



Human-Biomonitoring-Folgeuntersuchung zur Belastung der Bevölkerung im Landkreis Altöt- ting mit Perfluorooctansäure (PFOA) nach Ab- lauf einer Halbwertszeit

Zwischenbericht

Berichtszeitraum: 16.05.2022 – 31.03.2023

Bayerisches Landesamt für
Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL)
Sachgebiet Arbeits- und Umweltbezogener Gesundheitsschutz
Pfarrstraße 3, 80538 München

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege

April 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	6
2	Hintergrund	8
3	Darstellung der Bewertungsgrundlagen (HBM-I- und HBM-II-Wert)	9
4	Methoden.....	10
4.1	Durchführung des Human-Biomonitorings (HBM).....	10
4.2	Analytik	11
4.3	Datenauswertung	12
5	Ergebnisse und Vergleich mit der ersten HBM-Untersuchung 2018.....	13
5.1	Charakterisierung der Untersuchungsgruppe	13
5.1.1	Teilnehmende	13
5.1.2	Weitere Personengruppen	15
5.2	Ergebnisse für das gesamte Untersuchungsgebiet	15
5.2.1	Ergebnisse für die Gruppe der Allgemeinbevölkerung	15
5.2.2	Ergebnisse für weitere Untersuchungsgruppen.....	18
5.2.2.1	Ergebnisse für die Gruppe der Kinder unter 12 Jahren.....	18
5.2.2.2	Ergebnisse für die Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter	19
5.3	PFAS-Gehalte ausgewertet nach einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten im Landkreis Altötting.....	22
5.3.1	Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Altötting	22
5.3.2	Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Burgkirchen	26
5.3.3	Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Emmerting	29
5.3.4	Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling	33
5.3.5	Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Neuötting und Winhöring	36
5.3.6	Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Markt, Haiming, Stammham und Alzger (Inn-Salzach-Gruppe).....	40
5.3.7	Statistischer Vergleich des Rückgangs der internen PFOA-Belastung in den einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten bezogen auf den Median.....	44
6	Bewertung der Ergebnisse.....	47
7	Literatur	49

1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Produktion von PFOA in den Jahren 1968 bis 2003 und dessen Verwendung zur Herstellung von Fluorpolymeren bis 2008 in einem Industriebetrieb in Gendorf im Landkreis Altötting kam es zu einer großflächigen Kontamination der Umwelt und einer Belastung der dort lebenden Bevölkerung, wobei das Trinkwasser als wesentliche Quelle gilt. Bei einem Human-Biomonitoring im Jahr 2018 wurden erhöhte PFOA-Werte im Blut der teilnehmenden Personen festgestellt. Nach Ablauf einer Halbwertszeit von vier Jahren wurde im Jahr 2022 erneut ein Human-Biomonitoring im Landkreis Altötting durchgeführt. Zusätzlich wurden verschiedene Antikörper (Diphtherie, Tetanus, SARS-CoV-2) im Blut der teilnehmenden Personen untersucht, um Hinweise auf einen möglichen Einfluss der PFOA-Belastung auf die Immunantwort zu erhalten. Informationen dazu werden im Abschlussbericht dargestellt.

Als Bewertungsgrundlage wurde wie in der Untersuchung im Jahr 2018 der HBM-I-Wert herangezogen, der einen Vorsorge- bzw. Zielwert für die lebenslange PFOA-Exposition für die Allgemeinbevölkerung jeder Altersgruppe beschreibt. Eine Überschreitung des HBM-I-Wertes stellt keine Schwelle für eine gesundheitliche Gefährdung dar. Zusätzlich wurde der HBM-II-Wert, der im Jahr 2020 eingeführt wurde, für die Bewertung verwendet. Dieser gilt als Interventions- bzw. Maßnahmenwert. Er unterscheidet sich für die Allgemeinbevölkerung und für Frauen im gebärfähigen Alter bzw. Schwangere. Aus diesem Grund werden die Analysen getrennt für beide Gruppen durchgeführt. In allen betrachteten Untersuchungsgruppen zeigte sich eine deutliche Reduktion der PFOA-Konzentrationen im Blut: Beim Vergleich der Teilnehmenden aus der Allgemeinbevölkerung reduzierten sich die PFOA-Gehalte um 56,9 %¹ (Median von 23,18 µg/l Blut im Jahr 2018 auf 10,00 µg/l Blut im Jahr 2022), bei Frauen im gebärfähigen Alter zwischen 15 und 49 Jahren sanken sie um 59,5 %² (Median von 10,93 µg/l Blut im Jahr 2018 auf 4,43 µg/l Blut im Jahr 2022).

Die PFOA-Gehalte im Blut lagen 2022 nur noch bei 280 von 559 untersuchten Personen (50,1 %) aus der Allgemeinbevölkerung über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma, 2018 war dies bei 475 Personen (85,0 %) der Fall. Bei den Frauen im gebärfähigen

¹ In der Pressemitteilung des LGL vom 28.12.2022 wurde an dieser Stelle keine Nachkommazahl ausgewiesen.

² Da im vorliegenden Bericht im Unterschied zur Pressemitteilung des LGL vom 28.12.2022 mit zwei Nachkommastellen gerechnet wurde, unterscheiden sich die Mediane marginal in ihrer Nachkommastelle.

higen Alter lagen 2022 die PFOA-Gehalte im Blut in 51 Fällen (n=117, 43,6 %) über dem HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma für gebärfähige Frauen, 2018 waren es noch 95 Fälle (n=117, 81,2 %). Die Konzentrationen der weiteren untersuchten perfluorierten Substanzen bewegten sich im Bereich der allgemeinen Hintergrundbelastung ohne bekannte Expositionsquellen.

In der Allgemeinbevölkerung der einzelnen Trinkwasserversorgungsgebiete ergaben sich folgende Rückgänge der Mediane für PFOA: Altötting 45,0 % (von 8,24 µg/l auf 4,53 µg/l), Burgkirchen 54,1 % (von 23,94 µg/l auf 11,00 µg/l), Emmerting 56,9 % (von 30,50 µg/l auf 13,15 µg/l), Kastl/Markt Tüßling 57,4 % (von 24,75 µg/l auf 10,54 µg/l), Neuötting/Winhöring 58,7% (von 21,07 µg/l auf 8,70 µg/l), Inn-Salzach-Gruppe (Markt/Haiming/Stammham/Alzger) 41,6 % (von 15,20 µg/l auf 8,88 µg/l).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die ergriffenen Maßnahmen zur Sanierung der Trinkwasserversorgung wirksam waren und zu einer deutlichen Reduktion der PFOA-Gehalte im Blut der Bevölkerung geführt haben.

2 Hintergrund

In einem Industriebetrieb in Gendorf im Landkreis Altötting wurde Perfluorooctansäure (PFOA) von 1968 bis 2003 produziert und noch bis 2008 zur Herstellung von Fluorpolymeren eingesetzt. Im Rahmen dieser Anwendung kam es zu einer großflächigen Kontamination der Umwelt und einer Belastung der dort lebenden Bevölkerung. Die wesentliche Quelle für die interne PFOA-Belastung der Bevölkerung in weiten Teilen des Landkreises Altötting war kontaminiertes Trinkwasser. Zur Reduktion der PFOA-Gehalte im Trinkwasser der öffentlichen Trinkwasserversorgung wurde die Trinkwasserversorgung seit 2007 mit Aktivkohlefilteranlagen ausgestattet und zeitweise auf unbelastete Brunnen umgestellt. Alle im Landkreis Altötting gemessenen Trinkwasserwerte liegen seit Dezember 2018 deutlich unter dem seit 2019 vom Umweltbundesamt empfohlenen Maßnahmenwert (0,05 µg/l) für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Schwangere, Säuglinge und Kleinkinder. Damit ist die Aufnahme von PFOA über die bisher wichtigste Quelle, das Trinkwasser, im Landkreis Altötting nicht mehr relevant. Um die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen zur Sanierung der Trinkwasserversorgung zu belegen, wurde im Jahr 2018 auf Veranlassung des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege (StMGP) und auf Wunsch des Landkreises Altötting durch das Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) und das Gesundheitsamt Altötting die interne Belastungssituation der Bevölkerung (sogenanntes Human-Biomonitoring – HBM) gegenüber PFOA und weiteren PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) in dem betroffenen Gebiet untersucht. Insgesamt nahmen 965 Personen an der Untersuchung teil. Bei der Mehrheit der teilnehmenden Personen wurden erhöhte PFOA-Werte im Blut festgestellt. Im Jahr 2022 wurde eine HBM-Folgeuntersuchung an 764 Personen durchgeführt, um den Rückgang der internen PFOA-Belastung der Bevölkerung nach Ablauf einer Halbwertszeit (ca. 2-4 Jahre) zu untersuchen. Dabei wurden nur Personen einbezogen, die bereits 2018 an der HBM-Untersuchung teilgenommen hatten. Die Ergebnisse der Folgeuntersuchung und ein Vergleich mit den HBM-Befunden von 2018 werden in diesem Bericht ausführlich vorgestellt.

