

MONIQUE BISSEN

WASSER IN NOT

Porträt eines essenziellen
Elements, das wir für unser
Überleben brauchen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Der Kreislauf des Wassers	13
3	Meere und Ozeane	18
3.1	Zusammensetzung von Meerwasser	18
3.2	Meeresströmungen	19
3.3	Folgen eines ansteigenden Meeresspiegels	21
3.4	Verschmutzung der Meere	23
4	Süßwasser	40
4.1	Zusammensetzung	40
4.2	Die EU-Wasserrahmenrichtlinie, Umweltqualitätsnormen und der Zustand der Gewässer in Deutschland	42
5	Flüsse	52
5.1	Flüsse Europas	53
5.2	Flüsse Asiens	60
5.3	Flüsse Afrikas	68
5.4	Flüsse Amerikas	69
6	Seen	76
6.1	Bodensee	76
6.2	Aralsee	79
6.3	Viktoriasee	81
7	Grundwasser	84
7.1	Grundwasserzustand in Deutschland	85
7.2	Grundwasserzustand in Amerika	86

7.3	Grundwasserzustand in Asien	90
7.4	Grundwasserzustand in Afrika	92
8	Virtuelles Wasser und unser Wasserfußabdruck	93
8.1	Virtuelles Wasser	93
8.2	Grünes, blaues und graues Wasser	95
8.3	Der Wasserfußabdruck	98
9	Wasserinhaltsstoffe	101
9.1	Kalk	102
9.2	Nährstoffe	108
9.3	Schwermetalle	112
9.4	Organische Verbindungen	124
10	Mikroorganismen, Bakterien, Keime	150
10.1	Mikroorganismen	151
10.2	Bakterien	155
10.3	Viren	163
10.4	Protozoen	165
10.5	Mikroalgen	167
11	Trinkwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung	169
11.1	Trinkwasser	169
11.2	Trinkwassergewinnung	179
11.3	Trinkwasseraufbereitung nach der Gebäude- bzw. Hauseinspeisung	193
11.4	Trinkwasserbehandlung an der Zapfstelle	202

12 Wasser trinken und Wassergeschmack	219
12.1 Wasser trinken	219
12.2 Der Geschmack von Wasser	228
12.3 Wasser für die Zubereitung von Kaffee	232
12.4 Wasser zum Wein	238
Literatur	241

1 Einleitung

Wasser ist wunderbar. Ich liebe es. Mich fasziniert die Kraft des Wassers, seine Reinheit, seine Wirkung. Wasser zieht mich mit seiner Bedeutung für unser Leben in seinen Bann. Kaum etwas ist so elementar wie Wasser. Nichts ist für unser Dasein, für Pflanzen und Lebewesen so unverzichtbar wie Wasser.

Aufgewachsen in Luxemburg, zog es mich als Kind zu den klaren Bächen in den Wäldern der Ardennen. Die Natur immer vor Augen und noch heute im Herzen. Viele hätten diese Natur vermutlich durch den Stausee in unserer Nachbarschaft in Gefahr gesehen. Das Bauwerk in Esch-sur-Sûre hatte für mich aber nie etwas Bedrohliches. Die technischen Anlagen zur Wasseraufbereitung, die aus dem Inhalt des Sees hinter der Talsperre Trinkwasser machen, waren wie ein fehlendes Puzzleteil in meiner Faszination für Wasser. Denn ich weiß auch, dass das Thema eigentlich nichts für Romantiker ist. Ganz im Gegenteil.

Ich habe Wasserfiltration und Wasserbehandlung zu meinem Beruf gemacht und muss erkennen, dass sauberes Wasser nur noch in den wenigsten Regionen der Erde verfügbar ist. Eine Selbstverständlichkeit ist es ohnehin nirgendwo. Darf es nicht sein. In den meisten Ländern ist Trinkwasser knapp, bedroht, verdreckt oder gar lebensgefährlich. Hinzu kommt, dass der Druck auf die Wasserressourcen inzwischen unerträglich hoch ist. Allen voran ist hier die Landwirtschaft zu nennen, aber auch die Industrie und oft auch Ballungsräume, die mit nur unzureichender Abwasserreinigung die verfügbaren Süßwasserreserven gefährden, weshalb die Bereitstellung von sauberem Trinkwasser nicht mehr möglich ist.

