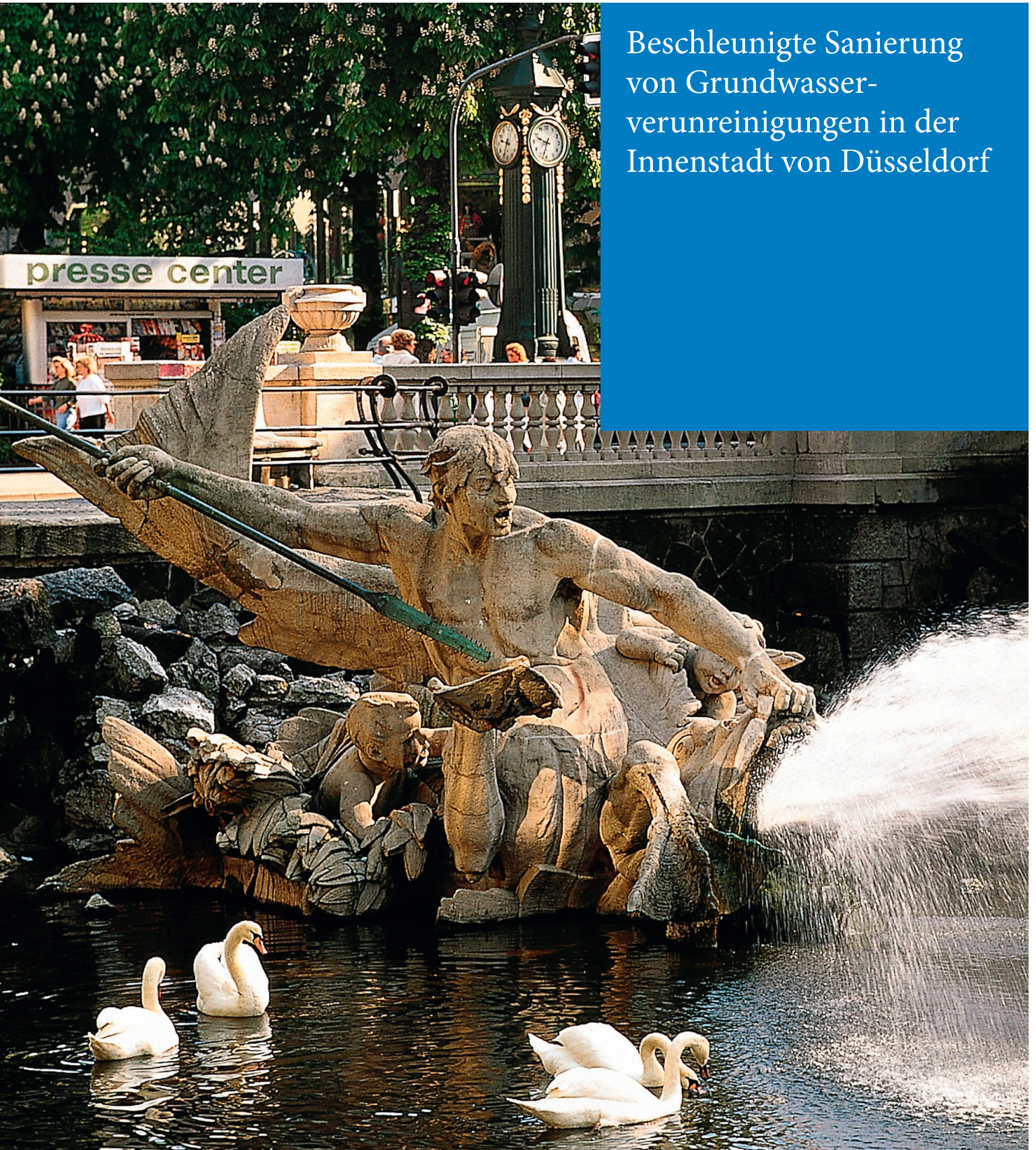




Landeshauptstadt  
Düsseldorf

## Beschleunigte Sanierung von Grundwasser- verunreinigungen in der Innenstadt von Düsseldorf



# 1 Einleitung

Anfang 2005 wurde im Umweltamt der Landeshauptstadt Düsseldorf mit dem Projekt „Tiefbauvorhaben und Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt“ begonnen. Anlass zur Initialisierung des Projekts waren die bevorstehenden umfangreichen Bauwasserhaltungen beim Bau einer neuen U-Bahn-Linie in der Innenstadt. Die Konflikte zwischen den Auswirkungen des geplanten U-Bahnbaus auf das Grundwasser und den Anforderungen an den Schutz des Grundwassers waren vor dem Planfeststellungsbeschluss zu lösen. Nach einer Projektlaufzeit von inzwischen über 10 Jahren sowie der Inbetriebnahme der neuen U-Bahn-Linie im Februar 2016 und der Errichtung weiterer tief in den Untergrund reichender Bauwerke soll eine Bilanz gezogen werden.

	Seite
<b>1 Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2 Ausgangssituation</b>	<b>4</b>
2.1 Geologie/Hydrologie	4
2.2 Grundwasserverunreinigungen	5
2.3 Große Tiefbauvorhaben	6
2.4 Hydraulische Auswirkungen von Bauwerken auf das Grundwasser	7
2.5 Intensive Nutzung des Grundwassers	7
2.6 Konflikt Bauwasserhaltungen und Grundwasserschutz	7
<b>3 Konzeption des Projekts „Tiefbauvorhaben und Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt“</b>	<b>8</b>
3.1 Anlass und Zielsetzung	8
3.2 Festlegung des Projektgebiets	8
3.3 Systematik	8
<b>4 Beispiel Bauwasserhaltung/Gegenwasserhaltung Startschacht/Rampe Bilk</b>	<b>10</b>
<b>5 Bilanz</b>	<b>12</b>
5.1 Grundwasserentnahmen	12
5.2 Schadstoffentfernung aus dem Grundwasser	13
5.3 Flächenbilanz	14
<b>6 Fazit</b>	<b>15</b>
Anschriften der Autoren	15

## 2 Ausgangssituation

### 2.1 Geologie/Hydrologie

Der quartäre Untergrund der Düsseldorfer Innenstadt ist geprägt von sandigen und kiesigen Sedimenten der Niederterrasse des Rheins. Teilweise sind noch überlagernde Hochflutsedimente vorhanden. Aus einzelnen Aufschlüssen sind lokale Blocklagen im Terrassenkörper und an der Quartärbasis bekannt. Mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von circa 20 m und einer hohen Durchlässigkeit mit einem  $k_f$ -Wert um  $5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  weist der quartäre Grundwasserleiter eine sehr hohe Ergiebigkeit auf.

Der mittlere Grundwasserflurabstand liegt bei circa 8 m. Aus der Nähe zum Rhein mit wechselnden Wasserspiegeln resultieren besondere hydraulische Bedingungen. In Abhängigkeit von der Rheinganglinie ergeben sich Grundwasserstandsschwankungen von bis zu 6 m. Die zeitweise influenten Verhältnisse haben wechselnde Fließrichtungen bis hin zu einer Fließrichtungsumkehr in Rheinnähe und unterschiedliche Grundwasserfließgeschwindigkeiten zur Folge.

Im Liegenden des Quartärs stehen gering durchlässige tertiäre Feinsandige und Schluffe an. Besonderes Merkmal ist die ausgeprägte morphologische Gliederung der Tertiäroberfläche mit teilweise kleinräumigen Reliefsprüngen.

