

Antrag auf Bewilligung einer Grundwasser- entnahme aus dem Fuhrberger Feld durch die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg mit den Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg

Teil B 2 **Hydrologisches Gutachten**

September 2020

**Trinkwasser-
gewinnung
Hannover-Nord**





Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Antrag auf Bewilligung einer Grundwasser- entnahme aus dem Fuhrberger Feld durch die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg mit den Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg

Teil B

2. Hydrologisches Gutachten

Auftraggeber: Enercity AG, Postfach 5747, D – 30057 Hannover
Harzwasserwerke GmbH, Nicolaistraße 8, D – 31137 Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Herrenhäuser Str. 61, D – 30938 Burgwedel / OT Wettmar

Bericht Nr.: 2020 / 11

Stand: 10.09.2020

Bearbeitung:

(Dr. Andreas Matheja)

(MSc. Karoline Lillie)

(MSc. Simon Krentz)

(Tobias Rothhardt)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	5
2 Vorgehensweise und Methodik.....	6
2.1 Allgemeines.....	6
2.1 Statistische Auswertung für die Ableitung hydrologischer Hauptwerte	7
2.2 Berechnung von Wasserständen in der Leine, Aller und Burgdorfer Aue als Randbedingungen des Grundwasserströmungsmodells	7
2.3 Einsatz hydronumerischer Flussgebietsmodelle für die Prognose von Wasserständen und Abflüssen im Inneren des Untersuchungsgebietes	8
2.4 Kopplung der hydronumerischen Flussgebietsmodelle mit dem Grundwasserströmungsmodell	9
3 Hydrologische Hauptwerte an Referenzpegeln.....	11
4 Darstellung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse für die mittlere Situation des Jahres 2004 (MGW2004).....	12
5 Darstellung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse für den Jahresgang des Jahres 2009 (JG2009)	12
6 Darstellung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse für einen charakteristischen Jahresgang (AUSGANGS- und WIRK-Zustand).....	13
6.1 Allgemeines.....	13
6.2 Wasserstände und Abflüsse im AUSGANGS- und WIRK-Zustand	14
7 Messtechnische Erfassung und Zuordnung der vorhabenbedingten Veränderungen.....	16
7.1 Messung von Wasserständen.....	16
7.2 Messung von Abflüssen.....	17
7.3 Zuordnung der vorhabenbedingten Änderungen zur beantragten Grundwasserentnahme	18
8 Empfehlungen für die hydrologische Beweissicherung.....	19
9 Literaturverzeichnis und Quellenangaben.....	20

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Trinkwassergewinnung Hannover-Nord aus dem Grundwasserkörper „Wietze/Fuhse Lockergestein“	5
Tabelle 1: Gewässerkundliche Hauptwerte der Wasserstände und Abflüsse an den Pegeln der Wietze, Wulbeck und Großen Beeke	11
Tabelle 2: Gewässerkundliche Hauptwerte der Wasserstände und Abflüsse an den Pegeln der Leine, Aller, Burgdorfer Aue und Fuhse	11
Tabelle 3: Mittlere Differenzen der Wasserstände (Monatsmittelwerte) zwischen AUSGANGS-Zustand und WIRK-Zustand	14
Tabelle 4: Mittlere Differenzen der Abflüsse (Monatsmittelwerte) zwischen AUSGANGS-Zustand und WIRK-Zustand	15

Anlagen

- Anlage 1: Projektgebiet und Gewässernetz
- Anlage 2-1: Dokumentation von Wasserständen, Schlüsselkurven und Abflüssen
- Anlage 2-2: Stammdatenblätter der verwendeten Pegel
- Anlage 3: Einleitungsmengen der Kläranlagen Burgwedel, Langenhagen, Engensen, Thönse, Wettmar und Bissendorf
- Anlage 4: Modelldokumentation – Grundlagen, Kalibrierung und Betrieb der hydronumerischen 1D-Modelle
- Anlage 5-1: Lage der verwendeten Gewässerprofile in der Aller und in der Burgdorfer Aue
- Anlage 5-2: Lage der verwendeten Gewässerprofile in der Großen Beeke, Wietze, Wulbeck, Rixförder Graben, Mühlengraben, Johannisgraben, Laher Graben, Wiesenbach und Hengstbeeke
- Anlage 6: Größen der im Verteilungsmodell verwendeten Teileinzugsgebiete
- Anlage 7: Randbedingungen für die stationäre Berechnung der mittleren Situation des Jahres 2004 (MGW2004)
- Anlage 8: Ergebnisse der instationären Berechnung für den Jahresgang des Jahres 2009 (JG2009)
- Anlage 9-1: Randbedingungen der instationären Berechnung für den charakteristischen Jahresgang (TJG2004-2013)
- Anlage 9-2: Ergebnisse der instationären Berechnung für den charakteristischen Jahresgang (TJG2004-2013)

Abkürzungen

- ADCP Acoustic Doppler Current Profiler
- G-Sohle Höhe der Gewässersohle
- KA Kläranlage
- NLWKN Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küstenschutz und Naturschutz
- mNHN Meter über Normalhöhennull
- PNP Pegelnullpunkt
- WISKI Wasserwirtschaftliches Informationssystem Kisters
- WSV Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Unter dem Synonym „Trinkwassergewinnung Hannover Nord“ werden die Wasserrechtsverfahren der Enercity AG (Wasserwerk Fuhrberg und Wasserwerk Elze-Berkhof), des Wasserverbandes Nordhannover (Wasserwerk Wettmar) und der Harzwasserwerke GmbH (Wasserwerk Ramlingen) subsumiert (Abbildung 1, Anlage 1).

Die Enercity AG beantragt die Neufassung einer Bewilligung zur Grundwasserentnahme aus den Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg in Höhe von 41 Mio. m³/a.

Die Harzwasserwerke GmbH beantragen die Neufassung einer Bewilligung zur Grundwasserentnahme aus den Fassungen des Wasserwerkes Ramlingen in Höhe von 4,5 Mio. m³/a.

Der Wasserverband Nordhannover beantragt die Neufassung einer Bewilligung zur Grundwasserentnahme aus den Fassungen des Wasserwerkes Wettmar in Höhe von 0,86 Mio. m³/a.