Wer den Wasserhahn aufdreht, erhält in vielen Industrienationen Wasser, das den gesetzlichen Vorgaben der jeweiligen Trinkwasserverordnungen entspricht. Doch längst nicht alle Stoffe sind über Grenzwerte geregelt. Völlig unterbewertet sind die Wechselwirkungen, die durch die Belastung mit immer neuen Schadstoffen entstehen. Oft sind die Zweifel der Verbraucher an der einwandfreien Qualität von Leitungswasser berechtigt.

Schließlich ist der Cocktail aus Schadstoffen in unseren Gewässern mittlerweile so komplex, dass es praktisch unmöglich ist, diese Stoffe aus dem Trinkwasser fernzuhalten. Im Ergebnis trinken wir Plastik und nehmen Pestizide, Hormone und Medikamente mit dem Trinkwasser zu uns.

Die Lösung des Problems kann und darf keine Grenzwertdiskussion sein, wie wir sie beispielsweise beim Nitrateintrag oder beim Glyphosat erleben. Nach meiner Überzeugung müssen wir auf zwei Ebenen unser Trinkwasser sichern: Wir müssen unnötigen Konsum und damit auch Schadstoffeinträge in Gewässer vermeiden und modernste Technologien zur Filtration von Wasser nutzen. Entscheidend ist, dass wir bereits in den Kläranlagen die neueste Technik optimal installieren sollten. Das ist wirtschaftlich deutlich günstiger, als Schadstoffe im Wasserwerk kurz vor der Einspeisung ins Trinkwassernetz herauszufiltern.

Ich habe mich dazu entschlossen, mit dem Blick einer Wissenschaftlerin und den Erfahrungen aus zwei Jahrzehnten in der Wasserindustrie den Fokus auf das wichtigste und zugleich am meisten bedrohte Lebensmittel zu richten. Wasser bewerte ich als Grundnahrungsmittel, zu dem jeder Mensch Zugang haben muss. Hier entwickeln sich Probleme, die ebenso dramatische Folgen haben wie der Klimawandel. Zumal Klimawandel und Wasserknappheit zwei nicht voneinander zu trennende katastrophale Bedrohungen sind.

Und doch gibt es einen Unterschied. Noch ist der Klimawandel für die Menschen sogar in den bereits dramatisch betroffenen Weltregionen oftmals eine beinahe abstrakte, asymmetrische Bedrohung. Der direkte Zusammenhang zwischen Naturkatastrophen und Erwärmung der Erde erschließt sich allenfalls rational. Spüren kann man nur die Folgen, die Ursachen bleiben verborgen. Beim Wasser ist die Bedrohungslage dagegen leicht zu erkennen: Wenn Pegelstände sinken, Gewässer verdrecken und Schadstoffe das Überlebensmittel Trinkwasser ungenießbar machen – dann steht das Wasser im Fokus. Hier liegt eindeutig ein greifbarer Grund für die Not vor. Was man glaubt, greifen zu können, begreift man und will es ändern.

Mit meinem Buch will ich den Menschen die nötigen Fakten liefern, um dieses »Begreifen« zu fundieren. Ich belege die Bedrohungsszenarien

durch Erklärungen aus Naturwissenschaft und Technik. Damit sind sie nicht mehr widerlegbar. Wasser ist in Not, und das können wir mit unabhängiger Expertise beweisen. Und auf diesem Weg lassen sich Lösungen finden. Ich trete leidenschaftlich dafür ein, die Gewässer unserer Erde nachhaltig zu schützen. Wasser muss ein Naturprodukt und Allgemeingut bleiben.

Wenn wir Bilder von der Plastikverschmutzung der Meere sehen, empfinden wir Wasser nicht mehr als Naturprodukt, sondern eher als Ventil, um Verschmutzungen aus unserem direkten Blickfeld zu entfernen. Diese Verschmutzung kommt wie ein Bumerang zu uns zurück, weil wir zu 60 Prozent aus Wasser bestehen. Wir müssen zum Überleben Wasser trinken und spüren die krank machenden Auswirkungen der Verschmutzung am eigenen Leib. Ich bin der Überzeugung, dass wir noch gegensteuern können. Wasser ist in Not, und die Folgen sind an vielen Orten der Erde bereits verheerend. Aber ein Flächenbrand könnte verhindert werden, wenn die Menschheit schnell dagegenhält.

