

Factsheet

Ergebnisse des Vorhabens „Konzeptionelle Weiterentwicklung des Wasserfußabdrucks zur Abbildung möglicher qualitativer und quantitativer Wasserbelastungen entlang eines Produktlebenszyklus“ (UBA-Texte 44/2022, FKZ 3719 31 201 0)

1 Was ist der Wasserfußabdruck

In Deutschland werden im landesweiten Durchschnitt nur knapp 13 % des potenziellen Wasserdargebots genutzt. Dennoch stehen auch in Deutschland Anteile der verfügbaren Wasserressourcen aufgrund von qualitativen Beeinträchtigungen und klimatischbedingter Veränderungen zunehmend unter Druck. Wasserknappheit und Wasserverschmutzung sind in vielen Regionen der Welt bereits seit Jahren oder Jahrzehnten ein Problem. Teilweise trägt auch Deutschland eine Mitverantwortung für den Zustand der lokalen Wasserressourcen im Ausland. Als eine der fünf größten Volkswirtschaften weltweit werden von Deutschland im internationalen Vergleich besonders viele Konsumgüter und Dienstleistungen in Anspruch genommen. Deren Herstellung, Verarbeitung und Bereitstellung benötigen häufig Wasser. Somit tragen die Deutschen indirekt über den Konsum von Gütern und Dienstleistungen zu potentiellen wasserbezogenen Umweltwirkungen in den Regionen der Herstellung bei. Um diese wasserbezogenen Umweltwirkungen abzubilden, kann der Wasserfußabdruck herangezogen werden.

Der Wasserfußabdruck wird in dem 2014 veröffentlichten ISO-Standard 14046 als „Kennzahl(en) zur quantitativen Bestimmung der potenziellen Umweltwirkungen im Zusammenhang mit Wasser“ definiert. Damit hebt sich der ISO-Standard inhaltlich von früheren oder anderen Konzepten ab, die eine Erfassung rein volumetrischer Kennzahlen vorsehen. Dieser wirkungsorientierte Ansatz ist aussagekräftiger, da bspw. durch die gleiche Menge verbrauchten oder verschmutzten Wassers je nach Region unterschiedliche Wirkungen in Bezug auf die Verfügbarkeit der Ressource Wasser, Ökosysteme oder Menschen auftreten können.

Grundsätzlich gilt außerdem, dass ein vollumfänglicher Wasserfußabdruck mehrdimensional ist. Das bedeutet, dass neben dem Wasserverbrauch und den dadurch potenziell verursachten Umweltwirkungen auch die potenziellen Umweltwirkungen durch Wasserverschmutzung berücksichtigt werden sollten.

Definition Wasserfußabdruck

Der internationale Standard zum Wasser-Fußabdruck¹ (ISO 14046) definiert einen Wasserfußabdruck als „Kennzahl(en) zur quantitativen Bestimmung der potenziellen Umweltwirkungen im Zusammenhang mit Wasser“.

In der Regel setzt die ISO-konforme Ermittlung eines Wasserfußabdrucks neben der Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie der Auswertung der Ergebnisse zwei wesentliche Arbeitsschritte voraus:

¹ DIN EN ISO 14046: Environmental Management - Water Footprint - Principles, Requirements and Guidelines; <https://www.iso.org/standard/43263.htm> (abgerufen am 06.07.2021)

► Erfassung der Wasserfußabdruck-Sachbilanz: „Phase der Ermittlung des Wasserfußabdrucks [...], der die Zusammenstellung und Quantifizierung von Input und Outputs im Zusammenhang mit Wasser [...] zusammenfasst.“ (Quelle: ISO 14046)

► Durchführung Wirkungsabschätzung für den Wasserfußabdruck: „Phase der Ermittlung des Wasserfußabdrucks [...], im Anschluss an die Wasserfußabdruck-Sachbilanz [...], die dem Erkennen und der Beurteilung der Größe und Bedeutung von potenziellen Umweltwirkungen im Zusammenhang mit Wasser, verursacht durch ein Produkt, einen Prozess oder eine Organisation, dient.“ (Quelle: ISO 14046)

