

VG Werneuchen
Trinkwasserversorgungskonzeption
2020 - 2025

AUFTRAGGEBER : *Eigenbetrieb
Wasserversorgung & Abwasserbeseitigung
der Stadt Werneuchen
Wesendahler Str. 8
16356 Werneuchen*



AUFTRAGNEHMER : *AQUA- KOMMUNAL- SERVICE GmbH
Buschmühlenweg 169
15230 Frankfurt (Oder)*

Projektnummer: 1902003 _TWP

BEARBEITER : *Anna Münchberg
Robert Borchardt
Dietmar Hölzel*

Ausfertigung:



Frankfurt (Oder), Mai / September 2020

Winkler
Geschäftsführerin

Hölzel
Projektverantwortlicher



Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| Abkürzungsschlüssel | 2 |
| 0. Zusammenfassung | 3 |
| 1. Das Verbandsgebiet im Überblick | 4 |
| 1.1 Allgemeines zum Betrachtungsgebiet | 4 |
| 1.2 Demographische Entwicklung | 6 |
| 2. Die Trinkwasserversorgung im Überblick | 8 |
| 2.1 Rohrnetz | 8 |
| 2.2 Wasserwerke | 11 |
| 3. Analyse der Trinkwasserverbrauchsverhältnisse | 11 |
| 3.1 Jahresverbräuche | 11 |
| 3.1.1 Einwohnerbezogener Verbrauch | 13 |
| 3.1.2 Gewerblicher Verbrauch | 14 |
| 3.1.3 Eigenverbrauch | 14 |
| 3.1.4 Wasserverluste | 15 |
| 3.2 Maximaler Tagesverbrauch (Q_{dmax}) | 17 |
| 3.3 Maximaler Stundenverbrauch (Q_{hmax}) | 18 |
| 4. Wasserbedarfsprognose | 20 |
| 4.1 Entwicklungstendenzen Jahresverbräuche | 20 |
| 4.1.1 Spezifischer Haushaltsverbrauch | 20 |
| 4.1.2 Gewerblicher Verbrauch | 21 |
| 4.1.3 Eigenverbrauch | 21 |
| 4.1.4 Wasserverluste | 21 |
| 4.2 Verbrauchsprognose | 22 |
| 4.2.1 Jährlicher Wasserbedarf | 22 |
| 4.2.2 Maximaler Tagesbedarf | 24 |
| 4.2.3 Maximaler Stundenbedarf | 25 |
| 5. Grundlagen der Wasserversorgung | 27 |
| 5.1 Grundsätze | 27 |
| 5.2 Grundwasserdargebot und Wasserbeschaffenheit | 30 |
| 5.3 Technologie und Kapazitäten der Wasserwerke | 32 |
| 6. Bedarfsdeckungsbilanzen | 35 |
| 7. Verträglichkeit unterschiedlicher Wässer des Verbundsystems | 38 |
| 8. Leistungsfähigkeit des Rohrnetzes | 40 |
| 8.1 Randbedingungen | 41 |
| 8.2 Versorgungsteilgebiet Werneuchen – Schönfeld | 41 |
| 8.2.1 Randbedingungen | 41 |
| 8.2.2 Ergebnisse Rohrnetzberechnungen | 41 |
| 8.3 Versorgung Tiefensee | 45 |
| 8.4 Zustandsbewertung Rohrnetz - Leistungsfähigkeit | 46 |
| 8.4.1 Rohrnetzbewertung | 46 |
| 8.4.2 Zustand von Trinkwasserspeichern und Druckerhöhungsanlagen im Netz | 48 |
| 9. Schlussfolgerungen und Ableitung von Maßnahmen | 49 |
| 10. Handlungsempfehlungen und Investitionen | 55 |
| Literaturverzeichnis | 57 |
| Abbildungsverzeichnis | 57 |
| Tabellenverzeichnis | 58 |
| Anlagenverzeichnis | 59 |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Abkürzungsschlüssel

Folgende Abkürzungen werden im nachfolgenden Text verwendet:

| | |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AZ | Symbol für Trinkwasserleitungen aus Asbestzement |
| DEA | Druckerhöhungsanlage |
| DN | Bezeichnung für den Rohrdurchmesser |
| DVGW | Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches |
| f_d | Spitzenfaktor zur Ermittlung des maximalen Tagesverbrauchs innerhalb eines Jahres |
| f_h | Spitzenfaktor zur Ermittlung des maximalen Stundenverbrauchs innerhalb der Tagesganglinie eines maximalen Verbrauchstages |
| GG | Symbol für Trinkwasserleitungen aus Grauguss (Sandguss) |
| GGG | Symbol für Trinkwasserleitungen aus duktilem Gussrohr |
| GWL | Grundwasserleiter |
| GWLK | Grundwasserleiterkomplex |
| GWStK | Grundwasserstauerkomplex |
| K - Wert | hydraulische Rohrrauigkeit in mm |
| HA | Trinkwasser - Hausanschluss |
| IÖR | Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung |
| LAWA | Länderarbeitsgemeinschaft Wasser |
| LHKW | Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe |
| L_N | Länge Rohrleitungsnetz |
| L/E·d | Liter pro Einwohner und Tag |
| LBV | Landesamt für Bauen und Verkehr Brandenburg |
| MID | Magnetisch-Induktiver-Durchflussmesser |
| m^3/d | Kubikmeter pro Tag |
| Tm^3/d | Tausend Kubikmeter pro Tag |
| m^3/h | Kubikmeter pro Stunde |
| OT | Ortsteil |
| PE | Polyethylen |
| Q | Symbol für Wassermenge |
| Q_a | Wassermenge Jahresverbrauch |
| Q_A | Wassermenge Netzabgabe |
| $Q_{A\text{ privat}}$ | Einwohnerbezogener Wasserverbrauch |
| Q_E | Wassermenge Netzeinspeisung |
| $Q_{d\text{ max}}$ | Maximaler Tagesverbrauch bzw. - bedarf |
| $Q_{d\text{ m}}$ | Mittlerer Tagesverbrauch bzw. - bedarf |
| $Q_{h\text{ max}}$ | Stundenspitzenverbrauch bzw. - bedarf |
| Q_V | gesamter Wasserverlust im Rohrnetz |
| Q_{VR} | realer Wasserverlust im Rohrnetz |
| q_{VR} | spezifischer realer Wasserverlust im Rohrnetz |
| TOC | Konzentration organisch gebundener Kohlenwasserstoff |
| TW | Trinkwasser |
| TWL | Trinkwasserleitung |
| TWVK | Trinkwasserversorgungskonzeption |
| VBL | Verbindungsleitung |
| VG | Versorgungsgebiet |
| WE | Wohneinheit |
| WRE | Wasserrechtliche Erlaubnis |
| WW | Wasserwerk |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



0. Zusammenfassung

Zielstellung der TWVK sind Darlegungen zur Wassergewinnung und –verteilung im Versorgungsgebiet mit Optimierung der Qualität und Quantität, dazu Abstimmungen zur Aufbereitungskapazität und Aufbau eines hydraulischen Modells (Rohrnetzmodells), Analysen zur Gebietsentwicklung und bedarfsdeckender Bilanzierung sowie Bewertung der wasserwirtschaftlichen Anlagen (u.a. Kapazitätsbewertungen) und Handlungsempfehlungen einschließlich Realisierungsmöglichkeiten.

Im Versorgungsgebiet des Eigenbetriebes für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Werneuchen (i. W. Eigenbetrieb Werneuchen) mit den Mitgliedsgemeinden Werneuchen, Werneuchen – Ost, Hirschfelde, Krummensee, Schönfeld, Seefeld, Löhme, Tiefensee, Weesow und Willmersdorf leben gegenwärtig 9.200 Einwohner. Die Versorgungsstruktur umfasst fünf Versorgungsgebiete. Aus der Analyse des Wasserverbrauchs und aller Entwicklungsfaktoren wird eine Wasserbedarfsprognose für 2020 - 2025 mit Ausblick auf 2030 erstellt. Die Grundlage dafür bildet eine Bevölkerungsvorausschätzung. Danach wird im Versorgungsgebiet des Eigenbetriebes Werneuchen die Bevölkerungszahl bis 2025 auf ca. 9.950 Einwohner zunehmen. Maximal werden für 2030 11.400 Einwohner prognostiziert.

Der Trinkwasserbedarf wird von 2020 bis 2025 voraussichtlich um 9 bis maximal 21% steigen; bis 2030 um 16 bis maximal 29%.

Die maximale Bedarfsgröße im betrachteten Zeitraum wird mit der Leistungsfähigkeit und dem Zustand der Wasserwerke sowie dem verfügbaren Grundwasserdargebot bilanziert.

Das vorhandene Grundwasserdargebot entsprechend der gültigen WRE ist für den Zeitraum bis 2030 nicht ausreichend, um das gesamte Versorgungsgebiet Werneuchen aus eigenem Aufkommen zu versorgen. Es besteht ein Defizit von $Q_{365} = 185$ (393) m^3/d .

Grundlegend ist auch der flächendeckend starke Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung in den Einzugsgebieten (Schädigung des Grundwasserleiters) zu beobachten.

Schwerpunkt in den nächsten Jahren ist die Sanierung des Wasserwerkes Werneuchen als das Hauptwasserwerk im VG Werneuchen, die Sicherung der Wasserversorgung in Willmersdorf zeitnah sowie die Absicherung der Grundwassergewinnungsanlagen (Sicherung von Brunnenstandorten!) in allen Versorgungsgebieten. Die einzelnen Wasserrechte sind den prognostizierten Bedarfswerten bis 2030 anzugleichen. Entsprechend der TWVK für das VG Werneuchen betrifft dies hauptsächlich die Wasserwerke Werneuchen, Schönfeld und Tiefensee.



1. Das Verbandsgebiet im Überblick

1.1 Allgemeines zum Betrachtungsgebiet

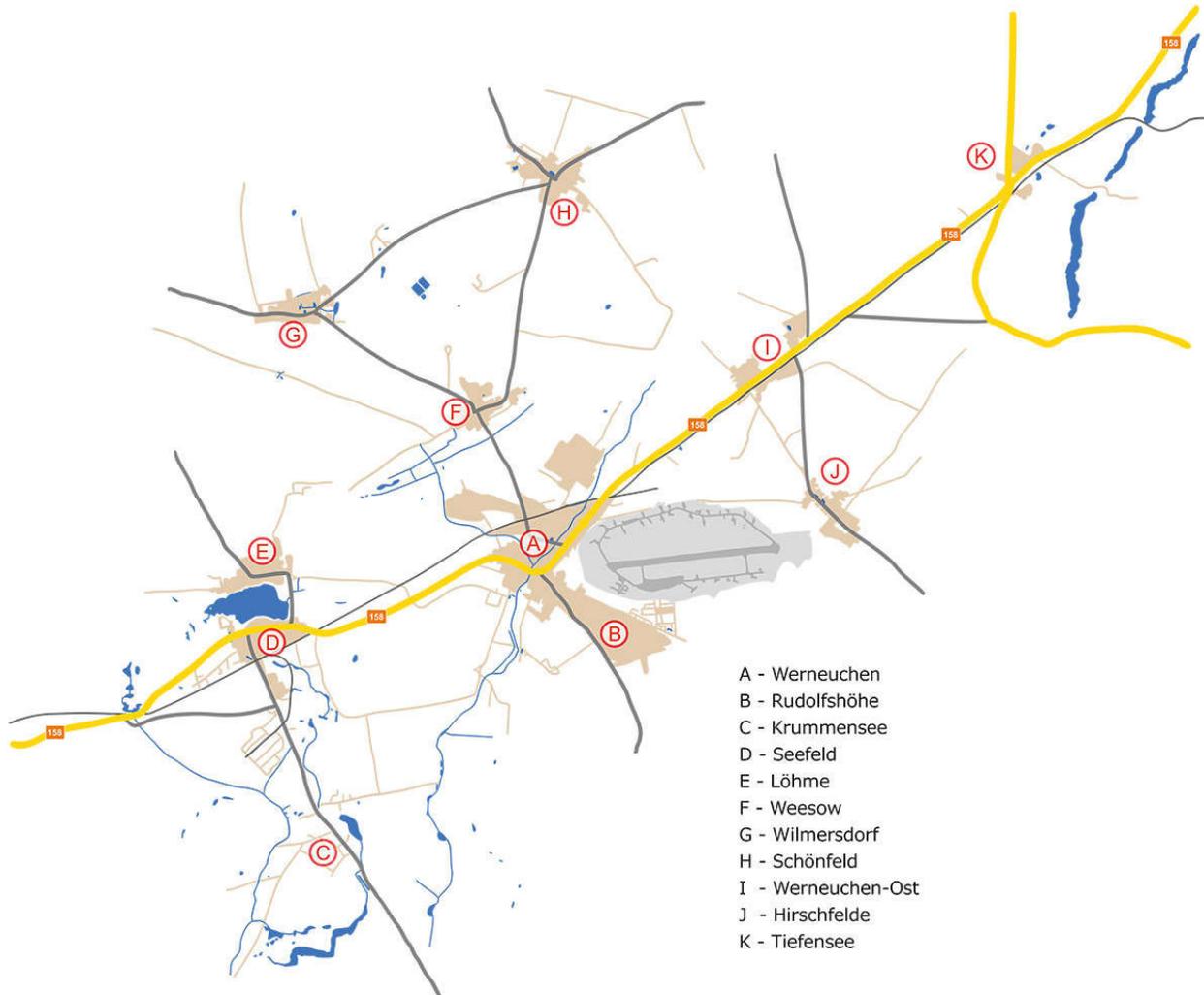


Abbildung 1: Übersichtsplan zum Versorgungsgebiet des Eigenbetriebes Werneuchen

Das Einzugsgebiet des Eigenbetriebes Wasserversorgung & Abwasserbeseitigung der Stadt Werneuchen erfasst die Stadt Werneuchen mit Rudolfshöhe, Krummensee, Seefeld, Löhme, Weesow, Willmersdorf, Schönfeld, Werneuchen-Ost, Hirschfelde und Tiefensee (siehe Abbildung 1) im Landkreis Barnim nordöstlich von Berlin. Die Fläche beträgt ca. 118 km².

Mit aktuell über 9.200 Einwohnern ist dieses Gebiet im engeren Verflechtungsraum um Berlin nicht sehr dicht besiedelt (78 E/km², Landesdurchschnitt ca. 83 E/km²). Die Prognosen (Pkt. 1.2) zeigen in den nächsten fünf Jahren einen wahrscheinlichen Zuwachs der Bevölkerung auf ca.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



10.200 Einwohner, Tendenz steigend. Die Stadt Werneuchen zählt zum ländlichen Randgebiet Berlins.

In weiten Teilen des Gebietes ist außerhalb der urbanen Bebauung die Landwirtschaft dominierend. Der östliche Teil des Gebietes ist überwiegend bewaldet. Östlich des Stadtgebietes Werneuchen befindet sich ein Flugplatz aus den 1930er Jahren. Dieser wird heute als Sonderlandeplatz für die zivile Luftfahrt genutzt. Ein größerer Teil dieser Fläche ist Standort für Solaranlagen. Weitere kleine Solarparks und zwei Windparks sind im Gebiet angegliedert. Wirtschaftlich sind klein- und mittelständische Betriebe (Kleingewerbe, Handelseinrichtungen) neben wenigen Großbetrieben/Fabriken/Anlagen an vereinzelt Standorten vorherrschend. Im Betrachtungsgebiet liegt der Gewerbepark Seefeld.

Die günstige Verkehrsanbindung an Berlin über die Bundesstraße 158, die nahegelegene Autobahnanschlussstelle der A10 und die Regionalbahn Linie 25 ist ein bedeutender Standortvorteil und macht diesen Raum attraktiv für die Schaffung von neuen Siedlungs- und Ballungsgebieten. Anzunehmen ist die zeitnahe Verdichtung der aktuell sehr lockeren kleinstädtischen (im Stadtgebiet Werneuchen) und ländlichen Bebauung.

Die Stadt Werneuchen liegt auf dem Barnim, einem Höhenzug zwischen Berlin und Eberswalde. Die Landschaft wurde im Wesentlichen von der letzten Eiszeit vor etwa 10.000 Jahren geformt. Daraus entstanden sind das heutige Naturschutzgebiet Weesower Luch und der Haussee nahe Seefeld. Das Gebiet ist insgesamt relativ flach (unter 80 m über NN).



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



1.2 Demografische Entwicklung

Zur Evaluierung der Bevölkerungsentwicklung liegen dem Eigenbetrieb Werneuchen mehrere Entwicklungsprognosen vor, welche vom Landesamt für Bauen und Verkehr (LBV) Brandenburg und Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) erstellt wurden. Die sich aus den Prognosen ergebenden Entwicklungskorridore sind in der Abbildung 2 grafisch dargestellt. Der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung gemäß LBV Brandenburg kann ein Bevölkerungsanstieg **bis 2025 auf 9.250 Einwohner** entnommen werden. Nach dem sukzessiven Anstieg bis 2025 ist gemäß LBV eine kurze Stagnationsphase mit anschließendem Abfall der Bevölkerungszahlen (auf 9.000 E) zu rechnen. Im Gegensatz dazu stehen die Prognosen (IÖR 1 und IÖR 2) des IÖR. Das IÖR rechnet mit einem stetigen Anstieg der Bevölkerungszahlen bis zum Jahr 2030, welche sich lediglich, je nach Entwicklungsansatz, hinsichtlich der maximalen Bevölkerungszahl unterscheiden. Der größte Zuwachs ist der Prognose IÖR 1 zu entnehmen. Hier wird mit einer maximalen Bevölkerungszahl von **11.400 Einwohner im Jahr 2030** gerechnet. Der erwartete Einwohnerzuwachs soll sich dabei in einer Entwicklungsachse mit einem Radius von $r = 1$ km um die B 158, bzw. der parallel verlaufenden Bahntrasse konzentrieren.

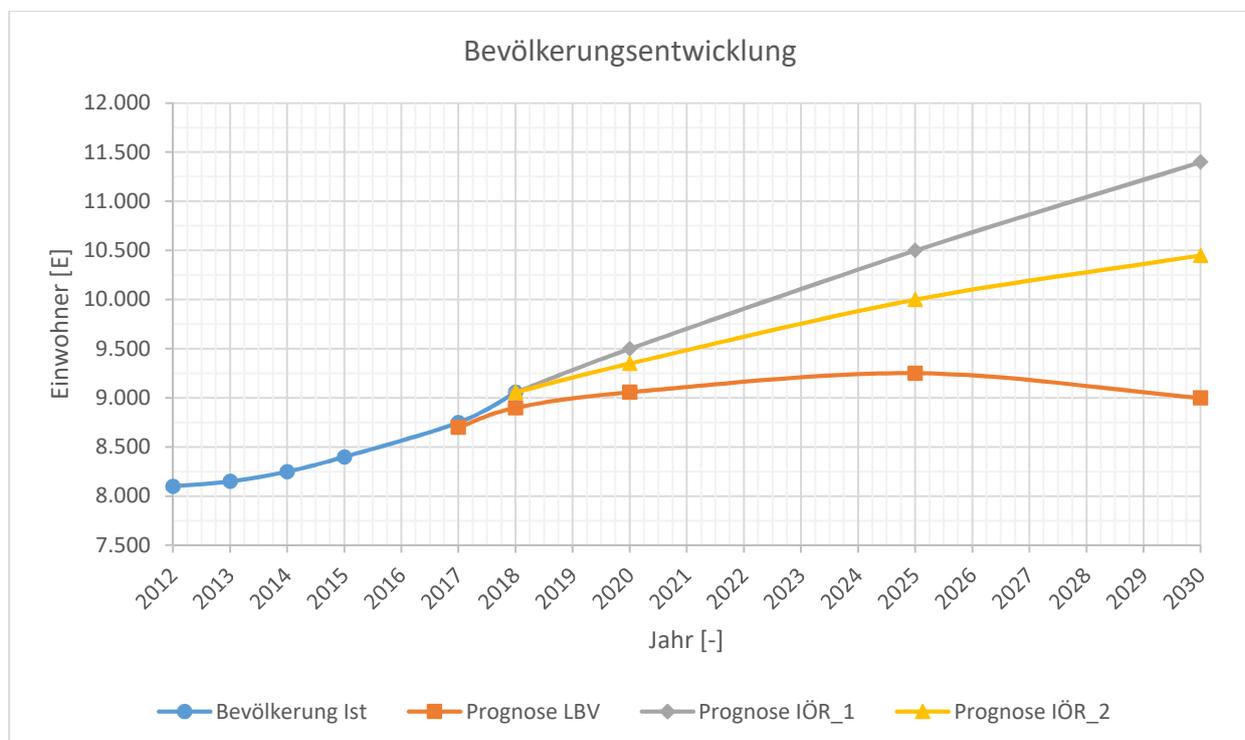


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung im Versorgungsgebiet des Eigenbetriebes Werneuchen



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Bekannte Entwicklungsräume

Zum Bearbeitungszeitpunkt konnten bereits einige Entwicklungsräume festgestellt werden bzw. wurden bereits von der Stadt Werneuchen im Bebauungsplan ausgewiesen. Die erkannten Bereiche sind zur Übersicht in tabellarischer Form in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Aus den bereits bekannten Entwicklungsräumen kann eine Mindestanzahl von 571 WE ermittelt werden. Bei einer mittleren Einwohnerdichte von 2 E/WE ist durch die ausgewiesenen WE mit einem Einwohnerzuwachs um 1.142 E zu rechnen. Die Anzahl der Wohneinheiten der projektierten Wohnblöcke in der Rosenparksiedlung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt unbekannt und wird daher in der Verbrauchsermittlung (Verbrauchsschwerpunktermittlung) vernachlässigt.

Tabelle 1: Übersicht bekannter Entwicklungsräume gemäß Eigenbetriebe Werneuchen (2018)

| Ortsteil | Bebauungsplan (B-Plan) Straße | Anzahl der Wohneinheiten [WE] | Bemerkung |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| [-] | [-] | [WE] | [-] |
| Werneuchen | Weißdornweg | 84 | |
| Werneuchen | Schillerstr/ Pommernstr. | 8 | |
| Werneuchen | Wegendorfer/ Landsberger Ch. | 110 | |
| Werneuchen | VEP Stienitzau | 35 | |
| Werneuchen | Rosenparksiedlung | 80 | plus 6 Wohnblöcke, WE unbekannt |
| Werneuchen | Freienwalder CH. 15 | 30 | |
| Werneuchen | nördlich der Wesendahler Str. II | 10 | |
| Werneuchen | Wesendahler Str. III | 126 | |
| Werneuchen | Blumberger Weg | 2 | |
| Seefeld | Krummenseer Chaussee (Fst 479) | 26 | Doppelhaushälften = 26 WE, bei Einzelwohnhäuser = 13 WE |
| Seefeld | Fst 297 | 40 | |
| Löhme | Siedlerweg Süd Laupi | 6 | |
| Krummensee | Wohngebiet Ringstraße Ost | 8 | |
| Hirschfelde | Ernst-Thälmann-Str. | 4 | |
| Hirschfelde | Forsthaus Hirschfelde | 2 | Betriebsstätte |
| Summe | | 571 | |

Mit dem Zuzug von 1.142 E würde die Einwohnerzahl in näherer Zukunft auf 10.199 E ansteigen. Dabei ist anzunehmen, dass ca. 78 % der Wohneinheiten bis zum Jahr 2024 fertiggestellt und bewohnt werden (Werneuchen Wesendahler Str. III bis 2029). Daraus resultiert ein anzunehmender Zuwachs auf 9.947 E bis zum Jahr 2024. Während bis zum Jahr 2029 eine Einwohnerzahl um 10.199 E zu erwarten ist. Vergleicht man diese Zahlen mit der IÖR 2 Prognose, kann festgestellt werden, dass die errechneten Zahlen dieser Zuwachsprognose folgen.

Weiterhin ist unter Berücksichtigung der Prognose IÖR 1 eine maximale Einwohnerzahl von 11.400 E (2030, siehe Abb. 2) zu erwarten.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Da bisher keine weiteren Entwicklungsräume bekannt sind, jedoch der potenzielle Einwohnerzuwachs gemäß IÖR 1 besteht, wird eine homogene Verteilung entsprechend der gesetzten Entwicklungsachse ($r = 1\text{km}$ um B 158, bzw. Bahntrasse) angenommen.

2. Die Trinkwasserversorgung im Überblick

Im Verbandsgebiet gibt es insgesamt 5 Wasserwerke, die die Trinkwasserversorgung über insgesamt 100 km Rohrnetz und mehr als 2800 Hausanschlüsse sichern. Der Anschlussgrad beträgt 99,9 %.

Die Wasserversorgung ist dezentral organisiert. Versorgungsgebiete sind einzelne oder verbundene Ortschaften der Gemeinde mit einem in sich abgeschlossenen Leitungsnetz in das ein oder mehrere Wasserwerke einspeisen. Anlage 1 zeigt dazu einen Übersichtsplan zum Betrachtungsgebiet.

Die Versorgungsstruktur umfasst bisher insgesamt 5 Gebiete unterschiedlicher Größe und Ausdehnung:

- VG Werneuchen
- VG Willmersdorf
- VG Schönfeld
- VG Tiefensee
- VG Werneuchen – Ost.

2.1 Rohrnetz

Ein Grobaufbau des Rohrnetzmodells (Hydraulikmodell) mit sämtlichen zur Verfügung stehenden Daten ist erfolgt. Geprüft wurden die vorhandenen und möglichen Verbindungen der Ortsteile untereinander sowie die Versorgungsdrücke im Versorgungsgebiet und Möglichkeiten zum Ersetzen von dezentralen WW-Standorten durch Druckerhöhungsanlagen oder Trinkwasserbehälter mit dem Ziel einer weitgehend zentralen Versorgung im Gesamtgebiet. Eingepflegt wurde für separate Berechnungen der aktuelle Stand zur Bevölkerungsentwicklung. Entsprechend der Versorgungsstruktur stellt Tabelle 2 eine Übersicht des gegenwärtigen Trinkwasserversorgungsnetzes dar.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Tabelle 2: Übersicht des gegenwärtigen Trinkwasserversorgungsnetzes

| Ortschaft | Ortsteile OT | Einwohner (2018) [E] | Versorgung durch... | Bemerkung |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Werneuchen | Werneuchen (Stadt) Hirschfelde Weesow | 7.615 | WW Werneuchen | |
| | Seefeld Löhme | | | Netztrennung an DEA Seefeld, Versorgungs- druck für Löhme u. Krummensee durch Ausgangsdruck DEA definiert |
| | Krummensee | | | |
| Werneuchen | Werneuchen - Ost | 440 | WW Wern. Ost | |
| Werneuchen | Willmersdorf | 337 | WW Willmersdorf | |
| Werneuchen | Schönfeld | 365 | WW Schönfeld | |
| Werneuchen | Tiefensee | 300 | WW Tiefensee | |

Wie aus der Tabelle 2 entnommen werden kann, versorgt das WW Werneuchen derzeit den Großteil der Einwohner im gesamten Versorgungsgebiet des Eigenbetriebes Werneuchen. Dabei bestehen größere Verbindungsleitungen (Zubringerleitungen) zwischen Werneuchen und Hirschfelde (DN 150, PE), Werneuchen und Weesow (DN 200, PE) sowie zwischen Werneuchen und Seefeld (DN 150, AZ). Ab dem Ortsteil Seefeld erfolgen die Anbindungen von Löhme (DN 150, PE/DN 100, PVC) und Krummensee (DN 150, PVC/DN 200, AZ). Damit erfolgt für die aufgezählten Ortsteile eine zentrale Wasserversorgung über das WW Werneuchen.

Die Versorgungsgebiete Werneuchen - Ost, Willmersdorf, Schönfeld und Tiefensee sind derzeit autarke Einzelgebiete, welche nicht untereinander vernetzt sind (dezentrale Wasserversorgung). Eine Übersicht der einzelnen Versorgungsbereiche und Verbindungen von Teilgebieten ist in Anlage 2 dargestellt.

Die in den einzelnen Versorgungsteilgebieten installierten Trinkwasserrohrnetze umfassen eine Gesamtlänge von ca. 100,7 km Leitungen (ohne Hausanschlüsse).

Davon sind: - ca. 9,95 km als Zubringerleitungen zu charakterisieren,
- ca. 90,75 km als Versorgungsleitungen anzusehen.

Erläuterung zu den Hausanschlüssen

Die Anzahl der Hausanschlüsse (HA) befindet sich nach GIS-Angaben bei $n_{HA} = 2.859$ HA. Die Anzahl der versorgten Objekte liegt gemäß Zählerabrechnungsstand 2018 hingegen bei $n = 3.357$. Da das GIS-System der Stadtwerke Werneuchen bisher zahlreiche Lücken (vielerlei fehlende Eintragungen) aufweist, wird daher im weiteren Verlauf mit der Zahl versorgter Objekte gearbeitet und der Anzahl der HA-Leitungen gleichgesetzt. Weiterhin ist keine flächendeckende Erfassung der verbrachten Längen pro Hausanschluss im System der Stadtwerke Werneuchen vorhanden. Folglich kann nur eine grobe Abschätzung der Länge des Hausanschlussnetzes erfolgen. Diesbezügliche Auswertungen in Trinkwassernetzen/-versorgungsgebieten anderer Trinkwasserversorger mit jedoch vergleichbarer Siedlungsstrukturen haben gezeigt, dass die durchschnittliche Hausanschlusslänge (L_{HA}) zwischen $7,49 < L_{HA} < 8,14$ m/HA schwankt. Auf das Netz der Eigenbetriebe Werneuchen bezogen, ergibt sich folglich eine anzunehmende Rohrlänge (Gesamtlänge HA) zwischen $25,1 < L_{HA,gesamt} < 27,3$ km. Unter Berücksichtigung der Gesamtlänge der Versorgungsleitungen ist mit einem gesamten Netzzumfang, bezogen auf die Leitungslänge, von ca. $125,8 < L_{ges} < 128,0$ km auszugehen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Rohrleitungsmaterialien

Eine Verteilung der im Rohrnetz verbauten Materialien pro Leitungsabschnitt (ohne HA) ist in der Abbildung 3 zu finden. Aus der Abbildung kann entnommen werden, dass ein Großteil des Leitungsbestandes aus PE-Leitungen besteht (ca. 58 %). Den nächstgrößten Anteil machen Asbestzement AZ (ca. 16 %) und Stahl St (ca. 15 %) aus. Die geringsten Anteile entfallen auf Grauguss GG und duktilen Grauguss GGG.

Abbildung 3: Prozentuale Verteilung von Rohrmaterialien ohne Hausanschlüsse HA

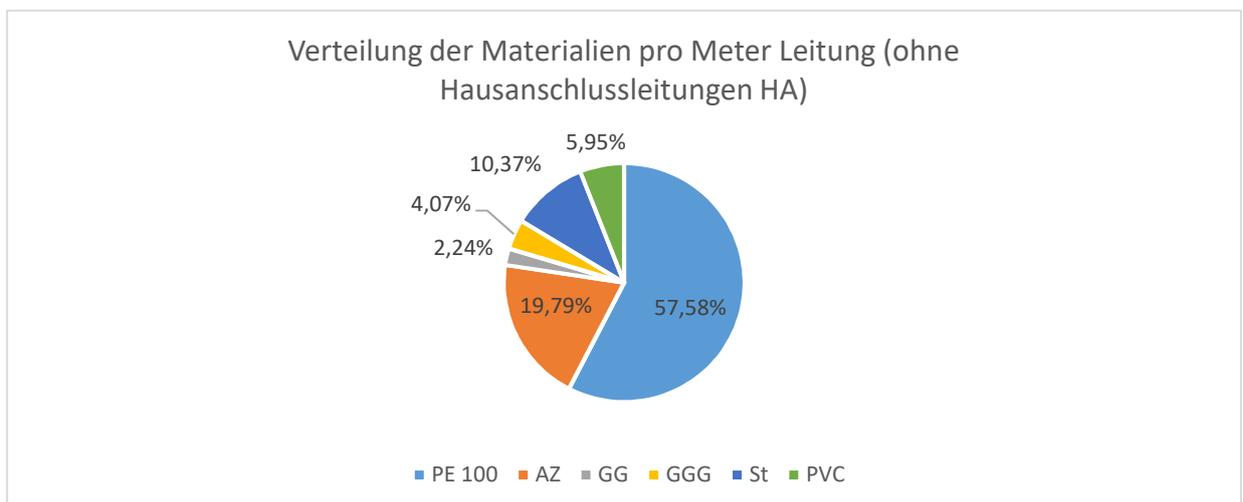
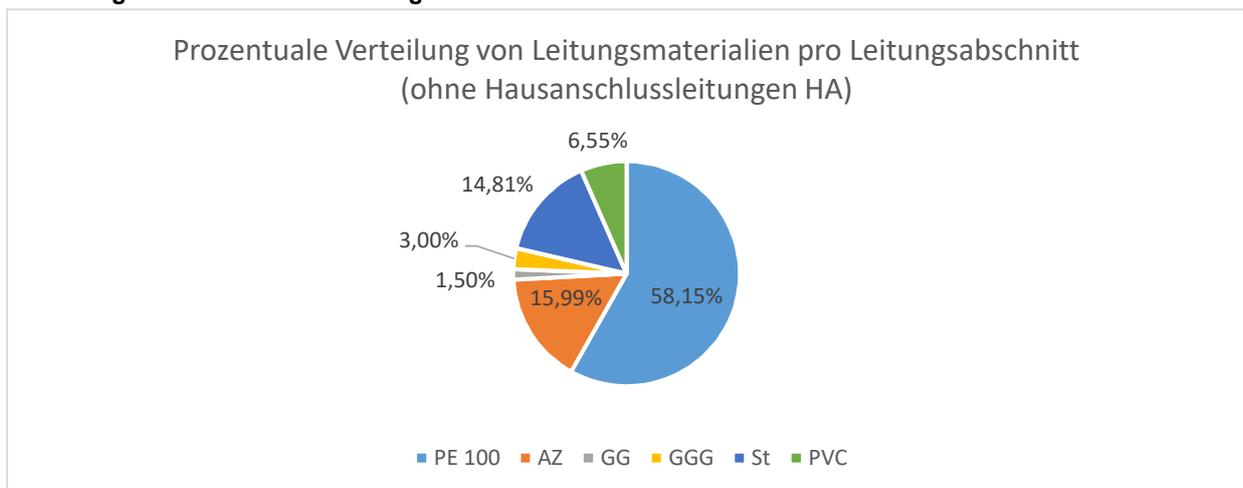


Abbildung 3a: Prozentuale Verteilung von Rohrmaterialien pro Meter Leitungsnetz ohne Hausanschlüsse HA

Bezieht man die Materialverteilung auf ihren Anteil pro Meter Leitungslänge im Netz, ergibt sich eine ähnliche Verteilung wie zur Verteilung pro Leitungsabschnitt (siehe Abb. 3a). Wie der Abbildung 3a entnommen werden kann, nimmt das Material PE den größten Anteil am Leitungsbestand ein.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



2.2 Wasserwerke

Tabelle 3 listet die vorhandenen Wasserwerke mit der realen Wasserwerkkapazität nach Wasserrechten auf.

