

Der Zustand von Grund- und Trinkwasser

Übersichtsstudie der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser e.V.

Schwarzbuch Wasser Teil III

Autor:
Dipl.-Ing. Manfred Mödinger,
Leiter Qualitätsausschuss der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser e.V.

04.06.2020

Hintergrund: Die Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser e.V. verfolgt als Ziel, unsere Lebensgrundlage Nr. 1, das Wasser, für diese und kommende Generationen in bestmöglicher Qualität zu erhalten. Ihr von den sechs wichtigsten deutschen Bioverbänden Bioland, Naturland, Biokreis, Demeter, Bundesverband Naturkost Naturwaren und Assoziation ökologischer Lebensmittelhersteller unterstütztes Bio-Mineralwasser-Konzept ist deshalb zugleich zeitgemäßes Reinheitsgebot, Verbraucherschutz und ein umfassender Ansatz für mehr Wasserschutz. Es ist der Appell an die Gesellschaft, bei unserem wichtigsten Lebensmittel genau hinzuschauen und es mit nachhaltiger Gewinnung und flächendeckendem ökologischem Landbau auch für die Zukunft zu erhalten. Als Grundlage ihrer Arbeit recherchiert und sammelt die Qualitätsgemeinschaft Informationen zum Zustand und den Problemen des Grund-, Trink- und Mineralwassers in Deutschland und darüber hinaus. Diese dienen auch als „Frühwarnsystem“ kommender Rückstandsprobleme in Mineralwässern und zeigen den anstehenden Handlungsbedarf auf.

Methode: Die Qualitätsgemeinschaft sammelt und analysiert fortlaufend veröffentlichte Daten zum Zustand des Wassers. Dabei handelt es sich vorwiegend um staatliche Quellen dieser Daten. Seit 2017 sind solche Daten erstmals für das ganze Bundesgebiet verfügbar, seit 2019 gibt es weltweite Daten zu Qualitätsproblemen von Wasser. Das langjährige Monitoring der Qualitätsgemeinschaft wurde deshalb um diese Daten erweitert und zum vorliegenden Dokument verdichtet. Seit 2017 veröffentlicht die Qualitätsgemeinschaft ihre Zusammenstellungen als Übersichtsstudien - auch als „Schwarzbücher Wasser“ bezeichnet – und bildet somit schrittweise immer umfassender den Zustand und die Gefährdungslage des deutschen Grund- und Trinkwassers ab. Um die gesellschaftliche und politische Diskussion faktenbasiert anzuregen, stellt die Qualitätsgemeinschaft ihre Erkenntnisse kostenfrei zur Verfügung.

Zentrale Ergebnisse: Nicht nur die quantitative Versorgung mit Trinkwasser steht unter hohem Stress, weltweit steigt die Aufmerksamkeit für die qualitative Seite der Wasserkrise. Dabei handelt es sich weltweit auch um eine Stickstoffkrise, d.h. die Verunreinigung des Wassers mit Nitraten durch die intensive Landwirtschaft. Deutschland ist davon besonders betroffen: 28,0% aller Grundwassermessstellen weisen Nitratwerte über dem Grenzwert von

50 mg/l für Trinkwasser auf. In intensivlandwirtschaftlichen Gebieten sind es wesentlich mehr und die Problematik beschleunigt sich enorm. So verdoppelte sich z.B. in Bayern die Zahl der entsprechend belasteten Messstellen seit 2010. Diese Problematik kommt langsam aber stetig in den Trinkwasserversorgungsanlagen an. Natürliche Mineralwässer sind bisher noch wenig betroffen. Erschreckend sind auch die Zahlen zu Rückständen von Pflanzenschutzmitteln: In 57,5% aller Messstellen deutschlandweit sind diese Abbauprodukte nachweisbar, ein massiver Anstieg in nur 4 Jahren. Diese Rückstände finden sich in immer mehr deutschen Städten im Trinkwasser.

Neben der landwirtschaftlichen Problematik wird weltweit die „Pharmafizierung des Wassers“ befürchtet. Rückstände von Arzneimitteln, die zudem derzeit technisch nicht vollständig aus Wasser entfernt werden können, haben auch die deutschen Großstädte erreicht. Die Beispiele Berlin, Düsseldorf und Nürnberg zeigen aber auch, wie sehr Verschlossenheit und Verschwiegenheit die Szenerie bestimmen. Die geforderte Transparenz, damit der Bürger die Probleme seines Wassers erkennen kann, fehlt weithin. Wo sie gegeben ist, wie in Berlin, sind die Ergebnisse erschreckend: Bis zu 19 verschiedene Arzneimittelrückstände werden in den dortigen Wasserwerken nachgewiesen.

Es ist höchste Zeit, die von der Weltbank erhobene Forderung, Monitoringsysteme die den Zustand des Grundwassers erfassen, aufzubauen. Es ist höchste Zeit, aus deutschem Trinkwasser endlich ein „bestkontrolliertes Lebensmittel“ zu machen.

1. Die internationale Qualitätskrise des Grund- und Trinkwassers

1.1 Qualität unbekannt - Die unsichtbare Wasserkrise

2019 hat die Weltbank die bisher umfassendste Studie zur Wasserqualität, basierend auf Daten aus zahlreichen Ländern der Welt zusammengestellt (1). Die Studie stellt grundsätzlich fest, dass die Verschlechterung der Weltwasserqualität weit größere Einflüsse auf Gesundheit, Landwirtschaft und Umwelt hat, als bis dato für möglich gehalten ((1), Seite XIII).

Die Studie fokussiert auf drei zentrale Probleme der globalen Wasserqualität, die jedoch die Trinkwasserversorgung einzelner Staaten sehr unterschiedlich betreffen:

1. Die Stickstoff- und Nitratbelastung
2. Ungeklärte Abwässer und ihr biologischer Sauerstoffbedarf
3. Die Versalzung

So geht jährlich durch Versalzung die landwirtschaftliche Produktion für 170 Mio. Menschen verloren ((1), S. 50). Diese beruht u.a. auf der Übernutzung von Ressourcen zur Bewässerung. Hauptbetroffener sind die USA vor Argentinien und Indien.