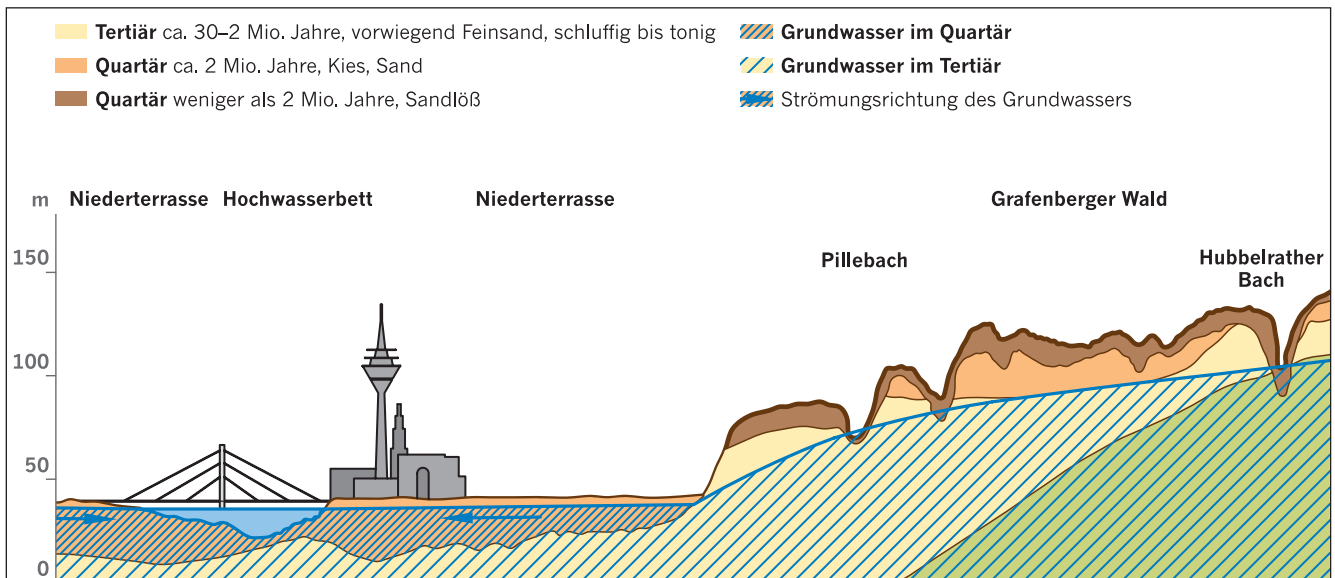


Abb. 1: Geologischer Schnitt durch den Rand des Rheintales bei Düsseldorf

## 2.2 Grundwasserverunreinigungen

Die hydrogeologischen Bedingungen begünstigen die großflächige Ausbreitung von Grundwasserverunreinigungen. Zu Projektbeginn lagen mehrere großflächige Grundwasserverunreinigungen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW), Chromat und Cyaniden in der Düsseldorfer Innenstadt vor.

Die Häufung von Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt ist historisch bedingt aufgrund der langjährigen Nutzungsgeschichte im Stadtkern. Da sich der Grundwasserzustrom zum Rhein in der Innenstadt aufgrund mehrerer Rheinschleifen konzentriert, strömen zudem mehrere Grundwasserverunreinigungen von außerhalb in die Innenstadt. Durch den Einfluss des Rheins weiten sich die Verunreinigungsfahnen in Rheinnähe auf.

Die einzelnen Verunreinigungen wiesen zu Projektbeginn unterschiedliche Bearbeitungsstände auf. Während in der nördlichen Innenstadt bereits seit 1996 die Sanierung einer CKW-Verunreinigungsfahne erfolgte, waren in anderen Bereichen noch umfangreiche Arbeiten zur detaillierten Auskartierung erforderlich.

Die großflächigen Grundwasserverunreinigungen vor Projektbeginn im Jahr 2004 zeigt Abb. 2. Circa 275 ha bzw. 47 % des definierten Projektgebiets Innenstadt (s. Kapitel 3.2) waren von Grundwasserverunreinigungen betroffen.

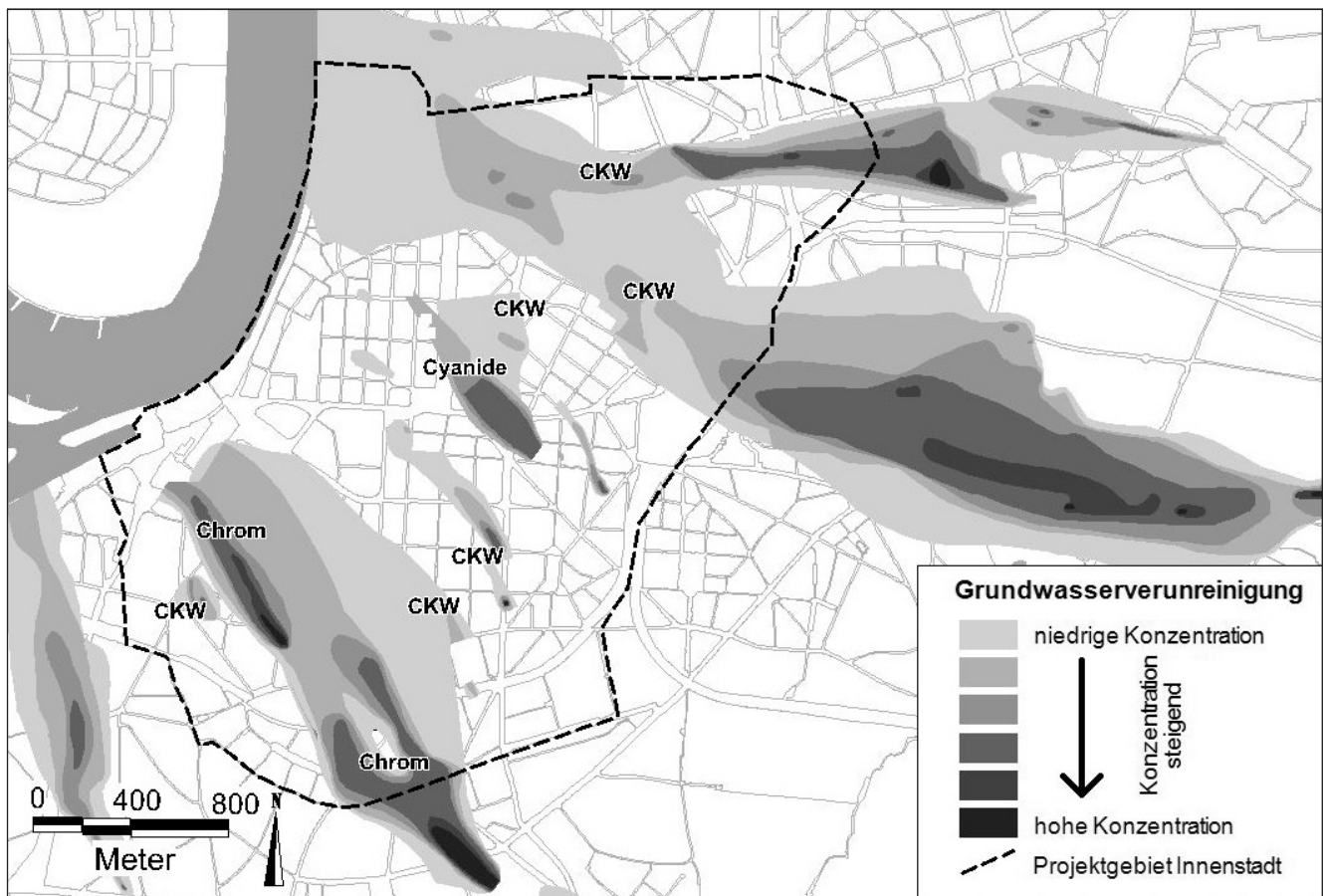


Abb. 2: Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt 2004

## 2 Ausgangssituation

### 2.3 Große Tiefbauvorhaben

Anfang der 2000er Jahre begann die Planung für mehrere große Bauvorhaben in der Innenstadt von Düsseldorf. Hervorzuheben ist hier vor allem der Bau der sogenannten „Wehrhahn-Linie“ (WHL), einer 3,4 km langen U-Bahn-Verbindung mit sechs unterirdischen Bahnhöfen zwischen dem S-Bahnhof Wehrhahn im Nordosten und dem S-Bahnhof Bilk im Süden der Innenstadt (s. Abb. 3).

