

KREFELD AM RHEIN

Wasserversorgungskonzept der Stadt Krefeld 2018

Konzept über den Stand und die zukünftige
Entwicklung der Wasserversorgung

Stadt Krefeld Geschäftsbereich VI

in Zusammenarbeit mit der



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Bildverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	V
Anlagenverzeichnis	VI
Prolog	VII
1 Gemeindegebiet	1
2 Beschreibung des Wasserversorgungssystems.....	3
2.1 Übersicht	3
2.1.1 Wassergewinnung/Rohwassertransport.....	3
2.1.2 Wasseraufbereitung	3
2.1.3 Wasserverteilung der zentralen Trinkwasserversorgung	3
2.2 Wasserwerke	5
2.2.1 Wassergewinnungsanlagen	5
2.2.2 Ersatzstrom der Wassergewinnungsanlagen	8
2.2.3 Wasserwerke und Eigenversorgungsanlagen	8
2.2.3.1 Wasserwerk Gladbacher Straße	9
2.2.3.2 Wasserwerk In der Elt	11
2.2.3.3 Wasserwerk „Siedlung Neuland“	12
2.2.3.4 Dezentrale kleine Wasserwerke	13
2.2.3.5 Kleinanlagen zur Eigenversorgung	14
2.3 Organisation der Wasserversorgung	14
2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen	15
2.4.1 Wasserrechtliche Bewilligungen und wasserrechtliche Erlaubnisse	15
2.4.1.1 Wasserwerk Gladbacher Straße	15
2.4.1.1.1 WGA Horkesgath/Bückerfeld	15
2.4.1.1.2 WGA Forstwald	16
2.4.1.1.3 WGA Hüls	16
2.4.1.2 Wasserwerk In der Elt	17
2.4.1.2.1 WGA Bruchweg	17
2.4.1.2.2 WGA In der Elt.....	18
2.4.1.2.3 WGA Werthhof	18
2.4.1.2.4 WGA Rheinfähre	18
2.4.2 Festgesetzte Trinkwasserschutzgebiete	19
2.4.2.1 WGA Horkesgath/Bückerfeld	19
2.4.2.2 WGA Hüls	19
2.4.2.3 WGA Bruchweg	19
2.5 Qualifikationsnachweise/Zertifizierung, TSM.....	20
2.6 Absicherung der Versorgung.....	21

2.6.1	Wasserwerke	21
2.6.1.1	Rohwassernotverbund Wasserwerk Lank	21
2.6.1.2	Rohwassereinspeisung WGA Bruchweg	21
2.6.1.3	Trinkwasserspeicher als Gegenbehälter.....	22
2.6.1.4	Versorgungssicherheit Verteilnetz	22
3	Aktuelle Wasserabgabe und Wasserbedarf	24
3.1	Wasserabgabe (Historie)	24
3.2	Prognose Wasserbedarf.....	25
4	Mengenmäßiges Wasserdargebot für die Bedarfsdeckung (Wasserbilanz) sowie mögliche zukünftige Veränderungen	28
4.1	Grundwasserressourcenbeschreibung.....	28
4.1.1	Genutzte Ressourcen.....	28
4.1.2	Ungenutzte Ressourcen	29
4.2	Wasserbilanz.....	29
4.3	Entwicklungsprognose des quantitativen Wasserdargebots unter Berücksichtigung möglicher Auswirkungen des Klimawandels.....	35
5	Rohwasserüberwachung/Trinkwasseruntersuchung und Beschaffenheit Rohwasser/Trinkwasser	37
5.1	Überwachungskonzept Rohwasser und Probenahmeplan Trinkwasser	37
5.1.1	Überwachungskonzept Rohwasser	37
5.1.2	Probenahmeplan Trinkwasser.....	38
5.2	Beschaffenheit von Rohwasser und Trinkwasser	38
5.2.1	Beschaffenheit der Rohwasserqualität	38
5.2.1.1	Rohwasserbeschaffenheit westliche Gewinnungsanlagen	38
5.2.1.2	Rohwasserbeschaffenheit östliche Gewinnungsanlagen	40
5.2.1.2.1	Rohwasserbeschaffenheit quartärer Grundwasserleiter	40
5.2.1.2.2	Rohwasserbeschaffenheit tertiärer Grundwasserleiter	41
5.2.2	Beschaffenheit der Trinkwasserqualität.....	41
5.2.2.1	Beschaffenheit der Trinkwasserqualität Werksausgänge.....	42
5.2.2.2	Beschaffenheit der Trinkwasserqualität Trinkwassernetz/ Endstränge	43
5.2.2.3	Beschaffenheit der Trinkwasserqualität dezentrale kleine Wasserwerke	43
5.2.2.4	Beschaffenheit der Trinkwasserqualität Kleinanlagen zur Eigenversorgung.....	44
6	Wassertransport (Rohwasser)	45
7	Wasserverteilung	48

7.1	Plan des Wasserverteilnetzes	48
7.2	Auslegung des Verteilnetzes.....	48
7.3	Technische Ausstattung, Materialien, Durchschnittsalter, Dichtigkeit, Schadensfälle, Substanzerhalt	51
7.4	Wasserbehälter, Druckerhöhungs-/Druckminderungsanlagen	53
8	Gefährdungsanalyse.....	55
8.1	Identifizierung möglicher Gefährdungen	55
8.1.1	Grundwasser	55
8.1.2	Wasserproduktion	56
8.1.3	Verteilung.....	57
8.2	Entwicklungsprognose Gefährdungen.....	60
9	Schlussfolgerungen und erforderliche Maßnahmen zur langfristigen Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung	61

Bildverzeichnis

Bild 1: Die Stadtfläche Krefelds	1
Bild 2: Bevölkerungsvorausberechnung 2014 - 2040.....	2
Bild 3: Übersicht des Trinkwassernetzes der Stadt Krefeld	4
Bild 4: Aufbereitungsanlage Gladbacher Straße.....	10
Bild 5: Aufbereitungsanlage In der Elt.....	11
Bild 6: Versorgungsgebiet WVA Siedlung Neuland	13
Bild 7: Jährliche Trinkwasserabgabe 1985 -2016	24
Bild 8: Nutzbare Wasserabgabe.....	25
Bild 9: Jährliche Wasserentnahme	26
Bild 10: Jährliche Rohwasserförderung	27
Bild 11: Grundwasserganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen	30
Bild 12: Lageplan ausgewählter Grundwassermessstellen.....	31
Bild 13: Grundwasserneubildung in den EZG der Grundwassergewinnungs- anlagen	32
Bild 14: Niederschlagsganglinien Station Tönisvorst für die WWJ 1985 bis 2015 (Quelle: DWD / Stat. Jahresberichte SWK)	35
Bild 15: Rohwassertransportleitungen des Wasserwerks Gladbacher Straße	45
Bild 16: Rohwassertransportleitungen des Wasserwerks In der Elt.....	46
Bild 17: Plan des Wasserverteilnetzes	48
Bild 18: Plan des Wasserverteilnetzes	53
Bild 19: Systemschema Trinkwasserbehälteranlage Krefeld-Hüls	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: WGA Horkesgath/Bückerfeld	6
Tabelle 2: WGA Forstwald	6
Tabelle 3: WGA Hüls	6
Tabelle 4: WGA Bruchweg	7
Tabelle 5: WGA In der Elt	7
Tabelle 6: WGA Werthhof	7
Tabelle 7: WGA Rheinfähre	8
Tabelle 8: Kenndaten Zentrales Wasserwerk „Siedlung Neuland“	12
Tabelle 9: Typische Kenndaten dezentraler kleiner Wasserwerke in Krefeld	14
Tabelle 10: Typische Kenndaten von Kleinanlagen zur Eigenversorgung	14
Tabelle 11: WGA Horkesgath/Bückerfeld	16
Tabelle 12: WGA Forstwald	16
Tabelle 13: WGA Hüls	17
Tabelle 14: WGA Bruchweg	17
Tabelle 15: WGA In der Elt	18
Tabelle 16: WGA Werthhof	18
Tabelle 17: WGA Rheinfähre	18
Tabelle 18: Übersicht Wasserrechte und Schutzzonen	20
Tabelle 19: Neubildungs- und Leakagemengen der WGA Hüls und Horkesgath/Bückerfeld	33
Tabelle 20: Bilanzmengen aller WGA	33
Tabelle 21: Übersicht Trinkwasseranalysen und Grenzwertverletzungen 2014 - 2016	43
Tabelle 22: Länge der Rohwassertransportleitungen	47
Tabelle 23: Länge des Versorgungsnetzes ohne Anschlussleitungen (Datenbasis: 31.12.2016)	52
Tabelle 24: Länge der Anschlussleitungen (Datenbasis: 31.12.2016)	52
Tabelle 25: Übersicht sonstige Elemente des Versorgungsnetzes	53
Tabelle 26: Übersicht Trinkwasserbehälter	54
Tabelle 27: Gefährdungspotential der Trinkwassergewinnungsanlagen	56
Tabelle 28: Bewertungstabelle	57
Tabelle 29: Transportnetz	58
Tabelle 30: Verteilnetz	58
Tabelle 31: Hausanschlüsse	59

Anlagenverzeichnis

Anlage 01 - 2017 Anlagenübersicht Wasserversorgungskonzept

Anlage 02 - GWGleichen2015-10

Anlage 03 - TW-Netz mit Probenahmestellen

Entwurf

Prolog

Die Stadt Krefeld ist gemäß § 38 (3) Landeswassergesetz NRW verpflichtet, ein Konzept zu erstellen, welches den Stand und die zukünftige Entwicklung der Wasserversorgung darstellt. Der Gesetzgeber beabsichtigt damit, dass die langfristige öffentliche Wasserversorgung sichergestellt wird.

„Zur langfristigen Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung entsprechend der Pflichten des Absatzes 1 und 2 [§ 38 LWG NRW] haben die Gemeinden für ihr Gemeindegebiet eine Konzept über den Stand und die zukünftige Entwicklung der Wasserversorgung (Wasserversorgungskonzept) aufzustellen, das die derzeitige Versorgungssituation und deren Entwicklung und damit verbundenen Entscheidungen mit Darstellung der Wassergewinnungsgebieten mit dem zugehörigen Wasserdargebot, der Wassergewinnungs- und aufbereitungsanlagen, der Beschaffenheit des Trinkwassers, der Verteilungsanlagen sowie der Wasserversorgungsgebiete und deren Zuordnung zu den Wassergewinnungsanlagen beinhaltet, insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel. Das Konzept ist der zuständigen Behörde erstmalig zum 01. Januar 2018 vorzulegen und alle sechs Jahre fortzuschreiben und erneut vorzulegen. Wird das Wasserversorgungskonzept nach sechs Monaten nicht beanstandet, kann die Gemeinde davon ausgehen, dass mit der Umsetzung der dargestellten Maßnahmen in dem dafür von der Gemeinde vorgesehenen zeitlichen Rahmen die Aufgabe nach Absatz 1 ordnungsgemäß erfüllt werden. Das für Umwelt zuständige Ministerium wird ermächtigt, mit Rechtsverordnung Umfang und Inhalt des Wasserversorgungskonzeptes zu regeln.“

Die Stadt Krefeld hat im Rahmen einer Konzession die öffentliche Wasserversorgung an die SWK AQUA GmbH vergeben.

Die NGN NETZGESELLSCHAFT NIEDERRHEIN MBH (nachfolgend „NGN“ genannt) ist die Rechtsnachfolgerin der SWK AQUA GmbH und tritt in dieser Rolle in alle Rechte und Pflichten der SWK AQUA GmbH ein. Gegründet wurde die NGN am 01. September 2016 durch Umbenennung der ehemaligen SWK NETZE GmbH und Aufschmelzung der SWK SETEC GmbH und der SWK AQUA GmbH. Der Konzessionsvertrag vom 01. Januar 2004 ist somit auf die NGN übergegangen. Er hat eine Laufzeit von 20 Jahren bis zum 31. Dezember 2023 und verlängert sich danach jeweils um zwei Jahre, wenn er nicht von einem der Vertragspartner mit einer Frist von einem Jahr zum Ablauf der Vertragsdauer gekündigt wird.

Die SWK ENERGIE GmbH hatte mit der ehemaligen SWK AQUA GmbH einen Pachtvertrag über ihr gesamtes Anlagevermögen der Sparte Trinkwasser geschlossen. Dazu gehörten das Versorgungsnetz, die Hausanschlüsse, Zähler, Wassergewinnungs- und Aufbereitungsanlagen, die dazugehörigen Grundstücke sowie die dem Pachtgegenstand zuzurechnende Betriebs- und Geschäftsausstattung und der Kundstamm. Mit Wirkung zum 01. Juli 2016 wurde der vorgenannte Pachtvertrag aus-

schließlich im Hinblick auf den Kundenstamm (Kundenverträge) aufgehoben. Im Übrigen bleibt der Pachtvertrag unverändert bestehen. Damit übernahm die SWK ENERGIE GmbH mit Wirkung ab dem Stichtag die Belieferung der Endkunden mit Trinkwasser. Das Trinkwasser wird auf der Grundlage eines ebenfalls mit Wirkung auf den Stichtag zwischen der SWK AQUA und der SWK ENERGIE geschlossenen Trinkwasserlieferungsvertrags von der SWK AQUA aus Grundwasser produziert und an die SWK ENERGIE geliefert. Mit Wirksamwerden der Aufschmelzung der SWK AQUA auf die SWK NETZE und der Umfirmierung auf die NGN besteht damit der so geänderte Pachtvertrag und der Trinkwasserlieferungsvertrag zwischen der SWK ENERGIE und der NGN.

1 Gemeindegebiet

Krefeld liegt im Niederrheinischen Tiefland, einer Flussterrassenlandschaft mit ergiebigen Grundwasservorkommen. Die Stadtfläche Krefelds beträgt 13.777 ha und die Einwohnerzahl 232.256 (Stand 31.12.2015, Quelle: www.krefeld.de)

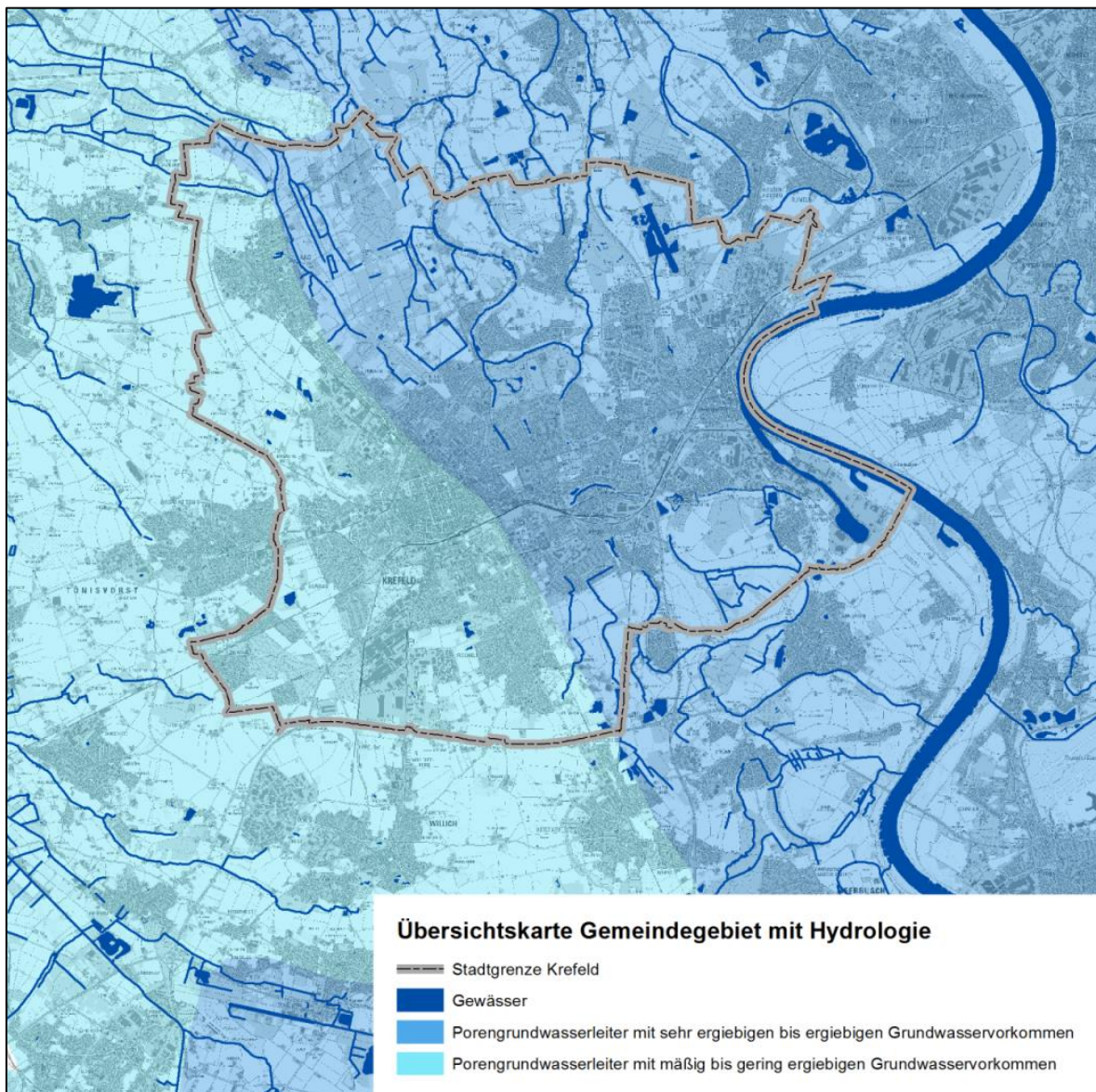


Bild 1: Die Stadtfläche Krefelds

Eine Prognose der Einwohnerentwicklung ist in der folgenden Grafik dargestellt (Quelle IT.NRW). Die aktuelle Flächennutzung und deren voraussichtliche Entwicklung ist unter <https://www.krefeld.de/de/stadtplanung/flaechennutzungsplan/> beschrieben.

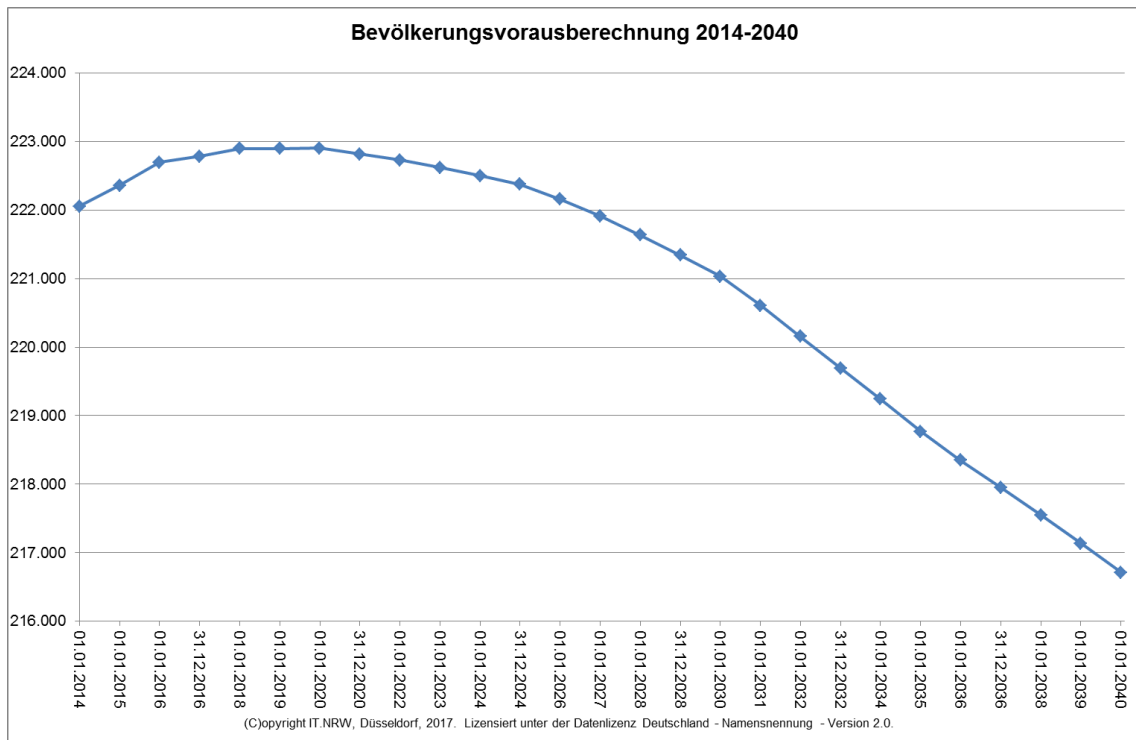


Bild 2: Bevölkerungsvorausberechnung 2014 - 2040

2 Beschreibung des Wasserversorgungssystems

2.1 Übersicht

Die Trinkwasserversorgung der Stadt Krefeld erfolgt zentral über das öffentliche Trinkwassernetz der NGN und dezentral durch gewerblich genutzte kleine Wasserwerke und privat betriebene Kleinversorgungsanlagen. Die öffentliche Versorgung ist untergliedert in die Bereiche Wassergewinnung, Rohwassertransport, Wasseraufbereitung und Trinkwasserverteilung. Eine Übersicht der Wassergewinnungs-, Transport- und Aufbereitungsanlagen ist in der Anlage 01 - 2017 Anlagenübersicht Wasserversorgungskonzept dargestellt. Die Grundstruktur der Trinkwasserverteilung beschreibt die Grafik in Kapitel 2.1.3.

