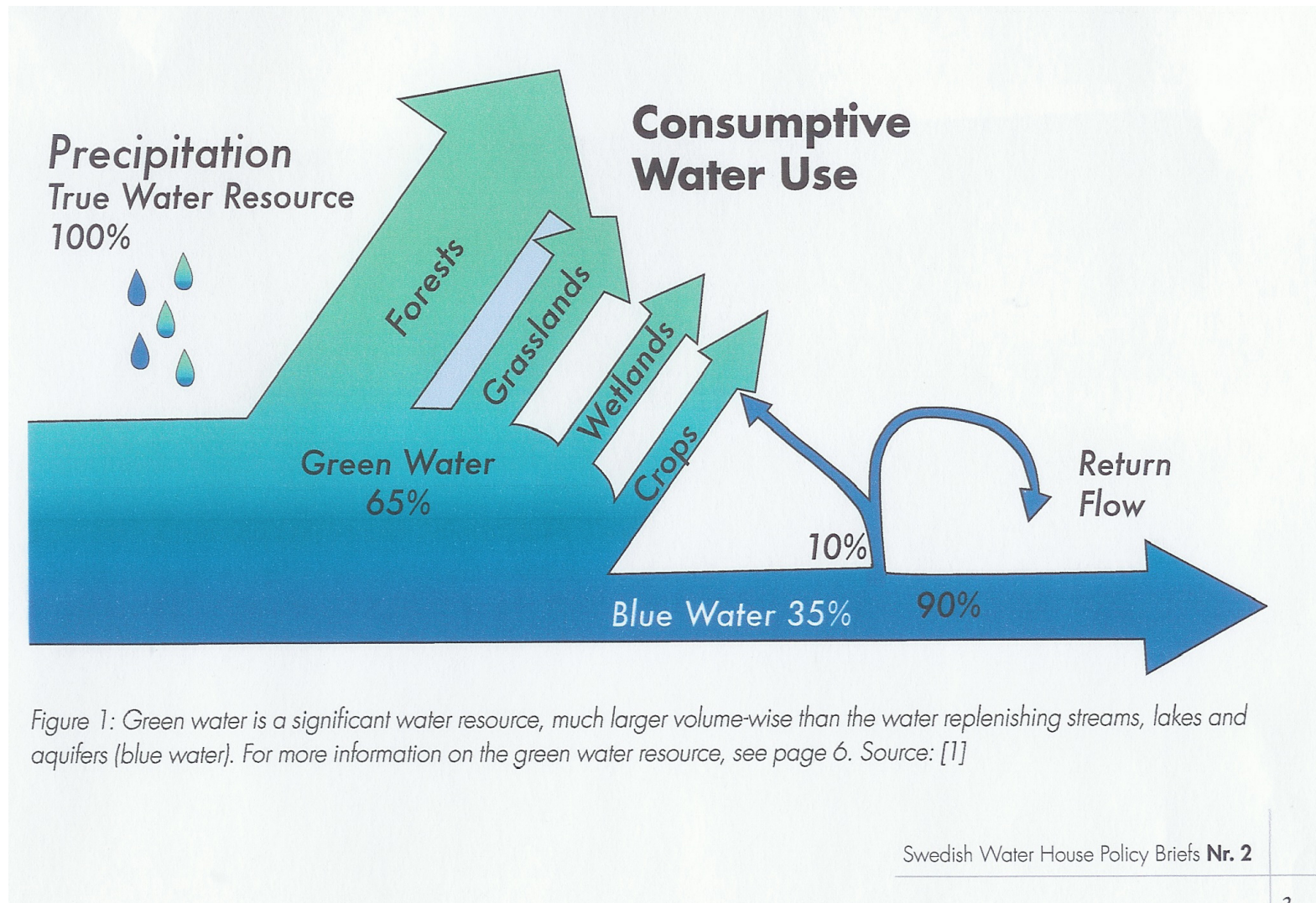
mögliche Folgerung: Ergänzung der Statistik, a) Standard
Wasserdargebot ($188 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$) und -nutzung in Deutschland 2004
([19] , “env-it.de”, “destatis.de”)