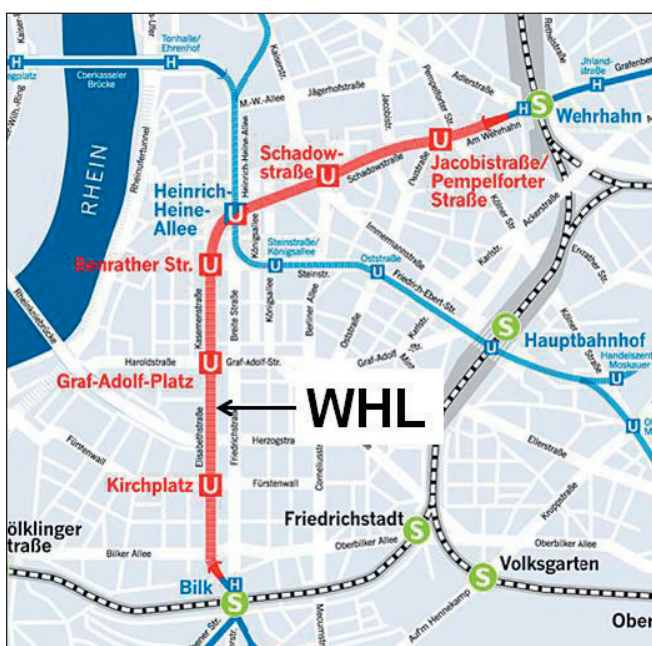


Abb. 3: Streckenverlauf der Wehrhahn-Linie (WHL)

Vor dem Hintergrund der hydrogeologischen Verhältnisse wurde bereits im Frühstadium der Planungen deutlich, dass zur Trockenhaltung der zum Teil tief in die gesättigte Bodenzone reichenden Baugruben umfangreiche Bauwasserhaltungen erforderlich werden würden. Bei der WHL betraf dies fünf der sechs U-Bahnhöfe. Diese wurden im Schutz eines Schlitzwandkastens bis in den tertiären Untergrund mit einer Restwasserhaltung errichtet. Lediglich der U-Bahnhof Heinrich-Heine-Allee bestand bereits. Hier wurde ein zusätzlicher Bahnsteig bergmännisch im Schutz einer Vereisung des Untergrunds gebaut. Bis auf die in der gleichen Weise errichteten Anschlüsse dieses Bahnhofs wurde der überwiegende Teil der U-Bahn-Tunnel im Tunnelvortrieb erstellt. Zusätzlich zu den Bahnhöfen waren Bauwasserhaltungen an den Start- und Zielschächten der Tunnelvortriebsmaschine für den Bau der U-Bahn-Tunnel erforderlich.

Ein weiteres geplantes großes Bauvorhaben war der sogenannte „Kö-Bogen“. Kö-Bogen bezeichnet städtebauliche Maßnahmen zur Wiederherstellung der historischen Verbindung von Königsallee und Hofgarten in der nördlichen Innenstadt. Wesentliches Element ist eine Kombination mehrerer Straßentunnel, die eine Hochstraße ersetzen.

Dazu kamen die Planungen weiterer tiefreichender Bauvorhaben wie unter anderem eine acht-geschossige Tiefgarage am Rand der Altstadt, die allerdings im Gegensatz zu den vorgenannten Bauwerken bis heute nicht realisiert wurde. Damals noch nicht absehbar waren zusätzliche – inzwischen zum Teil realisierte – große Baumaßnahmen in der nördlichen Innenstadt, wie z. B. die Erweiterung der Tiefgarage „Schadowarkaden“ oder ein tief in den Untergrund reichender Gebäudekomplex am Kö-Bogen („Libeskind-Bau“) mit Anschluss an die Straßentunnel.



## 2.4 Hydraulische Auswirkungen von Bauwerken auf das Grundwasser

Ein Aspekt mit zunehmender Bedeutung sind die hydraulischen Auswirkungen von tief in den Aquifer reichenden Bauwerken auf die Grundwasserströmungen. Bereits vor dem Bau der U-Bahn-Linie WHL gab es zahlreiche tiefgründende Bauwerke in den Innenstadt (s. Abb. 4), auch weil immer mehr Bauwerke im Schutz von bis in das gering durchlässige Tertiär niedergebrachten Spundwänden errichtet werden, um die zur Trockenhaltung der Baugruben zu fördernden Grundwassermengen zu reduzieren. Die Auswirkungen dieser Teil- oder Vollsperrbauwerke im Aquifer sind Änderungen von Grundwasserfließrichtungen, Grundwassergeschwindigkeiten und Grundwasserständen vor und hinter den Bauwerken. Bei einer Vielzahl entsprechender Baukörper auf kleinem Raum kann das Zusammenwirken einzelner Veränderungen der Grundwasserströmungen erhebliche gegebenenfalls großräumige hydraulische Auswirkungen verursachen.

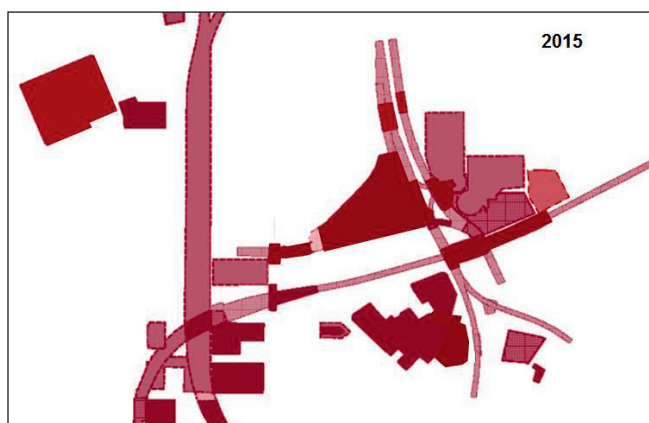
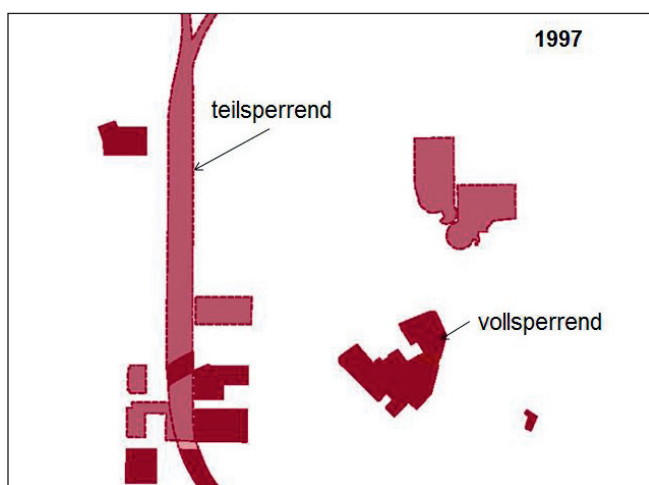


Abb. 4: Grundwassersperrbauwerke (Draufsicht) in der nördlichen Innenstadt, Vergleich 1997–2015

## 2.5 Intensive Nutzung des Grundwassers

Die Innenstadt ist traditionell charakterisiert durch vielfältige und intensive Nutzungen des Grundwassers. Neben den Wasserentnahmen bei Bauwasserhaltungen wird Grundwasser u. a. für Brauchwasser, Zierbrunnen oder Geothermie gefördert. Die Nutzung zu Brauzwecken für die Herstellung von Altbier musste aufgrund der Grundwasserverunreinigungen Ende der 1980er Jahre untersagt werden.

## 2.6 Konflikt Bauwasserhaltungen und Grundwasserschutz

Die Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt lagen zum Teil im Wirkungsbereich der geplanten Bauwasserhaltungen, insbesondere derjenigen für den Bau der WHL. Bei den Bauwasserförderungen bestand daher die Gefahr, dass Grundwasserverunreinigungen in großem Umfang horizontal oder vertikal in bisher nicht verunreinigte Bereiche verschleppt werden. Bereits laufende Sanierungsmaßnahmen könnten zudem in Ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt werden. Dazu kommt die Förderung großer Mengen verunreinigten Grundwassers bei den Bauwasserhaltungen mit entsprechendem Aufbereitungserfordernis.