PFOA ist ein Hauptvertreter aus der Stoffgruppe der per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen. Aufgrund der schmutz-, wasser- und ölabweisenden Eigenschaften wurde PFOA beispielsweise bei der Herstellung von Textilien oder zur Veredelung von Papier verwendet. Die thermische und chemische Stabilität macht PFOA zu einem langlebigen und schwer abbaubaren Stoff, der sich dadurch auch in Lebewesen anreichert (Umweltbundesamt 2017). PFOA wird besonders aus dem Trinkwasser sehr gut aufgenommen und bindet im Blut an die dort vorkommenden Eiweißbestandteile, hauptsächlich Albumin. Im Menschen findet sich

PFOA überwiegend im Blut, aber auch in der Leber und in geringerem Umfang in anderen Organen. PFOA wird im menschlichen Organismus nicht abgebaut, sondern unverändert über die Nieren wieder ausgeschieden. Die Halbwertszeit, mit der diese Ausscheidung erfolgt, liegt beim Menschen bei ca. zwei bis vier Jahren. Aufgrund dieser Eigenschaften wurde PFOA im Jahr 2013 auf Initiative des Umweltbundesamtes als sogenannte besonders besorgniserregende Chemikalie eingestuft. Im Jahr 2020 wurde die Verwendung der Substanz in der EU verboten (Umweltbundesamt 2017).

3 Darstellung der Bewertungsgrundlagen (HBM-I- und HBM-II-Wert)

Auf der Grundlage einer toxikologischen Risikobewertung hat die Kommission Humanbiomonitoring (HBM-Kommission) beim Umweltbundesamt zur Bewertung der Konzentrationen von PFOA im Blut toxikologisch begründete Beurteilungswerte, sogenannte Human-Biomonitoring-Werte (den HBM-I-Wert (HBM-K 2018) und den HBM-II-Wert (Umweltbundesamt 2020)) abgeleitet. Der HBM-I-Wert wurde im Jahr 2016 als Vorsorge- bzw. Zielwert für die lebenslange PFOA-Exposition festgelegt und beträgt für die Allgemeinbevölkerung jeder Altersgruppe $2 \mu\text{g PFOA/l Blutplasma}$. Er kennzeichnet die Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei deren Unterschreitung nach dem aktuellen Stand der Bewertung nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen ist. Dieser Wert stellt nach Einschätzung der Kommission eine Grenze dar, ab der vermehrte Vorsorgeanstrengungen angezeigt sind. Eine Überschreitung des HBM-I-Wertes stellt keine Gesundheitsgefahr dar, sondern sollte Anlass sein, die Ursache der Belastung zu ermitteln und sie unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit zu minimieren.

Im Jahr 2020 wurde von der HBM-Kommission der HBM-II-Wert als Interventions- und Maßnahmenwert in Höhe von $5 \mu\text{g PFOA/l Blutplasma}$ für Frauen im gebärfähigen Alter und in Höhe von $10 \mu\text{g PFOA/l Blutplasma}$ für alle übrigen Bevölkerungsgruppen veröffentlicht. Die HBM-II-Werte beschreiben die Konzentration, bei deren Überschreitung eine gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist, aber nicht auftreten muss. Laut HBM-Kommission sollten Maßnahmen zur Reduktion der Belastung durchgeführt und es muss den Betroffenen eine umweltmedizinische Beratung angeboten werden. Die HBM-II-Werte sind deshalb als populationsbezogene Interventions- bzw. Maßnahmenwerte zu verstehen.

Davon klar abzugrenzen sind Arbeitsplatzgrenzwerte. Für Beschäftigte, die in direktem Kontakt mit PFOA sind, liegt ein rechtlich bindender biologischer Grenzwert (BGW) von $5000 \mu\text{g/l}$

vor (BAT-Wert). Auch wenn dieser Wert hier nicht unmittelbar zur Bewertung der internen Belastung herangezogen werden kann, verdeutlicht er doch den Abstand zu gesundheitlichen Effekten, die in anderen Rechtsbereichen als relevant angesehen werden.

4 Methoden

4.1 Durchführung des Human-Biomonitorings (HBM)

Die Personen, die bereits an der HBM-Untersuchung 2018 teilgenommen hatten, erhielten vom Gesundheitsamt Altötting per Post eine Einladung zur erneuten Teilnahme. Dies waren 965 Personen im Alter von mindestens 12 Jahren (2018 mindestens 8 Jahre), 47 Kinder im Alter von unter 12 Jahren (2018 unter 8 Jahre) sowie 12 Mütter, von denen 2018 zusätzlich Muttermilchproben untersucht wurden. Die Einladungen für diese 1.024 Personen enthielten ein Einladungsschreiben, eine Teilnehmerinformation, eine Einwilligungserklärung für die Teilnahme sowie einen Fragebogen, in dem u. a. soziodemographische Merkmale, der Gesundheitszustand, das Ernährungsverhalten sowie weitere Faktoren zu den Lebensumständen der Personen abgefragt wurden.

Da das Gesundheitsamt Altötting mit dem Impfzentrum des Landkreises Altötting zusammenarbeitete und dort sowohl räumliche als auch personelle Kapazitäten für die Blutentnahmen zur Verfügung standen, fanden die Blutentnahmen im Impfzentrum statt. Alle Teilnehmenden konnten telefonisch mit dem Impfzentrum einen Termin zur Blutentnahme vereinbaren. Die Blutentnahmen wurden im Zeitraum von Juni bis August 2022 durch medizinische Fachangestellte des Impfzentrums bzw. bei Kindern bis einschließlich 14 Jahren durch einen Kinderarzt durchgeführt. Um ein standardisiertes Vorgehen bei der Datenerhebung zu gewährleisten, wurden die Mitarbeitenden des Impfzentrums vor Beginn der Datenerhebung in zwei Online-Terminen zum Ablauf der Untersuchungstermine durch Fachleute des LGL geschult. Am vereinbarten Untersuchungstag musste sich jede teilnehmende Person mittels Lichtbildausweis ausweisen und die unterschriebene Einverständniserklärung (bei Kindern: Einverständniserklärung der Sorgeberechtigten) sowie der ausgefüllte Fragebogen wurden vor Ort auf Vollständigkeit geprüft. Anschließend wurde jedem Teilnehmenden ca. 5 ml Blut in einem Serumröhrchen abgenommen. Die Blutproben der Probanden wurden am Ende jedes Untersuchungstages in Kühlboxen ins Labor des InnKlinikums Altötting transportiert und

dort zentrifugiert, um das Serum zu gewinnen. Anschließend wurden die Serumröhrchen unter Einhaltung der Kühlkette aufbewahrt und mittels Kurier ans LGL transportiert.

Personenbezogene Daten lagen nur dem Gesundheitsamt sowie dem Impfzentrum, nicht jedoch dem LGL, vor. Sowohl die Serumröhrchen als auch die Fragebögen wurden durch das Gesundheitsamt Altötting pseudonymisiert, d. h. mit einer eindeutigen Nummer versehen. Serumproben und Fragebögen wurden in regelmäßigen Abständen (etwa zweimal pro Woche) mittels Kurier ans LGL gebracht.

4.2 Analytik

Gemäß der Untersuchung im Jahr 2018 wurden die folgenden neun Parameter im Blut untersucht:

- Perfluorooctansäure (PFOA)
- Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)
- Perfluornonansäure (PFNA)
- Perfluordecansäure (PFDA)
- Perfluordodecansäure (PFDoA)
- Perfluorhexansäure (PFHxA)
- Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)
- Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
- Perfluoro-4,8-dioxa-3H-nonansäure (ADONA)

Die Blutproben wurden gekühlt ins Labor transportiert, aliquotiert und bis zur weiteren Aufarbeitung eingefroren. Die Aufarbeitung der Seren erfolgte nach einer hausinternen Qualitätssicherungs-Arbeitsanweisung. In einem Mikroreaktionsgefäß wurden 200 µl der auf Raumtemperatur gebrachten Probe mit dem internen Standardmix sowie 200 µl Acetonitril versetzt. Die hierdurch ausgefällten Proteine wurden durch Zentrifugation abgetrennt. Der Überstand wurde abpipettiert und in ein neues Mikroreaktionsgefäß mit 200 µl Acetonitril übertragen. Anschließend wurden die Proben bei -20 °C gelagert. Nach einer Stunde wurden die Proben erneut zentrifugiert, um anschließend den Überstand abzunehmen, und mit 350 µl 2 mM Ammoniumacetat (2 mM NH₄Ac)-Puffer gemischt, um sie nacheinander mittels Flüssigchromatographie gekoppelt mit Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS) zu analysieren. Alle Proben wurden doppelt aufgearbeitet und analysiert.

