

Treidler, Roland; Berrer, Helmut

Research Report

Modell basierte Analyse von Wasserströmen im internationalen Handel von Agrarprodukten

FIW-Research Reports, No. 2010/11-01

Provided in Cooperation with:

FIW - Research Centre International Economics, Vienna

Suggested Citation: Treidler, Roland; Berrer, Helmut (2010) : Modell basierte Analyse von Wasserströmen im internationalen Handel von Agrarprodukten, FIW-Research Reports, No. 2010/11-01, FIW - Research Centre International Economics, Vienna

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/121217>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

FIW-Research Reports 2010/11 N° 01
October 2010

Modell basierte Analyse von Wasserströmen im internationalen Handel von Agrarprodukten

Roland Treitler, Helmut Berrer

Abstract

The study quantifies the amount of water embodied in Austrian imports of selected agricultural products. These imports are analysed by a dynamic model that is based on the water footprint concept. The model quantifies the water savings potential using a database including more than 200 countries and regions.

Austria could save up to 28% of the water embodied in coffee by substituting the current coffee imports from water inefficient countries by efficiently produced coffee. The water savings potential from wheat imports amounts to 22%, that from orange imports equals almost 20% of the current amount of embodied water.

We calculate a global water value equal to € 0.013 per cubic meter of water. The international trade of coffee, wheat and oranges trades embodied water equal to € 51.6 billions per year with a share of 92.6% (€ 47.8 billions) traded at commodity exchanges.

JEL Codes: Q 56, Q 17, Q 25

Keywords: Water, Water Footprint, Water Value, International Trade

The FIW-Research Reports 2010/11 present the results of six thematic work packages "The financial and economic crisis of 2007-2010 and the European economy", "Modelling the Effects of Trade Policy and the Transmission Mechanisms of the Economic Crisis on the Austrian Economy", "The Gravity Equation", "Macroeconomic Aspects of European Integration", "Effects of International Integration on Income Distribution" and "New Energy Policy and Security of Gas Supply", that were announced by the Austrian Federal Ministry of Economics, Family and Youth (BMWFJ) within the framework of the "Research Centre International Economics" (FIW) in January 2010.

Modellbasierte Analyse von Wasserströmen im internationalen Handel von Agrarprodukten

Report

Auftraggeber:

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend

GZ: BMWFJ-24.660/0082-CS2/5/2010

Stubenring 1

1010 Wien

Autor:

Mag. Treitler, Roland

Koautor:

DI Berrer, Helmut

Kontakt:

ExAqua Forschungs GmbH

Reckentragstr. 20

3300 Amstetten

Österreich

Tel: +43 650 45 76 401

Web: www.exaqua.at

Oktober, 2010

Policy Note	3
Executive Summary	5
Einleitung	7
1. Methodik	8
2. Österreichische Importe, Datenbasis	10
2.1. Mengen und Preise	10
2.1.1. Kaffee	10
2.1.2. Süßorangen	11
2.1.3. Weizen	12
2.2. Wasseranalyse: Verfügbarkeit, Effizienz und Wasserströme	13
2.2.1. Kaffee	13
2.2.2. Orangen	18
2.2.3. Weizen	23
3. Nationale Auswirkungen der Substitution	28
3.1. Äthiopien	28
3.2. Kenia	30
3.3. Israel	31
4. Wasserhandel und Wasserwert	33
4.1. Globaler Wasserwert	37
4.2. Globaler Wasserwert und österreichische Importe	39
4.3. Globale Betrachtung	41
4.3.1. Internationaler Handel	41
4.3.2. Terminbörsen	42
4.4. Qualitative Anmerkungen	43
5. Schlussfolgerungen	47
Literaturhinweise	49

Policy Note

Österreichs Importe von Kaffee, Orangen und Weizen sind hinsichtlich des Wassereinsatzes bei der Produktion dieser Güter **weitgehend** als **nachhaltig** zu bewerten. Dies lässt sich damit begründen, dass Österreich diese Waren unter dem weltweiten Durchschnitt des produktspezifischen Wasserfußabdrucks bezieht, wobei der Unterschied teilweise beträchtlich sein kann. So liegt etwa der Wassereinsatz der Importe von Weizen um 48% unter dem globalen Produktionsmittelwert, bei Orangen bzw. Kaffee liegt der entsprechende Wert immerhin noch um 25% bzw. 21% darunter.

Trotzdem gibt es nach wie vor ein nicht unerhebliches **Optimierungspotential**. Der Wasserfußabdruck von **Kaffeeimporten** bietet dabei den größten Raum für Einsparungen, da er um weitere **28% gesenkt** werden könnte. Der Wasserfußabdruck der Weizenimporte würde sich bei optimaler Strategie um mehr als 22% und bei Orangen um fast 20% reduzieren. Die Ausschöpfung dieses Potentials würden darüber hinaus sogar Verbilligungen der Importe bewirken. Lediglich bei Orangen würden sich die **Kosten für Importe** marginal um 1,46% verteuern, bei **Weizen** könnten dagegen **4,77%** und bei **Kaffee 3,22% eingespart** werden. In Anbetracht der Höhe der möglichen Kostenreduktion ist die Frage zu stellen, welchen Einfluss die derzeitigen Rahmenbedingungen auf die Importstruktur haben.

Bei Produktionsländern mit Wasserstress ist es auch im ureigensten Interesse des Exportlandes, die Wassereinsparungspotentiale auszuschöpfen. Eine Ausrichtung der Exporte auf Agrargüter, mit international gesehen höchstmöglicher Effizienz beim Wassereinsatz bei gleichzeitiger Gewährung der allgemeinen nationalen Versorgungssicherheit, stellt dabei einen anzustrebenden Optimalzustand dar. Liegen darüber hinaus auch noch ineffiziente Anbaumethoden bei den exportierten landwirtschaftlichen Produkten vor, so wird die Dringlichkeit einer Politikänderung noch erhöht. Die Notwendigkeit des optimalen Ressourceneinsatzes in der Landwirtschaft auf globaler Ebene ist umso dringlicher, wenn man sich den hohen Anteil von 70 % an der gesamten Wassernutzung vor Augen führt. In vielen Regionen hat eine unkoordinierte Bewirtschaftung bereits zu einer Verschärfung der Wassersituation geführt. In Europa wird allerdings die landwirtschaftlich-industrielle Produktion trotz vorhandener Alternativen vielfach unverändert fortgeführt. Auf negative (Spät-)Folgen dieser kurzfristig ausgerichteten Vorgehensweise wurde schon vielfach hingewiesen.

Da der primäre Sektor in vielen (Export-)Ländern eine bedeutendere Rolle in der nationalen Wirtschaft einnimmt, haben veränderte Exportmengen auch unmittelbare Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Zwar würde eine **wasseroptimierte Importstrategie** mögliche negative ökologische Effekte reduzieren und limitieren, gleichzeitig aber könnte diese Strategie auch Arbeitsplätze in den Exportländern gefährden und somit zu einer weiteren Verarmung führen. **Ohne Begleitmaßnahmen** könnte eine Ökologisierung im Sinne einer Wasseroptimierung zu einer erweiterten **humanitären Verschärfung** führen.

Um dies auszuschließen bzw. diese Effekte zu minimieren, wäre ein **Schulterschluss** zwischen **öffentlicher Entwicklungszusammenarbeit (EZA) und privatem Sektor** besonderes zu

empfehlen. Die **öffentliche EZA** sollte sich dabei an den **Bedürfnissen des privaten Sektors orientieren**. Daher sollten besonders Projekte fokussiert werden, von denen Unternehmen unmittelbar profitieren können, da auf diese Weise auch die Unterstützung durch die heimische Wirtschaft gesichert wird. Alle Entscheidungen sind auf das Basiskonzept wasseroptimale Importstrategie auszurichten. Als ersten Schritt dazu sollten die wasserineffizient produzierenden Länder und Exporteure identifiziert werden. Darauf aufbauend sollte man versuchen, mit Hilfe von öffentlichen und privaten Investitionen diese Ineffizienzen entweder zu beseitigen oder ineffizient produzierte Produkte durch Alternativen zu ersetzen.

Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen lassen sich jedoch weder die Wassereinsparungspotentiale abrufen, noch die notwendigen Begleitmaßnahmen finanzieren. Die Einsparungspotentiale bleiben unter anderem deshalb ungenutzt, weil Wasser an sich keinen Preis besitzt und daher ursächlich nicht mit Kosten verbunden ist. Mit dem üblichen variablen Wasserpreis wird die Dienstleistung rund ums Wasser, nicht aber das Wasser selbst bezahlt. Dieses Tarifsysteem führt in Österreich zur (ökologisch) paradoxen Situation, dass Wasserverschwendung aus Sicht der öffentlichen Finanzen einen positiven Beitrag leistet.

In der vorliegenden Studie wird ein neuer Ansatz zur monetären Quantifizierung des Wasserwertes präsentiert, wobei der auf Basis der gewählten Methode errechnete **globale Wasserpreis € 0,0133 für einen Kubikmeter Wasser** beträgt. Auf **internationaler Ebene** werden Kaffee, Orangen und Weizen daher mit einem Wasseräquivalent von **€ 3, 8 Milliarden** physisch gehandelt, wobei Weizen das Produkt mit der höchsten Handelsaktivität (61%) ist. An den Terminbörsen werden allein in diesen drei Märkten (Kaffee, Orangen und Weizen) Kontrakte mit einem Wasserwert von € 47,8 Milliarden gehandelt, wovon 89 % auf Weizen entfallen.

Executive Summary

Der internationale Handel bewegt implizit immense virtuelle Wassermengen, wobei vor allem der Handel von landwirtschaftlichen Gütern die Wasserhaushalte der Exportländer beträchtlich verändert. Hinzu kommt bei vielen Entwicklungsländern, dass unabhängig von den verfügbaren Wasserressourcen der Landwirtschaftssektor der wichtigste Wirtschaftszweig ist. Gleichzeitig ist die Landwirtschaft aber auch der größte Wassernutzer, was vor allem Länder mit Wasserstress vor große Herausforderungen stellt, die einzelstaatlich kaum zu bewältigen sind.

Jedes Produkt bildet einen Wasserfußabdruck ab, der in den einzelnen Ländern unterschiedlich ausfällt, da diese in puncto Wassereinsatz ungleich effizient produzieren. Industrieländer können nun auf zweifache Weise einen Beitrag zu Verbesserung der globalen Wassersituation leisten. Einerseits in der Forcierung effizienter Anbaumethoden, andererseits in der Auswahl der Länder, aus denen Produkte importiert werden. Für diese Studie wurden die österreichischen Importe von Kaffee, Orangen und Weizen untersucht.

Österreichs Importe bei Kaffee, Orangen und Weizen sind, wenn sie nach Wasserkriterien bewertet werden, nachhaltig. Der weltweite durchschnittliche Wasserfußabdruck der drei Produkte liegt um bis zu 48% höher (Weizen) als die Importe Österreichs. Bei Kaffee liegt der weltweite Durchschnitt um 21%, bei Orangen fast um ein Viertel über den österreichischen Importen. Das heißt, dass Österreich die erwähnten Produkte größtenteils aus wassereffizient produzierenden Ländern bezieht. Dennoch ist noch immer ein Einsparungspotential beim Wasserfußabdruck von 28,8% bei Kaffee und bis zu 19,5 % bei den Orangenimporten vorhanden. Bei den Weizenimporten könnten mehr als 22% eingespart werden. Durch die geänderte Importstrategie würden sogar die Gesamtkosten fallen (bis zu 4,77% bei Weizen, Kaffee -3,22%), lediglich bei Orangen würde es einen geringen Anstieg geben (+1,46%).

Länder, die aufgrund natürlicher, technischer und finanzieller Benachteiligungen weniger effizient produzieren, benötigen allerdings Unterstützung, um Alternativen zu den bestehenden Produkten aufbauen zu können. Dazu ist aber die Bereitstellung entsprechender Geldmittel erforderlich.

Somit ergibt sich ein ausgewogener gesamtheitlicher Ansatz, der im Hinblick auf Wasserressourcen von einer nachhaltigen Importstrategie ausgeht, wasserineffiziente Produkte identifiziert und diese durch effizient produzierte Importe aus anderen Ländern ersetzt. Jene Länder, die dadurch Exportanteile verlieren, müssen bzw. können auf alternative Produkte umsteigen. Dieser Umstieg sollte vom Importland – so fern es in der Entwicklungszusammenarbeit (EZA) engagiert ist, im Rahmen der EZA aktiv unterstützt werden. Diese Zusammenarbeit würde dazu führen, dass der private Sektor des Importlandes (Importeur, verarbeitende Industrie) mehrheitlich wassereffizient produzierte Güter verwenden kann und auf diese Weise von der EZA profitieren wird.

Eine neue Methode zur Berechnung eines globalen Wasserwertes quantifiziert die Effizienzgrade des immateriellen Wasserfußabdrucks von Produkten und vermittelt damit nachvollziehbar die gehandelten Wasservolumina. Demnach liegt der Wasserwert je Kubikmeter Wasser bei € 0,0133. Basierend auf

diesem Wasserwert ergäbe dies für eine durchschnittliche Person in Österreich einen hypothetischen Wert von € 0,73 pro Jahr. Der physische Handel von Kaffee, Orangen und Weizen bewegt hingegen Wassermengen im Wert von € 3,8 Milliarden pro Jahr. An internationalen Terminbörsen werden diese drei Produkte jährlich mit einem Wasserwert von € 47,8 gehandelt.

Einleitung

Diese Studie wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft, Jugend und Familie im Rahmen des FIW-Studienpools II, Terms of Reference 2.2., beauftragt. Das Projektteam Roland Treitler und Helmut Berrer, bedankt sich für die Beauftragung.

Die Studie wurde in den Monaten Mai 2010 bis August 2010 durchgeführt. Die verwendeten Modelle liegen im Eigentum der ExAqua Forschungs GmbH. Die Modelle, ebenso wie der Wasserpreisansatz, wurden bereits vor der Beauftragung von ExAqua entwickelt.

1. Methodik

Die Methodik basiert prinzipiell auf dem virtuellen Wasseransatz. Das virtuelle Wasser ist jenes Wasser, das in Produkte eingebettet ist. Diese von Tony Allan¹ in den 90-er Jahren begründete Analysemethodik wurde in den letzten Jahren kontinuierlich weiterentwickelt. Von Ian Hoekstra² stammt der sogenannte Water Footprint, der ähnlich dem ökologischen Fußabdruck den Wasserabdruck von Produkten, Wertschöpfungsketten, Unternehmen und Volkswirtschaften abbildet und quantifiziert.

ExAqua verwendet den virtuellen Wasseransatz als Basis für Kapitalmarktanwendungen und -analysen. Die Relevanz der Kapitalmärkte wurde spätestens durch die aktuelle Wirtschafts- und Finanzkrise besonders deutlich. Diese dominante Stellung birgt bekannte Gefahren in sich, bietet aber andererseits auch Chancen für Lösungsansätze bei ökologischen Problembereichen.

In der vorliegenden Studie werden österreichische Importe ausgewählter Agrarprodukte dargestellt und analysiert. Mit jedem Import erfolgt auch ein Import von (virtuellem) Wasser, welcher ökologische Auswirkungen auf das Exportland hat. 70% des weltweiten Wasserbedarfs werden für agrarische Zwecke verwendet. Die Landwirtschaft ist somit größter Wasserverbraucher. Besonders wasserintensive Anbaukulturen oder ineffiziente Anbaumethoden können unter Umständen nachhaltig dramatische Konsequenzen für regionale Wasserhaushalte haben, wobei hohe Effizienz bei Anbaumethoden und Bewässerungstechniken nur bedingt positiv wirken.

Effiziente Anbaumethoden finden sich zum Beispiel im Nahen Osten, insbesondere in Israel. Dennoch verschärft sich der regionale Wasserstress kontinuierlich, weil zwar effizient, aber auch permanent der jeweiligen Region mehr Wasser als verfügbar entzogen wird. Das Austrocknen des Jordan an seinem Unterlauf ist nur eine der sichtbaren Auswirkungen. In der Region des Aralsees führen niedrige Anbau- und Bewässerungseffizienz zu einem ökologischen Desaster. Die Region hätte zwar grundsätzlich genügend Wasser zu Verfügung (auch für eine intensive Nutzung im Agrarbereich), doch schlechtes regionales und überregionales Wassermanagement, ineffiziente Bewässerungssysteme und besonders wasserintensive Anbaukulturen führen zu einem Austrocknen des Aralsees.

Wasserverfügbarkeit sowie die effiziente Nutzung von Wasser wurden deshalb in der vorliegenden Studie als die beiden Hauptkriterien definiert. An Hand dieser beiden Kriterien erfolgte die Analyse der österreichischen Importe von Kaffee, Orangen und Weizen. Diese Produkte wurden so gewählt, dass unterschiedliche Bereiche der Landwirtschaft und des Lebensmittelmarktes untersucht werden können. Ein wesentlicher Aspekt dabei war, dass es für diese Produkte Finanzmarktderivate gibt.

Kaffee ist ein Genussmittel, das in Österreich nicht angebaut werden kann. In diesem Fall ist man also ausschließlich von Importen abhängig. Gleichzeitig wird Kaffee an einigen Warenterminmärkten gehandelt und gilt als sehr liquides Finanzprodukt. Orangen repräsentieren den Getränkemarkt und müssen ebenso importiert werden. Auch dieses Produkt wird an Warenbörsen gehandelt. Weizen ist

¹ 'Virtual Water': A long term solution for water short Middle Eastern Economies? Tony Allan, SOAS, London, 1997.

² Water Footprint of Nations, Jan Hoekstra et al., Delft, 2007

jenes Produkt, das zwar importiert wird, aber auch in Österreich produziert wird. Der Weizenhandel an Warenbörsen ist sehr liquide.

Der internationale Handel impliziert nicht nur den Warentransfer an sich, sondern beinhaltet auch einen Transfer von Wasser. Je nach Anbaumethode und natürlichen Voraussetzungen wie Klima, Boden oder Saatgut werden die Exportprodukte mit berechenbarer Wassermenge produziert. Daraus ergeben sich unterschiedliche Wassertransfers. Effiziente Anbaumethoden exportieren über Güter weniger Wasser als ineffiziente Produktionslinien. Die österreichischen Importe werden dahingehend untersucht, wobei diese mit einem weltweiten Produktionsdurchschnitt verglichen werden und damit eine entsprechende Kennzahl errechnet wird. Diese Zahl ergibt sich aus dem Verhältnis des Wasserinhalts der importierten Produkte und dem weltweiten Durchschnitt. Die Effizienzkennzahl (EK) stellt sich wie folgt dar:

$$EK (\text{Kaffee}) = VW (\text{Land } x) / VW (\text{weltweit})$$

Liegt die Zahl über 1, werden ineffiziente Produkte importiert, liegt sie darunter, dann werden im Vergleich zum Weltdurchschnitt effizient produzierte Güter importiert. Eine Substituierung der ineffizienten Importe durch effiziente Produkte könnte globale Wassereinsparungen bewirken.