Der geplante U-Bahn-Bau war daher ohne geeignete Gegenmaßnahmen zum Schutz des Grundwassers nicht vereinbar mit den wasserrechtlichen Vorschriften.

# 3 Konzeption des Projekts „Tiefbauvorhaben und Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt“

## 3.1 Anlass und Zielsetzung

Der Konflikt zwischen den umfangreichen Bauwasserhaltungen bei den geplanten Tiefbauvorhaben und ihren Auswirkungen auf die vorhandenen Grundwasserverunreinigungen musste vor dem Planfeststellungsbeschluss für den Bau der neuen U-Bahn-Linie WHL gelöst werden. Um dies zu gewährleisten, wurde Mitte 2004 das Projekt „Tiefbauvorhaben und Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt“ mit einer Laufzeit von zunächst Anfang 2005 bis Ende 2009 beschlossen. Der Kostenansatz für das Projekt betrug rund 15,8 Millionen Euro brutto. Davon stammten rund 6,2 Millionen Euro aus dem Etat der WHL. Circa 9,6 Millionen Euro wurden ordnungsbehördlich finanziert aus Mitteln der Stadt, Fördermitteln und Beteiligungen von Sanierungspflichtigen. Inzwischen wurde die Laufzeit mit zusätzlichem Budget von 0,38 Millionen Euro in zwei Abschnitten bis Ende 2018 verlängert.

Vor dem Hintergrund der Maßgabe, die Vereinbarkeit der geplanten Baumaßnahmen mit den wasserrechtlichen Vorschriften zu gewährleisten, gab es folgende übergeordnete Ziele:

- Beschleunigung der Sanierung der Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt
- Konzeption geeigneter Gegenmaßnahmen zur Vermeidung von Schadstoffverlagerungen bei den Bauwasserhaltungen
- nachhaltige Erleichterung für die Errichtung tieferreichender Baukörper im Rahmen der städtebaulichen Entwicklung mit Entlastung von Kosten für wasserrechtlich notwendige zusätzliche Maßnahmen
- Wiederherstellung der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers
- Wiederherstellung eines guten chemischen Zustands des Grundwassers



## 3.2 Festlegung des Projektgebiets

Maßgeblich für die räumliche Festlegung des Projektgebiets Innenstadt waren der Streckenverlauf der WHL mit den angenommenen hydraulischen Wirkungsbereichen der Wasserhaltungen, die Lage der bekannten Grundwasserverunreinigungen sowie geographische Grenzen (z. B. Bahntrassen, Stadtteilgrenzen). Das Projektgebiet Innenstadt, das nach Projektbeginn noch leicht verändert wurde, hat eine Größe von 5,89 km<sup>2</sup> und umfasst teilweise oder vollständig die Stadtteile Pempelfort, Düsseltal, Flingern-Nord, Oberbilk, Stadtmitte, Altstadt, Karlstadt, Friedrichstadt, Hafen, Unterbilk und Bilk.

## 3.3 Systematik

Zur Beschleunigung der Sanierung des Grundwassers wurden mit zusätzlichem Personal- und Mitteleinsatz viele Arbeitsschritte parallel durchgeführt. Die komplexen Verhältnisse und die Vielzahl von zeitlich und hinsichtlich der Förderraten variierenden Wasserhaltungen erforderten eine übergeordnete Steuerung und Koordinierung der einzelnen Maßnahmen. Gegenseitige Wechselwirkungen waren frühzeitig zu berücksichtigen, so dass die nach wie vor praktizierte klassische Einzelfallbearbeitung durch die übergeordnete Steuerung ergänzt wurde.

Aus den unterschiedlichen Bearbeitungsständen der einzelnen Verunreinigungen zu Beginn des Projekts ergaben sich verschiedene Bearbeitungsschwerpunkte. Zum Teil war es zunächst erforderlich, eine große Anzahl weiterer zusätzlicher Grundwassermessstellen zu errichten, um die horizontale und vertikale Eingrenzung der Grundwasserverunreinigung zu erreichen. Dies diente auch zur Verursachensuche mit nachfolgenden Eintragsstellenerkundungen. Für die Grundwasserverunreinigungen mit Chromat und Cyaniden mussten umfangreiche Recherchen und Versuche zur am besten geeigneten Behandlungstechnologie durchgeführt werden. Wesentliches Element war die Erstellung eines instationären Grundwassermodells mit Durchführung diverser Simulationen unter Berücksichtigung verschiedener Wasserstände und Entnahmeszenarien, um Grundwasser-sanierungsmaßnahmen zu konzipieren, fortlaufend zu optimieren und aufeinander abzustimmen. Um die wechselseitigen Auswirkungen der Grundwasserentnahmen für die Bauwasserhaltungen und für die Grundwasseranierungen zu ermitteln, erfolgten intensive Grundwasser-Monitorings.



Aufgrund der zeitlichen Vorgaben durch die Bauwasserhaltungen in der Innenstadt wurde zum Teil von der klassischen Systematik bei der Altlastenbearbeitung abgewichen. So wurde in einzelnen Fällen nicht mit der hydraulischen Sicherung von Eintragsstellen begonnen, sondern mit der Grundwassersanierung im weiteren Fahnenverlauf im Grundwasserzstrom zu den Baugruben. Die Fahnen-sanierungen fungierten dadurch als Gegenwasserhaltungen zu den Bauwasserhaltungen. Die Systematik der Gegenwasserhaltungen zeigt die vereinfachte Prinzipskizze in Abb. 5. Die Gegenwasserhaltungen sollten zum einen die vertikale und horizontale Verlagerung von Schadstoffen durch Bauwasserhaltungen verhindern (Schaffung der erforderlichen Voraussetzungen für die Erteilung der wasserrechtlichen Genehmigungen der Bauwasserhaltungen). Zudem sollte der Zulauf verunreinigten Grundwassers vermindert werden (geringerer Mehraufwand für die Aufbereitung von Grundwasser).

Die Förderraten der einzelnen Gegenwasserhaltungsbrunnen waren dabei fortlaufend auf den Umfang der Bauwasserhaltungen abzustimmen und das Förderkonzept anzupassen.

Insgesamt wurden im Rahmen der Gegenwasserhaltungen für die WHL vier Grundwassersanierungsanlagen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Förderbrunnen im Projektgebiet Innenstadt in Betrieb genommen. Weitere Gegenwasserhaltungsbrunnen wurden an die seit 1996 betriebene CKW-Grundwassersanierungsanlage im Hofgarten angeschlossen.

Parallel zum Projekt erfolgte eine umfangreiche behördliche Überwachung der Baumaßnahmen durch das Umweltamt. Dies betrifft u. a. die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen im Förderwasser der Bauwasserhaltungen oder Sandgehaltsmessungen im Förderwasser, die die Gefahr von hydraulischen Grundbrüchen anzeigen können.