Für die Kalibrierung wurden native Standards, interner Standardmix mit Acetonitril und 2 mM NH₄Ac-Puffer (Volumenverhältnis wie bei Proben) gemischt. Die Konzentrationen der Sub-

stanzen für die Kalibrierreihe lagen zwischen 0 bis 20 pg/µl. Jeder Kalibrierpunkt wurde doppelt erstellt. Als Qualitätskontrolle wurden mit Standards versetzte (dotierte) Kontrollproben aus gemischten Seren (sog. Poolseren) hergestellt und bei jeder Analysenserie mitgeführt. Durch dieses Vorgehen können Wiederfindungen (Verhältnis zwischen gemessener und tatsächlicher Konzentration) und Hintergrundkonzentrationen ermittelt werden. Die Wiederfindung soll idealerweise zwischen 80 % und 120 % liegen.

Die chemische Analytik der zu untersuchenden Verbindungen erfolgte mittels LC-MS/MS nach einer modifizierten AibM-Methode (DFG-Arbeitsgruppe Analysen im biologischen Material) aus dem Jahr 2003 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/3527600418.bi176323d0017>). Die Anzahl der Analyten und der Einsatz einer sogenannten Säulenschaltung stellen die Hauptmodifikationen dar. Verwendet wurde eine Ultimate 3000 (Thermo Fisher) HPLC-Anlage gekoppelt mit dem Massenspektrometer QTrap 5500 (Sciex) im negativen Modus. Die Gradientenelution erfolgte mit den Eluenten 2 mM Ammoniumacetat und Methanol über eine Trapsäule (Oasis HLB, 20 x 2,1 mm, 25 µm) und eine analytische Säule (Material Repronil-Pur C18 AQ, 33 x 3 mm, 5 µm). Das Injektionsvolumen betrug 50 µl. Die Säulenofentemperatur betrug 35°C.

Das Labor des LGL nimmt als Referenzlabor für PFOA und PFOS halbjährlich an der externen Qualitätsüberprüfung teil, die im Rahmen der AibM-Qualitätssicherung durchgeführt wird (<http://www.g-equas.de/>). Die Nutzung interner Standards ermöglicht die empfindliche Analytik aller Analyten in komplexer Matrix, da die nachgewiesene Menge an Analyten auf den jeweiligen internen Standard bezogen wird. Jede einzelne Probe wurde doppelt ausgewertet, für die Integration wurde die Software MultiQuant (Sciex) verwendet. Für die Kalibrierung wurde eine Wichtung mit dem Faktor 1/x angewandt. Zur Standardisierung der Angabe auf einen Milliliter wurde die erhaltene Konzentration mit dem Faktor 5 (1000 µl/200 µl) multipliziert. Als Bestimmungsgrenze wurde mittels konservativer Abschätzung ein Wert von 0,25 µg/l für alle neun untersuchten Analyten ermittelt.

4.3 Datenauswertung

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte deskriptiv. Für jede Untersuchungsgruppe (Allgemeinbevölkerung ab 12 Jahren, Frauen im gebärfähigen Alter zwischen 15 und 49 Jahren, Kinder unter 12 Jahren sowie Mütter) wurden jeweils der Mittelwert, der Median, das 95. Perzentil, das Minimum sowie das Maximum für PFOA und die weiteren untersuchten PFAS

dargestellt. Bei Werten unter der Bestimmungsgrenze (BG) (0,25 µg/l) wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in Kapitel 5 dargestellten Maßzahlen verwendet. Bei der Analyse kam die Statistik Software SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) zum Einsatz. Die Auswertungen erfolgten zum einen für das gesamte Untersuchungsgebiet separat nach verschiedenen Untersuchungsgruppen und zum anderen für die Gruppe der Allgemeinbevölkerung ab 12 Jahren in den einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten.

5 Ergebnisse und Vergleich mit der ersten HBM-Untersuchung 2018

5.1 Charakterisierung der Untersuchungsgruppe

5.1.1 Teilnehmende

Um die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen zur Sanierung der Trinkwasserversorgung belegen zu können, wurden nur Personen einbezogen, die bereits 2018 an der HBM-Untersuchung teilgenommen hatten. Die Teilnamequote lag bei den Personen ≥ 12 Jahren bei 75,8 % (2022 n=731; 2018 n=965), bzw. bei allen teilnehmenden Personen bei 74,6 % (2022 n=764; 2018 n=1.024). Zur Abbildung der Belastungssituation der allgemeinen, beruflich nicht exponierten Bevölkerung und zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen aus dem Jahr 2018 wurden Personen mit Angabe einer beruflichen Exposition nicht in die Analyse eingeschlossen. In diese Gruppe fielen Personen, die entweder 2018 oder 2022 oder in beiden Jahren im Fragebogen angegeben haben, jemals in einem PFOA-verarbeitenden Betrieb gearbeitet zu haben (n=51). Ebenso wurden Personen, die weder 2018 noch 2022 Angaben zur beruflichen Exposition gemacht haben (n=4), nicht in die Auswertungen eingeschlossen. Den Personen der genannten Gruppen wurde jedoch wie allen anderen Teilnehmenden eine Befundmitteilung mit den individuellen Ergebnissen zugeschickt. Des Weiteren wurden die Frauen im gebärfähigen Alter (15-49 Jahre)³ (n=117) nicht in die Auswertung für die Allgemeinbevölkerung einbezogen, da für diese Personengruppe ein eigener HBM-II-Wert als Bewertungsgrundlage vorliegt (im Jahr 2018 war dies noch nicht der Fall). Die An-

³ Als Referenz für diese Altersspanne wurde die Geburtenstatistik des Statistischen Bundesamtes herangezogen, in der für die Abgrenzung des gebärfähigen Alters die Altersspanne von 15 bis 49 verwendet wird.

zahl der Datensätze zur Charakterisierung der Belastungssituation für die Allgemeinbevölkerung verringerte sich daher auf 559 Personen (siehe Abb. 1). Die Ergebnisse der übrigen Personengruppen werden in Kapitel 5.2.2 separat dargestellt.