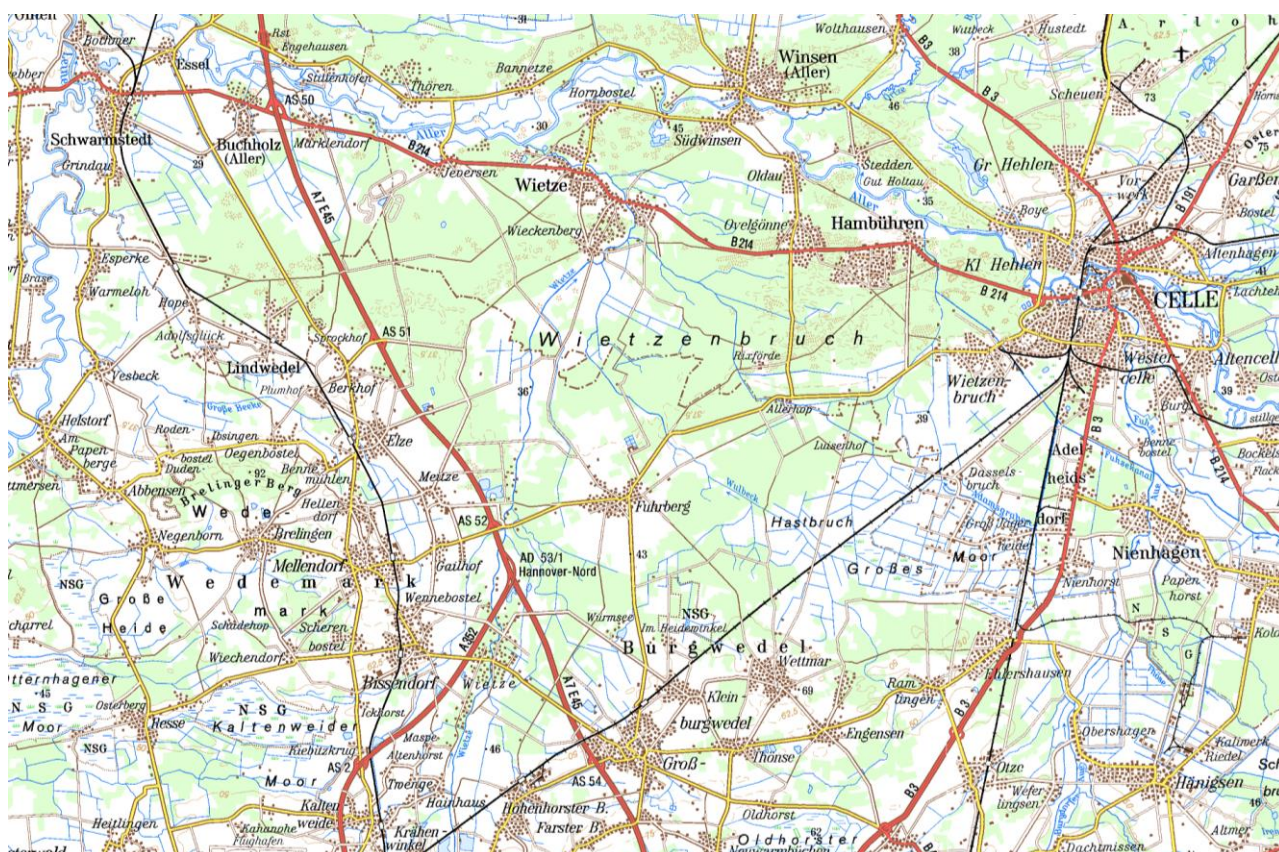


Abbildung 1: Trinkwassergewinnung Hannover-Nord
aus dem Grundwasserkörper „Wietze/Fuhse Lockergestein“

Für die o.g. Bewilligungen ist der Einfluss des jeweiligen Vorhabens auf die Wasserstände und Abflüsse der oberirdischen Fließgewässer zu beurteilen. Grundlage der Beurteilung sind die als langfristige Zeitreihen vorliegenden Wasserstände und Abflüsse an vorhandenen Referenzpegeln und instationäre Simulationsrechnungen mit hydronumerischen Flussgebietsmodellen. Diese sind mit einem Grundwassermodell gekoppelt. Ihre räumlichen Ausdehnung berücksichtigt, dass die Gewinnungsgebiete des WW Ramlingen, des WW Wettmar, des WW Fuhrberg und des WW Berkhof/Elze durch die zu betrachtenden Oberflächengewässer Wietze, Wulbeck, Neue Aue, Fuhsekanal, Adamsgraben und Aller miteinander in Verbindung stehen. Daher werden alle drei Vorhaben gemeinsam betrachtet.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Methoden und Vorgehensweisen, dokumentiert die Kalibrierung der hierfür verwendeten Modelle, erläutert die Kopplung zum Grundwassermodell und beschreibt die Randbedingungen und Ergebnisse der durchgeführten stationären und instationären Simulationsrechnungen.

Abschließend werden die zu erwartenden Auswirkungen der o.g. Vorhaben auf die Hydrologie der Oberflächengewässer dargestellt und bewertet.

2 Vorgehensweise und Methodik

2.1 Allgemeines

Für die Untersuchung der vorhabenbedingten Auswirkungen auf Wasserstände und Abflüsse wurden zunächst die Zeitreihen der gemessenen Wasserstände (15min-Werte) und der aus ihnen unter Zuhilfenahme von Schlüsselkurven berechneten Abflüsse an den folgenden Referenzpegeln ausgewertet:

- Pegel Reuterdamm (Wietze), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Meitze (Wietze), Betreiber: NLWKN-Betriebsstelle Hannover-Hildesheim
- Pegel Hellern (Wietze), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Wieckenberg (Wietze), Betreiber: NLWKN-Betriebsstelle Verden

- Pegel Weide (Wulbeck), Betreiber: Harzwasserwerke GmbH
- Pegel Bennewiesen (Wulbeck), Betreiber: Harzwasserwerke GmbH
- Pegel Im Brand (Wulbeck), Betreiber: Harzwasserwerke GmbH
- Pegel Hastbruch (Wulbeck), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Tiefenbruchgraben (Wulbeck), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Fuhrberg (Wulbeck), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Bärenbruch (Wulbeck), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Wieckenberg (Wulbeck), Betreiber Enercity AG

- Pegel Plumhof (Große Beeke), Betreiber Enercity AG

- Pegel Neustadt am Rübenberge (Leine), Betreiber: WSV
- Pegel Schwarmstedt (Leine), Betreiber: WSV

- Pegel Rixförder Graben oben (Rixförder Graben), Betreiber: Enercity AG
- Pegel Rixförder Graben unten (Rixförder Graben), Betreiber: Enercity AG

- Pegel Feuerschützenbostel (Örtze), Betreiber: NLWKN-Betriebsstelle Verden

- Pegel Celle (Aller), Betreiber: WSV
- Pegel Marklendorf (Aller), Betreiber: WSV

- Pegel Wathlingen (Fuhse), Betreiber: NLWKN Betriebsstelle Verden

- Pegel Aligse (Burgdorfer Aue), Betreiber: NLWKN-Betriebsstelle Verden

Mit Hilfe der an diesen Pegeln vorhandenen langfristigen Datenreihen konnten belastbare gewässerkundliche Hauptwerte¹ und Zeitreihen der Wasserstände und Abflüsse für das in Anlage 1 dargestellte Fließgewässersystem bestimmt werden.

Sie bildeten die Grundlage für die Bestimmung von Randbedingungen in Leine, Aller und Burgdorfer Aue und die Berechnung von Basiszeitreihen an den Referenzpegeln im Inneren des Untersuchungsgebietes. Diese Basiszeitreihen der Wasserstände und Abflüsse wurden als Startzustand bzw. für die Bestimmung von Abflussspenden bei der Simulation des AUSGANGS-Zustandes genutzt.

Für die Bestimmung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse im IST- und PROGNOSE-Zustand wurden die hydronumerischen Flussgebietsmodelle „Wietze-Wulbeck“ und „Große Beeke“ aufgebaut, kalibriert und betrieben.

¹ Die Definitionen der gewässerkundlichen Hauptwerte entsprechen den Beschreibungen im „Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch“.

2.1 Statistische Auswertung für die Ableitung hydrologischer Hauptwerte

Die Datenhaltung und statistische Auswertung der o.g. Zeitreihen erfolgte mit dem hierfür zertifizierten Programmsystem WISKI. Die Stammdaten der verwendeten Pegel (Pegelnulpunkt, Höhe der Rohroberkante, Lagekoordinaten etc.) sind in Anlage 2-2 dokumentiert.

In Anlage 2-1 sind für die verwendeten Pegel die folgenden Grundlagendaten dokumentiert:

- Dauerganglinie und Jahresganglinien des Wasserstandes im Zeitraum 01.01.2004 – 31.12.2013
- Dauerganglinie und Jahresganglinien des Abflusses im Zeitraum 01.01.2004 – 31.12.2013
- Jahresblatt für Wasserstände und Abflüsse für den gesamten zur Verfügung stehenden Messzeitraum
- Schlüsselkurven mit durchgeführten Abflussmessungen

Für die durch den NLWKN (NLWKN, 2018) bzw. die WSV (WSV, 2019) betriebenen Pegel wurden die zur Verfügung gestellten Zeitreihen dargestellt. Jahresblätter, Hauptblätter und die aus ihnen abgeleiteten gewässerkundlichen Hauptwerte und Mittelwerte wurden immer direkt durch den Betreiber des jeweiligen Pegels zur Verfügung gestellt. Wurden auf der Basis der zur Verfügung gestellten Zeitreihen eigene Auswertungen vorgenommen, so wird hierauf gesondert hingewiesen.

Der Zeitraum 01.01.2004 bis 31.12.2013 wurde dokumentiert, weil in diesem Zeitraum mittlere geohydrologische Verhältnisse vorherrschten. Daher wurde der charakteristische Jahrgang aus diesem Zeitraum abgeleitet.

Innerhalb der instationären Simulation für den charakteristischen Jahrgang wurden die Abflüsse bzw. die für ihre Berechnung verwendeten Schlüsselkurven plausibilisiert. Im Zuge der Untersuchungen erfolgte eine Anpassung der Schlüsselkurve am Pegel Marklendorf durch die WSV. Für die finale Simulation wurde die korrigierte Abflusskurve verwendet.