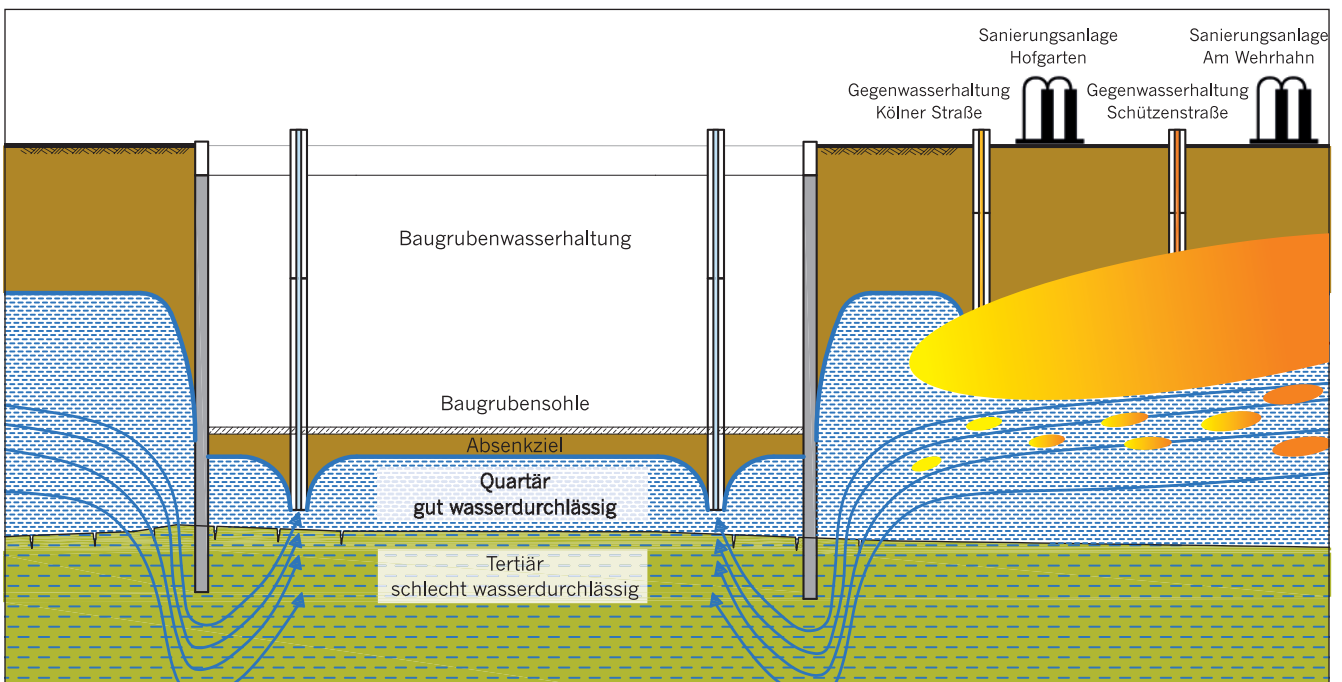


Abb. 5: Vereinfachte Prinzipskizze Gegenwasserhaltung am Beispiel U-Bahnhof Pempelforter Straße

## 4 Beispiel Bauwasserhaltung/Gegenwasserhaltung Startschacht/Rampe Bilk

Die Baugrube für die Errichtung des Startschachtes der Tunnelvortriebsmaschine und der späteren U-Bahn-Rampe in Düsseldorf-Bilk lag in der Fahnenachse einer großflächigen Chromat-Verunreinigung mit Gehalten von hier bis zu 100 µg/l. Durch mehrere Förderbrunnen im Zu- und Seitenstrom erfolgte hier seit August 2008 eine Gegenwasserhaltung. Die Lage der drei Gegenwasserhaltungsbrunnen im direkten Umfeld der Baugrube zeigt Abb. 6.

Für die drei Gegenwasserhaltungsbrunnen stand eine Kapazität an der neu errichteten Grundwassersanierungsanlage Martinstraße von insgesamt 90 m<sup>3</sup>/h zur Verfügung. Die Aufteilung dieser Gesamtkapazität auf die der einzelnen Brunnen wurde fortlaufend überprüft und gegebenenfalls optimiert. Abb. 7 zeigt beispielhaft für Brunnen 16256 die Entwicklung der Förderraten sowie der Chrom-Gehalte im Förderwasser und die ermittelte Chrom-Fracht. Nachdem an diesem Brunnen zunächst eine Förderrate von 20 m<sup>3</sup>/h eingestellt war, wurde sie im Januar 2010 auf 30 m<sup>3</sup>/h erhöht. Diese Förderrate wurde fast durchgehend bis auf kurze Testphasen oder anlagenbedingte Reduzierungen bis Anfang 2015 beibehalten. Die Chrom-Gehalte im Förderwasser zeigten zunächst einen fast kontinuierlichen Anstieg bis etwa 100 µg/l, bis sie Ende 2011 zurückgingen und aktuell nur noch bei circa 15 µg/l liegen.

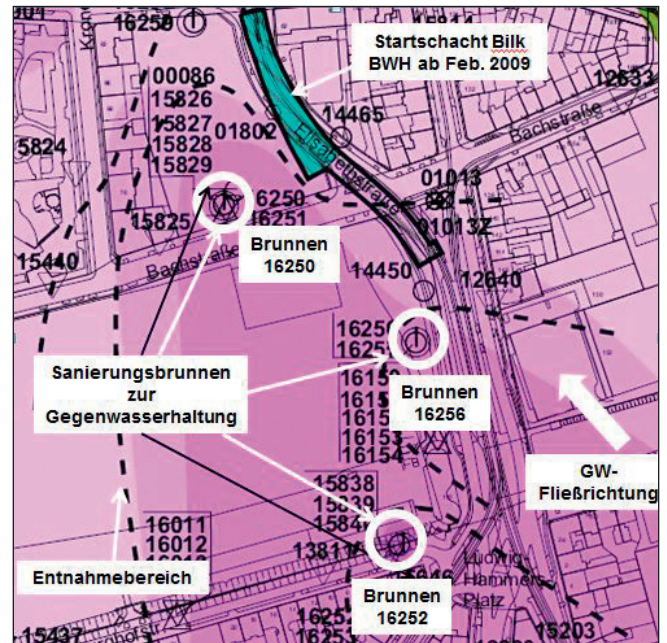


Abb. 6: Gegenwasserhaltungen in Bilk  
(Kartengrundlage: Fahnenaufnahme 2009)