Die Lösungen? Es geht nicht ohne die Expertise der Wissenschaft und Lösungen durch modernste Technologien. Und es wird nicht ohne die Veränderung unseres Bewusstseins für die Endlichkeit der Ressourcen unseres Planeten gehen. Mit nachhaltigem Konsumverhalten und gerecht verteilten wirtschaftlichen Mitteln und dem ganzen Potenzial zukunftsfähiger Technik aber könnte es funktionieren.

Mit meinem Buch will ich zuvorderst die Fakten für diesen Prozess bereitstellen. Mir ist nicht an einer Betroffenheitsdiskussion gelegen, sondern an einer zu jeder Zeit wissenschaftlich begründeten und eindeutig datenbasierten Betrachtung. Ich bin überzeugt, dass der pragmatische Umgang mit dem Thema mindestens so wichtig ist, wie auf gesellschaftlicher Ebene für unser Wasser zu kämpfen.

Wasser ist wunderbar. Auch davon berichte ich: über seine Bedeutung für unser Leben und unser Überleben. Über seine schier unendliche Geschmacksvielfalt durch den Anteil an Mineralien, über das passende Wasser zum guten Wein und über einen Espresso, der dank des verwendeten Wassers nie bitter wird. Das sind keine Luxusprobleme. Es ist Ausdruck der großen Wertschätzung, die wir dem Wasser zuteilwerden

lassen. Wir sollten die Notwendigkeit der Verfügbarkeit und die Möglichkeiten des Genusses nicht voneinander trennen. Im Gegenteil: Wir sollten stets daran denken, dass wir in unseren Industrienationen immer noch mit großer Selbstverständlichkeit Wasser aus der gleichen Leitung nutzen, um Espresso zu kochen und die Toilettenspülung zu betätigen.

Dieses Buch ist ein argumentativer Kompass durch die Wasserkrise. Hier werden schlüssige und belegbare Fakten geliefert, um die Themenfelder Ressourcen, Schadstoffe, Geschmack und Wertschätzung sowie Trinkwassergewinnung und Filtration auf dem aktuellen Stand der Technik zu erörtern. Breiten Raum nimmt »virtuelles Wasser« ein, jene Ressourcen, die wir unbewusst in Anspruch nehmen, wenn wir beispielsweise eine Tasse Kaffee trinken (140 Liter) oder ein Kilo Reis zubereiten (3.400 Liter).

2 Der Kreislauf des Wassers

Als ich als kleines Mädchen Weltallbilder von unserer Erde betrachtete, wurde mir die Bedeutung des Wassers auf unserem Planeten bewusst. Das Blau des Planeten Erde übte eine faszinierende und beruhigende Wirkung auf mich aus. Schon damals verspürte ich Ehrfurcht und Staunen für die Bedeutung des Wassers auf der Erde. Dieses Gefühl wirkt und lebt bis heute in mir. Mittlerweile ist es gepaart mit dem Wissen über die Gefahr, in der sich das Wasser und das darin befindliche Leben befinden. Hinzu kommt die Einsicht in die Notwendigkeit, eine globale Umweltkatastrophe zu verhindern, deren Opfer letztendlich auch die Menschheit sein wird.

Die Erde ist zu etwa 70 Prozent mit Wasser bedeckt. Es befinden sich 1,4 Milliarden Kubikkilometer Wasser als flüssiges Wasser in den Ozeanen, in den Meeren, in Seen, Flüssen, Bächen, Sumpfgebieten, im Boden, unter der Erde als Grundwasser, als Eis an den Polkappen, in Gletschern oder als Wasserdampf in der Atmosphäre. Der überwiegende Teil des Wassers, nämlich 97,5 Prozent, sind Salzwasser in Ozeanen und Meeren und somit zum Trinken nicht geeignet: Salzwasser entzieht dem Körper Wasser, sodass er austrocknet. Jeder kennt die Geschichte vom Schiffbrüchigen, der, umgeben von Meerwasser, verdurstet. Nur 2,5 Prozent des weltweiten Wasservorkommens sind Süßwasser und somit theoretisch direkt für Menschen verfügbar.¹