2.1.1 Wassergewinnung/Rohwassertransport

Die Wassergewinnung der NGN erfolgt über insgesamt sieben Wassergewinnungsanlagen (fünf im Stadtgebiet Krefeld und zwei im Rheinkreis Neuss) mit derzeit 41 Brunnen, deren Rohwässer über ein Transportleitungssystem zu den Wasseraufbereitungsanlagen gelangen. Eine Beschreibung der Wassergewinnungsanlagen ist in Kapitel 2.2.1 enthalten.

Die gewerblich und privat genutzten Trinkwasserversorgungsanlagen bestehen in der Regel aus einem Brunnen und eigenem (kleinen) Verteilungsnetz. Die Anlagen werden völlig autark betrieben, gewartet und instandgehalten.

2.1.2 Wasseraufbereitung

Die Rohwässer der Wassergewinnungsanlagen werden in Krefeld in zwei Wasserwerken zu Trinkwasser aufbereitet. Die jeweiligen Verfahrensbeschreibungen sind in Kapitel 2.2.2 erläutert.

Bei den gewerblich und privat genutzten Trinkwasserversorgungsanlagen bedarf es in der Regel keiner aufwendigen Aufbereitungstechnik. Typische Aufbereitungsstufen im Krefelder Stadtgebiet sind die Enteisung und Entmanganung, Denitrifikation und Enthärtung.

2.1.3 Wasserverteilung der zentralen Trinkwasserversorgung

Die Übersicht zeigt die Wasserverteilung im Stadtgebiet Krefeld. Das Verteilnetz stellt mit Ausnahme des Ortsteils Hüls eine einzige Druckzone dar. Innerhalb der Druckzone Hüls existiert wiederum eine Druckerhöhungsanlage für einige Kunden

auf dem Hülser Berg. Am Stadtrand existieren vereinzelt fremdversorgte Gebiete. Dargestellt ist das Verteilnetz \geq DN 300, ausgehend von den beiden Wasserwerken.

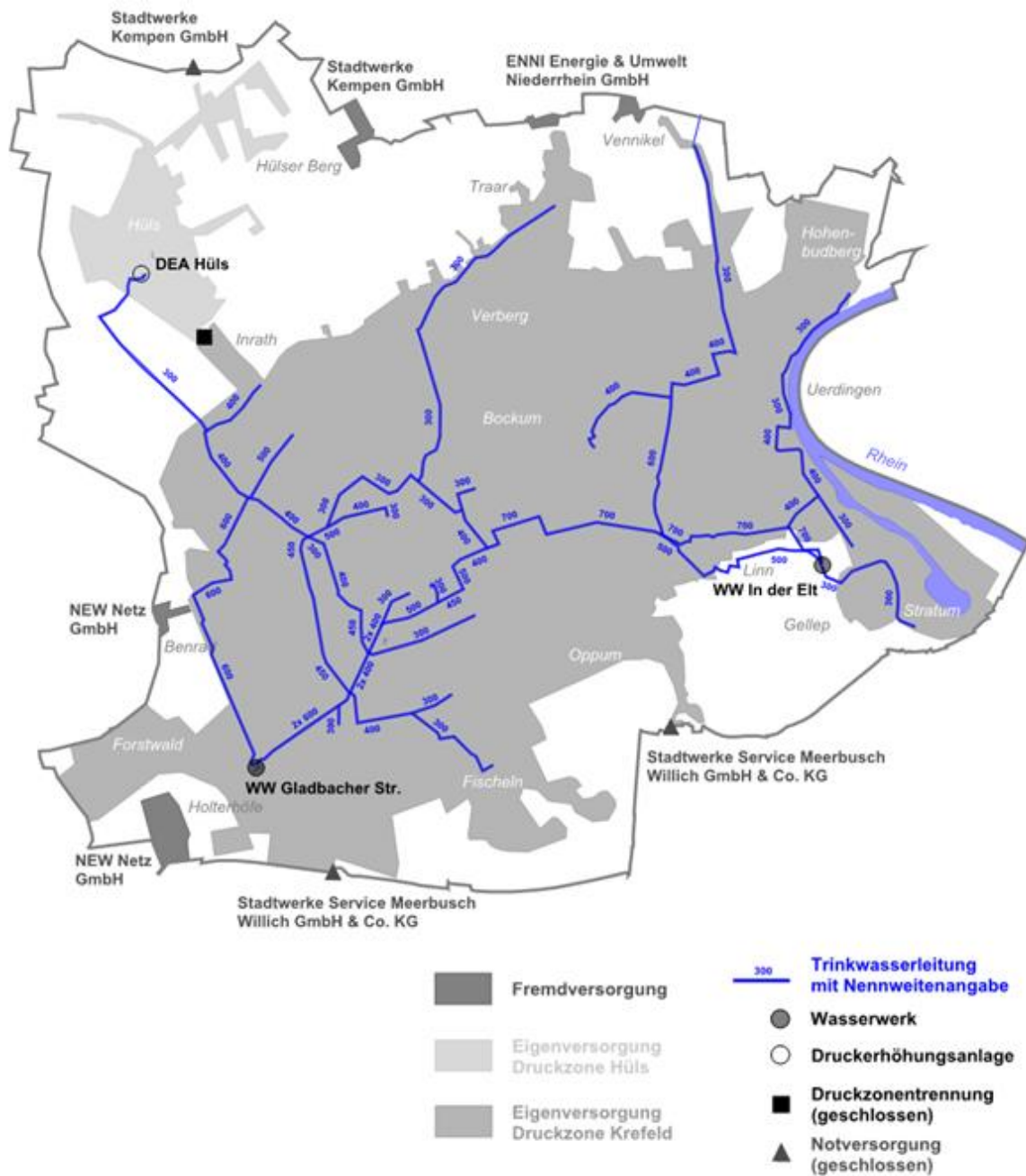


Bild 3: Übersicht des Trinkwassernetzes der Stadt Krefeld

Eine detaillierte Darstellung des Trinkwassernetzes ist in Anlage 03 – TW-Netz mit Probenahmestellen enthalten.

2.2 Wasserwerke

Die Wasserversorgung der Stadt Krefeld wird derzeit über zwei Wasserwerke sichergestellt.

1. Wasserwerk Gladbacher Straße (westliches Stadtgebiet)
2. Wasserwerk In der Elt (östliches Stadtgebiet)

2.2.1 Wassergewinnungsanlagen

Die Rohwasserförderung erfolgt durch 7 Wassergewinnungsanlagen mit insgesamt 41 Brunnen (siehe Anlage 03 – TW-Netz mit Probenahmestellen) vorwiegend aus dem quartären Grundwasserleiter.

Im Westen sind es die Wassergewinnungsanlagen (WGA) Horkesgath/Bückerfeld mit 12, die WGA Hüls mit 4 und WGA Forstwald mit 5 Brunnen. Diese Rohwässer aus dem quartären Grundwasserleiter werden im Wasserwerk Gladbacher Straße aufbereitet.

Im Osten sind es die Anlagen Uerdingen/Bruchweg mit 8, In der Elt mit 7, Werthhof mit 3 und Rheinfähre mit 2 Brunnen. Diese Rohwässer werden im Wasserwerk In der Elt aufbereitet. In der WGA In der Elt wird aus 5 Tiefbrunnen und in der WGA Werthhof aus 3 Tiefbrunnen tertiäres Wasser zur Aufbereitung gefördert.

Die dem Wasserwerk Gladbacher Straße zugeordneten Brunnen mit den aktuellen Förderleistungen sind in der nachfolgenden Tabelle (Stand 09/2017) aufgeführt:

Tabelle 1: WGA Horkesgath/Bückerfeld

WGA Horkesgath/Bückerfeld	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Brunnen 2a	2005	80
Brunnen 3	1960	75
Brunnen 3a	2010	80
Brunnen 9	1960	50
Brunnen 10	1951	50
Brunnen 11	1960	75
Brunnen 12	1951	80
Brunnen 13	1971	80
Brunnen 14	1971	75
Brunnen 15	1971	75
Brunnen 16a	1996	80
Brunnen 17	1971	70

Tabelle 2: WGA Forstwald

WGA Forstwald	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Brunnen 1	1975	200
Brunnen 2	1975	260
Brunnen 3	1975	250
Brunnen 4	1994	260
Brunnen 5	1994	280

Tabelle 3: WGA Hüls

WGA Hüls	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Brunnen 9	1961	50
Brunnen 10	1966	50
Brunnen 11	1973	50
Brunnen 12	1987	80

Insgesamt steht am Wasserwerk Gladbacher Straße eine Förderleistung aller Brunnen von rd. 2.300 m³/h zur Verfügung.

Die dem Wasserwerk In der Elt zugeordneten Brunnen mit den aktuellen Förderleistungen sind in der nachfolgenden Tabelle (Stand 09/2017) aufgeführt.

Tabelle 4: WGA Bruchweg

WGA Bruchweg	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Brunnen 2	1970	40
Brunnen 3	1970	40
Brunnen 4	1975	40
Brunnen 5	1975	40
Brunnen 6	1938	40
Brunnen 7	1938	40
Brunnen 11	1970	30
Brunnen 12	1969	50

Tabelle 5: WGA In der Elt

WGA In der Elt	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Horizontalfilterbrunnen 1	2001	75
Horizontalfilterbrunnen 2	2001	75
Tiefbrunnen 1	1979	40
Tiefbrunnen 2	1977	20
Tiefbrunnen 3	1981	20
Tiefbrunnen 4	1981	15
Tiefbrunnen 7	1996	15

Tabelle 6: WGA Werthhof

WGA Werthhof	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Tiefbrunnen 5	1990	80
Tiefbrunnen 6	1994	80
Tiefbrunnen 8	2014	80

Tabelle 7: WGA Rheinfähre

WGA Rheinfähre	Baujahr	Förderleistung [m³/h]
Horizontalfilterbrunnen 1	1980	180
Horizontalfilterbrunnen 2	1980	180

Insgesamt steht am Wasserwerk In der Elt eine Förderleistung aller Brunnen von rd. 1.200 m³/h zur Verfügung.

2.2.2 Ersatzstrom der Wassergewinnungsanlagen

Die Notstromversorgung der WGA Forstwald kann über die stationären Netzersatzaggregate des Wasserwerks Gladbacher Straße erfolgen. Die Ersatzstromversorgung der Wassergewinnungsanlagen Horkesgath/Bückerfeld sowie Hüls ist mit NGN-eigenen mobilen Notstromaggregaten kurzfristig realisierbar.

Die Notstromversorgung der WGA In der Elt erfolgt im Bedarfsfall über das im Wasserwerk In der Elt installierte Netzersatzaggregat. Für die Wassergewinnungsanlage Urdingen/Bruchweg, Werthhof und Rheinfähre ist eine Notstromversorgung durch NGN-eigene mobile Aggregate kurzfristig realisierbar. Darüber hinaus ist für die WGA Werthhof und Rheinfähre eine Notstromversorgung durch Aggregate des örtlichen Stromnetzbetreibers möglich.

2.2.3 Wasserwerke und Eigenversorgungsanlagen

Die Trinkwasserversorgung in Krefeld erfolgt durch unterschiedliche Arten von Versorgungsanlagen. Unter dem Begriff Wasserversorgungsanlage werden die technischen Einrichtungen zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung von Trinkwasser subsumiert. Im Folgenden werden die Definitionen der drei Anlagentypen gemäß Trinkwasserverordnung 2001 (TrinkwV 2001) aufgeführt.

- Anlagen einschließlich des dazugehörenden Leitungsnetzes, aus denen pro Tag mindestens 10 m³ Trinkwasser entnommen oder auf festen Leitungswegen an Zwischenabnehmer geliefert werden oder aus denen auf festen Leitungswegen Trinkwasser an mindestens 50 Personen abgegeben wird (zentrale Wasserwerke)
- Anlagen einschließlich des dazugehörigen Leitungsnetzes, aus denen pro Tag weniger als 10 m³ Trinkwasser entnommen oder im Rahmen einer gewerblichen oder öffentlichen Tätigkeit genutzt werden, ohne es sich dabei um ein zentrales Wasserwerk oder einer Kleinanlage zur Eigenversorgung handelt (dezentrale kleine Wasserwerke)

- Anlagen einschließlich der dazugehörigen Trinkwasser-Installation, aus denen pro Tag weniger als 10 m³ Trinkwasser zur eigenen Nutzung entnommen werden (Kleinanlagen zur Eigenversorgung)

Bei einer gewerblichen Tätigkeit im Sinne der TrinkwV handelt sich um eine „unmittelbare oder mittelbare, zielgerichtete Trinkwasserbereitstellung im Rahmen einer Vermietung oder einer sonstigen selbstständigen, regelmäßigen und in Gewinnerzielungsabsicht ausgeübten Tätigkeit“ [§ 3 Nr. 10, TrinkwV 2001]. Eine öffentliche Tätigkeit im Sinne der TrinkwV liegt vor, wenn „die Trinkwasserbereitstellung für einen unbestimmten, wechselnden und nicht durch persönliche Beziehungen verbundenen Personenkreis“ erfolgt [§ 3 Nr. 11, TrinkwV 2001].

2.2.3.1 Wasserwerk Gladbacher Straße

Das Wasserwerk (WW) Gladbacher Straße liegt im Südwesten des Versorgungsgebietes, ist seit 1976 in Betrieb und wurde im Jahr 2012 durch eine Entkarbonisierungsanlage zur Verringerung der Wasserhärte zwischen den Filterstufen erweitert. Die täglichen Fördermengen liegen zwischen 16.500 m³ und 22.500 m³. Die mittlere tägliche Fördermenge beträgt ca. 19.000 m³. Die jährliche Fördermenge liegt bei ca. 7 Mio. m³.

Die Nenn-Aufbereitungskapazität der Entkarbonisierungsanlage liegt bei 1.600 m³/h. Es besteht die Möglichkeit, im Ausnahmefall eine Gesamtrohwassermenge von $Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$ zu Trinkwasser aufbereiten zu können, wobei in diesem Fall jedoch das Entkarbonisierungsziel nicht mehr eingehalten werden kann.

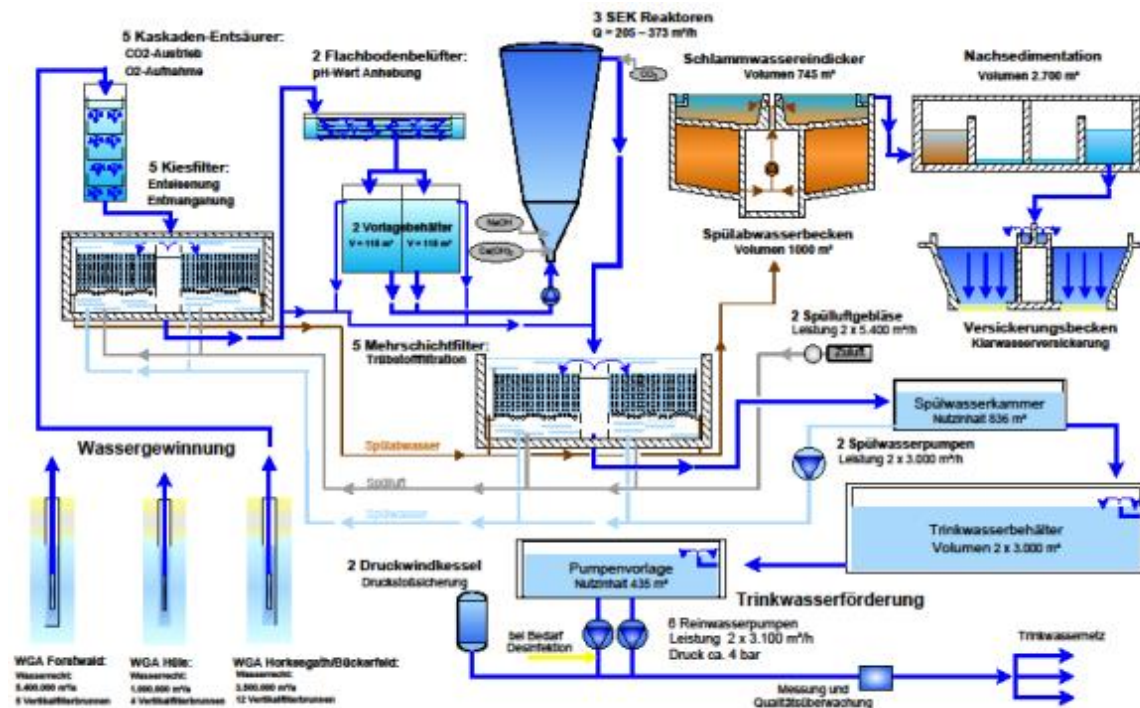


Bild 4: Aufbereitungsanlage Gladbacher Straße

Die Aufbereitungsanlage ist wie folgt aufgebaut: Das aus den Wassergewinnungsanlagen gewonnene Rohwasser wird vorbehandelt durch Belüftung über Riesler und Filtration zur Enteisung (Filterstufe 1).

Die Filtration (Filterstufe 1) findet in 5 geschlossenen und überstaut betriebenen Schnellfiltern statt, die als Betonfilter mit einschichtiger Quarzsandfüllung ausgeführt sind.

Das so vorbehandelte Rohwasser wird über eine Sammelleitung der Schnellentkarbonisierung zugeführt. Dort wird das Rohwasser zur pH-Wert-Anhebung über zwei Flachbodenbelüfter geführt, bevor es der Enthärtung zugeführt wird. Mittels Schnellentkarbonisierung wird unter Einsatz von Kalkmilch und Natronlauge die Gesamthärte von ca. 21 auf den Zielwert von unter 14 Grad deutscher Härte (°dH) reduziert.

Der Ablauf der Entkarbonisierung wird mit den Teilströmen „Rohwasser nicht entsäuert/nicht entkarbonisiert“ und „Rohwasser entsäuert/nicht entkarbonisiert“ gemischt und der doppelschichtigen 2. Filterstufe zur Trübstoffrückhaltung zugeführt. Diese Filterstufe ist mit Hydroanthrazit und Quarzsand als Filtermaterialien bestückt.

Nach der Trübstofffiltration verfügt das Wasserwerk Gladbacher Straße über eine Spülwasserkammer, eine Trinkwasserspeicherung und eine Pumpenvorlage vor dem Pumpwerk, welches mit einer Maximalleistung von 2 x 3.100 m³/h und einem Druck von ca. 4 bar in das Trinkwassernetz Krefelds einspeist.

2.2.3.2 Wasserwerk In der Elt

Das Wasserwerk (WW) In der Elt liegt im Südosten des Versorgungsgebietes und ist mit seiner neu gebauten Aufbereitungsanlage seit 2013 in Betrieb. Die täglichen Fördermengen liegen zwischen 16.000 m³ und 19.000 m³. Die mittlere tägliche Fördermenge beträgt ca. 18.000 m³. Die jährliche Fördermenge liegt bei ca. 6,5 Mio. m³.

Die Aufbereitungskapazität der Entkarbonisierungsanlage beträgt 1.400 m³/h (Normalbetrieb). Es besteht die Möglichkeit, im Ausnahmefall eine Gesamtrohwassermenge von bis zu 2.000 m³/h zu Trinkwasser aufbereiten zu können, wobei in diesem Fall jedoch das Entkarbonisierungsziel nicht mehr erreicht würde.

