Wasserwerk Wettmar
Antrag auf Erteilung einer Bewilligung zur Grundwasserentnahme
Entnahmemenge: 860.000 m³/a

Teil B1 – Geohydrologisches Gutachten

Oktober 2025

WASSERVERBAND NORDHANNOVER

Harzwasserwerke GmbH

- Wasserwerk Ramlingen -

Wasserverband Nordhannover

- Wasserwerk Wettmar -

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen

in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

Auftraggeber: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Burgwedel

Bad Nenndorf, 30. Juni 2025

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Inh.: Dipl.-Ing. Martin Meinken
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Tel.: 05723 / 749 82 40

Harzwasserwerke GmbH

Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover

Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

Auftraggeber : Harzwasserwerke GmbH - Bördestraße 23, 31135 Hildesheim
Wasserverband Nordhannover - Herrenhäuser Straße 61, 30938 Burgwedel

Bearbeitung : Dipl.-Ing. Martin Meinken

Abbildungen: 12
Tabellen: 12
Anlagen : 10 (28 Seiten ohne Deckblatt)
Anhänge : 3

Datum : 30. Juni 2025

.....
Martin Meinken

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis II

Tabellenverzeichnis III

Anlagenverzeichnis IV

Anhängeverzeichnis V

Glossar VI

1 Zusammenfassung 1

2 Anlass und Ziel der Untersuchungen 5

3 Untersuchungsumfang 6

4 Gebietsbeschreibung 8

4.1 Geografische Lage der Untersuchungsgebiete 8

4.2 Morphologie und Nutzung 9

4.3 Niederschlag und klimatische Wasserbilanz 11

4.4 Oberirdisches Fließgewässersystem 15

4.5 Geologie / Hydrogeologie 18

4.6 Geohydrologie 22

4.6.1 Grundwasserneubildung 22

4.6.2 Grundwassermessstellennetz 23

4.6.3 Grundwasserstandsganglinien 24

4.6.4 Grundwasserhöhen-Gleichenplan 26

4.6.5 Grundwasser-Flurabstand 27

5 Wirkung der GW-Entnahme auf den Grundwasserstand 28

5.1 Allgemeines 28

5.2 Entwicklung der Grundwasserförderung 29

5.3 Ermittlung der entnahmebedingten Absenkung 31

5.3.1 Berechnungsmethodik 31

5.3.2 Angesetzte Förderverteilungen 33

5.3.3 Derzeitige Entnahme (Ist-Wirkung) 34

5.3.4 Beantragte Entnahme (prognostizierte Wirkung) 39

5.3.5 Ergebnisbewertung 47

5.4 Empfehlungen für die wasserwirtschaftliche Beweissicherung 54

6 Unterirdische Einzugsgebiete für die beantragten Entnahmen 55

7 Auswirkung auf den mengenmäßigen Grundwasserzustand gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie 57

7.1 Allgemeines 57
7.2 Nutzbares Grundwasserdargebot.....58
7.3 Oberirdische Fließgewässer.....59
7.4 Grundwasserabhängige Landökosysteme 59
7.5 Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen 60
7.6 Schlussfolgerung 60

8 Verwendete Unterlagen und Literaturverzeichnis 61

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Digitales Geländemodell 25 (LGLN, 2016).....11
Abb. 2: Niederschlag an der Station "Hannover" des DWD (Summen für Wasserwirtschafts-, Sommer- und Winterhalbjahr) 12
Abb. 3: Mittlere monatliche Niederschläge der Jahresreihe 1961/2024 für die DWD-Station *Hannover*.....13
Abb. 4: Klimatische Wasserbilanz an der Station 'Hannover' des DWD (Summen für Wasserwirtschafts-, Sommer- und Winterhalbjahr) 14
Abb. 5: *Wulbeck* kurz nach Verlassen des *Oldhorster Moores* (am Pegel *Weide* nördlich der L383, Foto vom 18.06.2006, Blickrichtung Süd) 15
Abb. 6: *Wulbeck* kurz vor der Einmündung in die *Wietze* (am Pegel *Wiekenberg*, Foto vom 18.06.2006, Blickrichtung Nord) 16
Abb. 7: Ganglinien der Grundwasserstände an Messstelle 116/116.1.....20
Abb. 8: Auswirkung einer Grundwasserentnahme (Grundlage: ältere Ausgabe der DIN 4049) 28
Abb. 9: Jahresentnahmen aus den Brunnen B1 bis B6 des *Wasserwerkes Ramlingen* und der *Fassung Wettmar* 30
Abb. 10: Berechneter Grundwasserspiegelgang im jahreszeitlichen Verlauf am Beispiel der Messstelle 8 (südwestlich des Brunnens B2) für Ist- und Prognosezustand.....43
Abb. 11: Zusätzliche Grundwasserspiegel-Absenkung im jahreszeitlichen Verlauf am Beispiel der Messstellen 8 und 10 im zusätzlichen Absenkungsgebiet.....43
Abb. 12: Reduzierung des Basisabflusses zwischen Ist- und Prognosezustand im jahreszeitlichen Verlauf für einige Referenzstrecken.....47

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Abfluss-Hauptwerte 17
Tab. 2: Hauptwerte der Abflussspenden 18
Tab. 3: Grundwasserneubildung bzw. Sickerwasser im Modellgebiet *Hannover-Nord* 22
Tab. 4: Untersuchte Entnahmekonfiguration 34
Tab. 5: Mittelwerte sowie Differenzen von Grundwasserständen für die Kalenderjahre 1963 (ohne) und 2009 (mit Entnahme von rd. 3,49 m³/a) 36
Tab. 6: Vergleich von Grundwasserspiegel-Differenzen zwischen den Jahren 2009 und 1963 mit berechneten, ausschließlich entnahmebedingten Absenkungen 39
Tab. 7: Reduktion des langjährig mittleren Basisabflusses in der *Wulbeck* an den bestehenden Pegelstandorten 45
Tab. 8: Reduktion des langjährig mittleren Basisabflusses im Bereich der Referenzstrecken für alle gemäß EU-WRRL berichtspflichtigen oberirdischen Fließgewässer 46
Tab. 9: Bewertung der Reduktion des langjährig mittleren Basisabflusses im Bereich der Referenzstrecken für alle gemäß EU-WRRL berichtspflichtigen oberirdischen Fließgewässer 50
Tab. 10: Bewertung der Maximalreduktion des langjährig mittleren monatlichen Basisabflusses in der *Wulbeck* an den bestehenden Pegelstandorten 51
Tab. 11: Grundwasser-Bilanz für das zugehörige unterirdische Einzugsgebiet zur beantragten Entnahme "Fassung *Ramlingen*" 56
Tab. 12: Grundwasser-Bilanz für das zugehörige unterirdische Einzugsgebiet zur beantragten Entnahme "Fassung *Wettmar*" 56

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1: Lageplan Förderbrunnen (M: 1:30.000)

Anlage 1.2: Lageplan Grundwassermessstellen und Pegel in oberirdischen Fließgewässern (M: 1:30.000)

Anlage 2.1: Verbreitung oberflächennaher Hemmschichten und Verlauf der hydrogeologischen Schnitte (M: 1:30.000)

Anlage 2.1: Gesamtmächtigkeit der quartärzeitlichen Sedimente und Verlauf der hydrogeologischen Schnitte (M: 1:30.000)

Anlage 3.1-3: Hydrogeologische Schnitte A-A' (West-Ost), B-B' (Nord-Süd) und C-C' (Nord-Süd)

Anlage 4.1-4: Grundwasserneubildungen GROWA06V2, mGROWA, mGROWA18 (1981-2010) und TUB-BGR (1961-1990).

Anlage 5.1-6: Langjährige Säulendiagramme für Niederschlag und Entnahme sowie Grundwasserspiegel-Ganglinien für ausgewählte Messstellen (auch entnahmeunbeeinflusste Vergleichsmessstellen), Zeitreihe 1961 bis 2022

Anlage 6.1: Grundwasserhöhen-Gleichenplan und Grundwasser-Flurabstand für das Kalenderjahre 2004 (M: 1:30.000)

Anlage 7.1-3: Langjährige Säulendiagramme für Niederschlag und Entnahme sowie Abfluss-Ganglinien für Pegel der Harzwasserwerke GmbH (NM7Q, MoMNQj, MQj)

Anlage 8.1: Linien gleicher Absenkung im Hauptgrundwasserleiter zwischen Ist-Zustand (Entnahme 39,39 Mio. m³/a; Mittelwert der Jahre 2008-2017) und Null-Zustand (ohne Entnahme Fassungen *Lindwedel*, *Berkhof, Fuhrberg, Ramlingen* und *Wettmar*) - M: 1:30.000

Anlage 8.2: Linien gleicher Gesamtabsenkung im Hauptgrundwasserleiter zwischen Prognose-Zustand (46,36 Mio. m³/a) und Null-Zustand (ohne Entnahme Fassungen *Lindwedel*, *Berkhof, Fuhrberg, Ramlingen* und *Wettmar*) - M: 1:30.000

Anlage 8.3: Linien gleicher zusätzlicher Absenkung im Hauptgrundwasserleiter zwischen Prognose-Zustand (46,36 Mio. m³/a) und Ist-Zustand (Entnahme 39,39 Mio. m³/a Fassungen *Lindwedel*, *Berkhof, Fuhrberg*, *Ramlingen* und *Wettmar*; Mittelwert der Jahre 2008-2017) - M: 1:30.000

Anlage 9.1: Übersichtsplan –Lage der in Anlage 9.2 dargestellten oberirdischen Fließgewässer (M: 1:50.000)

Anlage 9.2: Kumulativer Basisabfluss in der *Wulbeck* für den Ausgangs- (Entnahme 39,39 Mio. m³/a) und den prognostizierten Wirk-Zustand (Entnahme 46,36 Mio. m³/a)

Anlage 9.3: Rechnerische Ex- und Infiltrationsstrecken für Ausgangs- (Entnahme 39,39 Mio. m³/a) und prognostizierten Wirkzustand (Entnahme 46,36 Mio. m³/a) für alle modellierten oberirdischen Fließgewässer (M: 1:50.000)

Anlage 10: Unterirdische Einzugsgebiete (vorläufige Abgrenzungen) für die beantragten Entnahmen aus den Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* (Prognosezustand mit 4,50 und 0,86 Mio. m³/a) - M: 1:30.000

Anhängeverzeichnis

Anhang 1: Datenbeschaffung / -grundlage

Anhang 2: Grundwasserströmungsmodell - Dokumentation

Anhang 3: Bericht zur geologischen 3D-Untergrundmodellierung (NIWA, 2020)

Glossar

Begriff	Erläuterung
Abfluss, mittlerer (MQ)	Arithmetischer Mittelwert aller gleichartigen Abflusswerte (z.B. Tagesmittel) in einer Zeitspanne.
Abflussspende	Quotient aus dem Abfluss an einem bestimmten Ort im Fließgewässer und der zugehörigen Einzugsgebietsfläche (übliche Einheit: l/s*km²).
Absenkungsgebiet oder Absenkungsbereich	Der Bereich, in dem eine Grundwasserabsenkung nachweisbar ist. Eine Absenkung einer Grundwasserspiegelfläche entsteht durch die Entnahme von Grundwasser aus Förderbrunnen, aber z.B. auch durch das Anlegen von Entwässerungsgräben.
Ausgangszustand	Es werden hier unterschiedliche Ausgangszustände für oberirdische Fließgewässer und Grundwasserbereich betrachtet: *Oberirdische Fließgewässer* NLWKN (2020): "Der maßgebliche Ausgangszustand für die Beurteilung, ob eine Verschlechterung im Oberflächengewässer zu erwarten ist, ist grundsätzlich der ökologische bzw. chemische Zustand des Wasserkörpers, wie er in dem zum Zeitpunkt der Behördenentscheidung geltenden Bewirtschaftungsplan dokumentiert ist." Bei Vorlage der endgültigen Ergebnisse im Jahr 2019 galt der Bewirtschaftungsplan für den Zeitraum 2015 bis 2021. Es wird hier davon ausgegangen, dass der entsprechende ökologische bzw. chemische Zustand das Ergebnis der mittel- bis langfristigen hydrologischen Bedingungen vor dem Zeitpunkt der Behördenentscheidung ist. Insofern wird hier der (instationäre) Kalibrierungszeitraum 2004-2013 (Monatsmittel, typischer Jahresgang) mit insgesamt etwa mittleren hydrologischen Verhältnissen und realen Entnahmen für alle Förderbrunnen näherungsweise als Ausgangszustand gewählt. ➔ Zur Darstellung von Absolutwerten, z.B. Wasserstände bzw. Wassertiefen in oberirdischen Fließgewässern *Grundwasserbereich* NULL: Tatsächliche mittlere geohydrogische Verhältnisse, hier näherungsweise repräsentiert durch das (stationäre) Kalibrierungsjahr 2004, aber (rechnerisch) ohne Entnahmen aus den beantragten Fassungen (durch Überlagerung der aus Messdaten ermittelten Grundwasserspiegelfläche für 2004 mit berechneten entnahmebedingten Änderungen zwischen 2004 und NULL-Entnahme). ➔ Zur Darstellung von Absolutwerten, z.B. Grundwasserflurabstand. IST: Tatsächliche mittlere geohydrogische Verhältnisse, hier näherungsweise repräsentiert durch das (stationäre) Kalibrierungsjahr 2004, aber mit (rechnerischer) Berücksichtigung tatsächlicher Entnahmen im Zeitraum 2008 bis 2017 (z.B. Grundwasserhöhen-Gleichenplan: Addition der aus Messdaten ermittelten Grundwasserspiegelfläche für 2004 mit berechneten entnahmebedingten Änderungen zwischen 2004 und 2008/17).

Begriff	Erläuterung
	➔ Zur Darstellung von Absolutwerten, z.B. Grundwasserflurabstand.
Aussagegebiet	Gebiet, in dem rechnerisch Auswirkungen durch das hier beantragte Vorhaben zu erwarten sind.
Basisabfluss, grundwasserbürtiger Abfluss	Anteil am Gesamtabfluss in einem oberirdischen Fließgewässer, der aus dem Grundwasserraum stammt. Sobald der gemessene Gesamtabfluss andere Anteile enthält (also außerhalb von ausgeprägten Trockenperioden), lässt sich der darin enthaltene Basisabfluss nur abschätzen, z.B. mit dem Verfahren nach WUNDT (1958), bei dem die monatlich niedrigsten tagesgemittelten Abflüsse über einen längeren Zeitraum gemittelt werden (MoMNQ).
Deckschicht	Oberflächennahe Grundwasserhemmer. Hier nur örtlich verbreitet, z.B. Niedermoortorf oder im Süden des Untersuchungsgebietes Geschiebelehm (Drenthezeit). Darüber befinden sich ggf. schwebende Grundwasserräume.
Einzugsgebiet, unterirdisches	Durch unterirdische Wasserscheiden (Trennstromlinien) begrenztes Gebiet, aus dem Grundwasser einem bestimmten Ort (allg. Senke, hier Förderbrunnen) zuströmt.
Exfiltration	Grundwasser sickert in ein oberirdisches Fließgewässer (Vorfluter) aus.
Geohydrologie	Gegenüber dem eher allgemeinen Begriff Hydrogeologie stellt dieser Terminus den Wasserhaushalt und die Bewegung des Wassers in der Erdkruste in den Vordergrund. Er wird hier bevorzugt verwendet (z.B. Titel), da die Grundwasserentnahme nur Auswirkungen auf hydrologische Größen hat (Grundwasserstand, Wasserhaushalt) und diese letztlich im Gutachten darzulegen sind.
Gesamtabsenkung	Entnahmebedingte Absenkung zwischen den Zuständen NULL und PROGNOSE (hier jeweils unter Ansatz der vollständigen Wasserrechte für alle sonstigen Entnahmen im Modellgebiet ermittelt).
Grundwasserflurabstandsplan oder Flurabstandsplan	Darstellungsplan mit klassifizierten Bereichen gleicher Grundwasserflurabstände (Abstand zwischen Geländeoberfläche und Grundwasseroberfläche).
Grundwasser(höhen)-Gleichenplan	Darstellungsplan mit Linien gleicher Grundwasserspiegelhöhe.
Grundwasserneubildung	Versickerndes Niederschlagswasser, welches den Grundwasserraum erreicht. Die Grundwasserneubildungswerte sind auch abhängig vom Grundwasserstand, wenn diese relativ klein sind (ca. < 2 m). Sie nehmen dann mit größer werdendem Grundwasserflurabstand zu.
Grundwasserflurabstand	Kurz auch nur "Flurabstand". Abstand zwischen Geländeoberfläche und freier Grundwasseroberfläche bzw. Basis einer Deckschicht, wenn der Standrohrspiegel innerhalb oder oberhalb der Deckschicht liegt (teilgespannte Verhältnissen).
Grundwasserhemmer	Gesteinskörper der mindestens gering wasserdurchlässig ist (Größenordnung Durchlässigkeitsbeiwert: $1*10^{-6}$ m/s und kleiner).

Begriff	Erläuterung
Grundwasserraum	DIN 4049, T3: Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt vollständig mit Grundwasser gefüllt ist (ohne Kapillarsaum). Synonym wird hier auch der Begriff "Grundwassersystem" verwendet.
Hauptgrundwasserleiter-Komplex	Hier Zusammenfassung aller nicht schwebenden Grundwasserleiter des Quartär. Darunter folgen i.d.R. Grundwasserhemmer des Tertiärs oder der Kreide.
Hydrostratigrafische Einheiten	Stratigrafische Gliederung von Grundwasserleitern (L) und Grundwassergeringleitern (Grundwasserhemmern, H).
Infiltration	Wasser versickert aus einem oberirdischen Fließgewässer in den Grundwasserleiter bzw. Grundwasserraum.
Ist-Wirkung	Entnahmebedingte Veränderung von Zustandsgrößen zwischen den Zuständen NULL und IST (z.B. Absenkung zwischen Grundwasserständen). Bei der Ermittlung werden hier NULL- und IST-Zustand jeweils unter Ansatz der vollständigen Wasserrechte für alle sonstigen Entnahmen im Modellgebiet ermittelt (Worst-Case-Ansatz). ➔ Zur Darstellung von Relativwerten, z.B. entnahmebedingte Absenkungen
Ist-Zustand	GeoBerichte 15 (ECKL & RAISSI 2009): "Der Ist-Zustand beschreibt den Grundwasserstand bei wirksamer tatsächlicher Grundwasserentnahmemenge." Hier: Zeitraum 2008 bis 2017. Zur Bestimmung entnahmebedingter Veränderungen werden hier bei der Simulation des Ist-Zustandes für alle sonstigen Entnahmen die Wasserrechte angesetzt. Deshalb ist der Ist-Zustand nicht identisch mit dem Ausgangszustand "IST". ➔ Zur Ermittlung von Relativwerten, z.B. entnahmebedingte Absenkungen.
Kalibrierung	Systematische Variation von Modellwerten (Systemparameter und ggf. Randbedingungen) zur Erreichung einer ausreichenden Übereinstimmung zwischen Naturdaten (Zielfunktion) und Modellergebnis.
Leitwert	Maß für den hydraulischen Kontakt zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem. Er beinhaltet geometrische Größen und den Durchlässigkeitsbeiwert für das Gewässerbett (hyporheische Zone).
Modellebene (oder auch Rechenebene)	Vertikale Gliederung des Grundwasserströmungsmodells gemäß der hydrogeologischen Schematisierung, hier insgesamt 5 Modellebenen.
Modelltest	Überprüfung der Kalibrierung anhand eines Zustands, der sich deutlich vom kalibrierten unterscheidet (Berechnung mit neuer Zielfunktion und veränderten Randbedingungen, wie z.B. Entnahmen oder Grundwasserneubildung). Hier auch Vergleich von aus Messdaten abgeleiteten entnahmebedingten Absenkungen mit entsprechend berechneten.
Null-Zustand	GeoBerichte 15 (ECKL & RAISSI 2009): "Der Null-Zustand beschreibt den Grundwasserstand, der sich einstellen würde, wenn die (Ist-)Grundwasserentnahme eingestellt werden würde." Zur Bestimmung entnahmebedingter Veränderungen (IST-Wirkung, prognostizierte Wir-

Begriff	Erläuterung
	kung) werden bei der Simulation des Null-Zustandes für alle sonstigen Entnahmen die Wasserrechte angesetzt. Deshalb ist der NULL-Zustand nicht identisch mit dem Ausgangszustand "NULL". ➔ Zur Ermittlung von Relativwerten, z.B. entnahmebedingte Absenkungen.
Quasistationarität	Stationärer Zustand hinsichtlich anthropogener Eingriffe. Vorhanden sind i.d.R. natürliche Schwankungen, wenn nicht über lange Zeiträume gemittelt wird.
Prognose-Zustand	GeoBerichte 15 (ECKL & RAISSI 2009): "Der Prognose-Zustand beschreibt den erwarteten Grundwasserstand bei der beantragten Grundwasserentnahmemenge." Zur Bestimmung entnahmebedingter Veränderungen werden hier bei der Simulation des Prognose-Zustandes für alle sonstigen Entnahmen die Wasserrechte angesetzt. Deshalb ist der Prognosezustand nicht identisch mit dem prognostizierten Wirkzustand. ➔ Zur Ermittlung von Relativwerten, z.B. entnahmebedingte Absenkungen.
Prognostizierte Wirkung	Entnahmebedingte Veränderung von Zustandsgrößen zwischen den Zuständen IST und PROGNOSE (z.B. Absenkung zwischen Grundwasserständen). Bei der Ermittlung werden hier Ist- und Prognose-Zustand jeweils unter Ansatz der vollständigen Wasserrechte für alle sonstigen Entnahmen im Modellgebiet ermittelt (Worst-Case-Ansatz). ➔ Zur Darstellung von Relativwerten, z.B. entnahmebedingte Absenkungen
Prognostizierter Wirkzustand	Zustand, der sich nach voller Ausprägung der prognostizierten Wirkung gegenüber dem Ausgangszustand einstellt, z.B. Wasserstand im oberirdischen Fließgewässer nach (dauerhafter) Erreichung der beantragten Grundwasserentnahme. ➔ Zur Darstellung von Absolutwerten, z.B. Wasserstände in oberirdischen Fließgewässern.
Schlüsselkurve	Auch "Abflusskurve". Aus Messdaten hergeleitete Beziehung zwischen Wasserstand und Abfluss an einem bestimmten Ort (Pegel) im oberirdischen Fließgewässer.
Schwebender Grundwasserleiter	DIN 4049, T3: Grundwasserstockwerk, welches von einer ungesättigten Zone unterlagert ist. Ggf. nur zeitweise mit Wasser gefüllt. Spielt hier nur eine untergeordnete Rolle.
Sensitivitätsanalyse	Durchführung einer Vielzahl von Simulationen mit großräumig variierten Systemparametern und Randbedingungen. Sie sind zum einen hilfreich für eine effiziente Modellkalibrierung (1) und zum anderen erforderlich zur Darstellung der Ergebnisstreubreite (2). 1. Deutliche Variation der Systemparameter und Randbedingungen innerhalb noch vertretbarer Grenzen zur Ermittlung der maßgeblichen Einflussgrößen, die dann bei der Kalibrierung schwerpunktmäßig zu bearbeiten sind. 2. Nach erfolgreicher Modellkalibrierung: Systematische Variation der Systemparameter und Rand-

Begriff	Erläuterung
	bedingungen zur Ermittlung eines Vertrauensbereiches. Ermittlung der entnahmebedingten Absenkungen mit den Grenzwerten des Vertrauensbereiches.
Signifikanz (Absenkung, Abflussreduzierung)	Aus geohydrologischer Sicht ist Signifikanz gegeben, wenn die berechnete Veränderung einer Zustandsgröße oberhalb der Nachweisgrenze aus Messdaten liegt.
Standrohrspiegelhöhe	Maß für den Energieinhalt eines Wasserteilchens auf Niveau des Filters einer Grundwassermessstelle. Er setzt sich zusammen aus geodätischer Höhenlage und Druckhöhe. Der Bewegungsanteil kann in porösen Medien i.d.R. vernachlässigt werden. Nur bei horizontalebener Strömung und freien Strömungsverhältnissen entspricht die Standrohspiegelhöhe der Grundwasseroberfläche.
Stationäre / instationäre Strömung	Zeitlich konstante Fließgeschwindigkeit an einem bestimmten Ort; z.B. auch durch Mittelung über größere Zeiträume (Zustandsgrößen wie z.B. die Grundwasserneubildung sind über die Zeit unveränderlich; damit ist der Speicherterm in der Bilanzgleichung = 0) / Zeitlich veränderliche Fließgeschwindigkeit an einem bestimmten Ort.
Transmissivität	Produkt aus Durchlässigkeitsbeiwert für das anstehende Gestein (k_f-Wert) und betrachteter wassererfüllter Schichtmächtigkeit (ggf. wassererfüllte Mächtigkeit des gesamten Grundwasserleiters).
Typischer Jahresgang	Mittlerer Jahresgang von Zustandsgrößen als Monatswerte, gebildet auf Grundlage des Zeitraumes 2004 bis 2013 (jeweils Mittelwert von 10 Monatswerten).
Untersuchungsgebiet	Gebiet, das hydrogeologisch betrachtet werden muss, um letztlich belastbare Ergebnisse für das Aussagegebiet zu erzielen zu können (z.B. zur flächendeckenden Belegung des verwendeten Grundwasserströmungsmodells).
Wasserkörper	Zentralbegriff der EU-Richtlinie 2000/60/EG (sog. Wasserrahmenrichtlinie). Gemäß §3WHG einheitliche und bedeutende Abschnitte eines oberirdischen Gewässers oder Küstengewässers (Oberflächenwasserkörper) sowie abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter (Grundwasserkörper). Die Abgrenzung und Benennung der nach der Wasserrahmenrichtlinie berichtspflichtigen Wasserkörper in Niedersachsen erfolgte durch den NLWKN.
Wasserwirtschaftsjahr Winterhalbjahr Sommerhalbjahr	Zeitspanne 01.11. bis 31.10. Zeitspanne 01.11. bis 30.04. Zeitspanne 01.05. bis 31.10.
Zusatzabsenkung	Entnahmebedingte Absenkung zwischen den Zuständen IST und PROGNOSE (hier jeweils unter Ansatz der vollständigen Wasserrechte für alle sonstigen Entnahmen im Modellgebiet ermittelt). Gilt entsprechend auch für die Abflussreduzierung in oberirdischen Fließgewässern.
Zwischenschicht	Grundwasserhemmer zwischen oberem und unterem Grundwasserstockwerk, hier drenthe- oder elsterzeitlicher Geschiebelehm mit mindestens geringer Wasserdurchlässigkeit.

1 Zusammenfassung

Mit den vorliegenden Unterlagen stellen die HWW GmbH und der WVN bei der *Region Hannover* als zuständige *Untere Wasserbehörde* Anträge auf **Neufassung der Bewilligungen** zu den **Grundwasserentnahmen** für die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* mit den 6 Förderbrunnen B1 bis B6 bzw. 7 Förderbrunnen 5 bis 11. Die maximalen Förderraten sollen - wie aktuell genehmigt - **4,5 bzw. 0,86 Mio. m³/a** betragen.

Ziel der vorliegenden **Untersuchung** war die Erfassung der derzeitigen hydrogeologischen Verhältnisse sowie die Ermittlung und Beschreibung der langfristigen Auswirkungen der beantragten Grundwasserentnahmen auf den Grundwasserraum und den zugehörigen Wasserhaushalt. Die Ergebnisse waren Grundlage für die Abgrenzung der Untersuchungsgebiete für die bodenkundliche und ökologische Bearbeitung.

Schon im Vorfeld der Antragskonferenz wurde entschieden, die **Auswirkungen** infolge der von der HWW GmbH und dem WVN beantragten Entnahmen für die ***Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar*** sowie den beantragten Entnahmen der enercity AG für die **Fassungen *Berkhof*, *Fuhrberg* und *Lindwedel* gemeinsam zu ermitteln**. Insofern enthalten die hier dargestellten Ergebnisse (entnahmebedingte Absenkungen, Reduzierungen der Basisabflüsse in oberirdischen Fließgewässern) immer die **kumulativen Beträge** für diese 5 Fassungen.

Grundlage der hier vorgelegten geohydrologischen Untersuchungen war im Wesentlichen ein **geologisches 3D-Untergrundmodell**, in dem die bisherigen sowie neueren geologischen und hydrogeologischen Erkenntnisse systematisch und in widerspruchsfreier Weise zusammengeführt sind. Großräumig hat sich ein zusammenhängender Grundwasserleiter aus hoch bis mittel wasserdurchlässigen Sanden des Quartärs entwickelt. Unterbrochen wird die relativ gut wasserleitende Sedimentabfolge nur bereichsweise durch drenthe- und / oder elsterzeitlichen Geschiebelehm. lm Hinblick auf die Simulation der Grundwasserströmung mit einem Grundwassermodell wurde eine fünfschichtige **hydrogeologische Modellvorstellung** erarbeitet. Der wesentliche Entnahmehorizont für die Fassung *Ramlingen* ist die Schicht 3 welche der hydrostratigrafischen Einheit L3 entspricht (Schmelzwassersande und -kiese des Drenthe-Eisvorstoßes). Im Aussagegebiet finden sich oberflächennahe Grundwasserhemmer normalerweise nur in örtlich eng begrenzter Ausdehnung, so dass der Grundwasserspiegel i.d.R. frei ausgebildet ist. Dennoch wird darauf hingewiesen, dass sich die Aussagen immer auf den "**Hauptgrundwasserleiter-Komplex**" beziehen, der alle Grundwasserleiter bis auf ggf. schwebend vorhandene umfasst. Zu beachten ist weiterhin, dass in Richtung Süden die geologischen Verhältnisse zunehmend komplexer werden.

Dort sind häufig Grundwasserhemmer - z.T. auch schuppenartig – in den Hauptgrundwasserleiter-Komplex eingelagert. Diese Komplexität zeigen auch die häufig wechselnden Grundwasserspiegel-Gradienten. Dieses Gebiet, in welchem sich auch die Fassung *Wettmar* befindet, ist bei der Interpretation von Flurabständen und entnahmebedingten Absenkungen also besonders zu berücksichtigen. Im Bereich des *Isernhagener Rückens* streicht der quartäre Grundwasserleiter bereichsweise vollständig aus, so dass kreidezeitliche Festgesteine direkt an der Oberfläche anstehen.

Die flächendeckende Ermittlung der **entnahmebedingten Auswirkung** der derzeitigen sowie der beantragten Grundwasserentnahmen (HWW GmbH, WVN und enercity AG) erfolgte unter Einsatz eines kalibrierten **numerischen Grundwasserströmungsmodells**. Dazu wurden Differenzen zwischen berechneten Größen (Grundwasserspiegel, Bilanzglieder) für die zu betrachtenden Zustände (Null-Zustand ohne Entnahme, Ist-Zustand 2008-2017 mit insgesamt rd. 39,39 Mio. m³/a und Prognose-Zustand mit 46,36 Mio. m³/a) gebildet und dargestellt. Zur Erfassung der potentiell ungünstigsten Belastungszustände sind dabei die maximal genehmigten Entnahmen aus Förderbrunnen Dritter (z.B. Feldberegnung) berücksichtigt.

Die so ermittelten (kumulativen) **entnahmebedingten Absenkungen** infolge der Entnahmen aus den Förderbrunnen der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* sowie den Fassungen *Berkhof Fuhrberg* und *Lindwedel* sind getrennt in Karten dargestellt (NULL -> IST, NULL -> PROGNOSE, IST -> PROGNOSE). Die Absenkungspläne enthalten zusätzlich den **Grundwasserflurabstand** für den jeweils maßgebenden Ausgangszustand. Generell lässt sich feststellen, dass es keine Überlagerung der Absenkungsgebiete für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* einerseits und denen für die *Fassungen Berkhof, Fuhrberg und Lindwedel* (enercity AG) andererseits gibt.

Die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* haben bereits einen gemeinsamen **Absenkungstrichter** erzeugt (angesetzte IST-Entnahmen: 3,42 + 0,86 Mio. m³/a). Die maximale Ausdehnung beträgt rd. 11 km, und zwar etwa in West-Ostrichtung. In Nord-Südrichtung ergibt sich eine maximale Ausdehnung von rd. 7 km auf Seiten der Fassung *Ramlingen* und von rd. 6 km auf Seiten der Fassung *Wettmar*. Im Zentrum der Fassung *Ramlingen* werden maximale Absenkungswerte von rd. 2 m und im Zentrum der Fassung *Wettmar* von rd. 3 m erreicht. Der Einfluss der Vorfluter, wie beispielsweise der *Wulbeck*, zeigt sich durch mehr oder weniger deutliche Abminderungen des Ausmaßes und der Reichweite der Absenkungen in deren Umfeld (z.B. im *Hastbruch*). Sowohl die Reichweite als auch das Ausmaß der entnahmebedingten Absenkung für die Fassung *Wettmar* sind vor dem Hintergrund der vergleichsweise geringen Entnahme gegenüber der aus der Fassung *Ramlingen* auffällig groß. Dies liegt zum einen an der ungünstigen hydrogeologischen Situation innerhalb der Stauchendmoräne und

zum anderen an der fehlenden Stützung durch oberirdische Fließgewässer in nordwestlicher bis südöstlicher Richtung. Sehr ähnlich zeigt sich der prognostizierte **Gesamtabsenkungstrichter** für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar*, der sich bei dauerhafter Entnahme der **beantragten Jahresvolumina von 4,50 + 0,86 Mio. m³** einstellen würde. Die maximale Ausdehnung des gemeinsamen Absenkungstrichters (bis zur 0,25 m -Isolinie) für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* vergrößert sich gegenüber der Ist-Wirkung um etwa einen halben Kilometer auf rd. 11,5 km (etwa in West-Ostrichtung). In Nord-Südrichtung beträgt die maximale Ausdehnung auf Seiten der Fassung *Ramlingen* rd. 8,5 km gegenüber rd. 7 km bei der Ist-Wirkung. Der maximale Absenkungswert im Zentrum der Fassung *Ramlingen* beträgt ca. 2 m. Im Bereich der Fassung *Wettmar* ergeben sich wie zu erwarten nur geringfügige Vergrößerungen gegenüber der Ist-Wirkung.

Die jährliche Grundwasserentnahme aus der Fassung *Ramlingen* bewegt sich seit dem Jahr 2001 auf einem relativ stabilen Niveau von insgesamt durchschnittlich 3,5 Mio. m³ (2001 bis 2024). Das Natursystem hat sich somit nachhaltig auf diese Randbedingung eingestellt. Bezogen auf den Ist-Zustand mit 3,42 Mio. m³/a würde sich im Falle einer dauerhaften **Entnahmesteigerung** auf 4,5 Mio. m³/a eine isolierte **zusätzliche Absenkung** im Bereich der *Fassung Ramlingen* einstellen. Eine etwaige Überlagerung mit der benachbarten Entnahme aus der *Fassung Wettmar* ist nicht möglich, da keine Steigerung über das bereits seit Jahrzehnten geförderte jährliche Volumen von rd. 0,86 Mio. m³ vorgesehen ist. Die maximale Ausdehnung des zusätzlichen Absenkungstrichters beträgt rd. 4,0 km in etwa West-Ostrichtung. In Nord-Südrichtung ergibt sich eine maximale Ausdehnung von rd. 1,8 km. Im Zentrum der Fassung *Ramlingen* wird ein Maximalwert von rd. 0,5 m erreicht. Die Gefahr von Betriebsbeeinträchtigungen anderer Förderbrunnen innerhalb und in der Nähe des zusätzlichen Absenkungsgebietes für die Fassung *Ramlingen* wird wegen der geringen Absenkungsbeträge (< 0,5 m) generell als vernachlässigbar eingestuft.

Für die potentiellen maximalen Entnahmesteigerungen von 3,42 auf 4,50 Mio. m³/a (HWW GmbH) und von 35,11 auf 41,00 Mio. m³/a (enercity AG) wurden auch die potentiellen **Auswirkungen auf die Basisabflüsse im oberirdischen Fließgewässersystem** mit dem Grundwasserströmungsmodell simuliert. Zur Beurteilung werden im Rahmen des Gewässerkundlichen Fachbeitrags zum Wasserrechtsantrag 15 repräsentative Referenzstrecken betrachtet. Aus geohydrologischer Sicht kann eine **Verschlechterung des Ausgangszustandes** für die Referenzstrecken "Wulbeck mitte", "Wulbeck unten", "Große Beeke unten" und "Adamsgraben" nicht ausgeschlossen werden, da die berechneten Abflussreduzierungen an diesen Standorten in den Sommermonaten möglicherweise innerhalb des Messbarkeitsbereiches liegen. Dies könnte

erst im Rahmen der Beweissicherung geklärt werden. Bei den übrigen 11 Referenzstrecken wird dagegen eine aus Messdaten nachweisbare (entnahmebedingte) Verschlechterung des Ausgangszustandes nicht eintreten.

Für die beantragten Entnahmen von 4,50 bzw. 0,86 Mio. m³/a wurden die (vorläufigen) **unterirdischen Einzugsgebiete** abgegrenzt. Sie haben Flächengrößen von 30,26 bzw. 4,39 km^2. Es handelt sich um die Umhüllenden der Teileinzugsgebiete für die Einzelbrunnen. Im Einzugsgebiet für die Fassung *Ramlingen* befindet sich eine Altablagerung und im Einzugsgebiet für die Fassung *Wettmar* liegen zwei Schlammgrubenverdachtsflächen. Entnahmebedingte Erhöhungen der Gefährdungspotentiale an diesen Standorten sind unter den gegebenen Umständen nicht zu erwarten.

Das bestehende **Grundwassermonitoring** sollte grundsätzlich fortgeführt werden. Zudem wird empfohlen, die begonnenen Wasserstands- und Abflussmessungen im Bereich der Referenzstrecken "Adamsgraben" kontinuierlich fortzuführen. Es wird vorgeschlagen, die erhobenen Beweissicherungsdaten regelmäßig im Rahmen eines jährlich vorzulegenden Berichtes auszuwerten. Der endgültige Untersuchungsumfang sowie die konkret durchzuführenden Aus- und Bewertungen sollten spätestens nach Beendigung des Wasserrechtsverfahrens festgelegt und in einem Durchführungsplan festgeschrieben werden.

2 Anlass und Ziel der Untersuchungen

Die *Harzwasserwerke GmbH* (HWW GmbH) und der *Wasserverband Nordhannover* (WVN) fördern seit 1964 bzw. 1965 mit den 6 Brunnen B1 bis B6 des *Wasserwerkes Ramlingen* bzw. den 6 (aktuell 7) Brunnen 6 (5) bis 11 des *Wasserwerkes Wettmar* Grundwasser zur Trinkwasserversorgung. Die bisherigen Grundwasserentnahmerechte in Höhe von 4,50 Mio. m^3/a bzw. 0,86 Mio. m³/a wurden am 15.06.1966 bzw. am 25.10.1965 jeweils für eine Dauer von ca. 30 Jahren bewilligt.

Anträge zur Neubewilligung der Entnahmerechte haben beide Trinkwasserversorger bereits gestellt (HWW GmbH am 27.12.1995, Antragsmenge 4,9 Mio. m³/a und WVN am 11.10.1996, Antragsmenge 0,86 Mio. m³/a). Die damals zuständige *Bezirksregierung Hannover* forderte zusätzliche geohydrologische Untersuchungen unter Einsatz eines Grundwasserströmungsmodells. Zudem sollten die Auswirkungen der beiden Grundwasserentnahmen kumulativ betrachtet werden. Zurzeit regeln in beiden Fällen Zulassungen des vorzeitigen Beginns mit Bescheiden vom 17.12.1996 (HWW GmbH) und vom 12.12.1997 (WVN) das Wasserrecht zur Grundwasserentnahme in Höhe von 4,50 bzw. 0,86 Mio. m³/a.

Am 20.04.2017 fand eine Antragskonferenz für die drei neu zu beantragenden Grundwassergewinnungen *Ramlingen*, *Wettmar* sowie "*Fuhrberger Feld*" mit den drei Fassungen *Fuhrberg*, *Berkhof* und *Lindwedel* (enercity AG) statt (RH, 2017b). Schon im Vorfeld dieser Antragskonferenz wurde von der *Region Hannover* als zuständige *Untere Wasserbehörde* festgelegt (RH, 2017a), dass die gemeinsame Wirkung dieser drei Vorhaben unter Verwendung eines geeigneten Berechnungsmodells zu ermitteln ist. Übergeordnet wurde der Projekttitel "Trinkwassergewinnung *Hannover Nord*" (TWG *Hannover Nord*) für diese drei Wassergewinnungsgebiete (Gesamtuntersuchungsgebiet) kreiert.

Gemäß aktualisierter Prognose beträgt der Wasserbedarf für das *Wasserwerk Ramlingen* nunmehr 4,50 Mio. m³/a. Somit sollen sowohl für das *Wasserwerk Ramlingen* als auch das *Wasserwerk Wettmar* die bisherigen Entnahmerechte unverändert bleiben.

Im *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)* und im ergänzenden *Niedersächsischen Wassergesetz (NWG)* sind grundsätzliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge verbindlich festgelegt (s. z.B. §§ 6, 8-10 WHG und § 8 NWG). Gemäß Geofakten 1 und GeoBerichte 15 des *Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie* (LBEG, 2009a+b) ist bei Grundwasserentnahmen darzustellen, "welche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Ökologie und die Nutzungen zu

erwarten sind. Dazu sind die hydrogeologischen Verhältnisse zu ermitteln sowie Angaben über das Einzugsgebiet, das Ausmaß und die Reichweite von Grundwasserabsenkungen vorzulegen". Mit den Ergebnissen liefert das Geohydrologische Gutachten den Untersuchungsraum für die bodenkundliche und ökologische Bearbeitung.

Die HWW GmbH und der WVN beauftragten das *Ingenieurbüro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf,* ein gemeinsames Geohydrologisches Gutachten für die neu aufzustellenden Wasserrechtsanträge zu erstellen, welches hiermit vorgelegt wird.

Ziel der Untersuchung war die Erfassung der derzeitigen hydrogeologischen Verhältnisse im "Teiluntersuchungsgebiet *Ramlingen / Wettmar*" (TUG *Ramlingen / Wettmar*) sowie die Ermittlung und Beschreibung der langfristigen Auswirkungen der beantragten Grundwasserentnahmen "TWG *Hannover-Nord"* auf den Grundwasserraum und den zugehörigen Wasserhaushalt. Das vorliegende Geohydrologischen Gutachten für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* beschreibt die kumulierten Auswirkungen, wobei sich die Darstellungen meist auf das TUG *Ramlingen* / *Wettmar* beschränken. Für die Grundwassergewinnung "*Fuhrberger Feld*" existiert bereits ein eigenständiges Geohydrologisches Gutachten (HMM, 2020).

Die Untersuchungsergebnisse wurden als Grundlage für die bodenkundlichen und die ökologischen Untersuchungen sowie die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) herangezogen. Die entsprechenden Ergebnisse sind den Wasserrechtsanträgen gesondert beigefügt (jeweils Teile B3 bis B8).

3 Untersuchungsumfang

Die Erkundung der Grundwasserverhältnisse im Bereich der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* begann bereits 1961, also etwa 3 Jahre vor Förderbeginn, mit der Niederbringung von ersten Aufschlussbohrungen und deren Ausbau zu Grundwassermessstellen durch die HWW GmbH.

Es folgten weitere Erkundungs- (Aufschlussbohrungen, Bau von Grundwassermessstellen, Pumpversuche) sowie regelmäßige Beweissicherungs-Maßnahmen (Aufzeichnung der Entnahme- und Niederschlagsmengen, Grundwasserstandsmessungen, Wasserstands- und Abflussmessungen in der *Wulbeck*) durch die HWW GmbH und den WVN (s. Anhang 1).

Beschreibungen der örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse finden sich in verschiedenen Berichten und Gutachten, die im Rahmen allgemeiner Grundwassererkundungen (z.B. LBEG, 1972) sowie von bisherigen Wasserrechts- und Wasserschutzgebiets-

Anträgen für die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* sowie auch die benachbarten Wasserwerke der *enercity AG* (Wassergewinnung im '*Fuhrberger Feld*') erstellt wurden (z.B. LBEG, 1967, 1970, 1976 sowie HWW, 1995 und F&N CONSULT, 1996a+b).

Die ursprünglichen Wasserrechtsanträge auf Bewilligung der Grundwasserentnahmen für die *Wasserwerke Ramlingen* sowie *Wettmar* aus den Jahren 1995 bzw. 1996 enthielten bereits Aussagen zu den Auswirkungen der (einzelnen) Grundwasserentnahmen (HWW, 1995 und F&N CONSULT, 1996b). Im Rahmen der Vorklärungen zur erneuten Antragsstellung im Jahr 2009 wurde festgestellt, dass für eine fachlich fundierte Gesamtdarstellung der Auswirkungen ein Grundwasserströmungsmodell einzusetzen ist. Dieses Werkzeug ermöglicht die Integration der umfangreichen geologischen, hydrogeologischen sowie wasserwirtschaftlichen Daten und die Ermittlung von (kumulativen) Absenkungen und Grundwasserbilanzen.

Der erforderliche Umfang der geohydrologischen Untersuchungen für die Wasserrechtsanträge im Rahmen der "TWG *Hannover-Nord*" wurde auf der Antragskonferenz (SWH AG, 2017 und RH, 2017b) und in nachfolgenden Fachgesprächen unter Beteiligung des Gewässerkundlichen Landesdienstes (enercity 2018a+b, 2019a+b) festgelegt. Berücksichtigung fanden dabei die Empfehlungen gemäß LBEG (2009b - GeoBerichte 15). Als Besonderheit wurde die Betrachtung eines typischen Jahresganges eingeführt, um auch Aussagen zu saisonalen Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf die oberirdischen Fließgewässer zu ermöglichen. Die Ergebnisse sind im Gewässerkundlichen Fachbeitrag (Teil B6 der Wasserrechtsanträge) dargelegt.

Grundlegend erfolgte zunächst eine Sammlung und Sichtung der vorhandenen geologischen und hydrologischen Daten (Zusammenstellung der wesentlichen Grundlagendaten s. Anhang 1). Die nachfolgende Liste enthält die wesentlichen Arbeiten im Rahmen der geohydrologischen Untersuchungen:

- Auswertung der Niederschlags- und Entnahmedaten in Form von Säulendiagrammen.
- Auswertung der Grundwasserstandsdaten in Form von:
  - Ganglinien,
  - einem Grundwasserhöhen-Gleichenplan (KJ 2004) mit entsprechendem
  - Flurabstandsplan.
- Auswertung der Pegeldaten in Form von:
  - Ganglinien und
  - Hauptwerten (MN7Q, MoMNQ, MQ).
- Aufbau eines 5-schichtigen Grundwasserströmungsmodells auf Grundlage des geologischen 3D-Untergrundmodells (NIWA, 2020 – Dokumentation beigefügt als

Anhang 3) und eines bereits bestehenden Grundwassermodells. Stationäre Kalibrierung für das Kalenderjahr 2004. Durchführung verschiedener Modelltests und Sensitivitätsanalysen. Dokumentation siehe Anhang 2.

- Simulation der Zustände "NULL", "IST" (Zeitraum 2008-2017), und "PROGNOSE" unter Berücksichtigung veränderter Wasserspiegellagen in den oberirdischen Fließgewässern (Kopplung mit dem hydrodynamischen Modell für einen Teil der oberirdischen Fließgewässer, s. Teil B2 der Wasserrechtsanträge). Ermittlung der entnahmebedingten Absenkungen ("Ist-Wirkung" und "prognostizierte Wirkung" des Vorhabens) und der Reduzierungen der grundwasserbürtigen Abflüsse in oberirdischen Fließgewässern ("prognostizierte Wirkung") durch entsprechende Differenzbildungen.
- Rechnerische Ermittlung der Lage der Grundwasserspiegelfläche in Bezug auf die Geländeoberfläche (Flurabstand) für den Ausgangszustand 'NULL' durch Überlagerung der aus Messdaten konstruierten Grundwasserspiegelfläche (Flurabstand) für das Kalenderjahr 2004 (MGW2004) mit der für das Jahr 2004 berechneten entnahmebedingten Absenkung (geohydrologisch etwa mittlere Situation).
- Vorläufige Abgrenzung und Bilanzierung der unterirdischen Einzugsgebiete. Hier für die beantragten Entnahmen von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a dargestellt (Prognose-Zustand).
- Erweiterung des Grundwassermodells für instationäre Simulationen. Instationäre Kalibrierung für einen typischen Jahresgang, der auf Grundlage des Zeitraumes 2004 bis 2013 abgeleitet wurde (jeweils mittlere Monatswerte).
- Rechnerische Ermittlung der Basisabflüsse für den Ausgangszustand 'IST' und den prognostizierten Wirkzustand. Darstellung in Form von Ex- und Infiltrationsbereichen sowie kumulierten Abflüssen längs der betrachteten oberirdischen Fließgewässer.

4 Gebietsbeschreibung

4.1 Geografische Lage der Untersuchungsgebiete

Das *Wasserwerk Ramlingen* liegt etwa 10 km nördlich der Stadt *Burgdorf* bei den Ortschaften *Ehlershausen* und *Ramlingen* (s. z.B. Anlage 1.1). Das *Wasserwerk Wettmar* befindet sich ca. 6 km nordöstlich von *Großburgwedel* (Teil der Stadt *Burgwedel*) bei der Ortschaft *Wettmar*. Dem *Wasserwerk Ramlingen* ist eine Brunnenreihe mit 6 Förderbrunnen zugeordnet, die über eine Länge von rd. 3,4 km in West-Ost-Richtung verteilt sind. Die 7 Förderbrunnen des *Wasserwerkes* Wettmar sind ebenfalls in West-Ost-

Richtung aufgereiht, allerdings wesentlich konzentrierter über eine Strecke von rd. 300 m. Die Brunnenstandorte beider Wasserwerke liegen alle in der *Region Hannover*.

Das Untersuchungsgebiet zur Ermittlung der kumulativen Auswirkungen der TWG *Hannover-Nord* (nachfolgend als "Untersuchungsgebiet *Hannover-Nord*" benannt) wird in etwa durch die *Aller* zwischen *Schwarmstedt* und *Celle* im Norden, die *Burgdorfer Aue* im Osten, die Städte *Burgdorf* und *Langenhagen* im Süden sowie die *Brelinger Berge* und die *Leine* im Westen begrenzt (s. Karte in Anlage 9.1 zur Orientierung). Viele Ergebnisdarstellungen beschränken sich hier auf den Kartenausschnitt in Anlage 1.1. Er wird im Folgenden als "Teiluntersuchungsgebiet *Ramlingen / Wettmar*" (TUG *Ramlingen / Wettmar*) bezeichnet. Anlage 9.1 kann weitgehend auch die Lage des Modellgebietes '*Hannover-Nord*' entnommen werden. Dessen vollständige Ausdehnung ist im Anhang 2 dargestellt.