Für die Plausibilisierung von Bilanzgrößen und Versickerungsmengen auf Teilabschnitten der Wulbeck, des Tiefenbruchgrabens, der Hengstbeeke, des Mühlengrabens und der Großen Beeke wurden zusätzlich die an folgenden Referenzstrecken durchgeführten Abflussmessungen genutzt:

- Große Beeke unten oberstrom von Vesbeck
- Große Beeke oben Verlängerung Moorhestern, Elze
- Wietze unten unterhalb der Brücke an der Einmündung des Rixförder Grabens
- Mühlengraben unterhalb der Brücke Gailhofer Damm
- Hengstbeeke oberhalb der Brücke der L310
- Wulbeck oben oberhalb der Brücke Lahberg-Ramlingen
- Tiefenbruchgraben oberhalb der Brücke Ahrendsnestgehege

Außerdem wurden die hier gemessenen Wasserstände und Abflüsse innerhalb des „Gewässerkundlichen Fachbeitrages“ (MATHEJA CONSULT, 2020b) genutzt.

2.2 Berechnung von Wasserständen in der Leine, Aller und Burgdorfer Aue als Randbedingungen des Grundwasserströmungsmodells

Die Wasserstände in der Leine wurden aus vorhandenen Pegelwerten der Pegel „Neustadt am Rübenberge“ und „Schwarmstedt“ abgeleitet. Dies war möglich, da der lineare Verlauf der Wasserspiegellagen nicht durch Wehre o.ä. Bauwerke unterbrochen wird. Für die Berechnung wurden die an den Pegel vorhandenen Wasserstände (Tageswerte) für den gewünschten Zeitraum (z.B. den charakteristischen Jahrgang) von 15min-Werten auf Tageswerte gemittelt. Zwischen diesen mittleren Tageswerten wurde dann linear im Abstand von einem Meter zwischen den Pegeln interpoliert. Das hierfür verwendete Polygon verläuft in Strommitte.

Unterhalb des Pegels „Schwarmstedt“ wurde der anliegende Gradient der Wasserspiegellage bis zur Mündung in die Aller beibehalten, um ausgehend vom Pegel „Schwarmstedt“ die Wasserspiegellage in diesem Bereich der Leine zu bestimmen.

Für die Berechnung von Wasserständen in der Aller, im Fuhsekanal, der Alten Aue, der Neuen Aue und in der Burgdorfer Aue wurde das hydronumerische Flussgebietsmodell „Aller-Burgdorfer Aue“ zwischen dem Wehr Celle, dem Wehr Hademstorf und dem Pegel „Aligse“ aufgebaut. Das Modell beinhaltet auch die Fuhse bis zum Pegel „Wathlingen“.

Bei den Wasserständen in Leine, Aller und Burgdorfer Aue wurde davon ausgegangen, dass diese aufgrund der Gewässergröße bzw. infolge der großen Entfernung zur nächstgelegenen Trinkwasserentnahme nicht durch die sich ändernden Grundwasserstände im Inneren des Gebietes beeinflusst werden. Daher wurden sie auf der Grundlage bekannter hydrologischer Parameter berechnet bzw. wie oben geschildert interpoliert und als konstant angenommen.

Die Lage der für den Aufbau des Flussgebietsmodells „Aller-Burgdorfer Aue“ verwendeten Querprofile ist in Anlage 5-1 dargestellt. In der Aller wurde eine Fächerecholotpeilung des WSA Verden aus dem Jahr 2017 verwendet. Diese Fächerecholotpeilung wurde im Bereich Brücke-Jeversen bis Wehr Celle durch eine Linienpeilung am 10.01.2019 ergänzt.

Die in der Aller vorhandenen Wehre Oldau, Bannetze und Marklendorf sind entsprechend ihres aktuellen Bauzustandes in diesem Modell enthalten und werden entsprechend den planfestgestellten einzuhaltenden Stauwasserständen gesteuert. Das Wehr Marklendorf wurde als Schlauchwehr implementiert.

Die Kalibrierung und die Betriebsdaten (Größe der Wehrfelder, Stauwasserstände, Toleranzen etc.) des Flussgebietsmodells „Aller-Burgdorfer Aue“ sind in Anlage 4 beschrieben.

Für die Simulationsrechnungen wurde das hydronumerische Modell MIKE11 des Danish Hydraulic Institute (DHI, 2000 und DHI, 2002) genutzt, da es die für die Steuerung der Wehre notwendigen Systembausteine enthält und in der Lage ist die Regelung automatisch so zu gestalten, dass die geforderten Stauwasserstände eingehalten werden.

2.3 Einsatz hydronumerischer Flussgebietsmodelle für die Prognose von Wasserständen und Abflüssen im Inneren des Untersuchungsgebietes

Für die Berechnung der Wasserstände und Abflüsse im Inneren des Untersuchungsgebietes wurden die Flussgebietsmodelle „Wietze-Wulbeck“ mit Wietze, Wulbeck, Rixförder Graben, Hengstbeeke, Mühlengraben, Johannisgraben, Flussgraben und Laher Graben, sowie das Flussgebietsmodell „Große Beeke“ betrieben.

Für den Aufbau dieser Modelle wurden die o.g. Gewässer im Sommer des Jahres 2017 (Flussgebietsmodell „Wietze-Wulbeck“) und im Sommer des Jahres 2018 (Flussgebietsmodell „Große Beeke“) erneut vermessen.

Die Anschlusswasserstände in der Aller (untere Randbedingung des Flussgebietsmodells „Wietze-Wulbeck“) wurden durch das Flussgebietsmodell „Aller-Burgdorfer Aue“ berechnet.

Die Anschlusswasserstände in der Leine (untere Randbedingung des Flussgebietsmodells „Große Beeke“) wurden durch die an der Mündung zuvor interpolierten Wasserstände in der Leine (vergl. Kap. 2.2) vorgegeben.

Die Lage der in den o.g. Flussgebietsmodellen verwendeten Querprofile ist in Anlage 5-1 und Anlage 5-2 dargestellt.

Die Ergebnisse der stationären und instationären Kalibrierungen finden sich in der Modelldokumentation (Anlage 4). Für die stationären Kalibrierungen wurden sogenannte „Synoptische Aufnahmen“ im Frühling und Sommer des Jahres 2017 durchgeführt. Hierbei wurden innerhalb eines Tages gleichzeitig die Wasserstände

und Abflüsse über den Längsschnitt der Gewässer aufgenommen. Die instationären Kalibrierungen wurden für den charakteristischen Jahrgang durchgeführt.

Die Abweichungen der berechneten Wasserstände von den gemessenen Wasserständen liegen durchgängig im unteren Zentimeterbereich. Da die für die späteren Vergleiche zwischen AUSGANGS- und WIRK-Zustand genutzten Simulationsergebnisse des AUSGANGS-Zustandes zusätzlich mit den o.g. Daten der stationären Kalibrierung und durchgeführten Abflussmessungen plausibilisiert wurden, sind die erzielten Genauigkeiten für die Berechnung des AUSGANGS-Zustandes vollkommen ausreichend.

Für die Bestimmung des WIRK-Zustandes wird der PROGNOSE-Zustand vom IST-Zustand in Abzug gebracht. Die im jeweils betrachteten Einzelzeitschritt noch enthaltenen Wasserstandsdifferenzen von 1-2 cm sind in beiden genannten Zuständen modellbedingt in gleicher Größenordnung enthalten. Die dann ausgewiesenen Differenzen sind also noch geringer als die in der Kalibrierung erzielten Genauigkeiten.

Entscheidend für die spätere Beurteilung der Simulationsergebnisse ist vielmehr die Tatsache, dass für die Einhaltung der notwendigen Genauigkeiten der effektiv verfügbare Querschnitt teilweise erheblich reduziert werden musste (Anlage 4-5), um die Auswirkungen der sehr starken Verkrautung der Gewässer realitätsnah abzubilden. Die Reduzierungen der Querschnitte können im Extrem an den Pegeln „Reuterdamm“ und „Hastbruch“ (Anlage 4, Tab. 4-5-2) bis 80% erreichen.

Die dann an diesen Stellen eingetretene Verkrautung ist während der monatlichen Abflussmessungen vielfach dokumentiert worden und kann auf weite Bereiche der hier zu betrachtenden Gewässer des Wietze-Wulbeck Einzugsgebietes übertragen werden.

Im Einzugsgebiet der Großen Beeke zeigen sich die gleichen Effekte (Anlage 4, Tab. 4-4-5). Auch hier ist die in den Sommermonaten starke Verkrautung durch die monatlichen Abflussmessungen und zahlreiche Geländebegehungen dokumentiert.

Die hier beschriebenen Effekte sind bei der späteren Beurteilung der Simulationsergebnisse aus hydrologischer und hydraulischer Sicht zu berücksichtigen.