Das Stickstoffproblem ist ein weiteres primär landwirtschaftliches Problem. So landet mehr als die Hälfte des weltweit eingesetzten Stickstoffdüngers im Wasser oder als extrem klimaschädliches Lachgas in der Luft. Nitrate sind weltweit die am häufigsten gefundene chemische Verschmutzung des Grundwassers. Das Nitrat im Wasser führt zu massiven Gesundheits- und Wachstumsschäden bei Kleinkindern in Asien und Afrika. Die Kosten der Schäden

überwiegen die wirtschaftlichen Vorteile der Kunstdüngereinsätze bei weitem. Der Report zieht das Fazit: „Die Auswirkungen der Stickstoffverschmutzung werden als eines der wichtigsten Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts betrachtet. (...) Die Welt hat die sichere Grenze des Planeten für den Stickstoffaustrag voraussichtlich überschritten.“ ((1), S. 22)

Deutschland wird mit einer Überschreitung des Nitratgrenzwerts von 50 mg/l an 28% aller Grundwassermessstellen als besonders negatives Beispiel benannt ((1), S. 2). Dabei wird dieser Grenzwert zunehmend als zu hoch angesetzt kritisiert ((1), S. 8). Die Menge des ausgebrachten Stickstoffs pro Hektar erreicht inzwischen jedoch in Asien Rekordwerte mit über 250 kg N/ha in China. ((1), S. 72)

Zusätzlich verweist die Studie auf weltweit gegebene Verschmutzungen des Trinkwassers durch Mikroplastikpartikel, Arzneimittel und Schwermetalle, insbesondere Arsen. Grundsätzlich liegen für viele Wasserprobleme zu wenige Informationen über deren Ausmaß und sichere Grenzwerte zum Gesundheitsschutz vor. Jährlich landen 5-12 Mio. Tonnen Plastik in den Ozeanen, der größte Teil wird von den großen Flüssen Asiens transportiert ((1), S.78). Doch die Hauptsorge der Weltbank gilt den Antibiotikarückständen im Wasser, deren Verbreitung weltweit flächendeckend gegeben ist. Da jährlich 700.000 Menschen weltweit an Infektionen durch resistente Keime sterben, ist die Sorge groß, dass die Resistenzen über den Wasserweg zunehmen. Die Weltbank spricht schon von der "**Pharmafizierung des Wassers**" ((1), S. 80-86).

Das Problem der schlechter werdenden Qualität des Trinkwassers ist durchaus von der wirtschaftlichen Situation der Länder unabhängig. Die wohlhabenden Staaten sind stärker von anthropogenen Rückständen betroffen, etwa von den rund 1.000 jedes Jahr zusätzlich in unsere Umwelt abgegebenen Chemikalien, wie sie jedes Jahr allein in den USA neu registriert werden.

Die Folge der Wasserverschmutzung sind auch erhebliche Wohlstandsverluste. So zeigt die Weltbank Zusammenhänge zwischen der Verschlechterung einzelner Qualitätsparameter und sinkendem Bruttonationaleinkommen auf.

In Summe fordert die Weltbank die weltweite Politik dringend dazu auf, den Erfordernissen zum Schutz der Wasserqualität Priorität einzuräumen und die Probleme als massive Bedrohung der öffentlichen Gesundheit zu verstehen. Als wirksame Instrumente zur Lösung der Probleme werden genannt:

1. Aufbau von Monitoring Systemen, die den Zustand des Grundwassers erfassen
2. Herstellung von Transparenz durch Veröffentlichung der Daten und Information der Bürger
3. Steuern und Abgaben, etwa auf Pflanzenschutzmittel und Kunstdünger, so dass die Verursacher der Probleme die Kosten tragen ((1), S. 98).
4. Verbote und Grenzwerte, die jedoch weit weniger wirken, da es den Staaten an der Kapazität fehlt, diese durchzusetzen.

Behandlungsanlagen sind weit weniger Allheilmittel als oft gedacht. So gibt es keine bezahlbare Methode, Stickstoff aus dem Trinkwasser wieder herauszuholen - Vermeiden ist billiger ((1), S. 114f).

Nachrichten aus Brasilien bestätigen die im Weltbank-Bericht beschriebenen Probleme auch für Pflanzenschutzmittelrückstände (2). So sind in Brasilien derzeit 502 PSM zugelassen, wovon ca. 30% in der EU verbotene Wirkstoffe sind. Da die Grenzwerte für PSM in Wasser dort bis zum 5.000-fachen Wert (Bsp. Glyphosat) betragen wie in der EU, gibt es praktisch keine Grenzen zur Sicherung der Wasserqualität.

1.2 Nitratverunreinigung – Er-Stickstoff fürs Wasser

Bereits 1991 hat die Europäische Union die „Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen“ erlassen. Doch wie im Weltbank-Bericht bereits festgehalten, sind auch auf EU-Ebene die bisherigen Instrumentarien zahnlöse Tiger. So hält der jüngste Bericht der Kommission von 2018 über die Durchführung der Richtlinie Ernüchterndes bereit (3).

Europaweit wird an 34.901 Messstellen im Durchschnitt zweimal pro Jahr der Nitratgehalt bestimmt. 13,2% aller Messstellen liegen über dem Nitrat-Grenzwert der EU-Trinkwasser-Richtlinie von 50 mg/l. Deutschland bietet mehr als das Doppelte und ist mit 28% aller Messstellen über 50 mg/l Vorletzter im Negativranking der EU.

Die Nitrat-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten „nitratgefährdete Gebiete“ auszuweisen, d.h. belastete oder belastungsgefährdete Gebiete zu benennen. Europaweit fallen 61% der landwirtschaftlichen Nutzfläche darunter, in Deutschland sind es 100%. Seit Juli 2017 laufen gegen 7 Staaten Vertragsverletzungsverfahren, auch gegen Deutschland wegen seit vielen Jahren fehlender Gegenmaßnahmen. Mit der neuen Düngeverordnung soll ein solches Aktionsprogramm vorgelegt werden.

Doch das Kernproblem der übergroßen Tierbestände, denen nicht genug Ausbringungsflächen für die Gülle gegenüber stehen, wird nicht angegangen. Zwar sinkt EU-weit die durchschnittliche Tierbesatzdichte, nicht jedoch in Deutschland, wo die Bestände bei Schweinen und Geflügel EU-weit mit am stärksten zunehmen. So bleibt der EU nur die lakonische Feststellung, dass „Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft eine der größten Belastungen des Wassermilieus bleiben.“

Kommentar der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser:

Die vorgestellten Problemlösungen begründen die immer wieder von der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser e.V. erhobenen Forderungen: Während für Bio-Mineralwasser umfangreichste Vorgaben zur Erfassung des Zustands der Mineralwässer, strengste Grenzwerte und detaillierte Vorgaben zur Transparenz von Untersuchungsergebnissen im Zertifizierungsprozess existieren, gibt es in den deutschen und europäischen Gesetzen hierzu für Trinkwasser nur Minimalanforderungen. Die Unwirksamkeit von bisherigen Gesetzen und Verordnungen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Rückstände im Grundwasser wurde schon in früheren Schwarzbüchern detailliert nachgewiesen.