Tab.3: Auflistung Wasserwerke mit WW – Kapazität Q_{365} nach WRE

| Wasserwerke | Brunnenanzahl | Betriebsweise | Q_{365} (m ³ /d) |
|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| Tiefensee | 2 Stück | einstufig | 60 m ³ /d |
| Werneuchen - Ost | 2 Stück | einstufig | 50 m ³ /d |
| Werneuchen | 5 Stück | zweistufig | 1.400 m³/d |
| Wilmersdorf | 2 Stück | einstufig | 30 m ³ /d |
| Schönfeld | 2 Stück | einstufig | 150 m ³ /d |

Neben den 5 Wasserwerken gibt es im Betrachtungsgebiet eine Druckerhöhungsanlage mit Trinkwasserspeicher am Standort Seefeld. Details zu den wasserwirtschaftlichen Anlagen werden in der Kurzcharakteristik (Anlage 3) und unter Punkt 5.3 Grundlagen der Wasserversorgung dargestellt.

3. Analyse der Trinkwasserverbrauchsverhältnisse

3.1 Jahresverbräuche

Die Analyse der gegenwärtigen Trinkwasserverbrauchssituation, insbesondere der Jahre 2015 – 2019, soll grundlegende Erkenntnisse für die Bedarfsprognose liefern. Aus dem Ergebnis dieser Analyse können dann gegebenenfalls Entwicklungstendenzen abgeleitet werden. Eine Übersicht der Jahresförderleistungen der Wasserwerke des Eigenbetriebes Werneuchen ist in der Abbildung 5 zu finden. Dabei ist zu beachten, dass die Förderleistungen des WW Werneuchen auf der Sekundärachse (Achse rechts) abgebildet sind. Während die übrigen Wasserwerke auf die Primärachse (Achse links) Bezug nehmen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025

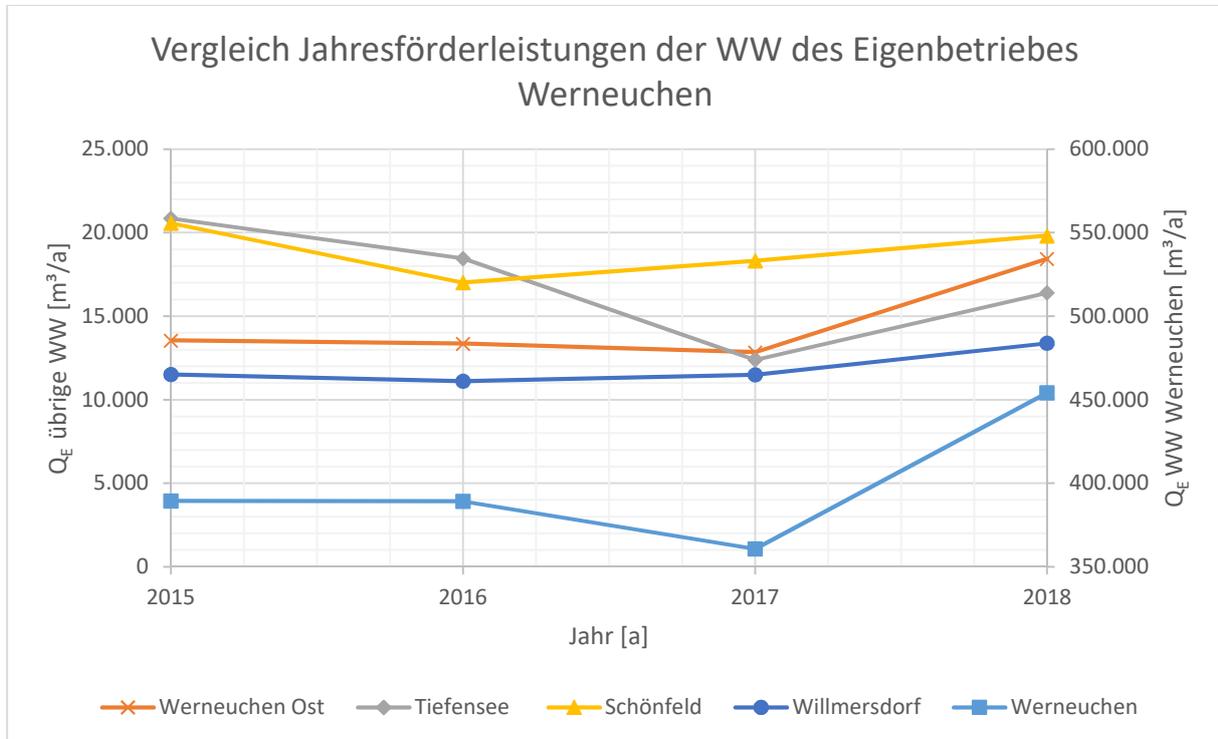


Abbildung 4: Vergleich Jahresförderleistungen der WW des Eigenbetriebes Werneuchen

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass wasserwerksübergreifend eine signifikante Steigerung der Jahresförderleistungen zwischen den Jahren 2017 und 2018 besteht. Diese fällt am deutlichsten für das WW Werneuchen aus, wobei dessen Steigerungsrate 49 % beträgt. Auffällig ist weiterhin die von 2015 bis 2017 sinkende Förderleistung des WW Tiefensee, welche von ca. 22.000 m³ (2015) auf 12.500 m³ (2017) absank. Durch die zu erwartende Bevölkerungsentwicklung sowie der sich ändernden klimatischen Bedingungen, ist mit einer ähnlichen anhaltenden Zunahmetendenz bezüglich des Trinkwasserverbrauches für die nächsten Jahre zu rechnen.

Weiterhin ist anzumerken, dass die Netzeinspeisung im Jahr 2018 bei insgesamt $Q_E = 522.383$ m³/a lag.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



3.1.1 Einwohnerbezogener Verbrauch

Der personenbezogene Verbrauch ist für die relevanten Teilversorgungsgebiete in der Tabelle 4 aufgelistet. Die dargestellten Daten beziehen sich auf den Jahresverbrauch 2018. Aus den berechneten $Q_{a,Privat}$ kann ein mittlerer Tagesverbrauch pro Einwohner von 113,5 l/(E·d) ermittelt werden, welcher nahezu dem deutschlandweiten Durchschnittsverbrauch von 120 l/(E·d) gemäß BDWE (2010) entspricht.

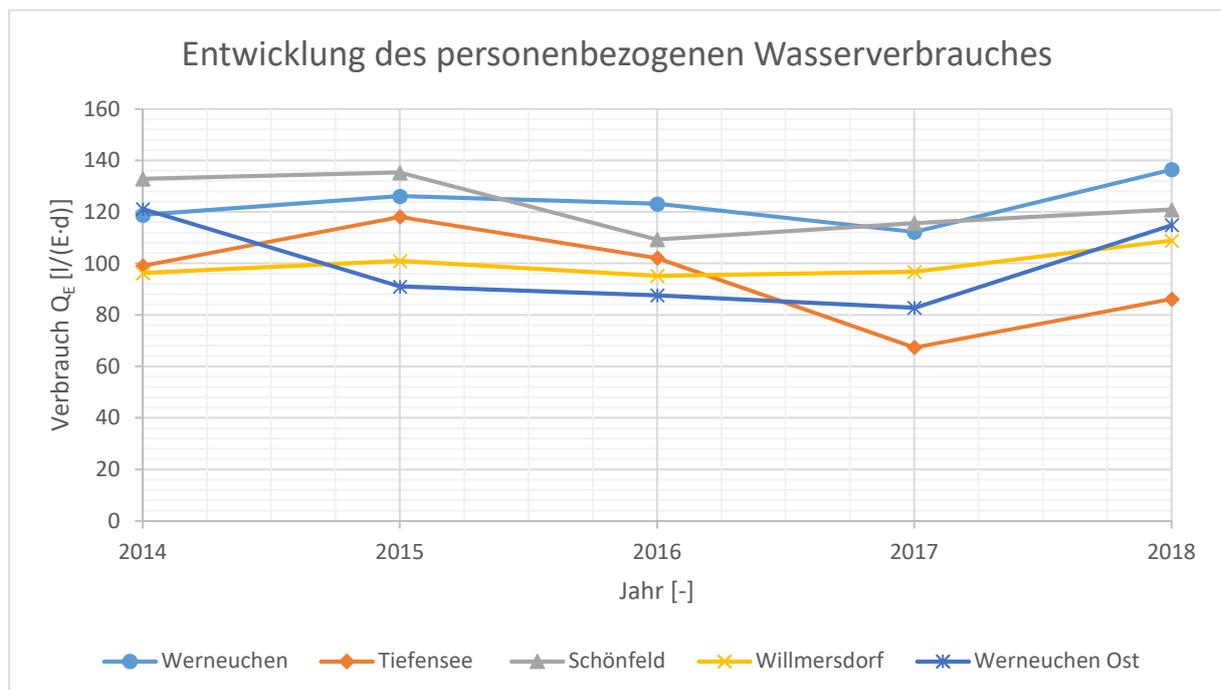
Tabelle 4: Übersicht personenbezogener Verbrauch Q je Versorgungsteilgebiet (Jahr 2018)

| Versorgungsteilgebiet | E [-] | $Q_{a,Privat}$ [m ³] | Q [l/(E·d)] |
|-----------------------|----------|-------------------------------------|----------------|
| Werneuchen | 7.615 | 379.366 | 136,5 |
| Tiefensee | 300 | 9.437 | 86,2 |
| Schönfeld | 365 | 16.107 | 120,9 |
| Willmersdorf | 337 | 13.393 | 108,9 |
| Werneuchen - Ost | 440 | 18.449 | 114,9 |

Aus den Daten der Tabelle 4 sticht das VG Werneuchen heraus. Hier liegt der personenbezogene Verbrauch deutlich über dem Durchschnitt von 113,5 l/(E·d), wobei der niedrigste Verbrauch im VG Tiefensee beobachtet werden konnte.

Die Entwicklung im Zeitraum 2014 bis 2018 ist in Abbildung 5 dargestellt.

Abbildung 5: Entwicklung des personenbezogenen Wasserverbrauches





VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Identisch zur Abbildung 4 sind in allen Versorgungsteilgebieten deutliche Anstiege im pro Kopfverbrauch zwischen 2017 und 2018 zu beobachten. Im Mittel schwanken die verzeichneten pro Kopfverbräuche zwischen $95,0 < Q < 114,3 \text{ l/(E}\cdot\text{d)}$. Der höchste Durchschnittsverbrauch konnte im Jahr 2015 verzeichnet werden. Während der niedrigste Durchschnittsverbrauch 2017 beobachtet werden konnte. Wobei eine besonders große Schwankung im Versorgungsteilgebiet Tiefensee zu erkennen ist, welche über den betrachteten Zeitraum von 2014 bis 2018 zwischen $67 < Q < 118 \text{ l/(E}\cdot\text{d)}$ variiert.

3.1.2 Gewerblicher Verbrauch

Die Analyse von gewerblichen Wasserverbrauch innerhalb eines Versorgungsgebietes ist neben der Bestimmung des spezifischen Hausverbrauchs bzw. einwohnerbezogenen Verbrauchs, insbesondere bei wasserintensiven Gewerken, ein wesentlicher Bestandteil zur fachgerechten Auslegung eines Trinkwasserrohrnetzmodells.

Im VG des Eigenbetriebes Werneuchen wurde im Jahr 2018 87.522 m^3 Wasser gewerblichen Zwecken zugeführt. Dies entspricht einem globalen Anteil von 17 % der Netzeinspeisung Q_E .

Den lokal größten Anteil gewerblich genutzten Trinkwassers konnte in Tiefensee mit 42,5 % der Q_E festgestellt werden, welcher maßgeblich durch die Country Camping Tiefensee Voß eK (Schmiedeweg 1, $Q_{h,max} = 5,0 \text{ m}^3/\text{h}$) generiert wurde (2018). Weiterhin ist ein relevanter Großverbraucher der aqua-global Zierfischgroßhandel, Dr. Jander & Co.. Der momentane Stundenspitzenbedarf wurde hier mit $Q_{h,max} = 5,8 \text{ m}^3/\text{h}$ angesetzt.

Zur Ableitung dieser Stundenspitzenverbräuche standen keine spezifischen stündlichen Durchflussmessungen oder anzunehmende stündliche Wasserverbräuche gemäß DVGW W 410 (2015) zur Verfügung, so dass die Annahme getroffen wurde, dass der Stundenspitzenfaktor f_h des aqua-global Zierfischgroßhandel sowie der Country Camping Tiefensee identisch dem der versorgungsteilgebietspezifischen Privatverbraucher entspricht (siehe Punkt 3.2). Eine identische Herangehensweise wurde für die Schweinemast in Schönfeld angewendet. Aus dem Jahresverbrauch von Q_a (2018) = 3.132 m^3 wurde ein Stundenspitzenverbrauch von $Q_{h,max} = 3,23 \text{ m}^3/\text{h}$ ermittelt.

3.1.3 Eigenverbrauch

Die Entwicklung des Eigenverbrauches ist in der Abbildung 6 grafisch dargestellt. Der innerbetriebliche Wasserverbrauch, welcher hier speziell für das VG Werneuchen hauptsächlich aus dem Wasserverbrauch des Eigenbetriebes Werneuchen und der Stadtwerke Werneuchen Bauhof zusammensetzt, lag im Jahr 2018 bei 13.134 m^3 . Bezogen auf die Gesamtförderleistung



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



($Q_E = 526.833 \text{ m}^3$) ergibt sich somit ein Anteil von 2,5 %. Berücksichtigt man ausschließlich den Wasserverkauf des Jahres 2018 ($Q_A^1 = 486.986 \text{ m}^3$), so ergibt sich ein prozentualer Anteil von 2,7 % (siehe Abbildung 6). Unter Eigenverbrauch ist aber wasserwirtschaftlich der Verbrauch in den einzelnen Wasserwerken (also ohne Bauhof) definiert. Unter Berücksichtigung dieses Gesichtpunktes liegt der Eigenverbrauch im normalen Rahmen des Eigenbedarfes von Wasserversorgungsanlagen von 1,3 - 1,5 % bezogen auf die Netzeinspeisung Q_E an. Eine Steigerung des Eigenverbrauches ist für die kommenden Jahre nicht zu erwarten.

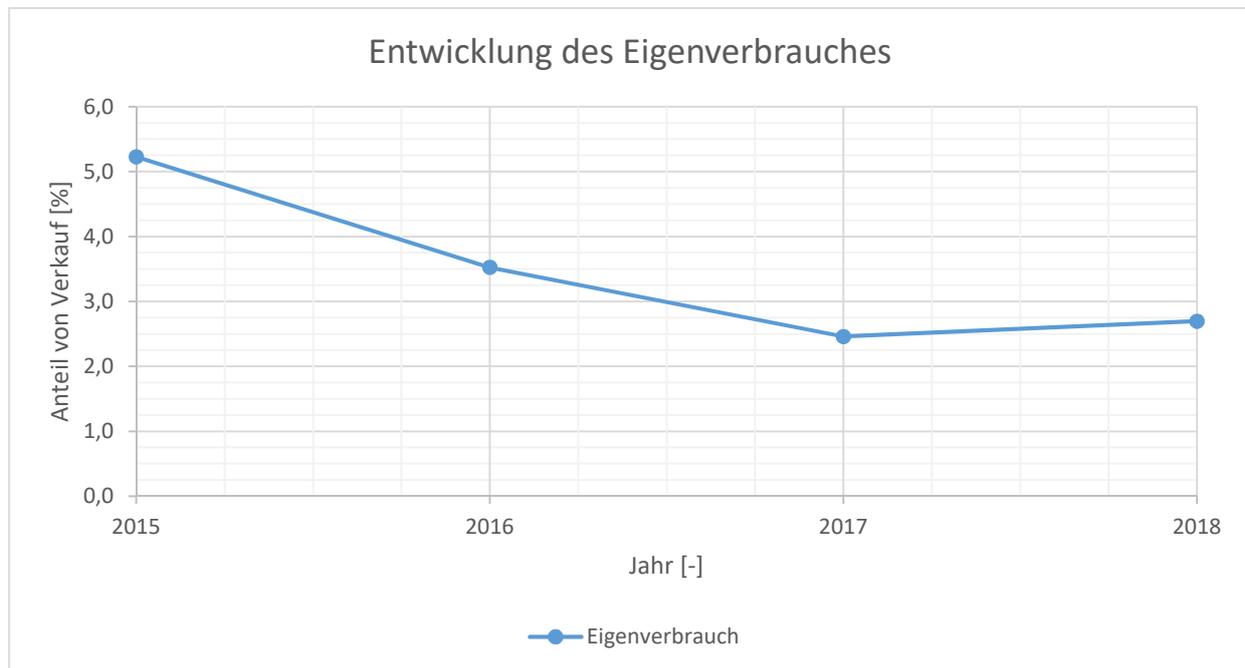


Abbildung 6: Entwicklung des Eigenverbrauches des Eigenbetriebes Werneuchen (mit Bauhof)

3.1.4 Wasserverluste

Als Wasserverluste wird gemäß DVGW W 392 (2017) der Anteil des in die Verteilungsanlage eingespeisten Wasservolumens bezeichnet, dessen Verbleib im Einzelnen volumenmäßig nicht erfasst wird und verloren geht. Grundsätzlich wird zwischen scheinbaren und realen Wasserverlusten unterschieden.

Scheinbare Wasserverluste: Mess-, Ablese- und Abgrenzungsfehler, wie

- a. Zählerabweichungen,
- b. Schätzfehler bei Leitungsentleerungen oder Spülungen,
- c. Nicht stichtagesexakte Ablesungen,
- d. Wasserdiebstahl (nicht autorisierte Wasserabgaben).



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Reale Wasserverluste: entsprechen dem Verlusten durch Leckagen, wie Schäden an

- e. Zubringerleitungen,
- f. Behältern,
- g. Haupt- und Versorgungsleitungen,
- h. Hausanschlussleitungen.

Für das Verbrauchsjahr 2018 konnte eine nicht erfasste Wassermenge (Fehldifferenz) von $Q = 35.397 \text{ m}^3$ berechnet werden, welche als Wasserverluste einzustufen sind ($Q_V^2 = Q_E - Q_A$). Der prozentuale Anteil an der Netzeinspeisung Q_E beträgt damit **6,8 %** (siehe Abbildung 7).

Der spezifische reale Wasserverlust (q_{VR}) beschreibt den realen Netzverlust (Q_{VR}) pro Rohrnetzlänge (L_N), welcher nach Gleichung 1 berechnet werden kann (DVGW W 392, 2017). Wobei die Netzlänge L_N nicht die Länge der Hausanschlussleitungen berücksichtigt.

$$q_{VR} = \frac{Q_{VR}}{L_N} \quad (1)$$

Mit einem Q_{VR} von $35.397 \text{ m}^3/\text{a} = 4,04 \text{ m}^3/\text{h}$ und einer Netzlänge L_N von $100.734 \text{ m} = 100,7 \text{ km}$ ergibt sich ein q_{VR} von **0,04 $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{km})$** . Damit ist der spezifische Wasserverlust der Kategorie: geringe Wasserverluste für städtische ($q_{VR} < 0,07 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{km})$) als auch ländliche Siedlungsstrukturen ($q_{VR} < 0,05 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{km})$) zuzuordnen.

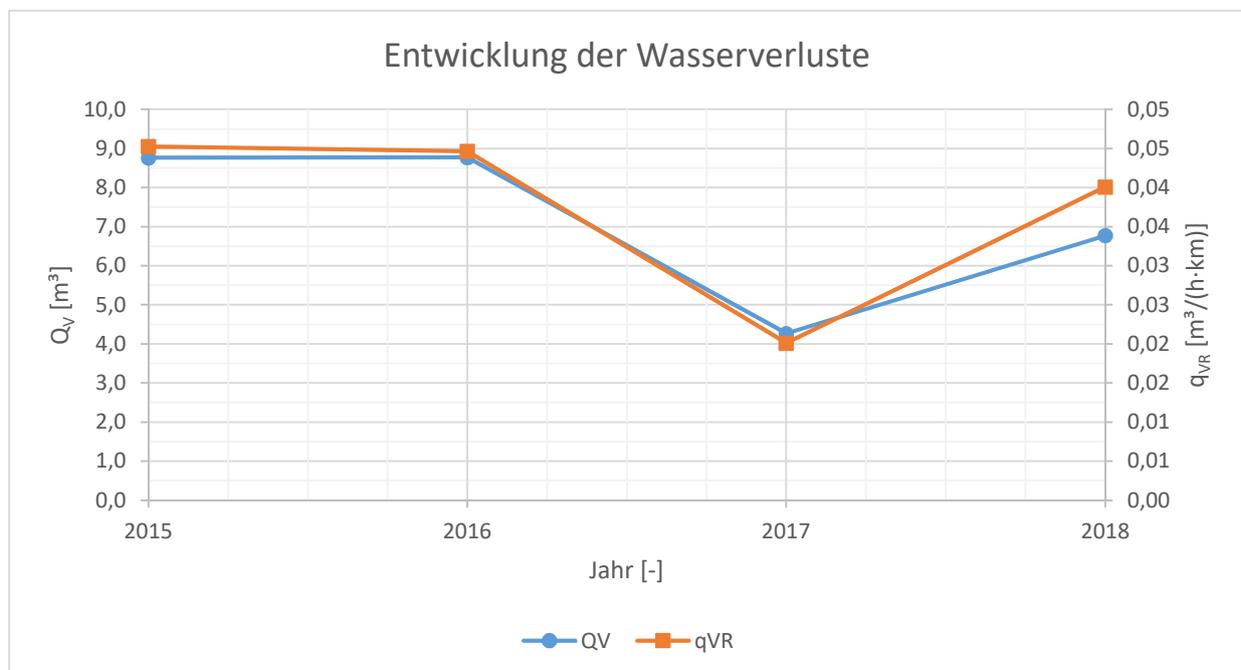


Abbildung 7: Entwicklung der Wasserverluste im Gesamtversorgungsgebiet



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



3.2 Maximaler Tagesverbrauch ($Q_{d,max}$)

Zur Bestimmung des maximalen Tagesverbrauches pro Versorgungsteilgebiet wurde eine Auswertung der monatlichen Förderdaten (pro Wasserwerk) für den Zeitraum 2015 bis 2018 vorgenommen. Dabei wurden aus den monatlichen Fördermengen der mittlere Tagesbedarf ($Q_{d,m}$) ermittelt und mit dem Wert, welcher auf Grundlage des DVGW W 410 (2016) ermittelt wurde, verglichen (siehe Tabelle 5). Es wurde die Annahme getroffen, dass der Tagesspitzenfaktor f_d , welcher aus den einwohnerzahlbezogenen Ergebnisse gemäß DVGW W 410 ermittelt wird, dem realen Tagesspitzenfaktor entspricht. Folglich ergäbe sich aus der Multiplikation mit dem realen $Q_{d,m}$ der reale $Q_{d,max}$. Eine digitale Ausgabe/Messung täglicher Fördermengen ist für den Versorger derzeit nicht möglich. Die Realisierung ist für 2022 geplant.

Tabelle 5: Vergleich der im Bewertungszeitraum 2014 – 2018 ermittelten maximalen $Q_{d,max}$ gemäß DVGW W 410 (2016) und Monatsförderung

| Versorgungsteilgebiet | gemäß DVGW W 410 | | | aus Monatsförderung berechnet | | |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------|
| | $Q_{d,m}$ [m ³ /d] | $Q_{d,max}$ [m ³ /d] | f_d [-] | $Q_{d,m}$ [m ³ /d] | $Q_{d,max}$ [m ³ /d] | Jahr [-] |
| Werneuchen | 1.244,7 | 2.478,7 | 1,99 | 1.241,9 | 2.471,4 | 2018 |
| Tiefensee | 57,2 | 145,2 | 2,54 | 57,0 | 144,9 | 2018 |
| Schönfeld | 54,3 | 135,9 | 2,5 | 56,3 | 140,8 | 2015 |
| Wilmersdorf | 36,7 | 92,4 | 2,52 | 36,7 | 92,4 | 2018 |
| Werneuchen - Ost | 50,6 | 124,7 | 2,47 | 50,4 | 124,5 | 2018 |

Wie der Tabelle 5 entnommen werden kann, sind im Vergleich der Werte gemäß DVGW und den realen Monatswerten nahezu identische Werte $Q_{d,m}$ ermittelt worden.

Der Tagesspitzenfaktor f_d wurde auf Grundlage der orts-/versorgungsteilspezifischen Einwohnerzahl gemäß DVGW W 410 (2016) ermittelt (siehe Formel 2).

$$f_d = \frac{Q_{d,max}}{Q_{d,m}} = 3,9 \cdot E^{-0,0752} \quad (2)$$

Die einzelnen Tagesspitzenfaktoren f_d sind zum einen in der Tabelle 5 aufgelistet sowie grafisch in der Abbildung 8 abgebildet. In der Abbildung 8 wird deutlich, dass aufgrund der geringen Einwohnerzahlen Tiefensees, Schönfeld, Wilmersdorf und Werneuchen Ost sich nahezu identische f_d ergeben, welche um den Wert 2,5 schwanken.

Das VG Werneuchen, welches neben der Stadt Werneuchen auch die Ortsteile Seefeld, Löhme, Krummensee und Hirschfelde beinhaltet, weicht mit einem $f_d = 1,99$ deutlich von den übrigen Ortschaften ab. Dies ist mit der höheren Einwohnerzahl zu begründen, welche um eine Zehnerpotenz höher angesiedelt ist. Die graue Linie stellt eine Kalibriergerade gemäß der Formel 2 dar.

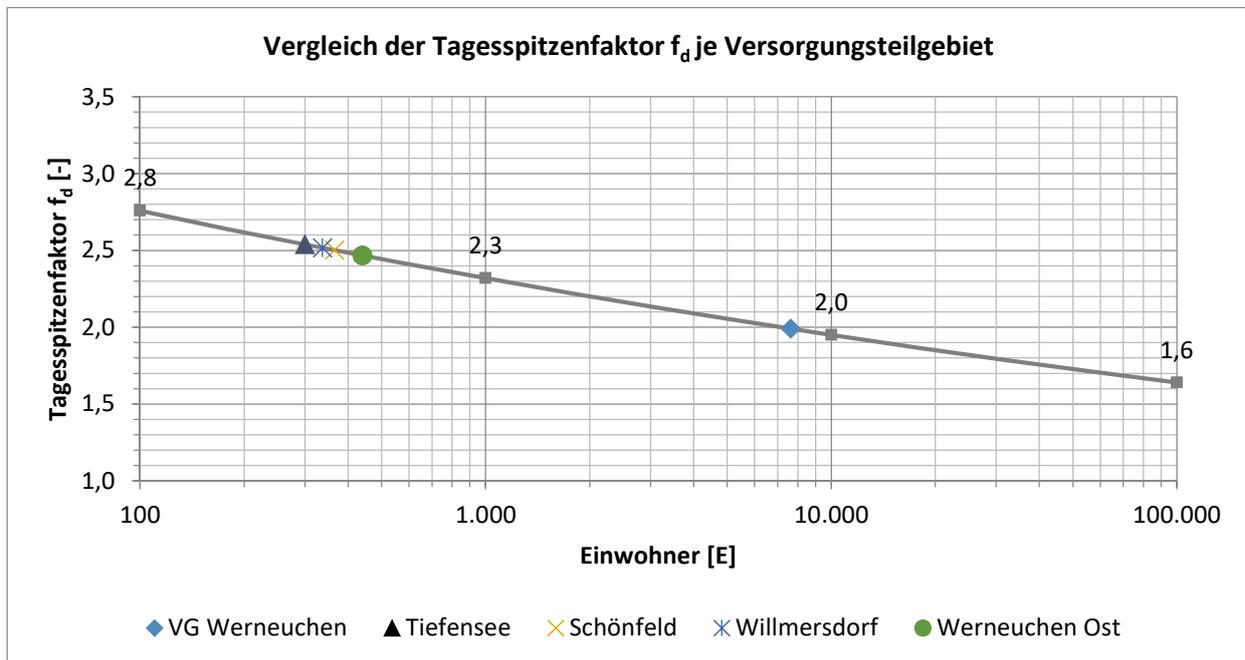


Abbildung 8: Vergleich der Tagesspitzenfaktoren je Versorgungsteilgebiet

3.3 Maximaler Stundenverbrauch (Q_{hmax})

Für die Ermittlung des maximalen Tagesverbrauches der einzelnen Versorgungsgebiete konnte sich lediglich für das Versorgungsteilgebiet des WW Werneuchen auf Tagesganglinien gestützt werden. Eine Durchflussmessung (pro Stunde) erfolgt nur am WW-Ausgang Werneuchen. In den WW Tiefensee, Werneuchen - Ost, Willmersdorf und Schönfeld gibt es derzeit diese Möglichkeit nicht (einfache Wasserzähler – Monatswerte werden abgelesen). Aus genanntem Grund wurde identisch zum Punkt 3.2 das DVGW W 410 (2016) zur Berechnung relevante Größen herangezogen.

Analog zum Tagesspitzenfaktor f_d ist der Stundenspitzenfaktor f_h ein einwohnerbezogener Berechnungsparameter, welcher wie folgt ermittelt wurde:

$$f_h = \frac{Q_{h,max}}{Q_{h,m}} = 18,1 \cdot E^{-0,1682} \quad (3)$$

Die Ergebnisse dieser Berechnung sind tabellarisch in der Tabelle 6 als auch grafisch in der Abbildung 9 dargestellt. Wie der Tabelle 6 zu entnehmen ist, konnte für das VG WW Werneuchen ein $Q_{h,max} \approx 210 \text{ m}^3/\text{h}$ berechnet werden. Der tatsächlich im Jahr 2019 gemessene Spitzenverbrauch (-förderung) lag mit $Q_{h,max} = 226 \text{ m}^3/\text{h}$ in der identischen Größenordnung, wie der berechnete $Q_{h,max}$ gemäß DVGW W 410 (2016). Der Unterschied lässt sich auf $\Delta Q_{h,max} \approx 16 \text{ m}^3/\text{h}$ beziffern.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Tabelle 6: Übersicht der im Bewertungszeitraum 2014 – 2018 ermittelten maximalen $Q_{h,max}$ gemäß DVGW W 410 (2016)

| Versorgungsteilgebiet | gemäß DVGW W 410 | | | gemäß Tagesganglinie | |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
| | $Q_{h,m}$ [m ³ /h] | $Q_{h,max}$ [m ³ /h] | f_h [-] | $Q_{h,max}$ [m ³ /h] | Datum [-] |
| Werneuchen | 51,9 | 208,7 | 4,0 | 226,0 | 30.06.2019 |
| Tiefensee | 2,4 | 16,5 | 6,9 | - | |
| Schönfeld | 2,3 | 15,2 | 6,7 | - | |
| Wilmersdorf | 1,5 | 10,4 | 6,8 | - | |
| Werneuchen Ost | 2,1 | 13,7 | 6,5 | - | |

Die Werte $Q_{h,max}$ für die Ortschaften Tiefensee, Schönfeld, Wilmersdorf und Werneuchen - Ost bilden einen zu erwartenden Schwankungsbereich zwischen $10,4 < Q_{h,max} < 16,5$ m³/h ab. Da diese sich nicht durch Messwerte überprüfen lassen, wird die Installation von Durchflussmessern (MID) für die betreffenden Wasserwerke empfohlen. Die Realisierung ist für 2022 geplant. Weiterhin lässt sich aus den dargestellten Daten der Anteil des Stundenspitzenverbrauches am gesamten Tagesverbrauches/-bedarfes ableiten. Für das VG Werneuchen ergibt sich ein Anteil von 8,4 %, wobei der Stundenspitzenverbrauch der Ortschaften Tiefensee, Schönfeld, Wilmersdorf und Werneuchen - Ost um 11 % liegen (Schwankungsbereich: 11,0 bis 11,4 %).

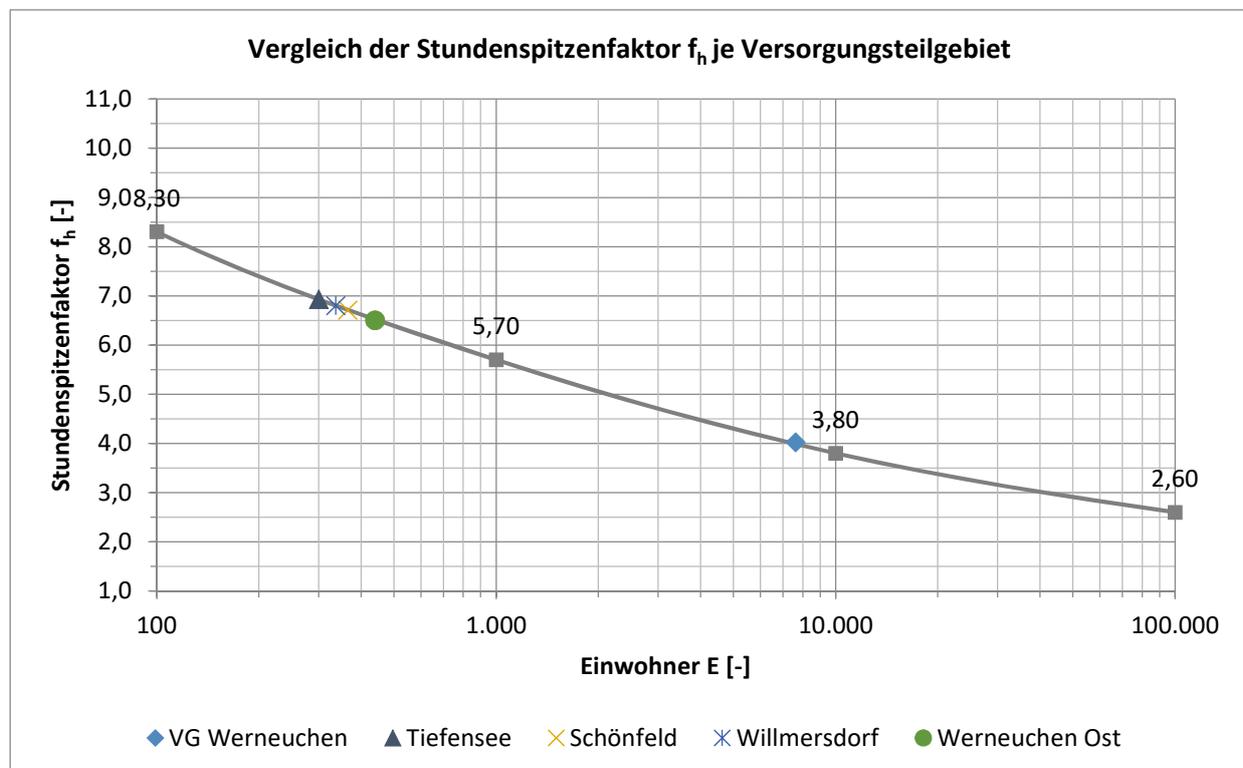


Abbildung 9: Vergleich der Stundenspitzenfaktoren je Versorgungsteilgebiet



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



4. Wasserbedarfsprognose

Die Wasserbedarfsprognose ist für das Versorgungsgebiet des Eigenbetriebes Werneuchen an das regionale Stadtentwicklungskonzept gekoppelt und abhängig. Vor einer Prognose ist die Entwicklung der einzelnen Verbrauchergruppen zu prüfen. Der grundlegende Entwicklungsansatz bezieht sich auf eine geplante Sanierung der Bahnlinie aus Richtung Berlin, welche im Streckenverlauf der Bundesstraße B 158 folgt. Durch den Ausbau des Schienennahverkehrs und den verfügbaren Bauflächen ist mit einem sukzessiven Einwohnerzuwachs aus Berlin zu rechnen. In einer Entfernung von 1 km um die Bahntrasse geht die Stadt Werneuchen von einer verstärkten Einwohnerentwicklung (Zunahme) aus, da ähnliche Tendenzen in naheliegenden Gemeinden beobachtet werden konnten (Zuzug aus Berlin in Berliner Umland). Aus dieser Annahme wird eine potenzielle Einwohnerzunahme, insbesondere für die Ortschaften Werneuchen, Seefeld, Löhme, Weesow und Werneuchen - Ost abgeleitet. Die Ortschaften Wilmersdorf, Schöfeld, Krummensee und Tiefensee werden von dieser Entwicklung wahrscheinlich ausgenommen. Gemäß einer IÖR-Prognose ist mit einer Gesamtzunahme von 9.200 (Istzustand) auf maximal 11.400 Einwohner bis zum Jahr 2030 zu rechnen sein.