Das Wasser zirkuliert im lokalen, regionalen und globalen Wasserkreislauf. Der Antriebsmotor bzw. Energielieferant für diesen Kreislauf ist die Sonne, deren Wärme Wasser zum Verdunsten bringt. Ein Großteil des globalen Wasserkreislaufes findet durch Verdunstung von Meerwasser statt, das Sammeln des Wassers in Wolken und den Niederschlag über dem Meer. Ein Teil des über dem Meer verdunsteten Wassers wird aber auch in der Atmosphäre ins Landesinnere getragen und fällt dort zusammen mit

¹ Brunner, E./Grande, R. (2020): Paradoxe Notstand; Eichhorn, C. von (2020): Tibet – der große Traum.

dem Niederschlag, der aus der Verdunstung aus Boden, Seen, Flüssen und Bächen stammt, auf Landfläche und Oberflächengewässer, versickert zum Teil ins Grundwasser und füllt die Süßwasservorräte auf. Über Grundwasser oder Flüsse fließt wieder ein Teil dieses Wassers ins Meer (Abbildung 1).

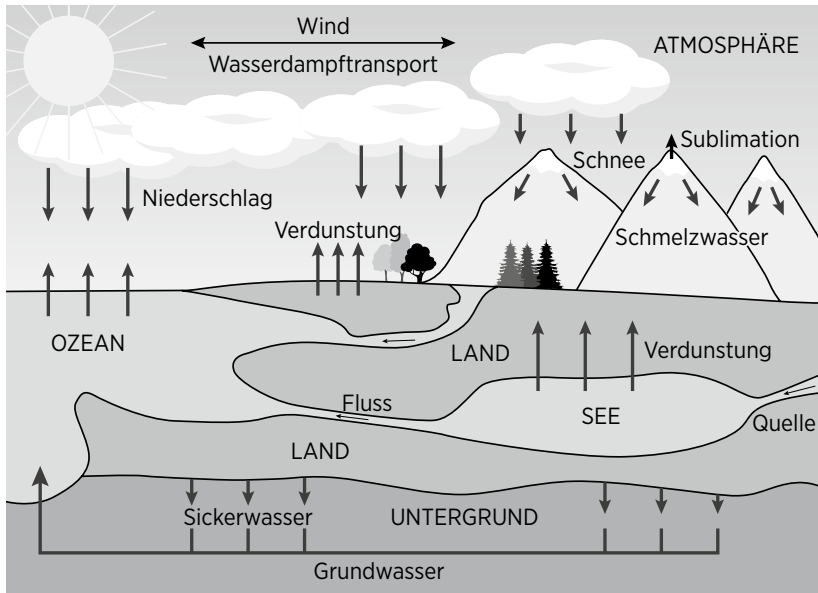


Abbildung 1: Wasserkreislauf aus Verdunstung, Wassertransport in der Atmosphäre, Niederschlägen, Versickerung an Land sowie Rückfluss von Wasser über das Grundwasser und Flüsse ins Meer.

Wasser enthält Partikel, Salze (Mineralien), organische Stoffe aus Pflanzen und abgestorbenen Tieren sowie organische und anorganische Schadstoffe. Von der Verdunstung betroffen ist immer nur das reine Wasser, während Partikel, Salze, organische Substanzen und Schadstoffe zurückbleiben. Das passiert auch beim sehr salzhaltigen Meerwasser, wenn es vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht.

Der Kreislauf des Wassers ist der Kreislauf des Lebens auf der Erde. Ohne Wasser kein Leben. Alle Menschen, Tiere und Pflanzen benötigen Wasser zum Leben. Im Umgang mit dieser Ressource ist vielen Men-

schen oft nicht bewusst, dass alle Rohstoffe außer Wasser ersetzt werden können. Aus diesem Grund ist die Erhaltung einer guten Wasserqualität essenziell. Trinken Lebewesen Wasser von schlechter Qualität, so wirkt sich das negativ auf ihre Lebensqualität aus.

In meiner Jugend habe ich erlebt, wie schlechte Wasserqualität zu Fischsterben in einem Bach in der Nähe unseres Dorfes führte. Daher ist mir schon in jungen Jahren klar geworden, wie wichtig gute Wasserqualität ist. Ich verstand, dass verunreinigtes Wasser den Tod bedeuten kann. Und so begriff ich, dass der Schutz des Wassers und die Erhaltung einer guten Wasserqualität unsere wichtigsten Anliegen sein müssen.