2. Die deutsche Qualitätskrise von Grund- und Trinkwasser

2.1 Die aktuelle Lage zu Pflanzenschutzmittelrückständen im Grundwasser

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser hat 2019 ihren fünften Bericht zum Problem der Pflanzenschutzmittelrückstände im deutschen Grundwasser veröffentlicht (4). Dabei kommen die sogenannten „nicht-relevanten Metabolite“ (nrM) verstärkt ins Blickfeld. Diese Abbauprodukte der PSM werden in den Trink- und Mineralwassergesetzen nicht von Grenzwerten erfasst, die Untersuchung der Wässer auf diese Stoffe ist somit auch nicht vorgeschrieben. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, dass ab 2018 neue Einträge von nrM oberhalb der Gesundheitlichen Orientierungswerte in allen Grundwasserkörpern vollständig vermieden werden sollen.

Für die PSM-Rückstände gingen die Analysen aus 14.461 Messstellen in den Bericht ein. Es gibt keine umfangreichere Prüfung in Deutschland. Da die beprobten Messstellen zum erheblichen Teil aus Wassergewinnungsanlagen in Wald- und Wasserschutzgebieten bestehen, sind die Ergebnisse, im Vergleich zu einer exakt flächendeckenden Betrachtung tendenziell zu positiv.

Grundsätzlich wurden in 18,8% aller Messstellen PSM nachgewiesen. Im vorhergehenden 4-Jahreszeitraum betrug dieser Wert 19,1% (5). Die Situation hat sich also kaum verändert. Die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen über den Grenzwerten der TWVO, also über 0,1 µg/l, betrug 3,8%. Auffällig ist, dass die Nachweise derzeit zugelassener Wirkstoffe stetig zunehmen. D.h. die „**Altlasten der Zukunft**“ werden bereits heute sichtbar.

Nicht-relevante Metabolite wurden in knapp 11.000 Messstellen untersucht. In 57,5% aller Messstellen wurden nrM nachgewiesen. Dabei fanden sich in 42,7% der Messstellen Mengen über 0,1 µg/l. Diese Werte sind im Vergleich zum vorhergehenden 4-Jahreszeitraum stark angestiegen. Damals wurden nrM noch in 45% aller Messstellen nachgewiesen, die Werte über 0,1 µg/l wurden in 32,2% der Messstellen gefunden.

D.h. das Problem der PSM-Rückstände im deutschen Grundwasser hat sich deutlich verschärft. Was hilft? Nach Meinung der LAWA: „Eine generelle Verminderung des PSM-Einsatzes stellt hierbei die nachhaltigste Minderungsstrategie in die Gewässer dar.“ Doch in der Praxis geschieht das Gegenteil: So wurden mit 48.306 Tonnen noch nie seit der Wiedervereinigung (Bezugsjahr ab 1991) so hohe Mengen an Pestiziden abgesetzt wie 2017 und auch die Zahl der zugelassenen Mittel hat 2018 mit 872 einen einsamen Rekord erreicht (6).

Diese PSM-Rückstände kommen in hohem Maße auch im deutschen Trinkwasser an. So zeigte der Trinkwassertest der Stiftung Warentest von 2019, bei dem in 20 Orten Trinkwasserproben untersucht wurden, in 16 Orten, d.h. 80% der Proben, Nachweise von Pflanzenschutzmitteln und ihren Metaboliten (relevante und nicht relevante)(7). Danach sind eine große Zahl deutscher Großstädte wie z.B. Stuttgart, Nürnberg, Berlin, Frankfurt/Main, Dortmund, Köln und Dresden davon betroffen. Durch die für diese Stoffe in der TWVO teilweise fehlenden Grenzwerte, gibt es keine Untersuchungspflichten und somit nur in wenigen Ausnahmefällen veröffentlichte Untersuchungen der zuständigen Wasserwerke.

Die Forderung der Weltbank nach dem Aufbau von Monitoringsystemen und der Herstellung von Transparenz (s.o.) muss in Deutschland dringend erfüllt werden.

Kommentar der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser

Pflanzenschutzmittel und ihre relevanten Metabolite werden in Natürlichen Mineralwässern nur sehr selten gefunden. Anders die nicht-relevanten Metabolite. Nach den Tests der Stiftung Warentest und von Ökotest der letzten Jahre waren in 15,6% (7) bzw. 20,8% (8) der getesteten Mineralwässer nrM bzw. oberirdische Verunreinigungen nachweisbar. Die Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser hat für alle diese Stoffe einen strengen Grenzwert von 0,02 µg/l vorgeschrieben. Der zu untersuchende Umfang der einzelnen Stoffe ist groß und erfasst praktisch alle bisher im Grundwasser gefundenen Stoffe.

Doch das Wichtigste ist, dass die Qualitätsgemeinschaft von ihren Siegelnutzern verlangt, den ökologischen Landbau zu fördern. Diese Landbaumethode verbietet den Einsatz von PSM. Damit lassen sich PSM- und nrM-Rückstände im Grund-, Trink- und Mineralwasser perfekt verhindern.

2.2 Nordrhein-Westfalen

Auf eine Große Anfrage der Grünen 2019 nahm die Landesregierung von NRW zur Situation des Wassers im Land Stellung (9). Da in NRW nur rund 50% des Trinkwassers aus Grundwasser, die übrigen 50% aber aus Oberflächenwasser stammen, stellt sich die Rückstandsproblematik für das Land besonders stark. 1,24 Mrd. Kubikmeter Wasser werden so für die öffentliche Wasserversorgung gewonnen, allein 21% davon aus Rhein, Ruhr und Ems.

44,8% der Grundwasserkörper in NRW befinden sich in schlechtem chemischem Zustand, deutlich mehr als die 36,0% bundesweit (10). Das Nitratproblem trifft NRW härter als der Bundesdurchschnitt. Hier liegen 31,6% der Messstellen über einem Nitratgehalt von 50 mg/l. 101 öffentliche und 1.301 private Brunnen mussten in den letzten 40 Jahren wegen zu hoher Nitratgehalte bereits aufgegeben werden. Und trotzdem lehnt die Landesregierung sowohl eine Reduzierung der Tierzahlen als auch eine Förderung des ökologischen Landbaus selbst in Wasserschutzgebieten ab (9).

Allein von 2015-2017 wurden über 50 Mio. € in die Gewässerkooperationen zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft investiert. Es könnte sich um Fehlinvestitionen handeln, so lange die o.g. Grundprobleme bleiben.

Einfluss auf die Landwirtschaft zu nehmen, hat die Landesregierung offenbar aufgegeben. So wird die Frage nach der Durchsetzung der „guten fachlichen Praxis“ im Pflanzenschutz lapidar damit beantwortet, dass die gesetzlichen Vorgaben „nicht konzipiert und nicht dazu geeignet sind, durch behördlichen Vollzug durchgesetzt zu werden.“ ((9), S. 97).

Zu den übrigen Rückstandsproblemen wird wenig bis nichts Konkretes berichtet. Im Grundwasser werden nur PSM und einige Metabolite, nicht aber der Großteil der nrM erfasst. Arzneimittelrückstände sind nicht in den Überwachungsprogrammen enthalten und

Mikroplastik ist angesichts der fehlenden Standardanalytik nicht erfassbar. Die Forderung der Weltbank, „Monitoringsysteme, die den Zustand des Grundwassers erfassen“ aufzubauen, richtet sich also auch an die deutschen Bundesländer.