Daher ist die zukünftige Bedarfsprognose primär von der Entwicklung der Einwohnerzahlen abhängig, da ein steigender Wasserbrauch, mit Ausnahme der ZUEGG (siehe Punkt 3.1.2), durch neue gewerbliche Ansiedlungen derzeit nicht absehbar ist. In den weiterführenden Betrachtungen der TWVK wird daher der gewerbliche Wasserverbrauch, entsprechend der Verbrauchsstandes 2018, als konstant angenommen.

4.1 Entwicklungstendenzen Jahresverbräuche

4.1.1 Spezifischer Haushaltsverbrauch

Die Prognose des zukünftigen Wasserverbrauches durch private Nutzung gründet sich auf den berechneten durchschnittlichen Einwohnerverbräuchen (siehe Punkt 3.1.1). Eine Änderung des Verbrauchsverhaltens der örtlichen Bevölkerung ist gemäß der Abbildung 2 zu vermuten, da ein deutlich ansteigender Trend beobachtet werden konnte. Inwieweit dieser Trend sich fortsetzt oder intensiviert ist nicht prognostizierbar. Daher wird für die zukünftige Verbrauchsprognose der einwohnerbezogene Verbrauch des Jahres 2018 angesetzt.



4.1.2 Gewerblicher Verbrauch

Wie im Punkt 3.1.2 dargelegt wurde, liegt der mittlere Gewerbeanteil bei 17 % des Q_E , welche sich maßgeblich auf die Teilversorgungsgebiete Werneuchen, Tiefensee und Schönfeld konzentriert. Mit einer weiteren Ansiedlung neuen Gewerbes wird gemäß des Eigenbetriebes Werneuchen nicht zu rechnen sein.

Der einzige potenzielle Zusatzbedarf, welcher hinzukommen könnte, ist die Wasserversorgung der ZUEGG Deutschland GmbH (Freienwalder Chaussee 21). Bisher wird die ZUEGG durch eine eigene Wasseraufbereitung autark versorgt. Ein Teil des Wasserbedarfes soll jedoch gegebenenfalls ausgelagert werden. Der potenzielle Jahresverbrauch wird von der ZUEGG mit $Q_a = 68.000 \text{ m}^3/\text{a}$ ($Q_{hm} = 15 - 17 \text{ m}^3/\text{h}$) angegeben. Damit würde die ZUEGG zum größten Abnehmer im gesamten Versorgungsbetrieb der Eigenbetrieb Werneuchen. Von einem weiteren Zusatzbedarf wird nicht ausgegangen, so dass dieser als konstant gemäß des Abrechnungsstandes 2018 angenommen wird.

4.1.3 Eigenverbrauch

Der Eigenverbrauch der Eigenbetriebe Werneuchen hat sich zwischen den Jahren 2017 und 2018 um 2,5 % stabilisiert (siehe Abbildung 6, Pkt. 3.1.3). Daher wird dieser Wert auch für die Bedarfsprognose zu berücksichtigen sein.

Der Eigenverbrauch kann jedoch durch zukünftige Eingriffe in das Trinkwasserrohrnetz (Messungen Hydranten, etc.) leicht ansteigen.

4.1.4 Wasserverluste

Die Entwicklung der Wasserverluste über die Jahre 2015 bis 2018 konnte aufzeigen, dass die Verluste zur Kategorie der geringen Wasserverluste gezählt werden konnten. Auffällig ist jedoch das absolute Minimum im Jahr 2017. Während des Abrechnungsjahres 2017 konnte eine nahezu fünfzigprozentige Reduktion im Vergleich zu den Vorjahren verzeichnet werden ($Q_{V2017} = 4,3 \%$, $q_{VR2017} = 0,02 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{km})$; $Q_{V2015/16} = 8,8 \%$, $q_{VR2015/16} = 0,045 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{km})$). Im darauffolgendem Jahr 2018 war wiederum eine deutlich steigende Tendenz zu verzeichnen (siehe Abbildung 7, Pkt. 3.1.4). Daher kann erwartet werden, dass sich zukünftig wieder ein Verlustniveau um 8,8 % einstellt. Inwieweit dieser Effekt durch die eventuelle Absenz von scheinbaren Wasserverlusten oder auf Reduktion realer Wasserverluste zurückgeführt werden kann, sollte einer genaueren Betrachtung und Auswertung unterzogen werden.



4.2 Verbrauchsprognose

Die im Folgenden dargestellten Wasserbedarfswerte ergeben sich aus den unter 4.1 genannten Kriterien sowie der dargestellten Einwohnerentwicklung (siehe 1.2). Diese sind somit als Summenwerte der einzelnen Positionen zu interpretieren.

Weiterhin ist anzumerken, dass den dargestellten Kennzahlen die Einwohnerentwicklung gemäß IÖR 1 zugrunde liegen.

4.2.1 Jährlicher Wasserbedarf

Wie im Punkt 4.1.2 beschrieben, besteht ein möglicher Anschlussbedarf bei der ZUEGG Deutschland GmbH, welcher zum Zeitpunkt des Bearbeitungsstandes der TWVK sich in einem Prüfstadium befand. Daraus ergeben sich für die Wasserbedarfsprognose zwei grundlegende Varianten, welche einerseits den Anschluss der ZUEGG und damit die Versorgung der Selbigen berücksichtigt (Bedarf mit ZUEGG). Als auch die Möglichkeit, dass die ZUEGG GmbH zukünftig nicht an das öffentliche Trinkwassernetz angeschlossen wird (Bedarf ohne ZUEGG). Somit wird hier der zukünftige Wasserbedarf aufgrund des Einwohnerzuwachses determiniert. Einen Vergleich der beiden Varianten bezüglich des jährlichen Wasserbedarfes (verbandsübergreifend) ist in der Abbildung 10 dargestellt.

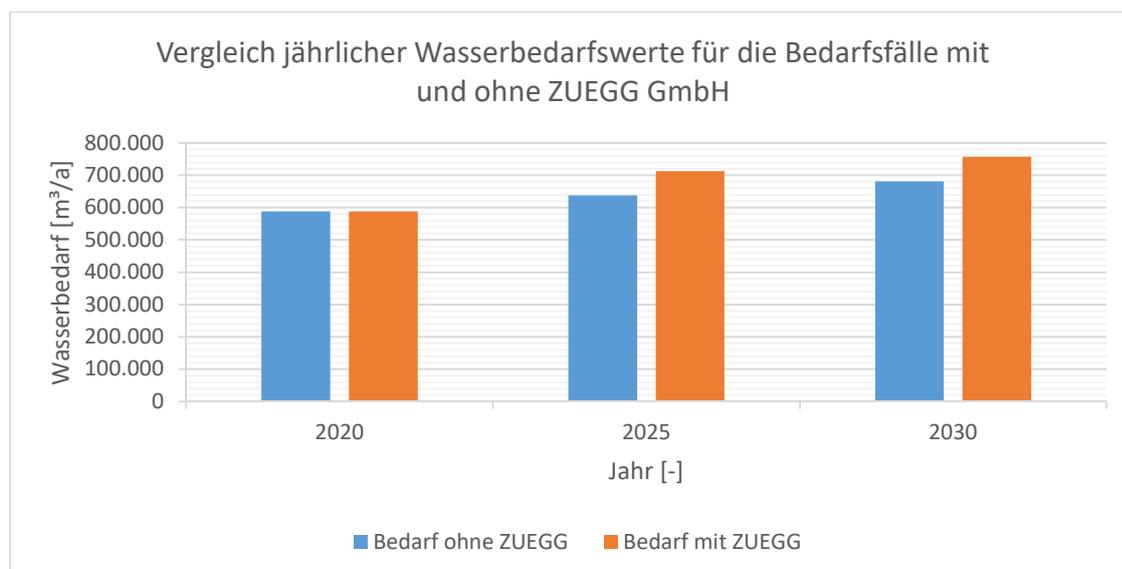


Abbildung 10: Vergleich der jährlichen Wasserbedarfswerte für die Bedarfsfälle mit und ohne Zusatzbedarf ZUEGG Deutschland GmbH für den Zeitraum 2020 bis 2030



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



In den Tabellen 7 und 8 sind die prognostizierten jährlichen Wasserbedarfskennwerte je gegenwärtigem Versorgungsteilgebiet aufgelistet. Weiterhin berücksichtigt die Tabelle 8 den potenziellen jährlichen Zusatzbedarf, welcher durch die ZUEGG GmbH induziert wird.

Tabelle 7: Wasserbedarfsprognose ohne Jahresbedarf der ZUEGG für den Zeitraum 2020 bis 2030

| Versorgungsteilgebiete | Wasserbedarf Q_a | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 2020 [m ³ /a] | 2025 [m ³ /a] | 2030 [m ³ /a] |
| Werneuchen* | 515.941 | 562.560 | 604.518 |
| Tiefensee | 17.737 | 17.737 | 17.737 |
| Schönfeld | 21.291 | 21.291 | 21.291 |
| Willmersdorf | 14.906 | 14.906 | 14.906 |
| Werneuchen - Ost | 21.538 | 23.805 | 25.846 |
| Summe | 591.413 | 640.300 | 684.298 |

*einschließlich Seefeld, Löhme, Krummensee, Hirschfelde, Weesow

Tabelle 8: Wasserbedarfsprognose mit Jahresbedarf der ZUEGG für den Zeitraum 2020 bis 2030

| Versorgungsteilgebiete | Wasserbedarf Q_a | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 2020 [m ³ /a] | 2025 [m ³ /a] | 2030 [m ³ /a] |
| Werneuchen* | 515.941 | 638.244 | 680.202 |
| Tiefensee | 17.737 | 17.737 | 17.737 |
| Schönfeld | 21.291 | 21.291 | 21.291 |
| Willmersdorf | 14.906 | 14.906 | 14.906 |
| Werneuchen - Ost | 21.538 | 23.805 | 25.846 |
| Summe | 591.413 | 715.984 | 759.982 |

*einschließlich Seefeld, Löhme, Krummensee, Hirschfelde, Weesow

Wie der Abbildung 10 als auch den Tabellen 7 und 8 entnommen werden kann, ist bis zum Jahr 2030 eine Zunahme des Wasserbedarfes auf bis zu 684.000 m³/a (gerundet) zu erwarten. Sollte ein Anschluss der ZUEGG GmbH erfolgen, ist damit zu rechnen, dass der jährliche Wasserbedarf auf 760.000 m³/a (gerundet) (siehe Tab. 8) ansteigt. Die bisher höchste Jahresnetzeinspeisung Q_E , welche in diesem Fall mit der Jahresfördermenge bzw. dem Bedarf Q_a gleichzusetzen ist, lag im Jahr 2018 bei $Q_E = 522.000$ m³/a (gerundet) (siehe Pkt. 3.1, Abs. 2). Vergleicht man diese mit den Prognosewerten, wird ein gesteigertes Wasserbedarfspotenzial sogar zwischen 31 - 46 % bis zum Jahr 2030 deutlich.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



4.2.2 Maximaler Tagesbedarf

Die aus den Jahresbedarf resultierenden mittleren Tagesbedarfswerte sind identisch zum jährlichen Wasserbedarf nach den Anschlussfällen mit (siehe Tab. 9) und ohne ZUEGG GmbH (siehe Tab. 10) differenziert. Sollte ein Anschluss der ZUEGG GmbH nicht erfolgen, so würde der mittlere Tagesbedarf Q_{dm} aufgrund des prognostizierten Einwohnerzuwachses gemäß IÖR 1 bis auf $Q_{dm} = 1.867 \text{ m}^3/\text{d}$ ansteigen. Die maximalen Tagesbedarfskennzahlen je Versorgungsteilgebiet wurden unter Berücksichtigung der Tagesspitzenfaktoren gemäß der Tabelle 4 (vgl. Pkt. 3.2) sowie der Gleichung 2 (vgl. Pkt. 3.2) ermittelt.

Daraus folgt, dass der maximale Tagesgesamtbedarf bis zum Jahr 2025 voraussichtlich bis auf $Q_{dmax} = 3.600 \text{ m}^3/\text{d}$ ansteigen wird; bis 2030 auf $3.843 \text{ m}^3/\text{d}$. Sollte ein Anschluss der ZUEGG GmbH erfolgen, steigt der maximale Tagesgesamtbedarf bis zum Jahr 2025 auf $Q_{dmax} = 4.013 \text{ m}^3/\text{d}$ bzw. bis 2030 auf $Q_{dmax} = 4.255 \text{ m}^3/\text{d}$ an.

Diese Entwicklung der Tagesbedarfswerte setzt allerdings voraus, dass zukünftig keine signifikanten Steigerungen im einwohnerbezogenen Prokopfverbrauch stattfindet. Diese sind jedoch für die nächsten Jahre nicht auszuschließen, da in dem Bewertungszeitraum 2014 - 2018 eine Zunahme langanhaltender Trocken- und Hitzeperioden beobachtet werden konnte. Bei der Bilanzierung wurde deshalb eine Reserve berücksichtigt, welche sich in der Form darstellt, dass konstante Tagesspitzenfaktoren, ermittelt gemäß der Tabelle 5 (vgl. Pkt. 3.2), bis zum Jahr 2030 angesetzt wurden.

Gemäß der Gleichungen 2 und 3 würden die einwohnerabhängigen Spitzenfaktoren – f_d als auch f_h – mit zunehmender Einwohnerzahl exponentiell abnehmen (DVGW W 410, 2016). Damit sind bei gleichbleibenden Spitzenfaktoren höhere maximale Tagesbedarfswerte Q_{dmax} , wie in Tabelle 8 und 9 dargestellt, die Folge. Würde ein Sinken des Tagesspitzenfaktors f_d berücksichtigt, käme dies einer Absenkung des maximalen Gesamttagesbedarfes auf $Q_{dmax} = 3.680$ bzw. $4.092 \text{ m}^3/\text{d}$ gleich.

Tabelle 9: Entwicklung der mittleren und maximalen Tagesverbräuche/-bedarfswerte Q_d bis 2030 ohne Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH

| Versorgungsteilgebiete | 2020 | | 2025 | | 2030 | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Q_{dm} [m ³ /d] | Q_{dmax} [m ³ /d] | Q_{dm} [m ³ /d] | Q_{dmax} [m ³ /d] | Q_{dm} [m ³ /d] | Q_{dmax} [m ³ /d] |
| Werneuchen | 1.414 | 2.813 | 1.541 | 3.067 | 1.656 | 3.296 |
| Tiefensee | 49 | 123 | 49 | 123 | 49 | 123 |
| Schönfeld | 58 | 146 | 58 | 146 | 58 | 146 |
| Wilmersdorf | 41 | 103 | 41 | 103 | 41 | 103 |
| Werneuchen Ost | 59 | 146 | 65 | 161 | 71 | 175 |
| Summe | 1.620 | 3.331 | 1.754 | 3.600 | 1.875 | 3.843 |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Tabelle 10: Entwicklung der mittleren und maximalen Tagesverbräuche/-bedarfswerte Q_d bis 2030 mit Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH

| Versorgungsteilgebiet | 2020 | | 2025 | | 2030 | |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Q_{dm} [m ³ /d] | Q_{dmax} [m ³ /d] | Q_{dm} [m ³ /d] | Q_{dmax} [m ³ /d] | Q_{dm} [m ³ /d] | Q_{dmax} [m ³ /d] |
| Werneuchen | 1.414 | 2.813 | 1.749 | 3.480 | 1.864 | 3.708 |
| Tiefensee | 49 | 123 | 49 | 123 | 49 | 123 |
| Schönfeld | 58 | 146 | 58 | 146 | 58 | 146 |
| Wilmersdorf | 41 | 103 | 41 | 103 | 41 | 103 |
| Werneuchen - Ost | 59 | 146 | 65 | 161 | 71 | 175 |
| Summe | 1.620 | 3.331 | 1.962 | 4.013 | 2.083 | 4.255 |

4.2.3 Maximaler Stundenbedarf

Identisch zum Punkt 4.2.2 wurden konstante Stundenspitzenfaktoren bis zum Jahr 2030 angenommen, um einen Sicherheitsfaktor für zukünftige nicht prognostizierbare Stundenspitzenverbräuche, welche durch ein verändertes (gestiegenes) Wasserverbrauchsverhalten (Prokopfverbrauch) induziert würden zu kompensieren bzw. zu berücksichtigen. In der Tabelle 10 sind die zu erwartenden Stundenspitzenverbräuche Q_{hmax} bis zum Jahr 2030 dargestellt. Wobei die Entwicklung der Tabelle 11 ausschließlich die Steigerung der Spitzenverbräuche aufgrund des Einwohnerwachstums berücksichtigt (vgl. 4.2.2 Fall: ohne ZUEGG). Im Gegensatz dazu stellen die Werte Q_{hmax} in Tabelle 12 die Stundenspitzenverbräuche unter Einbeziehung des Zusatzbedarfes der ZUEGG GmbH dar, welcher hauptsächlich Auswirkungen auf den Verbrauch des Versorgungsteilgebietes Werneuchen hat. Die zugrundeliegenden Stundenspitzenfaktoren wurden aus der Tabelle 5 abgeleitet.

Tabelle 11: Entwicklung der mittleren und maximalen Stundenverbräuche/-bedarfswerte Q_h bis 2030 ohne Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH

| Versorgungsteilgebiete | 2020 | | 2025 | | 2030 | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Q_{hm} [m ³ /h] | Q_{hmax} [m ³ /h] | Q_{hm} [m ³ /h] | Q_{hmax} [m ³ /h] | Q_{hm} [m ³ /h] | Q_{hmax} [m ³ /h] |
| VG [-] | | | | | | |
| Werneuchen | 58,9 | 235,6 | 64,2 | 256,9 | 69,0 | 276,0 |
| Tiefensee | 2,0 | 14,0 | 2,0 | 14,0 | 2,0 | 14,0 |
| Schönfeld | 2,4 | 16,3 | 2,4 | 16,3 | 2,4 | 16,3 |
| Wilmersdorf | 1,7 | 11,6 | 1,7 | 11,6 | 1,7 | 11,6 |
| Werneuchen Ost | 2,5 | 16,0 | 2,7 | 17,7 | 3,0 | 19,2 |
| Summe | 67,5 | 293,4 | 73,1 | 316,4 | 78,1 | 337,0 |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Tabelle 12: Entwicklung der mittleren und maximalen Stundenverbräuche/-bedarfswerte Q_h bis 2030 mit Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH

| Versorgungsteilgebiete | 2020 | | 2025 | | 2030 | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Q_{hm} [m ³ /h] | Q_{hmax} [m ³ /h] | Q_{hm} [m ³ /h] | Q_{hmax} [m ³ /h] | Q_{hm} [m ³ /h] | Q_{hmax} [m ³ /h] |
| VG [-] | | | | | | |
| Werneuchen | 58,9 | 235,6 | 72,9 | 291,4 | 77,6 | 310,6 |
| Tiefensee | 2,0 | 14,0 | 2,0 | 14,0 | 2,0 | 14,0 |
| Schönfeld | 2,4 | 16,3 | 2,4 | 16,3 | 2,4 | 16,3 |
| Wilmersdorf | 1,7 | 11,6 | 1,7 | 11,6 | 1,7 | 11,6 |
| Werneuchen - Ost | 2,5 | 16,0 | 2,7 | 17,7 | 3,0 | 19,2 |
| Summe | 67,5 | 293,4 | 81,7 | 350,9 | 86,8 | 371,6 |

Wie aus den Tabellen entnommen werden kann, steigen die Stundenspitzenverbräuche entsprechend der Entwicklungsachse an. Wobei im Versorgungsteilgebiet Werneuchen, welches neben der Stadt Werneuchen auch die Ortsteile Weesow, Hirschfelde, Seefeldt, Löhme und Krummensee umfasst, der größte Anstieg zu erwarten ist.

Dies gilt auch für Werneuchen - Ost. Während die Ortsteile Tiefensee, Schönfeld und Wilmersdorf auf ihrem jetzigen Niveau stagnieren. Wird in der nahen Zukunft (ab dem Jahr 2025) die ZUEGG GmbH angeschlossen, ist ein Anstieg der Stundenspitzenverbräuche im VG Werneuchen auf $Q_{hmax} = 310,6 \text{ m}^3/\text{h}$ anzunehmen. Unter der Annahme, dass sämtliche Stundenspitzenverbräuche je VG zum selben Zeitpunkt eintreten, ist ein maximaler Stundenspitzenbedarf von insgesamt $Q_{hmax} = 371,6 \text{ m}^3/\text{h}$ zu erwarten.

Die angegebenen Werte sollten nicht als Absolutwerte betrachtet werden, sondern sollten eher als **Entwicklungshorizont** aufgefasst werden, welcher durchaus Schwankungen durch sich ändernde Randbedingungen unterliegen kann. Beispielsweise könnte bei zukünftig langanhaltenden Trocken- und Hitzeperioden der Stundenspitzenbedarf wie der maximale Tagesbedarf ansteigen, so dass bisher nicht dagewesene Spitzenwerte erreicht werden.

In regenreicheren Perioden/Jahren sollte der gegenteilige Effekt zu beobachten sein. Die bilanzierten Werte Q_{hmax} sind jedoch maßgebliche Faktoren in der Auslegung von Anlagenkomponenten (bspw. Pumpen) oder Wasserwerkskapazitäten. Zum Stundenspitzenbedarf der ZUEGG GmbH ist weiterhin zu erwähnen, dass die Annahme getroffen wurde, dass deren Verbrauch ebenfalls Schwankungen unterliegt und sich dieser in identischer Weise wie zum anliegenden VG verhält.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



5. Grundlagen der Wasserversorgung

5.1 Grundsätze

Als Grundlage gelten das erschlossene und zukünftig nutzbare Grundwasserdargebot sowie die verfügbaren Kapazitäten der Wasserwerke. Die Bedarfsentwicklung bei Q_{365} ist mit dem Grundwasserdargebot abzugleichen. Auch beim Grundwasserdargebot sind quantitative und qualitative Entwicklungen zu berücksichtigen.

Um diese Entwicklungen zu erkennen, wird an allen Wasserwerken ein Grundwassermonitoring durchgeführt. Dabei werden die regelmäßig gemessenen Grundwasserstände und die Wasserbeschaffenheitsuntersuchungen an den Wasserwerken und in deren Zustrom dokumentiert und ausgewertet. Die letzten Befahrungen der Messstellen bestätigten, dass den Wasserwerken die genehmigte Grundwassermenge auch weiterhin zur Verfügung stehen wird.

Hydrogeologische Verhältnisse

Das Betrachtungsgebiet orientiert sich an der großräumigen Grundwasserdynamik. Es befindet sich auf dem Barnimer Teil der Ostbrandenburgischen Platte. Die Abgrenzung lässt sich durch folgende Linien beschreiben:

Nordwest: Willmersdorf – Schönfeld,
Nordost: Schönfeld – Werftpfehl,
Ost: Werftpfehl – Hirschfelde,
Südost: Hirschfelde – Wegendorf,
Südwest: Wegendorf – Seefeld,
West: Seefeld – Willmersdorf.

Der Großteil des Betrachtungsgebietes befindet sich auf einer tertiären Hochlage. Im nördlichen Bereich geht diese in eine elsterkaltzeitliche Ausräumungszone über. Die miozänen Ablagerungen sind weitestgehend durch Braunkohlen, Braunkohlenschluffe und Braunkohlensande geprägt in die sich Quarzsande sowohl linsen- als auch bänderförmig einschieben. Auf dem Tertiär lagern die rinnenförmigen, teils tief einschneidenden elsterkaltzeitlichen Sedimente, welche der Beckenfazies zuzuordnen sind. Diese werden von Grundmoränenbildungen – in Form von Geschiebemergeln – des 2. Elstereisvorstoßes dominiert. Deren Mächtigkeit variiert aufgrund der Morphologie des Untergrundes zwischen 0 und 120 m (siehe Bohrungen HyWrc 105/1988 und HyWrc 103/1988). Weitere, weniger stark verbreitete Ablagerungen der Elsterkaltzeit sind Schmelzwassersande, mehr oder weniger kiesig, und Stillwassersedimente, Tone und Schluffe (teils feinsandig). Über dem Elsterglazial folgen die saalekaltzeitlichen Ablagerungen. Diese beginnen mit fein- bis grobkörnigen Sanden, vermutlich



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



aus der saalezeitlichen Vorschüttphase, die auch den Hauptgrundwasserleiter der Region ausbilden. Fazieswechsel sind dabei nicht ausgeschlossen. Die Mächtigkeit dieser Schichten reicht von etwa 10 bis 40 m. In diese Sande schalten sich wenige, meist nur geringmächtige Stillwassersedimente – feinsandige Schluffe – ein. Dieser Grundwasserleiter wird im gesamten Betrachtungsgebiet von bis zu 10 m mächtigen, saalekaltzeitlichen Geschiebemergeln, hauptsächlich vermutlich aus dem Warthe-Stadium, überdeckt. Geologische Fenster, in denen die Grundwasserleiter miteinander in Verbindung stehen sind ebenfalls nachgewiesen.

Den Abschluss bilden Sedimente aus der Weichselkaltzeit. Diese, meist nur wenige Meter mächtigen, Ablagerungen setzen sich aus kiesigen Sanden vermutlich Vorschüttbildungen und Geschiebelehm des Weichselglazial zusammen. Die Sande bilden den oberen, meist unbedeckten Grundwasserleiter der Region aus.

Im nördlichen und nordöstlichen Bereich des Betrachtungsgebietes sind die Sedimente des Saale- und des Elsterglazials vermutlich etwas gestaucht. Wie stark diese Stauchung ausfällt und welchen Einfluss dies auf die Schichten, vor allem den Hauptgrundwasserleiter und dessen Bedeckung hat, ist jedoch nicht bekannt.

Im Betrachtungsgebiet lässt sich entsprechend die für das Land Brandenburg herausgearbeitete Stockwerksgliederung nach Grundwasserleiterkomplexen (GWLK) und Grundwasserstauerkomplexen (GWStK) anwenden.

Die Grundwasserleiter bestehen aus elster- bis weichselzeitlichen, vorwiegend aber saalezeitlichen Sanden und sind glazigen überprägt, wodurch sie hydraulisch miteinander in Verbindung stehen. Der Untergrund des Betrachtungsraumes ist auf Grund glazigener Deformationsprozesse durch gestörte geologische Lagerungsverhältnisse gekennzeichnet.

Der GWLK 1, ist meist nur wenige Meter mächtig, im Betrachtungsgebiet meist unbedeckt und wird von weichselzeitlichen Sedimenten ausgebildet. Der genutzte Hauptgrundwasserleiter des GWLK 2 ist von saale- und elsterkaltzeitlichen Ablagerungen geprägt, wobei diese hydraulisch miteinander in Verbindung stehen können. Der GWLK 3 ist im Betrachtungsgebiet nicht durchgehend vorhanden, die tertiären Sande meist nur linsenförmig vorhanden sind oder von elsterkaltzeitlichen Ausräumzonen abgeschnitten wurden. Eine hydraulische Verbindung mit elsterkaltzeitlichen Grundwasserleitern ist dadurch möglich. Durch die teils vorhandene glazigene Stauchung im Betrachtungsgebiet und die Ausprägung der Grundwasserstauer sind, großräumig gesehen, alle Grundwasserleiter hydraulisch miteinander verbunden. Die dominierende Grundwasserscheide im Gebiet verläuft südlich von Bernau bis nach Werneuchen-Ost in nahezu Ost-West-Ausrichtung und ändert dort ihre Richtung nach NE. Das Betrachtungsgebiet wird im Wesentlichen von zwei Fließgewässern dominiert – dem Hohen Graben und dem Stienitzfließ. Diese fließen in Werneuchen zusammen und bilden die Erpe. Im südlichen Betrachtungsgebiet,



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



bei Wegendorf, befinden sich zudem die Einzugsgebiete des Wederfließes und des Altlandsberger Mühlenfließes. Im Westen liegt der Seefelder Haussee mit dem aus ihm hervorgehenden Zochegraben. All diese Fließgewässer fließen südlich von Werneuchen der Erpe zu. Die Erpe mündet bei Berlin-Köpenick schließlich in die Spree. Die Hauptgrundwasserscheide im Betrachtungsgebiet verläuft von Leuenberg in NE-SW-Richtung bis Werneuchen-Ost. Dort biegt sie in Richtung ESE-WNW – also Werneuchen-Ost, Weesow, Willmersdorf, Bernau – ab. Eine weitere Grundwasserscheide beginnt bei Werneuchen-Ost und verläuft in SSE-Richtung. Der so eingerahmte Raum Werneuchen entwässert nach S, oberirdisch über die Vorfluter Hoher Graben und Stienitzfließ in die Erpe. Im Betrachtungsgebiet insgesamt schwanken die Werte der Grundwasserneubildung zwischen 43 und 431 mm/a. Der flächenbezogene Mittelwert im Betrachtungsgebiet beträgt etwa 156 mm/a. Dies entspricht etwa 5 l/s/km². Am Unterlauf der Erpe, in Dahwitz-Hoppegarten, werden an einem Pegel die entsprechenden Abflusswerte gemessen. Dieser Pegel sollte nicht nur den oberflächigen und den Zwischenabfluss, sondern auch den des in Werneuchen genutzten Grundwasserleiters repräsentieren. Der mittlere Abfluss über die Zeitreihe von 1981 bis 2010 beträgt rund 363 l/s. Das unterirdische Einzugsgebiet besitzt eine Größe von etwa 103 km². Daraus ergibt sich eine Abflussspende von 3,5 l/s/km². Die Hauptanstromrichtung der Wasserwerke Werneuchen, Tiefensee und Werneuchen-Ost ist aus Nordnordost. Die generelle Grundwasserfließrichtung am Standort WW Wilmersdorf ist nach Nordost-Nordnordost orientiert. Für das Wasserwerk Werneuchen wird ein etwa 7 km² großes Einzugsgebiet ausgewiesen. Die Ausdehnung des ausgewiesenen Wasserschutzgebietes orientiert sich an der Einzugsgebietsgrenze. So entsteht ein 4,1 km langes und bis zu 2,6 km breites Schutzgebiet. Südlich bzw. in der Ortslage Wilmersdorf verläuft in Nordwest-Südostrichtung eine Grundwasserscheide, sie begrenzt das Einzugsgebiet des Wasserwerkes nach Süden. Das Einzugsgebiet des WW Werneuchen-Ost damit im Prinzip zwischen dem Einzugsgebiet der Fassung Werneuchen und der Fassung Strausberg-Bötzsee. Nach dem EB Strausberg-Bötzsee befindet sich ca. 2000 m stromoberhalb des Wasserwerkes Tiefensee die Wasserscheide Spree/Finowkanal, die das Einzugsgebiet des WW Tiefensee in diese Richtung begrenzt. Die "Nähe" der Wasserscheide spiegelt sich auch im tiefen Grundwasserstand (ca. 23 m unter Gelände) am Wasserwerk wieder. Das Einzugsgebiet der Fassungen Werneuchen-Ost und Tiefensee ist nach den bekannten Fakten bei den hier realisierten Entnahmemengen hydrodynamisch begrenzt, das heißt es kann sich der aktuellen Förderung anpassen. Die relativ nahe Wasserscheide hat keinen begrenzenden Einfluss. Die Einzugsgebiete der Wasserfassungen Werneuchen, Werneuchen-Ost ZUEGG Frucht AG und Berger Bau GmbH überschneiden sich, weshalb diese konkurrierenden Wasserentnahmen bei einer Modellierung berücksichtigt werden müssten.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



5.2 Grundwasserdargebot und Wasserbeschaffenheit

Grundwasserdargebot

Das nutzbare Grundwasserdargebot im VG Werneuchen ist hydrogeologisch erkundet. Für die Bilanzierung gelten die auf Basis der Erkundungsergebnisse erteilten Wasserrechtlichen Erlaubnisse (WRE).

Tabelle 13: Wasserrechtliche Erlaubnisse (WRE) der einzelne Wasserwerke

| Wasserwerk | Q ₃₆₅ (m ³ /d) | Q ₃₀ (m ³ /d) | Q ₁ (m ³ /d) | Brunnen |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------|
| Werneuchen | 1.400 | 2.000 | 3.000 | 5 |
| Tiefensee | 60 | 150 | 300 | 2 |
| Schönfeld | 150 | 250 | 300 | 2 |
| Werneuchen - Ost | 50 | 100 | 200 | 2 |
| Wilmersdorf | 30 | 50 | 75 | 2 |
| Summe | 1.690 | 2.550 | 3.875 | 13 |

Wasserbeschaffenheit

In den Wasserwerken wird das Rohwasser zu TrinkwV-gerechtem Reinwasser aufbereitet. Bei Eisen-Konzentrationen bis 5 mg/l und Mangan-Konzentrationen bis 0,4 mg/l ist das Grundwasser grundsätzlich zu Trinkwasser aufbereitbar.

Detailerläuterungen zur Wasserbeschaffenheit aus Fachgutachten zur Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes WW Werneuchen von 2015 (Dr. Fehlauer))

Im WW Werneuchen zeigt Brunnen 1 sehr hohe Werte für Sulfate und Chloride. Grund für diese Werte ist vermutlich die Versickerung von chloridbelasteten Wässern auf dem Gelände der ZUEGG Frucht AG um die Jahrtausendwende.

Die Analyseergebnisse wurden anhand des GEBAH-Programmes vom LBGR dargestellt. Es scheinen sich die Ergebnisse in 2 Bereichen zu konzentrieren. Nach RECHLIN (1997) lässt sich die „obere“ Gruppe, bestehend aus den Brunnen 2, 4, 5 und dem Pegel HyWrc 104/88 OP, in etwa als „Wasser im Liegenden des GWLK 1 bzw. im Bereich hydrogeologischer Fenster zwischen GWLK 1 und GWLK 2“ beschreiben. Dies passt auch zur geologischen Situation im Einzugsgebiet. Die „untere“ Gruppe – Brunnen 1 und 3 – lässt sich nach RECHLIN (1997) nicht sinnvoll einordnen. Grund dafür sind deutlich erhöhte Sulfat- und Chloridwerte, die nicht natürlichen Ursprungs sind. Der CaCl₂-Anteil von > 12 % zeigt anthropogene Einflüsse durch Abwässer einer Wasserenthärtungsanlage an.

Nach HOTZAN (2011) ergibt sich ebenfalls eine zweigeteilte Klassifikation der Analyseergebnisse. Die Brunnen 1, 2, 3 und 5 fördern demnach „Junge Neubildungswässer“, während der Brunnen 4 und der Pegel HyWrc 104/88 OP zu „Gealterten Neubildungswässern“ tendieren. Auch dieses Ergebnis wäre durch die Mischung verschiedener Wässer durch hydrogeologische Fenster zu erklären. Inwieweit der unnatürliche Sulfatgehalt diese Einordnung beeinflusst, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Eine Verschiebung der „jungen“ zu den „gealterten“ Neubildungswässern wäre zu erwarten.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Ausgehend von der Stellungnahme der unteren Bodenschutzbehörde vom 07.12.2015 besteht zum derzeitigen Kenntnisstand von den meisten, oben aufgeführten, potentiellen Belastungsquellen, wie zum Beispiel der Märka GmbH und Fahrzeug & Metallbau GmbH oder vom Hauptteil des ehemaligen Militärflugplatzes (FRAN 112C), aus keine Grundwassergefährdung.