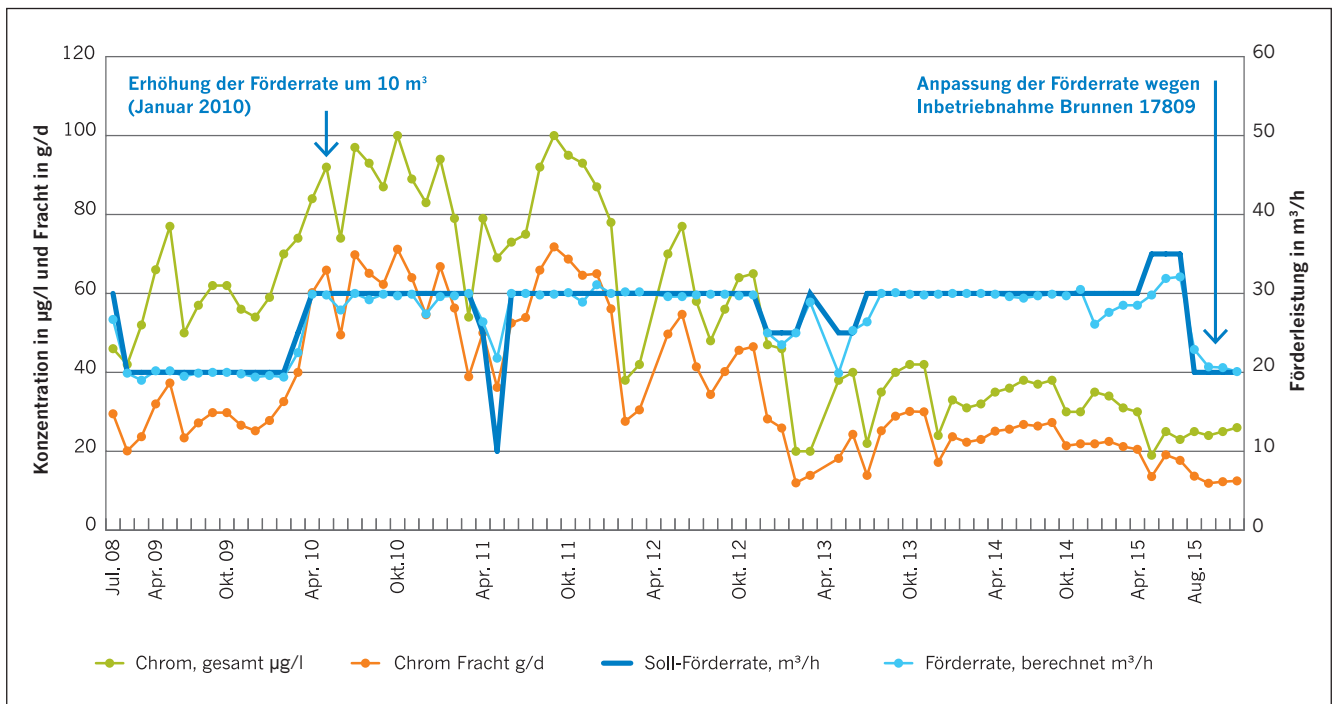


Abb. 7: Förderraten und Chrom-Gehalte im Gegenwasserhaltungsbrunnen 16256

Abb. 8 zeigt beispielhaft die Entwicklung der Förderraten und der Chrom-Gehalte im Förderwasser an der Bauwasser-aufbereitungsanlage (BWAA) Bilk. Mit Beginn des Probebetriebs der Bauwasserhaltung wurde auch die BWAA in Betrieb genommen. Die durchschnittliche Förderrate im Regelbetrieb betrug  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ . Nachdem sich zeigte, dass die Chrom-Gehalte im Förderwasser nachhaltig und deutlich den Einleitgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{l}$  unterschreiten, konnte die BWAA außer Betrieb genommen werden. Anfang 2011 kam es zu einem kurzzeitigen Anstieg der Chrom-Gehalte, gefolgt von einem ebenso plötzlichen Rückgang. Eine definitive Ursache für diese Auffälligkeit konnte nicht ermittelt werden, sie fällt allerdings zusammen mit hohen Rheinwasserständen und einem hohen Energieeintrag in den Untergrund durch den Schlitzwandbau für die U-Bahn-Rampe. Daraufhin wurde die BWAA vorübergehend wieder in Betrieb genommen. (Bei den anderen Bauwasserhaltungen wurden dagegen die Einleitgrenzwerte nach dem Probebetrieb jeweils durchgehend unterschritten.)



Bau Grundwassersanierungsanlage Martinstraße, Aufstellen der Behälter

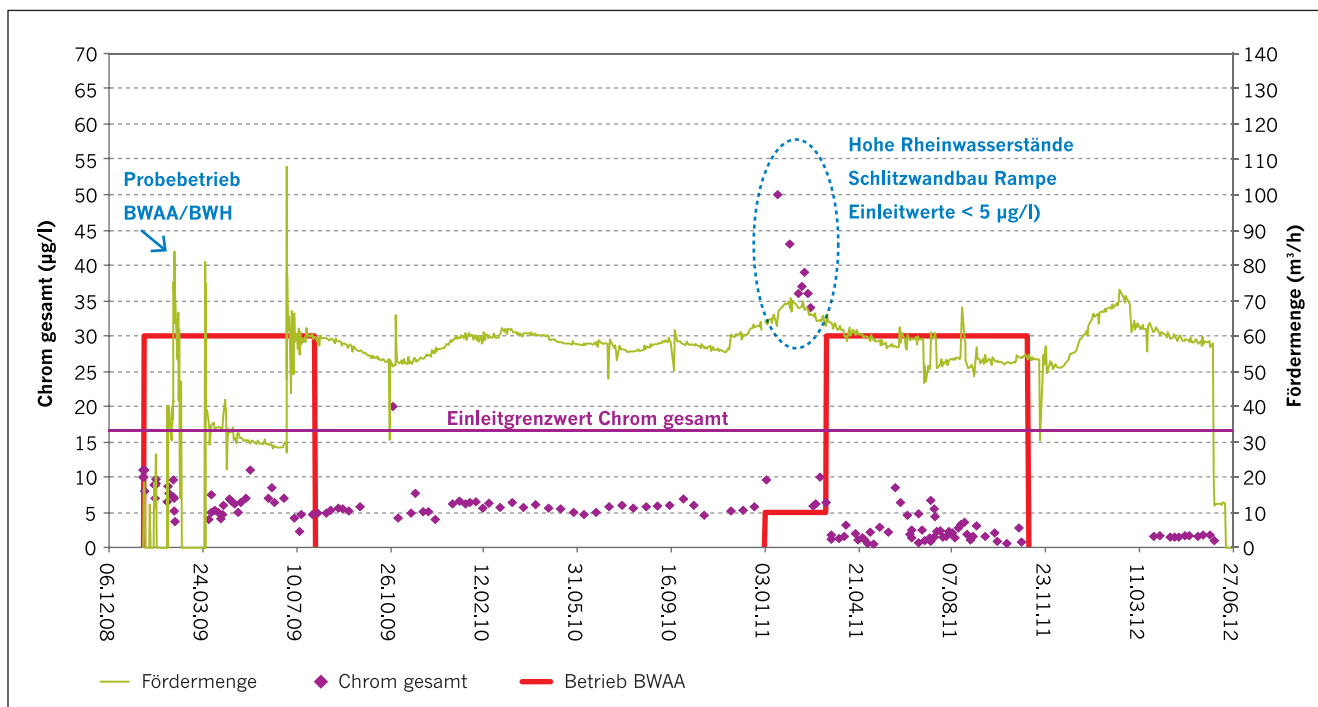


Abb. 8: Entwicklung der Chrom-Gehalte im Förderwasser der BWAA Bilk

## 5.1 Grundwasserentnahmen

Die Bauwasserhaltungen der WHL dauerten von Anfang 2009 bis Anfang 2015. Abb. 9 zeigt den Verlauf der aufsummierten monatlichen Entnahmeraten mit einer maximalen Grundwasserförderung Ende 2012. Im Vergleich zu den realen Förderraten sind die beantragten Förderraten aufgetragen, die auf worst-case-Annahmen bei hohen Grundwasserständen beruhen und entsprechend in der wasserrechtlichen Erlaubnis berücksichtigt wurden. Eine zunächst vorgesehene offene quartäre Bauwasserhaltung musste nicht durchgeführt werden. Insgesamt wurden bauseits der WHL 13,4 Millionen m<sup>3</sup> Grundwasser gefördert.

Bei den anderen großen Bauwasserhaltungen in der Innenstadt, die ab 2011 begannen, wurden bis Mitte 2015 weitere 6,4 Millionen m<sup>3</sup> Grundwasser gefördert, so dass sich eine Gesamtsumme bei den Bauwasserhaltungen von 19,8 Millionen m<sup>3</sup> ergibt.

Bei den Grundwassersanierungsmaßnahmen in der Innenstadt wurden seit Projektbeginn 2005 bis Ende 2014 rund 24,8 Millionen m<sup>3</sup> verunreinigtes Grundwasser gereinigt.