4.2 Morphologie und Nutzung

Naturräumlich zählt das Untersuchungsgebiet *Hannover-Nord* zur Region '*Weser-Aller-Flachland*' (NMU, 2023). Gemäß einer Gliederung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN, 2023) ist es im Wesentlichen Teil der Landschaften 'Allertal', 'Leine-Niederung', 'Wietzenbruch' sowie 'Hannoversche Moorgeest'. Die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* sowie das entsprechende Aussagegebiet (etwa gleichbedeutend mit dem gemeinsamen Gesamtabsenkungsgebiet) liegen in den Randbereichen der Landschaften 'Wietzenbruch', 'Hannoversche Moorgeest' und 'Burgdorf-Peiner Geestplatten'. Gemäß zugehörigen Steckbriefen handelt sich bei der Landschaft 'Wietzenbruch' um eine Talsandebene mit trockenen Sandplatten, Dünenfeldern sowie kleineren Flachmooren und bei der Landschaft 'Hannoversche Moorgeest' um eine leicht gewellte Grundmoränenplatte. Im Osten der Landschaft 'Wietzenbruch' (*Hastbruch*), also nördlich der Fassung *Ramlingen*, finden sich feuchte und nasse Standortverhältnisse mit fast baumfreien Grünlandflächen. Gemäß Corine Landcover (BKG, 2018) wird dieser Bereich aber auch ackerbaulich genutzt. Dem *Wietzenbruch* wird nur eine nachrangige naturschutzfachliche Bedeutung beigemessen. Südlich der Fassungen herrschen im Geestbereich Nadelwald und Ackerland vor (BKG, 2018). Die BfN-Bewertungen für die Landschaften 'Hannoversche Moorgeest' und 'Burgdorf-Peiner Geestplatten' lauten "schutzwürdig mit Defiziten" und "gering".

Der Grundwasserleiter im Untersuchungsgebiet *Hannover Nord* wird durch eine Vielzahl von Grundwasserentnahmen intensiv genutzt (s. Anhang 2). Zum Zwecke der Trinkwasserversorgung existieren neben den *Wasserwerken Ramlingen* und *Wettmar*

noch die Fassungen *Berkhof*, *Elze*, *Fuhrberg* und *Lindwedel* (alle enercity AG) sowie *Wietze* (Celle-Uelzen-Netz GmbH) und *Burgdorf* (Purena GmbH). Zudem gibt es eine sehr große Anzahl von Brunnen zur Feldberegnung. In den meisten Fällen sind diese Beregnungsverbänden zugeordnet. Industrielle und gewerbliche Grundwasserentnahmen spielen - insbesondere im TUG *Ramlingen / Wettmar* (s. Anlage 1.1) - nur eine untergeordnete Rolle.

Für die Untersuchungen (insbesondere zur Bestimmung der Grundwasser-Flurabstände) stand das 'Digitale Geländehöhenmodell 1' mit einer Auflösung von fünf Metern (DGM 5, s. Anhang 1) zur Verfügung. Daneben wurde noch das DGM 25 (s. Anhang 1) für die Modellierung eingesetzt. Dieses ist in Abb. 1 als 3D-Ansicht vollständig für das Untersuchungsgebiet *Hannover Nord* dargestellt. Die Abgrenzung des Modellgebietes ist ebenfalls eingetragen. Das Relief ist eiszeitlich geprägt und steigt in der Umgebung der Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* generell von Norden nach Süden zunächst flach, dann steiler an. In der nördlich gelegenen Niederung (Talsandebene) liegen die Geländehöhen meist zwischen 38 und 45 mNN. In der deutlich stärker gegliederten Geestlandschaft werden Geländehöhen von bis zu rd. 75 mNN erreicht (im *Oldhorster Moor*). Überwiegend schwankt die Geländeoberfläche dort zwischen 50 und 65 mNN. Die Standorte der Förderbrunnen liegen auf einem Höhenniveau von etwa 40 bis 50 mNN und damit im Übergangsbereich von der Niederung zur Geest.

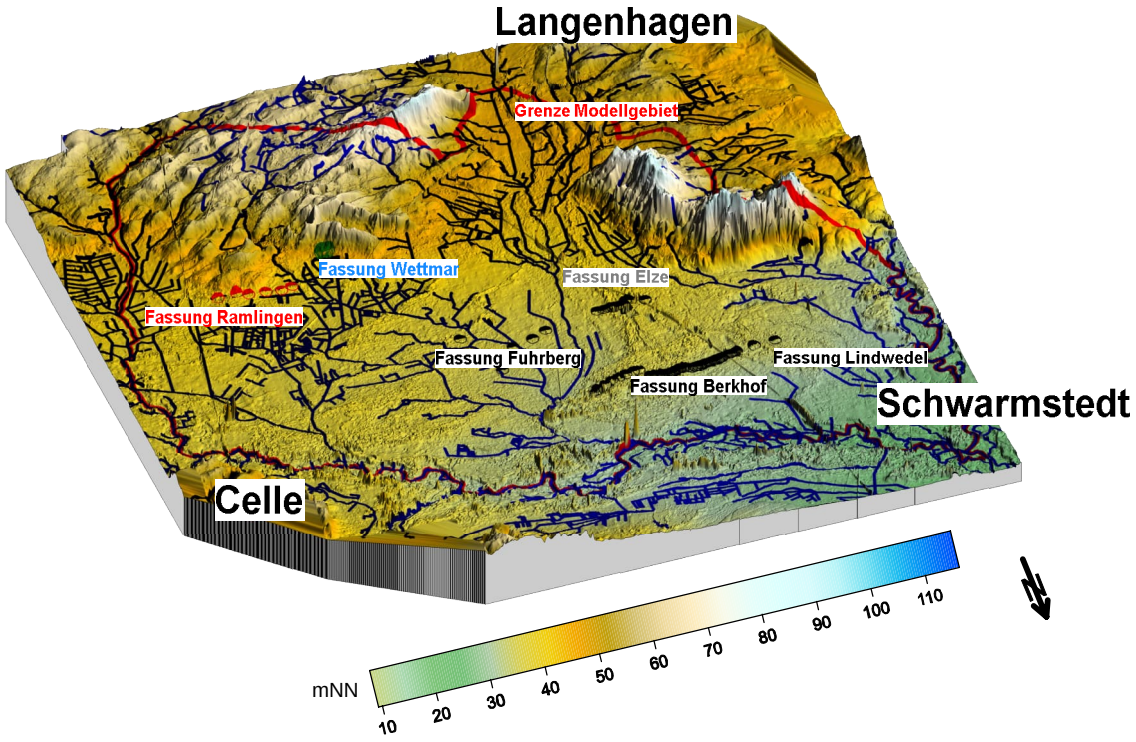


Abb. 1: Digitales Geländemodell 25 (LGLN, 2016)

4.3 Niederschlag und klimatische Wasserbilanz

Zur Charakterisierung jährlicher und mehrjähriger Witterungssituationen im Untersuchungsgebiet dienen die seit 1936 vorliegenden Tages-Niederschlagswerte für die Station 'Hannover' des DWD, *Offenbach* (s. Anhang 1). Die auf Grundlage der Zeitreihe ab 1961 ermittelten Jahressummen für die Wasserwirtschafts- (Nov.-Okt.), Sommerhalb- (Mai-Okt.) und Winterhalbjahre (Nov.-Apr.) sind in Abb. 2 dargestellt. Es ist offensichtlich, dass im Zeitraum 2009 bis 2022 die für die Grundwasserneubildung maßgeblichen Winterniederschläge meist deutlich unter dem langjährigen Mittelwert lagen (nur 2010 ergab sich eine deutliche Überschreitung). Diese Witterungsverhältnisse sind in etwa mit denen Ende der sechziger bis Mitte der siebziger Jahre vergleichbar. Das Jahr 2024 erbrachte für alle in Abb. 2 betrachteten Zeiträume neue Maximalwerte (Zeitreihe 1961/2024).

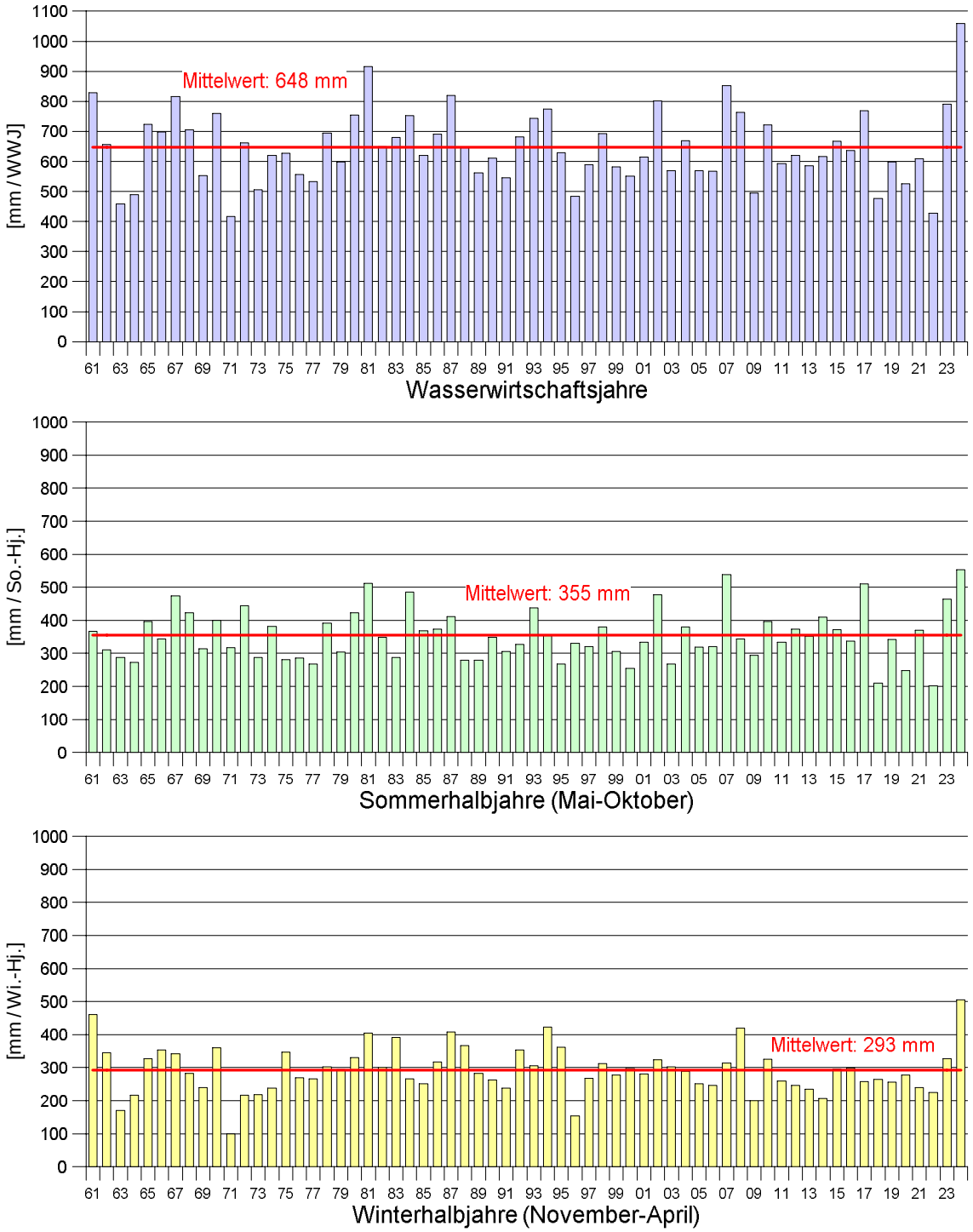


Abb. 2: Niederschlag an der Station "Hannover" des DWD (Summen für Wasserwirtschafts-, Sommer- und Winterhalbjahr)

Der langjährig mittlere Jahresniederschlag (Wasserwirtschaftsjahre) beträgt 648 mm (Jahresreihe 61/24), der sich im Verhältnis 355 mm (Sommer) zu 293 mm (Winter) aufteilt. Die Jahreswerte schwanken in diesem Zeitraum zwischen 417 mm (1971) und 1.060 mm (2024) mehr oder minder stark um den langjährigen Mittelwert.

Insbesondere die Niederschläge in den Wintermonaten bestimmen die Grundwasserneubildung und damit auch die Regeneration des Grundwasserstandes nach der Vegetationsperiode. So führten beispielsweise die sehr geringen Niederschläge im Winterhalbjahr 1996 (154 mm) maßgeblich zu den sehr niedrigen Grundwasserspiegeln am Anfang der Vegetationsperioden der Jahre 1996 und auch noch 1997 (s. z.B. Anlage 5.2). Umgekehrt waren die starken Niederschläge in den Winterhalbjahren 1994 und 1995 der Grund für die sehr hohen Grundwasserstände zu Beginn der entsprechenden Vegetationshalbjahre. Die bezüglich der Winterhalbjahre außergewöhnlich langandauernde Trockensituation im Zeitraum 2009 bis 2022 führte zu einem Niederschlagsdefizit von 513 mm, was etwa dem 1,8-fachen einer mittleren Jahresgabe entspricht. Mit diesen Bedingungen ging ein nachhaltig sehr geringes Grundwasserspiegelniveau - insbesondere in Bereichen mit mittleren und großen Grundwasserflurabständen - einher (s. z.B. Anlage 5.3).

Zur Beurteilung aktueller Grundwasserstände sollten immer die vorhergehenden mittelfristigen (mindestens ein bis zwei Jahre, bei sehr großen Grundwasserflurabständen ggf. noch länger) Witterungsbedingungen herangezogen werden. Grundwasserspiegel-Vergleiche, z.B. zur Bestimmung entnahmebedingter Absenkungen, sind nach Möglichkeit anhand von langjährigen Mittelwerten aus hydrologisch ähnlichen Zeitperioden durchzuführen, um den Witterungseinfluss gering zu halten.

In Abbildung 3 sind mittlere monatliche Niederschlagssummen für die Jahresreihe 1961/2024 dargestellt. Auffällig sind die geringen Niederschläge am Ende des Winterhalbjahres und die relativ hohen Niederschläge in den Sommermonaten Juni bis August.

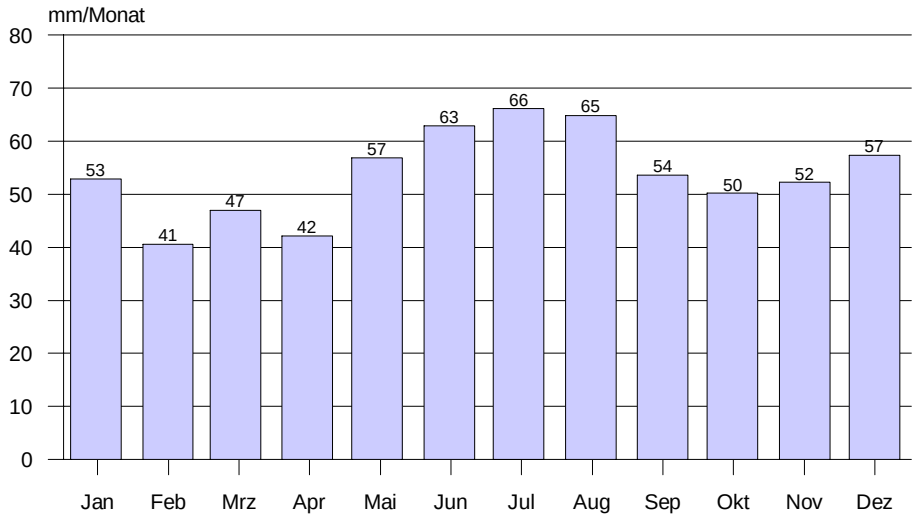


Abb. 3: Mittlere monatliche Niederschläge der Jahresreihe 1961/2024 für die DWD-Station *Hannover*

Die ungewöhnlich lang anhaltende Trockensituation im Zeitraum 2009 bis 2022 wird auch anhand der klimatischen Wasserbilanz[1] deutlich (s. Abb. 4): So wurde der langjährige Mittelwert von 52 mm/a für die Wasserwirtschaftsjahre (Zeitreihe 1961/2024) lediglich in den Jahren 2010 und 2017 überschritten. Auffällig sind zudem die relativ häufig eingetretenen stark negativen Wasserbilanzen (inkl. neuem Maximalbetrag).

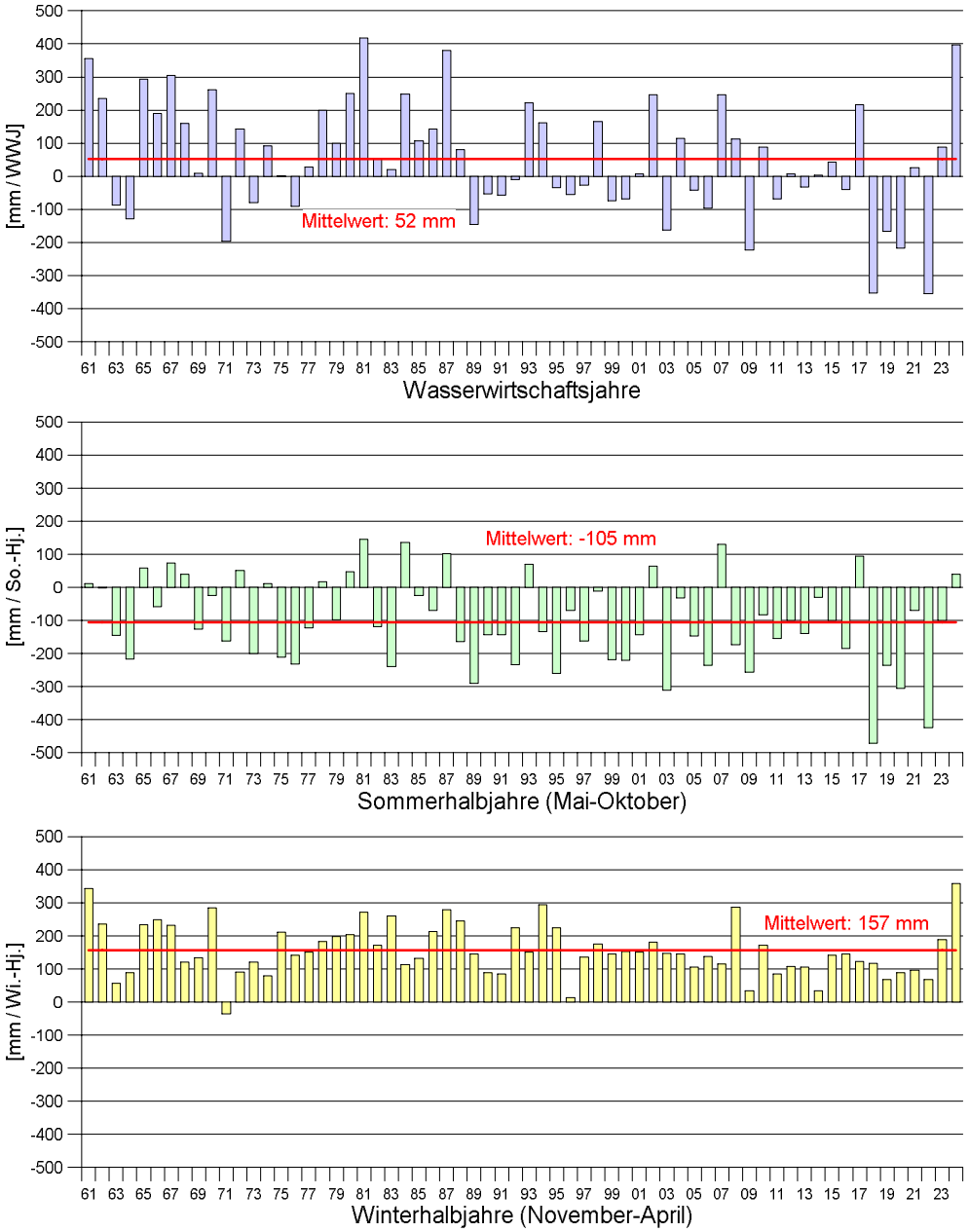


Abb. 4: Klimatische Wasserbilanz an der Station 'Hannover' des DWD (Summen für Wasserwirtschafts-, Sommer- und Winterhalbjahr)

[1] Ermittlung der potentiellen Evapotranspiration nach HAUDE (ATV-DVWK 2002 / DWD 2025, s. Anhang 1)

4.4 Oberirdisches Fließgewässersystem

Die *Aller* im Norden und die *Leine* im Nordwesten beeinflussen das großräumige ober- und unterirdische Abflussgeschehen im Untersuchungsgebiet *Hannover Nord* maßgeblich. Das Zentrum wird von den zwei Hauptvorflutern *Wietze* und *Wulbeck* etwa von Süden nach Norden durchströmt (s. Anlage 9.1). Nach Aufnahme des aus östlicher Richtung kommenden *Rixförder Grabens*, mündet die *Wietze* in die *Aller*. Der westliche Teil des Untersuchungsgebietes wird im Wesentlichen von der *Großen Beeke* entwässert (insbesondere der Bereich der *Brelinger Berge*).

Hauptvorfluter im TUG *Ramlingen / Wettmar* sind *Adamsgraben*, *Aue*, *Hechtgraben, Neue Aue, Rixförder Graben* und *Wulbeck*, die das Untersuchungsgebiet in hauptsächlich nördliche Richtung - zur *Aller* hin - entwässern.

Zentral im TUG *Ramlingen / Wettmar* befindet sich die im *Oldhorster Moor* entspringende *Wulbeck* (s. Abb. 5 und 6). In ihrem streckenweise kanalartigen Verlauf fließt sie zwischen den Brunnenreihen der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* hindurch und mündet schließlich etwa 4 km nördlich des Untersuchungsgebietes nach rd. 24 km Fließlänge in die *Wietze*. Die *Wulbeck* beeinflusst auch das unterirdische Abflussgeschehen, was an dem bereichsweisen "Zurückspringen" der Linien gleicher Grundwasserstände erkennbar ist (Anlage 6).

Abb. 5: *Wulbeck* kurz nach Verlassen des *Oldhorster Moores* (am Pegel *Weide* nördlich der L383, Foto vom 18.06.2006, Blickrichtung Süd)

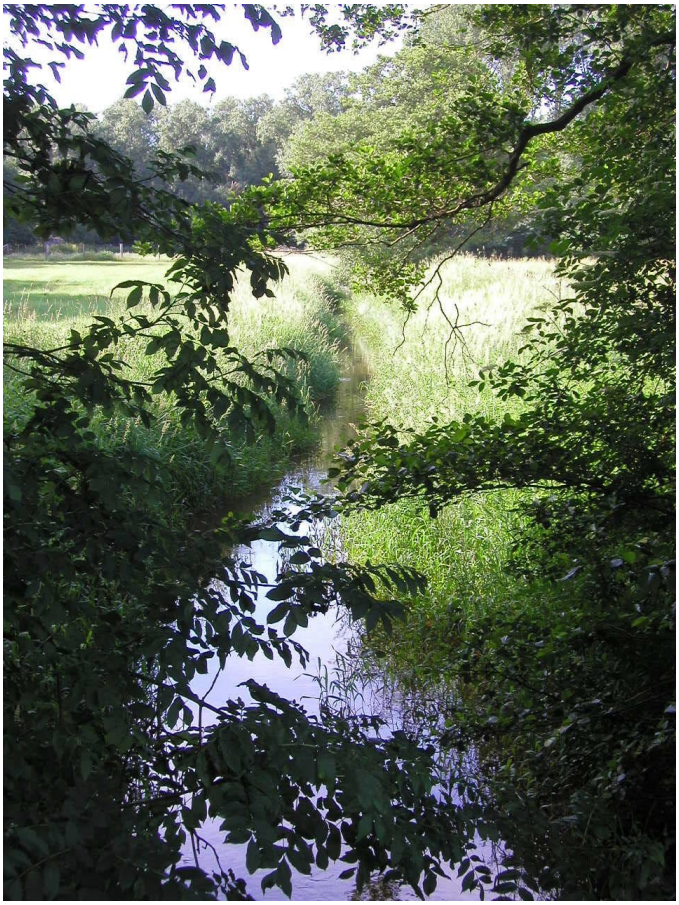


Abb. 6: *Wulbeck* kurz vor der Einmündung in die *Wietze* (am Pegel *Wiekenberg*, Foto vom 18.06.2006, Blickrichtung Nord)

Im Rahmen der Beweissicherung beobachtet die HWW GmbH seit 1994 bzw. 1998 an den 3 Pegeln *Weide*, *Bennwiesen* und *Im Brand* Wasserstand und Abfluss (Lage s. Anlage 1.2). Die Messstellen sind mit Datenloggern zur Wasserstandsaufzeichnung ausgerüstet. Über die aus den Messdaten abgeleiteten Abflusskurven werden die den kontinuierlich erfassten Wasserständen korrespondierenden Abflusswerte ermittelt.

Auf Basis der vorliegenden tagesgemittelten Abflusswerte für die Pegel der HWW GmbH wurden folgende langjährige Mittelwerte für die jeweils zur Verfügung stehenden Zeitreihen berechnet (s. Tab. 1):

- MQ: Mittel über alle Tageswerte.
- MoMNQ: Mittel über alle monatlichen Minima der Tageswerte (MoNQ). Gemäß WUNDT (1958) entspricht dieser Wert näherungsweise dem mittleren unterirdischen Grundwasserzustrom (grundwasserbürtiger Abfluss oder Basisabfluss).
- MN7Q: Mittel über alle niedrigsten arithmetischen Mittel von 7 aufeinanderfolgenden Tageswerten innerhalb der Zeitabschnitte 1. April bis 31. März (Empfehlung gemäß DWA 2022) eines jeden Jahres.

Anhand der Werte in Tabelle 1 können (summarisch) Ex- (Grundwasser strömt in den Vorfluter) und Infiltrationsstrecken (Wasser im oberirdischen Fließgewässer versickert in das Grundwassersystem) identifiziert werden. Es lassen sich folgende generelle Aussagen in Verbindung mit der Betrachtung der Grundwasser-Flurabstände (Anlage 6) ableiten (s. dazu auch Anhang 2 Modelldokumentation, Anlage 9.2[2]):

- Auf der kurzen Strecke zwischen den Pegeln *Weide* und *Bennwiesen* nimmt der grundwasserbürtige Abfluss (MoMNQ) relativ stark zu. Es ist dort von durchgängig effluenten Verhältnissen auszugehen.
- Im weiteren Verlauf bis zum Pegel *Im Brand* nimmt der grundwasserbürtige Abfluss (MoMNQ) nur geringfügig zu. Auf dieser Strecke wechseln sich Ex- und Infiltration sowohl örtlich als auch zeitlich ab (in Summe überwiegt die Exfiltration).

Tab. 1: Abfluss-Hauptwerte

Vorfluter	Pegel	Fläche A_{Eo} [km²]	MN7Q [l/s]	MoMNQ [l/s]	MQ [l/s]
Wulbeck	Weide Jahresreihe 95/24	16	10	30	52
Wulbeck	Bennwiesen Jahresreihe 98/24	19	12	44	71
Wulbeck	Im Brand Jahresreihe 98/24	41	9	49	88

Bei den in Tabelle 1 zusammengestellten Werten handelt es sich um Mittelwerte für die angegebenen Zeitreihen. Mittelwerte für die Einzeljahre (jeweils Zeitabschnitt 1. April bis 31. März, was dem Wasserhaushaltsjahr entspricht) sind in den Anlagen 7.1 bis 7.3 grafisch dargestellt. Die Jahreswerte für MoMNQ entsprechen nicht unbedingt dem grundwasserbürtigen Abfluss, da dazu definitionsgemäß langjährige Mittelwerte gebildet werden müssen. Näherungsweise geben sie aber einen Eindruck über die Größe der Schwankungsbreite.

Entnahmebedingte Einflüsse sind augenscheinlich in den Ganglinien nicht erkennbar. Diese Erkenntnis überrascht nicht, da die Entnahmen aus den Förderbrunnen der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* in dieser Zeit relativ konstant war. Der Gangli-

[2] Hinweis: Die in Anlage 9.2 der Modelldokumentation (Anhang 2) angegebenen Werte für MoMNQ beruhen auf Zeitreihen bis 2017. Die hier in Tabelle 1 dargelegten Werte für die Zeitreihen bis 2024 sind wegen der sehr trockenen Bedingungen im Zeitraum 2018-2022 deutlich geringer. Die qualitativen Aussagen sind davon aber unberührt.

nienverlauf korrespondiert im Wesentlichen - mehr oder weniger ausgeprägt - mit der jeweiligen Witterungssituation. Auffällig sind die deutlich unterdurchschnittlichen Werte im Zeitraum 2018 bis 2022, was mit den sehr geringen positiven (Winterhalbjahr) bzw. großen negativen Werten (Sommer- und Wasserwirtschaftsjahr) für die klimatische Wasserbilanz einher geht (s. Kap. 4.3).

Tabelle 2 enthält die aus den Daten der Tabelle 1 ermittelten Hauptwerte der Abflussspenden. Die Abnahme der Werte vom Pegel 'Bennwiesen' zum Pegel 'Im Brand' ist auf die oben schon aufgezeigte besondere Situation mit wechselnden Ex- und Infiltrationsabschnitten zurückzuführen. Beispielsweise vergrößert sich der MoMNQ-Wert auf der Gesamtstrecke zwischen diesen Pegeln nur um 5 l/s. Mit dem stark erweiterten Einzugsgebiet ergibt sich dann folgerichtig die deutlich reduzierte Abflussspende.

Tab. 2: Hauptwerte der Abflussspenden

Vorfluter	Pegel	Fläche A_{Eo} [km²]	MN7q [l/(s*km²)]	MoMNq [l/(s*km²)]	Mq [l/(s*km²)]
Wulbeck	Weide Jahresreihe 95/24	16	0,6	1,9	3,3
Wulbeck	Bennwiesen Jahresreihe 98/24	19	0,6	2,3	3,7
Wulbeck	Im Brand Jahresreihe 98/24	41	0,2	1,2	2,1

4.5 Geologie / Hydrogeologie

Beschreibungen der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten im TUG *Ramlingen / Wettmar* enthalten bereits die Gutachten bzw. Berichte des LBEG (1967, 1970, 1972 und 1976), die ausführliche Geologische Karte 1 : 25.000 Blatt 3525 des LBEG (1975) sowie die Wasserrechtsanträge der HWW GmbH und des WVN von 1995 bzw. 1996 (HWW, 1995 bzw. F&N CONSULT, 1996a).

Grundlage der hier vorgelegten geohydrologischen Untersuchungen zum aktuellen Wasserrechtsantrag war im Wesentlichen ein geologisches 3D-Untergrundmodell mit Stand vom Januar 2018, in dem die bisherigen sowie neueren geologischen und hydrogeologischen Erkenntnisse systematisch und in widerspruchsfreier Weise zusammengeführt sind. Dessen Ausdehnung umfasst das gesamte Untersuchungsgebiet *Hannover-Nord*. Eine ausführliche Beschreibung enthält der Bericht zur geologischen 3D-Untergrundmodellierung (NIWA, 2020), siehe Anhang 3. Bei der Modellierung wird

der Untergrund in "geologische Modelleinheiten", jeweils mit Definition von Top und Basis gegliedert. Dabei sind die geologischen Einheiten auch den sogenannten "Hydrostratigrafischen Einheiten" gemäß REUTTER (2011) zugeordnet.

Einen Überblick der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im hier näher betrachteten TUG *Ramlingen / Wettmar* geben die nachfolgend genannten Darstellungen. Sie wurden im Wesentlichen auf Grundlage der digital zur Verfügung gestellten Daten aus dem Untergrundmodell erzeugt:

Anlage 2.1: Verbreitung oberflächennaher Hemmschichten

Anlage 2.2: Gesamtmächtigkeit der quartärzeitlichen Sedimente

Anlage 3: Hydrogeologische Schnitte A-A', B-B' und C-C'

Anhang 2: Anlage 2.6: Basis der quartärzeitlichen Sedimente (Übergang zu tertiären Tonen sowie Tonsteinen der Ober- und Unterkreide), für das Untersuchungsgebiet *Hannover-Nord*

Zusammengefasst stellt sich der hydrogeologische Untergrundaufbau im TUG *Ramlingen / Wettmar* wie folgt dar (eine detaillierte Beschreibung findet sich in NIWA, 2020):

Großräumig hat sich ein zusammenhängender Grundwasserleiter aus hoch bis mittel[3] wasserdurchlässigen Sanden des Quartärs entwickelt. Vorherrschend sind saalezeitliche Sande und Kiese (Vor- und Nachschüttsedimente des Drenthe-Stadiums, Einheiten L2 und L3). Daneben findet sich oberflächennah im Norden häufig Flugsand der Weichselzeit (Einheit L1.3). Die Gesamt-Mächtigkeit der quartären Sedimente liegt meist zwischen 20 und 50 m. Die Basis des Grundwasserleiters bilden gering bis äußerst gering wasserdurchlässige Ablagerungen des Tertiärs und der Kreide. Die Quartärbasis fällt generell von Süden nach Norden mit ähnlicher Neigung wie die Geländeoberfläche ab (Anlagen 3.2 und 3.3). Im Süden streicht der quartäre Grundwasserleiter bereichsweise vollständig aus (*Isernhagener Rücken*), so dass kreidezeitliche Festgesteine direkt an der Oberfläche anstehen. Zudem werden die geologischen Verhältnisse in Richtung Süden zunehmend komplexer. Im dort schraffierten Bereich (z.B. Anlagen 2.1 und 2.2) sind häufig Grundwasserhemmer - z.T. auch schuppenartig - eingelagert. Diese Komplexität zeigen auch die häufig wechselnden Grundwasserspiegel-Gradienten (s. Anlage 6). Zu beachten ist, dass sich die *Fassung Wettmar* innerhalb dieses komplexen Bereiches befindet.

Der vertikale Aufbau des quartären Grundwasserleiters ist anhand der geologischen Schnitte in den Anlagen 3.1 bis 3.3 gut ersichtlich. Wesentlich aus hydrogeologischer

[3] Begriffe gemäß REUTTER (2011)

Sicht sind die grundwasserleitenden hydrostratigrafischen Einheiten L1.3/L2 (fluviatile bis glazifluviatile Sedimente der Weichsel-Kaltzeit bzw. des Drenthe-Stadiums) und L3 (drenthezeitliche Schmelzwassersande und -kiese). Nur örtlich finden sich im Süden auch noch die Einheiten L4.1/L4.2 (pleistozäne bis elsterzeitliche Sande und Kiese). In diese Grundwasserleiter-Abfolge sind lokal begrenzt verschiedene Grundwasserhemmer eingelagert. Meist handelt es sich dabei um die Einheit H3 (drenthezeitlicher Geschiebelehm). Im Süden ist in einem größeren Bereich auch der elsterzeitliche Geschiebelehm (H4.2) verbreitet. Die Hemmer bzw. Grundwassergeringleiter (GGL) können örtlich zu einer Stockwerksgliederung führen. Das Gesamtpaket der quartären Sedimente ohne ggf. vorhandene Deckschichten (z.B. örtlich auch H3) wird im Folgenden auch als Hauptgrundwasserleiterkomplex (HGWL-Komplex) bezeichnet, unabhängig davon, ob örtlich eine Stockwerksgliederung gegeben ist (großräumig zusammenhängender Grundwasserleiter).

Die hydraulische Wirksamkeit der o.g. eingelagerten Grundwasserhemmer ("Zwischenschichten") kann anhand von Messdaten lokal nachgewiesen werden: Abb. 7 zeigt die Grundwasserspiegelganglinien für das Messstellenpaar 116/116.1 (174). Die entsprechenden Filter sind ober- und unterhalb der dort vorhandenen Geschiebelehm-Schicht (qdlg) angeordnet. Seit Beginn der Förderung im Jahr 1964 sind dauerhaft deutliche Unterschiede zwischen den Standrohrspiegelwerten von einigen Dezimetern bis zu über einem Meter erkennbar. Dies ist offensichtlich im Wesentlichen auf die 1964 einsetzende Grundwasserförderung aus der Fassung *Ramlingen* zurückzuführen (die Messstelle liegt rd. 320 m südlich des Brunnens 6). Die auf Niveau des unteren Filters (116.1) erzeugten Absenkungen treten oberhalb der Zwischenschicht (116) nur noch deutlich vermindert auf. Die Strömung ist von oben nach unten gerichtet.

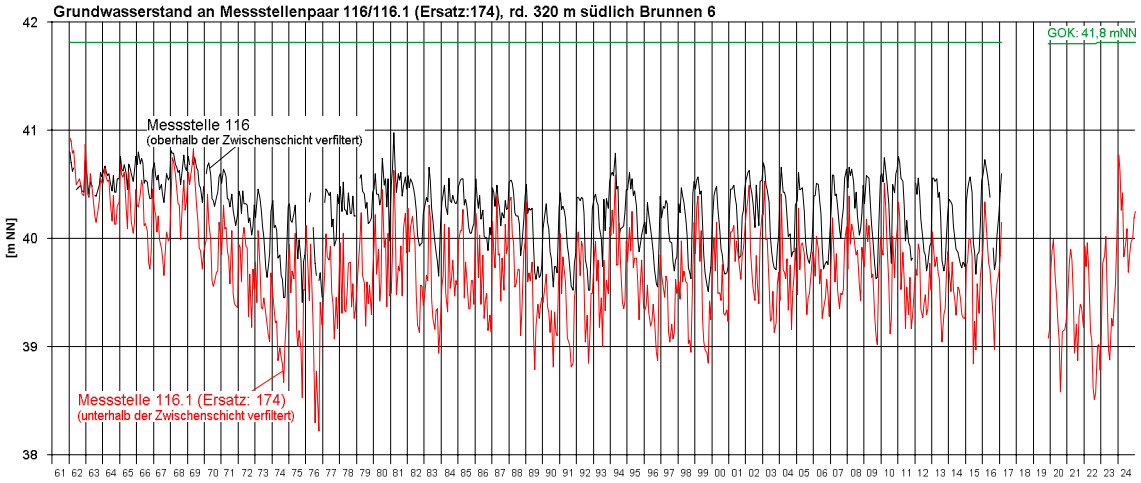


Abb. 7: Ganglinien der Grundwasserstände an Messstelle 116/116.1

Oberflächennah als Deckschichten anstehende Grundwasserhemmer (Verbreitung siehe Anlage 2.1) oder Stauschichten im Bodenbereich (max. etwa 2 m unter Gelände) mit ggf. darüber befindlichem Grund- oder Stauwasser werden bei der Konstruktion von Grundwasserhöhen-Gleichenplänen oder bei der Strömungsmodellierung nicht erfasst. Dies ist bei der Interpretation von Flurabständen und entnahmebedingten Absenkungen zu berücksichtigen (s. Hinweise in den entsprechenden Kartendarstellungen).

Im Hinblick auf die Simulation der Grundwasserströmung mit einem Grundwassermodell wurde folgende fünfschichtige hydrogeologische Modellvorstellung für das Untersuchungsgebiet *Hannover-Nord* erarbeitet (GWL: Grundwasserleiter, GGL: Grundwassergeringleiter):

- **Schicht 1 (im Wesentlichen GWL):** Zusammenfassung der obersten geologischen Einheiten bis einschließlich der fluviatilen bis glazifluviatilen Sande und Kiese des Drenthe- und Warthe-Stadiums (qD-qWa bzw. L2). Im hier näher betrachteten TUG *Ramlingen / Wettmar* stehen meist keine oberflächennahen Grundwasserhemmer (Deckschichten) an, so dass sich der Grundwasserspiegel dort frei einstellen kann (s. Anlage 2.1 und Schnitte in Anlage 3). Im nordwestlich der Fassungsreihe *Ramlingen* gelegenen *Hastbruch* sind oberflächennahe Deckschichten großflächiger verbreitet. Das bedeutet aber nicht, dass dort immer teilgespannte Verhältnisse (Standrohspiegelhöhe liegt innerhalb der Deckschicht) vorhanden sind (s. insbesondere Schnitt B-B').
- **Schicht 2 (GGL):** Im Wesentlichen die häufig anzutreffende Grundwasserhemmschicht aus drenthezeitlichem Geschiebelehm (qdlg bzw. H3), die zu einer lokalen Stockwerksgliederung führen kann. Es gibt aber auch Fälle, bei denen sie den HGWL-Komplex abdeckt oder deren Oberfläche bereits die Basis des HGWL-Komplexes bildet (Beispiele siehe Schnitte in den Anlagen 3.1 bis 3.3).
- **Schicht 3 (GWL):** Schmelzwassersande und -kiese (Vorschüttsedimente des Drenthe-Eisvorstoßes, qdgf bzw. L3). Diese finden sich vornehmlich im Süden (also auch im Bereich des TUG *Ramlingen / Wettmar*) und im Bereich der *Brelinger Berge*. Im Norden und im Zentrum des Untersuchungsgebietes *Hannover Nord* sind sie nicht durchgängig verbreitet (vorhanden z.B. im Umfeld der Fassung *Lindwedel*).
- **Schicht 4 (GGL):** Geschiebelehm der Elster-Eiszeit (qelg bzw. H4.2). Vergleichsweise geringe Verbreitung im Untersuchungsgebiet *Hannover Nord*. Eine hydraulisch relevante Fläche ist nur im Bereich von *Burgdorf* ausgebildet und spielt für die betrachteten Aussagegebiete (TWG *Hannover-Nord*) keine Rolle.
- **Schicht 5 (GWL):** Altquartäre bis elsterzeitliche Sande und Kiese (qp-qe bzw. L4.1 / L4.2), die nur bereichsweise vorhanden sind (im Wesentlichen im Bereich der *Aller* und der Fassung *Lindwedel*).

4.6 Geohydrologie

4.6.1 Grundwasserneubildung

Vom LBEG lagen für die Zeit des Modellaufbaus die Grundwasserneubildungsverteilungen nach den Verfahren GROWA06V2 und mGROWA (in den Versionen mGROWA und mGROWA18, 1981-2010) vor (s. Anhang 1, Thema 6). Bei den GROWA06V2-Daten (Anlage 4.1) handelt es sich um klassifizierte, langjährig mittlere Jahressummen (auf Basis der Referenzperiode 1961 bis 1990). Die Klassenbreiten betragen einheitlich 50 mm. Die mGROWA und mGROWA18-Daten (Anlagen 4.2 und 4.3) enthalten zusätzlich Durchschnittswerte für die einzelnen Monate und werden millimetergenau angegeben (als Rechenergebnis). Gegenüber GROWA06V2 ergeben sich mit der Methode mGROWA auch Zehrgebiete mit negativer Grundwasserneubildung. Zum Vergleich wurde im Auftrag der enercity AG vom LBEG die Sickerwasserrate nach dem TUB-BGR-Verfahren ermittelt und bereitgestellt (Anlage 4.4). Ermittelt werden damit langjährig mittlere Jahressummen (mit der sich rechnerisch ergebenden Genauigkeit). Auch dafür werden Bereiche mit negativer Grundwasserneubildung ausgewiesen. Aktuell stellt das LBEG die Daten nach dem Verfahren mGROWA in der Version 22 bereit (NIBIS Kartenserver 2022).

Bilanziert für das Modellgebiet *Hannover-Nord* (vollständige Ausdehnung s. Dokumentation im Anhang 2) resultieren die in Tabelle 3 zusammengestellten Grundwasserneubildungswerte.

Tab. 3: Grundwasserneubildung bzw. Sickerwasser im Modellgebiet *Hannover-Nord*

Verfahren	Mittlere Neubildung [mm/a]	Neubildungsvolumen [Mio. m³/a]	Ggf. Spannweite unter Ausnutzung der Klassenbreiten [Mio. m³/a]
GROWA06V2	159	109,2	92,0 - 126,4
mGROWA	124	84,6	-
mGROWA18	124	84,3	-
TUB-BGR	179 *	121,3	-
mGROWA22 (Zeitperiode 1991-2020)	55	38,0	-

* Flächen außerhalb des Gültigkeitsbereiches der Methode (Neigungsfläche der Geländeoberfläche > 3,5 %) sind hier mit dem Wert 0 eingerechnet.

Auffällig sind die insgesamt geringen, nach dem Verfahren mGROWA bzw. mGROWA18 (Bezugszeitraum 1981-2010) ermittelten Werte. Als nicht plausibel erscheinen

insbesondere die geringen bis negativen Werte in Bereichen mit mittleren bis hohen Grundwasserflurabständen, z.B. im weiteren Umfeld der Fassung *Fuhrberg* mit dem dort durch die Entnahme induzierten Absenkungstrichter.

Vorteil des mGROWA-Verfahrens ist die Möglichkeit, beliebige Zeitreihen zu erzeugen (bis zu einer Auflösung von Tagen). Diese werden vom LBEG aber nur aggregiert als Monatswerte zur Verfügung gestellt, und zwar für verschiedene Bezugszeiträume (mGROWA18). Bei allen Neubildungsverfahren sind Niederschlag, Verdunstung, Bodenparameter, Relief und Landnutzung Eingangsdaten für die Berechnung. Das Verfahren mGROWA berücksichtigt zudem drainierte Flächen.

Mit dem TUB-BGR-Verfahren ist der Nachteil verbunden, dass Flächen mit einer Oberflächenneigung von mehr als 3,5 % nicht in die Berechnung eingehen und somit nicht ausgewiesen werden.

Die Grundwasserneubildung geht als Randbedingung auch bei der Grundwasserströmungsmodellierung ein. Im Zuge der Kalibrierung mussten die vom LBEG gelieferten Daten modifiziert werden. Ausführliche Erläuterungen dazu finden sich im Anhang 2 "Modelldokumentation".

Auf Grundlage der aktuell vom LBEG herausgegebenen mGROWA22-Daten ergibt sich ein Neubildungsvolumen von nur 38 Mio. m³/a für das Modellgebiet (Zeitperiode 1991-2020). In den vergangenen Jahrzehnten wurde in diesem Gebiet jährlich deutlich mehr Grundwasser für die Trink- und Brauchwasserversorgung sowie für die Feldberegnung gefördert (z.B. durchschnittlich etwa 41 Mio. m³/a nur aus den Fassungen der 'TWG *Hannover Nord*' im Zeitraum 1964 bis 2024). Trotzdem ergab sich nachweisbar (an den vorhandenen Pegeln) noch ein erheblicher grundwasserbürtiger Abfluss über das oberirdische Fließgewässersystem. Somit ist festzustellen, dass der Wert von 38 Mio. m³/a nicht realistisch ist. Folglich sind die mGROWA22-Daten für die Untersuchungen zu den beantragten Entnahmen 'TWG *Hannover Nord*' nicht geeignet.

4.6.2 Grundwassermessstellennetz

Die HWW GmbH führt seit 1961 im Wassergewinnungsgebiet des *Wasserwerkes Ramlingen* regelmäßige Grundwasserstandsmessungen durch. Das Messstellennetz wurde im Laufe der Zeit deutlich verdichtet und ausgedehnt (Lage s. Anlage 1.2). Aktuell werden von der HWW GmbH und dem WVN 128 Messstellen beobachtet [4]. Diese

[4] Gezählt wurden dazu nur Messstellen mit mindestens einem Wert im Jahr 2024.

sind im Lageplan gesondert gekennzeichnet. Zwei Messstellen (SP9 und SP80) sind mit Datenloggern ausgerüstet (s. zusätzliche Markierung im Lageplan). In Verbindung mit dem Messnetz der enercity AG decken die vorhandenen Messstellen das Aussagegebiet für die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* in ausreichender Weise ab. Alle Daten sind in einer Datenbank abgelegt. Auswertungen in Form von Ganglinien und Grundwasserhöhen-Gleichenplänen werden regelmäßig in den Jahresberichten zur Beweissicherung dargestellt (z.B. HWW, 2025).

Messbezugshöhen und Geländeoberkanten sind von allen Messstellen auf NN eingemessen und von den Wasserwerksbetreibern für die hier durchgeführten Auswertungen vorgegeben. Die Messstellenfilter befinden sich in Tiefen zwischen rd. 2 und 35 m unter Gelände, wobei nicht von allen Messstellen die Filterlage bekannt ist. Einige Standorte sind als Messstellen-Paar ausgerüstet.

Im Untersuchungsgebiet *Hannover-Nord* existieren weitere Messnetze, für die Grundwasserstandsdaten beschafft wurden (s. Anhang 1, Thema 7).

4.6.3 Grundwasserstandsganglinien

Beispielhaft sind in den Anlagen 5.1-5.6 langjährige Grundwasserspiegel-Ganglinien für Messstellen der HWW GmbH und des WVN in Verbindung mit Säulendiagrammen für Jahresniederschlag und Jahresentnahme dargestellt. Die Auswahl berücksichtigt folgende Bereiche (konkrete Lage s. Anlage 1.2):

- Anlage 5.1: in der Nähe der Förderbrunnen der HWW GmbH (geringe bis mittlere Grundwasserflurabstände).
- Anlage 5.2: Niederung nördlich der Fassung *Ramlingen* (geringe bis mittlere Grundwasserflurabstände).
- Anlage 5.3: Geest südlich der Fassung *Ramlingen* (große Grundwasserflurabstände).
- Anlage 5.4: in der Nähe der *Wulbeck* (geringe bis mittlere Grundwasserflurabstände)
- Anlage 5.5: im Bereich der *Fassung Wettmar* (geringe und große Grundwasserflurabstände)
- Anlage 5.6: große Entfernung zu den Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* (entnahmeunbeeinflusste Vergleichsmessstellen mit verschiedenen Grundwasserflurabständen)

Für Vergleichszwecke wurde bei den Darstellungen ein einheitliches Zeitfenster gewählt. Es zeigen sich grundsätzlich zwei unterschiedliche Ganglinien-Charakteristiken:

- Bereiche mit geringen bis mittleren Grundwasserflurabständen (z.B. Messstellen 5, 78 oder 133): Deutlich sichtbarer Jahresgang mit einer Spannweite von meist einem halben bis einem Meter. Eine Reaktion auf länger anhaltende Trocken-/Nassphasen ist mehr oder weniger gut erkennbar.
- Bereiche mit großen Grundwasserflurabständen (z.B. Messstellen 84/157 und 166): Ebenfalls deutlich sichtbarer Jahresgang, aber mit einer geringeren "Normal-Spannweite" von etwa einem halben Meter. In ausgeprägten Nass- oder Trockenphasen reagiert der Grundwasserspiegel sehr stark, so dass sich An- und Abstiege von bis zu ca. zwei Meter ergeben können (z.B. zwischen Anfang 1994 und Ende 1996 an Messstelle 166).