2 Methodisches Vorgehen

Die **Wasserfußabdruck-Sachbilanz** der Konsumierenden in Deutschland wurde im vorliegenden Forschungsvorhaben auf Grundlage einer Input-Output-Analyse und unter Verwendung der Exiobase-Datenbank v3.8.1 angenähert. Mit Input-Output-Analysen können globale Daten zum Wasserverbrauch anhand ökonomischer Beziehungen zwischen Wirtschaftssektoren und Konsumierenden den einzelnen Akteuren in der Weltwirtschaft zugeordnet werden.

Bei der Ermittlung des Wasser-Fußabdrucks erfolgt in Ermangelung besserer Alternativen eine Unterscheidung in blauen, grünen und grauen Wasserverbrauch (Definitionen nach Hoekstra et al. (2012)):

Blauer Wasserverbrauch: Wasserverbrauch aus Oberflächenwasser und Grundwasser; d.h. zugängliches Süßwasser aus Seen, Flüssen und Grundwasserleitern.

Grauer Wasserverbrauch: Indikator für die Verunreinigung von Süßwasser, die mit der Herstellung eines Produkts [...] in Verbindung gebracht werden kann. Er ist definiert als die Menge an Süßwasser, die erforderlich ist, um die Verunreinigung [...] aufzunehmen [bzw.] um Verunreinigung so weit zu verdünnen, dass die Wasserqualität mit vereinbarten Wasserqualitätsnormen übereinstimmt.

Grüner Wasserverbrauch: Der Niederschlag über Landflächen, der nicht abfließt oder das Grundwasser anreichert, sondern welcher in der Erde gespeichert wird oder temporär auf der Erdoberfläche oder Vegetation verbleibt. Letztlich evaporiert oder transpiriert dieser Anteil des Niederschlags über Landflächen durch Pflanzen [...].

Für die **Wirkungsabschätzung des Wasserfußabdrucks** von Deutschland wurde die Wasserfußabdruck-Sachbilanz der Konsumierenden in Deutschland den potenziellen Herkunftseinzugsgebieten weltweit zugeordnet. In Anlehnung an das Konzept der *Planetaren Belastbarkeitsgrenzen* wurden für 8.250 Einzugsgebiete weltweit lokale Belastbarkeitsgrenzen berechnet, indem vom natürlichen Wasserdargebot in den Einzugsgebieten die umweltbedingten Wasserflussanforderungen subtrahiert wurden. Der daraus folgende Differenzwert bildet die jeweils lokale Belastbarkeitsgrenze innerhalb derer theoretisch nachhaltiger Wasserverbrauch möglich ist. Um die Übernutzung der ermittelten lokalen Belastbarkeitsgrenzen abzubilden, wurden diese in jedem Einzugsgebiet dem gesamten anthropogenen Wasserverbrauch im Einzugsgebiet gegenübergestellt. Der daraus folgende Quotient beschreibt somit das Ausmaß der Übernutzung in einem Einzugsgebiet und wurde angewendet, um den regional aufgeschlüsselten konsuminduzierten Wasserverbrauch von Deutschland (*Wasserfußabdruck-Sachbilanz*) zu charakterisieren (*Wirkungsabschätzung für den Wasserfußabdruck*).

Durch die Multiplikation dieser auf Herkunftseinzugsgebiete aufgeteilten Anteile der Wasserfußabdruck-Sachbilanz mit den Charakterisierungsfaktoren wurde den einzelnen Beiträgen entsprechend ihrer potenziellen Umweltwirkung in Bezug auf die Übernutzung der lokalen Wasserressourcen jeweils eine höhere oder geringere Bedeutung beigemessen.