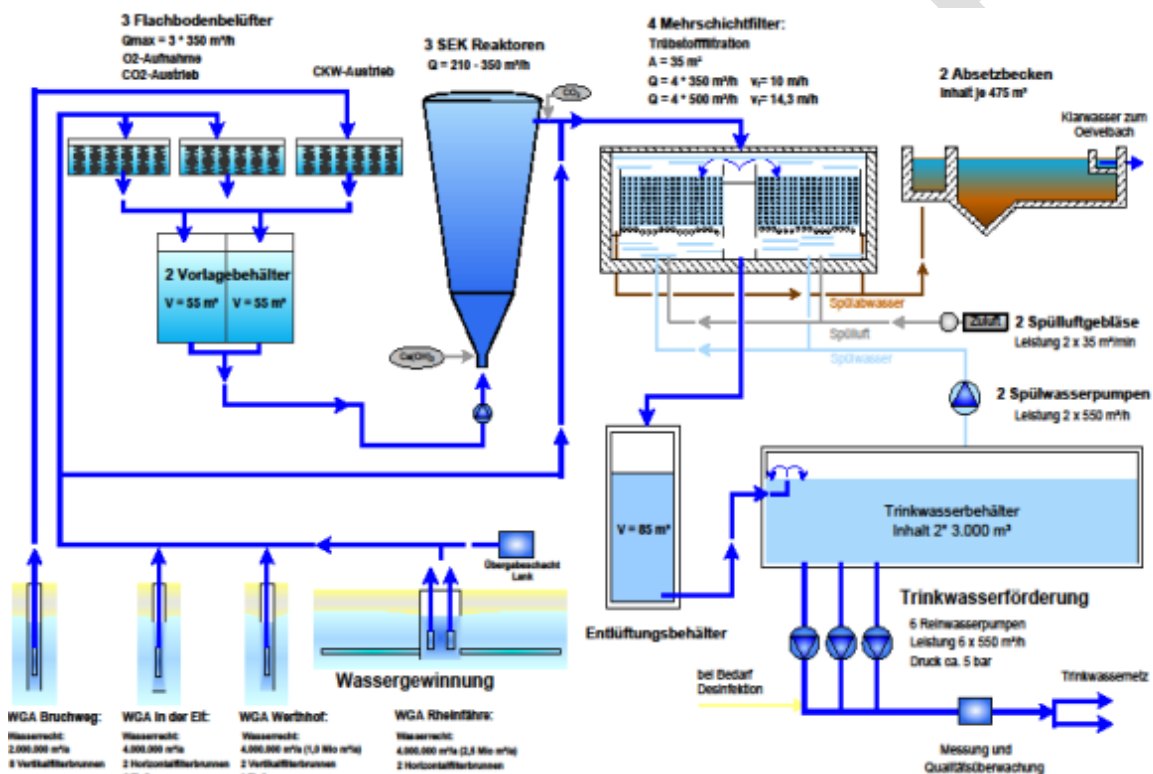


Bild 5: Aufbereitungsanlage In der Elt

Die Aufbereitungsanlage ist wie folgt aufgebaut: Das aus den Wassergewinnungsanlagen gewonnene Rohwasser wird durch mechanische Entsäuerung und Desorption vorbehandelt. Der Austrag von CO₂ erfolgt über Flachbodenbelüfter. Da das Rohwasser der WGA Bruchweg zusätzlich Spuren von organischen Inhaltsstoffen aufweist, wurde hierfür ein entsprechend stärker dimensionierter Flachbodenbelüfter installiert.

Danach wird das vorbehandelte Rohwasser über eine Zwischenspeicherung und Druckerhöhung der Schnellentkarbonisierung zugeführt. In den Schnellentkarbonisierungsreaktoren wird die Gesamthärte von ca. 24 auf unter 14 °dH reduziert. Dies

erfolgt analog zum Wasserwerk Gladbacher Straße im Teilstrom. In der nachgeschalteten Filtration über 4 geschlossene Mehrschichtfilter werden unter Zugabe eines Flockungshilfsmittels die Trübstoffe herausfiltriert. Anschließend gelangt das Trinkwasser über einen Entlüftungsbehälter in die Trinkwasserspeicherung.

Ausgangsseitig der Trinkwasserspeicherung speist das Pumpwerk, bestehend aus insgesamt 6 Pumpen mit einer Leistung von maximal $2 \cdot 1.500 \text{ m}^3/\text{h}$ und einem Druck von 4,9 bar in das Trinkwassernetz Krefelds ein.

2.2.3.3 Wasserwerk „Siedlung Neuland“

Neben den beiden zentralen Wasserwerken der NGN wird ein weiteres „zentrales“ Wasserwerk durch Siedlergemeinschaft e.V. betrieben. Dessen grundlegende Kenn-
daten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 8: Kenndaten Zentrales Wasserwerk „Siedlung Neuland“

Kenngröße	Beschreibung
Standort	Ginsterpfad 12 (Benrad, Flur 6, Flurstück 161)
Wasserfassung	Filterbohrbrunnen
Fördertiefe	19 m unter Festpunkt (Erdsniveau)
Wasserschutzzone	nein (liegt in der geplanten WSZ der WGA Forstwald)
Trinkwasserausstoß	$6.000 \text{ m}^3/\text{a}$
Versorgte Haushalte	28 (ca. 80 Personen)

Das folgende Bild zeigt das Versorgungsgebiet.



Bild 6: Versorgungsgebiet WVA Siedlung Neuland

Aufgrund der Fördermenge und der eingesetzten Verfahrenstechnik, wäre – aus realpragmatischen Gründen – diese Anlage eher der Kategorie gemäß § 3 Nr. 2b TrinkwV 2001 „kleine dezentrale Wasserwerke“ zuzuordnen.

2.2.3.4 Dezentrale kleine Wasserwerke

Die Auslegungsparameter, sowie baulichen und verfahrenstechnischen Gegebenheiten der Wasserversorgungsanlagen (WVA) sind in dieser Anlagenkategorie so heterogen wie das jeweilige Gewerbe, in dem das Wasser genutzt wird. Die Jahresfördermengen liegen dabei definitionsbedingt unter $3.650 \text{ m}^3/\text{a}$. Typische Aufbereitungsstufen sind Enteisung und Entmanganung, Denitrifikation oder ggf. gewerbebezogene Spezialaufbereitungen.

Aus Sicht der Fördermenge und eingesetzten Verfahrenstechnik, wären – aus realpragmatischen Gründen – viele Anlagen aus dieser Kategorie eher der Anlagenkategorie „Kleinanlagen zur Eigenversorgung“ gemäß § 3 Nr. 2c TrinkwV 2001 zuzuordnen.

Die typischen Kenndaten einer WVA aus dieser Kategorie sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: Typische Kenndaten dezentraler kleiner Wasserwerke in Krefeld

KenngroÙe	Beschreibung
Standort	Über das gesamte Stadtgebiet verteilt
Wasserfassung	Bohrbrunnen
Fördertiefe	Meist 8m bis 12m unter Festpunkt (Erdniveau)
Wasserschutzzone	Nein
TrinkwasserausstoÙ	Bis max. 3.650 m ³ /a (i.d.R. weniger als 1.000 m ³ /a)
Anzahl	113 WVA

2.2.3.5 Kleinanlagen zur Eigenversorgung

Diese Anlagen dienen ausschließlich der privaten Trinkwasserversorgung und werden dort eingesetzt, wo der Anschluss an die öffentliche Versorgung aus persönlichen Gründen nicht gewünscht oder möglich ist.

Die Jahresfördervolumina sind in der Regel gering und können für einen 4 Personen-Haushalt auf ca. 183 m³/a abgeschätzt (4 Personen-Haushalt bei einem Verbrauch von 125l/d) werden. Wasserschutzzone sind in der Regel nicht ausgewiesen. Das Wasser wird meist nur dann aufbereitet, wenn eine Grenzwertverletzung vorliegt. Als typische Aufbereitungsstufen sind die Enteisung/Entmanganung und die Denitrifikation zu nennen. Weitergehende Aufbereitungen wie z.B. Enthärtungsanlagen sind selten.

Die typischen Kenndaten einer WVA aus dieser Kategorie sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Typische Kenndaten von Kleinanlagen zur Eigenversorgung

KenngroÙe	Beschreibung
Standort	Über das gesamte Stadtgebiet verteilt
Wasserfassung	Saug- und Bohrbrunnen
Fördertiefe	Meist 8m bis 12m unter Festpunkt (Erdniveau)
Wasserschutzzone	Nein
TrinkwasserausstoÙ	Bis max. 3650 m ³ /a (4 Personen-Haushalt ca. 183m ³ /a)
Anzahl	335 WVA

2.3 Organisation der Wasserversorgung

Die Stadt Krefeld hat die Aufgabe der öffentlichen Wasserversorgung auf ihrem Stadtgebiet durch Abschluss eines Konzessionsvertrages auf die NGN NETZGESELL-

SCHAFT NIEDERRHEIN mbH übertragen, einer Tochtergesellschaft des Konzerns SWK STADTWERKE KREFELD AG.

Die NGN hält ein leistungsfähiges System der Trinkwasserproduktion und -verteilung vor. Die Netzführung erfolgt durch eine rund um die Uhr besetzte zentrale Netzleitwarte, die als Störannahmestelle, sowie als Einsatzleitstelle fungiert. Die NGN verfügt über umfangreiche Ressourcen in Form von internen und externen Rufbereitschafts- und Entstörungsdiensten in allen relevanten technischen Bereichen, um jederzeit eine sehr hohe Versorgungssicherheit der Trinkwasserversorgung für die Stadt Krefeld zu gewährleisten.

2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

2.4.1 Wasserrechtliche Bewilligungen und wasserrechtliche Erlaubnisse

Die Grundwasserförderungen in den Wassergewinnungsanlagen der NGN sind alleamt durch wasserrechtliche Bewilligungen und wasserrechtliche Erlaubnisse abgesichert.

2.4.1.1 Wasserwerk Gladbacher Straße

Für die Grundwasserentnahmen in den Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerks Gladbacher Straße existieren folgende rechtliche Rahmenbedingungen:

2.4.1.1.1 WGA Horkesgath/Bückerfeld

In dem bis zum 31.12.2038 gültigen Bewilligungsbescheid vom 27.11.2008 (Az.: 541.6.1.1–KR–102/05) wird die Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trink- und Brauchwasserversorgung im Versorgungsgebiet der NGN bewilligt:

Tabelle 11: WGA Horkesgath/Bückerfeld

WGA Horkesgath/Bückerfeld		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt		1.600	29.000	-	3.500.000
WGA Horkesgath	Br. 1 + Br. 2a	455	8.250	-	1.500.000
	Br. 3 bis Br. 5	455	8.250	-	1.500.000
	Br. 6	760	13.750	-	2.500.000
	Br. 8 bis Br. 12	760	13.750	-	2.500.000
WGA Bückerfeld	Br. 13 + Br. 14	605	11.000	-	2.000.000
	Br. 15 + Br. 16a + Br. 17	605	11.000	-	2.000.000
	Br. 18	605	11.000	-	2.000.000

2.4.1.1.2 WGA Forstwald

In dem bis zum 31.12.2038 gültigen Bewilligungsbescheid vom 02.07.2008 (Az.: 541.6.1.1–KR–110/04) wird die Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Stadtgebiet Krefeld bewilligt:

Tabelle 12: WGA Forstwald

WGA Forstwald		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt		1.270	30.525	650.000	5.400.000
	Br. 1	300	7.260	135.000	1.160.000
	Br. 2	300	7.260	135.000	1.160.000
	Br. 3	300	7.260	135.000	1.160.000
	Br. 4	300	7.260	135.000	1.160.000
	Br. 5	300	7.260	135.000	1.160.000

2.4.1.1.3 WGA Hüls

In dem bis zum 31.12.2030 gültigen Bewilligungsbescheid vom 22.12.2000 (Az.: 54.16.21-002/00) wird die Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Stadtgebiet Krefeld, Ortsteil Hüls, bewilligt:

Tabelle 13: WGA Hüls

WGA Hüls		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt		230	4.100	123.000	1.000.000
	Br. 9	50	868	26.040	218.000
	Br. 10	50	866	25.980	216.000
	Br. 11	50	866	25.980	216.000
	Br. 12	80	1.500	45.000	350.000

2.4.1.2 Wasserwerk In der Elt

Für die Grundwasserentnahmen in den Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerks In der Elt existieren folgende rechtliche Rahmenbedingungen:

2.4.1.2.1 WGA Bruchweg

In dem bis zum 31.12.2031 gültigen Bewilligungsbescheid vom 14.12.2001 (Az.: 54.16.21-008/00) i. V. m. dem Änderungsbescheid vom 12.09.2007 (Az.: 54.6.1.1-KR-06/07) wird die derzeitige Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Stadtgebiet Krefeld bewilligt:

Tabelle 14: WGA Bruchweg

WGA Bruchweg		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt		415	8.000	213.700	2.000.000
	Br. 1	13	245	6.585	
	Br. 2	50	955	25.475	
	Br. 3	46	890	23.850	
	Br. 4	43	830	22.180	
	Br. 5	43	830	22.180	
	Br. 6	48	925	24.660	
	Br. 7	48	925	24.660	
	Br. 11	62	1.200	32.055	
	Br. 12	62	1.200	32.055	

2.4.1.2.2 WGA In der Elt

In dem bis zum 31.12.2039 gültigen Bewilligungsbescheid vom 27.04.2009 (Az.: 54.06.01.01-KR-085/06) wird die Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trink- und Brauchwasserversorgung im Versorgungsgebiet der NGN bewilligt:

Tabelle 15: WGA In der Elt

WGA In der Elt		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt		880	14.000	-	4.000.000
Quartär	VHB1 + VHB2	600	8.000	-	2.500.000
Tertiär	TBr. 1 bis TBr. 4 + TBr. 7	280	6.000	-	1.500.000

[Tiefbrunnen als TBr. bezeichnet, verlaufsgesteuerte Horizontalfilterbrunnen als VHB bezeichnet]

2.4.1.2.3 WGA Werthhof

In dem bis zum 31.12.2017 gültigen Erlaubnisbescheid vom 28.01.2013 (Az.: 54.06.01.01-KR-049/12) wird die Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Stadtgebiet Krefeld erlaubt:

Tabelle 16: WGA Werthhof

WGA Werthhof		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt (Tertiär)		180	4.320	129.600	1.000.000
	Tiefbrunnen 5	90	2.160	64.800	788.400
	Tiefbrunnen 6	90	2.160	64.800	788.400
	Tiefbrunnen 8	90	2.160	64.800	788.400

2.4.1.2.4 WGA Rheinfähre

In dem bis zum 30.06.2018 gültigen Erlaubnisbescheid vom 10.06.2013 (Az.: 54.06.01.01-KR-050/12) wird die Rohwassergewinnung zum Zweck der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Stadtgebiet Krefeld erlaubt:

Tabelle 17: WGA Rheinfähre

WGA Rheinfähre		m ³ /h	m ³ /d	m ³ / 30d	m ³ /a
Insgesamt		900	8.000	240.000	2.500.000
	Horizontalfilterbrunnen 1	450	5.760	172.800	1.800.000
	Horizontalfilterbrunnen 2	450	2.240	67.200	700.000

2.4.2 Festgesetzte Trinkwasserschutzgebiete

Von den sieben Wassergewinnungsanlagen der NGN existiert zur Sicherstellung des Gewässerschutzes für insgesamt drei Wassergewinnungsanlagen ein festgesetztes Trinkwasserschutzgebiet mit rechtskräftiger Schutzgebietsverordnung.

2.4.2.1 WGA Horkesgath/Bückerfeld

Die Trinkwasserschutzzone wurde am 31.12.1987 behördlich festgesetzt. Am 30.10.2006 erfolgte im Rahmen der bestehenden Verordnung zwecks Anpassung der Schutzzone an einen veränderten Bilanzraum eine Erweiterung der Schutzzone IIIB.

Die Trinkwasserschutzzone hat eine bis zum 31.12.2027 befristete Laufzeit.

2.4.2.2 WGA Hüls

Die Trinkwasserschutzzone wurde am 09.03.2017 behördlich festgesetzt. Die Geltungsdauer der Wasserschutzgebietsverordnung ist unbefristet gemäß § 35 Absatz 1 Satz 2 des Landeswassergesetzes NRW – LWG – in der Fassung der Bekanntmachung vom 25.06.1995 (GV. NRW. S. 926/SGV. NRW. 77), neu gefasst durch Artikel 1 des Gesetzes vom 08.07.2016 (GV. NRW. S. 559 ff.).

2.4.2.3 WGA Bruchweg

Die Trinkwasserschutzzone wurde am 01.03.1977 festgesetzt. Die Geltungsdauer der Wasserschutzgebietsverordnung ist unbefristet gemäß § 35 Absatz 1 Satz 2 i. V. m. § 125 Absatz 4 Satz 2 des Landeswassergesetzes NRW – LWG – in der Fassung der Bekanntmachung vom 25.06.1995 (GV. NRW. S. 926/SGV. NRW. 77), neu gefasst durch Artikel 1 des Gesetzes vom 08.07.2016 (GV. NRW. S. 559 ff.).

Eine Zusammenfassung aller Eckdaten zu den Wasserrechten und Schutzzonen zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 18: Übersicht Wasserrechte und Schutzzonen

Wasserwerk	Wassergewinnungsanlage	Wasserrecht	Stand Wasserrecht	Schutzzone	Stand Schutzzone	Bemerkung
Glabbacher Str.	Horkesgath / Bückersfeld	wasserrechtliche Bewilligung über 3,50 Mio. m ³ /a vom 27.11.2008 bis 31.12.2038	bewilligt	festgesetzt	Schutzzone am 31.12.87 festgesetzt. Erweiterung und Festsetzung des Erweiterungsbereiches der Schutzzone III B am 30.10.2006 Laufzeit bis 31.12.2027	
	Forstwald	wasserrechtliche Bewilligung über 5,40 Mio. m ³ /a vom 18.04.2008 bis 31.12.2038	bewilligt	nicht festgesetzt	Das Schutzzonenverfahren wurde seitens der Bezirksregierung Düsseldorf als Veranlasser des Verfahrens bisher nicht eingeleitet.	Aufgabe der WGA Südpark 11.2000
	Hüls	wasserrechtliche Bewilligung über 1,0 Mio. m ³ /a vom 22.12.2000 bis 31.12.2030	bewilligt	festgesetzt	Inkrafttreten der Verordnung am 09.03.2017. Gem. LWG §35 Abs. 1 Satz 2 unbefristet.	
In der Eit	Bruchweg	wasserrechtliche Bewilligung über 2,6 Mio. m ³ /a vom 14.12.2001 bis 31.12.2031 mit Änderungsbescheid vom 12.09.07 aufgrund Forderung der Bez.-Reg. von Feb. 07 auf 2,0 Mio. m ³ /a reduziert	bewilligt	festgesetzt	Inkrafttreten der Verordnung 01.03.1977 Gem. LWG §35 Abs. 1 Satz 2 i.V.m. §125 Abs. 4 Satz 2 unbefristet. Das Prüfexemplar zur Überarbeitung der Schutzzone wurde der Bez.-Reg. am 29.01.2009 vorgelegt.	Wegen der Veränderung des Bilanzraumes ist eine Überarbeitung der Schutzzone erforderlich
	In der Eit	wasserrechtliche Bewilligung über 4,0 Mio. m ³ /a vom 27.04.2009 bis 31.12.2039	bewilligt	nicht festgesetzt	Das Schutzzonenverfahren wurde seitens der Bezirksregierung Düsseldorf als Veranlasser des Verfahrens bisher nicht eingeleitet.	
	Werthhof	wasserrechtliche Erlaubnis über 1,0 Mio. m ³ /a vom 28.01.2013 bis 31.12.2017	im Verfahren, Antragsstellung über 1,0 Mio m ³ /a. Abgabe Prüfexemplar an die Bezirksregierung am 10.08.07.	nicht festgesetzt	Das Schutzzonenverfahren wurde seitens der Bezirksregierung Düsseldorf als Veranlasser des Verfahrens bisher nicht eingeleitet.	
	Rheinfähre	wasserrechtliche Erlaubnis über 2,5 Mio. m ³ /a vom 10.06.2013 bis 30.06.2018	im Verfahren, Antragsstellung über 2,5 Mio m ³ /a. Abgabe Prüfexemplar an die Bezirksregierung am 19.09.07.	nicht festgesetzt	Das Schutzzonenverfahren wurde seitens der Bezirksregierung Düsseldorf als Veranlasser des Verfahrens bisher nicht eingeleitet.	

2.5 Qualifikationsnachweise/Zertifizierung, TSM

Am 01.12.2010 wurde nach Prüfung durch den DVGW den an der Wasserversorgung der Stadt Krefeld beteiligten Gesellschaften SWK AQUA und SWK SETEC die uneingeschränkte TSM-Konformität (Technisches Sicherheitsmanagement gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt W1000) für die Sparten Wasser und Abwasser bestätigt.

2.6 Absicherung der Versorgung

2.6.1 Wasserwerke

Die Wasserversorgung der Stadt Krefeld erfolgt durch die beiden Grundwasserwerke „Gladbacher Straße“ und „In der Elt“.

Die beiden Wasserwerke gewährleisten durch ihre robuste Technik eine sehr hohe Dauerverfügbarkeit. Die installierten hohen elektrotechnischen und verfahrenstechnischen Redundanzen in den Bereichen Wassergewinnung, Rohwassertransport und Wasseraufbereitung tragen ebenso zu dieser hohen Verfügbarkeit bei.

Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen an diesen Anlagenteilen konnten bisher jederzeit in abgabeschwachen Zeiten erfolgen, oder durch Schaffung von temporären Ersatzlösungen kompensiert werden, sodass es zu keinem Zeitpunkt zu einer Einschränkung von Qualität und Menge kam.

Sollte es aufgrund unvorhersehbarer Umstände zum vollständigen Ausfall eines der beiden Wasserwerke kommen, so wird die vom verbleibenden Wasserwerk gelieferte Dauermenge in Kombination mit den anderen, nachfolgend beschriebenen Maßnahmen zur Versorgung der Stadt Krefeld ausreichen.

Nachfolgend werden bestehende Maßnahmen zur Absicherung der Versorgung im Falle von Störungen und Schäden im Bereich der Wassergewinnungs-, aufbereitungs- und Verteilungsanlagen beschrieben.

2.6.1.1 Rohwassernetzverbund Wasserwerk Lank

Zur Absicherung der Rohwasserversorgung des Wasserwerks In der Elt existiert eine Rohwassernetzverbundleitung, über welche kurzfristig eine Menge von bis zu 240 m³/h Brunnenwasser bezogen werden kann.

