Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

BOKU

ÖVGW
ÖSTERREICHISCHE VEREINIGUNG
FÜR DAS GAS- UND WASSERFACH

Virtuelles Wasser 2021

Wasserfußabdruck – der Wasserverbrauch für Güter des täglichen Bedarfs

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:
Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
Stubenring 1, 1010 Wien
und
Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach
1010 Wien, Schubertring 14
Autorinnen und Autoren: Roman Neunteufel, Nadine Sinemus, Maximilian Grunert
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Siedlungswasserbau,
Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Gesamtumsetzung: Roman Neunteufel
Fotonachweis: © freeepik (Titelbild), BMLRT/Gruber (S.3), Pixabay (S.33–39), open Street map (S.42)
Wien, 2021.

Copyright und Haftung:
Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.
Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Sorgsamer Umgang mit Wasser

Elisabeth Köstinger
Bundesministerin

Wasser ist die wichtigste Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Zugleich ist Wasser eine unverzichtbare Ressource für die Trinkwasserversorgung, die Landwirtschaft, den Freizeit- und Tourismusbereich sowie die Energiewirtschaft. In Österreich benötigt jede und jeder von uns täglich im Durchschnitt 130 Liter Wasser zum Trinken, Kochen, Waschen oder im Haushalt und Garten. Darüber hinaus nehmen wir durch unseren täglichen Konsum von Lebensmitteln und anderen Gütern Wasser in Anspruch, das zur Herstellung dieser Produkte benötigt wird. Dieser indirekte Wasserverbrauch wird auch als „virtuelles Wasser“ bezeichnet und übersteigt unseren Direktverbrauch um ein Vielfaches.

Österreich ist ein wasserreiches Land mit einer sicheren Trinkwasserversorgung. Global betrachtet bleibt Wasser immer in einem Kreislauf. Der Klimawandel führt jedoch zu Veränderungen in der Verteilung und zu einem weltweit steigenden Wasserverbrauch. Diese Entwicklungen bewirken, dass Wasser in Zukunft zu einer noch wertvolleren und regional knapperen Ressource wird. Die vorliegende Studie veranschaulicht, dass wir auch mit unseren Konsumentscheidungen einen wichtigen Beitrag dazu leisten können, dass uns das kostbare Gut auch in Zukunft so sicher und sauber wie heute zur Verfügung steht. Dazu können wir täglich durch einen verantwortungsvollen Umgang mit unseren Lebensmitteln und einem sorgsamen Umgang mit Wasser beitragen!

Inhalt

Sorgsamer Umgang mit Wasser 3

1 Einleitung und Zielsetzung 6

1.1 Hintergrund 6

1.2 Ziele des Forschungsprojektes 6

2 Grundlagen und Methodik 7

2.1 Virtuelles Wasser und Wasserfußabdruck 7

2.2 Verwendete Datengrundlagen 8

2.3 Berechnungsmethoden 9

2.3.1 Berechnung des virtuellen Wasserbedarfs 9

2.3.2 Berechnung des Pro-Kopf-Wasserfußabdrucks in Österreich 11

2.3.3 Veränderungen und Zukunftsszenarien 12

3 Ergebnisse 16

3.1 Bisheriger Stand zum Wasserfußabdruck in Österreich 16

3.2 Aktuelle Schätzung des Wasserfußabdrucks 19

3.2.1 Veränderungen der Einflussfaktoren 19

3.2.2 Wasserfußabdruck in Österreich – aktuelle Schätzung 24

3.2.3 Potentiale zur Einsparung 26

3.3 Fact Sheets – Detailbetrachtung ausgewählter Produkte 31

3.3.1 Weizen 33

3.3.2 Kartoffeln 34

3.3.3 Paradeiser 35

3.3.4 Kaffee 36

3.3.5 Rindfleisch 37

3.3.6 Käse 38

3.3.7 Baumwolle für Textilien und Kleidung 39

3.4 Zukunftsszenarien 40

3.4.1 Annahmen für die Zukunftsszenarien 40

3.4.2 Wasserfußabdruck 2050 43

3.5 Relativierung des bilanzhaften Ansatzes des Wasserfußabdrucks 47

3.5.1 Methodische Unschärfen 47

3.5.2 Gesamtheitliche Betrachtungen über den Wasserfußabdruck hinaus 50

4 Zusammenfassung und Handlungsoptionen 53

4.1 Zusammenfassung der Methodik 53

4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse 54

4.3 Einsparungspotentiale 56
4.4 Handlungsoptionen 57

Abbildungsverzeichnis 58

Literaturverzeichnis 59

Abkürzungen 63

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Hintergrund

In den vergangenen Jahren wurden immer häufiger Rekordsommer mit außergewöhnlichen Hitzewellen oder Trockenperioden registriert und verschiedene Forschungsprojekte zur Untersuchung des Wasserverbrauchs und zur Veränderung der verfügbaren Ressourcen durchgeführt. Im Zuge der Präsentationen der Ergebnisse und dem Ausblick in die Zukunft wurden seitens der Medien und der interessierten Öffentlichkeit immer öfter Fragen nach Möglichkeiten zum Wassersparen gestellt, insbesondere auch vor dem Hintergrund des Klimawandels. Dabei wird fast ausschließlich an Einsparungen des direkten Wasserverbrauchs aus den Trinkwasserversorgungssystemen gedacht. Im Gesamtbild des täglichen Pro-Kopf-Wasserbedarfs sind die Wassermengen aus der Wasserversorgung gegenüber dem Wasser zur Erzeugung von Gütern des täglichen Bedarfs (virtuelles Wasser bzw. Wasserfußabdruck berechnet aus dem aktuellen Konsumverhalten) aber vergleichsweise gering.

In Hinblick auf zunehmende Nutzungskonflikte, insbesondere auch im globalen Kontext in wasserarmen Regionen, sind mögliche Einsparungspotentiale in Bezug auf Wasser zur Erzeugung von Gütern des täglichen Bedarfs höchst relevant. Sie können in der Gesamtbilanz die möglichen Einsparungen des direkten Wasserbedarfs aus den Wasserversorgungssystemen bei weitem übertreffen und somit starken Einfluss auf die nachhaltige Gewässerbewirtschaftung und Entschärfung von Nutzungskonflikten nehmen. Zusätzlich haben Importe und Exporte des virtuellen Wassers großen Einfluss auf den Wasserbedarf einer Region.

1.2 Ziele des Forschungsprojektes

- Allgemeinverständliche Darstellung der Grundlagen zum Konzept des virtuellen Wassers sowie des Wasserfußabdrucks
- Aufzeigen und Vergleich der Relevanz möglicher Einsparungspotentiale
- Aufzeigen möglicher Szenarien der Veränderung des Wasserfußabdrucks durch sozio-ökonomische Entwicklungen und Klimawandel
- Relativierung der Betrachtung des bilanzhaften Ansatzes des Wasserfußabdrucks

2 Grundlagen und Methodik

2.1 Virtuelles Wasser und Wasserfußabdruck

Die Menge des **virtuellen Wassers** beschreibt den Bedarf an Frischwasser für die Herstellung eines Produktes über den gesamten Herstellungszyklus. Es umfasst das Wasser für das Pflanzenwachstum oder die Rohstoffgewinnung und alle Verarbeitungsschritte, die bis zur Konsumverfügbarkeit benötigt werden. Transporte spielen in Bezug auf das virtuelle Wasser kaum eine Rolle und sind vernachlässigbar. Sie werden hingegen im CO_2-Fußabdruck oder in Ökobilanzen sichtbar.

Die virtuellen Wassermengen werden in grüne, blaue und graue Anteile unterteilt.

- Das **grüne Wasser** beschreibt die Menge an Regenwasser, welches im Boden gespeichert ist und von Pflanzen während ihres gesamten Wachstums bis zur Ernte aufgenommen wird.
- **Blaues Wasser** ist technisch gewonnenes Grund- oder Oberflächenwasser, welches zur Pflanzenbewässerung, Rohstoffgewinnung oder in den Verarbeitungsschritten verwendet wird.
- **Graues Wasser** ist die Menge an Wasser, die im Zuge der Pflanzenproduktion oder der Gewinnung sowie den Verarbeitungsschritten eines Produktes qualitativ beeinträchtigt wird und dadurch nicht uneingeschränkt für andere Zwecke verfügbar ist.
  (Hoekstra et al., 2011, vereinfacht)

Beim Konsum eines Produktes wird somit eine gewisse Menge virtuelles Wasser konsumiert. Die Menge des virtuellen Wassers in Produkten wird auch als **indirekter Wasserverbrauch** bezeichnet. Die Summe des virtuellen Wassers aller durchschnittlich an einem Tag konsumierten Produkte, zuzüglich dem Wasser das **direkt** im Haushalt oder Garten verwendet wird sowie anteilig für öffentliche Einrichtungen oder Verluste aus den Leitungsnetzen anfällt, wird als **Wasserfußabdruck** bezeichnet und typischerweise als Pro-Kopf-Kennzahl angegeben.

Beim indirekten Wasserverbrauch wird weiter zwischen **internem Verbrauch** (im Inland produziert und konsumiert) und **externem Verbrauch** (im Ausland produziert und im Inland konsumiert) unterschieden.

2.2 Verwendete Datengrundlagen

Für die Abschätzung des aktuellen virtuellen Wasserbedarfs werden bereits bestehende Werte aus Datenbanken und Studien mit gegenwärtigen Verbrauchs- und Konsumzahlen aktualisiert. Die verwendeten Datengrundlagen sind wie folgt:

- Datenbanken von Mekonnen und Hoekstra (2010a, 2010b, 2011): Diese Publikationen bilden die Datengrundlage für jegliche Berechnungen des Wasserfußabdrucks. In den Veröffentlichungen wurden für alle Regionen weltweit der grüne, blaue und graue Wasserfußabdruck verschiedenster Pflanzen- und Tierprodukte unter Verwendung eines Modells bestimmt.
- Wissenschaftliche Publikationen: In diversen Veröffentlichungen werden vor allem einzelne Produkte genauer begutachtet und deren Wasserfußabdruck neu bestimmt. Ebenso werden die klimatischen Bedingungen in einigen Publikationen kleinräumig betrachtet und liefern somit ein differenzierteres Bild zum Wasserfußabdruck als die Datengrundlagen von Mekonnen und Hoekstra. Die Website des *Water Footprint Network* bietet eine Sammlung von Publikationen zum Thema Wasserfußabdruck und virtuelles Wasser (waterfootprint, 2021).
- Forschungsberichte und Studien: Diese werden für Datenvergleiche herangezogen. Des Weiteren können aus Studien und Forschungsberichten Daten zu Abfallaufkommen, Wasserfußabdruck, Tierhaltungen, CO_2-Fußabdruck und Landnutzungen gewonnen werden. Mit diesen Daten lassen sich Rückschlüsse zur Veränderung des Wasserfußabdrucks ziehen.
- Food and Agriculture Organisation (FAO): Daten zu Import-, Export- und Produktionsmengen für Österreich und weltweit stammen aus der statistischen Datenbank (Detailed Trade Matrix) der FAO. Daten über Lagermengen und -veränderungen stammen aus der Stock-Variation-Database (Food Balance) der FAO. Ebenso stammt das Berechnungsmodell CROPWAT, welches für die Neuberechnung des Wasserfußabdrucks einzelner Produkte verwendet wird, von der FAO. Für die gegenständliche Aktualisierung werden Daten aus dem Zeitraum 2014–2018 verwendet und mit dem Datenstand seit dem Jahr 1996 verglichen (FAOSTAT, 2021).

- Klimaszenarien für Österreich (ÖKS15 Datensätze): Um mögliche Entwicklungen des virtuellen Wassers in Bezug auf Klimaänderungen um 2050 abschätzen zu können sind exemplarisch zwei Klimawandelszenarien aus den ÖKS15 Datensätzen (Chimani et al., 2016) gewählt. Mit diesen Klimaszenarien wird der grüne und blaue Wasserfußabdruck ausgewählter Pflanzen neu berechnet.
- International Trade Centre (ITC) Trademap: Für Baumwolle ist die Datengrundlage der FAO nicht ausreichend, da Baumwolle in Österreich selten als Rohstoff importiert wird, sondern überwiegend als bereits verarbeitete Ware. Daher werden mit Hilfe der ITC Trademap die Import- und Exportströme von Baumwollprodukten in Österreich nachvollzogen (ITC, 2021).
- Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) stellt über den Onlinezugang zum Hydrografischen Jahrbuch (ZAMG, 2021) Daten zu Niederschlägen und Grundlagendaten zur Berechnung der Verdunstungen zur Verfügung. Daraus kann nebst anderen Eingangsdaten der virtuelle Wasserbedarf von Pflanzen berechnet werden und die Differenzierung in grünen und blauen Wasserfußabdruck erfolgen.

2.3 Berechnungsmethoden

2.3.1 Berechnung des virtuellen Wasserbedarfs

Die Berechnung des virtuellen Wasserbedarfs erfolgt mit Hilfe von Klimadaten sowie Boden- und Pflanzenparametern. Es wird die Summe der täglichen Verdunstung durch die Pflanzen über den gesamten Zeitraum des Pflanzenwachstums berechnet. Dabei wird zuerst ein Referenzwert für die Verdunstung von Gras nach der Formel von Penman-Monteith berechnet und dieser Wert danach mit einem Faktor für die jeweilige Pflanzenart und deren Entwicklungsstadium multipliziert und über die Kulturdauer aufsummiert (Allen et al., 1998).

Wenn im Boden durch die natürlichen Niederschläge genügend Wasser gespeichert ist, wird davon ausgegangen, dass die Pflanze ihren gesamten Wasserbedarf aus diesem sogenannten effektiven Niederschlag deckt. Der gesamte Wasserbedarf der Pflanze wird in diesem Fall dem grünen virtuellen Wasser zugerechnet.

Wenn der Wasserbedarf der Pflanze höher als der im Boden gespeicherte Niederschlag ist, wird davon ausgegangen, dass künstlich bewässert werden muss und die Fehlmengen werden dem blauen virtuellen Wasser zugerechnet. Der gesamte Pflanzenwasserbedarf hat dann einen grünen und blauen virtuellen Wasseranteil. Wenn von einer Kulturpflanze oder

einer Region bekannt ist, dass keine Bewässerung stattfindet, wird kein blauer virtueller Wasseranteil ausgewiesen. Ist der effektive Niederschlag dann geringer als der Pflanzenwasserbedarf müsste dies in weiterer Folge in Ertragsrückgängen berücksichtigt werden.

Für die Berechnung des Wasserfußabdrucks (WF) wird der gesamte Pflanzenwasserbedarf letztendlich durch den Ertrag dividiert. Üblicherweise werden der Pflanzenwasserbedarf sowie der Ertrag jeweils pro Hektar berechnet.

Der graue Wasserfußabdruck wird in der Pflanzenproduktion in Abhängigkeit der aufgebrachten Pflanzenschutzmittel und Düngemittel und dem Ausmaß der daraus entstehenden Beeinträchtigung der Wasserressourcen berechnet. Dabei wird berücksichtigt, wieviel Wasser theoretisch benötigt werden würde, um die verschmutzten Wassermengen durch Verdünnung wieder an die entsprechenden Qualitätsstandards heranzuführen (Hoekstra et al., 2011).

In den Wasserfußabdruck der Tierproduktion fließen die für die Aufzucht eingesetzten pflanzlichen Futtermittel sowie gegebenenfalls das Weidegras mit deren Wasserfußabdruck ein. Rund 98 % entfallen auf Futtermittel und 2 % auf Viehtränke, Reinigung und Verarbeitung (Mekonnen und Hoekstra, 2012).

Berechnung der Daten auf den Fact Sheets

- Die Berechnung der virtuellen Wassermenge der in Österreich konsumierten Produkte erfolgt auf Basis einer mengengewichteten Durchschnittsbildung der Anteile des virtuellen Wassers der eigenen Produktion und der importierten Güter. Hierbei werden die Herkunftsländer betrachtet, die mindestens 80 % der Gesamtimporte nach Österreich abdecken. Unschärfen bestehen dabei in folgenden Punkten: Im Fall von Importen ist nicht mit ausreichender Detailgenauigkeit nachvollziehbar, ob die Güter ursprünglich aus dem exportierenden Land stammen (First Chain) oder von diesem zuvor selbst importiert wurden (Second Chain) und damit über Zweit- oder Drittländer nach Österreich gelangen. Des Weiteren ist im Fall von Exporten aus Österreich nicht bekannt in welchem Verhältnis sich die Exportmengen aus der inländischen Produktion und den zuvor importierten Gütern zusammensetzen, sodass die in Österreich konsumierten Waren und die exportierten Waren mit den gleichen mengengewichteten Durchschnittswerten des virtuellen Wassers in die Berechnungen Eingang finden.

- Die in Österreich konsumverfügbaren pro Kopf Mengen eines Produktes werden aus den in Österreich konsumverfügbaren Mengen des Produktes und der durchschnittlichen Bevölkerungszahl berechnet. Alle in den Berechnungen verwendeten Daten sind Mittelwerte der Jahre 2014–2018. Zu den Jahren 2019 und 2020 sind die benötigten Daten noch nicht vollständig verfügbar.
- Der **Wasserfußabdruck** wird aus der konsumverfügbaren pro Kopf Menge eines Produktes und dem mengengewichteten Durchschnittswert des virtuellen Wassers errechnet. Wieviel von dem Produkt tatsächlich konsumiert wird und wieviel verloren geht wird bei der Berechnung des Wasserfußabdrucks nicht berücksichtigt.
- Innerhalb der verlorenen Mengen von Lebensmitteln werden die vermeidbaren Verluste mit Hilfe mehrerer Studien abgeschätzt (Noleppa und Cartsburg, 2015; Obersteiner und Luck, 2020). Vermeidbare Verluste sind entsorgte Lebensmittel, welche bei rechtzeitiger Verwendung noch genießbar gewesen wären. Eine Unschärfe ergibt sich dabei bei den Daten zu den vermeidbaren Verlusten von Käse. Diese sind nicht explizit verfügbar. Es erfolgt eine Rückrechnung aus der gesamten Restmüllmasse für Milchprodukte, Eier und Käse, wobei davon auf den Käse allein wahrscheinlich weniger als die Hälfte entfällt (Obersteiner und Luck, 2020).

2.3.2 Berechnung des Pro-Kopf-Wasserfußabdrucks in Österreich

Der durchschnittliche virtuelle Wasserbedarf in Österreich wird in Form des Pro-Kopf-Wasserfußabdrucks aller konsumierten Güter zuzüglich der direkt verbrauchten Wassermengen in Haushalten und Gärten, sowie den anteiligen Wasserverbräuchen für öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungen und für Wasserverluste, Spülungen und unentgeltliche Abgaben, z.B. an die Feuerwehr, angegeben. Üblicherweise werden in Darstellungen folgende Kategorien zusammengefasst:

- pflanzliche landwirtschaftliche Produkte – essbar
- tierische landwirtschaftliche Produkte – essbar
- pflanzliche landwirtschaftliche Produkte – nicht essbar
- Gewerbe- und Industrieprodukte
- direkter Wasserverbrauch

Bei verarbeiteten Lebensmitteln bzw. Gütern fließt auch die Verarbeitung in den virtuellen Wasserbedarf mit ein. Für die Berechnung des Wasserfußabdrucks auf nationaler Ebene

wird zunächst der gesamte Konsum eines Landes bestimmt. Aus diesem lässt sich der gesamte virtuelle Wasserbedarf eines Landes berechnen. Die Summe wird anschließend auf einen Pro-Kopf-Wasserbedarf umgelegt.