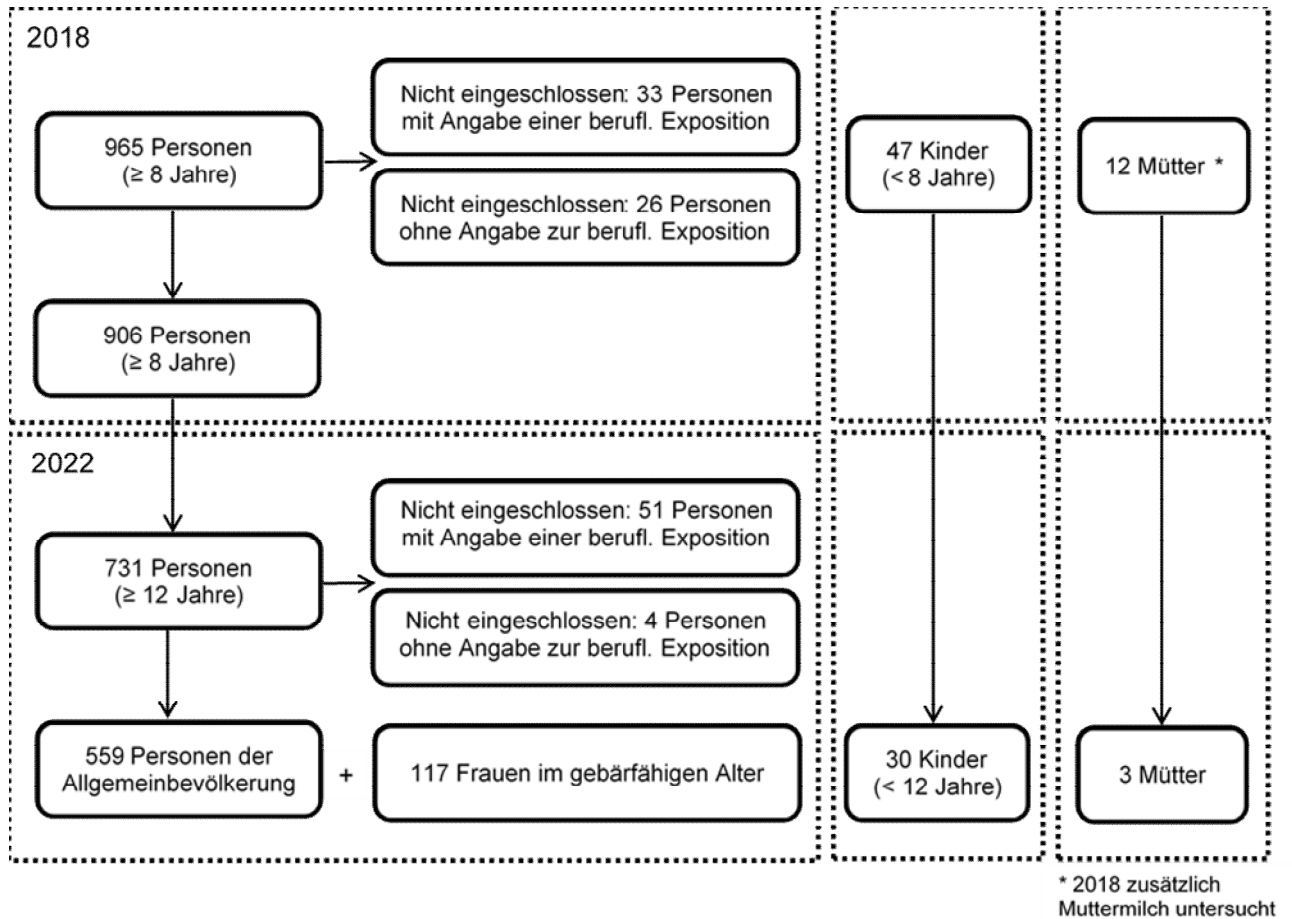


Abb. 1: Flussdiagramm der Teilnehmenden an der HBM-Untersuchung 2018 und 2022

Die Teilnehmenden der Allgemeinbevölkerung verteilen sich 2022 wie folgt auf die verschiedenen Trinkwasserversorgungsgebiete:

Tab. 1: Anzahl der Teilnehmenden der Allgemeinbevölkerung (n=559) nach Geschlecht je Trinkwasserversorgungsgebiet

Trinkwasserversorgungsgebiet	Männer	Frauen	Gesamt
Altötting	21	34	55
Burgkirchen	37	34	71
Emmerting	77	71	148
Kastl und Markt Tüßling	88	66	154
Neuötting und Winhöring	26	34	60
Markt, Haiming, Stammham und Alzger (Inn-Salzach-Gruppe)	44	27	71
Gesamt	293	266	559

5.1.2 Weitere Personengruppen

An der Folgeuntersuchung 2022 haben drei der 12 im Jahr 2018 nachträglich untersuchten Mütter teilgenommen, die aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit der Untersuchung 2018 nicht in die Analyse der Frauen im gebärfähigen Alter aufgenommen wurden. Des Weiteren nahmen 30 der 47 im Jahr 2018 untersuchten Kinder unter 12 Jahren (die 2018 unter 8 Jahren waren) teil (Teilnahmequote: 63,8 %).

5.2 Ergebnisse für das gesamte Untersuchungsgebiet

5.2.1 Ergebnisse für die Gruppe der Allgemeinbevölkerung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Allgemeinbevölkerung (n=559) aus dem gesamten Untersuchungsgebiet des Landkreises Altötting dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung im gesamten Untersuchungsgebiet lag zwischen 12 und 87 Jahren, das mediane Alter betrug 58 Jahre. Das Geschlechterverhältnis fiel mit 47,6 % Frauen (n=266) und 52,4 % Männern (n=293) annähernd gleich aus.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist der Median für den PFOA-Gehalt in der Allgemeinbevölkerung 2022 von 23,18 µg/l auf 10,00 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 56,9 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem gesamten Untersuchungsgebiet im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem gesamten Untersuchungsgebiet in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=559 (ohne die Frauen im gebärfähigen Alter (n=117) und ohne Personen mit Angabe einer beruflichen Exposition (n=51))

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFD _o A	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	559	553	540	306	20	9	492	80	2
	2022	559	559	419	235	8	1	463	1	2
Mittelwert (µg/l)	2018	27,43	2,63	0,75	0,38	-	-	0,66	-	-
	2022	12,84	2,18	0,50	0,34	-	-	0,53	-	-
Median (µg/l)	2018	23,18	1,95	0,59	0,27	-	-	0,57	-	-
	2022	10,00	1,63	0,38	-	-	-	0,48	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	66,38	7,47	1,64	1,21	-	-	1,41	0,35	-
	2022	39,49	5,20	1,28	1,03	-	-	1,10	-	-
Minimum (µg/l)	2018	0,86	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	0,68	0,29	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	159,39	18,60	12,34	5,76	0,70	1,11	9,06	0,76	0,36
	2022	151,65	19,45	6,80	3,25	0,62	0,28	6,18	0,26	0,50

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass nur noch bei 280 Personen (50,1 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung die PFOA-Gehalte im Blut über dem HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei 475 Personen (85,0 %) der Fall (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Allgemeinbevölkerung (n=559), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
2 (0,4 %)	8 (1,4 %)	82 (14,6 %)	271 (48,5 %)	475 (85,0 %)	280 (50,1 %)

5.2.2 Ergebnisse für weitere Untersuchungsgruppen

5.2.2.1 Ergebnisse für die Gruppe der Kinder unter 12 Jahren

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Kinder unter 12 Jahren (n=30) aus dem gesamten Untersuchungsgebiet des Landkreises Altötting dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne dieser Kinder lag 2022 zwischen vier und elf Jahren, das mediane Alter betrug acht Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 66,7 % (n=20) Mädchen und 33,3 % (n=10) Jungen zusammen.

Der Median für PFOA bei den Kindern unter 12 Jahren ist von 20,71 µg/l im Jahr 2018 auf 5,50 µg/l im Jahr 2022 gesunken. Dies entspricht einem Rückgang von 73,4 %.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Kinder unter 12 Jahren aus dem gesamten Untersuchungsgebiet im Vergleich der beiden Jahre sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tab. 4: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Kinder unter 12 Jahren aus dem gesamten Untersuchungsgebiet in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=30)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	30	29	19	8	0	1	24	0	0
	2022	30	30	8	7	1	0	12	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	22,41	1,50	0,40	-	-	-	0,42	-	-
	2022	6,13	0,95	0,25	-	-	-	-	-	-
Median (µg/l)	2018	20,71	1,40	0,28	-	-	-	0,37	-	-
	2022	5,50	0,72	-	-	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	48,84	3,52	1,26	0,85	-	-	0,89	-	-
	2022	14,17	2,03	0,80	0,62	-	-	0,50	-	-
Minimum (µg/l)	2018	2,60	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	1,20	0,33	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	71,22	3,52	1,70	1,01	-	0,28	1,78	-	-
	2022	18,93	3,11	1,45	0,84	0,43	-	0,78	-	-

* BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Die PFOA-Gehalte im Blut der Kinder unter 12 Jahren lagen nur noch bei sechs Kindern (20,0 %) über dem HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma, während dies im Jahr 2018 noch bei 23 Kindern (76,7 %) der Fall war (siehe Tab. 5).

Tab. 5: Vergleich der Erhebungszeiträume 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA bei Kindern unter 12 Jahren (n=30)

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	6 (20,0 %)	7 (23,3 %)	18 (60,0 %)	23 (76,7 %)	6 (20,0 %)

5.2.2.2 Ergebnisse für die Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter (n=117) aus dem gesamten Untersuchungsgebiet des Landkreises Altötting dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Frauen im gebärfähigen Alter im gesamten Untersuchungsgebiet lag zwischen 15 und 49 Jahren, das mediane Alter betrug 38 Jahre.

Der Median für die interne PFOA-Belastung bei den Frauen im gebärfähigen Alter ist von 10,93 µg/l im Jahr 2018 auf 4,43 µg/l im Jahr 2022 gesunken, was einem Rückgang von 59,5 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem gesamten Untersuchungsgebiet im Vergleich der beiden Jahre sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tab. 6: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter (15-49 Jahre) aus dem gesamten Untersuchungsgebiet in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=117)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFD _o A	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	117	115	99	43	6	0	59	7	1
	2022	117	117	60	47	1	0	41	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	14,80	1,78	0,48	0,30	-	-	0,27	-	-
	2022	6,00	1,63	0,36	0,34	-	-	-	-	-
Median (µg/l)	2018	10,93	1,21	0,39	-	-	-	0,26	-	-
	2022	4,43	1,06	0,26	-	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	37,89	5,75	1,16	0,89	0,26	-	0,60	0,27	-
	2022	18,60	4,68	1,15	1,24	-	-	0,47	-	-
Minimum (µg/l)	2018	1,38	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	0,76	0,32	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	55,51	8,48	1,63	1,77	0,68	-	1,00	0,61	1,01
	2022	32,04	10,03	1,77	1,83	0,64	-	0,78	-	-

* BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Um auch die in Kapitel 5.1.2 genannten drei Mütter zu berücksichtigen, wurde in einer Sensitivitätsanalyse die Gruppe der 117 Frauen im gebärfähigen Alter mit der Gruppe der drei Mütter plus der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter verglichen (n=120). Dabei zeigte sich in letzterer Gruppe eine Reduktion im Median für den PFOA-Gehalt von 2018 zu 2022 von 10,76 µg auf 4,33 µg/l (Reduktion des Medians für den PFOA-Gehalt von 2018 zu 2022 in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter ohne die drei Mütter (n=117) von 10,93 µg auf 4,43 µg/l), ein statistisch signifikanter Unterschied beider Gruppen lag nicht vor.