2.6.1.2 Rohwassereinspeisung WGA Bruchweg

Das Rohwasser der Wassergewinnungsanlage Bruchweg in Uerdingen wurde bis zum Jahr 1988 ohne Aufbereitung in das Trinkwassernetz eingespeist. Aufgrund von Belastungen mit organischen Inhaltsstoffen wird das Rohwasser dieser WGA seither im Wasserwerk In der Elt aufbereitet. Die Quelle der Belastung wurde zwischenzeitlich identifiziert und beseitigt, wodurch die Belastung deutlich unter den Grenzwert der TrinkwV gefallen ist und damit Trinkwasserqualität vorliegt. In einem Schachtbauwerk auf dem Gelände der WGA kann kurzfristig eine Verbindung der Rohwassertransportleitung mit dem Trinkwassernetz hergestellt werden, um im Falle eines Ausfalls des Wasserwerks In der Elt kurzfristig die technisch dort gewinnbare Wassermenge ins Trinkwassernetz einzuspeisen.

2.6.1.3 Trinkwasserspeicher als Gegenbehälter

Die Trinkwasserkammern der Wasserwerke werden als Durchlaufbehälter betrieben. Das aufbereitete Trinkwasser gelangt im freien Gefälle in die Behälter und wird von dort aus mit Hilfe der Netzpumpen ins Trinkwassernetz eingespeist. Sollte die Funktion der Aufbereitungsanlagen der Wasserwerke eingeschränkt sein, jedoch die Trinkwasserspeicher und Netzpumpen weiterhin zur Verfügung stehen, wären diese im Wasserwerk Gladbacher Straße durch manuellen Eingriff als Gegenbehälter zu nutzen und zu bewirtschaften.

2.6.1.4 Versorgungssicherheit Verteilnetz

Gewährleistung einer hohen Versorgungssicherheit bedeutet eine möglichst andauernde Versorgung mit Trinkwasser in quantitativer sowie in qualitativer Hinsicht.

Versorgungsunterbrechungen können verschiedene Ursachen haben, z.B. Belieferungsengpässe, Verkeimung/Verschmutzung und Schäden/Leckagen an Leitungen.

Um die Versorgungssicherheit zu erhöhen, wurden/werden verschiedene Maßnahmen getroffen.

a. Vermeidung von Belieferungsengpässen

Die Vermeidung von Belieferungsengpässen ist unter Punkt 2.6.1 beschrieben.

b. Vermeidung von Verkeimung/Verschmutzung

Hauptursache für Verkeimung sind „stehendes“ Wasser und geringe Strömungsgeschwindigkeit. Folgende Maßnahmen zur Vermeidung werden durch die NGN kontinuierlich verfolgt:

Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch Verringerung der Querschnitte bei Leitungserneuerung und Außerbetriebnahme von Leitungen

- Abtrennung von stillgelegten Hausanschlüssen
- Austausch von Hydranten mit langer Anschlussleitung
- Vermeidung von Ringleitungen mit undefinierten Strömungsrichtungen
- (Automatisiertes) Spülen zur Vermeidung von Braunwasser
- Beachtung der Fließrichtung zur Vermeidung von Braunwasser

c. Vermeidung von Schäden an Leitungen und Armaturen

Zur Vermeidung von Schäden an Leitungen und Armaturen wendet die NGN folgende Strategien an:

- Instandhaltungsstrategie mit Berücksichtigung von Faktoren zur Gewichtung und Priorisierung von Maßnahmen

- Austausch von störanfälligen Leitungen
- Verwendung von höherwertigen Materialien als nach Regelwerk gefordert, z. B. PE 100 RC
- Sicherstellung der Verlegequalität, z. B. durch Einführung einer digitalen Bauüberwachung
- Vermeidung von Schäden durch Tiefbauarbeiten in Form einer Verpflichtung der Bauunternehmer zur Einholung einer Planauskunft und einer Einweisung mit Informationsmaterial
- Inspektion und Wartung gemäß DVGW Regelwerk

d. Noteinspeisung von anderen Netzen

Die Abbildung in Kapitel 2.1.3 weist mehrere Netzverbindungsstellen zu benachbarten Wasserversorgungsunternehmen aus, die im Notfall zum Bezug von Trinkwasser herangezogen werden können.

e. Schnelles Erkennen von Schäden zur Gefahrenabwehr

- Automatisierte Überwachung von Teilnetzen (z. B. Innenstadt) durch Geräuschlogger
- Online-Durchflussmessungen zur schnellen Erkennung und Lokalisierung von Abweichungen vom Normalverbrauch
- Regelmäßiges Monitoring der nächtlichen Einspeisungen
- Schnelle Beseitigung von Schäden - Bereitschaft 24/7 und Vorhaltung von entsprechendem Material
- Aufbau einer fakultativen provisorischen Versorgung bei Baumaßnahmen

f. n-1 Versorgung

Wichtige Versorgungsleitungen und Gebiete/Kunden werden mit Doppelleitungen versorgt

3 Aktuelle Wasserabgabe und Wasserbedarf

3.1 Wasserabgabe (Historie)

Das nachfolgende Diagramm zeigt die jährliche Einspeisung der Krefelder Wasserwerke an Trinkwasser in das Krefelder Trinkwassernetz seit 1985.

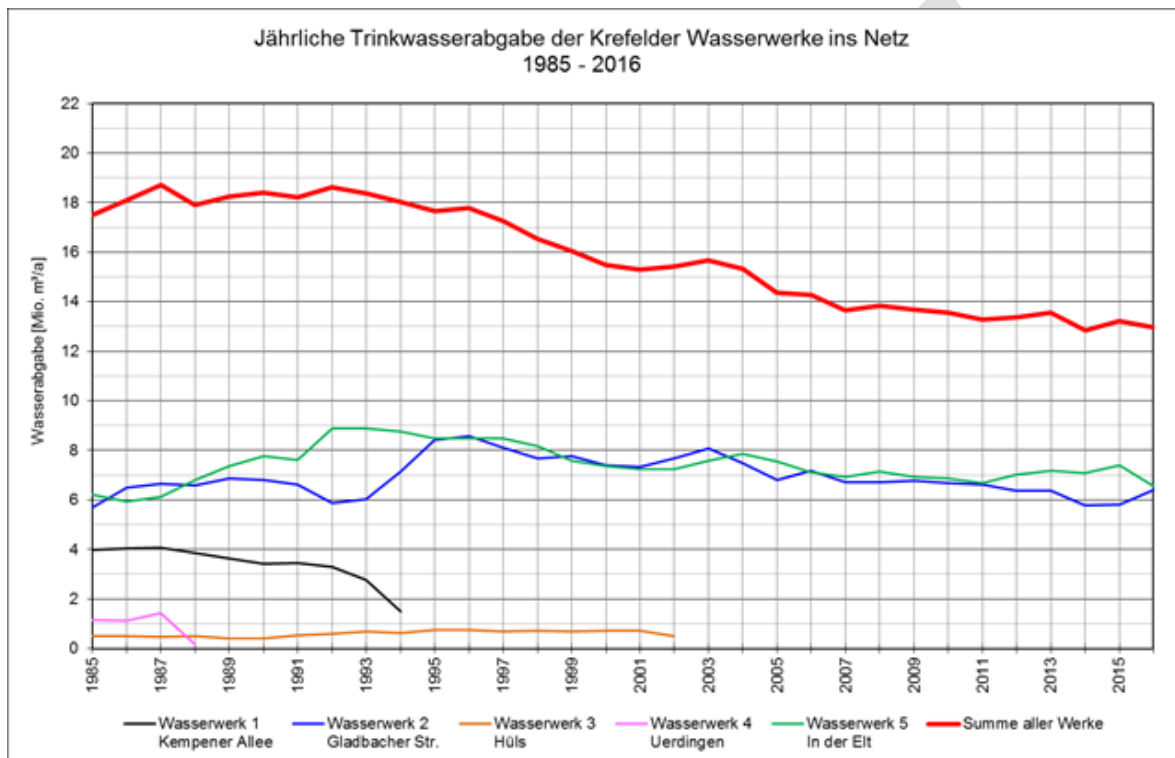


Bild 7: Jährliche Trinkwasserabgabe 1985 -2016

Dabei entwickelten sich die Nutzungsarten dieser Wasserabgaben wie in der folgenden Grafik aufgezeigt:

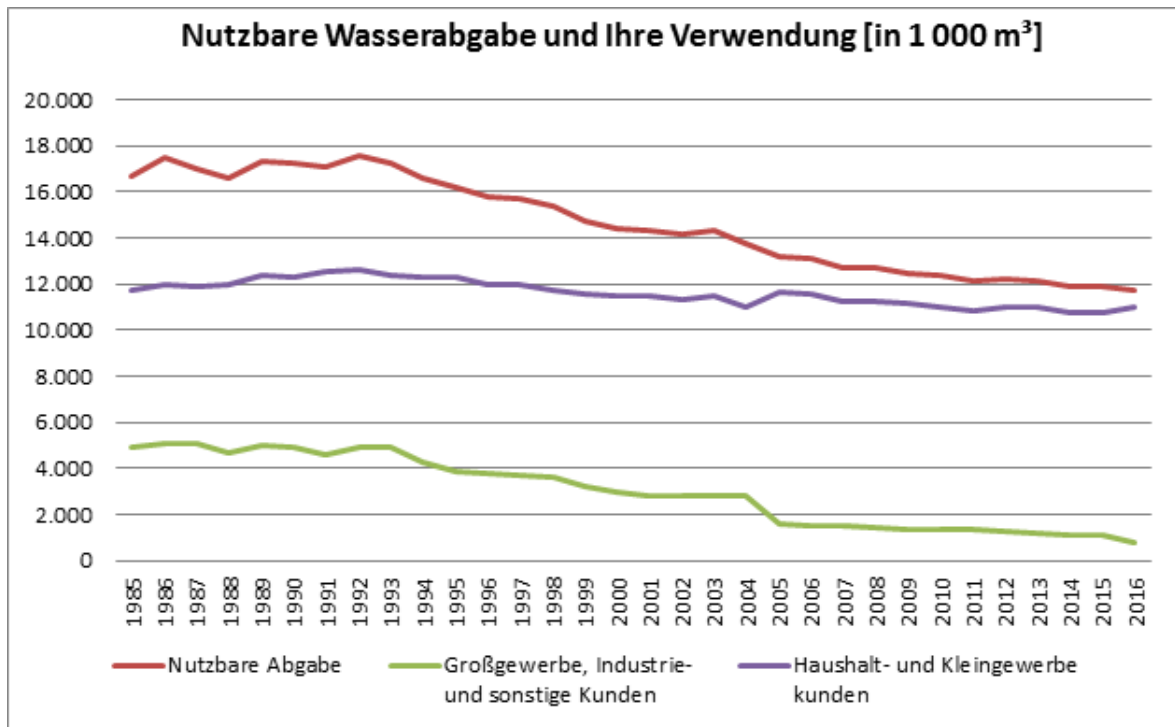


Bild 8: Nutzbare Wasserabgabe

3.2 Prognose Wasserbedarf

In den beiden Wasserwerken „Gladbacher Straße“ und „In der Elt“ wird Grundwasser aus insgesamt sieben Wassergewinnungsanlagen zu Trinkwasser aufbereitet.

Die nachfolgende Grafik zeigt die jährlichen Grundwasserentnahmen je Wassergewinnungsanlage (WGA) in Mio. m³. Außerdem ist die Gesamtsumme der bewilligten Wasserentnahmerechte in Mio. m³ als Graph dargestellt. Hinweis: Die WGA Horkesgath/Bückerfeld wird hier in die beiden Teil-WGAn Horkesgath und Bückerfeld aufgeschlüsselt.

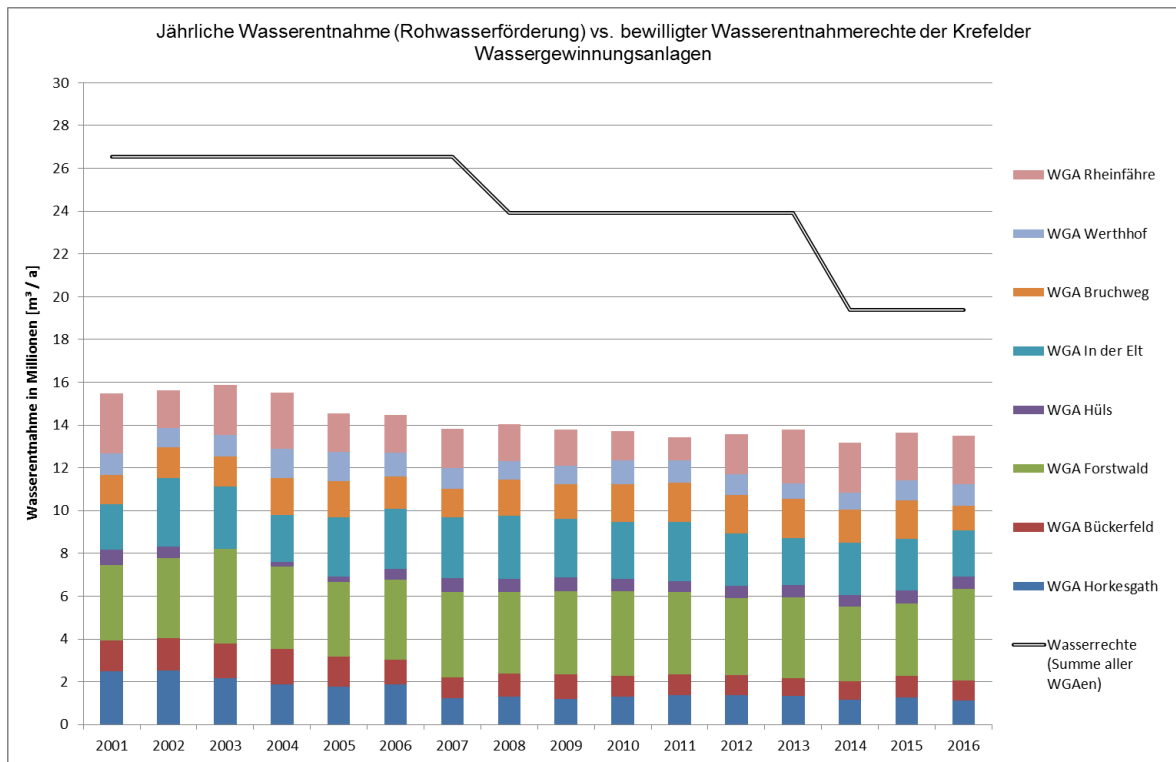


Bild 9: Jährliche Wasserentnahme

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Rohwasserförderung der einzelnen Wasserwerke und in Summe in Mio. m³ seit 1985 mit einer Prognose der Rohwasserförderung bis 2020.

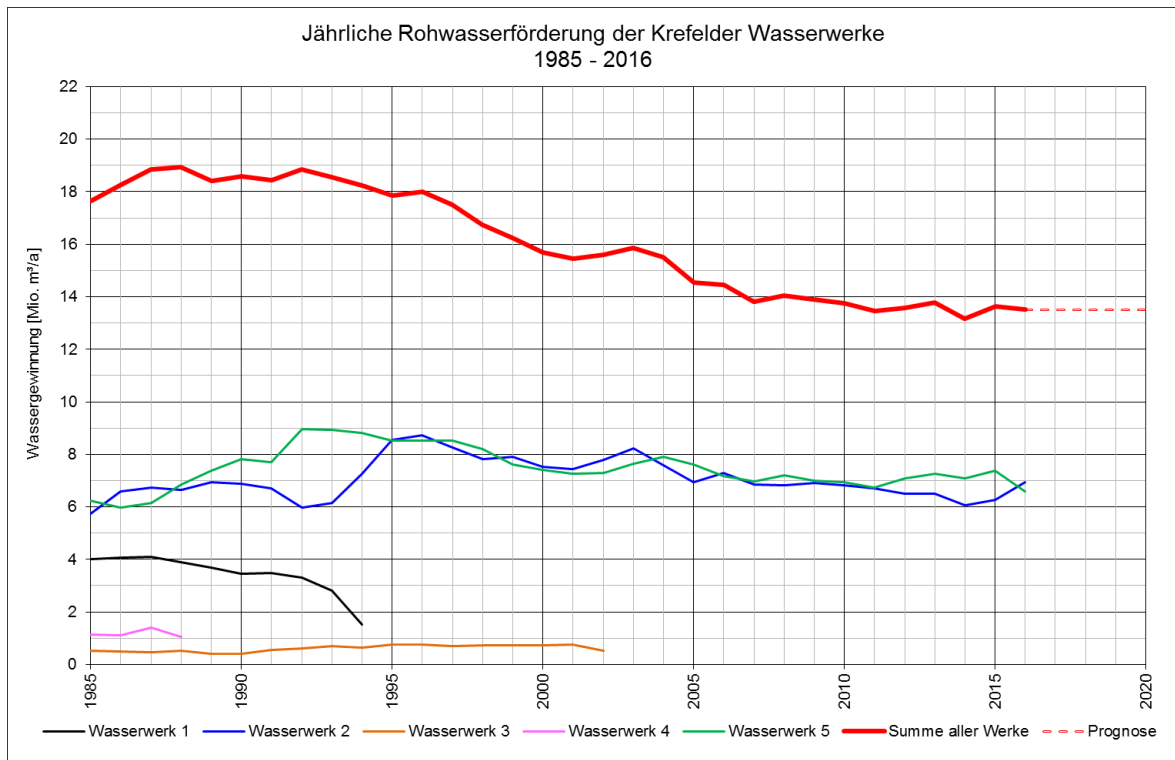


Bild 10: Jährliche Rohwasserförderung

4 Mengenmäßiges Wasserdargebot für die Bedarfsdeckung (Wasserbilanz) sowie mögliche zukünftige Veränderungen

4.1 Grundwasserressourcenbeschreibung

Die Einzugsgebiete der Wassergewinnungsanlagen der NGN befinden sich aus hydrogeologischer Sicht in einem Bereich im Niederrheinischen Tiefland, in dem zwei Grundwasserstockwerke mit jeweils zwei Grundwasserleitern unterschieden werden.

Das Obere Grundwasserstockwerk besteht aus gut durchlässigen Sanden und Kiesen der Nieder- und Mittelterrassen (Quartär) und aus geringer durchlässigen Feinsanden und Schluffen der Grafenberg Schichten (Tertiär, Oberoligozän). Die flächenhaft verbreiteten Sande und Kiese der quartären Terrassen des Rheins (Ältere- und Jüngere Mittelterrasse und Niederterrasse) zeichnen sich durch eine gute Wasserdurchlässigkeit und Ergiebigkeit aus. Die Ältere Mittelterrasse wird in Teilbereichen Krefelds von gering durchlässigen tonig-schluffigen Ablagerungen (Interglazial) aus der Holstein-Warmzeit überlagert. Diese Ablagerungen bilden eine hydraulische wirksame Schicht und teilen in ihrem Verbreitungsgebiet den quartärzeitlichen Grundwasserleiter in einen unteren und in einen oberen Teilgrundwasserleiter (Ältere und Jüngere Mittelterrasse).

Das Tiefere Grundwasserstockwerk besteht aus Feinsanden und Schluffen, Walsumer Meeressand (Tertiär, Mitteloligozän) und Tonstein, Sandstein und Kalkstein (Karbon).

4.1.1 Genutzte Ressourcen

Die Wassergewinnungsanlagen der NGN fördern das Grundwasser aus den beiden Grundwasserleitern des Oberen Grundwasserstockwerks.

Der wesentliche Anteil der Grundwasserförderung wird aus den gut durchlässigen Sanden und Kiesen der Nieder- und Mittelterrasse gewonnen. In dem Verbreitungsbereich des Interglazials befinden sich die Brunnenstandorte der WGA Hüls und Horkesgath/Bückerfeld. Die Brunnen nutzen dort jeweils lokal den unteren Teilgrundwasserleiter zur Wassergewinnung. Alle anderen Brunnenstandorte der NGN befinden sich außerhalb der Interglazialverbreitung. Während die WGA Forstwald, Bruchweg, In der Elt und Rheinfähre den quartärzeitlichen Grundwasserleiter zur Wassergewinnung nutzen, werden darüber hinaus in den WGA In der Elt und Werthof auch die geringer durchlässigen Feinsande und Schluffe der Grafenberg Schichten (Tertiär) des Oberen Grundwasserstockwerks über Tiefbrunnen bewirtschaftet.

Zusätzlich zur Trink- und Brauchwasserversorgung werden die vorhandenen Grundwasserressourcen auch durch Industrie- und Gewerbeentnahmen sowie durch landwirtschaftliche und private Entnahmen genutzt.

In der Anlage 02 - GWGleichen2015-10 sind die Einzugsgebiete der Wassergewinnungsanlagen als festgesetzte und geplante Schutzzonen (Quelle: Bezirksregierung Düsseldorf, Dez. 54) zusammen mit den Grundwassergleichen für den Zeitpunkt Oktober 2015 dargestellt.