2.3.3 Veränderungen und Zukunftsszenarien

Für die Entwicklung von Zukunftsszenarien des Wasserfußabdrucks werden die möglichen Entwicklungen der Einflussfaktoren auf den Wasserfußabdruck abgeschätzt. Dies sind:

- die Veränderungen der **konsumierten Mengen**,
- die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes der Produkte aufgrund von veränderten **Produktionsbedingungen** und
- die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes der Produkte aufgrund von **Klimaänderungen**.

Nachfolgend ist zusammengefasst ob und wie die möglichen Entwicklungen der Einflussfaktoren für Veränderungen des Wasserfußabdrucks abschätzbar sind und damit bei der Berechnung der Zukunftsszenarien berücksichtigt werden.

Die bisherigen Veränderungen der **konsumierten Mengen** stammen aus der Datenbank der FAO (FAOSTAT, 2021) und der ITC Trade Map (ITC, 2021) für den Zeitraum 1996 bis 2018. Dabei sind alle verfügbaren Daten zu Produktion, Importen und Exporten in die vier Kategorien pflanzliche essbare Produkte inkl. Futtermittel, tierische essbare Produkte, pflanzliche nicht essbare Produkte und Gewerbe- und Industrieprodukte zusammengefasst. Zur Berechnung der Veränderungen werden die Summen der Produktkategorien herangezogen. Bei den pflanzlichen Produkten ist keine genaue Abgrenzung der Mengen, die in die Kategorie *essbar* fallen, gegenüber den zu Biokraftstoffen verarbeiteten Pflanzen, die der Kategorie *nicht essbar* zugerechnet werden, möglich. Aus den verfügbaren Daten sind nur die Steigerungen der Kategorie pflanzlicher essbare Produkte ableitbar. Die Veränderungen werden anhand der Mittelwerte der Zeiträume 1996–2005 im Vergleich zu 2014–2018 bestimmt. Für das Szenario 2050 werden die konsumierten Mengen jeweils in den genannten Kategorien extrapoliert. Dabei wird von einer weniger starken Zunahme als bisher ausgegangen, da lineare Extrapolation erfahrungsgemäß zu Überschätzungen führen können. Die Annahmen liegen dadurch auf der konservativen Seite. Als Hintergrund einer weniger starken Zunahme als bisher wird das Prinzip des abnehmenden individuellen Nutzens und der Sättigung bei steigendem Konsum gesehen (1. Gossensches Gesetz). Gleichermaßen würde die verstärkte Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung wirken.

Eine alternative Betrachtung für die Konsumszenarien 2050 wäre die mögliche Veränderung des österreichischen Konsums durch **Änderungen im globalen Kontext**. Als konkretes Beispiel könnte der Fleischkonsum in Österreich abnehmen, wenn durch eine steigende Nachfrage in Asien die Konsumentenpreise steigen. Andererseits könnte dem auch eine Intensivierung der Tierproduktion entgegenwirken. Dies würde wieder auf den Wasserfußabdruck wirken und könnte zunehmend Nutzungskonflikte nach sich ziehen. Derartige Entwicklungen sind im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch nicht prognostizierbar und finden daher nur in Form einer Szenarienvariante Berücksichtigung.

Die bisherigen Veränderungen der **Flächenerträge** können aus der Datenbank der FAO (FAOSTAT, 2021) entnommen werden. Geänderte Flächenerträge werden aufgrund folgender Überlegungen jedoch nicht angesetzt:

- Ganz wesentlich ist, dass keine Daten verfügbar sind, die die Veränderung des Wasserbedarfs pro Flächeneinheit einer Kultur in Bezug zur Veränderung des Ertrags pro Flächeneinheit einer Kultur beschreiben. Da in den verfügbaren Daten der Food and Agriculture Organisation (FAO, 2006) für den Wasserbedarf pro Flächeneinheit nur ein genereller Wert verfügbar ist, wird der Ertrag pro Flächeneinheit in den vergleichenden Berechnungen so rückgerechnet, dass die Ergebnisse der Nachberechnung der gegenständlich verwendeten Klimareferenzperiode 1990–2018 mit den bisher publizierten virtuellen Wassermengen (Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b) für die jeweils betrachtete Anbauregion übereinstimmen. Dabei ist anzumerken, dass die ursprüngliche Klimareferenzperiode, die den bisherigen Berechnungen der virtuellen Wassergehalte und somit dem Wasserfußabdruck des Konsums im Zeitraum 1996–2005 zugrunde liegt, im Detail nicht nachvollziehbar ist. Es dürfte sich im Allgemeinen um Daten aus dem Zeitraum 1971–2000 gehandelt haben. Daraus würde eine Abweichung gegenüber der gegenständlich verwendeten Klimareferenzperiode 1990–2018 resultieren und die aktuelle Schätzung sowie die Zukunftsszenarien leicht höhere virtuelle Wassergehalte ergeben. Die Abweichung ist jedoch aufgrund der erst langsam beginnenden Klimawandelauswirkungen in den 80er und 90er Jahren eher gering.
- Ob und in welcher Größenordnung höhere Temperaturen für die einzelnen Kulturen bei ausreichender Wasserverfügbarkeit ertragssteigernd bzw. bei nicht ausreichender Wasserverfügbarkeit ertragsvermindernd wirken, kann im Rahmen der gegenständlichen Studie nicht festgestellt werden.
- Darüber hinaus kann nicht festgestellt werden, welche Kulturen aktuell, sowie in Zukunft, bei Wassermangel bewässert werden.

Verfügbar sind jedoch Daten zu **Ertragsrückgängen**, wenn eine bestimmte Kultur derzeit bei Wassermangel nicht bewässert wird. Diese Daten werden in den vergleichenden Berechnungen berücksichtigt. Die dahinterliegende Annahme ist, dass bei Wasserknappheit und Ertragsrückgängen auch weniger Wasser von einer Kultur aufgenommen wird, diese geringeren Wassermengen aber auch auf den geringeren Ertrag pro Hektar aufzuteilen sind. Wenn der geringer werdende Ertrag bei Trockenheit hingegen nicht berücksichtigt wird, würde sich bei Wassermangel automatisch ein geringerer virtueller Wassergehalt je Gewichtseinheit der Kultur ergeben.

Hinsichtlich der **Herkunft** der Produkte stehen sich eine Verlagerung hin zu Importen von den größten Produzenten und der Trend zu mehr regionalem Konsum gegenüber und erfordert individuelle Abschätzungen. Diese Abschätzungen können im Rahmen der gegenständlichen Studie nicht erfolgen und der Importmix wird für die Betrachtungen als gleichbleibend angenommen.

Zur Feststellung der Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen der **klimatischen Bedingungen** in den Anbaugebieten von landwirtschaftlichen Produkten stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Die erste Variante ist die Berechnung der virtuellen Wassergehalte anhand von sogenannten Klimazwillingen. Dabei erfolgt ein Vergleich von bekannten Städten oder Regionen, die heute schon ein Klima haben, das dem zukünftigen Klimaszenario einer österreichischen Anbauregion entspricht. Die Verwendung von Klimazwillingen zur Untersuchung der Wirkung des Klimawandels auf den virtuellen Wasserbedarf ist jedoch durch möglicherweise stark unterschiedliche sonstige Produktionsbedingungen verfälscht.
- Als methodisch besser geeignete Alternative wird die exemplarische Neuberechnung des virtuellen Wasserbedarfs einzelner ausgewählter Produkte unter Verwendung der Klimaparameter aus den österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15 Szenarien) angesehen. Zur möglichst weitgehenden Abdeckung der Bandbreiten möglicher klimatischer Entwicklungen werden ein mittleres Klimawandelszenario sowie ein Szenario mit hoher Temperatursteigerung und ungünstiger Niederschlagsentwicklung betrachtet. Die Szenarien sind gemäß der Bezeichnung des Intergovernmental Panel on Climate Change nach der erwarteten Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre im Jahr 2100 (Representative Concentration Pathways – RCPs) und dem sich daraus ergebenden zusätzlichen Strahlungsantrieb in der Wärmebilanz der Erde von 4,5 Watt / m² bzw. 8,5 Watt / m² mit RCP4.5 und RCP8.5 bezeichnet.

- In den österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15 Szenarien) existieren verschiedene Unterszenarien innerhalb jeder RCP-Annahme, die zum Beispiel die Niederschläge betreffen. Zur Untersuchung der Bandbreiten sind ein RCP4.5 Szenario mit mittlerer Niederschlagsentwicklung (RCP4.5) und ein trockenes RCP8.5 Szenario mit Niederschlagsrückgängen (RCP8.5t) stellvertretend für eine eher ungünstige Entwicklung betrachtet.

Für die exemplarische Betrachtung der **Veränderungen des virtuellen Wasserbedarfs** ausgewählter Produkte, sowohl für die aktuelle Schätzung wie auch für die Zukunftsszenarien, werden Weizen sowie Rindfleisch und Schweinefleisch untersucht. Stellvertretend für alle Futtermittel in der Rindfleischproduktion wird die Veränderung des virtuellen Wasserbedarfs von Gras untersucht, das rund 56 % der in der österreichischen Rindfleischproduktion eingesetzten Futtermittel repräsentiert (Gerbens-Leenes et al., 2011). Stellvertretend für alle Futtermittel in der Schweinefleischproduktion wird die Veränderung des virtuellen Wasserbedarfs von Mais, als überwiegend eingesetztes Futtermittel, untersucht. Die Abschätzung des Wasserfußabdrucks erfolgt dabei jeweils als Schätzung mithilfe von Analogieschlüssen. Die Veränderungen bei Weizen werden stellvertretend für die Veränderungen pflanzlicher essbarer Produkte angesetzt und die Veränderungen bei den Futtermitteln stellvertretend für die Veränderungen tierischer essbarer Produkte.

Für Weizen und Mais werden Klimamesswerte einer Messstelle im Marchfeld und für Gras Messwerte einer Messstelle im Mühlviertel herangezogen. Als Referenzperiode ist die Klimaperiode 1990 – 2018 angesetzt und wird mit der für 2050 repräsentativen Klimaperiode 2041 – 2070 verglichen. Zusätzlich wird der aktuelle Zeitraum 2014 – 2018 als Auszug der Klimaperiode 1990 – 2018 betrachtet. Die verwendeten Klimaparameter stammen von frei verfügbaren Datenressourcen der ZAMG (ZAMG, 2021) und ÖKS15 Datenressourcen (Chimani et al., 2016) für die Klimaszenarien.

Für die **aktuelle Schätzung und die Zukunftsszenarien** wird der Wasserfußabdruck aller konsumierten Produkte aufgrund des hohen Aufwandes nicht neu gerechnet, sondern es werden die Veränderungen (Steigerungen) beim Konsum und beim virtuellen Wassergehalt abgeschätzt. Die bisher publizierten Daten des Wasserfußabdrucks werden mit diesen Veränderungsraten multipliziert.

3 Ergebnisse

3.1 Bisheriger Stand zum Wasserfußabdruck in Österreich

Der bisherige Stand zum Wasserfußabdruck in Österreich stammt aus Studien von Vanham (2012 und 2013). Darin werden der gesamte Wasserfußabdruck von in Österreich konsumierten Produkten betrachtet und 19 ausgewählte landwirtschaftliche Produkte genauer aufgeschlüsselt. Die betrachteten Produkte haben durch einen hohen Wasserverbrauch oder einen hohen Konsum eine große Relevanz für den Wasserfußabdruck in Österreich.

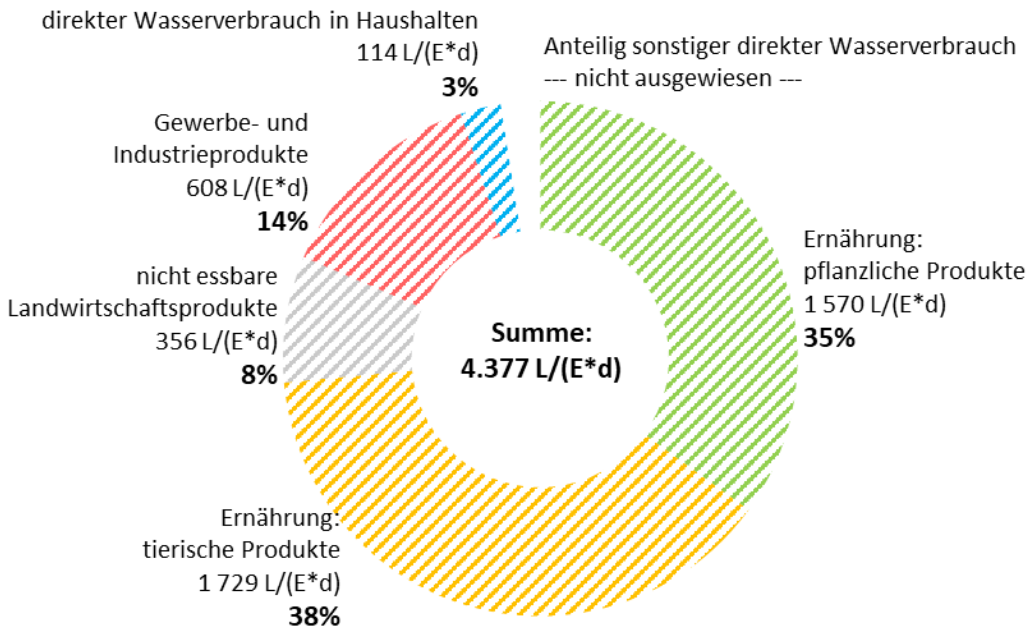
Den größten einzelnen Wasserfußabdruck innerhalb der Produktgruppen haben Baumwolle, Sojamehl und Weizen, sowie Schweinefleisch, Milch, Käse und Rindfleisch. Von den vier von Vanham analysierten Getreideprodukten werden 52 % als Futter verwendet.

Von der Gesamtmenge an virtuellem Wasser gehen nur 32 % auf einen heimischen Wasserverbrauch zurück. Der **interne Verbrauch**, also die im Inland produzierten Güter, beträgt somit nur rund ein Drittel. Das übrige in Österreich konsumierte virtuelle Wasser ist ein **externer Verbrauch**, also im Ausland produzierte Waren. In Summe der betrachteten Produkte ist Österreich damit ein Netto-Importeur von virtuellem Wasser. Bei den Kulturpflanzen beträgt der externe Wasserfußabdruck 72 % und bei den tierischen Produkten 51 %. Zwischen den einzelnen Produkten ist die Aufteilung von internem zu externem Wasserfußabdruck sehr unterschiedlich. Manche Produkte, wie die Baumwolle, werden zu 100 % importiert.

Abbildung 1 zeigt den bisher publizierten Stand des Wasserfußabdrucks in Österreich (Vanham, 2013) basierend auf Datengrundlagen zum Konsum der Periode 1996–2005 und unter Verwendung der virtuellen Wassergehalte von Produkten (Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b) basierend auf Datengrundlagen der Periode 1997–2010.

Die anteiligen Wasserverbräuche für öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungen und für Wasserverluste, Spülungen und unentgeltliche Abgaben, z.B. an die Feuerwehr, werden in der Studie von Vanham (2013) nicht berücksichtigt, sind aber in der Darstellung in der gegenwärtig existierenden Größenordnung als weißes Segment dargestellt. In Summe wird in Österreich der Wasserfußabdruck pro Kopf und Tag bisher mit rund 4.500 Liter (genau 4.377 Liter) angegeben.

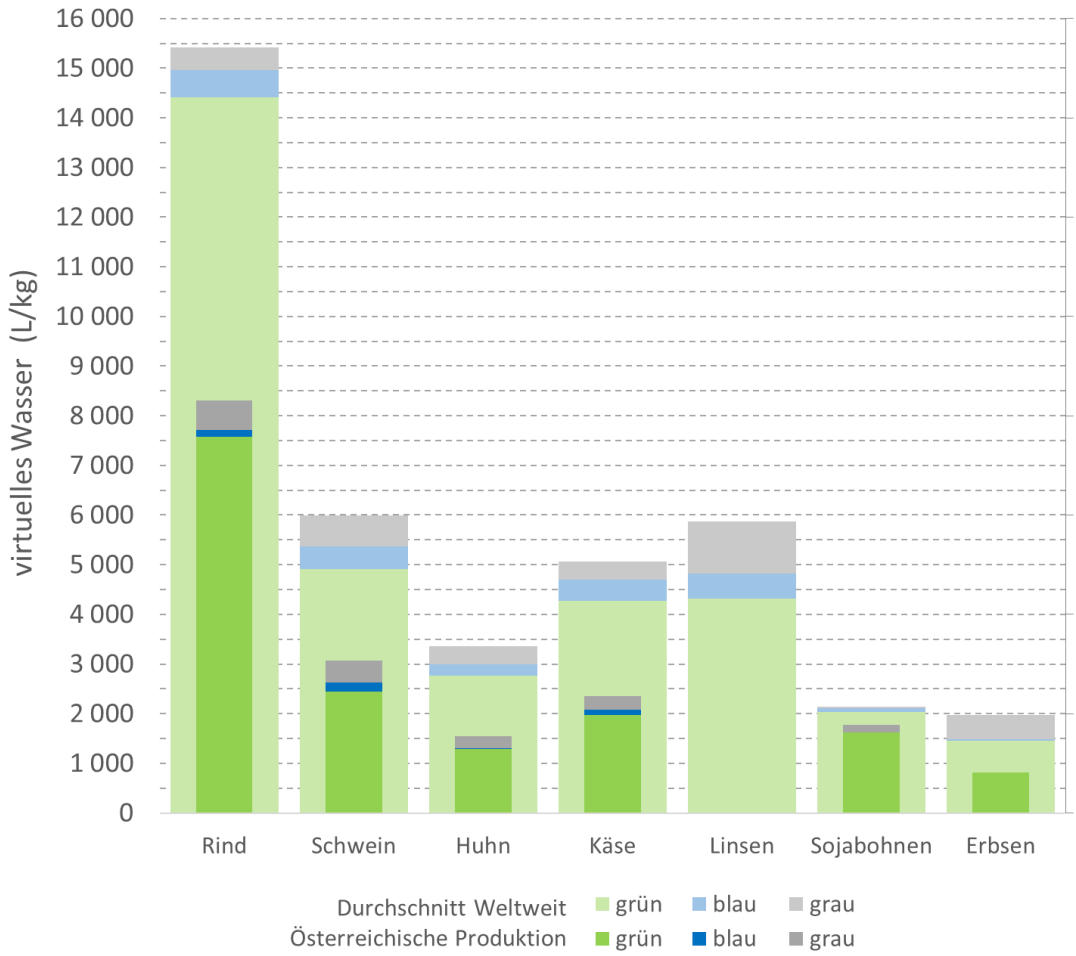
Abbildung 1:
Wasserfußabdruck in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – bisher publizierter Stand



Quelle: Vanham, 2013; angepasst; eigene Abbildung

Die zur Berechnung des Wasserfußabdrucks verwendeten Datengrundlagen stammen aus den Datenbanken von Mekonnen und Hoekstra (2010a, 2010b). Daraus können auch direkte Vergleiche der virtuellen Wassergehalte einzelner Produkte oder Herkunftsländer zueinander erstellt werden. Abbildung 2 zeigt eine exemplarische Übersicht des virtuellen Wassergehaltes verschiedener Produkte, wie sie in den Datenbanken verfügbar sind. Zum Vergleich werden verschiedene Fleischsorten mit alternativen Proteinquellen wie Käse oder Hülsenfrüchten verglichen. Für Linsen sind dabei keine Daten für Österreich verfügbar. Die Datendarstellung beinhaltet jeweils die Anteile von grünem, blauem und grauem virtuellen Wasser bei österreichischer Produktion im Vergleich zur Produktion im weltweiten Durchschnitt.