3 Zentrale Ergebnisse

3.1 Überblick über bestehende Methoden und Konzepte zum Wasserfußabdruck

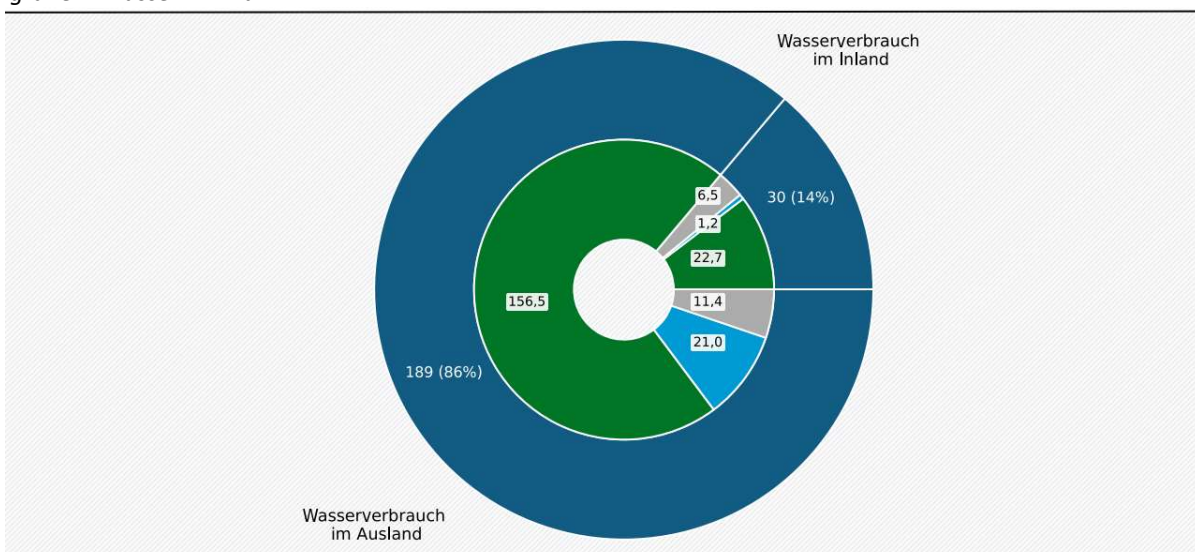
Im Rahmen des Vorhabens wurden bestehende Konzepte, Standards, Tools, Datenbanken und Wirkungsabschätzungsmethoden zum Wasserfußabdruck zusammengestellt und anhand verschiedener Kriterien klassifiziert. Die Ergebnisse dieser strukturierten Zusammenfassung wurden durch ein interaktives webbasiertes Tool der Öffentlichkeit zugänglich gemacht².

3.2 Wasserfußabdruck Deutschlands

Schritt 1 - Wasserfußabdruck-Sachbilanz: Mit der im Forschungsvorhaben angewendeten Methode konnte der konsuminduzierte Wasserverbrauch von Deutschland auf insgesamt 219 Mrd. m³ angenähert werden. Diese Menge entspricht in etwa einem täglichen Pro-Kopf-Verbrauch von 7,2 m³ (7.200 Liter). Die Herkunftsregion des verbrauchten Wassers ist zu 14% Deutschland (Wasserverbrauch im Inland) und zu 86% das Ausland (Wasserverbrauch im Ausland). Der Wasserverbrauch von Deutschland im Inland setzt sich zu 75% aus grünem Wasser, zu 21% aus grauem Wasser und zu 4% aus blauem Wasser zusammen. Der Wasserverbrauch von Deutschland im Ausland setzt sich zu 83% aus grünem Wasser, zu 6% aus grauem Wasser und zu 11% aus blauem Wasser zusammen.

Abbildung 1: Der konsuminduzierte Wasserverbrauch von Deutschland (Inland und Ausland)

Der Wasserverbrauch von Deutschland im Inland und im Ausland differenziert nach blauem, grauem und grünem Wasser in Mrd. m³.