Wie schon in Kap. 4.3 dargelegt, ergaben sich im Zeitraum 2009 bis 2022 meist nur unterdurchschnittliche Winterniederschläge. Hinzu kamen die Jahre 2018, 2019, 2020 und 2022 mit stark negativen klimatischen Wasserbilanzen für die Sommer- und die Jahresperioden (2018 und 2022 sogar extrem niedrige Werte). Infolgedessen befanden sich die Grundwasserspiegel - insbesondere in der Geest und im Übergangsbereich Niederung-Geest – bis in das Jahr 2023 hinein witterungsbedingt auf einem sehr (z.T. sogar extrem) niedrigen Niveau. In Bereichen großer Grundwasserflurabstände blieben die Grundwasserstände in den Jahren 2019 bis 2023 dauerhaft unterhalb der 30-jährigen Mittelwerte. Mit den extrem hohen Niederschlägen im Wasserwirtschaftsjahr 2024 stiegen die Grundwasserspiegel dann flächendeckend in außergewöhnlich starker Weise an. In Bereichen mit geringen bis mittleren Grundwasserflurabständen wurden damit i.d.R. sogar neue Maximalwerte erreicht.

Ggf. werden witterungsbedingte Schwankungen des Grundwasserspiegels durch entnahmebedingte Absenkungen oder Aufhöhungen überlagert. Deutlich sichtbar wird dies im Zeitbereich zwischen 1963 und etwa Anfang der siebziger Jahre. Anhand der in den Ganglinien dargestellten Grundwasserspiegel-Mittelwerte (Anlagen 5.1 bis 5.3) für die Zeiträume 1963 (vor Entnahmebeginn) und 2009 (mit Entnahme von 3,49 Mio. m³/a aus den Förderbrunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* und ähnlicher Witterungssituation wie 1963 und auch davor) ist zu erkennen, dass der Grundwasserspiegel an den Messstellen 5, 9, 78, 79/80 und 115 quantitativ unterschiedlich auf die Entnahme reagiert hat. So beträgt die Differenz der Grundwasserspiegel-Mittelwerte an der Messstelle 115 (in rd. 250 m Entfernung zum Brunnen 3 sicher entnahmebeeinflusst) -1,47 m, d.h. der Grundwasserspiegel lag im Jahr 2009 im Mittel 1,47 m niedriger als im Jahr 1963. An Messstelle 9 (Entfernung zum Förderbrunnen 3 rd. 700 m) beträgt das Absin-

ken des Grundwasserspiegels noch -1,03 m und an Messstelle 78 (Entfernung zum Förderbrunnen 3 rd. 2,2 km) nur noch -0,31 m. Dieser Umstand lässt vermuten, dass mindestens die Messstellen 115 und 9 innerhalb des von der Entnahme des *Wasserwerkes Ramlingen* erzeugten Absenkungstrichters liegen.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die aufgezeigten Grundwasserspiegel-Differenzen weitere Einflussfaktoren beinhalten. So wirken sich neben den zwar ähnlichen, aber eben doch unterschiedlichen Witterungs-Situationen (unter Einbeziehung vorhergehender Jahre), auch Entwässerungsmaßnahmen, Nutzungsänderungen und andere Grundwasserentnahmen auf den Gang des Grundwasserspiegels aus. Die Abschätzung entnahmebedingter Absenkungen aus vorliegenden langfristigen Messdaten wird im Kapitel 5.3.3.1 noch vertieft.

4.6.4 Grundwasserhöhen-Gleichenplan

Aus den örtlich vorhandenen Grundwasserstandsdaten wurde durch Interpolation zwischen den Messstellen ein Grundwasserhöhen-Gleichenplan für das Kalenderjahr 2004 (MGW2004) konstruiert, und zwar flächendeckend für das Untersuchungsgebiet *Hannover Nord*. Dabei wurde – sofern vorhanden - der Einfluss der relevanten oberirdischen Fließgewässer, z.B. *Aller, Leine*, *Wietze, Wulbeck, Burgdorfer Aue* und *Fuhse* - auch unter Hinzuziehung der entsprechenden Modellergebnisse - berücksichtigt. Das Kalenderjahr 2004 entspricht geohydrologisch in etwa mittleren Verhältnissen und war auch Grundlage für die stationäre Modellkalibrierung (s. Anhang 2). Die Entnahme aus der Fassung *Ramlingen* betrug 3,56 Mio. m³/a und aus der Fassung *Wettmar* 0,86 Mio. m³/a.

Generell lässt sich die großräumige Grundwasserströmungssituation im TUG *Ramlingen / Wettmar* wie folgt beschreiben (s. Anlage 6): Ausgehend vom höchsten Niveau im Süden im Bereich des *Isernhagener Rückens* (rd. 60 mNN) strömt das Grundwasser großräumig zu einem Teil in nördliche Richtung zu den Brunnenreihen der *Wasserwerke Ramlingen* sowie *Wettmar* und dann weiter zur *Aller* oder zur Fassung *Fuhrberg* der enercity AG. Ein anderer Teil fließt in östliche Richtung zu den Förderbrunnen des *Wasserwerkes Burgdorf* und zur *Burgdorfer Aue*. Auch die Wietze-Niederung wird aus Richtung des *Isernhagener Rückens* angeströmt. Kleinräumig zeichnet sich bereichsweise die exfiltrierende Wirkung ("Zurückspringen der Grundwassergleichen") der im Teiluntersuchungsgebiet gelegenen Hauptvorfluter *Adamsgraben*, *Aue*, *Hechtgraben, Neue Aue, Rixförder Graben* und *Wulbeck* ab. Ein weiterer Teil wird insbesondere von den Brunnen zur Feldberegnung sowie den Förderbrunnen der Industrieun-

ternehmen abgefangen. Die genannten Senken sind umso ausgeprägter, je stärker die Linien gleicher Grundwasserspiegel "zurückspringen". Gestrichelt dargestellte Linien gleicher Grundwasserspiegel (schraffierter Bereich) symbolisieren Bereiche mit komplexen geologischen Verhältnissen (etwa im Bereich der Fassung *Wettmar* und der Ortschaft *Ramlingen* sowie südlich davon, s.a. Kap. 3.3). Insgesamt auffällig ist das stark variierende Grundwasserspiegel-Gefälle (insbesondere im Bereich der komplexen hydrogeologischen Verhältnisse). Die Werte liegen in etwa zwischen 0,5 (z.B. *Oldhorster Moor*) und 10 ‰ (nordwestlich der Fassung *Wettmar*).

4.6.5 Grundwasser-Flurabstand

Zur Bestimmung des Grundwasser-Flurabstandes (Anlage 6) wurde das "Digitale Geländehöhenmodell 5" (DGM 5) des *Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, Hannover* (LGLN, 2018 – s. Anhang 1) verwendet. Im Original liegt diesem Höhenmodell eine Rasterweite von einem Meter zugrunde. Die beschafften Daten haben eine Auflösung von 5 Meter. Durch Auslassen entsprechender Werte wurde hier mit einem Abstand von 10 m gearbeitet. Die dargestellten Grundwasserflurabstände ergeben sich aus der Differenz zwischen dem reduzierten DGM5 und der aus Messdaten interpolierten Grundwasserspiegelfläche für das Kalenderjahr 2004 (ebenfalls Anlage 6).

Große Grundwasserflurabstände (größer als 5 m) finden sich vorwiegend in der *Burgdorfer Gees*t südlich der Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* (dort können wegen der komplexen geologischen Verhältnisse örtlich durchaus auch deutlich kleinere Grundwasserflurabstände als dargestellt vorhanden sein). Nördlich der genannten Fassungsreihen und in den Niederungen der Hauptvorfluter (z.B. *Wulbeck*) gehen die Flurabstände auf Werte von weniger als einem Meter zurück. Im Umfeld der Förderbrunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* betragen die Flurabstände zwischen 2 und 5 m. Die Fassung *Wettmar* liegt im Übergangsbereich von großen zu geringen Grundwasserflurabständen.

Es ist nicht auszuschließen, dass der Grundwasser-Flurabstand im Bereich der Bäche und Entwässerungsgräben, die z.T. sehr tief in das Gelände einschneiden (bis ca. 3 m), größer ist als dargestellt. Eine rechnerische Ermittlung der Flurabstände durch Interpolation ist im Nahbereich der Bäche und Entwässerungsgräben aufgrund des größeren (unbekannten) Wasserspiegelgefälles in unmittelbarer Nähe der Vorfluter nur angenähert möglich.

5 Wirkung der GW-Entnahme auf den Grundwasserstand

5.1 Allgemeines

Einer Grundwasserentnahme sind generell ein Absenkungsbereich und ein unterirdisches Einzugsgebiet zugeordnet. In Abbildung 8 sind die Begriffe in einer schematisierten Darstellung verdeutlicht.

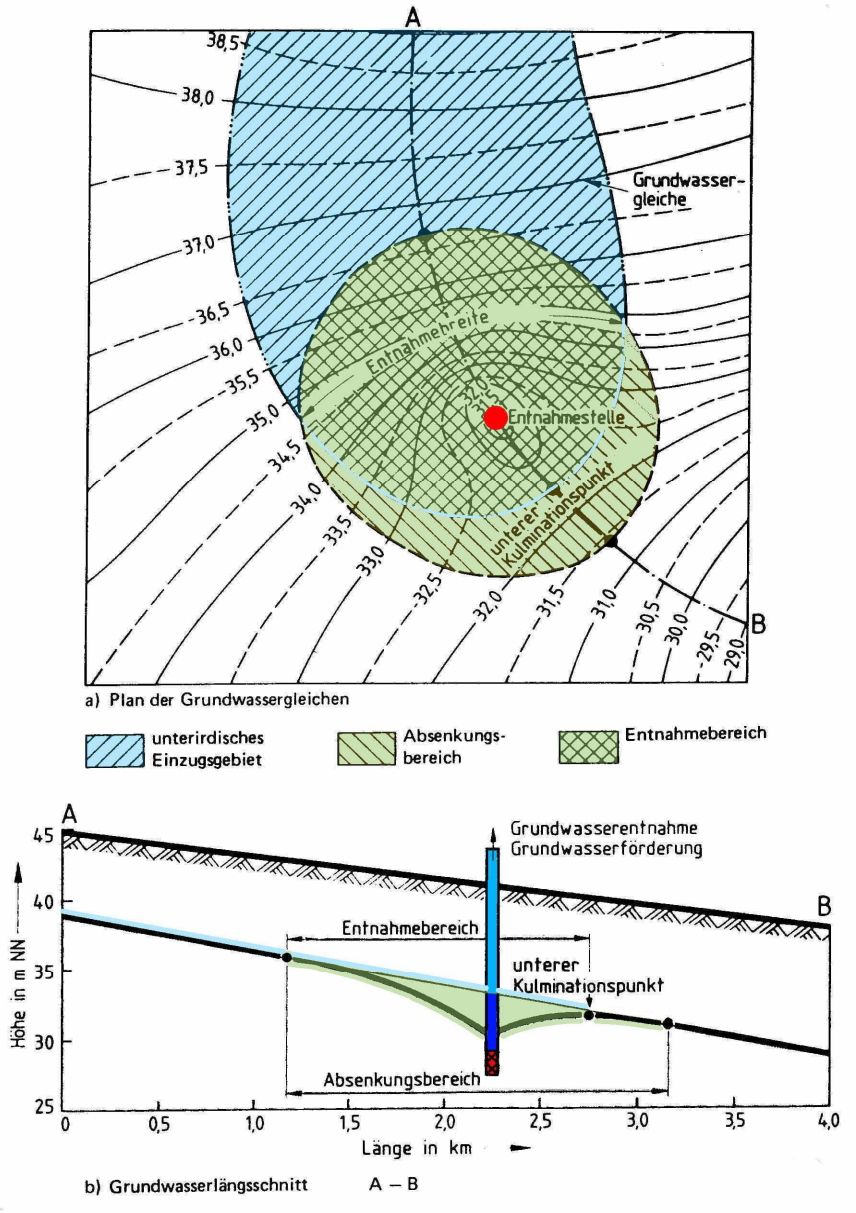


Abb. 8: Auswirkung einer Grundwasserentnahme (Grundlage: ältere Ausgabe der DIN 4049)

Absenkungsbereich oder *Absenkungsgebiet*:

> Der Bereich, in dem eine Grundwasserabsenkung nachweisbar ist. Eine Absenkung einer Grundwasserspiegelfläche entsteht durch die Entnahme von Grundwasser aus Förderbrunnen, aber z.B. auch durch das Anlegen von Entwässerungsgräben.
>
> Das Absenkungsgebiet beschreibt die eigentliche Wirkungsfläche einer Grundwasserentnahme. In dieser Fläche müssen in einem Wasserrechtsverfahren die Wirkung der beantragten Grundwasserförderung auf das Grundwasser und in Bereichen mit geringen Grundwasserflurabständen auf den Boden, den Naturhaushalt und das Landschaftsbild untersucht und beurteilt werden. Eine anthropogen verursachte Grundwasserabsenkung ist i.d.R. nur mit einer Genauigkeit von 2 bis 3 dm ermittelbar (s.a. LBEG, 2009b). Für die weitergehenden bodenkundlichen und naturschutzfachlichen Untersuchungen muss deshalb ein Saumbereich definiert werden, der auch kleinere Absenkungen berücksichtigt. Es ist weiterhin zu beachten, dass auch außerhalb der darstellbaren Absenkungsreichweite liegende oberirdische Fließgewässer beeinflusst sein können (durch Reduzierung des Basisabflusses).

Unterirdisches Einzugsgebiet:

> Durch unterirdische Wasserscheiden (Trennstromlinien) begrenztes Gebiet, aus dem Grundwasser einem bestimmten Ort (allg. Senke, hier Förderbrunnen) zuströmt.

5.2 Entwicklung der Grundwasserförderung

Das *Wasserwerk Ramlingen* ist mit seinen 6 Förderbrunnen B1 bis B6 seit 1964 in Betrieb. Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der Rohwasserfördervolumina als Jahressummen für die Einzelbrunnen und die Fassung insgesamt. Zunächst stieg die Gesamtentnahme bis zum Jahr 1973 mit kurzen Unterbrechungen kontinuierlich auf ein Niveau von rd. 4,0 Mio. m³/a an, welches dann in etwa bis zum Jahr 2000 gehalten wurde. In den Jahren 1991 bis 1993 wurde die bisher bewilligte Gesamtentnahme für das *Wasserwerk Ramlingen* in Höhe von 4,5 Mio. m³/a nahezu ausgeschöpft. Im Zeitraum 2001 bis 2024 betrug die durchschnittliche Entnahme rd. 3,5 Mio. m³/a mit einer Spannweite von 3,2 bis 3,8 Mio. m³/a. Hinsichtlich der Förderraten für die Einzelbrunnen ist die deutliche Abnahme der Entnahme aus Förderbrunnen B1 ab etwa dem Jahr 2010 erkennbar. Kompensiert wurde diese Verringerung im Wesentlichen durch eine Erhöhung der Entnahmen aus den Brunnen B2 und B3. Das *Wasserwerk Wettmar* ist seit 1965 in Betrieb. Zunächst erfolgte die Entnahme aus den Brunnen 6 bis 11. Im Jahr 2000 kam der Brunnen 5 hinzu. Die zeitliche Entwicklung der jährlichen Gesamtent-

nahme zeigt Abb. 9. Bis zum Jahr 1993 erfolgte offensichtlich meist eine Überschreitung der bewilligten Entnahme in Höhe von 0,86 Mio. m³/a. Maximal wurden im Jahr 1968 1,17 Mio. m³ entnommen. Seit dem Jahr 1994 wird das Wasserecht vollständig bzw. nahezu vollständig ausgenutzt.

Die von der HWW GmbH und dem WVN neu beantragten Förderraten betragen gemäß den Bedarfsprognosen 4,50 (*Wasserwerk Ramlingen*) und 0,86 Mio. m³/a (*Wasserwerk Wettmar*), was den bisher bewilligten bzw. vorzeitig zugelassenen Grundwasserentnahmen entspricht (s. Kap. 2). Die Entnahmen sollen zukünftig weiterhin mit den bestehenden Brunnen B1 bis B6 (*Wasserwerk Ramlingen*) und 5 bis 11 (*Wasserwerk Wettmar*) erfolgen.

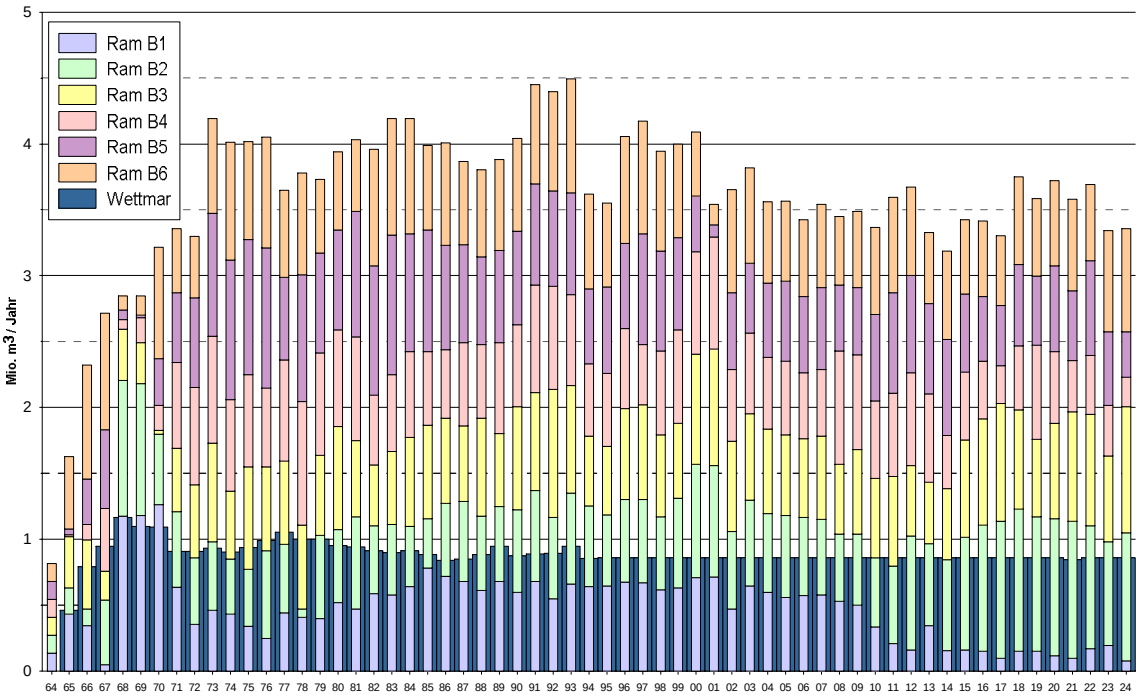


Abb. 9: Jahresentnahmen aus den Brunnen B1 bis B6[5] des *Wasserwerkes Ramlingen* und der *Fassung Wettmar*

Die Standorte weiterer Entnahmen im TUG *Ramlingen / Wettmar* zeigt Anlage 1.1. Auffällig ist die Vielzahl der Feldberegnungsbrunnen. Bezogen auf das Modellgebiet bestehen Wasserrechte von insgesamt 69,2 Mio. m³/a. Auf die Trinkwassergewinnung entfallen 54,8 Mio. m³/a, auf die landwirtschaftliche Feldberegnung 12,9 Mio. m³/a und auf die sonstigen Entnahmen 1,5 Mio. m³/a. Eine Überprüfung hat ergeben, dass die dargestellten Standorte der Brunnen Dritter z.T. nicht mit den Angaben im FIS-Wasser (2020, s. Anhang 1) übereinstimmen. Der Einfluss ungenauer Lagekoordinaten auf

[5] Für das Jahr 1964 ist nur die Gesamtentnahme bekannt. Für die Darstellung wurde eine Gleichverteilung angesetzt.

berechnete Absenkungen und Reduzierungen der Basisabflüsse infolge der beantragten Entnahmen ist aber vernachlässigbar. Durch den Ansatz der jeweils genehmigten Entnahmen bei den Berechnungen ist der maximale Belastungszustand für das Grundwassersystem berücksichtigt. Die Diskrepanzen müssen aber spätestens im Rahmen von ggf. nachfolgenden Schutzgebietsanträgen geklärt werden.

Den Wasserrechtsanträgen sind von allen Förderbrunnen Bohrprofile und Ausbauzeichnungen beigefügt (Teil A5 zu den Wasserrechtsanträgen). Einen Überblick dazu geben auch die Hydrogeologischen Schnitte in den Anlage 3.1 bis 3.3 des vorliegenden Geohydrologischen Gutachtens. Die Filterstrecken der zum *Wasserwerk Ramlingen* gehörenden Brunnen B1 bis B6 liegen in einem Bereich zwischen rd. 11 und 31 m unter Gelände. Die Brunnen 5 bis 11 des *Wasserwerkes Wettmar* sind rd. 11 bis 29 m unterhalb der Geländeoberfläche verfiltert.

Der Grundwasserleiter hat im Bereich der Förderbrunnen der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* eine Mächtigkeit von rd. 20 bis 35 m. Im Wesentlichen besteht er aus quartären Sanden und Kiesen mittlerer bis hoher Wasserdurchlässigkeit (Definition gemäß REUTTER, 2011), denen nur örtlich Schluff-, Ton- oder Geschiebelehmlagen unterschiedlicher Mächtigkeit und Höhenlage zwischengelagert sind. Die Basis wird von gering bis äußerst gering wasserdurchlässigen Gesteinsfolgen des Tertiär und der Kreide gebildet.

5.3 Ermittlung der entnahmebedingten Absenkung

5.3.1 Berechnungsmethodik

Hauptaufgabe des Geohydrologischen Gutachtens im Rahmen eines Wasserrechtsantrages ist die Ermittlung des Ausmaßes und der Reichweite der durch die Grundwasserentnahme verursachten Grundwasserspiegel-Absenkung. Die Ergebnisse sind dann u.a. auch Grundlage für die Festlegung des Untersuchungsraumes für die bodenkundliche und ökologische Begutachtung. Weitere wesentliche Untersuchungsziele sind die Bestimmung von potentiell zukünftig eintretenden Abflussreduzierungen im oberirdischen Fließgewässersystem und des unterirdischen Einzugsgebietes für die beantragte Entnahme.

Schon im Vorfeld der Antragskonferenz (RH, 2017a) wurde entschieden, die Auswirkungen der Entnahmen aus den Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* gemeinsam mit den Auswirkungen der ebenfalls in Beantragung befindlichen Entnahmen der enercity

AG für die Fassungen *Berkhof*, *Fuhrberg* und *Lindwedel* zu ermitteln. Insofern enthalten die nachfolgenden Ergebnisdarstellungen (entnahmebedingte Absenkungen, Reduzierungen der Basisabflüsse in oberirdischen Fließgewässern) immer die kumulativen Beträge für diese 5 Fassungen.

Gemäß GeoBerichte 15 (LBEG, 2009b) sind in einem Wasserrechtsantrag folgende Zustände zu betrachten:

- "Ist-Zustand" mit aktuell repräsentativer Entnahme
- "Null-Zustand" ohne Entnahme aus den beantragten Förderbrunnen
- "Prognose-Zustand" mit den beantragten maximalen Entnahmen aus den Förderbrunnen.

Ausmaß und Reichweite der entnahmebedingten Grundwasserabsenkung ergeben sich aus der Differenz der Grundwasserspiegelflächen für die verschiedenen Zustände (Ist-Wirkung oder prognostizierte Wirkung):

- "Ist-Absenkung": Differenz zwischen 'IST' und 'NULL'
- "prognostizierte Gesamtabsenkung": Differenz zwischen 'PROGNOSE' und 'NULL'
- "prognostizierte Zusatzabsenkung": Differenz zwischen "PROGNOSE" und "IST".

Im vorliegenden Fall ist die flächendeckend vollständige Beschreibung der zu betrachtenden Zustände (Grundwasserspiegelfläche, grundwasserbürtige Abflüsse im oberirdischen Fließgewässersystem, Bilanzierung der unterirdischen Einzugsgebiete) unter alleiniger Verwendung von Messdaten nicht möglich. Deshalb ist der Einsatz eines Grundwasserströmungsmodells erforderlich.

Die Zustände werden unter langfristig mittleren geohydrologischen Bedingungen betrachtet. Erfahrungsgemäß ist dies ausreichend, weil zum einen die innerjährliche Verteilung der Entnahmen nur relativ geringen Schwankungen unterworfen ist (z.B. im Gegensatz zu Entnahmen für die Feldberegnung) und zum anderen sowohl die innerjährliche als auch die über die Jahre variierende Verteilung der Grundwasserneubildung nur einen geringen, aus Messdaten nicht nachweisbaren Einfluss auf die entnahmebedingte Absenkung hat. Dies bedeutet, dass die natürliche saisonale Bandbreite der Grundwasserspiegelschwankung durch die entnahmebedingte Absenkung nicht relevant verstärkt wird (Simulationsbeispiele als Nachweis siehe Kap. 5.3.4.1). Zur Abschätzung bzw. Darstellung von Auswirkungen in beliebigen Stressphasen (beispielsweise Grundwasserspiegel in einem bestimmten Sommermonat oder extrem tiefer Grundwasserspiegel in einer bestimmten Zeitspanne), können bei Bedarf somit die aus Messdaten erzeugten Grundwasserspiegel-Ganglinien um das mit dem stationären

Modell ermittelte Maß der entnahmebedingten Absenkung (nach unten) parallel verschoben werden.

Als Ist-Zustand für die Entnahme wurde der zehnjährige Zeitraum 2008 bis 2017 festgelegt[6]. Die Gesamtentnahme aus der Fassung *Ramlingen* betrug durchschnittlich 3,42 Mio. m³/a und die aus der Fassung Wettmar 0,86 Mio. m³/a (s. Abb. 9).

Hinsichtlich entnahmebedingter Absenkungen werden im Folgenden die Ergebnisse vorzugsweise für die oberflächennächste Modellebene 1 präsentiert. Da diese nicht durchgängig im Modellgebiet verbreitet bzw. nicht wassergefüllt ist, müssen bereichsweise die Ergebnisse aus Modellebene 3 verwendet werden. Dies ist z.B. zum Teil auch im Bereich der Grundwasserentnahmen *Ramlingen* und *Wettmar* der Fall.

5.3.2 Angesetzte Förderverteilungen

Voraussetzung für den Einsatz eines Grundwasserströmungsmodells ist dessen Kalibrierung (ausführliche Erläuterung s. Anhang 2). Dazu wurde das Kalenderjahr 2004 zugrunde gelegt, das in etwa geohydrologisch mittleren Bedingungen genügt. Die entsprechenden Entnahmen aus den Förderbrunnen der Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* sind in Tabelle 4, Spalte 3 zusammengestellt. Auch alle anderen Grundwasserentnahmen im Modellgebiet wurden dabei mit den tatsächlichen Werten berücksichtigt (s. Anhang 2).

Die Simulationen der zu betrachtenden Zustände 'NULL', 'IST' und 'PROGNOSE' unterscheiden sich nur hinsichtlich der Entnahmeraten für die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* sowie die Fassungen *Berkhof*, *Fuhrberg* und *Lindwedel*. Alle weiteren Entnahmen im Modellgebiet bleiben unverändert, um die alleinige Wirkung der beantragten Fassungen zu ermitteln. Dabei wurde der ungünstigste Belastungszustand betrachtet, d.h. die weiteren Entnahmen gingen mit den maximalen Werten gemäß den zugehörigen Wasserrechten ein.

[6] Im Rahmen der Antragskonferenz wurde zunächst der Zeitraum 2005 bis 2016 angekündigt (SWH AG, 2017). Vor Erzeugung der endgültigen Berechnungsergebnisse erfolgte dann in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde noch eine Aktualisierung des Ist-Zeitraumes. Aus heutiger Sicht würde man den Zeitraum 2015 bis 2024 wählen. Damit ergäbe sich eine Durchschnittsentnahme von 3,52 Mio. m³/a für das *Wasserwerk Ramlingen* und 0,86 Mio. m³/a für das *Wasserwerk Wettmar*. Die zusätzliche Entnahme zum Prognosezustand (4,50 + 0,86 Mio. m³/a) wäre somit geringer, was dann auch geringere zusätzliche Auswirkungen zur Folge hätte. Mit den hier präsentierten Ergebnissen (zusätzliche Absenkungen und Abflussreduzierungen) liegt man also in dieser Hinsicht auf der sicheren Seite.

Tab. 4: Untersuchte Entnahmekonfiguration

1	2	3	4	5	6
Brunnen bzw. Fassung (Anz. Brunnen)	**Bisherige Entnahme-Rechte**	**Tatsächliche Entnahmen 2004**	**Simulation Null-Zustand**	**Simulation Ist-Zustand (2008-2017)**	**Simulation Prognose-Zustand**
	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]
B1		0,60	0,00	0,26	0,46
B2		0,60	0,00	0,72	0,83
B3		0,64	0,00	0,64	0,78
B4		0,55	0,00	0,58	0,80
B5		0,56	0,00	0,61	0,83
B6		0,62	0,00	0,60	0,80
Zwi.-Summen Ramlingen	**4,50**	**3,56**	**0,00**	**3,42**	**4,50**
Wettmar (7)	0,86	0,86	0,00	0,86	0,86
Berkhof (68)	15,00	12,42	0,00	11,21	16,00
Fuhrberg (5)	22,63	19,56	0,00	19,59	19,00
Lindwedel (2)	8,00	3,76	0,00	4,31	6,00
Gesamtsummen	**46,36**	**40,17**	**0,00**	**39,39**	**46,36**

Die zur Erreichung der beantragten Entnahme in Höhe von 4,50 Mio. m³/a für das *Wasserwerk Ramlingen* angestrebte Entnahmeverteilung ist Tabelle 4, Spalte 6 zu entnehmen. Die Anzahl und die Standorte der Brunnen sollen beibehalten werden. Die Entnahme aus den Förderbrunnen des *Wasserwerkes Wettmar* soll weiterhin aus den bestehenden Brunnen 5 bis 11 erfolgen. Bei den Simulationen wurde jeweils eine Gleichverteilung auf diese Einzelbrunnen angenommen.

5.3.3 Derzeitige Entnahme (Ist-Wirkung)

5.3.3.1 Erkenntnisse aus langjährigen Messdaten

Häufig erfolgt die Ermittlung von entnahmebedingten Absenkungen aus Messdaten in zwei Schritten (daneben gibt es selbstverständlich noch statistische Auswertemöglichkeiten, wie beispielsweise das WIENER-Mehrkanal-Filter-Verfahren - s. z.B. BUCHER 1999, die unter bestimmten Voraussetzungen in Sonderfällen eingesetzt werden können):

1. Bildung der Differenz zwischen den Grundwasserspiegelwerten für Zustände vor und nach Entnahmebeginn bzw. -steigerung. Dabei ist zu beachten, dass sich hinsichtlich der Entnahme jeweils ein quasistationärer Zustand ("Beharrung") eingestellt hat.

2. I.d.R. enthält die Differenz neben der entnahmebedingten Absenkung auch noch einen witterungsbedingten Anteil (auch andere anthropogene Einflüsse sind zu bedenken). Dieser lässt sich nur in Ausnahmefällen durch die Wahl von Zeiträumen mit durchschnittlichen geohydrologischen Bedingungen weitgehend eliminieren. Da diese Möglichkeit in der Praxis aber meist nicht gegeben ist, muss der witterungsbedingte Anteil anhand von sicher entnahmeunbeeinflussten Vergleichsmessstellen eingeschätzt werden. Dazu sind ggf. unterschiedliche Ganglinien-Typen zur Abdeckung der vorhandenen Charakteristiken im Untersuchungsgebiet zu definieren (z.B. Geest / Niederung). Generell ist die Bildung der Differenz zwischen Stichtagswerten nach Möglichkeit zu vermeiden, da in Abhängigkeit der hydrogeologischen Bedingungen am jeweiligen Messstellenstandort die Reaktionszeit auf sich ändernde Witterungssituationen stark variieren kann (meist auch innerhalb einer ggf. vorgenommenen Typisierung).

Im vorliegenden Fall liegen Grundwasserstandsdaten für die Zeit vor Inbetriebnahme der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* vor (s.a. Abschnitte 4.6.2 und 4.6.3). Langfristige Grundwasserstandsganglinien an den entsprechenden Messstellen lassen z.T. förderbedingte Absenkungen erkennen (s.a. Abschnitt 4.6.3 und Anlage 5). Seit etwa 2001 liegen die Jahresentnahmen etwa auf konstantem Niveau mit durchschnittlich rd. 3,5 bzw. 0,86 Mio. m³. Damit ist ein quasistationärer Zustand des Grundwasserspiegels eingetreten.

Für die Zeit vor Entnahmebeginn liegen nur für die Jahre 1962 und 1963 verwertbare, regelmäßig durchgeführte Grundwasserstandsmessungen im Bereich der Fassung *Ramlingen* vor. Wegen der größeren Anzahl vorhandener Grundwassermessstellen mit vollständiger Jahresreihe wurde das Jahr 1963 für die Messdaten-Auswertung gewählt. Dieses Jahr ist als eher trocken zu bezeichnen. Sowohl die Niederschlagsmenge als auch die klimatische Wasserbilanz liegen unter dem langjährigen Mittelwert (s. Kap. 4.3). Insbesondere die beiden Winterhalbjahre davor (1961 und 1962) waren relativ nass. Als Vergleichszeitraum mit Entnahme wurde das Jahr 2009 mit ähnlicher Witterungssituation gewählt. Auch dieses Jahr war relativ trocken mit überdurchschnittlichen Winterniederschlägen in den beiden Jahren davor (allerdings 2007 nur geringfügig). Das Entnahmevolumen aus der Fassung *Ramlingen* war mit 3,49 Mio. m³ langjährig repräsentativ. Eine direkte Quantifizierung des Witterungseinflusses auf die Grundwasserspiegelveränderung zwischen den Jahren 1963 und 2009 ist nicht möglich, da für das Untersuchungsgebiet keine ausreichend langen Zeitreihen für entnahmeunbeeinflusste Messstellen zur Verfügung stehen.

In Tabelle 5 ist das Ergebnis der Messdaten-Auswertung zusammengestellt. Die Tabelle enthält Grundwasserstands-Mittelwerte für die betrachteten Kalenderjahre 1963 und

2009 sowie deren Differenzen (2009-1963). An allen Messstellen liegen die Grundwasserspiegel 2009 niedriger als im Jahr 1963, wobei die Differenz-Beträge mit zunehmender Entfernung zu den Förderbrunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* abnehmen. Somit lässt sich zunächst qualitativ ableiten, dass die langjährig durchschnittliche Grundwasserentnahme einen nachweisbaren Absenkungstrichter erzeugt hat. Die Größenordnung der Absenkungswerte im Zentrum der Brunnenreihe des *Wasserwerkes Ramlingen* liegt bei rd. 1 bis 2 m. Das Ausmaß und die Reichweite der entnahmebedingten Absenkung sind anhand der Grundwasserspiegel-Differenzen allerdings nicht mit ausreichender Genauigkeit bestimmbar, da

- die Messstellen-Dichte vor Inbetriebnahme der Wasserwerke zu gering ist,
- überlagernde anthropogene Einflüsse nicht bekannt sind und
- die jeweiligen witterungsbedingten Anteile in den Differenzen mangels entnahmeunbeeinflusster Vergleichsmessstellen nicht zu quantifizieren sind.

Somit ist der Einsatz eines Grundwasserströmungsmodells zur Berechnung des Ausmaßes und der Reichweite der entnahmebedingten Absenkung unerlässlich.

Tab. 5: Mittelwerte sowie Differenzen von Grundwasserständen für die Kalenderjahre 1963 (ohne) und 2009 (mit Entnahme von rd. 3,49 m³/a)

1 **Messstelle**	**2** **MGW 1963** [mNN]	**3** **MGW 2009** [mNN]	**4** **Differenz** **3 - 2** [m]
5	39,97	39,04	-0,92
7	40,81	40,03	-0,78
8	41,90	40,90	-1,00
9	42,15	41,13	-1,03
10	42,65	41,95	-0,71
78	39,18	38,88	-0,31
79 / 80	40,04	39,46	-0,57
115	41,06	39,59	-1,47
116*	40,49	40,18	-0,31
116.1	40,41	39,69	-0,73
117**	41,79	40,05	-1,73
120	41,45	40,19	-1,26
121*	41,48	40,53	-0,95
121.1	40,82	39,87	-0,95

* Oberhalb einer lokalen Zwischenschicht verfiltert ** unmittelbar am Förderbrunnen B1 gelegen

5.3.3.2 Ergebnisse der Modellberechnung

Wie im Anhang 2 ausführlich beschrieben ist, erfolgte zunächst eine Anpassung des Grundwassermodells an die mittleren Strömungsverhältnisse im Kalenderjahr 2004 bei einer Entnahme von rd. 3,56 Mio. m^3/a aus den Förderbrunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* und von 0,86 Mio. m³/a aus den Förderbrunnen *des Wasserwerkes Wettmar*.

Anschließend wurde der festgelegte Ist-Zustand, also der Zeitraum 2008 bis 2017, unter Vorgabe der tatsächlichen Entnahme in Höhe von durchschnittlich 39,39 Mio. m³/a aus den Fassungen *Ramlingen*, Wettmar, *Berkhof*, *Fuhrberg* und *Lindwedel* simuliert (Aufteilung s. Tab. 4). Mit einem weiteren Simulationslauf ohne Entnahme aus den genannten Fassungen und sonst identischen Bedingungen wurde der Vergleichszustand (sogenannter "Null-Zustand") ebenfalls rechnerisch ermittelt.

Die Differenz der Grundwasserspiegel-Flächen zwischen diesen beiden letztgenannten Zuständen "IST" und "NULL" ergibt die – ausschließlich entnahmebedingte – Absenkung infolge der durchschnittlichen Förderung von 39,39 Mio. m³/a aus den beantragten Fassungen der HWW GmbH, des WVN und der enercity AG. Das Ergebnis ist in Anlage 8.1 für das TUG *Ramlingen / Wettmar* flächendeckend als Linien gleicher Absenkung dargestellt. Das Ergebnis gilt für den Hauptgrundwasserleiter-Komplex (Modellebene 1 bzw. 3, s. Kap. 5.3.1). Die Berechnungen beinhalten die weiteren Entnahmen im Modellgebiet mit ihren genehmigten Jahresraten, d.h. für den in dieser Hinsicht denkbar ungünstigsten Belastungszustand des Grundwassersystems (Worst Case Betrachtung).

Die Darstellung der Linien gleicher Absenkung in Anlage 8.1 ist mit einer Grundwasser-Flurabstandskarte (mit fünf Flurabstandsklassen von kleiner 1 m bis größer 5 m) hinterlegt, die auf einer Grundwasserspiegelfläche ohne Entnahme aus den Fassungen *Ramlingen*, *Wettmar*, *Berkhof*, *Fuhrberg* und *Lindwedel* basiert (Ausgangszustand "NULL"). Es handelt sich hierbei um einen fiktiven Zustand, der sich rechnerisch nach Abzug der entnahmebedingten Absenkung für das Kalenderjahr 2004 von der geohydrologisch etwa mittleren Grundwasserspiegelfläche (MGW2004) ergibt.

Wie Anlage 8.1 zu entnehmen ist, ergeben sich zwei getrennte Absenkungstrichter, zum einen für die Fassungen *Ramlingen* sowie *Wettmar* und zum anderen für die beantragten Fassungen der enercity AG (der Kartenausschnitt zeigt nur den südöstlichen Teil im Bereich der Fassung *Fuhrberg*). Die maximale Ausdehnung des gemeinsamen Absenkungstrichters (bis zur 0,25 m -Isolinie) für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* beträgt rd. 11 km, und zwar etwa in West-Ostrichtung. In Nord-Südrichtung ergibt

sich eine maximale Ausdehnung von rd. 7 km auf Seiten der Fassung *Ramlingen* und von rd. 6 km auf Seiten der Fassung *Wettmar*. Im Zentrum der Fassung *Ramlingen* werden maximale Absenkungswerte von rd. 2 m und im Zentrum der Fassung *Wettmar* von rd. 3 m erreicht. Der Einfluss der Vorfluter, wie beispielsweise der *Wulbeck*, zeigt sich durch mehr oder weniger deutliche Abminderungen des Ausmaßes und der Reichweite der Absenkungen in deren Umfeld (z.B. im *Hastbruch*). Sowohl die Reichweite als auch das Ausmaß der entnahmebedingten Absenkung für die Fassung *Wettmar* sind vor dem Hintergrund der vergleichsweise geringen Entnahme gegenüber der aus der Fassung *Ramlingen* auffällig groß. Dies liegt zum einen an der ungünstigen hydrogeologischen Situation innerhalb der Stauchendmoräne und zum anderen an der fehlenden Stützung durch oberirdische Fließgewässer in nordwestlicher bis südöstlicher Richtung.

Näherungsweise lassen sich die berechneten "Ist-Absenkungen" für die Fassung *Ramlingen* anhand von Messdaten überprüfen. Dazu sind in Tabelle 6 den berechneten Absenkungen (Anlage 8.1) die aus Messdaten gebildeten Differenzen zwischen den Grundwasserspiegel-Mittelwerten für die Jahre 2009 und 1963 (s. Tab. 5) gegenübergestellt. Auf eine gesonderte Simulation des Kalenderjahres 2009 wurde verzichtet, da die sich die Entnahmen im Zeitraum 2008 bis 2017 (3,42 Mio. m³/a) und im Jahr 2009 (3,49 Mio. m³/a) nur geringfügig unterscheiden. Es ist festzustellen, dass die berechneten Werte vom Betrag her meist größer sind als die Messdaten-Differenzen[7]. Zwei Hauptgründe sind dafür zu nennen: Zum einen enthalten die Differenzen auch noch andere anthropogene Einflüsse (z.B. Entnahmen Dritter) und zum zweiten im Modell die flurabstandsabhängige Grundwasserneubildung vernachlässigt wird. Dass dieser Effekt in den Niederungsgebieten signifikant ist, konnte in Sensitivitätsberechnungen nachgewiesen werden. Mit Ansatz der nachfolgend präsentierten Prognoseergebnisse für die entnahmebedingten Absenkungen (PROGNOSE-NULL und PROGNOSE-IST) liegt man bei den weitergehenden bodenkundlichen und ökologischen Untersuchungen somit auf der sicheren Seite.

[7] Ausnahmen sind die Messstellen 117, die in unmittelbarer Nähe zum Förderbrunnen B1 liegt (Messdaten-Auswertung hier besonders unsicher, da nur Monatswerte vorliegen) und 115, für die der Werteunterschied aber nur sehr gering ist.

Tab. 6: Vergleich von Grundwasserspiegel-Differenzen zwischen den Jahren 2009 und 1963 mit berechneten, ausschließlich entnahmebedingten Absenkungen

1 Messstelle	2 Differenz aus Messdaten (s. Tab. 5) (MGW 2009 – MGW 1963) [m]	3 Absenkung im Gw-Modell (aus Anlage 8.1) [m]
5	-0,92	-1,20
7	-0,78	-0,96
8	-1,00	-1,06
9	-1,03	-1,17
10	-0,71	-0,94
78	-0,31	-0,32
79 / 80	-0,57	-0,69
115	-1,47	-1,42
116*	-0,31	-0,96
116.1	-0,73	-0,96
117**	-1,73	-1,00
120	-1,26	-1,42
121*	-0,95	-1,22
121.1	-0,95	-1,22

* Oberhalb einer lokalen Zwischenschicht verfiltert ** unmittelbar am Förderbrunnen B1 gelegen

5.3.4 Beantragte Entnahme (prognostizierte Wirkung)

Die HWW GmbH und der WVN beantragen für ihre *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 bzw. 0,86 Mio. m^3/a aus 6 bzw. 7 Brunnen.

Im Rahmen des Wasserrechtsantrages zur Neubewilligung ist vorrangig zu untersuchen, wie sich die Grundwasserentnahme zusätzlich auf den aktuellen Ausgangszustand (Wasserhaushalt, Ökologie, andere Nutzungen) auswirkt. Es ist zu bedenken, dass die hier angesetzte Ist-Entnahme für die Fassung *Ramlingen* (3,42 Mio. m^3/a im Zeitraum 2008 bis 2017) in dieser Größenordnung bereits seit dem Jahr 2001, also schon über zwei Jahrzehnte besteht (s. Abb. 9). Davor war sie im Zeitraum 1973 bis 2000 mit durchschnittlich 4,0 Mio. m^3/a sogar noch größer. Die Entnahme aus der Fassung *Wettmar* entsprach im Ist-Zustand bereits dem beantragten Jahresvolumen. Somit können sich per se keine zusätzlichen Auswirkungen ergeben.

Zudem ist die Gesamtauswirkung der beantragten Maximalentnahmen in Höhe von 4,50 + 0,86 Mio. m^3/a auf das Grundwassersystem bezogen auf einen Ausgangszu-

stand ohne Entnahme aus den Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* anzugeben. So bestimmt beispielsweise die Reichweite der Gesamtabsenkung das Untersuchungsgebiet zur Ermittlung potentieller Beeinträchtigungen in der Land- und Forstwirtschaft (Teil B3 zu den Wasserrechtsanträgen).

5.3.4.1 Auswirkung auf das Grundwassersystem

Auswirkung der beantragten Gesamtentnahmen

Die **Grundwasserspiegel-Absenkung** für die beantragten Gesamtentnahmen in Höhe von 4,50 + 0,86 + 41,00 Mio. m³/a (HWW GmbH + WVN + enercity AG) erhält man durch Bildung der Differenz zwischen den Grundwasserspiegel-Flächen des Prognose- und des (fiktiven) Null-Zustandes ohne Entnahme aus den entsprechenden Fassungen. Sie kann sich erst dann einstellen, wenn das Maximalvolumen von jährlich 46,36 Mio. m^3 langandauernd (mindestens 2 bis 3 Jahre) gefördert wird.

Anlage 8.2 zeigt die Linien gleicher Gesamtabsenkung flächendeckend für das TUG *Ramlingen / Wettmar*. Das Ergebnis gilt für den Hauptgrundwasserleiter-Komplex (Modellebene 1 bzw. 3, s. Kap. 5.3.1). Die Berechnungen beinhalten die weiteren Entnahmen im Modellgebiet mit ihren genehmigten Jahresraten, d.h. für den denkbar ungünstigsten Belastungszustand des Grundwassersystems (Worst Case Betrachtung).

Es ergibt sich eine sehr ähnliche Form wie für den Ist-Zustand unter Abschnitt 5.3.3.2 beschrieben. Die maximale Ausdehnung des gemeinsamen Absenkungstrichters (bis zur 0,25 m -Isolinie) für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* vergrößert sich gegenüber der Ist-Wirkung um etwa einen halben Kilometer auf rd. 11,5 km (etwa in West-Ostrichtung). In Nord-Südrichtung beträgt die maximale Ausdehnung auf Seiten der Fassung *Ramlingen* rd. 8,5 km gegenüber rd. 7 km bei der Ist-Wirkung. Der maximale Absenkungswert im Zentrum der Fassung *Ramlingen* beträgt ca. 2 m. Auf Seiten der Fassung *Wettmar* ergeben sich wie zu erwarten nur geringfügige Vergrößerungen gegenüber der Ist-Wirkung.

Die Absenkungslinien in Anlage 8.2 sind auch hier mit dem Grundwasser-Flurabstand des Ausgangszustandes "NULL" hinterlegt (siehe dazu Hinweise unter Abschnitt 5.3.3.2).

Auswirkung der potentiellen Entnahmesteigerungen

Die **zusätzliche Grundwasserspiegel-Absenkung** bei vollständiger Ausnutzung der beantragten Förderraten erhält man durch Bildung der Differenz zwischen den Grund-

wasserspiegel-Flächen des Prognose- und des Ist-Zustandes. Sie kann sich erst dann einstellen, wenn das Maximalvolumen von jährlich 46,36 Mio. m^3 langandauernd (mindestens 2 bis 3 Jahre) gefördert wird.

Anlage 8.3 zeigt die Linien gleicher zusätzlicher Absenkung flächendeckend für das TUG *Ramlingen / Wettmar*. Das Ergebnis gilt für den Hauptgrundwasserleiter-Komplex (Modellebene 1 bzw. 3, s. Kap. 5.3.1). Die Berechnungen beinhalten die weiteren Entnahmen im Modellgebiet mit ihren genehmigten Jahresraten, d.h. für den denkbar ungünstigsten Belastungszustand des Grundwassersystems (Worst Case Betrachtung).

Zusätzliche entnahmebedingte Absenkungen beschränken sich auf den Fassungsbereich *Ramlingen*. Die jährliche Antragsrate für das *Wasserwerk Wettmar* entspricht genau der Entnahme im Ist-Zustand, so dass sich dort zukünftig keine entnahmebedingten Absenkungen ergeben können. Für die Fassung *Fuhrberg* von der enercity AG wird sogar eine um rd. 0,6 Mio. m³/a verringerte Entnahme gegenüber dem Ist-Zustand beantragt (HMM, 2020), was prinzipiell zu einer Aufhöhung der Grundwasserspiegelfläche führen muss. Die potentielle Gesamtsteigerung für die Fassung *Ramlingen* der HWW GmbH beträgt 1,08 Mio. m³/a. Damit einher geht eine maximale Ausdehnung des Absenkungstrichters von rd. 4,0 km in etwa West-Ostrichtung. In Nord-Südrichtung ergibt sich eine maximale Ausdehnung von rd. 1,8 km. Im Zentrum der Fassung *Ramlingen* wird ein maximaler Absenkungswert von rd. 0,5 m erreicht.

Im Rahmen der Untersuchungen zu den Auswirkungen der erhöhten Grundwasserentnahme auf die oberirdischen Fließgewässer (Teil B6 zu den Wasserrechtsanträgen) wurde ein instationär betriebenes Grundwasserströmungsmodell eingesetzt (Erläuterungen dazu s. Anhang 2), um ggf. jahreszeitlich abhängige Wirkungen auf das Abflussregime ermitteln zu können. Die Simulationen erfolgten auf Grundlage eines typischen Jahresganges, der aus Daten des Zeitraumes 2004 bis 2013 gebildet wurde. Zur Ermittlung der Wirkung der erhöhten Grundwasserentnahme (prognostizierte Wirkung) wurden die Zustände

- IST mit aktuell repräsentativer Entnahme (durchschnittlich in den Jahren 2008 bis 2017) sowie
- PROGNOSE mit den beantragten maximalen Entnahmen aus den Förderbrunnen

simuliert, und zwar auch wieder unter Ansatz der geltenden Wasserrechte für alle sonstigen Förderbrunnen im Modellgebiet. Zeitlich variabel bei diesen Simulationen sind die Grundwasserneubildung und die Entnahmen sowie die Wasserstände in den

oberirdischen Fließgewässern und am südlichen Modellrand mit den dort angesetzten Festpotentialen.