mögliche Folgerung: Ergänzung der Statistik, b) ergänzt um die Position virtuelles Wasser mit 8.000 L/d = 2920 m³/a je Person, entsprechend 233,6 10⁹ m³/a bei 80 Millionen Einwohnern (= 124 % des Wasserdargebots von 188 10⁹ m³/a in Deutschland)



mögliche Folgerung: bessere Ausnutzung des Regens über die Bodenfeuchtigkeit, Anpassung an klimatische Bedingungen ([20], "siwi.org")



mögliche Folgerung: bessere Ausnutzung des Regens über die Bodenfeuchtigkeit, Anpassung an klimatische Bedingungen ([20] "siwi.org")

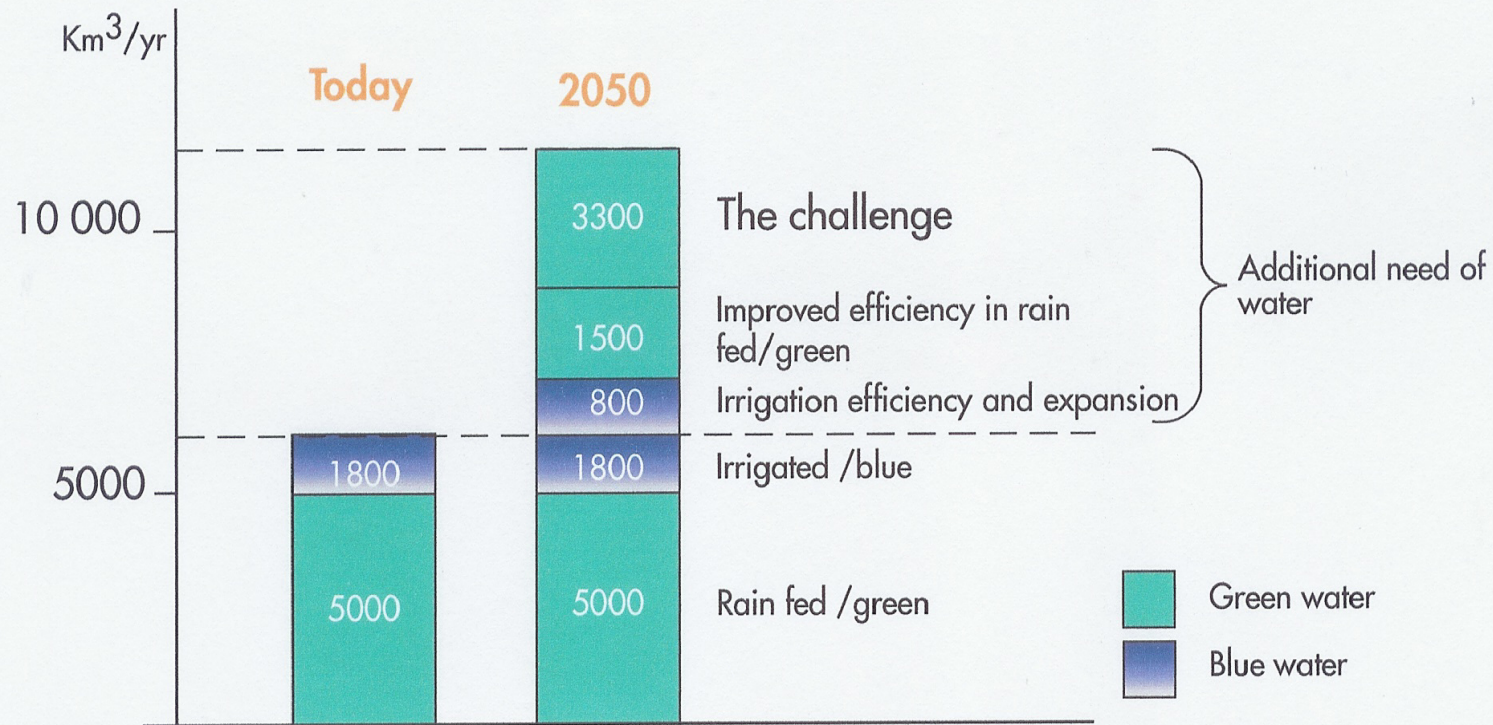


Figure 4: Today's food production involves a consumptive water use of altogether 6800 km^3/yr (out of which 1800 are supplied from blue water resources). To feed humanity by 2050 on 3000 kcal per person per day will require an additional 5600 km^3/yr , out of which a maximum of 800 will come from blue water resources. The 2050 column shows that the remaining 4800 have to be contributed from new green water resources (e.g. horizontal expansion) or from turning evaporation into transpiration (vapour shift). Source: [8]

mögliche Folgerung: bessere Ausnutzung des Regens über die Bodenfeuchtigkeit, Anpassung an klimatische Bedingungen [21]



Umweltchemie

Begrünt die Wüste durch CO₂-Sequestrierung

Wüstenaufforstung
in Israel. (Foto: Aloys
Hüttermann)

Roland Emmerichs „The day after tomorrow“ hat das Horrorszenario visualisiert: Eine Veränderung des Erdklimas führt zu Zerstörung und Chaos. Auch wenn im Film dramaturgische Erfordernisse wissenschaftliche Exaktheit dominieren, eines ist mittlerweile klar: Es reicht nicht aus, die Emissionen anthropogener Treibhausgase, allen voran Kohlendioxid, zu steuern, es müssen auch Wege gefunden werden, diese Stoffe unschädlich zu machen.

•(Hüttermann, .