Allerdings beschäftigt man sich in NRW intensiv mit technischen Möglichkeiten, Arzneimittel- und industrielle Rückstände mit aufwändiger Reinigungstechnik aus Abwasser und Trinkwasser zu entfernen. Aktivkohle, Ultrafiltration und Ozonung werden bereits eingeführt. Doch schon die hohen Kosten, die die Gebührenzahler anstatt der Verursacher tragen, sind ein Problem. So wendet allein die Gelsenwasser AG jährlich 1 Mio. Euro für Aktivkohle auf, um das Wasser des Haltener Stausees von Pflanzenschutzmittelrückständen zu befreien ((9), S. 2)

2.3 Bayern

Die Behörden des Freistaats Bayern führten 2017/2018 drei bemerkenswerte Untersuchungen zu Nitrat im Wasser durch. So wurden das Grundwasser (11), das Trinkwasser (13) und die im Freistaat verkauften Natürlichen Mineralwässer (14) auf ihre Nitratgehalte untersucht.

Der Kurzbericht zum Grundwasser zeigt, dass die Zahl der Grundwassermessstellen mit stark erhöhten Nitratwerten (über 25 mg/l) und die Zahl der Messstellen mit Überschreitungen des Grenzwerts von Nitrat für Trinkwasser (über 50 mg/l) seit 2010 in Bayern stark zugenommen hat. So stieg der Anteil der Messstellen über 25 mg/l von 28,0% auf 37,3% an. Eine Zunahme um ein Drittel in nur 8 Jahren. Noch weit stärker, nämlich um fast das Doppelte stieg der Anteil der Messstellen mit Nitratwerten über 50 mg/l an. Waren es 2010 noch 5,2% aller Messstellen, waren 2017 schon 10,2% mit untragbar hohen Nitratwerten belastet. Auf die Landesfläche umgelegt, liegt die Belastung des Grundwassers schon auf 30% der Landesfläche bei über 50 mg/l Nitrat (12).

Die höchsten Werte werden in den Problemgebieten in Nord- und Ostbayern mit intensiver Landwirtschaft, insbesondere mit hoher Vieh- und Biogasanlagendichte erreicht.

Bei den nachgewiesenen Pflanzenschutzmitteln konnten 2017, nach starkem Anstieg in der Zwischenzeit, wieder in etwa die Werte von 2010 erreicht werden. So wurden in 42,6% aller Messstellen PSM und ihre relevanten Metabolite nachgewiesen, davon in 9,3% über dem Grenzwert.

Wie wirkt sich diese Situation auf die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung aus? Von 2011 bis 2018 untersuchte das Bayerische LGL (13) in drei Kampagnen das Trinkwasser von Wasserversorgungsanlagen, die über 70% der bayerischen Bevölkerung mit Trinkwasser versorgen. Die Nitratgehalte bewegten sich im Durchschnitt zwischen 11,7 und 12,9 mg/l und lagen damit signifikant über dem bei Natürlichem Mineralwasser geltenden Grenzwert bei einer Auslobung der Eignung zur Babynahrung von 10 mg/l. Lediglich im Regierungsbezirk Schwaben bewegten sich die Werte knapp unter 10 mg/l. Rekordhalter mit fast 20 mg/l im Durchschnitt war Unterfranken. Es gelang den Wasserversorgern also durch Ausweichen auf weniger belastete Brunnen und teure Aufbereitungsmaßnahmen, den generellen starken Anstieg der Nitratgehalte im Grundwasser aufzufangen – noch.

Von diesen Ergebnissen wichen die Untersuchungen der Mineralwässer signifikant ab (14). Hier wurden 304 Proben untersucht. Kein einziges Produkt lag über dem Grenzwert von 50 mg/l, und ganze 3% haben den Grenzwert der Eignung für Babywasser überschritten. 54% aller untersuchten Mineralwässer lagen sogar unter 1 mg/l Nitrat.

Bei den ebenfalls untersuchten 54 Tafelwässern, die zum allergrößten Teil aus Leitungswasser hergestellt werden, wiesen dagegen 32% der Proben Nitratwerte über 10 mg/l auf, was sich mit der festgestellten Situation beim Trinkwasser deckt.

Kommentar der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser

Auch das LGL weist explizit darauf hin, dass Nitrat in Wasser aus gesundheitlichen Gründen unerwünscht ist. Problematisch ist dabei das aus Nitrat im Körper gebildete Nitrit, das zur Bildung krebserregender Nitrosamine führt. Die Qualitätsgemeinschaft hat deshalb zur Sicherheit der Verbraucher für Bio-Mineralwasser einen Grenzwert von 5,0 mg/l vorgeschrieben. Noch wichtiger aber ist das Engagement der Bio-Mineralwasser-Brunnenbetriebe für den Schutz des Bodens und des Wassers vor zu hohen Stickstoff-Einträgen, wie sie u.a. durch den Kunstdüngerverzicht im ökol. Landbau geleistet werden.

3. Die Situation des Trinkwassers in deutschen Großstädten

3.1 Arzneimittelrückstände – Unmöglichkeit diese zu entfernen

Wie erst jüngst eine breit angelegte Untersuchung von Trinkwasser aus der Leitung von 6 deutschen Großstädten, Berlin, Dresden, Düsseldorf, Essen, Karlsruhe und München zeigte, stellen die Rückstände von Arzneimittelstoffen und ihren Abbauprodukten eines der großen Probleme des Trinkwassers speziell in Großstädten dar (15). Logische Folge ist der Nachweis dieser Stoffe in mit dem Trinkwasser zubereiteten Speisen und Getränken, nachgewiesen z.B. in den in Fast-Food-Lokalen mit Leitungswasser ausgemischten Colas und anderen Getränken.

Als Indikator für die große mögliche Bandbreite dieser Rückstände dient Gadolinium, das weit verbreitet Anwendung als Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie findet. Der Stoff selbst ist in den gefundenen Mengen im Trinkwasser offenbar ungefährlich, weist aber als Indikator darauf hin, dass auch schwierig nachweisbare, toxische Xenobiotika und endokrin wirksame Stoffe potenziell anwesend sein können.

Schon 2014 zeigte eine vom ZDF veranlasste Untersuchung, dass die aus Sirup und Leitungswasser ausgemischten Colas Gadolinium enthielten (16). Auch Ökotest zeigte bereits 2014 bei der Untersuchung des Trinkwassers aus 69 deutschen Städten, wie weit die Verbreitung dieses Indikatorstoffs inzwischen reicht. Doch noch immer gibt es keine gesetzlich vorgeschriebene Untersuchungspflicht, was bereits 2014 bemängelt wurde (17).