Mit dem Modell können somit - entsprechend den natürlichen Verhältnissen - schwankende Grundwasserstände über das Jahr berechnet werden. Als Beispiel zeigt Abb. 10 die berechneten Grundwasserspiegelgänge für Ist- und Prognosezustand an der Messstelle 8, die sich im zusätzlichen Absenkungsgebiet für die Fassung *Ramlingen* befindet. Das Maximum stellt sich jeweils in etwa zum Ende der Winterzeit ein und das Minimum wird am Ende der Vegetationsperiode erreicht. Interessant ist die Tatsache, dass die berechneten Ganglinien nahezu parallel verlaufen, d.h. sie unterscheiden sich nur durch einen konstanten Absenkungsbetrag. Er ist offensichtlich nicht signifikant abhängig von den unterschiedlichen jahreszeitlichen geohydrologischen Bedingungen (z.B. relativ hohe Grundwasserneubildung im Winter und bereichsweise sogar Grundwasserzehrung in den Sommermonaten), den wechselnden durchschnittlichen Monatsentnahmen innerhalb eines Jahres (hier im Zeitraum 2008 bis 2017) oder den jahreszeitlich schwankenden Wasserständen in den oberirdischen Fließgewässern. Diese Erkenntnis kann hier verallgemeinert werden. In Abb. 11 ist die Differenz zwischen den simulierten Grundwasserspiegeln für Ist- und Prognosezustand für die Messstelle 8 und die weitere Messstelle 10, die sich ebenfalls im zusätzlichen Absenkungsgebiet befindet, dargestellt. Die für Messstelle 8 schon festgestellte Konstanz der Absenkungsbeträge über die Zeit zeigt sich eindeutig auch für Messstelle 10. Zur Darstellung von Auswirkungen in beliebigen Stressphasen (beispielsweise Grundwasserspiegel in einem bestimmten Sommermonat oder extrem tiefer Grundwasserspiegel in einer bestimmten Zeitspanne), können bei Bedarf somit die aus Messdaten erzeugten Grundwasserspiegel-Ganglinien um das mit dem stationären Modell ermittelte Maß der entnahmebedingten Absenkung (nach unten) parallel verschoben werden (s.a. Kap. 5.3.1).

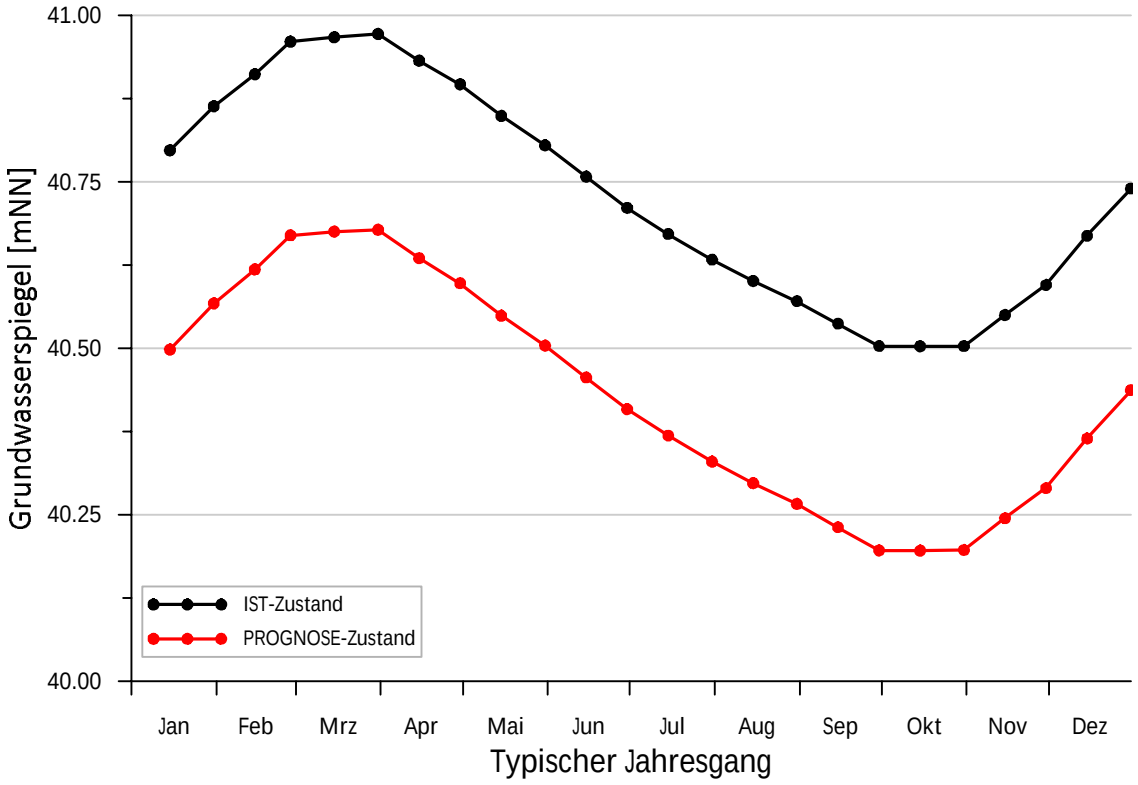


Abb. 10: Berechneter Grundwasserspiegelgang im jahreszeitlichen Verlauf am Beispiel der Messstelle 8 (südwestlich des Brunnens B2) für Ist- und Prognosezustand

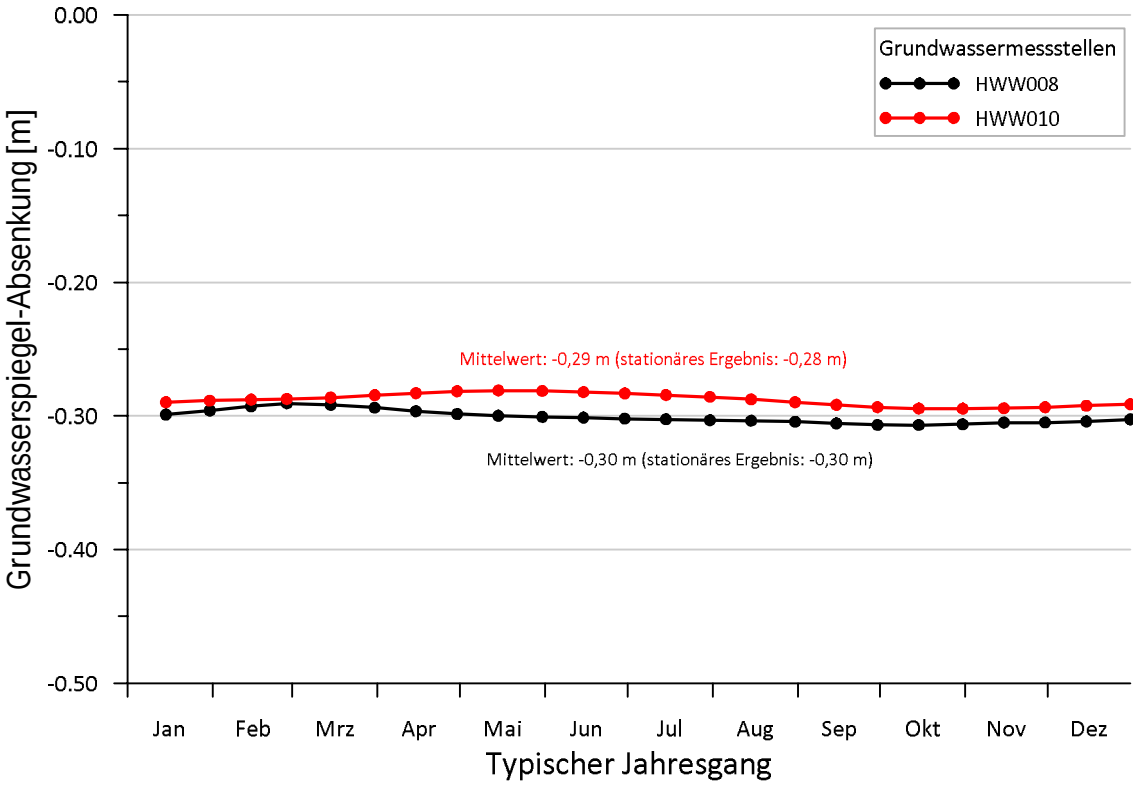


Abb. 11: Zusätzliche Grundwasserspiegel-Absenkung im jahreszeitlichen Verlauf am Beispiel der Messstellen 8 und 10 im zusätzlichen Absenkungsgebiet

Die Absenkungslinien in Anlage 8.3 sind mit dem Grundwasser-Flurabstand für den derzeitigen Ausgangszustand hinterlegt. Dieser wurde durch Überlagerung des aus Messdaten konstruierten Grundwasser-Gleichenplanes für das Kalenderjahr 2004 (Anlage 6) und der berechneten Veränderung der Grundwasserspiegelfläche zwischen den Entnahmezuständen "Kalenderjahr 2004" und "Zeitraum 2008 bis 2017" erzeugt.

5.3.4.2 Potentielle Auswirkung auf das oberirdische Fließgewässersystem

Nachfolgend werden die Auswirkungen der potentiellen Entnahmesteigerung auf das Abflussgeschehen in den oberirdischen Fließgewässern beschrieben. Generell setzt sich der Gesamtabfluss in einem oberirdischen Fließgewässer aus einem oberirdischen und einem unterirdischen Anteil zusammen. Der unterirdische Anteil wird aus einem oberflächennahen Anteil - dem sogenannten 'Interflow' aus dem teilgesättigten Boden- bzw. Gesteinsbereich - und einem Anteil, der aus dem Grundwasser stammt (Basisabfluss oder 'grundwasserbürtiger Abfluss'), gebildet. Aus gemessenen Gesamtabfluss-Daten können Werte für die genannten Einzelanteile nur abgeschätzt werden.

Veränderungen der Grundwasser-Entnahme beeinflussen direkt den grundwasserbürtigen Anteil des Gesamtabflusses in einem Vorfluter. Der restliche Anteil am Gesamtabfluss (oberirdischer Abfluss + Interflow = 'Direktabfluss') bleibt i.d.R. nahezu erhalten. Nur in Bereichen mit geringen Grundwasserflurabständen (kleiner ca. 2 m) kann der Direktabfluss indirekt über eine Veränderung der dort grundwasserstandsabhängigen Grundwasserneubildung beeinflusst werden (s.a. Anhang 2). Dieser Prozess spielt hier nur eine geringe Rolle, da der zusätzliche Absenkungstrichter größtenteils in Bereichen mit größeren Grundwasserflurabständen (ca. > 2 m) verbreitet ist (s. Anlage 8.3).

In Abhängigkeit vom Wasserstand im oberirdischen Fließgewässer und dem angrenzenden Grundwasserbereich ergeben sich im Verlauf des Vorfluters - ggf. wechselnde - 'Exfiltrations'- und 'Infiltrations'-Bereiche: Liegt der Grundwasserspiegel oberhalb des Wasserstandes im oberirdischen Gewässer exfiltriert Grundwasser in den Vorfluter, bei umgekehrten Wasserstandsverhältnissen infiltriert Wasser aus dem oberirdischen Fließgewässer in das Grundwassersystem.

Die durch die maximalen Entnahmesteigerungen (HWW GmbH und enercity AG) bedingten langjährig mittleren Abflussreduzierungen in der im TUG *Ramlingen* / *Wettmar* befindlichen *Wulbeck* werden hier anhand des Diagramms in Anlage 9.2 aufgezeigt. Die Darstellung zeigt den über die Fließstrecke kumulierten Basisabfluss für den Ausgangszustand und den prognostizierten Wirkzustand. Letzterer ergibt sich nach Abzug

der prognostizierten Wirkung (Differenz zwischen Ist- und Prognosezustand, jeweils unter Berücksichtigung der genehmigten Entnahmen für die sonstigen Förderbrunnen) von dem simulierten Ausgangszustand mit ausschließlich Realentnahmen. Ein ansteigender Kurvenverlauf zeigt Exfiltrations-, ein absteigender dagegen Infiltrationsbereiche an. Die Lage der *Wulbeck* und die im Modell berücksichtigten tributären Nebengewässer sind in Anlage 9.1 dargestellt. Die *Wulbeck* wurde für diese Art der Darstellung ausgewählt, weil für dieses Fließgewässer langjährige Pegeldaten vorliegen (s. Tab. 1) und somit Kontrollmöglichkeiten bestehen (s. Anhang 2).

Folgende wichtige Erkenntnisse sind aus der Darstellung erkennbar:

1. Es gibt zwei größere Infiltrationsstrecken (s. dazu auch die Karte in Anlage 9.3), und zwar auch schon im Ausgangszustand. Gegenüber der sehr ausgeprägten Infiltrationsstrecke im Unterlauf - etwa zwischen *Klintsgraben* und Einmündung in die Wietze – zeigt die Infiltrationsstrecke im Oberlauf -, etwa zwischen *Ramlinger Schöpfwerksgraben* und Pegel 'Im Brand' – nur ein geringes Kurvengefälle, d.h. es infiltriert nur ein relativ geringer Anteil des Wassers im Bach in das Grundwassersystem.
2. Eine Umkehr von Ex- zu Infiltration zwischen Ausgangs- und prognostiziertem Wirkzustand gibt es rechnerisch nur auf relativ kleinen Fließstrecken (s. dazu auch die Darstellung in Anlage 9.3).
3. Die Abflussreduzierungen sind rein visuell gering bis sehr gering. Eine Quantifizierung enthält Tabelle 7 mit Werten für die Basisabflüsse im Ausgangszustand sowie die zugehörigen Abflussreduktionen (prognostizierte Wirkung absolut und relativ) für die vorhandenen Pegelstandorte in der *Wulbeck*.

Tab. 7: Reduktion des langjährig mittleren Basisabflusses in der *Wulbeck* an den bestehenden Pegelstandorten

Standort	Ausgangszustand [l/s] (berechnete Werte)	Prognostizierte Wirkung [l/s]	Prognostizierte Wirkung [%]
Wulbeck Pegel "Bennewiesen"	47	0	Betrag < 1
Wulbeck Pegel "Im Brand"	50	-3	-6
Wulbeck Pegel "Fuhrberg"	159	-9	-6
Wulbeck Pegel "Wieckenberg"	131	-11	-8

Im Rahmen des Gewässerkundlichen Fachbeitrages (Teil B6 zu den Wasserrechtsanträgen) werden die Auswirkungen einer Entnahmeerhöhung auf berichtspflichtige oberirdische Fließgewässer (OFG) gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie dargestellt. Die

Beurteilung erfolgt an mit den Fachbehörden abgestimmten Referenzstrecken. In Tabelle 8 sind die infolge der beantragten Entnahmesteigerung zu erwartenden langjährig mittleren Reduktionen der Basisabflüsse für diese Standorte zusammengestellt.

Tab. 8: Reduktion des langjährig mittleren Basisabflusses im Bereich der Referenzstrecken für alle gemäß EU-WRRL berichtspflichtigen oberirdischen Fließgewässer

Berichtspflichtige OFG Referenzabschnitt	Ausgangs-zustand * [l/s]	Prognostizierte Wirkung [l/s]	Prognostizierte Wirkung [%]
Adamsgraben Adamsgraben	95	-11	-12
Grindau Grindau	0	0	0
Große Beeke oben	82	-2	-2
Große Beeke unten	121	-15	-12
Hengstbeeke Hengstbeeke	55	0	0
Mühlengraben Mühlengraben	75	0	0
Neue Aue Neue Aue	122	-5	-4
Rixförder Graben unten	13	-1	-8
Tiefenbruchgraben Tiefenbruchgraben	9	0	0
Varrenbruchgraben Varrenbruchgraben	0	0	0
Wietze oben	947	-8	Betrag < 1
Wietze unten	1073	-39	-4
Wulbeck oben	52	-1	-2
Wulbeck mitte	177	-11	-6
Wulbeck unten	131	-11	-8

* Berechnete Abflusswerte für die modellierten Fließgewässerabschnitte

Im typischen Jahresgang ist die Reduktion des Basisabflusses offenbar nicht konstant. Für einige Beispiele sind die mittleren monatlichen Reduktionen zwischen Ist- und Prognose-Zustand ("prognostizierte Wirkung") in Abb. 12 dargestellt. Generell zeigt

sich, dass die Werte in den Wintermonaten betragsmäßig größer sind als in den Sommermonaten. Für die Referenzstrecke "Große Beeke" ergibt sich beispielsweise betragsmäßig der größte Wert im März und der niedrigste im September. Dieses Ergebnis ist plausibel, weil sich in den Sommermonaten die Grundwasserspiegel häufiger unterhalb der Sohle der oberirdischen Fließgewässer befinden und in diesem Zustand eine Grundwasserspiegelabsenkung keinen Einfluss mehr auf den Basisabfluss haben kann. Umgekehrt liegen in den Wintermonaten die Grundwasserspiegel öfter im Bereich zwischen Sohle und Wasserstand, so dass dann die Absenkung voll wirksam wird. Auffällig sind die Ausreißer für die dargestellten Referenzstrecken "Wietze unten" und "Wulbeck mitte" (besonders im Juni, Juli und September). Diese sind auf derzeit vorhandene Ungenauigkeiten bei der Modellierung[8] zurückzuführen.

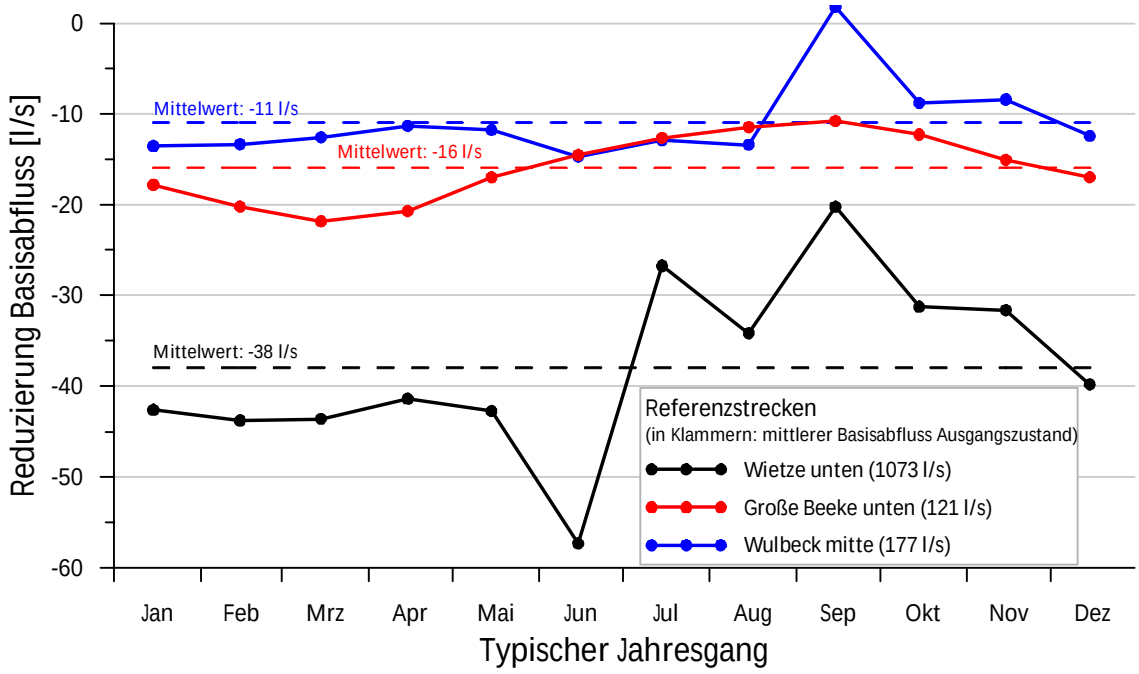


Abb. 12: Reduzierung des Basisabflusses zwischen Ist- und Prognosezustand im jahreszeitlichen Verlauf für einige Referenzstrecken

5.3.5 Ergebnisbewertung

Die flächendeckende Ermittlung entnahmebedingter Absenkungen des Grundwasserspiegels von weniger als rd. 30 cm aus Messdaten ist unter Berücksichtigung überla-

[8] In den Sommermonaten fallen diverse Abschnitte der modellierten oberirdischen Fließgewässer trocken, so dass sie im Grundwasserströmungsmodell deaktiviert werden müssen. Dies führt dazu, dass der (halb)-automatisierte Iterationsprozess (s. Anhang 2) nicht konvergiert. Durch manuelle Eingriffe könnten die Ergebnisse mit großem Aufwand plausibilisiert werden. Darauf wurde aber verzichtet, da nicht zu erwarten ist, dass eine sich dadurch ergebende geänderte Ergebnisgrundlage zu grundsätzlich anderen Bewertungen und Schlussfolgerungen führen würde.

gernder Einflüsse (Witterung, oberirdische Entwässerung, land- und forstwirtschaftliche Nutzung, andere Entnahmen) und örtlich stark variierender geologischer und geohydrologischer Gegebenheiten (Untergrundaufbau, Grundwasser-Flurabstand) innerhalb und auch außerhalb (im Bereich von Vergleichsmessstellen) des Absenkungsgebietes i.d.R. nicht mit ausreichender Sicherheit möglich (s.a. LBEG 2009b und ROSE, U.; LENKENHOFF, P., 2003) und werden hier deshalb aus geohydrologischer Sicht nicht als signifikant angesehen. Die in den Anlagen 8.1 bis 8.3 dargestellten Linien gleicher Absenkung mit einem Betrag von 0,25 m sind gestrichelt dargestellt, da sie im Bereich dieser Genauigkeits-Auflösung liegen. Absenkungen von etwa 0,3 m und mehr können bei einer zukünftigen (langfristigen) Beweissicherung i.d.R. gesichert aus den Messdaten als entnahmebedingt separiert werden (flächendeckend nur, sofern dafür ausreichend Messstellen zur Verfügung stehen).

Es ist davon auszugehen, dass die dargestellten rechnerischen Reichweiten und Ausmaße der entnahmebedingten Absenkung tatsächlich kleiner sind bzw. sein werden und damit auf der sicheren Seite liegen. Grund dafür ist die Vernachlässigung der flurabstandsabhängigen Grundwasserneubildung und der Verringerung der Durchlässigkeit der Gewässersohlen bei Umkehr von Ex- zu Infiltration. Anhand von Messdaten ist dies auch belegbar (siehe Anhang 2 "Modelldokumentation").

Lokal vorhandene, oberflächennahe Stauwasserbereiche mit unterlagernden gering bis äußerst gering wasserdurchlässigen Schichten (z.B. Niedermoortorfe) können mit einem Grundwassermodell mit vertretbarem Aufwand nicht nachgebildet werden. In diesen Bereichen sind Abweichungen zum "Grundwasserstand" bzw. zu Absenkungsbeträgen im Bodenbereich möglich. Bei Ansatz der hier dargestellten Absenkungen für den Hauptgrundwasserleiter-Komplex liegt man auf der "sicheren Seite".

Aus geohydrologischer Sicht sind anthropogen bedingte Abflussreduzierungen nur dann signifikant, wenn ein Nachweis auf Grundlage von Messdaten möglich sein wird. Dies steht im Einklang mit der "Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot" der LAWA (2017). Demnach "sind nur messbare Auswirkungen für das Verschlechterungsverbot relevant". Bei generell mittleren bis großen Niedrigwasserabflüssen (z.B. *Aller* oder Unterlauf *Wietze*) können in erster Linie die relativen Abflussminderungen zur Bewertung herangezogen werden. Sind die Basisabflüsse aber schon im Ausgangszustand gering (z.B. *Tiefenbruchgraben*), so müssen auch die absoluten Minderungen betrachtet werden, da schon sehr kleine Werte unterhalb der Messauflösung zu relativ großen prozentualen Abflussreduzierungen führen können, die dann aber messtechnisch eben trotzdem nicht erfasst werden können.

Tabelle 9 enthält noch einmal die Angaben in Tabelle 8 ergänzt um eine Bewertung, ob die angegebenen Abflussreduzierungen im Bereich der Messbarkeit liegen. Für die meisten Referenzstrecken liegen die prognostizierten entnahmebedingten Reduzierungen der Basisabflüsse zwischen 0 und 8 %. In dieser Größenordnung wird ein Nachweis auf Grundlage von Messdaten nicht möglich sein. Die Messbarkeit als Bewertungskriterium der Abflussminderung ist deshalb eindeutig mit "nein" angegeben. Auch die für *Adamsgraben* und *Große Beeke unten* angegebenen Abflussreduzierungen von 11 l/s (-12 %) und 15 l/s (-12 %) sind vor dem Hintergrund überlagernder Einflüsse zu klein, um sie aus Messdaten seriös separieren zu können. Zudem ist zu bedenken, dass der Gesamtabfluss gemessen wird und der zugehörige Basisabfluss nur geschätzt werden kann. Es ist deshalb hinreichend wahrscheinlich, dass die prognostizierten langjährig mittleren Reduzierungen in entsprechenden Messdaten nicht erkennbar sein werden.

Schwieriger wird die Beurteilung bei Betrachtung der Auswirkungen in den Sommermonaten. Wie im vorherigen Kapitel dargelegt, werden die Reduzierungen der Basisabflüsse tendenziell in den Sommermonaten kleiner sein als in den Wintermonaten. Eine ausreichend genaue Quantifizierung ist allerdings unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten nicht möglich. Deshalb werden im Folgenden die mit dem stationären Modell ermittelten mittleren Abflussreduzierungen für die gesamte Zeitreihe des typischen Jahresganges angesetzt. Ein weiteres Problem ist, dass das instationäre Modell die absoluten Werte der monatlichen Basisabflüsse nicht in ausreichender Weise nachbildet[9], so dass keine simulierten Werte für den Ausgangszustand zur Verfügung stehen.

[9] Im Vergleich zu aus Messdaten abgeleiteten Monatswerten für die langjährig bestehenden Pegel werden mit dem Modell die winterlichen Basisabflüsse deutlich unter- und die sommerlichen deutlich überschätzt. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Durchlässigkeit der Gewässersohlen wegen der häufig auftretenden Verkrautung nicht – wie im Modell angesetzt - konstant sind. Der Bewuchs reduziert die Durchlässigkeit, so dass der Wasseraustausch in den Sommermonaten behindert wird.

Tab. 9: Bewertung der Reduktion des langjährig mittleren Basisabflusses im Bereich der Referenzstrecken für alle gemäß EU-WRRL berichtspflichtigen oberirdischen Fließgewässer

Berichtspflichtige OFG Referenzabschnitt	Ausgangszustand * [l/s]	Prognostizierte Wirkung [l/s]	Prognostizierte Wirkung [%]	Messbarkeit **
Adamsgraben Adamsgraben	95	-11	-12	mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nein
Grindau Grindau	0	0	0	nein
Große Beeke oben	82	-2	-2	nein
Große Beeke unten	121	-15	-12	mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nein
Hengstbeeke Hengstbeeke	55	0	0	nein
Mühlengraben Mühlengraben	75	0	0	nein
Neue Aue Neue Aue	122	-5	-4	nein
Rixförder Graben unten	13	-1	-8	nein
Tiefenbruchgraben Tiefenbruchgraben	9	0	0	nein
Varrenbruchgraben Varrenbruchgraben	0	0	0	nein
Wietze oben	947	-8	Betrag < 1	nein
Wietze unten	1073	-39	-4	nein
Wulbeck oben	52	-1	-2	nein
Wulbeck mitte	177	-11	-6	nein
Wulbeck unten	131	-11	-8	nein

* Berechnete Abflusswerte für die modellierten Fließgewässerabschnitte

** Gemäß LAWA (2017) sind nur messbare Auswirkungen relevant.

Tabelle 10 enthält für alle *Wulbeck*-Pegel mit langjährig verfügbaren Daten die aus Messdaten abgeleiteten niedrigsten monatlichen Basisabflüsse innerhalb des typischen Jahresganges. Der jeweilige Monat ist in Klammern angegeben. Zudem sind die berechneten langjährig mittleren Reduzierungen der Basisabflüsse (s.a. Tab. 7) angegeben.

Tab. 10: Bewertung der Maximalreduktion des langjährig mittleren monatlichen Basisabflusses in der *Wulbeck* an den bestehenden Pegelstandorten

Standort	Ausgangszustand * [l/s]	Prognostizierte Wirkung [l/s]	Prognostizierte Wirkung [%]	Messbarkeit **
Wulbeck Pegel "Bennewiesen"	19 (Sep.)	0	Betrag < 1	nein
Wulbeck Pegel "Im Brand"	20 (Sep.)	-3	-15	mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nein
Wulbeck Pegel "Fuhrberg"	22 (Aug.)	-9	-41	nicht ausschließbar
Wulbeck Pegel "Wieckenberg"	16 (Juli)	-11	-69	nicht ausschließbar

* abgeschätzt aus Messdaten

** Gemäß LAWA (2017) sind nur messbare Auswirkungen relevant.

Für die Pegel 'Fuhrberg' und 'Wieckenberg' kann nicht ausgeschlossen werden, dass die prognostizierten Abflussreduktionen bei einer dauerhaften Ausnutzung der beantragten Entnahmen anhand von Messdaten nachgewiesen werden können. Somit kann in dieser Hinsicht auch eine Verschlechterung des Ausgangszustandes für die Referenzstrecken 'Wulbeck mitte' und 'Wulbeck unten' aus geohydrologischer Sicht nicht ausgeschlossen werden. Dies könnte erst im Rahmen der Beweissicherung geklärt werden. Per Analogieschluss ist festzustellen, dass dies auch für die Referenzstrecken 'Große Beeke unten' und 'Adamsgraben' gilt. Die entnahmebedingten Auswirkungen an den übrigen 11 Referenzstrecken liegen eindeutig unterhalb der Nachweisgrenze, die seriös auf Grundlage von Messdaten zu erreichen ist. In diesem Sinne kann dort keine Verschlechterung des Ausgangszustandes eintreten.

Die bisher dargestellten rechnerischen Abflussreduktionen beinhalten die gemeinsame Wirkung der beantragten Entnahmesteigerungen (gegenüber dem IST-Zustand) der HWW GmbH (*Wasserwerk Ramlingen*) sowie der enercity AG (Fassungen *Berkhof*, *Fuhrberg* und *Lindwedel*). Die nicht ausschließbare Verschlechterung des Ausgangszustandes an der Referenzstrecke "Große Beeke unten" kann rechnerisch eindeutig der enercity AG und die an der Referenzstrecke "Adamsgraben" der HWW GmbH zugeordnet werden. Die prognostizierten Reduzierungen in der *Wulbeck* sind das Ergebnis einer Wirkungsüberlagerung und sind nur mit großen Unsicherheiten separierbar (insbesondere später in der Praxis bei dann wechselnden Entnahmeraten).

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die prognostizierten Reduktionen der Basisabflüsse auch vom Betrag her meist gering sind (in der Größenordnung von 10 l/s und kleiner). Diese können zudem nur eintreten, wenn alle beantragten Entnahmen

dauerhaft voll ausgeschöpft werden. Es wird generell für alle Referenzstrecken als wahrscheinlich erachtet, dass die angegebenen Reduzierungen künftig nicht anhand von Messdaten nachzuweisen sind, da deren Interpretation durch vielfältige Einflüsse erschwert wird:

1. Technische Ungenauigkeiten bei der direkten Messung des Wasserstandes und des Abflusses (Erläuterungen dazu siehe Teil B2 zu den Wasserrechtsanträgen). Diese spielen im Vergleich zu den nachfolgenden Punkten aber nur eine untergeordnete Rolle.
2. Gemessen wird immer der Gesamtabfluss. Der anteilige Basisabfluss kann nur rechnerisch mit verschiedenen Verfahren abgeschätzt werden.
3. Kontinuierliche Abflusszeitreihen, die Voraussetzung für statistische Auswertungen hinsichtlich des Basisabflusses sind, werden auf Grundlage von automatisierten Wasserstandsmessungen über Schlüsselkurven erzeugt. Dieses Verfahren ist nicht eindeutig, insbesondere dann, wenn die Verkrautungsproblematik im Gewässer eine Rolle spielt (z.B. Einsatz des ETA-Verfahrens mit entsprechend komplizierter Schlüsselkurve).
4. Die Anwendung statistischer Verfahren erfordern sehr lange Zeitreihen in der Größenordnung von Dekaden. An vielen Referenzstrecken sind die Pegel aber erst seit kurzem in Betrieb.
5. Zur quantifizierbaren Separierung anthropogener und witterungsbedingter Abflussveränderungen an einem Monitoringpegel muss eine (anthropogen unbeeinflusste) Vergleichsmessstelle mit entsprechender Charakteristik des Abflussregimes zur Verfügung stehen. Da der Abfluss an einem Pegel immer das gesamte Einzugsgebiet repräsentiert, erfüllen – wenn überhaupt – nur sehr wenige Messstellen in Niedersachsen dieses Kriterium. Im Allgemeinen stehen zur Ermittlung entnahmebedingter Grundwasserspiegelabsenkungen vergleichsweise viele Vergleichsmessstellen zur Verfügung. Die Erfahrung zeigt aber, dass selbst bei Betrachtung von Messstellen mit ähnlicher Charakteristik immer eine Bandbreite hinsichtlich witterungsbedingter Änderungen zwischen bestimmten Zeitperioden entsteht, es also kein eindeutiges Ergebnis hinsichtlich der Separierung des witterungsbedingten Anteils in der Gesamtdifferenz gibt. Diese Erkenntnis ist prinzipiell übertragbar auf Pegeldaten, so dass bei Vorhandensein eines Vergleichspegels entsprechende Unsicherheiten ebenfalls bestehen.
6. Bei Feststellung einer anthropogenen Abflussreduzierung stellt sich das weitere Problem der Verursacher-Zuordnung, da innerhalb des Pegel-Einzugsgebietes viele anthropogene Aktivitäten den Abfluss in einem Gewässer beeinflussen. Zu nennen sind hier andere Grundwasserentnahmen (insbesondere zur Trinkwas-

serversorgung und zur Feldberegnung), direkte Entnahmen und Einleitungen sowie Entwässerungsmaßnahmen (z.B. Entkrautung, Profilveränderungen). Selbstverständlich beeinflussen auch natürliche Veränderungen im Gewässerbett den Abflussprozess (z.B. Aufstau durch Verkrautung mit zunehmender Infiltration oder abnehmender Exfiltration auf diesen Strecken). Erschwerend kommt hinzu, dass alle genannten Einflussfaktoren i.d.R. zeitlich nicht konstant sind, was natürlich auch für die beantragten Entnahmen der HWW GmbH, des WVN und der enercity AG gilt.

7. Voraussetzung für eine Verursacher-Zuordnung ist eine lückenlose Dokumentation aller anthropogener Eingriffe in den Wasserhaushalt im Einzugsgebiet, was in einigen Fällen derzeit sicherlich nicht gegeben ist.

Gleichwohl kann man die Nachweisbarkeit aber auch nicht für alle Referenzstrecken per se ausschließen. Dazu fehlen (noch) Erfahrungswerte aus der Praxis (und auch der Forschung).

Die Gefahr von Betriebsbeeinträchtigungen anderer Förderbrunnen innerhalb und in der Nähe des zusätzlichen Absenkungsgebietes für die Fassung *Ramlingen* wird wegen der geringen Absenkungsbeträge (< 0,5 m) generell als vernachlässigbar eingestuft. Ggf. könnten diesbezüglich bei Kenntnis von Ausbaudaten genauere Aussagen erfolgen (falls es Befürchtungen bei potentiell Betroffenen im Wasserrechtsverfahren gibt).

Abschließende Hinweise:

Bei den Simulationen wird eine dauerhafte Entnahme vorausgesetzt. Die zu erwartenden Grundwasserspiegelhöhen ergeben sich als extreme Endzustände einer langfristigen Absenkphase (mindestens 2 bis 3 Jahre) und beinhalten somit die ungünstigsten Absenkungsbedingungen – d.h. die größte zu erwartende Absenkung (neuer Gleichgewichtszustand).

Die Gräben der Entwässerungssysteme in den Niederungen sind z.T. tiefer als 2 m unter Gelände ausgebaut. In Gebieten mit geringen Grundwasserflurabständen (ca. kleiner 1,5 m) können deshalb in der Natur die Flurabstände im Nahbereich der Gräben (im Abstand von maximal etwa 100 m) größer als die in den Anlagen 6 sowie 8.1 bis 8.3 angegebenen sein.

5.4 Empfehlungen für die wasserwirtschaftliche Beweissicherung

Generell sollte das bestehende Messnetz (Grundwassermessstellen und Abflussmessstellen) auch zukünftig weiter beobachtet werden. Dabei wird eine monatliche Ablesung der Grundwasserspiegelhöhen als ausreichend angesehen. Die Wasserstände an den drei Abflusspegeln in der *Wulbeck* sind weiterhin automatisch zu erfassen und per Datenlogger kontinuierlich aufzuzeichnen (z.B. 15-Minuten-Takt).

Das bestehende Messnetz für das Grundwassermonitoring wird als ausreichend erachtet. Hinsichtlich des Monitorings für die oberirdischen Fließgewässer wird vorgeschlagen, zusätzlich die begonnenen Messungen im Bereich der Referenzstrecke "Adamsgraben" kontinuierlich fortzuführen. Zur Separierung anthropogener und witterungsbedingter Abflussveränderungen muss mindestens eine (anthropogen unbeeinflusste) Vergleichsmessstelle mit möglichst langer Zeitreihe zur Verfügung stehen. Mit dem *Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden* (NLWKN, hier: Bst. Hannover-Hildesheim) ist abzustimmen, welche Messstellen in der Nähe des Projektgebietes dafür in Frage kommen.

Des Weiteren sei auch angemerkt, dass nicht alle derzeit vorhandenen Grundwassermessstellen in die wasserwirtschaftliche Beweissicherung übernommen werden müssen. In dieser Hinsicht sind Optimierungsmöglichkeiten gegeben.

Die Beweissicherungsdaten sollten jährlich ausgewertet und in einem Jahresbericht dargelegt werden. Folgender Inhalt wird vorgeschlagen:

- Lageplan.
- Darstellung langjähriger Diagramme für Entnahme und Niederschlag.
- Beschreibung der Entnahme- und Niederschlagssituation im Vergleich zum Vorjahr und zum langfristigen Mittel.
- Darstellung langjähriger Grundwasserstandsganglinien für ausgewählte Grundwassermessstellen der HWW GmbH, des WVN und des NLWKN (Bst. Hannover-Hildesheim).
- Darstellung langjähriger Wasserstands- und Abflussganglinien für die bestehenden Pegel.
- Tabellarische Auswertung der Grundwasserstandsdaten: Gegenüberstellung von Jahresmittelwerten für den Berichtszeitraum, einem Referenzzeitraum (z.B. Ist-Zustand) und das Vorjahr. Dabei Berücksichtigung von entnahmeunbeeinflussten Vergleichsmessstellen.
- Erstellung eines Grundwasserhöhen-Gleichenplanes und eines Flurabstandsplanes für den mittleren Grundwasserstand im Kalenderjahr.
- Ggf. auf Anforderung durch die Bodenkunde: Modellberechnung der entnahmebedingten Absenkung im Berichtsjahr gegenüber einem Zustand ohne Entnahme

(Gesamtabsenkung). Darstellung in Verbindung mit dem mittleren Grundwasser-Flurabstand für das Kalenderjahr ohne Entnahme.

- Zusammenfassende Bewertung zu den Auswirkungen der Entnahme auf den Grundwasserstand und den Wasserhaushalt im Untersuchungsgebiet.

Zudem sollte mindestens alle 5 Jahre oder bei Erreichen eines quasistationären Zustandes (konstante Jahresentnahme über mindestens 2 bis 3 Jahre) mit einer Entnahme von deutlich mehr als 4 Mio. m³/a (*Wasserwerk Ramlingen*) eine Abgrenzung und Bilanzierung der unterirdischen Einzugsgebiete vorgenommen werden. In diesem Zuge ist jeweils auch eine Modellprüfung durch einen Vergleich von berechneten entnahmebedingten Grundwasserspiegelveränderungen zwischen einem geeigneten Referenzzeitraum (z.B. Ausgangszustand "IST") und dem Berichtsjahr mit entsprechenden aus Messdaten abgeleiteten Veränderungen angebracht.

Der endgültige Untersuchungsumfang sowie die durchzuführenden Aus- und Bewertungen sollten spätestens nach Beendigung des Wasserrechtsverfahrens festgelegt und in einem Durchführungsplan festgeschrieben werden.

6 Unterirdische Einzugsgebiete für die beantragten Entnahmen

Für die beantragten Entnahmen aus den Förderbrunnen der *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* sind in Anlage 10 die unterirdischen Einzugsgebiete abgegrenzt. Es handelt sich um vorläufige Versionen, die ggf. im Rahmen von den Wasserrechtsverfahren nachfolgenden Wasserschutzgebietsanträgen noch zu überarbeiten sind (z.B. Betrachtung eines Trockenwetterzustandes, Aktualisierung sonstiger Entnahmen). Die bestehenden Wasserschutzgebiete für die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* decken die dargestellten Einzugsgebiete in ihren wesentlichen Teilen gut ab, so dass in dieser Hinsicht kein dringender Handlungsbedarf besteht.

Die Einzugsgebiete haben Flächengrößen von 30,26 bzw. 4,39 km². Es handelt sich jeweils um die Umhüllende der Teileinzugsgebiete für die Einzelbrunnen. Grundlage für deren Konstruktion war die berechnete Grundwasserspiegelfläche für den Prognose-Zustand (Modellebenen 1 und 3, s.a. Kap. 5.3.1), also unter Berücksichtigung der weiteren Entnahmen im Modellgebiet mit ihren genehmigten Jahresraten. Damit wird der denkbar ungünstigste Belastungszustand des Grundwassersystems erfasst. Die entsprechenden Linien gleicher Grundwasserspiegelhöhen sind in Anlage 10 ebenfalls eingetragen.

Die Tabellen 11 und 12 enthalten eine Aufstellung der Grundwasser-Gesamtbilanz für die jeweiligen Einzugsgebiete. Neben den beantragten Entnahmen für die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* befinden sich weitere Entnahmen in den Einzugsgebieten. Der Wasseraustausch mit den vorhandenen oberirdischen Fließgewässern in den Einzugsgebieten (im Wesentlichen *Wulbeck* im EZG *'Ramlingen'*) wurde auf Grundlage der Modellergebnisse ermittelt.

Tab. 11: Grundwasser-Bilanz für das zugehörige unterirdische Einzugsgebiet zur beantragten Entnahme "Fassung *Ramlingen*"

Bilanzgröße	Zustrom [Mio. m³/a]	Abstrom [Mio. m³/a]	Bemerkung
Grundwasserneubildung	5,34	---	Größe EZG: 30,26 km² im Mittel 177 mm
Entnahme Fassung *Ramlingen*	---	4,50	beantragt
Entnahmen Dritter	---	0,91	Wasserrechte
Wasseraustausch OFG	0,35	0,34	
Summen	5,69	5,75	rechnerische Abweichung vernachlässigbar

Tab. 12: Grundwasser-Bilanz für das zugehörige unterirdische Einzugsgebiet zur beantragten Entnahme "Fassung *Wettmar*"

Bilanzgröße	Zustrom [Mio. m³/a]	Abstrom [Mio. m³/a]	Bemerkung
Grundwasserneubildung	0,99	---	Größe EZG: 4,39 km² im Mittel 225 mm
Entnahme Fassung *Wettmar*	---	0,86	beantragt
Entnahmen Dritter	---	0,15	Wasserrechte
Wasseraustausch OFG	0,01	0,00	
Summen	1,00	1,01	rechnerische Abweichung vernachlässigbar

Im Einzugsgebiet für das *Wasserwerk Ramlingen* befindet sich gemäß NIBIS Kartenserver (2023a) nur die Altablagerung mit der Standortnummer 2530024002 (s. Anlage 10) und der Bezeichnung " 0.5 km s des Segelflugplatzes, nw Ortslage". Die Flächen-

größe beträgt 4.670 m² und das Volumen 6.510 m³. Gemäß Erstbewertung besteht kein vorrangiger Erkundungsbedarf (Erstbewertungszahl: 58). Signifikante zusätzliche Absenkungen sind an diesem Standort nicht zu erwarten. Zu beachten ist noch die Altablagerung mit der Standortnummer 2530024003 "Noerdl. Der Jägerstrasse " (Fläche 3.620 m², Volumen 2.500 m³), die sich östlich in einer Entfernung von ca. 700 m zum Förderbrunnen B1 - nur geringfügig außerhalb des Einzugsgebietes - befindet. Auch für diese Altablagerung ist kein vorrangiger Erkundungsbedarf ausgewiesen (Erstbewertungszahl: 44). Alle gemäß NIBIS Kartenserver 2023b ausgewiesenen Schlammgrubenverdachtsflächen liegen außerhalb des unterirdischen Einzugsgebietes und auch des zusätzlichen Absenkungsgebietes (s. Anlage 10). Dies gilt auch für Rüstungsaltlasten (NIBIS Kartenserver, 2023c).

Im Einzugsgebiet für die Fassung *Wettmar* finden sich zwei Schlammgrubenverdachtsflächen mit den Nummern 1227 (Bezeichnung "Großburgwedel 3") und 1727 (Bezeichnung Großburgwedel 3 Gr. 2"). Für diese Standorte ergeben sich keine zusätzlichen Absenkungen. Außerhalb des Einzugsgebietes, aber am Rand desselbigen liegt die Altablagerungen mit der Standortnummer 2530034007, für die bisher keine Bewertung erfolgte (NIBIS Kartenserver, 2023a). Auch dieser Standort befindet sich außerhalb der prognostizierten zusätzlichen Absenkung. Es gibt keine Rüstungsaltlasten (NIBIS Kartenserver, 2023c) innerhalb oder am Rand des Einzugsgebietes.

7 Auswirkung auf den mengenmäßigen Grundwasserzustand gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie

7.1 Allgemeines

Die Einstufung des mengenmäßigen Grundwasserzustands gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie aus dem Jahr 2000 erfolgt behördlicherseits in regelmäßigen Abständen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung auf der Maßstabsebene der Grundwasserkörper, von denen es 123 in Niedersachsen gibt.

Gemäß Grundwasserverordnung (GrwV, 2022) § 4, Absatz (2) sind bei der Bewertung der Grundwasserkörper jeweils zu betrachten:

1. Das nutzbare Grundwasserdargebot (Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung).

2. Mit dem Grundwassersystem in Verbindung stehende oberirdische Fließgewässer.
3. Landökosysteme.
4. Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen in das Grundwassersystem.

Die Fassungen *Ramlingen* und *Wettmar* liegen im Grundwasserkörper "Wietze / Fuhse Lockergestein". Der mengenmäßige Zustand dieses Grundwasserkörpers ist gemäß NMU (2021) derzeit 'gut' (wie alle Grundwasserkörper in Niedersachsen). Im Folgenden wird geprüft, ob die in der GrwV (2022) genannten Bewertungskriterien durch das Vorhaben der HWW GmbH in relevanter Weise negativ beeinflusst werden, so dass die Gefahr besteht, dass die Grundwasserkörper nach Umsetzung des Vorhabens in einen schlechten Zustand gelangen könnten.

7.2 Nutzbares Grundwasserdargebot

In der GrwV heißt es dazu (§ 4, Abs. 2, Nr. 1): *"Der mengenmäßige Grundwasserzustand ist gut, wenn die Entwicklung der Grundwasserstände oder Quellschüttungen zeigt, dass die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme das nutzbare Grundwasserdargebot nicht übersteigt."* Das nutzbare Dargebot wurde landesweit mit einem Abschätzverfahren[10] ermittelt und im Grundwasserbewirtschaftungserlass für alle Grundwasserkörper in Niedersachsen veröffentlicht.

Für den hier betrachteten Grundwasserkörper "Wietze / Fuhse Lockergestein" war zurzeit der Fertigstellung des Grundwasserströmungsmodells und Übergabe der Ergebnisse an die beteiligten Fachgutachter (im Jahr 2019) gemäß Grundwasserbewirtschaftungserlass aus dem Jahr 2015 eine nutzbare Grundwasserdargebots-Reserve in Höhe von 0,68 Mio. m³/a ausgewiesen (NMU 2015/18)[11]. Die aktuelle Bewertung des mengenmäßigen Zustands ist 'gut' (NMU 2021).

Da die HWW GmbH und der WVN keine Erhöhungen der bisher genehmigten Entnahmen beantragen, ergibt sich für dieses Kriterium keine Verschlechterung.

[10] Anmerkung: Das Verfahren des LBEG, Hannover zur Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebotes berücksichtigt Trockenwetter-Zeiträume, ggf. vorhandene Grundwasserversalzungs-Bereiche, die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters und grundwasserabhängige Landökosysteme.

[11] Inzwischen liegt ein neuer Grundwasserbewirtschaftungserlass vor (NMU 2024). Dieser ist für die vorliegenden Wasserrechtsanträge der HWW GmbH und des WVN aber nicht entscheidungsrelevant. Im Kapitel 7 "Übergangsregelungen" heißt es: "Hat ein Nutzer beim Inkrafttreten dieses RdErl. schon ein großräumiges Modell für einen Wasserrechtsantrag vollständig erstellt und mit dem GLD abgestimmt, welches für eine Überprüfung gemäß Nummer 4.3 geeignet ist, und wird ein vollständiger Antrag bis zum 31.12.2025 vorgelegt, kann über diesen noch auf Basis der Regelungen des bis zum 31.12.2022 geltenden RdErl. d. MU v. 29.05.2015 (Nds. MBl. S. 790) entschieden werden." Dieser Umstand ist hier gegeben (s. dazu auch LBEG, 2020).

7.3 Oberirdische Fließgewässer

Gemäß GrwV (§ 4, Abs. 2, Nr. 2) ist bei der Beurteilung des mengenmäßigen Grundwasserzustandes auch zu prüfen, *"ob durch menschlich bedingte Änderungen des Grundwasserstandes zukünftig*

a) die Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 und 44 des Wasserhaushaltsgesetzes für die Oberflächengewässer, die mit dem Grundwasserkörper in hydraulischer Verbindung stehen, verfehlt werden oder

b) sich der Zustand dieser Oberflächengewässer im Sinne von § 3 Nummer 8 des Wasserhaushaltsgesetzes signifikant verschlechtert."

Da dem Grundwasserkörper ein 'gut' attestiert wurde, ist hier nur zu prüfen, ob sich der derzeitige Zustand von oberirdischen Fließgewässern durch das Vorhaben verschlechtern kann (Punkt b). Im Rahmen des Gewässerkundlichen Fachbeitrages (RIEDL / von DRESSLER et al. 2020) erfolgte eine Untersuchung zu den Auswirkungen einer Entnahmeerhöhung auf potentiell betroffene berichtspflichtige oberirdische Fließgewässer gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Dabei wurden mit den Fachbehörden abgestimmte Referenzstrecken betrachtet. Dem Abfluss als hydromorphologische Qualitätskomponente kommt lediglich eine unterstützende Bedeutung bei der Bewertung des ökologischen Zustandes bzw. Potentials zu. Im Fachbeitrag (s. dort Anhang 1) wird aus ökologischer Sicht letztlich der Schluss gezogen, dass "mit einer weiteren Verschlechterung des jeweiligen Zustands der untersuchten Gewässer als Habitat für eine typische Gewässerzönose verbunden mit einem Absinken in die jeweils niedrigere Klasse nicht zu rechnen ist".

7.4 Grundwasserabhängige Landökosysteme

Hierzu heißt es in der GrwV (§ 4, Abs. 2, Nr. 2c): *"Der mengenmäßige Grundwasserzustand ist gut, wenn durch menschlich bedingte Änderungen des Grundwasserstandes direkt vom Grundwasserkörper abhängige Landökosysteme (gwa LÖS) zukünftig nicht geschädigt werden."* Gemäß NLWKN (2013) sind dabei nur bedeutende gwa LÖS zu betrachten, d.h. FFH-Gebiete mit einer Flächengröße von mindestens 50 ha.