und Metzger [21],

mögliche Folgerungen: Der urbane Bereich als Wasserquelle - Ein Paradigmen Wechsel

Der urbane Bereich kann aus Sicht seiner Umgebung als Wasserquelle verstanden werden, was einem Paradigmenwechsel in der Sichtweise der bisherigen Abwasserbehandlung gleichkommt. Durch Wiederverwendung wird der Nutzungskonflikt im Umfeld der urbanen Bereiche entschärft, denn die Landwirtschaft erhält das Wasser zurück, das ihr die Stadt für die Wasserversorgung der Haushalte entzogen hat.

Für aride Bereiche kommt der unschätzbare Vorteil hinzu, dass während der monatelangen Trockenheit gleichmäßig Wasser im Umland von urbanen Bereichen verfügbar wird. Voraussetzung ist allerdings, dass die Klärwerke zukünftig nicht an Vorflutern sondern in Bereichen errichtet werden, in denen eine landwirtschaftliche Nutzung durch Bewässerung möglich ist, also nah an der Nutzung [22]. Dies wäre die Konsequenz des Paradigmenwechsels, nämlich an Stelle von zentralen Kläranlagen an einem Vorfluter mehrere dezentrale kleinere Klärwerke nahe an der Nutzung.

mögliche Folgerungen: der urbane Bereich als Wasserquelle: Ein Paradigmen Wechsel

Wasserkreislauf im industriellen Bereich:

Inzwischen ist dies eine Selbstverständlichkeit, als Teil des produkt-integrierten Umweltschutzes mit kleinräumigen Kreisläufen und gezielter Reinigung des Wassers nach der Nutzung.

Wasserkreislauf im kommunalen Bereich:

Weltweit als re-use gängig als Nutzung gereinigten Abwassers in der Landwirtschaft, in Deutschland nur indirekt geduldet aus Sorge um den Bodenschutz. Indirekt bedeutet die übliche Einleitung des mehr oder minder gereinigten Abwassers in ein Gewässer und Entnahme aus diesem, direkt oder als Uferfiltrat, und Verwendung z.B. als Trinkwasser oder in der Landwirtschaft.