In der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter lagen die PFOA-Gehalte im Blut nur noch bei 51 Frauen (43,6 %) über dem HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma, während dies im Jahr 2018 noch bei 95 Frauen (81,2 %) der Fall war (siehe Tab. 7).

Tab. 7: Frauen im gebärfähigen Alter (n=117), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
2 (1,7 %)	18 (15,4 %)	20 (17,1 %)	48 (41,0 %)	95 (81,2 %)	51 (43,6 %)

5.3 PFAS-Gehalte ausgewertet nach einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten im Landkreis Altötting

5.3.1 Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Altötting

Allgemeinbevölkerung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Altötting (n=55) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung in diesem Versorgungsgebiet lag zwischen 21 und 82 Jahren, das mediane Alter betrug 58 Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 61,8 % Frauen (n=34) und 38,2 % Männern (n=21) zusammen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung im Versorgungsgebiet Altötting der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 8,24 µg/l auf 4,53 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 45,0 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Versorgungsgebiet Altötting im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 8 zu entnehmen.

Tab. 8: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Altötting in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=55)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	55	54	53	19	2	0	45	7	0
	2022	55	55	37	22	0	0	43	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	12,93	2,39	0,61	0,27	-	-	0,63	-	-
	2022	6,15	1,94	0,40	0,29	-	-	0,49	-	-
Median (µg/l)	2018	8,24	1,68	0,47	-	-	-	0,60	-	-
	2022	4,53	1,51	0,35	-	-	-	0,48	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	42,16	7,69	1,43	0,87	-	-	1,34	0,38	-
	2022	18,63	4,78	1,03	0,83	-	-	0,93	-	-
Minimum (µg/l)	2018	0,86	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	0,68	0,46	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	51,27	9,64	1,48	1,45	0,53	-	2,32	0,43	-
	2022	21,58	5,42	1,57	2,03	-	-	1,45	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei neun untersuchten Personen (16,4 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei 21 Personen (38,2 %) der Fall (siehe Tab. 9).

Tab. 9: Allgemeinbevölkerung des Trinkwasserversorgungsgebiets Altötting (n=55), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
2 (3,6 %)	5 (9,1 %)	32 (58,2 %)	41 (74,5 %)	21 (38,2 %)	9 (16,4 %)

Frauen im gebärfähigen Alter

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter (15-49 Jahre) aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Altötting (n=11) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter im Versorgungsgebiet Altötting der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 3,25 µg/l auf 1,68 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 48,3 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Versorgungsgebiet Altötting im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 10 zu entnehmen.

Tab. 10: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Altötting in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=11)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	11	11	10	5	0	0	4	1	0
	2022	11	11	5	3	0	0	3	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	3,44	1,73	0,42	-	-	-	-	-	-
	2022	1,83	1,64	0,31	0,25	-	-	-	-	-
Median (µg/l)	2018	3,25	1,44	0,41	-	-	-	-	-	-
	2022	1,68	1,15	**	-	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	7,90	4,10	0,62	0,51	-	-	0,44	0,27	-
	2022	3,15	4,68	0,73	0,63	-	-	0,36	-	-
Minimum (µg/l)	2018	1,38	0,41	-	-	-	-	-	-	-
	2022	0,76	0,39	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	7,90	4,10	0,62	0,51	-	-	0,44	0,27	-
	2022	3,15	4,68	0,73	0,63	-	-	0,36	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 bei keiner der untersuchten Frauen im gebärfähigen Alter über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei einer Frau der Fall (siehe Tab. 11).

Tab. 11: Frauen im gebärfähigen Alter im Trinkwasserversorgungsgebiet Altötting (n=11), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
2 (18,2 %)	7 (63,6 %)	8 (72,7 %)	4 (36,4 %)	1 (9,1 %)	0 (0 %)

5.3.2 Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Burgkirchen

Allgemeinbevölkerung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Burgkirchen (n=71) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung in diesem Versorgungsgebiet lag zwischen 15 und 87 Jahren, das mediane Alter betrug 59 Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 47,9 % Frauen (n=34) und 52,1 % Männern (n=37) zusammen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung im Versorgungsgebiet Burgkirchen der Median für den PFOA-Gehalt 2022 von 23,94 µg/l auf 11,00 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 54,1 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Burgkirchen im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 12 zu entnehmen.

Tab. 12: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Burgkirchen in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=71)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	71	71	70	51	6	1	59	10	1
	2022	71	71	59	37	5	0	59	0	1
Mittelwert (µg/l)	2018	30,80	2,68	0,92	0,52	-	-	0,61	-	-
	2022	14,21	2,32	0,65	0,48	-	-	0,50	-	-
Median (µg/l)	2018	23,94	2,12	0,72	0,39	-	-	0,52	-	-
	2022	11,00	2,00	0,45	0,28	-	-	0,50	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	74,04	6,06	1,67	1,39	0,36	-	1,29	0,34	-
	2022	32,19	5,07	1,44	1,85	0,36	-	1,00	-	-
Minimum (µg/l)	2018	3,62	0,49	-**	-	-	-	-	-	-
	2022	2,10	0,64	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	100,70	10,38	12,34	5,70	0,55	0,39	2,01	0,49	0,29
	2022	50,90	9,17	6,80	2,62	0,59	-	1,35	-	0,50

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut im Jahr 2022 nur noch bei 41 untersuchten Personen (57,7 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei 68 Personen (95,8 %) der Fall (siehe Tab. 13).

Tab. 13: Allgemeinbevölkerung des Trinkwasserversorgungsgebiets Burgkirchen (n=71), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	0 (0 %)	3 (4,2 %)	30 (42,3 %)	68 (95,8 %)	41 (57,7 %)

Frauen im gebärfähigen Alter

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Burgkirchen (n=11) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter im Versorgungsgebiet Burgkirchen der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 14,18 µg/l auf 6,40 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 54,9 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Versorgungsgebiet Burgkirchen im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 14 zu entnehmen.

Tab. 14: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Burgkirchen in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=11)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	11	11	11	7	1	0	4	0	0
	2022	11	11	7	7	0	0	5	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	15,35	1,26	0,48	0,39	0,14	-	0,25	-	-
	2022	7,47	1,81	0,62	0,77	-	-	0,21	-	-
Median (µg/l)	2018	14,18	1,23	0,39	0,33	-	-	-	-	-
	2022	6,40	1,95	0,48	0,58	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	30,71	1,77	0,86	1,05	0,27	-	1,00	-	-
	2022	18,61	3,81	1,77	1,83	-	-	0,34	-	-
Minimum (µg/l)	2018	4,10	0,86	0,29	-	-	-	-	-	-
	2022	1,76	0,48	**	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	30,71	1,77	0,86	1,05	0,27	-	1,00	-	-
	2022	18,61	3,81	1,77	1,83	-	-	0,34	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei sieben untersuchten Frauen im gebärfähigen Alter (63,6 %) über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei zehn Frauen (90,9 %) der Fall (siehe Tab. 15).

Tab. 15: Frauen im gebärfähigen Alter im Trinkwasserversorgungsgebiet Burgkirchen (n=11), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II- Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	2 (18,2 %)	1 (9,1 %)	2 (18,2 %)	10 (90,9 %)	7 (63,6 %)

5.3.3 Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Emmerting

Allgemeinbevölkerung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Emmerting (n=148) aus dem Jahr 2022 dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung dieses Versorgungsgebiets lag zwischen 14 und 81 Jahren, das mediane Alter betrug 59 Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 48,0 % Frauen (n=71) und 52,0 % Männern (n=77) zusammen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung im Versorgungsgebiet Emmerting der Median für den PFOA-Gehalt im Jahr 2022 von 30,50 µg/l auf 13,15 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 56,9 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Versorgungsgebiet Emmerting im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 16 zu entnehmen.

