

FAQs zur PFC-Situation im Bereich des Großen Birkensees sowie im Einzugsgebiet des Röthenbaches

Stand Oktober 2022

Inhalt:

1. Was sind PFC bzw. PFAS? Was sind PFOS und H4PFOS?
2. Dimensionsvergleich für wichtige Kennzahlen
3. Wie nimmt der Mensch PFC auf? Sind PFC gesundheitsschädlich? Ab welcher Menge wird die Aufnahme von PFC gesundheitlich bedenklich?
4. Bisherige PFC-Untersuchungen im Bereich des Birkensees
5. Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen
 - a) Großer Birkensee
 - b) Kläranlage Leinburg
 - c) Bisher nahm man an, dass zwischen dem Röthenbach, dem Finstergraben und dem Birkensee keine Verbindung besteht. Durch welche Untersuchungsergebnisse kam die Erkenntnis zustande, dass sie nun doch verbunden sind?
6. Was bedeutet dies für die Menschen im Nürnberger Land?
 - a) Wie sicher sind Baden und Angeln im Großen Birkensee?
 - b) Wie sicher ist die Trinkwasserversorgung von Leinburg, Lauf und Röthenbach, die im Einzugsgebiet der PFC-Verunreinigung liegt?
 - c) Welche Leit- und Grenzwerte gibt es für die verschiedenen Wasser (Abwasser, Grundwasser, Trinkwasser)? Was bedeuten sie für die Praxis?
7. Welche Untersuchungen und Maßnahmen sind für die Zukunft geplant?



Landratsamt Nürnberger Land
Büro des Landrats
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Waldluststraße 1
91207 Lauf a. d. Peg.
Tel.: 09123 950 6011
presse@nuernberger-land.de
www.nuernberger-land.de

Immer wieder finden sich in der Umwelt Spuren von Chemikalien der PFC-Gruppe. Im Nürnberger Land ist das Thema durch den Großen Birkensee bei der Bevölkerung, bei Behörden und der Presse präsent. Wir beantworten Ihnen im Folgenden die wichtigsten Fragen und erklären, welche Erkenntnisse aktuell vorliegen und wie sich die Situation für die Fachleute darstellt.

1. Was sind PFC bzw. PFAS? Was sind PFOS und H4PFOS?

PFC, perfluorierte Chemikalien, beziehungsweise PFAS, per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen, sind Überbegriffe für rund 5.000 chemische Einzelsubstanzen. PFC kommen nicht natürlich vor, sie wurden künstlich von Menschen hergestellt, sind also „anthropogen“. PFC haben mehrere besondere Eigenschaften: Sie sind wasser-, schmutz- und fettabweisend und bleiben auch bei Hitze und in Berührung mit vielen anderen Chemikalien stabil. Menschen verwenden sie seit über 80 Jahren in etlichen Bereichen des täglichen Lebens: in beschichteten Pappbechern, Pizzakartons oder Kochgeschirr, in Outdoor- und Arbeitskleidung, in Imprägniersprays oder bestimmten Wachsen, in Feuerlöschschäumen, in der Industrie und im Baugewerbe, zum Beispiel in Wetterschutzfarben, und so fort.

Durch diese weit verbreitete Nutzung sind die PFC in die Umwelt gelangt. Sie zersetzen sich nicht auf natürlichem Wege und nur spezielle Reinigungs- oder Aufbereitungsanlagen sind technisch dazu in der Lage, manche von ihnen herauszufiltern. Über Wasser und Luft haben sich PFC mittlerweile bis in die entlegensten Gebiete der Welt verteilt und finden sich beispielsweise im Himalaya oder der Arktis¹.

Im Nürnberger Land tauchen in jüngster Zeit vor allem zwei PFC auf: PFOS und H4PFOS.

PFOS, Perfluorooctansulfonsäure, ist eine langkettige PFC, die seit 2012 verboten ist. PFOS wurde seit 1950 eingesetzt in Feuerlöschschäumen, Fotoresistlacken, fotografischen Beschichtungen, medizinischen Geräten, Insektiziden, Textilien, Teppichen, Papier und Verpackungen. Heute ist die Nutzung nur noch ausnahmsweise erlaubt.

H4PFOS, 6:2-Fluortelomersulfonsäure, ein kurzkettiger Vertreter der PFC, wird heute als Ersatz für PFOS eingesetzt, beispielsweise in Löschschaummitteln, zur Hart- und Dekorativverchromung oder auch bei manchen Fertigungsprozessen aus Arbeitsschutzgründen.

¹ Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffgruppen/per-polyfluorierte-chemikalien-pfc#wie-gelangen-pfc-in-umwelt-und-mensch> (aufgerufen am 07.09.2022)

2. Dimensionsvergleich für wichtige Kennzahlen

PFC-Konzentrationen werden oft in Mikrogramm oder Mikrolitern angegeben. Ein Gramm (g) ist ein Tausendstel Kilogramm, ein Milligramm (mg) ist ein Tausendstel Gramm, ein Mikrogramm (μg) ist ein Tausendstel Milligramm, oder auch ein Millionstel Gramm und ein Milliardenstel Kilogramm. Ebenso ist es bei Litern: Ein Mikroliter (μl) ist ein Millionstel Liter.

Zur Verdeutlichung dienen diese Schaubilder:

10 g/l	1 Zuckerwürfel in	
1 g/l	1 Zuckerwürfel in	
1 mg/l	1 Zuckerwürfel in	
1 $\mu\text{g/l}$	1 Zuckerwürfel in	
1 ng/l	1 Zuckerwürfel in	
1 g/kg	1 Zuckerwürfel in	
1 mg/kg	1 Zuckerwürfel in	
1 $\mu\text{g/kg}$	1 Zuckerwürfel in	
1 ng/kg	1 Zuckerwürfel in	

Abbildung 1, Quelle: R & H Umwelt GmbH

3. Wie nimmt der Mensch PFC auf? Sind PFC gesundheitsschädlich? Ab welcher Menge wird die Aufnahme von PFC gesundheitlich bedenklich?

Der Mensch kann über verschiedenste Quellen PFC aufnehmen: Erstens, wenn er selbst im Alltag PFC-haltige Gegenstände oder Stoffe nutzt, beispielsweise, wenn sich Mikropartikel von beschichteten Flächen im Geschirr oder der Lebensmittelverpackung lösen, und zweitens, wenn er Wasser, Pflanzen oder Tierprodukte zu sich nimmt, in denen sich die inzwischen überall vorkommenden PFC angereichert haben. Auch der menschliche Körper kann PFC nicht zersetzen, sondern scheidet sie langsam wieder aus, bei PFOS beispielsweise dauert dies circa fünf Jahre².