Regenwassernutzung in Gebäuden: In Deutschland sehr populär, doch ist die teilweise Substitution von Wasser für den Haushalt durch Dachablaufwasser kein Beitrag zur Lösung der Wasserkrise.

mögliche Folgerungen: Kennzeichnung von Produkten

These: Der Wasserbedarf für landwirtschaftliche Produkte ist keineswegs immer gleich hoch. Er kann je nach klimatischen Bedingungen und je nach klimatischen Bedingungen, Anbaumethoden, Saatauswahl und Bewässerungstechnik sehr stark schwanken.

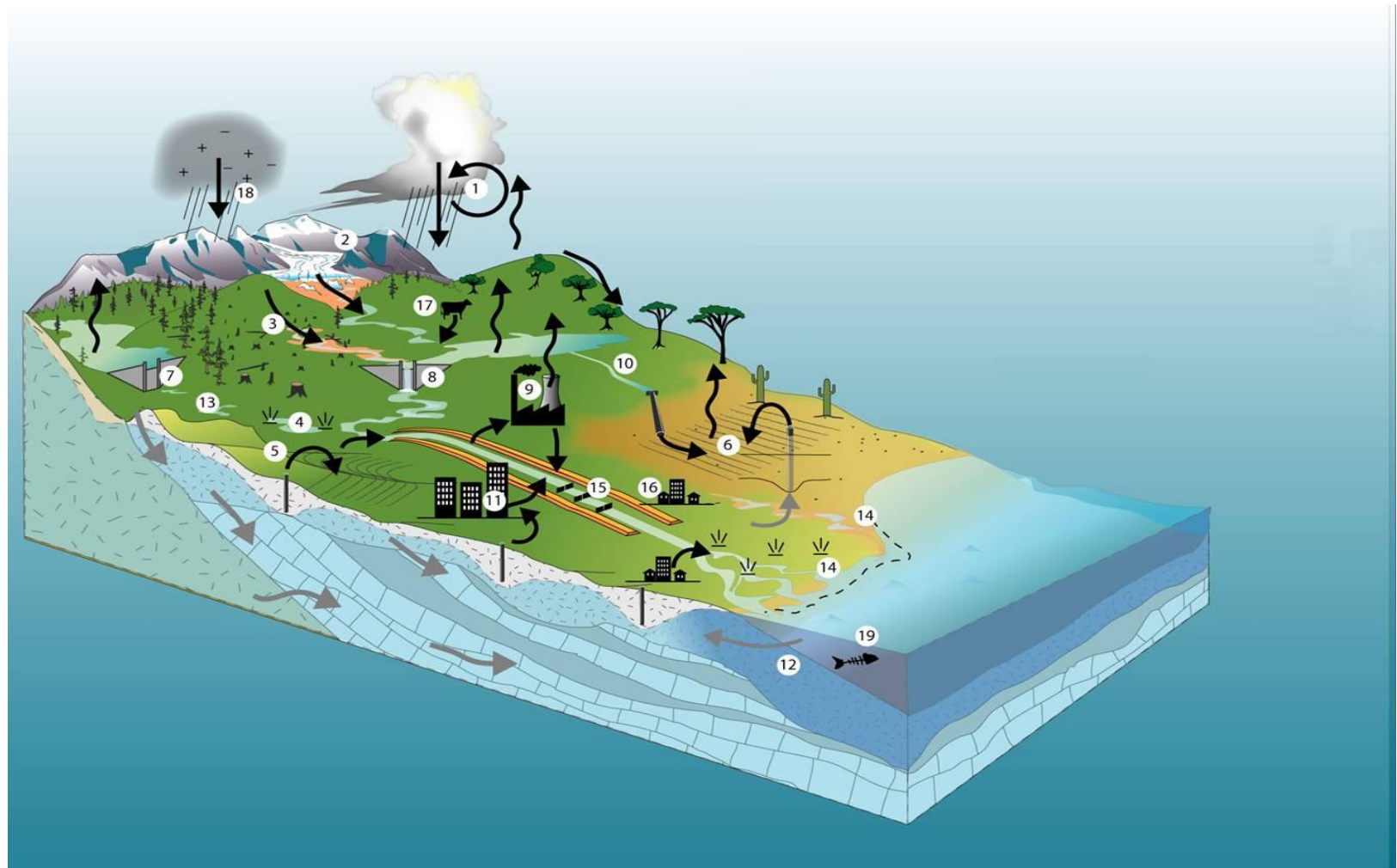
Ein möglicher Ansatz: Einkaufskorb [23] oder Zertifizierung wie bei Produkten aus biologischen Anbau. Z.B. Baumwolle: die Wassernutzung bei kontrolliert biologischem Anbau von Baumwolle liegt weit unterhalb der üblichen Nutzung im konventionellen Anbau ([24] „wupperinst.org“, „helvetas.ch“ : Bio-Baumwolle).