Tab. 16: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Emmerting in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=148)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	148	147	144	86	2	1	134	25	0
	2022	148	148	116	50	0	0	129	1	0
Mittelwert (µg/l)	2018	36,08	2,72	0,72	0,38	-	-	0,73	-	-
	2022	15,84	1,96	0,43	-	-	-	0,59	-	-
Median (µg/l)	2018	30,50	2,01	0,60	0,28	-	-	0,58	-	-
	2022	13,15	1,57	0,37	-	-	-	0,49	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	78,47	7,63	1,27	1,10	-	-	1,48	0,38	-
	2022	34,30	4,78	1,00	0,63	-	-	1,19	-	-
Minimum (µg/l)	2018	3,80	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	2,13	0,29	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	111,79	18,60	3,42	5,76	0,70	0,26	9,06	0,76	-
	2022	73,13	10,95	1,88	1,95	-	-	6,18	0,26	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei 95 untersuchten Personen (64,2 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei 141 Personen (95,3 %) der Fall (siehe Tab. 17).

Tab. 17: Allgemeinbevölkerung des Trinkwasserversorgungsgebiets Emmerting (n=148), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	0 (0 %)	7 (4,7 %)	53 (35,8 %)	141 (95,3 %)	95 (64,2 %)

Frauen im gebärfähigen Alter

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Emmerting (n=22) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter im Versorgungsgebiet Emmerting der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 23,78 µg/l auf 7,52 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 68,4 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Versorgungsgebiet Emmerting im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 18 zu entnehmen.

Tab. 18: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Emmerting in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=22)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	22	22	18	6	0	0	14	1	1
	2022	22	22	13	3	0	0	9	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	22,74	1,38	0,42	-	-	-	0,31	-	-
	2022	8,25	1,18	0,29	-	-	-	-	-	-
Median (µg/l)	2018	23,78	1,13	0,40	-	-	-	0,26	-	-
	2022	7,52	0,99	0,28	-	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	54,65	2,66	0,76	0,75	-	-	0,60	-	-
	2022	17,58	2,39	0,58	0,33	-	-	0,46	-	-
Minimum (µg/l)	2018	5,58	0,41	**	-	-	-	-	-	-
	2022	2,40	0,34	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	54,9	4,39	1,16	1,02	-	-	0,60	0,30	1,01
	2022	19,93	2,72	0,74	0,60	-	-	0,54	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei 14 untersuchten Frauen im gebärfähigen Alter (63,6 %) über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies noch bei allen 22 Frauen (100 %) der Fall (siehe Tab. 19).

Tab. 19: Frauen im gebärfähigen Alter im Trinkwasserversorgungsgebiet Emmerting (n=22), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	8 (36,4 %)	22 (100 %)	14 (63,6 %)

5.3.4 Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling

Allgemeinbevölkerung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Gruppe der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling (n=154) aus dem Jahr 2022 dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung in diesem Versorgungsgebiet lag zwischen 11 und 84 Jahren, das mediane Alter betrug 55 Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 42,9 % Frauen (n=66) und 57,1 % Männern (n=88) zusammen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung 2018 ist in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung im Versorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling der Median für den PFOA-Gehalt 2022 von 24,75 µg/l auf 10,54 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 57,4 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Versorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 20 zu entnehmen.

Tab. 20: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=154)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	154	153	149	86	4	4	140	26	0
	2022	154	154	107	64	2	1	124	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	27,85	2,21	0,70	0,37	-	-	0,62	-	-
	2022	12,71	1,92	0,47	0,35	-	-	0,50	-	-
Median (µg/l)	2018	24,75	1,79	0,59	0,28	-	-	0,55	-	-
	2022	10,54	1,63	0,38	-	-	-	0,45	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	57,19	5,24	1,64	1,28	-	-	1,41	0,36	-
	2022	27,40	5,01	1,31	1,11	-	-	1,10	-	-
Minimum (µg/l)	2018	6,31	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	0,93	0,35	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	89,01	10,57	4,14	2,10	0,57	0,45	2,94	0,54	-
	2022	78,93	8,68	1,97	2,05	0,62	0,28	2,05	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert ist zu sehen, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei 83 untersuchten Personen (53,9 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung über dem HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma lagen. 2018 war dies bei 140 Personen (90,9 %) der Fall (siehe Tab. 21).

Tab. 21: Allgemeinbevölkerung des Trinkwasserversorgungsgebiets Kastl und Markt Tüßling (n=154), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	1 (0,6 %)	14 (9,1 %)	70 (45,5 %)	140 (90,9 %)	83 (53,9 %)

Frauen im gebärfähigen Alter

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling (n=41) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter im Versorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 14,92 µg/l auf 5,10 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 65,8 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Versorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 22 zu entnehmen.

Tab. 22: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=41)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFD _o A	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	41	40	35	15	2	0	22	5	0
	2022	41	41	17	18	1	0	15	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	18,00	1,65	0,47	0,29	-	-	0,27	-	-
	2022	6,32	1,45	0,31	0,32	-	-	-	-	-
Median (µg/l)	2018	14,92	1,18	0,38	-	-	-	0,26	-	-
	2022	5,10	1,08	-	-	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	46,13	4,48	1,08	0,62	-	-	0,52	0,30	-
	2022	15,94	3,04	1,04	1,15	-	-	0,40	-	-
Minimum (µg/l)	2018	4,23	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	0,99	0,50	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	55,51	5,75	1,38	1,77	0,68	-	0,54	0,61	-
	2022	18,89	5,16	1,48	1,34	0,64	-	0,65	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei 21 untersuchten Frauen im gebärfähigen Alter (51,2 %) über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei 39 Frauen (95,1 %) der Fall (siehe Tab. 23).

Tab. 23: Frauen im gebärfähigen Alter im Trinkwasserversorgungsgebiet Kastl und Markt Tüßling (n=41), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II- Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	1 (2,4 %)	2 (4,9 %)	19 (46,4 %)	39 (95,1 %)	21 (51,2 %)

5.3.5 Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Neuötting und Winhöring

Allgemeinbevölkerung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Gruppe der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Neuötting und Winhöring (n=60) aus dem Jahr 2022 dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung in diesem Versorgungsbereich lag zwischen 14 und 84 Jahren, das mediane Alter betrug 60 Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 56,7 % Frauen (n=34) und 43,3 % Männern (n=26) zusammen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist der Median für den PFOA-Gehalt in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung 2022 von 21,07 µg/l auf 8,70 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 58,7 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus diesem Versorgungsgebiet im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 24 zu entnehmen.

Tab. 24: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Neuötting und Winhöring in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=60)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	60	57	55	17	1	0	49	6	0
	2022	60	60	38	22	1	0	45	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	23,60	2,15	0,55	-	-	-	0,57	-	-
	2022	10,58	2,03	0,38	0,26	-	-	0,47	-	-
Median (µg/l)	2018	21,07	1,63	0,50	-	-	-	0,51	-	-
	2022	8,70	1,38	0,32	-	-	-	0,41	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	50,54	7,04	1,07	0,59	-	-	1,20	0,29	-
	2022	25,93	6,92	1,02	0,75	-	-	1,01	-	-
Minimum (µg/l)	2018	5,87	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	2,20	0,33	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	54,77	12,81	2,09	1,94	0,29	-	2,84	0,41	-
	2022	27,20	9,57	1,18	0,94	0,33	-	2,13	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert ist zu sehen, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei 24 untersuchten Personen (40,0 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung über dem HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma lagen. 2018 war dies bei 52 Personen (86,7 %) der Fall (siehe Tab. 25).

Tab. 25: Allgemeinbevölkerung des Trinkwasserversorgungsgebiets Neuötting und Winhöring (n=60), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	0 (0 %)	8 (13,3 %)	36 (60,0 %)	52 (86,7 %)	24 (40,0 %)

Frauen im gebärfähigen Alter

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Neuötting und Winhöring (n=14) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter im Versorgungsgebiet Neuötting und Winhöring der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 6,02 µg/l auf 2,30 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 61,8 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Versorgungsgebiet Neuötting und Winhöring im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 26 zu entnehmen.

Tab. 26: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Neuötting und Winhöring in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=14)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFD _o A	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	14	13	8	1	0	0	3	0	0
	2022	14	14	4	3	0	0	1	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	8,04	1,07	0,32	-	-	-	-	-	-
	2022	2,55	1,10	-	-	-	-	-	-	-
Median (µg/l)	2018	6,02	0,96	0,32	-	-	-	-	-	-
	2022	2,30	0,90	-	-	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	20,99	2,10	1,09	0,70	-	-	0,33	-	-
	2022	5,98	3,98	0,55	0,51	-	-	0,30	-	-
Minimum (µg/l)	2018	3,39	-**	-	-	-	-	-	-	-
	2022	1,07	0,32	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	20,99	2,10	1,09	0,70	-	-	0,33	-	-
	2022	5,98	3,98	0,55	0,51	-	-	0,30	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei zwei untersuchten Frauen im gebärfähigen Alter (14,2 %) über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei neun Frauen (64,3 %) der Fall (siehe Tab. 27).