Abbildung 2: Virtuelle Wassergehalte verschiedener Produkte im Vergleich



Quelle: Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b; eigene Abbildung

3.2 Aktuelle Schätzung des Wasserfußabdrucks

3.2.1 Veränderungen der Einflussfaktoren

Die Veränderungen des Wasserfußabdrucks rühren im Wesentlichen von drei Faktoren her, die den indirekten Wasserkonsum beeinflussen:

- Die Veränderungen der **konsumierten Menge** eines Produktes. Ein Beispiel dazu ist der stark gestiegene Konsum von Textilprodukten seit Anfang der 2000er Jahre von rund 77.000 t pro Jahr auf 116.000 t pro Jahr. Der Baumwollanteil daran ist insgesamt weniger stark von 66.000 t auf 71.000 t angestiegen.
- Die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen im **Flächenertrag** (bei landwirtschaftlichen Produkten) oder in der **Produktion** (bei der Weiterverarbeitung oder Industrieprodukten). Darüber hinaus kann sich der virtuelle Wassergehalt der durchschnittlich konsumierten Produkte mit der **Herkunft** der Importe verändern.
- Die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen der **klimatischen Bedingungen** in den Anbaugebieten von landwirtschaftlichen Produkten.

Veränderungen des **direkten Wasserkonsums** in Haushalten und Gärten finden zwar auch statt, spielen aber gegenüber den Veränderungen im indirekten Wasserkonsum eine untergeordnete Rolle.

Veränderungen der **Bevölkerungszahl** wirken direkt auf den gesamten Wasserfußabdruck von Österreich, auf die Pro-Kopf-Kennzahl hat eine Bevölkerungsänderung natürlich keine Auswirkung.

Die Veränderungen der durchschnittlich pro Kopf konsumierten Mengen schlagen sich direkt auf den Wasserfußabdruck nieder. Viele Produkte weisen einen eher gleichbleibenden Konsum auf (z.B. Kaffee), manche steigen (z.B. Textilprodukte oder Paradeiser) und der Konsum von Biokraftstoffen ist gänzlich neu gegenüber früheren Betrachtungen, substituiert aber mit seinen Sekundärprodukten große Teile der Futtermittelerzeugung. Bei den pflanzlichen Produkten ist keine genaue Abgrenzung der Mengen, die in die Kategorie *essbar* fallen, gegenüber den zu Biokraftstoffen verarbeiteten Pflanzen, die der Kategorie *nicht essbar* zugerechnet werden, möglich. Somit könnte ein Teil der festgestellten Steigerung der

pflanzlichen essbaren Produkte in Wahrheit eine Steigerung der Kategorie der pflanzlichen nicht essbaren Produkte sein.

Die Mittelwerte der Gewichtsanteile des Pro-Kopf-Konsums haben sich in Österreich im Vergleich der Zeiträume 1996–2005 zu 2014–2018 folgendermaßen verändert:

- pflanzliche essbare Produkte inkl. Futtermittel: +3 %
- tierische essbare Produkte: +8 %
- pflanzliche nicht essbare Produkte: als gleichbleibend angenommen, Berücksichtigung exemplarischer Sonderbetrachtungen
- Gewerbe- und Industrieprodukte: als gleichbleibend angenommen

Die Berechnung der konsumierten Mengen der Kategorien essbarer pflanzlicher und tierischer landwirtschaftlicher Produkte erfolgt als Summenbildung aller in die jeweilige Kategorie fallenden Produkte. Die Konsumänderungen der pflanzlichen nicht essbaren Produkte und der Gewerbe- und Industrieprodukte müssten individuell für ausgewählte Produkte erfolgen. Eine Gesamtbetrachtung mittels Analogieschlüssen ist für die beiden letztgenannten Kategorien im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich, da die Produkte zu unterschiedlich sind. Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes pflanzlicher nicht essbarer Produkte sowie von Gewerbe- und Industrieprodukten sind in Ermangelung von Grundlagendaten daher nicht angesetzt. Als relevante Einzelbeispiele werden als Sonderbetrachtungen der Baumwollkonsum und der neu entstandene Konsum von Biokraftstoffen untersucht.

Bezüglich der **Flächenerträge** und der **Herkunft von Importen** gilt, dass die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen im Flächenertrag aus den in der Methodik (Kapitel 2.3.3) beschriebenen Gründen nicht abgeschätzt werden können und dass zur Feststellung einer Veränderung der Herkunft der Importe die in den bisherigen Publikationen gemachten Angaben nicht ausreichend sind. Zur Feststellung derartiger Veränderungen müsste jedes Produkt einzeln untersucht werden.

Die **Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes durch Klimaänderungen** wurden durch Vergleich der gesamten Klimaperiode 1990–2018 mit dem aktuellen Zeitraum 2014–2018 als Auszug dieser Klimaperiode anhand der exemplarischen Betrachtungen von Weizen (stellvertretend für pflanzliche Produkte) sowie Gras und Mais als Tierfutter (stellvertretend für tierische Produkte) untersucht und unter Verwendung von Analogieschlüssen auf die Sektoren der landwirtschaftlichen Pflanzen- und Tierproduktion übertragen. Daraus ergeben sich folgende Steigerungen im aktuellen Zeitraum gegenüber der gesamten Klimaperiode 1990–2018:

- pflanzliche Produkte: +0,8 %
- tierische Produkte: +1,2 bis +2 % (je nach Tierfutterzusammensetzung)

Sonderbetrachtungen zum Baumwollkonsum und zu Biokraftstoffen:

Für die Kategorie der **nicht essbaren Landwirtschaftsprodukte** wird für **Baumwolle** eine Konsumzunahme berücksichtigt. Die Änderungen des virtuellen Wassergehalts der Baumwolle durch Klimaveränderungen kann in Ermangelung von Klimavergleichsdaten nicht abgeschätzt werden. Eine weitere mögliche Veränderung der Konsummenge von Baumwolle ergibt sich durch die Berücksichtigung der zunehmenden Altkleiderexporte als Teil des Erstkonsums. Diese Konsummenge wurde in den bisherigen Daten zum österreichischen Wasserfußabdruck mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht in der Konsummenge berücksichtigt. Die in den Publikationen enthaltenen Methodenbeschreibungen lassen darüber jedoch keinen sicheren Rückschluss zu. Die aktuelle Neuberechnung des Wasserfußabdrucks für den Baumwollkonsum zeigt aber, dass, wenn Altkleiderexporte auch bisher schon als *zuvor erfolgter Konsum* berücksichtigt worden wären, in den bisherigen Daten die Kategorie *nicht essbare Landwirtschaftsprodukte* weitgehend (281 von 356 L/(E*d)) aus dem Wasserfußabdruck für Baumwolle bestanden hätte.

Die Kategorie *nicht essbare Landwirtschaftsprodukte* wird in der aktuellen Schätzung jedoch nicht um Altkleiderexporte als Teil des Erstkonsums methodisch erweitert, da nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann, ob diese Anteile nicht doch bereits in den bisher publizierten Zahlen berücksichtigt waren und eine Mehrfachzählung ausgeschlossen werden soll. Durch die Methodenkorrektur würde der Wasserfußabdruck der nicht essbaren Landwirtschaftsprodukte um rund 100 Liter pro Kopf und Tag steigen.

Für die an Bedeutung gewinnenden **Kraftstoffe Biodiesel und Bioethanol** wird eine Abschätzung des dadurch entstehenden Wasserfußabdrucks vorgenommen. Der Beginn des

relevanten Biokraftstoffkonsums in Österreich ist mit dem Jahr 2005 angegeben. In der bisher publizierten Übersicht des Wasserfußabdrucks in Österreich (Vanham, 2013), basierend auf Datengrundlagen zum Konsum der Periode 1996–2005, waren demnach keine oder kaum Anteile für Biokraftstoffe enthalten.

Die neue, explizite **Abschätzung des Wasserfußabdrucks für Biokraftstoffe** erfolgt gemäß den nachstehenden Daten und Annahmen:

Für die Erzeugung einer Tonne Bioethanol müssen rund 3,3 Tonnen Weizen eingesetzt werden. Für eine Tonne Biodiesel werden rund 2,5 Tonnen Rapssaat benötigt (FNR, 2021). Die virtuellen Wassermengen sind dabei für Weizen 84 % grünes und 16 % graues Wasser und für Raps 92 % grünes und 8 % graues Wasser. In den Herstellungsprozessen von Biokraftstoffen entstehen als Reststoffe aber auch Futtermittel. Üblicherweise wird der Wasserfußabdruck gänzlich dem Primärprodukt, in diesem Fall Biokraftstoff, hinzugerechnet. Das Sekundärprodukt Futtermittel weist dann keinen Wasserfußabdruck mehr auf. Tatsächlich ist in der Kategorie pflanzlicher essbarer Produkte inkl. Futtermittel ein deutlicher Rückgang der explizit als Futtermittel angebauten Pflanzen sichtbar. Es hat also eine Umverteilung stattgefunden.

Der für die aktuelle Abschätzung des Wasserfußabdrucks relevante Jahresdurchschnitt des konsumverfügbaren Biokraftstoffs in Österreich der Jahre 2014–2018 beträgt rund 515.000 t Biodiesel und 88.000 t Bioethanol. Erzeugt wurden in diesem Zeitraum jahresdurchschnittlich rund 284.000 t Biodiesel und 184.000 t Bioethanol (Biokraftstoffbericht, 2015 bis 2019).

Für die Abgabe an den Tankstellen werden den fossilen Kraftstoffen Anteile von rund 3 bis 6 % der reinen Biokraftstoffe beigemengt (Biokraftstoffbericht, 2020). Für die Betrachtung des virtuellen Wassers wird jedoch nur der reine Biokraftstoff herangezogen. Unter Berücksichtigung eines variierenden Anteils von Altspeiseöl von rund 30 bis 60 % der Menge des eingesetzten Pflanzenöls (Biokraftstoffbericht, 2020) ergibt sich bei der Biokraftstofferzeugung in Österreich im Mittel ein virtueller Wassergehalt von rund 2.895 L pro kg reinem Biodiesel und 1.860 L pro kg reinem Bioethanol. Diese Werte wurden aus Angaben zum Wasserfußabdruck je gewinnbarer Energiemenge aus dem Kraftstoff zurückgerechnet. Der Anteil von Altspeiseöl bei der Biokraftstofferzeugung wird mit einem virtuellen Wassergehalt von Null angesetzt, da anzunehmen ist, dass das Pflanzenöl bereits in seiner ursprünglichen Verwendung zum Wasserfußabdruck hinzugerechnet wurde.

Die importierten Biokraftstoffe haben zum Teil jedoch einen wesentlich geringeren Anteil von Altspeiseöl (z.B. im Durchschnitt nur 3 % bei der Biokraftstoffherstellung) wodurch sich der virtuelle Wassergehalt von importierten Biokraftstoffen deutlich erhöhen kann. Umgelegt auf die durchschnittliche Mischung von in Österreich konsumierten Biodiesel ergibt das rund 4.290 L virtuelles Wasser pro kg reinem Biodiesel. Bioethanol wird zwar in größerem Umfang produziert als konsumiert, dennoch sind relevante Mengen als Importe ausgewiesen. Die tatsächlich im inländischen Konsum eingesetzte Mischung ist unbekannt. Für die Berechnungen wird angenommen, dass der Konsum so weit wie möglich aus inländischer Produktion gedeckt wird. Für Bioethanol wird somit weiterhin 1.860 L pro kg reinem Bioethanol angesetzt.

Für die jährlich durchschnittlich konsumverfügbaren Mengen des Zeitraums 2014–2018 von rund 515.000 t Biodiesel ergibt das rund 2.209 Mio. m³ virtuelles Wasser bzw. 695 Liter pro Kopf und Tag. Für die 88.000 t Bioethanol ergibt das rund 164 Mio. m³ virtuelles Wasser bzw. 51 Liter pro Kopf und Tag. Die explizite Berücksichtigung des Biokraftstoffkonsums würde nach dieser Berechnung rund 750 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag betragen. Aufgrund der getroffenen Annahmen ist dieser Wert aber mit großen Schätzunsicherheiten behaftet.

Der explizite Wasserfußabdruck für Biokraftstoffe ist in der aktuellen Schätzung mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Teil in der Kategorie pflanzlicher Landwirtschaftsprodukte (z.B. über Weizen, Mais und Raps) und zum Teil in der Kategorie tierischer Landwirtschaftsprodukte (z.B. über die Futtermittel in der Tierproduktion) beinhaltet. Zumindest ein Teil des Wasserfußabdrucks für Biokraftstoffe müsste aber die Kategorie nicht essbarer Landwirtschaftsprodukte effektiv erhöhen. Die Größenordnung ist in der gegenständlichen Studie nicht abschätzbar.

In einer Publikation zum Wasserfußabdruck von Mobilität und Transporten mit Biokraftstoffen werden für Österreich insgesamt rund 110 m³ virtuelles Wasser pro Kopf und Jahr bzw. 301 Liter pro Kopf und Tag angegeben (Gerbens-Leenes und Hoekstra, 2011). Dieser Wert kann jedoch nur ansatzweise als Vergleich verwendet werden, da in dieser Betrachtung nur der Wasserfußabdruck der Produktion in Österreich betrachtet wird und nicht der zuvor beschriebene Konsummix aus Produktion und Importen. Unter Berücksichtigung der Importe müsste der Literaturwert überschlägig um 200 Liter pro Kopf und Tag höher ausfallen, erreicht aber dennoch nicht den aus dem Biokraftstoffbericht (2020) abgeleiteten Wert von rund 750 Liter virtuellem Wasser pro Kopf und Tag.

Die Nutzung von Biokraftstoffen ist tatsächlich als ein neuer Anteil am Wasserfußabdruck zu verstehen. Wieviel des Wasserfußabdrucks des Biokraftstoffkonsums bereits in den Kategorien *essbare pflanzliche oder tierische Produkte* implizit enthalten ist, kann in der vorliegenden Studie nicht abgeschätzt werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch noch, dass die zu Biokraftstoffen weiterverarbeiteten pflanzlichen Produkte einen höheren Wasserfußabdruck haben als die gleichen Pflanzen, wenn sie als essbare Produkte konsumiert werden, da die zusätzlichen Verarbeitungsschritte und letztendlich die Verluste bei der Umwandlung in Energie einen zusätzlichen Wasserfußabdruck bedingen, dessen Größenordnung aber nicht näher genannt ist (Gerbens-Leenes et al., 2009).

3.2.2 Wasserfußabdruck in Österreich – aktuelle Schätzung

In Summe ergeben sich die Veränderungen des Wasserfußabdrucks gegenüber dem bisher publizierten Stand aus der Zusammenführung der Konsumveränderung pro Kopf sowie der Veränderung des virtuellen Wassergehaltes je Gewichtseinheit eines Produktes durch Klimaänderungen:

- pflanzliche essbare Produkte inkl. Futtermittel:
  +3 % Konsum und +0,8 % virtuelles Wasser im Produkt durch Klimaeinflüsse
- tierische essbare Produkte:
  +8 % Konsum und +1,2 % virtuelles Wasser (Minimumschätzung) durch Klimaeinflüsse
- pflanzliche nicht essbare Produkte:
  Beibehaltung bisher publizierter Werte, Sonderbetrachtung der exemplarisch untersuchten Produkte Baumwolle und Biokraftstoffe
- Gewerbe- und Industrieprodukte:
  Beibehaltung bisher publizierter Werte in Ermangelung von Grundlagendaten

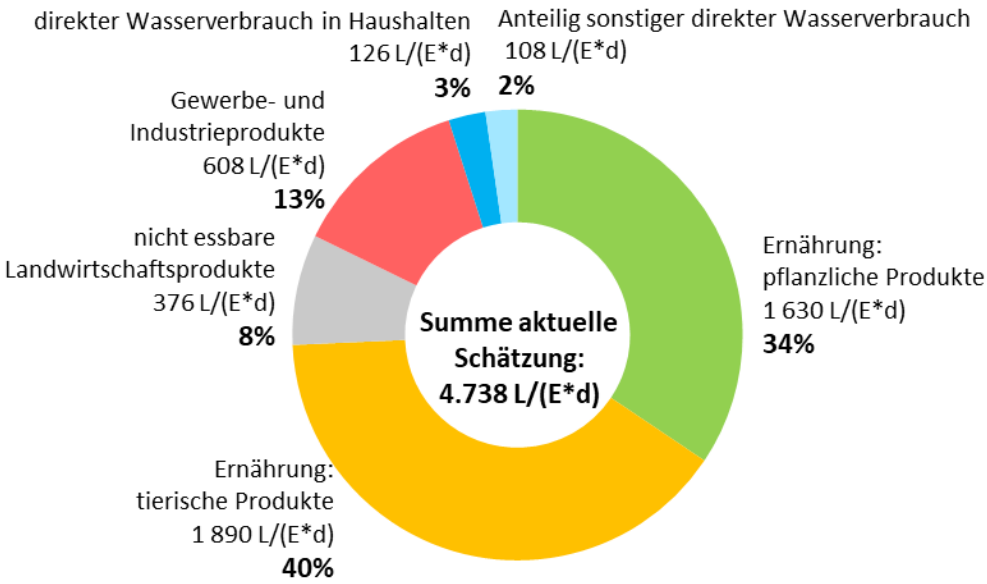
Andere mögliche Einflüsse wurden in Ermangelung von Grundlagendaten nicht angesetzt. Abbildung 3 zeigt die aktuelle Schätzung des Wasserfußabdrucks in Österreich basierend auf bisherigen Publikationen und Datengrundlagen zur **Konsumveränderung** zwischen den Perioden 1996–2005 und 2014–2018 und Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes ausgewählter Produkte aufgrund der **Klimaänderung** zwischen der Klimaperiode 1990–2018 und der Teilperiode 2014–2018. Die Schätzung beruht auf den Neuberechnungen der Veränderungen und Analogieschlüssen zu den bisher publizierten Daten zum Wasserfußabdruck in Österreich (Vanham, 2013; Mekonnen und Hoekstra, 2011). In der Kategorie pflanzlicher nicht essbarer Produkte ist die Konsumänderung von **Baumwolle** berücksichtigt. Der Konsum von **Biokraftstoffen** ist aufgrund der Abgrenzungsproblematik in dieser

Darstellung nicht explizit ausgewiesen, sondern zum Teil in der Kategorie der pflanzlichen essbaren Landwirtschaftsprodukte (z.B. über Weizen, Mais und Raps) und zum Teil in der Kategorie der tierischen Landwirtschaftsprodukte über die Futtermittel in der Tierproduktion beinhaltet. Tatsächlich müssten die Anteile der Kategorien zur Ernährung mit pflanzlichen und tierischen Produkten etwas geringer sein als dargestellt und die Kategorie der nicht essbaren Landwirtschaftsprodukte müsste einen entsprechend höheren Anteil haben. Zumindest ein Teil des Wasserfußabdrucks für Biokraftstoffe müsste die Kategorie der nicht essbaren Landwirtschaftsprodukte zudem überproportional gegenüber den Einsparungen in den anderen Kategorien erhöhen. Die Größenordnungen dieser Gegenrechnungen sind jedoch in der gegenständlichen Studie nicht abschätzbar.

Der **direkte Wasserverbrauch** in Haushalten und Gärten und die anteiligen Wasserverbräuche für öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungen, Verluste etc. stammen aus dem Projekt *Wasserschatz Österreichs* (2021).

In Summe ergeben sich in Österreich als aktueller Wasserfußabdruck des Zeitraums 2014–2018 pro Kopf und Tag rund 4.700 Liter (genauer 4.738 bis rund 4.770 Liter je nach angenommener Tierfutterzusammensetzung).