Die aktuellen Erkenntnisse über die Auswirkungen von PFC auf Menschen stammen aus Experimenten und Studien mit Tieren, beispielweise Mäusen und Ratten, sowie Untersuchungen an Menschengruppen, die aus verschiedenen Gründen mit den Chemikalien in Berührung kamen, zum Beispiel, weil sie ihnen beruflich ausgesetzt waren. Das Umweltbundesamt hat mehrere Studien zu PFC und ihrer Wirkung auf den Menschen ausgewertet und schreibt:

„Epidemiologische Studien (= Untersuchungen der Bevölkerung, also von Menschen, Anm. LRA) zu PFOS und PFOA lassen den Schluss zu, dass diese Stoffe eine verringerte Antikörperantwort auf Impfungen bewirken können. Einige der Studien legen nahe, dass erhöhte Serumspiegel von PFOS und PFOA mit einer erhöhten Infektionsneigung verbunden sind. Es liegen außerdem eindeutige Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber PFOS, PFOA und PFNA (Perfluornonancarboxylat) und erhöhten Serumspiegeln von Cholesterin vor. Weitere epidemiologische Studien weisen darauf hin, dass möglicherweise ein kausaler Zusammenhang zwischen einer PFOS- und/oder PFOA-Exposition und einem verringerten Geburtsgewicht besteht. All diese Befunde werden durch Daten aus Tierversuchen gestützt.

Im Gegensatz zu Tierversuchen zeigen epidemiologische Studien dagegen nur eine unzureichende Evidenz für Zusammenhänge zwischen einer Exposition gegenüber PFC und der neurologischen Entwicklung, der Schilddrüsenfunktion oder einem erhöhten Krebsrisiko. (IARC: limited evidence, EFSA: no evidence) (IARC, 2016; EFSA, 2020).“³ Anders ausgedrückt: Die Studien sehen keine Beweise dafür, dass PFC Krebs auslösen, die neurologische Entwicklung oder die Funktion der Schilddrüse stören.

² Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/pfc-im-menschen?parent=74774> (aufgerufen am 06.09.22)

³ Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffe-ihre-eigenschaften/stoffgruppen/per-polyfluorierte-chemikalien-pfc/besorgniserregende-eigenschaften-von-pfc>. (aufgerufen am 06.09.22)

Die IARC ist die International Agency for Research on Cancer der WHO, die erwähnte Studie hat den Titel „[Some Chemicals Used as Solvents and in Polymer Manufacture. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 110](#)“ und erschien 2016. Die EFSA ist die European Food Safety Authority, eine Organisation der EU, die Studie trägt den Titel „[Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food](#)“ und erschien 2020.

Als Reaktion auf die Studie der EFSA von 2020, die das Umweltbundesamt hier nennt, hat das CONTAM Panel, das Gremium für Kontaminanten in der Lebensmittelkette, das ebenfalls bei der EFSA angesiedelt ist, den „tolerable weekly intake“ (TWI) angepasst und verschärft. Der TWI ist der Wert oder die Menge an den in der Studie untersuchten PFC (PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS), die, in Summe pro Woche aufgenommen, die EFSA bei Menschen für gesundheitlich tolerierbar hält. Der aktuelle TWI ist nun 4,4 ng oder 0,0044 µg pro Kilogramm Körpergewicht⁴. Ein 75 Kilo wiegender Mensch dürfte also 330 ng oder 0,33 µg PFC (also PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS in Summe) pro Woche aufnehmen, ohne nach der derzeitigen Einschätzung der EFSA gesundheitlich gefährdet zu sein. Nähme er dauerhaft mehr auf, könnte dies nach der derzeitigen Einschätzung der EFSA zu Schäden führen.

4. Bisherige PFC-Untersuchungen im Bereich des Birkensees

PFC finden sich aufgrund ihrer vielfachen Verwendung mittlerweile überall auf der Welt – auch im Nürnberger Land im Birkensee und dessen Umgebung. Die Aufarbeitung der Problematik rund um den Birkensee, die neben der Erfassung der Belastung vor allem das Auffinden des Ursprungs und der Ursachen zum Ziel hat, dauert nun schon einige Jahre. Das Thema ist sehr komplex. Es sind etliche Untersuchungen notwendig. Neue Erkenntnisse der Wissenschaft, etwa zum Verhalten von PFC in der Umwelt, neue Erkenntnisse vor Ort, etwa über den Umfang der Belastung oder die lokalen geologischen Gegebenheiten, und Änderungen der Gesetzeslage oder der äußeren Umstände, etwa das Verbot von PFOS und die Einführung des Ersatzstoffes H4PFOS, machen immer wieder Anpassungen in Strategie und Methodik notwendig. Im Folgenden ein kurzer Abriss der wichtigsten Ereignisse für den Birkensee und seine Umgebung:

2012 wurde PFOS verboten. Die Kläranlage Leinburg begann, ihr Wasser regelmäßig auf PFC zu untersuchen. 2013 wurden der Birkensee, umliegende Gewässer und Trinkwasserbrunnen wurden durch das Gesundheitsamt Nürnberger Land ebenfalls

⁴ Quelle: „Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food“; <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6223> (aufgerufen am 06.09.2022)

auf PFC untersucht. Nach den PFC-Nachweisen im Birkensee und den Oberflächengewässern startete das Wasserwirtschaftsamt Nürnberg 2013 das Fließgewässerscreening von Finstergraben und Röthenbach sowie das Grundwassermonitoring, also die regelmäßige Untersuchung dieser Gewässer auf PFC, die bis heute im Rahmen der technischen Gewässeraufsicht weitergeführt werden. Da man im Birkensee PFC in relativ hoher Konzentration fand, weiteten die Behörden die Untersuchung 2014 auf eine Amtsermittlung aus und untersuchten den nördlichen Müllhang. Parallel dazu wurden Fische und Wildschweine im Revier des Birkensees auf Kontamination analysiert. 2015 untersuchten Taucher das Birkensee-Sediment auf PFAS und wurden fündig. Das Wasserwirtschaftsamt berichtete in der öffentlichen Umweltausschusssitzung des Kreistags des Nürnberger Landes und das Staatliche Gesundheitsamt des Kreises sprach ein Badeverbot für Birkensee aus, weil man die erhöhten Werte noch nicht einordnen konnte. Das Verbot wurde später in die Badewarnung umgewandelt. 2016 wurden sechs neue Grundwassermessstellen am Birkensee errichtet, ihre Daten werden seitdem regelmäßig ausgewertet. Außerdem untersuchte man das Sediment des Finstergrabens auf Belastung mit PFC. 2017 und 2018 ging die Suche nach der Quelle der PFC-Belastung in verschiedenen Richtungen weiter, man fand darüber auch PFC in der Sandgrube Seelach, 2018 fand die erste Informationsveranstaltung für die Öffentlichkeit statt, die seitdem jährlich angeboten wird (bis auf 2021 wegen Corona). 2019 schrieben die Bayerischen Staatsforsten nach entsprechender Verpflichtung durch das Landratsamt die Detailuntersuchung des Birkensees aus, die 2020 und 2021 vom Ingenieur- und Beratungsunternehmen TAUW durchgeführt wurde. Weitere Grundwassermessstellen im Zustrom des Birkensees, in der Nähe des Tagebaus Seelach, wurden durch den dortigen Betreiber installiert. 2021 schrieben die Wasserversorgungsunternehmen die Erstellung eines Grundwassermodells aus, das inzwischen vergeben und in Bearbeitung ist, und die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg begann mit geoelektrischen Untersuchungen im Röthenbachtal. 2022 intensivierte man die PFC-Untersuchungen in der Gemeinde Leinburg, das Umweltingenieurbüro R&H prüfte Kanalnetz, Kläranlage und die Verlässungsflächen des Finstergrabens auf PFC.

5. Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen

a) Großer Birkensee

Sowohl im Seewasser als auch im Seesediment des Großen Birkensees wurden PFC nachgewiesen. Das Gesundheitsamt Nürnberger Land untersucht gemeinsam mit dem Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) das Seewasser im oberen ersten Meter mehrmals im Jahr. Die aktuellen Werte sind seit 2016 auf der [Homepage des Landratsamts](#) nachzulesen.

Gut zu wissen: Die festgestellten Konzentrationen variieren, weil der große Birkensee einem jahreszeitlichen Wechsel von Stagnation und Durchmischung unterliegt. Temperaturabhängig stellen sich im Winter und Sommer sogenannte Schichten ein, die im Herbst und Frühjahr durchmischt werden. Je nach Probenahmezeitpunkt verändern sich damit die Ergebnisse des oberen ersten Meters.

Bei einer Beprobung im Sommer 2015 wurde festgestellt, dass die PFC-Konzentrationen mit der Seetiefe zunehmen. Im anschließend untersuchten Seesediment wurden in Tiefen von sechs Metern (westliche Seesohle) bis zwölf Metern (östliche Seesohle) ebenfalls PFC nachgewiesen.

Um zu klären,

- ob die PFC flächig oder punktuell über die Seesohle verteilt sind,
- ob die PFC nur im Sediment oder auch im anstehenden Untergrund zu finden sind, und
- ob sich der Verdacht auf eine Altlast bzw. eine schädliche Bodenveränderung für das Seesediment bestätigt,

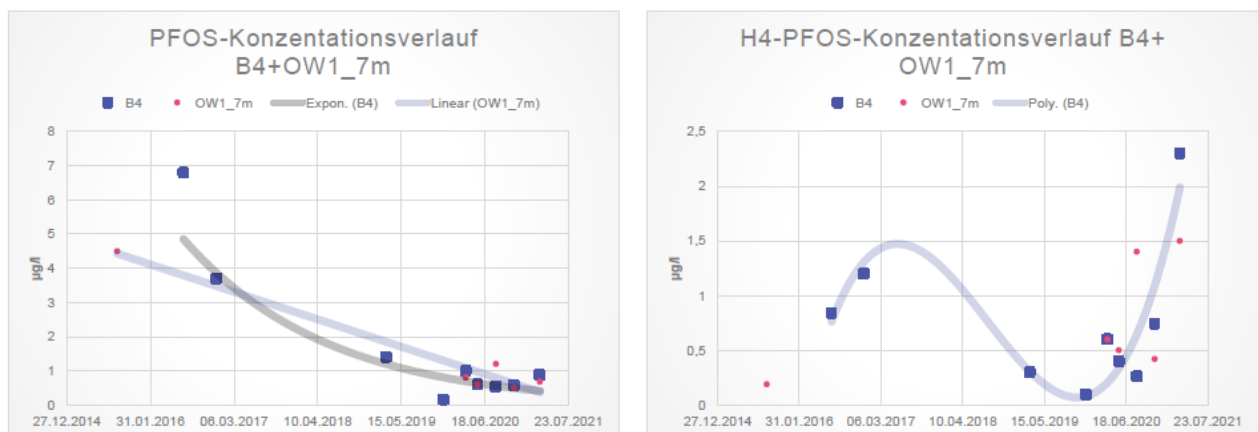
war eine Detailuntersuchung notwendig. Diese hat das Ingenieur- und Beratungsunternehmen TAUW in den Jahren 2020 und 2021 durchgeführt. Zur Untersuchung gehörten eine Echolotung des Seegrunds und ein einjähriges Monitoring des Grund- und Oberflächenwassers⁵. Außerdem erhob TAUW umfangreiche Daten, unter anderem mittels 21 Erkundungsbohrungen und zwei Untersuchungspunkten in zwei Tiefenstufen im See sowie sechs Grundwassermessstellen, und untersuchte 50 Wasser- und 42 Feststoffproben chemisch. Das Unternehmen erstellte ein theoretisches Modell des Birkensees zu den Strömungsverhältnissen des Grundwassers zum See hin beziehungsweise weg vom See und untersuchte das zuströmende und abströmende Grundwasser.

⁵ Oberflächenwasser: alle Arten von Wasser in natürlichen oder künstlichen, oberirdisch verlaufenden Gewässern

Die höchsten PFAS-Gehalte finden sich am Grund des Sees im Sediment in dem Bereich, in dem Grundwasser zuströmt. In der Abbildung 2 ist zu erkennen, dass der PFOS-Gehalt seit 2016 in der Grundwassermessstelle B4 im Zustrom des Birkensees und am Untersuchungspunkt OW1-7m im Birkensee in der der Tiefenstufe von 7m kontinuierlich abnimmt, der H4PFOS-Gehalt jedoch stetig zunimmt (H4PFOS ist eine Ersatzsubstanz für das seit 2012 verbotene PFOS). TAUW geht davon aus, dass PFOS sich in den Jahren, als es noch genutzt wurde, im tieferen Bereich des Birkensees angelagert hat und dort ein Schadstoffdepot bildet, das seit 2015 ausgetragen wird und sich allmählich leert.

Detailuntersuchung Birkensee

Konzentrationsverlauf H4-PFOS an B4 und OW1_7m im Grund- und Seewasser



22.

Abbildung 2: Konzentrationsverlauf von H4-PFOS an den Messstellen B4 und OW1-7m
Quelle: TAUW

Im Grundwasser, das vom Birkensee abströmt, nimmt die PFC-Belastung ab.