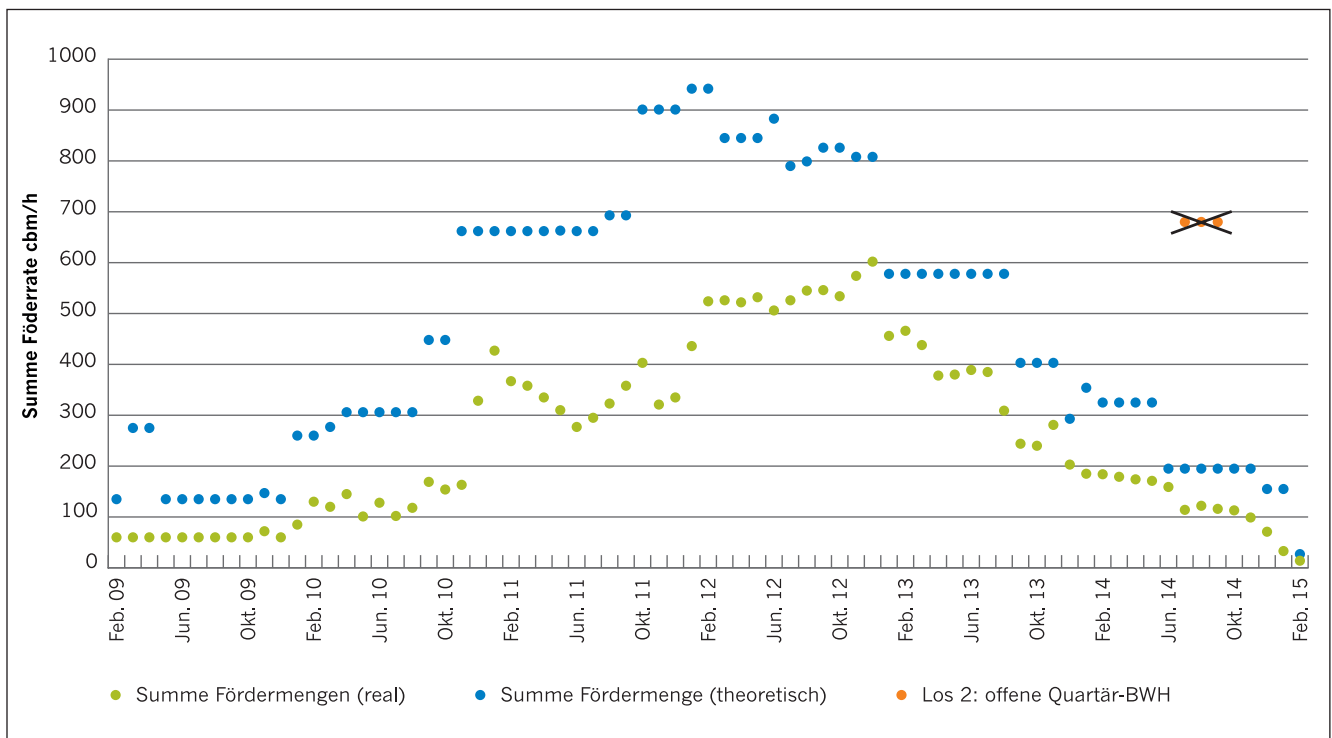


Abb. 9: Bauwasserhaltungen WHL 2009–2015

Die Gegenüberstellung der o.g. Entnahmemengen in Abb. 10 veranschaulicht den Umfang der Sanierungsmaßnahmen.

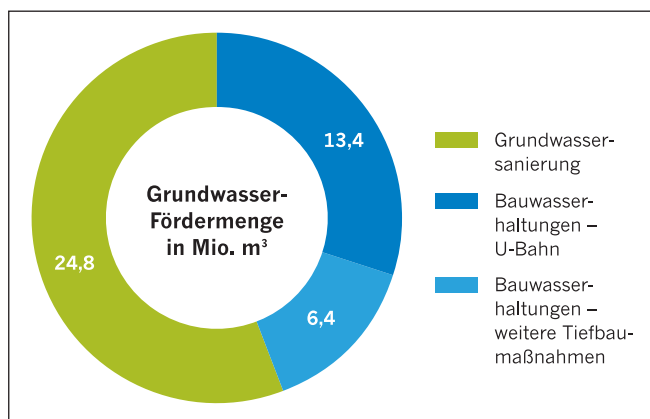


Abb. 10: Grundwasser-Entnahmemengen bei Bauwasserhaltung und Grundwasseranierungen insgesamt (2005–2014/2015)

## 5.2 Schadstoffentfernung aus dem Grundwasser

Auf Basis der kontinuierlichen analytischen Überwachung und der Entnahmemengen wurden die dem Grundwasserleiter entnommenen Schadstoffmengen ermittelt. Da chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) neben den eigentlichen großflächigen Grundwasserverunreinigungen untergeordnet auch bei den Verunreinigungen mit anderen Hauptschadstoffparametern auftreten, wurden sie im Gegensatz zu Chrom und Cyaniden grundsätzlich bei allen Bauwasserhaltungen und Grundwasseranierungsmaßnahmen untersucht. Abb. 11 vergleicht die Schadstoffrückgewinnung aus dem Grundwasser aus Bauwasserhaltungen und Grundwasseranierungen. Die angegebenen Werte für Chrom und Cyanide stammen ausschließlich aus den 2008 bzw. 2012 begonnenen Gegenwasserhaltungen in diesen Teilprojekten. Der Vergleich des Schadstoffaustrags ist ein deutlicher Beleg für den Effekt des Projekts.

Die Wirksamkeit zeigt sich auch bei der Einzelbetrachtung der Schadstoffgehalte im Förderwasser der Bauwasserhaltungen. Bauseits bestand nahezu kein Aufbereitungserfordernis. Zudem mussten nur drei anstatt der vorgesehenen fünf Bauwasseraufbereitungsanlagen errichtet werden. Diese konnten außerdem schon vor Ende der Bauwasserhaltungen zurückgebaut werden. Daraus resultierte eine deutliche Kostenentlastung.

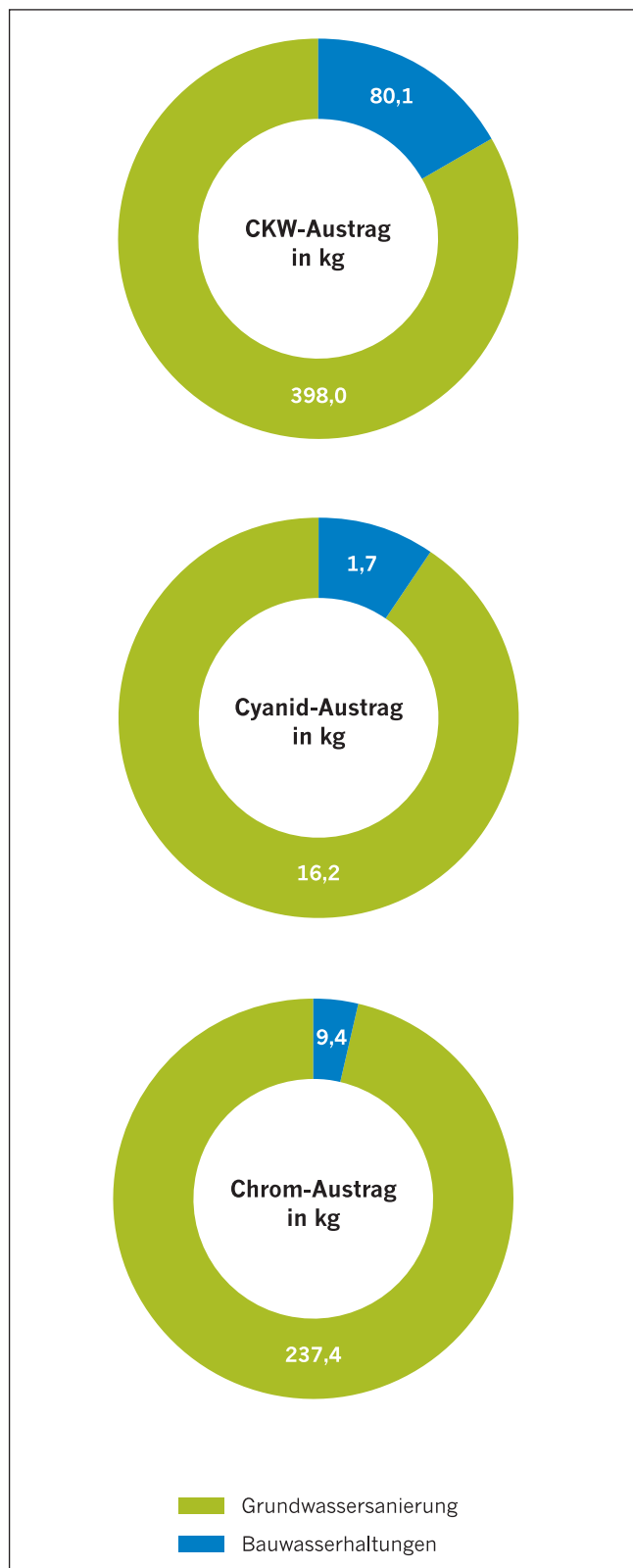


Abb. 11: Schadstoffaustrag aus dem Grundwasser bei Bauwasserhaltungen und Grundwasseranierungen insgesamt (2005–2014/2015)

## 5.3 Flächenbilanz

Durch die umfangreichen Sanierungsmaßnahmen hat sich die Ausdehnung der Grundwasserverunreinigungen im Projektgebiet Innenstadt von circa 47 % bzw. 274 ha (2004) auf circa 17 % bzw. 100 ha (2014) verringert (s. Abb. 12).