Abbildung 3: Wasserfußabdruck in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – aktuelle Schätzung



Quelle: FAO (FAOSTAT, 2021); Vanham, 2013; Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b; eigene Berechnungen und Abbildung

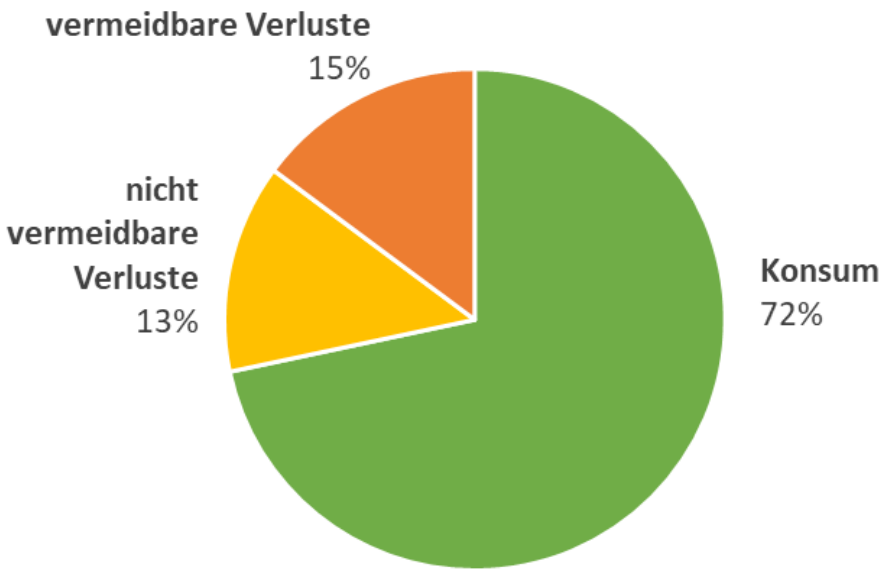
3.2.3 Potentiale zur Einsparung

Als mögliche Einsparungspotentiale wurden folgende Kategorien identifiziert:

- Lebensmittelverluste
- Konsumverhalten
- Ernährungsänderungen

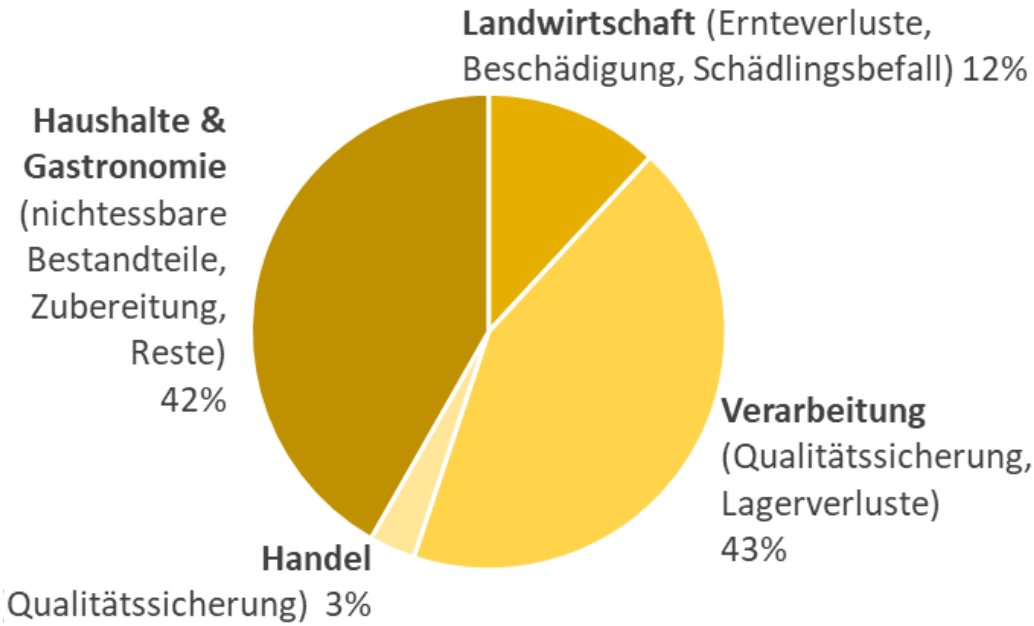
Abbildung 4 gibt einen Überblick zum Lebensmittelkonsum und den unvermeidbaren sowie vermeidbaren **Lebensmittelverlusten**. Insgesamt schaffen es im Durchschnitt laut einer WWF-Studie in Deutschland nur rund 72 % der Lebensmittel auch wirklich konsumiert zu werden (Noleppa und Cartsburg, 2015). Diese Werte sind weitestgehend auf Österreich übertragbar. Die Anteile der unvermeidbaren Lebensmittelverluste und der vermeidbaren Lebensmittelverluste sind dabei annähernd gleich groß. Abbildung 5 zeigt woraus sich die unvermeidbaren Lebensmittelverluste zusammensetzen. Abbildung 6 zeigt wo die vermeidbaren Lebensmittelverluste entstehen. Für die vermeidbaren Lebensmittelverluste direkt in der Landwirtschaft sind keine Daten verfügbar bzw. werden diese Verluste nirgendwo ausgewiesen.

Abbildung 4: Lebensmittelkonsum und Lebensmittelverluste



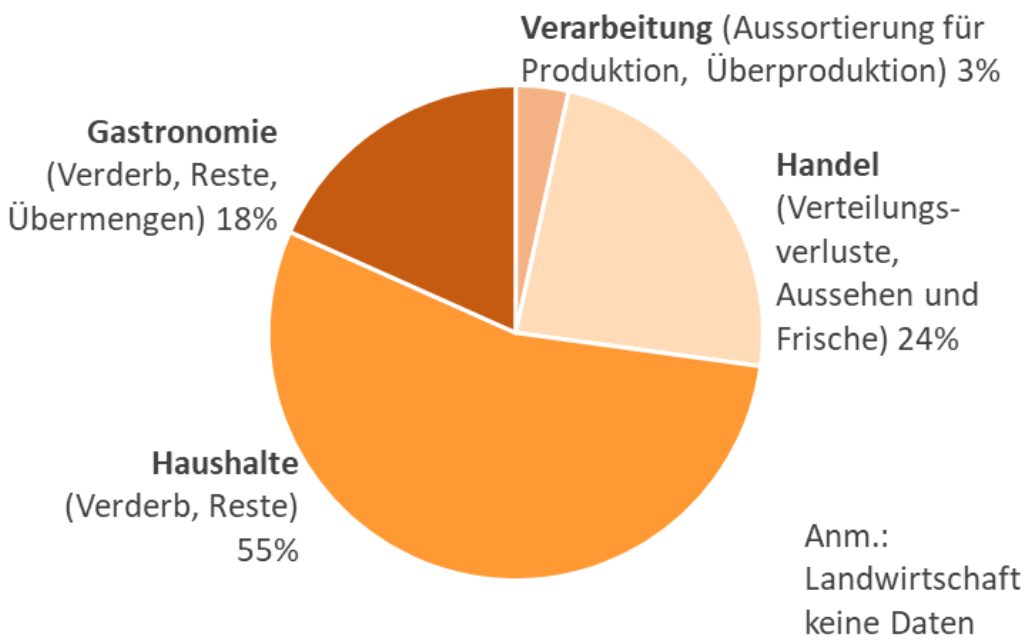
Quelle: Noleppa und Cartsburg, 2015; eigene Darstellung

Abbildung 5: Anteile der unvermeidbaren Lebensmittelverluste



Quelle: Noleppa und Cartsburg, 2015; eigene Darstellung

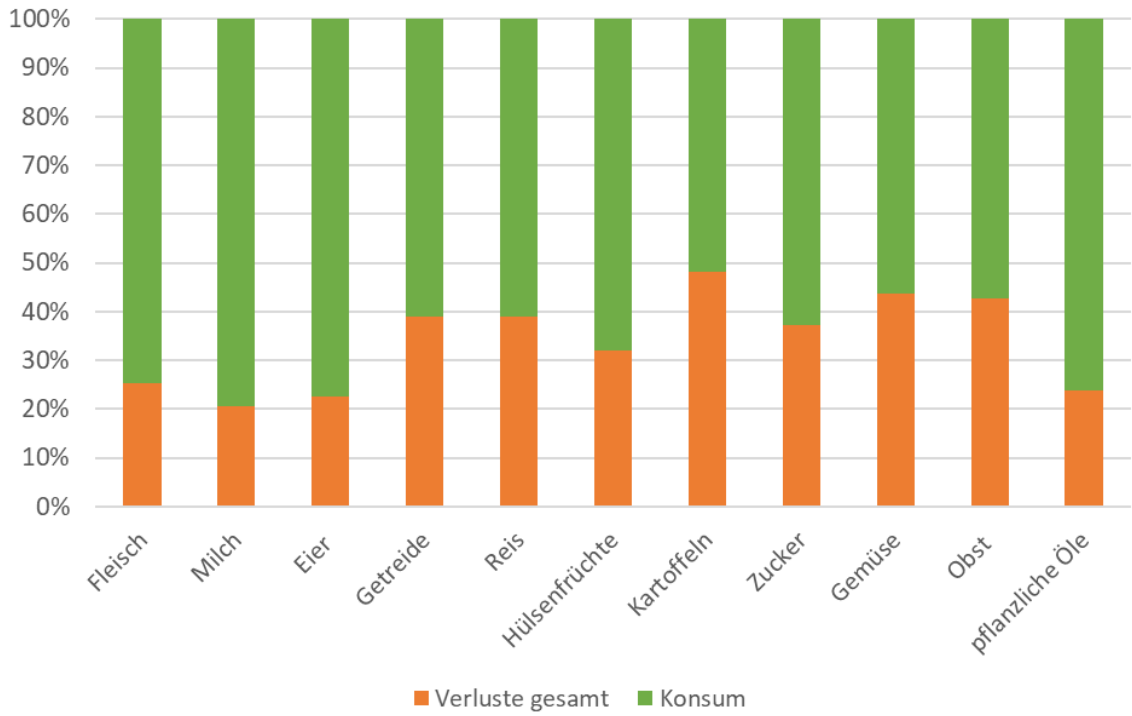
Abbildung 6: Anteile der vermeidbaren Lebensmittelverluste



Quelle: Noleppa und Cartsburg, 2015; eigene Darstellung

Die Lebensmittelverluste sind je nach Lebensmittel durchaus unterschiedlich. Während bei Fleisch tendenziell geringere Verluste angegeben werden, zeigen sich bei Gemüse und Früchten oft höhere Verluste. Zum Beispiel werden von der gesamten am Acker gewachsenen Kartoffelmenge (100 %) von den Konsumenten nur rund 50 % tatsächlich gegessen. Knapp 10 % sind kaum vermeidbare Ernte- und Lagerverluste durch Beschädigung oder Schädlingsbefall. Bei Verarbeitung und im Handel gehen rund 15 % verloren, die zur Hälfte als vermeidbar angesehen werden, da es sich oft nur um Mängel in Aussehen, Wuchsform und Größe handelt. Diese Aussortierung wird mit Konsumentinnen- und Konsumentenerwartung argumentiert. In Gastronomie und Haushalten gehen schließlich weitere 25 % verloren, die zu 70 % als vermeidbar eingestuft werden (Noleppa und Cartsburg, 2015). Abbildung 7 zeigt die Anteile der gesamten Lebensmittelverluste, also vermeidbare und nicht vermeidbare gemeinsam, je Nahrungsmittelkategorie.

Abbildung 7: Anteile der gesamten Lebensmittelverluste nach Nahrungsmittelkategorien



Quelle: Noleppa und Cartsburg, 2015; eigene Darstellung

Zusammengenommen könnte durch konsequente Einsparung aller vermeidbaren Lebensmittelverluste der Wasserfußabdruck um rund 500 Liter pro Kopf und Tag gesenkt werden. Davon könnten in den Haushalten bis zu 280 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag eingespart werden. Das entspricht mehr als der doppelten Menge des direkten Wasserverbrauchs in Haushalten von 126 Litern pro Kopf und Tag.

Wie stark sich Änderungen des **Konsumverhaltens** auf den Wasserfußabdruck auswirken könnten, ist schwer abschätzbar. Für eine Quantifizierung möglicher Veränderungen stehen keine Datengrundlagen zur Verfügung. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang auch, dass ein Teil der durch Änderungen des Konsumverhaltens erreichbaren Verminderung des Wasserfußabdrucks bereits über die mögliche Reduktion vermeidbarer Lebensmittelabfälle berücksichtigt wäre. Wie stark der bevorzugte **Konsum regional erzeugter Produkte** auf den Wasserfußabdruck wirken kann, ist ebenso schwer abschätzbar. Der Vergleich ausgewählter landwirtschaftlicher Produkte (siehe Abbildung 2 auf Seite 18) zeigt, dass bei der Produktion in Österreich vielfach ein insgesamt niedrigerer virtueller Wasserbedarf vorliegt als in der weltweit durchschnittlichen Produktion. Dies lässt vermuten, dass durch den Konsum regionaler Produkte zumeist auch der virtuelle Wasserbedarf minimiert wird.

Wie stark sich **Ernährungsänderungen** auf den Wasserfußabdruck auswirken könnten, kann anhand einer Studie (Vanham, 2013) abgeschätzt werden. In der Studie werden die durchschnittlichen Ernährungsgewohnheiten in Österreich den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung und einer vegetarische Ernährung gemäß der Deutschen Gesellschaft für Ernährung gegenübergestellt. Für die jeweiligen Ernährungsbeispiele werden folgende Wasserfußabdrücke angegeben:

- Rund **3.300** Liter pro Kopf und Tag – durchschnittliche Ernährungsgewohnheiten. Dieser Wert entspricht dem bisherigen Stand des Wasserfußabdrucks für die Ernährung in Österreich.
- Rund **2.350** Liter pro Kopf und Tag – Ernährung gemäß den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. Gegenüber den durchschnittlichen Ernährungsgewohnheiten enthält die Empfehlung weniger Zucker, weniger pflanzliche und tierische Fette, weniger Fleisch, weniger Alkohol und dafür mehr Obst und Gemüse.
- Rund **1.900** Liter pro Kopf und Tag – vegetarische Ernährung gemäß den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. Gegenüber der nicht vegetarischen Variante sind kein Fleisch und dafür mehr Hülsenfrüchte enthalten.

3.3 Fact Sheets – Detailbetrachtung ausgewählter Produkte

Die Ernährung der Bevölkerung ist für rund dreiviertel des täglichen Wasserfußabdrucks verantwortlich (Vanham, 2012). Innerhalb der Ernährung halten sich pflanzliche und tierische Produkte in etwa die Waage. Einige Produkte werden überwiegend im Inland produziert (z.B. Weizen), andere Produkte stammen ausschließlich aus Importen (z.B. Kaffee). In den Fact Sheets sind ausgewählte Produkte repräsentiert, die für einen großen Anteil des täglichen Wasserfußabdrucks verantwortlich sind, die Grundnahrungsmittel darstellen, die eine auffällige Veränderung des Konsums zeigen oder die stellvertretend für eine Produktgruppe betrachtet werden.

Auf den Fact Sheets finden sich jeweils:

- die weltweit größten Produzenten und wichtige Länder für österreichische Importe
- die österreichische Produktion, Importe und Exporte
- die für den Konsum in Österreich verfügbare Produktmenge
- die virtuelle Wassermenge des Produktes für ausgewählte Herkunftsländer sowie die typische Bandbreite aller verfügbaren Daten zum virtuellen Wassergehalt
- die virtuelle Wassermenge des letztlich in Österreich konsumierten Produktes
- der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch des Produktes und der sich daraus ergebende Wasserfußabdruck in Liter pro Kopf und Tag
- Einsparungsmöglichkeiten, wenn vorhanden, zum Beispiel durch vermeidbare Lebensmittelverschwendung

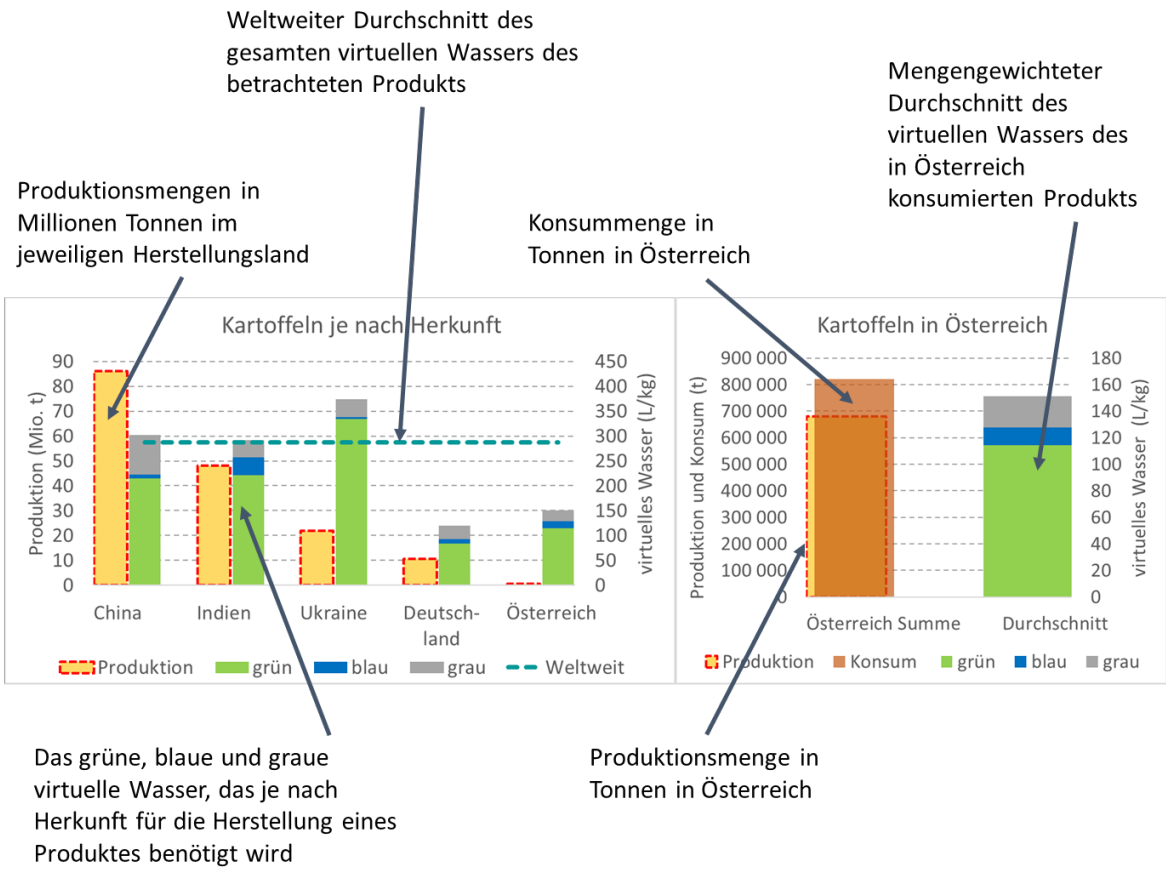
Alle in den Berechnungen verwendeten Daten sind Mittelwerte der Jahre 2014–2018. Auf den Fact Sheets befinden sich auch Abbildungen, die die Zahlen im Detail darstellen und miteinander vergleichbar machen. Abbildung 8 zeigt, welche Inhalte aus den Abbildungen auf den Fact Sheets ablesbar sind:

- Der jeweils linke Teil der Abbildung, mit der Überschrift „Produkt je nach Herkunft“, zeigt einen Vergleich der Produktionsmengen ausgewählter Länder – diese sind auf der linken Skala in Millionen Tonnen (Mio. t) ablesbar – und den zugehörigen virtuellen Wassermengen der Produktion eines Landes unterteilt nach grünem, blauem und grauem virtuellen Wasser – diese sind auf der rechten Skala in Liter pro Kilogramm des Produktes (L/kg) ablesbar. Die waagrechte strichlierte Linie zeigt den weltweiten Durchschnittswert des virtuellen Wassers in dem betreffenden Produkt –

dieser ist ebenso auf der rechten Skala in Liter pro Kilogramm des Produktes (L/kg) ablesbar.