4.1.2 Ungenutzte Ressourcen

Der quartäre Grundwasserleiter des Oberen Grundwasserstockwerks wird bereits durch die in Kap. 4.1.1 beschriebenen Entnahmen intensiv genutzt, allerdings werden seine vorhandenen Ressourcen nicht in einem maximal möglichem Umfang entnommen, sodass hier aus quantitativer Sicht ungenutzte Grundwasserressourcen vorhanden sind.

Der tertiärzeitliche Grundwasserleiter wird seitens der NGN bisher nur durch Tiefbrunnen in den WGA In der Elt und Werthhof bewirtschaftet. Dies erfolgt bisher aus Gründen der Rohwasserqualität, um der Nitratproblematik in den Rohwässern der WGA Rheinfähre entgegenzuwirken. Aus quantitativer Sicht sind allerdings auch in anderen, als den in den oben genannten WGAn ungenutzte tertiärzeitliche Grundwasserressourcen vorhanden.

Der Vollständigkeit halber ist ebenfalls aus rein quantitativer Sicht aufgrund der Nähe des Hauptvorfluters Rhein das Uferfiltrat des Rheins oder die Direktentnahme von Rheinwasser als weitere ungenutzte Ressource zu nennen.

4.2 Wasserbilanz

Die Brunnen der NGN fördern ausschließlich Grundwasser, das aus versickernden Niederschlägen gebildet wurde. In den hydrogeologischen Gutachten zu den jeweiligen wasserrechtlichen Bewilligungsanträgen wurde das Grundwasserdargebot auf der Basis behördlich abgestimmter Zeitpunkte für jede Wassergewinnungsanlage ermittelt. Zusammen mit den jeweils zugehörigen Grundwassergleichenplänen wurden so die einzelnen potentiellen Einzugsgebiete der Brunnenanlagen konstruiert.

In der unten stehenden Grafik sind die Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen für den Zeitraum der letzten 30 Jahre dargestellt. Ein Niedrigwasserzustand (z. B. 1992) und somit eine temporär geringere Grundwasserressource wurde seit seinem Auftreten bis zum heutigen Zeitpunkt nicht wieder verzeichnet. Vergleichbar hohe Grundwasserstände und dementsprechend temporär höhere Grundwasserressourcen traten 1999 und 2011 auf.

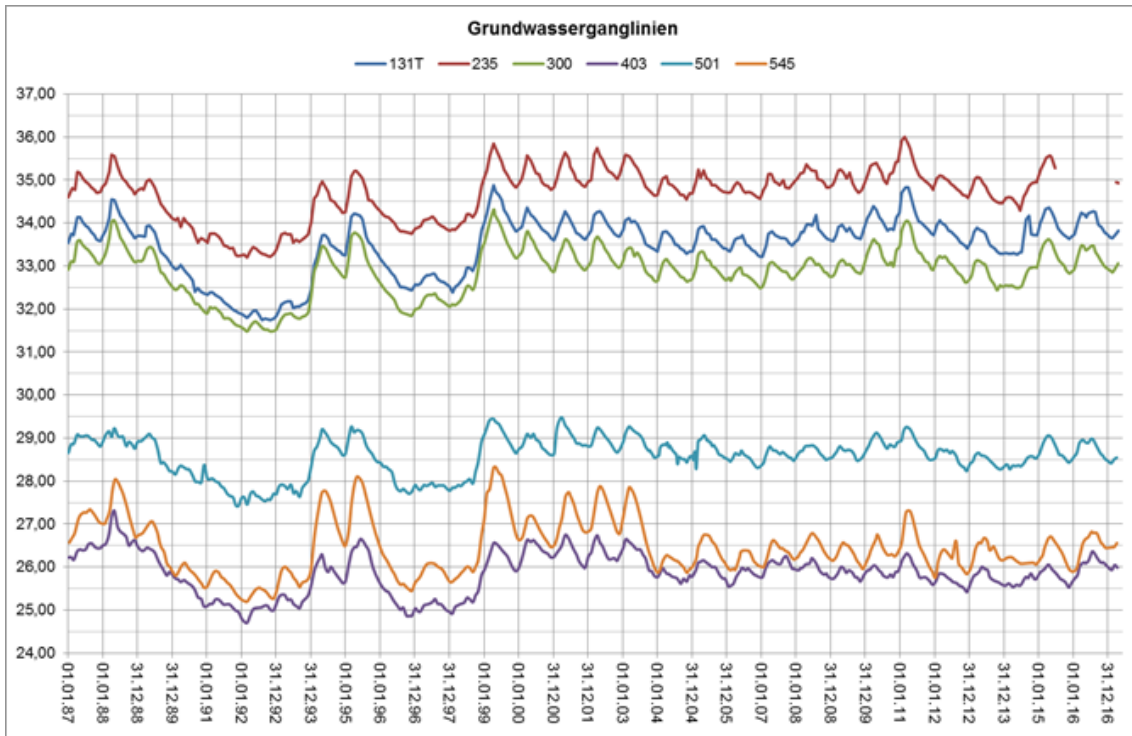


Bild 11: Grundwasserganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen

Die Lage der ausgewählten Grundwassermessstellen ist dem nachstehenden Lageplan zu entnehmen.

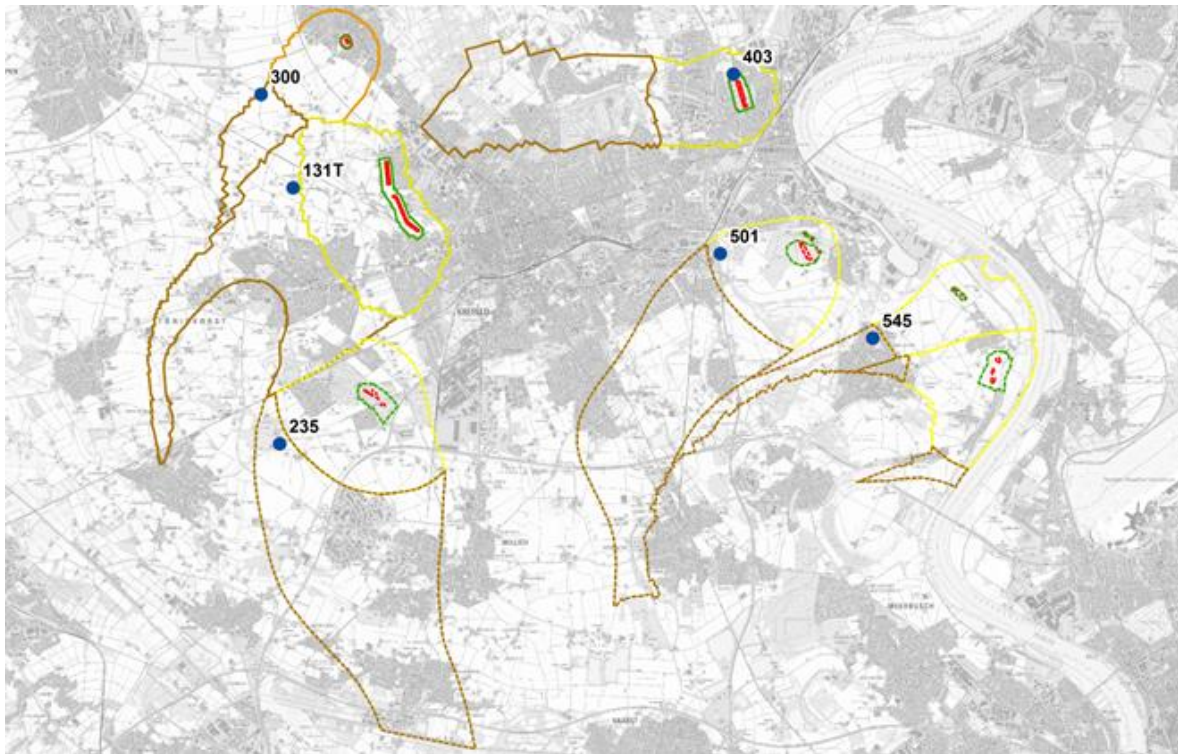


Bild 12: Lageplan ausgewählter Grundwassermessstellen

Für eine Wasserbilanz der NGN-Wassergewinnungsanlagen werden Grundwasserneubildungsraten angesetzt, die nach dem Verfahren DÖRHÖFER & JOSOPAIT ermittelt wurden. Eingebunden in ein geografisches Informationssystem (GIS) werden sie mit den potentiellen Einzugsgebieten verrechnet, die im Rahmen der Wasserrechtsverfahren ermittelt wurden (s. o.).

Innerhalb des Verbreitungsbereiches des Interglazials ist lokal für den Förderhorizont (unterer Teilgrundwasserleiter) der WGA Hüls und Horkesgath/Bückerfeld statt der Grundwasserneubildungsrate die entsprechende Leakagemenge anzusetzen. Die Leakagemengen werden entsprechend der für die WGA Hüls ermittelten Untersuchungsergebnisse gewählt. (s. Hydrogeologisches Gutachten WGA Hüls, BIESKE, 2000 und Hydrogeologisches Gutachten WGA Horkesgath/Bückerfeld, BIESKE, 2005).

Des Weiteren werden für die nachfolgende Bilanzierung die Untersuchungen auf Basis der wasserrechtlich genehmigten Fördermengen durchgeführt. Damit wird sichergestellt, dass im Hinblick auf eine sichere quantitative Wassergewinnung die Bilanzierung als Worst-Case-Bilanz erfolgt.

Die unten stehende Abbildung zeigt die Grundwasserneubildungsverteilung zusammen mit den Einzugsgebieten der Wassergewinnungsanlagen auf Basis der wasserrechtlichen Bewilligungsanträge sowie die Interglazial-Verbreitung, in deren Bereich

-wie oben beschrieben- für die Einzugsgebiete der WGA Hüls und Horkesgath/Bückerfeld die Leakagemengen statt der Neubildungsmengen anzusetzen sind.

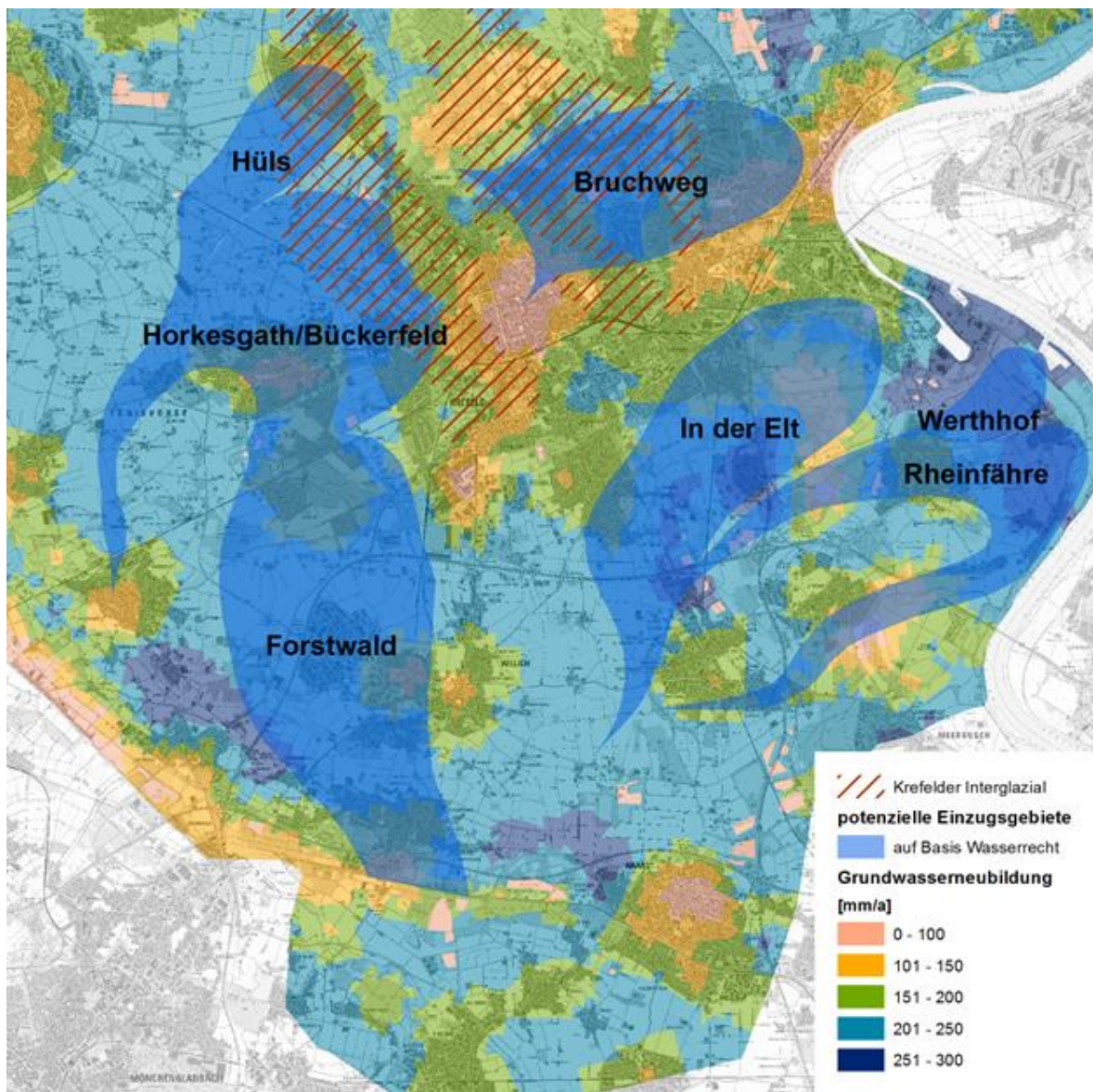


Bild 13: Grundwasserneubildung in den EZG der Grundwassergewinnungsanlagen

Tabelle 19: Neubildungs- und Leakagemengen der WGA Hüls und Horkesgath/Bückerfeld

WGA	Lage des Einzugsgebietes	Größe des Einzugsgebietes	Neubildung/Leakage	Dargebot
		[m ²]	[m/a]	[m ³ /a]
Horkesgath/ Bückerfeld	außerhalb Interglazial	16.216.939	0,203	3.293.772
	innerhalb Interglazial	5.514.150	0,159	879.165
	gesamt	21.731.089	0,192	4.172.938
Hüls	außerhalb Interglazial	4.186.008	0,203	851.366
	innerhalb Interglazial	2.634.252	0,159	420.000
	gesamt	6.820.260	0,186	1.271.366

Für eine Zusammenstellung aller Bilanzmengen wurde für die in den jeweiligen Gutachten zu den wasserrechtlichen Bewilligungsanträgen ermittelten Einzugsgebiete die Fläche bestimmt und die Neubildungsmengen je Einzugsgebietsfläche ermittelt. Da die Einzugsgebiete der WGA Werthhof und Rheinfähre einen gemeinsamen Bilanzraum darstellen, wurden sie auch gemeinsam bilanziert. Die Ergebnisse der Bilanzierungen sind in der unten stehenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 20: Bilanzmengen aller WGA

WGA	Horkesgath/ Bückerfeld	Forstwald	Hüls	Bruchweg	In der Elt	Werthhof/ Rheinfähre
Fläche [m ²]	21.731.089	28.975.848	6.820.260	15.067.685	20.233.346	16.754.180
Ermitteltes Dargebot [m ³ /a]	4.172.938	6.036.635	1.271.366	2.751.899	4.190.014	3.559.156
Neubildung [m/a]	0,203 Leakage=0,192	0,208	0,203 Leakage=0,186	0,183	0,207	0,212
Antragsmenge [m ³ /a]	3.930.000	5.800.000	1.000.000	2.600.000	4.000.000	3.500.000
Differenzmenge [m ³ /a]	242.938	236.635	271.366	151.899	190.014	59.156

Zu den angesetzten Wasserrechtsentnahmen ist anzumerken, dass es sich um diejenigen Mengen handelt, die ursprünglich im wasserrechtlichen Bewilligungsantrag

bilanziert worden sind und für die dementsprechend auch die potenziellen Einzugsgebiete konstruiert wurden. Damit ergibt sich bezogen auf die angesetzten Mengen dem Worst-Case-Ansatz folgend ein höherer als der letztlich wasserrechtlich bewilligte Wert. Die Bilanz fällt für alle WGA positiv aus, d. h. die vorhandenen Ressourcen werden nicht überbewirtschaftet.

Auf Basis dieser Auswertungen ergibt sich unter Berücksichtigung der Besonderheiten der WGA Horkesgath/Bückerfeld und Hüls für den ungünstigsten Fall eine mittlere Grundwasserneubildungsrate für alle NGN-Einzugsgebiete von 0,203 m/a.

In einer gemeinsamen Studie des Geologischen Dienstes NRW und des Forschungszentrums Jülich (Quelle „Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment Band/Volume 37“, 2003, ISBN 3-89336-329-7) wurden für Nordrheinwestfalen Streubreiten und Mediane der Grundwasserneubildungshöhen mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells GROWA ermittelt. Für das Niederrheinische Tiefland beträgt demnach bei einer Streubreite von 717 mm/a der Medianwert 200 mm/a. Der Median dieser Untersuchungen ist somit nahezu deckungsgleich mit der oben genannten mittleren Neubildungshöhe von 203 mm/a für die NGN-Einzugsgebiete.

Da das Grundwasserdargebot direkt von der Niederschlagsmenge abhängig ist, werden zur indirekten Abschätzung der Grundwasserneubildung im Wasserwirtschaftsraum der NGN die Niederschlagsdaten der DWD-Klimastation Tönisvorst genutzt und ausgewertet. Betrachtet man den Zeitraum der letzten 30 Jahre, ergibt sich für den NGN-Bilanzraum eine mittlere Niederschlagsmenge von 774 mm (s. unten stehende Grafik).

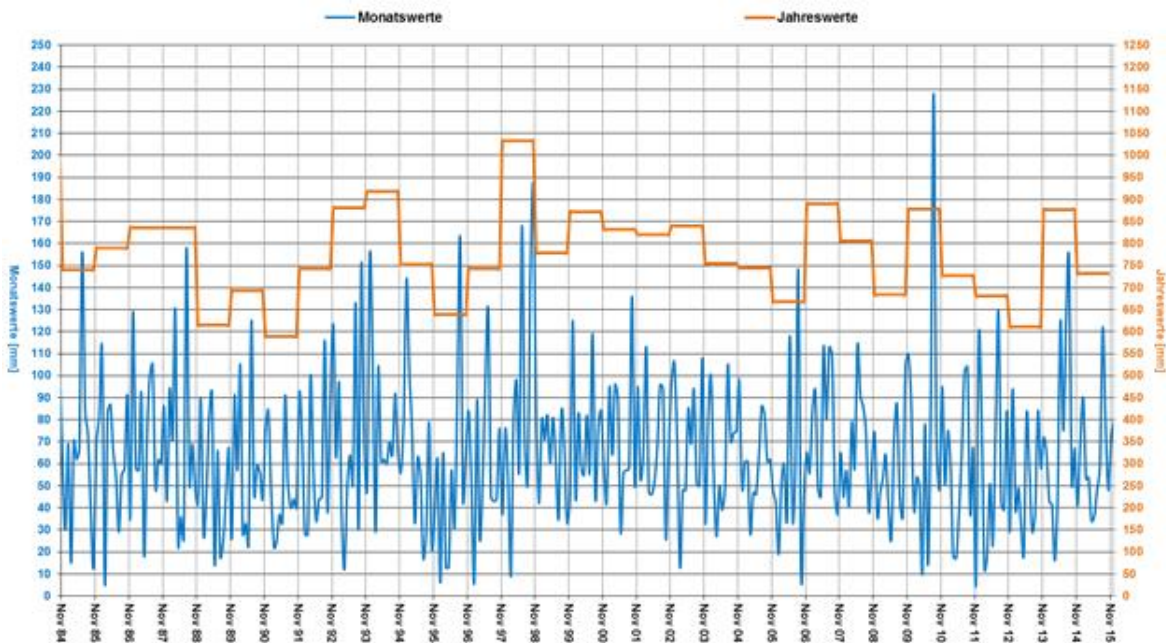


Bild 14: Niederschlagsganglinien Station Tönisvorst für die WWJ 1985 bis 2015
(Quelle: DWD / Stat. Jahresberichte SWK)

Bezogen auf die letzten 30 Jahre beträgt die für die NGN-Einzugsgebiete ermittelte mittlere Grundwasserneubildung von 0,203 m/a ungefähr 26 % der mittleren Niederschlagsmenge von 744 mm/a.

Die Addition der bekannten privaten und gewerblichen Entnahmen aus dem Grundwasserkörper ist mit einer nicht bekannten Fehlerquote behaftet und wird von der Unteren Wasserbehörde auf eine Größenordnung von 15 Mio. m³/a beziffert.