Auch dies: Wege zur Erhöhung des virtuellen Wassers in
landwirtschaftlichen Produkten
(z.B. Baumwolle. Foto aus wikipedia)



anschauliche Ergänzung: Wasser Zyklus

GLOBAL WATER SYSTEM PROJECT an der Universität Bonn ("gwsp.org")



anschauliche Ergänzung:Wasser Zyklus

GLOBAL WATER SYSTEM PROJECT an der Universität Bonn ("gwsp.org")

The global water system is being transformed by major syndromes including climate change, erosion, pollution and salinisation. Major human-induced perturbations to the global water system include the following (numbers refer to figure):

- * Hydrological cycle accelerated (1)
- * Mountain snow/ice lost (2)
- * Trees removal increases runoff, reduces transpiration, affects water table and landscape salinity (3)
- * Wetlands dried up or drained (4)
- * Ground- and surface water used for irrigated agriculture (5,6)
- * Dams alter flow and reservoirs increase evaporation (7,8)
- * Industrial water coolers release water vapour (9)
- * Transfers between basins (10)
- * Urban, mining and construction areas alter water flows and quality (11)
- * Coastal salt water intrudes inland (12)
- * Impoundments reduce flows (13)
- * Siltation, erosion and nutrient flows change coastlines and affect water quality (14)
- * Levees and locks modify flows and channels (15)
- * Settlements alter floodplain landscapes (16)
- * Grazing affects runoff and water quality (17)
- * Industry causes acid rain (18)
- * Coastal waters polluted and species lost (19)

Literatur zur verlagerten Wassernutzung (virtuelles Wasser)