Die Herkunft des Gadoliniums als auch anderer Arzneimittelrückstände geht vorwiegend auf den Gebrauch und die Entsorgung von Medikamenten über das Abwasser der Haushalte,

Kliniken und Praxen zurück. Undichte Kanäle in Verbindung mit der Unmöglichkeit, weite Teile dieser Stoffe aus dem Abwasser herauszufiltern, sorgen dafür, dass die Rückstände im Wasserkreislauf, d.h. im Oberflächen-, Grund- und wieder im Trinkwasser landen. Doch kann das die Herkunft der Stoffe nicht vollständig erklären. So rühmt sich München der Herkunft des größten Teils seines Trinkwassers aus zwei Alpentälern, das gefundene Gadolinium im dortigen Trinkwasser stammt jedoch zu 91% aus Röntgenkontrastmitteln (15). Gleichzeitig rühmen sich die Stadtwerke auf ihrer Website, dass „Arzneimittelrückstände im Münchner Trinkwasser nicht nachweisbar“ seien (18) – ein schönes Beispiel, wie sehr Transparenz erforderlich ist, denn die Münchner Stadtwerke veröffentlichen ihre entsprechenden Analyseergebnisse nicht.

Das Problem selbst ist bereits seit Mitte der 1990er Jahre bekannt. Seither appellieren Wissenschaftler an den Gesetzgeber, doch endlich Grenzwerte für diese Stoffe zu erlassen, was automatisch eine Untersuchungspflicht der Trinkwasserversorger nach sich zöge. Auch kann eine Aufrüstung der Kläranlagen nur über die Grenzwertsetzung erzwungen werden (19). Doch das angeblich bestuntersuchte Lebensmittel wird nur in Ausnahmefällen auf diese und andere Rückstände (wie z.B. nrM) geprüft. Deshalb kann man das Ausmaß des Problems nur erahnen.

Die Beurteilung der gesundheitlichen Wirkungen dieser Stoffe auf den Trinkwasserkonsumenten ist ebenso wie bei PSM- oder industriellen Rückständen schwierig. Sie werden beim Konsum von Trinkwasser in der Regel lebenslang aufgenommen, so dass Kurzzeitstudien wenig aussagekräftig sind. Entsprechend gibt es zahlreiche Vorschläge für Grenzwerte, die sich je nach Stoff zwischen 0,01 und 0,5 µg/l bewegen (19).

Ein besonderes Problem stellt die Beseitigung der Arzneimittelrückstände aus dem Grundwasser in den Wasserwerken dar. Eine vollständige Beseitigung, bevor das Wasser als Trinkwasser in die Leitungen abgegeben wird, ist technisch nicht möglich. Selbst die Aufrüstung der Behandlungsanlagen mit Ozonung + Pulveraktivkohle + Granulierter Aktivkohle + Zweischichtfilter + Sandfilter ist nicht in der Lage, alle in Frage kommenden Stoffe zu entfernen (19). Erst recht gelingt dies nicht in Klein-Filteranlagen, wie sie in Haushalten oder Gastronomien zum Einsatz kommen.

3.2 Das Trinkwasser in Berlin

Die Berliner Wasserbetriebe gehören zu den wenigen Trinkwasserversorgern in Deutschland, die schon seit Jahren - ohne jede gesetzliche oder behördliche Vorgabe - einen großen Umfang potenziell in Trinkwasser auffindbarer Rückstände untersuchen und die Durchschnittswerte der Ergebnisse, für jedes der 9 Berliner Wasserwerke getrennt, veröffentlichen (20). Das Unternehmen macht auch kein Hehl daraus, dass das „Trinkwasser vollkommen frei von Chemikalienrückständen im Allgemeinen und Humanarzneimittelrückständen im Besonderen zu halten, praktisch nicht realisierbar ist.“ Die Bürger werden aufgefordert, diese Tatsache anzuerkennen (20).

Schaut man sich nun die veröffentlichten Analysen im Einzelnen an, so sieht die üblicherweise von deutschen Wasserwerken veröffentlichte Zusammenstellung der von der TWVO vorgegebenen Daten in Berlin fast perfekt aus. Kaum Nitrat (unter 5,0 mg/l), keine Pestizide

(jedenfalls nach dem Analyseumfang der TWVO) und kaum Schwermetalle sind nachweisbar. Lediglich die von der Spree aus den Braunkohlegebieten angeschwemmte Sulfatfracht findet sich hauptsächlich im Trinkwasser der im Südosten gelegenen Wasserwerke. Mit bis zu 177 mg/l wird der Grenzwert der TWVO jedoch eingehalten. Auch etwas höhere Kochsalzgehalte mit bis zu 220 mg/l zeigen die entsprechenden Oberflächeneinflüsse in diesem Gebiet. Dass das Berliner Trinkwasser komplett oberflächennah gewonnen wird, zeigt der Parameter der Oxidierbarkeit, „TOC“, ein Summenparameter zur Belastung eines Wassers mit organischen Stoffen. Kein Wasserwerk liegt unter 2 mg/l, was ein unbelastetes Wasser aufweisen würde.

Doch diese guten Nachrichten verdüstern sich schlagartig, wenn die Analytik der Stoffe betrachtet wird, die die TWVO nicht zur Untersuchung vorschreibt.

So wird in den Detailanalysen aller neun Wasserwerke ein Summenparameter „Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und Biozidprodukte-Wirkstoffe insgesamt“ mit 0,14 mg/l ausgewiesen. Leider fehlt eine Detailanalyse insbesondere von nRM.

Die oberflächennahe Gewinnung innerhalb des Stadtgebiets wird bei den nachgewiesenen Rückständen von Industriechemikalien deutlich. Die Bandbreite der gefundenen Stoffe reicht von 0 im ländlichen Kaulsdorf, bis zu 5 Stoffen im Wasserwerk Tegel. In sechs Wasserwerken findet sich MTBE, ein Antiklopfmittel in Benzin und typischer Rückstand für den Untergrund von Großstädten. Entsprechend finden sich Tenside, Korrosionsschutzmittel und Frostschutzmittel als Rückstände im Trinkwasser, insbesondere bei den Wasserwerken, die das Berliner Zentrum versorgen.

Besonders drastisch sieht es bei den Arzneimittelrückständen aus. Hier reicht die Zahl der verschiedenen, nachgewiesenen Stoffe bis zu 19 Substanzen im Wasserwerk Tegel. Aber auch in Beelitzhof und Tiefenwerder im Südwesten Berlins und in Friedrichshagen im Südosten werden zweistellige Zahlen an nachgewiesenen Stoffen aufgeführt (20). Und dabei wird von den Wasserbetrieben z.B. auf Gadolinium gar nicht untersucht, von dem in früheren Untersuchungen durch Prof. Dr. Bau von der Bremer Jacobs-Universität die höchsten Werte im Trinkwasser des Reichstags gefunden wurden (21).