4.3 Entwicklungsprognose des quantitativen Wasserdargebots unter Berücksichtigung möglicher Auswirkungen des Klimawandels

Das Grundwasserdargebot im Bilanzraum der NGN-Wassergewinnungsanlagen lässt sich anhand der Niederschlagsmengen und der Grundwasserganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen abschätzen (s. Kap. 4.2). Ein Trend zu einem zu- oder abnehmenden Grundwasserdargebot lässt sich aber aus den bisherigen Aufzeichnungen der letzten Jahre nicht direkt ableiten. Allerdings ist auch seit Jahren eine rückläufige Grundwasserentnahme sowohl durch die NGN-Brunnenanlagen, als auch durch Gewerbe und Industrie zu verzeichnen. Hierdurch kann zwar eine mögliche künftige Abnahme des Grundwasserdargebots begrenzt aufgefangen werden, aber aufgrund weiterer äußerer Faktoren, wie z. B. Klimawandel, sind künftige potentielle Risiken für eine sichere Grundwassergewinnung nicht auszuschließen. Die SWK AQUA GmbH hatte u. a. auch aus diesem Grund das IWW Mülheim mit der Studie „Entwicklung eines regionalen Risikomanagements für eine klimarobuste Trinkwas-

erversorgung der SWK AQUA GmbH“ beauftragt. Die untersuchten Themenbereiche beinhalteten u. a. auch die Abschätzung möglicher Auswirkungen eines Klimawandels auf das Grundwasserdargebot. Die Ergebnisse dieser Studie wurden der SWK AQUA GmbH im November 2014 vorgelegt.

Zusammenfassend kann für die IWW-Untersuchungen, bezogen auf die mögliche Entwicklung der Grundwasserneubildung und somit auf mögliche Veränderungen der quantitativen Grundwasserressource, Folgendes festgehalten werden:

Die Grundwasserressourcen, die von den NGN-Brunnenanlagen bewirtschaftet werden, entstehen durch versickernde Niederschläge. Gegenüber Wasserressourcen, die im Wesentlichen durch Fließgewässer oder oberflächennahe Gewässer gespeist werden, reagieren reine Grundwasserressourcen generell robuster auf Klimawandelsignale, als oberflächennahe Wasserressourcen.

Die prognostizierten möglichen Zunahmen von Trockentagen im Sommer, länger anhaltenden Trockenperioden und die Zunahme von Starkregenereignissen, können in ferner Zukunft zu hydrologischen Extremen, wie Dürren und Hochwasser führen, wobei die Anzahl und Intensität der Extremwertereignisse voraussichtlich zunehmen werden. Insbesondere im Sommer sind Bedarfsspitzen bei gleichzeitig sinkenden Grundwasserständen abzudecken, während im Winter mit steigenden Grundwasserständen gerechnet werden kann.

Ein im Sommerhalbjahr abnehmendes und im Winterhalbjahr zunehmendes Grundwasserdargebot liegt natürlicherweise bereits vor, allerdings könnten in der fernen Zukunft Extremwerte auftreten, die zu einem Grundwasserressourcenengpass in den Sommermonaten führen.

5 Rohwasserüberwachung/Trinkwasseruntersuchung und Beschaffenheit Rohwasser/Trinkwasser

5.1 Überwachungskonzept Rohwasser und Probenahmeplan Trinkwasser

5.1.1 Überwachungskonzept Rohwasser

Die Überwachung der Rohwasserbeschaffenheit erfolgt nach der Richtlinie für die Rohwasserüberwachung von Grundwasser, Quellwasser, Uferfiltrat und angereicherter Grundwasser nach § 50 des Landeswassergesetzes NRW – Rohwasserüberwachungsrichtlinie. Die Beprobung der Einzelbrunnen wird in den Brunnenstuben an eigens dafür eingerichteten Entnahmemöglichkeiten durchgeführt.

Neben der Rohwasserüberwachung in den einzelnen Fassungsorganen der Wassergewinnungsanlagen wird in den jeweiligen Einzugsgebieten die Roh- bzw. Grundwasserbeschaffenheit an insgesamt 88 Grundwassermessstellen überwacht.

Der Parameterumfang der Rohwasserüberwachung in den einzelnen Brunnen umfasst gemäß Rohwasseruntersuchung nach § 50 LWG die Parametergruppen I und II sowie PBSM/relevante Metabolite und nichtrelevante Metabolite. Die chemischen und mikrobiologischen Untersuchungen erfolgen dabei im jährlichen (WGA Horkesgath/Bückerfeld, WGA Bruchweg) bzw. sechsmonatigem Turnus (WGA Forstwald, WGA Hüls, WGA In der Elt, WGA Rheinfähre, WGA Werthhof). Die Ermittlung der Grundwasserbeschaffenheit im Vorfeld der Gewinnungsanlagen bzw. in den Grundwassermessstellen erfolgt im jährlichen Turnus. Seit 2005 entspricht der Untersuchungsumfang weitestgehend dem Parameterumfang der Rohwasserüberwachung gem. § 50 LWG. Neben der Überwachung der Roh- und Grundwasserqualität in den Brunnen bzw. in den Grundwassermessstellen erfolgt eine betriebsinterne Qualitätsüberwachung in den Rohwasser- bzw. Rohwassersammeltransportleitungen. Der Untersuchungsumfang erfolgt wöchentlich bzw. monatlich; der Untersuchungsumfang orientiert sich dabei am Untersuchungsumfang der Trinkwasserverordnung (Routinemäßige Untersuchungen bzw. Umfassende Untersuchungen).

Sowohl die Grund- und Rohwasser- als auch die Trinkwasseruntersuchungen werden durch das EGK-Labor durchgeführt. Das EGK-Labor ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 bei der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiert (Akkreditierungsnummer D-PL-14267-01; Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-14267-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005).

5.1.2 Probenahmeplan Trinkwasser

Die Überwachung der Trinkwasserqualität erfolgt gemäß den Vorgaben der Trinkwasserverordnung. Die Trinkwasseranalytik beinhaltet dabei den durch die Stadt Krefeld – Fachbereich Gesundheit – gem. § 14 Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) in der jeweils geltenden Fassung festgelegten Untersuchungsumfang und festgelegte Untersuchungshäufigkeit.

Die Überwachung der Trinkwasserqualität wird jeweils an den Wasserwerksausgängen und im Versorgungsnetz an festgelegten Probenahmestellen (Endsträngen) durchgeführt. In der Anlage 03 - TW-Netz mit Probenahmestellen ist die Lage der insgesamt 27 Endstränge im Krefelder Stadtgebiet dargestellt.

5.2 Beschaffenheit von Rohwasser und Trinkwasser

5.2.1 Beschaffenheit der Rohwasserqualität

Nach den in Kapitel 4.1.1 beschriebenen genutzten Ressourcen bewirtschaften die Wassergewinnungsanlagen der NGN den quartären und tertiären Grundwasserleiter, wobei in den westlichen Gewinnungsanlagen ausschließlich aus dem quartären Grundwasserleiter gefördert wird.

5.2.1.1 Rohwasserbeschaffenheit westliche Gewinnungsanlagen

Die Grundwassergewinnung in den westlichen Gewinnungsanlagen erfolgt aus dem quartären Grundwasserleiter, der gebietsweise durch eine feinkörnige Tonschicht (Interglazialschicht) in einen oberen und unteren Teilgrundwasserleiter getrennt ist. Die Grundwassergewinnungsanlagen Horkesgath/Bückerfeld und Hüls nutzen dabei den unteren Teilgrundwasserleiter. Im Wassergewinnungsgebiet Forstwald wird der gesamte (ungeteilte) quartäre Grundwasserleiter als Entnahmehorizont genutzt.

Die aktuelle Rohwasserbeschaffenheit sowie die Grundwasserbeschaffenheit (Datenbasis 2016) der genannten Fassungsanlagen ist folgendermaßen zu charakterisieren:

Der pH-Wert im Entnahmehorizont bewegt sich um den Neutralpunkt zwischen 6,73 und 7,27. Charakteristisches Merkmal der Rohwässer unterhalb der Interglazialschicht sind die geringen Sauerstoffgehalte und das niedrige Redoxpotential. Angesichts dieser anoxischen Milieubedingungen ergeben sich merkliche Gehalte an Eisen und Mangan.

Zudem wird unter diesen hydrochemischen Voraussetzungen Nitrat im Grundwasserleiter abgebaut. Sauerstoffarme hydrochemische Milieubedingungen sowie das Vorhandensein organischer und/oder anorganischer Reduktionspotentiale im Grund-

wasserleiter führen zu Denitrifikationsprozessen, d. h. einer Verringerung der Nitratkonzentration. Diese Nitratabbauprozesse (chemo-organotrophe, chemo-lithotrophe Denitrifikation) begründen dabei die sehr geringen bzw. unterhalb der Nachweisgrenze ausgewiesenen Nitratkonzentrationen.

Auffälligste Unterschiede in der Rohwasserbeschaffenheit ober- und unterhalb der Interglazialschicht ergeben sich bei den Untersuchungsparametern pH-Wert, Calcium, Mangan, Eisen, Nitrat, Sauerstoff, Chlorid, Säurekapazität und den Härteäquivalenten.

Hinsichtlich der Untersuchungen auf PBSM treten vereinzelt Nachweise in den Rohwässern der WGA Horkesgath/Bückerfeld auf.

Nichtrelevante Metabolite sind hingegen in allen Rohwasserbrunnen der WGA Horkesgath/Bückerfeld und Hüls nachweisbar. Sie verbleiben in ihren Absolutkonzentrationen jedoch unterhalb des jeweiligen GOW bzw. im Konzentrationsniveau der jeweiligen Nachweisgrenze.

Die im Jahr 2016 aktuell im Mischrohwasser durchgeführten Sonderuntersuchungen auf Röntgenkontrastmittel, natürliche und synthetische Hormone, pharmazeutische Wirkstoffe und deren Abbauprodukte sowie Arzneimittelrückstände ergaben keine Positivbefunde.

Gleiche hydrochemische Verhältnisse sind auch im quartären Grundwasserleiter der Grundwassergewinnungsanlage Forstwald anzutreffen. Der quartäre Grundwasserleiter weist - obwohl hier keine trennende Interglazialschicht im quartären Grundwasserleiter vorhanden ist - eine ausgeprägte hydrochemische Schichtung auf. Der oberflächennahe Grundwasserleiterabschnitt weist ein oxisches hydrochemisches Milieu auf. Der untere Grundwasserleiterbereich ist durch anoxische Verhältnisse gekennzeichnet und zeigt in der Rohwasserbeschaffenheit die bereits oben beschriebenen gleichen charakteristischen Merkmale und Eigenschaften.

Positivbefunde bei den in den Brunnenroh wässern untersuchten Schwermetallen treten in den Rohwässern nur beim Nickel auf und liegen in einem Konzentrationsniveau von 0,004 bis 0,005 mg/l (Grenzwert der TrinkwV: 0,02 mg/l).

In den Forstwald-Brunnen lassen sich in unterschiedlicher Häufigkeit und Konzentration das PBSM Bentazon nachweisen. Geringfügige Grenzwertverletzungen blieben dabei auf den Brunnen Forstwald 2 beschränkt. Seit Ende 2008 treten in diesem Brunnen keine Grenzwertverletzungen mehr auf und die Positivbefunde in den Forstwald-Brunnen 1, 2 und 4 liegen unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung. Die Forstwald-Brunnen F3 und F5 sind Bentazon-frei.

Nichtrelevante Metabolite werden auch in allen Forstwald-Rohwasserbrunnen nachgewiesen. Sie verbleiben in ihren Absolutkonzentrationen jedoch unterhalb des jeweiligen GOW bzw. im Konzentrationsniveau der jeweiligen Nachweisgrenze.

Die im Jahr 2016 aktuell im Mischrohwasser durchgeführten Sonderuntersuchungen auf Röntgenkontrastmittel, natürliche und synthetische Hormone, pharmazeutische Wirkstoffe und deren Abbauprodukte sowie Arzneimittelrückstände ergaben keine Positivbefunde.

5.2.1.2 Rohwasserbeschaffenheit östliche Gewinnungsanlagen

In den östlichen Grundwassergewinnungsanlagen wird der quartäre Grundwasserleiter mit den WGA In der Elt und Rheinfähre, der tertiäre Grundwasserleiter mit den WGA In der Elt und Werthof bewirtschaftet.

5.2.1.2.1 Rohwasserbeschaffenheit quartärer Grundwasserleiter

Im quartären Grundwasserleiter liegen die Median-pH-Werte mit 6,99 – 7,14 im neutralen Bereich. Die Sauerstoffgehalte variieren in einem Konzentrationsbereich von 1,2 – 6,5 mg/l. Angesichts dieser oxischen Bedingungen sind die Eisen- und Mangankonzentrationen sehr niedrig.

Die aktuell erfassten Median-Werte der Nitratkonzentration im Rohwasser liegen bei 13,2 mg/l (WGA Bruchweg), 13,2 mg/l (WGA In der Elt) und 70,9 mg/l (WGA Rheinfähre).

Positivbefunde bei den in den Brunnenrohwassern untersuchten Schwermetallen treten allenfalls sporadisch auf und liegen im Bereich der jeweiligen stoffspezifischen Nachweisgrenze.

Hinsichtlich der Untersuchungen auf PSM treten aktuell vereinzelt Nachweise im Rohwasser der WGA Rheinfähre mit Konzentrationen im Spurenbereich auf.

Nichtrelevante Metabolite werden hingegen in allen quartären Rohwasserbrunnen der WGA Bruchweg, In der Elt und Rheinfähre detektiert. Sie verbleiben in ihren Absolutkonzentrationen jedoch unterhalb des jeweiligen GOW bzw. im Konzentrationsniveau der jeweiligen Nachweisgrenze.

Die LHKW-Konzentrationen im Rohwasser der WGA Uerdingen resultieren aus einem mittlerweile sanierten Schadensfall im urban geprägten Einzugsgebiet und liegen seit 2007 unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung. Derzeit liegt der Median-LHKW-Gehalt im Rohwasser bei 0,0023 mg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung: 0,01 mg/l).

Die im Jahr 2016 aktuell im Mischrohwasser durchgeführten Sonderuntersuchungen auf Röntgenkontrastmittel, natürliche und synthetische Hormone, pharmazeutische Wirkstoffe und deren Abbauprodukte sowie Arzneimittelrückstände ergaben keine Positivbefunde.

5.2.1.2.2 Rohwasserbeschaffenheit tertiärer Grundwasserleiter

Der pH-Wert im tertiären Grundwasserleiter liegt mit Median-Werten von 7,39 – 7,49 im leicht basischen Bereich. Niedrige Redoxpotentiale sowie die äußerst geringen Sauerstoffgehalte belegen in diesem Entnahmehorizont anoxische Milieubedingungen. Dies macht sich auch in den merklichen Gehalten an Eisen und Mangan sowie dem Nachweis von Ammonium im Rohwasser bemerkbar.

Unter diesen hydrochemischen Voraussetzungen wird im tertiären Grundwasserleiter ebenfalls Nitrat abgebaut. Diese bereits oben angeführten Nitratbauprozesse (chemo-organotrophe, chemo-lithotrophe Denitrifikation) sind dabei für die sehr geringen bzw. unterhalb der Nachweisgrenze ausgewiesenen Nitratkonzentrationen verantwortlich.

Positivbefunde bei den in den Brunnenrohwsässern untersuchten Schwermetallen treten nur vereinzelt auf und liegen im Bereich der jeweiligen stoffspezifischen Nachweisgrenze.

Dauerhafte PBSM-Nachweise (Bentazon) sind in den Tiefbrunnen 2, 3 und 4 der WGA In der Elt im Konzentrationsbereich $< 0,1 \mu\text{g/l}$ zu verzeichnen.

Nichtrelevante Metabolite werden auch in allen tertiären Rohwasserbrunnen der WGA In der Elt und Werthhof latent seit 2012 analytisch erfasst. Sie verbleiben in ihren Absolutkonzentrationen jedoch unterhalb des jeweiligen GOW bzw. im Konzentrationsniveau der jeweiligen Nachweisgrenze.

5.2.2 Beschaffenheit der Trinkwasserqualität

Vorbemerkung: Die Inbetriebnahme der Entkarbonisierungsanlagen in den Wasserwerken Gladbacher Straße (2012) und in der Elt (2013) führte zu entsprechenden Veränderungen der Trinkwasserbeschaffenheit (Anhebung pH-Wert, Reduzierung der Gesamthärte, der Carbonathärte, der Calciumkonzentration in beiden Wasserwerken, Anstieg der Natriumkonzentration nur im Wasserwerk Gladbacher Straße). Nachfolgend wird deshalb die aktuelle Trinkwasserqualität, sowohl an den Werksausgängen als auch im Trinkwassernetz bzw. an den Endsträngen – auf Datenbasis ab dem Jahr 2014 - dargelegt und charakterisiert.

Die Beschreibung der Trinkwasserbeschaffenheit berücksichtigt dabei nicht außergewöhnliche oder auffällige Befunde im Rahmen von Neubau-, Reparatur- oder Sa-

nierungsarbeiten. Diese kurzfristigen Beeinflussungen der Trinkwasserqualität stehen in keinem kausalen Zusammenhang mit der vorherrschenden Trinkwasserbeschaffenheit und repräsentieren somit auch nicht die typische und vorherrschende Trinkwasserqualität im Krefelder Trinkwasser und Krefelder Trinkwassernetz.

5.2.2.1 Beschaffenheit der Trinkwasserqualität Werksausgänge

Nachfolgend werden die aus den regelmäßigen Analysenergebnissen abgeleiteten Charakteristika der Trinkwasserbeschaffenheit der Werksausgänge des Wasserwerks Gladbacher Straße und In der Elt ab dem Jahr 2014 dargestellt:

Die ermittelten mikrobiologischen, anorganischen und organischen Parameterkonzentrationen bewegen sich in sehr engen Schwankungsbreiten. Sie liegen entweder unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze oder aber deutlich unterhalb des entsprechenden Grenzwertes der Trinkwasserverordnung.

Ein einmaliger Befund einer Eisenkonzentration im Trinkwasser des Wasserwerks In der Elt, die geringfügig über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung lag, konnte durch sofortige Nach- und Kontrollbeprobungen nicht bestätigt werden.

Hinsichtlich der Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und Biozidprodukt-Wirkstoffe (Einzelwirkstoffe als auch Wirkstoff-Summe) sind die Befunde im Trinkwasser der beiden Wasserwerke unauffällig. Im Wasserwerk Gladbacher Straße tritt sporadisch Benta-zon im Trinkwasser im Bereich der stoffspezifischen Nachweisgrenze und somit deutlich unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung auf.

Nichtrelevante Metabolite sind latent im Trinkwasser seit Messbeginn im Jahr 2012 detektierbar. Die Konzentrationen liegen dabei im Bereich der stoffspezifischen Nachweisgrenze und lassen keinen steigenden Trend erkennen. Gesundheitliche Orientierungswerte oder Maßnahmenswellenwerte wurden zu keiner Zeit erreicht oder überschritten.

Die im Jahr 2016 aktuell durchgeführten Sonderuntersuchungen auf Röntgenkontrastmittel, natürliche und synthetische Hormone, pharmazeutische Wirkstoffe und deren Abbauprodukte sowie Arzneimittelrückstände ergaben keine Positivbefunde.

Gleiches gilt für die gemäß der 3. Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung durchgeführte Analytik auf Radon 222 und die Gesamt-Alpha-Aktivität (Screeningverfahren).

Aus beiden Wasserwerken wird demnach ein Trinkwasser abgegeben, das jederzeit in allen Belangen der Trinkwasserverordnung entspricht.

5.2.2.2 Beschaffenheit der Trinkwasserqualität Trinkwassernetz/Endstränge

Der Umfang der im Trinkwassernetz erfassten Trinkwasseranalysen ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich. Im Zeitraum ab 2014 erfasste Maximalwerte oberhalb des entsprechenden Grenzwertes der Trinkwasserverordnung traten bei den Untersuchungsparametern Coliforme Bakterien, Eisen, Spektraler Absorptionskoeffizient (Hg 436 nm), Koloniezahl bei 22 °C, Koloniezahl bei 36 °C, Mangan, Trübung und Calcitlösekapazität auf. Diese kurzzeitigen Auffälligkeiten waren dabei nicht netzwasserseitig bedingt, sondern beruhten in allen Fällen auf Stagnations- und/oder Materialeinflüssen der jeweiligen Hausinstallation.

Tabelle 21: Übersicht Trinkwasseranalysen und Grenzwertverletzungen 2014 - 2016

	2014	2015	2016
Anzahl Trinkwasseranalysen gesamt	17.001	16.345	16.383
Nichteinhaltung gesetzlicher Grenzwerte – alle Analyseparameter -	19	20	20
Nichteinhaltung gesetzlicher Grenzwerte – mikrobiologische Parameter -	4	4	2

Aus der oben stehenden Tabelle ergibt sich ein Einhaltungsgrad der Vorgaben der Trinkwasserverordnung von 99,88 %. Dies belegt die sehr gute Qualität des Trinkwassers sowohl an den Einspeisepunkten (Wasserwerksausgängen) als auch in den Endsträngen des NGN- Trinkwassernetzes.

5.2.2.3 Beschaffenheit der Trinkwasserqualität dezentrale kleine Wasserwerke

Die Qualität des Trinkwassers wird stark von den vor Ort herrschenden Umweltfaktoren beeinflusst, da die Entnahme i.d.R. aus geringer Tiefe erfolgt.

Zur Qualitätssicherung wird das Trinkwasser mindestens einmal im Jahr untersucht. Die tatsächliche anlagenspezifische Untersuchungshäufigkeit richtet sich dabei nach der täglichen Fördermenge und wird in der TrinkwV 2001 definiert.