Auch für den Betrieb der Flussgebietsmodelle „Wietze-Wulbeck“ und „Große Beeke“ wurde das Programmsystem MIKE11 verwendet.

2.4 Kopplung der hydronumerischen Flussgebietsmodelle mit dem Grundwasserströmungsmodell

Im Inneren des Untersuchungsgebietes werden die Wasserstände in Oberflächengewässern durch die Grundwasserstände beeinflusst. Um diesen Effekt abzubilden, wurden die o.g. Flussgebietsmodelle mit dem Grundwasserströmungsmodell gekoppelt.

Im ersten Schritt wurden für den gewünschten Mittelungszeitraum (z.B. 01/2004 bis 12/2013 für den charakteristischen Jahrgang) aus den vorhandenen Messdaten die Wasserstände und Abflüsse an den bekannten Referenzpegeln als Tageswerte extrahiert und tageweise ausgemittelt.

Die Wasserstände des ersten Zeitschrittes (hier z.B. am 01. Januar) dienen als Startwasserstände, die Abflüsse als Randbedingungen. Auf dieser Grundlage werden die Wasserstände an den georeferenzierten Querprofilen (vergl. Anlage 5-1 und 5-2) als Tageswerte berechnet und dann auf Monatsmittelwerte aggregiert. Die Gesamtheit der für einen Monat ermittelten Wasserstände wird dann zeitlich auf die Monatsmitte bezogen und auf Polygonzüge interpoliert. Als Bezugspunkt der Wasserstandsberechnung wird der Mittelpunkt des Querschnittes in der Mitte des Flussschlauches verwendet.

Die Polygonzüge bilden das vorhandene Netzwerk der betrachteten Fließgewässer im Abstand von 1 m ab. Mit Hilfe dieser Werte kann dann für jeden Zeitschritt eine Randbedingungsdatei (Wasserstände) für das Grundwasserströmungsmodell erzeugt werden.

Das Grundwasserströmungsmodell berechnet auf der Grundlage dieser Randbedingungen in jeder Rechenzelle mit Anschluss an ein Oberflächengewässer Ex- und Infiltrationen aus/in den Grundwasserkörper. Hieraus werden Änderungen des grundwasserbürtigen Abflusses (Monatsmittelwerte) abgeleitet. Diese werden über die Lauflänge der Oberflächengewässer entlang der o.g. Rechenzellen bis zu den jeweiligen Referenzpegeln des Pegelmessnetzes aufsummiert und dort als Änderung des grundwasserbürtigen Abflusses zum bisherigen „Gesamt“-Abfluss addiert bzw. abgezogen.

Um aus diesen Monatsmittelwerten die für die hydrodynamische Simulation benötigten Tageswerte zu gewinnen, werden die o.g. Änderungen des grundwasserbürtigen Abflusses in Monatsmitte angesetzt. Die tageweisen Änderungen ergeben sich dann durch lineare Interpolation zum Vor- bzw. Folgemonat.

Die veränderten Abflüsse an den Referenzpegeln sind dann als Tageswerte verfügbar und werden auf Abflussspenden [l/skm^2] umgerechnet. Mit ihrer Hilfe werden die Abflüsse für jedes Teileinzugsgebiet und jeden Zeitschritt ermittelt.

Innerhalb der Teileinzugsgebiete wurden die so ermittelten Abflüsse auf die innerhalb des Teileinzugsgebietes vorhandenen Querprofile verteilt und dort als Randbedingung vorgegeben. Hierbei wurde von einer Gleichverteilung über die Querschnitte eines Teileinzugsgebietes ausgegangen.

Die Umlegung auf die Teileinzugsgebiete erfolgt mit einem Verteilungsmodell, in welchem die zugrundeliegenden Abflüsse an Referenzpegeln und die Größen der Teileinzugsgebiete hinterlegt sind. Außerdem bildet dieses Modell spezielle Charakteristika der Wasserführung ab. So wird z.B. ab einem bestimmten Abfluss in der Wietze am Pegel Reuterdamm Wasser über eine Querverbindung in den Wietzegraben abgeschlagen. Die im Verteilungsmodell berücksichtigten Teileinzugsgebietsgrößen sind in Anlage 6 dargestellt.

Der iterative Austausch zwischen Grundwassermodell und Flussgebietsmodellen wurde so lange wiederholt bis die Differenzen zwischen einzelnen Simulationsläufen vernachlässigbar waren. Dies war nach maximal drei Simulationsläufen der Fall.

Innerhalb des Verteilungsmodells sind auch die Einleitungen durch die Kläranlagen Engensen, Wettmar, Thönse, Burgwedel, Langenhagen und Bissendorf berücksichtigt. Die Einleitungen der Kläranlagen sind in Anlage 3 dargestellt. Die Einleitung der Kläranlagen wurden bei der Berechnung der zu betrachtenden Zustände an gleicher Stelle belassen. Dies trifft für zukünftige Zustände nicht mehr zu, da die Einleitungen der Kläranlagen Engensen, Wettmar und Thönse auf der Zentralkläranlage Burgwedel für Abflüsse von bis zu $4 \times Q_t$ zusammengefasst werden². Erst bei Einleitungsmengen von mehr als $4 \times Q_t$ wird direkt vor Ort in die hierfür vorgesehenen Gewässer Schneegraben (KA Wettmar), Wulbeck (KA Engensen) und Burgwedel (KA Thönse) abgeschlagen. Für eine bessere Vergleichbarkeit der betrachteten Zustände wurde hier auch für Einleitungen bis $4 \times Q_t$ an den alten Lokationen eingeleitet. Da die Einleitungsmengen aber nahezu konstante Tageswerte sind und nur bei Starkregenereignissen abweichen, kann für eine Würdigung des Einflusses der Kläranlagen durch Subtraktion der Mengen der zukünftig real existierende Zustand leicht erzeugt werden.

² Anmerkung: Q_t - Trockenwetterabfluss

3 Hydrologische Hauptwerte an Referenzpegeln

Für ein besseres Verständnis und die Einordnung der mit Hilfe der hydronumerischen Modellkopplung untersuchten Zustände sind in Tabelle 1 die wichtigsten gewässerkundlichen Hauptwerte der im Untersuchungsgebiet verwendeten Pegel wiedergegeben.

Außerdem sind in Tabelle 2 die gewässerkundlichen Hauptwerte der in Leine, Aller, Örtze, Burgdorfer Aue und Fuhse verwendeten Pegel dargestellt.

Tabelle 1: Gewässerkundliche Hauptwerte der Wasserstände und Abflüsse an den Pegeln der Wietze, Wulbeck und Großen Beeke

Gewässer	Pegel	A _{E0} [km ²]	PNP [mNHN]	Zeitreihe	MNW ¹⁾	MW ¹⁾	MHW ¹⁾	MNQ [m ³ /s]	MQ [m ³ /s]	MHQ [m ³ /s]
Wietze	Reuterdamm	113	46,86	1998-2019	0,12	0,36	1,17	0,234	0,733	4,110
	Meitze	242	36,14	1967-2015				0,435	1,570	8,380
	Hellern	262	33,66	1998-2019	0,48	0,70	1,31	0,333	1,460	7,770
	Wieckenberg	399	30,70	1961-2017	0,66	0,97	1,81	0,394	2,03	10,10
Wulbeck	Weide	0,77	54,95	2004-2019	0,09	0,15	0,34	0,010	0,049	0,406
	Bennewiesen	51,55	51,55	2004-2019	0,34	0,48	0,82	0,011	0,070	0,558
	Im Brand	35,10	39,01	1995-2019	0,26	0,45	0,72	0,008	0,088	0,689
	Hastbruch	49,60	40,08 ²⁾	2004-2019				0,008	0,116	0,623
	Tiefenbruchgraben	74,00	37,04	2011-2019	0,15	0,42	1,04	0,007	0,187	1,200
	Fuhrberg	86,50	34,70	1998-2019	0,05	0,44	1,03	0,004	0,281	1,520
	Bärenbruch	104	33,08	2010-2019	0,00	0,17	0,72	0,000	0,134	0,837
	Wieckenberg	108	31,51	1998-2019	0,18	0,39	1,13	0,004	0,236	1,610
Rixförder Graben	Rixförder Gr. oben	24,70	35,50 ²⁾	2004-2014	34,75 ³⁾	35,48 ³⁾	36,26 ³⁾	0,000	0,024	0,293
	Rixförder Gr. unten	43,10	32,04	2004-2019	0,00	0,13	0,50	0,000	0,022	0,251
Große Beeke	Plumhof	29,60	35,24	1998-2019	0,12	0,28	0,73	0,023	0,145	0,867