Die Wasserverfügbarkeit ist ebenfalls ein relevantes Kriterium. Vor allem bei Kaffee und Orangen zeigt sich, dass einige Länder, die diese Produkte produzieren, unter erheblicher Wasserknappheit leiden. Die Studie folgt der Definition und Quantifizierung von Wasserstress der „Food and Agricultural Organization“ (FAO) der Vereinten Nationen. Dementsprechend beginnt Wasserstress dann, wenn die Menge an verfügbaren erneuerbaren Wasserressourcen unter 2000 m³ pro Kopf und pro Jahr zu Verfügung steht. Erheblicher Wasserstress beginnt bei weniger als 1000 m³.

Die obere Grenze, also 2000 m³, wird als Referenz herangezogen. Um die beiden Kennzahlen für Wasserstress und Effizienz miteinander vergleichen zu können, wird das Verhältnis von tatsächlich verfügbarer Wassermenge und der Referenz berechnet. Die Wasserstresskennzahl (WK) ergibt sich demnach aus dem Quotienten von Wasserreferenz, also 2000 m³, und tatsächlich verfügbarer Wassermenge. Liegt die tatsächlich verfügbare Wassermenge unter 1, so weist das betreffende Land keinen Wasserstress auf. Bei Werten zwischen 1 und 2 spricht man von Wasserstress, bei Werten über 2 sogar von erheblichem Wasserstress.

Besonderes Augenmerk wird natürlich auf jene Produkte und Länder gerichtet, die bei beiden Kriterien Kennzahlen über 1 aufweisen. Das bedeutet nämlich, dass aus einer Region mit Wasserstress wasserineffizient hergestellte Produkte importiert werden und diese Handelsaktivität somit erhebliche ökologische Auswirkungen haben kann.

2. Österreichische Importe, Datenbasis

Der österreichische Warenverkehr brach 2009 in Folge der Finanzkrise 2009. Die Exporte gingen um fast 20% zurück, während die Importe um 18,2% unter dem Niveau 2008 lagen. Eine Erholung ist für 2010 zu erwarten. Im ersten Quartal 2010 stiegen sowohl die Exporte als auch die Importe um fast vier Prozent.

2.1. Mengen und Preise

2.1.1. Kaffee

Bei den Kaffeeimporten werden nur jene Volumina der Kategorien 0901 1100 und 0901 1200 der Statistik Austria in die Berechnungen einbezogen, die aus Ländern stammen, in denen tatsächlich Kaffeeanbau betrieben wird. Demnach werden reine Handelsaktivitäten, wie zum Beispiel der Import von europäischen Partnern, bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

2009 wurden 61.547 Tonnen importiert, wobei nur 24.908,3 Tonnen direkt von produzierenden Ländern importiert wurde. Fast 60% des Kaffeeimports erfolgt aus Staaten, die keinen Kaffee produzieren. Die drei wichtigsten Importländer Österreichs - Brasilien, Vietnam und Indien - liefern 60% des direkt von kaffeeproduzierenden Ländern importierten Kaffees. Diese Menge liegt um 6.000 Tonnen unter jener, die von Deutschland importiert wird.

Tabelle 1: Import von Kaffee Kat. 0901 1100, 0901 1200 im Jahre 2009; Quelle: Statistik Austria

Land	Menge in Tonnen	Anteil Menge	Wert in 1000 Euro	Anteil Wert	Preis in € / Tonne
Brasilien <508>	7.643,60	30,7%	14.333,00	30,3%	1.875,16
Vietnam <690>	5.529,30	22,2%	7.775,00	16,4%	1.406,15
Indien <664>	1.792,80	7,2%	2.481,00	5,2%	1.383,87
Honduras <424>	1.454,00	5,8%	3.259,00	6,9%	2.241,40
Kolumbien <480>	1.326,30	5,3%	3.314,00	7,0%	2.498,68
Costa Rica <436>	1.112,60	4,5%	2.583,00	5,5%	2.321,59
Nicaragua <432>	993,9	4,0%	2258	4,8%	2.271,86
Peru <504>	895,1	3,6%	1882	4,0%	2.102,56
Kamerun <302>	705,8	2,8%	987	2,1%	1.398,41
Guatemala <416>	642,9	2,6%	1661	3,5%	2.583,61
El Salvador <428>	585,8	2,4%	1404	3,0%	2.396,72
Ecuador <500>	480,7	1,9%	1215	2,6%	2.527,56
Kenia <346>	383,8	1,5%	962	2,0%	2.506,51
Äthiopien <334>	327,2	1,3%	992	2,1%	3.031,78
Elfenbeinküste <272>	164,6	0,7%	266	0,6%	1.616,04
Uganda <350>	153,5	0,6%	211	0,4%	1.374,59
China <720>	151,1	0,6%	267	0,6%	1.767,04
Bolivien <516>	139,8	0,6%	397	0,8%	2.839,77
Mexiko <412>	80,5	0,3%	210	0,4%	2.608,70
Burundi <328>	76,1	0,3%	185	0,4%	2.431,01
Papua-Neuguinea <801>	63,4	0,3%	147	0,3%	2.318,61
Indonesien <700>	60,9	0,2%	157	0,3%	2.578,00
Guinea <260>	54,1	0,2%	143	0,3%	2.643,25
Tansania <352>	41,4	0,2%	100	0,2%	2.415,46
Sambia <378>	38,4	0,2%	97	0,2%	2.526,04

Neukaledonien <809>	8,5	0,0%	17	0,0%	2.000,00
Vereinigte Staaten <400>	2	0,0%	4	0,0%	2.000,00
Kuba <448>	0,2	0,0%	1	0,0%	5.000,00
GESAMT	24.908,30	100%	47.308,00	100%	1.899,29

Die Preise je Tonne variieren um mehr als 100%. Zwischen Kaffee aus Uganda (€ 1.375), dem billigsten Importland, und Äthiopien, dem teuersten, liegt der Unterschied bei € 1.657 je Tonne. Im Durchschnitt wird eine Tonne um € 1.900 importiert.

Fast 60% des mengenmäßigen Kaffeeimports kommt aus Ländern, die über keinen Kaffeeanbau verfügen, sondern diesen ebenfalls importieren. Besonders auffällig sind die Importe aus der Schweiz. Zwar werden nur 1.842 Tonnen importiert, doch der Preis je Tonne liegt mit über € 40.000 mehr als 2.000% über dem Durchschnittspreis. Grund für diesen exorbitant hohen Preis ist der Import von Kaffee kapseln. Aufgrund dieser Unterschiede können die Daten von Drittländern nicht in die Analysen einbezogen werden. Hinzu kommt, dass die Herkunft der Kaffeeimporte unbekannt ist. Eine Gewichtung der Importe aus Drittländern nach den österreichischen Direktimporten würde bilaterale Handelsbeziehungen negieren und deshalb das Bild verfälschen. Aus diesem Grund wurden lediglich die Direktimporte in den Analysen berücksichtigt.

2.1.2. Süßorangen

Bei den Orangenimporten werden nur jene Volumina der Kategorien 0805 1020 der Statistik Austria in die Berechnungen einbezogen, die aus Ländern kommen, in denen tatsächlich Orangen angebaut werden. Demnach werden reine Handelsaktivitäten, wie zum Beispiel der Import von europäischen Partnern, bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Von 27.831 Tonnen kommen 26.291 Tonnen (ca. 95%) direkt von produzierenden Ländern und lediglich ca. 5% werden über Zwischenhändler in anderen Staaten importiert. 90% aller Importe stammen aus Spanien (46% Anteil), Italien und Griechenland.

Tabelle 2: Import von Süßorangen Kat. 0805 1020 im Jahre 2009; Quelle: Statistik Austria

Land	Menge in Tonnen	Anteil Menge	Wert in 1000 Euro	Anteil Wert	Preis in € / Tonne
Spanien <011>	11.870,70	45,2%	9.330,00	51,4%	786,0
Italien <005>	6.925,90	26,3%	5.055,00	27,8%	729,9
Griechenland <009>	4.796,30	18,2%	1.942,00	10,7%	404,9
Südafrika <388>	1.358,40	5,2%	1.029,00	5,7%	757,5
Zypern <600>	465,30	1,8%	240,00	1,3%	515,8
Türkei <052>	291,90	1,1%	214,00	1,2%	733,1
Israel <624>	261,10	1,0%	145,00	0,8%	555,3
Ägypten <220>	106,10	0,4%	59,00	0,3%	556,1
Marokko <204>	74,70	0,3%	45,00	0,2%	602,4
Argentinien <528>	62,30	0,2%	46,00	0,3%	738,4
Uruguay <524>	37,70	0,1%	27,00	0,1%	716,2
Brasilien <508>	12,60	0,0%	12,00	0,1%	952,4
Tunesien <212>	12,40	0,0%	8,00	0,0%	645,2
Chile <512>	6,20	0,0%	4,00	0,0%	645,2
Kroatien <092>	3,90	0,0%	2,00	0,0%	512,8

China <720>	3,20	0,0%	2,00	0,0%	625,0
Kuba <448>	1,8	0,0%	1	0,0%	555,6
GESAMT	26.290,50	100%	18.161,00	100%	690,8

Die billigsten Importe kommen dabei aus Griechenland (€ 404), während die Süßorangen aus Brasilien (€ 952) am teuersten sind. Im Durchschnitt kostet die Tonne € 690.

2.1.3. Weizen

Bei den Weizenimporten werden die Kategorien 1001 1000, 1001 9091 und 1001 9099 der Statistik Austria in die Berechnungen einbezogen. Insgesamt werden über 495.000 Tonnen Weizen importiert. Dabei werden aus Ungarn 36% des Weizens importiert. Ebenfalls zu den vier größten Exporteuren nach Österreich zählen die Slowakei, die Tschechischen Republik und Deutschland. Sie liefern insgesamt knapp 98% des importierten Weizens nach Österreich.

Tabelle 3: Import von Weizen Kat. 1001 1000, 1001 9091, 1001 9099 im Jahre 2009; Quelle: Statistik Austria

Land	Menge in Tonnen	Anteil Menge	Wert in 1000 Euro	Anteil Wert	Preis in € / Tonne
Ungarn <064>	176.550,90	35,54%	22.993,00	34,19%	130,23
Slowakei <063>	154.969,10	31,20%	18.795,00	27,95%	121,28
Tschechische Republik <061>	102.123,60	20,56%	12.765,00	18,98%	125,00
Deutschland <004>	49.345,70	9,93%	9.093,00	13,52%	184,27
Rumänien <066>	7.255,60	1,46%	1.082,00	1,61%	149,13
Italien <005>	4.132,10	0,83%	1.062,00	1,58%	257,01
Belgien <017>	762,90	0,15%	916,00	1,36%	1.200,68
Bulgarien <068>	347,20	0,07%	122,00	0,18%	351,38
Slowenien <091>	316,00	0,06%	33,00	0,05%	104,43
Frankreich <001>	245,90	0,05%	33,00	0,05%	134,20
Schweiz <039>	178,90	0,04%	92,00	0,14%	514,25
Serbien (ab 01.06.2005) <098>	150,00	0,03%	61,00	0,09%	406,67
Litauen <055>	120,40	0,02%	32,00	0,05%	265,78
Kanada <404>	108,30	0,02%	132,00	0,20%	1.218,84
Polen <060>	59,30	0,01%	14,00	0,02%	236,09
Niederlande <003>	58,90	0,01%	13,00	0,02%	220,71
Ukraine <072>	20,00	0,00%	3,00	0,00%	150,00
Kroatien <092>	0,20	0,00%	0,20	0,00%	1.000,00
Chile <512>	0,10	0,00%	0,10	0,00%	1.000,00
GESAMT	496.745,10	100,00%	67.241,30	100,00%	135,36

Die Importpreise aus den drei wichtigsten Ländern liegen unter dem Durchschnitt der Importpreise und etwa auf dem Niveau in Österreich.

2.2. Wasseranalyse: Verfügbarkeit, Effizienz und Wasserströme

2.2.1. Kaffee

2.2.1.1. Wasserressourcen

Aus Brasilien importiert Österreich den größten Teil des Kaffees. Das Land verfügt über ausreichende Wasserressourcen. Unter den Top 10 der Importländer Österreichs ist nur Indien mit Wasserstress konfrontiert. Indien verfügt über 1.631 m³ / Kopf / Jahr und liegt somit unter dem Wasserstresslevel von 2.000 m³. Äthiopien und Burundi liegen ungefähr auf dem gleichen Niveau. Besonders angespannt ist die Wassersituation in Kenia, das nur über 813 m³ / Kopf / Jahr an erneuerbaren Wasserressourcen verfügt. Diese vier Länder - Indien, Äthiopien, Kenia und Burundi - liefern ca. 10% der österreichischen Kaffeeimporte. Die Kaffeeimporte erfolgen also größtenteils aus Ländern mit geringem oder keinem Wasserstress. Mit Ausnahme von Indien verfügen die größten Exportländer über ausreichende Wasserressourcen.

Die Wasserstress-Kennzahl ist der Quotient aus dem von der FAO definierten Niveau, ab wann der Wasserstress beginnt (erneuerbare Wasserressourcen: 2.000 m³ / Kopf / Jahr) und den tatsächlichen Wasserressourcen. Liegt die Zahl unter 1, dann verfügt das Land über ausreichende Wasserressourcen, liegt die Zahl über 1, dann liegt Wasserstress vor.

Tabelle 4: erneuerbare Wasserressourcen in m³ pro Kopf und pro Jahr, Wasserstresskennzahl – Basis 2000 m³ pro Kopf und pro Jahr; Quelle: FAO, ExAqua

Land	Importanteil	Erneuerbare Wasserres.	Wasserstress Kennzahl
Brasilien <508>	30,7%	43.304	0,05
Vietnam <690>	22,2%	10.350	0,19
Indien <664>	7,20%	1.631	1,23
Honduras <424>	5,8%	13.372	0,15
Kolumbien <480>	5,3%	48.062	0,04
Costa Rica <436>	4,5%	25.207	0,08
Nicaragua <432>	4,0%	35.139	0,06
Peru <504>	3,6%	67.104	0,03
Kamerun <302>	2,8%	15.300	0,13
Guatemala <416>	2,6%	8.335	0,24
El Salvador <428>	2,4%	4.131	0,48
Ecuador <500>	1,9%	31.809	0,06
Kenia <346>	1,54%	813	2,46
Äthiopien <334>	1,31%	1.551	1,29
Elfenbeinküste <272>	0,7%	4.032	0,50
China <720>	0,6%	2.125	0,94
Uganda <350>	0,6%	2.154	0,93
Mexiko <412>	0,6%	4.254	0,47
Bolivien <516>	0,3%	65.361	0,03
Burundi <328>	0,31%	1.600	1,25
Papua-Neuguinea <801>	0,3%	124.704	0,02
Indonesien <700>	0,2%	12.632	0,16
Guinea <260>	0,2%	23.505	0,09
Tansania <352>	0,2%	2.332	0,86
Sambia <378>	0,2%	8.543	0,23
Neukaledonien <809>	0,0%	2.501	0,80

Vereinigte Staaten <400>	0,0%	9.943	0,20
Kuba <448>	0,0%	3.402	0,59
GESAMT	100,0%		

2.2.1.2. Virtueller Wasserinhalt

Weltweit liegt der virtuelle Wasserinhalt pro Tonne Kaffee bei 17.373 m³. Die österreichischen Importe liegen dabei mit 13.687 m³ pro Tonne unter dem weltweiten Durchschnitt. Die größten Lieferländer Österreichs produzieren den Kaffee teilweise deutlich darunter. In Vietnam kann die Tonne Kaffee mit nur 4.999 m³ produziert werden, während die USA mit 4.864 sogar noch unter dem Wert für Vietnam liegt. Dennoch werden 15% des österreichischen Kaffees aus Ländern importiert, die einen höheren virtuellen Wasserbedarf haben als der Durchschnitt der Welt.