Der Eisen- und Mangangehalt liegt mit durchschnittlich 0,04mg/l Eisen [Median 0,02mg/l, n = 93] bzw. 0,07 mg/l Mangan [Median 0,009mg/l, n = 93] deutlich unter dem jeweiligen Grenzwert der TrinkwV.

Der Nitratgehalt liegt bei insgesamt 8 Anlagen deutlich über den Grenzwert. Bei den mikrobiologischen Parametern kommt es sporadisch immer wieder zu Auffälligkeiten.

5.2.2.4 Beschaffenheit der Trinkwasserqualität Kleinanlagen zur Eigenversorgung

Die Qualität des Trinkwassers wird stark von den vor Ort herrschenden Umweltfaktoren als auch durch die eingesetzte Verfahrenstechnik beeinflusst. Zur Qualitätssicherung wird das Trinkwasser ebenfalls mindestens einmal im Jahr untersucht. Wenn die chemischen Parameter über mehrere Jahre unauffällig sind, so kann die Untersuchungshäufigkeit ggf. verringert werden.

Der Untersuchungsumfang wird individuell vom Fachbereich Gesundheit der Stadt Krefeld festgelegt und umfasst neben den mikrobiologischen und chemischen Untersuchungen auch einige Indikatorparameter.

Wasserfassungsbedingt kommt es bei dieser Anlagenart zu den meisten Grenzwertverletzungen.

Der Eisen- und Mangangehalt liegt mit durchschnittlich 0,07mg/l Eisen [Median 0,02mg/l, n = 314] bzw. 0,95 mg/l Mangan [Median 0,01mg/l, n = 313] deutlich unter dem jeweiligen Grenzwert der TrinkwV. Bei 10 Anlagen wird der zulässige Gehalt an Eisen und bei 39 Anlagen der zulässige Gehalt an Mangan überschritten.

21 Kleinanlagen führen Wasser mit einem Nitratgehalt im Wertebereich zwischen >50mg/ <100mg/l (Mittelwert 65,69mg/l) und bei 8 weiteren Anlagen ist der Nitratgehalt >100mg/l (Mittelwert 157,14mg/l). Der Grenzwert liegt bei 50mg/l.

Die mikrobiologischen Parameter zeigen sporadisch Auffälligkeiten.

6 Wassertransport (Rohwasser)

Die Lage der Wassergewinnungsanlagen und Längen der Rohwassertransportleitungen zu den Wasserwerken, sind in den nachfolgenden Abbildungen schematisch dargestellt.

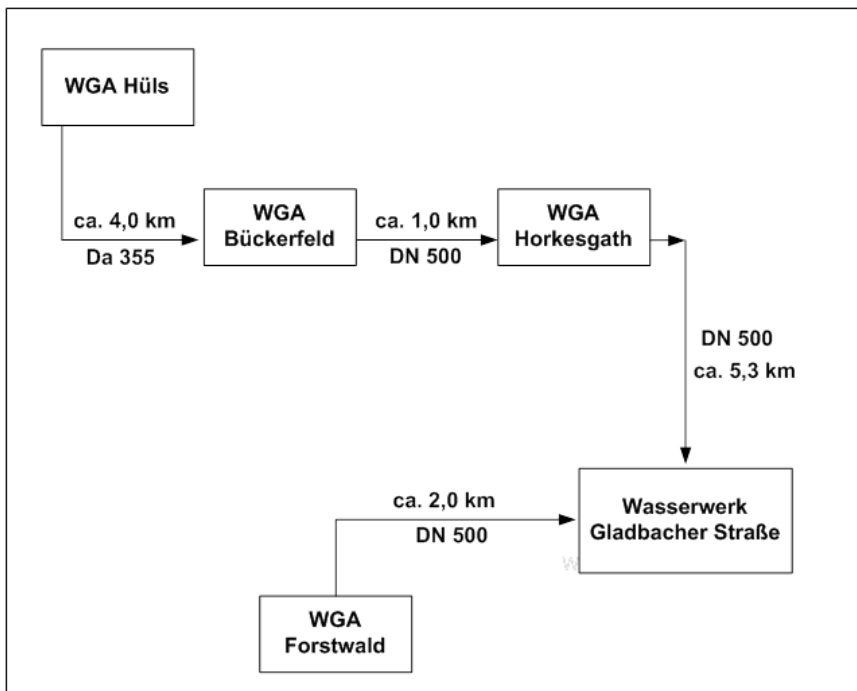


Bild 15: Rohwassertransportleitungen des Wasserwerks Gladbacher Straße

Die Rohwasserleitungen des Wasserwerkes Gladbacher Straße sind zur Entfernung der regelmäßig anfallenden Inkrustationen von Eisenhydroxiden sämtlich molchbar ausgeführt.

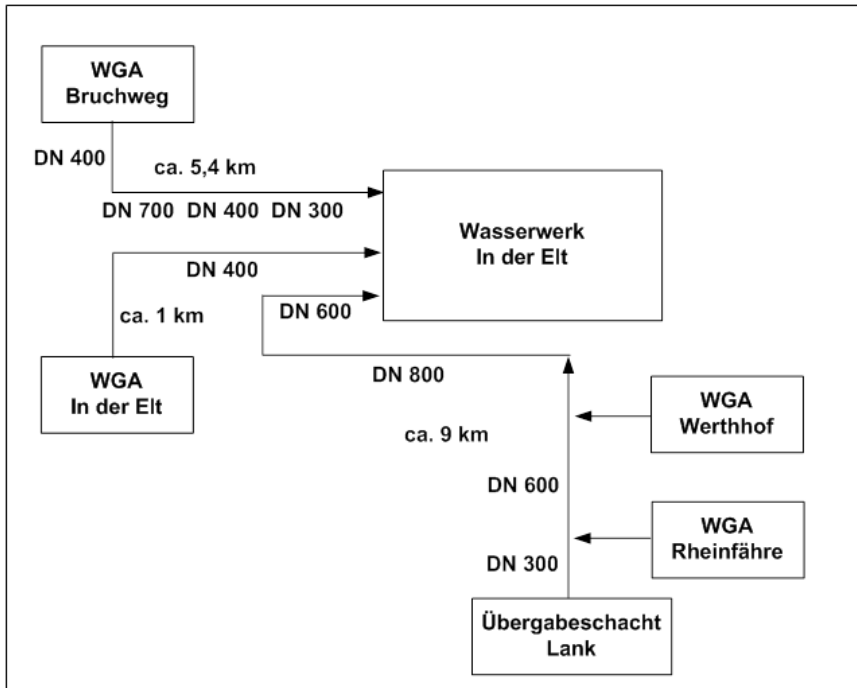


Bild 16: Rohwassertransportleitungen des Wasserwerks In der Eit

Die Gesamtlänge der vorhandenen Rohwasserleitungen beträgt ca. 29 km und besteht vorwiegend aus Gusswerkstoffen. Aus der nachfolgenden Tabelle sind Länge, Material und Verlegejahr ersichtlich.

Alle Rohwassertransportleitungen werden leakage- und drucküberwacht.

Tabelle 22: Länge der Rohwassertransportleitungen

Jahr	AZ [m]	GG [m]	GGG [m]	(PE100) [m]	Stahl [m]	Gesamtergebnis [m]
1950	274,84	1.789,59				2.064,43
1957		3.073,54				3.073,54
1969	259,28	12,00				271,28
1975		3,00	1.522,34			1.525,34
1976	3.594,20					3.594,20
1979		22,60				22,60
1980			5.572,67			5.572,67
1981			272,86			272,86
1985			518,23			518,23
1987		81,00	405,60			486,60
1990			85,00			85,00
1991			554,14			554,14
1992			350,66			350,66
1993			4.775,69			4.775,69
1994			542,99			542,99
1995			80,83			80,83
1996			72,64			72,64
1997			463,00			463,00
1999			212,68			212,68
2000			26,00			26,00
2001			225,57			225,57
2002				3.934,00		3.934,00
2012			228,97			228,97
2014			178,50			178,50
Summe	4.128,32	4.981,73	16.088,37	3.934,00	0,00	29.132,42

7 Wasserverteilung

7.1 Plan des Wasserverteilnetzes

Das hier dargestellte Planwerk, des von der NGN betriebenen Trinkwasserverteilnetzes, ist auch in der Anlage 03 - TW-Netz mit Probenahmestellen beigefügt.

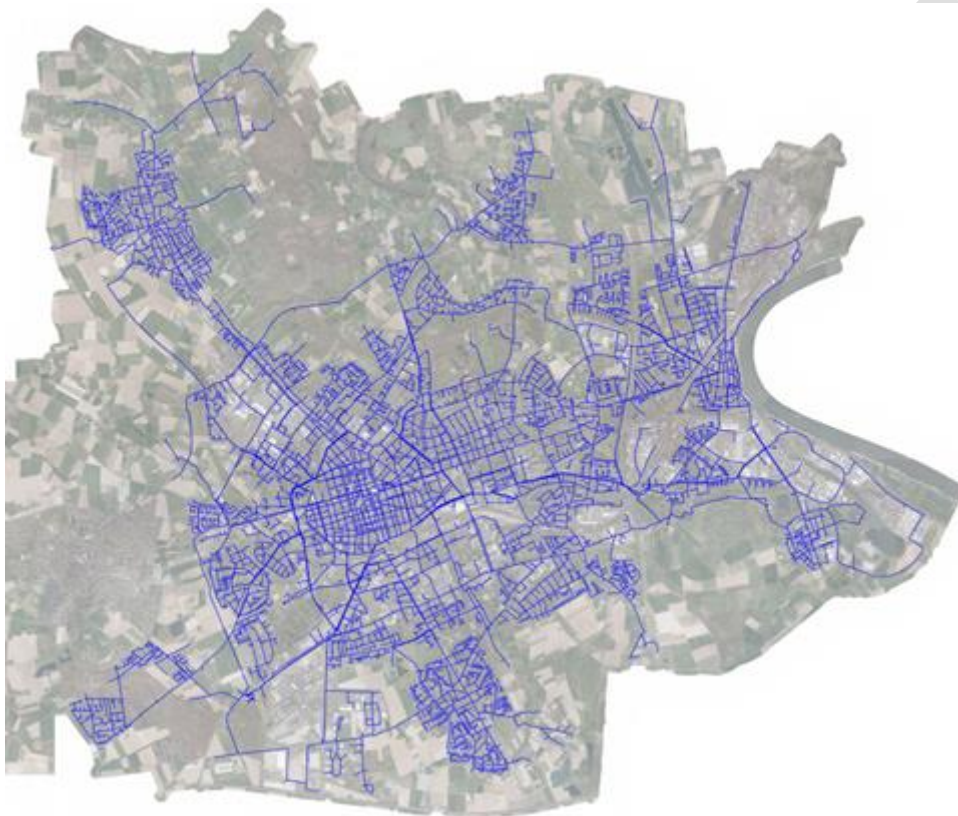


Bild 17: Plan des Wasserverteilnetzes

7.2 Auslegung des Verteilnetzes

Das Versorgungsnetz ist aufgrund der städtischen Struktur überwiegend vermascht. Lediglich an den Rändern des Verteilnetzes ergeben sich systembedingt Endstränge. Da die Stadtteile in ihrer Bebauung weitgehend aneinander grenzen, gibt es mit Ausnahme des Hülser Netzes keine ausgeprägten Teilnetze.

Das Krefelder Verteilungsnetz wird aus zwei Wasserwerken gespeist. Die Einbindung der Wasserwerke erfolgt über jeweils zwei bzw. drei Werkausgänge, sodass auch bei Ausfall einer Ausgangsleitung weiterhin die Wasserverteilung ohne Einschränkung gewährleistet ist. Dazu ist zu erwähnen, dass mit dem Wasserwerk Gladbacher Stra-

ße eine Einbindung in das Verteilnetz unmittelbar am Wasserwerksgelände stattfindet und somit eine Verteilung von Druck und Menge aufgrund der unmittelbaren Einspeisung in ein vermaschtes Netz auch bei Ausfall einzelner Leitungen gewährleistet ist.

Größere Speicherbauwerke sind innerhalb des Verteilungsnetzes nicht vorhanden. Im Stadtteil Hüls existiert ein Gegenbehälter (2 Edelstahlbehälter mit je 500 m³ Nennvolumen) zur Absicherung des Ausfalls der leitungsgebundenen Versorgung des Stadtteils Hüls.

Das Krefelder Stadtgebiet ist im Charakter als eben zu bezeichnen. Eine Unterteilung in Druckzonen aufgrund starker Höhenunterschiede ist daher nicht erforderlich.

Die Wasserversorgung in Krefeld erfolgt im Wesentlichen in 2 Druckzonen („Hüls“ und „Krefeld“). Durch die Gebietsreform Mitte der 70er Jahre wurde der Stadtteil Hüls der kreisfreien Stadt Krefeld zugeordnet. Das Verteilungsnetz des Stadtteils Hüls ist leitungsgebunden mit einer geringen Rohrleitungs-nennweite an das Verteilungsnetz des übrigen Stadtgebietes angeschlossen, jedoch mittels geschlossener Schieberstellung und Durchlaufbehälter hydraulisch getrennt.

Netzeinspeisungen

- Wasserwerk Gladbacher Str. 3,9 bar
- Wasserwerk In der Elt 4,8 bar
- Behälter Hüls 3,6 bar

Es gibt keinen größeren Netzbereich, der sich signifikant (> 10 m) unterhalb des Wasserwerkes In der Elt befinden. Der betragsmäßig höchste Ruhedruck der Druckzone Krefeld befindet sich (rechnerisch) bei 5,0 bar und in der Druckzone Hüls bei 4,5 bar.

In den Spitzenstunden wird an der Abzweigstelle der Wasserhausanschlüsse (rechnerisch) mindestens ein Versorgungsdruck von 2,7 bar eingehalten. In Bezug auf das DVGW-Arbeitsblatt W 400-1 ist dieser Druck im Normalfall für die Versorgung von Gebäuden mit Erd- und zwei Obergeschossen ausreichend. Damit lässt sich in Krefeld die überwiegende ortsübliche Bebauung hinsichtlich ihrer Geschoszahl versorgen.

Abgesehen von betrieblich genutzten mobilen Druck- oder Durchflussmessungen werden aktuell ortsgebunden die Drücke der Netzeinspeisungen (Wasserwerksausgänge und Behälterausgang) in die Druckzonen gemessen, wie auch die Einspeisemengen.

Des Weiteren sind zur hydraulischen Sondierung des Stadtteils Krefeld-Traar zwei Online-Durchflussmessungen installiert. Diese Durchflussmessungen bilden eine

Pilotierung, in deren Folge zur Netzüberwachung sukzessive weitere Durchflussmessungen in der Krefelder Wasserverteilung installiert werden sollen.

Das von der NGN betriebene Trinkwasserverteilungsnetz hat eine Gesamtlänge von 1.289,4 km (inkl. Anschlussleitungen, Stand 31.12.2016).

Die Erdüberdeckung des Verteilnetzes beträgt in der Regel zwischen 1,3 m und 0,9 m. Leitungen mit Transportfunktion sind überwiegend mit mehr als 1,3 m Überdeckung verlegt.

Gesamtlänge

- Netzleitungen mit Transportfunktion: 73,6 km
- Netzleitungen mit Verteilfunktion: 762,2 km
- Hausanschlussleitungen: 453,6 km

Armaturen

- Unterflurhydranten im Transport-/Verteilnetz: 6.987 Stück
- Schieber/Klappen o.ä. im Transport-/Verteilnetz: 9.558 Stück
- Schieber/Ventile Hausanschlussleitungen: 36.690 Stück

Der Austausch (Erneuerung) der Versorgungsleitungen erfolgt auf Basis von Schadensraten und in Kombination mit anderen Versorgungssparten in gemeinsamen Baumaßnahmen zur Erzielung von kostentechnischen Synergieeffekten. Bezogen auf die vergangenen zehn Jahre betrug die Länge der ausgetauschten Leitungen im Durchschnitt 10,0 km bzw. 1,2 % des Transport- und Verteilnetzes.

Veränderungen im Bestand der Wasserverteilung (Leitungstrasse, Dimension, Werkstoff und Alter) werden zeitnah im zentralen Geografischen Informationssystem (GIS) erfasst und elektronisch den Mitarbeitern und Kunden zur Verfügung gestellt.

Detaillierte Unterlagen zur Bauausführung werden in Bauakten zusammengefasst und nach Abschluss der Maßnahme langfristig archiviert.

Die innerhalb der letzten 3 Jahre abgegebene Stundenspitze der Trinkwassernetzeinspeisung (ohne Brandfall) betrug rd. 2.900 m³/h. Rechnerisch nachgewiesen lag der geringste Versorgungsdruck (99,9 % der berechneten Knoten) zu diesem Zeitpunkt bei 3,0 bar.

Auf Basis des jährlichen Vergleichs der Netzeinspeisungen in den vergangenen 20 Jahren, hinsichtlich des prognostizierten Demografiewandels in Krefeld und der prognostizierten Entwicklung von Gewerbe und Industrie, wird langfristig nicht mit einer Überschreitung der voran genannten Spitzenmenge gerechnet.

Die hydraulische Bemessung der Leitungen (Transport und Verteilung) erfolgt nach dem zu erwartenden Trinkwasserverbrauch. In Bezug auf das DVGW-Arbeitsblatt W405 ist es

„... nicht immer möglich, den vollen Löschwasserbedarf aus Trinkwasserversorgungsanlagen zu decken. Dies ist vor allem dann nicht der Fall, wenn der Löschwasserbedarf den Trinkwasserbedarf erheblich übersteigt, weil eine Bemessung von Trinkwasserversorgungsanlagen für den vollen Löschwasserbedarf in vielen Fällen zu einer erheblichen Überdimensionierung führt. Dadurch besteht die Gefahr des Stagnierens des Trinkwassers bzw. von unzulässigen Verkeimungen [siehe DVGW W 400-3 (A)].“ (Quelle: DVGW-Arbeitsblatt W 405, Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasser-versorgung, Februar 2008).

Innerstädtisch und im Großteil des vermaschten Netzes kann der benötigte Grundschutz [siehe DVGW W 405] über die Leitungen und Unterflurhydranten aus dem Trinkwassernetz in der Regel zur Verfügung gestellt werden. In einigen Randbereichen ist die vollständige Deckung des Grundschutzes aus dem Trinkwassernetz aufgrund geringer Dimensionen oder einer nicht vorhandenen leitungsgebundenen Versorgung nicht möglich. Eine separate Vereinbarung zur weiteren Konkretisierung der Bereitstellung der leitungsgebundenen Löschwasserversorgung wird angestrebt.