Die nächstgelegenen FFH-Gebiete 'Trunnenmoor' und 'Brand' liegen weit außerhalb des zusätzlichen Absenkungsgebietes. Folglich ist diesbezüglich keine Beeinträchtigung möglich.

7.5 Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen

Zu diesem Thema führt die GrwV aus (§ 4, Abs. 2, Nr. 2d), *"dass zur Erhaltung des guten Zustandes das Grundwasser nicht durch Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen infolge räumlich und zeitlich begrenzter Änderungen der Grundwasserfließrichtung nachteilig verändert wird".*

Auf der maßstabsebene des Grundwasserkörpers ergibt sich infolge einer (dauerhaften) Steigerung der Entnahme aus den Förderbrunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* auf 4,5 Mio. m³/a eine nur örtlich eng begrenzte Ausdehnung des zusätzlichen Absenkungsbereiches in Verbindung mit nur geringen Absenkungswerten (< 0,5 m). Eine nachteilige Veränderung der Grundwasserqualität im Sinne der GrwV ist deshalb ausgeschlossen.

7.6 Schlussfolgerung

Wie aufgezeigt, sind durch das geplante Vorhaben ausgelöste Verschlechterungen bei allen zu prüfenden Bewertungskriterien und damit eine vorhabenbedingte Änderung der Bewertung des Grundwasserkörpers "Wietze / Fuhse Lockergestein" nicht zu erwarten.

8 Verwendete Unterlagen und Literaturverzeichnis

Für die Auswertungen standen folgende Unterlagen und Berichte zur Verfügung (eine detaillierte Datengrundlage ist im Anhang 1 zusammengestellt):

BEZ.-REG. HANNOVER (1996): Wasserrechtsantrag für das Wasserwerk Ramlingen; Zulassung des vorzeitigen Beginns gemäß § 18 des Niedersächsischen Wassergesetzes. Akt.-Z. 502.42-62011-03-02-01. Bezirksregierung Hannover, Hannover (17.12.1996).

BEZ.-REG. HANNOVER (1997): Wasserrechtliche Bewilligung für das Wasserwerk Wettmar; Zulassung des vorzeitigen Beginns gemäß § 18 des Niedersächsischen Wassergesetzes. Akt.-Z. 502.41-62011-03-02-05. Bezirksregierung Hannover, Hannover (12.12.1997).

BfN (2023): Landschaftssteckbriefe. Zugriff im Nov. 2023. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

BKG (2018): CORINE Land Cover 5 ha (CLC5), Ausgabe 2018. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main.

enercity AG (2018a): Ergebnisprotokoll zur Abstimmung des Aufbaus und der Eingangsdaten der Modelle – Grundwasser und Oberflächengewässer – Wasserrechtsverfahren "Trinkwassergewinnung Hannover-Nord". Protokoll zum Besprechungstermin am 04.12.2017 im Wasserwerk Elze-Berkhof. enercity AG, Hannover, 24.04.2018.

enercity AG (2018b): Ergebnisprotokoll zur 2. Abstimmung des Aufbaus und der Eingangsdaten der Modelle – Grundwasser und Oberflächengewässer – Wasserrechtsverfahren "Trinkwassergewinnung Hannover-Nord". Protokoll zum Besprechungstermin am 07.03.2018 im Wasserwerk Fuhrberg. enercity AG, Hannover, 10.04.2018.

enercity AG (2019a): Ergebnisprotokoll zur Präsentation von Zwischenergebnissen – Modellaufbau Grundwasser und Oberflächengewässer – Wasserrechtsverfahren "Trinkwassergewinnung Hannover-Nord". Protokoll zum Besprechungstermin am 06.02.2019 im Wasserwerk Elze-Berkhof. enercity AG, Hannover.

enercity AG (2019b): Ergebnisprotokoll zur Präsentation der Bewertungsmethodik zu – Fördervarianten enercity AG – Wasserrechtsverfahren "Trinkwassergewinnung Hannover-Nord". Protokoll zum Besprechungstermin am 14.08.2019 im Wasserwerk Elze-Berkhof. enercity AG, Hannover.

F&N CONSULT (1996a): Erläuterungsbericht zum Wasserrechtsantrag WW Wettmar (Oktober 1996). Im Auftrag des Wasserverbandes Nordhannover. F & N Umwelt Consult, Hannover.

F&N CONSULT (1996b): Hydrogeologisches Gutachten für den Wasserrechtsantrag WW Wettmar (Oktober 1996). Im Auftrag des Wasserverbandes Nordhannover. F & N Umwelt Consult, Hannover.

HOFFMANN, B.; MEYER, H.-H. et al. (1980): Untersuchung zur Bestimmung der Auswirkung geplanter Förder- und Anreicherungsmaßnahmen der Stadtwerke Hannover auf die Grundwasserspiegelverhältnisse im Raum Fuhrberger Feld. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau – Universität Hannover. Juli 1980.

HMM (2011): Abschlussbericht zur Teiluntersuchung "Grundwasser" zum BMBF-Projekt "Klimafolgenmanagement", Teilprojekt FE5.2 "Integratives Management von Grundwasserkörpern vor dem Hintergrund des Klimawandels". Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf, 07.11.2001. Im Auftrag der Stadtwerke Hannover AG.

HMM (2020): Geohydrologisches Gutachten zum 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 des Antrages. Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf, 14.08.2020. Im Auftrag der enercity AG.

HWW (1995): Antrag auf Neubewilligung und Erweiterung des bestehenden Wasserrechtes für das Wasserwerk Ramlingen (mit Anlagen, z.B. Hydrogeologische Detail-erläuterungen und Ökologisches Gutachten). – Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim.

HWW (2025): Grundwasserwerk Ramlingen. Auflagen zur wasserrechtlichen Bewilligung – Jahresbericht 2024. – Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim.

LBEG (1967): Schutzgebiet Wasserwerk Ramlingen. Bearbeiter: H. Anrich. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover (ehemals Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

LBEG (1970): Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Fuhrberger Feld bei Hannover. Bearbeiter: K.F. Kuckelkorn. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover, 21.09.1970 (ehemals Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

LBEG (1972): Zwischenbericht zur Grundwassererkundung für den Großraum Hannover – Planungsräume 1 bis 6. Bearbeiter: H. Anrich. K. Kuckelkorn, P.-Ch. Scherler. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover (ehemals Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

LBEG (1975): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25.000, Blatt Nr. 3525 'Großburgwedel' mit Erläuterungen, Bearbeiter: H. Jordan. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover (ehemals Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

LBEG (1976): Hydrogeologisches Gutachten zur Ausweisung eines Schutzgebietes für das Wasserwerk Wettmar des Wasserversorgungs- und Abwasserzweckverbandes Landkreis Burgdorf in Wettmar. Bearbeiter: H. Anrich. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover (ehemals Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

LBEG (2020): Schriftliche Stellungnahme des GLD zum Grundwasserströmungsmodell "Hannover-Nord" (Modelldokumentation). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover (02.07.2020).

MC / HMM (2009): Abschlussbericht zum Projekt: Operatives Monitoring und Integrative Mengenbewirtschaftung für den Grundwasserkörper Fuhse-Wietze - Teilprojekt Wulbeck, Phase 3. Im Auftrag des Wasserverbandes Peine. Ing.-Büro H.-H. Meyer, Hemmingen (jetzt Bad Nenndorf) und Matheja Consult, Wettmar, August 2009.

NIBIS© Kartenserver (2022): Hydrogeologie – Grundwasserneubildung mGROWA22 mit Stand Aug. 2022. Zugriff im Sep. 2023. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS© Kartenserver (2023a): Altlasten - Altablagerungen. Zugriff im Nov. 2023. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS© Kartenserver (2023b): Altlasten - Schlammgrubenverdachtsflächen. Zugriff im Nov. 2023. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS© Kartenserver (2023c): Altlasten - Rüstungsaltlasten. Zugriff im Nov. 2023. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS© Kartenserver (2023d): Hydrogeologie – Versalzung des Grundwassers 1:200.000 (HÜK 200). Zugriff im Nov. 2023. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS© Kartenserver (2023e): Geologie – Salzstrukturen Norddeutschlands (1:500.000, ©BGR, 2008). Zugriff im Nov. 2023. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIWA (2020): Geologische 3D-Untergrundmodellierung "Hannover-Nord". Niedersachsen Wasser Kooperations- und Dienstleistungsgesellschaft mbH, Brake (29.07.2020).

NMU (2015/18): Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers. RdErl. d. MU v. 29.05.2015 – 23-62011/010. VORIS 28200. Nds. Ministerialblatt 2015, Nr. 25, S. 790 (mit Anlagen), geändert durch RdErl. v. 13.11.2018 (Nds. MBl 2018, Nr. 43, S. 1502). © juris GmbH.

NMU (2021): Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein. Nds. Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover (22.12.2021).

NMU (2023): Naturräumliche Regionen in Niedersachsen. Umweltkarten des Nds. Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Hannover. www.umwelt.niedersachsen.de. – Zugriff: November 2023.

NMU (2024): Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers. RdErl. d. MU v. 23.04.2024 – 23-62011/010. VORIS 28200. Nds. Ministerialblatt Nr. 223 vom 14.05.2024. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Hannover.

REG_PRÄSIDENT LÜNEBURG (1965): Bewilligungsurkunde für den Wasserbeschaffungsverband Fuhrberg-Isernhagen. Grundwasserentnahme Wasserwerk Wettmar. Der Regierungspräsident Lüneburg, 25.10.1965.

REG_PRÄSIDENT LÜNEBURG (1966): Bewilligungsbescheid für die Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen. Grundwasserentnahme Wasserwerk Ramlingen. Der Regierungspräsident Lüneburg, 15.06.1966.

RH (2017a): Trinkwassergewinnung Hannover-Nord – Protokoll zum Gespräch am 03.02.2017 mit den Themen UVP-Pflicht und Vorbereitung Scopingtermin / Antragskonferenz. Region Hannover, Fachbereich Umwelt, Hannover, 09.02.2017.

RH (2017b): Trinkwassergewinnung Hannover-Nord – Protokoll zur gemeinsamen Antragskonferenz und zum Scoping-Termin für die Wasserrechtsanträge WWe Fuhrberg und Elze-Berkhof, WW Wettmar und WW Ramlingen. Tag der Antragskonferenz: 20.04.2017. Region Hannover, Fachbereich Umwelt, Hannover, 25.07.2017.

STADT BURGDORF (1996): Antrag des Wasserwerkes der Stadt Burgdorf auf Bewilligung nach § 13 NWG mit Erläuterungsbericht und Anlagen. Wasserwerk der Stadt Burgdorf. Aufgestellt: H.-Wilfried Lübke, Beratender Ingenieur VBI, Steinhude am Meer.

SWH AG (1989): Antrag auf Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg – Fuhrberger Feld, inkl. der Gutachten: "Hydrogeologisches Gutachten zur Ausweisung eines Schutzgebietes für die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg". Dr. Anrich NLFB, 1976 sowie "Untersuchung zur Grundwassernutzung für Wasserversorgungszwecke im Fuhrberger Feld". Prof. Dr. Hoffmann et al., Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landw. Wasserbau der Universität Hannover, 1984. Stadtwerke Hannover AG, Hannover (jetzt: enercity AG).

SWH AG (2017): Scoping-Unterlage nach § 5 UVPG im Rahmen der Umwelt-verträglichkeitsprüfung zur Fortsetzung der Grundwasserentnahme im Fuhrberger Feld durch die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg mit den Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuherberg. Stadtwerke Hannover AG, Hannover (jetzt: enercity AG), 27.02.2017.

Literatur (Auswahl)**:**

ANDERSON, M. P. et al. (2015): Applied Groundwater Modeling. Academic Press. Copyright 2015, 2002 Elsevier Inc.

ATV-DVWK (2002): Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. ATV-DVWK-Regelwerk, Merkblatt M 504. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef (Sep. 2002). Vertrieb: GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Hennef.

BOOCHS, P.-W.; MULL, R. et al. (1985): Berücksichtigung der grundwasserabhängigen Neubildung bei mathematischen Grundwassermodellen. In: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 136, S. 365-373, Hannover.

BUCHER, B. (1999): Die Analyse von Grundwasserganglinien mit dem Wiener-Mehrkanal-Filter. Zeitschrift Grundwasser, Band 4, H.3, S. 113-118, Springer-Verlag.

CHIANG, W.-H.; KINZELBACH, W. (2001): 3D-Groundwater Modeling with PMWIN. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

COLDEWEY, W.-G. (2022): Handbuch Hydrogeologie, 1. Auflage 2022. – Vulkan Verlag GmbH Verlag, Essen.

DIN 4049-3 (1994): Hydrologie, Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie. Deutsches Institut für Normung e.V. - Beuth-Verlag GmbH, Berlin.

DVGW (DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES e.V.) (2016): Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten. Technische Regel, Arbeitsblatt W 107 (A). Bonn.

DVWK (1982): Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebots, DVWK Fachausschuß "Grundwassernutzung". – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, DVWK Schriften, H 58, 2 Teilbände, Berlin – Hamburg (Parey).

DVWK (1985): Voraussetzungen und Einschränkungen bei der Modellierung der Grundwasserströmung. - Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Merkblätter Nr. 206, Verlag Paul Parey, Hamburg.

DWA (2022): Statistische Analyse von Niedrigwasserkenngrößen. DWA-Regelwerk, Merkblatt 541 (1. Auflage, Juli 2022). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

GrwV (2022): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 09.11.2010 (BGBl. I, S. 1513), zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert.

HARBAUGH, A.W. (2005): Modflow 2005, The U.S. Geological SurveyModular Groundwater Model – the Groundwater Flow Process. U.S Geological Survey Techniques and Methods 6-A16. Chapter 16 of Book 6. Modeling Techniques, Section A. Ground Water. U.S Geological SurveyReston, Virginia: 2005.

JOSOPAIT, V.; RAISSI, F. & ECKL, H. (2009): Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme. GeoFakten 1 (4. Auflage). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

KOSCHEL, H.; LILLICH, W. (1975): Berechnung und Kartendarstellung der Ergiebigkeit von Typbrunnen zur Kennzeichnung des Entnahmepotentials von Lockergesteinsaquifern. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Jg. 19, H. 6.

LANGGUTH, H.-R.; VOIGT, R. (2004): Hydrogeologische Methoden. Springer-Verlag, Berlin.

LAWA (2017): Handlungsempfehlung Verschlecherungsverbot. Bund- / Länderarbeits-gemeinschaft Wasser, Karlsruhe 16./17. März 2017.

LBEG (2008): Grundwasserneubildung in Niedersachsen. Ein Vergleich der Methoden Dörhöfer & Josopait und GROWA06V2. GeoBerichte 10. Autoren: Lemke, D. & Elbracht, J. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

LBEG (2009a): GeoFakten 1 (4. Aufl.): Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme. Autoren: Josopait, V., Raissi, F. & Eckl, H.. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

LBEG (2009b): Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen. - GeoBerichte 15, Autoren: Eckl, H. & Raissi, F. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

LBEG (2019): Grundwasserneubildung von Niedersachsen und Bremen – Berechnungen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA18. – GeoBerichte 36, Version 20.06.2019. Autoren: Ertl, G. et al. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

MAROTZ, G. (1968): Technische Grundlagen einer Wasserspeicherung im natürlichen Untergrund. – Schriftenreihe des KWK, H. 18. Hamburg (Wasser und Boden).

NLWKN (2013): Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Süd, Braunschweig – Juni 2013.

NLWKN (2020): Arbeitshilfe zur Berücksichtigung der Bewirtschaftungsziele für Oberflächengewässer im Rahmen von Zulassungsverfahren für Grundwasserentnahmen. Oberirdische Gewässer Band 23 (Stand: Juni 2020). Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden.

REUTTER, E. (2011): GeoFakten 21 (2. Aufl.): Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsens. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

RENGER, M. & WESSOLEK, G. (1990): Auswirkungen von Grundwasserabsenkung und Nutzungsänderung auf die Grundwasserneubildung. Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen. Universität der Bundeswehr München. Heft 386, S. 295-307.

ROSE, U.; LENKENHOFF, P. (2003): Erfassung und Gefährdungsanalyse grundwasserabhängiger Ökosysteme hinsichtlich vom Grundwasser ausgehenden Schädigungen. Ergebnisse des LAWA-Projekts "Grundwasserabhängige Ökosysteme". – KA – Abwasser, Abfall (50) Nr. 11, S. 1416-1418.

SPITZ, K, MORENO, J. (1996): A Practical Guide to Groundwater and Solute Transport Modeling. - John Wiley & Sons. Inc., New York.

WUNDT, W. (1958): Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen. – Forsch. Dt. Landeskde. Jg. 104, S. 47-54

Harzwasserwerke GmbH

- Wasserwerk Ramlingen -

Wasserverband Nordhannover

- Wasserwerk Wettmar -

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen

in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

ANLAGEN

Auftraggeber: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Burgwedel

Bad Nenndorf, 30. Juni 2025

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

FB 1
FB 2
FB 4
FB 5
Fassung Fuhrberg
B6
B5
B4
B3
B2
B1
Fassung Ramlingen
Fassung Wettmar
Fassung Burgdorf
N
Quelle: LGLN Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Copyright 2015

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf
- Industrie / Gewerbe
  Quelle: Region Hannover (2017)
- Feldberegnung
  Quellen: Region Hannover (2017), LK Celle (2017) und LV Celle (2016/17)

- Bestehende Wasserschutzgebiete und "Trinkwassergewinnungsgebiete"
  Quelle: NMU (2016)
- Grenzlinie Grundwasserkörper
- Grenzlinie Landkreise
- Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"
- Oberirdische Fließgewässer
  Quelle: NLWKN (2018)

0 500 1000 2000 Meter

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken
Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

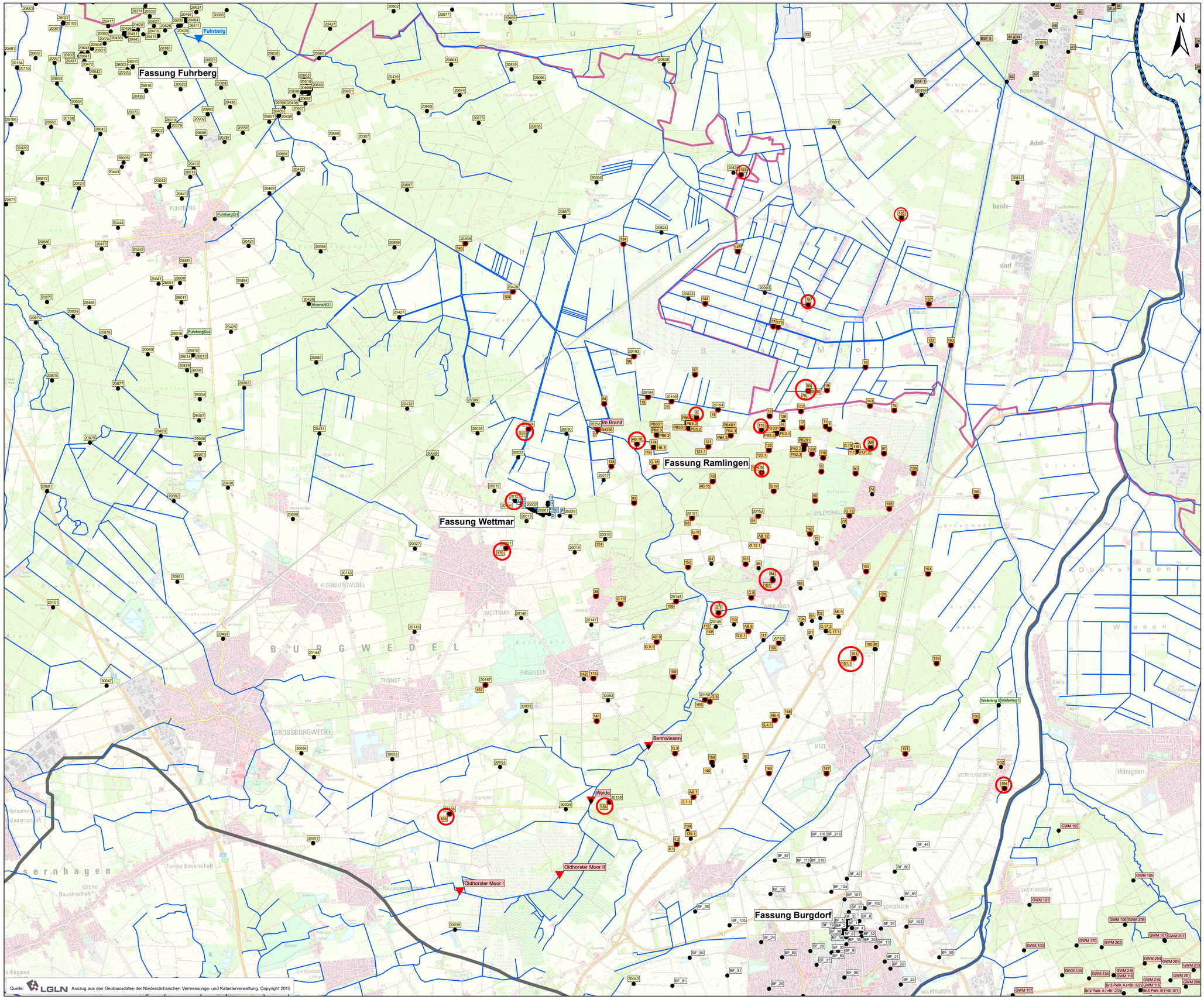
Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Lageplan

Förderbrunnen

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 1.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Grundwassermessstellen mit Kurzbezeichnung

- 137 — Harzwasserwerke GmbH (alle AI-DB, Stand Feb. 2023)
  - aktiv im Jahr 2024
  - Automatische Aufzeichnung (Datenlogger)
  - Ganglinien-Darstellung in Anlage 4
- 20093 — enercity AG (AI-DB ART=GWM, Stand Juni 2020)
- A — Wasserverband Nordhannover
- FuhrbergOrt — NLWKN - Betriebsstelle Hannover-Hildesheim
- 42 — Stadt Celle
- BF_44 — Purena GmbH (nur aktive, Stand 2010)
- GWM101 — Wasserverband Peine, WW Burgdorfer Holz

Abflusspegel in oberidischen Fließgewässern mit Kurzbezeichnung

- Benmwiesen — Harzwasserwerke GmbH
  - nur Wasserstand
- Fuhrberg — enercity AG

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN (2018)

0 500 1000 2000 Meter

HARZ WASSER WERKE — Wasser weiter denken
Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

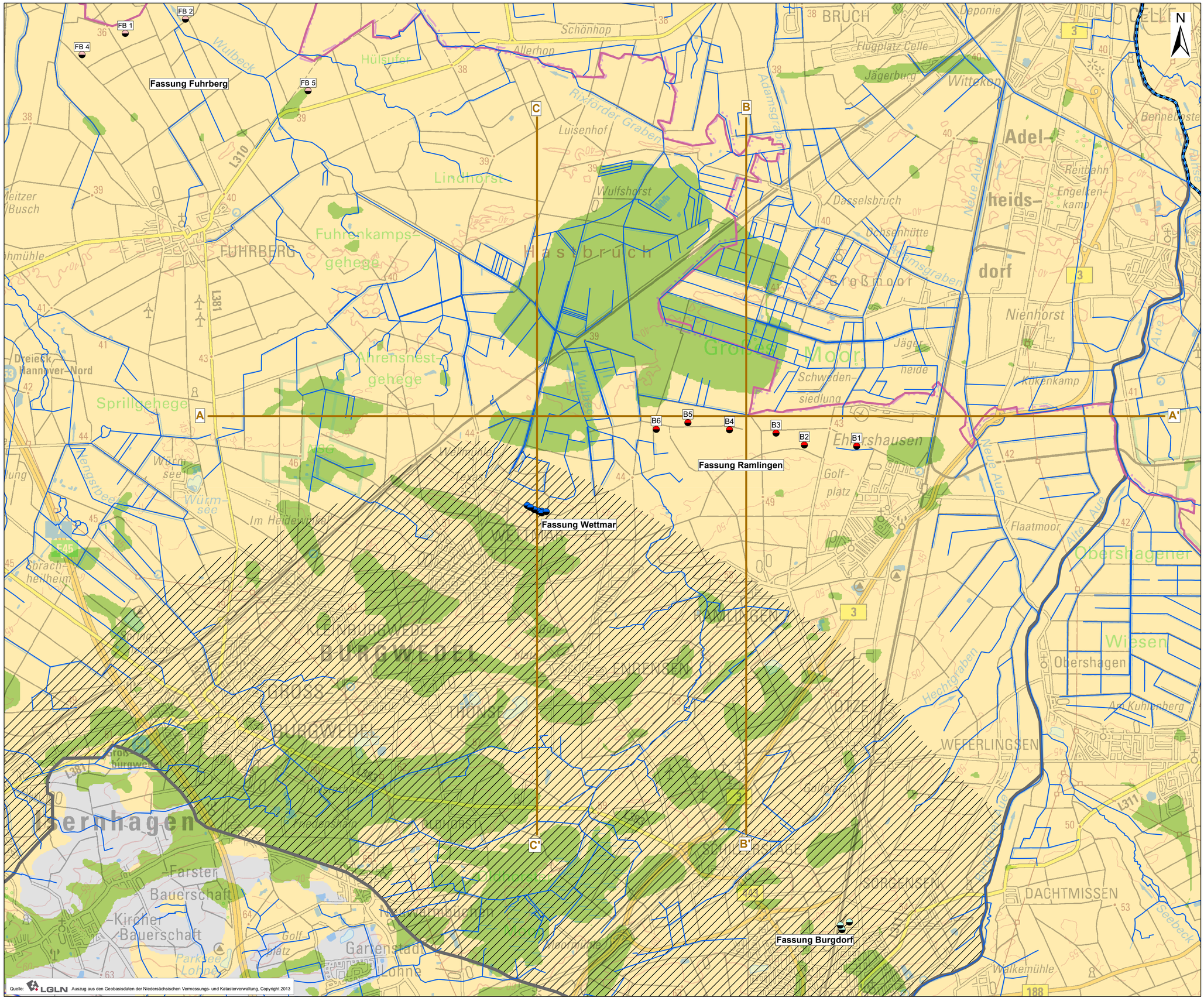
Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Lageplan

Grundwassermessstellen und Pegel in oberirdischen Fließgewässern

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 1.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

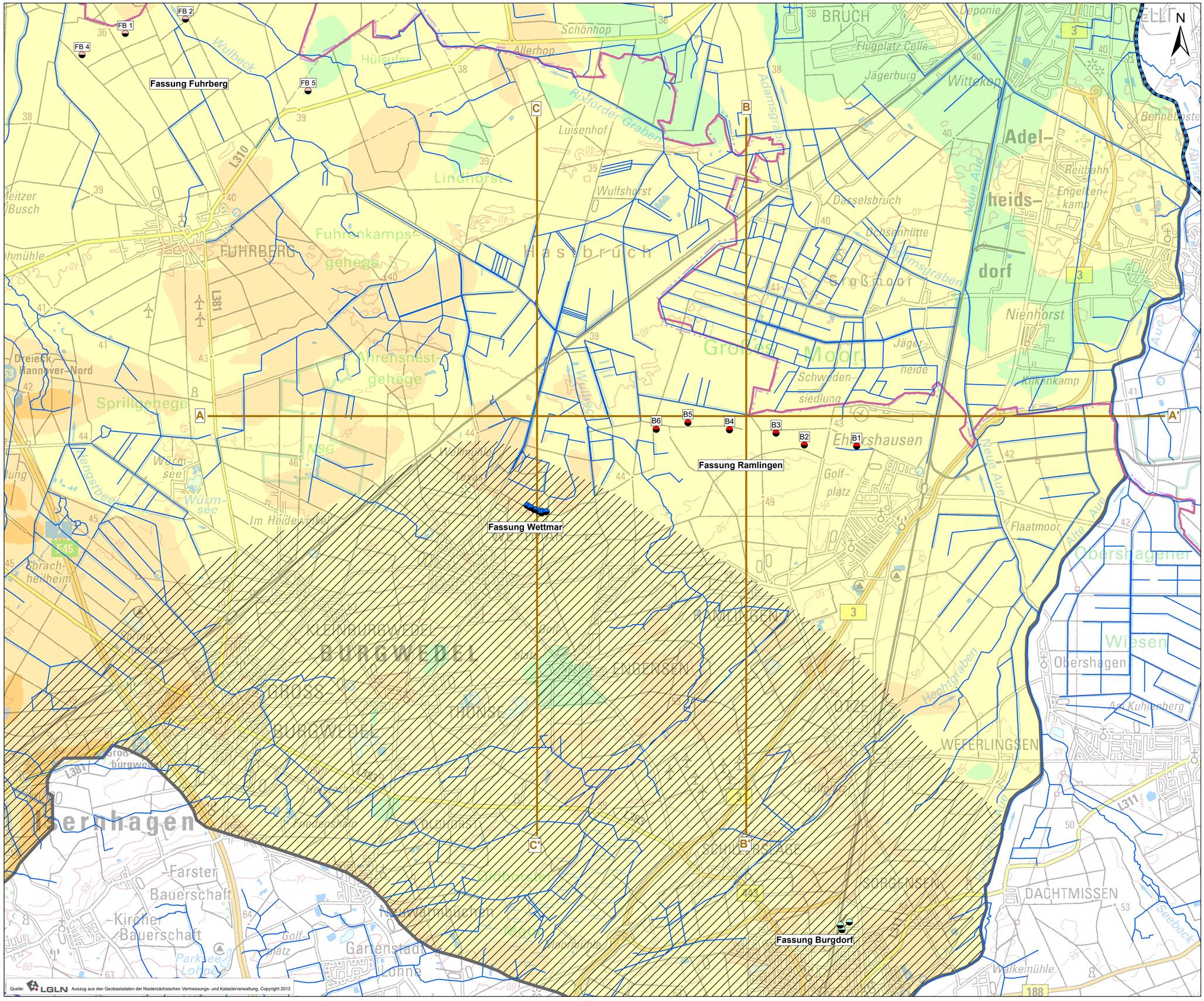
WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Verbreitung oberflächennaher Hemmschichten (bis H3.3)

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 2.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



N

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Verlauf der hydrogeologischen Schnitte (Darstellung s. Anlagen 3.1 bis 3.3)

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Gesamtmächtigkeit der quartärzeitlichen Sedimente [m]

Quelle: NIWA, 2018

- < 2
- 2 bis 10
- > 10 bis 25
- > 25 bis 50
- > 50 bis 75
- > 75 bis 100
- > 100 bis 125
- > 125 bis 150
- > 150

0 500 1000 2000 Meter

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Gesamtmächtigkeit der quartärzeitlichen Sedimente

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 2.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40

Harzwasserwerke GmbH - Wasserwerk Ramlingen
WV Nordhannover - Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Gw-Entnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a - Geohydrologisches Gutachten

Anlage 3.1

Hydrogelogischer Schnitt A - A'

A West — **A'** Ost

WW Ramlingen

Grenze Gw-Modell

Ehlershausen

L381 | *Bahnlinie* | *Bahnlinie* | *B3*

Tiefenbruchsgr. | *FFH Trunnenmoor* | *Wulbeck* | *Neue Aue* | *Aue*

GWM20431 | GWM20432 | GWM20309 | GWM20195 | GWM20154 | GWM20256 | GWM20024Hy

mittlere Standrohrspiegelhöhe im Kalenderjahr 2004

RE 1 (GWL) | RE 2 (GGL) | RE 3 (GWL)

B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6

Förderbrunnen und Grundwassermessstellen auf den Schnitt projeziert

Geodätische Höhe [mNN]

100 | 50 | 0 | -50

0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 15000 | 16000

Schnitt-Strecke [m]

Generallegende

Hydrostratigraphische Einheit (LBEG, 2011)	Geologische Modelleinheit mit Kurzbeschreibung (NIWA, 2018)
L/H0	qhy: künstliche Aufschüttungen
L1.2, L1.3	qhfls / qwfls: Flugsand, qh2 / qwf: fluviatiler Sand, qwGds: Geschiebedecksand
H1	qhbo / qhhh / qhhn / qpLhf: Bodenbildungen, Hochmoor- und Niedermoortorf, Auenlehm
L1.3-H2	qwhg: Hangsedimente am Rande der Brelinger Berge
H2	qwb / qee: Beckenablagerungen / Torf, humoser Sand
L2	qD-qWa: fluviatile bis glazifluviatile Sande / Kiese
H2.2 / H3 / H3.3	qD_b / qdlg / qD_b_1: Beckenablagerungen und Geschiebelehm
L3	qdgf: Schmelzwassersande / -kiese (Vorschüttsedimente)
H4.2	qelg: Geschiebelehm
L4.1 / L4.2	qe-qp: Sande und Kiese
H...	Unterbau (Tertiär, Kreide, Perm) des geologischen Modells
Linsenkörper	
L1.3	qwii: humose Einlagerungen
L3	qpt / qp_U / kr_shp: tonige / schluffige Einlagerungen / glazitektonische Schuppe (Kreide)
H4.2	qelg: Geschiebelehmlinse oder - schuppe
L4.1 / L4.2	qpt: tonige Einlagerung

Zusammenfassung der hydrostratigraphischen Einheiten zu fünf Rechenebenen im Gw-Modell

RE 1 (GWL): L/H0; H1; L1.2; L1.3; H2; L1.3-H2; L2
RE 2 (GGL): H2.2; H3; H3.3
RE 3 (GWL): L3
RE 4 (GGL): H4.2
RE 5 (GWL): L4.1/L4.2

Quelle: NIEDERSACHSEN WASSER (Februar, 2018)

Bearbeitung: Ing.-Büro H.H. Meyer, Bad Nenndorf

Harzwasserwerke GmbH - Wasserwerk Ramlingen
WV Nordhannover - Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Gw-Entnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a - Geohydrologisches Gutachten

Anlage 3.2

Hydrogelologischer Schnitt B - B'

B Nord

B' Süd

Fassung Ramlingen

ungefährer Beginn Stauchendmoräne

Ramlingen

B3

Bahnlinie

Großes Moor

Ramlinger Schöpfwerksgr.

RE 2 (GGL)

RE 4 (GGL)

RE 5 (GWL)

RE 1 (GWL)

RE 2 (GGL)

RE 3 (GWL)

B4

mittlere Standrohrspiegelhöhe im Kalenderjahr 2004

GWM20825

145

GWM20093Hy

5

9

GWM20152

G.12.1

161

85

G.8

G.6.1

113

95

AB.6

AB.12

Förderbrunnen und Grundwassermessstellen auf den Schnitt projeziert

Geodätische Höhe [mNN]

100

50

0

-50

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000

Schnitt-Strecke [m]

Zusammenfassung der hydrostratigraphischen Einheiten zu fünf Rechenebenen im Gw-Modell

RE 1 (GWL): L/H0; H1; L1.2; L1.3; H2; L1.3-H2; L2
RE 2 (GGL): H2.2; H3; H3.3
RE 3 (GWL): L3
RE 4 (GGL): H4.2
RE 5 (GWL): L4.1/L4.2

Generallegende

Hydrostratigraphische Einheit (LBEG, 2011)	Geologische Modelleinheit mit Kurzbeschreibung (NIWA, 2018)
L/H0	qhy: künstliche Aufschüttungen
L1.2, L1.3	qhfls / qwfls: Flugsand, qh2 / qwf: fluviatiler Sand, qwGds: Geschiebedecksand
H1	qhbo / qhhh / qhhn / qpLhf: Bodenbildungen, Hochmoor- und Niedermoortorf, Auenlehm
L1.3-H2	qwhg: Hangsedimente am Rande der Brelinger Berge
H2	qwb / qee: Beckenablagerungen / Torf, humoser Sand
L2	qD-qWa: fluviatile bis glazifluviatile Sande / Kiese
H2.2 / H3 / H3.3	qD_b / qdlg / qD_b_1: Beckenablagerungen und Geschiebelehm
L3	qdgf: Schmelzwassersande / -kiese (Vorschüttsedimente)
H4.2	qelg: Geschiebelehm
L4.1 / L4.2	qe-qp: Sande und Kiese
H...	Unterbau (Tertiär, Kreide, Perm) des geologischen Modells
Linsenkörper	
L1.3	qwii: humose Einlagerungen
L3	qpt / qp_U / kr_shp: tonige / schluffige Einlagerungen / glazitektonische Schuppe (Kreide)
H4.2	qelg: Geschiebelehmlinse oder - schuppe
L4.1 / L4.2	qpt: tonige Einlagerung

Quelle: NIEDERSACHSEN WASSER (Februar, 2018)

Bearbeitung: Ing.-Büro H.H. Meyer, Bad Nenndorf

Harzwasserwerke GmbH - Wasserwerk Ramlingen
WV Nordhannover - Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Gw-Entnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a - Geohydrologisches Gutachten

Anlage 3.3

Hydrogelologischer Schnitt C - C'

C Nord

C' Süd

ungefährer Beginn Stauchendmoräne

Wettmar

Engensen

L383

Bahnlinie

Fassung Wettmar

Hastbruch

Wulbeck

RE 2 (GGL)

GWM30035

GWM20146Hy

RE 4 (GGL)

mittlere Standrohrspiegelhöhe im Kalenderjahr 2004

GWM20858

RE 1 (GWL)

171

GWM20018Hy

RE 2 (GGL)

RE 3 (GWL)

Förderbrunnen und Grundwassermessstellen auf den Schnitt projeziert

Geodätische Höhe [mNN]

100

50

0

-50

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000

Schnitt-Strecke [m]

Zusammenfassung der hydrostratigraphischen Einheiten zu fünf Rechenebenen im Gw-Modell

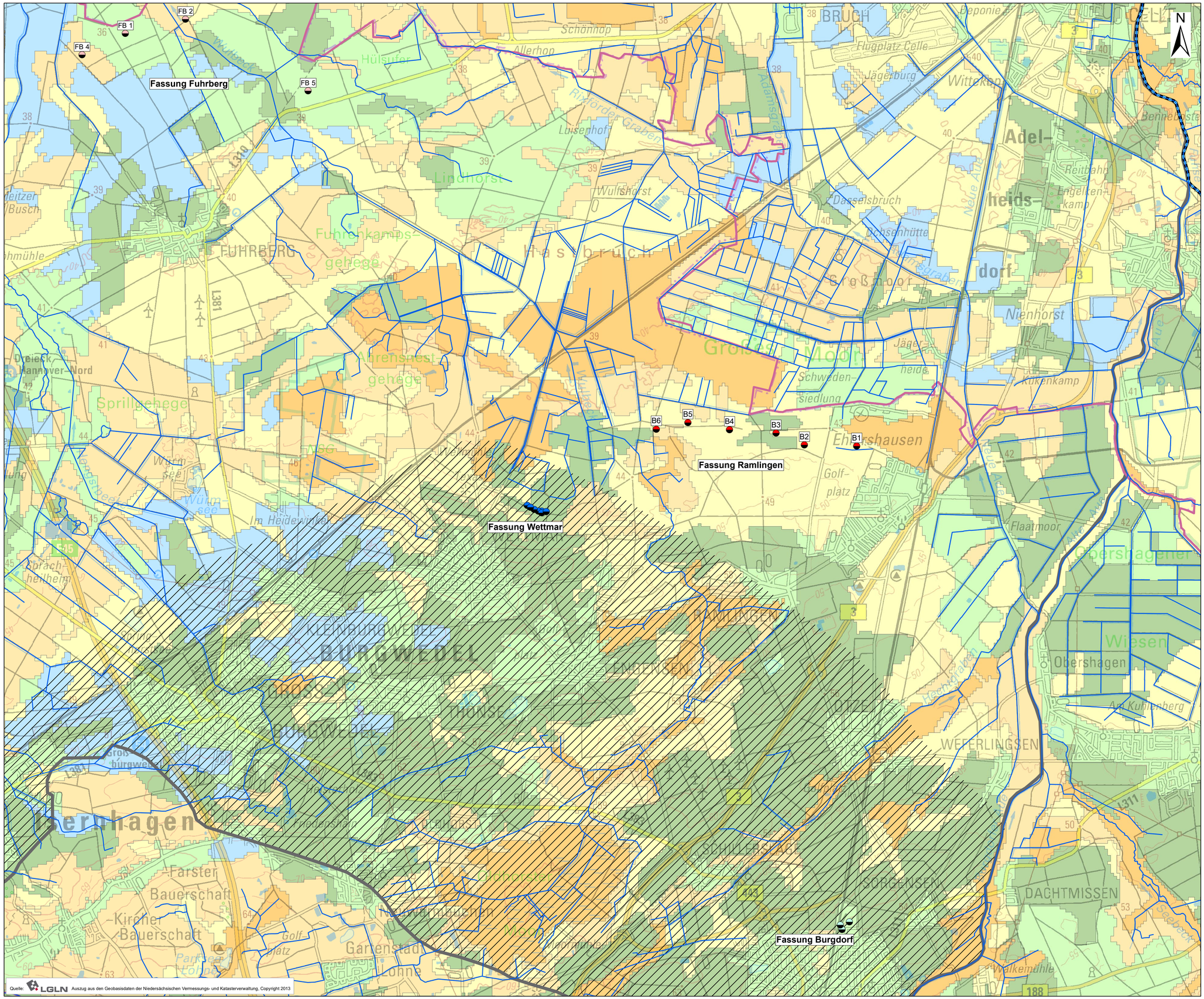
RE 1 (GWL): L/H0; H1; L1.2; L1.3; H2; L1.3-H2; L2
RE 2 (GGL): H2.2; H3; H3.3
RE 3 (GWL): L3
RE 4 (GGL): H4.2
RE 5 (GWL): L4.1/L4.2

Generallegende

Hydrostratigraphische Einheit (LBEG, 2011)	Geologische Modelleinheit mit Kurzbeschreibung (NIWA, 2018)
L/H0	qhy: künstliche Aufschüttungen
L1.2, L1.3	qhfls / qwfls: Flugsand, qh2 / qwf: fluviatiler Sand, qwGds: Geschiebedecksand
H1	qhbo / qhhh / qhhn / qpLhf: Bodenbildungen, Hochmoor- und Niedermoortorf, Auenlehm
L1.3-H2	qwhg: Hangsedimente am Rande der Brelinger Berge
H2	qwb / qee: Beckenablagerungen / Torf, humoser Sand
L2	qD-qWa: fluviatile bis glazifluviatile Sande / Kiese
H2.2 / H3 / H3.3	qD_b / qdlg / qD_b_1: Beckenablagerungen und Geschiebelehm
L3	qdgf: Schmelzwassersande / -kiese (Vorschüttsedimente)
H4.2	qelg: Geschiebelehm
L4.1 / L4.2	qe-qp: Sande und Kiese
H...	Unterbau (Tertiär, Kreide, Perm) des geologischen Modells
Linsenkörper	
L1.3	qwii: humose Einlagerungen
L3	qpt / qp_U / kr_shp: tonige / schluffige Einlagerungen / glazitektonische Schuppe (Kreide)
H4.2	qelg: Geschiebelehmlinse oder - schuppe
L4.1 / L4.2	qpt: tonige Einlagerung

Quelle: NIEDERSACHSEN WASSER (Februar, 2018)

Bearbeitung: Ing.-Büro H.H. Meyer, Bad Nenndorf



Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasserneubildung
Verfahren GROWA, Version GROWA06V2

Quelle: LBEG, 2016

- < 0
- 0 bis 50
- > 50 bis 100
- > 100 bis 150
- > 150 bis 200
- > 200 bis 250
- > 250 bis 300
- > 300 bis 350
- keine Daten

0 500 1000 2000 Meter

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

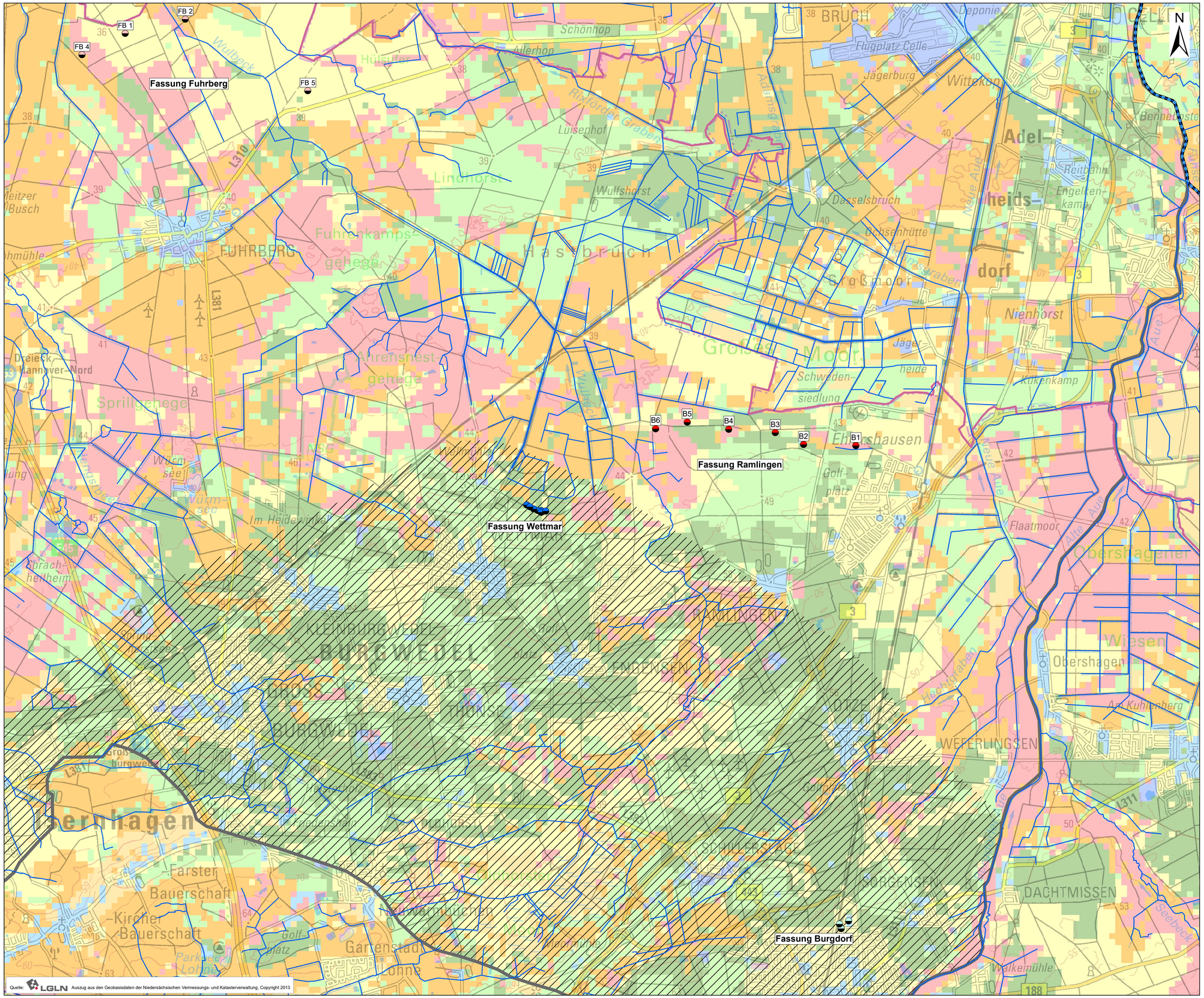
WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Grundwasserneubildung GROWA06V2 (LBEG, 2016)

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 4.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasserneubildung
Verfahren mGROWA, Version mGROWA
Quelle: LBEG, 2016

- < 0
- 0 bis 50
- > 50 bis 100
- > 100 bis 150
- > 150 bis 200
- > 200 bis 250
- > 250 bis 300
- > 300 bis 600
- keine Daten

0 500 1000 2000 Meter

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

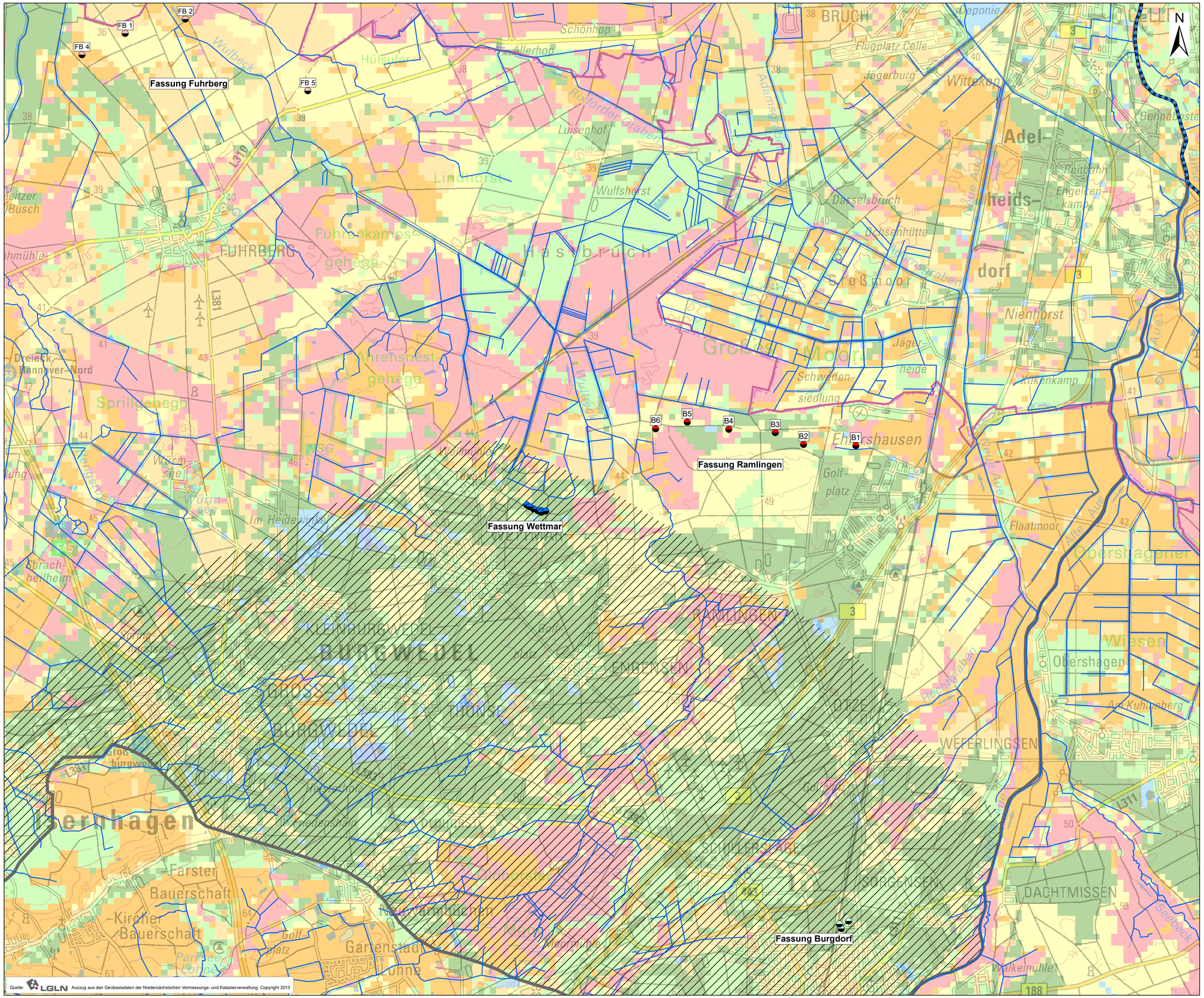
WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Grundwasserneubildung mGROWA (LBEG, 2016)