Quelle: Fachgebiet für Sustainable Engineering der Technischen Universität Berlin auf Basis der Daten der Exiobase-Datenbank

² <https://wf-tools.see.tu-berlin.de/der-wasserfussabdruck-von-deutschland/>

Da insbesondere blaues Wasser im Hinblick auf potentielle Auswirkungen von Bedeutung ist, lag darauf der Fokus der Detailanalyse.

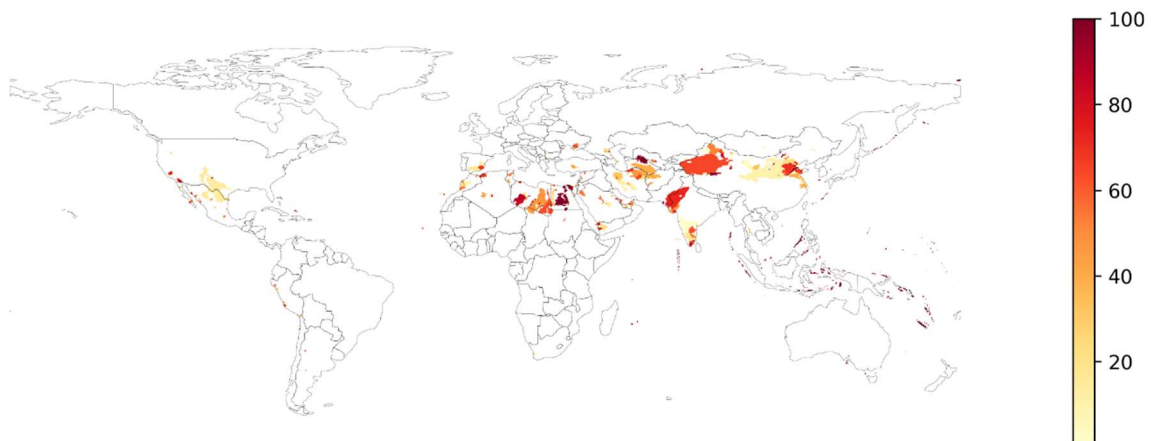
Die Regionen mit den höchsten Beiträgen zum blauen Wasserverbrauch von Deutschland sind Asien und Pazifik (5.394 Mio. m³), gefolgt von den Regionen Mittlerer Osten (3.822 Mio. m³), China (2.189 Mio. m³), Spanien (2.097 Mio. m³), Indien (1.414 Mio. m³), USA (1.203 Mio. m³), Deutschland (1.166 Mio. m³), Afrika (1.079 Mio. m³) und der Türkei (624 Mio. m³).

Schritt 2 – Wirkungsabschätzung für den Wasserfußabdruck: Wenn die regionalen Beiträge zu Deutschlands konsuminduzierten blauen Wasserverbrauch *gewichtet* werden, verliert Deutschlands eigener Beitrag zum konsuminduzierten blauen Wasserverbrauch jedoch an Bedeutung (Wasserfußabdruck in Bezug auf Wasserknappheit). Dies bedeutet, dass sich die durch den konsuminduzierten blauen Wasserverbrauch von Deutschland verursachten Umweltwirkungen im Wesentlichen in anderen Regionen wie bspw. Mittlerer Osten, Afrika oder den USA auswirken. Haupttreiber des absoluten Wasserverbrauchs in diesen Regionen sind in der Regel Agrarsektoren (insbesondere Gemüse, Früchte, Nüsse; Nutzpflanzen unspezifisch; Weizen, Reis, Getreide, Zuckerrohr/Zuckerrüben; Ölsamen). Regionen, die gemäß der durchgeführten Allokationsmethode große Mengen zu Deutschlands konsuminduzierten blauen Wasserverbrauch beitragen sind bspw. Asien und Pazifik (Indus, Aral See), Mittlerer Osten (Nil, Shatt Al Arab), China (Yangtze), Spanien (Ebro), Indien (Ganges) und die USA (Mississippi).