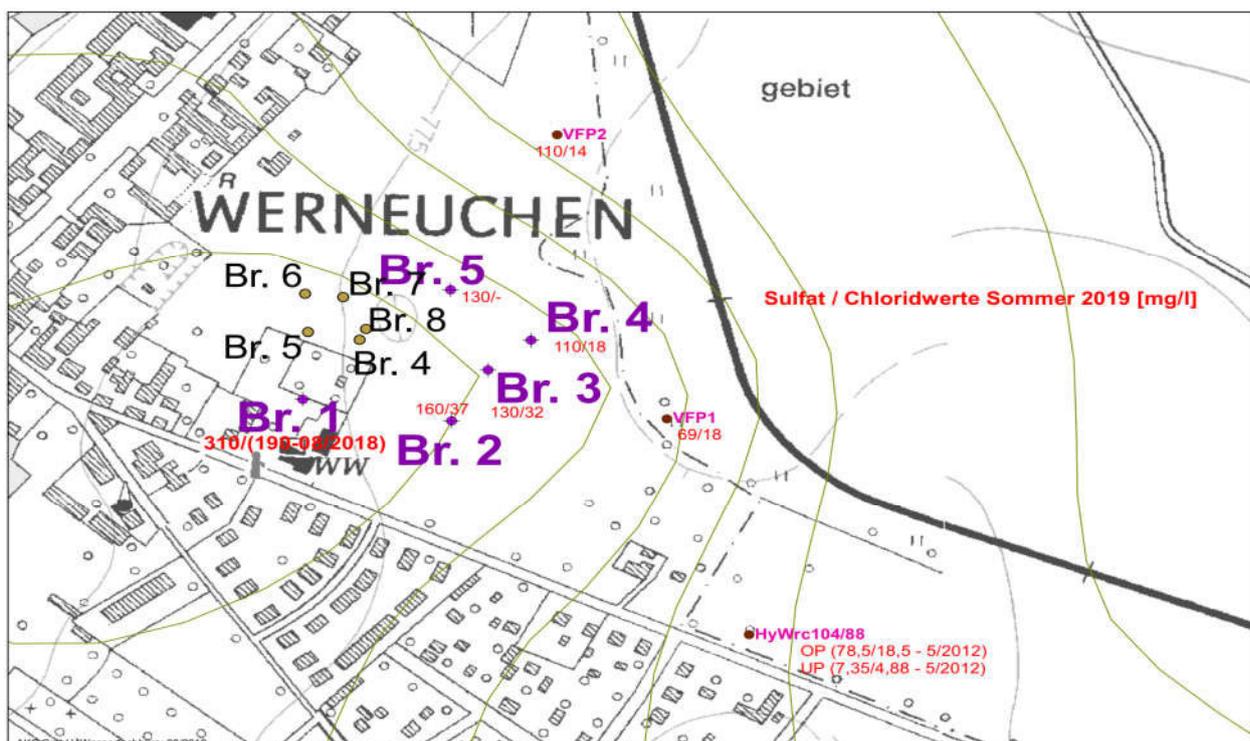
Im Bereich des Unternehmens BERGER BAU GmbH der Teilfläche des ehemaligen Militärflugplatzes Werneuchen (FRAN 112A) besteht eine MKW- und BTEX-Kontamination mit beträchtlichen Schadstoffvorräten im Untergrund. Da diese Kontamination schon längere Zeit besteht und das Wasserwerk Werneuchen seit vielen Jahren an dieser Stelle Grundwasser fördert, ist von keiner akuten Gefährdung für das Wasserwerk auszugehen.

Einfluss auf die Wasserversorgung hat derzeit die Altlast vom Gelände der ZUEGG Frucht AG (S 73/04), auf der um die Jahrtausendwende chloridbelastete Wässer als Abprodukt einer Wasserenthärtungsanlage in einem Feuerlöschteich versickert wurden. 2011 wurden erstmals deutlich erhöhte Chloridwerte in einzelnen Wasserwerksbrunnen nachgewiesen.

Da im gesamten Einzugsgebiet mehrere potenzielle Gefahrenpunkte liegen, ist ein Monitoring an den vorhandenen Vorfeldpegeln empfehlenswert, um frühzeitig mögliche Schadstofffahnen zu erkennen. Über die Errichtung weiterer Vorfeldpegel könnte ebenfalls diskutiert werden. Zusätzlich wird vorgeschlagen alle Wasserwerksbrunnen jährlich hydrochemisch zu untersuchen, um einen besseren Überblick über die Chloridbelastung zu bekommen.

Die Beschaffenheit des Wassers am Standort WW Schönfeld spiegelt die hydrogeologischen Bedingungen im Einzugsgebiet wieder. Es sind sowohl die Einflüsse der Passage des Sickerwassers durch die den Wasserleiter überlagernden Geschiebemergel (Grundwasser der Hochfläche) als auch (aber untergeordnet) Hinweise auf direkte Einflüsse der Grundwasserneubildung (Nitrat und Sulfatwerte) festzustellen.

Aus den vorhandenen Bohrungen kann für den genutzten Grundwasserleiter ein sehr guter Grundwasserschutz abgeleitet werden.





5.3 Technologie und Kapazitäten der Wasserwerke

Die Ermittlung der verfügbaren WW - Kapazität erfolgt durch Betrachtung der Teilkapazitäten (Rohwasserförderung, Aufbereitung, Reinwasserförderung) und der Bewertung der ausgleichenden Wirkung von Trinkwasserspeichern. Zu jedem Wasserwerk ist als Anlage 4 ein vereinfachtes Technologieschema beigefügt, aus dem die Leistungsfähigkeit der einzelnen Teilkapazitäten hervorgeht.

Teilkapazitäten sind:

bei einstufigen Wasserwerken

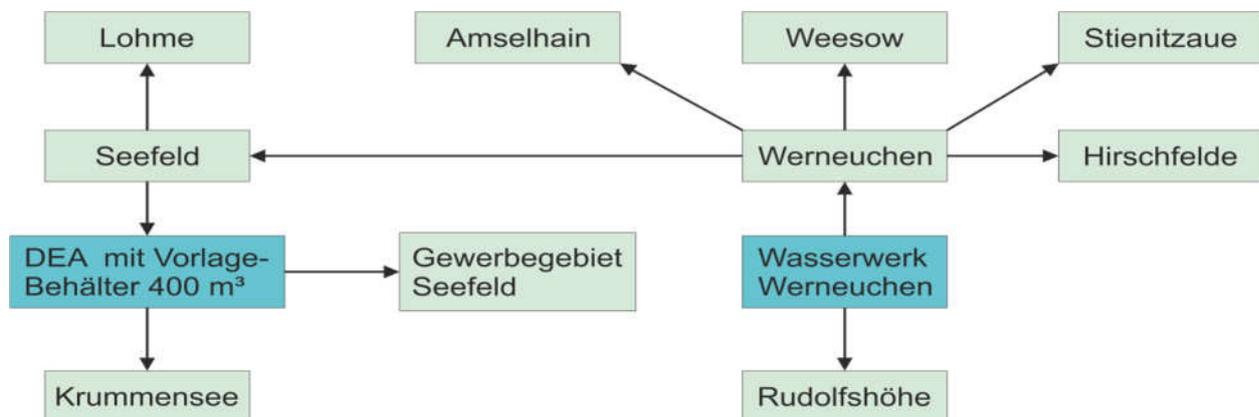
- Brunnen
- Rohwasserförderung
- Aufbereitung

bei zweistufigen Wasserwerken

- Brunnen
- Rohwasserförderung
- Aufbereitung
- ausgleichende Wirkung eines Reinwasserzwischenbehälters
- Reinwasserförderung

Wasserwerk Werneuchen

Das Wasserwerk Werneuchen (Baujahr 1937) ist das Hauptwasserwerk im VG Werneuchen.



Es sind insgesamt 5 Brunnen vorhanden, von denen der Brunnen 1 für die Trinkwasserversorgung nicht mehr genutzt werden kann. Es ist zwingend erforderlich, Standorte für Ersatzbrunnen in östlicher Richtung von der bestehenden Wasserfassung zu sichern. Des Weiteren sind die Brunnen der Altfassung, die sich alle im Zustrombereich der neuen Versorgungsbrunnen befinden, fachgerecht zurückzubauen, um negative Einflüsse für die Versorgungsbrunnen weitestgehend zu vermeiden. Die gegenwärtige maximale Kapazität von Rohwasserförderung und Aufbereitung beträgt ca. 180 m³/h. Die Tageskapazität ist durch die WRE für Q_{dmax} auf 3.000 m³/d begrenzt. Aufbereitungsanlage, Wasserspeicherung und Reinwasserförderung müssen zeitnah saniert und für den steigenden Wasserbedarf ausgelegt werden.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Wasserwerk Schönfeld

Das WW Schönfeld wird im Einstufenbetrieb gefahren. In den 90iger Jahren wurde die Technologie der Wasseraufbereitung erneuert. Rohwasserseitig existieren 2 Brunnen.

Die gegenwärtige maximale Kapazität von Rohwasserförderung und Aufbereitung beträgt ca. 25 m³/h. Die Tageskapazität ist durch die WRE für Q_{dmax} auf 300 m³/d begrenzt.

Im VG Werneuchen ist das Wasserwerk auf Grund des Grundwasserpotenzials als zweites Wasserwerk neben dem Hauptwasserwerk Werneuchen hinsichtlich des Trinkwasserbedarfes zu entwickeln. Der Trinkwasserschutz ist durch den Aufbau eines hydrogeologischen Dreiecks im Zustrom zur Brunnenanlage zu überwachen.

Wasserwerk Werneuchen - Ost

Das WW Werneuchen - Ost (Baujahr um 1950) wird im Einstufenbetrieb gefahren. Zwischen 1973 und 1986 wurden mehrere Rekonstruktionen an technologischen Anlagen des Wasserwerkes ausgeführt.

Insgesamt besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW – Geländes.

Rohwasserseitig existieren 2 Brunnen. Ersatzbrunnenstandorte auf dem kleinen WW – Gelände sind nicht mehr realisierbar.

Die gegenwärtige maximale Kapazität von Rohwasserförderung und Aufbereitung beträgt ca. 27 m³/h. Die Tageskapazität ist durch die WRE für Q_{dmax} auf 200 m³/d begrenzt.

Wasserwerk Tiefensee

Das WW Tiefensee (Baujahr um 1950) wird im Einstufenbetrieb gefahren.

Insgesamt besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW – Geländes.

Rohwasserseitig existieren 2 Brunnen. Ersatzbrunnenstandorte auf dem kleinen WW – Gelände sind nicht mehr realisierbar.

Die gegenwärtige maximale Kapazität von Rohwasserförderung und Aufbereitung beträgt ca. 27 m³/h. Die Tageskapazität ist durch die WRE für Q_{dmax} auf 200 m³/d begrenzt.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Wasserwerk Willmersdorf

Das WW Willmersdorf wird im Einstufenbetrieb gefahren.

Es besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW – Geländes. Durch die sehr hohen Sulfatwerte ($> 250 \text{ mg/l}$ $>$ Grenzwert) musste schon ein Brunnen außer Betrieb genommen werden. Erkundungen (anderer Standort, Tiefbohrung) ergaben keine andere Möglichkeit der Grundwasserförderung mit besseren Sulfatergebnissen. Das Wasserwerk muss deshalb aufgegeben und durch den TWL – Anschluss an das WW Werneuchen abgelöst werden.

Die gegenwärtige maximale Kapazität von Rohwasserförderung und Aufbereitung beträgt ca. $10 \text{ m}^3/\text{h}$. Die Tageskapazität ist durch die WRE für Q_{dmax} auf $75 \text{ m}^3/\text{d}$ begrenzt.

Die bewerteten Kapazitätsgrößen sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Kapazitäten der einzelnen Wasserwerke

| Wasserwerk | $Q_{365} \text{ (m}^3/\text{d)}$ | $Q_{30} \text{ (m}^3/\text{d)}$ | $Q_1 \text{ (m}^3/\text{d)}$ | $Q_{\text{hmax}} \text{ (m}^3/\text{h)}$ |
|------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Werneuchen | 1.400 | 2.000 | 3.000 | 180 |
| Tiefensee | 60 | 150 | 300 | 10 |
| Schönfeld | 150 | 250 | 300 | 25 |
| Werneuchen - Ost | 50 | 100 | 200 | 27 |
| Willmersdorf | 30 | 50 | 75 | 10 |
| Summe | 1.690 | 2.550 | 3.875 | 252 |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



6. Bedarfsdeckungsbilanzen

Bei der Bedarfsdeckungsbilanz sind folgende Größen miteinander zu bilanzieren:

- Die Wasserrechte als Ausdruck des verfügbaren Grundwasserdargebotes mit der Entwicklung des Durchschnittsbedarfs Q_{365} ;
- die maximale Tageskapazität der WW mit der Entwicklung des maximalen Tagesbedarfs Q_{dmax} ;
- die maximale Netzabgabeleistung mit der Entwicklung des Bedarfs in der maximalen Verbrauchsstunde Q_{hmax} .

Aus der aufgezeigten Bedarfsentwicklung ergeben sich folgende zu deckende Bedarfsgrößen (vgl. Tabellen 7 bis 12):

Tabelle 15: Wasserbedarfsgrößen der einzelnen Versorgungsgebiete 2025 (2030)

| Versorgungsteilgebiet VG | Q_{365} (m ³ /d) | Q_{dmax} (m ³ /d) | Q_{hmax} (m ³ /h) |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Werneuchen | 1.541 (1.656) | 3.067 (3.296) | 256,9 (276) |
| Tiefensee | 49 | 123 | 14 |
| Schönfeld | 58 | 146 | 16,3 |
| Willmersdorf | 41 | 103 | 11,6 |
| Werneuchen - Ost | 65 (71) | 161(175) | 17,7 |
| Summe | 1.754 (1.875) | 3.600 (3.843) | 316,4 (337) |

Tabelle 16: Wasserbedarfsgrößen der einzelnen Versorgungsgebiete 2025 (2030) mit ZUEGG

| Versorgungsteilgebiet VG | Q_{365} (m ³ /d) | Q_{dmax} (m ³ /d) | Q_{hmax} (m ³ /h) |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Werneuchen | 1.749 (1.864) | 3.480 (3.708) | 291,4 (310,6) |
| Tiefensee | 49 | 123 | 14 |
| Schönfeld | 58 | 146 | 16,3 |
| Willmersdorf | 41 | 103 | 11,6 |
| Werneuchen - Ost | 65 (71) | 161 (175) | 17,7 (19,2) |
| Summe | 1.962 (2.083) | 4.013 (4.255) | 350,9 (371,6) |

Als Summe über das gesamte Versorgungsgebiet Werneuchen ergibt sich folgende Bilanz:

Grundwasserdargebot

Bedarf Q_{365} :
2025 = 1.754 m³/d
(2030 = 1.875 m³/d)

Grundwasserdargebot Q_{365} (Summe der WRE): = 1.690 m³/d

In der Summe ist ein Grundwasserdargebot Q_{365} von 1.690 m³/d zur Nutzung verfügbar.

Der prognostizierte Bedarf für 2030 beträgt ca. 1.875 (2.083) m³/d.

D.h., es besteht ein Defizit von ca. 185 (393) m³/d.

Diese Differenz betrifft ausschließlich das WW Werneuchen.

**Die Wasserrechte der anderen Wasserwerke sind ausreichend vorbehaltlich der
Brunnenstandorte.**



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Die Reinwasserförderkapazität wird bei den einstufigen Wasserwerken von der Rohwasserförderkapazität und **Aufbereitungskapazität** bestimmt. Nach empfohlener REKO / Sanierung dieser Anlagen können auch die maximalen Kapazitäten gewährleistet werden.

Beim WW Werneuchen besteht durch den Bau eines neuen Trinkwasserbehälters mit ausreichendem nutzbarem Speichervolumen und der dazugehörigen Reinwasserpumpenanlage die Möglichkeit, den prognostizierten, maximalen Stundenbedarf von 371,6 m³/h (2030 mit ZUEGG) abzudecken. Voraussetzung dafür ist auch die empfohlene Sanierung / Erweiterung der Aufbereitungsanlage (ggf. mit Enthärtung) und Stabilisierung der Rohwasserfassung möglichst zeitnah zu realisieren.



7. Verträglichkeit unterschiedlicher Wässer des Verbundsystems

In einem Verbundsystem, in das mehrere Wasserwerke mit unterschiedlichen Wassergrundlagen einspeisen, kann es bei der Mischung der Wässer bzw. durch das Schwanken der Grenzen der Einflussbereiche der Wasserwerke zu Korrosionserscheinungen, Lösung von Ablagerungen in das Trinkwasser (Verschmutzung) bzw. Verkeimung kommen. Das DVGW - Regelwerk W 216 (2004) gibt Hilfestellung zur Überprüfung der Verträglichkeit der Wässer. Die Überprüfung erfolgt mit der im W 216 veröffentlichten Bewertungsskala.

Zu einer Mischung von Wässern unterschiedlicher Beschaffenheit kann es im zukünftig geplanten Netzstatus im Bereich Wilmersdorf kommen. Hier käme es langfristig zu einer Mischung der Trinkwässer vom WW Werneuchen und dem WW Schönfeld. Weiterhin besteht die Möglichkeit einer zeitweisen Mischung von Trinkwässern im Bereich Werneuchen Ost, falls es in einer Übergangsphase zum Anschluss der Trinkwasserversorgung durch das WW Werneuchen und der Außerbetriebnahme des WW Werneuchen Ost kommen sollte. Die Ergebnisse gemäß DVGW W 216 (2004) sind in der Abbildung 11 dargestellt.

In einem übergreifenden Blick fällt auf, dass die betrachteten Wässer überwiegend Trinkwässer mit gleicher Beschaffenheit sind (Schwankungen relevanter Wässer < Maßstab m). Dies gilt insbesondere für die Parameter Säurekapazität bis pH = 4,3 ($K_{s4,3}$), Chlorid (Cl^-), Sulfat (SO_4^{2-}), Phosphat (PO_4^{3-}) und dem Anionenquotient. Ausnahmen bilden die Parameter Sauerstoff (O_2) und org. gebundener Kohlenstoff (TOC). In Bezug auf die Schwankungen im Sauerstoffbereich sind die Wässer WW Werneuchen und WW Schönfeld als unterschiedliche Trinkwässer mit jeweils konstanter Beschaffenheit zu charakterisieren. Betrachtet man das Trinkwasser des WW Werneuchen und des WW Werneuchen Ost sind diese zueinander als unterschiedliche Trinkwässer mit gleichmäßiger und zeitlich wechselnder Beschaffenheit einzustufen. Daher sollte eine Anpassung und Abstimmung der jeweiligen Wässer zueinander durch angepasste Belüftungsregime (Sauerstoffgehalt) erfolgen.

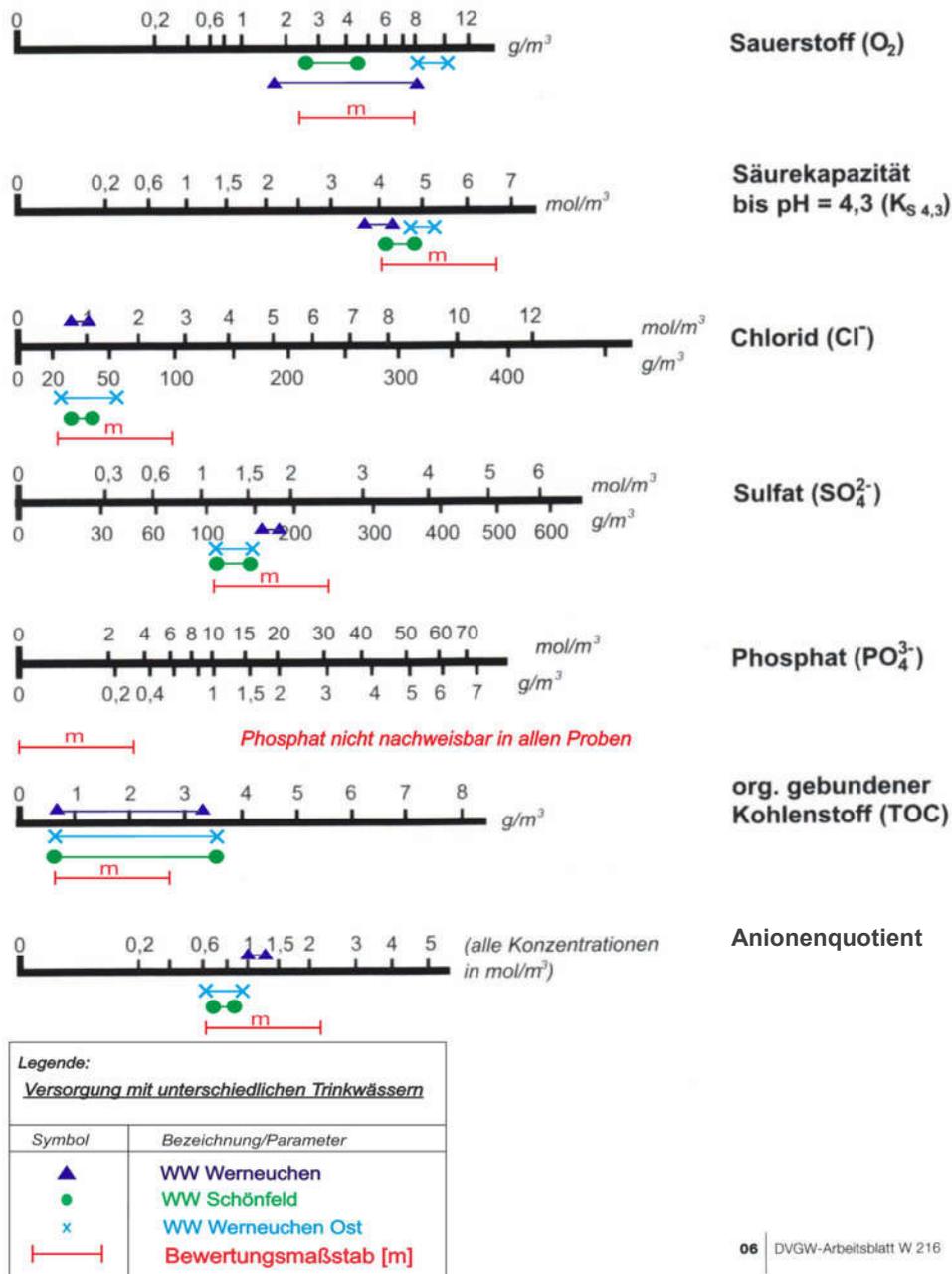
Im Bereich TOC sind beide Mischwasserkombinationen als Trinkwässer mit jeweils zeitlich wechselnder Beschaffenheit einzustufen. Der TOC gibt als Indikatorparameter grundlegend Hinweise auf mögliche Veränderungen hinsichtlich sich verändernder Trinkwasserfärbungen als auch auf die biologische Aufkeimbarkeit an. Betrachtet man entgegen W 216 die zeitlichen Entwicklungen der TOC-Werte untereinander kann festgestellt werden, dass diese sehr ähnlichen Kurvenverläufe aufweisen (siehe Abb. 12). Erst ab den Probenzeitraum 2018 ergibt sich ein diffuses Bild. Wobei der TOC des WW Werneuchen (09.09.2019) als Ausreißer anzusehen ist.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Bemerkenswert ist weiterhin der starke als abnormaler zu bezeichnender Anstieg zwischen den Jahren 2014 und 2017. Da jedoch die Schwankungsbreite untereinander innerhalb des Bewertungsmaßstabes gemäß W 216 liegt, ist nicht grundsätzlich mit einer Aufkeimung infolge einer Mischung zu rechnen.



06 | DVGW-Arbeitsblatt W 216

Abbildung 11: Versorgung mit unterschiedlichen Trinkwässern, Abschätzung zur Mischbarkeit von Trinkwässern



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025

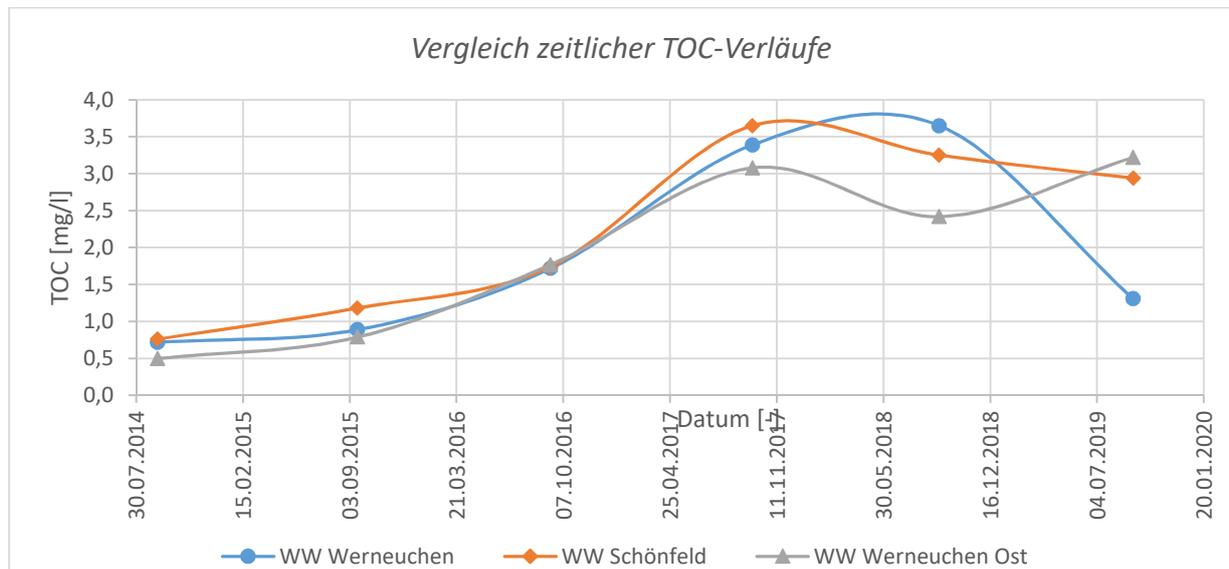


Abbildung 12: Vergleich zeitlicher TOC-Verläufe

8. Leistungsfähigkeit des Rohrnetzes

8.1 Randbedingungen

Um die Leistungsfähigkeit des Rohrnetzes des Eigenbetriebes Werneuchen einschätzen zu können, wurde aus den vorhandenen GIS-Daten des AG ein Rohrnetzmodell erstellt. Zur Bewertung des gegenwertigen Systemzustandes lag der Verkauf des Jahres 2018 zugrunde. Woraus aus den Jahresverbräuchen pro Haushalt eine Verteilung der stündlichen Wasserabnahmen generiert wurde. Weiterhin fand eine Normierung des stündlichen Verbrauches auf den maximalen Stundenspitzenverbrauch am maximalen Tagesbedarf (Q_{hmax}/Q_{dmax}) statt (vgl. Tabelle 12, Jahr 2025). Als Prüfbedingungen wurden die Mindestversorgungsdrücke gemäß DVGW W 400-1 (2015) angesetzt (siehe Tabelle 13).

Tabelle 19: Mindestversorgungsdruck für Gebäude unterschiedlicher Bebauungshöhen gemäß DVGW W 400-1 (2015)

| Gebäude mit ... [-] | Mindestversorgungsdruck p_{min} [bar] |
|------------------------|--------------------------------------------|
| EG | 2,00 |
| EG + 1 OG | 2,35 |
| EG + 2 OG | 2,70 |
| EG + 3 OG | 3,05 |
| EG + 4 OG | 3,40 |
| EG + 5 OG | 3,75 |

Die Auswertung der Rohrnetzrechnung kann entsprechend der grafischen Darstellung in Anlage 2 erfolgen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



8.2 Versorgungsteilgebiet Werneuchen - Schönfeld

8.2.1 Randbedingungen

Im gegenseitigen Netzzustand versorgt das WW Werneuchen die Ortsteile Werneuchen (Stadt), Hirschfelde, Weesow, Seefeld, Löhme und Krummensee mit Trinkwasser. Aufgrund der sich sukzessiv verschlechternden Grundwasserverhältnisse (steigende Sulfatwerte, vgl. Pkt. 5.2) sowie der schlechten baulichen Substanz des WW Willmersdorf, wird ein Anschluss des VG Willmersdorf an das VG Werneuchen empfohlen. Durch diese Maßnahme muss die Förderung von $Q_{hmax} = 11,6 \text{ m}^3/\text{h}$ als Zusatzbedarf vom das WW Werneuchen realisiert werden. Der beschriebene Sachverhalt trifft auch für das WW Werneuchen - Ost zu. Wobei die bauliche Substanz sowie die zu erneuernde technologische Ausrüstung ausschlaggebend für eine potenzielle Außerbetriebnahme sind (vgl. Pkt. 10). Durch das Abschalten des WW Werneuchen - Ost und dem Anschluss des umliegenden VG an das VG Werneuchen ist der Wasserbedarf durch das WW Werneuchen abzudecken, welcher zu Spitzenabnahmezeiten Werte zusätzlich bis zu $17,7 \text{ m}^3/\text{h}$ erreichen sollte. Aus den genannten Netzzusammenlegungen resultiert ein Stundenspitzenbedarf Q_{hmax} für das WW Werneuchen von ca. $320,7 \text{ m}^3/\text{h}$ (vgl. Tabelle 12, 2025). Weiterhin wird langfristig der Anschluss des VG Schönfeld an das VG Werneuchen über Willmersdorf geplant (bis 2030), so dass ein Verbundsystem aus zwei Wasserwerken im neu geschaffenen VG entsteht (im Folgenden als VG Werneuchen - Schönfeld genannt). Hierzu sind Erweiterungen des TW-Rohrnetzes notwendig, welche die Installation von je einer Fern-/Transportleitungen nach Willmersdorf (über Weesow) und Schönfeld (über Willmersdorf) erforderlich macht (siehe Pkt. 8.2.2).

8.2.2 Ergebnisse der Rohrnetzrechnung

Die gegenwärtige Reinwasserpumpstaffel (3 + 1: 3x LOWARA 66SV3, 1x LOWARA 33SV4) ist nicht in der Lage den Ausgangsdruck von $p_{Aus} = 5,3 \text{ bar}$ bei $Q_{hmax} = 320,7 \text{ m}^3/\text{h}$ zu halten. Daher wurde eine zusätzliche Pumpe (LOWARA 66SV3) in das Modell aufgenommen, so dass der Ausgangsdruck wieder eingehalten wurde. Allerdings konnte beobachtet werden, dass in einer 4 + 1 Schaltung die Anlage an ihrer Auslastungsgrenze, bei eingeschalteter Reservepumpe, läuft. Folglich sollten bis zum Jahr 2030 insgesamt 2 Zusatzpumpen installiert werden (5 + 1 Schaltung: 4 x LOWARA 66SV3, 1x LOWARA 33SV4).



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Werneuchen (Stadt)

In der Stadt Werneuchen sind keine Druckmanglerscheinungen bzw. unzureichende Druckverhältnisse gemäß DVGW W 400-1 (2015) zu erwarten. Im gesamten Stadtgebiet sind Versorgungsdrücke $p \geq 3,75$ bar berechnet worden. Als zunehmend kritischer Leitungsabschnitt konnte die Leitung 150-St der Berliner Allee/Freienwalder Str. (B 158) zwischen der Kreuzung Wegendorfer Straße/B 158 und der Kreuzung Berliner Allee/Köpenicker Straße identifiziert werden. Hier sind bei einem Durchfluss $Q = 84,7$ m³/h Fließgeschwindigkeiten von $v = 1,3$ m/s zu verzeichnen, welche sich in erhöhten Rohrreibungsverlusten widerspiegeln. Die Grenzgeschwindigkeit v_{krit} für Versorgungsleitungen ist mit $v_{\text{krit}} = 1$ m/s gegeben (DVGW W 400-1, 2015). Bei einem weiter ansteigenden Spitzenverbrauch sollte bis zum Jahr 2030 ein Austausch der Leitung auf eine Nennweite DN 200 erfolgen.

Anschluss OT Werneuchen - Ost

Für den Anschluss von Werneuchen - Ost an das VG Werneuchen sind zwei Varianten möglich. Die vom AG vorgeschlagene Variante 1 beinhaltet den Anschluss über den Schönfelder Damm und OT Hirschfelde herzustellen, da auf dem identischen Trassenabschnitt in naher Zukunft eine Abwasserleitung verlegt werden soll. Unter Berücksichtigung des stündlichen Zusatzbedarfes der ZUEGG GmbH wären in Hirschfelde und Werneuchen Ost unzulässige Druckverhältnisse zu erwarten ($p < 2,0$ bar), welche primär durch Druckverluste (p_v) auf der Fernleitung zwischen Werneuchen und Hirschfelde induziert werden ($p_v = 3,5$ bar). Eine Druckerhöhung am WW Werneuchen sowie eine Nennweitenerweiterung der betroffenen Leitung wird als nicht zielführend eingeschätzt, so dass eine Druckerhöhung durch eine Druckerhöhungsstation (DEA) am Ortseingang von Hirschfelde vorgenommen werden muss (Standortkoordinaten „DEA Hirschfelde“: $x = 418.477$ m, $y = 5.832.378$ m).

Bei einem Ausgangsdruck der DEA Hirschfelde von $p_{\text{Aus}} = 5,5$ bar wären in Hirschfelde Versorgungsdrücke $p \geq 3,75$ bar zu erwarten. Während in Werneuchen Ost mit Drücken zwischen $3,05 < p < 3,75$ bar zu rechnen ist. Die Zubringerleitung von Hirschfelde nach Werneuchen Ost sowie die potenzielle Versorgungsleitung für die ZUEGG sind mit einem Rohrtyp der Nennweite DN 150 (Modell: d180-PE100-SDR11) auszustatten.

Die errechneten Versorgungsdrücke beinhalten jedoch die Druckverluste, welche durch die Anschlussleitungen d125-PE100 (DN 100) im Schönfelder Damm, sowohl in Werneuchen Ost als auch in Hirschfelde, verursacht werden würden (Werneuchen Ost FID: 16315, 16685 und Hirschfelde FID: 16331, 16332).



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Der durch die besagten Abschnitte induzierte Druckverlust lässt sich auf $p_v = 1,5$ bar beziffern. Daher wird der Austausch dieser Teilabschnitte auf einen Rohrtyp der Nennweite DN 150 empfohlen (Modell: d180-PE100-SDR11). Damit wäre auf einer Leitungslänge von insgesamt $L \approx 1,8$ km Rohr neu zu verlegen bzw. auszutauschen.

In der Variante 2 erfolgt der Anschluss über Werneuchen. Wobei eine Trinkwasserleitung abgehend von der Verbindungsleitung nach Stienitzau (DN200 GGG) entlang der Freienwalder Chaussee (B 158) bis zur Kreuzung Freienwalder Chaussee (B 158)/Schönfelder Weg virtuell gesetzt wurde. Gleichzeitig erfolgt über diesen Leitungsabschnitt die Anbindung der ZUEGG GmbH. Bis zur ZUEGG wäre eine Leitung d225-PE100-SDR11 (DN 200) zu verlegen ($L \approx 1,2$ km). Auf dem verbleibenden Abschnitt wäre eine Leitung d180-PE100-SDR11 (DN 150) zu verlegen ($L \approx 1,4$ km). Bei dieser Leitungsdimensionierung und einem WW-Ausgangsdruck (WW Werneuchen) von $p_{Aus} = 5,8$ bar ($p_{Aus,ist} = 5,3$ bar) wären in Werneuchen Ost Versorgungsdrücke zwischen $3,5 < p < 4,0$ bar zu erwarten. In Hirschfelde wäre indes mit Versorgungsdrücken zwischen $3,05 < p < 3,75$ bar zu rechnen und damit für ausreichende Druckverhältnisse gemäß DVGW W 400-1 (2015) gesorgt (vgl. Tab. 13).