- Der jeweils rechte Teil der Abbildung, mit der Überschrift „Produkt in Österreich“, zeigt die Produktionsmengen und die Konsumation in Österreich – diese sind auf der linken Skala in Tonnen (t) ablesbar – und den virtuellen Wassermengen des letztlich in Österreich konsumierten Produktes unterteilt nach grünem, blauem und grauem virtuellen Wasser – diese Werte sind auf der rechten Skala in Liter pro Kilogramm des Produktes (L/kg) ablesbar.

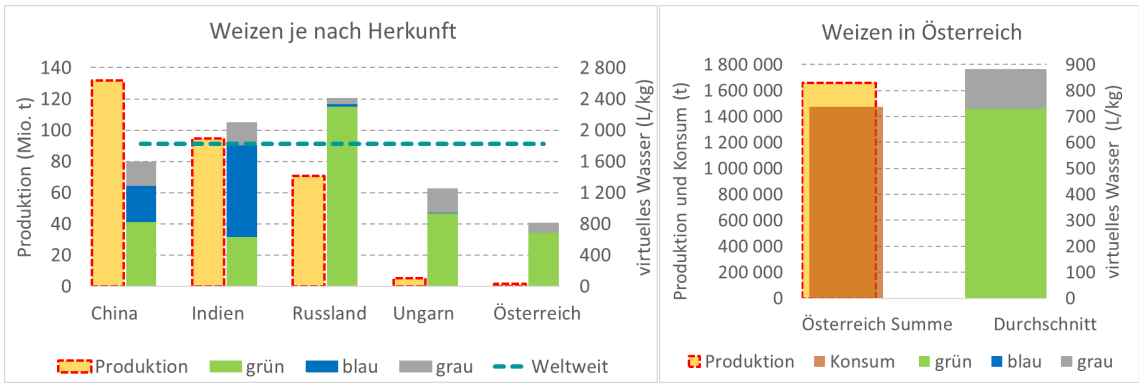
Abbildung 8: Erläuterungen der Grafiken auf den Fact Sheets



3.3.1 Weizen

- Die größten **Produzenten** von Weizen sind China, Indien und Russland. Der nach Österreich importierte Weizen kommt hauptsächlich aus Ungarn, gefolgt von Tschechien und der Slowakei.
- Jährlich werden in **Österreich** rund 1.660.000 t Weizen produziert. Bedarf und Produktion sind jeweils leicht steigend. Importe und Exporte haben seit Anfang der 2000er Jahre stark zugenommen und mittlerweile überwiegen die Importe mit rund 1.000.000 t gegenüber rund 930.000 t an Exporten.
- Für den **Konsum** sind in Österreich jährlich rund 1.470.000 t Weizen verfügbar. Die Differenz zu Produktion, Import und Export entfällt auf Futtermittel und Lagerhaltung.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von rund 500 bis über 2.500 Liter pro kg Weizen, weltweit sind es im Durchschnitt rund 1.800 Liter pro kg. In Österreich produzierter Weizen benötigt rund 800 Liter pro kg. Der in Österreich konsumierte Weizen benötigt im Durchschnitt rund 880 Liter pro kg.
- Pro Kopf und Tag sind rund 460 g Weizen konsumverfügbar. Das entspricht einem **Wasserfußabdruck** von 405 Liter pro Kopf und Tag.
- Rund 25 % der konsumverfügbaren Menge könnten als **vermeidbare Verluste** eingespart werden und würden den Wasserfußabdruck auf 304 Liter pro Kopf und Tag reduzieren. Rund 20 % entfallen auf Gastronomie und Haushalte, rund 4 % auf den Handel und 1 % auf die Verarbeitung.

Abbildung 9: Weizenproduktion, Weizenkonsum und virtueller Wasserbedarf

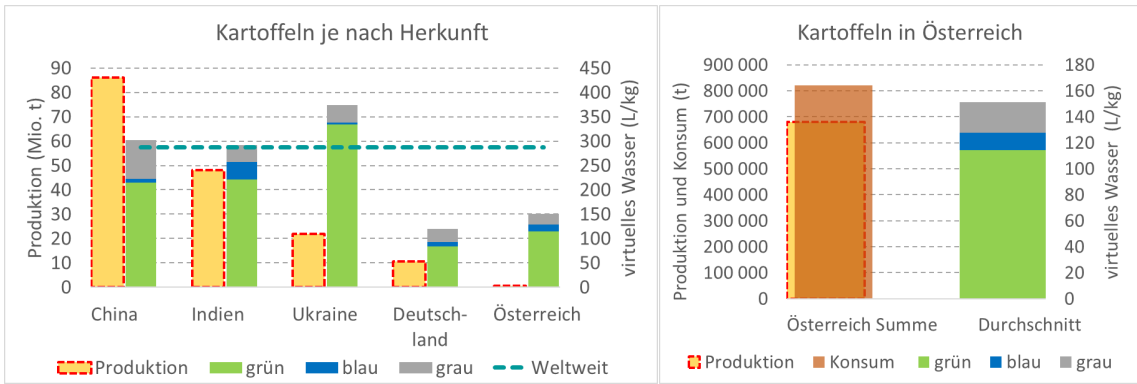


Unser Weizenkonsum benötigt rund 405 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag. Eine vollständig autarke Versorgung mit Weizen wäre möglich. Durch die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung könnten beim Weizen rund 100 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag eingespart werden.

3.3.2 Kartoffeln

- Die größten **Produzenten** von Kartoffeln sind China, Indien und die Ukraine. Die nach Österreich importierten Kartoffeln kommen hauptsächlich aus Deutschland, gefolgt von Tschechien und den Niederlanden.
- In **Österreich** werden jährlich rund 680.000 t Kartoffeln produziert und zusätzlich 210.000 t importiert. Hauptsächlich durch den Bevölkerungszuwachs gibt es einen leicht steigenden Bedarf, der durch steigende Importe gedeckt wird.
- Für den **Konsum** verfügbar sind jährlich rund 820.000 t Kartoffeln. Die Differenz zu Produktion und Importen entfällt auf Exporte, Futtermittel und Lagerhaltung.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von unter 100 bis über 500 Liter pro kg frischen Kartoffeln, im weltweiten Durchschnitt sind es 287 Liter pro kg. In Österreich produzierte Kartoffeln benötigen rund 150 Liter Wasser pro kg Kartoffeln, die in Österreich durchschnittlich konsumierten Kartoffeln ebenso.
- Pro Kopf und Tag sind rund 255 g Kartoffeln konsumverfügbar. Das entspricht einem **Wasserfußabdruck** von rund 38 Liter pro Kopf und Tag.
- Rund 24 % der konsumverfügbaren Menge könnten als **vermeidbare Verluste** eingespart werden und würden den Wasserfußabdruck auf 29 Liter pro Kopf und Tag reduzieren. Rund 17,5 % entfallen auf Gastronomie und Haushalte, rund 6,5 % auf den Handel.

Abbildung 10: Kartoffelproduktion, Kartoffelkonsum und virtueller Wasserbedarf

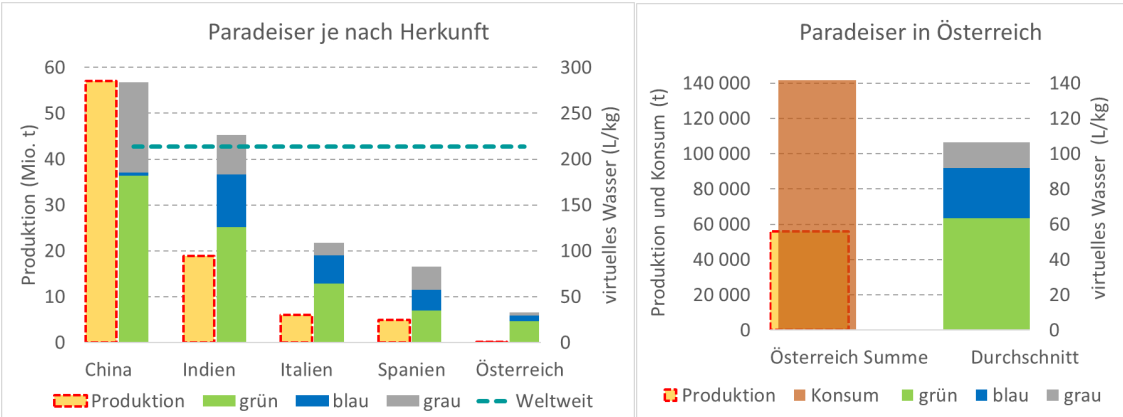


Unser Kartoffelkonsum benötigt rund 38 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag. Durch die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung könnten die Importe von Kartoffeln weitestgehend eingespart werden. Die Auswirkung auf den gesamten Wasserfußabdruck ist gering.

3.3.3 Paradeiser

- Die größten **Produzenten** von Paradeiser sind China, Indien und die USA. Österreich importiert Paradeiser und daraus hergestellte Produkte hauptsächlich aus Italien, gefolgt von Deutschland, Spanien und den Niederlanden. Italien importiert selbst 5 % Paradeiser aus anderen Ländern.
- In **Österreich** werden jährlich rund 56.000 t Paradeiser produziert. Tendenz steigend. Importiert werden rund 98.000 t Paradeiser und daraus hergestellte Produkte (frisch, geschält, Paste oder Saft). Tendenz ebenfalls steigend.
- Für den **Konsum** verfügbar sind jährlich rund 140.000 t Paradeiser. Der Konsum ist in den vergangenen Jahrzehnten stark gestiegen. Die Differenz zu Produktion und Importen entfällt auf Exporte und Lagerhaltung.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von unter 20 bis über 350 Liter pro kg frischen Paradeiser, im weltweiten Durchschnitt sind es 214 Liter pro kg. In Österreich produzierte Paradeiser benötigen 33 Liter pro kg, die in Österreich konsumierten Paradeiser benötigen im Durchschnitt 107 Liter pro kg.
- Pro Kopf und Tag sind rund 44 g Paradeiser konsumverfügbar. Das entspricht einem **Wasserfußabdruck** von rund 5 Liter pro Kopf und Tag.
- Rund 18 % der konsumverfügbaren Menge könnten als **vermeidbare Verluste** eingespart werden und würden den Wasserfußabdruck auf rund 4 Liter pro Kopf und Tag reduzieren. Rund 12 % entfallen auf Gastronomie und Haushalte, rund 6 % auf den Handel.

Abbildung 11: Paradeiserproduktion, Paradeiserkonsum und virtueller Wasserbedarf

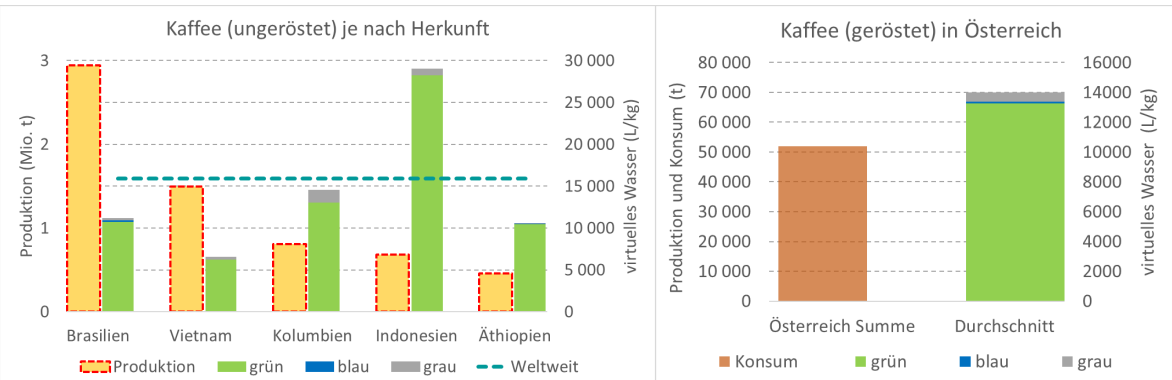


Unser Paradeiserkonsum benötigt rund 5 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag und hat sich seit den 1980er Jahren verdoppelt. Der Anteil am gesamten Wasserfußabdruck ist gering.

3.3.4 Kaffee

- Die größten **Produzenten** von Kaffee sind Brasilien, Vietnam, Kolumbien, Indonesien und Äthiopien.
- In **Österreich** wird kein Kaffee produziert. Es werden jährlich rund 72.000 t Kaffee (teils geröstet, teils noch nicht geröstet) importiert. Tendenz gleichbleibend.
- Für den **Konsum** verfügbar sind jährlich rund 52.000 t gerösteter Kaffee. Die Differenz zu den Importen entfällt auf Exporte bzw. den Gewichtsverlust zwischen nicht geröstetem und geröstetem Kaffee.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von unter 6.000 bis über 35.000 Liter pro kg nicht geröstetem Kaffee, im weltweiten Durchschnitt sind es rund 16.000 Liter pro kg. In Österreich konsumierter Kaffee benötigt im Durchschnitt 14.000 Liter Wasser pro kg.
- Pro Kopf und Tag sind rund 16 g Kaffee konsumverfügbar. Das entspricht einem **Wasserfußabdruck** von 224 Liter pro Kopf und Tag.
- Daten zu den vermeidbaren Verlusten von Kaffee sind nicht explizit verfügbar. Zur Veranschaulichung hilft es sich vor Augen zu führen, dass ein **Espresso** einem virtuellen Wassergehalt von rund 100 Litern entspricht.

Abbildung 12: Kaffeeproduktion, Kaffeekonsum und virtueller Wasserbedarf

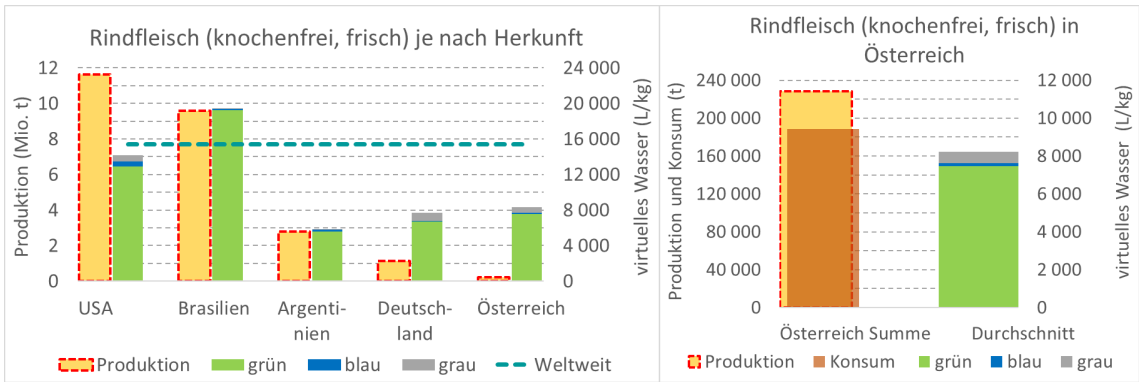


Unser Kaffeekonsum benötigt rund 224 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag. Kaffee gehört zu den Produkten mit dem höchsten virtuellen Wassergehalt je kg. Die Kaffeemenge für einen Espresso entspricht einem virtuellen Wassergehalt von rund 100 Litern.

3.3.5 Rindfleisch

- Die größten **Produzenten** von Rindfleisch sind die USA, Brasilien und China. Argentinien belegt mittlerweile Platz vier. Das nach Österreich importierte Rindfleisch kommt hauptsächlich aus Deutschland, gefolgt von den Niederlanden und Polen.
- Jährlich werden in **Österreich** rund 230.000 t Rindfleisch produziert und zusätzlich 45.000 t importiert. Es gibt einen leicht steigenden Bedarf, hauptsächlich durch den Bevölkerungszuwachs.
- Für den **Konsum** sind in Österreich jährlich rund 190.000 t Rindfleisch verfügbar. Die Differenz zu Produktion und Importen entfällt auf Exporte und Lagerhaltung.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von knapp 6.000 bis über 30.000 Liter pro kg Rindfleisch, im weltweiten Durchschnitt sind es rund 15.400 Liter pro kg. In Österreich produziertes Rindfleisch benötigt rund 8.300 Liter pro kg, das in Österreich konsumierte Rindfleisch benötigt im Durchschnitt rund 8.200 Liter pro kg.
- Rindfleisch aus **Weidehaltung** benötigt mehr virtuelles Wasser als die reine Industrieproduktion mit Futtermitteleinsatz.
- Pro Kopf und Tag sind in Österreich rund 59 g Rindfleisch konsumverfügbar. Das entspricht einem **Wasserfußabdruck** von 484 Liter pro Kopf und Tag.
- Rund 10 % der konsumverfügbaren Menge könnten als **vermeidbare Verluste** eingespart werden. Knapp 8 % entfallen auf Gastronomie und Haushalte und rund 2 % auf den Handel.

Abbildung 13: Rindfleischproduktion, Rindfleischkonsum und virtueller Wasserbedarf

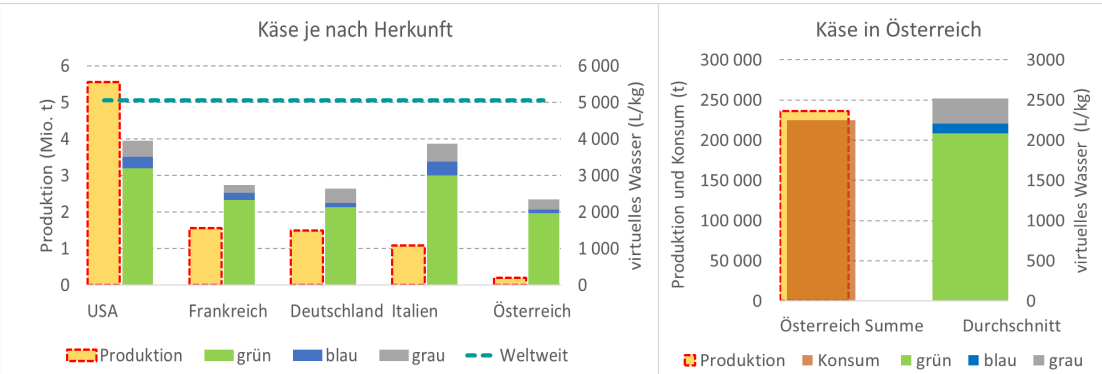


Unser Rindfleischkonsum benötigt rund 484 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag. Durch die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung könnten beim Rindfleisch rund 50 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag eingespart werden.