Tab. 27: Frauen im gebärfähigen Alter im Trinkwasserversorgungsgebiet Neuötting und Winhöring (n=14), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	6 (42,9 %)	5 (35,7 %)	6 (42,9 %)	9 (64,3 %)	2 (14,2 %)

5.3.6 Interne PFAS-Belastung im Versorgungsgebiet Marktl, Haiming, Stammham und Alzgern (Inn-Salzach-Gruppe)

Allgemeinbevölkerung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Gruppe der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Marktl, Haiming, Stammham und Alzgern (Inn-Salzach-Gruppe) (n=71) aus dem Jahr 2022 dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen. Die Altersspanne der Personen der Allgemeinbevölkerung in diesem Versorgungsgebiet lag zwischen 17 und 83 Jahren, das mediane Alter betrug 57 Jahre. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 38,0 % Frauen (n=27) und 62,0 % Männern (n=44) zusammen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung im Versorgungsgebiet der Inn-Salzach-Gruppe der Median für den PFOA-Gehalt im Jahr 2022 von 15,20 µg/l auf 8,88 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 41,6 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung dieses Untersuchungsgebiets im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 28 zu entnehmen.

Tab. 28: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Allgemeinbevölkerung aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet der Inn-Salzach-Gruppe in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=71)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	71	71	69	47	5	3	65	6	1
	2022	71	71	62	40	0	0	63	0	1
Mittelwert (µg/l)	2018	19,57	3,93	1,01	0,51	-	-	0,73	-	-
	2022	12,63	3,36	0,76	0,49	-	-	0,60	-	-
Median (µg/l)	2018	15,20	3,36	0,71	0,32	-	-	0,66	-	-
	2022	8,88	2,51	0,52	0,33	-	-	0,58	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	46,07	10,17	2,03	1,31	0,30	-	1,44	0,29	-
	2022	31,62	9,85	2,10	1,32	-	-	1,28	-	-
Minimum (µg/l)	2018	2,15	0,46	**	-	-	-	-	-	-
	2022	0,88	0,30	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	159,39	15,00	7,97	3,97	0,54	1,11	2,13	0,35	0,36
	2022	151,65	19,45	4,86	3,25	-	-	1,68	-	0,26

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei 28 untersuchten Personen (39,4 %) aus der Gruppe der Allgemeinbevölkerung über dem HBM-II-Wert von 10 µg/l Blutplasma lagen. 2018 war dies bei 53 Personen (74,6 %) der Fall (siehe Tab. 29).

Tab. 10: Allgemeinbevölkerung des Trinkwasserversorgungsgebiets der Inn-Salzach-Gruppe (n=71), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II-Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 10 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Allgemeinbevölkerung: Wert ≥ 10 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	2 (2,8 %)	18 (25,4 %)	41 (57,8 %)	53 (74,6 %)	28 (39,4 %)

Frauen im gebärfähigen Alter

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Marktl, Haiming, Stammham und Alzgern (Inn-Salzach-Gruppe) (n=18) dargestellt und mit den Ergebnissen der HBM-Untersuchung aus dem Jahr 2018 verglichen.

Im Vergleich zur HBM-Untersuchung im Jahr 2018 ist in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter im Versorgungsgebiet der Inn-Salzach-Gruppe der Median für den PFOA-Gehalt im Blut im Jahr 2022 von 7,55 µg/l auf 4,54 µg/l gesunken, was einem Rückgang von 39,9 % entspricht.

Die weiteren Ergebnisse für die verschiedenen perfluorierten Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Versorgungsgebiet der Inn-Salzach-Gruppe im Vergleich der beiden Jahre sind Tabelle 30 zu entnehmen.

Tab. 30: Perfluorierte Substanzen in den Serumproben der Frauen im gebärfähigen Alter aus dem Trinkwasserversorgungsgebiet Marktl, Haiming, Stammham und Alzgern (Inn-Salzach-Gruppe) in den Erhebungsjahren 2018 und 2022 in µg/l (n=18)

		PFOA	PFOS	PFNA	PFDA	PFDoA	PFHxA	PFHxS	PFBS	ADONA
Anzahl>BG* (n)	2018	18	18	17	9	3	0	12	0	0
	2022	18	18	14	13	0	0	8	0	0
Mittelwert (µg/l)	2018	9,65	3,45	0,73	0,45	-	-	0,37	-	-
	2022	6,84	2,86	0,56	0,48	-	-	0,29	-	-
Median (µg/l)	2018	7,55	2,49	0,62	0,34	-	-	0,32	-	-
	2022	4,54	2,64	0,48	0,41	-	-	-	-	-
95. Perzentil (µg/l)	2018	30,08	8,48	1,63	1,22	0,31	-	0,99	-	-
	2022	32,04	10,03	1,48	1,45	-	-	0,78	-	-
Minimum (µg/l)	2018	3,28	0,93	**	-	-	-	-	-	-
	2022	1,68	0,52	-	-	-	-	-	-	-
Maximum (µg/l)	2018	30,08	8,48	1,63	1,22	0,31	-	0,99	-	-
	2022	32,04	10,03	1,48	1,45	-	-	0,78	-	-

*BG: Bestimmungsgrenze (0,25 µg/l); bei Werten unter der BG wurde die halbe BG (0,125 µg/l) für die Berechnungen der in der Tabelle gezeigten Maßzahlen verwendet.

** diese Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l

Beim Vergleich der PFOA-Werte mit dem HBM-I- und HBM-II-Wert zeigt sich, dass die PFOA-Gehalte im Blut 2022 nur noch bei sieben untersuchten Frauen im gebärfähigen Alter (38,9 %) über dem entsprechenden HBM-II-Wert von 5 µg/l Blutplasma liegen. 2018 war dies bei 14 Frauen (77,8 %) der Fall (siehe Tab. 31).

Tab. 31: Frauen im gebärfähigen Alter im Trinkwasserversorgungsgebiet Marktl, Haiming, Stammham und Alzgern (Inn-Salzach-Gruppe) (n=18), Vergleich der Erhebungsjahre 2018 und 2022 in Bezug auf die Unter- und Überschreitung der HBM-I- bzw. -II-Werte für PFOA

Unter HBM-I-Wert (Wert < 2 µg/l)		Zwischen HBM-I- und HBM-II- Wert (Wert ≥ 2 µg/l und < 5 µg/l)		Über HBM-II-Wert (Frauen im gebärfähigen Alter: Wert ≥ 5 µg/l)	
2018	2022	2018	2022	2018	2022
0 (0 %)	2 (11,1 %)	4 (22,2 %)	9 (50,0 %)	14 (77,8 %)	7 (38,9 %)

5.3.7 Statistischer Vergleich des Rückgangs der internen PFOA-Belastung in den einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten bezogen auf den Median

Allgemeinbevölkerung

In Tabelle 32 ist eine Übersicht der Mediane sowie der prozentualen Rückgänge der PFOA-Gehalte der Allgemeinbevölkerung in den einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten dargestellt:

Tab. 32: Personenanzahl, Mediane und prozentuale Rückgänge der PFOA-Belastung in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung der einzelnen Trinkwasserversorgungsgebiete sowie für das gesamte Untersuchungsgebiet in den Erhebungsjahren 2018 und 2022

Trinkwasserversorgungsgebiet	Anzahl an Personen	Median für PFOA 2018 (µg/l)	Median für PFOA 2022 (µg/l)	Rückgang in %
Altötting	55	8,24	4,53	45,0
Burgkirchen	71	23,94	11,00	54,1
Emmerting	148	30,50	13,15	56,9
Kastl und Markt Tüßling	154	24,75	10,54	57,4
Neuötting und Winhöring	60	21,07	8,70	58,7
Marktl, Haiming, Stammham und Alzgern (Inn-Salzach-Gruppe)	71	15,20	8,88	41,6
Gesamtes Untersuchungsgebiet	559	23,18	10,00	56,9