Anschluss Willmersdorf und Schönfeld

Der Standort WW Willmersdorf ist aus Aspekten der Versorgungssicherheit langfristig nicht zu halten (siehe Pkt.10). Daher muss die Trinkwasserversorgung durch einen Anschluss an das VG Werneuchen und/oder VG Schönfeld sichergestellt werden. Weiterhin wird geplant das WW Schönfeld kapazitätstechnisch zu erweitern (Steigerung der Aufbereitungsleistung), um mittels einer Leitungsverbindung über Willmersdorf einen Anschluss an das VG Werneuchen herzustellen. Das langfristige Ziel dieser Maßnahme ist es, das WW Werneuchen zu entlasten. Inwieweit das Grundwasserdargebot einen Ausbau des WW Schönfeld zulässt, gilt es zukünftig zu überprüfen. Der zeitnahe Anschluss des Ortsteils Willmersdorf (bis 2025) sollte mit einer Leitung DN150 erfolgen. Der potenzielle Trassenverlauf folgt der Willmersdorfer Chaussee aus Richtung Weesow nach Willmersdorf ($L \approx 2,8$ km). Das daraus resultierende Druckniveau wurde in einem Bereich zwischen $3,05 < p < 3,9$ bar berechnet. Die ortsübliche Bebauungshöhe überschreitet die Geschosshöhe 3 nicht (vgl. Tab. 19), so dass mit einer DVGW-konformen Versorgungssituation (Druckverhältnisse) gemäß W 400-1 (2015) zu rechnen ist. Der Anschluss von Schönfeld sollte ebenfalls mit einer Leitung DN150 bis spätestens zum Jahr 2030 erfolgen (potenzielle Leitungslänge $L = 3,5$ km).



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Seefeld, Löhme und Krummensee

In Seefeld findet eine Netztrennung statt. Wobei es an der Druckerhöhungsstation (DEA) Seefeld zu einer Aufteilung in zwei voneinander getrennte Druckzonen kommt. In der vorgeschalteten Druckzone wird der Versorgungsdruck des WW Werneuchen wirksam.

Zu dieser Druckzone gehört der nördliche der B 158 befindliche Stadtteil Seefelds, die Anlieger des Birkenweges und der Berliner Straße sowie der Ortsteil Löhme. Das nachgeschaltete, südlich der B 158 gelegene VG wird durch den Versorgungsdruck der DEA charakterisiert.

Im gegenwärtigen Netzzustand fördert die DEA Seefeld aus einem anliegenden Tiefbehälter, welcher ein gesamtes Fassungsvermögen von $V = 400 \text{ m}^3$ aufweist. Zu starken Verbrauchszeiten, insbesondere während der Sommerzeit, kam es in der Vergangenheit (2018/19) zu dem Effekt, dass der Tiefbehälter nahezu vollständig leergelaufen ist (Angabe gemäß Personal AG). Obwohl eine tagesübergreifende Befüllung mit $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ erfolgte. Gleichzeitig kam es zeitweise über die verbrauchsschwachen Nachstunden mitunter nicht zu einer vollständigen Füllung des Behälters (Nichterreichen maximalen Füllstandshöhe).

Die stündlichen Abgabemengen der DEA an das nachgeschaltete Versorgungsgebiet wurden bisher nicht erfasst (keine Tagesganglinien durch Leitsystem vorhanden/aufgezeichnet). Eine Berechnung des Stundenspitzenbedarfes $Q_{h,\max}$ ergab einen stündlichen maximalen Wasserbedarf von $Q_{h,\max} = 49 \text{ m}^3/\text{h}$. Bei steigendem Verbrauch und damit anzunehmenden höheren Stundenspitzenverbräuchen besteht die Gefahr, dass der Tiefbehälter zukünftig vollständig entleert werden könnte. Diesen Zustand gilt es zu verhindern.

Bis zum Jahr 2025 ergibt sich zusätzlich die Problemstellung, dass die Fernleitung (DN 150) zwischen Werneuchen (ab Kreuzung B 158/Lindenweg, Leitung FID: 16427) und Seefeld (bis Kreuzung Löhmer Ch./B 158, Leitung FID: 16930) an ihre Auslastungsgrenzen stößt, was sich in erhöhten Rohrreibungsverlusten und folglich absinkenden Versorgungsdrücken niederschlägt. Ohne Änderungen im Netzregime (Behälterfüllung, Leitungsaustausch, etc.) ist einen Verlusthöhe von $h_v = 15 \text{ m}$ zu erwarten. Dies gilt ebenfalls für den Leitungsabschnitt, welcher von der Kreuzung Löhmer Ch./B 158 bis zur DEA Seefeld führt (DN100: $h_v = 10 \text{ m}$).

Durch die erhöhten Druckverluste wären insbesondere in Löhme grenzwertige Druckverhältnisse bis 2025 zwischen $2,35 < p < 3,05 \text{ bar}$ zu erwarten. Dadurch wird eine Anpassung des Behälterfüllungsregimes der DEA Seefeld erschwert und limitiert. Beispielsweise würde bei einer signifikanten Erhöhung des Behälterzulaufes und gleichzeitigen Eintritt einer mittleren Verbrauchsstunde in einer Grenzbelastung/Überlastung der Zubringerleitung führen, welche durch steigende Verlusthöhen h_v sinkende Versorgungsdrücken induzieren könnte.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Als Lösungsansatz ist primär eine dynamische Regelung des Behälterzuflusses zu installieren. Die händische Zuflussregelung durch das Betriebspersonal der Eigenbetriebe Werneuchen ist nicht zielführend, insbesondere falls es zukünftig zu einer potenzielle Zuflusserhöhung während der verbrauchsschwachen Nachtstunden kommen sollte. Weiterhin sollte diesbezüglich eine Analyse des Abflussverhaltens aus dem Behälter zwingend vorgenommen werden (Tagesganganalyse fluktuierende Wassermenge), aus welcher anschließend eine Korrektur des zeitspezifischen Behälterzuflusses erfolgen sollte.

Wird durch die genannten Optimierungsmaßnahmen keine signifikante Entlastung der Hauptleitung erreicht, muss eine Nennweitererweiterung (Leitungsaustausch) erfolgen. Nach jetzigen Erkenntnisstand müsste der Teilabschnitt Werneuchen ab Kreuzung B 158/Lindenweg bis zur Kreuzung B 158/Löhmer Ch. auf DN 200 (d250-PE100-SDR11) erweitert werden. Der Folgeabschnitt bis zur DEA Seefeld müsste auf DN 125 (d160-PE 100-SDR11) ausgebaut werden. Unter Berücksichtigung des neuen Netzzustandes lägen die zu erwartenden Versorgungsdrücke in Seefeld (vor DEA) bei $p \geq 3,75$ bar. In Löhme wäre mit einem Druckniveau zwischen $3,4 < p < 4,4$ bar zu rechnen. Im Versorgungsgebiet nach der DEA Seefeld wird der Ausgangsdruck der DEA wirksam, welcher gegenwärtig bei $p = 4,5$ bar liegt. In Folge dessen sind im südlichen VG Seefeld Versorgungsdrücke $p \geq 3,75$ bar zu verzeichnen. Im weiteren Verlauf Richtung Krummensee steigt dieser auf $p \geq 4,1$ bar an. Damit sind keine Druckmangelerscheinungen zu erwarten und eine DVGW-konforme Versorgungsdrucksituation hergestellt (DVGW W 400-1, 2015).

8.3 Versorgung Tiefensee

Aufgrund der sich voraussichtlich nicht oder nur marginal verändernden Versorgungssituation sind im Stadtgebiet Tiefensee keine Druckmangelerscheinungen zu erwarten. Bei einem Ausgangsdruck von $p_{Aus} = 5,7$ bar am WW Tiefensee sind Versorgungsdrücke zwischen $5,0 < p < 6,2$ bar zu erwarten. Da für das WW Tiefensee keine MID-Messungen (magnetisch induktive Durchflussmessung) am WW-Ausgang erfolgen, ist der prognostizierte $Q_{h,max}$ ein rein theoretischer Abstraktionswert, welcher durch Messwerte überprüft werden sollte. Daher wird die Installation einer MID-Messung am WW-Ausgang und Erfassung durch ein zentrales Leitsystem zwingend empfohlen.



8.4. Zustandsbewertung Rohrnetz - Leistungsfähigkeit

8.4.1 Rohrnetzbewertung

Aus den dargestellten Verteilungen des Abschnittes 2.1 (Abb. 3 und 4) kann keine verifizierte Abschätzung des zukünftig zu rehabilitierenden Leitungsnetzes gemäß DVGW W 403 getroffen werden, da keine flächendeckende Angabe von Leitungsbaujahren vorhanden ist und folglich keine Abschätzung des Schadenspotenzials erfolgen kann.

Aus den Verteilungen der genannten Abbildungen lässt sich jedoch schlussfolgern, dass sich potenzielle Rehabilitationsmaßnahmen auf ca. 35,3 – 36,5 % des Leitungsbestandes begrenzen. Die davon betroffenen Leitungsabschnitte sind den Materialien AZ, GG, GGG und St zuzuordnen. Für die Leitungen aus AZ, GG, GGG und St sind die längsten Verweilzeiten, bzw. längsten Nutzungszeiten anzusetzen, da davon ausgegangen werden muss, dass diese weit vor 1990 ($t_{\text{Nutz}} \gg 30$ Jahre) in Betrieb genommen wurden. Die durchschnittliche normative Nutzungsdauer von Versorgungsleitungen wird je nach Material mit 50 – 105 Jahre angegeben (DVGW W 403 (M), 2010). Unter Berücksichtigung einer 1 – 2 %igen Erneuerungsrate ergibt sich für das Trinkwassernetz des Eigenbetriebes Werneuchen eine auszutauschende Rohrnetzlänge von $L_{\text{Rehab}} = 1 - 2$ km, bzw. 9 – 19 Leitungsabschnitte pro Jahr.

Die in den Rohrschadensstatistiken erfassten Rohrbrüche konzentrieren sich hauptsächlich auf die Materialarten:

- **Stahl** Ursache: Korrosion
- **AZ** Ursache: Bodenbewegungen, Fremdeinwirkungen (Verkehr), defekte Rohrverbindungen, zukünftig evtl. pH-Wert des Reinwassers in Verbindung mit hoher Calcitlösekapazität,
- **GG** Ursache: Bodenbewegungen, Fremdeinwirkungen (Verkehr)

Der Schwerpunkt noch vorhandener AZ - Leitungen bilden die Versorgungsteilgebiete Seefeld, Löhme, Krummensee und Schönfeld. Insbesondere die Zubringerleitungen zwischen Werneuchen – Seefeld und Seefeld – Krummensee sollten auf ihre Beständigkeit hin genauer untersucht werden. Weiterhin sind einzelne AZ - Leitungen in Werneuchen (Stienitzaue und Amselhain), Werneuchen - Ost und Tiefensee zu finden.

GG-Leitungen sind vorwiegend im Ortsteil Weesow zu finden, welche einen Anteil von 100% im betrachteten Ortsnetz einnehmen. Weitere Schwerpunkte sind das Gewerbegebiet in Seefeld südlich der DEA Seefeld (Gewerbepark-, Eichenstr. und Krummenseer Ch., etc.) und die Hauptleitung 200 GGG, welche vom WW Werneuchen in nordöstlicher Richtung verläuft und für die Versorgung der Ortsteile Hirschfelde, Werneuchen Stienitzaue und Weesow von äußerster Wichtigkeit ist (Hauptversorgungsleitung). Ein Rohrbruch auf dieser Leitung würde zu einem



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Ausfall der Wasserversorgung führen (unter Berücksichtigung potenziell neuer Netzzustand, vgl. Pkt. 8.2). GG und GGG-Rohre werden hauptsächlich durch Korrosion negativ beeinflusst. Daher sollte eine Überprüfung derer erfolgen. Bei intakten Korrosionsschutzmaßnahmen zeichnen sich GG- sowie GGG-Rohr auch bei hohen Nutzungszeiten ($t_{\text{nutz}} > 80$ Jahre) durch hohe Robustheit aus (niedrige bis nicht vorhandene Rohrbruchstatistiken).

Stahlleitungen sind noch hauptsächlich in Werneuchen (Stadtzentrum und Rudolfshöhe) vorzufinden. Besondere Schwerpunkte bilden hierbei die Leitungen Wesendahler Str., Wegendorfer Str. sowie weitreichende Leitungsabschnitte entlang der B 158. Insbesondere die Leitungsabschnitte entlang der B158 (Berliner Allee und Freienwalder Str.) sind von primärer Wichtigkeit, um die Trinkwasserversorgung im gesamten Versorgungsgebiet Werneuchen aufrecht zu erhalten. Daher sind diese bevorzugt zu sanieren. Diese Leitungsabschnitte sind von latenter Wichtigkeit zur Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung.

Weitere Stahlleitungen sind vereinzelt in den Ortsteilen Seefeld, Hirschfelde, Werneuchen Ost und Tiefensee vorzufinden. Charakteristische Schadensbilder für St-Leitungen sind die Anfälligkeit gegenüber Korrosion sowie Inkrustierungen. Erfahrungswerte haben bisher gezeigt, dass St-Leitungen unter Verwendung calcitabscheidender Trinkwässer („Kalkbildung“), wie dem im Verbandsgebiet entsprechenden, zu signifikanten Inkrustierungen neigen können. Die Folge sind Querschnittsverluste in relevanten Größenordnungen und daraus resultierende Druckverluste.

Die im Netz installierten PE- und PVC-Leitungen sind nach dem allgemeinen Stand der Technik die jüngsten Rohrmaterialien. Daher ist zu erwarten, dass Leitungen aus diesen Materialien einen geringen Anteil an einer möglichen Schadensstatistik haben werden. Ein Restrisiko ist jedoch nicht auszuschließen. So können Flanschverbindungen unter mechanischen Einwirkungen, wie durch Straßenverkehr oder Schienenquerungen bei gleichzeitig niedriger Bodenüberdeckung, beschädigt sein und damit zu einem „Rohrbruch“ führen.

Schönfeld ist nach den vorläufigen Berechnungen weiterhin aus hydraulischen Gesichtspunkten als Einzelstandort zu erhalten.

Nach LAWA beträgt die durchschnittliche Nutzungsdauer von Verteilungsleitungen 40 bis 60 Jahre. Materialabhängige Werte gibt es nicht. Dies würde bedeuten im Mittel 2 % des Bestandes jährlich zu sanieren. Dies erscheint etwas hoch gegriffen. Andererseits würde die Sanierung von 1 % jährlich im Umkehrschluss eine 100 jährige Nutzungsdauer im Mittel bedeuten. Bei einer Erneuerungsstrategie sollte deshalb von einer Erneuerungsrate von **jährlich mindestens 1 % des Bestandes, hier etwa 5 km**, ausgegangen werden bzw. etwa 1 bis 2 % des Bestandes jährlich saniert/erneuert werden.



VG Werneuchen
Trinkwasserversorgungskonzeption
2020 - 2025



8.4.2 Zustand von Trinkwasserspeichern und Druckerhöhungsanlagen im Netz

Das Speichervermögen der DEA Seefeld beträgt 400 m³ und sollte für das angeschlossene Versorgungsgebiet ausreichend sein. Durch die Begrenzung des Zuflusses auf konstant 25 m³/h über 24 Stunden können Bedarfsspitzen aber nicht ausreichend kompensiert werden.

Eine Optimierung der Behälterfüllung durch eine dynamische Behälterfüllung und/oder Erhöhung der Transportleistung zur DEA Seefeld ist zwingend erforderlich.

Baulich sind die Anlagen der DEA Seefeld weitestgehend in Ordnung und zumindest mittelfristig weiterhin in der Lage den Anforderungen gerecht zu werden.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



9. Schlussfolgerungen und Ableitung von Maßnahmen

Aus den zuvor gestellten Analysen zur Versorgungssituation und dessen zukünftigen Entwicklung sind Sicherungsmaßnahmen für eine stabile Trinkwasserversorgung im Sinne von Qualitätskriterien (TrinkwV), Quantitätsansprüchen (zunehmender Wasserverbrauch) und Verteilungskriterien (Versorgungsdruck) abzuleiten.

Aus diesen Anforderungen ergeben sich folgende zu empfehlende Maßnahmen mittelfristiger und langfristiger Natur:

1. Stabilisierung / Erweiterung der Wasseraufbereitung im WW Werneuchen (ggf. Senkung Sulfat, Entcarbonatisierung),
2. Standortsicherung für Ersatzbrunnen in östlicher Richtung von der bestehenden Wasserfassung des WW Werneuchen
3. Erkundung Tertiär am Standort WW Werneuchen,
4. Fachgerechter Rückbau der Altbrunnen des WW Werneuchen,
5. Neubau Trinkwasserspeicher mit Reinwasserpumpenanlage im WW Werneuchen,
6. Sicherung der Wasserversorgung in Willmersdorf und Werneuchen - Ost durch einen Anschluss an das Versorgungsgebiet WW Werneuchen (Verlegung Zubringerleitungen),
7. Aufbau eines modernen Prozessleitsystems,
8. Behälterfüllungsregime der DEA Seefeld Automatisieren/Anpassen zur Entlastung der Zubringerleitung zwischen Werneuchen und Seefeld,
9. Beseitigung von potenziellen Engpässen im Rohrnetz,
10. Anpassungen von Wasserwerkskomponenten an den Stand der Technik,
11. Anschluss der ZUEGG GmbH Deutschland,
12. Aufbau und Pflege eines effektiven Rohrnetzmodells,
13. Erweiterung des Überwachungspegelnetzes,
14. Absicherung der Grundwassergewinnungsanlagen (Sicherung von Brunnenstandorten für Ersatzbrunnen) in allen Versorgungsgebieten vorzugsweise in Werneuchen, Tiefensee und Schönfeld.
15. Verbesserung der Öffentlichkeitsarbeit



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Nachfolgend wird auf einige der soeben genannten Maßnahmen mittels grundlegender Erläuterungen genauer eingegangen.

Stabilisierung / Erweiterung der Wasseraufbereitung im WW Werneuchen

Die zeitliche Entwicklung der hydrochemischen Zusammensetzung des zur Trinkwasseraufbereitung genutzten Rohwassers hat gezeigt, dass eine zunehmende Anreicherung von Sulfat im Grundwassers stattfindet. Zeitweise kam es bereits zu einer Überschreitung des Grenzwertes ($c(\text{SO}_4^{2-}) = 250 \text{ mg/l}$). Woraufhin der Brunnen 1 nicht mehr zur GW-Aufbereitung herangezogen werden kann. Weiterhin ist eine starke Zunahme der Gesamthärte (47 °dH bzw. 8,4 mmol/l) als auch Karbonathärte (15 °dH bzw. 2,7 mmol/l) zu beobachten gewesen. Diese Problematik trifft momentan insbesondere auf den Brunnen 1 der aktuellen Rohwasserfassung zu. Während die restlichen Brunnen 2 – 5 noch nicht in dem Maße betroffen sind, jedoch eine ähnliche Tendenz aufweisen. Eine Ursache für die steigenden Werte konnte bisher nicht ausreichend bestimmt werden.

Mögliche Lösungsansätze zur Stabilisierung der Wasseraufbereitung im WW Werneuchen sind wie folgt:

a) Verlagerung / Erweiterung der Rohwasserfassung

Ein Ansatz zur Lösung dieser Thematik ist die Verlagerung der Rohwasserfassung in östliche Richtung bzw. Abteufung von Ersatzbrunnen. Zu diesem Zweck sind während der Bearbeitung der Trinkwasserkonzeption Untersuchungen vorgenommen worden. Der zuerst angedachte Alternativstandort Hirschfelde muss aufgrund der tatsächlichen hydrogeologischen Dargebotsverhältnisse (nur geringe verfügbare Kapazität und begrenzte Neubildung) aufgegeben werden. Potenzielle Ersatzstandorte für Ersatzbrunnen liegen in der Nähe des Flughafens Werneuchen sowie im nahegelegenen Wohngebiet. Da der Ursprung der Kontaminationsquelle nicht bekannt ist, kann eine zeitverlagerte Beeinflussung an den neuen Brunnenstandorten nicht gänzlich ausgeschlossen werden (GW-strömung ebenfalls aus süd-westlicher in nord-östlicher Richtung). In Folge dessen muss eine Anpassung der verfahrenstechnischen Grundwasseraufbereitung in Betracht gezogen werden.

b) Verfahrenstechnische Sulfatreduktion

Von latenter Wichtigkeit ist die Einhaltung des Sulfatgrenzwertes. Um den Sulfatgehalt zu reduzieren, stehen die folgenden Technologien zur Verfügung:

- Membranverfahren (Nanofiltration, Umkehrosmose)
- Ionenaustauscher Verfahren (CARIX-Verfahren)

Eine weiterführende Eruiierung in Bezug auf Praktikabilität und Kosteneffizienz sollte Gegenstand einer vertiefenden Planung sein. Der grundsätzliche Vorteil der Nanofiltration bzw. Umkehrosmose ist, dass mehrere Aufbereitungsziele erreicht werden können (Enthärtung, Sulfat- u. Nitratreduktion, Reduktion DOC) FRITSCH ET AL. (2014). Als Nachteil ist zu erwähnen, dass die Membranverfahren wenig selektiv wirken. Das bedeutet, dass sämtliche gelöste Wasserinhaltsstoffe in ihrer Konzentration reduziert bzw. entfernt werden. Daraus resultiert ein



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



calcitlösendes Trinkwasser, welches durch Verschnitt mit nicht behandeltem Wasser oder Entsäuerungsverfahren nachbehandelt werden muss.

Der Vorteil des CARIX-Verfahrens liegt in seiner erhöhten Selektivität entfernter Wasserinhaltsstoffe. Einerseits werden Kationen, wie Calcium- und Magnesiumionen (Enthärtung) sowie Anionen, wie Sulfat, Nitrat und Chlorid entfernt FRITSCH ET AL. (2014). Weiterhin wird durch den Austrag von Hydrogencarbonationen (HCO_3^-) eine Reduktion der Karbonathärte erreicht (Entcarbonisierung). Auch hier entsteht als Resultat ein calcitlösendes Wasser. Das Reinwasser des WW Werneuchen ist als calcitabscheidend einzustufen. Eine Enthärtung ist als sinnvoll zu erachten, da durch den calcitabscheidenden Charakter mit nachhaltigen Calcitablagerungen (Kalkablagerungen) im nachgeschalteten Rohrnetz zu rechnen ist. Das Resultat ist eine nachhaltig negative Beeinflussung des Trinkwasserrohrnetzes durch Inkrustierungen. Aus den genannten Gründen ist das CARIX-Verfahren als zusätzliche Aufbereitungsstufe zu favorisieren. Eine Auslegung der entsprechenden Anlagenkomponenten gilt es in einer weiterführenden Planung vorzunehmen.

c) Entsäuerung

Die Erweiterung des Aufbereitungsprozesses durch eine Entsäuerungsstufe wird nur relevant, wenn es zur Installation eines der unter b) genannten Verfahren kommt. Die Entsäuerung beinhaltet das physikalische Entfernen von CO_2 aus Wasser. Das bevorzugte Verfahren stellt der Gasaustausch mittels Flachbettbelüftung dar, welches eine hohe Entsäuerungsleistung bei gleichzeitig geringem Flächenbedarf bietet. Unter Anwendung des CARIX-Verfahrens könnte das mittels Gasaustausch ausgetriebene CO_2 als Regenerationsmittel für dessen Ionenaustauscher dienen.

Sicherung der Wasserversorgung in Wilmersdorf und Werneuchen - Ost Anschluss an das Versorgungsgebiet WW Werneuchen

a) Anschluss von Wilmersdorf an VG Werneuchen

Aufgrund der sehr hohen Sulfatwerte mit Überschreitung des Grenzwertes nach TrinkwVo und weil nur noch ein Brunnen am Standort verfügbar ist, wird empfohlen das Wasserwerk Wilmersdorf außer Betrieb zu nehmen. Es besteht die Möglichkeit die Versorgung über Weesow oder Schönfeld sicher zu stellen. Der Anschluss des Ortsteiles (OT) Wilmersdorf sollte über den OT Weesow erfolgen. Diese Maßnahme vor allen Rohrnetzmaßnahmen zu priorisieren, da das WW Wilmersdorf auf absehbare Zeit keine Versorgungssicherheit mehr bietet. Der zu verwendende Rohrtyp muss mindestens einen Innendurchmesser von $d_i = 150 \text{ mm}$ (DN 150) aufweisen. Zur Aufrechterhaltung der örtlichen Wasserversorgung sind in Bezug auf den Versorgungsdruck keine weiteren Maßnahmen, wie die Anhebung des Ausgangsdruckes am WW Werneuchen oder gesonderte Druckerhöhungsstationen erforderlich. Eine Beschreibung der zu erwartenden Druckverhältnisse ist unter dem Punkt 8.2.2 zu finden.

b) Anschluss Werneuchen - Ost an VG Werneuchen

Der Anschluss des Versorgungsgebietes Werneuchen - Ost ist vorzugsweise über eine direkte Verbindung entlang der B 158/Freienwalder Chaussee herzustellen. Der notwendige



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Leitungsausbau wäre, unter Berücksichtigung eines potenziellen Zusatzverbrauchs der ZUEGG GmbH Deutschland (Freienwalder Ch. 21), mit der Nennweite DN 200 (bis Höhe ZUEGG) bzw. DN 150 (ab ZUEGG bis Werneuchen Ost) auszustatten. Wird die ZUEGG GmbH nicht durch den AG versorgt, so ist eine Leitungsdimensionierung auf DN 150 vorzunehmen (vgl. 8.2.2). Einen Anschluss über den Schönfelder Damm (Hirschfelde) wäre mit einem hydraulischen Mehraufwand verbunden, welcher primär durch die Zusatzbelastung der Zubringerleitung von Werneuchen nach Hirschfelde induziert wird. Dabei wäre auf besagter Leitung ein Druckverlust von $p_v = 3,5$ bar zu erwarten und dementsprechend unzureichende Versorgungsdrücke in Hirschfelde als auch Werneuchen - Ost zu verzeichnen (vgl. Pkt 8.2.2). Folglich müsste bereits eine Druckerhöhung vor Hirschfelde durch eine Druckerhöhungsstation stattfinden. Hinzu kämen weitere Umbaumaßnahmen im Rohrnetz (vgl. 8.2.2). Ein alternativer Austausch der Leitung zw. Werneuchen und Hirschfelde auf eine Nennweite DN 200 wird hingegen als nicht zielführend erachtet, um den Druckverlust von 3,5 bar zu kompensieren. Daher wird von dieser Anschlussvariante abgeraten.

Erweiterung der Reinwasserpumpstaffel im WW Werneuchen

Durch den steigenden Einwohnerbezogenen Bedarf sowie den Anschlüssen von Willmersdorf als auch Werneuchen - Ost an das Versorgungsgebiet des WW Werneuchen ist von einer Steigerung der maximalen stündlichen Fördermenge ($Q_{h,max}$) auf ca. 320 m³/h auszugehen. Die aktuelle Reinwasserpumpenstaffel wäre bei dieser Fördermenge nicht mehr in der Lage, den angestrebten Ausgangsdruck von $p = 5,3$ bar zu halten. Daher wird ein sukzessiver Ausbau derer auf eine 5 + 1-Staffel empfohlen. Derzeit ist diese als 3 + 1-Staffel ausgelegt. Bis zum Jahr 2025 sollte der Ausbau auf 4 + 1 und bis 2030 auf 5 + 1 erfolgen. Eine Auslegung der erforderlichen Pumpen (Förderhöhe zu Förderhöhe) ist dahingehend durchzuführen (vgl. 8.2.2).

Optimierung des Behälterfüllungsregimes der DEA Seefeld

Unter Punkt 8.2.2 wird die Problematik der Behälterfüllung tiefgreifend diskutiert. Aus dieser Diskussion ergaben sich zwei mögliche Lösungsansätze:

a) Die Optimierung der Behälterfüllung durch Automatisierung (dynamische Zuflussregelung)

Eine automatisierte Behälterfüllung erlaubt es den Förderstrom in den Behälter in verbrauchsschwache Zeiten zu verlegen. Dies wird erforderlich, um eine Überlastung des Trinkwassernetzes (hohe Rohrreibungsverluste => unzulässige Versorgungsdrücke gemäß DVGW W 400-1) während verbrauchsstarker Zeiten zu verhindern (vgl. 8.2.2). Den limitierenden Faktor stellt die Zubringer-/Hauptleitung zwischen Werneuchen und der DEA Seefeld dar (DN 150 und DN 100). Die Zeiten geringster Stundenverbräuche sind im Versorgungsgebiet vorwiegend während der Nachtstunden zu verzeichnen. Folglich könnten größere Zuflussmengen ($Q > 25$ m³/h) während dieser Zeiträume dem Behälter zugeführt werden, ohne signifikante Versorgungsengpässe durch sinkende Versorgungsdrücke zu verursachen, wie es während der Tagstunden zu erwarten wäre. Der bis zum Jahr 2025 zu erwartende Anstieg im Verbrauch wird diese Problematik noch intensivieren. Daher sollte eine Behälterzuflussberechnung nach der



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



fluktuierenden Wassermenge erfolgen, um optimale Füllzeiten als auch Füllmengen zu definieren. Als Voraussetzung für eine Automatisierung des Behälterfüllstandes wird eine elektronische Erfassung der Behälterfüllstände sowie der stündlichen Abgabemengen in das nachgeschaltete Trinkwassernetz notwendig und erforderlich. Sollte durch die stattfindenden Berechnungen festgestellt werden, dass eine Entleerung nicht sicher vermieden werden kann, muss eine Erweiterung der Hauptleitung bis zur DEA Seefeld erfolgen.

b) Rohrnetzaustausch der Hauptleitung / Zubringerleitung Werneuchen bis DEA Seefeld

Sollte der Ansatz a) keine Lösung der Behälterfüllung aufzeigen, bleibt nur der Austausch der Hauptleitung zwischen Werneuchen und Seefeld übrig. Dies schließt den nachfolgenden Leitungsabschnitt bis zur DEA Seefeld mit ein (vgl. Pkt. 8.2.2). Die Zubringerleitung zw. Werneuchen und Seefeld müsste auf die Nennweite DN 200 und die anschließende Hauptleitung auf DN 125 (vgl. Pkt. 8.2.2) erweitert werden. Der Ausbau der Nennweiten würde eine deutlich höhere Zuflussmenge zum Behälter der DEA Seefeld garantieren, ohne signifikante Rohrreibungsverluste und damit fallende Versorgungsdrücke zu verursachen.

Beseitigung von potenziellen Engpässen im Rohrnetz

Die Beseitigung bzw. Identifikation von Engpässen im Rohrnetz ist primär von den Punkten 2 und 4 abhängig. Die spezifisch aufgeführten Engpässe sind bei der Ausführung der jeweiligen Maßnahmen zu berücksichtigen. Ein von den Unterpunkten unabhängiger Leitungsabschnitt stellt die Leitung 150-St zwischen der Kreuzung Wegendorfer Straße/B 158 und der Kreuzung B 158/Köpenicker Straße dar (FIDs: 16881, 16883 und 16523). Auf diesem Leitungsabschnitt sind zukünftig relevante Rohrreibungsverluste zu erwarten ($p_v = 0,4$ bar), so dass ein Austausch bis auf eine Nennweite DN 200 empfohlen wird (vgl. Pkt. 8.2.2).

Anpassungen von Wasserwerkskomponenten an den Stand der Technik

Die Wasserwerke Werneuchen, Schönfeld und Tiefensee sind für die zukünftige Trinkwasserversorgung von hoher Relevanz. Die Wasserwerke Wilmersdorf und Werneuchen - Ost sollten auf absehbare Zeit nicht mehr genutzt werden (Außerbetriebnahme), da diese einen unwirtschaftlich hohen Sanierungsbedarf aufweisen. Die im Versorgungsgebiet verbleibenden Wasserwerke an den Standorten Werneuchen, Schönfeld und Tiefensee sind im Hinblick auf ihre bauliche Substanz und/ oder verfahrenstechnischer Komponenten einer Prüfung zu unterziehen. Dies umfasst einerseits eine zentrale Erfassung von stündlichen Abgabemengen (an die jeweiligen Versorgungsgebiete) in einem Leitsystem im WW Werneuchen. Dafür sind Magnetisch-Induktive-Durchflussmesser (MID`s) an den Wasserwerksausgängen zu installieren. Die DEA Seefeld muss ebenfalls mit MID`s ausgestattet werden. Ziel dieser Maßnahmen ist die Kontrolle der tatsächlichen Verbrauchsentwicklung sowie die Überprüfung der berechneten Verbrauchszahlen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Anschluss der ZUEGG GmbH Deutschland

Der Anschluss der ZUEGG ist abhängig von dem zukünftigen Anschluss von Werneuchen Ost. Empfohlen wird eine Leitung DN 200 aus Richtung Werneuchen entlang der B 158 bis zum zukünftigen Anschlusschacht der ZUEGG GmbH zu verlegen. Sollte jedoch aus unterschiedlichsten Gründen die andere Variante gewählt werden und die Versorgungsleitung aus Richtung Werneuchen Ost zur ZUEGG gelangen, ist eine Leitung der Nennweite DN 150 zu verlegen (vgl. Pkt. 8.2.2).

Aufbau und Pflege eines effektiven Rohrnetzmodells

Für weiterfolgende und zuverlässige Ermittlungen im hydraulischen Rohrnetz wird empfohlen, langfristig ein effektives und detailliertes Netzmodell aufzubauen und halbjährlich zu prüfen und Bestand sowie Neuverlegung einzupflegen. Zusätzlich wird im Versorgungsgebiet die Erarbeitung von Löschwasser- und Notwasser-Konzepten erforderlich.

Erweiterung des Pegelnetzes

Zur Beobachtung künftiger Ersatzstandorte für Brunnen in Sinne einer Erweiterung und Entwicklung des Versorgungsgebietes wird eine Erweiterung des Überwachungspegelnetzes erforderlich.

Zusätzliche Informationen vom VG haben potentiellen Einfluss auf die Entwicklung der Trinkwasserversorgung: Gebietskunde, geschichtliche Hintergründe (Gefahrenquellen, Qualitätsmerkmale, Engpässe), Notversorgung, Zusammenarbeit (FFW, Abwassernetz, Behörden, Landwirtschaft), Grundstücksverwaltung (Eigentum, Kaufvorhaben, Verpachtung), Schutzgebiete (NSG, WSG/TWSZ), eigenes Management, Überwachung (Messnetz). Entsprechend sind diese Informationen relevant für künftige Planungsvorhaben und Konzeptionen.

Zu überwachen sind in Werneuchen die Flächen der Nachbargrundstücke, insbesondere der landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet der Wasserfassungen sowie die Flächen im Wasserschutzgebiet vom Flugplatz, Solarfeld, Landwirtschaft/Beweidung und Lagerplätze (u.a. BergerBau).

Weiteres

Im VG Werneuchen fehlt eine Beschilderung der Trinkwasserschutzzonen. Ein entsprechender Beschilderungsplan der Unteren Wasserbehörde liegt dem Ordnungsamt zur Aufstellung vor.

Zu bedenken ist zukünftig schwerpunktmäßig die Versorgungssicherheit. Da es aktuell keine alternativen Möglichkeiten für Einzelfälle aufgrund der dezentralen Versorgung gibt, kann die Versorgungssicherheit bei Ausfällen nicht zu 100% gewährleistet werden.