3.3.6 Käse

- Die größten **Produzenten** von Käse sind die USA, Frankreich und Deutschland. Der nach Österreich importierte Käse kommt hauptsächlich aus Deutschland, gefolgt von Italien und den Niederlanden.
- Jährlich werden in **Österreich** rund 236.000 t Käse produziert und zusätzlich rund 116.000 t importiert. Rund 127.000 t Käse werden exportiert, Tendenz steigend. In Österreich gibt es einen gleichbleibenden Bedarf. Die steigenden Exporte werden durch eine steigende Produktion und steigende Importe gedeckt.
- Für den **Konsum** in Österreich verbleiben jährlich rund 225.000 t Käse.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von rund 1.800 bis über 8.800 Liter pro kg Käse, im weltweiten Durchschnitt sind es 5.060 Liter pro kg Käse. In Österreich produzierter Käse benötigt rund 2.350 Liter pro kg. Der in Österreich konsumierte Käse benötigt im Durchschnitt rund 2.500 Liter pro kg.
- Pro Kopf und Tag sind 70 g Käse konsumverfügbar. Das entspricht einem **Wasserfußabdruck** von 175 Liter pro Kopf und Tag.
- Daten zu den vermeidbaren Verlusten von Käse sind nicht explizit verfügbar. Eine Rückrechnung aus der Restmüllmasse von Haushalten ergibt **vermeidbare Verluste** von Milchprodukten insgesamt im Rahmen von unter 8 % bzw. 15 Liter pro Kopf und Tag. Auf den Käse allein entfällt davon wahrscheinlich weniger als die Hälfte.

Abbildung 14: Käseproduktion, Käsekonsum und virtueller Wasserbedarf

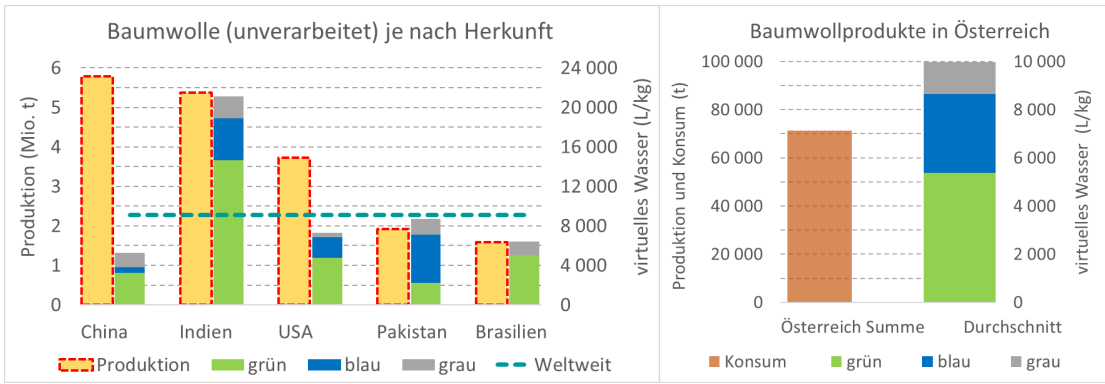


Unser Käsekonsum benötigt rund 175 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag. Durch die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung könnten beim Käse wahrscheinlich rund 7 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag eingespart werden.

3.3.7 Baumwolle für Textilien und Kleidung

- Die größten **Produzenten** von Baumwolle sind China, Indien, die USA, Pakistan und Brasilien. Die ursprüngliche Herkunft der nach Österreich importierten Baumwollprodukte ist schwer nachvollziehbar.
- **Österreich** importiert jährlich rund 260.000 t und exportiert rund 144.000 t Textilprodukte. Für den Konsum in Österreich verbleiben jährlich derzeit rund 116.000 t Textilprodukte, Anfang der 2000er Jahre waren es erst rund 77.000 t. Der Baumwollanteil an den Textilien ist seitdem stark gesunken, sodass der Baumwollkonsum insgesamt weniger stark von 66.000 t auf 71.000 t angestiegen ist.
- Der **virtuelle Wassergehalt** reicht je nach Herkunft von unter 5.000 bis über 20.000 Liter pro kg unverarbeiteter Baumwolle. Für die in Österreich konsumierten Baumwollprodukte werden im Durchschnitt rund 10.000 Liter Wasser pro kg benötigt, rund 9.000 Liter für die Baumwollproduktion und 1.000 Liter für die Verarbeitung.
- Der **Wasserfußabdruck** für Baumwolle in Textilien und Kleidung entspricht 221 Liter pro Kopf und Tag. Wenn berücksichtigt wird, dass im Export rund 40.000 t Altkleider mit entsprechendem Baumwollanteil enthalten sind, die zuvor erstmals in Österreich konsumiert wurden, steigt der Wasserfußabdruck auf 286 Liter pro Kopf und Tag.
- Ein Baumwoll-**T-Shirt** benötigt rund 2.720 Liter virtuelles Wasser (Chapagain et al., 2016). Davon werden im Durchschnitt in Österreich 6 Stück pro Person und Jahr gekauft. Die Reduktion von einem T-Shirt pro Jahr würde den Wasserfußabdruck um 8 Liter pro Kopf und Tag reduzieren, größere Kleidungsstücke entsprechend mehr.

Abbildung 15: Baumwollproduktion, Baumwollkonsum und virtueller Wasserbedarf



Unser Baumwollkonsum benötigt rund 286 Liter virtuelles Wasser pro Kopf und Tag. Im Vergleich zu früheren Berechnungen ist der Textilkonsum stark gestiegen, der Baumwollkonsum nur in geringerem Ausmaß.

3.4 Zukunftsszenarien

Für die Entwicklung von Zukunftsszenarien des Wasserfußabdrucks werden die Einflussfaktoren in ihrer möglichen Entwicklung abgeschätzt.

3.4.1 Annahmen für die Zukunftsszenarien

Die nähere Betrachtung von Zukunftsszenarien des Wasserfußabdrucks erfolgt im Rahmen der Studie nur exemplarisch für einige ausgewählte Produkte. Die Abschätzung des zukünftigen Wasserfußabdrucks erfolgt als Schätzung mithilfe von Analogieschlüssen. Für die Feststellung möglicher Veränderungen werden die bereits zuvor angeführten Einflussfaktoren betrachtet:

- Die Veränderungen der **konsumierten Mengen** eines Produktes,
- die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen in der **Produktion** oder der **Herkunft** und
- die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen der **klimatischen Bedingungen**.

Die Veränderungen der **konsumierten Mengen** werden für das Szenario 2050 aus der Vergangenheit extrapoliert (siehe Kapitel 2.3.3). Innerhalb der tierischen essbaren Produkte stellt der Fleischkonsum, mit rund dreiviertel des Gesamtanteils von 40 %, die größte Untergruppe dar (Vanham, 2013). Daher wird bezüglich des Fleischkonsums explizit eine zusätzliche Variante in den Szenarien betrachtet. Die getroffene Annahme ist eine sehr ambitionierte Reduktion des Fleischkonsums um 25 %. Als mögliche Gründe dafür könnten ein bewussterer Fleischkonsum (Bewusstseinssteigerung, Generationswechsel) und steigende Weltmarktpreise durch Nachfragesteigerungen, insbesondere in Asien, gesehen werden.

Auch für die Zukunftsszenarien ist der Konsum von Biokraftstoffen nicht explizit dargestellt und die mögliche Methodenkorrektur hinsichtlich des Baumwollkonsums nicht berücksichtigt, um die Vergleichbarkeit mit der bisherigen und aktuellen Schätzung des Wasserfußabdrucks zu ermöglichen.

Die Mittelwerte der Gewichtsanteile des Pro-Kopf-Konsums verändern sich ausgehend von den aktuellen Werten (2014–2018) bis in den Zeitraum um das Jahr 2050 folgendermaßen:

- pflanzliche essbare Produkte inkl. Futtermittel: +2 %
- tierische essbare Produkte: +7 % (+6 % bei Variante mit reduziertem Fleischkonsum)
- pflanzliche nicht essbare Produkte: als gleichbleibend angenommen
- Gewerbe- und Industrieprodukte: als gleichbleibend angenommen

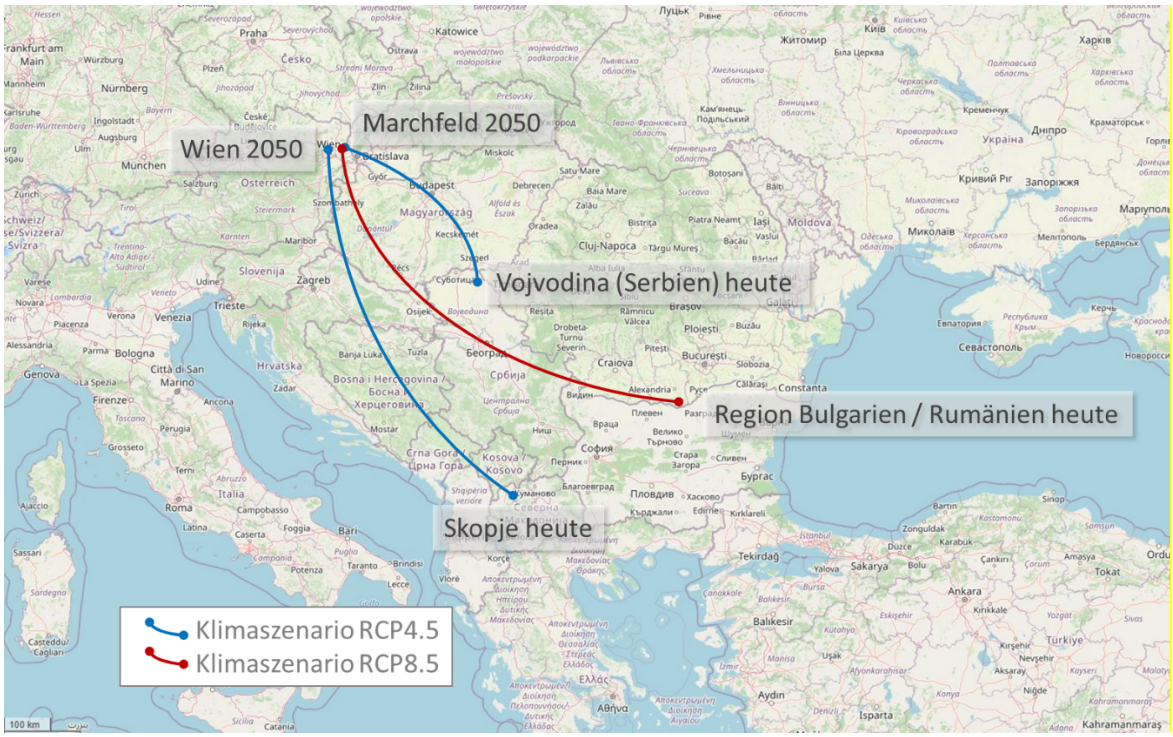
Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen im **Flächenertrag** werden aus den in der Methodik (Kapitel 2.3.3) beschriebenen Gründen nicht angesetzt. Ebenso erfolgt keine Veränderung der Herkunft der Importe.

Zur Feststellung der Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes eines Produktes durch Änderungen der **klimatischen Bedingungen** in den Anbaugebieten von landwirtschaftlichen Produkten stehen die Betrachtung von Klimazwillingen oder die Neuberechnung anhand von Klimaszenarien zur Verfügung.

Um die Änderungen der klimatischen Bedingungen zu veranschaulichen, hilft die Betrachtung von sogenannten **Klimazwillingen**, also der Vergleich von bekannten Städten oder Regionen, die heute schon ein Klima haben, das dem zukünftigen Klimaszenario einer österreichischen Stadt oder Region entspricht.

Die Klimazukunft von Wien um das Jahr 2050 könnte demnach mit den heutigen Bedingungen in Skopje (Nordmazedonien) oder Tiflis (Georgien) verglichen werden. Diese Schätzung beruht auf einem Klimaszenario mit intensiven Klimaschutzmaßnahmen (RCP4.5, Bastin et al., 2019). Das Marchfeld könnte um das Jahr 2050 ein Klima aufweisen, das mit dem derzeitigen Klima Norden Serbiens oder der Grenzregion zwischen Bulgarien und Rumänien vergleichbar ist. Die der Schätzung zugrundeliegenden Klimaszenarien sind dabei wieder das RCP4.5 Szenario (intensive Klimaschutzmaßnahmen) und ein RCP8.5 Szenario (kaum Klimaschutzmaßnahmen). Abbildung 16 zeigt beispielhaft die Lage einiger Klimazwillinge. Da Klimazwillingsregionen durch möglicherweise stark unterschiedliche sonstige Produktionsbedingungen beeinflusst sind, wird jedoch die exemplarische Neuberechnung des virtuellen Wasserbedarfs unter Verwendung der Klimaszenarien bevorzugt.

Abbildung 16: Klimazwillinge



Quellen: open Street map; Bastin et al., 2019; Thies, 2017; eigene Abbildung

Die Wirkung des **Klimawandels** auf den virtuellen Wasserbedarf wird in weiterer Folge durch exemplarische Neuberechnungen unter Verwendung der österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15 Szenarien) abgeschätzt (siehe Kapitel 2.3.3). Die verwendeten Szenarien sind ein RCP4.5 Szenario mit mittlerer Niederschlagsentwicklung (RCP4.5) und ein RCP8.5 Szenario mit Niederschlagsrückgängen (RCP8.5t).

Die **erwarteten Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes durch zukünftige Klimaänderungen** wurden im Vergleich der aktuellen Teilperiode 2014–2018 zum Zeitraum um das Jahr 2050 (Klimaperiode 2041–2070) berechnet. Dabei wurden wieder die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes exemplarisch anhand von Weizen (stellvertretend für pflanzliche Produkte) sowie Gras und Mais als Tierfutter (stellvertretend für tierische Produkte) untersucht und unter Verwendung von Analogieschlüssen auf die Sektoren der landwirtschaftlichen Pflanzen- und Tierproduktion übertragen. Die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes zwischen der aktuellen Teilperiode 2014–2018 und dem Zeitraum um das Jahr 2050 betragen:

- pflanzliche Produkte:
  +5 % (Klimaszenario RCP4.5)
  +6 % (Klimaszenario RCP8.5t)
- tierische Produkte:
  +1,5 bis +4 % (Klimaszenario RCP4.5 und je nach Tierfutterzusammensetzung)
  +9 bis +15 % (Klimaszenario RCP8.5t und je nach Tierfutterzusammensetzung)

Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes pflanzlicher nicht essbarer Produkte sowie von Gewerbe- und Industrieprodukten wurden in Ermangelung von Grundlagendaten nicht angesetzt.

3.4.2 Wasserfußabdruck 2050

In Summe ergeben sich die Veränderungen des Wasserfußabdrucks gegenüber der aktuellen Schätzung wieder aus der Zusammenführung der Konsumveränderung pro Kopf sowie der Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes je Gewichtseinheit eines Produktes durch Klimaänderungen. Andere mögliche Einflüsse wurden in Ermangelung von Grundlagendaten nicht angesetzt.

Die Szenarien sind Kombinationen der Minimumschätzungen (Szenario 1) und der Maximumschätzungen (Szenario 2) und beruhen auf den österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15, Chimani et al. 2016), den Neuberechnungen aus den Konsumveränderungen und Analogieschlüssen zu den bisher publizierten Daten zum Wasserfußabdruck in Österreich (Vanham, 2013, Mekonnen und Hoekstra, 2011). Da den Zukunftsszenarien viele Annahmen zugrunde liegen und für die Klimawandelauswirkungen an sich bereits nur Szenarien verwendet werden können, sind auch die Ergebnisse lediglich als mögliche Szenarien zu verstehen.

Nachfolgend sind die Schätzungen zusammengefasst:

Szenario 1:

- pflanzliche essbare Produkte inkl. Futtermittel:
  +2 % Konsum und
  +5 % virtuelles Wasser im Produkt durch Klimaeinflüsse
- tierische essbare Produkte:
  +6 % Konsum (Variante mit reduziertem Fleischkonsum) und
  +1,5 virtuelles Wasser durch Klimaeinflüsse und Tierfutterzusammensetzung

Szenario 2:

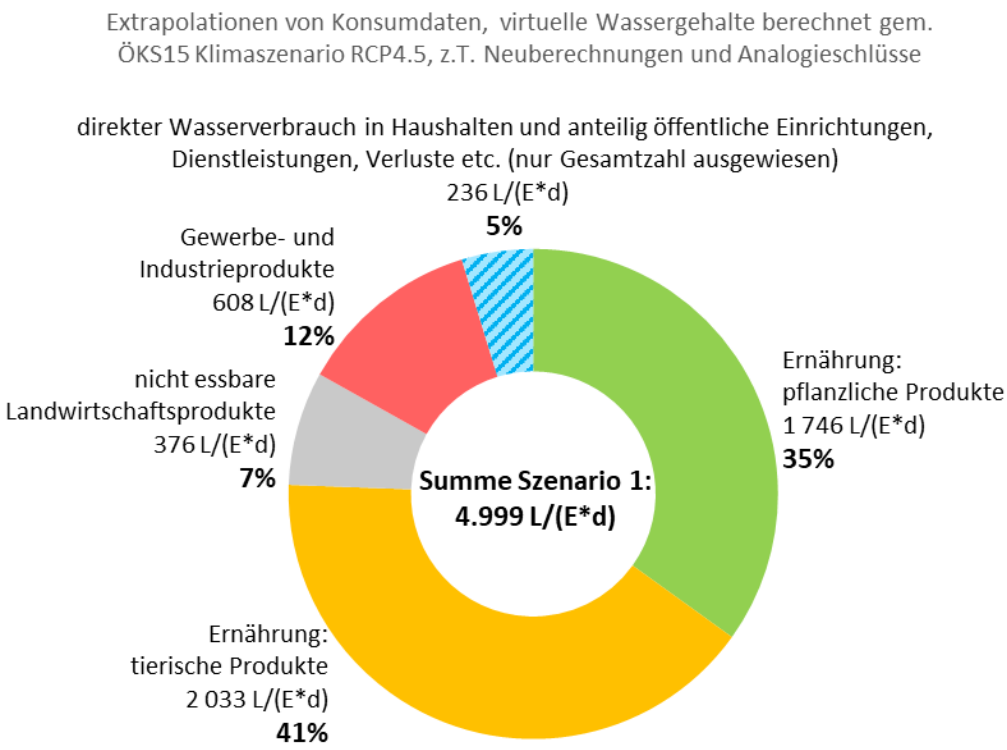
- pflanzliche essbare Produkte inkl. Futtermittel:
  +2 % Konsum und
  +6 % virtuelles Wasser im Produkt durch Klimaeinflüsse
- tierische essbare Produkte:
  +7 % Konsum und
  +15 % virtuelles Wasser durch Klimaeinflüsse und Tierfutterzusammensetzung

Veränderungen des Wasserfußabdrucks pflanzlicher nicht essbarer Produkte sowie von Gewerbe- und Industrieprodukten wurden in Ermangelung von Grundlagendaten nicht angesetzt und die bisher publizierten Werte beibehalten. Für Baumwolle wurde wiederum die im Zuge von Detailerhebungen berechnete aktuelle Konsummenge berücksichtigt.

Abbildung 17 und Abbildung 18 zeigen die zwei Szenarien des Wasserfußabdrucks in Österreich basierend auf Schätzungen zur Konsumveränderung und den Klimawandelauswirkungen bis zum Zeitraum um das Jahr 2050. Der direkte Wasserverbrauch in Haushalten und Gärten und die anteiligen Wasserverbräuche für öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungen etc. stammen aus dem Projekt *Wasserschatz Österreichs* (2021) und sind ebenso für die Klimaszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5t berechnet.