Die nachgewiesenen Mengen der Arzneimittelrückstände im Berliner Wasser steigen im Vergleich zu 2017 tendenziell an (20). Einzelne Stoffe erreichen bereits 50% der gesundheitlichen Orientierungswerte des Umweltbundesamtes, wie z.B. Phenazon und Carbamazepin. Diese GOW sind jedoch nur für einen kleinen Teil der gefundenen Stoffe existent und berücksichtigen nicht die Folgen der Aufnahme einer Reihe von Rückständen gleichzeitig.

Letztendlich ist es die Entscheidung jedes einzelnen Berliner Bürgers, ob er diesen Rückstands-Cocktail täglich genießen möchte.

3.3 Das Trinkwasser in Düsseldorf

Auch die Stadtwerke Düsseldorf veröffentlichen etwas mehr an Trinkwasseranalysedaten, als der Gesetzgeber vorschreibt (22). Doch wird bereits angekündigt, in Zukunft nur noch Stoffe zu analysieren, bei denen konkrete Gefährdungen zu erwarten seien. Grundlage dafür ist eine Risikobewertung, die wiederum nicht veröffentlicht wurde. Das lässt für die Zukunft

erwarten, dass „offiziell ungefährliche“ Spurenstoffe nicht mehr untersucht werden. Der Verbraucher erfährt somit noch weniger über die Qualität seines Trinkwassers als bisher. Dabei hätten auch die Stadtwerke Düsseldorf allen Anlass, umfangreiche Untersuchungen zu anthropogenen Rückständen vorzunehmen. So zeigte Ökotest bereits 2014 für das Düsseldorfer Trinkwasser „leicht erhöhte“ Gehalte an Gadolinium, ebenso wie für zahlreiche andere Städte der Rhein-Ruhrregion (17).

Aber bereits die veröffentlichten Daten zeigen den Nachweis eines weiteren Röntgenkontrastmittels im Düsseldorfer Trinkwasser. Von den 19 im Wasserwerk Berlin-Tegel nachgewiesenen Stoffen wurden in Düsseldorf überhaupt nur drei untersucht. Auch der Untersuchungsumfang der nrM umfasst ganze zwei Stoffe, von denen Dimethylsulfamid (DMS) nachgewiesen wurde. Dabei zeigt der Nitratwert von 17,5 mg/l deutliche landwirtschaftliche Einflüsse.

Doch Düsseldorf hat aufgrund seiner Trinkwassergewinnungssituation hauptsächlich mit industriellen Rückständen zu tun. So umfassen die übrigen gefundenen und veröffentlichten Spurenstoffe 2 PFC-Rückstände, 1 Entkalker, 1 Lösungsmittel und mit 1,8 µg/l Trifluoracetat eine beachtliche Menge eines Rückstands, der diverse industrielle Herkünfte aufweist. Hier ist bemerkenswert, dass die ausgewiesene Menge weit über dem früheren gesundheitlichen Orientierungswert des Umweltbundesamtes von 1,0 µg/l liegt. Da dieser Wert im Dezember 2016 auf 3,0 µg/l erhöht wurde, gilt der Testwert als unkritisch.

Düsseldorfer Trinkwasser stammt zu einem Viertel aus Grundwasser und zu drei Vierteln aus versickertem Rheinwasser, sogenanntem Uferfiltrat. Seit den 1950er Jahren erfolgt die Reinigung nach einem eigens entwickelten Verfahren durch den Zusatz von giftigem Ozon, das unerwünschte Rückstände umwandelt, und eine anschließende Doppelfiltration über Aktivkohle, auch zur Entfernung von Restozon. Dieses Verfahren ist vor allem bei der Anwesenheit von DMS im Wasser kritisch, da DMS mit Ozon das krebserregende Dimethylnitrosamin bildet (23). Dazu findet sich auf der Website jedoch kein Hinweis.

Immerhin weisen die Stadtwerke auf die erheblichen hygienischen Gefahren bei „Refill-Projekten“ hin und stellen Regeln auf, unter welchen Bedingungen Trinkwasser hygienisch einwandfrei in ausreichend gereinigte Flaschen gezapft werden kann.

3.4 Das Trinkwasser in Nürnberg

Leider halten es auch die Stadtwerke Nürnberg nicht für erforderlich, ihre zweifelsfrei vorhandenen Untersuchungen über Rückstände im Trinkwasser zu veröffentlichen. Nach dem mehrfach zitierten Ökotest von 2014 (17), der auch im Nürnberger Trinkwasser leicht erhöhte Gadoliniumwerte aus Arzneimittelrückständen aufdeckte, wurde das geklärte Abwasser der Stadt von dieser auf 26 Wirkstoffe untersucht und Schmerzmittel, Antibiotika und Östrogene nachgewiesen (24). Auch der Nürnberger Wasserversorger N-Ergie sah sich daraufhin veranlasst mitzuteilen, dass man schon seit Jahren und ohne gesetzliche Verpflichtung das Trinkwasser auf rund 60 verschiedene Arzneimittelrückstände untersuche. Einige wenige Stoffe, wie z.B. Carbamazepin, seien im Grundwasser nachgewiesen worden.

Auch die jüngste Untersuchung des Nürnberger Trinkwassers der Stiftung Warentest zeigte Rückstände von Korrosionsschutzmitteln, Pflanzenschutzmitteln und Süßstoffen (7). Doch die offizielle Website der N-Ergie preist die „höchsten Qualitätsstandards“, die das Trinkwasser angeblich erfülle. Eine Mitteilung der offenkundig intern vorhandenen Untersuchungsergebnisse - wie es vorbildlich in Berlin geschieht - erfolgt nicht.

Jedoch gibt es in Nürnberg eine von der städtischen Stadtentwässerung und Umweltanalytik durchgeführte regelmäßige Untersuchung des Trinkwassers, das aus den Leitungen städtischer Gebäude fließt (25). Dass von 2.153 untersuchten Proben 4,3% zu hohe Keimzahlen und 0,6% die kritischen Indikatorkeime *P. aeruginosa* und Coliforme aufwiesen, zeigt das schon seit langem bekannte hygienische Risiko der sogenannten „last mile“, also der häuslichen Wasserleitung und des Wasserhahns (siehe hierzu auch (26)). Bemerkenswert waren allerdings 5,7% Proben mit zu hohem Nickelgehalt und 6,6% mit zu hohem Bleigehalt. Dabei erreichten die gemessenen Spitzenwerte 0,72 mg/l Nickel, fast das 36-fache des Grenzwerts bzw. 2,8 mg/l Blei, immerhin das 280-fache des Grenzwerts für Trinkwasser. Das sind dramatische Werte mit hoher Gesundheitsgefährdung.