Aus dieser Detailuntersuchung durch TAUW 2020 ist zu schließen, dass es keine Schadstoffquelle im See selbst gibt, wie bis dato angenommen. Stattdessen wird die Belastung mit PFOS und H4PFOS aus dem Grundwasserzustrom vermutet. Der Birkensee ist also eine Durchgangsstation für die Stoffe und hält sie, wie man am PFOS sieht, einen begrenzten Zeitraum als Pufferspeicher zurück.

b) Kläranlage Leinburg

Die Kläranlage Leinburg/ Diepersdorf reinigt das Wasser der Ortschaften Gersdorf, Gersberg, Oberhaidelbach, Unterhaidelbach, Winn, Weißenbrunn, Ernhofen, Pötzing, Scherau, Heiligenmühle, Leinburg und Diepersdorf, alles Ortsteile der Gemeinde Leinburg. Der Kläranlagenablauf mündet in den Bach Finstergraben. Bei hohem Wasserandrang gelangt das Finstergrabenwasser in drei dafür vorgesehene Versickerungsflächen in der direkten Umgebung.

Zu- und Ablauf der Kläranlage wurden über die Jahre immer wieder auf das Vorkommen von PFC untersucht. Die µg/l-Ergebnisse sind die Summe aller gefundenen PFC. Es dominiert jedoch PFOS.

- 07/2012: 7 Messungen Ablauf: 7,39 µg/l – 13,8 µg/l (PFOS-Anteil ca. 80 %)
- 06/2013: KA-Zulauf: 9,45 µg/l, KA-Ablauf 4,61 µg/l
- 09/2013: KA-Zulauf: 2,23 µg/l, KA-Ablauf 2,59 µg/l
- 09/2015: KA-Zulauf: 6,67 µg/l, KA-Ablauf 0,81 µg/l
- 2017: KA-Ablauf ca. 2,7 µg/l

Auf der Kläranlage fallen pro Jahr circa 6.000 Kubikmeter Klärschlamm an, der ebenfalls regelmäßig auf PFC untersucht wird. Hauptsächlich taucht hier PFOS auf. Seit diese Substanz 2012 verboten wurde, sank die Belastung kontinuierlich und stagniert seitdem im niedrigen dreistelligen Mikrogrammbereich.

- 2012: 25.100 µg/kg
- 2014: 8.000 µg/kg
- 2018: 270 µg/kg
- 2020: 77 µg/kg
- 2021: 140 µg/kg
- 2022: 280 µg/kg⁶

Die Belastungen im Klärschlamm erklären sich trotz der verhältnismäßig geringen PFC-Konzentrationen im ankommenden Abwasser durch die hohe Abwasserdurchsatzmenge von ca. 1.000.000 m³ pro Jahr. In der Kläranlage Leinburg wird PFOS seit dem Verbot der Einleitung mit den dann nur noch geringen Konzentrationen nachweis-

⁶ Die Zahlen aus den Jahren 2020 und 2021 bedeuten hier keinen erneuten Anstieg, sondern sind durch Schwankungen bei den Messungen bedingt, die bei diesen niedrigen Konzentrationen – niedriger dreistelliger Mikrogrammbereich – normal sind.

lich nahezu vollständig im Klärschlamm gebunden und so zurückgehalten. Der Klärschlamm wird immer einer thermischen Entsorgung zugeführt, also verbrannt, um PFOS zu eliminieren.

Seit 2012 taucht im Schmutzwasser der Kläranlage Leinburg zunehmend der PFOS-Ersatzstoff H4PFOS auf, der aufgrund seiner chemischen Beschaffenheit kaum im Klärschlamm gebunden wird, sodass mit dem gereinigten Abwasser der Kläranlage immer noch H4PFOS-Mengen in den Finstergraben gelangen. H4PFOS unterliegt derzeit keinem Nutzungs- und Einleitungsverbot in das Abwasser.

Das Umweltingenieurbüro R&H aus Nürnberg hat die Kläranlage Leinburg/ Diepersdorf und die Umgebung auf das Vorkommen von PFC untersucht. Von September 2021 bis Juli 2022 beprobte R&H in aufeinander aufbauenden Beprobungskampagnen mehrfach den Klärschlamm und das Abwasser in allen Becken sowie den Zu- und Auslauf der Kläranlage, nahm Proben vom Sediment und Oberflächenwasser des Finstergrabens und seiner Versickerungsflächen, wertete fünf Grundwassermessstellen im Bereich der Sandgrube Seelach aus, untersuchte das Grundwasser im Nordwesten der Kläranlage, nahm eine grobe Bestimmung der kleinräumigen Grundwasserfließrichtung im Bereich des Finstergrabens vor und untersuchte die Sielhaut⁷ und das Abwasser in insgesamt rund zwanzig Kanalschächten im Bereich des Industriegebiets.

R&H fand hauptsächlich PFOS und H4PFOS. In den beprobten Medien Abwasser und Oberflächenwasser dominierte zum Zeitpunkt der Untersuchung das Ersatzprodukt H4PFOS. Dies erklärt sich dadurch, dass dieser Stoff, wie erläutert, gegenwärtig nicht verboten ist und durch die Kläranlage nicht vollständig herausgefiltert werden kann.

⁷ Sielhaut: Biofilm aus toter und lebender Biomasse sowie aus anorganischen Bestandteilen, der sich über längere Zeiträume an Kanalwänden bildet

4.2 Untersuchungsergebnisse Kläranlage

PFAS-Untersuchungen im Bereich der Kläranlage der Gemeinde Leinburg

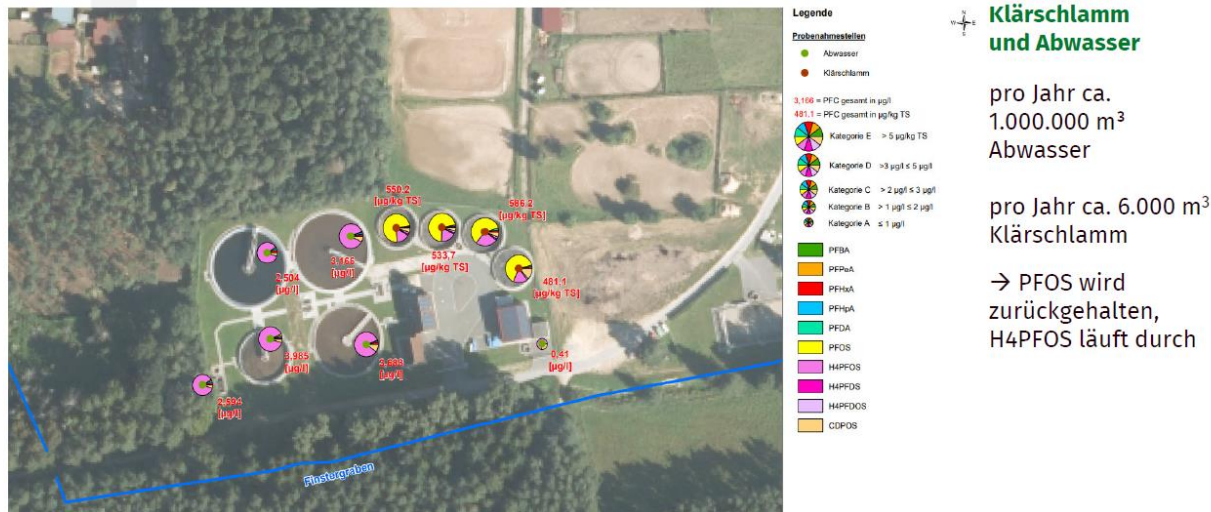


Abbildung 3, Quelle: R & H Umwelt GmbH

In der Sielhaut der Kanalschächte, im Sediment des Finstergrabens sowie im Grundwasser dominiert hingegen PFOS. Dieser Stoff darf gegenwärtig zwar nicht mehr eingesetzt werden, reicherte sich hier aber in der Vergangenheit über viele Jahre an. Sowohl das Sediment des Finstergrabens als auch das der Versickerungsflächen 2 und 3 sind daher deutlich mit PFOS belastet.