Zudem ist keine ausreichende Notstromversorgung für das VG Werneuchen vorhanden.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



10. Handlungsempfehlungen und Investitionen

Für die Umsetzung der aus der Trinkwasserversorgungskonzeption aufgezeigten Maßnahmen zur Sicherung der Wasserversorgung nach Menge, Druck und Qualität auch bei steigendem Bedarf ergeben sich in Handlungsempfehlungen, die im Betriebsdienst abzarbeiten sind und Maßnahmen, die nur durch Investitionen umsetzbar sind.

Schwerpunkte dabei sind in den nächsten Jahren die Sanierung des Wasserwerkes Werneuchen als das Hauptwasserwerk im VG Werneuchen, die Sicherung der Wasserversorgung in Wilmersdorf zeitnah sowie die Absicherung der Grundwassergewinnungsanlagen (Sicherung von Brunnenstandorten!) in allen Versorgungsgebieten. Die einzelnen Wasserrechte sind den prognostizierten Bedarfswerten bis 2030 anzugleichen. Entsprechend der TWVK für das VG Werneuchen betrifft dies hauptsächlich die Wasserwerke Werneuchen, Schönfeld und Tiefensee.

Empfohlen werden zeitnah:

- Erarbeitung der Antragsunterlagen zur Verlängerung der WRE für das Wasserwerk Schönfeld (befristet bis 31.12.2020),
- Erarbeitung der Antragsunterlagen zur Verlängerung der WRE für das Wasserwerk Tiefensee (befristet bis 31.12.2021),
- Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde hinsichtlich der Wasserwerke Willmersdorf und Werneuchen - Ost ggf. für alle Wasserwerke entsprechend der TWVK speziell für die Sicherung von Wassergewinnungsanlagen,
- Erarbeitung einer Studie (Vorplanung) zur Stabilisierung / Erweiterung der Wasseraufbereitung im WW Werneuchen (Senkung Sulfat, Entcarbonatisierung),
- Erarbeitung einer Studie zur Errichtung von Ersatzbrunnen für das WW Werneuchen speziell hinsichtlich möglicher Standorte,
- Erarbeitung einer Studie zur Stabilisierung (Instandhaltung / Erweiterung des Pegelnetzes des VG Werneuchen speziell für die Wasserwerke Werneuchen, Schönfeld und Tiefensee,
- Planung Behälterfüllungsregime der DEA Seefeld, Automatisieren/Anpassen zur Entlastung der Zubringerleitung zwischen Werneuchen und Seefeld,
- Aufbau und Pflege eines effektiven Rohrnetzmodells VG Werneuchen,
- Anpassungen von Wasserwerkskomponenten (u.a MID`s) an den Stand der Technik,
- Planung zum Aufbau eines modernen Prozessleitsystems,
- Mitwirkung an der Weiterverfolgung der Entwicklung der Belastungen im Untergrund (insbesondere WW Werneuchen) unter Federführung der zuständigen Behörde, auch wenn es aktuell für andere Wasserwerke keine direkten Beeinträchtigungen gibt.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Empfohlen von den notwendigen Investitionsmaßnahmen werden zeitnah:

- Sicherung der Wasserversorgung in Willmersdorf durch Anschluss an das Versorgungsgebiet WW Werneuchen = Verlegung TWL von Weesow bis zum Ortsnetz (374 T€ Netto),
- Planung und Bau Trinkwasserbehälter WW Werneuchen.

Neben den o.g. konkret benennbaren Investitionen sind weiterhin jährlich Investitionen / Aufwendungen zur:

- systematischen Erneuerung des Rohrnetzes entsprechend den „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ (Aufwand für 5 bzw. 10 km/a bei 100 EURO/m 0,5 Mio. bzw. 1 Mio. EURO),
- Rohrnetzerweiterungen für neue Wohngebiete,
- Sicherung der materiell - technischen Basis,
- Ersatz verschlissener Anlagen (Pumpen, E - Anlagen u. ä., Brunnen u. ä.),
- Untersuchungen zur Energieeffizienz der Anlagen und daraus abgeleitete Maßnahmen

einzuplanen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Literaturverzeichnis

- /1/ FRITSCH, P., HOCH, W., MERKL, G., OTILLINGER, F., RAUTENBERG, J., WEIß, M. & WRICKE, B. (2014): Mutschmann/Stimmelmayer – Taschenbuch der Wasserversorgung, 16. Auflage, 2014, Springer Vieweg, Wiesbaden
- /2/ DVGW-REGELWERK: Arbeitsblatt W 400-1 – Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 1: Planung, 02/2015
- /3/ DVGW-REGELWERK: Arbeitsblatt W 410 – Wasserbedarf - Kennwerte und Einflussgrößen, 12/08
- /4/ Grundlagenermittlung zur Ablösung des WW Willmersdorf, 08.05.2017, AKS
- /5/ Fachgutachten zur Bemessung der TWSZ, 2017, AKS
- /6/ Statistische Angaben zur Bevölkerungsentwicklung, Planungsunterlagen zum TWB, Bestandsdaten aus dem Verbandsgebiet, 2019, Stadtwerke Werneuchen
- /7/ Untersuchungsergebnisse Labor, AKS

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Übersichtsplan zum Versorgungsgebiet Eigenbetrieb Werneuchen | 4 |
| Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung im Versorgungsgebiet Eigenbetrieb Werneuchen | 6 |
| Abbildung 3: Prozentuale Verteilung von Rohrmaterialien ohne HA | 10 |
| Abbildung 3a: Prozentuale Verteilung von Rohrmaterialien pro Meter Leitungsnetz ohne Hausanschlüsse | 10 |
| Abbildung 4: Vergleich Jahresförderleistungen der WW | 12 |
| Abbildung 5: Entwicklung des personenbezogenen Wasserverbrauches | 13 |
| Abbildung 6: Entwicklung des Eigenverbrauches der Eigenbetriebe Werneuchen | 15 |
| Abbildung 7: Entwicklung der Wasserverluste im Gesamtversorgungsgebiet | 16 |
| Abbildung 8: Vergleich der Tagesspitzenfaktoren je Versorgungsteilgebiet | 18 |
| Abbildung 9: Vergleich der Stundenspitzenfaktoren je Versorgungsteilgebiet | 19 |
| Abbildung 10: Vergleich der jährlichen Wasserbedarfswerte für die Bedarfsfälle mit und ohne Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH für den Zeitraum 2020 bis 2030 | 22 |
| Abbildung 11: Versorgung mit unterschiedlichen Trinkwässern, Abschätzung zur Mischbarkeit von Trinkwässern | 38 |
| Abbildung 12: Vergleich zeitlicher TOC-Verläufe | 39 |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: | Übersicht bekannter Entwicklungsräume gemäß Eigenbetrieb Werneuchen (2018) | 7 |
| Tabelle 2: | Übersicht des gegenwärtigen Trinkwasserversorgungsnetzes | 9 |
| Tabelle 3: | Auflistung Wasserwerke mit WW – Kapazität Q_{365} nach WRE | 11 |
| Tabelle 4: | Übersicht personenbezogener Verbrauch Q je Versorgungsteilgebiet (Jahr 2018) | 13 |
| Tabelle 5: | Vergleich der im Bewertungszeitraum 2014 – 2018 ermittelten max. $Q_{d,max}$ gemäß DVGW W 410 (2016) und Monatsförderung | 17 |
| Tabelle 6: | Übersicht der im Bewertungszeitraum 2014 – 2018 ermittelten max. $Q_{h,max}$ gemäß DVGW W 410 (2016) | 19 |
| Tabelle 7: | Wasserbedarfsprognose ohne Jahresbedarf der ZUEGG für den Zeitraum 2020 bis 2030 | 23 |
| Tabelle 8: | Wasserbedarfsprognose mit Jahresbedarf der ZUEGG für den Zeitraum 2020 bis 2030 | 23 |
| Tabelle 9: | Entwicklung der mittleren und max. Tagesverbräuche/-bedarfswerte Q_d bis 2030 ohne Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH | 24 |
| Tabelle 10: | Entwicklung der mittleren und max. Tagesverbräuche/-bedarfswerte Q_d bis 2030 mit Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH | 25 |
| Tabelle 11: | Entwicklung der mittleren und max. Stundenverbräuche/-bedarfswerte Q_h bis 2030 ohne Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH | 25 |
| Tabelle 12: | Entwicklung der mittleren und max. Stundenverbräuche/-bedarfswerte Q_h bis 2030 mit Zusatzbedarf der ZUEGG Deutschland GmbH | 26 |
| Tabelle 13: | Wasserrechtliche Erlaubnisse (WRE) der einzelne Wasserwerke | 30 |
| Tabelle 14: | Kapazitäten der einzelnen Wasserwerke | 34 |
| Tabelle 15: | Wasserbedarfsgrößen der einzelnen Versorgungsgebiete 2025 (2030) | 35 |
| Tabelle 16: | Wasserbedarfsgrößen der einzelnen Versorgungsgebiete 2025 (2030) mit ZUEGG | 35 |
| Tabelle 17: | Vergleich Bedarf / Kapazität Wasserwerkskapazität | 36 |
| Tabelle 18: | Vergleich Bedarf / Kapazität Reinwasserförderkapazität | 36 |
| Tabelle 19: | Mindestversorgungsdruck für Gebäude unterschiedlicher Bebauungshöhen gemäß DVGW W 400-1 (2015) | 40 |



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Übersichtsplan**

- ◆ Übersichtslageplan Versorgungsgebiet, M 1: 35.000

Anlage 2 **Rohrnetzrechnungen**

- ◆ Bl.-Nr.: 1 Werneuchen, M 1: 14.000
- ◆ Bl.-Nr.: 2 Werneuchen-Ost, M 1: 4.000
- ◆ Bl.-Nr.: 3 Weesow, M 1: 6.000
- ◆ Bl.-Nr.: 4 Seefeld-Löhme-Krummensee, M 1: 3.500
- ◆ Bl.-Nr.: 5 Hirschfelde, M 1: 4.500
- ◆ Bl.-Nr.: 6 Schönfeld, M 1: 3.500
- ◆ Bl.-Nr.: 7 Willmersdorf, M 1: 3.500
- ◆ Bl.-Nr.: 8 Tiefensee, M 1: 4.500

Anlage 3 **Kurzcharakteristik der Wasserwerke und Anlagen**

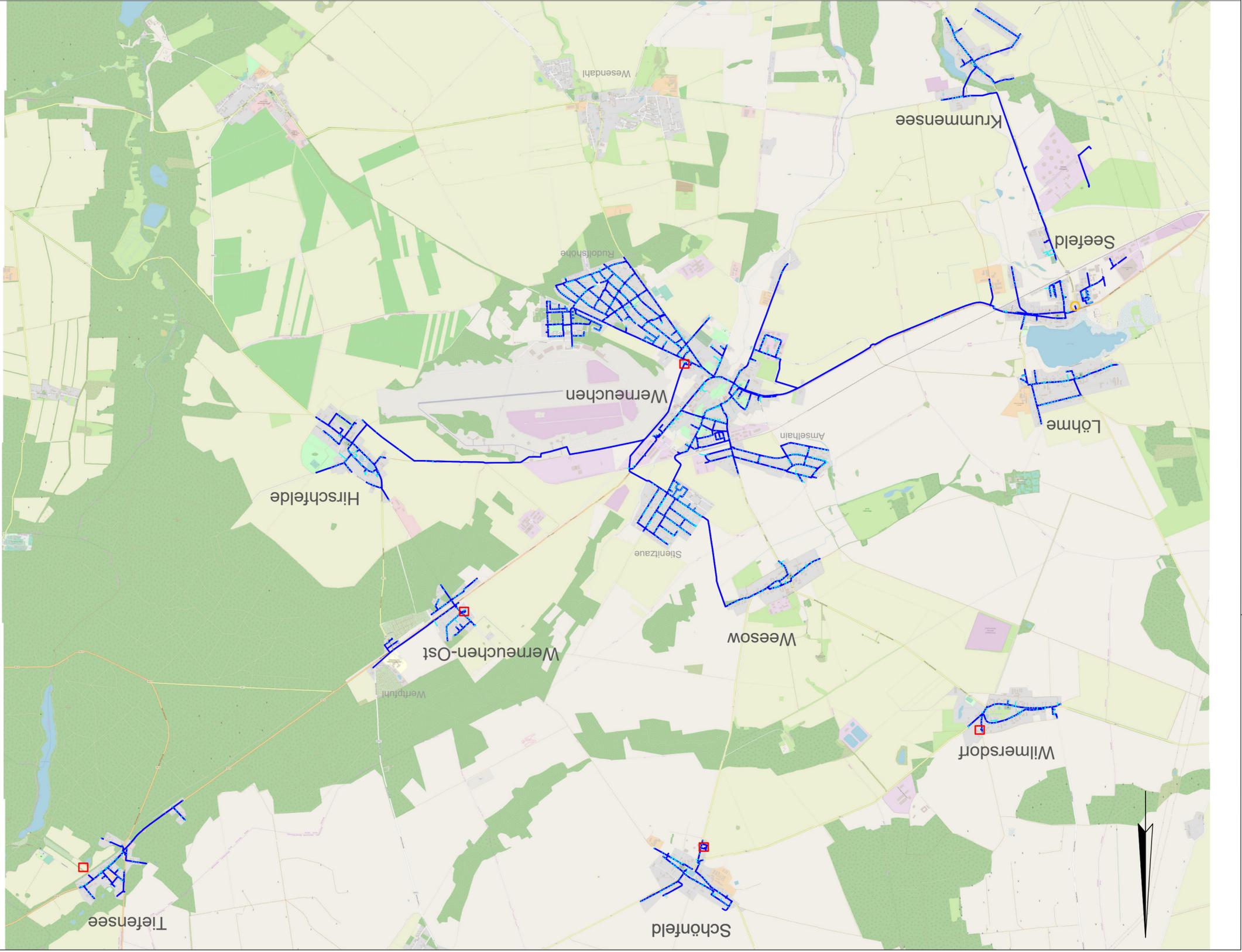
- ◆ Bl.-Nr.: 1 WW Werneuchen
- ◆ Bl.-Nr.: 2 WW Werneuchen-Ost
- ◆ Bl.-Nr.: 3 WW Schönfeld
- ◆ Bl.-Nr.: 4 WW Willmersdorf
- ◆ Bl.-Nr.: 5 WW Tiefensee
- ◆ Bl.-Nr.: 6 DEA Seefeld

Anlage 4 **Technologieschema (vereinfacht) der Wasserwerke**

- ◆ Bl.-Nr.: 1 WW Werneuchen
- ◆ Bl.-Nr.: 2 WW Werneuchen - Ost
- ◆ Bl.-Nr.: 3 WW Schönfeld
- ◆ Bl.-Nr.: 4 WW Willmersdorf
- ◆ Bl.-Nr.: 5 WW Tiefensee

Anlage 5 **Analyse Enteisungs- und Entmanganungsfiltration**

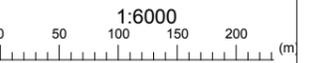
- ◆ Bl.-Nr.: 1 WW Werneuchen
- ◆ Bl.-Nr.: 2 WW Werneuchen-Ost
- ◆ Bl.-Nr.: 3 WW Schönfeld
- ◆ Bl.-Nr.: 4 WW Willmersdorf
- ◆ Bl.-Nr.: 5 WW Tiefensee



- Legende:**
- Rohrleitungssystem Trinkwasser
 - Rohrleitungssystem Hausanschlüsse (HA)
 - Standort WW
 - Standort DEA Seefeld

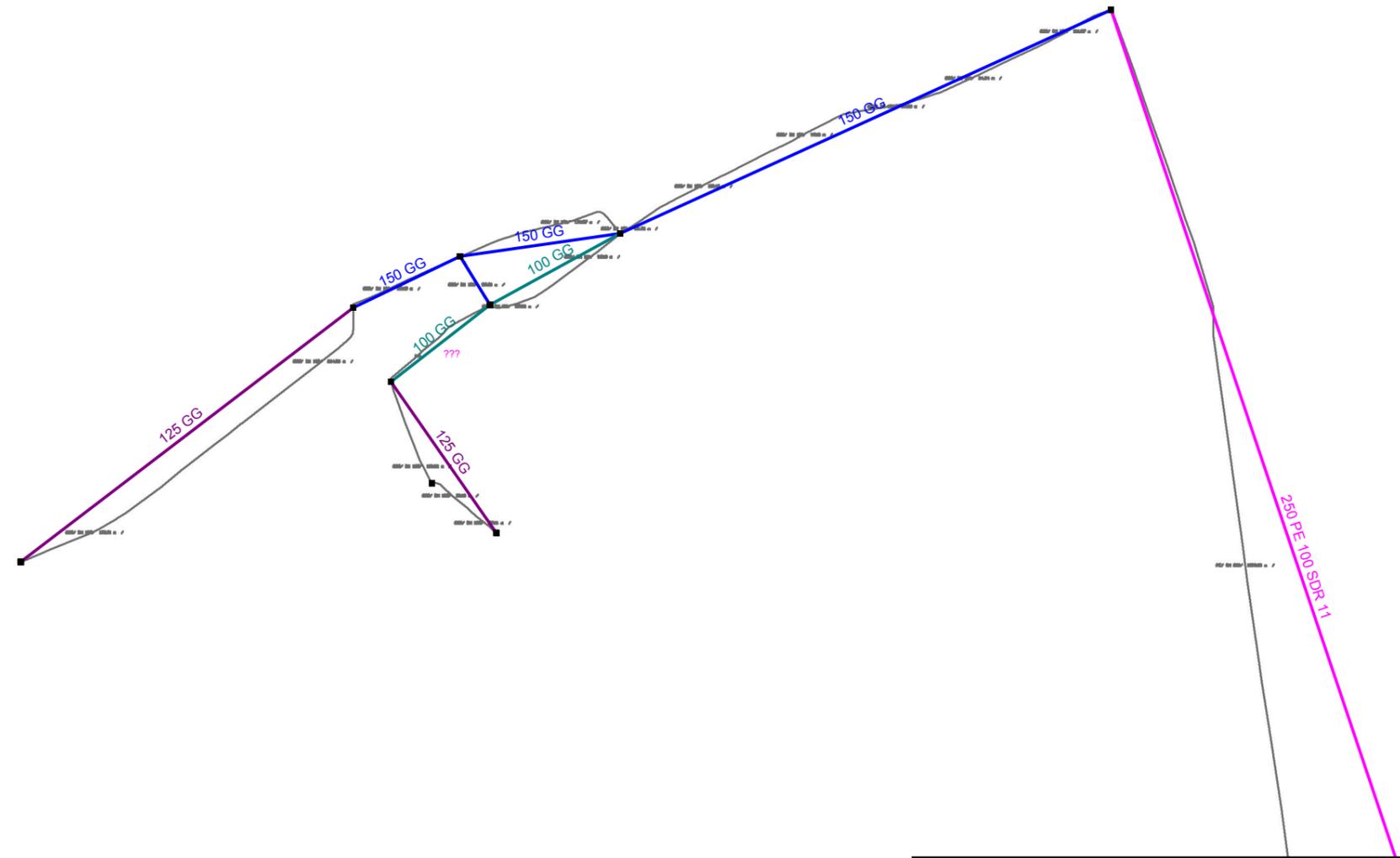


| | | | |
|---------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Auftragsnummer: 1902003_TWP | | | |
| Benennung: Übersichtslageplan - Versorgungsgebiet | | Auftraggeber: gepr: 14.04.2020 gez: Hölzel bearb: 04/2020 Münchenberg gez: 03/2020 Münchenberg Datum: Name: Aqua-Kommunal Service GmbH | |
| Anlage 1 | Bl.-Nr.: 1 | Objekt: TWVK Werneuchen 2020 - 2025 | Auftragnehmer: AKS |
| re. ohne | ll: 1 : 35.000 | Änderung: | Index: |
| Maststab: | Datum: | durch: | |

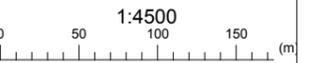


Leitungen:
Innendurchm.(mm)

- █ [200.0 - 300.0]
- █ [150.0 - 200.0]
- █ [125.0 - 150.0]
- █ [102.2 - 125.0]
- █ [75.0 - 102.2]
- █ [51.4 - 75.0]
- █ [25.0 - 51.4]
- █ [0.0 - 25.0]

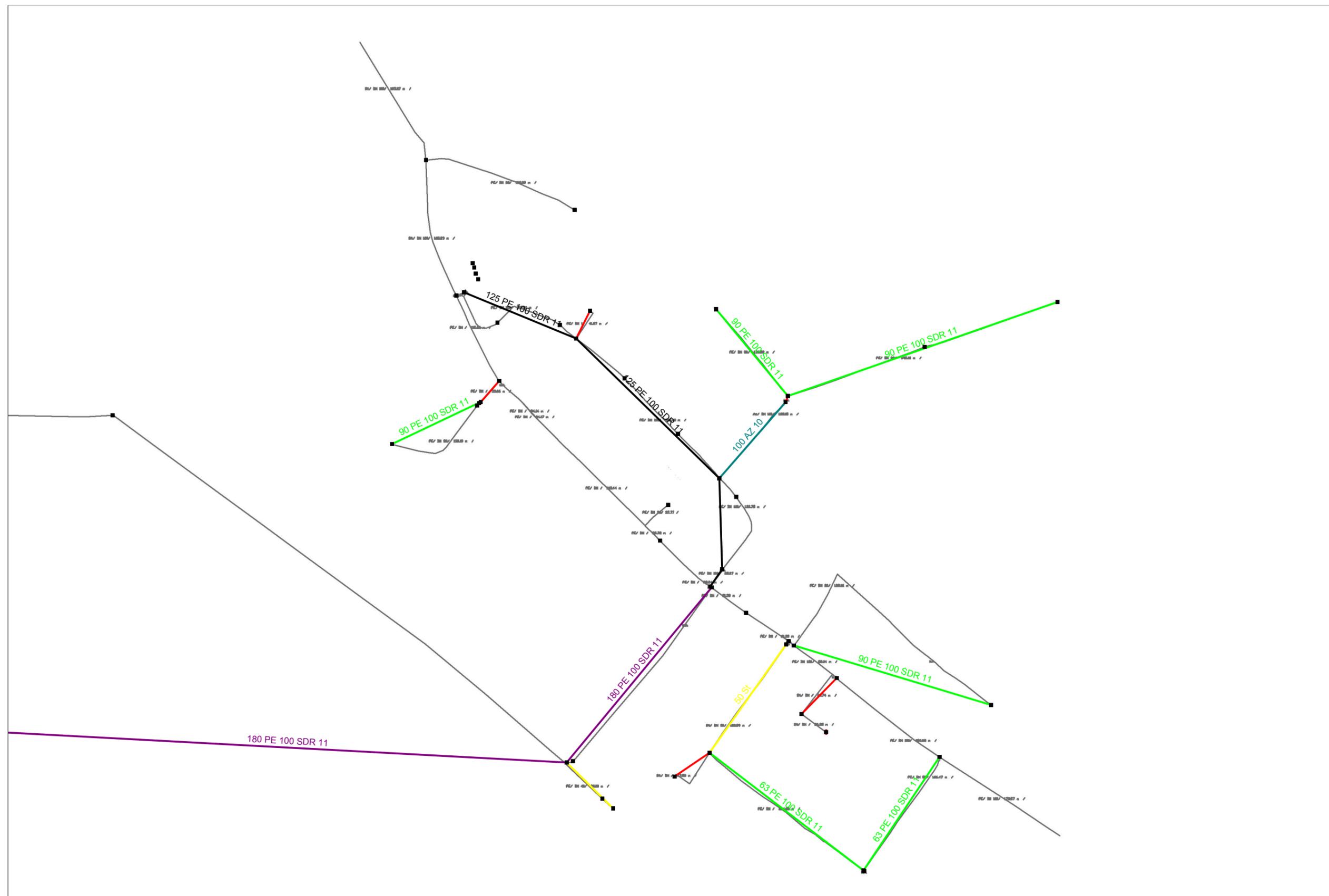


| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|---------------------------|
|  | | Maßstab 1:6000 | |
| | | Rohrnetzrechnung Eigenbetrieb Werneuchen | |
| | | Datum | Name |
| | | Bearb. | Borchardt |
| | | Gepr. | |
| | | Norm | |
| | | Weesow | |
| | | 1902003_TWP | TWVK Werneuchen 2020-2025 |
| | | Anlage 2 Blatt 3 | |
| Zust. | Anderung | Datum | Name |



Leitungen:
Innendurchm.(mm)

- [200.0 - 300.0[
- [150.0 - 200.0[
- [125.0 - 150.0[
- [102.2 - 125.0[
- [75.0 - 102.2[
- [51.4 - 75.0[
- [25.0 - 51.4[
- [0.0 - 25.0[

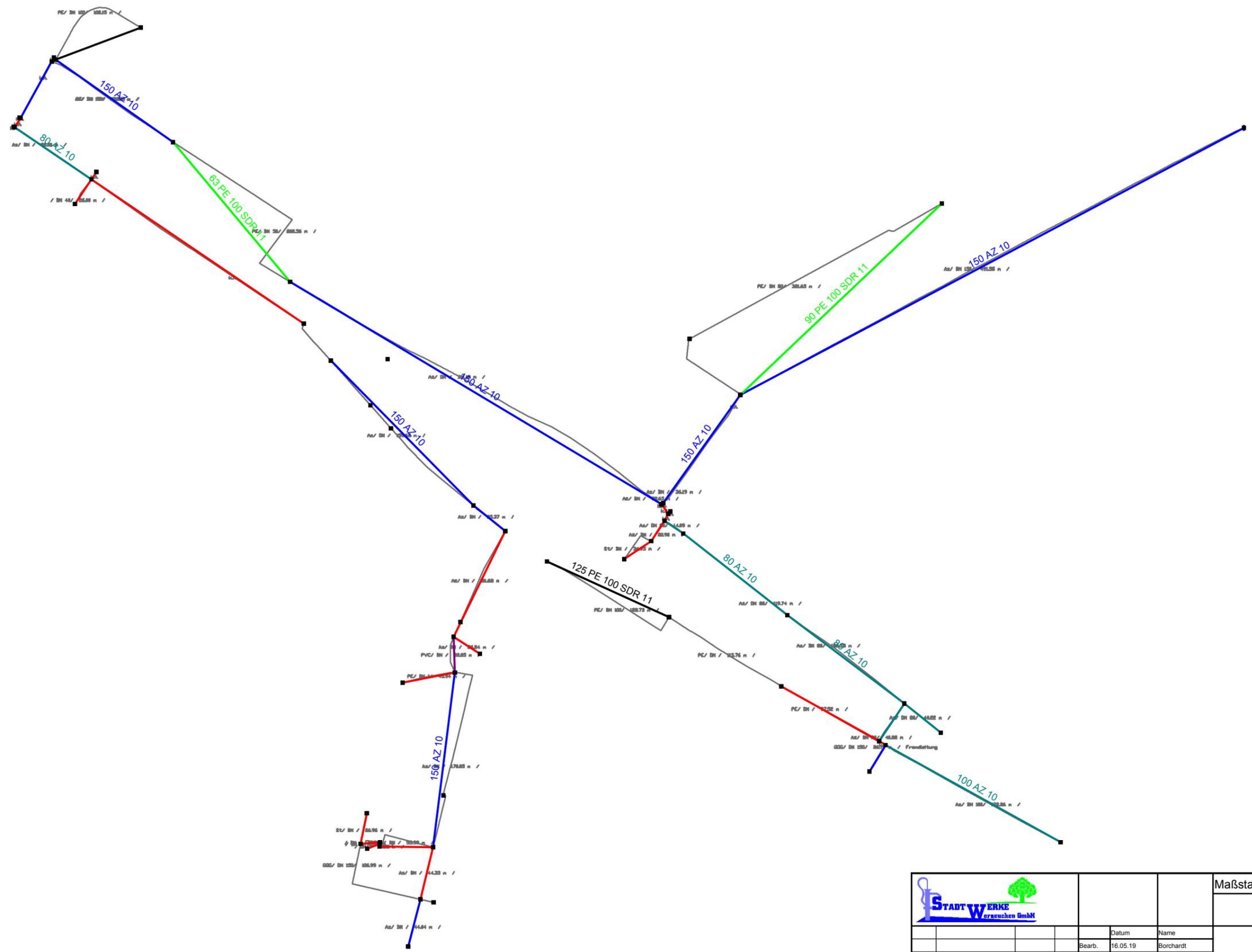


| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|-----------|
|  | | Maßstab 1:4500 | |
| | | Rohrnetzrechnung Eigenbetrieb Werneuchen | |
| | | Datum | Name |
| | | Bearb. | Borchardt |
| | | Gepr. | |
| Hirschfelde | | Norm | |
| | | | |
| 1902003_TWP | | TWVK Werneuchen 2020-2025 | |
| | | Anlage 2 | Blatt 5 |
| Zust. | Änderung | Datum | Name |



Leitungen:
Innendurchm.(mm)

- [200.0 - 300.0[
- [150.0 - 200.0[
- [125.0 - 150.0[
- [102.2 - 125.0[
- [75.0 - 102.2[
- [51.4 - 75.0[
- [25.0 - 51.4[
- [0.0 - 25.0[

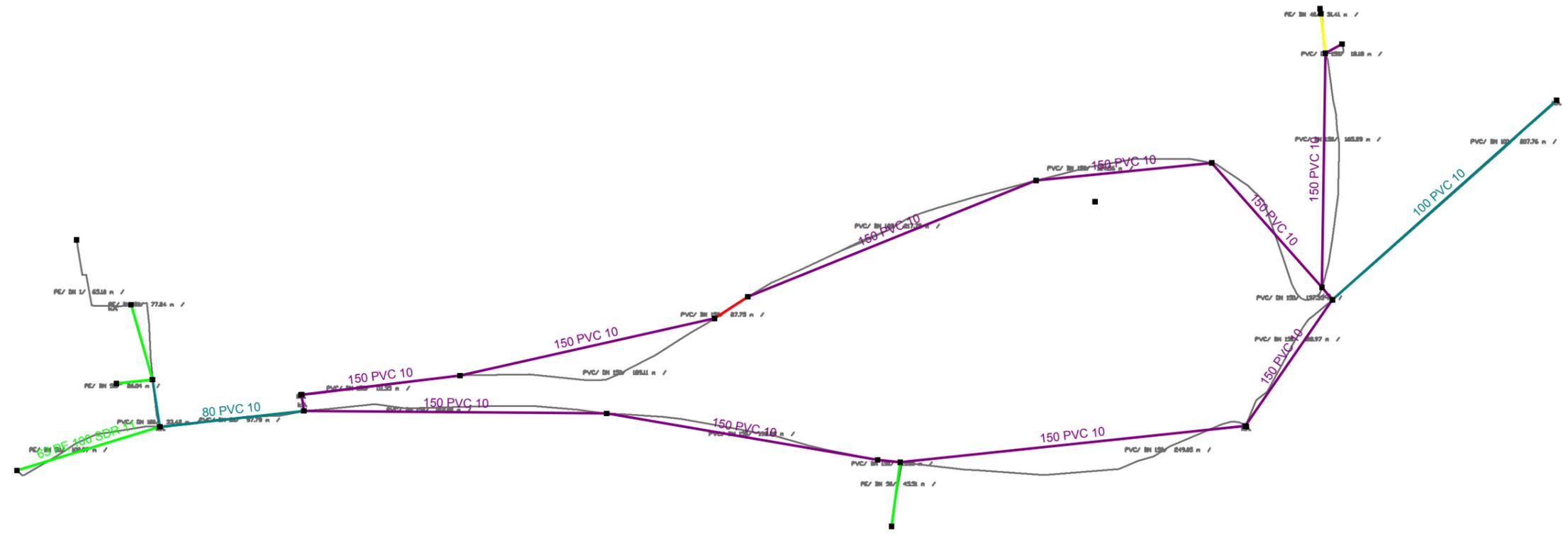


| | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------------|-----------|
| | | Maßstab 1:3500 | |
| | | Rohrnetzrechnung Eigenbetrieb Werneuchen | |
| | | Datum | Name |
| | | Bearb. | Borchardt |
| | | Gepr. | |
| <h2 style="margin: 0;">Schönfeld</h2> | | Norm | |
| | | | |
| 1902003_TWP | | TWVK Werneuchen 2020-2025 | |
| | | Anlage | 2 |
| | | Blatt | 6 |

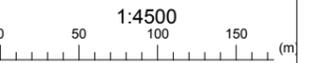


Leitungen:
Innendurchm.(mm)

- [200.0 - 300.0]
- [150.0 - 200.0]
- [125.0 - 150.0]
- [102.2 - 125.0]
- [75.0 - 102.2]
- [51.4 - 75.0]
- [25.0 - 51.4]
- [0.0 - 25.0]

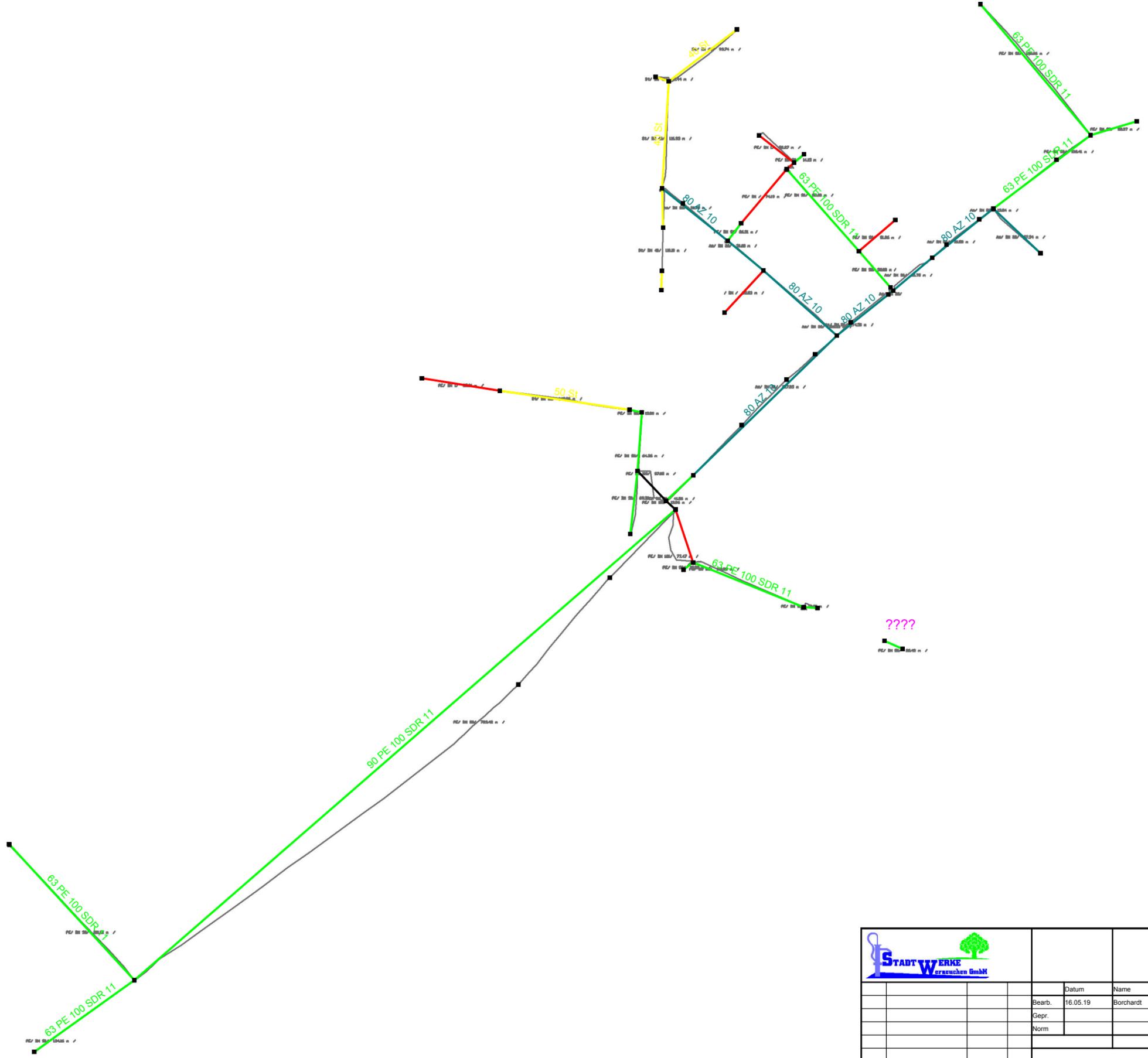


| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|---------------------------|
|  | | Maßstab 1:3500 | |
| | | Rohrnetzrechnung Eigenbetrieb Werneuchen | |
| | | Datum | Name |
| | | Bearb. | 16.05.19 Borchardt |
| | | Gepr. | |
| | | Norm | |
| | | Wilmersdorf | |
| | | 1902003_TWP | TWVK Werneuchen 2020-2025 |
| | | Anlage 2 Blatt 7 | |
| Zust. | Änderung | Datum | Name |



Leitungen:
Innendurchm.(mm)

- [200.0 - 300.0]
- [150.0 - 200.0]
- [125.0 - 150.0]
- [102.2 - 125.0]
- [75.0 - 102.2]
- [51.4 - 75.0]
- [25.0 - 51.4]
- [0.0 - 25.0]



????