Durch den erreichten Rückgang der von Grundwasserverunreinigungen betroffenen Fläche wurden der Aufwand für zukünftige Baumaßnahmen deutlich verringert und die Nutzbarkeit des Grundwassers weiträumig wiederhergestellt. Aufgrund des Sanierungserfolgs können auch wasserrechtliche Anträge zur Entnahme von Grundwasser zu Trinkwasserzwecken (Brauereien) nach einer Einzelfallprüfung wieder positiv beschieden werden.

Nennenswerte horizontale oder vertikale Schadstoffverlagerungen in unbelastete Bereiche gibt es nach jetzigem Kenntnisstand nicht.

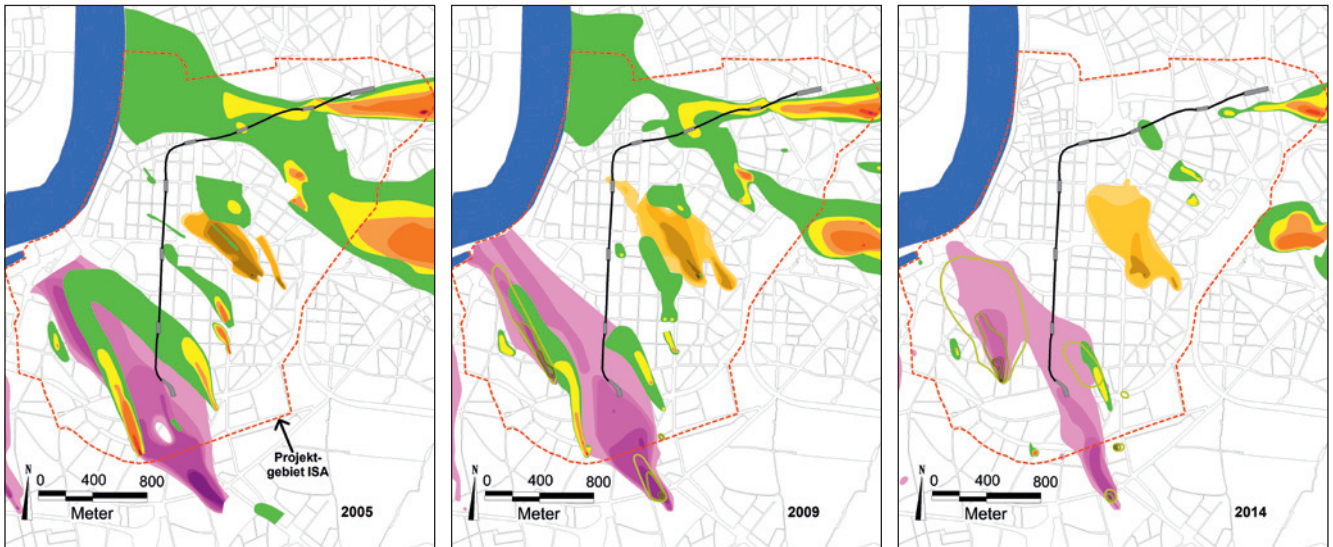


Abb. 12: Entwicklung der Grundwasserverunreinigungen in der Innenstadt (2005, 2009, 2014)

Es bestätigte sich, dass bei den komplexen Verhältnissen mit einer Vielzahl von Wechselwirkungen und Abhängigkeiten die klassische Einzelfallbearbeitung allein nicht ausreichend ist, um die wasserrechtlichen Anforderungen erfüllen und gute Ergebnisse erzielen zu können. Notwendig sind eine großräumigere, integrierte Bearbeitung unter Berücksichtigung der Vielzahl der Eingriffe/Einwirkungen sowie eine Beteiligung der unterschiedlichen Akteure. Dafür ist eine zentrale Planung und Steuerung der erforderlichen Maßnahmen notwendig.

Frühzeitig sind die entsprechenden strukturellen und finanziellen Voraussetzungen zu schaffen. Erforderlich ist zudem die konstruktive Mit- und Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Das Konzept aus einer Beschleunigung bereits laufender Sanierungsmaßnahmen in Verbindung mit aktiven Gegenwasserhaltungen bei tiefreichenden Bauvorhaben im Bereich von Grundwasserverunreinigungen erwies sich als erfolgreich. Wichtig ist eine kontinuierliche Überprüfung und Optimierung gegebenenfalls auf der Grundlage eines hydraulischen Grundwassermodells.

Teilweise ist ein Weiterbetrieb der im Rahmen des Projekts errichteten Sanierungsanlagen erforderlich, um eine Rekontamination gereinigter Bereiche durch nachströmendes verunreinigtes Grundwasser zu verhindern. Freigewordene Kapazitäten an den Sanierungsanlagen werden zusätzlich auch für die Sanierung weiterer Fahnenabschnitte genutzt.

Die hydraulischen Auswirkungen tiefreichender Bauwerke in der Innenstadt auf die Grundwasserhydraulik sind in der Überlagerung zum Teil erheblich. Dies ist bei der Bearbeitung von Bauanträgen für neue Bauvorhaben und im Rahmen der wasserrechtlichen Einzelfallprüfung bei beantragten Grundwassernutzungen zu berücksichtigen. Um dem Verschlechterungsverbot Rechnung zu tragen, sind zukünftig auch konsequent die langfristigen hydraulischen Auswirkungen von tiefreichenden Bauwerken zu minimieren. Dies kann z. B. erfolgen durch eine Tiefenbeschränkung der Bauwerkssole in Verbindung mit der nachträglichen Wiederherstellung hydraulischer Fenster in ausreichender Anzahl und Dimension an geeigneten Stellen der Baugrubenumschließungen.

Die Sanierungserfolge stellen einen wichtigen Beitrag zur Erreichung des guten chemischen Zustandes entsprechend der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie dar.



### Anschrift der Autoren

Dr. Inge Bantz, Helge Düker, Ingo Valentin  
Landeshauptstadt Düsseldorf, Umweltamt  
Brinckmannstraße 7  
40225 Düsseldorf

Telefon: 02 11.89-2 27 02  
02 11.89-2 50 64  
02 11.89-2 57 22  
Telefax: 02 11.89-2 91 67

E-Mail: [inge.dr\\_bantz@duesseldorf.de](mailto:inge.dr_bantz@duesseldorf.de)  
[helge.dueker@duesseldorf.de](mailto:helge.dueker@duesseldorf.de)  
[ingo.valentin@duesseldorf.de](mailto:ingo.valentin@duesseldorf.de)

[www.duesseldorf.de/umweltamt](http://www.duesseldorf.de/umweltamt)

### Über den Gesamtzeitraum haben an dem Projekt mitgewirkt:

Thomas Fey, Sascha Fritzen, Carsten Haeling, Susanne Höhne, Daniela Holthausen, Pegah Kamkar, Angelika Keller, Michael Rathje, Jutta Rüber, Gottfried Schellartz (†), Thomas Schramm, Samuel Seeger, Irina Sehr



**Herausgegeben von der**  
Landeshauptstadt Düsseldorf  
Der Oberbürgermeister  
Umweltamt

**Verantwortlich**  
Stefan Ferber

**Redaktion**  
Dr. Inge Bantz, Helge Düker, Ingo Valentin

**Fotos**  
fotolia, shutterstock, Umweltamt

**Layout & Druckbetreuung**  
Stadtbetrieb Zentrale Dienste

V/16-2.5  
[www.duesseldorf.de/umweltamt](http://www.duesseldorf.de/umweltamt)