7.3 Technische Ausstattung, Materialien, Durchschnittsalter, Dichtigkeit, Schadensfälle, Substanzerhalt

Durchschnittsalter des Versorgungsnetzes (exklusive Anschlussleitungen) : 38,39 Jahre (Datenbasis: 31.12.2016)

Tabelle 23: Länge des Versorgungsnetzes ohne Anschlussleitungen
(Datenbasis: 31.12.2016)

Zusammensetzung der Versorgungsleitungen nach Werkstoffen	
(AZ) Asbestzement	1.221
(GG) Grauguss	288.950
(GGG) duktiles Gusseisen	18
(GGG) duktiles Gusseisen 1. Generation	110.595
(GGG) duktiles Gusseisen 2. Generation	118.371
(GGG) duktiles Gusseisen 3. Generation	16.413
(PE100) Polyethylen 100	173.502
(PEHD) Polyethylen hohe Dichte	72.655
(PVC) Polyvinylchlorid	24.853
(St) Stahl	13.829
(V4A) Edelstahl	1
unbekannt	15.361
Gesamtergebnis	835.770

Tabelle 24: Länge der Anschlussleitungen (Datenbasis: 31.12.2016)

Zusammensetzung der Anschlussleitungen nach Werkstoffen	
(GG) Grauguss	2.594
(GGG) duktiles Gusseisen	69
(GGG) duktiles Gusseisen 1. Generation	2.676
(GGG) duktiles Gusseisen 2. Generation	3.523
(GGG) duktiles Gusseisen 3. Generation	221
(PE100) Polyethylen 100	120.884
(PEHD) Polyethylen hohe Dichte	290.442
(PVC) Polyvinylchlorid	1.617
(St) Stahl	1.830
unbekannt	29.711
Gesamtergebnis	453.568

Tabelle 25: Übersicht sonstige Elemente des Versorgungsnetzes

	Versorgungs- leitung	Anschluss- leitung	Rohwasser- leitung	Gesamt- ergebnis
Unterflurhydrant	6.987		84	7.071
Absperrklappe	163		41	204
Schieber	6.991	790	217	7.998
Gesamtergebnis	7.154	790	258	8.202

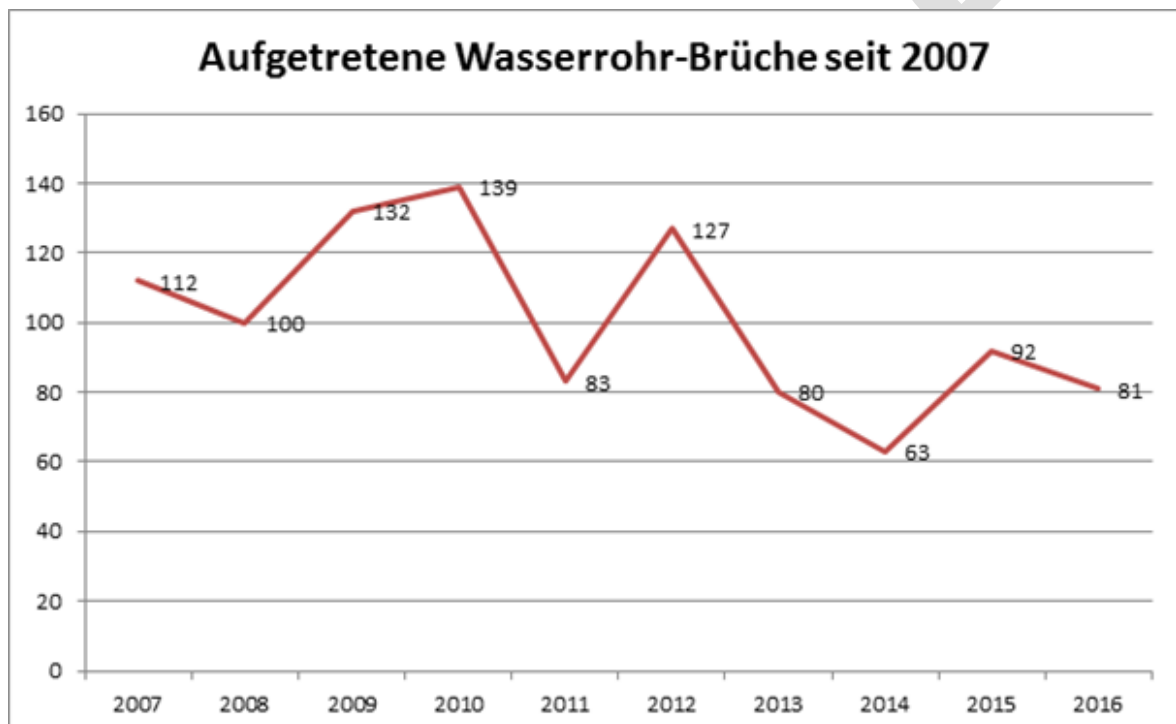


Bild 18: Plan des Wasserverteilnetzes

7.4 Wasserbehälter, Druckerhöhungs-/Druckminderungsanlagen

Die Trinkwasserbehälter in den Wasserwerken bestehen aus unbehandeltem Ortbe-
ton. Ihnen läuft das Wasser aus den Aufbereitungsanlagen im freien Gefälle zu. Die
Entnahme erfolgt (im Wasserwerk Gladbacher Straße über eine zwischengeschaltete
Pumpenvorlage) über die Netzpumpwerke, welche das Trinkwasser mit dem ge-
wünschten Druck ins Trinkwassernetz einspeisen.

Tabelle 26: Übersicht Trinkwasserbehälter

Trinkwasserbehälter	Nutzvolumen	Einheit
Wasserwerk Gladbacher Str.	6.000	m ³
Wasserwerk In der Elt	6.000	m ³
Druckerhöhungsanlage Hüls	900	m ³
Gesamt	12.900	m ³

Die Behälteranlage in Krefeld-Hüls besteht aus zwei Edelstahl-Rundkammern als Gegenbehälter zum Krefelder Gesamtnetz. Die nachfolgende Systemskizze zeigt die Anordnung und Funktionsweise dieser Anlage.

Systemschema Trinkwasserbehälteranlage Krefeld-Hüls

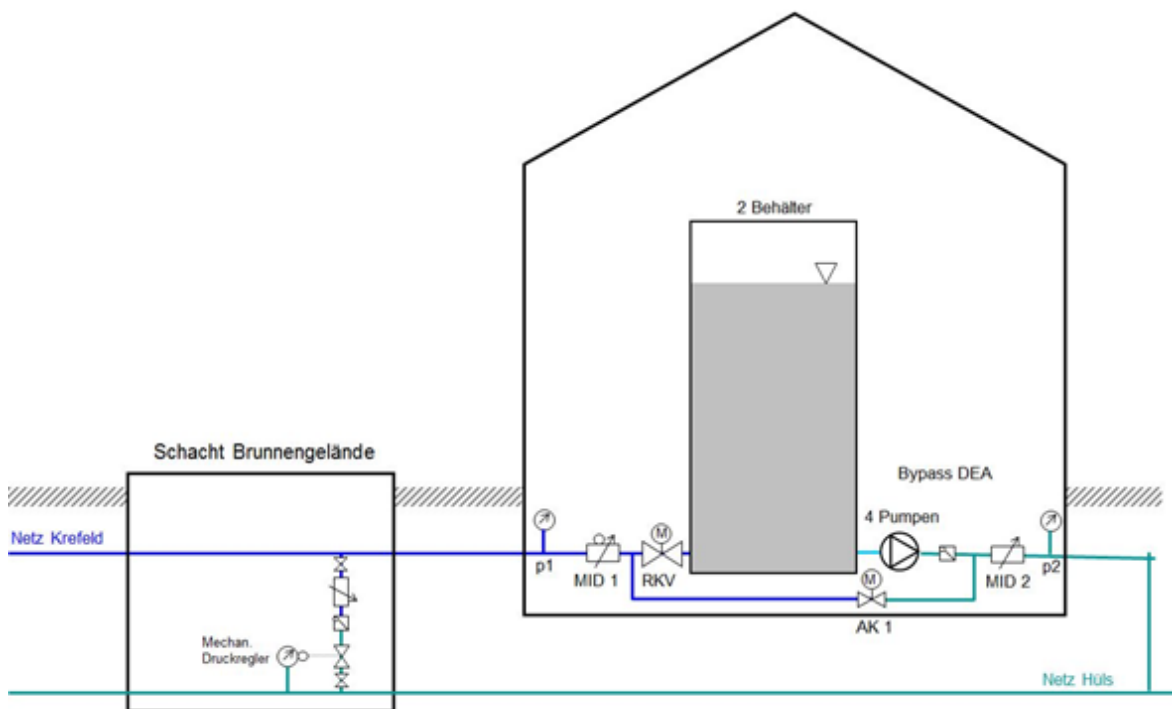


Bild 19: Systemschema Trinkwasserbehälteranlage Krefeld-Hüls

Um einige Kunden auf dem Hülsberg in Krefeld-Hüls mit ausreichend Netzdruck zu versorgen, schafft eine kompakte Druckerhöhungsanlage dort die zusätzliche separate, kleine Druckzone.

8 Gefährdungsanalyse

8.1 Identifizierung möglicher Gefährdungen

Der Trinkwassersektor ist ein wichtiger Bereich der öffentlichen Daseinsvorsorge. Um die Versorgungssicherheit uneingeschränkt garantieren zu können, ist ein bestmöglicher Schutz der Anlagen in physischer und prozesstechnischer Sicht zu gewährleisten. Der Einsatz von Technologien für Rohwassergewinnung, -transport und -aufbereitung zu Trinkwasser unterliegt einer Vielzahl von mehr oder weniger offensichtlichen Risiken, die potentiell zu einer qualitativen und / oder quantitativen Einschränkung der öffentlichen Trinkwasserversorgung führen können.

Gemäß dem „All-Gefahren-Ansatz“ lässt sich das Gesamtspektrum der außergewöhnlichen Gefahrenlagen wie folgt abbilden:

1. Gefahren und Anforderungen aufgrund von Naturereignissen
2. Gefahren und Anforderungen aufgrund von technischem oder menschlichem Versagen
3. Gefahren und Anforderungen aufgrund von Terrorismus, Kriminalität und Krieg (BMI, 2009)

Diese möglichen Risiken sind innerhalb einer Risikoermittlung zu erfassen und innerhalb einer Risikoanalyse ist zu bewerten, ob das Risikoausmaß so hoch eingestuft wird, dass es notwendig ist, dass Maßnahmen zur Minderung von Schadensausmaß oder Maßnahmen zur Absenkung der Eintrittswahrscheinlichkeiten eingeleitet werden müssen.

8.1.1 Grundwasser

Der Boden stellt grundsätzlich einen guten Schutz für die Ressource „Grundwasser“ dar. Das Wasser wird allerdings in seinem natürlichen Kreislauf durch diverse Faktoren beeinflusst.

In den vorhandenen festgesetzten Wasserschutzzonen (Horkesgath/Bückerfeld, Urdingen/Bruchweg, Hüls) und in den potentiellen Einzugsgebieten (In der Elt, Forstwald) befinden sich zahlreiche Altlasten und Altlastenverdachts-Flächen (Altstandorte und Altablagerungen).

Durch ein umfassendes Grundwassermonitoring sollen potentielle negative Auswirkungen in quantitativer und qualitativer Hinsicht möglichst frühzeitig erkannt werden, um Gegenmaßnahmen zur Sicherstellung einer regelkonformen Trinkwasserqualität und –menge rechtzeitig einleiten zu können.

Bei der Erkundung von Altlasten in den oben aufgeführten Bereichen wird grundsätzlich entsprechend der Vorgaben des Bundesbodenschutz-Gesetzes der Wirkungspfad Boden-Grundwasser untersucht und beurteilt.

Die nachfolgende Tabelle differenziert die je nach Wassergewinnungsanlage charakteristischen Gefahrenpotentiale.

Tabelle 27: Gefährdungspotential der Trinkwassergewinnungsanlagen

Wassergewinnungsanlage	Geologie, Gefahrenpotentiale im Einzugsgebiet
Horkesgath/Bückerfeld	Es liegen den Grundwasserleiter schützende Interglazialschicht vor, die Brunnen fördern aus dem unteren quartären Teilgrundwasserleiter intensive Landwirtschaft und Gartenbau, Gewerbe- und Industriegebiete
Hüls	Es liegen den Grundwasserleiter schützende Interglazialschicht vor, die Brunnen fördern aus dem unteren quartären Teilgrundwasserleiter, intensive Landwirtschaft und Gartenbau, Gewerbe- und Industriegebiete
Forstwald	Die Brunnen fördern im quartären Grundwasserleiter, hier liegen keine Grundwasser schützenden Interglazialschichten vor, intensive Landwirtschaft und Gartenbau, einige Brunnen weisen PBSM-Befunde auf, Gewerbe- und Industriegebiete
Uerdingen/Bruchweg	Die Brunnen fördern im quartären Grundwasserleiter, hier liegen keine Grundwasser schützenden Interglazialschichten vor, Gewerbe- und Industriegebiete
In der Elt	Die Brunnen fördern im quartären und tertiären Grundwasserleiter, hier liegen keine Grundwasser schützenden Interglazialschichten vor, intensive Landwirtschaft und Gartenbau, Gewerbe- und Industriegebiete
Werthhof	Die Brunnen fördern im tertiären Grundwasserleiter, intensive Landwirtschaft und Gartenbau, Gewerbe und Industriegebiete
Rheinfähre	Die Brunnen fördern im quartären Grundwasserleiter, hier liegen keine Grundwasser schützenden Interglazialschichten vor, intensive Landwirtschaft und Gartenbau, die Brunnen weisen hohe Nitratwerte auf

8.1.2 Wasserproduktion

Auch für die Anlagen der Wasserproduktion wurden im Rahmen eines Technischen Risikomanagements Gefährdungen der Versorgungssicherheit identifiziert, mögliche Auswirkungen beschrieben, sowie deren Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet. Die Erkenntnisse werden regelmäßig im Rahmen der Optimierung von Anlagen und Prozessen implementiert.

8.1.3 Verteilung

Im Rahmen eines Risikomanagements wurden folgende gefährdende Ereignisse oder Auslöser identifiziert, die zum konkreten Eintreten einer Gefährdung in der Trinkwasserverteilung führen könnten.

Unterschieden wurde dabei nach den folgenden Betriebsmitteln:

- Leitungen mit Transportcharakter, inkl. Armaturen und Hydranten
- Leitungen zur Verteilung, inkl. Armaturen und Hydranten
- Hausanschlussleitungen, inkl. Armaturen

Die identifizierten möglichen Gefährdungen wurden hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und ihres prognostizierten Schadensausmaßes bewertet und in Abhängigkeit der Bewertung mit einem Handlungsbedarf versehen.

Tabelle 28: Bewertungstabelle

Eintrittswahrscheinlichkeit			Schadensausmaß		
Eintrittswahrscheinlichkeit	Typisches Auftreten	Beobachtungshorizont	Schaden am Betriebsmittel	Wie viele Einwohner sind betroffen	Umfang der Schadensbehebung; Versorgungsunterbrechung
gering	> 10 Jahre	Noch kein derartiger Vorfall im Unternehmen vorgefallen. Das Risiko ist nur aus der Literatur bekannt.	gering	< 1.000 EW	Instandsetzung kann mit eigenen Mitarbeitern kurzfristig behoben werden; ≤ 1 Tag Versorgungsunterbrechung
Mittel	1 - 10 Jahre	Ein entsprechender Vorfall wurde bereits im eigenen Unternehmen an einem beliebigen Betriebsmittel beobachtet.	Mittel	> 1.000 EW < 2.500 EW	Teilerneuerung durch kurzfristige Unterstützung von Fremdfirmen; ≤ 3 Tage Versorgungsunterbrechung
hoch	jährlich	Ein entsprechender Vorfall wurde bereits häufiger an ein und dem gleichen Betriebsmittel beobachtet.	hoch	> 2.500 EW	Erneuerung muss geplant/projektiert werden, Unterstützung von Fremdfirmen und Materialbestellung erforderlich; > 3 Tage Versorgungsunterbrechung

Tabelle 29: Transportnetz

Transportnetz			
Gefährdung	mögliche Ursachen	bestehende Maßnahmen	Handlungsbedarf
Ausfall der Transportleitung	altersbedingte Rohrdefekte	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	Bei großflächigen, andauernden Unterbrechungen erfolgt die Einstufung als Notfall (-> Notfallschutzmanagement*)
	Braunfärbung	Analyse der Störungsstatistik	kein Handlungsbedarf
	Beschädigung durch Bagger und andere Bauarbeiten	Planauskunft, Einweisung mit Informationsmaterial	Präqualifizierung der Baufirmen; Bei großflächigen, andauernden Unterbrechungen erfolgt die Einstufung als Notfall (-> Notfallschutzmanagement*)
	Fehlschaltung	Planauskunft	kein Handlungsbedarf
Beschädigung der Rohrleitungen durch Erdbeben	Beschädigung der Rohrleitungen durch Erdbeben	(-> Maßnahmenplan**)	Bei großflächigen, andauernden Unterbrechungen erfolgt die Einstufung als Notfall (-> Notfallschutzmanagement*)
	Beschädigung der Rohrleitungen durch Hochwasser	(-> Maßnahmenplan**)	kein Handlungsbedarf
Ausfall von Armaturen/Hydranten	Funktionsausfall	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	Überarbeitung der Inspektions- und Wartungsstrategie (W 392)
	altersbedingter Ausfall	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	kein Handlungsbedarf
	Fehlbedienung	Planauskunft, Schulung der Mitarbeiter	kein Handlungsbedarf

Tabelle 30: Verteilnetz

Verteilnetz			
Gefährdung	mögliche Ursachen	bestehende Maßnahmen	Handlungsbedarf
Ausfall der Wasserverteilung	altersbedingte Rohrdefekte	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	kein Handlungsbedarf
	Braunfärbung	Analyse der Störungsstatistik	ggf. Ursachenanalyse
	Beschädigung durch Bagger und andere Bauarbeiten	Planauskunft, Einweisung mit Informationsmaterial	kein Handlungsbedarf
	Fehlschaltung	Planauskunft	kein Handlungsbedarf
	Beschädigung der Rohrleitungen durch Erdbeben	(-> Maßnahmenplan**)	kein Handlungsbedarf
	Beschädigung der Rohrleitungen durch Hochwasser	(-> Maßnahmenplan**)	Bei großflächigen, andauernden Unterbrechungen erfolgt die Einstufung als Notfall (-> Notfallschutzmanagement*)
Ausfall von Armaturen/Hydranten	Funktionsausfall	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	Überarbeitung der Inspektions- und Wartungsstrategie (W 392)
	altersbedingter Ausfall	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	kein Handlungsbedarf
	Fehlbedienung	Planauskunft, Schulung der Mitarbeiter	kein Handlungsbedarf

Tabelle 31: Hausanschlüsse

Hausanschlüsse			
Gefährdung	mögliche Ursachen	bestehende Maßnahmen	Handlungsbedarf
Ausfall der Anschlussleitung	altersbedingte Rohrdefekte	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	kein Handlungsbedarf
	Beschädigung durch Bagger und andere Bauarbeiten	Planauskunft, Einweisung mit Informationsmaterial	kein Handlungsbedarf
	Fehlschaltung	Planauskunft	kein Handlungsbedarf
Ausfall von Armaturen	Funktionsausfall	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	Überarbeitung der Inspektions- und Wartungsstrategie (W 392)
	altersbedingter Ausfall	Analyse der Störungsstatistik, Zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, Vorhaltung der Bereitschaft (Personal und Material)	kein Handlungsbedarf
	Fehlbedienung	Planauskunft, Schulung der Mitarbeiter	kein Handlungsbedarf

*) Notfallschutzmanagement

Die Möglichkeit eines Eintritts von Notfällen, z. B. aufgrund technischen Versagens, menschlichen Fehlverhaltens oder aufgrund von Bedrohungen durch äußere Einflüsse, kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Die SWK und ihre Tochtergesellschaften verfügen über ein System, um für Notfallsituationen organisatorische und sachliche Maßnahmen festzulegen, die die Auswirkungen möglichst begrenzen und einen geordneten Ablauf bei der Bewältigung dieser Situationen gewährleisten. Es enthält alle Regelungen, die in einem Notfall - unabhängig von den in der Normalorganisation zur Störungsbearbeitung geltenden Vorgaben - zum Schutz der eigenen Mitarbeiter, Dritter, der Anlagen und der Umwelt zu beachten sind. Somit wird eine Notfallschutzorganisation gewährleistet, die ein wirksames und effektives Handeln in Notfallsituationen ermöglicht.

Die Regelungen des betreffenden Handbuches legen ebenfalls die Schnittstellen zu externen Hilfsdiensten/-organisationen fest.

**) Maßnahmenplan

Der Maßnahmenplan gilt bei allen Ereignissen, durch welche eine nachteilige Veränderung der Trinkwasserqualität mit möglicher gesundheitsbeeinträchtigender Auswirkung für die Bevölkerung hervorgerufen wird.

Der Maßnahmenplan wurde gemäß § 16 (6) der Trinkwasserverordnung erstellt und regelmäßig aktualisiert. Er soll bei festgestellten Abweichungen der Trinkwasserbeschaffenheit oder der Versorgung eine möglichst schnelle und effektive Reaktion des Wasserversorgungsunternehmens (WVU) sicherstellen.

8.2 Entwicklungsprognose Gefährdungen

Die Beschreibung und Bewertung möglicher Gefährdungen auf Wasserverteilung, Gewinnung und Aufbereitung ist in Bestandteil der in Kapitel 8.1 aufgeführten Betrachtungen. Ergänzend dazu werden Gefährdungen der Versorgungssicherheit identifiziert und regelmäßig bezüglich ihrer möglichen Auswirkungen bewertet. Die entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeiten variieren durch vielfältige innere wie äußere Einflüsse.

9 Schlussfolgerungen und erforderliche Maßnahmen zur langfristigen Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung

Das vorliegende Dokument beschreibt den hohen Standard der Trinkwasserversorgung der Stadt Krefeld durch die NGN. Charakteristisch ist dabei der andauernde Prozess der Anpassung der organisatorischen und technischen Maßnahmen und Ausstattung an die sich ständig ändernden äußeren Einflüsse.

Zur langfristigen Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung werden durch die NGN laufend weitere Optimierungsmaßnahmen geplant und durchgeführt, um die Robustheit des Versorgungssystems noch weiter zu steigern. Dazu gehören auch die Fortführung der intensiven Arbeiten im vorbeugenden kooperativen Gewässerschutz in den landwirtschaftlichen/ wasserwirtschaftlichen Kooperationen sowie die im Rahmen von Forschungsvorhaben erarbeiteten zukunftsorientierten Technologien und die Implementierung dieser in den Routinebetrieb (z B. Non-Target-Analytik).

Die Fortsetzung bereits begonnener Maßnahmen, wie die im Kapitel 2.6.2 beschriebene Möglichkeit der Überspeisung von Brunnenwasser in das Trinkwassernetz, soll beispielsweise auch auf andere Gewinnungsanlagen ausgeweitet werden. Dazu sind erste konzeptionelle Schritte bereits eingeleitet.

Weitergehende Maßnahmen zur Reduzierung von Eintrittswahrscheinlichkeit und/oder Schadensausmaß potentieller Risiken müssen dabei auch wirtschaftlichen Kriterien genügen. So werden auch zukünftig die geplanten Maßnahmen einer gründlichen Kosten/Nutzen-Analyse unterzogen, um zielgerichtet die effektivsten Schritte zu einer auch weiterhin jederzeit gesicherten Trinkwasserversorgung der Krefelder Bürger zu gewährleisten.