Schätzungsweise 9,7% der Beiträge zum konsuminduzierten blauen Wasserverbrauch von Deutschland überschreiten die lokalen Belastbarkeitsgrenzen von Einzugsgebieten und können somit als „nicht nachhaltig“ betrachtet werden.

Abbildung 1: Überschreitung der Belastbarkeitsgrenzen von Einzugsgebieten

Die Abbildung zeigt die relative Überschreitung der Belastbarkeitsgrenzen von Einzugsgebieten.



Quelle: Fachgebiet für Sustainable Engineering der Technischen Universität Berlin

3.3 Indikatoren zur Erfassung des Wasserfußabdrucks von Deutschland

In Anlehnung an die Norm DIN EN ISO 14046 werden zur Erfassung des Wasserfußabdrucks von Deutschland im Ergebnis des Vorhabens die Wirkungskategorien „Wasserknappheit“ und „Wasserverschmutzung“ vorgeschlagen.

In Bezug auf Wasserknappheit stehen operativ anwendbare Modelle und Daten zur Verfügung, um den vorgeschlagenen Leitindikator anzuwenden. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde die Wasserfußabdruck-Sachbilanz (blauer Wasserverbrauch) gemäß den

Überschreitungen der Belastbarkeitsgrenzen im Herkunftseinzugsgebiet charakterisiert. Denkbar ist aber auch eine Charakterisierung mit AWARE³ (Boulay et al. 2018) oder WAVE+⁴ (Berger et al. 2018).

In Bezug auf Wasserverschmutzung ist die Entwicklung von Charakterisierungsmodellen und globalen Umweltdaten noch nicht abgeschlossen, deshalb muss hier noch auf einen Hilfsindikator wie den grauen Wasserfußabdruck zurückgegriffen werden.

3.4 Methodische Limitierungen

Insbesondere in Bezug auf Wasser, welches zu großen Anteilen in einigen wenigen, häufig landwirtschaftsbezogenen Sektoren konsumiert wird, kann eine geringe sektorale Auflösung von Input-Output-Datenbanken eine Limitierung darstellen. Außerdem fehlen in den Datenbanken differenzierte Angaben in Bezug auf Wasserverschmutzung. Somit kann mit einer Input-Output-Analyse gegenwärtig kein *vollumfänglicher* Wasserfußabdruck berechnet werden. Eine Input-Output-Analyse kann dennoch als Screening-Tool dienen, um den globalen Wasserverbrauch verschiedenen Akteuren in der Weltwirtschaft zuzuordnen und potenzielle Umweltwirkungen auf makroökonomischer Ebene abzuleiten.

Zur Formulierung robuster Handlungsempfehlungen empfiehlt sich für die jeweiligen identifizierten Hotspots aber eine zusätzliche detaillierte Analyse unter Anwendung weiterer Methoden. Analysen auf Ebene von einzelnen Produkten können mit Ökobilanzstudien bewertet werden.

4 Einordnung der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Vorhabens ermöglichen näherungsweise Aussagen zum konsuminduzierten Wasserverbrauch von Deutschland (Inland und Ausland) auf insgesamt 219 Mrd. m³. Dieser Wert liegt deutlich über den zuvor kommunizierten 117 Mrd. m³ Wasser pro Jahr⁵ und ist in erster Linie der unterschiedlichen methodischen Herangehensweise geschuldet. Unabhängig davon verdeutlicht der ermittelte konsuminduzierte Wasserverbrauch die Bedeutung der indirekten Wasserressourcennutzung im Ausland für den deutschen Konsum.

Durch die Methode der Input-Output-Analyse in Zusammenhang mit einer Wirkungsabschätzung des Wasserverbrauchs durch die ermittelten Charakterisierungsfaktoren konnten potenzielle Hotspots einer nicht nachhaltigen Wassernutzung im Ausland abgeleitet werden (z.B. insbesondere Gemüse, Früchte, Nüsse in den Regionen Mittlerer Osten und in Spanien). Aus der für ausgewählte Sektoren durchgeführten Wertschöpfungsketten-Analyse hat sich außerdem ergeben, dass auch bei nicht landwirtschaftlichen Sektoren (bspw. Hotel- und Gaststättengewerbe) die blauen Wasserbeiträge in erster Linie durch Agrarerzeugnisse aus dem Ausland beigetragen werden.