Die PFC-Belastung im Grundwasser, über die die Grundwassermessstellen 3, 4 und 5 sowie die Direct-Push-Sondierungen⁸ Aufschluss geben, stammt voraussichtlich aus der Kläranlage Leinburg.

Durch Stichtagsmessungen in Grundwassermessstellen belegbar ist im Moment folgender Zusammenhang der Gewässer: Das Wasser aus der Kläranlage Leinburg fließt Richtung Sandabbau Seelach, quert einen Abschnitt des Röthenbachs südöstlich des Birkensees, tritt somit in den östlichen Birkensee-Bereich ein, passiert ihn und fließt dann von dort in den nördlich gelegenen Abschnitt des Röthenbachs.

Mit den jüngsten R&H-Untersuchungen steht im Raum, dass es von den Versickerungsflächen rechts des Finstergrabens eine Bewegung des Wassers in Ost-West-Richtung zum Birkensee hin geben könnte. Diese ist jedoch noch nicht völlig plausibel geklärt.

⁸ Direct-Push-Sondierung: Hierbei wird eine Sonde an einer hohlen Stange in den Boden getrieben, bis sie das Grundwasser erreicht, sodass man Wasserproben entnehmen kann und herausfindet, in welcher Tiefe das Grundwasser liegt.

Das Umweltingenieurbüro R&H schätzt, dass die Hauptursache der Verunreinigung indirekt im Umfeld bzw. im nordwestlichen Ablaufbereich/Finstergraben der Kläranlage Leinburg-Diepersdorf zu finden ist. Zum jetzigen Zeitpunkt ist allerdings noch nicht geklärt, wie groß das Schadensausmaß ist, wo die Hauptschadensbereiche liegen und wer ursprünglich für die Verunreinigung verantwortlich ist, die in der Kläranlage sichtbar wird. Dazu sind noch umfangreiche Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Das Landratsamt Nürnberger Land und die Gemeinde Leinburg als Kläranlagenbetreiber haben die bisherigen Erkenntnisse gemeinsam mit den anderen beteiligten Akteuren herausgearbeitet. Sie werden auch den Punkten, die noch zu klären sind, nachgehen und abgestimmt geeignete Maßnahmen ergreifen.

c) Bisher nahm man an, dass zwischen dem Röthenbach, dem Finstergraben und dem Birkensee keine Verbindung besteht. Durch welche Untersuchungsergebnisse kam die Erkenntnis zustande, dass sie nun doch verbunden sind?

Der Grundwasserzustrom zum Birkensee stammt aus südöstlicher Richtung. Südöstlich des Birkensees liegt zwischen dem Röthenbach und dem Finstergraben der Sandabbau Seelach. 2005/2006 wurden dort drei Grundwassermessstellen im ersten Grundwasserstockwerk eingerichtet und seitdem werden dort die Grundwasserverhältnisse überwacht. Zweimal jährlich werden dort Grundwasserstandsmessungen durchgeführt. Jedes Mal wurde eine Grundwasserfließrichtung von Südosten nach Nordwesten (begleitend zum Röthenbach) festgestellt. Es gab für den direkten Zusammenhang zwischen dem Birkensee und dem Bereich der Kläranlage Leinburg beziehungsweise dem Finstergraben mit den Versickerungsflächen keine zweifelsfreien Anhaltspunkte, man ging davon aus, dass die Gewässer in zwei getrennten Rinnen verlaufen. Obwohl mehrere Fachstellen eine Verbindung annahmen, sagten die Daten hier etwas anderes.

2020 wurden die Grundwassermessstellen GWM 4 und GWM 5 zwischen dem Sandabbau Seelach und der Kläranlage Leinburg für die PFC-Erkundungen eingerichtet. Durch die dort gesammelten Daten fand man eine Verbindung zwischen der Röthenbachrinne und der Finstergrabenrinne in diesem Bereich: Mit dem Finstergraben in Verbindung stehendes Grundwasser bewegt sich in einer eigenen, kleineren Rinne nach Südwesten. Die kleinere Rinne verschiebt sich auf Höhe der Sandgrube Seelach Richtung Norden und geht in die größere Hauptrinne des Röthenbaches ein, mit der

das Grundwasser dann in Richtung der Stadt Röthenbach, aber auch dem Birkensee zuströmen kann.

Wichtig zu wissen: Grundwasserfließrichtungen können sich verändern. Aus heutigen Erkenntnissen kann man nicht 1:1 auf die Verhältnisse der letzten zehn Jahre schließen. Trockenjahre mit stark schwankenden Grundwasserspiegeln oder auch Tätigkeiten im Sandabbau können hier wesentlichen Einfluss genommen haben.

Inzwischen gibt auch die Wasserbeschaffenheit Anhaltspunkte: PFC-Analyseergebnisse können grafisch über sogenannte „Fingerprints“ dargestellt werden. Bei einem PFC-Fund wird aufgegliedert, welche einzelnen Substanzen gefunden wurden und in welchen Mengen. So ergibt sich je nach Probenahmeort ein ganz individuelles Profil, ähnlich einem Fingerabdruck, einem Fingerprint.

Die Fingerprints im Finstergraben verändern ihr Spektrum über die Zeit: Ändern sich in der Verwendung von PFC deren Zusammensetzungen, beispielsweise weg von dem inzwischen verbotenen PFOS hin zu dem erlaubten H4PFOS, dann findet sich diese Veränderung mit zeitlichem Versatz im Gewässer und noch etwas später auch im Grundwasser wieder. Die Bandbreite und die Hauptkomponenten, also die Fingerprints, wichen zu Beginn im direkten Vergleich zwischen dem Finstergraben und dem Birkensee voneinander ab, beide Gewässer hatten also verschiedene Fingerabdrücke. Dies stützte die Vermutung der hydrogeologischen Trennung.