Der stärkste Rückgang des Medians der internen PFOA-Belastung in der Gruppe der Allgemeinbevölkerung ist im Trinkwasserversorgungsgebiet Neuötting/Winhöring mit 58,7 % zu verzeichnen, den geringsten Rückgang gab es im Zweckverband der Inn-Salzach-Gruppe mit 41,6 %. Werden die prozentualen Rückgänge des PFOA-Gehaltes in den einzelnen Gebieten miteinander verglichen, ist auffällig, dass der Rückgang in der Inn-Salzach-Gruppe im Vergleich zum Rückgang in den Gebieten Burgkirchen, Emmerting, Kastl/Markt Tüßling, Neuötting/Winhöring ($p < 0,0001$) bzw. Altötting ($p = 0,025$) statistisch signifikant geringer ist (siehe hierzu [Kap. 6 „Bewertung der Ergebnisse“](#)). Beim Vergleich der prozentualen Rückgänge des PFOA-Gehaltes der Gebiete Burgkirchen, Emmerting, Kastl/Markt Tüßling, Neuötting/Winhöring und Altötting miteinander gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Frauen im gebärfähigen Alter

In Tabelle 33 werden die Mediane sowie die prozentualen Rückgänge der PFOA-Gehalte der Frauen im gebärfähigen Alter in den einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten dargestellt:

Tab. 33: Personenanzahl, Mediane und prozentuale Rückgänge der PFOA-Belastung in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter der einzelnen Trinkwasserversorgungsgebiete sowie für das gesamte Untersuchungsgebiet in den Erhebungsjahren 2018 und 2022

Trinkwasserversorgungsgebiet	Anzahl an Personen	Median für PFOA 2018 (µg/l)	Median für PFOA 2022 (µg/l)	Rückgang in %
Altötting	11	3,25	1,68	48,3
Burgkirchen	11	14,18	6,40	54,9
Emmerting	22	23,78	7,52	68,4
Kastl und Markt Tüßling	41	14,92	5,10	65,8
Neuötting und Winhöring	14	6,02	2,30	61,8
Markt, Haiming, Stammham und Alzger (Inn-Salzach-Gruppe)	18	7,55	4,54	39,9
Gesamtes Untersuchungsgebiet	117	10,93	4,43	59,5

Der stärkste Rückgang des Medians der internen PFOA-Belastung in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter ist im Trinkwasserversorgungsgebiet Emmerting mit 68,4 % zu verzeichnen, den geringsten Rückgang gab es im Zweckverband der Inn-Salzach-Gruppe mit 39,9 %. Da es sich bei den Frauen im gebärfähigen Alter um eine kleinere Untersuchungsgruppe handelt und daher die Zahl der Frauen in dieser Altersgruppe in den einzelnen Trinkwasserversorgungsgebieten sehr gering ist, wurden hier keine Untersuchungen zum statistischen Vergleich der einzelnen Gebiete durchgeführt.

6 Bewertung der Ergebnisse

Die gesundheitliche Bewertung der internen PFOA-Belastung erfolgt auf Grundlage der von der HBM-Kommission festgelegten HBM-Werte.

Der HBM-I-Wert als Vorsorge- bzw. Zielwert für die lebenslange PFOA-Exposition beträgt für die Allgemeinbevölkerung jeder Altersgruppe 2 µg PFOA/l Blutplasma. Nach dem aktuellen Stand der Bewertung ist bei der Unterschreitung dieses Wertes nicht von einer gesundheitlichen Beeinträchtigung auszugehen. Der Wert stellt eine Grenze dar, ab der vermehrt Vorsorgemaßnahmen erfolgen sollten. Eine Überschreitung des HBM-I-Wertes stellt keine Gesundheitsgefahr dar, sondern sollte Anlass sein, die Ursache der Belastung zu ermitteln und sie unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit zu minimieren.

Der HBM-II-Wert als Interventions- und Maßnahmenwert in Höhe von 5 µg PFOA/l Blutplasma für Frauen im gebärfähigen Alter und in Höhe von 10 µg PFOA/l Blutplasma für alle übrigen Bevölkerungsgruppen beschreibt die Konzentration, bei deren Überschreitung eine gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist, aber nicht auftreten muss. Laut HBM-Kommission sollten Maßnahmen zur Reduktion der Belastung durchgeführt werden. Zudem muss den Betroffenen eine umweltmedizinische Beratung angeboten werden.

Für Beschäftigte, die in direktem Kontakt mit PFOA sind, liegt ein rechtlich bindender biologischer Grenzwert (BGW) von 5000 µg/l vor (BAT-Wert). Auch wenn dieser Wert hier nicht unmittelbar zur Bewertung der internen Belastung herangezogen werden kann, verdeutlicht er doch den Abstand zu gesundheitlichen Effekten, die in anderen Rechtsbereichen als relevant angesehen werden.

Der HBM-II-Wert für PFOA wird zwar noch von ca. der Hälfte der an der Folgeuntersuchung teilnehmenden Personen überschritten, bei 40 % der Personen ist jedoch nach Ablauf einer Halbwertszeit die interne PFOA-Belastung unter den HBM-II-Wert abgesunken, was belegt, dass die Sanierung der Trinkwasserversorgung als erfolgreich zu werten ist.

Die Halbwertszeit für PFOA unterliegt natürlichen individuellen Schwankungen. Deshalb sind auch bei Personen aus einem Versorgungsgebiet Unterschiede beim Rückgang der im HBM festgestellten PFOA-Gehalte zu erwarten. Für einen Vergleich der Versorgungsgebiete wird deshalb in den Tabellen 32 und 33 jeweils der mediane Rückgang der PFOA-Gehalte von Personen der entsprechenden Gruppe (Tabelle 32: Allgemeinbevölkerung, Tabelle 33: Frauen im gebärfähigen Alter) bezogen auf das jeweilige Versorgungsgebiet angegeben. Die Mediane des Rückgangs liegen für alle Versorgungsgebiete innerhalb der zu erwartenden Schwankungsbreite. Den geringsten Rückgang weist der Median von Personen aus dem

Versorgungsgebiet Inn-Salzach auf, der leicht unter dem mittleren Rückgang der insgesamt untersuchten Bevölkerung liegt. Zu berücksichtigen ist dabei, dass bereits bei dem HBM im Jahr 2018 der Median für PFOA im Versorgungsgebiet der Inn-Salzach-Gruppe deutlich niedriger war als in den meisten anderen Versorgungsgebieten, so dass der bei der Untersuchung im Jahr 2022 erhaltene Median für PFOA weiterhin unter dem Durchschnitt aller Versorgungsgebiete liegt. Zu der etwas geringeren Reduktion des Medians für PFOA im Versorgungsgebiet der Inn-Salzach-Gruppe könnte beigetragen haben, dass auch nach dem ersten HBM im Jahr 2018 im Trinkwasser des Zweckverbands Inn-Salzach zum Teil noch niedrige Gehalte von PFOA nachweisbar waren. Diese lagen jeweils weit unter den entsprechenden fachlichen Vorgaben. So wurde seit April 2020 ein Gehalt von 0,01 µg/l, d. h. ein Zehntel des derzeit noch gültigen Trinkwasserleitwertes des Umweltbundesamtes für PFOA, nicht mehr überschritten. Damit wurde auch jeweils bereits der Grenzwert für die Summe der vier EFSA-PFAS (PFAS-4: PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS) von 0,02 µg/l eingehalten, der mit der Verabschiedung der neuen Trinkwasserverordnung erst Mitte 2023 eingeführt und ab 12. Januar 2028 Gültigkeit erlangen werden wird. Bei den zuletzt sanierten Trinkwasserversorgungen (Burgkirchen-Kastl bzw. Neuötting-Altötting) ist PFOA seit Dezember 2018 bei den Kontrolluntersuchungen des LGL in dem vom Wasserwerk abgegebenen Trinkwasser nicht mehr nachweisbar. (Trinkwasseruntersuchungsergebnisse des LGL siehe www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_59_trinkwasser/ue_2016_trinkwasser_pft_messwerte.htm).

7 Literatur

EFSA (European Food Safety Authority, Panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids) (2011). Scientific Opinion on the safety evaluation of the substance, 3H-perfluoro-3-[(3-methoxy-propoxy)propanoic acid], ammonium salt, CAS No. 958445-44-8, for use in food contact materials. EFSA Journal 9: 2182.

HBM-K (Kommission Human-Biomonitoring) (2018). Ableitung von HBM-I-Werten für Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) – Stellungnahme der Kommission „Humanbiomonitoring“ des Umweltbundesamts. Bundesgesundheitsbl. 1: 474-487.

Umweltbundesamt (2017). EU verbietet PFOA. Verfügbar unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/eu-verbietet-pfoa#:~:text=In%20der%20EU%20ist%20ab,giftig%20und%20sch%C3%A4dlich%20die%20Fortpflanzung> (letzter Zugriff am 14.03.2023).

Umweltbundesamt (2020). Human-Biomonitoring von perfluorierten Chemikalien - Erarbeitung eines Vorschlags zur Ableitung je eines HBM-II-Wertes für PFOA und PFOS. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/human-biomonitoring-von-perfluorierten-chemikalien> (letzter Zugriff am 14.03.2023).