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2024	**Anlage 4.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



Quelle: LGLN Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Copyright 2013

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasserneubildung
Verfahren mGROWA, Version mGROWA18

Quelle: LBEG, 2016

- < 0
- 0 bis 50
- > 50 bis 100
- > 100 bis 150
- > 150 bis 200
- > 200 bis 250
- > 250 bis 300
- > 300 bis 400
- keine Daten

0 500 1000 2000 Meter

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Grundwasserneubildung mGROWA18 Zeitperiode 1981-2010 (LBEG, 2016)

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 4.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40

FB 1
FB 2
FB 4
FB 5
Fassung Fuhrberg
Fassung Ramlingen
Fassung Wettmar
Fassung Burgdorf
B1
B2
B3
B4
B5
B6
FUHRBERG
BURGWEDEL
ISERNHAGEN
Hastbruch
Großes Moor
Lindhorst
Fuhrenkamps gehege
Ahrenshest gehege
Sprillgehege
Adel-heidsdorf
Ehlershausen
Flaatmoor
Obershagener Wiesen
Obershagen
DACHTMISSEN
WEEFERLINGEN
SORGENSEN
SCHILLERSLAGE
RAMLINGEN
Schwedensiedlung
Jägerheide
Kükenkamp
Nienhorst
Engelkenkamp
Reitbahn
Dareelsbruch
Ohnsenhütte
Lüsenhof
Wulfshorst
Hülsufer
Schönhop
Allerhop
Witteken
Jägerburg
Flugplatz Celle
BRUCH
Deponie
Golfplatz
Ahr Kuhlenberg
Seeback
Walkemühle
Mühlenbach
Wulfbeck
Aller
Neue Aue
Adamsgraben
Riddorfer Graben
Ohnsenhüttengraben
Wechtaben
Ortsumgehung Celle
L381
L311
B3
B188
Drieck Hannover-Nord
Isernhagen
Burgwedel
Celle
Quelle: LGLN Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Copyright 2013

N

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasserneubildung Verfahren TUB-BGR
Quelle: LBEG, 2016

- < 0
- 0 bis 50
- > 50 bis 100
- > 100 bis 150
- > 150 bis 200
- > 200 bis 250
- > 250 bis 300
- > 300 bis 350
- keine Daten

0 500 1000 2000 Meter

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

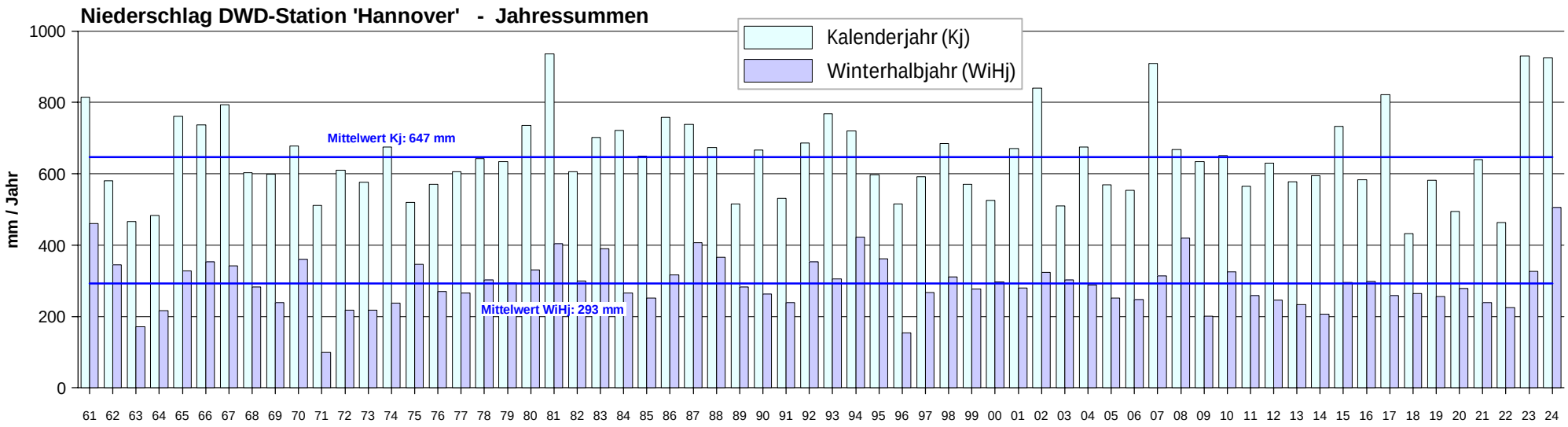
Grundwasserneubildung Verfahren TUB-BGR Zeitperiode 1961-1990 (LBEG, 2017)

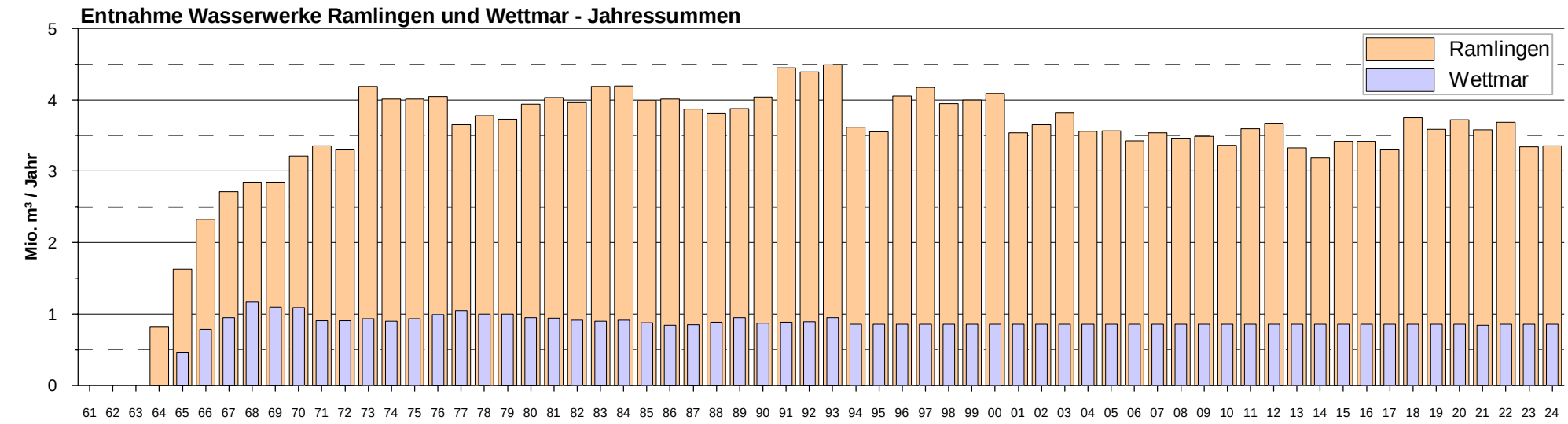
Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)

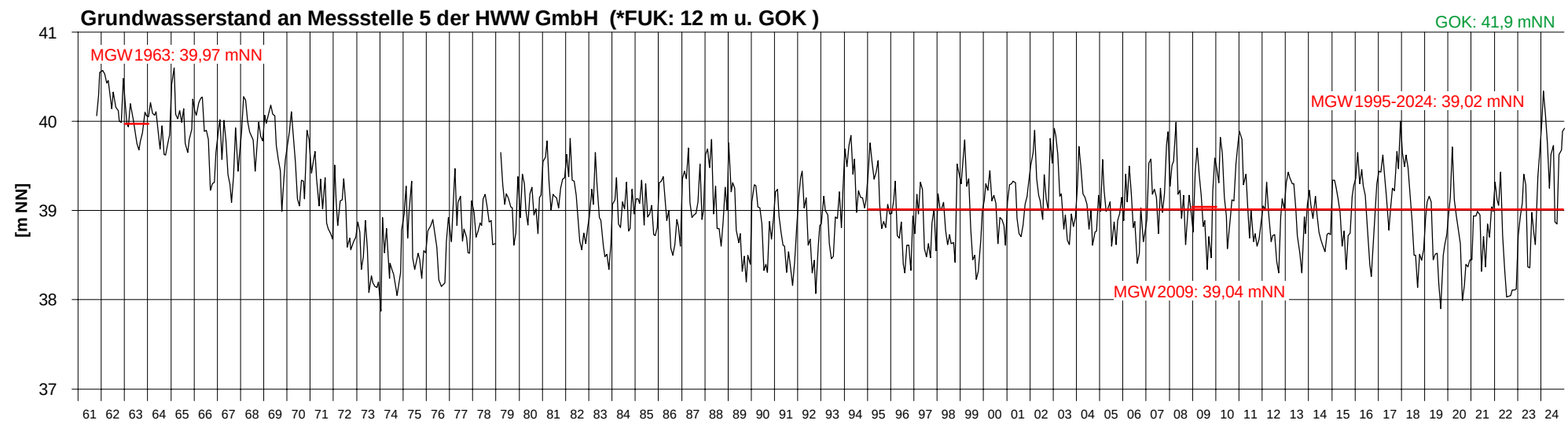
Datum: 30.06.2025

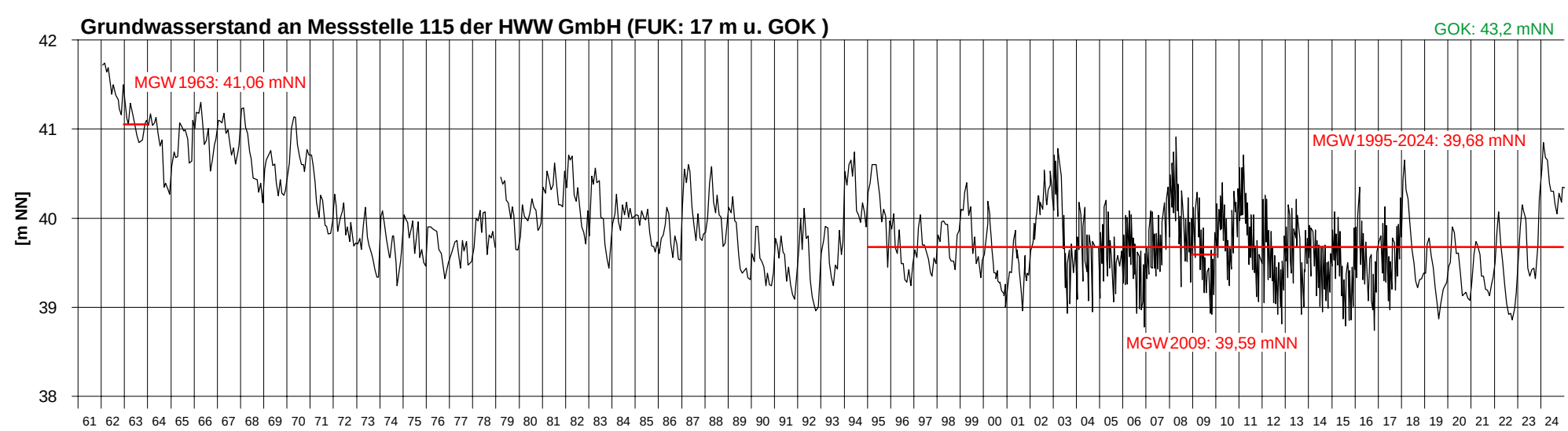
Anlage 4.4

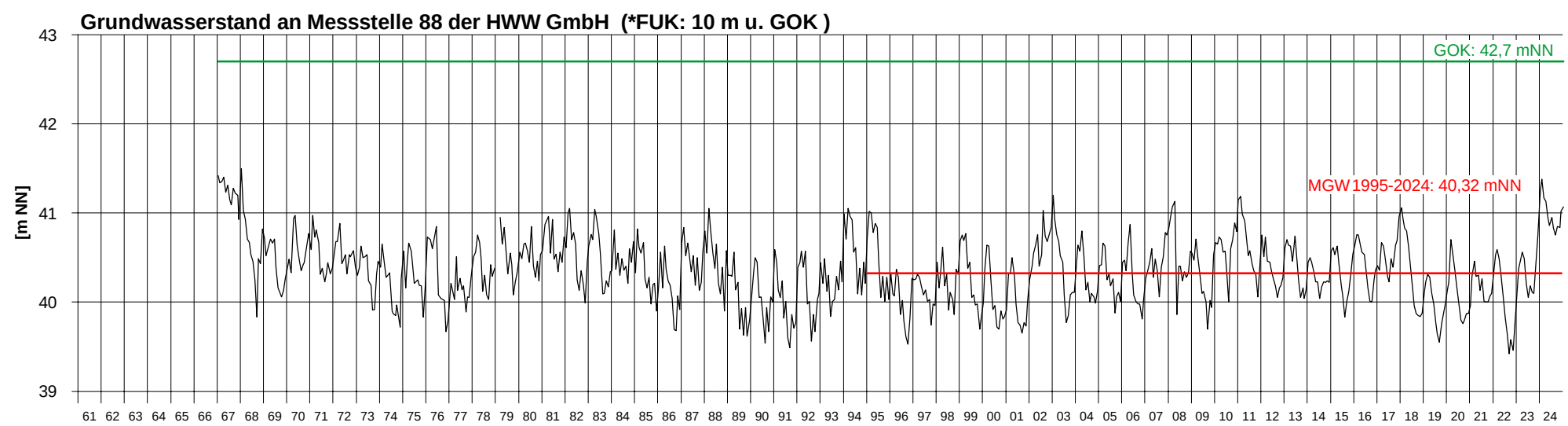
Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40





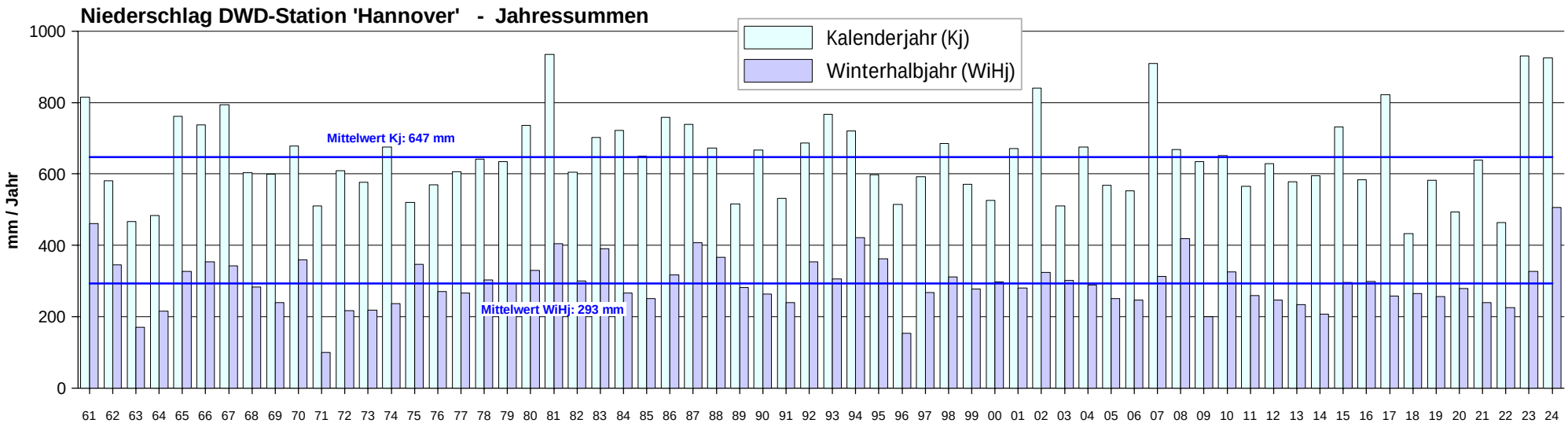


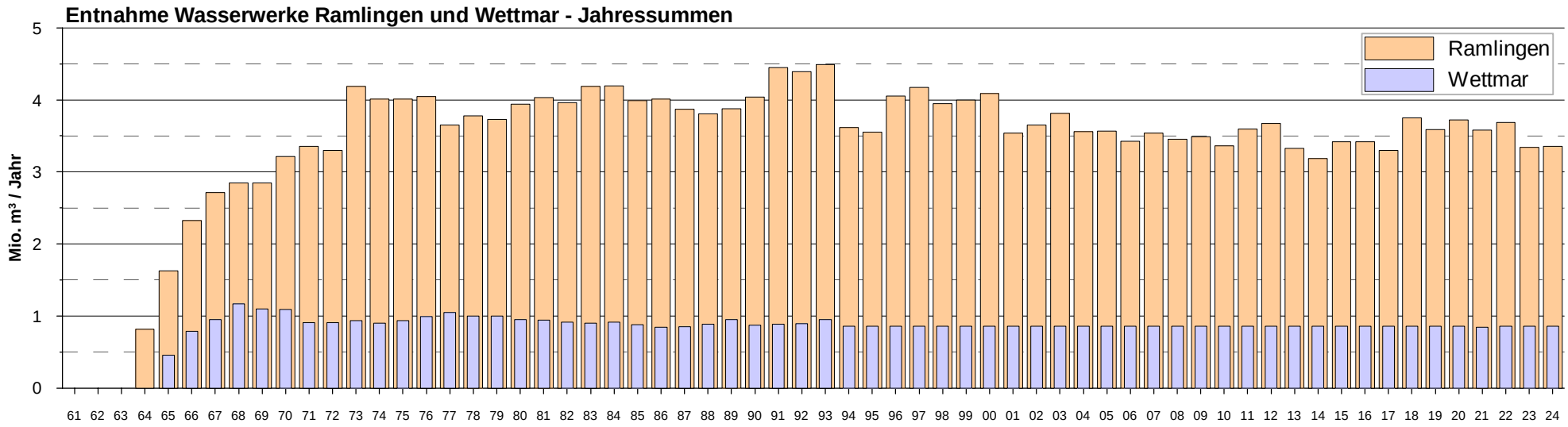


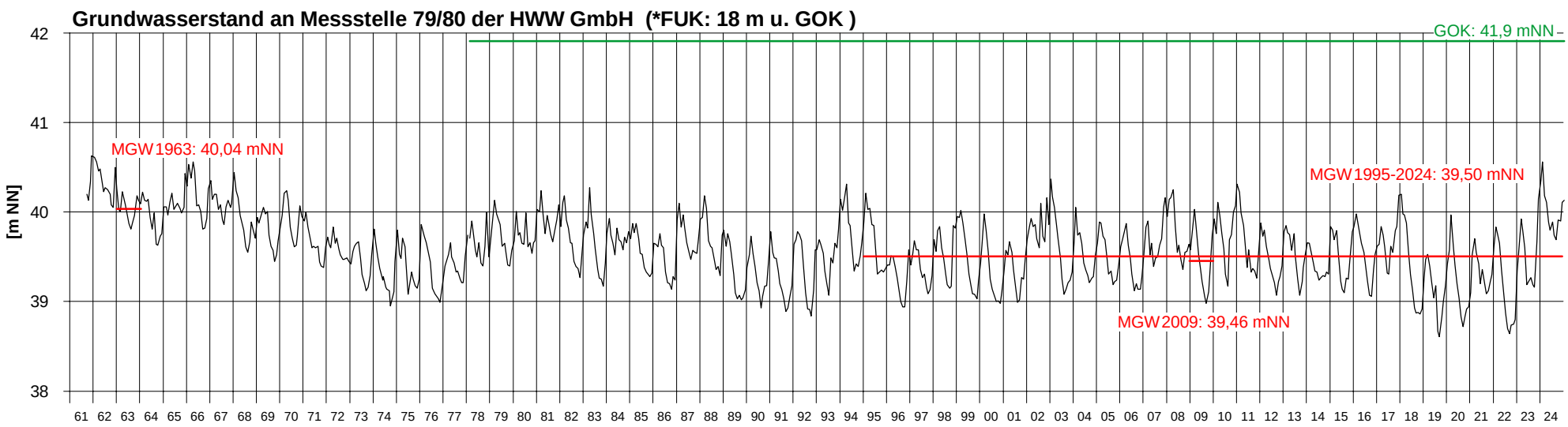


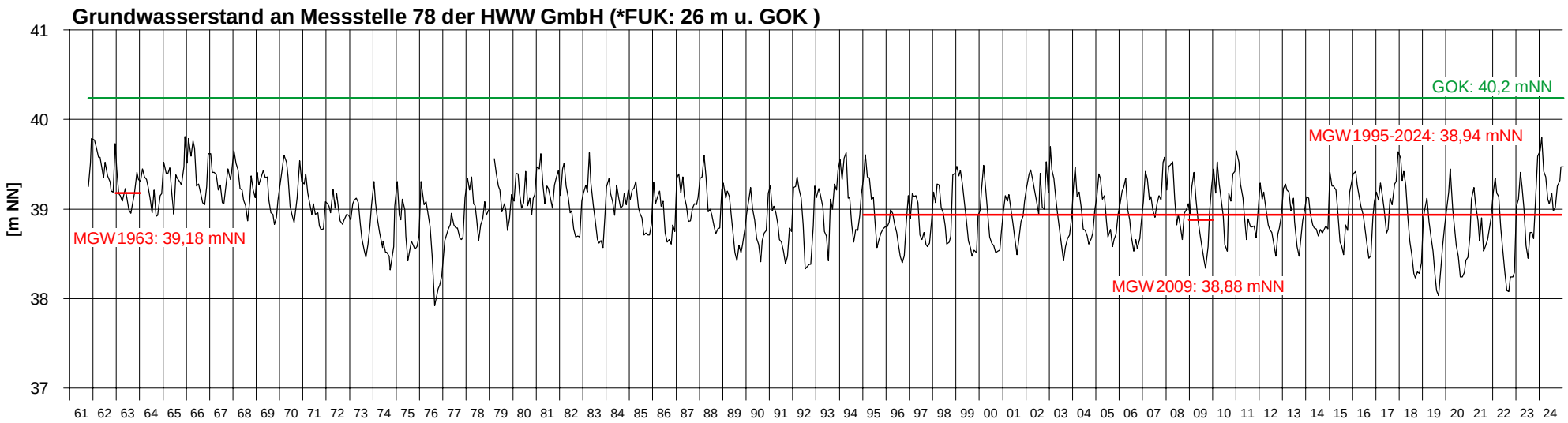
Anlage 5.1

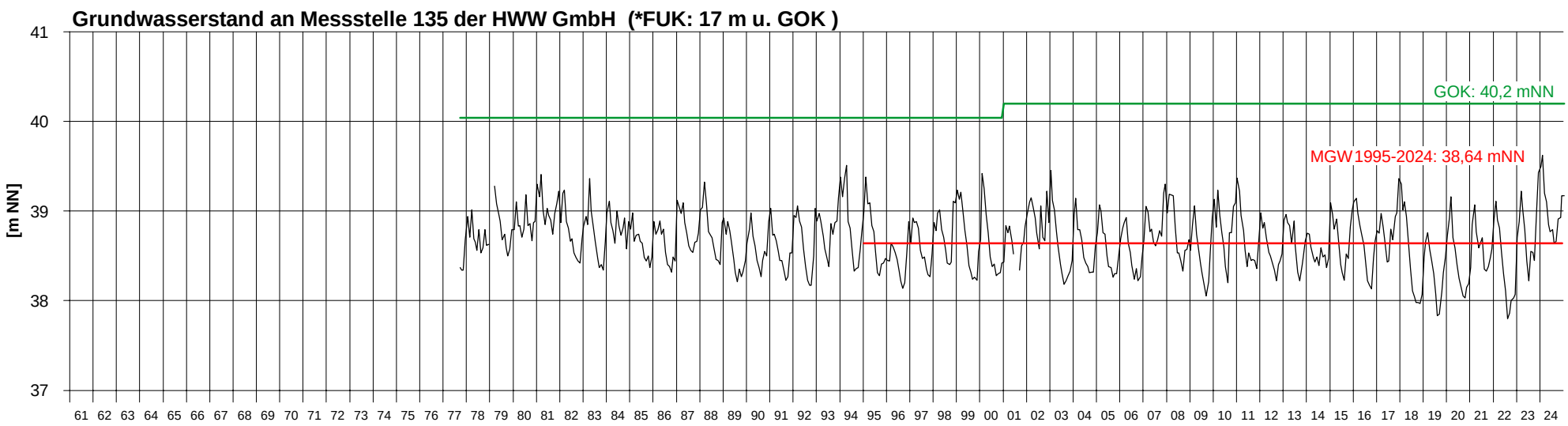
***FUK: ausgelotete tiefe der Messstelle abzüglich 1m Sumpfrohr**





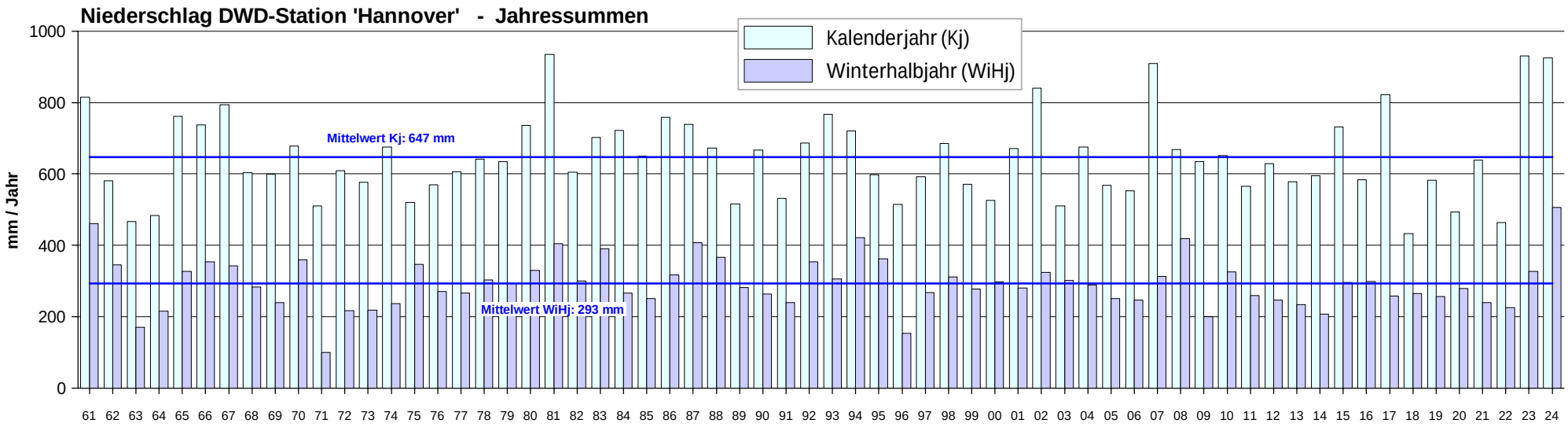


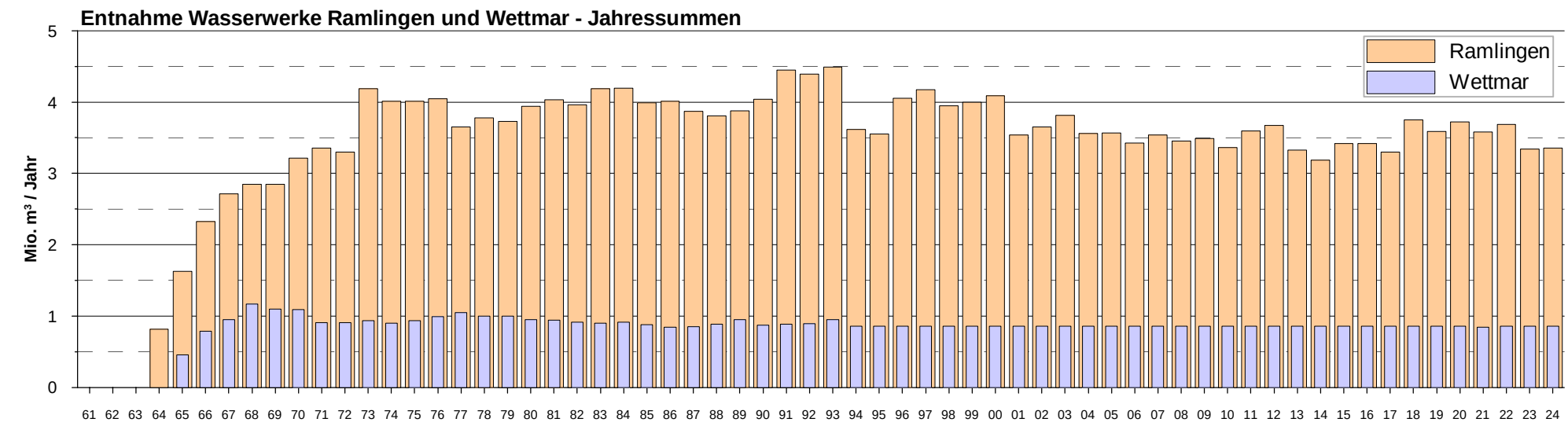


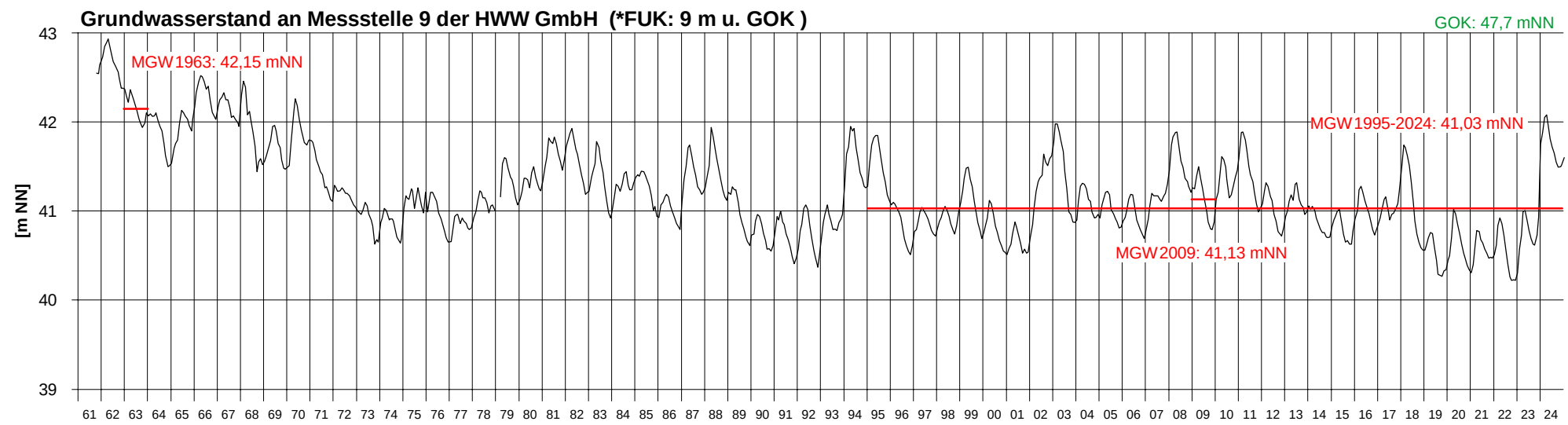


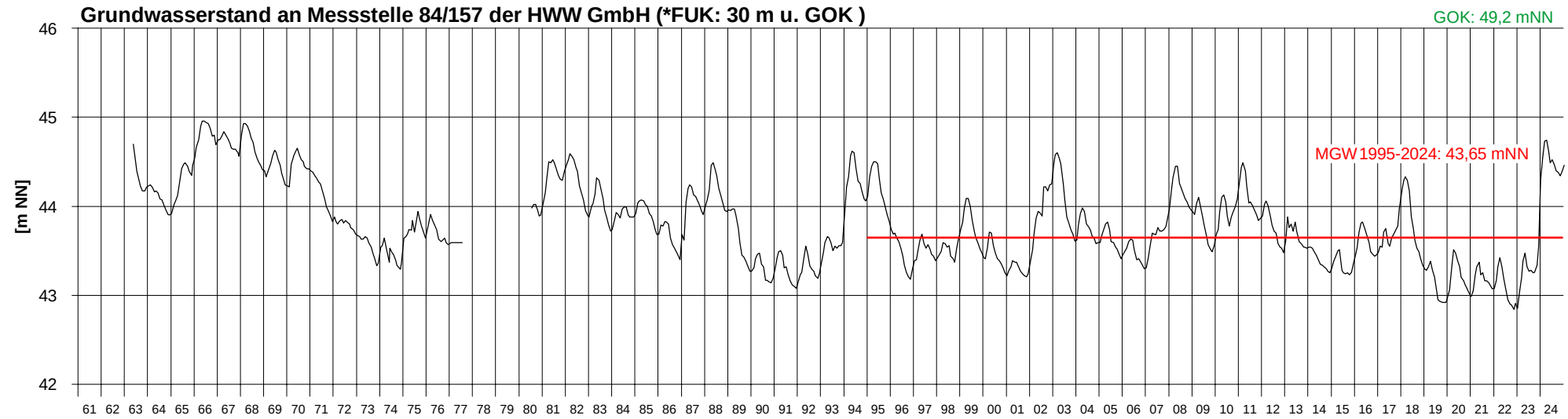
Anlage 5.2

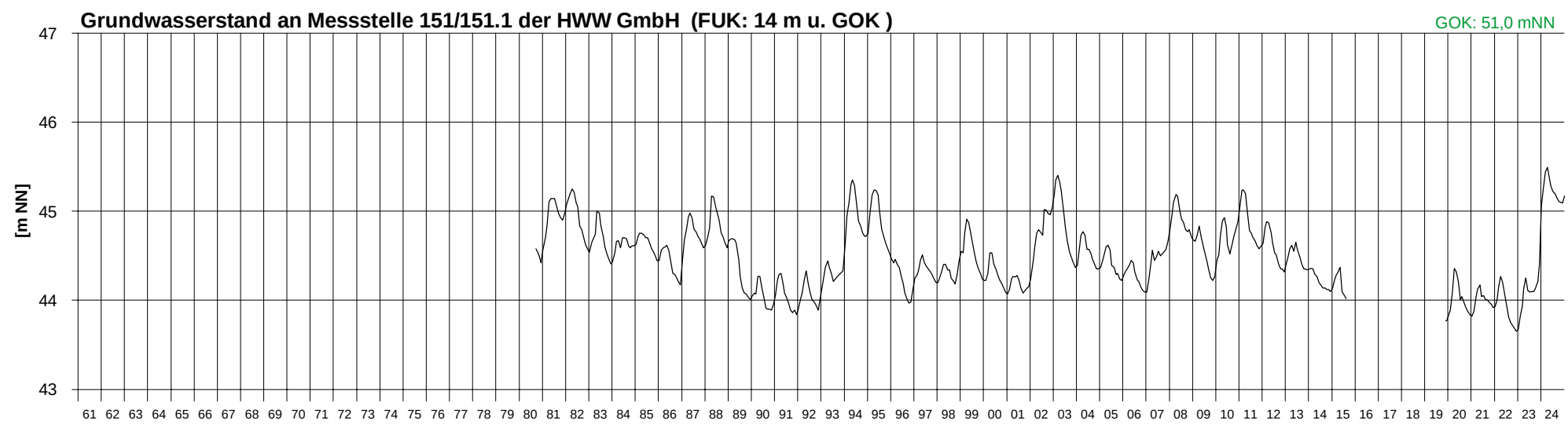
***FUK: ausgelotete tiefe der Messstelle abzüglich 1m Sumpfrohr**





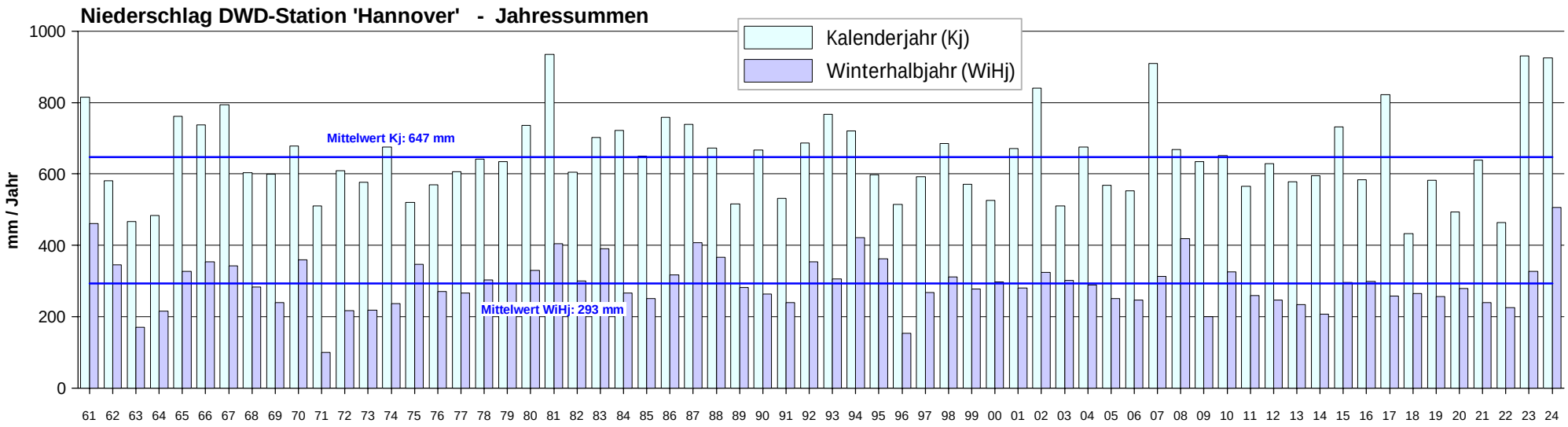


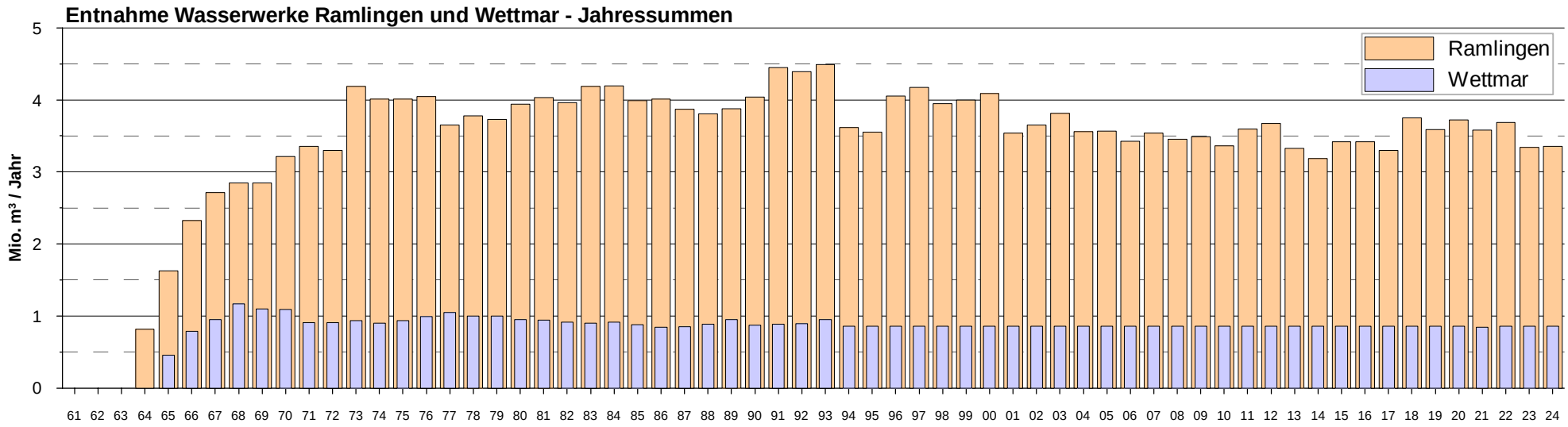


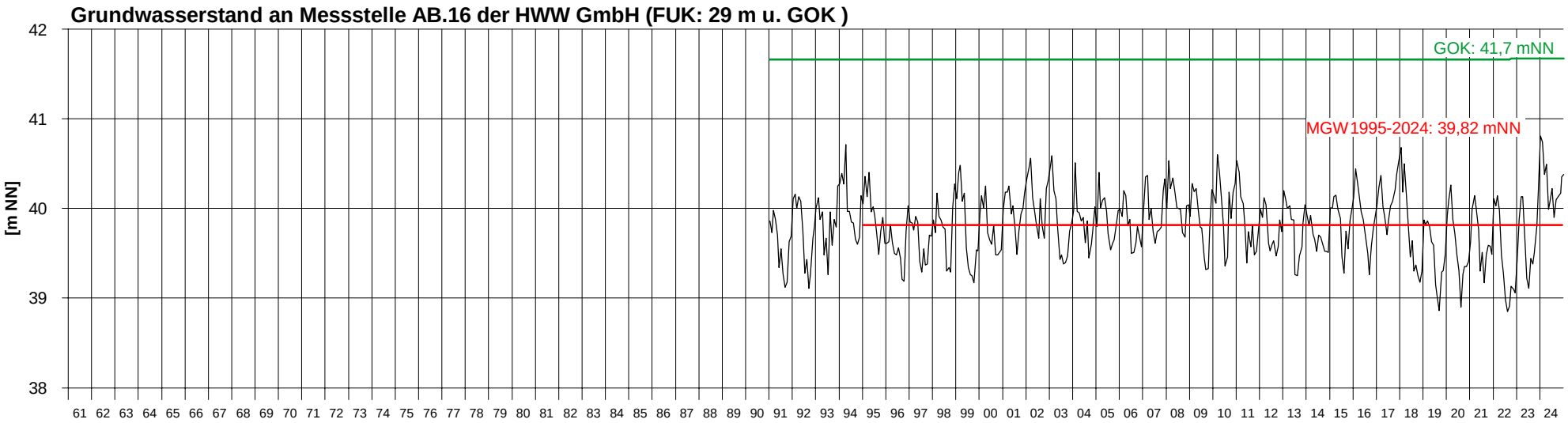


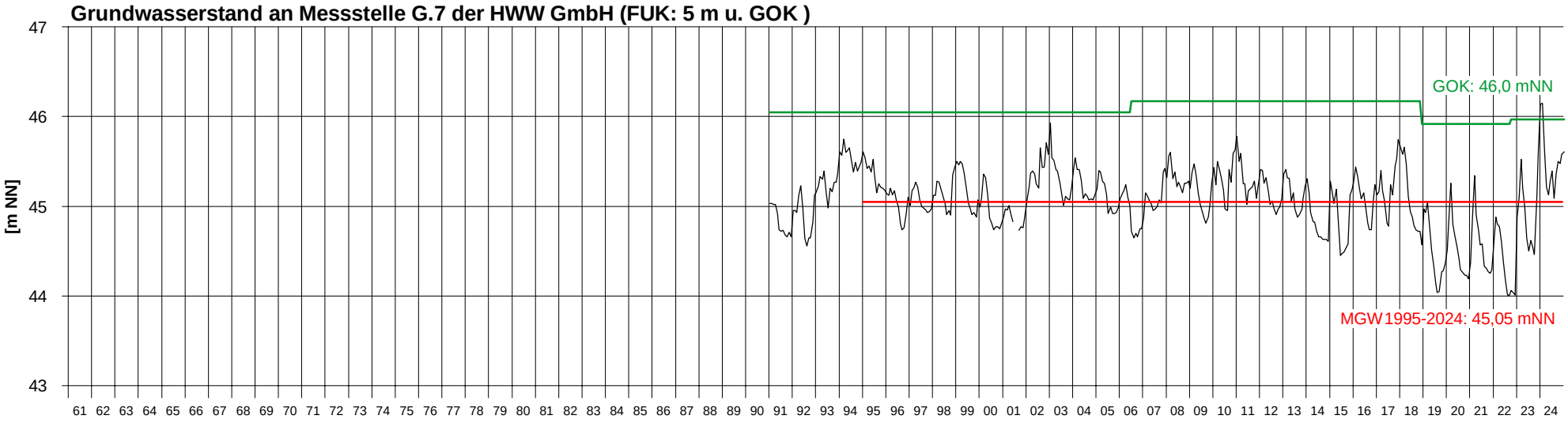
Anlage 5.3

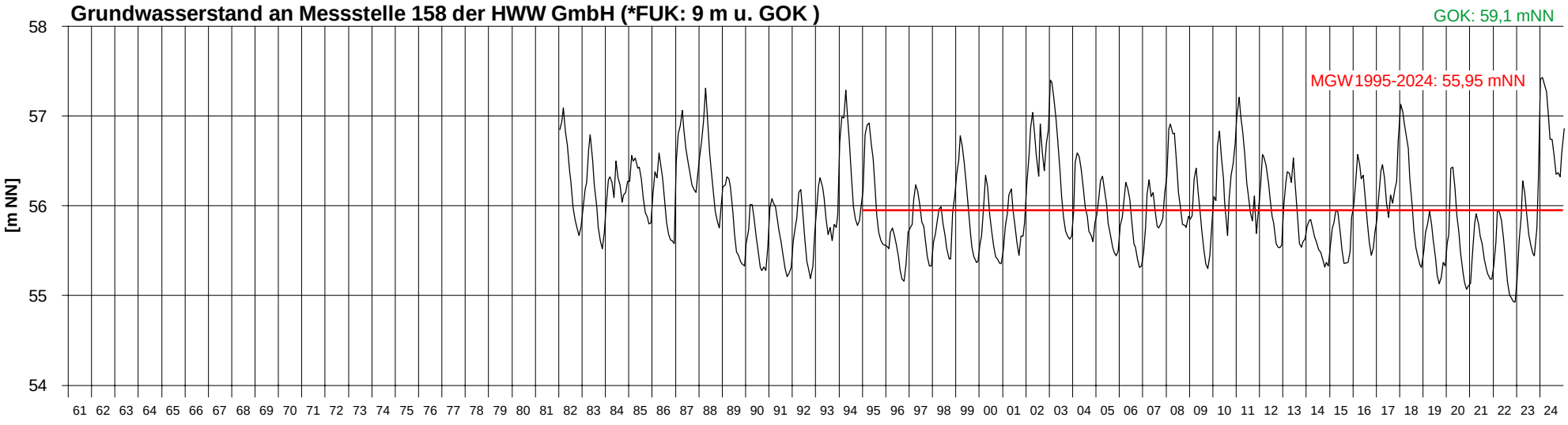
***FUK: ausgelotete tiefe der Messstelle abzüglich 1m Sumpfrohr**