Trotzdem geht die Menschheit mit den Wasserressourcen so um, als ob Wasser ein Rohstoff wäre, der in unendlichen Mengen verfügbar ist und jederzeit ersetzt werden kann. Sauberes Wasser müsste für uns Menschen genauso wie saubere Luft zu den kostbarsten Gütern auf der Erde zählen, wertvoller als Diamanten, wertvoller als Gold.

Wir selbst bestehen je nach Alter zu 50 bis 70 Prozent aus Wasser. Wenn unser Trinkwasser verschmutzt ist und Nahrungsmittel mit schadstoffbelastetem Wasser produziert werden, ist unsere Gesundheit in Gefahr.

Die Medien informieren uns fast täglich, dass sich die Wasserqualität durch das Einleiten von Plastikmüll, Pestiziden, Düngemitteln, Schwermetallen, Medikamentenrückständen und Industrieabfällen weltweit kontinuierlich verschlechtert.

Zur Verschmutzung der Gewässer kommt die Verschmutzung der Atmosphäre mit dem erhöhten Eintrag von Treibhausgasen hinzu. Wärme, die natürlicherweise ins Weltall entweichen würde, verbleibt auf der Erde. Dadurch heizt sich die Erde stärker auf, als es durch die natürliche Sonnenstrahlung und die natürlichen Treibhausgase stattfinden würde. Dies bewirkt leider auch, dass die Meere sich erwärmen. Die unnatürlich stark ansteigende Temperatur der Meere kann die Meeresströmungen und die lokalen, regionalen und globalen klimatischen Verhältnisse verändern, aber auch das Überleben vieler Tiere in den Ozeanen und Meeren erschweren oder gar unmöglich machen.

Die Klimaerwärmung wird durch die Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), Fluorkohlenwasserstoffe, perfluor-

rierte Kohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃) verursacht. Hauptsächliche Quelle des Treibhausgases Kohlendioxid ist die Verbrennung fossiler Brennstoffe, d. h. die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas, die in großen Mengen zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie zum Transport von Menschen und Waren und in der industriellen Produktion eingesetzt werden. Nicht zu vergessen die riesigen Waldrodungen durch Flächenbrände in den tropischen Wäldern Brasiliens, Indonesiens und vielen anderen Ländern, die zusätzlich zu einem massiven Eintrag von Kohlendioxid in die Atmosphäre führen.

Das Treibhausgas Methan wird unnatürlich stark durch Massentierhaltung freigesetzt. Sie wurde durch das rapide Bevölkerungswachstum auf der Erde erforderlich, wobei die Zunahme des Fleischkonsums dank steigendem Wohlstand eine wesentliche Rolle spielte. Zusätzlich werden Treibhausgase bei mikrobiologischen Abbauprozessen in Abfalldeponien, Kläranlagen und bei der Behandlung von Klärschlämmen freigesetzt.

Das Treibhausgas Lachgas wird durch die mikrobiologische Umsetzung von Stickstoffverbindungen erzeugt und entsteht, wenn Stickstoffdünger auf Feldern eingesetzt wird, sowie bei der Massentierhaltung. Des Weiteren entsteht es in der chemischen Industrie bei der Düngemittel- und Kunststoffproduktion.

Die fluorhaltigen Verbindungen werden als Treibgase in Kühlmitteln in Kälte- und Klimaanlageanlagen und als Treibmittel in Schäumen, Dämmstoffen und Feuerlöschmitteln verwendet. Schwefelhexafluorid ist Bestandteil von Schallschutzscheiben und wird bei deren Entsorgung freigesetzt.

Im Jahr 2020 entfielen in Deutschland 87,1 Prozent der Freisetzung von Treibhausgasen auf Kohlendioxid, 6,5 Prozent auf Methan, 4,6 Prozent auf Lachgas und rund 1,7 Prozent auf die fluorhaltigen Gase.²

Die Folgen der Klimaerwärmung werden massive Auswirkungen auf das Leben vieler Menschen haben. Extremwetterlagen mit Hitzewellen, Stürmen, Hurrikans, Tornados und Sturmfluten werden häufiger auftreten und jährlich zunehmend Todesopfer und Sachschäden zur Folge

2 O. V. (2021): Treibhausgase und Treibhauseffekt; O. V. (2021): Die Treibhausgase.

haben. Außerdem wird es zu großen klimabedingten Flüchtlingsströmen kommen, da viele Menschen aufgrund des Klimawandels ihre Heimat verlassen müssen.

