

3

EINFLUSS EINER PFT-BELASTUNG IM GRUNDWASSER AUF DIE RHEIN- NAHEN WASSERGEWINNUNGSANLA- GEN DER STADTWERKE DUISBURG AG – ENTWICKLUNGEN ZWISCHEN 2014 UND 2020

Thomas Oertel und Felicitas Dudziak
Stadtwerke Duisburg AG

3.1 Einleitung

Die Stadtwerke Duisburg AG betreibt am Rhein bei Düsseldorf-Wittlaer (Rhein-km 756,8) das Wasserwerk Wittlaer mit drei Wassergewinnungsanlagen. 2006 wurde eine punktuell erhebliche Belastung des Grundwassers im Zustrom der südlichsten Gewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth festgestellt, die maßgeblich auf Löschwassereinträge auf dem Gelände des nahe gelegenen Düsseldorfer Flughafens zurückzuführen ist. Im ARW-Jahresbericht 2014 wurde die Entwicklung bis Mai 2014 dargestellt. In Kontinuität zum diesem Bericht wird daher weiter die Bezeichnung „PFT“ anstelle der heute gebräuchlicheren Bezeichnung „PFAS“ verwendet. Die Gehalte insbesondere der längerkettigen PFT waren 2014 bereits deutlich angestiegen, auf Grundlage von Modelluntersuchungen wurde jedoch nur ein moderater weiterer Anstieg ohne maßgebliche Konsequenzen für die Trinkwassergewinnung angenommen. Der nachfolgende Bericht beschreibt die weitere Entwicklung ab Juni 2014, die Konsequenzen der Belastung sowie den Stand der Diskussion zum weiteren Vorgehen. Zum besseren Verständnis werden die wichtigsten Basisinformationen noch einmal mit dargestellt.

3.2 Die Wassergewinnungsanlagen der Stadtwerke Duisburg AG am Rhein bei Düsseldorf-Wittlaer

Dem Wasserwerk Wittlaer der Stadtwerke Duisburg AG sind die drei Gewinnungsanlagen WW 3 Wittlaer, WW 4 Kaiserswerth und WW 5 Wittlaerer Werth zugeordnet (Abbildung 3.1). Sie liegen auf einer ehemaligen Rheininsel unmittelbar südlich des Wasserwerks.

WW 3 Wittlaer ist eine Heberbrunnengalerie mit 10 angeschlossenen Vertikal- und einem Horizontalfilterbrunnen bei einer Kapazität von ca. 2000 m³/h, WW 4 Kaiserswerth ist ein Horizontalfilterbrunnen mit rund 2.500 m³/h und WW 5 Wittlaerer Werth besteht aus 6 einzelbewirtschafteten Vertikalbrunnen mit einer Kapazität von je 250 m³/h. Die Gesamtkapazität ist durch die nachgeschaltete gemeinsame Aufbereitung auf 2.800 m³/h begrenzt. Die mittlere Entnahmemenge betrug 2019 rund 1.100 m³/h.

Das Wasser der drei Gewinnungsanlagen wird im Wasserwerk Wittlaer mittels Ozonung und Mehrschicht-/Aktivkohlefiltration aufbereitet und nach Mischung mit dem Wasser des weiter nördlich gelegenen Grundwasserwerks Bockum in das Duisburger Versorgungsnetz eingespeist.