Doch steht Nürnberg hier nicht allein. Eine Untersuchung des Fraunhofer IGB-Instituts von ca. 4.000 Proben aus 9 deutschen Großstädten bestätigte die Nürnberger Ergebnisse (27): Deutschlandweit wurden in 2,8% aller Proben der Grenzwert für Blei und in 8,3% aller Proben der Grenzwert für Nickel überschritten. Einsamer Spitzenreiter war das oftmals hochgelobte Münchner Trinkwasser: 10,4% der Münchner Proben überschritten den Bleigrenzwert und 23,1% den Grenzwert für Nickel. Die gemessenen Höchstwerte wurden nicht mitgeteilt.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Forderung der Weltbank „Monitoring-Systeme, die den Zustand des Grundwassers erfassen“, aufzubauen, sich auch an die deutschen Städte und Gemeinden zum Zustand ihres Trinkwassers richtet. Ohne Transparenz und offene Informationen wird es nicht gelingen, von den Bürgern die immensen finanziellen Mittel zu erhalten, die für eine Besserung der Situation erforderlich sind.

Kommentar der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser

Es ist ein zentraler Vorteil des Standards für Bio-Mineralwasser der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser e.V., dass praktisch für alle bisher in Natürlichen Mineralwässern aufgefundenen oder auch nur potenziell drohenden Spurenstoffe, strenge Untersuchungspflichten und Grenzwerte bestehen, die dem Verbraucher den absolut sicheren Genuss gewährleisten.

Sämtliche Vorgaben sind in den auf www.bio-mineralwasser.de veröffentlichten Richtlinien detailliert enthalten. Jeder Bio-Mineralwasser-Abfüller veröffentlicht sein jährliches Bio-Mineralwasser-Zertifikat samt Untersuchungsbericht der Bio-Kontrollstelle, die die Einhaltung der Vorgaben bestätigt.

4. Der Preis der Klarheit

4.1 Beseitigung Arzneimittelrückstände

Bereits heute werden Arzneimittelrückstände in erheblichem Umfang in die Oberflächengewässer und in Folge in Grund- und Trinkwässer eingetragen. Eine Studie der civity Management Consultants im Auftrag des BDEW zeigt, dass bedingt durch den demographischen Wandel, den steigenden Pro-Kopf-Verbrauch an Arzneimitteln und den zunehmend undichten Zustand der Abwasserkanäle in Großstädten, mit einem stark steigenden Eintrag solcher Rückstände in den Wasserkreislauf zu rechnen ist ((28), S. 7).

Die Reduktion organischer, anthropogener Rückstände im Grundwasser und damit im Trinkwasser erfordert die massive Verringerung ihrer Einträge. Die Alternative der Beseitigung in Kläranlagen, um damit einen Eintrag über den Abwasserpfad zu verhindern, erfordert die flächendeckende Einführung einer vierten Reinigungsstufe in Kläranlagen. Diese wird bei einem Anschlussgrad von 85% aller Kläranlagen mit Kosten von 1,2 Mrd. Euro pro Jahr in Deutschland veranschlagt. Über die Amortisationszeit von 30 Jahren bedeutet das einen Aufwand von 36 Mrd. Euro. Dies belastet einen durchschnittlichen Vier-Personen-Haushalt mit zusätzlichen Abwassergebühren von 60,80 Euro pro Jahr ((28), S. 13-15).

Dass diese Zahlen eher zu niedrig angesetzt sind, zeigen die Berechnungen der Berliner Klärwerke: Sie gehen von Nachrüstkosten zur Beseitigung des größeren Teils der Schadstoffe, allein in Berlin, von insgesamt 1,5 Mrd. Euro aus (29).

Allerdings existiert derzeit keine Reinigungstechnologie, die in der Lage wäre, die zu entfernenden Rückstände vollständig aus dem Wasser zu beseitigen. Sowohl Arzneimittelrückstände, als auch Pestizide, Mikroplastik, Haushalts- und Industriechemikalien werden dadurch nicht vollständig aus dem Abwasser entfernt. Selbst die Kombination aller verfügbaren Techniken, wie Ozonierung, Pulver- und granuliert Aktivkohle erreichen nur eine Teilreduktion dieser Stoffe ((28), S. 9-12); insbesondere Amidotrizoesäure, Iopromid und weitere Röntgenkontrastmittel reagieren nicht auf diese geballte Behandlung. Doch beginnt das Problem schon damit, dass nur 200 von 8.000 Kläranlagen in Deutschland derzeit grundsätzlich in der Lage sind, überhaupt Aktivkohle zu verwenden (28).

Hinzu kommt die Gefahr, dass Reinigungstechnologien wie die Ozonierung enthaltene Schadstoffe in richtig gefährliche Stoffe transformieren können. Bekannt geworden ist die Umwandlung des nicht-relevanten Pestizidmetaboliten DMS durch Ozonierung in das hochkritische N,N-Dimethylnitrosamin, für das ein GOW von 0,01 µg/l gilt (30). Folglich kann nur die Vermeidung von Einträgen sauberes und sicheres Trinkwasser sichern.

4.2 Beseitigung Nitrat

Bis jetzt konnten die Wasserversorger – wie das Beispiel Bayern zeigt – dem Problem der steigenden Nitratgehalte im Grundwasser entgehen, indem sie verunreinigte Brunnen stilllegten und daneben neu und tiefer bohrten. Doch das geht immer weniger, da das Nitrat auf seinem Weg in die Tiefe mittlerweile immer öfter tiefe Gesteinsschichten erreicht (30).

Dann helfen nur noch Entsalzungsanlagen wie in den Trockengebieten Israels oder Arabiens. Dafür müssen Kosten von ca. 1€/ m³ Wasser angesetzt werden.

Egal, ob es um Nitrat, Pflanzenschutzmittel-, Arzneimittel- oder andere Rückstände im Wasser geht: Alle Bemühungen, ihren Eintrag zu vermeiden, sind billiger als sie mit hohen Investitionen hinterher wieder aus dem Wasser zu entfernen. Es gibt immer mehr Beweise, dass für landwirtschaftliche Rückstände der ökologische Landbau die entscheidende Vermeidungsstrategie darstellt. In den 9.000 ha großen Wasserschutzgebieten der Leipziger Wasserwerke werden derzeit 9% der Fläche ökologisch bewirtschaftet (31). Der Leiter des Wasserguts Canitz stellt dazu fest: „Wir haben in den letzten 27 Jahren gesehen, dass diese wenigen Prozent allein schon dazu beitragen, Nitrat und vor allem auch Pflanzenschutzmitteleinträge zu reduzieren. Mit dem Öko-Landbau haben wir ein einfaches und effektives System, um Trinkwasserressourcen zu schützen.“

Kommentar der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser:

Derzeit sind Arzneimittelrückstände in natürlichen Mineralwässern noch nicht aufgetreten. Als Teil des Wasserkreislaufs ist jedoch mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit in Zukunft damit zu rechnen. Die Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser verlangt trotzdem bereits heute in ihren Richtlinien, dass Bio-Mineralwasser den strengen Grenzwert von 0,02 µg/l für Arzneimittelrückstände einzuhalten hat.