1) Die Angabe erfolgt in mPNP. 2) ROK=Messpunkthöhe 3) Höhe der Gewässesohle = 35,13 mNHN

Tabelle 2: Gewässerkundliche Hauptwerte der Wasserstände und Abflüsse an den Pegeln der Leine, Aller, Burgdorfer Aue und Fuhse

Gewässer	Pegel	A _{E0} [km ²]	PNP [mNHN]	Zeitreihe	MNW ¹⁾	MW ¹⁾	MHW ¹⁾	MNQ [m ³ /s]	MQ [m ³ /s]	MHQ [m ³ /s]
Aller	Celle	4374	31,82	1941-2015	1,18	1,92	3,84	7,97	27,50	122
	Marklendorf	6930	23,01	1941-2015	0,94	1,53	3,28	11,10	42,50	164
Fuhse	Wathlingen	812	40,00	1971-2017	0,31	0,58	1,69	1,03	4,21	20,9
Leine	Neust. a. Rübenb.	6043	31,29							
	Schwarmstedt	6443	21,00							
Örtze	Feuerschützenb.	738	39,94	2008-2017	0,75	1,03	1,92	3,08	5,84	22,0
Burgd. Aue	Aligse	180	51,06	1985-2015				0,200	1,111	14,3

1) Die Angabe erfolgt in mPNP.

Eine vollständige Dokumentation der in diesem Gutachten verwendeten Datenreihen (W, Q) und Schlüsselkurven findet sich in Anlage 2-1.

Hierbei wurde darauf geachtet den für den charakteristischen Jahresgang notwendigen Mittelungszeitraum (01/2003-12/2013) vollumfänglich abzubilden. Außerdem wurde versucht die Wasserstände und Abflüsse bis 12/2019 zu dokumentieren, um die Einordnung der aktuellen Situation zu ermöglichen.

Sind die dargestellten Zeiträume kürzer, so waren die Pegel im fehlenden Zeitraum noch nicht vorhanden oder die Datenreihen konnten durch den Betreiber noch nicht zur Verfügung gestellt werden. Schlüsselkurven lagen nur für die Pegel der Enercity AG bzw. der Harzwasserwerke GmbH vor.

4 Darstellung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse für die mittlere Situation des Jahres 2004 (MGW2004)

Für die stationäre Kalibrierung des Grundwasserströmungsmodells und die Betrachtung einer mittleren Situation im Grundwasserkörper wurde das aus geohydrologischer Sicht einen mittleren Zustand repräsentierende Jahr 2004 ausgewählt.

Für die stationäre Berechnung der Grundwasserstände wurden mit Hilfe der eingangs beschriebenen Flussgebietsmodelle stationäre Berechnungen durchgeführt, um Randbedingungen für das Grundwasserströmungsmodell bereitzustellen.

Die Wehre der Aller wurden hierbei mit den im Sommer anzusetzenden Stauzielen betrieben. Die verwendeten Randbedingungen (Abflüsse in den Teileinzugsgebieten der Flussgebietsmodelle und Wasserstände an den unteren Modellrändern) sind in Anlage 7 dargestellt.

Um den Zustand besser einordnen zu können, wurden an den Referenzpegeln auch die im Jahr 2004 im Mittel aufgetretenen Wasserstände aufgeführt.

Die Übergabe der Wasserstände an das Grundwasserströmungsmodell erfolgte wie in Anlage 4 beschrieben.

5 Darstellung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse für den Jahresgang des Jahres 2009 (JG2009)

Für die Untersuchung eines Extremzustandes in den Sommermonaten wurde das Jahr 2009 ausgewählt. In diesem Jahr lag die Summe der im Sommerhalbjahr gemessenen Niederschläge mit 295 mm deutlich unter dem langjährigen Mittel der Jahresreihe 1979-2019. Auch die Niederschläge des vorangegangenen Winterhalbjahres lagen unter dem langjährigen Mittel.

Die instationären Randbedingungen der Flussgebietsmodelle „Wietze-Wulbeck“, „Große Beeke“ und „Aller-Burgdorfer Aue“ sind in Anlage 2-1 in den entsprechenden Jahresganglinien dargestellt. Sie wurden daher nicht separat in einer Anlage dargestellt.

Für die Einleitungen der Kläranlagen wurden die in Anlage 3 dargestellten Jahresgänge eingesteuert.

Die Ergebnisse der Simulation sind in Anlage 8 an den langfristig betriebenen Pegeln der Beweissicherung und an den in MATHEJA CONSULT (2020b) beschriebenen Referenzstrecken dargestellt, um eine Vergleichbarkeit der sich einstellenden Verhältnisse zu ermöglichen.

6 Darstellung der prognostizierten Wasserstände und Abflüsse für einen charakteristischen Jahrgang (AUSGANGS- und WIRK-Zustand)

6.1 Allgemeines

Für die Untersuchung des charakteristischen Jahrganges wurde der geohydrologisch mittlere Verhältnisse repräsentierende Zeitraum 01/2004-12/2013 ausgewählt. Hierbei wurden vier Zustände betrachtet:

AUSGANGS-Zustand: Dieser Zustand beschreibt einen heute charakteristischen Jahrgang mit Hilfe von Tagesmittelwerten des Abflusses bzw. der Wasserstände (in der Leine und in der Aller-Burgdorfer Aue als unveränderliche Randbedingungen). Der Zustand entspricht den heute im langjährigen Mittel anzutreffenden Jahrgängen. Für die Ermittlung der o.g. Tagesmittelwerte wurden die jeweiligen Tageswerte des Zeitraumes 01/2004 bis 12/2013 (vergl. H.-H. MEYER, 2020) gemittelt. Die Wasserstände und Abflüsse dieses Zustandes wurden nicht mehr verändert, sondern als Randbedingungen an das instationäre Grundwassermodell übergeben.

Dies geschah durch eine Aggregation der Tageswerte auf Monatsmittelwerte. Die Entnahmen der Trinkwasserversorgung wurden mit den Werten eines charakteristischen Jahrganges angesetzt. Hierfür wurden die Entnahmen des Zeitraumes 01/2008 bis 12/2017 (vergl. H.-H. MEYER, 2020) gemittelt.

IST-Zustand: Der IST-Zustand entspricht weitestgehend dem AUSGANGS-Zustand. Lediglich die Entnahmen Dritter wurden im Grundwasserströmungsmodell auf die in den heutigen Wasserrechten zulässigen Maximalwerte gesetzt. Die Entnahmen der Trinkwasserversorgung wurden auf den Entnahmen eines charakteristischen Jahrganges belassen (H.-H. MEYER, 2020).

PROGNOSE-Zustand: In diesem Zustand werden auch die Entnahmen der Trinkwasserversorgung auf die zukünftig beantragten Entnahmemengen gesetzt.

WIRK-Zustand: Dieser Zustand soll die im mittleren Jahrgang zukünftig zu erwartenden Wasserstände und Abflüsse widerspiegeln. Für seine Ermittlung wurden die Abflüsse und Wasserstände des IST-Zustandes von den Abflüssen und Wasserständen des PROGNOSE-Zustandes abgezogen. Eine negative Differenz zeigt somit eine Abnahme der Abflüsse bzw. Wasserstände an. Diese Differenz wurde im Anschluss auf den AUSGANGS-Zustand addiert.

Um eine Vergleichbarkeit der einzelnen Zustände zu erreichen, wurden die Einleitungen der Kläranlagen Thönse, Engensen und Wettmar an gleicher Stelle belassen und bezogen auf den AUSGANGS-Zustand nicht verändert. Da die Einleitungsmengen aber nahezu konstant sind (Anlage 3) können sie an den entsprechenden Pegeln in Abzug gebracht werden, um die zukünftig real vorhandenen Abflüsse zu ermitteln.

Die zukünftig zu erwartenden Jahrgänge des Wasserstandes und der Abflusses unter Ausschöpfung der vorhandenen bzw. beantragten Entnahmen werden somit auf der Grundlage der heute im langjährigen Mittel sichtbaren Jahrgänge ermittelt.

Um eine Gesamtschau der zu erwartenden Veränderungen aufzeigen zu können, werden hier auch die an den Referenzstrecken (MATHEJA CONSULT, 2020b) berechneten Wasserstände und Abflüsse dargestellt (Anlage 1).