8 Virtuelles Wasser und unser Wasserfußabdruck

8.1 Virtuelles Wasser

Der Mensch verbraucht nicht nur Wasser durch Trinken, Kochen oder Waschen, sondern auch durch Vorgänge, die er nicht wahrnimmt. So wird Wasser verwendet, um die Nahrungsmittel, die er zu sich nimmt, sowie die Kleidung und alle anderen Gegenstände, die er benutzt, zu produzieren. Um diesen unsichtbaren Wasserverbrauch für Produkte zu quantifizieren, prägte der Geograf Tony Allan 1990 den Begriff des »virtuellen Wassers«. Der virtuelle Wasserverbrauch eines Produktes erfasst die gesamte Süßwassermenge, die bei der Erzeugung eines Produktes verbraucht wird.¹¹⁶

Der virtuelle Wasserverbrauch für eine Tasse Kaffee beträgt beispielsweise 140 Liter. Dabei wird das gesamte Wasser berücksichtigt, das zur Herstellung von 125 Milliliter Kaffee verwendet wird – also zum Bewässern der Kaffeebohnen, zum Waschen der Bohnen vor dem Rösten usw. bis zum Brühen des Kaffees in der Kaffeemaschine. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über den virtuellen Wasserverbrauch verschiedener Lebensmittel.

Zur Produktion von tierischen Produkten wird in der Regel deutlich mehr Wasser verbraucht als zur Produktion von Getreide, Obst und Gemüse. Der durchschnittliche virtuelle Wasserverbrauch zur Produktion von 1 Kilo Rindfleisch beträgt 15.400 Liter. Bezogen auf den Wasserverbrauch, bekäme man dafür 62 Kilogramm Kartoffeln, fast 84 Kilogramm Tomaten oder 4,5 Kilogramm Reis. Für die Produktion von Schaf-, Schwein-, Ziegen- oder Hühnerfleisch werden mit 10.400 l/kg, 6.000 l/kg, 5.500 l/kg und 4.300 l/kg deutlich geringere Wassermengen benötigt.¹¹⁷

116 Allan, T. (2011): Virtual water.

117 Mekonnen, M.M./Hoekstra, A. Y. (2010): The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products.

Tabelle 3: Durchschnittlicher virtueller Wasserverbrauch.¹¹⁸

	Virtueller Wasserverbrauch in l/kg
Kartoffeln	250
Möhren	131
Tomaten	184
Spargel	1.473
Bananen	859
Erdbeeren	276
Zitrone	1.000
Mais	900
Weizen	1.300
Reis	3.400

Bei der Angabe des virtuellen Wasserverbrauchs von landwirtschaftlichen Erzeugnissen werden immer Durchschnittswerte angegeben. Dies ist korrekt, zeigt aber nicht die ganze Wahrheit. Vielmehr muss betrachtet werden, aus welcher Gegend Ware bezogen wird, da es aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen, d. h. unterschiedlich hoher Verdunstungsverluste, deutliche Unterschiede beim Wasserverbrauch für die gleichen Produkte gibt. Beispielhaft lässt sich dies am virtuellen Wasserverbrauch von Weizen, Mais, Sojabohnen oder Rindfleisch darstellen. In der regenreichen Slowakei werden zur Produktion von 1 Kilogramm Weizen 465 Liter Wasser verwendet, im trockenen Somalia müssen 18.000 l/kg eingesetzt werden. Beim Mais sind die Unterschiede ebenfalls groß: Während der virtuelle Wasserverbrauch von Mais aus Indien bei 1.937 l/kg liegt, beträgt er in Italien 530 l/kg und in den Niederlanden lediglich 408 l/kg. Ähnliche Unterschiede misst man bei Sojabohnen mit 4.124 l/kg in Indien und nur 1.506 l/kg in Italien. Da Viehzucht viel Pflanzenverfütterung bedeutet, tritt dieser Effekt auch bei der Tierproduktion auf. Während bei Rindfleisch der Wasserverbrauch im globalen Mittel bei 15.400 l/kg liegt, sind es in Brasilien 19.488 l/kg, in Indien 16.547 l/kg, in den USA 14.191 l/kg und in den Niederlanden lediglich 6.513 l/kg.¹¹⁹