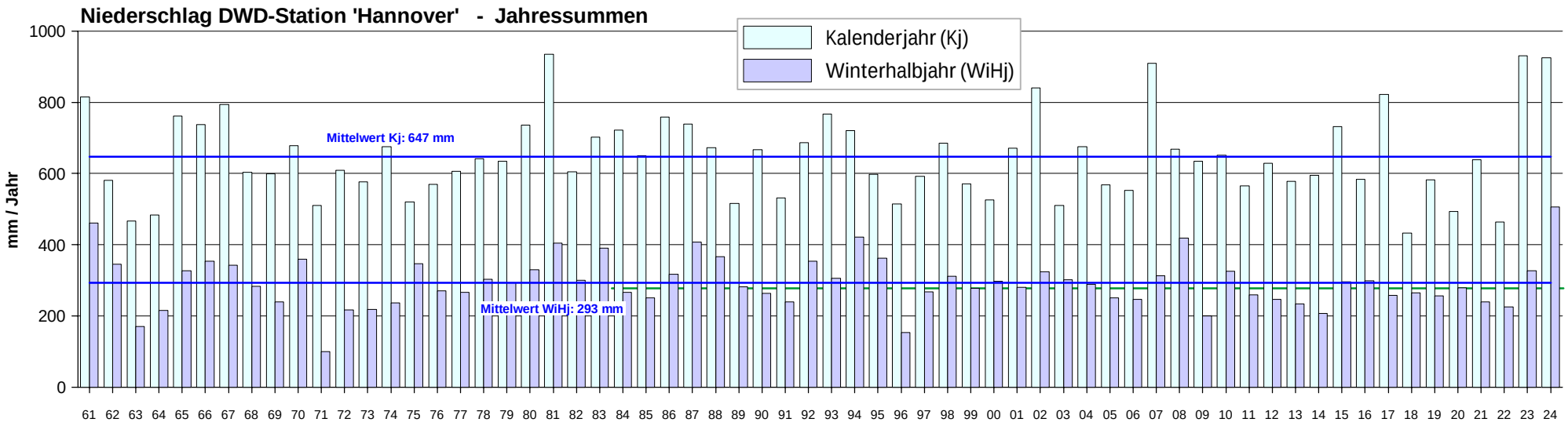


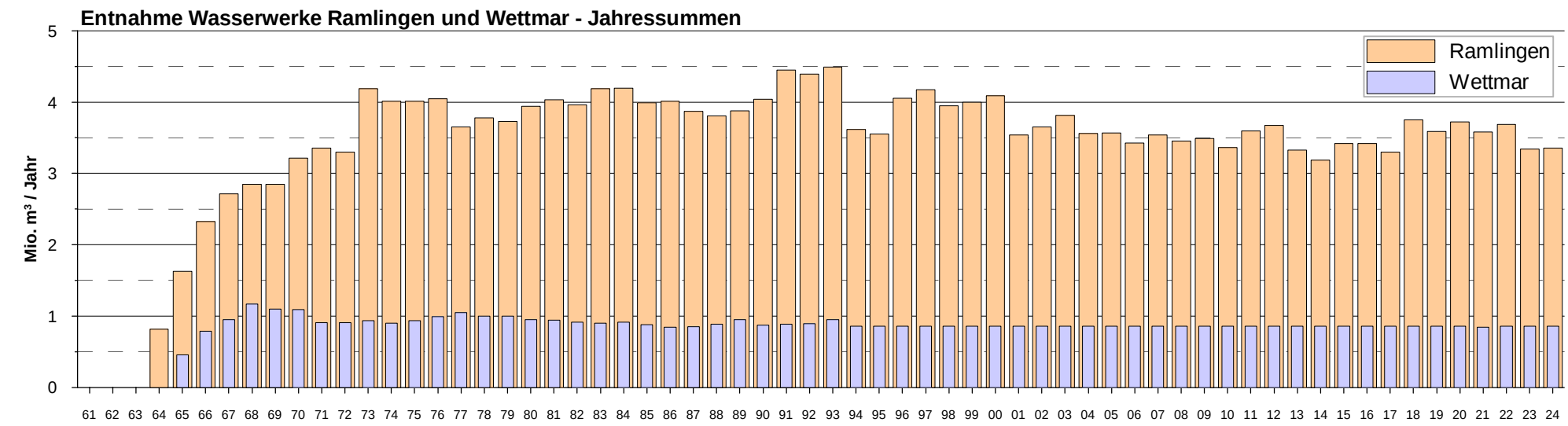


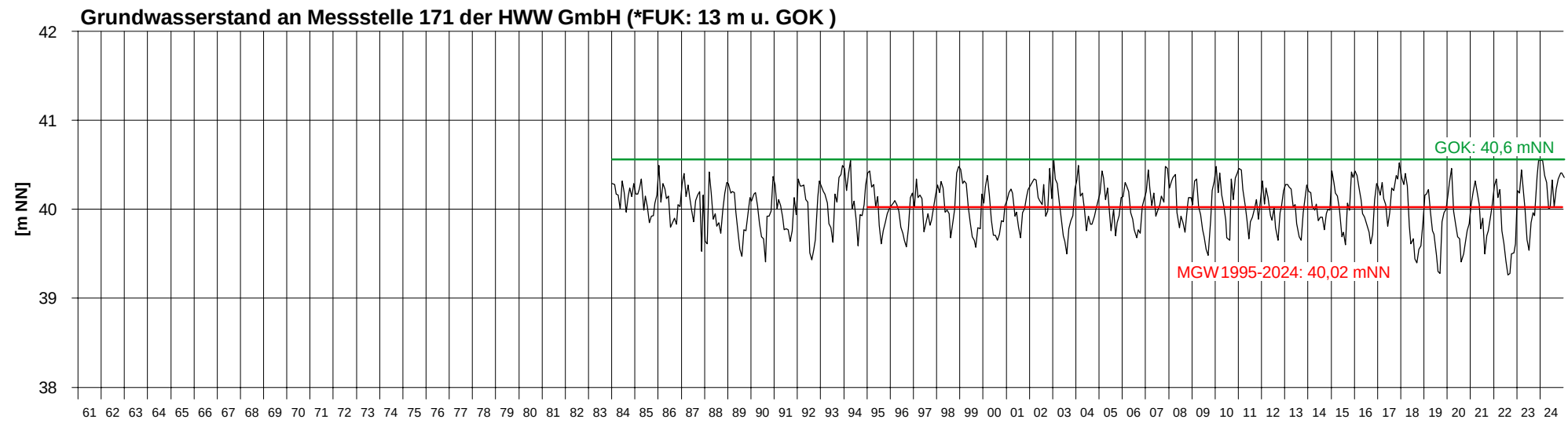


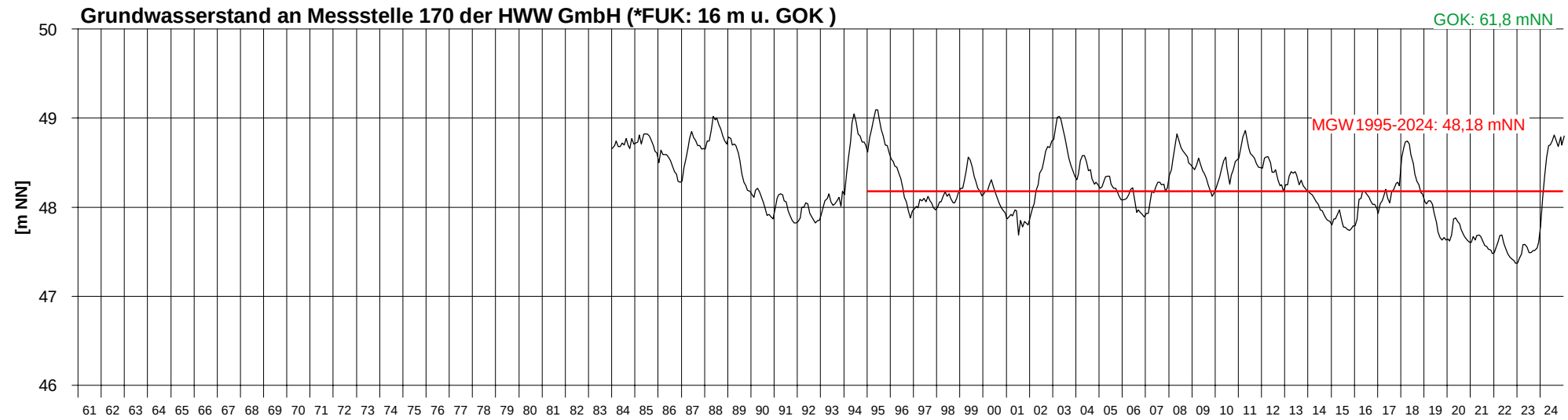


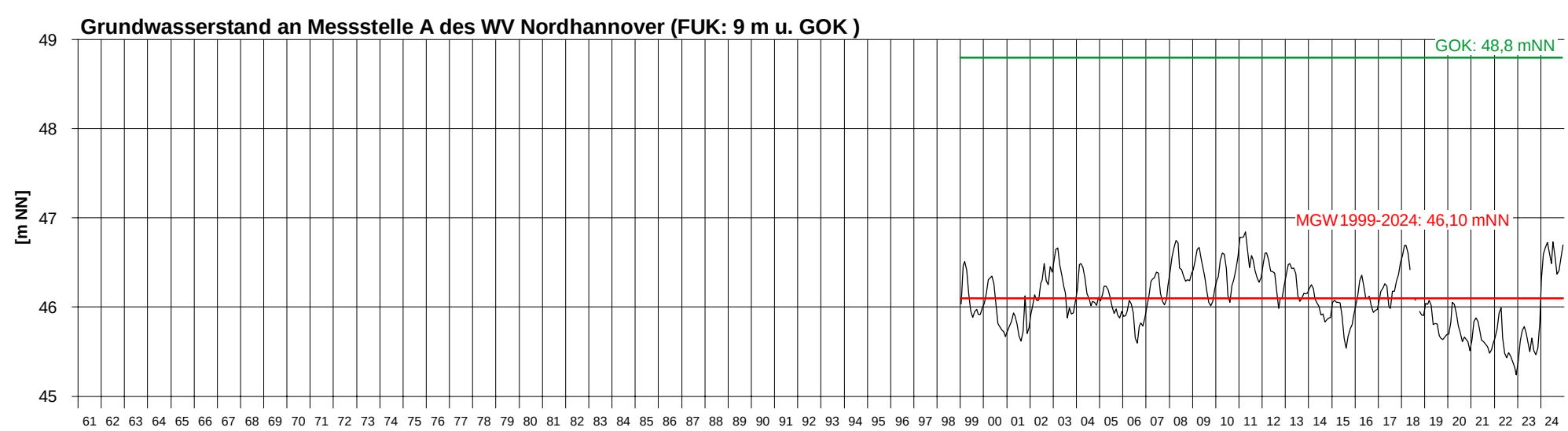
***FUK: ausgelotete tiefe der Messstelle abzüglich 1m Sumpfrohr**





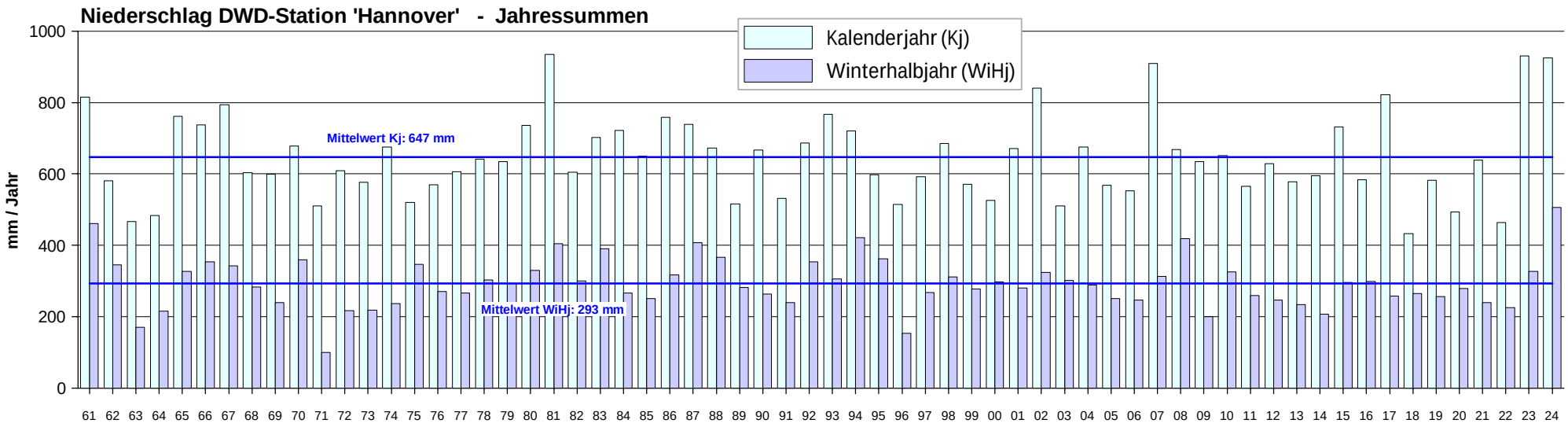


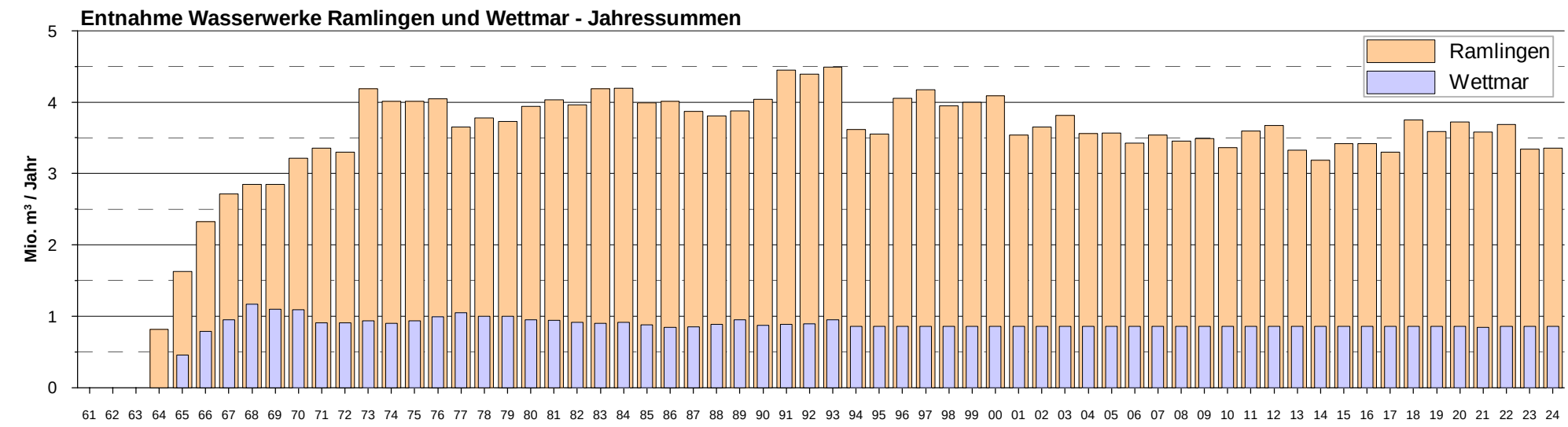


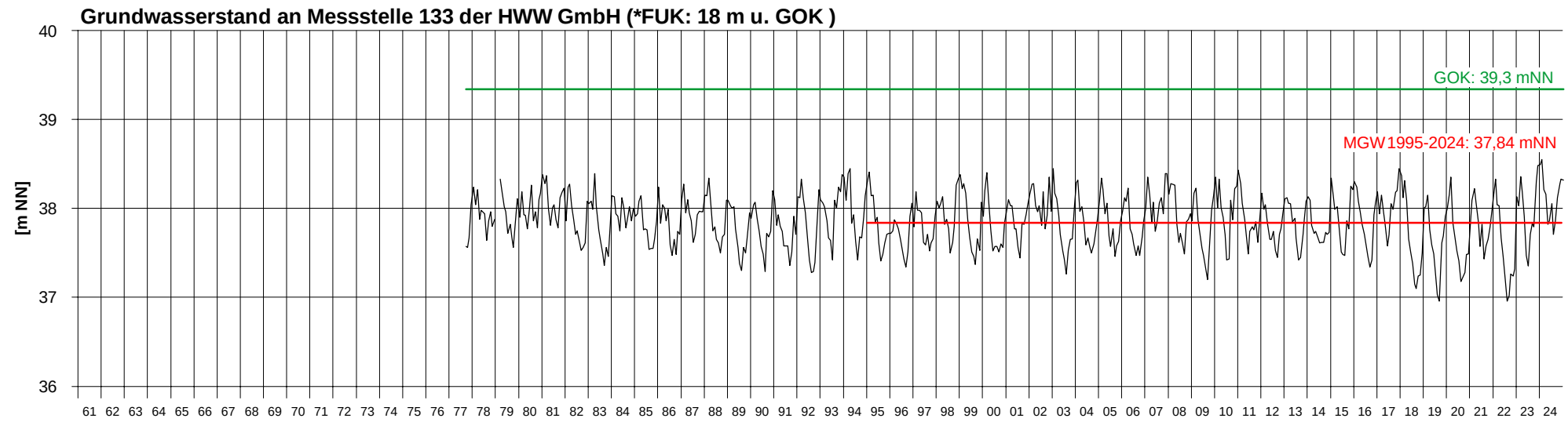


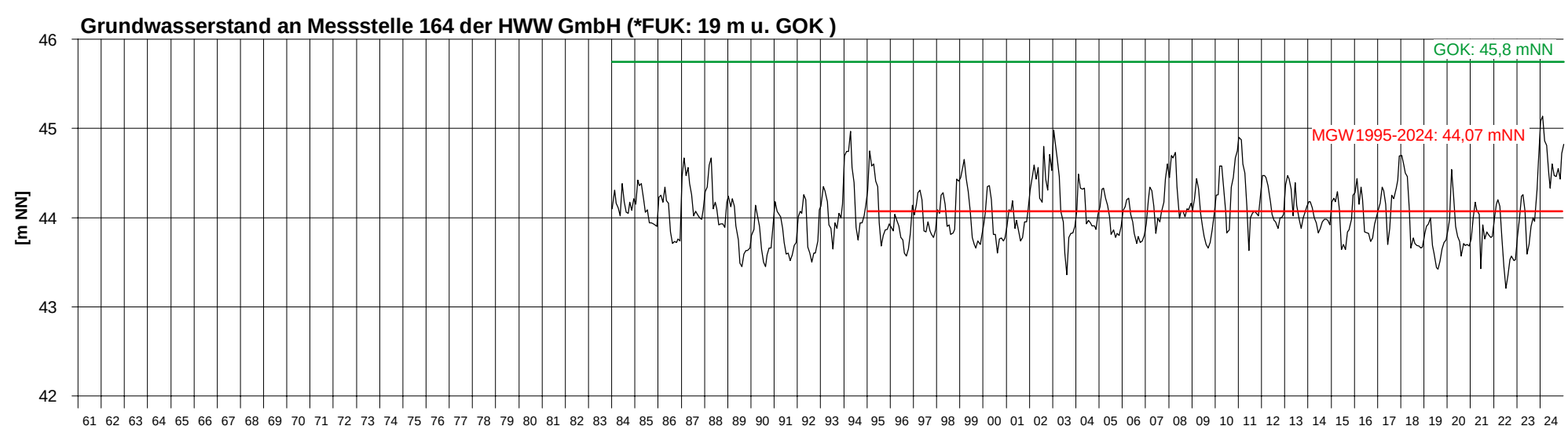
Anlage 5.5

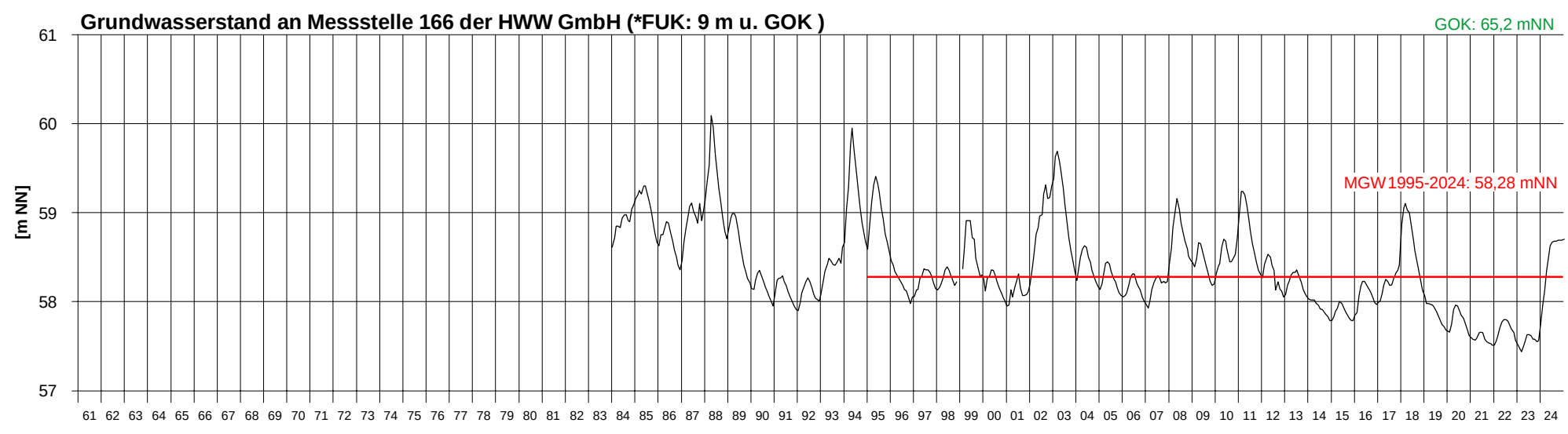
***FUK: ausgelotete tiefe der Messstelle abzüglich 1m Sumpfrohr**





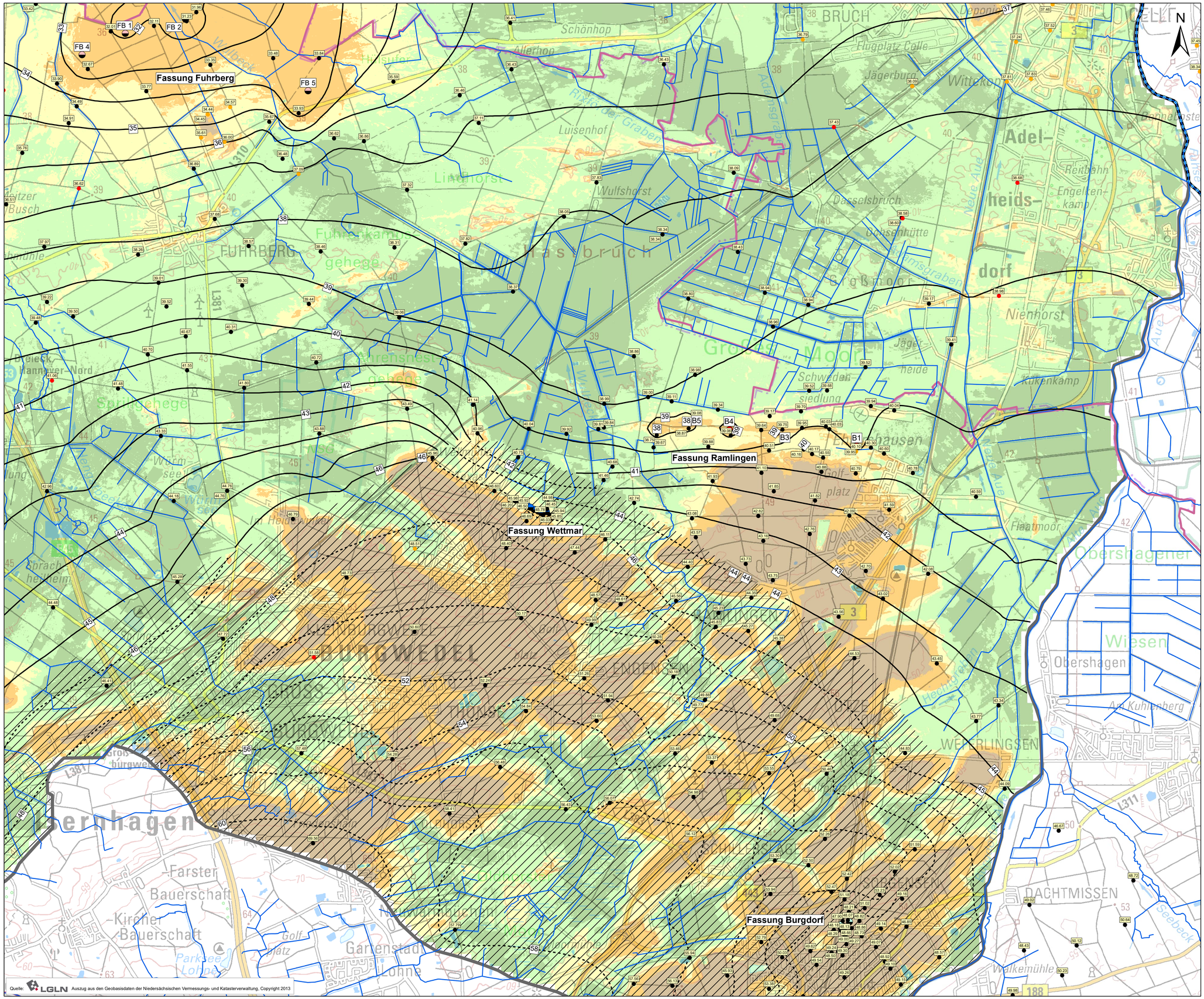






Anlage 5.6

***FUK: ausgelotete tiefe der Messstelle abzüglich 1m Sumpfrohr**



N

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Grundwassermessstellen mit MGW Kalenderjahr 2004 [mNN]

35.33

- mindestens 10 Werte
- weniger als 10 Werte
- Wert über lineare Regressionsgleichung abgeschätzt

Linien gleicher Grundwasserspiegel [mNN] MGW Kalenderjahr 2004

gestrichelt: Bereich größerer Unsicherheit wegen komplexer hydrogeologischer Verhältnisse (insbesondere im Bereich Großburgwedel - Oldhorst - Neuwarmbüchen)

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasser-Flurabstand [m]

Grundlage:
DGM5 (LGLN, 2018) mit einer Auflösung von 10 m und Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW2004 (geohydrologisch etwa mittlere Situation)

- < 1
- 1 bis 2
- 2 bis 3
- 3 bis 5
- > 5

0 500 1000 2000 Meter

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

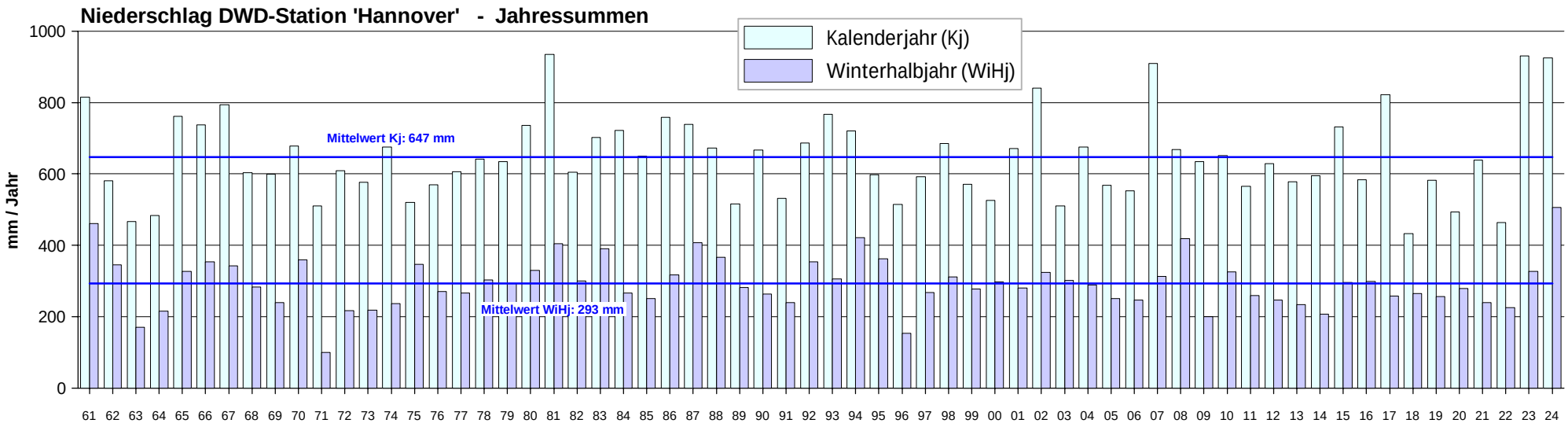
Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

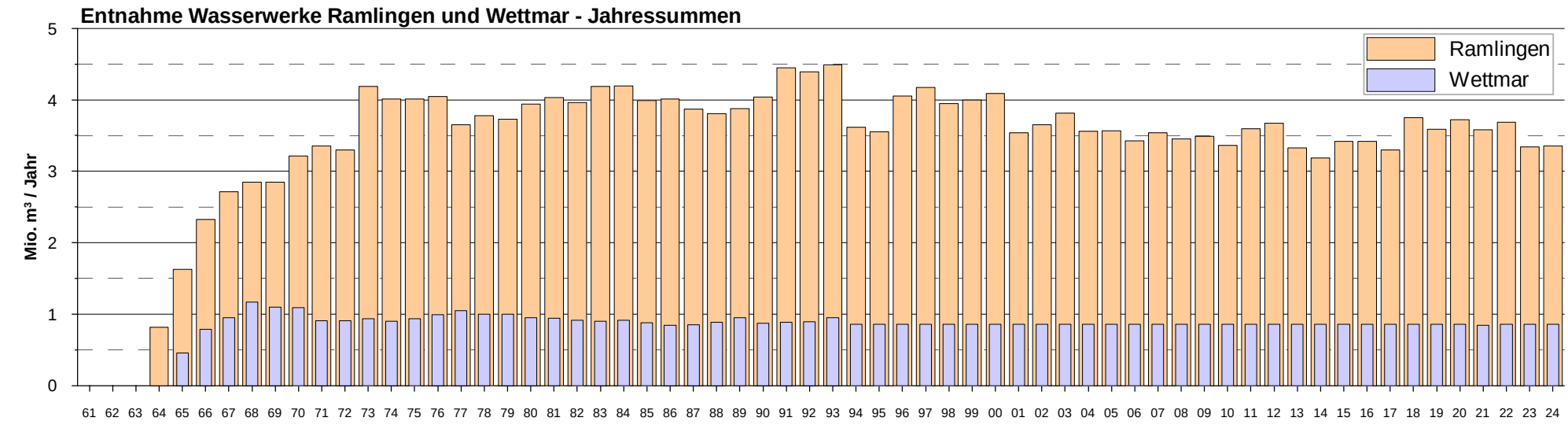
Grundwasserhöhen-Gleichenplan Grundwasser-Flurabstandsplan

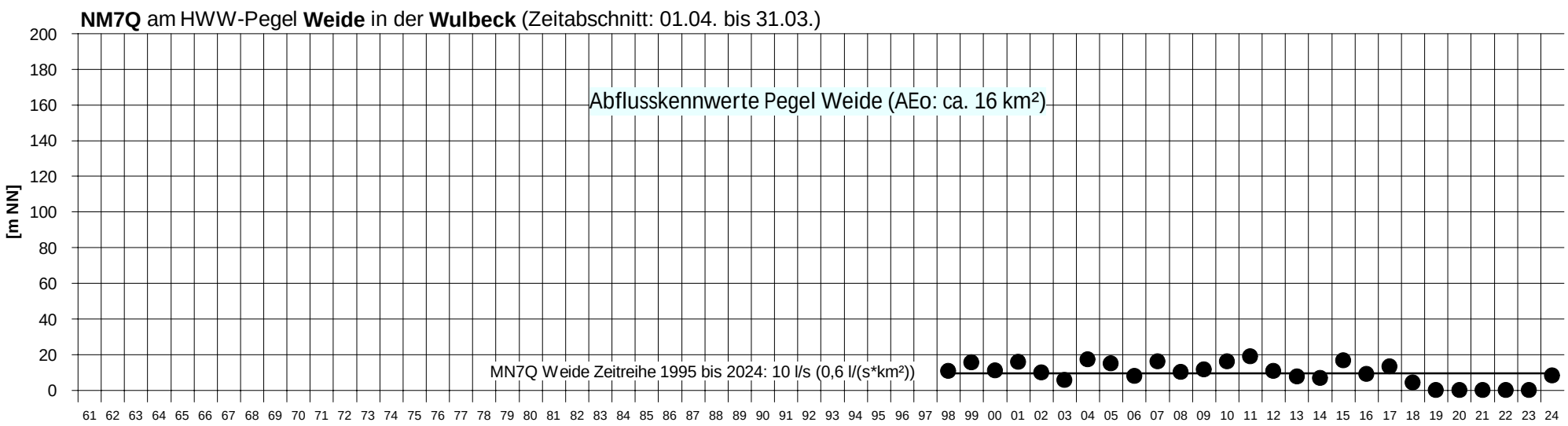
MGW 2004

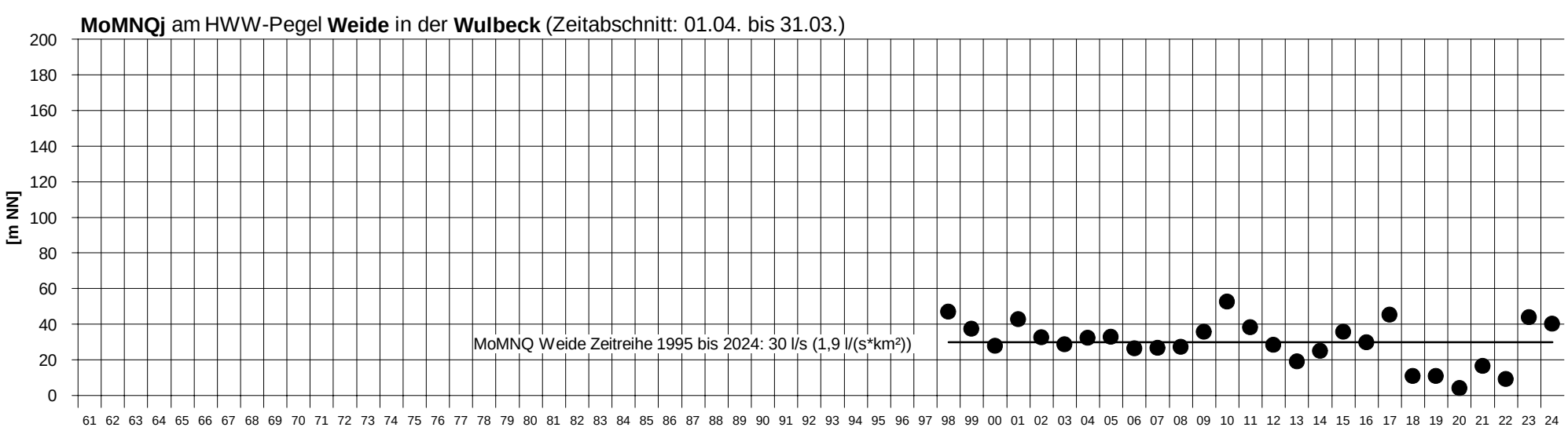
Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 6**

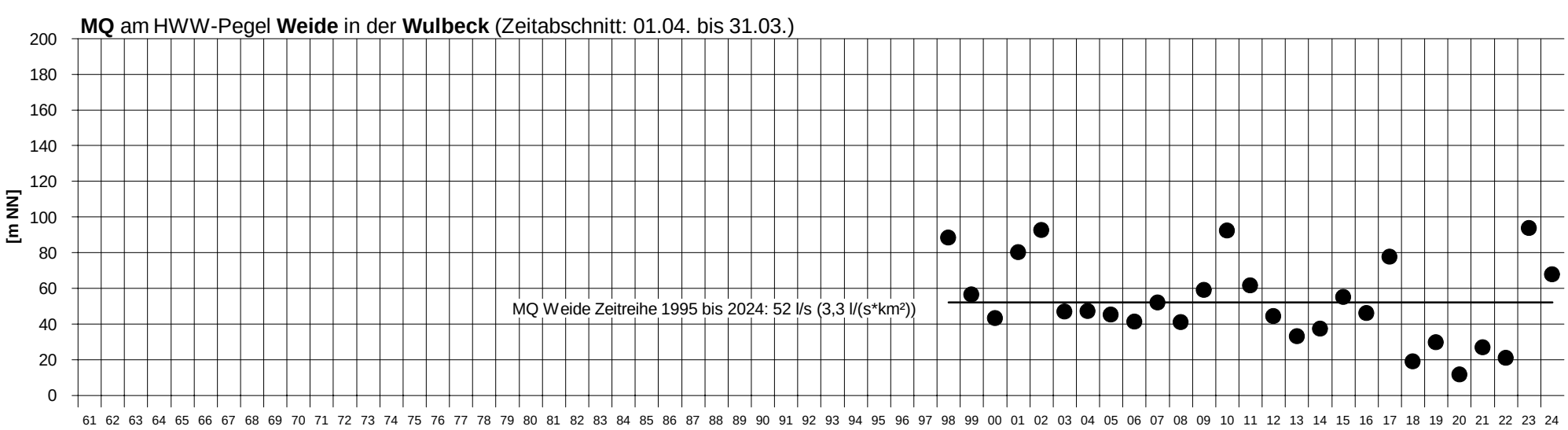
Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40

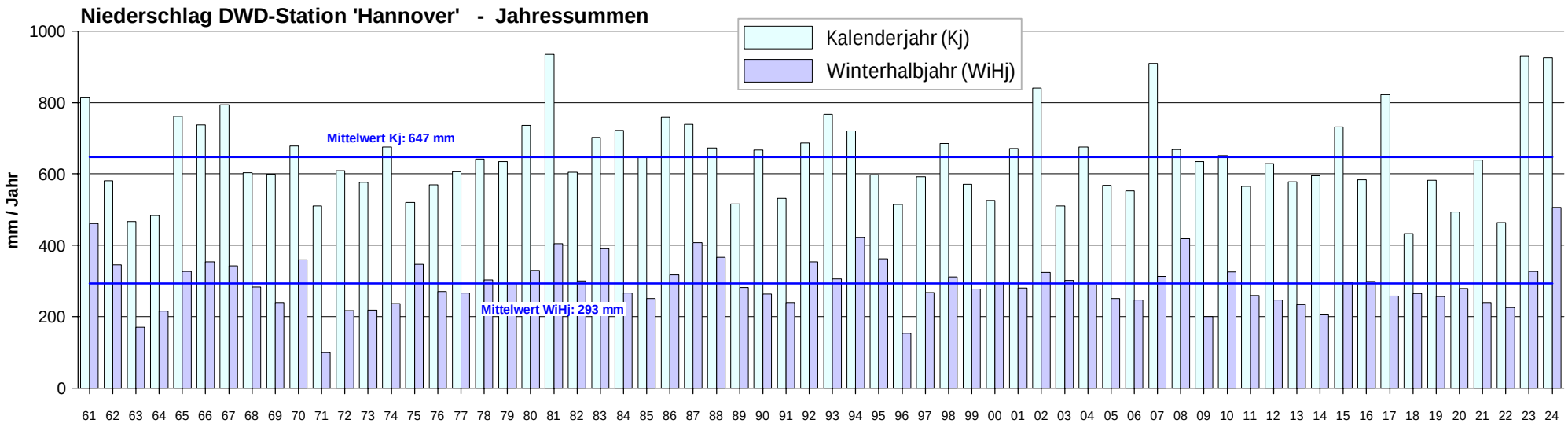

Niederschlag DWD-Station 'Hannover' - Jahressummen
Kalenderjahr (Kj)
Winterhalbjahr (WiHj)
Mittelwert Kj: 647 mm
Mittelwert WiHj: 293 mm
mm / Jahr
0
200
400
600
800
1000
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

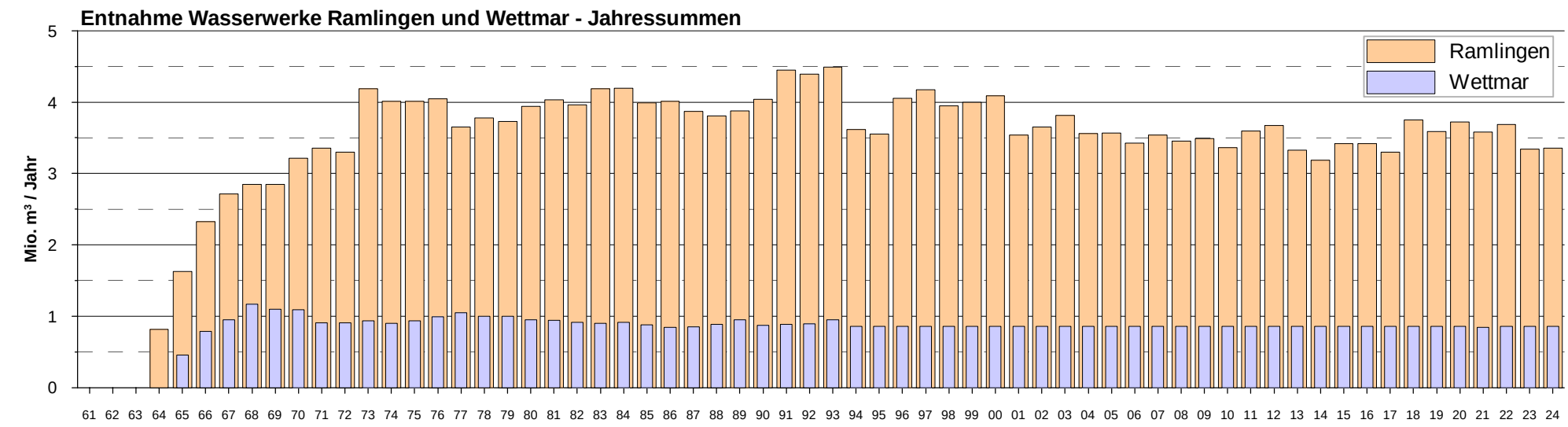

Entnahme Wasserwerke Ramlingen und Wettmar - Jahressummen
Ramlingen
Wettmar
Mio. m³ / Jahr
0
1
2
3
4
5
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

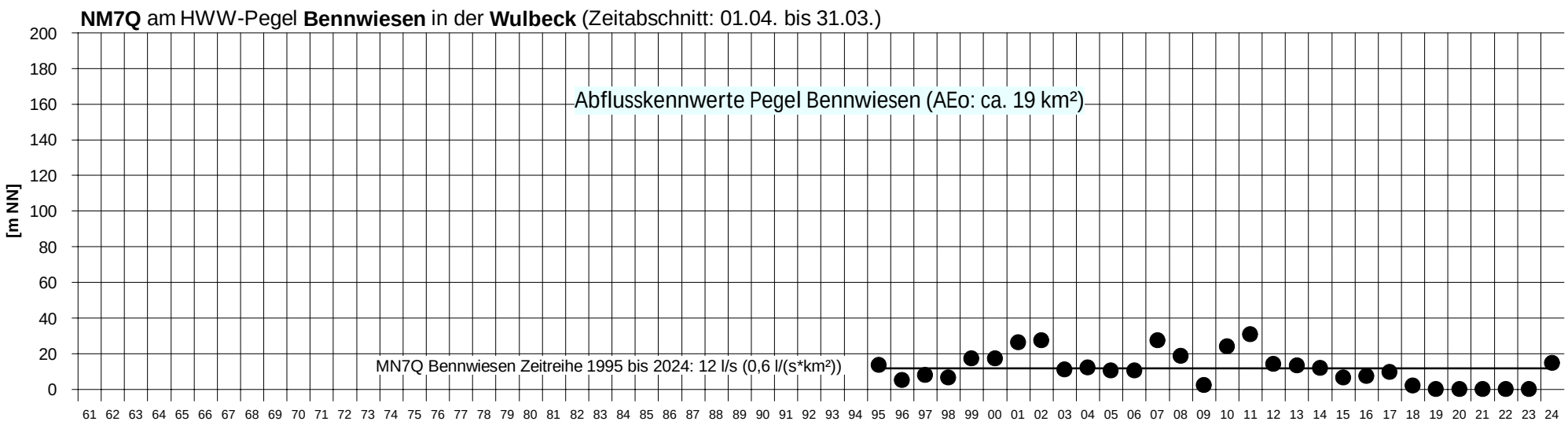

NM7Q am HWW-Pegel Weide in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
Abflusskennwerte Pegel Weide (AEo: ca. 16 km²)
MN7Q Weide Zeitreihe 1995 bis 2024: 10 l/s (0,6 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

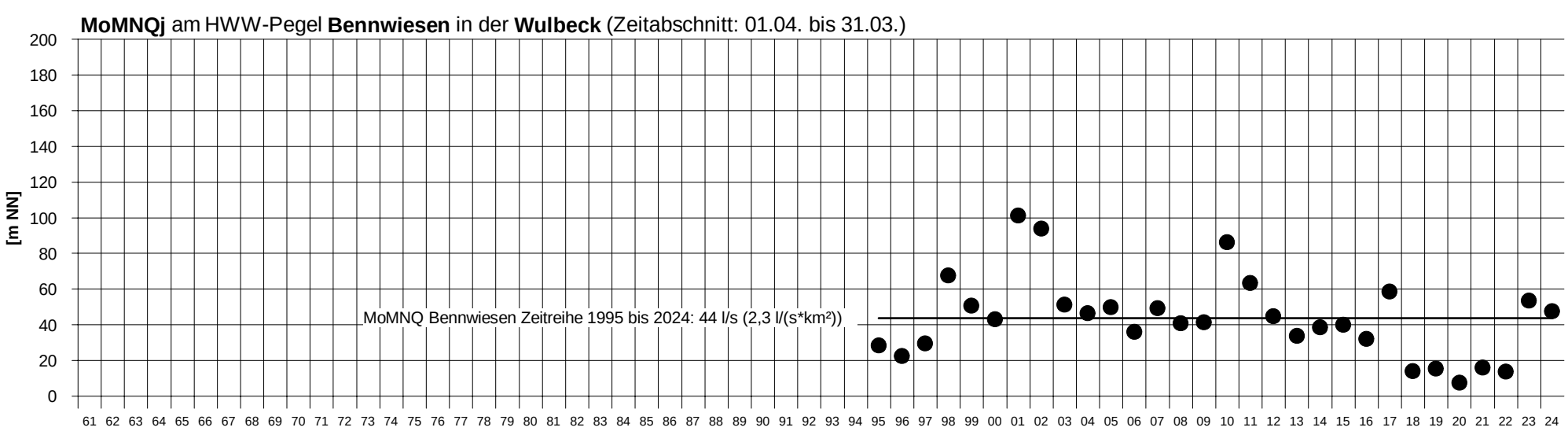

MoMNQj am HWW-Pegel Weide in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
MoMNQ Weide Zeitreihe 1995 bis 2024: 30 l/s (1,9 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

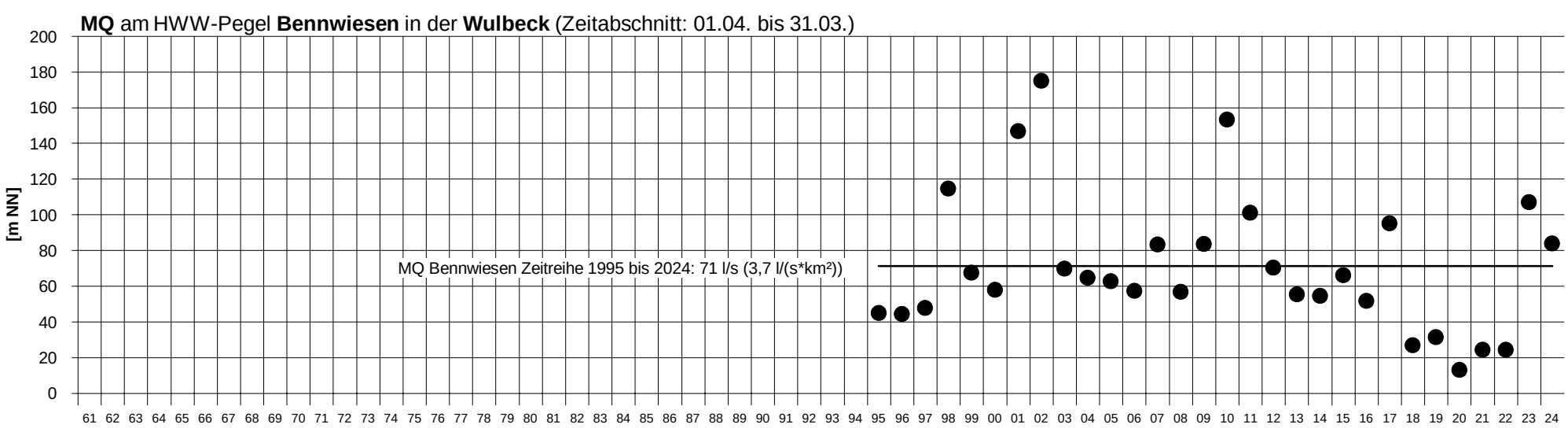

MQ am HWW-Pegel Weide in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
MQ Weide Zeitreihe 1995 bis 2024: 52 l/s (3,3 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

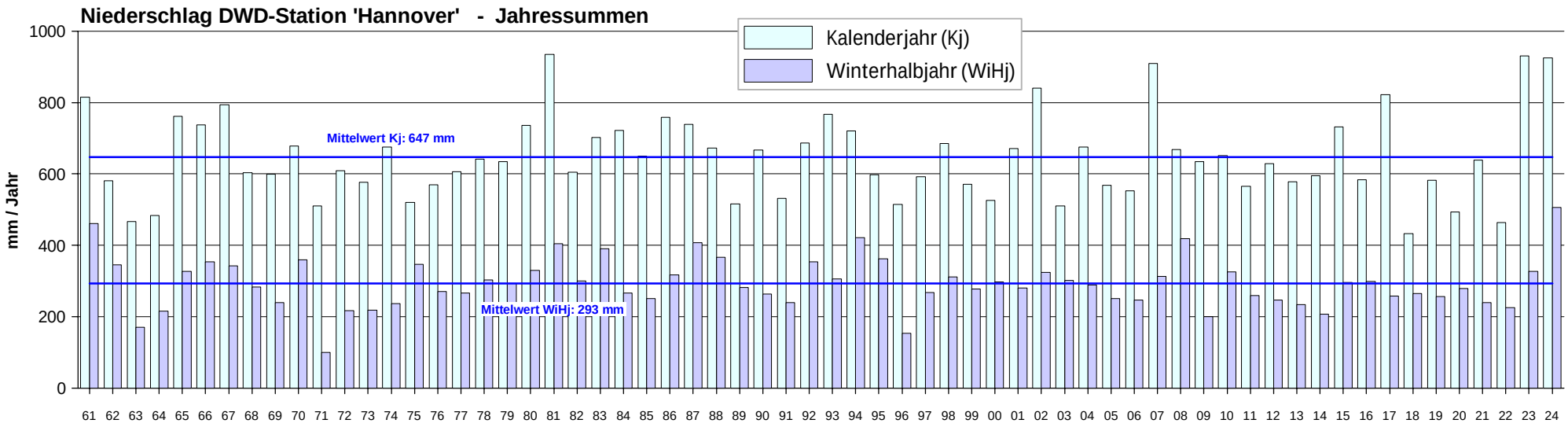

Niederschlag DWD-Station 'Hannover' - Jahressummen
Kalenderjahr (Kj)
Winterhalbjahr (WiHj)
Mittelwert Kj: 647 mm
Mittelwert WiHj: 293 mm
mm / Jahr
0
200
400
600
800
1000
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

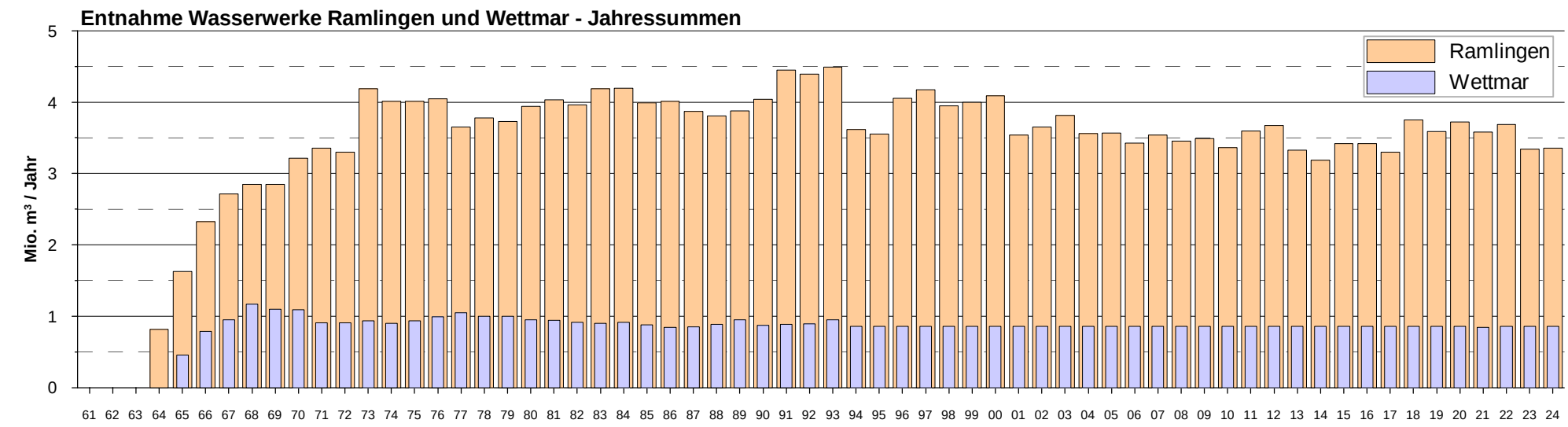

Entnahme Wasserwerke Ramlingen und Wettmar - Jahressummen
Ramlingen
Wettmar
Mio. m³ / Jahr
0
1
2
3
4
5
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