6.2 Wasserstände und Abflüsse im AUSGANGS- und WIRK-Zustand

Die für die Simulation verwendeten Randbedingungen, die für alle o.g. Zustände als Startzustand verwendet wurden, sind in Anlage 9-1 dargestellt. Dieses Vorgehen ist möglich, da sich Veränderungen zwischen AUSGANGS-Zustand, IST-Zustand und PROGNOSE-Zustand lediglich in der Größe und Verteilung der Grundwasserentnahme auftreten. Die Ergebnisse der Simulation sind in Anlage 9-2 dargestellt. Da die sich abzeichnenden Differenzen klein und daher nur schwer zu visualisieren sind, wurden die Werte zahlenmäßig in Tabelle 3 und 4 zusammenfassend ausgewertet.

Tabelle 3: Mittlere Differenzen der Wasserstände (Monatsmittelwerte) zwischen AUSGANGS-Zustand und WIRK-Zustand

n.e. – nicht ermittelbar ³ Pegel bzw. Referenzstrecke	Differenz der Wasserstände [cm]											
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Pegel Reuterdamm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegel Meitze	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegel Hellern / Ref. Wietze oben	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegel Wiekenberg (Wietze)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Referenzstrecke Wietze unten	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1
Referenzstrecke Hengstbeeke	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
Referenzstrecke Mühlengraben	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Referenzstrecke Neue Aue	konstante Randbedingung, daher keine Differenz ermittelbar.											
Referenzstrecke Adamsgraben	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Pegel Weide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegel Bennewiesen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Referenzstrecke Wulbeck oben	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	0	0	0	0
Pegel Im Brand	-1	-1	-1	-1	-1	-3	-3	-2	-1	-1	-1	-1
Pegel Hastbruch	-2	-2	-2	-3	-4	-4	-3	-2	-8	-5	-3	-2
Pegel Tiefenbruch./Ref. Wulbeck mitte	-2	-2	-2	-2	-1		-3	-3	-6	-3	-3	-2
Pegel Fuhrberg	-1	-1	-1	0						0	-1	-1
Pegel Bärenbruch	-1	-1	-1	-1			-7				-1	-1
Pegel Wieckenb. / Ref. Wulbeck unten	-1	-1	-1	0					0	0	-1	-1
Referenzstrecke Varrenbruchgraben	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Referenzstrecke Grindau	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Referenzstrecke Große Beeke oben	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Pegel Plumhof	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Referenzstrecke Große Beeke unten	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1
Pegel Rixförder Graben unten / Ref. Rixförder Graben	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-2	-1

Erläuterung: In den grau unterlegten Monaten kommt es zu unplausiblen Differenzen. Das Zustandekommen dieser Werte ist methodisch bedingt und wird in Anlage 4-6 erläutert. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, wurden diese Monate hier nicht mit Werten belegt. Gleichwohl sind die Ganglinien in Anlage 9 dargestellt.

In den Wasserstandsdifferenzen ist erkennbar, dass die Verlagerung der Förderung zu den nordwestlichen Fassungen (Variante V5) im Bereich der Großen Beeke eine geringe Absenkung des Wasserspiegels um 1 cm bis 2 cm zur Folge haben wird.

In der Wietze ist eine Veränderung kaum erkennbar. Nur im Unterlauf wird sich eine minimale Absenkung von 1 cm einstellen.

³ An den Referenzstrecken „Adamsgraben“, „Varrenbruchgraben“ und „Grindau“ können die vorhabenbedingten Veränderungen nicht ermittelt werden, da für diese Gewässer kein hydronumerisches Modell aufgebaut wurde.

Im Bereich der Wulbeck wird die Erhöhung der Förderung im Wasserwerk Ramlingen sichtbar. Hier fallen die Wasserstände im nächstgelegenen Gewässerabschnitt um den Pegel „Im Brand“ um 1 cm in den Wintermonaten und um bis zu 3 cm in den Sommermonaten.

Die dann in der oberen Wulbeck größeren Infiltrationen in den Grundwasserkörper stehen dem Hasbruch und dem Bereich Tiefenbruch dann nicht mehr zur Verfügung, was hier ebenfalls zu einem Absinken der Wasserstände führt.

Um den Pegel „Tiefenbruch (Wulbeck)“ ist die Abnahme dann nicht mehr ganz so stark, was allerdings auch auf dem erheblich größeren Querschnitt zurückzuführen ist.

Am Pegel „Rixförder Graben unten“ (Referenzstrecke „Rixförder Graben“) zeigen sich kaum Absenkungen. Sie sind auf die Monate April und Mai beschränkt und betragen dann ca. 1 cm.

Tabelle 4: Mittlere Differenzen der Abflüsse (Monatsmittelwerte) zwischen AUSGANGS-Zustand und WIRK-Zustand

n.e. – nicht ermittelbar Pegel bzw. Referenzstrecke	Differenz der Abflüsse [l/s]											
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Pegel Reuterdamm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pegel Meitze	-8	-8	-7	-7	-6	-2	-3	-5	-4	-5	-4	-5
Pegel Hellern / Ref. Wietze oben	-12	-13	-12	-12	-11	-7	-7	-9	-8	-9	-9	-9
Pegel Wiekenberg (Wietze)	-30	-32	-30	-30	-30	-22			-25	-21	-22	-25
Referenzstrecke Wietze unten	-34	-35	-34	-33	-33	-25			-27	-24	-25	-28
Referenzstrecke Tiefenbruchgraben	-15	-15	-14	-10			0	0	0	-4	-11	-11
Referenzstrecke Hengstbeeke	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1
Referenzstrecke Mühlengraben	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Referenzstrecke Neue Aue	konstante Randbedingung, daher keine Differenz ermittelbar.											
Referenzstrecke Adamsgraben	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Pegel Weide	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Pegel Bennewiesen	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Referenzstrecke Wulbeck oben	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-3
Pegel Im Brand	-4	-4	-5	-4	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-3	-4
Pegel Hasbruch	-14	-13	-13	-11	-8	-4	-1	-1	-8	-12	-13	-13
Pegel Tiefenbruchgr./Ref. Wulbeck mitte	-31	-30	-29	-22	-6		-2	-2	-9	-17	-26	-26
Pegel Fuhrberg	-11	-11	-10	-6					0	-7	-8	
Pegel Bärenbruch	-20	-20	-18	-11			-15			-12	-15	
Pegel Wieckenb. / Ref. Wulbeck unten	-12	-12	-11	-8					-1	2	-7	-9
Referenzstrecke Varrenbruchgraben	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Referenzstrecke Grindau	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Referenzstrecke Große Beeke oben	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-2
Pegel Plumhof	-4	-4	-4	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-4
Referenzstrecke Große Beeke unten	-9	-9	-9	-7	-8	-7	-6	-5	-5	-6	-7	-8
Pegel Rixförder Graben unten / Ref. Rixförder Graben	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-2	-1
<u>Erläuterung:</u> In den grau unterlegten Monaten kommt es zu unplausiblen Differenzen. Das Zustandekommen dieser Werte ist methodisch bedingt und wird in Anlage 4-6. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, wurden diese Monate hier nicht mit Werten belegt. Gleichwohl sind die Ganglinien in Anlage 9 vollständig dargestellt.												

An den vorhabenbedingt zu erwartenden Differenzen der Abflüsse zwischen AUSGANGS-Zustand und WIRK-Zustand lassen sich in diesem Fall die Auswirkungen besser ablesen als an den in großen Querschnitten nur minimalen Differenzen der Wasserstände.

In der Großen Beeke werden zwischen dem Pegel „Plumhof“ und der Referenzstrecke „Große Beeke unten“ Abflussreduzierungen in den Wintermonaten von bis zu 9 l/s auftreten. In den Sommermonaten werden die

Abflussreduzierungen in diesem Bereich im Mittel zwischen 3 und 5 l/s liegen. Dies ist bei einem sommerlichen Abfluss von ca. 80 l/s unbedenklich.

In der Wietze zeigen sich zwischen dem Pegel „Meitze“ und der Referenzstrecke „Wietze unten“ je nach Jahreszeit und betrachtetem Abschnitt Abflussreduzierungen zwischen 10 l/s und 35 l/s. Es ist erkennbar, dass die Abflussreduzierungen in den Wintermonaten größer sind als in den Sommermonaten. Im Unterlauf der Wietze sind diese Reduzierungen jedoch so gering, dass keine Auswirkungen auf den Abflussvorgang und seine Dynamik zu erwarten sind.