Für weitere Handlungsempfehlen und Entwicklungen, die teilweise auch im Entwurf zur Nationalen Wasserstrategie⁶ verankert sind, kann auf die vorliegenden Erkenntnisse aufgebaut bzw. daran angeknüpft werden:

- Verstärkte Kommunikation und Verwendung von knappheitsgewichteten Wasserfußabdrücken für Produkte mithilfe der in dem Vorhaben entwickelten Bewertungsmethodik oder einer verwandten Bewertungsmethodik (bspw. AWARE oder

³ <https://wulca-waterlca.org/aware/what-is-aware/>

⁴ <https://wf-tools.see.tu-berlin.de/wave/>

⁵ Mekonnen & Hoekstra (2011) *National Water Footprint Accounts*, UNESCO-IHE

⁶ <https://www.bmu.de/download/nationale-wasserstrategie/>

WAVE+), z.B. für die Erarbeitung von Einkaufsempfehlungen oder für die Integration in ein bestehendes Label (z.B. Blauer Engel). Die Berechnung der entsprechenden knappheitsgewichteten Wasserfußabdrücke sollte dann auf Produktebene durchgeführt werden; insb. für Agrarprodukte mit hohem Wasserverbrauch (bspw. Gemüse, Früchte, Nüsse)

- Initiierung von Maßnahmen zur Reduktion des Wasserverbrauchs insbesondere in Regionen, in denen laut der Ergebnisse des Vorhabens die lokalen Belastungsgrenzen in Bezug auf Wasser überschritten sind; z.B. Water Stewardship Ansätze
- Verwendung des empfohlenen Indikators für Wasserknappheit (vgl. 3.3) und Ableitung von Zielwerten insbesondere für Regionen, in denen die lokalen Belastungsgrenzen in Bezug auf Wasser überschritten sind
- Entwicklung eines Tools zur Berechnung des persönlichen Wasserfußabdrucks (Wasserverbrauch einschließlich Knappheitsgewichtung).

Unternehmen tragen eine wesentliche Verantwortung für die Wassernutzung entlang der Lieferkette. Für die Ermittlung von Unternehmen-/Organisations-Wasserfußabdrücken besteht mit dem WELLE-OWF-Tool⁷ eine gute Handreichung. Dies sollte verstärkt genutzt werden, damit auch direkt durch die Unternehmen ggf. nötige Anpassungen und Verbesserungen zu einer nachhaltigeren Wassernutzung vorgenommen werden können. Entsprechende Daten sollten im Rahmen der Umweltberichterstattung kommuniziert und zukünftig auch bei Umweltmanagementsystemen (EMAS) Berücksichtigung finden.

Forschungsvorhaben „Konzeptionelle Weiterentwicklung des Wasserfußabdrucks zur Abbildung möglicher qualitativer und quantitativer Wasserbelastungen entlang eines Produktlebenszyklus“ (FKZ 3719 31 201 0)

Laufzeit: 08/2019-11/2021

Autoren: Jonas Bunsen, Dr. Markus Berger, Prof. Dr. Matthias Finkbeiner; Fachgebiet Sustainable Engineering (SEE), TU Berlin

Veröffentlichung der Ergebnisse: UBA-Texte 44/2022, <https://wf-tools.see.tu-berlin.de/der-wasserfussabdruck-von-deutschland/>

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
www.umweltbundesamt.de
[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Jonas Bunsen, Dr. Markus Berger, Prof. Dr. Matthias Finkbeiner; Fachgebiet Sustainable Engineering (SEE), TU Berlin
Manuela Helmecke, FG II 2.1,
Umweltbundesamt

Stand: 04/2022

⁷ <https://wf-tools.see.tu-berlin.de/>