Tabelle 5: Virtueller Wasserinhalt in m³ pro Tonne und Effizienzkennzahl – Basis 17.373 m³ pro Tonne Kaffee;

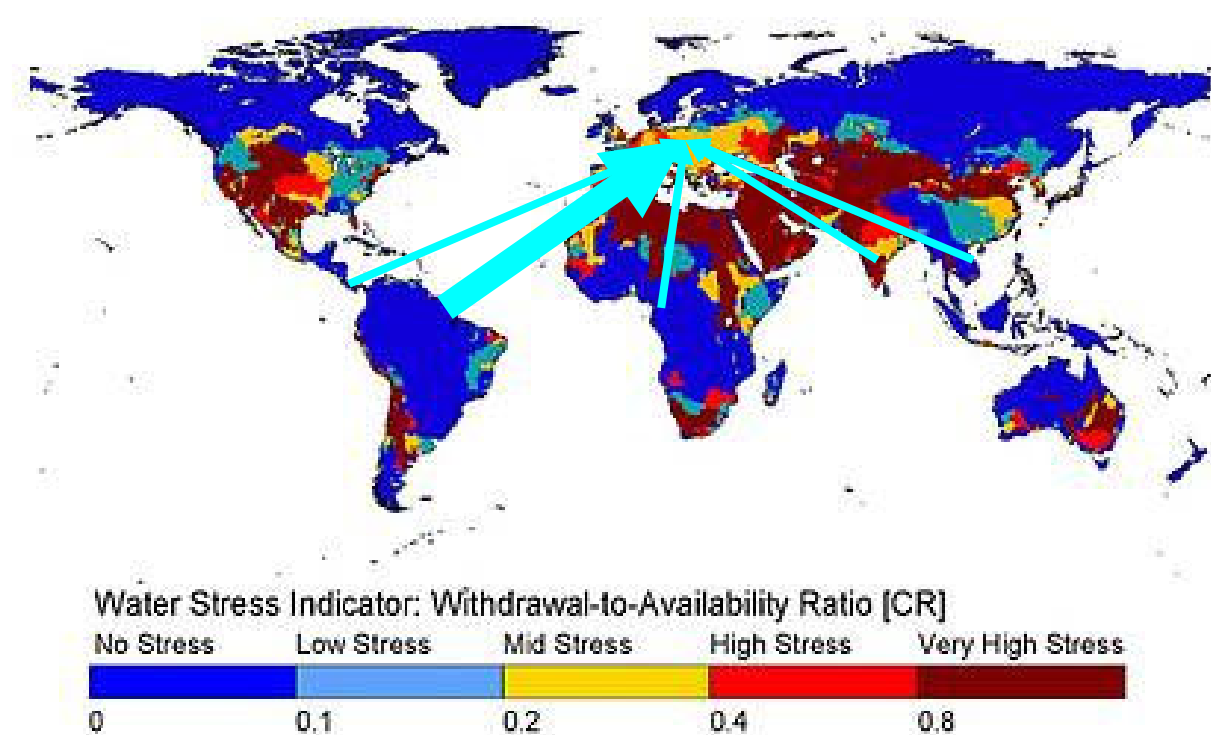
Quelle: Water Footprint, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Virtuelles Wasser/t	Effizienz-kennzahl	Virtuelles Wasser
Brasilien <508>	7.643,60	13.971,80	0,80	106.794.850
Vietnam <690>	5.529,30	4.996,70	0,29	27.628.253
Indien <664>	1.792,80	12.180,00	0,70	21.836.304
Honduras <424>	1.454,00	15.240,90	0,88	22.160.269
Kolumbien <480>	1.326,30	14.469,90	0,83	19.191.428
Costa Rica <436>	1.112,60	9.554,00	0,55	10.629.780
Nicaragua <432>	993,9	17884,5	1,03	17.775.405
Peru <504>	895,1	15185,4	0,87	13.592.452
Kamerun <302>	705,8	40545,3	2,33	28.616.873
Guatemala <416>	642,9	13065	0,75	8.399.489
El Salvador <428>	585,8	18475,9	1,06	10.823.182
Ecuador <500>	480,7	27661,4	1,59	13.296.835
Kenia <346>	383,8	35725,1	2,06	13.711.293
Äthiopien <334>	327,2	14903,6	0,86	4.876.458
Elfenbeinküste <272>	164,6	31873,8	1,83	5.246.427
Uganda <350>	153,5	20501,9	1,18	3.147.042
China <720>	151,1	13826,6	0,80	2.089.199
Bolivien <516>	139,8	12423,5	0,72	1.736.805
Mexiko <412>	80,5	28118,9	1,62	2.263.571
Burundi <328>	76,1	13466,7	0,78	1.024.816
Papua-Neuguinea <801>	63,4	12302,6	0,71	779.985
Indonesien <700>	60,9	17664,9	1,02	1.075.792
Guinea <260>	54,1	32812,8	1,89	1.775.172
Tansania <352>	41,4	29309,7	1,69	1.213.422
Sambia <378>	38,4	13826,6	0,80	530.941
Neukaledonien <809>	8,5	79898,5	4,60	679.137
Vereinigte Staaten <400>	2	4864	0,28	9.728
Kuba <448>	0,2	55765	3,21	11.153
	24.908,30	13.686,8		340.916.063

Über den Kaffeeimport werden jährlich 0,34 km³ an virtuellem Wasser nach Österreich importiert. Bei einem angenommenen jährlichen Wasserbedarf (für Duschen, Waschmaschine, Kochen, Garten etc.) von 1.700 m³ pro Person und Jahr (siehe <http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator#result>) entspricht die importierte virtuelle Wassermenge dem jährlichen Wasserabdruck von 200.000 Menschen.

Aus Brasilien werden über den Kaffeeimport mehr als 100 Mio. Kubikmeter an virtuellem Wasser nach Österreich importiert (großer Pfeil in der nachfolgenden Grafik), aus Kamerun und Vietnam je fast 30 Mio. Kamerun exportiert aufgrund seines ineffizienten Anbaus überdurchschnittlich viel Wasser pro Tonne, was den Schluß zulässt, dass das integrierte Wassermanagement in Kamerun deutliche Mängel aufweist

Abbildung 1: Wasserstress, Quelle: Stockholm International Water Institute – SIWI, ExAqua



2.2.1.3. Einsparungspotential

Kenia ist das einzige Land, das bei beiden Kennzahlen einen Wert über 1 ausweist. Das heißt, in Kenia ist die Wassersituation recht prekär und der Anbau von Kaffee unterdurchschnittlich effizient. 16 von 28 Ländern weisen entweder Wasserstress auf oder produzieren den Kaffee unterdurchschnittlich effizient. Dies betrifft fast 25% der Kaffeeimporte oder 5.887 Tonnen.

Tabelle 6: Kennzahlen Wasserstress, virtuelle Wassereffizienz bei österreichischen Kaffeeimporten; Quelle: ExAqua

Land	Wasserstress Kennzahl	Effizienz-kennzahl
Brasilien <508>	0,05	0,80
Vietnam <690>	0,19	0,29
Indien <664>	1,23	0,70
Honduras <424>	0,15	0,88
Kolumbien <480>	0,04	0,83
Costa Rica <436>	0,08	0,55
Nicaragua <432>	0,06	1,03
Peru <504>	0,03	0,87
Kamerun <302>	0,13	2,33
Guatemala <416>	0,24	0,75
El Salvador <428>	0,48	1,06
Ecuador <500>	0,06	1,59
Kenia <346>	2,46	2,06
Äthiopien <334>	1,29	0,86
Elfenbeinküste <272>	0,50	1,83
Uganda <350>	0,94	1,18
China <720>	0,93	0,80
Bolivien <516>	0,47	0,72
Mexiko <412>	0,03	1,62
Burundi <328>	1,25	0,78
Papua-Neuguinea <801>	0,02	0,71
Indonesien <700>	0,16	1,02
Guinea <260>	0,09	1,89
Tansania <352>	0,86	1,69
Sambia <378>	0,23	0,80
Neukaledonien <809>	0,80	4,60
Vereinigte Staaten <400>	0,20	0,28
Kuba <448>	0,59	3,21

Ein auf der Inputseite Ressourcen optimierter Import würde diese 25% des Imports durch eine Erhöhung des Imports von effizient produzierenden Ländern mit ausreichenden erneuerbaren Wasserressourcen substituieren. Optionen dafür wären zunächst Vietnam und die USA. Beide Länder produzieren sehr effizient (USA: 4.864 m³ / Tonne, Vietnam: 4.997 m³ / Tonne) und verfügen zudem über ausreichende Wasserressourcen (USA: 10.949 m³ pro Kopf und Jahr; Vietnam: 11.422 m³ pro Kopf und Jahr). Durch die Substitution der Importe aus ineffizienten Ländern oder aus Ländern mit Wasserstress würden die Importmengen wie folgt aufgeteilt:

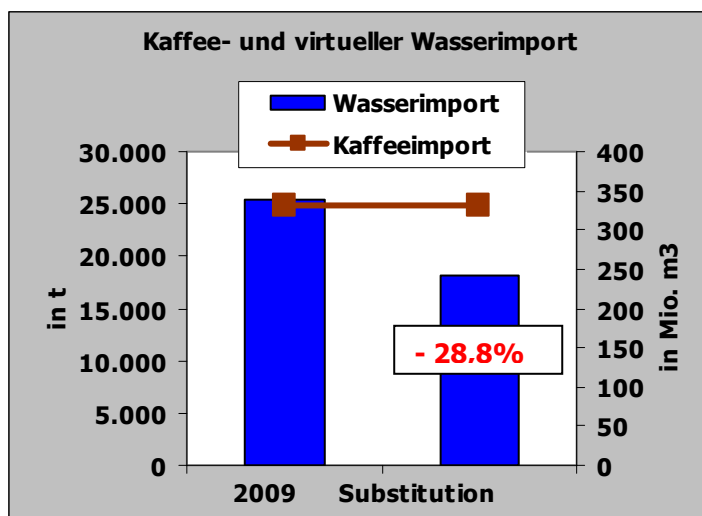
Tabelle 7: Kaffeeimporte nach Österreich nach Substitution von Importen aus Ländern mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion; Quelle: Statistik Austria, Water Footprint, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Virtuelles Wasser je T	Virtuelles Wasser Gesamt
Brasilien <508>	7.643,6	13.971,8	106.794.791,6
Vietnam <690>	8.484,2	4.996,7	42.392.795,1
Indien <664>	0,0	12.180,0	0,0

Honduras <424>	1.454,0	15.240,9	22.160.242,4
Kolumbien <480>	1.326,3	14.469,9	19.191.457,1
Costa Rica <436>	1.112,6	9.554,0	10.629.832,1
Nicaragua <432>	0,0	17.884,5	0,0
Peru <504>	895,1	15.185,4	13.592.449,6
Kamerun <302>	0,0	40.545,3	0,0
Guatemala <416>	642,9	13.065,0	8.399.474,8
El Salvador <428>	0,0	18.475,9	0,0
Ecuador <500>	0,0	27.661,4	0,0
Kenia <346>	0,0	35.725,1	0,0
Äthiopien <334>	0,0	14.903,6	0,0
Elfenbeinküste <272>	0,0	31.873,8	0,0
Uganda <350>	0,0	20.501,9	0,0
China <720>	151,1	13.826,6	2.089.196,0
Bolivien <516>	139,8	12.423,5	1.736.807,0
Mexiko <412>	0,0	28.118,9	0,0
Burundi <328>	0,0	13.466,7	0,0
Papua-Neuguinea <801>	63,4	12.302,6	779.984,5
Indonesien <700>	0,0	17.664,9	0,0
Guinea <260>	0,0	32.812,8	0,0
Tansania <352>	0,0	29.309,7	0,0
Sambia <378>	38,4	13.826,6	530.940,6
Neukaledonien <809>	0,0	79.898,5	0,0
Vereinigte Staaten <400>	2.956,9	4.864,0	14.382.361,6
Kuba <448>	0,0	55.765,0	0,0
GESAMT	24.908,3		242.680.332,5

Würden die Importmengen dagegen von Vietnam und den USA geliefert werden, dann würden bei gleicher Menge an Kaffee 28,8% oder 98,2 Mio. Kubikmeter weniger Wasser in seiner virtuellen Form nach Österreich importiert werden. Dies würde der virtuellen Wassermenge für 57.785 Einwohner in Österreich entsprechen.

Abbildung 2: Virtuelle Wasserersparnis durch Substitution von Importen aus Länder mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion, Quelle: ExAqua



Dieses Einsparungspotential geht zu Lasten der Diversifikation. Durch die Substituierung der ineffizient produzierenden Länder verringert sich einerseits die Zahl der Lieferländer von 28 auf 12, andererseits steigt der Anteil der drei größten Importländer von 60% im Jahre 2009 auf 76% nach der Substitution. Durch die Substitution würde der durchschnittliche Importpreis um 3,22% von € 1,899 auf € 1,838 fallen.

2.2.2. Orangen

2.2.2.1. Wasserressourcen

Der Import von Orangen wird von europäischen Lieferländern dominiert. Lediglich Südafrika ist mit einem Importanteil von 5% unter den Top 5 zu finden. Spanien, Italien und Griechenland zusammen decken beinahe 90% des österreichischen Importbedarfs.

Tabelle 8: erneuerbare Wasserressourcen in m³ pro Kopf und pro Jahr und Wasserstresskennzahl – Basis 2000 m³ pro Kopf und pro Jahr; Quelle: FAO, ExAqua

Land	Importanteil	Erneuerbare Wasserres.	Wasserstress Kennzahl
Spanien <011>	45,15%	2.531	0,79
Italien <005>	26,34%	3.226	0,62
Griechenland <009>	18,24%	6.682	0,30
Südafrika <388>	5,17%	1.017	1,97
Zypern <600>	1,77%	913	2,19
Türkei <052>	1,11%	2.926	0,68
Israel <624>	0,99%	257	7,78
Ägypten <220>	0,40%	715	2,80
Marokko <204>	0,28%	929	2,15
Argentinien <528>	0,24%	20.613	0,10
Uruguay <524>	0,14%	41.629	0,05
Brasilien <508>	0,05%	20.613	0,10
Tunesien <212>	0,05%	456	4,39
Chile <512>	0,02%	55.422	0,04
Kroatien <092>	0,01%	23.820	0,08
China <720>	0,01%	2.125	0,94
Kuba <448>	0,01%	3.402	0,59

6 von 17 Importländern sind mit Wasserstress konfrontiert, fünf davon (Israel, Tunesien, Marokko, Zypern und Ägypten) sogar mit erheblichem Wasserstress. Auch das sechste Land Südafrika liegt nur knapp über dem Niveau eines erheblichen Wasserstress (1.000 m³). Der Anteil der Importe aus diesen Ländern ist jedoch beschränkt und macht lediglich 8,6% aller Importe aus.

2.2.2.2. Virtueller Wasserinhalt

Weltweit liegt der virtuelle Wasserinhalt pro Tonne Orangen bei 457 m³. Die österreichischen Importe liegen mit 344 m³ pro Tonne unter dem weltweiten Durchschnitt. Die drei größten Lieferländer

Österreichs produzieren Orangen um bis zu 38% unter dem weltweiten Wasserdurchschnitt. Die österreichischen Importe werden fast zu 90% von diesen drei Ländern gedeckt.

Tabelle 9: Virtueller Wasserinhalt in m3 pro Tonne und Effizienzkennzahl – Basis 457 m3 pro Tonne Orangen;

Quelle: Water Footprint, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Virtuelles Wasser	Effizienz-kennzahl	Virtuelles Wasser
Spanien <011>	11.870,7	278,7	0,61	3.308.364
Italien <005>	6.925,9	293,0	0,64	2.029.289
Griechenland <009>	4.796,3	359,2	0,79	1.722.831
Südafrika <388>	1.358,4	602,1	1,32	817.893
Zypern <600>	465,3	450,9	0,99	209.804
Türkei <052>	291,9	380,1	0,83	110.951
Israel <624>	261,1	272,0	0,60	71.019
Ägypten <220>	106,1	697,0	1,53	73.952
Marokko <204>	74,7	980,0	2,14	73.206
Argentinien <528>	62,3	626,1	1,37	39.006
Uruguay <524>	37,7	435,5	0,95	16.418
Brasilien <508>	12,6	811,6	1,78	10.226
Tunesien <212>	12,4	532,7	1,17	6.605
Chile <512>	6,2	341,7	0,75	2.119
Kroatien <092>	3,9	361,8	0,79	1.411
China <720>	3,2	296,0	0,65	947
Kuba <448>	1,8	438,6	0,96	789
Durchschnitt	26.290,5	343,7		8.494.830,5

Sechs von 17 Ländern produzieren die Orangen mit einem überdurchschnittlich hohen virtuellen Wasserbedarf. Das entspricht aber lediglich 6,19% der Gesamtmenge. Somit werden fast 94% der österreichischen Importe effizient hergestellt.

Über den Orangenimport werden jährlich 0,008 km³ an virtuellem Wasser nach Österreich importiert. Bei einem angenommenen jährlichen Wasserbedarf (für Duschen, Waschmaschine, Kochen, Garten etc.) von 1.700 m³ pro Person und Jahr (siehe

<http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator#result>) entspricht die importierte virtuelle Wassermenge dem jährlichen Wasserabdruck von ca. 5.000 Menschen.

Aus Spanien werden über den Orangenimport mehr als 3 Mio. Kubikmeter an virtuellem Wasser nach Österreich importiert (großer Pfeil in der nachfolgenden Grafik), aus Italien 2 Mio. und aus Griechenland 1,7 Mio. Auch wenn bei allen drei Staaten auf nationaler Ebene quantitativ noch kein Wasserstress gegeben ist, sind diese Staaten auf regionaler Ebene mit teilweise erheblichen Wasserproblemen, das heißt Wasserstress, konfrontiert.

Abbildung 3: Wasserströme, Quelle: ExAqua



2.2.2.3. Einsparungspotential

Neben den nordafrikanischen Ländern Marokko, Ägypten und Tunesien weist auch Südafrika bei beiden Kriterien kritische Werte auf. Die Importe von insgesamt acht Ländern sind zumindest in einer der beiden Kategorien bedenklich. Das entspricht einem Anteil von fast 9% der gesamten Importe. Wie bereits erwähnt ist jedoch auch die Situation in einigen anderen Ländern prekär, obgleich man auf nationaler Ebene noch nicht von Wasserstress sprechen kann.