In der Großen Beeke

Im Tiefenbruchgraben sind in den Wintermonaten die Reduzierungen des Abflusses mit bis zu 15 l/s größer. Bei den dann vorhandenen Abflüssen von mindestens 200 l/s ist dies jedoch unbedenklich.

In der Wulbeck beginnt die Reduzierung des Abflusses bereits an der Referenzstrecke „Wulbeck oben“. Sie verstärkt sich dann in Fließrichtung und erreicht an der Referenzstrecke „Wulbeck mitte“ (Pegel „Tiefenbruchgraben (Wulbeck)“) ihr Maximum mit Reduzierungen von bis zu 30 l/s in den Wintermonaten. Dies hat bei den dann vorhandenen Abflüssen keinen Einfluss auf den Abflussvorgang.

Im Rixförder Graben sind die Differenzen mit 1 l/s sehr gering.

7 Messtechnische Erfassung und Zuordnung der vorhabenbedingten Veränderungen

7.1 Messung von Wasserständen

Die in Kapitel 6 dargestellten Änderungen der Wasserstände liegen im unteren Zentimeterbereich und sind damit sehr gering. Meist betragen sie 1-2 cm. Nur an der Wulbeck werden zwischen dem Pegel „Hastbruch“ und dem Pegel „Tiefenbruch“ Werte von bis zu -8 cm erreicht.

Die sensorisch bedingten Abweichungen der heute verwendeten Druckmessdosen liegen für fast alle Fabrikate bei 0,05% des möglichen Messbereiches (Fullscale, meist 10m oder 20m). Damit ergeben sich Genauigkeiten +/- 1 cm (bei einem Messbereich von 10 m bzw. 20 m) bzw. +/- 0,5 cm (bei einem Messbereich von 10 m). In fast 90% der Fälle werden in Oberflächengewässern Druckmessdosen mit einem Messbereich von 10 m verwendet. Die Langzeitstabilität wird herstellerseitig meist mit +/- 0,1% / Jahr angegeben. Obwohl in der Praxis aufgrund des Trockenfallens größere Schwankungen sichtbar werden, kann diese Fehlerquelle aufgrund der monatlichen Kontrolle und Nachkalibrierung vernachlässigt werden. Gleiches gilt für die mit +/- 0,01 % / K angegebene Temperaturstabilität. Entscheidender ist dann die durch die Kalibrierung erzielbare Anpassung durch die hinterlegte Anpassungsfunktion. Hier können Ungenauigkeiten von +/- 1 cm auftreten.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass die Ablesungen an der Pegellatte bzw. die Messung eines Abstichwertes per Kabellichtlot ebenfalls mit einer Ungenauigkeit behaftet sind. Diese wird in der Fachliteratur mit +/- 1cm angegeben.

In Summe liegt die messtechnische Genauigkeit der Wasserstandsmessung auf der im Sinne einer seriösen Argumentation sicheren Seite liegend bei 1 bis 2 cm. Hierin sind die Abweichungen der verwendeten Sensorik und Ableseungenauigkeiten bei der Kalibrierung enthalten. Dies setzt jedoch eine Prüfung und Kalibrierung in Abständen von 1 bis 2 Monaten voraus. Außerdem muss die verwendete Softwarelösung in der Lage sein, die abgelesenen Handwerte zu speichern und den gesamten Verlauf der Wasserstandsganglinie auf diese Handwerte anzupassen.

Damit sind die vorhabenbedingten Änderungen des Wasserstandes messtechnisch nur noch im Bereich der Wulbeck zwischen dem Pegeln „Im Brand“ und dem Pegel „Bärenbruch“ erfassbar.

7.2 Messung von Abflüssen

Für die Messung von Abflüssen werden im Untersuchungsgebiet bei sehr kleinen Wassertiefen zwischen 5 und 7 cm ein Messflügel M! der Fa. SEBA Hydrometrie (Mini-Flügel $D=3\text{cm}$), bei Wassertiefen zwischen 7 cm und 40 cm ein magnetisch-induktiver Sensor des Typs OTT MF pro und bei Wassertiefen von mehr als 40 cm ein ADCP-Gerät vom Typ Stream Pro der Fa. RDI Teledyne eingesetzt. Unterhalb einer Wassertiefe von 5 cm erfolgen keine Abflussmessungen.

Alle Messflügelsysteme benötigen eine minimale Anströmung als „Anlaufgeschwindigkeit“ des Flügels. Diese liegt bei dem hier verwendeten System bei 2,5 cm/s. Eigene Vergleichstest mit eingebrachtem Fluoreszin haben in einer begrabigten Messtrecke der Länge $L = 10\text{ m}$ / $B = 1\text{ m}$ ergeben, dass die sensorisch bedingten Abweichungen im hier beschriebenen Anwendungsbereich an der unteren Grenze der Eichkurve bei 0,25 bis 0,5 cm/s liegen.

Für den magnetisch-induktiven Sensor MF pro der Fa. OTT Hydrometrie wird herstellerseitig eine Genauigkeit von $\pm 2\%$ des Messwertes $\pm 0,015\text{ m/s}$ für den hier relevanten Messbereich von 0-3 m/s angegeben.

Die bei einer ADCP-Messung zu berücksichtigenden Abweichungen werden von MORGENSCHWEIS (2010) mit ca. 5 % angegeben. Im Pegelhandbuch (LAWA, 2018) werden die Abweichungen mit 1 cm/s angegeben. Dies entspricht bei den üblicherweise gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten von 15 bis 30 cm/s in etwa den von MORGENSCHWEISS (2010) angegebenen Abweichungen von 5 %. Hinzu kommen methodische Einschränkungen des Verfahrens. Hierzu zählen die notwendigen Abstände von den Ufern des Gerinnes. Hier erfolgt keine direkte Messung. Die dort anzusetzenden Strömungsgeschwindigkeiten werden aus den im Hauptgerinne gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten über eine zuvor zu wählende Funktion abgeleitet. Außerdem hat der Sensor unterhalb des Messkopfes einen Totbereich in dem keine Messung erfolgen kann. Hier wird die Geschwindigkeit aus den unterhalb gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten mit Hilfe einer Ellipsoid-Funktion abgeleitet. Gleiches gilt für den bodennahen Bereich, wo die oberhalb gemessene Strömungsgeschwindigkeit über eine vorgegebene Funktion auf „Null“ reduziert wird. Die vertikale Ausdehnung dieser Totbereiche beträgt jeweils 1-2 Messzelle. Diese haben hier eine Mindestausdehnung von 2 cm. Daher wird bei der o.g. Wassertiefe von 40 cm in einem Bereich von 32 cm der Wassersäule real gemessen. Konservativ im Sinne einer möglichst genauen Messung, liegt die technisch erreichbare Genauigkeit der hier verwendeten Messverfahren bei ca. 5%.

Hierzu müssen methodisch bedingte Abweichungen hinzuaddiert werden, die im Ablauf der Messungen selbst und den vorgefundenen Randbedingungen liegen. Diese sind in der unregelmäßigen Ausbildung der Sohle und der Verkräutung der Gewässer begründet. In verkräuteten Bereichen ist keine ADCP-Messung möglich. Auch der Messflügel wird hier durch Pflanzenteile in der Rotation behindert. Außerdem bildet das Pflanzenfeld an sich einen nur schwer erfassbaren Bereich mit stark vertikal variierenden Strömungsgeschwindigkeiten im untersten Messbereich.

In den hier zu untersuchenden Gewässern nimmt der verkräutete Bereich in den Sommermonaten mindestens 50% des Querschnittes ein. Konservativ geschätzt liegen die hierdurch ausgelösten Ungenauigkeiten der Messung bei mindestens 5%.

Da die o.g. Abschätzungen konservativ erfolgten, ist es angemessen die einzelnen Genauigkeiten zu addieren. Damit erreichen die für die Bestimmung der Abflüsse durchgeführten mobilen Abflussmessungen eine Genauigkeit von höchstens 10%. Bei den ausgewiesenen mittleren Abflüssen der Sommermonate liegen die Abflüsse in den fraglichen Gewässerabschnitten bei ca. 50 l/s. Die in Tabelle 4 dargestellten Reduzierungen des Abflusses sind daher erst messtechnisch zu erfassen, wenn sie einen Wert von 5 l/s überschreiten. In den Wintermonaten müssen die Abweichungen daher größer als 50 l/s sein. Dies ist hier in keinem der betrachteten Gewässer der Fall.

Daher sind die in Tabelle 4 ausgewiesenen Differenzen der Abflüsse messtechnisch nicht zu erfassen.