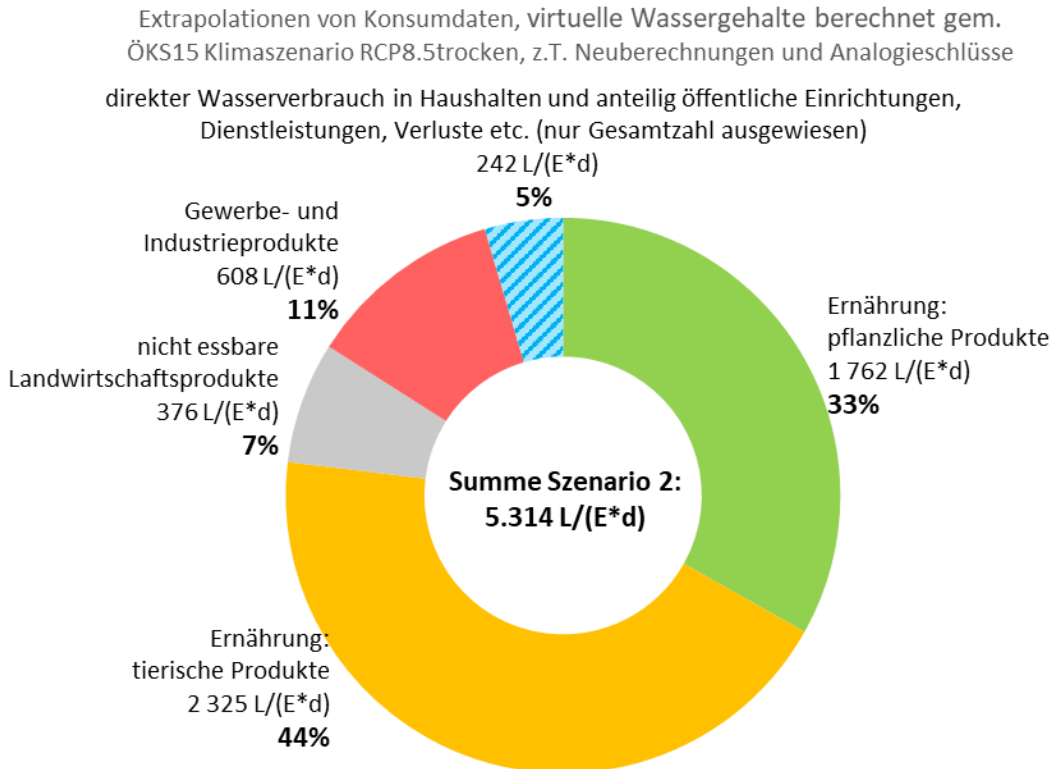
In Summe ergeben sich für Österreich im Zeitraum um das Jahr 2050 als Wasserfußabdruck pro Kopf und Tag Szenarien von rund 5.000 Liter bis 5.300 Liter je nach angenommenem Klimawandelszenario und Tierfutterzusammensetzung. Auch für die Zukunftsszenarien gilt, dass durch Methodenkorrekturen bei der Betrachtung von Baumwollprodukten und Biokraftstoffen tatsächlich höhere Werte vorliegen könnten.

Abbildung 17: Wasserfußabdruck 2050 in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – Szenario 1



Quelle: FAO (FAOSTAT, 2021); Vanham, 2013; Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b; Chimani et al. 2016, Wasserschatz Österreichs (2021), eigene Berechnungen und Abbildung

Abbildung 18: Wasserfußabdruck 2050 in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – Szenario 2



Quelle: FAO (FAOSTAT, 2021); Vanham, 2013; Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b; Chimani et al. 2016, Wasserschatz Österreichs (2021), eigene Berechnungen und Abbildung

Gegenüber den bisher publizierten Daten ergibt die vorliegende Abschätzung, entsprechend den beiden betrachteten Zukunftsszenarien, Zunahmen von 14 bis 21 %. In der Literatur (Mekonnen und Gerbens-Leenes, 2020) wird in der weltweiten Betrachtung, für einen vergleichbaren Zeitraum zwischen 2010 und 2050, von Zunahmen zwischen rund 20 bis 30 % ausgegangen.

3.5 Relativierung des bilanzhaften Ansatzes des Wasserfußabdrucks

Die Berechnungen zu den virtuellen Wassergehalten sind mit gewissen methodischen Unschärfen behaftet und vielfach müssen pauschalisierende Annahmen zur Berechnung getroffen werden. Zur Vergleichbarkeit über die Zeit wurden die bisherigen Berechnungsmethoden beibehalten und ergeben Schätzungen eher am unteren Rand möglicher Bandbreiten. Nachfolgend sind die auffälligsten methodischen Unschärfen zusammengefasst und es werden weitere Gesichtspunkte thematisiert, die über die reine Betrachtung des Wasserfußabdrucks hinausgehen.

3.5.1 Methodische Unschärfen

Die nachfolgend zusammengefassten methodischen Unschärfen repräsentieren lediglich exemplarisch welche Unsicherheiten im Zuge der Erstellung der gegenständlichen Studie gefunden wurden und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Dennoch soll in diesem Zusammenhang jedenfalls festgehalten werden, dass das Konzept des virtuellen Wassers und des Wasserfußabdrucks ein wertvolles Instrument ist, das einen weiter gefassten Blick auf die Größenordnung des Wasserbedarfs jedes Menschen ermöglicht und die Entwicklung aber auch Konfliktpotentiale sichtbar macht.

3.5.1.1 Wasserbedarf und Flächenerträge landwirtschaftlicher Produkte

Für die Berechnung des Wasserfußabdrucks wird die Summe der Pflanzenverdunstung über den gesamten Vegetationszeitraum durch den Ertrag pro Hektar geteilt. Wenn der Ertrag optimiert wird, also steigt, ohne dass auch der Wasserbedarf entsprechend angepasst wird, sinkt der virtuelle Wasserbedarf der Kulturpflanze.

Dieser Zusammenhang lässt sich am Beispiel der Paradeiser aus den Niederlanden verdeutlichen: Der Ertrag der Paradeiser aus den Niederlanden liegt je Fläche knapp um das Zehnfache höher als der durchschnittliche Ertrag in Marokko oder Spanien. Dies gelingt, da die Paradeiser in Glashäusern teilweise sehr hoch gezogen werden. Mit der Größe der Pflanzen geht ein dementsprechend höherer Wasserbedarf einher. Dies wird allerdings nicht mit in die Berechnung der Pflanzenverdunstung je Flächeneinheit einbezogen. Somit wird durch den hohen Ertrag letztendlich ein sehr geringer Wasserfußabdruck für Paradeiser aus den Niederlanden ausgewiesen, obwohl durch die Ertragssteigerung auch mehr Wasser benötigt wird (Deutsche Welle, 2021).

3.5.1.2 Nicht berücksichtigte Produkte

Nicht in die Betrachtung mit eingeflossen ist der Wasserfußabdruck von Fisch und Fischprodukten. Eine Bestimmung des Wasserfußabdrucks für Buntbarsche der Gattung Tilapia wurde erst kürzlich publiziert (Guzmán-Luna et al., 2021). Die Studie weist dabei einen Wasserfußabdruck von 1.130 bis 22.731 L/kg Fisch aus. Je nach Art der Aquakultur (Extensiv- oder Intensivhaltung) ergibt sich aus dem Futtermitteleinsatz und dem Wassertausch der Fischzucht ein unterschiedlich hoher grüner und blauer virtueller Wassergehalt mit jeweils immer einem hohen grauen Anteil für die Verschmutzung der Gewässer. Mit den typischen Konsumwerten für Fisch könnte daraus auf einen täglichen Wasserfußabdruck von 24 bis 490 Litern pro Kopf und Tag geschlossen werden. Diese Schätzung berücksichtigt jedoch keine anderen Fischarten und keine andere Herkunft von Fisch als die Aquakultur und ist somit nur ein erster Anhaltspunkt. Daher wurde der Konsum von Fisch und dessen Einfluss auf den virtuellen Wasserbedarf auch in der aktuellen Schätzung noch nicht mit einbezogen.

Darüber hinaus gibt es die bereits beschriebene Abgrenzungsproblematik zur expliziten Ausweisung des Wasserfußabdrucks aus der Herstellung von Biokraftstoffen.

3.5.1.3 Widersprüche in den Grundlagendaten

Eine nicht nachvollziehbare Diskrepanz ergibt sich bei der Betrachtung des virtuellen Wassergehalts von Käse. Dieser ist in der Datenbank von Mekonnen und Hoekstra (2010b) mit 2.300 Litern pro kg Käse ausgewiesen. Zur Herstellung von einem Kilogramm Käse werden jedoch im Allgemeinen rund 10 Liter Milch benötigt (Molkerei Rücker, 2021), welche wiederum jeweils 900 Liter virtuelles Wasser pro kg Milch enthalten. Käse müsste nach dieser Überlegung einen virtuellen Wassergehalt von 9.000 und nicht von 2.300 Litern pro kg haben. Eine mögliche Erklärung ist ein geringerer virtueller Wassergehalt von Frischkäseprodukten gegenüber dem von Hartkäse. Darauf wird jedoch in der Datenbank nicht eingegangen.

3.5.1.4 Import- und Exportströme

Bei der Betrachtung der virtuellen Wasserbilanz wird einem importierten Produkt jene Menge an virtuellem Wasser zugeteilt, die der Produktion im Herkunftsland entspricht. In der Regel produziert das Herkunftsland dieses Produkt jedoch nicht ausschließlich selbst, sondern importiert dieses Produkt zum Teil selbst oder die Rohstoffe für dessen Erzeugung aus anderen Ländern. So importiert Italien zum Beispiel Paradeiser und daraus hergestellte Produkte aus China. In der österreichischen Bilanz des Wasserfußabdrucks geht für Importe

von Paradeiser aus Italien jedoch nur der virtuelle Wasserfußabdruck der Paradeiser aus Italien ein. Eine genauere Nachverfolgung der Import- und Exportströme kann Abhilfe schaffen. Allerdings kommt als Unschärfe hinzu, dass nicht erfasst werden kann welches Produkt, z.B. in Italien oder in China produzierte Paradeiser, tatsächlich über das Herkunftsland Italien nach Österreich gelangen. Für Paradeiserexporte aus Österreich gelten sinngemäß die gleichen Überlegungen. Die Unschärfen nehmen zu je verzweigter die Import- und Exportströme sind und je komplexer die Herstellung eines Produktes ist.

3.5.1.5 Primär und Sekundärprodukte

Der Wasserfußabdruck eines Rohstoffs wird im Allgemeinen zur Gänze dem daraus erzeugten Primärprodukt zugerechnet. Eventuellen Sekundärprodukten, die als Nebenprodukt aus dem Verarbeitungsprozess hervorgehen, wird kein Wasserfußabdruck mehr zugeordnet. Trotzdem sind die Sekundärprodukte wertvoll und substituieren gegebenenfalls andere Produkte, die sonst einen Wasserfußabdruck hätten. Dies lässt sich am Beispiel der Biokraftstoffe verdeutlichen: Biodiesel wird hauptsächlich aus Raps hergestellt. Aus den bei der Herstellung von Biodiesel anfallenden Reststoffen, zum Beispiel Pressrückstände, wird jedoch in weiterer Folge Futtermittel für die Tierproduktion sowie Glycerin hergestellt. Durch den Anfall der Sekundärprodukte wird die Notwendigkeit der Erzeugung dieser Produkte als Primärprodukt geringer. Die aus diesen Anteilen der Rohstoffe für die Primärprodukte hervorgegangenen Sekundärprodukte haben keinen Wasserfußabdruck. Umgekehrt erzeugen alternative Rohstoffe für die Biodieselproduktion (z.B. Altspeiseöle und -fette), die als Primärprodukte einen Wasserfußabdruck hatten, für das Sekundärprodukt (Biodiesel) keinen Wasserfußabdruck. In welcher Kategorie der Wasserfußabdruck letztendlich gezählt wird hängt davon ab, was als Primärprodukt angesehen wird und ob diesem tatsächlich der gesamte Wasserfußabdruck zugerechnet werden soll. Um diese Abgrenzungsproblematik zu umgehen könnte eine Aufteilung des Wasserfußabdrucks je nach Energiegehalt des aus dem Rohstoff entstandenen Primär- und Sekundärproduktes zielführend sein.

3.5.1.6 Unvollständige Erfassung vermeidbarer Lebensmittelabfälle

Die Abschätzung der Lebensmittelabfälle beruht auf einer Bilanzierung der Produktions- und Konsummengen eines Produkts. Die Unschärfen bestehen darin, dass die Abfall- und Verlustmengen nicht standardmäßig erfasst werden und daher in der Bilanz mit Unsicherheiten behaftet sind. Schon bei den Produktionsmengen werden die Produkte, die aufgrund ihrer Beschaffenheit (z.B. Größe und Form) nicht geerntet werden, in ihrer Menge nicht

erfasst, sondern bleiben gleich auf dem Acker. Daher kann eine Abschätzung zu vermeidbaren Lebensmittelabfällen insofern nicht vollständig sein, da diese landwirtschaftlichen Verluste nicht dokumentiert werden (Noleppa und Cartsburg, 2015).

3.5.2 Gesamtheitliche Betrachtungen über den Wasserfußabdruck hinaus

Die ökologischen Gesichtspunkte umfassen mehr als die reine Betrachtung des Wasserfußabdrucks. Der Wasserfußabdruck ist nur ein Teil der Fußabdruck-Familie (Vanham et al. 2019). Zur gesamtheitlichen Betrachtung der Umweltauswirkungen eines Produktes ist es empfehlenswert auch CO_2-Ausstoß, Flächenbedarf und weitere Einflüsse mit einzubeziehen. Die verschiedenen Fußabdrücke sind zwar von ihrer Betrachtung her unterschiedlich, jedoch sind sie alle untereinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig (Stehen-Olsen et al., 2012).

Die bekannteste Betrachtung ist jene des **CO_2-Fußabdrucks.** Dabei wird untersucht welche Treibhausgasemissionen der Konsum eines Produktes verursacht. Eine ähnliche Betrachtung ist jene der **Ökobilanz**. Die Ökobilanz ist eine systematische Feststellung der Umweltwirkungen von Produkten über deren gesamten Lebenszyklus. Dabei spielt insbesondere die Nutzungsdauer und Wiederverwertbarkeit eine große Rolle. Verglichen mit dem Wasserfußabdruck bedeutet dies, dass ein Produkt mit geringem CO_2-Fußabdruck oder geringer Ökobilanz nicht auch unbedingt einen geringen Wasserfußabdruck haben muss und umgekehrt. Deutlich wird das beim Transport von Gütern: Während sich der Transport üblicherweise nicht oder kaum auf den Wasserfußabdruck eines importierten Produktes auswirkt, wird der CO_2-Fußabdruck oder die Ökobilanz durch lange Transportwege oft ganz maßgeblich beeinflusst. Ähnliche Überlegungen gelten für die Verpackungen von Produkten.

Eine weitere Betrachtung ist jene des **Landfußabdrucks**. Dabei wird analysiert welche Landnutzung für die Herstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung beansprucht wird. Auch hier gilt, dass ein geringer Landfußabdruck nicht unbedingt auch einen geringen Wasserfußabdruck bedeuten muss. Die Zusammenhänge von Landnutzung und Wassernutzung sind aber eher übereinstimmend als bei anderen Bilanzierungstools.

Andere Betrachtungen betreffen zum Beispiel Aspekte des **Landschaftsbildes** in Österreich. Der Erhalt von Alm- und Weidewirtschaft und der ökologischen Funktion dieser Flächen setzt voraus, dass diese Flächen nachhaltig bewirtschaftet werden. Die Bewirtschaftung erfolgt in der Regel durch die Beweidung von Milchkühen oder durch die Erzeugung von Heu

als Futtermittel. Der Konsum von lokal erzeugten Produkten, wie zum Beispiel Milchprodukten oder Rindfleisch, die diesen Rohstoff als Grundlage haben, trägt somit zum Erhalt dieser Kulturlandschaft bei. Im Gegensatz dazu führt eine Substitution von Beweidung oder Heuernte durch andere Futtermittel dazu, dass für diese Futtermittel zusätzliche Anbauflächen in Österreich oder jenen Ländern, aus denen Österreich diese Futtermittel importiert, geschaffen werden müssen.

Darüber hinaus hat vor allem in der Tier- und Milchproduktion die Produktionsform eine große Bedeutung. Bei reiner **Grünland- bzw. Freilandhaltung** ohne Zufütterung ist der grüne Wasserfußabdruck wesentlich höher als mit Zufütterung oder bei reiner industrieller Tierproduktion. Das liegt daran, dass bei der industriellen Tierhaltung die Futterverwertung effizienter als bei Weidehaltung ist (Mekonnen und Hoekstra, 2012). Der Trend dreht sich jedoch bei der Betrachtung des blauen Wasserfußabdrucks: Hier ist der Wasserfußabdruck bei industrieller Tierhaltung größer als bei Freilandhaltung, da mehr Futtermittel eingesetzt werden, welche zum Teil aus bewässertem Anbau stammen können (Mekonnen und Hoekstra, 2012). Daher ist es überlegenswert, eher einen höheren Bedarf an grünem virtuellen Wasser in Kauf zu nehmen, wenn dadurch der blaue virtuelle Wasserbedarf geringer wird. Zusätzlich ist anzumerken, dass die meisten in Österreich produzierten landwirtschaftlichen Produkte einen insgesamt niedrigeren virtuellen Wasserbedarf aufweisen als der weltweite durchschnittliche virtuelle Wasserbedarf (siehe Abbildung 2 auf Seite 18). Somit wird durch den Konsum regionaler Produkte zumeist auch der virtuelle Wasserbedarf reduziert.

Bei der Betrachtung des **Wasserfußabdrucks** selbst ist es somit von wesentlicher Bedeutung, ob es sich in der landwirtschaftlichen Produktion überwiegend um grünes, blaues oder graues virtuelles Wasser handelt. Aus Überlegungen zur Verfügbarkeit können bestimmte Wasserbedarfe in unterschiedlichen Regionen akzeptabel sein oder auch nicht. Zumindest für Österreich sind aus dem aktuellen Projekt *Wasserschatz Österreichs* (2021) die regional verfügbaren Grundwasserressourcen bekannt und können dem Wasserbedarf gegenübergestellt werden. Dabei zeigt sich, dass die gegenwärtigen Nutzungen aus dem Grundwasser nachhaltig gedeckt werden können. Für den Zeithorizont 2050 ergeben sich je nach betrachtetem Klimaszenario für einige Regionen mögliche Zustände, in denen ein sehr hoher Ausnutzungsgrad wahrscheinlich ist. Wie diese Detailbetrachtungen in anderen Ländern aussehen, aus denen wasserintensive Produkte importiert werden, ist hingegen nicht hinlänglich bekannt.

Der Konsum regional erzeugter Produkte hat somit nicht nur einen positiven Einfluss auf den CO_2-Fußabdruck oder die Ökobilanz, sondern sorgt gewissermaßen auch dafür, den entstehenden Wasserfußabdruck unter kontrollierbaren Bedingungen zu halten. Wird in Österreich produziert, so fällt der virtuelle Wasserbedarf in den österreichischen Wasserressourcen an und es handelt sich bei landwirtschaftlichen Produkten überwiegend um grünes virtuelles Wasser. Gleichzeitig wird weniger virtuelles Wasser aus anderen Ländern importiert, in denen oftmals verstärkt blaues Wasser für künstliche Bewässerung zum Einsatz kommt. Dies kann unter Umständen negative ökologische Auswirkungen haben. Fast immer ist dadurch zumindest ein höherer CO_2-Fußabdruck für die Pumpenergie der Bewässerungsanlagen und Transporte bedingt (Steen-Olsen et al., 2012).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch das Konsumverhalten weit mehr Einflussmöglichkeiten auf die Umwelt entstehen können, als weithin bekannt ist. Dies gilt insbesondere auch im globalen Kontext.