In den neuen Grundwassermessstellen im Zustrom zum Sandabbau Seelach wurden 2020 und 2021 hingegen Fingerprints gefunden, die den Fingerprints der Grundwassermessstellen am Birkensee weitestgehend entsprechen: Sowohl in der GWM 4 und 5 des Sandabbaus Seelach als auch in den Birkensee-Messstellen B4 sind die Hauptkomponenten inzwischen H4PFOS, PFOS, PFPeA und PFHxA. Nun, mit zeitlichem Abstand, ähneln sich die Fingerprints der beiden Gewässer immer mehr.

Des Weiteren hatten die Fachstellen erwartet, dass bei einem Zusammenhang zwischen dem Birkensee und Leinburg im Birkensee auch der H4PFOS-Gehalt ansteigen würde, da dieser in Leinburg anstieg. Mittlerweile sind aber mehr Daten über das chemische Abbau- bzw. Umbauverhalten⁹ von H4PFOS bekannt, die das Ausbleiben des Anstiegs erklären.

⁹Inzwischen ist bekannt, dass H4PFOS unter bestimmten Voraussetzungen (verfügbarer Sauerstoff, vorhandene Bakterien etc.) chemisch zu anderen Stoffen umgebaut werden kann. Wird H4PFOS umgebaut, nimmt dessen Konzentration im Wasser ab, weswegen dann auch von einem Abbau die Rede ist.

Gemeinsam mit den aktuellen Erkenntnissen zur Grundwasserfließrichtung untermauern die Fingerprints also einen Zusammenhang zwischen den beiden Gebieten, der jedoch von einer zeitlichen Komponente beeinflusst zu sein scheint. Die Verbindung ist dynamisch und man muss berücksichtigen, dass sie sich durch viele Faktoren ständig ändern kann, etwa durch sich ändernde Niederschlagscharakteristik, Abflusscharakteristik und Versickerungsvorgänge im Bereich um den Kläranlagenablauf.

6. Was bedeutet dies für die Menschen im Nürnberger Land?

a) Wie sicher sind Baden und Angeln im Großen Birkensee?

Baden:

Das Gesundheitsamt Nürnberger Land untersucht gemeinsam mit dem LGL das Seewasser im oberen ersten Meter an vier Stellen mehrmals im Jahr, seit 2019 jeden Monat zwischen April und September. Die aktuellen Werte sind auf der [Homepage des Landratsamts](#) nachzulesen. Die Konzentration der PFC ist im Vergleich zu den Jahren 2019 bis 2021 minimal rückläufig; im Vergleich zu den Jahren 2015 bis 2018 deutlich rückläufig.

Konzentration der PFC im Oberflächenwasser im zeitlichen Verlauf

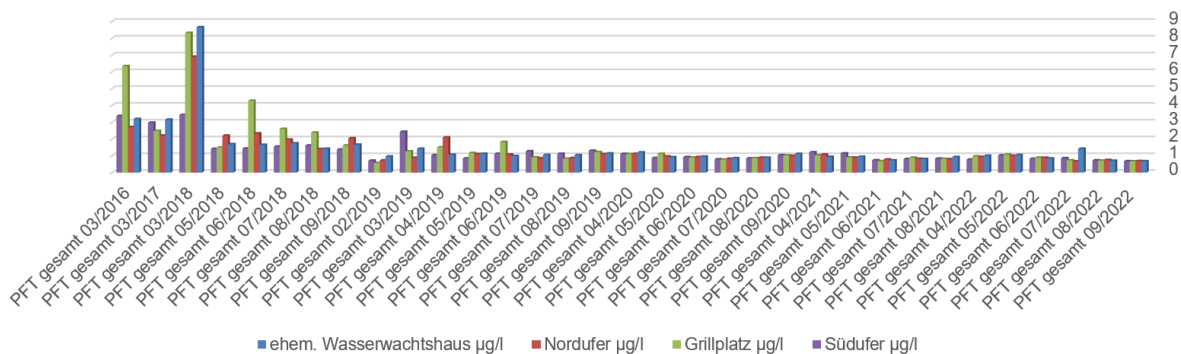


Abbildung 4, Quelle: Staatliches Gesundheitsamt Nürnberger Land

Mithilfe des LGL führte das Landratsamt zwei humantoxikologische Risikoabschätzungen durch, eine 2015, eine 2018. Beide Behörden sind überzeugt, dass durch das Baden im Birkensee keine gesundheitliche Gefährdung entsteht.

Hier eine Beispielrechnung des Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: „Bei Kontrollmessungen des WWA im Juni 2022 wurde im Oberflächenwasser

des Großen Birkensees bei Röthenbach a.d. Pegnitz an vier verschiedenen Uferbereichen ein mittlerer PFAS-Summengehalt¹⁰ von 323 ng/l festgestellt (Gehalte unter der Bestimmungsgrenze wurden dabei im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung mit dem Wert der Bestimmungsgrenze einbezogen¹¹). Gemäß Neubewertung der EFSA wurde der TWI für die vier genannten PFAS auf 4,4 ng/kg KG herabgesetzt. Bei einem Kind von 10 kg Körpergewicht (KG) wäre somit eine gruppenbezogene wöchentliche Aufnahme von 44 ng als tolerabel anzusehen. Zur Berechnung der PFAS-Aufnahme beim Baden wird eine Verschluckungsrate von 50 ml Wasser pro Badegang von einer Stunde zugrunde gelegt, wobei Kinder als sensibelste Badende betrachtet werden. Zur Abschätzung der jährlichen Badehäufigkeit im Großen Birkensee wird ein Durchschnittswert von 50 Badetagen pro Jahr angenommen. Ein Kind würde demnach pro Jahr beim Baden im Großen Birkensee 808 ng PFAS₄ (2,5 Liter x 323 ng/l) oral aufnehmen. Das entspricht rund 35 % der jährlichen Aufnahmemenge, die für ein Kind von 10 kg KG bei Ausschöpfung des TWI (44 ng PFAS₄ x 52 Wochen = 2288 ng PFAS₄) als unkritisch angesehen wird.“

Das LGL schließt mit der Bewertung, dass aus fachlicher Sicht keine gesundheitlichen Bedenken gegen das Baden im Großen Birkensee bestehen, auch nicht für Kinder. Deswegen ist das Baden im Birkensee weiterhin erlaubt. Im Sinne der Vorsorge sollte so wenig PFC wie möglich aufgenommen werden, deswegen verkünden Schilder am Birkensee die Badewarnung, die davon abrät, das Wasser zu verschlucken. Das Staatliche Gesundheitsamt Nürnberger Land und das LGL werden die Badewarnung in der nächsten Saison aufheben, vorausgesetzt, die Messwerte bewegen sich im Frühjahr 2023 auf dem gleichen Niveau wie dieses Jahr. Es wird weiterhin einen Hinweis auf die Wasserqualität geben, der vor dem Verschlucken des Wassers warnt.