Tabelle 10: Kennzahlen Wasserstress, virtuelle Wassereffizienz bei österreichischen Orangenimporten; Quelle: ExAqua

Land	Wasserstress Kennzahl	Effizienz Kennzahl
Spanien <011>	0,79	0,61
Italien <005>	0,62	0,64
Griechenland <009>	0,30	0,79
Südafrika <388>	1,97	1,32
Zypern <600>	2,19	0,99
Türkei <052>	0,68	0,83
Israel <624>	7,78	0,60
Ägypten <220>	2,80	1,53
Marokko <204>	2,15	2,14
Argentinien <528>	0,10	1,37

Uruguay <524>	0,05	0,95
Brasilien <508>	0,10	1,78
Tunesien <212>	4,39	1,17
Chile <512>	0,04	0,75
Kroatien <092>	0,08	0,79
China <720>	0,94	0,65
Kuba <448>	0,59	0,96

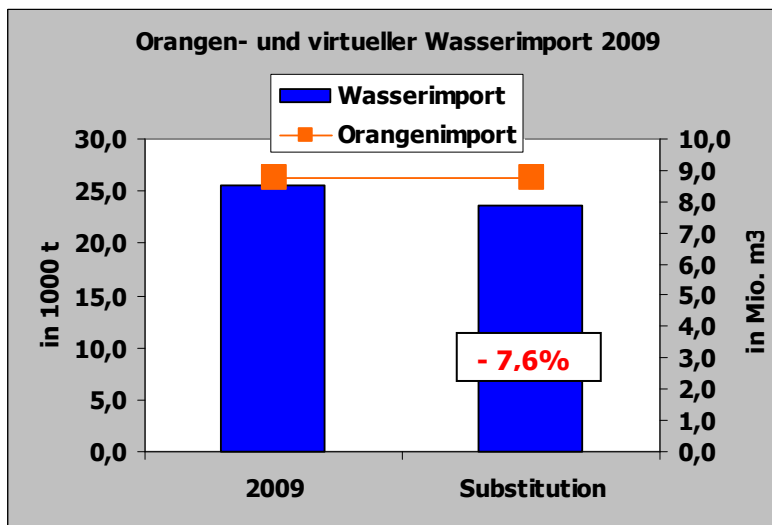
Ein auf der Inputseite Ressourcen optimierter Import würde diese 9% des Imports durch eine Erhöhung des Imports von effizient produzierenden Ländern mit ausreichenden erneuerbaren Wasserressourcen substituieren. Die Importe aus acht Ländern (Südafrika, Zypern, Israel, Ägypten, Marokko, Argentinien, Brasilien und Uruguay) könnten durch zusätzliche Importe aus Spanien ersetzt werden. Durch die Substitution der Importe aus ineffizienten Ländern oder aus Ländern mit Wasserstress würden die Importmengen wie folgt aufgeteilt:

Tabelle 11: Orangenimporte nach Österreich nach Substitution von Importen aus Ländern mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion; Quelle: Statistik Austria, Water Footprint, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Virtuelles Wasser je t	Virtuelles Wasser Gesamt
Spanien <011>	14.223,6	278,7	3.964.815,1
Italien <005>	6.925,9	293,0	2.029.321,0
Griechenland <009>	4.796,3	359,2	1.722.987,6
Südafrika <388>	0,0	602,1	0,0
Zypern <600>	0,0	450,9	0,0
Türkei <052>	291,9	380,1	110.953,3
Israel <624>	0,0	272,0	0,0
Ägypten <220>	0,0	697,0	0,0
Marokko <204>	0,0	980,0	0,0
Argentinien <528>	0,0	626,1	0,0
Uruguay <524>	37,7	435,5	16.419,2
Brasilien <508>	0,0	811,6	0,0
Tunesien <212>	0,0	532,7	0,0
Chile <512>	6,2	341,7	2.118,6
Kroatien <092>	3,9	361,8	1.410,9
China <720>	3,2	296,0	947,4
Kuba <448>	1,8	438,6	789,4
GESAMT	26.290,5		7.849.762,5

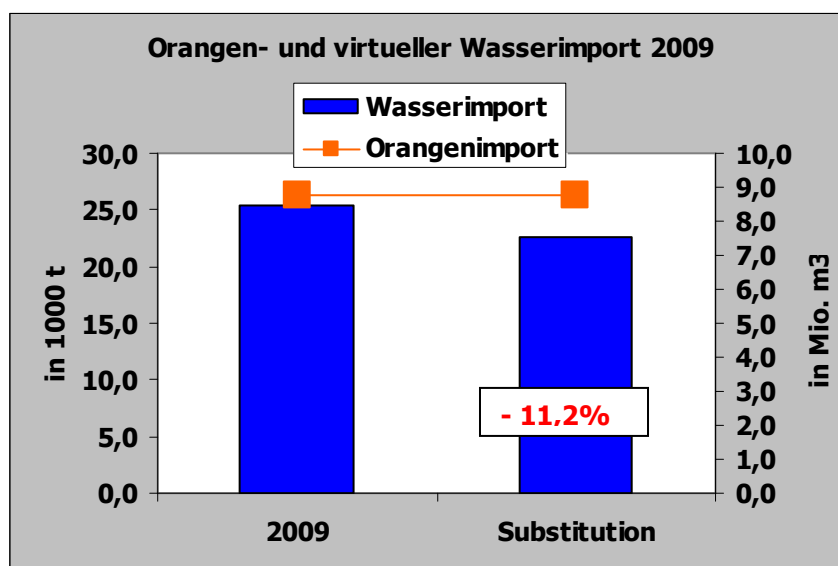
Diese Verlagerungen der Importe würden zu einer Verringerung des virtuellen Wasserimports von ca. 750.000 m³ oder um 7,6% führen. Das entspricht der virtuellen Wassermenge für 380 Menschen in Österreich.

Abbildung 4: Virtuelle Wasserersparnis durch Substitution von Importen aus Länder mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion, Quelle: ExAqua



Die USA benötigen für die Produktion von Orangen mit 149 m³ pro Tonne den geringsten Wasseranteil und sind nach Brasilien der zweitgrößte Orangenproduzent weltweit. Zudem ist die USA auf nationaler Ebene mit keinem Wasserstress konfrontiert. Würden also die Importe aus Ländern mit Wasserstress oder mit ineffizienter Produktion durch Importe aus den USA ersetzt werden, würde der virtuelle Wasserimport auf 7,5 Mio. m³ oder um 11,2% sinken.

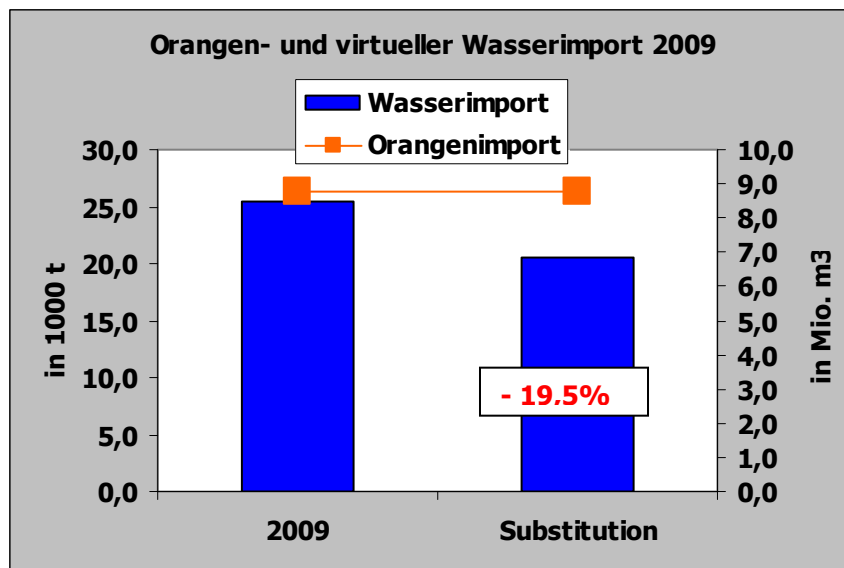
Abbildung 5: Virtuelle Wasserersparnis durch Substitution von Importen aus Ländern mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion durch Importe aus USA, Quelle: ExAqua



Wie bereits erwähnt, haben die derzeitigen Top 3 Lieferländer regionale Wasserprobleme. Würden nun zusätzlich zu den bereits angenommenen Substitutionen 20% der Importe aus Spanien, Italien und Griechenland durch Importe aus den USA ersetzt werden, dann würde der Wasserimport um fast

20% auf 6,8 Mio. m3 fallen. Durch die veränderten Importe würde sich der durchschnittliche Gesamtpreis um 1,46% von € 691 pro Tonne auf € 701 verteuern.

Abbildung 6: Virtuelle Wasserersparnis durch Substitution von Importen aus Ländern mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion und 20% der Importe der Top3 durch Importe aus den USA, Quelle: ExAqua



2.2.3. Weizen

2.2.3.1. Wasserressourcen

Auch Weizen wird, wie im Falle von Orangen, vornehmlich aus europäischen Ländern importiert. Lediglich Kanada liefert knapp über 100 Mio. Tonnen, was aber nur einem Anteil von 0,02% der Importe entspricht. Aus den neuen EU-Ländern Ungarn, Slowakei und Tschechische Republik importiert Österreich 87% aller Weizenimporte.

Tabelle 12: erneuerbare Wasserressourcen in m3 pro Kopf und pro Jahr; Quelle: FAO

Land	Importanteil in %	Erneuerbare Wasserres.	Wasserstress Kennzahl
Ungarn <064>	35,54%	10.367,0	0,19
Slowakei <063>	31,20%	9.288,0	0,22
Tschechische Republik <061>	20,56%	1.281,0	1,56
Deutschland <004>	9,93%	1.870,0	1,07
Rumänien <066>	1,46%	9.879,0	0,20
Italien <005>	0,83%	3.226,0	0,62
Belgien <017>	0,15%	1.738,0	1,15
Bulgarien <068>	0,07%	2.788,0	0,72
Slowenien <091>	0,06%	15.856,0	0,13
Frankreich <001>	0,05%	3.301,0	0,61
Schweiz <039>	0,04%	7.121,0	0,28
Serbien (ab 01.06.2005) <098>	0,03%	19.604,2	0,10

Litauen <055>	0,02%	15.624,0	0,13
Kanada <404>	0,02%	88.086,0	0,02
Polen <060>	0,01%	1.615,0	1,24
Niederlande <003>	0,01%	5.529,0	0,36
Ukraine <072>	0,00%	3.016,0	0,66
Kroatien <092>	0,00%	23.820,0	0,08
Chile <512>	0,00%	55.422,0	0,04

Nur vier von 19 Importländern sind mit Wasserstress konfrontiert. Neben dem drittgrößten Lieferland Tschechien handelt es sich dabei um Deutschland, Polen und Belgien. Diese drei Länder verfügen über weniger als 2.000 m3 pro Kopf an jährlich erneuerbaren Wasserressourcen.

2.2.3.2. Virtueller Wasserinhalt

Weltweit liegt der virtuelle Wasserinhalt pro Tonne Weizen bei 1.334 m3. In Österreich selbst wird Weizen mit einem virtuellen Wasserinhalt von 981 m3 pro Tonne erzeugt. Der durchschnittliche virtuelle Wasserinhalt je Tonne Importweizen beträgt 696 m3. Dieser Wert liegt fast 50% unter dem weltweiten Durchschnitt (-47,8%). Durch diesen Wasserimport bei Weizen wird pro Jahr eine Menge von 141,5 Mio. m3 an virtuellem Wasser gespart. Das heißt, dass Österreich 141,5 Mio. m3 mehr Wasser aufwenden müsste, um die gleiche Menge herzustellen, die importiert wird,.

Tabelle 13: Virtueller Wasserinhalt in m3 pro Tonne und gesamt; Effizienzkennzahl – Basis 1.334 m3 pro Tonne Weizen; Quelle: Water Footprint, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Virtuelles Wasser / t	Effizienz-kennzahl	Virtuelles Wasser
Ungarn <064>	176.550,9	556,3	0,42	98.215.266
Slowakei <063>	154.969,1	465,0	0,35	72.060.632
Tschechische Republik <061>	102.123,6	1.180,2	0,88	120.526.273
Deutschland <004>	49.345,7	757,2	0,57	37.364.564
Rumänien <066>	7.255,6	758,5	0,57	5.503.373
Italien <005>	4.132,1	2.420,8	1,81	10.002.988
Belgien <017>	762,9	1.167,5	0,88	890.686
Bulgarien <068>	347,2	818,7	0,61	284.253
Slowenien <091>	316,0	499,0	0,37	157.684
Frankreich <001>	245,9	894,7	0,67	220.007
Schweiz <039>	178,9	748,1	0,56	133.835
Serbien (ab 01.06.2005) <098>	150,0	687,1	0,52	103.065
Litauen <055>	120,4	586,4	0,44	70.603
Kanada <404>	108,3	1.491,1	1,12	161.486
Polen <060>	59,3	503,1	0,38	29.834
Niederlande <003>	58,9	619,0	0,46	36.459
Ukraine <072>	20,0	720,2	0,54	14.404
Kroatien <092>	0,2	1.669,4	1,25	334
Chile <512>	0,1	1.441,5	1,08	144
				345.775.887

Über den Weizenimport werden jährlich 0,345 km³ an virtuellem Wasser nach Österreich importiert. Bei einem angenommenen jährlichen Wasserbedarf (für Duschen, Waschmaschine, Kochen, Garten etc.) von 1.700 m³ pro Person und Jahr (siehe

Obwohl Tschechien beim österreichischen Weizenimport nur an dritter Stelle steht, stammt der größte Wasserimport aus Tschechien (120 Mio. m³), obwohl Tschechien unter Wasserstress leidet. Italien transferiert über den Weizenexport knapp 100 Mio. m³ nach Österreich, die Slowakei mehr als 70 Mio.

A map of Europe and its surrounding regions, color-coded by country. A red arrow points to the Czech Republic. The map includes labels for countries like Sweden, Finland, Norway, Denmark, Germany, France, Italy, Spain, Portugal, Greece, Turkey, and others. It also shows major islands like Greenland, Iceland, and the British Isles.

2.2.3.3. Einsparungspotential

Acht der 19 Importländer weisen entweder Wasserstress auf oder produzieren Weizen wasserineffizient. Diese acht Länder besitzen einen Importanteil von fast einem Drittel (31,2%). Das Substitutionspotential und somit auch das Einsparungspotential sind demnach hoch.

Tabelle 14: Kennzahlen Wasserstress, virtuelle Wassereffizienz bei österreichischen Orangenimporten; Quelle: ExAqua

Land	Wasserstress Kennzahl	Effizienz Kennzahl
Ungarn <064>	0,19	0,42
Slowakei <063>	0,22	0,35
Tschechische Republik <061>	1,56	0,88
Deutschland <004>	1,07	0,57
Rumänien <066>	0,20	0,57
Italien <005>	0,62	1,81
Belgien <017>	1,15	0,88
Bulgarien <068>	0,72	0,61
Slowenien <091>	0,13	0,37
Frankreich <001>	0,61	0,67
Schweiz <039>	0,28	0,56
Serbien (ab 01.06.2005)	0,10	0,52
<098>		
Litauen <055>	0,13	0,44
Kanada <404>	0,02	1,12
Polen <060>	1,24	0,38
Niederlande <003>	0,36	0,46
Ukraine <072>	0,66	0,54
Kroatien <092>	0,08	1,25
Chile <512>	0,04	1,08

Ein auf der Inputseite Ressourcen weitgehend optimierter Import würde die 31% des Imports durch eine Erhöhung des Imports von effizient produzierenden Ländern mit ausreichenden erneuerbaren Wasserressourcen substituieren. Die Importe aus acht Ländern (Tschechien, Deutschland, Italien, Belgien, Kanada, Polen, Kroatien und Chile) würden durch zusätzliche Importe aus Ungarn (50% des zu substituierenden Volumens), der Slowakei und Rumänien (je 25%) ersetzt werden. Diese zusätzlichen Importe könnten von den Ländern bereits gestellt werden. Ein höherer Anteil der Slowakei ist trotz der höchsten Effizienz aufgrund der limitierten Anbaumengen nicht möglich. Durch die Substitution der Importe aus ineffizienten Ländern oder aus Ländern mit Wasserstress würden die Importmengen wie folgt aufgeteilt:

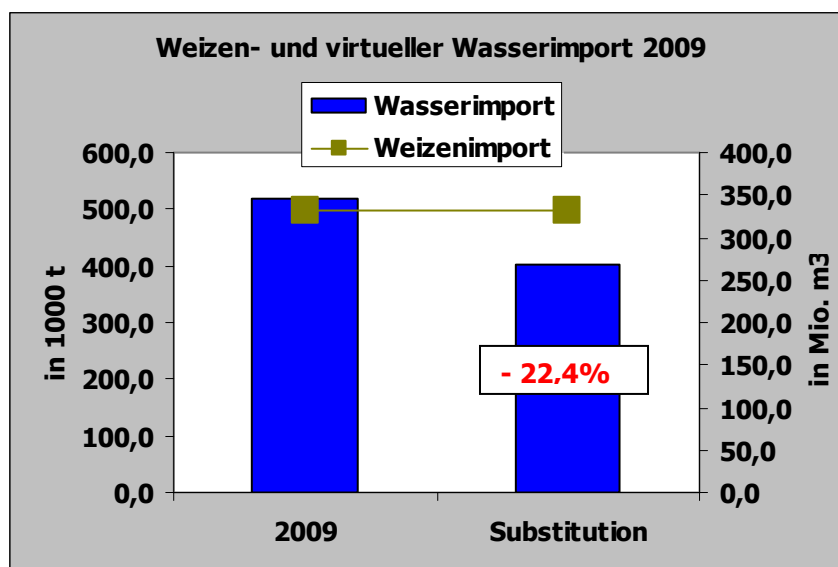
Tabelle 15: Weizenimporte nach Österreich nach Substitution von Importen aus Ländern mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion; Quelle: Statistik Austria, Water Footprint, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Virtuelles Wasser je t	Virtuelles Wasser Gesamt
Ungarn <064>	254.817,0	556,3	141.750.294,5
Slowakei <063>	194.102,2	465,0	90.259.416,0
Tschechische Republik <061>	0,0	1.180,2	0,0
Deutschland <004>	0,0	757,2	0,0

Rumänien <066>	46.388,7	758,5	35.186.233,1
Italien <005>	0,0	2.420,8	0,0
Belgien <017>	0,0	1.167,5	0,0
Bulgarien <068>	347,2	818,7	284.243,6
Slowenien <091>	316,0	499,0	157.669,3
Frankreich <001>	245,9	894,7	220.010,7
Schweiz <039>	178,9	748,1	133.838,1
Serbien (ab 01.06.2005)	150,0	687,1	103.061,5
<098>			
Litauen <055>	120,4	586,4	70.606,4
Kanada <404>	0,0	1.491,1	0,0
Polen <060>	0,0	503,1	0,0
Niederlande <003>	58,9	619,0	36.457,8
Ukraine <072>	20,0	720,2	14.404,2
Kroatien <092>	0,0	1.669,4	0,0
Chile <512>	0,0	1.441,5	0,0
GESAMT	496.745,1		268.216.235,1

Diese Verlagerungen der Importe würden zu einer Verringerung des virtuellen Wasserimports von ca. 77 Mio. m³ oder um 22,4% führen. Das entspricht der virtuellen Wassermenge für 45.500 Menschen in Österreich. Der durchschnittliche Importpreis würde um 4,77% von € 135 auf € 129 fallen.

Abbildung 8: Virtuelle Wasserersparnis durch Substitution von Importen aus Ländern mit Wasserstress oder ineffizienter Produktion, Quelle: ExAqua



3. Nationale Auswirkungen der Substitution

Eine Optimierung der Importe nach Wasserkriterien hat natürlich Auswirkungen auf die Exportländer. Durch die Substitution verlieren einige Länder bisherige Märkte. Dies wirkt sich nicht nur auf das Importland aus (Effizienzsteigerungen der Importe im ökologischen Bereich), sondern kann teilweise auch erhebliche Effekte auf das Exportland haben. Das Modell untersucht in einem zweiten Schritt die theoretisch empfohlenen Substituierungen im Exportland und zeigt Möglichkeiten auf, wie etwaige Auswirkungen kompensiert werden können. Nachfolgend wird am Beispiel von Äthiopien, Kenia und Israel die Auswirkungen und Lösungsmöglichkeiten dargestellt.

3.1. Äthiopien

Äthiopien ist ein Land, das bekanntlich mit Wasserknappheit konfrontiert ist. Aus diesem Grund sind wasserintensive Anbaukulturen und Kulturen mit einem großen Wasserfußabdruck nicht empfehlenswert. Kaffee ist eine wasserintensive Kultur und sein Ertrag pro Kubikmeter Wasserfußabdruck deshalb gering. In einem ersten Modellschritt wird diese Anbaukultur in Äthiopien als bedenklich eingestuft und deshalb empfohlen, die Importe aus Äthiopien durch andere zu ersetzen. Diese Empfehlung basiert auf den Kriterien des Wasserfußabdrucks eines Produkts und der Wasserverfügbarkeit. Viele Entwicklungsländer sind einerseits mit Wasserstress konfrontiert, andererseits ist die Landwirtschaft sehr häufig der größte Arbeitgeber und leistet einen wesentlichen Beitrag zum Bruttosozialprodukt. Veränderungen in diesem Bereich haben deshalb erhebliche wirtschaftliche und soziale Auswirkungen.