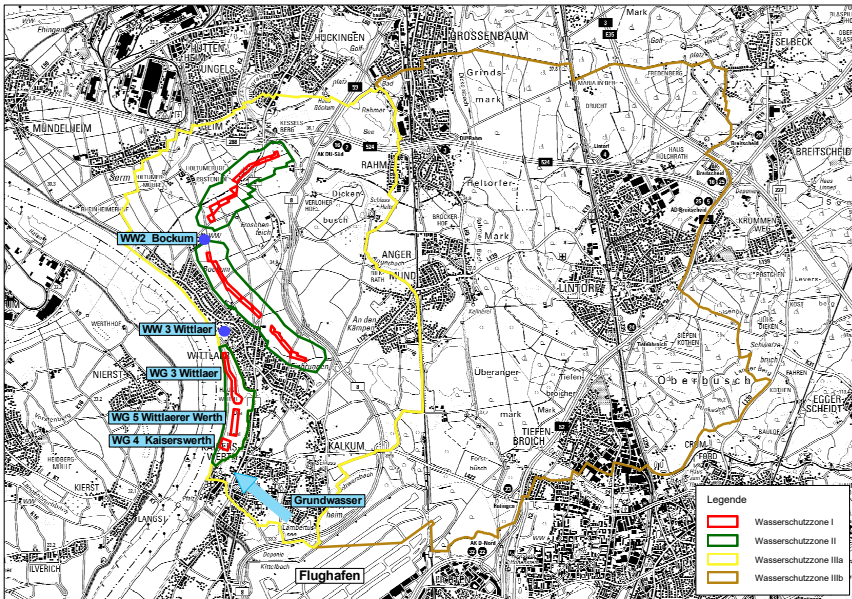


Bild 3.1: Wasserwerk Wittlaer mit angeschlossenen Gewinnungsanlagen und näherem Einzugsgebiet [Quelle: Stadtwerke Duisburg]

3.3 Hydrogeologie

Die Brunnen sind in den hier rund 20 Meter mächtigen Terrassenkiessanden des Rheins verfiltert. Der Kf-Wert liegt zwischen ca. 10^{-3} und 10^{-2} m/s mit den tendenziell höchsten Durchlässigkeiten in Rheinnähe. Gefördert wird landseitiges und uferfiltriertes Grundwasser in unterschiedlichen und zeitlich wechselnden Anteilen.

Das landseitige Einzugsgebiet der Gewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth umfasst neben Wald-, Siedlungs- und Ackerflächen auch Teile der Start- und Landebahnen des Flughafens Düsseldorf. Die Grundwasserfließrichtung ist weitgehend von Ost nach West zum Rhein hin orientiert, schwenkt jedoch in Rheinnähe nach Norden bzw. Nordwesten um.

3.4 PFT-Belastung im Wassereinzugsgebiet 2014

Im landseitigen Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth befinden sich zwei maßgebliche PFT-Quellen (Abbildung 3.2). Sie konnten seitens der Behörden mit einem ehemaligen Feuerlöschübungsplatz und einer Feuerwache am Rande des Flughafengeländes räumlich klar eingegrenzt werden. Abbildung 2 zeigt die Verteilung der PFT-Gehalte 2014 auf Basis einer Fahnenaufnahme der Stadt Düsseldorf.

WW 4 fungierte während der Fahnenaufnahme 2014 als Abfangbrunnen für die beiden nördlichen PFT-Fahnen. Die nördlich angrenzende Gewinnungsanlage WW 5 war nicht belastet.

Hauptkontaminanten der PFT-Fahnen waren 2014 langkettige PFT mit Kettenlängen zwischen C6 und C8. Begleitend kamen auch kurzkettenige PFT vor.

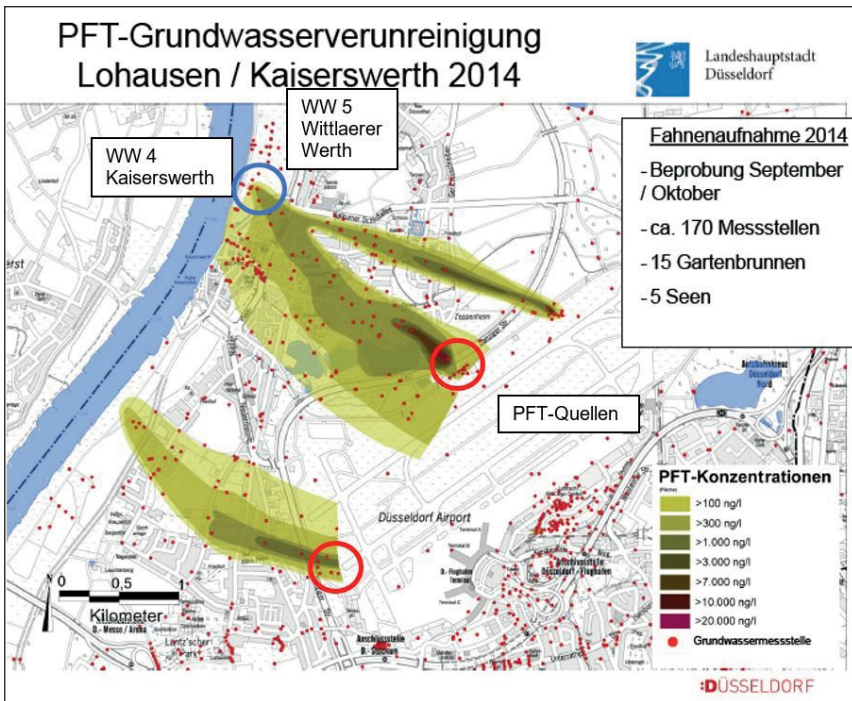


Bild 3.2: PFT-Quellen und Konzentrationsverteilung im Zustrom der Wassergewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth im Jahr 2014 (Quelle: Umweltamt Düsseldorf)