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------|--------------------|
|  | | Maßstab 1:4500 | |
| | | Rohrnetzberechnung Eigenbetrieb Werneuchen | |
| | | Datum | Name |
| | | Bearb. | 16.05.19 Borchardt |
| | | Gepr. | |
| Tiefensee | | Norm | |
| | | | |
| 1902003_TWP | | TWVK Werneuchen 2020-2025 | |
| | | Anlage 2 | Blatt 8 |
| Zust. | Anderung | Datum | Name |



Kurzcharakteristik



Wasserwerke und Einspeisungen



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Wasserwerk Werneuchen

Baujahr: um 1937 - 1939
operative Instandsetzungsarbeiten
Ersatzbrunnen von 2006 bis 2014



➤ Wasserqualität

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Rohwasserqualität: | aus Beprobungen 2018 bis 2020 | |
| pH-Wert | | 7,05 bis 7,45 |
| Gesamthärte | °dH | 19 bis 48 !!! (Brunnen 1) |
| Ammonium | mg/l | <0,05 bis 0,2 |
| Nitrat | mg/l | <0,1 |
| Eisen | mg/l | 1,14 bis 7,85 (Brunnen 1) |
| Mangan | mg/l | 0,11 bis 0,489 |
| Kalzium | mg/l | 113 bis 290 (Brunnen 1) |
| Chlorid | mg/l | 18 bis 250 (Brunnen 1) |
| Sulfat | mg/l | 96 bis 320 (Brunnen 1) |
| DOC | gel. org. Kohlenstoff mg/l | 4,49 bis 6,60 |
| Leitfähigkeit | yS/cm | 1850 (Brunnen 1) bis 639 |

Beurteilung:

Die zeitliche Entwicklung der hydrochemischen Zusammensetzung des zur Trinkwasseraufbereitung genutzten Rohwassers hat gezeigt, dass eine zunehmende Anreicherung von Sulfat im Grundwasser stattfindet. Zeitweise kam es bereits zu einer Überschreitung des Grenzwertes ($c(\text{SO}_4^{2-}) = 250 \text{ mg/l}$). Der Brunnen 1 kann nicht mehr zur GW-Aufbereitung herangezogen werden. Weiterhin ist eine starke Zunahme der Gesamthärte (48 °dH bzw. 8,5 mmol/l) als auch Karbonathärte (15 °dH bzw. 2,7 mmol/l) zu beobachten gewesen. Diese Problematik trifft momentan insbesondere auf den Brunnen 1 der aktuellen Rohwasserfassung zu. Während die restlichen Brunnen 2 – 5 noch nicht in dem Maße betroffen sind, jedoch eine ähnliche Tendenz aufweisen.



VG Werneuchen

Trinkwasserversorgungskonzeption

2020 - 2025



Reinwasserqualität: aus Beprobungen 2020

| | | |
|------------------------------|------|----------------------|
| pH-Wert im Reinwasser gesamt | | 7,15 bis 7,63 |
| Eisen | mg/l | <0,01 bis 0,08 |
| Mangan | mg/l | <0,005 bis 0,429* |
| Gesamthärte | °dH | 29,1 |
| Sulfat | mg/l | 170 |
| Chlorid | mg/l | 110 |
| Bakteriologie | | keine Beanstandungen |

Beurteilung: Reinwasser entspricht in den meisten Fällen den Forderungen der gültigen Trinkwasserverordnung; * durch den Betrieb des Brunnen 1 wird die Aufbereitungsanlage stark überlastet.

➤ Kapazitäten WW Werneuchen

Technologie des Wasserwerkes: siehe Technologieschema (vereinfacht) Anlage 4
Zweistufenbetrieb

| | |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grundwassergewinnung | |
| - Rohwasserförderung | 4 + (1) Vertikalfilterbrunnen (UWM - Pumpen) |
| Sauerstoffeintrag | Kompressoranlage + Luftmischer |
| Enteisenung / Entmanganung | 3 Einstufenfilter 3.000 x 2.500 x 10 bar |
| Ammoniumeliminierung | (Filtersand) im Parallelbetrieb |
| Reinwasserzischenspeicher | 2 x 100 m ³ = 200 m ³ Fassungsvermögen Baujahr 1937 |
| Reinwasserförderung | Kompaktanlage von LOWARA 3 + 1 Vertikale Hochdruckkreiselpumpen Gesamt ca. 180 m ³ /h |
| Desinfektion | UV - Desinfektionsanlage |

Wasserrecht:

Wasserrechtliche Erlaubnis vom 2002 : Reg. Nr. WV-S IV - We - 1/16

| | | |
|------------------|---|-------------------------|
| Q ₃₆₅ | = | 1.400 m ³ /d |
| Q ₃₀ | = | 2.000 m ³ /d |
| Q ₁ | = | 3.000 m ³ /d |

Trinkwasserschutz:

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes WW Werneuchen durch Beschluss des Kreistages Barnim Nr. 271-22/19 vom 06.März 2019

Größe: gemäß Anlage zum Beschluss

Veröffentlichung Amtsblatt für den LK Barnim Nr. 5/2019 vom 12.03.2019

Rohwasserkapazität:

Die 5 Brunnen sind entsprechend der hydrogeologischen Voraussetzungen des quartären Grundwasserleiters mit U - Pumpen gleicher Leistungsfähigkeit von 46 m³/h bestückt. In die Kapazitätsbilanz gehen nach dem Reserveprinzip 4 Brunnen ein. Es wird von einer gesicherten, verfügbaren **Rohwasserkapazität** von 4 x 46 m³/h ca. **180 m³/h** ausgegangen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Aufbereitungskapazität: 225 m³/h (unter Vorbehalt Lebensdauer der Filter von 1937)

➔ **Gesamtkapazitäten WW Werneuchen**

| | | |
|------------------|---|-------------------------|
| Q ₃₆₅ | = | 1.400 m ³ /d |
| Q ₁ | = | 3.000 m ³ /d |
| Q _h | = | 180 m ³ /h |

Zusammenfassung / Schlussfolgerungen:

Das Wasserwerk Werneuchen ist das Hauptwasserwerk im VG Werneuchen.

Es sind insgesamt 5 Brunnen vorhanden, von denen der Brunnen 1 für die Trinkwasserversorgung nicht mehr genutzt werden kann. Es ist zwingend erforderlich, Standorte für Ersatzbrunnen in östlicher Richtung von der bestehenden Wasserfassung zu sichern. Des Weiteren sind die Brunnen der Altfassung, die sich alle im Zustrombereich der neuen Versorgungsbrunnen befinden, fachgerecht zurückzubauen, um negative Einflüsse für die Versorgungsbrunnen weitestgehend zu vermeiden. Die gegenwärtige maximale Kapazität von Rohwasserförderung und Aufbereitung beträgt ca. 180 m³/h. Die Tageskapazität ist durch die WRE für Q_{dmax} auf 3.000 m³/d begrenzt. Aufbereitungsanlage, Wasserspeicherung und Reinwasserförderung müssen zeitnah saniert und für den steigenden Wasserbedarf ausgelegt werden.

Empfohlene Maßnahmen:

- Stabilisierung / Erweiterung der Wasseraufbereitung im WW Werneuchen (ggf. Senkung Sulfat, Entcarbonatisierung),
- Standortsicherung für Ersatzbrunnen in östlicher Richtung von der bestehenden Wasserfassung des WW Werneuchen
- Erkundung Tertiär am Standort WW Werneuchen,
- Fachgerechter Rückbau der Altbrunnen des WW Werneuchen,
- Neubau Trinkwasserspeicher mit Reinwasserpumpenanlage im WW Werneuchen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Wasserwerk Werneuchen - Ost

Baujahr: um 1950
Brunnen 1965 / 1981



➤ Wasserqualität

Rohwasserqualität: aus Beprobung 2019

| | | |
|---------------|----------------------------|---------------|
| pH-Wert | | 7,25 |
| Gesamthärte | °dH | 22,8 |
| Ammonium | mg/l | <0,05 |
| Nitrat | mg/l | <0,1 bis 0,38 |
| Eisen | mg/l | 0,873 |
| Mangan | mg/l | 0,157 |
| Kalzium | mg/l | 141 |
| Chlorid | mg/l | 32 |
| Sulfat | mg/l | 180 |
| DOC | gel. org. Kohlenstoff mg/l | 5,53 |
| Leitfähigkeit | yS/cm | 736 |

Beurteilung:

Das Rohwasser ist wie bei allen anderen Wasserwerken im VG Werneuchen sehr hart. Problematisch ist der steigende Sulfatgehalt, der auf einen starken Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung im Umfeld des Einzugsgebietes hinweist.

Reinwasserqualität: aus Beprobungen 2018 - 2020

| | | |
|------------------------------|------|----------------------|
| pH-Wert im Reinwasser gesamt | | 7,37 bis 7,53 |
| Eisen | mg/l | <0,01 bis 0,016 |
| Mangan | mg/l | <0,005 bis 0,223* |
| Gesamthärte | °dH | 22,6 |
| Sulfat | mg/l | 180 |
| Chlorid | mg/l | 34 |
| Bakteriologie | | keine Beanstandungen |

Beurteilung: Reinwasser entspricht in den meisten Fällen den Forderungen der gültigen Trinkwasserverordnung; * der Sauerstoffgehalt muss für die Aufbereitung über 4 mg/l liegen, ansonsten wird die Aufbereitung nicht abgeschlossen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



➤ Kapazitäten WW Werneuchen - Ost

Technologie des Wasserwerkes: siehe Technologieschema (vereinfacht) Anlage 4
Einstufenbetrieb

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| Grundwassergewinnung | |
| - Rohwasserförderung | 2 Vertikalfilterbrunnen (UWM - Pumpen) |
| Sauerstoffeintrag | Kompressoranlage + Luftmischer |
| Enteisung / Entmanganung | 1 Einstufenfilter 1.200 x 2.000 x 6 bar |
| Ammoniumeliminierung | (Filtersand) im Parallelbetrieb |
| Rohwasserförderrung | = Reinwasserförderung |

Wasserrecht:

Wasserrechtliche Erlaubnis vom 12.07.2006: Reg. Nr. WV-S IV - We - 1/06
(befristet bis 31.12.2021)

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Q_{365} | = | 50 m ³ /d |
| Q_{30} | = | 100 m ³ /d |
| Q_1 | = | 200 m ³ /d |

Trinkwasserschutz:

Festsetzung des Wasserschutzgebietes WW Werneuchen - Ost durch Beschluss des Kreistages Bernau vom 09.11.1983 (145 – 27/83)

Rohwasserkapazität:

Die 2 Brunnen sind entsprechend der hydrogeologischen Voraussetzungen des Grundwasserleiters mit U – Pumpen gleicher Leistungsfähigkeit von etwa 10 m³/h bestückt. Es wird von einer gesicherten, verfügbaren **Rohwasserkapazität** von 1 x 10 m³/h = **10 m³/h** ausgegangen, unter Einbeziehung des Altbrunnens 27 m³/h.

Aufbereitungskapazität: 27 m³/h

➔ **Gesamtkapazitäten WW Werneuchen - Ost**

| | | |
|-----------|---|---------------------------------------------|
| Q_{365} | = | 50 m ³ /d |
| Q_1 | = | 200 m ³ /d |
| Q_h | = | 10 m ³ /h (27 m ³ /h) |

Insgesamt besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW - Geländes. Rohwasserseitig existieren 2 Brunnen. Ersatzbrunnenstandorte auf dem kleinen WW - Gelände sind nicht mehr realisierbar.



Wasserwerk Schönfeld



➤ Wasserqualität

Rohwasserqualität: aus Beprobung 2019

| | | |
|---------------|----------------------------|-------|
| pH-Wert | | 7,23 |
| Gesamthärte | °dH | 17,8 |
| Ammonium | mg/l | <0,05 |
| Nitrat | mg/l | <0,1 |
| Eisen | mg/l | 1,80 |
| Mangan | mg/l | 0,175 |
| Kalzium | mg/l | 111 |
| Kalium | mg/l | 1,04 |
| Chlorid | mg/l | 26 |
| Sulfat | mg/l | 100 |
| DOC | gel. org. Kohlenstoff mg/l | 5,56 |
| Leitfähigkeit | yS/cm | 650 |

Beurteilung:

Das Rohwasser ist wie bei allen anderen Wasserwerken im VG Werneuchen sehr hart. Auch hier zeichnet sich ein leicht steigender Sulfatgehalt ab, wenn auch gegenwärtig mit 100 mg/l im Normalbereich liegend. Auf einen starken landwirtschaftlichen Einfluss ist aus der Gesamtanalytik zu schlussfolgern.

Reinwasserqualität: aus Beprobungen 2018 - 2020

| | | |
|------------------------------|------|----------------------|
| pH-Wert im Reinwasser gesamt | | 7,31 bis 7,42 |
| Eisen | mg/l | <0,01 bis 0,041 |
| Mangan | mg/l | <0,005 bis 0,038* |
| Gesamthärte | °dH | 17,9 bis 22,3 |
| Sulfat | mg/l | 140 |
| Chlorid | mg/l | 37 |
| Bakteriologie | | keine Beanstandungen |

Beurteilung: Reinwasser entspricht den Forderungen der gültigen Trinkwasserverordnung;
* der Sauerstoffgehalt muss für die Aufbereitung über 4 mg/l liegen, ansonsten wird die Aufbereitung nicht abgeschlossen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



➤ Kapazitäten WW Schönfeld

Technologie des Wasserwerkes: siehe Technologieschema (vereinfacht) Anlage 4
Einstufenbetrieb

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| Rohwasserförderung | 2 Vertikalfilterbrunnen (UWM - Pumpen) |
| Sauerstoffeintrag | Kompressoranlage + Luftmischer |
| Enteisung / Entmanganung | 2 Einstufenfilter 1.000 x 3.000 x 6 bar |
| Ammoniumeliminierung | (Filtersand) im Parallelbetrieb |
| Rohwasserförderrung | = Reinwasserförderung |

Wasserrecht:

Wasserrechtliche Erlaubnis von 2005 : Reg. Nr. WV- 0 - III - Sc - 1/05
(befristet bis 31.12.2020)

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Q_{365} | = | 150 m ³ /d |
| Q_{30} | = | 250 m ³ /d |
| Q_1 | = | 300 m ³ /d |

Trinkwasserschutz:

kein Wasserschutzgebiet bekannt

Rohwasserkapazität:

Die 2 Brunnen sind entsprechend der hydrogeologischen Voraussetzungen des Grundwasserleiters mit U – Pumpen gleicher Leistungsfähigkeit von etwa 10 m³/h bestückt. Es wird von einer gesicherten, verfügbaren **Rohwasserkapazität** von 1 x 10 m³/ h = **10 m³/h** ausgegangen, unter Einbeziehung beider Brunnen 25 m³/h.

Aufbereitungskapazität: 25 m³/h

➔ **Gesamtkapazitäten WW Schönfeld**

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Q_{365} | = | 150 m ³ /d |
| Q_1 | = | 300 m ³ /d |
| Q_h | = | 25 m ³ /h |

Insgesamt besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW - Geländes. Rohwasserseitig existieren 2 Brunnen. Ersatzbrunnenstandorte auf dem kleinen WW - Gelände sind nicht mehr realisierbar.

Im VG Werneuchen ist das Wasserwerk Schönfeld auf Grund des Grundwasserpotentials als zweites Wasserwerk neben dem Hauptwasserwerk Werneuchen zu entwickeln.

Der Trinkwasserschutz ist durch den Aufbau eines hydrologischen Dreieckes im Zustrom zur Brunnenanlage zu überwachen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Wasserwerk Willmersdorf



➤ Wasserqualität

Rohwasserqualität: aus Beprobung 2019

| | | |
|---------------|----------------------------|-------|
| pH-Wert | | 6,99 |
| Gesamthärte | °dH | 30,3 |
| Ammonium | mg/l | <0,05 |
| Nitrat | mg/l | 0,14 |
| Eisen | mg/l | 1,82 |
| Mangan | mg/l | 0,223 |
| Kalzium | mg/l | 188 |
| Kalium | mg/l | 1,44 |
| Chlorid | mg/l | 57 |
| Sulfat | mg/l | 250 |
| DOC | gel. org. Kohlenstoff mg/l | 5,76 |
| Leitfähigkeit | yS/cm | 1.020 |

Beurteilung:

Das Rohwasser ist wie bei allen anderen Wasserwerken im VG Werneuchen sehr hart. Problematisch ist der steigende Sulfatgehalt, der auf einen starken Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung im Umfeld des Einzugsgebietes hinweist. Der zweite Brunnen musste wegen der erheblichen Überschreitung des Grenzwertes für Sulfat (> 300 mg/l) außer Betrieb genommen werden.

Reinwasserqualität: aus Beprobungen 2018 - 2020

| | | |
|------------------------------|------|----------------------|
| pH-Wert im Reinwasser gesamt | | 7,23 bis 7,42 |
| Eisen | mg/l | <0,01 bis 0,032 |
| Mangan | mg/l | <0,005 bis 0,011* |
| Gesamthärte | °dH | 29,3 |
| Sulfat | mg/l | 250 bis 270 |
| Chlorid | mg/l | 60 |
| Bakteriologie | | keine Beanstandungen |

Beurteilung: Reinwasser entspricht bis auf den hohen Sulfatgehalt in den meisten Fällen den Forderungen der gültigen Trinkwasserverordnung; * der Sauerstoffgehalt muss für die Aufbereitung über 4 mg/l liegen, ansonsten wird die Aufbereitung nicht abgeschlossen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



➤ Kapazitäten WW Willmersdorf

Technologie des Wasserwerkes: siehe Technologieschema (vereinfacht) Anlage 4
Einstufenbetrieb

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| Grundwassergewinnung | |
| - Rohwasserförderung | 1 Vertikalfilterbrunnen (UWM - Pumpen) |
| Sauerstoffeintrag | Kompressoranlage + Luftmischer |
| Enteisung / Entmanganung | 2 Einstufenfilter 1.200 x 2.000 x 6 bar |
| Ammoniumeliminierung | (Filtersand) im Parallelbetrieb |
| Rohwasserförderrung | = Reinwasserförderung |

Wasserrecht:

Wasserrechtliche Erlaubnis von 2005: Reg. Nr. WV- S IV - Wil - 1/05

| | | |
|-----------|---|----------------------|
| Q_{365} | = | 30 m ³ /d |
| Q_{30} | = | 50 m ³ /d |
| Q_1 | = | 75 m ³ /d |

Trinkwasserschutz:

kein Wasserschutzgebiet bekannt
durch Beschluss des Kreistages Barnim Nr. 271-22/19 vom 06.März 2019

Rohwasserkapazität:

Der 1 Brunnen ist entsprechend der hydrogeologischen Voraussetzungen des Grundwasserleiters mit einer U – Pumpe von etwa 20 m³/h bestückt. Es wird von einer **Rohwasserkapazität** von 1 x 20 m³/ h = **20 m³/h** ausgegangen.

Aufbereitungskapazität: 10 m³/h

➔ Gesamtkapazitäten WW Willmersdorf

| | | |
|-----------|---|----------------------|
| Q_{365} | = | 30 m ³ /d |
| Q_1 | = | 75 m ³ /d |
| Q_h | = | 10 m ³ /h |

Insgesamt besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW - Geländes. Durch die sehr hohen Sulfatgehalte musste schon 1 Brunnen außer Betrieb genommen werden. Ersatz für eine Grundwasserförderung mit besseren Sulfatgehalten konnten nicht ermittelt werden.

Das Wasserwerk muss deshalb aufgegeben und durch einen TWL – Anschluss an das WW Werneuchen abgelöst werden.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



Wasserwerk Tiefensee



➤ Wasserqualität

Rohwasserqualität: aus Beprobung 2019

| | | |
|---------------|----------------------------|------|
| pH-Wert | | 7,17 |
| Gesamthärte | °dH | 17,9 |
| Ammonium | mg/l | 0,06 |
| Nitrat | mg/l | <0,1 |
| Eisen | mg/l | 2,75 |
| Mangan | mg/l | 0,15 |
| Kalzium | mg/l | 108 |
| Kalium | mg/l | 1,11 |
| Chlorid | mg/l | 26 |
| Sulfat | mg/l | 96 |
| DOC | gel. org. Kohlenstoff mg/l | 5,03 |
| Leitfähigkeit | yS/cm | 736 |

Beurteilung:

Das Rohwasser ist vom Härtegrad 18°dH etwas weicher als die anderen Wasserwerke im VG Werneuchen. Auch der Sulfatgehalt ist im Normalbereich. Durch die Aufbereitungsanlage sind Eisen / Mangan zu eliminieren.

Reinwasserqualität: aus Beprobungen 2018 - 2020

| | | |
|------------------------------|------|----------------------|
| pH-Wert im Reinwasser gesamt | | 7,12 bis 7,49 |
| Eisen | mg/l | <0,01 bis 0,117* |
| Mangan | mg/l | <0,005 bis 0,01 |
| Gesamthärte | °dH | 16,0 bis 16,6 |
| Sulfat | mg/l | 76 |
| Chlorid | mg/l | 23 |
| Bakteriologie | | keine Beanstandungen |

Beurteilung: Das Reinwasser entspricht in den Forderungen der gültigen Trinkwasserverordnung; * der Sauerstoffgehalt muss für die Aufbereitung über 4 mg/l liegen, ansonsten wird die Aufbereitung nicht abgeschlossen.



VG Werneuchen Trinkwasserversorgungskonzeption 2020 - 2025



➤ Kapazitäten WW Tiefensee

Technologie des Wasserwerkes: siehe Technologieschema (vereinfacht) Anlage 4
Einstufenbetrieb

| | |
|--------------------------|----------------------------------------|
| Grundwassergewinnung | |
| - Rohwasserförderung | 2 Vertikalfilterbrunnen (UWM - Pumpen) |
| Sauerstoffeintrag | Kompressoranlage + Luftmischer |
| Enteisung / Entmanganung | 2 Einstufenfilter 800 x 2.500 x 6 bar |
| Ammoniumeliminierung | (Filtersand) im Parallelbetrieb |
| Rohwasserförderrung | = Reinwasserförderung |

Wasserrecht:

Wasserrechtliche Erlaubnis von 2006 : Reg. Nr. WV-S IV - Ta - 1/06
(befristet bis 31.12.2021)

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Q_{365} | = | 60 m ³ /d |
| Q_{30} | = | 150 m ³ /d |
| Q_1 | = | 300 m ³ /d |

Trinkwasserschutz:

Festsetzung des Wasserschutzgebietes WW Tiefensee durch Beschluss des Kreistages Bad Freienwalde vom 13.05.1981 (53/81)

Rohwasserkapazität:

Die 2 Brunnen sind entsprechend der hydrogeologischen Voraussetzungen des Grundwasserleiters mit U – Pumpen gleicher Leistungsfähigkeit von etwa 20 m³/h bestückt. Es wird von einer gesicherten, verfügbaren **Rohwasserkapazität** von 1 x 20 m³/h = **20 m³/h** ausgegangen, unter Einbeziehung beider Brunnen etwa 40 m³/h.

Aufbereitungskapazität: 10 m³/h

➔ Gesamtkapazitäten WW Werneuchen

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Q_{365} | = | 60 m ³ /d |
| Q_1 | = | 150 m ³ /d |
| Q_h | = | 10 m ³ /h |

Insgesamt besteht bei Erhalt des Wasserwerkes Sanierungsbedarf sowohl an Aufbereitung; Wasserförderung und am WW - Gebäude einschl. des WW - Geländes. Rohwasserseitig existieren 2 Brunnen. Ersatzbrunnenstandorte auf dem kleinen WW - Gelände sind nicht mehr realisierbar.



Druckerhöhungsanlage Seefeld



Der Trinkwasserbehälter in Seefeld mit einem Fassungsvermögen von 2 x 200 m³ wird vom Wasserwerk Werneuchen gespeist. Mit einer drehzahlgeregelten Reinwasserpumpenanlage in Kompaktbauweise werden der südliche Teil von Seefeld sowie das Gewerbegebiet Seefeld und Krummensee mit Trinkwasser versorgt.

➤ Wasserqualität

Reinwasserqualität: aus Beprobungen 2018 bis 2020

| | |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| pH-Wert im Reinwasser gesamt | 7,37 bis 7,53 |
| Eisen mg/l | <0,01 bis 0,019 |
| Mangan mg/l | <0,005 bis 0,026 |
| Bakteriologie | eine Beanstandung 06/2019 Coli = 1 Nachkontrolle i.O. |

Beurteilung: Das Trinkwasser entspricht in den meisten Fällen den Forderungen der gültigen Trinkwasserverordnung. Der positive Befund mit einem Coliformen Keim war einmalig.

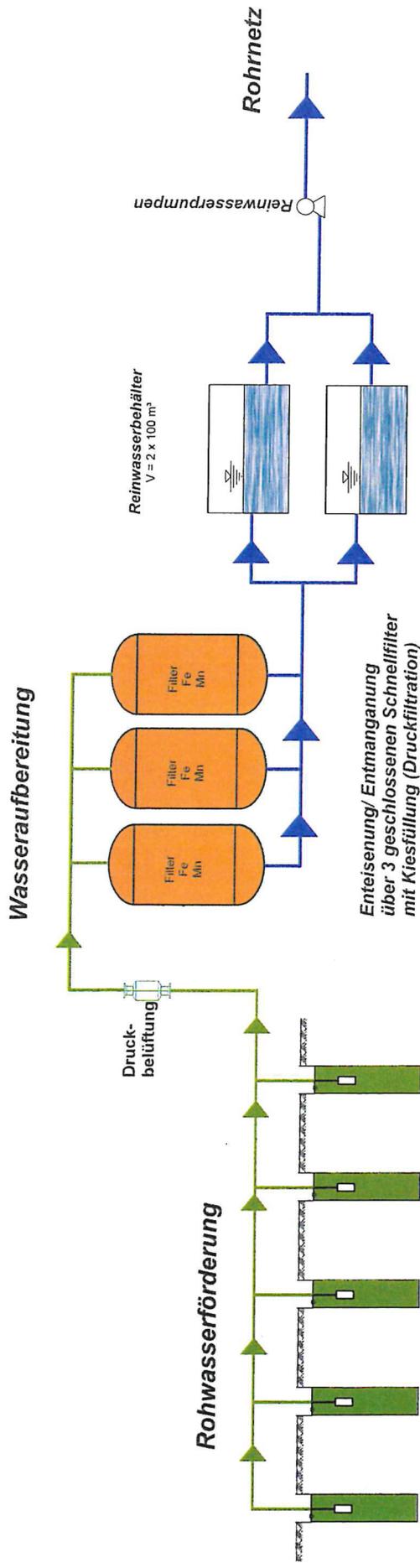
Das Trinkwasser entspricht auf Grund seiner Herkunft weitestgehend der Qualität des WW Werneuchen.

Ein negativer Einfluss des Wassertransportes ist nicht zu verzeichnen.

Empfohlene Maßnahmen:

- Automatisierung / Anpassung Behälterfüllregime zur Entlastung der Zubringerleitung zwischen Werneuchen und Seefeld.

Technologisches Schema (vereinfacht) Wasserwerk Werneuchen

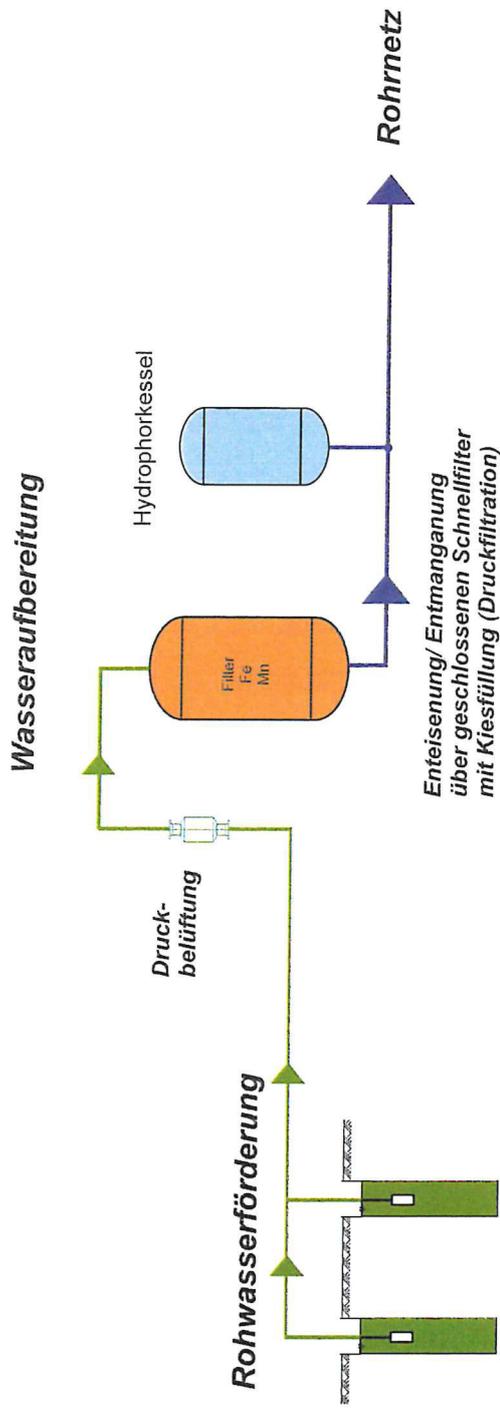


5 Brunnen
40 - 50 m tief

Grundwasserleiter (GWL): bedeckt



Technologisches Schema (vereinfacht) Wasserwerk Werneuchen-Ost

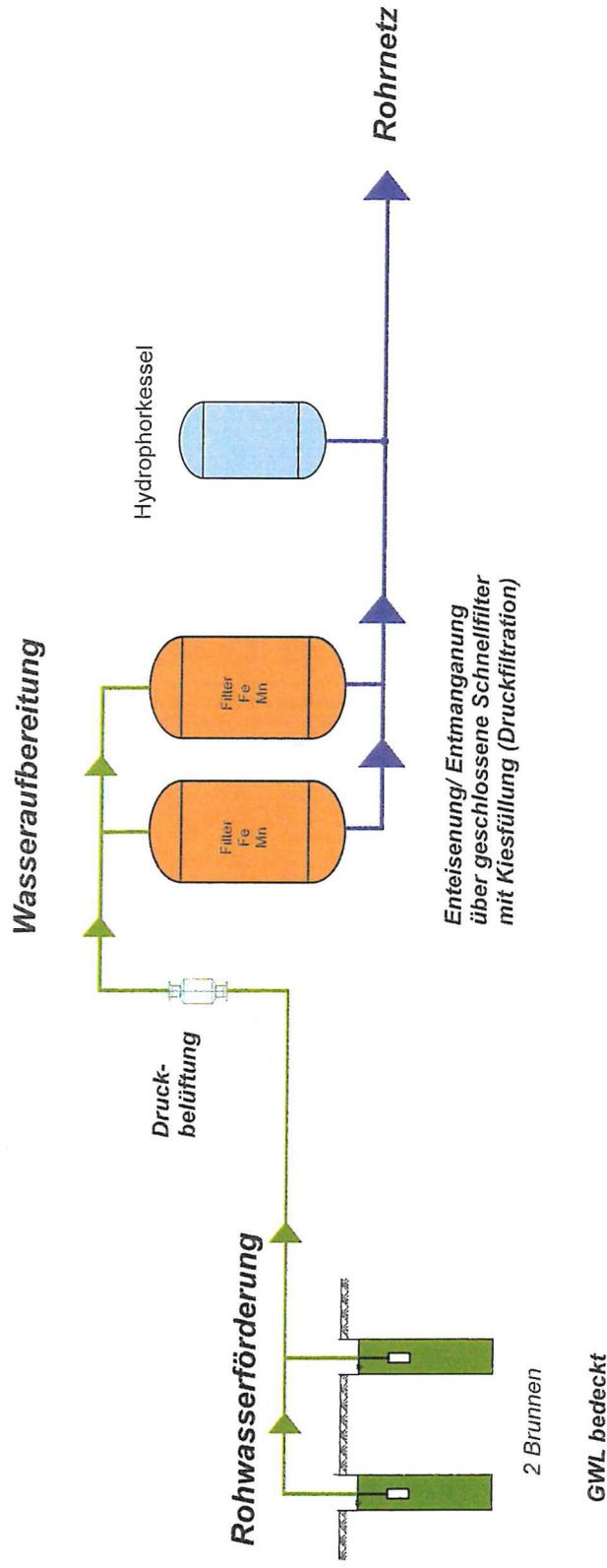


2 Brunnen

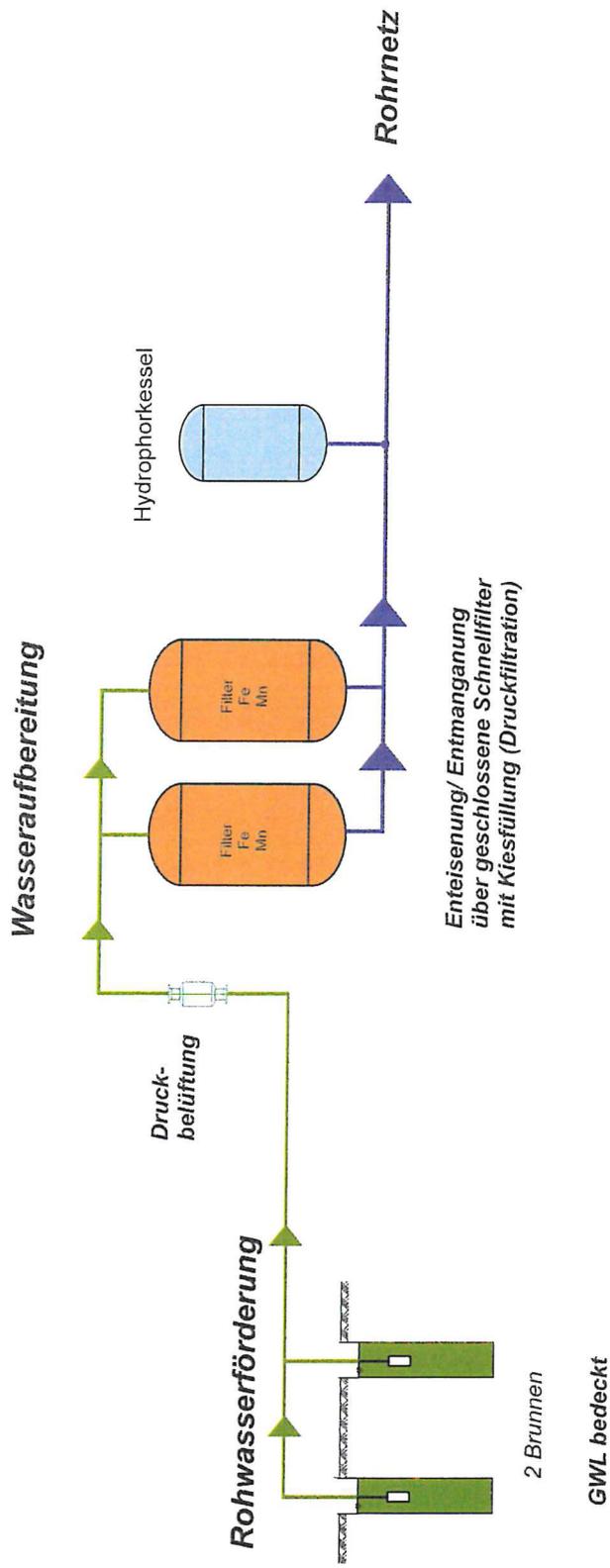
GWL bedeckt



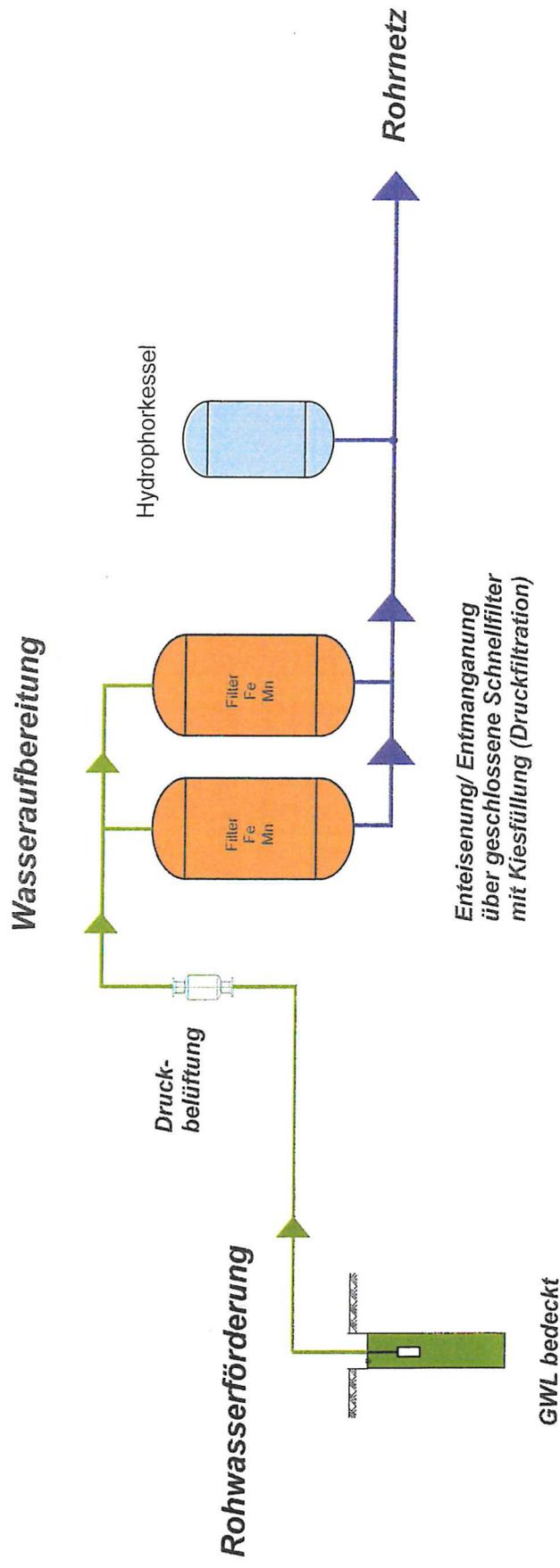
Technologisches Schema (vereinfacht) Wasserwerk Schönfeld