In einem zweiten Modellschritt werden alternative Anbaumethoden im jeweiligen Exportland generiert. Auch diese Analysen basieren auf Umweltkriterien wie Wasserfußabdruck und klimatische Rahmenbedingungen, und berücksichtigt natürlich den Status Quo. Äthiopien produziert einen qualitativ hochwertigen Kaffee und diesen sogar mit einem geringeren virtuellen Wasserinhalt als im Weltdurchschnitt. Zudem ist Kaffee gesellschaftlich tief verwurzelt, so dass eine Substitution des Kaffeeanbaus kaum möglich ist. Eine Steigerung der Effizienz ist deshalb wohl eine empfehlenswerte Möglichkeit, nicht aber die Substitution dieses Produkts.

Andere exportierte Produkte könnten und sollten hingegen zumindest nicht für den Export produziert werden, sondern durch andere Exportprodukte ersetzt werden. Zum Beispiel werden Mais und Weizen sehr wasserineffizient produziert und weisen außerdem einen unterdurchschnittlichen³ Ertrag auf. Getreidesorten haben generell eine geringe Wasserproduktivität (Ertrag pro Kubikmeter Wasser), die noch niedriger wird, wenn Wasser ineffizient produziert werden muss. Der Anbau von Getreidesorten ist vor allem aus Gründen der Ernährungssicherheit wichtig. In diesem Falle sollte der Fokus eher auf Sorghum⁴ als auf Weizen gelegt werden. Äthiopien würde über einige recht gute alternative Möglichkeiten verfügen. Sesam ist besonders bekannt für seine gute Qualität, Chili und Pfeffersorten

³ In Äthiopien werden 1,51 Tonnen Weizen pro Hektar und 1,97 Tonnen Mais erwirtschaftet, im weltweiten Durchschnitt hingegen 2,85 Tonnen bzw. 4,97 Tonnen (Quelle: FAO).

⁴ Mohrenhirse (Sorghum bicolor) ist das wichtigste Brotgetreide in Afrika.

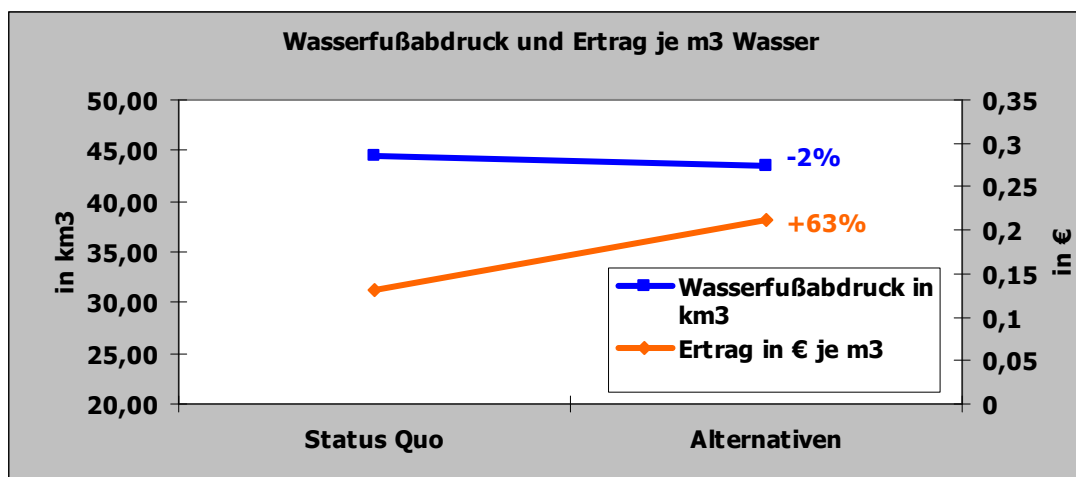
finden relativ gute Voraussetzungen. Bei beiden Produkten, ebenso wie bei Kaffee, wären noch erhebliche Verbesserungsmöglichkeiten beim Produktionsmanagement (u.a. Bewässerung, Maschineneinsatz) gegeben.

Tabelle 16: Äthiopische Exporte von landwirtschaftlichen Produkten; Quelle: FAO, ExAqua

Exportprodukt	Menge in Tonnen	in €	Water Footprint Kenia	globaler Durchschnitt	Ertrag pro m ³ in Äthiopien
Wurzelgemüse	4.950.000	450.823.529	425	416	0,2143
Milch	1.250.000	350.414.902	1.529	1.023	0,1833
Mais	3.336.795	297.345.098	2.312	909	0,0385
Chili, Pfeffer	115.000	267.897.255	8.007	4.921	0,2909
Cereals	2.404.674	262.660.392	3.304	3.261	0,0331
Weizen	2.219.095	259.276.863	2.927	1.334	0,0399
Kaffee	325.800	208.910.588	14.903	17.373	0,0430
Sorghum	2.173.599	205.031.373	2.753	2.853	0,0343
Sesam	149.388	102.766.275	6.597	8.888	0,1043
Bohnenarten	576.156	100.194.510	3.256	2.050	0,0534
Gerste	1.270.680	91.417.255	3.586	1.388	0,0201
Nüsse	76.000	84.754.510	11.510	7.692	0,0969
Kichererbsen	253.871	77.505.098	2.450	3.230	0,1246
Bohnen, trocken	222.700	72.279.216	4.116	4.253	0,0789
Gemüse	450.000	66.229.020	1.794	273	0,0820
Kartoffel	525.657	54.918.431	675	255	0,1548
Hirse	397.002	52.024.314	3.037	4.596	0,0431

Aber auch andere Produkte, die derzeit kaum oder gar nicht produziert werden, könnten in Äthiopien sehr gut angebaut werden. Neben Zitrusfrüchten bieten sich dabei Ananas, Vanille und Datteln an. Zuckerrohr wäre eine weitere Kultur, die in Äthiopien effizient produziert werden könnte und die insbesondere vor dem Hintergrund der Erschließung erneuerbarer Energiequellen Zukunft besitzt. Würde die Anbaustrategie in Richtung der Alternativen geändert werden, dann könnte bei einem geringeren Wasserfußabdruck (-2%) eine Produktionssteigerung von bis zu 50% erreicht werden. Damit würde sich der Ertrag pro Kubikmeter Wasserfußabdruck von derzeit € 0,13 (je m³) auf € 0,21 erhöhen.

Abbildung 9: Virtuelle Wasserersparnis und Steigerung des Ertrags je Kubikmeter Wasser durch Substitution von ineffizienten Produkten durch effiziente Produkte in Äthiopien, Quelle: ExAqua



3.2. Kenia

Die Wassersituation in Kenia ist im Vergleich zu Äthiopien wesentlich angespannter. Kaffee mit einem intensiven Wasserfußabdruck spielt zwar nicht eine so zentrale Rolle wie in Äthiopien, gehört aber auch in Kenia zu den wichtigsten Exportgütern. Die Produktion ist jedoch sehr wasserineffizient und besitzt damit eine sehr geringe Wasserproduktivität. Obgleich die Wasserproduktivität nicht das einzige Kriterium sein kann, sollte jedoch in wasserarmen Ländern auf einen akzeptablen Wasseroutput geachtet werden. Wenn nur wenig Wasser vorhanden ist, sollte zumindest dieses ökonomisch sinnvoll eingesetzt werden. In Kenia ist das bei Kaffee allerdings nicht der Fall. Es wird bei Kaffee nur € 0,0179 pro Kubikmeter Wasser erwirtschaftet (Äthiopien: € 0,0430). Andere Exportprodukte wie Mais und Weizen weisen ebenfalls eine geringe Wasserproduktion auf.

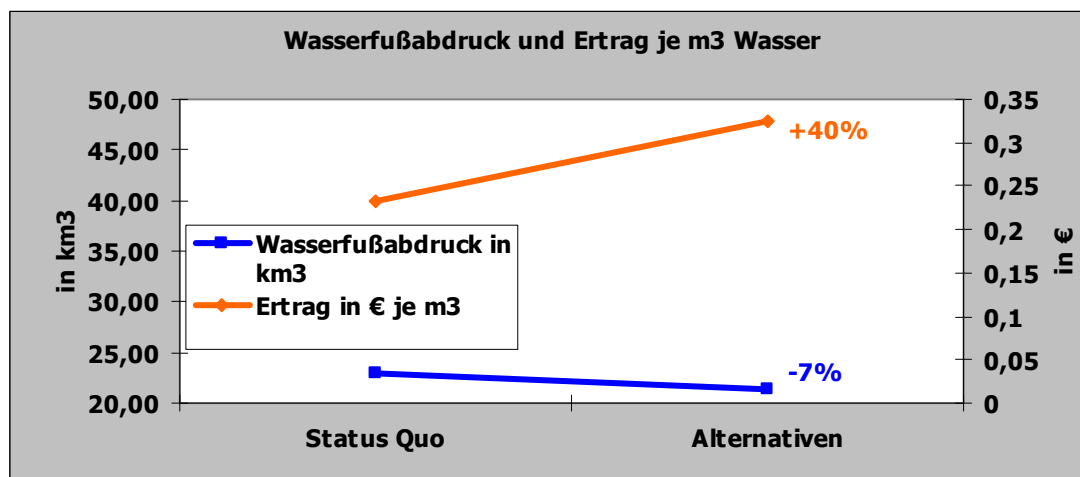
Ananas hingegen wächst hier sehr gut und erzielt auch eine hohe Rentabilität. Zahlreiche internationale Projekte investierten in diesen Markt und führten auch zu guten Ergebnissen. Ein weiterer Ausbau wäre durchaus noch möglich. Alternativ dazu würden sich Avocados, Mangos und auch Tee anbieten. Auch diese Lebensmittel finden in Kenia gute Voraussetzungen vor. Vanille, Sojabohnen und Kichererbsen wären weitere mögliche Produkte. Ähnlich wie in Äthiopien könnte auch hier bei einem geringeren Wassereinsatz (-7%) ein höherer wirtschaftlicher Output erzielt werden (+40%).

Tabelle 17: Exporte von landwirtschaftlichen Produkten in Kenia; Quelle: FAO, ExAqua

Exportprodukt	Menge in Tonnen	in €	Water Footprint Kenia	globaler Durchschnitt	Ertrag pro m3
Milch	4.230.000	882.294.902	1.127	1.023	0,1851
Tee	369.600	313.800.000	8.250	9.205	0,1029
Mais	2.928.793	255.214.118	2.648	909	0,0329
Bohnen, trocken	429.839	146.243.137	8.113	4.253	0,0419
Bananen	593.370	132.644.706	5.662	859	0,0395

Tomaten	559.680	104.003.922	323	184	0,5753
Zuckerrohr	5.204.214	84.777.255	173	175	0,0942
Gemüse	595.000	83.890.196	639	273	0,2206
Kartoffel	850.000	80.090.196	849	255	0,1110
Mangos	384.461	73.421.176	1.555	1.583	0,1228
Kohl	609.292	70.199.216	429	211	0,2686
Ananas	429.065	65.079.216	126	253	1,2038
Süßkartoffel	811.531	63.960.784	557	303	0,1415
Avocados	93.639	47.196.078	1.284	1.284	0,3925
Eier	68.600	42.977.255	4.666	3.340	0,1343
Weizen	322.320	42.317.647	2.130	1.334	0,0616
Kaffee	53.368	34.220.392	35.725	17.373	0,0179

Abbildung 10: Virtuelle Wasserersparnis und Steigerung des Ertrags je Kubikmeter Wasser durch Substitution von ineffizienten Produkten durch effiziente Produkte in Kenia, Quelle: ExAqua



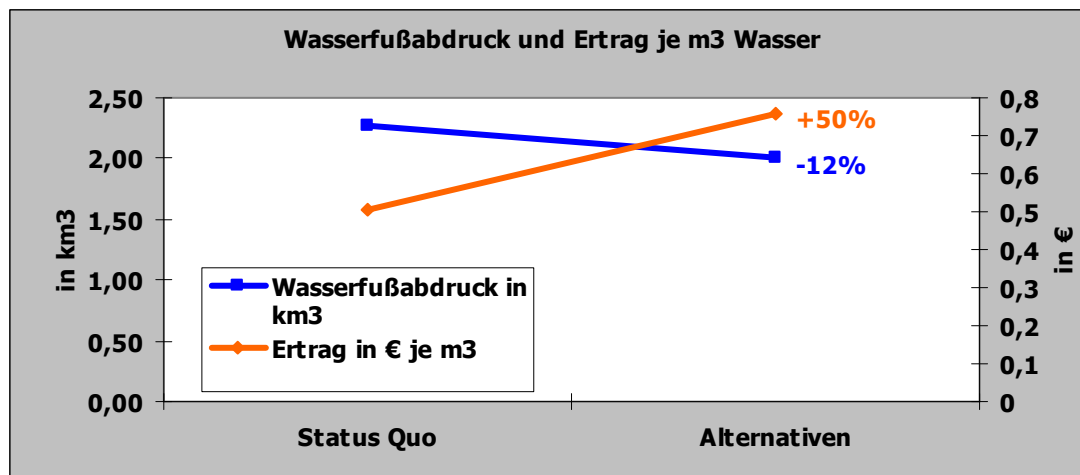
3.3. Israel

Die Wassersituation in Israel ist sehr angespannt. Dennoch ist der wasserintensivste Wirtschaftszweig, die Landwirtschaft, ein wesentlicher Eckpfeiler der israelischen Wirtschaft. Die israelische Landwirtschaft produziert nicht nur für den Eigenbedarf, sondern auch für den Export. Israel importiert zwar Weizen, produziert diesen aber auch selbst, obgleich der Wasserfußabdruck bei Weizen in Israel trotz eines technisch ausgereiften Bewässerungssystems sehr viel höher ist als im Weltdurchschnitt. Der Wasserfußabdruck einer Tonne Weizen in Israel liegt mit 3.331 m³ weit über dem weltweiten Durchschnitt von 1.334 m³. 2008 wurden mehr als 75.000 Tonnen produziert, was dem jährlichen Wasserfußabdruck von mehr als 125.000 Menschen entspricht. Im Jahr davor wurde sogar doppelt so viel Weizen produziert!

Vor dem Hintergrund der Wassersituation steht eine am Export orientierte Landwirtschaft vor einem großen Problem. Der Export von Kartoffeln, Tomaten und anderen landwirtschaftlichen Primärprodukten, auch wenn sie wassereffizient produziert werden, führt zu einer Verschärfung der

ohnehin bereits prekären Wassersituation. Die nationale Versorgung mit Wasser kann auch aus diesem Grund langfristig nicht gewährleistet werden. Für eine intensive Landwirtschaft müssen nicht nur die technischen, sondern viel mehr die natürlichen Voraussetzungen gegeben sein. Andererseits könnten diese Produkte weiterhin produziert werden, wenn man die Weizenproduktion einschränken oder ganz aufgeben würde. Obgleich die regionalpolitische Situation nach wie vor instabil ist, ist doch Israel in der Staatengemeinschaft etabliert, so dass die Nahrungssicherheit gewährleistet ist und der Weizen nicht mehr von Israel produziert werden müsste, sondern das Wasser für andere Produkte verwendet werden könnte. Bei der landwirtschaftlichen Produktion könnten auf diese Weise Wassereinsparungen erreicht (-12%) und gleichzeitig der ökonomische Output gesteigert werden (+50%).

Abbildung 11: Virtuelle Wasserersparnis und Steigerung des Ertrags je Kubikmeter Wasser durch Substitution von ineffizienten Produkten durch effiziente Produkte in Israel, Quelle: ExAqua



4. Wasserhandel und Wasserwert

Wasser ist ein besonderes Produkt, das einerseits Lebensgrundlage ist, essentielle und soziale Komponenten in sich birgt, andererseits aber auch, wie auf der Internationalen Wasserkonferenz in Dublin 1992 festgestellt wurde, als ökonomisches Gut betrachtet werden⁵ sollte. Obgleich der Wasserzugang von den Vereinten Nationen als humanitäres Recht anerkannt wird, haben mehr als 800 Millionen Menschen keinen Zugang zu Trinkwasser.

Der Umgang mit Wasser ist selten nachhaltig und effizient, insbesondere auch deshalb, weil mit dem Wasserverbrauch keine direkten Kosten verbunden sind. In den meisten entwickelten Staaten werden die Dienstleistungen rund ums Wasser (Leitungen, Verwaltung etc.) be- und verrechnet, das Wasser an sich hat keinen Preis. Österreichische Kommunen verwenden ein Tarifsysteem, welches den Kommunen mehr Einnahmen verspricht, wenn Wasser verschwendet wird. Die Kommunen verrechnen für ihre großteils aus Fixkosten bestehenden Aufwendungen bei Wasser variable, am Verbrauch orientierte Tarife. Je mehr Wasser also verbraucht wird, desto höher sind die kommunalen Einnahmen. Deshalb werden sich die Kommunen - vor allem in Zeiten angespannter Finanzlagen - davor hüten, zu einer nachhaltigen Nutzung von Wasser aufzufordern. Österreich ist in der glücklichen Lage, über ausreichende Wasservorräte zu verfügen. Durch Vorbildfunktion und -wirkung beeinflusst der österreichische Zugang auch die Tarifsysteme in ariden Regionen und Ländern, die großteils die in Industriestaaten etablierten Tarifsysteme übernehmen. Dies betrifft allerdings eher die Haushalte und die Industrie, die vergleichsweise einen geringen Anteil an der Wassernutzung haben.

70% der Wasserentnahmen erfolgen durch den Agrarsektor, damit ist die Landwirtschaft der weltweit größte Wassernutzer. Wasserprobleme verursachen ökologische, ökonomische und soziale Probleme. Ein nachhaltiges Wassermanagement wäre deshalb zwingend erforderlich. Neben unzähligen anderen Beispielen sei hier der Aralsee genannt.

Bedenkliche politische Maßnahmen führten zu einem ökologischen, ökonomischen und sozialen Desaster am Aralsee. Ehemalige Fischerdörfer sind mittlerweile bis zu 200 km vom Seeufer entfernt. Die Wassermenge des Aralsees, ehemals der viertgrößte Binnensee der Welt, halbierte sich seit den 1960er Jahren. Mittlerweile besteht der See aus zwei Teilen, dem nördlichen Kleinen Aralsee und dem südlichen Großen Aralsee. Der Tiefststand wurde 2004 erreicht. Seitdem können, allerdings mit hohem finanziellem Aufwand, gewisse Verbesserungen erzielt werden.