Hinzu kam eine Grundbelastung aus dem Rhein mit überwiegend kurzkettingen PFT, deren Konzentration jedoch kontinuierlich rückläufig war. Die Hauptbelastung bezogen auf die Trinkwassergewinnung lag im unmittelbaren östlichen bzw. südöstlichen Zustrom der Wassergewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth mit Konzentrationen bis über 1.000 ng/l, die mittlere Summenkonzentration im Rohwasser lagen bei rund 300 ng/l. Deutlich geringer belastet war das Uferfiltrat des Rheins, während nördlich gar keine Belastung mehr festgestellt wurde.

Der Schadensbeginn ist nicht näher einzugrenzen, jedoch wird er mit der zeitlich weit zurückliegenden Einführung PFT-haltiger Löschmittel zusammenfallen. Die Fließzeit des Grundwassers zwischen Eintragsherden und Gewinnungsanlage liegt in der Größenordnung von 5 bis 10 Jahren.

Im Rohwasser wurden 2014 bei Betrieb von WW 4 Gehalte von ca. 200 ng/l für die Summe PFT gemessen, im Reinwasser Gehalte um 50 ng/l. Im häufiger überwachten Ausgang zum Kunden (nach routinemäßiger Zumischung des nicht belasteten Wassers aus dem Grundwasserwerk Bockum) lag der mittlere Gehalt bei 36 ng/l und damit in einer regional branchentypischen Größenordnung. Intern wurde ein Grenzwert von 100 ng/l als Grenzwert für den Ausgang zum Kunden festgelegt, um gemäß dem Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung eine Mehrbelastung der Kunden mit PFT zu vermeiden. Dies entspricht der UBA-Empfehlung vom 13.07.2006.

3.5 Vorläufige Außerbetriebnahme von WW 4 im Herbst 2015

Im Folgejahr des letzten Berichtes, im Jahr 2015, stiegen die Rohwassergehalte für fast alle PFT-Verbindungen in WW 4 deutlich an. Im Frühjahr wurde in der Folge die intern gesetzte Grenze von 100 ng/l am Reinwasserausgang Wasserwerk Wittlaer erstmals knapp überschritten (siehe Abbildung 3.3).

Als bei der nächsten Beprobung im Herbst die Gehalte im Reinwasser bei annähernd dem doppelten der genannten Grenze lagen, wurde die Entscheidung getroffen, die Gewinnungsanlage WW 4 bis zu einer nachhaltigen Verringerung der PFT-Gehalte im Grundwasser nicht mehr in Betrieb zu nehmen. Grenzwerte, Leitwerte oder Orientierungswerte für Einzelstoffe wurden zwar auch jetzt noch sicher eingehalten, aber die Mehrbelastung der Trinkwasserkunden wurde nun