Aufgrund der begrenzten Wirksamkeit und der hohen Kosten sind alle „End-of-the-pipe-Lösungen“ mit dem Ausbau der Wasseraufbereitung nur begrenzt sinnvoll.

Entscheidend ist es, Einträge zu verhindern.

Das bestätigt das Konzept der Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser, die in ihren Nachhaltigkeitskriterien eine Reihe von Maßnahmen zum Wasserschutz durch die beteiligten Mineralbrunnen verlangt, u.a. die Förderung des ökol. Landbaus, der auch die Minimierung des Eintrags von Tierarzneimitteln und Gülle in den Wasserkreislauf vorgibt.

ÜBERSICHT DER VERWENDETEN QUELLEN

1. The World Bank (Hrsg.), "Quality Unknown – The invisible water crisis", Washington, 2019
2. Persönliche Mitteilung durch Prof. Dr. Antonio Andrioli, bis 2020 Universidade Federal da Fronteira Sul am 27.02.2020
3. Europäische Kommission, Bericht der Kommission an den Rat und das europäische Parlament über die Durchführung der Richtlinie 91/676/EWG des Rates zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen auf der Grundlage der Berichte der Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2012-2015, Brüssel, 04.05.2018
4. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), „Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2013 bis 2016“, Gotha, April 2019
5. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), „Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2009 bis 2012“, Kiel, September 2015
6. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland (...) für das Jahr 2017“, veröffentlicht November 2018, bzw. „.....für das Jahr 2018“, veröffentlicht November 2019
7. Stiftung Warentest, test, „Gutes aus dem Hahn“, Ausgabe 07/2019
8. Öko-Test, „Klar wie Quellwasser“, Juli 2019
9. Landtag Nordrhein-Westfalen, Antwort der Landesregierung auf die Große Anfrage 14 der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen, "Wasser in NRW nachhaltig nutzen und schützen", Drucksache 17/8021, Düsseldorf, 27.11.2019
10. WWF, „Zustand der Gewässer in Deutschland“, Berlin, November 2018
11. Bayerisches Landesamt für Umwelt: „Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung: Nitrat und Pflanzenschutzmittel“ – Kurzbericht 2017, Stand Juni 2019
12. Thomas Daller: „Das Trinkwasser ist in Gefahr“ – Bericht von der Tagung der Bay. Wasserwirtschaft, Süddeutsche Zeitung vom 09.05.2019
13. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: „Nitratgehalt im Trinkwasser“, Tendenzstudie 2018, Stand 15.08.2019
14. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: „Nitrat in natürlichem Mineralwasser-, Quell- und Tafelwasser – Untersuchungsergebnisse 2018“, Stand 06.09.2019
15. K. Schmidt, M. Bau, G. Merschel, N. Tepe, 2019, „Anthropogenic gadolinium in tap water and in tap water-based beverages from fast-food franchises in six major cities in Germany“, Science of the Total Environment
Und <https://www.jacobs-university.de/news/researchers-jacobs-university-bremen-find-gadolinium-mri-contrast-agents-soft-drinks-fast-food>, aufgerufen am 28.02.2020
16. <https://www.sueddeutsche.de/medien/duell-der-fastfood-riesen-burger-bleibt-burger-1.1953491>, aufgerufen am 28.02.2020
17. Öko-Test, „Ha(h)nebüchen“, September 2014
18. <https://www.swm.de/privatkunden/m-wasser/faqs.html>, aufgerufen am 02.03.2020
19. Prof. Dr. Martin Jekel, TU Berlin, „Spurenstoffe im Wasserkreislauf“, Vortrag am 21.09.2018 beim 12. Weihenstephaner Seminar für Wassertechnologie
20. Analysedaten der 9 Berliner Wasserwerke, als Jahresmittelwerte 2018 veröffentlicht unter <https://www.bwb.de/de/941.php>, aufgerufen am 28.02.2020

21. <https://www.bestwater.de/blog/153-mrt-kontrastmittel-im-berliner-leitungswasser>, aufgerufen am 02.03.2020
in Verbindung mit <https://www.jacobs-university.de/directory/mbau>
22. <https://www.swd-ag.de/energie-wasser/wasser/trinkwasseranalyse/>, aufgerufen am 02.03.2020
23. S. Hauswirth, „Dimethylsulfamid im Grund- und Trinkwasser – der Schadstoff des Jahres?“ in Das Gesundheitswesen, Band 70, Nr. 3, 2008, 38
24. A. Brock, „Hormone und Chemie im Nürnberger und Fürther Trinkwasser“, Nürnberger Nachrichten vom 28.09.2014
25. Routine-Trinkwasseruntersuchungen in städtischen Gebäuden der Stadt Nürnberg, https://www.nuernberg.de/imperia/md/sun/dokumente/umweltanalytik/umweltanalytik_trinkwasser.pdf
26. Qualitätsgemeinschaft Bio-Mineralwasser e.V., „Leitungswasser als Getränk: Risikopotenziale der Bereitstellung und Nutzung“ vom 25.09.2018, <https://www.bio-mineralwasser.de/presse/downloads.html>
27. Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, „Wie es um die Trinkwasserqualität in Deutschlands Haushalten steht“, Presseinformation des IGB vom 04.04.2018
28. civity Management Consultants (Hrsg.) im Auftrag des BDEW, „Kosten- und verursachergerechte Finanzierung einer vierten Reinigungsstufe in Kläranlagen“, Berlin, 2018
29. Simon Book, Konrad Fischer, „Der Preis der Klarheit“, WirtschaftsWoche, Ausgabe 27 vom 28.06.2019
30. DECHEMA, RiSKWa-Statuspapier, „Methoden zur (öko-) toxikologischen Bewertung von Spurenstoffen im Wasserkreislauf
31. Jeanine Tovar, „Wasser ist das Lebensmittel Nr. 1“, Interview mit Dr. Bernhard Wagner, dem Leiter der Wassergut Canitz GmbH, Bioboom, Ausgabe Sommer 2019

ABKÜRZUNGEN

- BDEW = Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
- GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert für nrM des Umweltbundesamtes (kein Grenzwert)
- EU = Europäische Union
- LAWA = Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
- LGL = Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
- nrM = Nicht-relevante Metabolite (also PSM Abbauprodukte die weniger toxisch sind als die Ausgangs-PSM)
- NRW = Nordrhein-Westfalen
- PFC = Per- und polyfluorierte Chemikalien
- PSM = Pflanzenschutzmittel (incl. relevanter Metabolite)
- RiSKWa = Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf
- Rohwasser = Wasser aus unterschiedlichen Gewinnungen vor Aufbereitung im Wasserwerk
- TWVO = Trinkwasserverordnung