Gut zu wissen: Gesetzliche Grenzwerte oder Empfehlungen zu Vorsorge-, Leit-, Richt- oder Maßnahmewerte zu PFAS-Gehalten in Badegewässern gibt es nicht. Eine Bewertung kann nur über die Abschätzung der möglichen gesundheitlichen Folgen des Badens im Gewässer erfolgen.

Angeln:

¹⁰ Also die Mengen an PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS aufaddiert

¹¹ Dies bedeutet: Das Labor kann Werte, die geringer als eine gewisse Grenze sind, nicht mehr bestimmen; das LGL rechnet hier mit dem Wert dieser Bestimmungsgrenze (auch Nachweisgrenze genannt) weiter. Dies ist deswegen die Worst-Case-Betrachtung, weil es durchaus wahrscheinlich ist, dass der tatsächliche Wert noch weit unter der Bestimmungsgrenze liegt.

PFC aus dem Wasser können sich in Fischen anreichern, es gibt allerdings artspezifische Faktoren, die eine Akkumulation in manchen Fischarten begünstigen und in anderen Fischarten erschweren. Aale beispielsweise sind oft hoch mit Chemikalien wie PFC oder auch Dioxin belastet, weil sie in den tieferen Wasserschichten leben, in denen sich auch die Chemikalien gut anreichern, und weil sie wegen ihres hohen Fettgehalts Kontaminanten gut speichern.

Im Birkensee leben viele Fischarten, darunter auch Aale. Aber geangelt und entnommen werden dürfen nur Forellen, die im Frühjahr ins Wasser gesetzt und bis zum Herbst herausgefischt werden. Andere Fische dürfen die Angler nicht entnehmen. Mit Forellen, die sich im Oberflächenwasser aufhalten und nur etwa acht bis neun Monate im See verbleiben, wurden sowohl in räumlicher wie auch in zeitlicher Hinsicht Rahmenbedingungen gewählt, unter denen die PFC-Anreicherung möglichst geringgehalten werden kann. Der Birkensee darf nur von Mitgliedern des Angelvereins befischt werden, der das Gewässer und die Fischereirechte von den Bayerischen Staatsforsten gepachtet hat und die Problematik kennt. Die Angler wiederum dürfen ihren Fang nur privat weiterverwenden und nicht an Restaurants oder Supermärkte abgeben oder sonst wie in Umlauf bringen, dies verbietet das deutsche Lebensmittelrecht.

b) Wie sicher ist die Trinkwasserversorgung von Leinburg, Lauf und Röthenbach, die im Einzugsgebiet der PFC-Verunreinigung liegt?

Leinburg, Lauf und Röthenbach beproben das Trinkwasser regelmäßig auf PFC. **Nach Kenntnis des Staatlichen Gesundheitsamts am Landratsamt Nürnberger Land ist die Trinkwasserversorgung in den Kommunen sicher.**

Die Stadtwerke **Röthenbach** untersuchen das Wasserverteilungsnetz im vierteljährlichen Rhythmus auf PFC. Bei allen 13 untersuchten Einzelparametern aus der Gruppe der PFC lag der Messwert in den letzten Jahren unter 0,01 µg/l und damit unter der Nachweisgrenze im Labor. Das gilt auch für die vier Brunnen, die jährlich auf PFC untersucht werden.

Die Stadtwerke **Lauf** untersuchen jährlich das Trinkwasser aus dem Leitungsnetz, mehrere Brunnen sowie das Grundwasser über Messstellen im Zustrom des Gewinnungsgebietes Spitalwald auf PFC. In den letzten Jahren konnte kein PFC nachgewiesen werden.

Die Gemeindewerke **Leinburg** haben ein vierteljährliches Monitoring für PFC. Sie verfügen über fünf Brunnen, die sie regelmäßig beproben. Drei Brunnen weisen keine

Belastung auf, aus ihnen wird das Trinkwasser gewonnen. In einem vierten, dem Brunnen II der Moritzberggruppe, ist seit dem Jahr 2021 nur noch PFOS nachweisbar, und zwar in einer Konzentration von 0,067 µg/l im März 2022. Zur Einordnung: Der Leitwert für PFOS im Trinkwasser liegt bei 0,1 µg/l, die nachgewiesene Konzentration müsste also circa doppelt so hoch sein, um an den Leitwert heranzureichen. Der Brunnen wird im Herbst die wasserrechtliche Erlaubnis erhalten, im Bedarfsfall ans Netz zu gehen. In diesem Fall wird sein Wasser mit dem der drei unbelasteten Brunnen durchmischt, sodass die niedrige PFOS-Konzentration im Wasser weiter verdünnt wird.

Bei dem fünften der erwähnten Brunnen handelt es sich um einen sogenannten „Abwehrbrunnen“, der nicht an das Trinkwassernetz angeschlossen ist. Auch hier entwickelt sich die Konzentration an PFC rückläufig. In diesem Brunnen war ebenfalls nur noch PFOS nachweisbar und zwar in einer Konzentration von 0,03 µg/l.

c) Welche Leit- und Grenzwerte gibt es für die verschiedenen Wasser (Abwasser, Grundwasser, Trinkwasser)? Was bedeuten sie für die Praxis?

Abwasser, Grundwasser und Trinkwasser sind miteinander verbunden. Abwässer werden in die Kläranlagen geleitet und dort gereinigt, das aufbereitete Wasser fließt über Oberflächengewässer ins Grundwasser und das Grundwasser bildet die Grundlage für die Trinkwasserversorgung. Gut zu wissen: Es gibt oft mehrere Grundwasser-„Stockwerke“, die geologisch mal mehr, mal weniger voneinander getrennt sind. Im Gebiet der genannten Gemeinden beispielsweise gibt es mehrere Stockwerke, das Trinkwasser wird aus dem 2. Grundwasserstockwerk gefördert.

Abwasser:

- Betrachtung der Emissionen – dem, was als Abwasser ausgeleitet werden darf: Die Verwendung der PFC PFOS und PFOA in der Produktion ist in der EU verboten. Es gibt jedoch Ausnahmen, beispielsweise bei der Hartverchromung oder bei fotografischen Beschichtungen. Solange ein Betrieb unter diese Ausnahmen fällt und beispielsweise PFOS nutzen darf, darf er es auch in sein Abwasser einleiten.

Der § 57 Abs. 1 Nr. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) gibt vor, dass bei Abwassereinleitungen die eingeleitete Schadstofffracht nach dem Stand der Technik durch innerbetriebliche Maßnahmen minimiert werden muss. Aber: Es ist technisch bisher nicht möglich, bestimmte PFC abzufiltern, so beispielsweise bei H4PFOS. Ergo kann ein Betrieb es in vollem Umfang ins Abwasser geben. Da auch Kläranlagen H4PFOS nicht abfangen können, gelangt es in die Umwelt.