Zu diesem ökologischen Desaster führte unter anderem die intensive landwirtschaftliche Nutzung entlang der beiden Hauptzubringerflüsse Amu Darja und Syr Darja. Die großen Baumwollfelder

⁵ Sources: <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=35456&Cr=SANITATION&Cr1=>;

http://www.pacinst.org/publications/non_english/wasser_als_wirtschaftsgut.pdf

mussten intensiv bewässert werden, Kanalstränge wurden errichtet und somit Wasser aus den Flüssen abgeleitet. Die in Kasachstan und Usbekistan produzierte Baumwolle wird mit wesentlich höherem Wasserinput produziert als z.B. in Spanien, Mexiko oder Laos. Da aber der Wasserbedarf und die Wasserverfügbarkeit keine Auswirkungen auf die Preisgestaltung haben, gilt der Faktor Wasser in der Produktion als vernachlässigbar.

Über landwirtschaftliche Produkte erfolgt ein Austausch von Wasser. 2009 importierte Österreich aus Kaffee produzierenden Ländern 24.796 Tonnen Kaffee mit einem Wert von EUR 47,1 Mio. Mit diesen Lieferungen wurden 339,3 Mio. m³ (0,339 km³) Wasser importiert. Die 26.796 Tonnen Orangen besaßen einen Gegenwert von EUR 18,1 Mio., der virtuelle Wasserimport lag bei 9,2 Mio. m³ (0,009 km³). Der größte Wasseranteil wurde durch den Weizenimport nach Österreich geliefert. 345,8 Mio. m³ (0,346 km³) Wasser entsprechen einer Weizenmenge von 496.745 Tonnen und EUR 67,2 Mio.

Abbildung 12: Import von Kaffee, Orangen und Weizen in Tonnen 2009, Quelle: Statistik Austria

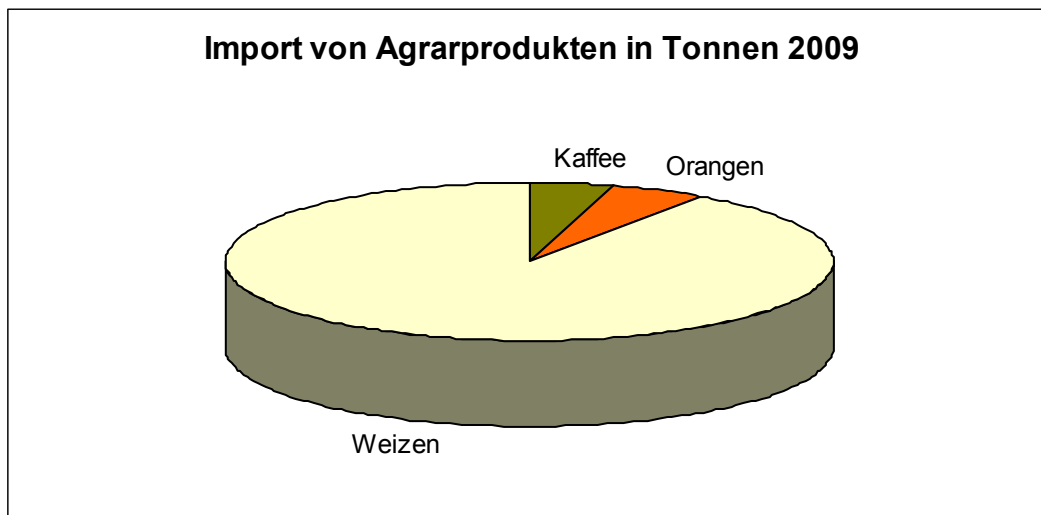


Abbildung 13: Import von Kaffee, Orangen und Weizen in Tonnen 2009, Quelle: Statistik Austria

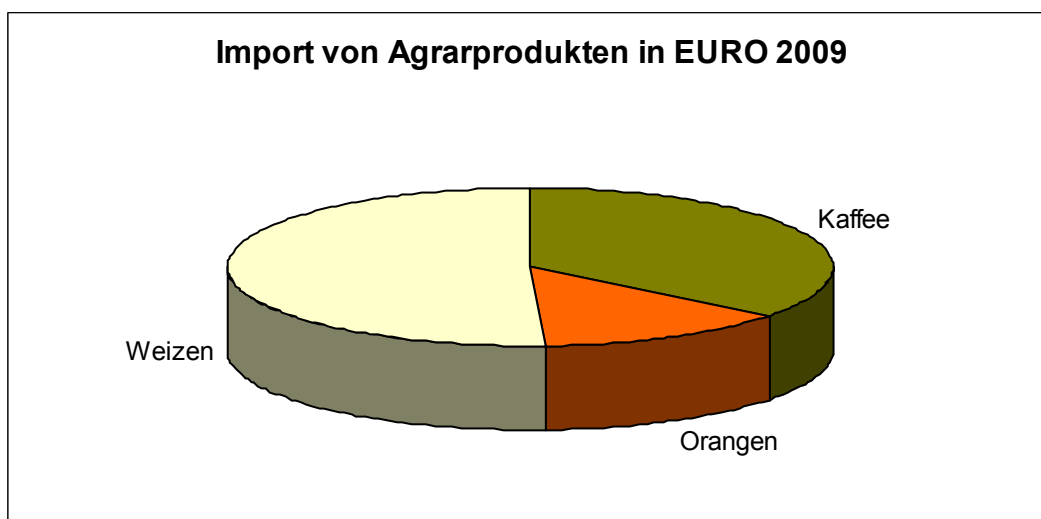
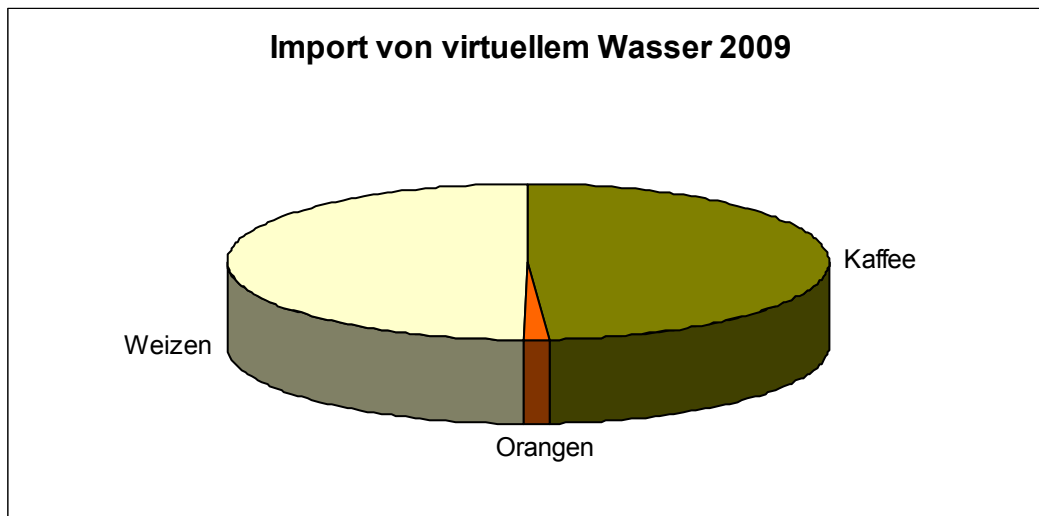


Abbildung 14: Virtueller Wasserimport durch Import von Kaffee, Orangen und Weizen 2009, Quelle: Statistik Austria, ExAqua



Aus dieser Gesamtdarstellung geht hervor, dass Kaffee das wasserintensivste Produkt ist. Über den Import von Kaffee gelangt 36 mal mehr virtuelles Wasser nach Österreich als über den Orangenimport, obwohl mengenmäßig sogar mehr Orangen nach Österreich importiert werden als Kaffee. Insgesamt werden über diese drei Produkte 0,693 km³ an virtuellem Wasser nach Österreich importiert. Das entspricht dem Jahresbedarf von mehr als 400.000 Einwohnern.

Die Kosten für den Wasserimport (Euro pro Kubikmeter VW) sind bei Orangen am höchsten. Über den Orangenimport bezahlt man (wenn man alle anderen Faktoren ausklammert), EUR 2,13 pro Kubikmeter, bei Weizen sind es EUR 0,19 und bei Kaffee EUR 0,14. Auch innerhalb der Produktgruppen ist keinerlei Zusammenhang zwischen Wasserinhalt, Wasserverfügbarkeit und Preis erkennbar.

Bei Orangen nimmt der Preis mit steigendem Wasserstress tendenziell ab. Teure Orangenimporte kommen eher aus Ländern mit geringem Wasserstress. Von den fünf teuersten Importen haben Brasilien, Argentinien, Italien und Türkei keinen oder nur geringen Wasserstress, die Verfügbarkeit von Wasser ist also ausreichend. Nur die Importe aus Südafrika sind relativ teuer und dieses Land ist auch mit erheblichem Wasserstress konfrontiert. In Israel ist die Wassersituation von allen Importländern am schwierigsten, dennoch liegt der Importpreis auf einem durchschnittlichen Niveau.

Die Weizenimporte kommen weitgehend aus Ländern mit geringem oder gar keinem Wasserstress. Wasserverfügbarkeit hat aber auch in diesem Markt keine Auswirkungen auf die Preisgestaltung. Tendenziell steigen die Preise mit der Verfügbarkeit von Wasser.

Die Unabhängigkeit des Preises von der Wasserverfügbarkeit bestätigt sich auch im Kaffeemarkt. Die Preise sind relativ ausgeglichen, während die Kennzahlen für Wasserstress stark schwanken.

Abbildung 15: Indexierter Importpreis Orangen und Wasserstress, Quelle: Statistik Austria, FAO, ExAqua

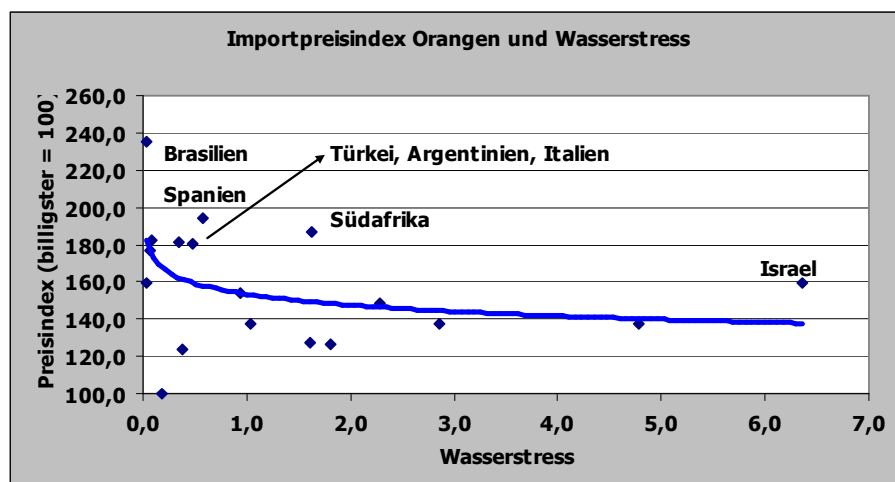


Abbildung 16: Indexierter Importpreis Weizen und Wasserstress, Quelle: Statistik Austria, FAO, ExAqua

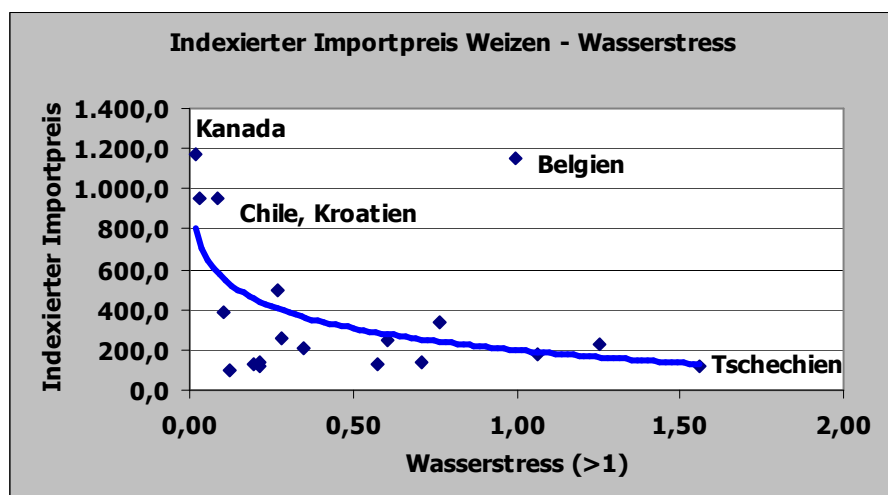
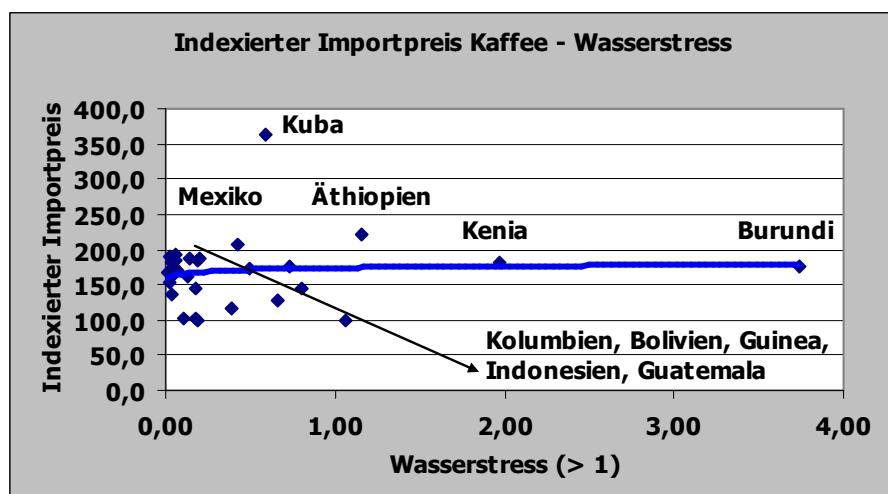


Abbildung 17: Indexierter Importpreis Kaffee und Wasserstress, Quelle: Statistik Austria, FAO, ExAqua



Die Preisgestaltung ist innerhalb einer Produktgruppe offensichtlich vom Wasserinhalt und Wasserbedarf unabhängig. Ein Vergleich von Produkten bestätigt diese Annahme.

Durch die Einführung eines Wasserpreises würde Wasser als ökonomisches Gut erkannt und behandelt werden und somit würden die Kosten für Wasser bei der Preisgestaltung von Gütern eine Rolle spielen. Für die Umsetzung der in dieser Studie genannten Überlegungen wäre ein Wasserpreis sehr hilfreich.

4.1. Globaler Wasserwert

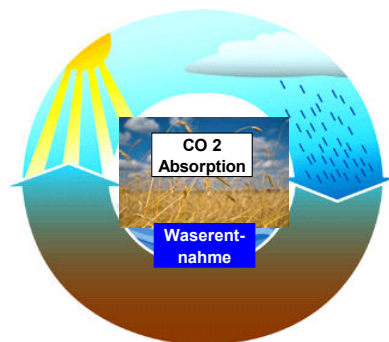
Der Wasserwert orientiert sich am virtuellen Wasserinhalt eines Produkts sowie an der Wasserverfügbarkeit. Mit dem virtuellen Wasserinhalt wird der Wasserbedarf für die gesamte Produktionslinie eines Produktes und nicht nur für einen Teilbereich, wie z.B. Bewässerung, abgebildet.

Abhandlungen über Wasserwert und Preis des Wassers haben bislang noch keine Lösung gefunden. Verschiedene Ansätze und Theorien führen zu tw. sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Eine Preisbestimmung ist nicht nur für Effizienzsteigerungen bei Wasser wichtig, sondern würde auch zu einer nachhaltigeren Nutzung beitragen können.

Hier soll ein neuer Ansatz verfolgt werden. Einerseits wird nicht nur das physische Wasser berücksichtigt, sondern der Wasserinhalt der gesamten Produktion, also das virtuelle Wasser oder der Wasserfußabdruck. Andererseits nähern wir uns von einem akzeptierten und gehandelten Preis für CO₂ an. Es gilt als allgemein akzeptiert, dass erhöhter CO₂ Ausstoß zu massiven ökologischen Problemen führt. Die durch Wasserarmut entstehenden ökologischen Probleme können ebenfalls zu erheblichen Problemen führen, deren Beseitigung ähnlich kostenintensiv ist.

Über landwirtschaftliche Produkte erfolgt - in finanztechnischem Terminus ausgedrückt - ein Swap, also ein Tausch von CO₂ gegen Wasser. Die Getreidepflanzen nehmen für ihr Wachstum „schädliches“ CO₂ auf. Ebenso benötigen die Pflanzen Wasser, das sie dem Boden entnehmen. Dadurch verringern sie den Wasserhaushalt, was sich ökologisch negativ auswirken kann. Auf der anderen Seite absorbieren die Pflanzen CO₂ und verringern dadurch negative Auswirkungen des CO₂.

Abbildung 18: Wasserkreislauf, CO₂ Absorption, Wasserentnahme, Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie - www.hlug.de, BOKU, ExAqua



Dieser Austausch von CO₂ und Wasser, die beide für das Pflanzenwachstum notwendig sind, bestimmt folgende ökonomische Überlegungen. Die Pflanze nimmt „schädliches“ CO₂ auf, wobei die Kosten für CO₂ bekannt und allgemein akzeptiert sind. Derzeit liegt der Preis für eine Tonne CO₂ bei ungefähr

€ 15. Die CO₂ Aufnahme der Pflanze kann demnach monetär bewertet werden. Die Pflanze „erwirtschaftet“ durch die Aufnahme von CO₂ einen monetären Wert, der bislang weder bei den Produktionskosten noch bei der Preisgestaltung berücksichtigt wurde. Auf der anderen Seite benötigt die Pflanze Wasser, um gedeihen zu können. Das Wasser hat, wie wir oben festgestellt haben, keinen direkten Preis im herkömmlichen Sinn.

Bei der Preisgestaltung von landwirtschaftlichen Primärprodukten wurden die einzelnen Faktoren wie Saatgut, Arbeitsleistung, Maschineneinsatz, Düngemittel etc. berücksichtigt, die beiden essentiellen Komponenten wie CO₂ Aufnahme und Wasser hingegen spielen keine Rolle. Deshalb können wir markttechnischen davon ausgehen, dass sich die „Einnahmen“ durch die CO₂ Aufnahme und die Kosten für die Wasserentnahme neutralisieren. Das heißt, dass wir die Einnahmen aus der CO₂ Absorption den Kosten für Wasser gegenüberstellen können und so einen Wasserpreis erhalten, das etablierte Preis- und Kostengefüge aber nicht stören. Daraus ergibt sich folgende Formel:

$$\text{Einnahme aus CO}_2 \text{ Bindung} = \text{Kosten für Wasserentnahme}$$

Es ist bekannt, wie viel CO₂ unterschiedliche Pflanzen binden, wie viel (virtuelles) Wasser die Pflanzen benötigen, wie hoch Produktionskosten und Preise der landwirtschaftlichen Produkte sind und wie hoch der Preis von CO₂ ist. Die einzige Unbekannte ist der Wasserpreis. Nachfolgend sind ausgewählte Produkte aufgelistet, die die CO₂ Aufnahme je Tonne sowie den virtuellen Wasserinhalt je Tonne ausweisen.