4 Zusammenfassung und Handlungsoptionen

4.1 Zusammenfassung der Methodik

Die Menge des **virtuellen Wassers** beschreibt den Bedarf an Frischwasser für die Herstellung eines Produktes über den gesamten Herstellungszyklus. Es umfasst das Wasser für das Pflanzenwachstum oder die Rohstoffgewinnung und alle Verarbeitungsschritte, die bis zur Konsumverfügbarkeit benötigt werden. Transporte spielen in Bezug auf das virtuelle Wasser kaum eine Rolle und sind vernachlässigbar. Die virtuellen Wassergehalte werden in grüne, blaue und graue Anteile unterteilt. Das **grüne Wasser** beschreibt die Menge an Regenwasser, welches im Boden gespeichert ist und von Pflanzen aufgenommen wird. **Blaues Wasser** ist technisch gewonnenes Grund- oder Oberflächenwasser für Pflanzenbewässerung, Rohstoffgewinnung oder Verarbeitung. **Graues Wasser** ist das im Zuge der Pflanzenproduktion, Rohstoffgewinnung oder den Verarbeitungsschritten eines Produktes qualitativ beeinträchtigte Wasser, das dadurch nicht uneingeschränkt für andere Zwecke verfügbar ist.

Beim Konsum eines Produktes wird somit eine gewisse Menge virtuelles Wasser konsumiert. Der Anteil des virtuellen Wassers in Produkten wird auch als **indirekter Wasserverbrauch** bezeichnet. Die Summe des virtuellen Wassers aller durchschnittlich an einem Tag konsumierten Produkte, zuzüglich dem Wasser das **direkt** im Haushalt oder Garten sowie anteilig in öffentlichen Einrichtungen etc. verwendet wird, wird als **Wasserfußabdruck** bezeichnet und typischerweise als Pro-Kopf-Kennzahl angegeben.

Üblicherweise werden in Darstellungen folgende Kategorien zusammengefasst:

- pflanzliche landwirtschaftliche Produkte – essbar
- tierische landwirtschaftliche Produkte – essbar
- pflanzliche landwirtschaftliche Produkte – nicht essbar
- Industriegüter
- direkter Wasserverbrauch

4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

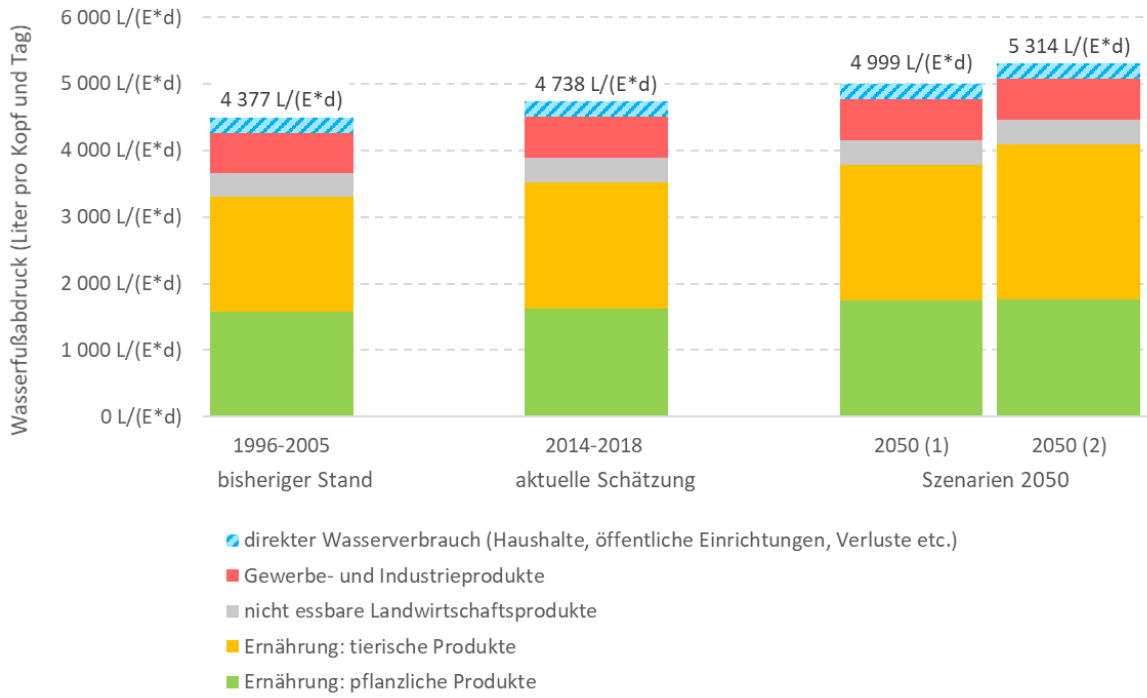
Für die Erneuerung der Schätzung aus den bisher publizierten Daten sowie die Entwicklung von Zukunftsszenarien des Wasserfußabdrucks wurden die möglichen Entwicklungen sozioökonomischer und klimatischer Einflussfaktoren auf den Wasserfußabdruck abgeschätzt. Diese sind:

- die Veränderungen der **konsumierten Mengen**,
- die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes der Produkte aufgrund von veränderten **Produktionsbedingungen** und
- die Veränderungen des virtuellen Wassergehaltes der Produkte aufgrund von **Klimaänderungen**.

Abbildung 19 zeigt wie sich der Wasserfußabdruck in Österreich im Laufe der vergangenen Jahre entwickelt hat und welche Szenarien für den Zeitraum um das Jahr 2050 denkbar sind. Die Szenarien sind Kombinationen der Minimumschätzungen (Szenario 1) und der Maximumschätzungen (Szenario 2) und beruhen auf den österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15, Chimani et al. 2016), den Neuberechnungen aus den Konsumveränderungen und Analogieschlüssen zu den bisher publizierten Daten zum Wasserfußabdruck in Österreich (Vanham, 2013, Mekonnen und Hoekstra, 2011).

Ausgehend von den bisher publizierten Zahlen stammt nur rund ein Drittel des in Österreich konsumierten virtuellen Wassers, als sogenannter **interner Verbrauch**, aus heimischen Wasserressourcen. Das übrige in Österreich konsumierte virtuelle Wasser ist ein **externer Verbrauch** und stammt von im Ausland produzierten und in Österreich konsumierten Waren. In Summe ist Österreich damit ein Netto-Importeur von virtuellem Wasser. Zwischen den einzelnen Produkten ist die Aufteilung von internem zu externem Wasserfußabdruck sehr unterschiedlich. Manche Produkte wie zum Beispiel Baumwolle oder Kaffee werden zu 100 % importiert.

Abbildung 19: Entwicklung des Wasserfußabdrucks in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – Entwicklung und Szenarien 2050



Quellen: FAO (FAOSTAT, 2021); Vanham, 2013; Mekonnen und Hoekstra, 2010a und 2010b; Chimani et al. 2016, eigene Berechnungen und Abbildung

Abschließend ist festzuhalten, dass die Berechnungen zu den virtuellen Wassergehalten mit gewissen methodischen Unschärfen behaftet sind und vielfach pauschalisierende Annahmen getroffen werden müssen. Zur Vergleichbarkeit über die Zeit wurden die bisherigen Berechnungsmethoden beibehalten und ergaben Schätzungen eher am unteren Rand möglicher Bandbreiten. So kann zum Beispiel mangels Datenverfügbarkeit nicht von einer gänzlich vollständigen Erfassung aller konsumierten Güter ausgegangen werden. Dies betrifft zum Beispiel die Betrachtung von Altkleidern oder den Fischkonsum. Dennoch ist das Konzept des virtuellen Wassers und des Wasserfußabdrucks ein wertvolles Instrument, das einen weiter gefassten Blick auf die Größenordnung des Wasserbedarfs jedes Menschen ermöglicht und die Entwicklung aber auch Konfliktpotentiale sichtbar macht.

4.3 Einsparungspotentiale

Als mögliche Einsparungspotentiale wurden folgende Kategorien identifiziert:

- Lebensmittelverluste
- Konsumverhalten
- Ernährungsänderungen

Da die Ernährung mit rund dreiviertel den größten Anteil am Wasserfußabdruck ausmacht, sind bei den Lebensmittelverlusten und der Ernährung generell die größten Einsparungspotentiale zu finden. Insgesamt werden im Durchschnitt nur rund 72 % der produzierten Lebensmittel auch wirklich konsumiert. Der Rest entfällt in etwa zu gleichen Teilen auf unvermeidbare sowie vermeidbare **Lebensmittelverluste.** Zusammengenommen könnte durch konsequente Einsparung aller vermeidbaren Lebensmittelverluste der Wasserfußabdruck um rund 500 Liter pro Kopf und Tag gesenkt werden. In den Haushalten könnten bis zu 280 Liter pro Kopf und Tag eingespart werden. Das entspricht über der doppelten Menge des direkten Wasserverbrauchs pro Kopf und Tag in Haushalten.

Wie stark sich **Änderungen im Konsumverhalten** auf den Wasserfußabdruck auswirken könnten ist schwer abschätzbar. Ein wesentlicher Anteil der durch Verhaltensänderung erreichbaren Verminderung des Wasserfußabdrucks ist sicher in der bereits erwähnten Reduktion vermeidbarer Lebensmittelabfälle zu sehen. Dass sich der bevorzugte **Konsum regional erzeugter Produkte** minimierend auf den Wasserfußabdruck auswirkt, kann aus dem Vergleich ausgewählter landwirtschaftlicher Produkte (siehe Abbildung 2 auf Seite 18) vermutet werden. Die Abbildung zeigt, dass in Österreich vielfach ein insgesamt niedrigerer virtueller Wasserbedarf vorliegt als in der weltweit durchschnittlichen Produktion.

Wie stark sich **Ernährungsänderungen** auf den individuellen Wasserfußabdruck auswirken könnten, wird anhand der Gegenüberstellung der tatsächlichen Ernährungsgewohnheiten in Österreich gegenüber den Empfehlungen von Fachgremien oder einer vegetarischen Ernährung ersichtlich. Die Bandbreiten gehen von rund 3.300 Liter pro Kopf und Tag für die tatsächlichen Ernährungsgewohnheiten über rund 2.350 Liter pro Kopf und Tag bei Einhaltung der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung bis zu rund 1.900 Liter pro Kopf und Tag bei vegetarischer Ernährung und gleichzeitiger Einhaltung der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung.

4.4 Handlungsoptionen

Da der Fokus der Einsparungspotentiale klar auf der Ernährung und den Lebensmittelverlusten liegt, können dazu leicht folgende Empfehlungen abgeleitet werden:

- Gänzlich ohne tiefgreifende Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten kann versucht werden die **vermeidbaren Lebensmittelverluste** so weitgehend wie möglich zu **reduzieren**. Dies gelingt durch **bedarfsorientiertes Einkaufen** und den rechtzeitigen Konsum der Lebensmittel. Auch das Einfrieren von Übermengen im Haushalt ist eine Option um Lebensmittel nicht wegwerfen zu müssen.
- Über den Kaufentscheid zur Herkunft der Lebensmittel kann durch **regional erzeugte Produkte** im Allgemeinen auch der Wasserfußabdruck minimiert werden, da in Österreich oft mit einem geringeren virtuellen Wasserbedarf produziert wird als im weltweiten Durchschnitt. Ein Merkmal regional erzeugter Produkte ist im Allgemeinen auch, dass sie nur saisonal verfügbar sind, aber in diesem Zeitraum importierte Waren weitgehend aus den Supermarktregalen verdrängen. Somit kann auch ein der **Saison angepasstes Einkaufen** helfen den Wasserfußabdruck zu reduzieren.
- Mit einer gewissen Veränderung der Ernährungsgewohnheiten kann der Wasserfußabdruck über die **Reduktion des Anteils tierischer Produkte** gesenkt werden. Damit ist aber nicht nur Fleisch gemeint, sondern auch viele andere tierische Produkte wie zum Beispiel Milchprodukte.
- Gerade bei **Fleisch** ist der bewusste Einkauf besonders wirksam um den Wasserfußabdruck zu senken. Hier stehen ganzjährig ausreichend **regionale Erzeugnisse** mit einem geringeren virtuellen Wasserbedarf als im weltweiten Durchschnitt zur Verfügung.

Die Einsparungspotentiale der **nicht essbaren Landwirtschaftsprodukte und der Gewerbe- und Industrieprodukte** beziehen sich im Wesentlichen auf die Intensität des Konsums. Einer der großen Treiber ist dabei der Konsum von Textilien. Auch hier hilft ein bewusster Einkauf um den Wasserfußabdruck zu reduzieren.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch das Konsumverhalten weit mehr Einflussmöglichkeiten auf die Umwelt entstehen können, als weithin bekannt ist. Dies gilt insbesondere auch im globalen Kontext.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wasserfußabdruck in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – bisher publizierter Stand 17
Abbildung 2: Virtuelle Wassergehalte verschiedener Produkte im Vergleich 18
Abbildung 3: Wasserfußabdruck in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – aktuelle Schätzung 26
Abbildung 4: Lebensmittelkonsum und Lebensmittelverluste 27
Abbildung 5: Anteile der unvermeidbaren Lebensmittelverluste 27
Abbildung 6: Anteile der vermeidbaren Lebensmittelverluste 28
Abbildung 7: Anteile der gesamten Lebensmittelverluste nach Nahrungsmittelkategorien 29
Abbildung 8: Erläuterungen der Grafiken auf den Fact Sheets 32
Abbildung 9: Weizenproduktion, Weizenkonsum und virtueller Wasserbedarf 33
Abbildung 10: Kartoffelproduktion, Kartoffelkonsum und virtueller Wasserbedarf 34
Abbildung 11: Paradeiserproduktion, Paradeiserkonsum und virtueller Wasserbedarf 35
Abbildung 12: Kaffeeproduktion, Kaffeekonsum und virtueller Wasserbedarf 36
Abbildung 13: Rindfleischproduktion, Rindfleischkonsum und virtueller Wasserbedarf 37
Abbildung 14: Käseproduktion, Käsekonsum und virtueller Wasserbedarf 38
Abbildung 15: Baumwollproduktion, Baumwollkonsum und virtueller Wasserbedarf 39
Abbildung 16: Klimazwillinge 42
Abbildung 17: Wasserfußabdruck 2050 in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – Szenario 1 45
Abbildung 18: Wasserfußabdruck 2050 in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – Szenario 2 46
Abbildung 19: Entwicklung des Wasserfußabdrucks in Österreich (Liter pro Kopf und Tag) – Entwicklung und Szenarien 2050 55

Literaturverzeichnis

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. (1998): Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56

Bastin J-F, Clark E, Elliott T, Hart S, van den Hoogen J, Hordijk I, et al. (2019): Understanding climate change from a global analysis of city analogues. PLoS ONE 14(7): e0217592. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217592

Biokraftstoffbericht (2020): Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2020. Herausgeber: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Radetzkystraße 2, 1030 Wien. Wien 2020.

Chapagain,A. K., Hoekstra A. Y., Savenije H. H., 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.

Chimani B., Heinrich G., Hofstätter M., Kerschbaumer M., Kienberger S., Leuprecht A., Lexer A., Peßenteiner S., Poetsch M.S., Salzmann M., Spiekermann R., Switanek M., Truhetz H. (2016): ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Projektendbericht, Wien.

Deutsche Welle (2021): Neue Landwirtschaft: Hat die Zukunft in den Niederlanden schon begonnen? Abgerufen 06.06.2021 von: https://www.dw.com/de/neue-landwirtschaft-hat-die-zukunft-in-den-niederlanden-schon-begonnen/a-47109553

FAOSTAT (2021): Statistische Datenbank der FAO. Abgerufen im Zeitraum 03 2021 bis 06 2021 von http://www.fao.org/faostat/en/#data

FNR (2021): Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Abgerufen am 4.6.2021 von https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/biodiesel

Gerbens-Leenes, W., Hoekstra A. Y., van der Meer,T. H. (2019): The water footprint of bioenergy. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(25), 10219-10223

Gerbens-Leenes P.W., Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y. (2011): A comparative study on the water footprint of poultry, pork and beef in different countries and production systems. Value of Water Research Report Series No. 55, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A. Y. (2011): The water footprint of biofuel-based transport. Energy & Environmental Science, 4(8), 2658-2668

Guzmán-Luna, P., Gerbens-Leenes, P. W., & Vaca-Jiménez, S. D. (2021): The water, energy, and land footprint of tilapia aquaculture in mexico, a comparison of the footprints of fish and meat. Resources, Conservation and Recycling, 165, 105224

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Mekonnen, M. M., Aldaya, M. M. (2011): The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Earthscan, London 2011

ITC (2021): Trade Map - Trade statistics for international business development. Abgerufen im Zeitraum 03 2021 bis 06 2021 von https://www.trademap.org/Index.aspx

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010a): The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010b): The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011): National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012): A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15(3), 401-415

Mekonnen M.M. und Gerbens-Leenes W. (2020): The water footprint of global food production. Water 2020, 12(10), 2696; https://doi.org/10.3390/w12102696

Noleppa, S., Cartsburg, M. (2015): Das große Wegschmeißen – Vom Acker bis zum Verbraucher: Ausmaß und Umwelteffekte der Lebensmittelverschwendung in Deutschland. WWF Deutschland, 2015

Obersteiner, G., Luck, S. (2020): Teller statt Tonne – Lebensmittelabfälle in österreichischen Haushalten Status Quo. WWF Österreich, Wien 2020

Molkerei Rücker, o.J.: Käseherstellung – Wie aus Milch Käse wird. Abgerufen am 7.6.2021 von https://www.molkerei-ruecker.de/blog/kaeseherstellung/

Steen-Olsen, K., Weinzettel, J., Cranston, G., Ercin, A. E., Hertwich, E. G. (2012): Carbon, land, and water footprint accounts for the European Union: consumption, production, and displacements through international trade. Environmental science & technology, 46(20), 10883-10891

Thies N. (2017): Klimawandel und mögliche Anpassung der Landwirtschaft im Marchfeld bis 2100. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt (WAU), Institut für Meteorologie, Wien 2017

Vanham, D. (2012): Der Wasserfußabdruck Österreichs: Wie viel Wasser nützen wir tatsächlich, und woher kommt es? Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft, 64(1-2), 267-276

Vanham, D. (2013): The water footprint of Austria for different diets. Water Science and Technology, 67(4), 824-830

Vanham, D., Leip, A., Galli, A. Kastner, T., Bruckner, M., Uwizeye, A., van Dijk, K., Ercin, E., Dalin, C., Brandão, M., Bastianoni, S., Fang, K., Leach, A., Chapagain, A., Van der Velde, M., Sala, S., Pant, R., Mancini, L., Monforti-Ferrario, F., Carmona-Garcia, G., Marques, A., Franz Weiss, Hoekstra, A. Y. (2019): Environmental footprint family to address local to planetary sustainability and deliver on the SDGs, Science of The Total Environment, Volume 693, 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133642

Wasserschatz Österreichs (2021): Wasserschatz Österreichs – Grundlagen für nachhaltige Nutzungen des Grundwassers. Herausgeber: Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Stubenring 1, 1010 Wien. Wien 2021

Waterfootprint (2021): The Water Footprint Network. Abgerufen im Zeitraum 03 2021 bis 06 2021 von https://waterfootprint.org/en/

ZAMG (2021): Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – Jahrbuch. Abgerufen im Zeitraum 03 2021 bis 06 2021 von https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch

Abkürzungen

bzw.	beziehungsweise
etc.	Et cetera
ÖKS15	Projekts „ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich“
RCP	Representative Concentration Pathways
usw.	und so weiter
WF	Wasserfußabdruck
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
z.B.	zum Beispiel

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
Stubenring 1, 1010 Wien
bmlrt.gv.at
und
Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach
1010 Wien, Schubertring 14
www.ovgw.at