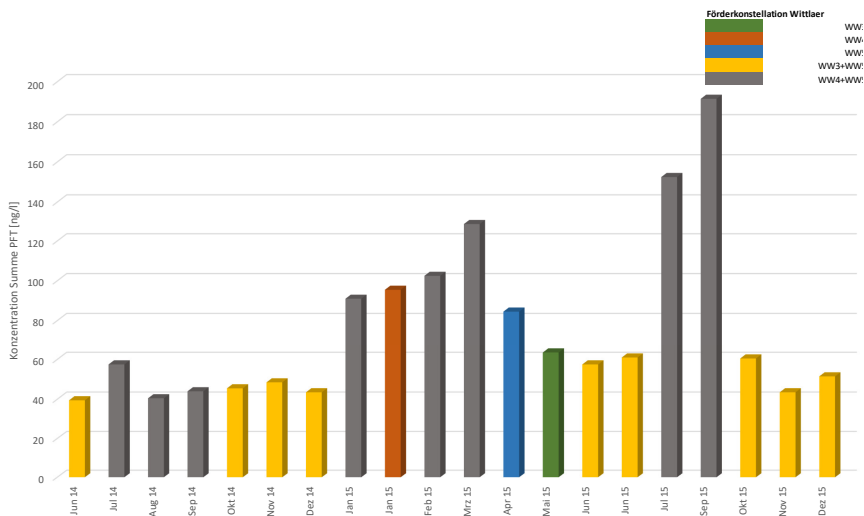


Bild 3.3: PFT-Gehalte am Ausgang Wittlaer

unter Berücksichtigung des Minimierungsgebotes als zu groß eingestuft. Seit dem 01.10.2015 wird die Anlage entsprechend nur noch betriebsbereit gehalten.

Die Gründe für den Anstieg sind neben einem im Herbst 2015 besonders niedrigen Uferfiltratanteil vor allem in einem Fortschreiten der Fahnenmaxima in Richtung WW 4 zu suchen. Die Fahnenaufnahme der Stadt Düsseldorf für 2015 bestätigt dieses Bild (Abbildung 3.4). Zu erkennen ist ein deutlicher Konzentrationsanstieg im südlichen Anstrom von WW 4.

Die Förderung wurde von der nördlichen Gewinnungsanlage WW 3 übernommen, der bis dahin alternierende Betrieb von WW 4 und WW 3 wurde durch eine konstante Förderung in WW 3 ersetzt.

Aufgrund der vorliegenden Grundwassermodellsimulationen war zu erwarten, dass nach der Außerbetriebnahme von WW 4 die südliche Fahne nach Westen zum Rhein hin abdriftet, während sich die nördliche Fahne abhängig von der Grundwasserhydraulik in Richtung Rhein und in Richtung der nördlich angrenzenden WW 5 bewegen würde. Somit wurde mit einem zunächst starken Rück-

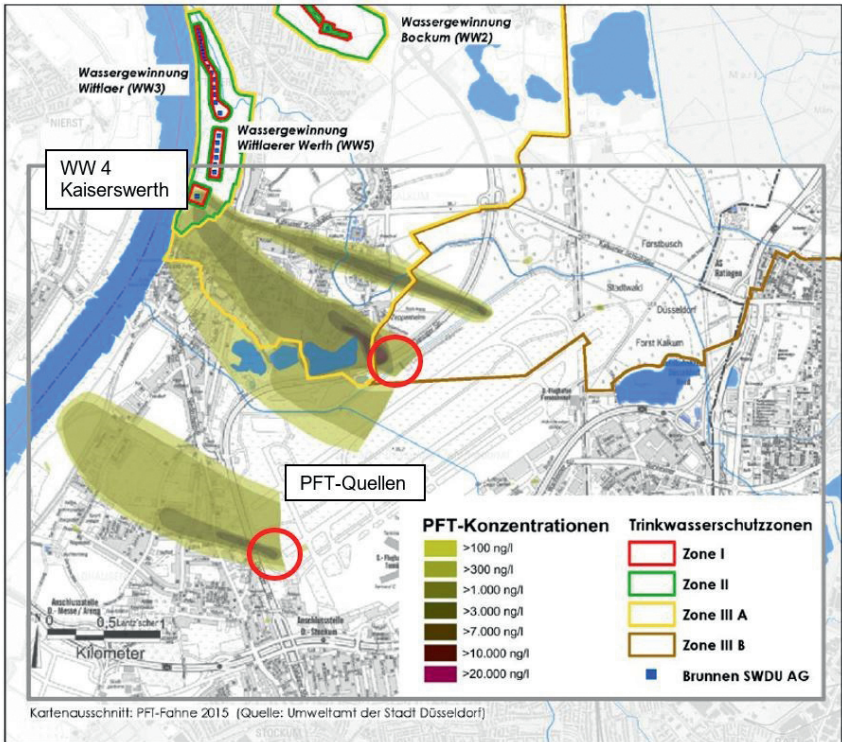


Bild 3.4: PFT-Quellen und Konzentrationsverteilung im Zustrom der Wassergewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth im Jahr 2015

gang der PFT-Belastung im Rohwasser und nachfolgend einem moderaten Anstieg durch die Belastung von WW 5 gerechnet.