7.3 Zuordnung der vorhabenbedingten Änderungen zur beantragten Grundwasserentnahme

In den Sommermonaten wird die für die Trinkwasserversorgung beantragte Grundwasserentnahme stark durch die Entnahmen Dritter überlagert.

Dieser Einfluss könnte aus der Differenz des in Kapitel 6 betrachteten AUSGANGS-Zustandes zum IST-Zustand abgeschätzt werden. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Zuständen besteht darin, dass im AUSGANGS-Zustand die Entnahmen Dritter als reale Entnahmen eingesteuert wurden. Im IST-Zustand hingegen wurden die genehmigten Wasserrechte Dritter voll ausgeschöpft. Die Grundwasserentnahme zur Trinkwasserversorgung blieb jedoch auf dem Niveau des Zeitraumes 2008-2017. Damit existiert ein längerer Zeitraum mit stabiler Entnahmekonstellation, der auf seine Entwicklung in den Wasserständen analysiert werden könnte.

Der Einfluss könnte auch in extremen Trockenperioden aus Messdaten abgeschätzt werden, wenn die Entnahmen Dritter entsprechend der verfügbaren Rechte real ausgeschöpft werden. Dies zeigte sich im Jahr 2019, in dem die Entnahmen zur Trinkwasserversorgung in den Fassungen Berkhof, Lindwedel und Fuhrberg (H.-H. MEYER, 2020, Abb. 6) mit ca. 35 Mio. m³/a in etwa dem langjährigen Mittel entsprachen und die Wasserstände und Abflüsse auf die niedrigsten jemals gemessenen Werte absanken. Die im Wasserwirtschaftsjahr 2019 gemessenen Niederschläge lagen mit 598 mm nur ca. 10% unter den langjährigen Mittelwerten. In diesem Jahr wäre eine Separierung der Einflüsse möglich.

Für beide o.g. Fälle gilt, dass die vorhabenbedingten Änderungen und die durch Dritte ausgelösten Veränderungen für extreme Zustände im Grundsatz separiert werden können. Dies ist jedoch mit den o.g. Messverfahren und Methoden in natürlichen Gerinnen mit starker Verkrautung nicht möglich, auch wenn die Änderungen beider Kompartimente in Summe deutlich größer ausfallen würden.

Der für die Bestimmung der Abflüsse mit den notwendigen Genauigkeiten erforderliche Ausbau von Messstrecken ist jedoch nach den Vorgaben der WRRL nur schwer möglich. Daher sind die zuvor ausgewiesenen Differenzen in der Abflussmessung von mindestens 10% heute nicht reduzierbar.

Für eine Trennung der Einflüsse Dritter wären deren Entnahmen ortsgenau und zeitabhängig zu erfassen, da sie heute – zumindest in den Sommermonaten - in einer Größenordnung liegen, die der Entnahme durch die öffentliche Trinkwasserversorgung in ihrer Größenordnung von mehreren Millionen m³/a nahe kommt und insofern auch die gleichen Wirkungen auslöst.

Eine Separierung und Zuordnung der durch das Vorhaben ausgelösten Änderungen der Wasserstände und Abflüsse ist aus den o.g. Gründen daher zur Zeit nicht möglich.

8 Empfehlungen für die hydrologische Beweissicherung

Die Untersuchungen haben gezeigt:

- Dass die Entwicklung des Abflussvorganges in den Sommermonaten (und zunehmend auch in den Wintermonaten) bei starker Verkräutung weitestgehend von den Abflüssen entkoppelt ist. Dies bedeutet, dass die Wasserstände auch ansteigen können, wenn der Abfluss abnimmt. Dies erschwert die Berechnung von Abflüssen auf der Grundlage von gemessenen Wasserständen.
- Bei den in Abbildung 3 dokumentierten Zuständen sind die geforderten Messgenauigkeiten im Bereich der in Tabelle 7 dargestellten Differenzen nicht mehr zu erreichen.
- Dass die durch Trinkwasserentnahmen ausgelösten Differenzen der Abflüsse so gering sind, dass die durch diese Abflussänderungen hervorgerufenen Wasserstandsänderungen im unteren Zentimeterbereich durch die vorhandene Messtechnik und Pegelanlagen nicht mehr in den geforderten Genauigkeiten bestimmbar sind.
- Dass die für die späterhin in der Beweissicherung durchzuführenden Abflussmessungen nicht die geforderten Genauigkeiten von wenigen Litern erbringen können.
- Dass die Auswirkungen des Vorhabens nicht von witterungsbedingten Einflüssen bzw. Einflüssen Dritter separiert werden können.

Vor diesem Hintergrund würden wir für die zukünftige Bewertung der vorhabenbedingten Änderungen der hydro(morpho)logischen Parameter die folgenden Empfehlungen aussprechen:

- Da sich die morphologischen Qualitätsparameter durch das Vorhaben nicht ändern werden, können diese Untersuchungen in der jetzigen Form eingestellt werden. Um die Entwicklung der Gewässersohle und die Querschnittsentwicklung zu verfolgen reichen Aufnahmen im Abstand von 3 bis 5 Jahren aus.
- Die an den vorhandenen Beweissicherungspegeln und Referenzstrecken begonnenen Messungen der Wasserstände und Abflüsse sollten an den Beweissicherungspegeln fortgeführt werden.
- Die Messungen an den Referenzpegeln „Varrenbruchsraben“ und „Grindau“ können entfallen, da diese Gewässer kein Wasser mehr führen.
- Die Referenzstrecke „Wulbeck oben“ ist aus hydrologischer Sicht nicht notwendig, da oberhalb der Pegel „Bennewiesen“ und unterhalb der Pegel „Im Brand“ existiert.
- An allen anderen Referenzstrecken sollten die begonnenen Messungen fortgeführt werden.
- Für die Untersuchung empfehlen wir an kleineren Gewässern die Einrichtung spezieller Messstrecken mit einheitlichem Profil und redundanter Messtechnik.
- Außerdem empfehlen wir die Kalibrierung der eingesetzten Sensorik und die Durchflussmessungen in monatlichen Abständen, um Abweichungen zu minimieren und die Verkräutung der Gewässer besser berücksichtigen zu können.
- Um die Einflüsse des Vorhabens separieren zu können, empfehlen wir die gewählte Methodik einer instationären Betrachtung beizubehalten. Außerdem sollte das Modell der Oberflächengewässer so erweitert werden, dass es das im Grundwassermodell abgebildete Gewässersystem vollumfänglich abdeckt. Hierfür sind die Entnahmen Dritter ortsgenau und zeitabhängig zu erfassen.

Abschließend möchten wir darauf hinweisen, dass hier ein charakteristischer Jahresgang untersucht wurde. Kommt es zukünftig in den Sommermonaten witterungsbedingt zu einer Verschiebung der Abflusssituation in Richtung „niedrigerer Abflüsse“, so werden Veränderungen großflächig sichtbar sein und sich nicht auf die kleineren Gewässer beschränken.

Wettmar, 01.09.2020

(Dr.-Ing. Andreas Matheja)

9 Literaturverzeichnis und Quellenangaben

DHI (2000): MIKE11: A Modelling System for Rivers and Channels, User Guide. Danish Hydraulic Institute.

DHI (2001): MIKE View: User Guide and Tutorial. Danish Hydraulic Institute.

DHI (2002): MIKE11: A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual. Danish Hydraulic Institute.

H.-H. MEYER (2020): Trinkwassergewinnung Hannover-Nord. Antrag auf Bewilligung einer Grundwasserentnahme aus dem Fuhrberger Feld durch die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg mit den Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg, Teil B, 1. Geohydrologisches Gutachten. Ingenieurbüro H.-H. Meyer, Inh.: Dipl.-Ing. Martin Meinken.

LAWA (2018): Leitfaden der Hydrometrie des Bundes und der Länder – Pegelhandbuch. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser.

MATHEJA CONSULT (2020b): Trinkwassergewinnung Hannover-Nord, Antrag auf Bewilligung einer Grundwasserentnahme aus dem Fuhrberger Feld durch die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg mit den Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg, Teil B, 6. Gewässerkundlicher Fachbeitrag nach WRRL. Im Auftrag der Enercity AG, der Harzwasserwerke GmbH und des Wasserverbandes Nordhannover. Bericht 2020 / 10.

MORGENSCHWEISS, G. (2010): Hydrometrie. Theorie und Praxis der Durchflussmessung in offenen Gerinnen.