- Betrachtung der Immissionen – dem, was als Abwasser eingeleitet werden darf: Nach § 58 Abs. 2 Nr. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) darf die Einleitung von Stoffen in das Abwasser, beispielsweise durch Unternehmen, die Erfüllung der Anforderungen an die weiterführende Direkteinleitung, die Kläranlage, nicht gefährden, damit diese wiederum den chemischen und/oder ökologischen Zustand des Oberflächengewässers nicht verschlechtert (§ 27 Abs.1 WHG). Man darf also nur solche Stoffe und diese in einer solchen Menge einleiten, die die Kläranlage abfiltern kann.

Die "Bayerische Leitlinie zur Bewertung von PFAS-Verunreinigung in Wasser und Boden" verwendet zur Beurteilung von Oberflächengewässern bestimmte Grenzwerte für PFOS (diese stammen aus der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, OGewV). Werden sie überschritten, ist jede weitere Einleitung von PFOS durch Kläranlagen nicht mehr erlaubt.

Fazit: Hieraus ergibt sich ein Dilemma. PFOS ist zwar verboten, darf in Ausnahmen aber weiterverwendet und damit auch ins Abwasser eingeleitet werden. Auch andere PFC dürfen von Unternehmen, die sie verwenden, ins Abwasser gegeben werden. Nur für PFOS gibt es die Grenzwerte in Oberflächengewässern in puncto Immission. H4PFOS, der PFOS-Ersatzstoff, ist aber beispielsweise weder verboten noch gibt es Grenzwerte für die Einleitung oder für die Anreicherung in Gewässern, und es gibt bisher keine technischen Möglichkeiten, H4PFOS aus dem Wasser zu entfernen. Für die Praxis bedeutet dies, dass sich PFC weiter in der Umwelt anreichern werden. Ämter und Behörden haben ohne Grenzwerte keine Möglichkeit, zu verbieten oder zu sanktionieren.

Grundwasser:

Es gibt keine Leit- oder Grenzwerte für PFC im Grundwasser. Abwässer dürfen laut WHG nicht ins Grundwasser eingeleitet werden. Stoffe, die in Oberflächengewässer gelangen, gelangen jedoch oft irgendwann auch ins Grundwasser.

Trinkwasser:

Das Umweltbundesamt (UBA) hat gemeinsam mit der Trinkwasserkommission, einem Expertengremium, das beratend zu Problemstellungen im Bereich des Trinkwassers tätig ist, Leitwerte für PFC im Trinkwasser festgelegt. Der Leitwert für PFOS im Trinkwasser liegt bei 0,1 µg/l, für PFC in Summe und für H4PFOS gibt es aktuell noch keine Leitwerte.

Ein Leitwert stellt eine Empfehlung dar, mit der die Wirkungen der entsprechenden Gehalte auf die Gesundheit abgeschätzt werden können. Solange der Leitwert unterschritten ist, geht das UBA davon aus, dass das Trinkwasser mit den entsprechenden Gehalten an PFAS lebenslang konsumiert werden kann, ohne dass negative gesundheitliche Folgen zu erwarten sind. Bei einer Überschreitung besteht diese Sicherheit nicht mehr, sondern eine grundsätzliche gesundheitliche Besorgnis und Maßnahmen sind dementsprechend basierend auf dem Infektionsschutzgesetz durchsetzbar.

Ein Grenzwert ist rechtsverbindlich und darf im Trinkwasser nicht überschritten werden, aber für PFOS, H4PFOS und PFC im Allgemeinen gibt es derzeit keine Grenzwerte.

Allerdings sieht die neue EU-Trinkwasserrichtlinie, die im Januar 2023 in nationales Recht überführt und damit auch für Deutschland rechtsverbindlich werden soll, einen Grenzwert von 0,1 µg/l für die Summe aus 20 PFC- bzw. PFAS-Stoffen vor. Es sind auch andere Werte im Gespräch, etwa ein zusätzlicher Grenzwert für die Summe der vier von der EFSA bewerteten PFC Perfluoroktansäure (PFOA), Perfluornonansäure (PFNA), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), der bei 0,02 µg/l liegen soll. Ob der Gesetzesentwurf in dieser Form umgesetzt werden wird, ist jedoch noch offen.

7. Welche Untersuchungen und Maßnahmen sind für die Zukunft geplant?

Wie über die letzten Jahre werden das Monitoring des Grundwassers und der Fließgewässer auf PFC weiterlaufen. Bis Ende dieses Jahres werden zudem die Ergebnisse aus der Geoelektrik-Untersuchung des Röthenbachtals durch die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg erwartet. Außerdem werden die Erkenntnisse aus dem neuen Grundwassermodell, dessen Erstellung im Jahr 2022 beauftragt wurde, in die weitere Bewertung einfließen.

Für die kommenden zwei bis drei Jahre sind weitere Untersuchungen im Gemeindegebiet Leinburg beabsichtigt, die Aufschluss darüber geben sollen, woher die PFC stammen, die sich in der Leinburger Kläranlage finden. Ist die Quelle der Verunreinigung lokalisiert, geht es darum, dass das Landratsamt unter Beteiligung des Wasserwirtschaftsamts die Fakten zusammenführt, bewertet und über das weitere Verwaltungshandeln entscheidet. Hierbei wird insbesondere geprüft werden, inwieweit mit rechtlichen Mitteln zukünftig PFC-Einträge durch Private in das Abwasser eingegrenzt werden können. Des Weiteren wird ermittelt werden, inwieweit in der Vergangenheit erfolgte Einträge einer Sanierung zugänglich sind und wenn ja, ob die Behörde diese anordnet.

Grundsätzlich ist das Ziel aller beteiligten Behörden, die PFC im Wasser zu minimieren, wenn auch eine vollständige Entfernung nicht möglich sein wird, und zu verhindern, dass die Belastung des Grundwassers zunimmt. Höchste Priorität ist es, sicherzustellen, dass das Trinkwasser PFC-frei bleibt beziehungsweise die Leitwerte jederzeit eingehalten werden. Ein Problem ist, dass das mittlerweile verbotene PFOS durch H4PFOS ersetzt wird. Durch die verhältnismäßig lange Erfahrung mit PFOS gibt es inzwischen technische Möglichkeiten, PFOS aus dem Wasser zu filtern – auch wenn diese Möglichkeiten für die meisten Gemeinden unbezahlbar sind. Allerdings greifen diese bisher bei H4PFOS nicht, das auf lange Sicht vermutlich überwiegen wird. Ein weiteres Ziel ist es daher, über alle möglichen Kanäle wie Fachverbände oder politische Institutionen ein Verbot von H4PFOS zu erwirken.