Betrieblich führte der Wegfall von WW 4 neben einem höheren Energieaufwand vor allem zu einer Verminderung der Flexibilität und damit zu Problemen bei erforderlichen Arbeiten an WW 3 oder WW 5. Außerdem musste die Betriebsbereithaltung der in WW 4 installierten Pumpen sichergestellt werden. Für die Ableitung der damit verbundenen PFT-haltigen Wässer in den Rhein war eine gesonderte Genehmigung zu beantragen. Schließlich fehlt der auf einer künstlichen Insel gebaute Brunnen als besonders hochwassersichere Anlage im Rheinvorland.

Die vorläufige Außerbetriebnahme von WW 4 führte zu deutlichen Reaktionen in Öffentlichkeit, Politik und Verwaltung bis hin in das nordrheinwestfälische Umweltministerium und zu einer zwischenzeitlichen Beschleunigung behördlicher Maßnahmen.

3.6 Entwicklung der PFT-Gehalte und durchgeführte Maßnahmen 2015 bis 2020

Zur Sanierung der PFT-Fahnen wurden 2015/2016 durch den Flughafen Düsseldorf die ersten quellennahen Grundwassersanierungsanlagen auf dessen Gelände in Betrieb genommen. Zwei weitere Sanierungsanlagen zur Fahnenanierung im näheren Abstrom der Quellen sind konkret geplant. Diese Sanierungsmaßnahmen werden jedoch voraussichtlich erst nach Jahren eine positive Auswirkung hinsichtlich der PFT-Gehalte im Rohwasser von WW 4 zeigen. Darauf wird in Kapitel 3.7 noch näher eingegangen.

Die aufgrund der Grundwassermodellierung erwartete Konzentrationserhöhung in WW 5 ist eingetroffen. Sie wirkt sich durch regelmäßige Konzentrationsspitzen mit gegenüber 2014 geringerer Amplitude auf die Rohwasserkonzentration im Wasserwerk Wittlaer aus (WW 3-5, siehe Abbildung 3.5).

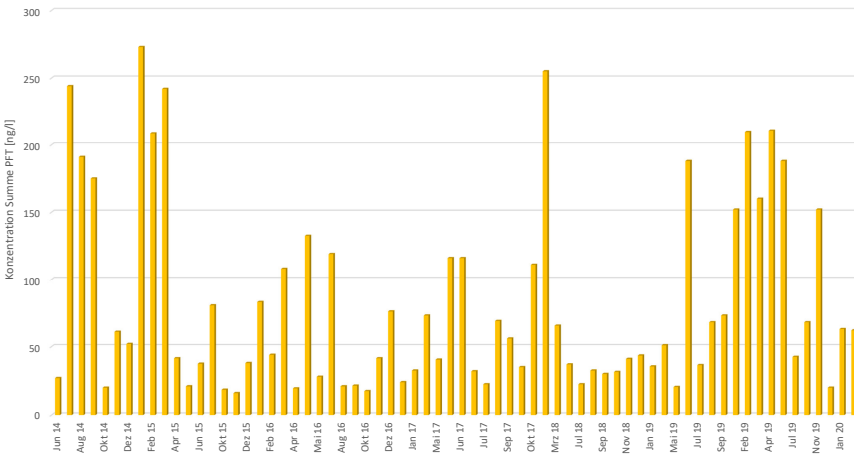


Bild 3.5: PFT-Konzentration im Rohwasser WW 3-5

Ab 2016/2017 wurden daher betriebliche Maßnahmen zur Vermeidung einer höheren PFT-Belastung in WW 5 geprüft, zumal auch die Konzentration an PFOS und PFOA im Rohmischwasser aus WW 3 den Leitwert von jeweils 0,1 µg/L erreichte bzw. überschritt.

2016 wurde eine Machbarkeitsstudie zur Bewertung von Maßnahmen zum Schutz der Wassergewinnungsanlagen gegenüber per- und polyfluorierten Verbindungen beim TZW in Karlsruhe beauftragt. Sie mündete in der Empfehlung, WW 4 als Abwehrbrunnen zu nutzen. Eine Ausbreitung der PFT-Fahne in Richtung von WW 5 kann nach einem Gutachten von GEOBIT vom Oktober 2014 dadurch verhindert werden, dass der Brunnen WW 4 weiter betrieben wird und somit als Abwehrbrunnen dient. Bei Entnahme einer definierten Mindestmenge würde die nördliche Fahne von WW 5 abgefangen, während die südliche Fahne an der Gewinnungsanlage WW 4 vorbei in den Rhein abfließen würde. Das in WW 4 geförderte Wasser kann prinzipiell abgeleitet oder separat zu Trinkwasser aufbereitet werden. Allerdings ist eine getrennte Aufbereitung des Rohwassers WW 4 im Wasserwerk Wittlaer sehr aufwändig (v.a. Leitungsbau). Eine gemeinsame Aufbereitung wäre mit deutlich häufigeren Aktivkohlewechseln und daher mit den vorhandenen Filtern logistisch kaum darstellbar sowie mit Sekundärproblemen verbunden (Verminderung der biologischen Filterwirkung). Eine direkte Ableitung des abgefangenen Wassers in den Rhein scheitert an rechtlichen Hürden.