Tabelle 18: CO₂ Absorption je Produkt und ha, virtueller Wasserinhalt je Produkt und Tonne, Ertrag je ha;

Quelle: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), FAO, Water Footprint

Produkt	CO ₂ Absorption / ha	Ertrag / ha	CO ₂ Absorption / t	CO ₂ Absorption / t in €	Virtueller Wasserinhalt / t
Tomaten	8,7	25,4	0,343	5,14	184
Wassermelonen	1,6	27,2	0,059	0,88	160
Artischocken	3,5	10,8	0,324	4,86	855
Hafer	3,8	2,2	1,727	25,91	1.597
Weizen	3,8	3	1,267	19,00	1.334
Gerste	3,2	2,6	1,231	18,46	1.388
Orange	5,6	15,9	0,352	5,28	457
Zitrone	8,3	13,2	0,629	9,43	559
Aprikosen	4,7	6,8	0,691	10,37	1.391
Zwetschken	6,3	4,1	1,537	23,05	1.612
Nektarinen	7	11,6	0,603	9,05	1.194
Weintrauben	5,2	9,1	0,571	8,57	655

Für die nachfolgenden Berechnungen wurden die von der FAO ausgewiesenen durchschnittlichen globalen Erträge je ha aus den Jahren 2007 und 2008 verwendet. Aus dieser Datenbasis ergibt sich sodann ein monetärer Wert für die CO₂ Absorption je Tonne.

Analog den vorherigen Überlegungen wird nun der aus der CO₂ errechnete Wert auf den virtuellen Wasserinhalt der Pflanzen übertragen. Daraus wird dann ein Wert für den virtuellen Wasserinhalt je m³ errechnet.

Tabelle 19: Wasserwert in € je m³; Quelle: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), FAO, Water Footprint, ExAqua

Produkt	CO ₂ Absorption je Tonne in €	Virtueller Wasserinhalt in m ³ je t	Wasserwert in € je m ³
Tomaten	5,1	184,0	0,0279
Wassermelonen	0,9	160,0	0,0055
Artischocken	4,9	855,0	0,0057
Hafer	25,8	1.597,0	0,0162
Weizen	19,2	1.334,0	0,0144
Gerste	18,5	1.388,0	0,0134
Orange	5,3	457,0	0,0115
Zitrone	9,4	559,0	0,0168
Aprikosen	10,4	1.391,0	0,0075
Zwetschen	22,9	1.612,0	0,0142
Nektarinen	9,0	1.194,0	0,0076
Weintrauben	8,6	655,0	0,0131
MEDIAN			0,0133

Die Preise pro m³ liegen also zwischen € 0,0279 und 0,0055.

Als globaler Wasserwert wird der Median € 0,0133 der Preise der landwirtschaftlichen Güter definiert.

4.2. Globaler Wasserwert und österreichische Importe

Um den Wasserwert der österreichischen Importe berechnen zu können müssen nationale Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Die Berechnung des Wasserpreises auf globaler Ebene repräsentiert einen Basispreis, der abhängig von der Wasserverfügbarkeit national oder sogar regional unterschiedlich sein kann. In dieser Studie wird der Einfachheit halber der globale Wasserpreis mit der eruierten Wasserkennzahl (siehe Kapitel 2.2) gewichtet.

Beispiele: Die Wasserkennzahl Kenias, ein Land mit erheblichem Wasserstress, ist 2,46. Der globale Wasserpreis liegt bei € 0,0133 per Kubikmeter Wasser. Der globale Wasser Preis wird mit der Wasserkennzahl multipliziert. Daraus ergibt sich ein Wasserpreis Kenias von € 0,0326 (Rundungsabweichungen). Tansania hat keinen Wasserstress und eine Wasserkennzahl von 0,86. Daraus ergibt sich ein Wasserpreis von € 0,0114. Wasserressourcen von mehr als 4,000 m³ pro Person und Jahr werden mit dem gleichen Faktor von 0,5 gewichtet. Es ist unerheblich, ob die Wasserressourcen bei 4,000 oder bei 10,000 m³ / Kopf / Jahr liegen. Der Wasserpreis ist folglich mit € 0,0066 (nach unten) beschränkt.

Die Wasserpreise in den Ländern, die Kaffee nach Österreich exportieren liegen zwischen € 0,0326 und € 0,0066. Das entspricht einem Preisunterschied von fast 500%.

Tabelle 20: Wasserpreis in den Ländern, die Kaffee nach Österreich exportieren, in €; Quelle: ExAqua

Land	Wasserstress Kennzahl	Wasserpreis in €
Brasilien <508>	0,05	0,0066
Vietnam <690>	0,19	0,0066
Indien <664>	1,23	0,0163
Honduras <424>	0,15	0,0066
Kolumbien <480>	0,04	0,0066
Costa Rica <436>	0,08	0,0066
Nicaragua <432>	0,06	0,0066
Peru <504>	0,03	0,0066
Kamerun <302>	0,13	0,0066
Guatemala <416>	0,24	0,0066
El Salvador <428>	0,48	0,0066
Ecuador <500>	0,06	0,0066
Kenia <346>	2,46	0,0326
Äthiopien <334>	1,29	0,0171
Elfenbeinküste <272>	0,50	0,0066
China <720>	0,94	0,0125
Uganda <350>	0,93	0,0123
Mexiko <412>	0,47	0,0066
Bolivien <516>	0,03	0,0066
Burundi <328>	1,25	0,0166
Papua-Neuguinea <801>	0,02	0,0066
Indonesien <700>	0,16	0,0066
Guinea <260>	0,09	0,0066
Tansania <352>	0,86	0,0114
Sambia <378>	0,23	0,0066
Neukaledonien <809>	0,80	0,0106
Vereinigte Staaten <400>	0,20	0,0066
Kuba <448>	0,59	0,0078

Analog diesen nationalen Wasserpreisen ergeben sich Wasserwerte zwischen knapp über € 32 und € 1.164 je importierter Tonne Kaffee. Der entsprechende Anteil des Wasserwertes am gesamten Importpreis bewegt sich zwischen 1,61% (USA) und 46,47% (Kenia). Österreich zahlt derzeit für Kaffee aus China den geringsten Importpreis. Der berechnete Wasserwert der Importe aus China liegt mit € 255 pro Tonne bei 18,60% des derzeitigen Importpreises.

Tabelle 21: Österreichische Importpreise von Kaffee und Wasserwert in € und %; Quelle: ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Wert in 1000 Euro	Preis je Tonne in €	Virtuelles Wasser	VW Kosten pro Tonne in €	Änderung in %
Brasilien <508>	7.643,6	14.333,0	1.875,2	13.971,8	92,58	4,94%
Vietnam <690>	5.529,3	7.775,0	1.406,1	4.996,7	33,11	2,35%
Indien <664>	1.792,8	2.481,0	1.383,9	12.180,0	197,94	14,30%
Honduras <424>	1.454,0	3.259,0	2.241,4	15.240,9	100,99	4,51%
Kolumbien <480>	1.326,3	3.314,0	2.498,7	14.469,9	95,88	3,84%
Costa Rica <436>	1.112,6	2.583,0	2.321,6	9.554,0	63,31	2,73%
Nicaragua <432>	993,9	2.258,0	2.271,9	17.884,5	118,51	5,22%

Peru <504>	895,1	1.882,0	2.102,6	15.185,4	100,62	4,79%
Kamerun <302>	705,8	987,0	1.398,4	40.545,3	268,67	19,21%
Guatemala <416>	642,9	1.661,0	2.583,6	13.065,0	86,57	3,35%
El Salvador <428>	585,8	1.404,0	2.396,7	18.475,9	122,43	5,11%
Ecuador <500>	480,7	1.215,0	2.527,6	27.661,4	183,29	7,25%
Kenia <346>	383,8	962,0	2.506,5	35.725,1	1.164,70	46,47%
Äthiopien <334>	327,2	992,0	3.031,8	14.903,6	254,69	8,40%
Elfenbeinküste <272>	164,6	266,0	1.616,0	31.873,8	211,21	13,07%
China <720>	153,5	211,0	1.374,6	20.501,9	255,72	18,60%
Uganda <350>	151,1	267,0	1.767,0	13.826,6	170,14	9,63%
Mexiko <412>	139,8	397,0	2.839,8	12.423,5	82,32	2,90%
Bolivien <516>	80,5	210,0	2.608,7	28.118,9	186,32	7,14%
Burundi <328>	76,1	185,0	2.431,0	13.466,7	223,09	9,18%
Papua-Neuguinea <801>	63,4	147,0	2.318,6	12.302,6	81,52	3,52%
Indonesien <700>	60,9	157,0	2.578,0	17.664,9	117,05	4,54%
Guinea <260>	54,1	143,0	2.643,3	32.812,8	217,43	8,23%
Tansania <352>	41,4	100,0	2.415,5	29.309,7	333,13	13,79%
Sambia <378>	38,4	97,0	2.526,0	13.826,6	91,62	3,63%
Neukaledonien <809>	8,5	17,0	2.000,0	79.898,5	846,75	42,34%
Vereinigte Staaten <400>	2,0	4,0	2.000,0	4.864,0	32,23	1,61%
Kuba <448>	0,2	1,0	5.000,0	55.765,0	434,47	8,69%
GESAMT	24.908,3	47.308,0	1.899,3		230,24	12,12%

Bei den Orangenimporten liegt der Wasserwert zwischen 0,05% (Chile) und 10,31% (Israel) der Importpreise. Der globale durchschnittliche Wasserwert je Tonne liegt bei € 4,6 oder 0,66% der durchschnittlichen Importpreise. Bei Weizen ist der Wasserwert je Tonne zwischen 0,81% (Kanada) und fast 20% (Tschechien). Der Weltdurchschnitt mit 1.334 m3 Wasser pro Tonne entspricht 13,1% der durchschnittlichen Importpreise.

Daraus lässt sich ableiten, dass der Output pro Kubikmeter Wasser bei Orangen höher als bei Kaffee ist. Während bei Kaffee der durchschnittliche Output je Kubikmeter Wasser bei € 0,13 liegt, erreicht dieser Wert bei den Orangen € 1,26 und bei Weizen € 0,36. Kaffee ist also unter den drei untersuchten Gütern das Produkt mit der geringsten Wasserproduktivität. Vor diesem Hintergrund ist der Kaffeeanbau in ariden Gebieten ökonomisch betrachtet besonders bedenklich. Viel eher sollte in wasserarmen Regionen Kulturen mit hoher Wasserproduktivität angebaut werden. Selbstredend müssen dabei soziale, kulturelle und andere natürliche Rahmenbedingungen mitberücksichtigt werden.

4.3. Globale Betrachtung

4.3.1. Internationaler Handel

Der physische Handel von Kaffee, Orangen und Weizen transportiert einen virtuellen Wasserwert von € 3,8 Milliarden. Der Weizenanteil liegt mit € 2,3 Milliarden bei über 60%, während die Importe von Orangen mit € 0,3 Milliarden nicht einmal 1% beitragen. Weizen ist also beim physischen Handel das Produkt mit der höchsten Handelsaktivität. Weltweit werden über 132 Millionen Tonnen jährlich gehandelt, was ungefähr 20% der jährlichen Weizenproduktion entspricht (FAO 2009: 682 Mio Tonnen).

4.3.2. Terminbörsen

An den Terminbörsen Amerikas (New York, Chicago) sowie Europas (London) werden Terminkontrakte für landwirtschaftliche Produkte gehandelt. Kaffee und Weizen werden darüber hinaus auch an regionalen Warenterminbörsen gehandelt, doch die vorhin erwähnten Börsen weisen die höchste Liquidität auf. Weizen ist wie beim physischen Handel der am meisten gehandelte Kontrakt. In Amerika werden 17,5 Mio. Kontrakte gehandelt. Das entspricht umgerechnet einem Volumen von 2,4 Milliarden Tonnen Weizen. Im heurigen Jahr liegen die Volumina bis Juli um 25% sogar über jenen des Vorjahres. Es werden also voraussichtlich mehr als 3 Milliarden Tonnen Weizen nur an den Futuresbörsen gehandelt. Im Vergleich dazu: 2008 wurden weltweit nach FAO 689.945.712 Tonnen Weizen produziert.

Tabelle 22: Gehandelte Terminkontrakte an Futuresbörsen in den USA und Europa, Angaben in Zahl der Kontrakte und metrischen Tonnen; Quelle: NYSE, CBOT, LIFFE, ExAqua

Kontrakte	Kaffee	Weizen	Orangen
Europa	828.970	80.262	
USA	779.870	17.653.190	274.775
in Tonnen	Kaffee	Weizen	Orangen
Europa	8.289.700	4.013.100	
USA	14.622.563	2.402.246.095	2.060.813

Tabelle 23: Wasserinhalt und -wert je Produkt in m3 und €; Quelle: Water Footprint, ExAqua

Wasserfußabdruck je Tonne			
	Kaffee	Weizen	Orangen
in m3	17.373	1.334	343
in €	230,24	17,68	4,55

Der gehandelte Wasserfußabdruck der an den diversen Börsen gehandelten Produkte ist beeindruckend. Mit dem Terminhandel von Kaffee in Europa wird ein virtueller Wasserinhalt von 144 km3 gehandelt, das sind 144.000.000.000 m3. Dieses Volumen entspricht der dreifachen Wassermenge des Bodensees⁶. Der Weizenhandel an Amerikas Terminbörsen entspricht dem 66-fachen Wasserinhalt des Bodensees oder dem Wasserfußabdruck von 1,6 Milliarden Menschen aus Industrieländern!

Tabelle 24: Wasserfußabdruck der gehandelten Kontrakte je Produkt in km3; Quelle: Water Footprint, ExAqua

Wasserfußabdruck gesamt in km3			
Gesamt	Kaffee	Weizen	Orangen
Europa	144,02	5,35	0,00
USA	254,04	3.204,60	0,71

⁶ Der Bodensee hat einen Wasserinhalt von ca. 48 km3. Quelle: <http://www.schoener-bodensee.de/html/bodensee.html>

Diese Handelsaktivitäten an den Terminbörsen entsprechen einem Wasserwert von € 47,8 Milliarden. Zur Erinnerung: die Wasserwert liegt bei € 0,0000133 pro Liter! Einem durchschnittlichen Österreicher (150 Liter Wasserverbrauch pro Tag) würde das Wasser € 0,73 pro Jahr kosten.

Tabelle 25: Wasserwert der gehandelten Kontrakte je Produkt in €; Quelle: Water Footprint, ExAqua

Wasserwert in €			
Gesamt	Kaffee	Weizen	Orangen
Europa	1.908.595.669	70.947.339	0
USA	3.366.654.940	42.469.155.598	9.367.698

Diese exorbitant hohen Volumina basieren auf Spekulationen, die im Sommer 2010 im Weizenmarkt einen neuen Höhepunkt erreichten. Seit der Wirtschaftskrise wird darüber nachgedacht die Finanzmärkte neu zu regeln. Neue Regulierungen werden für die Börsen erarbeitet, zahlreiche Ideen zu Abgaben wie die Devisentransaktionssteuer, Bankensteuer werden derzeit diskutiert. Ein Konsens fehlt bislang. Bei der Bankensteuer scheint am ehesten eine Einigung möglich. Diese Abgabe wird jedoch kaum Auswirkungen auf die Spekulationen an den Terminbörsen haben. Der Wasserwert könnte eine Basis für eine Abgabe bilden, die auf ökologischen Kriterien (Wasserfußabdruck) basiert. In Kombination mit dem ökologischen Rucksack könnte dieser Ansatz noch erweitert werden. Dazu wären jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

4.4. Qualitative Anmerkungen

Der Wasserwert repräsentiert die globalen Ebene, berücksichtigt aber nicht nationalen bzw. regionalen Besonderheiten wie Verfügbarkeit und Qualität des Wassers, aber auch Kosten für die Wasserverteilung und das Wassermanagement. Im Rahmen dieser Studie können diese detaillierten Betrachtungen lediglich angedeutet, aber nicht analysiert werden. Im Rahmen dieser Studie widmen wir uns vornehmlich den Wassereinsparungspotentialen bei und durch den internationalen Handel von Agrargütern, nicht aber um Grenzkostenmodelle für die Berechnung regionaler Wasserpreise.

Die Verfügbarkeit ist ein wesentliches Kriterium bei einem Preisfindungsprozess. Deshalb werden wir die Verfügbarkeit von Wasser bei unseren Analysen mit einbeziehen. Im Kapitel 2.2 haben wir uns mit der Wasserverfügbarkeit auseinandergesetzt und eine Wasserkennzahl eingeführt. Ausgehend vom Wasserstressniveau, welches die FAO mit einer erneuerbaren Wassermenge von 2000 m³ pro Kopf und Jahr definiert, führten wir die Wasserstress Kennzahl für die einzelnen Länder ein, die aus dem Quotienten FAO Wasserstressniveau und tatsächlich verfügbaren Wassermengen ergibt. Ist die tatsächlich verfügbare Wassermenge höher als 2000 m³, dann ergibt sich ein Wert unter 1, liegt die verfügbare Wassermenge darunter ein Wert über 1.

Wir berücksichtigen die Verfügbarkeit von Wasser durch die Integration dieser Wasserstress Kennzahl in den Wasserpreis. Der errechnete, globale Wasserpreis wird mit der Kennzahl multipliziert. Dadurch

erhöhen sich die Werte bei geringem Wasserangebot, die Preise fallen, wenn Überschüsse vorhanden sind. Die niedrigste Kennzahl liegt bei einem Wert von 0,50, diese Kennzahl beschreibt ein Land, dass zumindest über 4000m³ pro Kopf und Jahr an erneuerbaren Wasserressourcen zu Verfügung hat. Die dahinter liegende Annahme lautet, dass Wasserressourcen von über 4000m³ pro Kopf und Jahr als Überfluss anzusehen sind, denn diese Mengen sind ausreichend, um langfristig Wasserstress zu vermeiden. Zur Erinnerung nachfolgend noch einmal die Tabelle mit den Wasserkennzahlen. Die gelb hinterlegten Felder repräsentieren die Länder, in denen aktuell Wasserstress auftritt.