118 Berg, R. (2008): Virtuelles Wasser – ein neuer Aspekt in der Nachhaltigkeitsdiskussion.

119 Ebd.

Wasser wird nicht nur bei der Herstellung von Nahrungsmitteln eingesetzt, sondern auch bei der Produktion von Gebrauchsgegenständen. Der virtuelle Wasserverbrauch bei der Herstellung eines Autos beträgt beispielsweise 400.000 Liter. Bezogen auf den Wasserverbrauch, könnte man dafür während 21,9 Jahren jeden Tag 200 Gramm Kartoffeln oder 130 Steaks à 200 Gramm essen. Die Herstellung eines Handys verbraucht 910 Liter Wasser, bei einem Computer sind es 20.000 Liter.

Die Herstellung von Kleidung – und dabei insbesondere das Färben – benötigt ebenfalls viel Wasser. Der virtuelle Wasserbedarf für die Herstellung eines T-Shirts beträgt 2.495 Liter und für eine Jeanshose sogar 11.000 Liter.

Erstaunlich hoch ist auch der Wasserverbrauch bei der Papierherstellung. Der virtuelle Wasserverbrauch für 1 Kilogramm Neupapier beträgt 2.000 Liter. Für 1 Kilo Recyclingpapier werden dagegen nur 20 Liter verbraucht, da das Papier, nachdem es einmal hergestellt wurde, nur noch wenig bearbeitet werden muss. Berücksichtigt wird bei diesen Angaben nicht, wie stark das Wasser durch den jeweiligen Herstellungsprozess mit Schadstoffen belastet wird.¹²⁰

8.2 Grünes, blaues und graues Wasser

Da die Umwelt nicht durch jeden Wasserverbrauch gleich stark belastet wird bzw. Wasserressourcen nicht gleich stark übernutzt werden, ist es wichtig zu unterscheiden, wie viel Wasser bei der Herstellung eines Produktes »grünes«, »blaues« und »graues« Wasser ist. Diese Begriffe wurden durch die Hydrologin Malin Falkenmark geprägt.¹²¹

»Blaues« Wasser bezeichnet nach Wolfram Mauser den »sichtbaren, flüssigen Wasserstrom, der sich durch Gewässer, Flüsse, Seen und das Grundwasser bewegt«. Hier handelt es sich also um Grund- und Oberflächenwasser, das zur Herstellung eines Produktes verwendet wird.

120 Schulte, A. (2016): Zahlen, bitte! Virtuelles Wasser in der Technik.

121 Falkenmark, M./Rockström J. (2004): Balancing water for humans and nature. The new approach to ecohydrology.

Aus den Augen, aus dem Sinn? Zu lange schon nutzen wir Wasser zur Entsorgung. Mikroplastik, Erdöl, gesundheitsgefährdende Keime und andere, teils unsichtbare Schadstoffe werden in Meere, Flüsse, Seen und das Grundwasser eingeleitet. Die Natur kann diese Stoffe häufig nicht verarbeiten – und so kehren sie wie ein Bumerang über unsere Nahrung zu uns zurück. Auch die zunehmende Versauerung von Gewässern bedroht unsere Umwelt und unsere Gesundheit.

Wie hoch ist die Wasserverschmutzung verschiedener Flüsse und Seen weltweit? Wie sehen Lösungen aus, die einen sicheren Genuss von Trinkwasser möglich machen? Und was macht Wasser als Lebens- und Genussmittel aus? Die Wasserexpertin Monique Bissen betrachtet das System Wasser aus allen Perspektiven und macht seine Rolle als Nahrungsmittel Nummer 1 deutlich.

Monique Bissen liebt und versteht die Welt des Wassers. Was mit einem »Jugend forscht«-Preis begann, wurde zu Leidenschaft und Berufung. Als promovierte Chemieingenieurin und Wasserexpertin setzt sie sich auf vielfältige Weise dafür ein, dass Menschen schadstofffreies Trinkwasser genießen können.