Aufgrund der genannten Schwierigkeiten wurde zunächst erneut eine Grundwassersanierung im unmittelbaren Vorfeld von WW 4 diskutiert. Hier ergaben sich für Behörde und Flughafen jedoch Probleme bei der Grundstücksbereitstellung sowie bei der Aufbereitung vergleichsweise hoher Mengen mit wechselnden PFT-Konzentrationen.

Ab Februar 2019 wurden Untersuchungen zur Außerbetriebnahme der Brunnen 4 – 6 in WW 5 nach Rheinhochwasserwellen durchgeführt, um dadurch induzierte hydraulisch bedingte Konzentrationsspitzen im Rohwasser zu vermeiden. Die Nordverlagerung der Fahne war jedoch schon so weit fortgeschritten, dass die Konzentrationen nach Hochwasserwellen nicht mehr zurückgingen. Die Fahne bleibt nach diesen Untersuchungen auch außerhalb von Hochwasserwellen im Absenkttrichter der Brunnen und die Nordverlagerung der PFT-Fahne würde durch diese Maßnahme sogar beschleunigt. Dies wird durch aktuelle Grundwassermodelluntersuchungen (siehe Kapitel 3.7) bestätigt. Seit Juli 2019

ist stattdessen der am stärksten betroffene südlichste Brunnen 6 in WW 5 zur Verlangsamung der Fahnenverlagerung dauerhaft mit halber Nennleistung in Betrieb. Der Entnahmeanteil des nicht betroffenen WW 3 im Norden von WW 5 (siehe Abbildung 4) wurde entsprechend erhöht, um eine Verschlechterung der Rohwasser- bzw. Trinkwassergüte zu verhindern.

3.7 Aktuelle Grundwassermodelluntersuchungen

Angesichts einer sich immer weiter auf WW 5 auswirkenden PFT-Belastung wurde die GEOBIT Ingenieurgesellschaft mbH aus Aachen 2019 mit einer weiteren Grundwassermodellsimulation beauftragt. Mit dem dort seit 1996 stetig weiterentwickelten zweidimensionalen Finite-Differenzen-Modell sollten nun folgende Fragen beantwortet werden:

- Prognose der PFT-Konzentrationen im Rohwasser für das Jahr 2028 mit Zielrichtung auf eine Wiederinbetriebnahme der Anlage gestaffelt nach kurz-, mittel- und langkettigen PFT
- Auswirkung der eingerichteten und geplanten Sanierungsanlagen

Die Ergebnisse wurden im Juli 2019 vorgelegt. Folgende wesentlichen Erkenntnisse wurden gewonnen:

- Die eingerichteten und geplanten Sanierungsmaßnahmen werden zu einer signifikanten Verminderung bei den Konzentrationen der kurzkettingen PFT führen.
- Mittel- und vor allem langkettige PFT werden auch über 2028 hinaus noch eine PFT-Belastung verursachen, die eine Wiederinbetriebnahme ohne weitere Maßnahmen nicht gestattet.
- Es ist mit einer weiteren Zunahme der PFT-Konzentrationen in WW 5 durch Nordverlagerung der nördlichen PFT-Fahne und perspektivisch sogar der südlichen PFT-Fahne zu rechnen.
- Zur Vermeidung dieser Effekte sind zusätzliche Fahnensanierungsmaßnahmen im Nahbereich von WW 4 erforderlich.