Technologisches Schema (vereinfacht) Wasserwerk Tiefensee



Technologisches Schema (vereinfacht) Wasserwerk Willmersdorf





Anlage 5 - 1

1 EINGANGSDATEN

1.1 FILTERDATEN

- 3 Filter Parallelbetrieb (simultane Eisen(II)-Mangan(II)-Eliminierung)
- $D = 2,5 \text{ m}$
- $L_F = 2,5 \text{ m}$
- $d_w = 1,5 \text{ mm}$ (Annahme; verbrachter Filterkies: 1 – 2 mm)

1.2 WASSERANALYSEN

Für die Berechnungen lagen Wasseranalysen des Brunnen 1 und 5 aus dem Jahr 2019 vor. Die Analyse des Brunnenrohwassers 1 kann als nicht aufbereitbar bzw. ungeeignet für einen Aufbereitungsprozess eingestuft werden (hart, korrosionschemisch, stark kalkübersättigt). Daher wurde die Bewertung der max. Aufbereitungsleistung anhand des Rohwassers Br. 5 durchgeführt.

2 ERGEBNIS

Das Ergebnis für die Mangan- und Eisen(II)-Elimination ist in der Abbildungen 1 dargestellt. Die Berechnungen erfolgten nach den Maßgaben des DVGW Arbeitsblattes W 223 – 1. Für die Manganeliminierung kamen die Bemessungsformeln gemäß BOHM (1992) und LAMM (1976) zum Einsatz. Dem Ergebnis der Eisen(II)eliminierung liegt das Formelwerk von KITNER (1968) zugrunde. Weiterhin wurden die Berechnungsergebnisse mit dem Formelwerk gemäß RATHSACK (1994/95) abgeglichen.

- Förderleistung (Spitzenlast) $Q = 75 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{Filter}$
- Filtergeschwindigkeit (Spitzenlast) $v_F = 15,28 \text{ m/h}$

2.2 EISEN(II)-ELIMINIERUNG (FE)

- Zielwert Eisen(II)-Eliminierung $C_{\text{Ziel,Fe}} = 0,02 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Eisen(II) $C_{\text{Grenz}} = 0,2 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Eiseneliminierung nach einer Filterstrecke von 1,1 – 1,7 m abgeschlossen und stellt damit den Bemessungsfall dar.

2.1 MANGAN(II)-ELIMINIERUNG (MN)

- Zielwert Manganeliminierung $C_{\text{Ziel,Mn}} = 0,01 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Mangan $C_{\text{Grenz}} = 0,05 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Manganeliminierung nach einer Filterstrecke von 1,2 – 2,3 m abgeschlossen. Unter Berücksichtigung der Filterlaufzeit sowie dem Voranschreiten der Migrationsfront innerhalb des Filters sollte im Regelbetrieb eine von Förderleistung $Q = 75 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{Filter}$ nicht überschritten werden.



Analyse Enteisungs- und Entmanganungsfiltration

WW Werneuchen

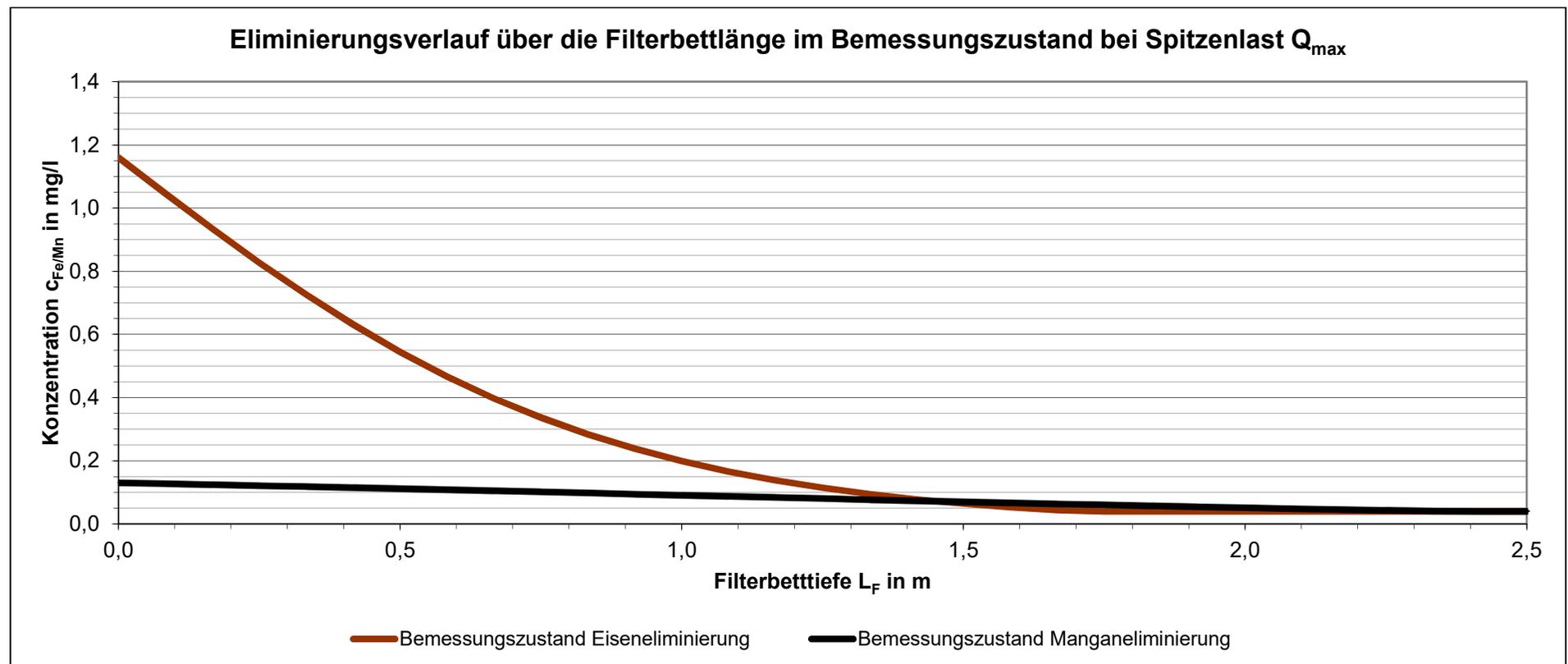


ABBILDUNG 1 ELIMINIERUNGSVERLAUF ÜBER DIE FILTERBETTLÄNGE IM BEMESSUNGSZUSTAND BEI SPITZENLAST (Q_{\max})



Analyse Enteisenungs- und Entmanganungsfiltration

WW Werneuchen Ost



Anlage 5 - 2

1 EINGANGSDATEN

1.1 FILTERDATEN

- 1 Filter (simultane Eisen(II)-Mangan(II)-Eliminierung)
- $D = 1,6 \text{ m}$
- $L_F = 2,0 \text{ m}$
- $d_w = 1,5 \text{ mm}$ (Annahme; verbrachter Filterkies: 1 – 2 mm)

1.2 WASSERANALYSEN

Für die Berechnungen lagen Wasseranalysen des Brunnen 1 aus dem Jahr 2019 vor.

2 ERGEBNIS

Das Ergebnis für die Mangan- und Eisen(II)-Elimination ist in der Abbildungen 1 dargestellt. Die Berechnungen erfolgten nach den Maßgaben des DVGW Arbeitsblattes W 223 – 1. Für die Manganeliminierung kamen die Bemessungsformeln gemäß BOHM (1992) und LAMM (1976) zum Einsatz. Dem Ergebnis der Eisen(II)eliminierung liegt das Formelwerk von KITNER (1968) zugrunde. Weiterhin wurden die Berechnungsergebnisse mit dem Formelwerk gemäß RATHSACK (1994/95) abgeglichen.

- Förderleistung (Spitzenlast) $Q = 27,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Filter}$
- Filtergeschwindigkeit (Spitzenlast) $v_F = 13,68 \text{ m/h}$

2.2 EISEN(II)-ELIMINIERUNG (FE)

- Zielwert Eisen(II)-Eliminierung $C_{\text{Ziel, Fe}} = 0,02 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Eisen(II) $C_{\text{Grenz}} = 0,2 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Eiseneliminierung nach einer Filterstrecke von 1,0 – 1,2 m abgeschlossen und stellt damit den Bemessungsfall dar.

2.1 MANGAN(II)-ELIMINIERUNG (MN)

- Zielwert Manganeliminierung $C_{\text{Ziel, Mn}} = 0,01 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Mangan $C_{\text{Grenz}} = 0,05 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Manganeliminierung nach einer Filterstrecke von 1,1 – 1,8 m abgeschlossen. Unter Berücksichtigung der Filterlaufzeit sowie dem Voranschreiten der Migrationsfront innerhalb des Filters sollte im Regelbetrieb eine von Förderleistung $Q = 27,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Filter}$ nicht überschritten werden.



Analyse Enteisungs- und Entmanganungsfiltration

WW Werneuchen

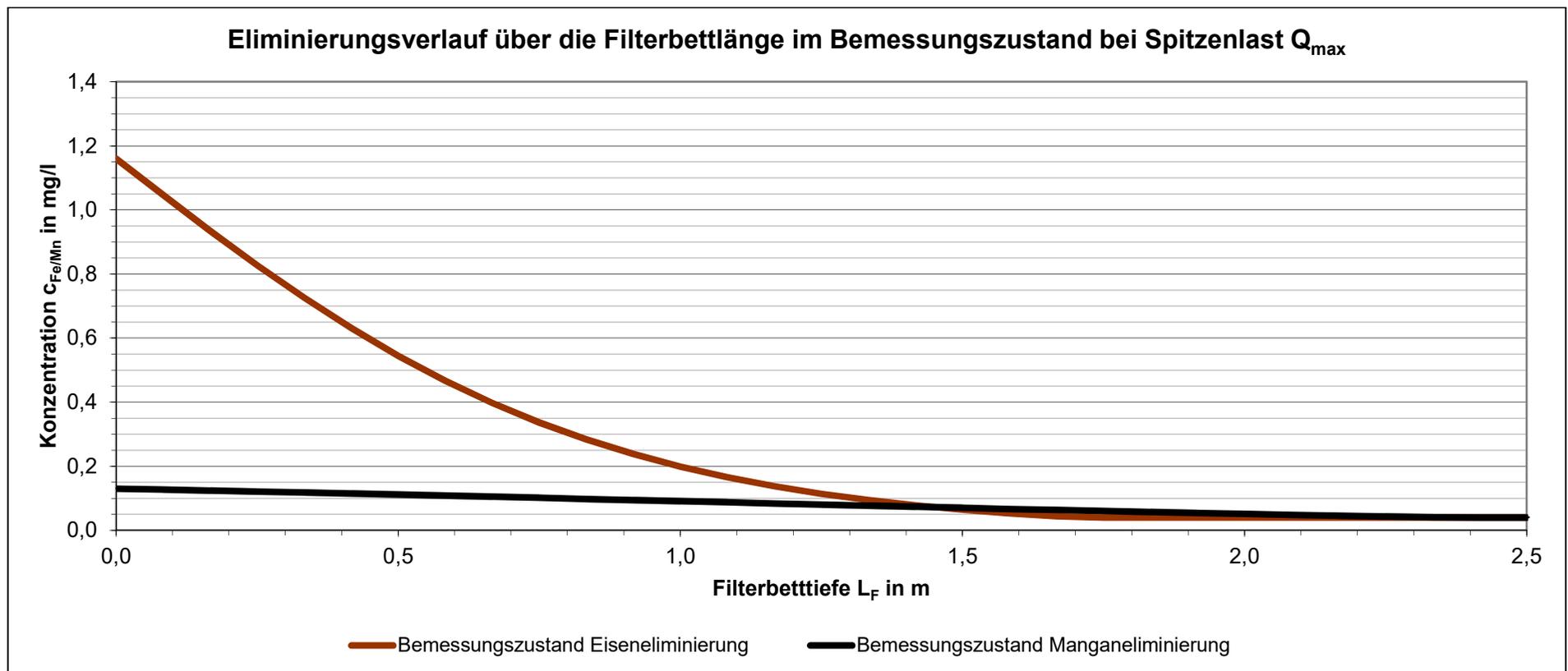


ABBILDUNG 1 ELIMINIERUNGSVERLAUF ÜBER DIE FILTERBETTLÄNGE IM BEMESSUNGSZUSTAND BEI SPITZENLAST (Q_{\max})



Analyse Enteisenungs- und Entmanganungsfiltration

WW Schönfeld



Anlage 5 – 3

1 EINGANGSDATEN

1.1 FILTERDATEN

- 2 Filter Parallelbetrieb (simultane Eisen(II)-Mangan(II)-Eliminierung)
- $D = 1,0 \text{ m}$
- $L_F = 3,2 \text{ m}$
- $d_w = 1,5 \text{ mm}$ (Annahme; verbrachter Filterkies: 1 – 2 mm)

1.2 WASSERANALYSEN

Für die Berechnungen lagen Wasseranalysen des Brunnen 1 aus dem Jahr 2019 vor.

2 ERGEBNIS

Das Ergebnis für die Mangan- und Eisen(II)-Elimination ist in der Abbildungen 1 dargestellt. Die Berechnungen erfolgten nach den Maßgaben des DVGW Arbeitsblattes W 223 – 1. Für die Manganeliminierung kamen die Bemessungsformeln gemäß BOHM (1992) und LAMM (1976) zum Einsatz. Dem Ergebnis der Eisen(II)eliminierung liegt das Formelwerk von KITTNER (1968) zugrunde. Weiterhin wurden die Berechnungsergebnisse mit dem Formelwerk gemäß RATHSACK (1994/95) abgeglichen.

- Förderleistung (Spitzenlast) $Q = 12,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Filter}$
- Filtergeschwindigkeit (Spitzenlast) $v_F = 15,92 \text{ m/h}$

2.2 EISEN(II)-ELIMINIERUNG (FE)

- Zielwert Eisen(II)-Eliminierung $C_{\text{Ziel, Fe}} = 0,02 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Eisen(II) $C_{\text{Grenz}} = 0,2 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Eiseneliminierung nach einer Filterstrecke von 1,2 m – 1,9 m abgeschlossen und stellt damit den Bemessungsfall dar.

2.1 MANGAN(II)-ELIMINIERUNG (MN)

- Zielwert Manganeliminierung $C_{\text{Ziel, Mn}} = 0,01 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Mangan $C_{\text{Grenz}} = 0,05 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Manganeliminierung nach einer Filterstrecke von 1,4 – 3,0 m abgeschlossen. Unter Berücksichtigung der Filterlaufzeit sowie dem Voranschreiten der Migrationsfront innerhalb des Filters sollte im Regelbetrieb eine von Förderleistung $Q = 12,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Filter}$ nicht überschritten werden.



Analyse Enteisungs- und Entmanganungsfiltration

WW Schönfeld



Eliminierungsverlauf über die Filterbettlänge im Bemessungszustand bei Spitzenlast

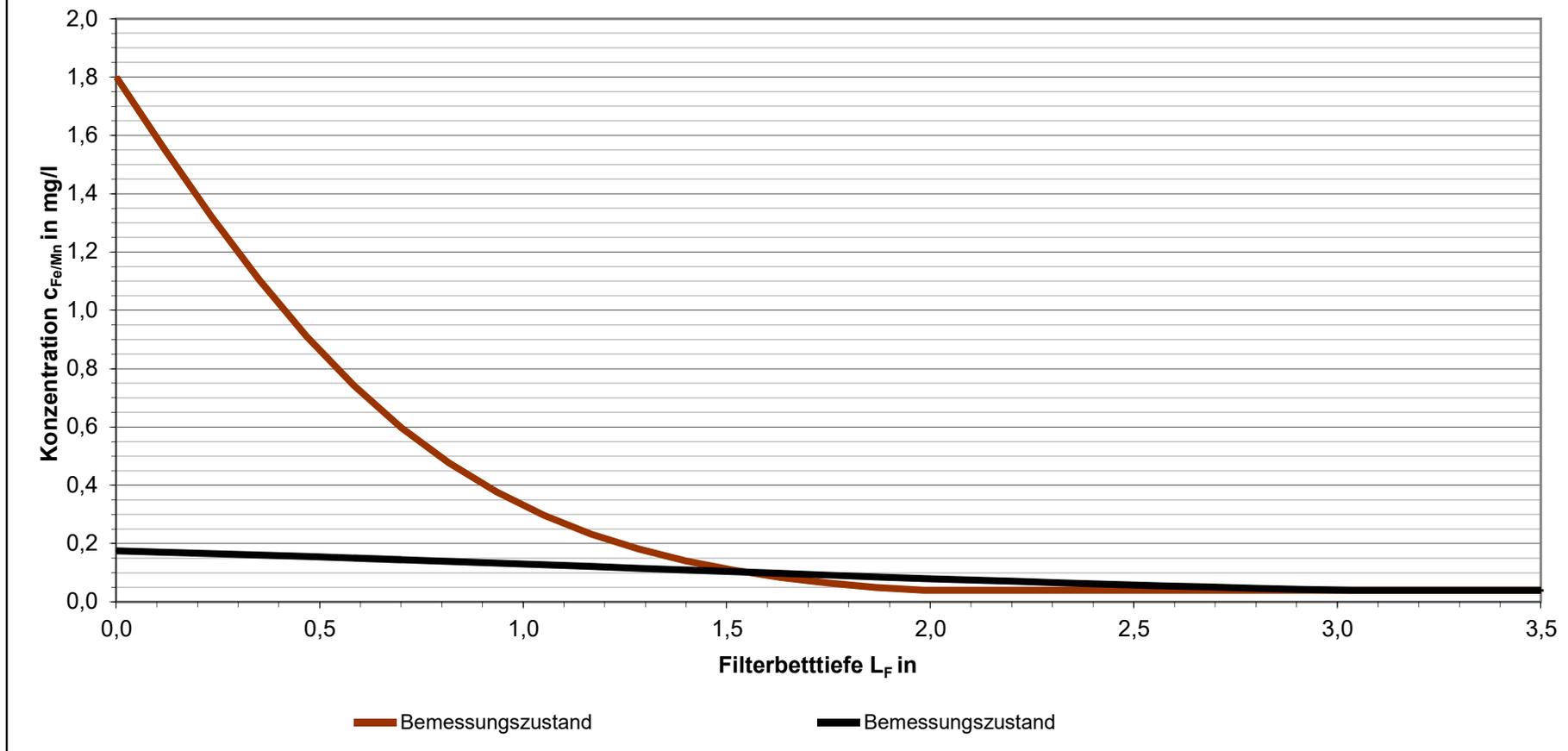


ABBILDUNG 1 ELIMINIERUNGSVERLAUF ÜBER DIE FILTERBETTLÄNGE IM BEMESSUNGSZUSTAND BEI SPITZENLAST (Q_{MAX})



Anlage 5 - 4

1 EINGANGSDATEN

1.1 FILTERDATEN

- 3 Filter Parallelbetrieb (simultane Eisen(II)-Mangan(II)-Eliminierung)
- $D = 1,2 \text{ m}$
- $L_F = 2,0 \text{ m}$
- $d_w = 1,5 \text{ mm}$ (Annahme; verbrachter Filterkies: 1 – 2 mm)

1.2 WASSERANALYSEN

Für die Berechnungen lagen Wasseranalysen des Brunnen 1 aus dem Jahr 2019 vor.

2 ERGEBNIS

Das Ergebnis für die Mangan- und Eisen(II)-Elimination ist in der Abbildungen 1 dargestellt. Die Berechnungen erfolgten nach den Maßgaben des DVGW Arbeitsblattes W 223 – 1. Für die Manganeliminierung kamen die Bemessungsformeln gemäß BOHM (1992) und LAMM (1976) zum Einsatz. Dem Ergebnis der Eisen(II)eliminierung liegt das Formelwerk von KITTNER (1968) zugrunde. Weiterhin wurden die Berechnungsergebnisse mit dem Formelwerk gemäß RATHSACK (1994/95) abgeglichen.

- Förderleistung (Spitzenlast) $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{Filter}$
- Filtergeschwindigkeit (Spitzenlast) $v_F = 4,42 \text{ m/h}$

2.2 EISEN(II)-ELIMINIERUNG (FE)

- Zielwert Eisen(II)-Eliminierung $C_{\text{Ziel,Fe}} = 0,02 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Eisen(II) $C_{\text{Grenz}} = 0,2 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Eiseneliminierung nach einer Filterstrecke von 1,0 – 1,1 m abgeschlossen und stellt damit den Bemessungsfall dar.

2.1 MANGAN(II)-ELIMINIERUNG (MN)

- Zielwert Manganeliminierung $C_{\text{Ziel,Mn}} = 0,01 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Mangan $C_{\text{Grenz}} = 0,05 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Manganeliminierung nach einer Filterstrecke von 1,1 – 1,8 m abgeschlossen. Unter Berücksichtigung der Filterlaufzeit sowie dem Voranschreiten der Migrationsfront innerhalb des Filters sollte im Regelbetrieb eine von Förderleistung $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{Filter}$ nicht überschritten werden.



Analyse Enteisenungs- und Entmanganungsfiltration

WW Willmersdorf

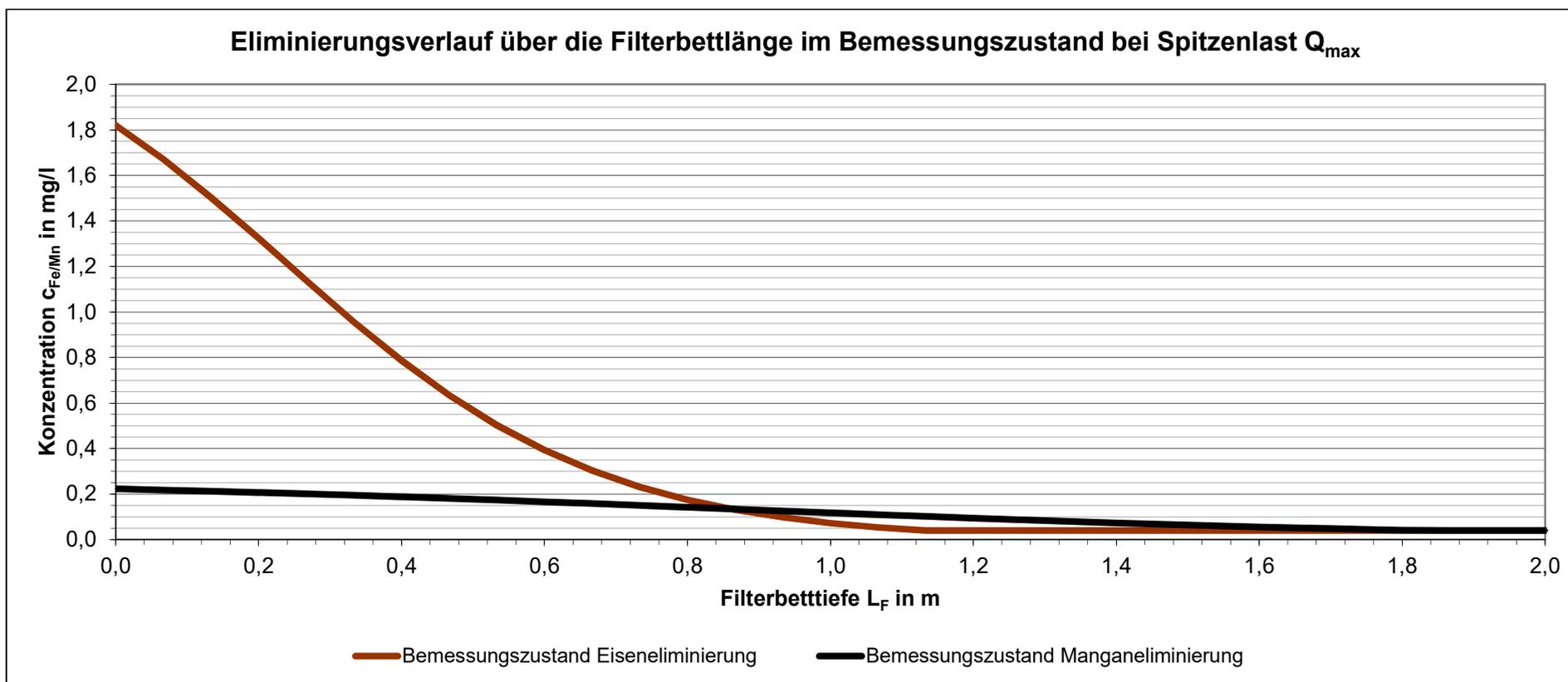


ABBILDUNG 1 ELIMINIERUNGSVERLAUF ÜBER DIE FILTERBETTLÄNGE IM BEMESSUNGSZUSTAND BEI SPITZENLAST (Q_{\max})



Analyse Enteisenungs- und Entmanganungsfiltration

WW Tiefensee



Anlage 5 - 5

1 EINGANGSDATEN

1.1 FILTERDATEN

- 2 Filter (simultane Eisen(II)-Mangan(II)-Eliminierung)
- $D = 0,8 \text{ m}$
- $L_F = 2,5 \text{ m}$
- $d_w = 1,5 \text{ mm}$ (Annahme; verbrachter Filterkies: 1 – 2 mm)

1.2 WASSERANALYSEN

Für die Berechnungen lagen Wasseranalysen des Brunnen 1 aus dem Jahr 2019 vor.

2 ERGEBNIS

Das Ergebnis für die Mangan- und Eisen(II)-Elimination ist in der Abbildungen 1 dargestellt. Die Berechnungen erfolgten nach den Maßgaben des DVGW Arbeitsblattes W 223 – 1. Für die Manganeliminierung kam die Bemessungsformel gemäß BOHM (1992) zum Einsatz. Die Berechnungshilfen gemäß LAMM (1976) wurden hingegen nicht in die Analyse der Filterleistung einbezogen, da die erforderlichen Randbedingungen keine verwertbaren Ergebnisse zulassen. Weiterhin ist laut LAMM (1976) eine simultane Eisen(II)-Mangan(II)-Eliminierung nicht möglich bzw. nicht sinnvoll ($C_{\text{Grenz, Fe/Mn}} \geq 5 \text{ mg/l}$). Dem Ergebnis der Eisen(II)eliminierung liegt das Formelwerk von KITTNER (1968) zugrunde. Weiterhin wurden die Berechnungsergebnisse mit dem Formelwerken gemäß RATHSACK (1994/95) abgeglichen.

- Förderleistung (Spitzenlast) $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{Filter}$
- Filtergeschwindigkeit (Spitzenlast) $v_F = 9,95 \text{ m/h}$

2.1 EISEN(II)-ELIMINIERUNG (FE)

- Zielwert Eisen(II)-Eliminierung $C_{\text{Ziel, Fe}} = 0,02 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Eisen(II) $C_{\text{Grenz}} = 0,2 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Eiseneliminierung nach einer Filterstrecke von 1,2 – 1,7 m abgeschlossen und stellt damit den Bemessungsfall dar.

2.2 MANGAN(II)-ELIMINIERUNG (MN)

- Zielwert Manganeliminierung $C_{\text{Ziel, Mn}} = 0,01 \text{ mg/l}$ (DVGW W 223-1)
- Grenzwert Mangan $C_{\text{Grenz}} = 0,05 \text{ mg/l}$ (TrinkwV)

Im Gleichgewichtszustand ist die Manganeliminierung nach einer Filterstrecke von 1,3 – 2,4 m abgeschlossen. Unter Berücksichtigung der Filterlaufzeit sowie dem Voranschreiten der Migrationsfront innerhalb des Filters sollte im Regelbetrieb eine von Förderleistung $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{Filter}$ nicht überschritten werden.



Analyse Enteisenungs- und Entmanganungsfiltration

WW Tiefensee

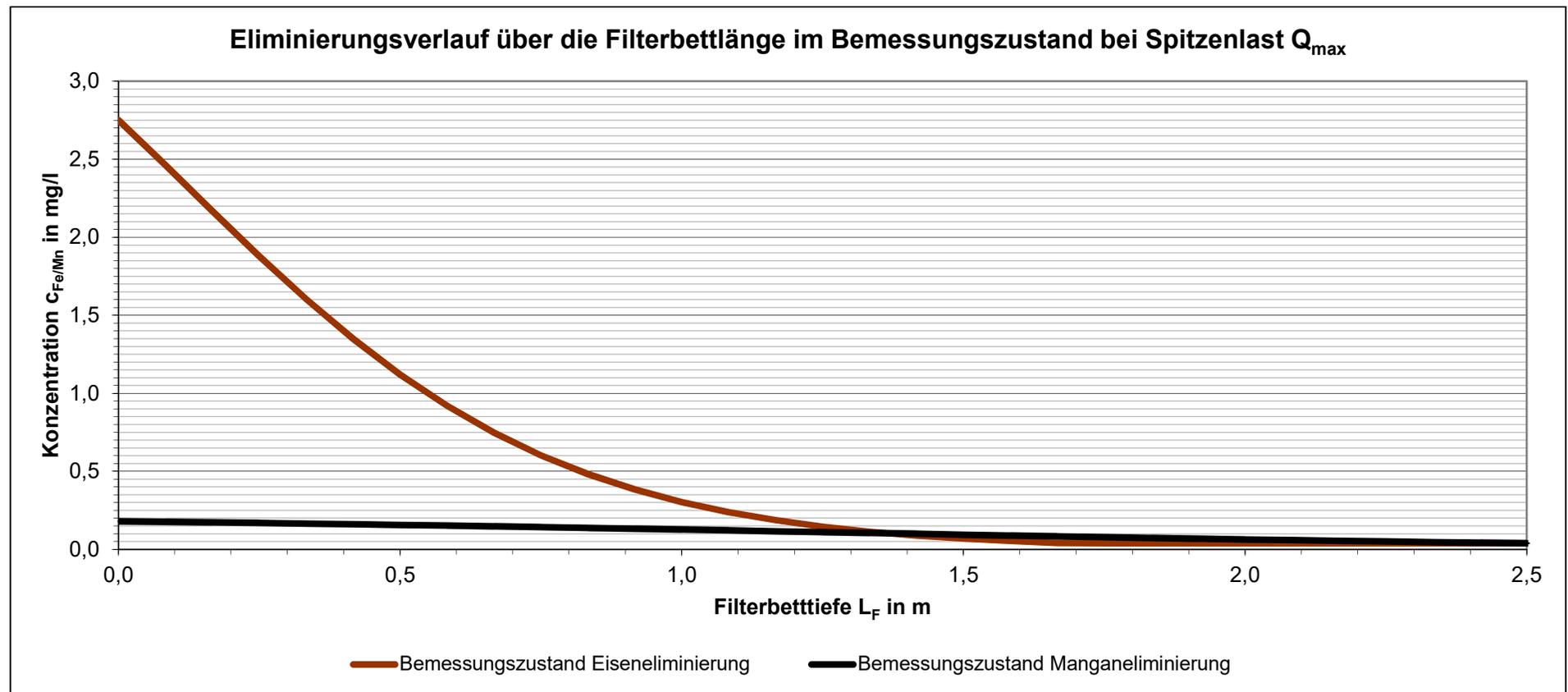


ABBILDUNG 1 ELIMINIERUNGSVERLAUF ÜBER DIE FILTERBETTLÄNGE IM BEMESSUNGSZUSTAND BEI SPITZENLAST (Q_{\max})