Tabelle 26: Wasserstresskennzahl – Basis 2000 m³ pro Kopf und pro Jahr; Quelle: FAO, ExAqua

Land	Menge in Tonnen	Wasserstress Kennzahl
Brasilien <508>	7.643,6	0,05
Vietnam <690>	5.529,3	0,19
Indien <664>	1.792,8	1,23
Honduras <424>	1.454,0	0,15
Kolumbien <480>	1.326,3	0,04
Costa Rica <436>	1.112,6	0,08
Nicaragua <432>	993,9	0,06
Peru <504>11111111	895,1	0,03
Kamerun <302>	705,8	0,13
Guatemala <416>	642,9	0,24
El Salvador <428>	585,8	0,48
Ecuador <500>	480,7	0,06
Kenia <346>	383,8	2,46
Äthiopien <334>	327,2	1,29
Elfenbeinküste <272>	164,6	0,50
China <720>	153,5	0,94
Uganda <350>	151,1	0,93
Mexiko <412>	139,8	0,47
Bolivien <516>	80,5	0,03
Burundi <328>	76,1	1,25
Papua-Neuguinea <801>	63,4	0,02
Indonesien <700>	60,9	0,16
Guinea <260>	54,1	0,09
Tansania <352>	41,4	0,86
Sambia <378>	38,4	0,23
Neukaledonien <809>	8,5	0,80
Vereinigte Staaten <400>	2,0	0,20
Kuba <448>	0,2	0,59

Aus diesen Wasserstress Kennzahlen ergibt sich dann analog unserer Überlegungen für die einzelnen Länder ein nationaler Wasserpreis.

Tabelle 27: Wasserpreis national; Quelle: FAO, ExAqua

Land	Wasserstress Kennzahl	Wasserpreis in €
Brasilien <508>	0,05	0,0066
Vietnam <690>	0,19	0,0066
Indien <664>	1,23	0,0163
Honduras <424>	0,15	0,0066
Kolumbien <480>	0,04	0,0066
Costa Rica <436>	0,08	0,0066
Nicaragua <432>	0,06	0,0066
Peru <504>	0,03	0,0066
Kamerun <302>	0,13	0,0066
Guatemala <416>	0,24	0,0066
El Salvador <428>	0,48	0,0066
Ecuador <500>	0,06	0,0066
Kenia <346>	2,46	0,0326
Äthiopien <334>	1,29	0,0171
Elfenbeinküste <272>	0,50	0,0066
China <720>	0,94	0,0125
Uganda <350>	0,93	0,0123
Mexiko <412>	0,47	0,0066
Bolivien <516>	0,03	0,0066
Burundi <328>	1,25	0,0166
Papua-Neuguinea <801>	0,02	0,0066
Indonesien <700>	0,16	0,0066
Guinea <260>	0,09	0,0066
Tansania <352>	0,86	0,0114
Sambia <378>	0,23	0,0066
Neukaledonien <809>	0,80	0,0106
Vereinigte Staaten <400>	0,20	0,0066
Kuba <448>	0,59	0,0078

Während bei der Berechnung des nationalen Wasserpreises die Einbeziehung der Wasserstresskennzahl bzw. -verfügbarkeit notwendig ist, um Mangel bzw. Überfluss in der Preisgestaltung ausdrücken zu können, ist dies bei Betrachtungen der Produktionseffizienz nicht notwendig. Wasser ineffizient produzierte Güter haben automatisch einen höheren monetären Wasseranteil, weil der Wasserinhalt höher als bei effizient produzierten Produkten ist.

Die Auswirkungen dieser beiden Kriterien – Verfügbarkeit und Effizienz – sind teilweise erheblich. Als Vergleichsbasis wird der weltweite virtuelle Wasserdurchschnitt von 17.373 m³ pro Tonne Kaffee und eine Wasserstress Kennzahl von 0,5⁷ herangezogen. Daraus ergibt sich ein Wasserpreis von € 115 pro Tonne Kaffee. Liegt der errechnete Wasserpreis eines Kaffee produzierenden Landes über diesem Niveau, dann bedeutet das, dass das Land entweder Wasser ineffizient produziert, Wasserstress hat oder beides zugleich. Österreichs importiert aus 17 Ländern, die einen im Vergleich zum weltweiten Durchschnitt höheren Wasserwert ausweisen. Im Kapitel 2.2.1.3 konnten nur 16 Länder als bedenklich identifiziert werden. Eine monetäre Bewertung ermöglicht offensichtlich eine sensiblere Analyse. Das 17. Land ist China. China liegt mit Wasserressourcen von 2.125 m³ pro Kopf und Jahr nur knapp über

⁷ Global betrachtet verfügt die Erde über genug Wasserressourcen. Da Wasser ungleich verteilt ist, gibt es auf regionaler Ebene Wasserstress.

der Wasserstressgrenze und produziert den Kaffee ein wenig unter dem weltweiten Durchschnitt, die Summe dieser beiden Faktoren ergeben aber, dass der monetäre Wasseranteil am Gesamtpreis über dem weltweit errechneten Durchschnitt ist.

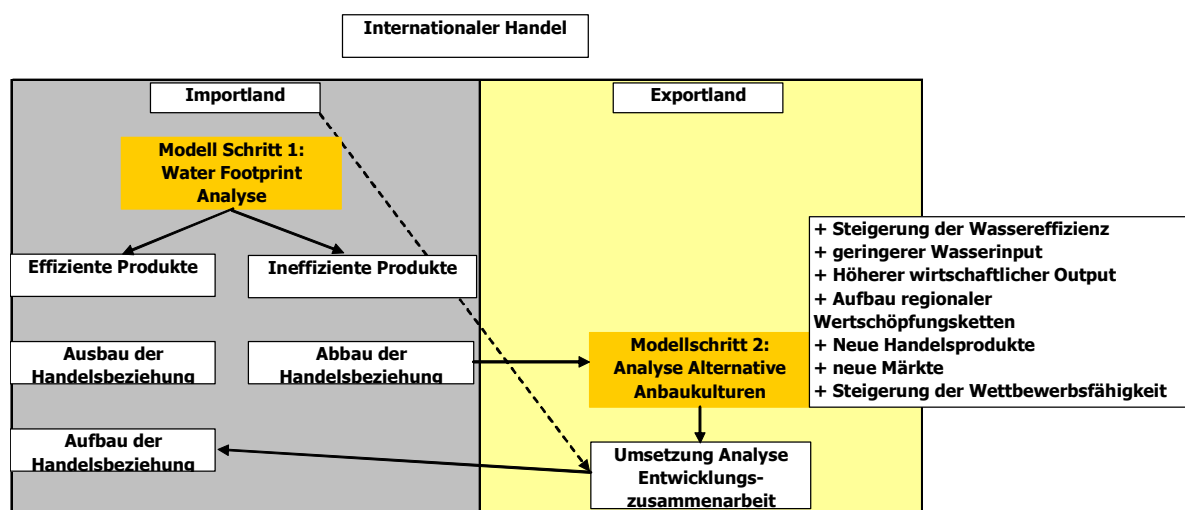
5. Schlussfolgerungen

Über den internationalen Handel werden indirekt immense Wassermengen bewegt, wobei speziell der Import von agrarbasierten Gütern entscheidende Auswirkungen auf die ökologische Situation des Exportlandes hat. Die Landwirtschaft spielt in sehr vielen Schwellen- und Entwicklungsländern eine zentrale ökonomische Rolle, ist zugleich aber auch der größte Wassernutzer. In diesem schwierigen Umfeld muss im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung eine Balance zwischen exportorientierter Entwicklung und Erhaltung der nationalen Ökosysteme bzw. Wasserressourcen gefunden werden. Bei diesem Ausgleichsprozess sollten Handelspartner aus entwickelten Staaten Unterstützung leisten.

Ein gesamtheitlicher Ansatz, der alle Aspekte dieser komplexen Materie abzudecken vermag, erscheint daher unumgänglich. Eine Analyse des Water Footprints eines importierten Gutes kann dabei ein erster, wasserbasierter Versuch sein. Die Effizienzgrade bei Wasser der gehandelten Güter sind von Land zu Land, Region zu Region unterschiedlich. Durch Umstellungen von Handelsströmen könnte weltweit sehr viel Wasser eingespart werden.

Diese neuen Handelsströme hätten zugleich aber auch Auswirkungen auf die Exportländer, die wichtige, mitunter wirtschaftlich unverzichtbare Einnahmequellen verlieren und so keine weitere Entwicklung mehr erzielen könnten. Diese Veränderungen könnten jedoch auch als Chancen verstanden werden, indem auf „neue“ Produkte, die in dem bestehenden regionalen, klimatischen und sozialen Umfeld besser als in vielen anderen Regionen produziert werden können, umgestellt wird. Alternativ bzw. zusätzlich dazu könnte die bestehende effiziente Produktion forciert werden.

Mit einer solchen Entwicklung könnte einerseits Wasser eingespart und andererseits der wirtschaftliche Output gesteigert werden, so dass eine win-win Situation erreicht wird.



Durch die Produktion von effizienteren Produkten wird das Exportland, in unserer Annahme ein Entwicklungsland, konkurrenzfähiger und kann sich besser auf den internationalen Märkten positionieren und zudem die eigenen, zumeist raren Wasserressourcen nachhaltiger verwenden. Das Importland wiederum leistet einen wichtigen Anteil für (überregionale) Nachhaltigkeit, verbindet auf nationaler Ebene wirtschaftliche, ökologische und humanitär-soziale Aktivitäten und motiviert so

Privatunternehmen (Importeure), die ja letztendlich von der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit ihrer Partner in dem Entwicklungsland profitieren, an einer aktiven Teilnahme an der Entwicklungszusammenarbeit.

Literaturhinweise

2010 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat, *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(7), 1259–1276.

2010 Romaguera, M., Hoekstra, A.Y., Su, Z., Krol, M.S. and Salama, M.S. (2010) Potential of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops, *Remote Sensing*, 2(4): 1177-1196.

2010 Aldaya, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) The water needed for Italians to eat pasta and pizza, *Agricultural Systems*, 103: 351-360.

2010 Aldaya, M.M., Allan, J.A. and Hoekstra, A.Y. (2010) Strategic importance of green water in international crop trade, *Ecological Economics*, 69(4): 887-894.

2010 Bulsink, F., Hoekstra, A.Y. and Booij, M.J. (2010) The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products, *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(1): 119–128.

'Value of Water Research Report Series' of UNESCO-IHE

2010 Van Oel, P.R. and Hoekstra, A.Y. (2010) The green and blue water footprint of paper products: methodological considerations and quantification

2010 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) Mitigating the water footprint of export cut flowers from the Lake Naivasha Basin, Kenya

2010 Gerbens-Leenes, P.W. and Hoekstra, A.Y. (2010) Burning water: The water footprint of biofuel-based transport

2010 Van Lienden, A.R., Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y. and Van der Meer, Th.H. (2010) Biofuel scenarios in a water perspective: The global blue and green water footprint of road transport in 2030

2010 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat

2010 Aldaya, M.M., Muñoz, G. and Hoekstra, A.Y. (2010) Water footprint of cotton, wheat and rice production in Central Asia

2010 Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2010) The green, blue and grey water footprint of rice from both a production and consumption perspective

2010 Chapagain, A.K. and Orr, S. (2010) Water Footprint of Nestlé's 'Bitesize Shredded Wheat'. A pilot study to account and analyse the water footprints of Bitesize Shredded Wheat in the context of water availability along its supply chain

2010 Hoekstra, A.Y. (2010) The water footprint: water in the supply chain, *The Environmentalist* 93: 12-13.

2010 Hoekstra, A.Y. (2010) The relation between international trade and freshwater scarcity, Working Paper ERSD-2010-05, January 2010, World Trade Organization, Geneva, Switzerland.

2010 Aldaya, M.M., Garrido, A., Llamas, M.R., Varelo-Ortega, C., Novo, P., and Casado, R.R. (2010) Water footprint and virtual water trade in Spain, In: A. Garrido and M.R. Llamas (eds.), *Water policy in Spain*, CRC Press, Leiden, The Netherlands, pp. 49-59.

2009 Van Oel, P.R., Mekonnen M.M. and Hoekstra, A.Y. (2009) The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment, *Ecological Economics* 69(1): 82-92.

2009 Hoekstra, A.Y., Gerbens-Leenes, W. and Van der Meer, T.H. (2009) Water footprint accounting, impact assessment, and life-cycle assessment, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(40): E114.

2009 Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A.Y. and Van der Meer, T.H. (2009) The water footprint of bioenergy, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (25): 10219-10223

2009 Verma, S., Kampman, D.A., Van der Zaag, P. and Hoekstra, A.Y. (2009) Going against the flow: A critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India's National River Linking Programme, *Physics and Chemistry of the Earth*, 34: 261-269.

2009 Gerbens-Leenes, P.W. Hoekstra, A.Y. and Van der Meer, Th. (2009) The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply, *Ecological Economics*, 68(4): 1052-1060.

2009 Hoekstra, A.Y. (2009) Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis, *Ecological Economics* 68(7): 1963-1974.

2009 Chapagain, A.K., and Orr, S. (2009) An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes, *Journal of Environmental Management*, 90: 1219-1228.

2009 Erzin, A.E., Aldaya, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2009) A pilot in corporate water footprint accounting and impact assessment: The water footprint of a sugar-containing carbonated beverage

2009 Gerbens-Leenes, P.W. and Hoekstra, A.Y. (2009) 'The water footprint of sweeteners and bio-ethanol from sugar cane, sugar beet and maize'

2009 Bulsink, F., Hoekstra, A.Y. and Booij, M.J. (2009) 'The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products'

2009 Aldaya, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2009) 'The water needed to have Italians eat pasta and pizza'

2009 SABMiller and WWF-UK (2009) Water footprinting: Identifying & addressing water risks in the value chain, SABMiller, Woking, UK / WWF-UK, Goldalming, UK

2009 Sonnenberg, A., Chapagain, A., Geiger, M. and August, D. (2009). *Der Wasser-Fußabdruck Deutschlands: Woher stammt das Wasser, das in unseren Lebensmitteln steckt?* WWF Deutschland, Frankfurt.

2009 Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2009) Water footprint manual: State of the art 2009, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

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

2008 Aldaya, M.M. and Llamas, M.R. (2008) 'Water footprint analysis for the Guadiana river basin'

2008 Liu, J. and Savenije, H.H.G. (2008) Food consumption patterns and their effect on water requirement in China, *Hydrology and Earth System Sciences* 12(3): 887-898.

2008 Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2008) The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products, *Water International* 33(1): 19-32.

2007 Galloway, J.N., et al. (2007) International trade in meat: The tip of the pork chop, *Ambio* 36(8): 622-629.

2008 Van Oel, P.R., Mekonnen M.M. and Hoekstra, A.Y. (2008) 'The external water footprint of the Netherlands: Quantification and impact assessment'

2008 Verma, S., Kampman, D.A., Van der Zaag, P. and Hoekstra, A.Y. (2008) 'Going against the flow: A critical analysis of virtual water trade in the context of India's National River Linking Programme'

2008 Liu, J., Savenije, H.H.G., (2008) 'Food consumption patterns and their effect on water requirement in China'

2008 Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y. and Van der Meer, Th.H. (2008) 'Water footprint of bio-energy and other primary energy carriers'

2008 Hoekstra, A.Y. (2008) 'Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints'

2008 Gerbens-Leenes, P.W. and Hoekstra, A.Y. (2008) 'Business water footprint accounting'

2008 Verkerk, M.P., Hoekstra, A.Y. and Gerbens-Leenes, P.W. (2008) 'Global water governance: Conceptual design of global institutional arrangements'

2008 Aldaya, M.M., Hoekstra, A.Y. and Allan, J.A. (2008) 'Strategic importance of green water in international crop trade'

2008 Hoekstra, A.Y. (2008) The relation between international trade and water resources management,
In: K.P. Gallagher (ed.) *Handbook on trade and the environment*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, pp. 116-125.

2008 Hoekstra, A.Y. (2008) Measuring your water footprint: What's next in water strategy, *Leading Perspectives*, Summer 2008, pp. 12-13, 19.

2008 Hoekstra, A.Y. (2008) Water scarcity and international trade: The need to extend the scope of water resources management, In: C. Bastian et al., *Wasser – Konfliktstoff des 21. Jahrhunderts*, Universitätsverlag Winter, Heidelberg, pp. 121-141.

2008 Hoekstra, A.Y. (2008) The water footprint of food, In: Förare, J. (ed.) *Water for food*, The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (Formas), Stockholm, Sweden, pp. 49-60.

2008 Chapagain, A. K. and S. Orr (2008) *UK Water Footprint: The impact of the UK's food and fibre consumption on global water resources*, Volume 1, WWF-UK, Godalming, UK.

2007 Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2007) The water footprints of Morocco and the Netherlands: Global water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities, *Ecological Economics* 64(1): 143-151.

2007 Chapagain, A.K., and Hoekstra, A.Y. (2007) The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands, *Ecological Economics* 64(1): 109-118.

2007 Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2007) Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern, *Water Resources Management*. 21(1): 35-48.

2007 Van Oel, P.R., Krol, M.S. and Hoekstra, A.Y. (2007) 'A river basin as a common-pool resource: a case study for the Jaguaribe basin in Brazil'

2007 Hoekstra, A.Y. (2007) 'Human appropriation of natural capital: Comparing ecological footprint and water footprint analysis'

2006 Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., and Savenije, H.H.G. (2006) Water saving through international trade of agricultural products, *Hydrology and Earth System Sciences* 10(3): 455-468.

2006 Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. and Gautam, R. (2006) 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, *Ecological Economics*. 60(1): 186-203.

2006 Ma, J., Hoekstra, A.Y., Wang, H., Chapagain, A.K. and Wang, D. (2006) Virtual versus real water transfers within China, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 361 (1469): 835-842.

2006 Van der Zaag, P. (2006) 'Water's vulnerable value in Africa'

2006 Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2006) 'The water footprints of Morocco and the Netherlands'

2006 Hoekstra, A.Y. (2006) 'The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems'

2006 Van der Zaag, P. and Savenije, H.H.G. (2006) 'Water as an economic good: The value of pricing and the failure of markets'

2005 Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2005) Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade, *Global Environmental Change*, 15(1): 45-56

2005 Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. and Savenije, H.H.G., Gautam, R. (2005) 'The water footprint of cotton consumption'

2005 Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. and Savenije, H.H.G. (2005) 'Saving water through global trade'

2004 Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2004) 'Water footprints of nations' Main Report Volume 1

2003 Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2003) 'The water needed to have the dutch drink tea'

2003 Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2003) 'The water needed to have the Dutch drink coffee'

2003 Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2003) 'Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products'

2003 Hoekstra, A.Y. (2003) (ed) 'Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade'

2002 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'