3.8 Stand der Diskussion zum weiteren Vorgehen

Die Vorstellung der Ergebnisse führte zunächst zu einer umfangreichen Gutachterdiskussion, weil die Datengrundlage für die Quelleinträge teilweise auf Schätzungen beruhte. Letztlich wurde die grundsätzliche Plausibilität der Aussagen jedoch seitens Behörden und Flughafen anerkannt. Inzwischen arbeiten Behörden, Flughafen und Stadtwerke auf dieser Basis weiter an einer Lösung des Problems. Dabei wird weiterhin eine Entnahme und Aufbereitung einer Mindestmenge in WW 4 favorisiert. Diskutiert wird in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit einer hochwassersicheren Aufstellung einer Aufbereitungsanlage auf der dann zu erweiternden künstlichen Insel von WW 4. Dadurch würde über 1 km Leitungsbau quer durch die Wasserschutzzone II eingespart.

3.9 Zusammenfassung

Die Wassergewinnungsanlage WW 4 Kaiserswerth der Stadtwerke Duisburg AG ist von einer Grundwasserverunreinigung mit PFT betroffen. Die PFT stammen aus Löschschäumen, die nach den Ergebnissen behördlicher Untersuchungen im Rahmen von Übungen und Einsätzen vor allem im Bereich des im Einzugsgebiet befindlichen Flughafens eingetragen wurden. Sie führen zu einer erheblichen und langfristigen nachteiligen Veränderung der Rohwasserqualität. Diese konnte bis 2015 durch die Aktivkohleaufbereitung im Wasserwerk Wittlaer ausreichend reduziert werden.

Angesichts weiter zunehmender PFT-Konzentrationen wurde WW 4 ab Ende 2015 aus Vorsorgegründen nicht mehr in Betrieb genommen, um PFT-Summengehalte oberhalb der UBA-Empfehlung von 0,1 µg/L im Trinkwasser sicher zu vermeiden.

Die Außerbetriebnahme von WW 4 war zunächst erfolgreich. Doch durch die Verlagerung der Fahne nach Norden wurde die Betroffenheit von WW5 zunehmend und dauerhaft verstärkt, was mit einem erneuten Anstieg der PFT-Gehalte im Rohwasser verbunden war. Zudem führt der Ausfall von WW 4 zu einer verminderten Anlagenverfügbarkeit, Redundanz und Flexibilität sowie zu höherem Energieeinsatz. Die zunehmende Einschränkung der Verfügbarkeit von WW 5 durch eine gütegesteuerte Fahrweise verstärkt diese Probleme. Die bereits eingeleiteten Sanierungsarbeiten sind nicht ausreichend. Ohne zusätzliche Gegenmaß-

nahmen ist nicht mit einer zeitnahen Verbesserung, sondern durch die weitere Nordverlagerung der Fahne mit einer Verschlechterung der Situation zu rechnen.

Laufende Gespräche mit Behörden und Flughafen sollen eine Lösung herbeiführen. Angezielt ist eine Mindestentnahme in WW 4 zur Vermeidung einer weiteren Nordverlagerung der Fahnen und eine Aufbereitung des entnommenen Wassers zu Trinkwasser.

3.10 Literatur

- [1] „Bewertungsmaßstäbe für PFT-Konzentrationen in NRW“, LANUV NRW, <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/gefahrstoffe/pfc/bewertungsmaassstaebe>, Stand 13.07.2020.
- [2] „Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Aktuelle Definitionen und Höchstwerte“, UBA, Umweltbundesamt (2011) http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/grenzwerte_leitwerte.pdf. Stand 23. Dez. 2016.
- [3] „Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser“, Umweltbundesamt (2017) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/fortschreibung_der_uba-pfc-bewertungen_bundesgesundheitsbl_2017-60_s_350-352.pdf. Stand 13.07.2020.
- [4] GEOBIT Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen: Bericht zur PFT-Grundwasserstofftransportsimulation im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Wittlaer, Autoren Bettina Büchler und Markus Himml, unveröffentlichter Entwurf, Mai 2014.
- [5] TZW Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe: Bewertung von Maßnahmen zum Schutz der Trinkwassergewinnung der Stadtwerke Duisburg AG vor erhöhten PFC-Gehalten, Autoren Dr.-Ing. Brigitte Haist-Gulde und Dr. Frank Sacher, Dezember 2016.
- [6] GEOBIT Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen: Bericht zur Simulation mit dem instationären numerischen Grundwasserströmungs- und Transportmodell zur Prognose der PFC Konzentrationen bis 2029 im Einzugsgebiet WW4, Autoren Bettina Büchler und Markus Himml, unveröffentlichter Entwurf, April 2019.