Teil A

- [1] UNESCO (2006) Water, a shared responsibility: The United Nations world water development report 2 (WWDR2), UNESCO Publishing, Paris / Berghahn Books, Oxford.
Menschenrecht auf Wasser: General Comment No.15 of the Committee on Economic Social and Cultural Rights of November 2002: *The Right to Water* (arts.11 and 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights).
- [2] Allan, J. A. (1993): Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible, ODA, Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, 13–26.
Allan, J.A. (1998): Virtual water: a strategic resource. *Global solutions to regional deficits. Groundwater*, 36(4), S.545-546.
- [3] Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V.: Projekt virtuelles Wasser „virtuelles-wasser.de“. VDG, Bonn, „vdg-online.de“
- [4] Datz, Margret (2008): Virtuelles Wasser – versteckte Wassermassen aufspüren, Unterrichtsprojekt für 3. bis 4. Klasse, „lehrer-online.de“
- [5] *University of Twente and UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft: „waterfootprint.org“*
- [6] Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2002) Virtual water trade a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade, Delft, The Netherlands, edited by: Hoekstra A. Y., Res. Rep. Ser. No. 12, 2003.
Hoekstra, A. Y. and Hung, P. Q. (2005): Globalization of water resources: International virtual water flows between nations in relation to international crop trade, *Global Environmental Change*, 15, S. 45–56.
- [7] Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. and Savenije, H.H.G. (2006) Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 10, S. 455-468.
The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. Value of Water Research Report Series No. 18. UNESCO-IHE Delft, The Netherlands
- [8] Yang, H., Wang, L., Abbaspour, K.C. and Zehnder, A.J.B. (2006): Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 10, S. 443-454.
- [9] Liu, J., Williams, J.R., Zehnder, A.J.B., Yang, H., 2007. GEPIC - modelling wheat yield and crop water productivity with high resolution on a global scale. *Agricultural Systems* (2007), In press, doi: 10.1016/j.agsy.2006.11.019 <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2006.11.019>
- [10] Oki, T. and Kanae, S. (2004) Virtual water trade and world water resources. *Water Science & Technology* 49(7), S. 203-209
- [11] GLOBAL WATER SYSTEM PROJECT an der Universität Bonn (“gwsp.org”)
- [12] Horlemann, L. und Neubert, S. (2007): Virtual Water Trade: A realistic concept for resolving the water crisis? Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, Studie 25, ISBN 978-3-88985-335-6
- [12a] Hummel, D., Kluge, Th., Liehr, S. und Hachelaf, M. (2006): Virtual Water Trade. Documentation of an International Expert Workshop. July 3-4, 2006. Frankfurt am Main. ISOE-Materialien, Soziale Ökologie Nr. 24.

Literatur zur verlagerten Wassernutzung (virtuelles Wasser)

Teil B

- [13] H. Langerbein (2000): Schaden durch Hilfe? Trotz hoher Förderung bleibt Afrika das Armenhaus der Dritten Welt. *E+Z (Entwicklung und Zusammenarbeit)*, 41,1, S. 4–5.
- [14] World Water Council: Virtuale Water in brief. International multi-stakeholder platform , Marseille, France. “worldwatercouncil.org”
- [15] Wichelns, D. (2004) The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages, *Agricultural Water Management* 66, S.49-63.
- [16] Prochaska, Ch., Paschalis, D., Papadopoulos, A. and Grohmann, A. (2008): Applying the virtual water concept at regional level., *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, No 5.
- [17] FAO (2003): CROPWAT Model. “<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwat.stm>”. [Accessed: 25/01/2007].
- [18] Yasser, H. Nassar (2004): Virtual water trade as a policy instrument for achieving water security in Palestine. Israel/Palestine Center for Research and Information, Jerusalem (ipcri.org“)
- [19] Umweltbundesamt: Wasserressourcen und ihre Nutzung, Wasserbilanz für Deutschland nach Daten des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden, Fachserie 19 Umwelt, R.2.1 und 2.2. UBA, Deaasau („env-it.de“, „destatis.de“)
- [20] Swedish Water House Company: Rain – the neglected resource. Stockholm International Water Institut, Stockholm, SWH Policy Briefs Nr. 2 (“siwi.org“)
- [22] Yosry M. Abo el Abas (2201): Rieselfelder Kairo, Verteilungsmuster anorganischer Schadstoffe in Boden und Grundwasser. Dissertation, Technische Universität Berlin
- [21] Hüttermann, A. und Metzger, J.O. (2004): Begrünt die Wüsten durch CO₂-Sequestrierung. *Nachrichten aus der Chemie*, 52, S. 1133-1138.
- [23] Renault, D. and Wallender, W.W. (2000): Nutritional water productivity and diets. *Agric.Water Management*, 45/3, S. 275-296.
- [24] Paulitsch, K. (2004): Am Beisiel Baumwolle: Flächennutzungskonkurrenz durch exportorientierte Landwirtschaft. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie G,bH, Wuppertal („wupperinst.org“)