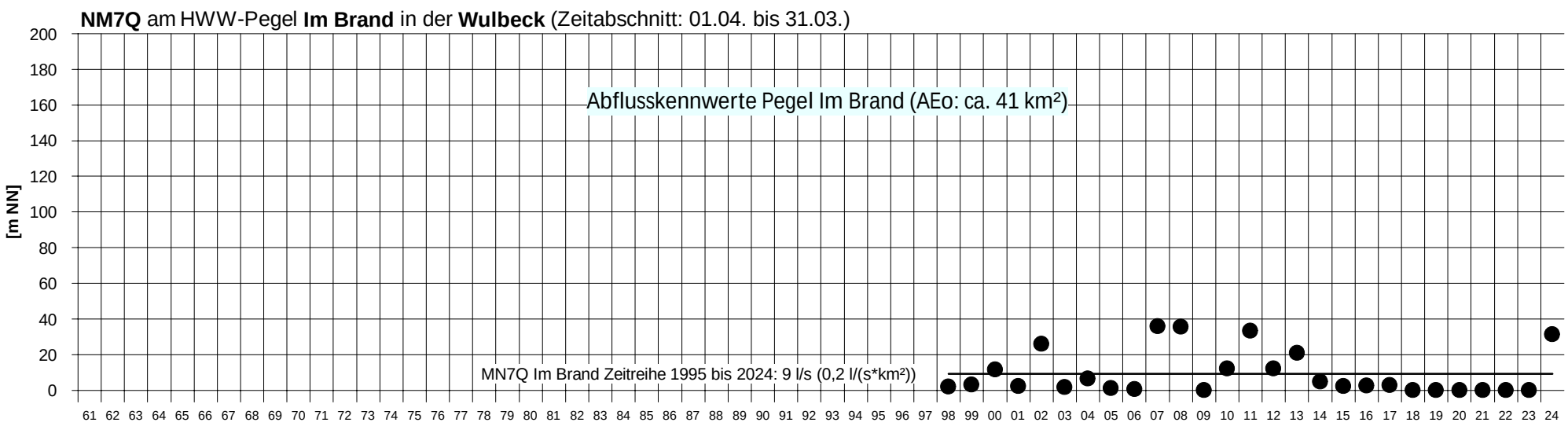

NM7Q am HWW-Pegel Bennwiesen in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
Abflusskennwerte Pegel Bennwiesen (AEo: ca. 19 km²)
MN7Q Bennwiesen Zeitreihe 1995 bis 2024: 12 l/s (0,6 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

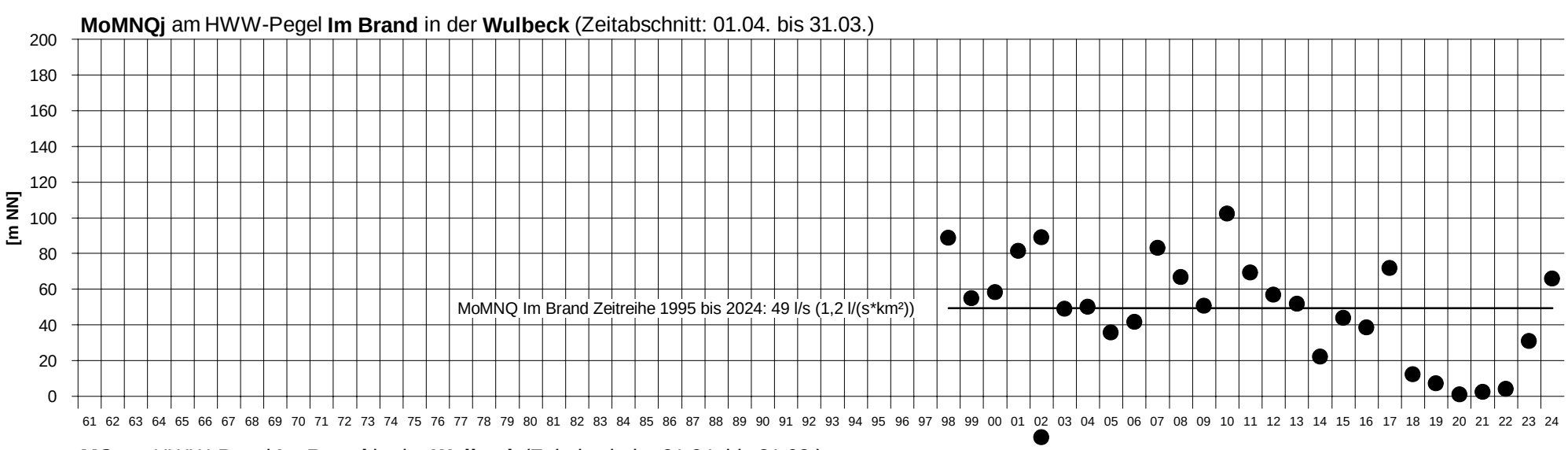

MoMNQj am HWW-Pegel Bennwiesen in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
MoMNQ Bennwiesen Zeitreihe 1995 bis 2024: 44 l/s (2,3 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

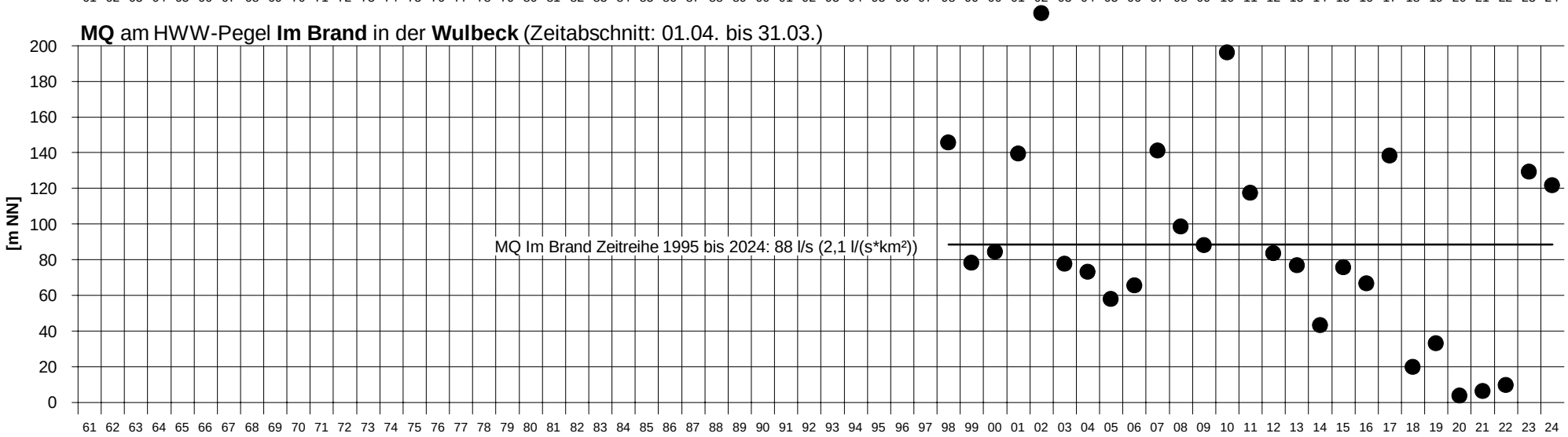

MQ am HWW-Pegel Bennwiesen in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
MQ Bennwiesen Zeitreihe 1995 bis 2024: 71 l/s (3,7 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

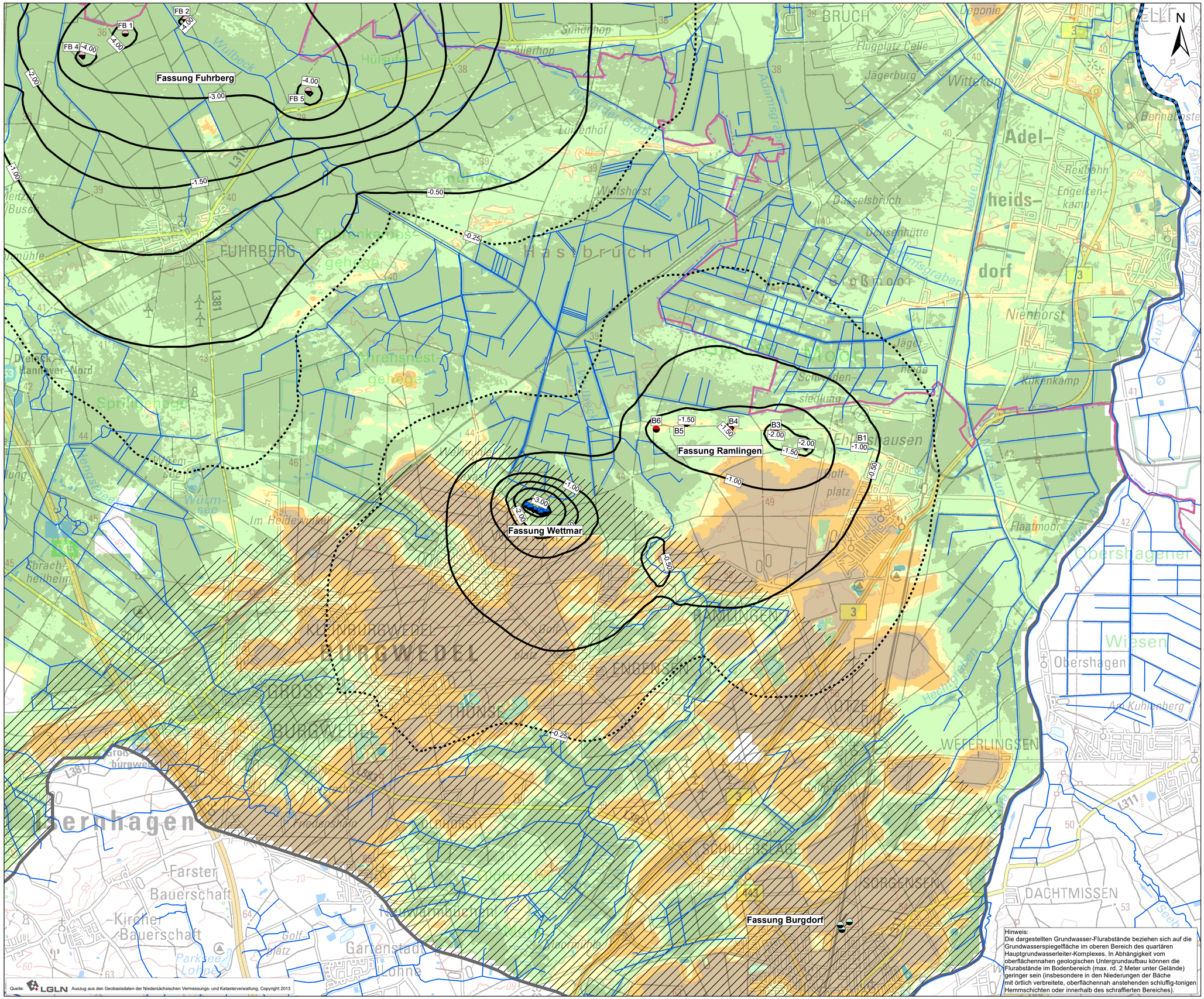

Niederschlag DWD-Station 'Hannover' - Jahressummen
Kalenderjahr (Kj)
Winterhalbjahr (WiHj)
Mittelwert Kj: 647 mm
Mittelwert WiHj: 293 mm
mm / Jahr
0
200
400
600
800
1000
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


Entnahme Wasserwerke Ramlingen und Wettmar - Jahressummen
Ramlingen
Wettmar
Mio. m³ / Jahr
0
1
2
3
4
5
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


NM7Q am HWW-Pegel Im Brand in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
Abflusskennwerte Pegel Im Brand (AEo: ca. 41 km²)
MN7Q Im Brand Zeitreihe 1995 bis 2024: 9 l/s (0,2 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


MoMNQj am HWW-Pegel Im Brand in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
MoMNQ Im Brand Zeitreihe 1995 bis 2024: 49 l/s (1,2 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


MQ am HWW-Pegel Im Brand in der Wulbeck (Zeitabschnitt: 01.04. bis 31.03.)
MQ Im Brand Zeitreihe 1995 bis 2024: 88 l/s (2,1 l/(s*km²))
[m NN]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Linien gleicher Absenkung [m]
im oberen Bereich des Hauptgrundwasserleiter-Komplexes zwischen Ist-Zustand
(39,39 Mio. m³/a, Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2017 für "Fuhrberger Feld", WW Ramlingen und WW Wettmar) und Null-Zustand
(ohne Entnahme aus den genannten Fassungen)

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasser-Flurabstand [m]

Grundlage:
DGM5 (LGLN, 2018) mit einer Auflösung von 10 m und Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW2004 (geohydrologisch etwa mittlere Situation, s. Anlage 6.1) ohne Entnahme aus den Fassungen "Fuhrberger Feld", "Ramlingen" und "Wettmar"

- < 1
- 1 bis 2
- 2 bis 3
- 3 bis 5
- > 5

0 500 1000 2000 Meter

Quelle: LGLN Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Copyright 2013

Hinweis:
Die dargestellten Grundwasser-Flurabstände beziehen sich auf die Grundwasserspiegelfläche im oberen Bereich des quartären Hauptgrundwasserleiter-Komplexes. In Abhängigkeit vom oberflächennahen geologischen Untergrundaufbau können die Flurabstände im Bodenbereich (max. rd. 2 Meter unter Gelände) geringer sein (insbesondere in den Niederungen der Bäche mit örtlich verbreitete, oberflächennah anstehenden schluffig-tonigen Hemmschichten oder innerhalb des schraffierten Bereiches).

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

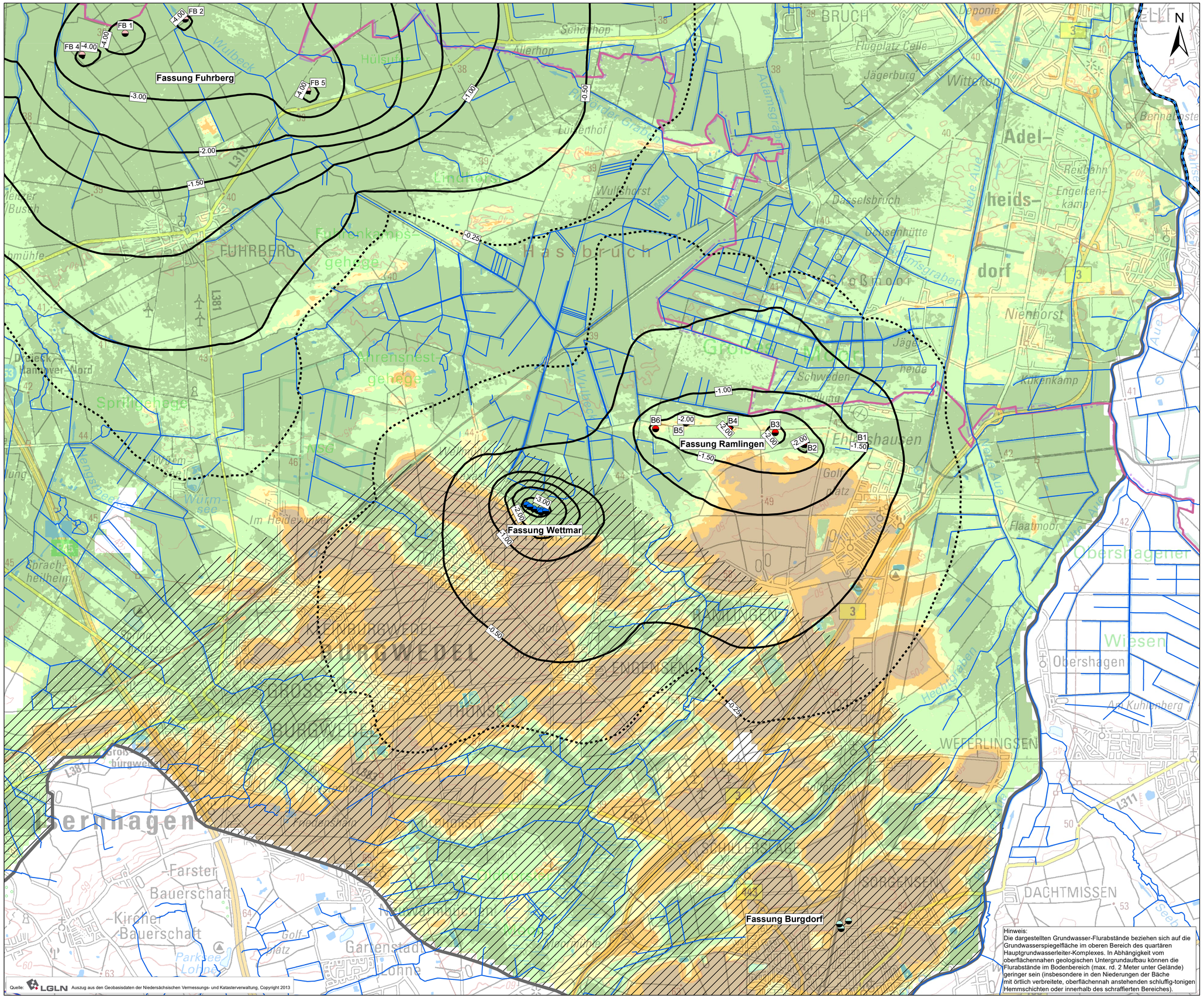
Linien gleicher Absenkung zwischen Ist- und Null-Zustand

Entnahme WW Ramlingen ca. 3,42 Mio. m³/a

Gw-Flurabstand: Ausgangszustand 'NULL'

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 8.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Linien gleicher Absenkung [m]
im oberen Bereich des Hauptgrundwasserleiter-Komplexes zwischen Prognose-Zustand (46,36 Mio. m³/a für "Fuhrberger Feld", WW Ramlingen und WW Wettmar)
und Null-Zustand
(ohne Entnahme aus den genannten Fassungen)

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasser-Flurabstand [m]

Grundlage:
DGM5 (LGLN, 2018) mit einer Auflösung von 10 m und Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW2004 (geohydrologisch etwa mittlere Situation, s. Anlage 6.1) ohne Entnahme aus den Fassungen "Fuhrberger Feld", "Ramlingen" und "Wettmar"

- < 1
- 1 bis 2
- 2 bis 3
- 3 bis 5
- > 5

0 500 1000 2000 Meter

Hinweis:
Die dargestellten Grundwasser-Flurabstände beziehen sich auf die Grundwasserspiegelfläche im oberen Bereich des quartären Hauptgrundwasserleiter-Komplexes. In Abhängigkeit vom oberflächennahen geologischen Untergrundaufbau können die Flurabstände im Bodenbereich (max. rd. 2 Meter unter Gelände) geringer sein (insbesondere in den Niederungen der Bäche mit örtlich verbreitete, oberflächennah anstehenden schluffig-tonigen Hemmschichten oder innerhalb des schraffierten Bereiches).

HARZ WASSER WERKE – Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

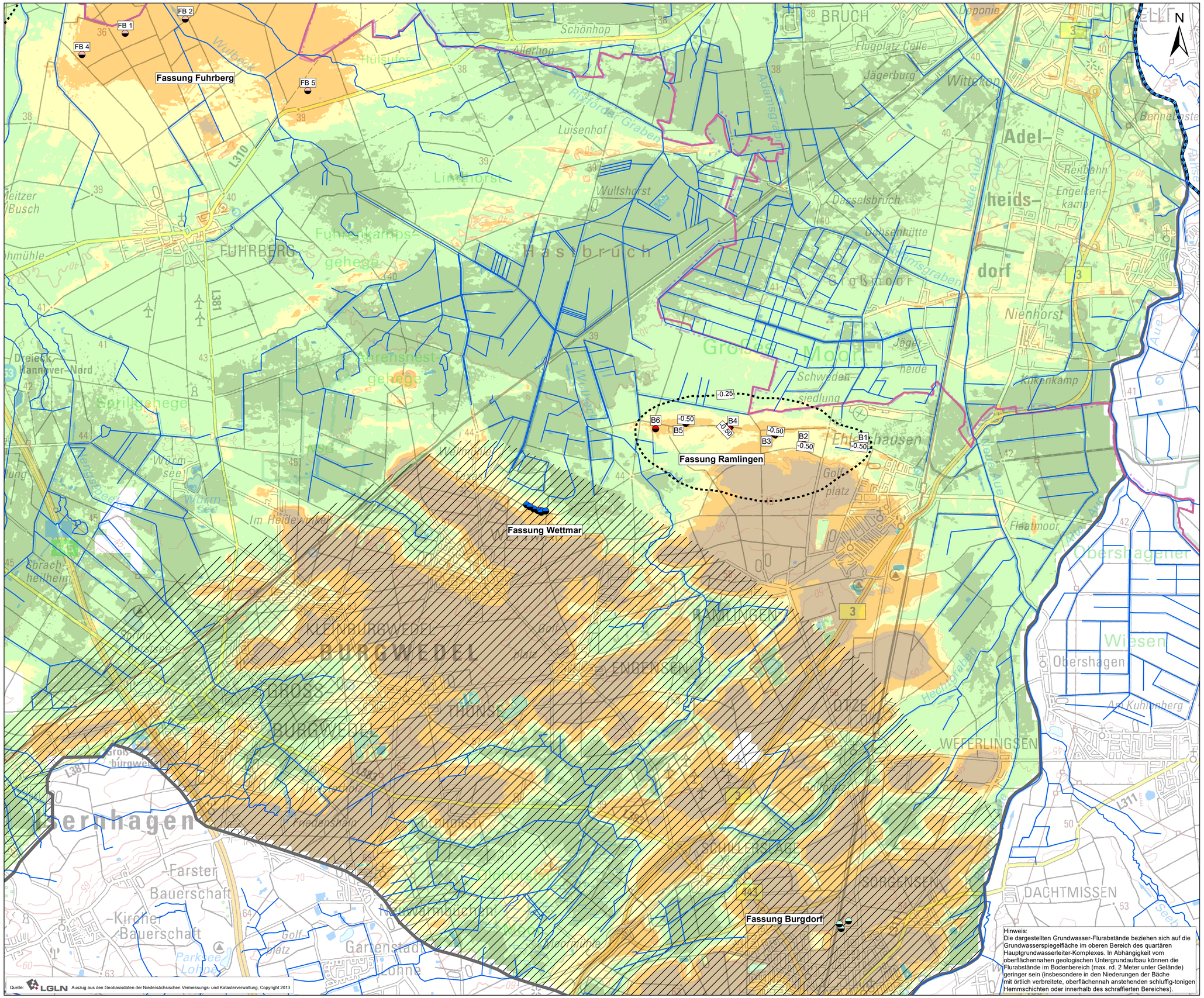
Linien gleicher Gesamtabsenkung zwischen Prognose- und Null-Zustand

Entnahme WW Ramlingen 4,50 Mio. m³/a

Gw-Flurabstand: Ausgangszustand 'NULL'

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 8.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



N

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf

Linien gleicher zusätzlicher Absenkung [m] im oberen Bereich des Hauptgrundwasserleiter-Komplexes zwischen Prognose-Zustand (46,36 Mio. m³/a für "Fuhrberger Feld", WW Ramlingen und WW Wettmar) und Ist-Zustand (39,39 Mio. m³/a, Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2017)

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

Grundwasser-Flurabstand [m]

Grundlage:
DGM5 (LGLN, 2018) mit einer Auflösung von 10 m und Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW2004 (geohydrologisch etwa mittlere Situation, s. Anlage 6.1) mit Ist-Entnahme aus den Fassungen "Fuhrberger Feld", "Ramlingen" und "Wettmar"

- < 1
- 1 bis 2
- 2 bis 3
- 3 bis 5
- > 5

0 500 1000 2000 Meter

Hinweis:
Die dargestellten Grundwasser-Flurabstände beziehen sich auf die Grundwasserspiegelfläche im oberen Bereich des quartären Hauptgrundwasserleiter-Komplexes. In Abhängigkeit vom oberflächennahen geologischen Untergrundaufbau können die Flurabstände im Bodenbereich (max. rd. 2 Meter unter Gelände) geringer sein (insbesondere in den Niederungen der Bäche mit örtlich verbreitete, oberflächennah anstehenden schluffig-tonigen Hemmschichten oder innerhalb des schraffierten Bereiches).

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

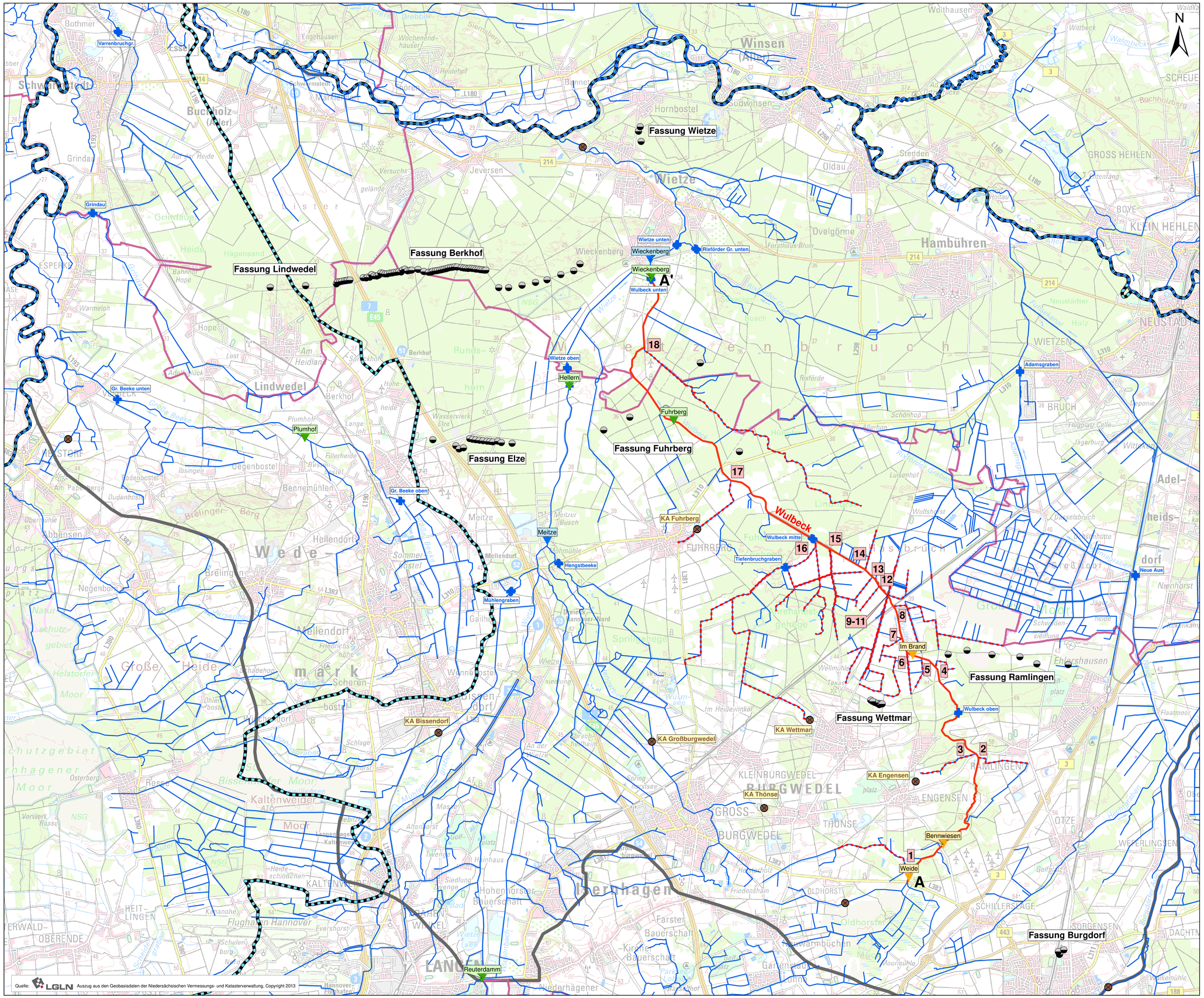
Linien gleicher zusätzlicher Absenkung zwischen Prognose- und Ist-Zustand

Entnahme WW Ramlingen 4,50 Mio. m³/a

Gw-Flurabstand: Ausgangszustand 'IST'

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 8.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40



Förderbrunnen Trinkwasserversorgung

Abflusspegel mit Kurzbezeichnung

Fuhrberg — enercity AG

Weide — Harzwasserwerke GmbH

Meitze — NLWKN - Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

Referenzabschnitte für die Aufnahme von hydromorphologischen und limnologischen Qualitätskomponenten

KA Fuhrberg — Kläranlagen-Einleitungen mit Bezeichnung (Quellen: FIS-W Dez. 2018, MC Sep. 2018 und Jan. 2019)

Darstellung des kumulativen Basisabflusses in der Wulbeck - Anlage 9.2 (rot gestrichelt: Zustrom über Nebengräben)

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Übersichtsplan

Lage der in den Anlage 9.2 dargestellten oberirdischen Fließgewässer

Maßstab: 1:50.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 9.1**

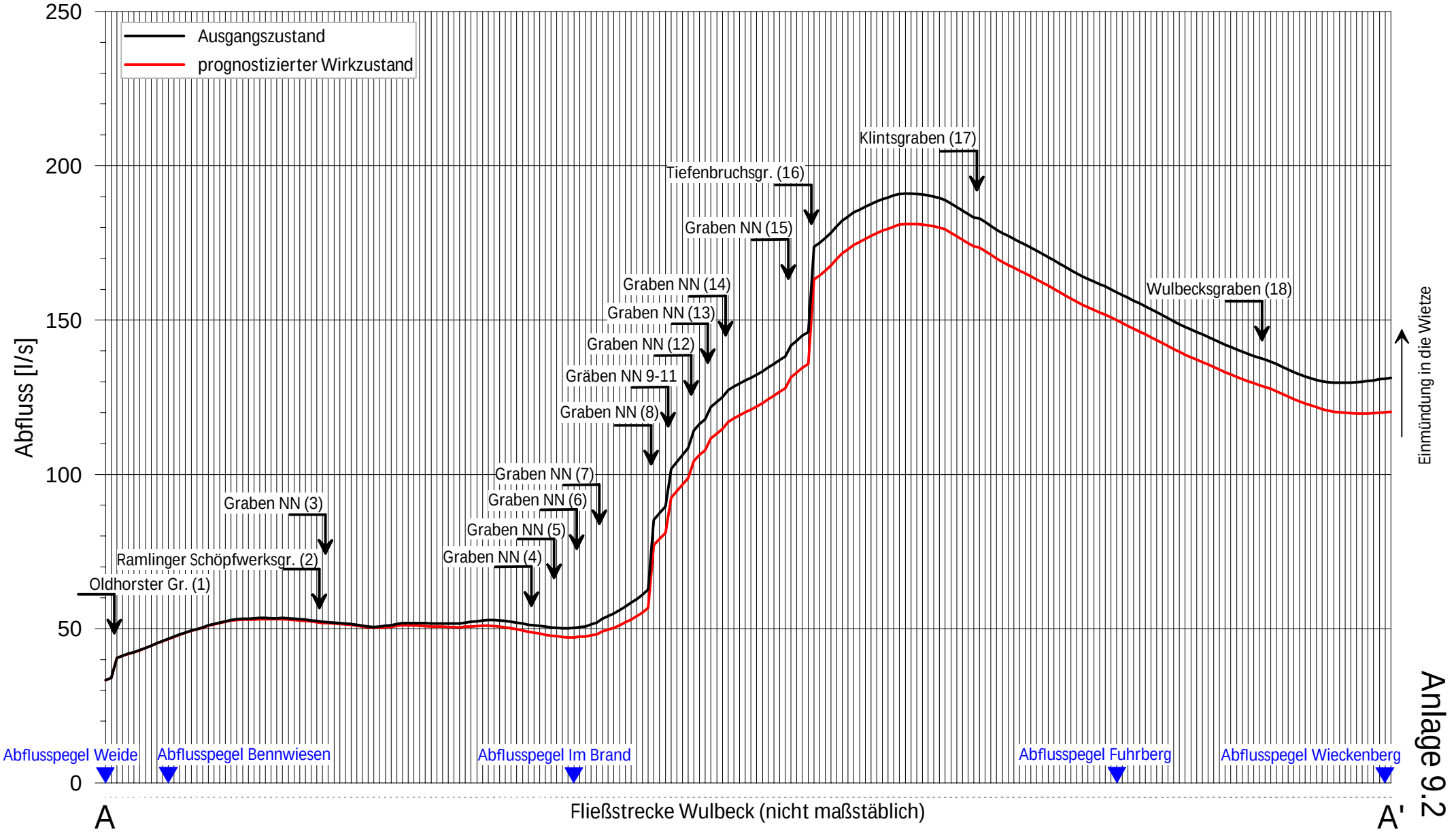
Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Wasserwerke Ramlingen und Wettmar

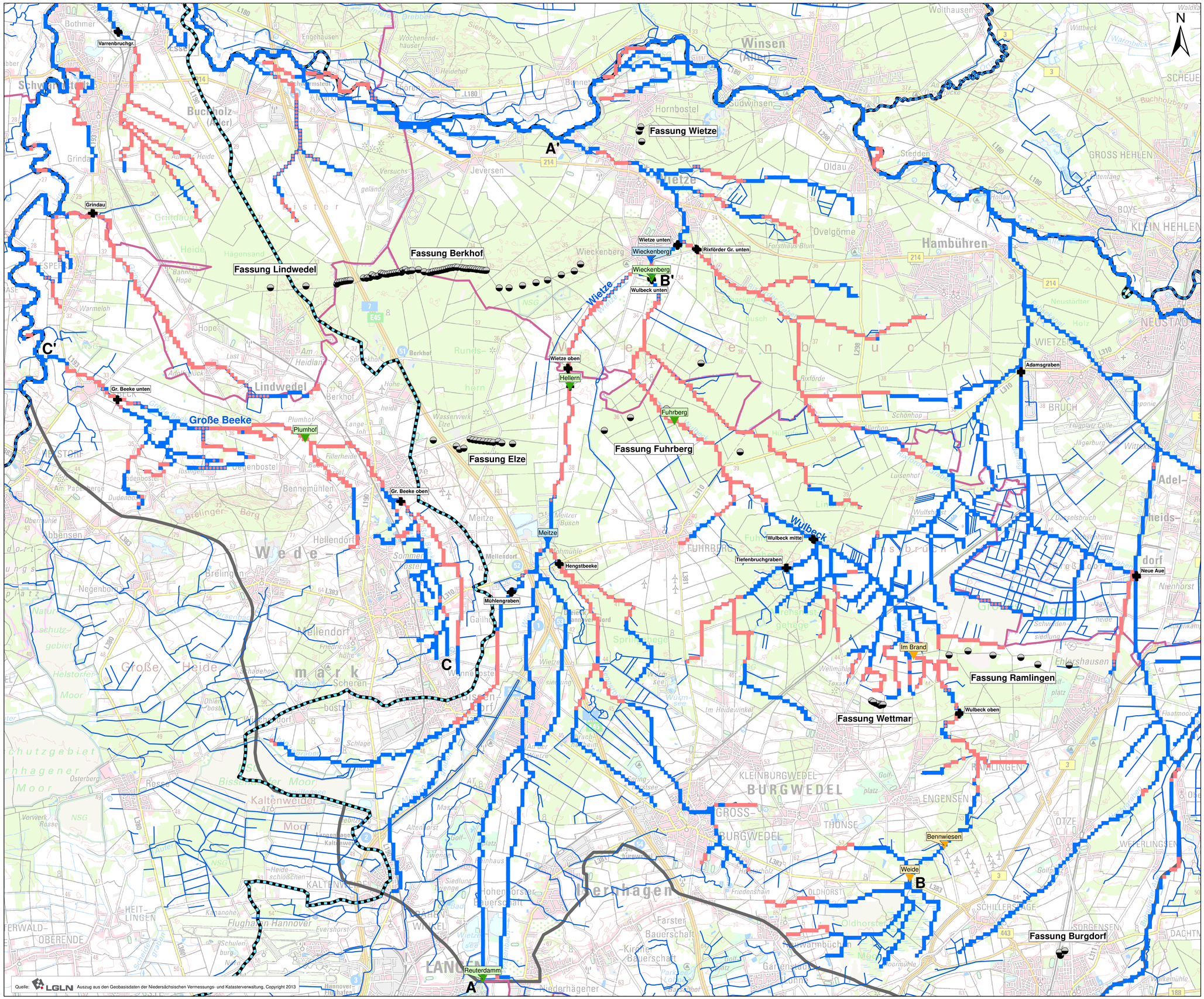
Kumulativer Basis-Abfluss in der Wulbeck für Ausgangs- und prognostizierten Wirkzustand

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Gw-Entnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a - Geohydrologisches Gutachten -



Anlage 9.2

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (30.06.2025)



Förderbrunnen Trinkwasserversorgung

Abflusspegel mit Kurzbezeichnung

Fuhrberg — enercity AG

Weide — Harzwasserwerke GmbH

Meitze — NLWKN - Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

Referenzabschnitte für die Aufnahme von hydromorphologischen und limnologischen Qualitätskomponenten

In- und Exfiltrationsstrecken

Exfiltration Ist-Ausgangszustand

Infiltration Ist-Ausgangszustand

Exfiltration prognostizierter Wirkzustand

Infiltration prognostizierter Wirkzustand

Hinweis: Rechnerische Strömungsumkehr findet statt, wenn ein Kreis auf dem Quadrat sichtbar wird:
roter Kreis: Exfiltration -> Infiltration
blauer Kreis: Infiltration -> Exfiltration

Grenzlinie Grundwasserkörper

Grenzlinie Landkreise

Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"

Oberirdische Fließgewässer
Quelle: NLWKN, Mai 2018

0 500 1000 2000 3000 Meter

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Rechnerische Ex- und Infiltrationsstrecken für Ausgangs- und prognostizierten Wirkzustand

Maßstab: 1:50.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 9.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40

Fassung Fuhrberg
Fassung Ramlingen
Fassung Wettmar
Fassung Burgdorf
FB 1
FB 2
FB 4
FB 5
B1
B2
B3
B4
B5
B6
2530024002
2530024003
2530034007
2530024004
1725
1727
1227

N

Förderbrunnen

- Harzwasserwerke GmbH - WW Ramlingen
- enercity AG - Fassung Fuhrberg
- Wasserverband Nordhannover - WW Wettmar
- Purena GmbH - Fassung Burgdorf
- Industrie / Gewerbe
  Quelle: Region Hannover (2017)
- Feldberegnung
  Quellen: Region Hannover (2017), LK Celle (2017) und LV Celle (2016/17)

- Altablagerungen
  Quelle: NIBIS Kartenserver (2023a), LBEG Hannover
- Schlammgrubenverdachtsflächen
  Quelle: NIBIS Kartenserver (2023b), LBEG Hannover

- Linien gleicher Grundwasserspiegel [mNN] (mit dem Gw-Modell berechnete Werte für die Rechenebenen 1 oder 3)
  gestrichelt: Bereich größerer Unsicherheit wegen komplexer hydrogeologischer Verhältnisse (insbesondere im Bereich Großburgwedel - Oldhorst - Neuwarmbüchen)
- Unterirdisches Einzugsgebiete für die beantragten Entnahmen in Höhe von 4,5 Mio. m³/a und 0,86 Mio. m³/a aus den Fassungen "Ramlingen" und "Wettmar"
- Bestehende Wasserschutzgebiete und "Trinkwassergewinnungsgebiete"
  Quelle: NMU (2016)
- Grenzlinie Grundwasserkörper
- Grenzlinie Landkreise
- Grenze Gw-Modell "Hannover-Nord"
- Oberirdische Fließgewässer
  Quelle: NLWKN, Mai 2018
- Komplexe hydrogeologische Verhältnisse durch Häufig eingelagerte Linsen oder Schuppen aus Schluff und/oder Ton

0 500 1000 2000 Meter

Quelle: LGLN Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Copyright 2013

HARZ WASSER WERKE
Wasser weiter denken

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a
- Geohydrologisches Gutachten -

Unterirdische Einzugsgebiete - Prognosezustand -

vorläufige Abgrenzungen

Maßstab: 1:30.000 (Ausdruck DIN A1)	Datum: 30.06.2025	**Anlage 10**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Lindenallee 2
31542 Bad Nenndorf
Fon: (05723) 749 82 40

Harzwasserwerke GmbH

- Wasserwerk Ramlingen -

Wasserverband Nordhannover

- Wasserwerk Wettmar -

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen

in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

ANHÄNGE

Auftraggeber: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Burgwedel

Bad Nenndorf, 30. Juni 2025

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

Harzwasserwerke GmbH

- Wasserwerk Ramlingen -

Wasserverband Nordhannover

- Wasserwerk Wettmar -

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen

in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

ANHANG 1

Datenbeschaffung / -grundlage

Auftraggeber: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Burgwedel

Bad Nenndorf, 30. Juni 2025

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
1	Klima			*Größen nicht modellrelevant, nur zur Charakterisierung von Zeiträumen, z.B. "Trockenjahr", "Durchschnittsjahr".*
a	N	DWD	CDC Apr 2020	Station Wedemark-Elze. Monatswerte Zeitraum Jan. 1958 bis Dez. 2019 (Datenlücke 1961/62)
b	N	DWD	CDC Mrz 2025	Station Hannover. Monatswerte Zeitraum Jan. 1958 bis Dez. 2024
c	N	HWW	HWW / Feb 2025	Station WW Ramlingen. Monatswerte Zeitraum Jan. 1970 bis Dez. 2024
d	T	DWD	CDC Apr 2020	Station Hannover. Stundenwerte Zeitraum Jan. 1958 bis Dez. 2019
e	rel_LF	DWD	CDC Apr 2020	Station Hannover. Stundenwerte Zeitraum Jan. 1958 bis Dez. 2019.
f	KWB	DWD	CDC Feb 2025	Station Hannover. Monatswerte Zeitraum Jan. 1991 bis Dez. 2024
2	Topografie			*Für Kartendarstellungen.*
a	Rasterdaten	LGLN	LGLN / Mrz 2013	DTK100 (Stand: März 2013)
b	Rasterdaten	LGLN	EC / ?	DTK25 (Stand: 2015)
3	Geländeoberfläche			*Im Wesentlichen zur Ermittlung von Gw-Flurabständen im Aussagegebiet. Auch zur Abschätzung von Wasserständen im oberirdischen Fließgewässersystem in Bereichen ohne Messdaten (s.a. Thema 4).*
a	DGM25	LGLN	EC / Aug 2016	Digitales Geländemodell 25 für das geologische 3D-Untergrundmodell (Stand: Aug. 2016).
b	DGM5	LGLN	EC / Okt 2018	Digitales Geländemodell 5 mit Stand Sep. 2018.
4	Oberirdische Gewässer			*Grundlage für die Modellgeometrie und zur Vorgabe von Sohlhöhen und Wasserständen im Vorflutsystem. Ermittlung von gw-bürtigen Abflüssen zur Modell-Plausibilitätskontrolle.*
a	Gewässernetz	NLWKN	NLWKN / Mai 2018	NLWKN-Fachdaten
b	Gewässersohle	EC/MC	MC / Nov 2017	Vermessung Querprofile Sommer 2017 (Stand: 23.11.2017) für Wietze inkl. einiger tributärer Nebengräben, Teilstrecke Wulbeck, Rixfördergraben, Adamsgraben, Gr. Beeke, Grindau und Varrenbruchgraben.
c	Gewässersohle	EC/MC	MC / Dez 2017	Vermessung Querprofile Sommer 2017 (s. b). Sohlhöhen von MC extrahiert.

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
d	Gewässersohle	EC/MC	EC / Nov 2017	Vermessung Querprofile Juli 2015 für Große Beeke, Grindau und Adamsgraben.
e	Gewässersohle	EC/MC	MC / ?	Vermessung Sohlhöhen in der Gr. Beeke am 18.11.2008.
f	Gewässersohle	MC	MC / Aug 2007	aus den OFG-Modellen "Wulbeck I+II".
g	Gewässersohle	MC	MC / Mrz 2019	Sohlhöhen aus dem OFG-Modell "Aller" (mit Burgdorfer Aue, Fuhse, Fuhsekanal und Neuer Aue) mit "neuer" Geometrie für die Aller, Auflösung 50 m.
h	Gewässersohle	MC	MC / Apr 2020	Sohlhöhen aus dem OFG-"Kernmodell" (mit Wietze und Wulbeck) mit "alter" Geometrie für Wietze und Wulbeck.
i	Gewässersohle	MC	MC / Mai 2020	Sohlhöhen aus dem OFG-"Kernmodell" (mit Wietze und Wulbeck) mit "neuer" Geometrie für Wietze und Wulbeck, Auflösung 25 m.
j	Wasserstand	EC/MC	MC / ?	Vermessung Wasserstände in der Gr. Beeke am 18.11.2008.
k	Wasserstand	MC	MC / Aug 2007	aus den OFG-Modellen "Wulbeck I+II".
l	Wasserstand	MC	MC / Mai 2018	Aus Messdaten abgeleitete Wasserstände in der Leine für das Jahr 2004 und den typischen Jahresgang (Monatswerte, gebildet aus dem Zeitraum 2004 bis 2013).
m	Wasserstand	MC	MC / Aug 2018	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Große Beeke" für den typischen Jahresgang (Monatswerte, gebildet aus dem Zeitraum 2004 bis 2013).
n	Wasserstand	MC	MC / Feb 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Aller" (mit Burgdorfer Aue, Fuhse, Fuhsekanal und Neuer Aue) mit "alter" Geometrie für die Aller für das Jahr 2004.
o	Wasserstand	MC	MC / Feb 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Aller" (mit Burgdorfer Aue, Fuhse, Fuhsekanal und Neuer Aue) mit "alter" Geometrie für die Aller für den TJG 2004-2013.
p	Wasserstand	MC	MC / Feb 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Aller" (mit Burgdorfer Aue, Fuhse, Fuhsekanal und Neuer Aue) mit "neuer" Geometrie für die Aller für den TJG 2004-2013.
q	Wasserstand	MC	MC / Feb 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "alter" Geometrie für Wietze und Wulbeck für das Jahr 2004.

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
r	Wasserstand	MC	MC / Feb 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "alter" Geometrie für Wietze und Wulbeck für den TJG 2004-2013.
s	Wasserstand	MC	MC / Mrz 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Aller" (mit Burgdorfer Aue, Fuhse, Fuhsekanal und Neuer Aue) mit "neuer" Geometrie für die Aller für das Jahr 2004, Auflösung 50 m.
t	Wasserstand	MC	MC / Mrz 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "neuer" Geometrie für Wietze und Wulbeck für das Jahr 2004, Auflösung 50 m.
u	Wasserstand	MC	MC / Mrz 2019	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Große Beeke" für das Jahr 2004.
v	Wasserstand	MC	MC / Apr 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "neuer" Geometrie für Wietze und Wulbeck für den TJG 2004-2013, Auflösung 25 m.
w	Wasserstand	MC	MC / Mai 2020	Aus Messdaten abgeleitete Wasserstände in der Leine für das Jahr 2009.
x	Wasserstand	MC	MC / Mai 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Aller" (mit Burgdorfer Aue, Fuhse, Fuhsekanal und Neuer Aue) mit "neuer" Geometrie für die Aller für das Jahr 2009, Auflösung 25 m.
y	Wasserstand	MC	MC / Jun 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "neuer" Geometrie für Wietze und Wulbeck für das Jahr 2009, Auflösung 25 m.
z	Wasserstand	MC	MC / Jun 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Große Beeke" für das Jahr 2009, Auflösung 25 m.
aa	Wasserstand	MC	MC / Aug 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Große Beeke" für den IST-Zustand, Auflösung 25 m.
ab	Wasserstand	MC	MC / Aug 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-Modell "Große Beeke" für den PROGNOSE-Zustand V5, Auflösung 25 m

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
ac	Wasserstand	MC	MC / Aug 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "neuer" Geometrie für Wietze und Wulbeck für den IST-Zustand, Auflösung 25 m.
ad	Wasserstand	MC	MC / Aug 2020	Berechnete Wasserstände aus dem OFG-"Kernmodell" (Wietze und Wulbeck sowie tributäre Nebengräben) mit "neuer" Geometrie für Wietze und Wulbeck für den PROGNOSE-Zustand V5, Auflösung 25 m.
ae	Synopse	EC/MC	MC / ?	Synoptische Aufnahmen in der Gr. Beeke (Wasserstände und Abflüsse) am 18.11.2008. Wulbeck am 30.05.2017
af	Synopse	EC/MC	MC / Jun 2017	Synoptische Aufnahmen in Wulbeck, Gr. Beeke und Wietze (Sohlhöhen, Wasserstände und Abflüsse): Wulbeck am 30.05.2017 Gr. Beeke am 01.06.2017 Wietze am 07./08.06.2017.
ag	Abfluss qualitativ	RH	RH / Jan 2018	Wasserführung in der Wulbeck für den Zeitraum 2014 bis 2017. Qualitativ mit Angabe "Fließphase", "Stagnation" und "Trockenphase".
ah	Abflusspegel	WSV	WSV / Dez. 2018	Pegel Marklendorf. Tagesmittel Zeitraum Jan. 2001 bis Nov. 2018.
ai	Abflusspegel	NLWKN	EC / Mrz 2018 FIS W / Dez 2018	Stammdaten für die Pegel Meitze und Wieckenberg in der Wietze (AI-DB Stand März 2018). Tagesmittel Wasserstände und Abflüsse: Meitze: Nov. 1966 bis Dez. 2017 Wieckenberg: Nov. 1960 bis Dez. 2017

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
aj	Abflusspegel	EC/MC	EC / Mrz 2018 MC / Jun 2016 MC / Jun 2020	Stammdaten für die Pegel Plumhof, Fuhrberg, Wieckenberg (Wulbeck), Hellern und Reuterdamm (MC-Doku und AI-DB Stand März 2018). Tagesmittel Wasserstände und Abflüsse: Plumhof: Feb. 1998 bis Dez 2019 Fuhrberg: Feb. 1998 bis Dez. 2019 Wieckenberg: Feb. 1998 bis Dez. 2019 Hellern: Feb. 1998 bis Dez. 2019 Reuterdamm: Feb. 1998 bis Dez. 2019
ak	Abflusspegel	EC/MC	EC / Mrz 2018 MC / Jan 2019	Stammdaten für die Pegel Gut Rixförde und Wieckenberg im Rixförder Graben (AI-DB Stand März 2018). Tagesmittel Abflüsse vom 01.01.2004 bis 27.11.2017.
al	Abflusspegel	EC/MC	EC / Mrz 2018 MC / Jan 2019	Stammdaten für die Pegel WB1 bis WB5 und Hastbruch in der Wulbeck (AI-DB Stand März 2018). Stichtagsmessungen Wasserstand und Abfluss: WB1: Jan. 2010 bis Okt. 2016 WB2: Jan. 2010 bis Okt. 2016 WB3: Jan. 2010 bis Okt. 2016 WB4: Apr. 2011 bis Okt. 2016 WB5: Apr. 2011 bis Okt. 2016 Hastbruch: Nov. 2015 bis Okt. 2016
am	Abflusspegel	HWW	HWW / Feb 2019 HWW / Jan 2025	Stammdaten für die Pegel Weide, Bennwiesen und Im Brand in der Wulbeck. Tagesmittel Abflüsse: Weide: März 1998 bis Dez. 2024 Bennwiesen: Jan. 1995 bis Dez. 2024 Im Brand: Jan. 1998 bis Dez. 2024
an	Lattenpegel	HWW	HWW / Jan 2025	Monatliche Stichtagsmessung der Wasserstände für die Pegel OM1 bis OM3.

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
ao	Lattenpegel	SC	EC / Dez 2015	Stammdaten für die Pegel I OW, IV UW, V OW+UW, VI, VIa, VII OW und VIII UW. (Überwiegend) vierteljährliche Stichtagsmessungen Wasserstand für den Zeitraum Feb. 1997 bis Mai 2015.
ap	Einleitungen	?	MC / Sep 2018	Kläranlagen Bissendorf, Burgwedel und Langenhagen mit Koordinaten für die Einleitungsstandorte. Tagesmittelwerte Zeitraum Jan. 2004 bis Dez. 2013 (keine Daten für Bissendorf von Jan. 2009 bis Dez. 2012).
aq	Einleitungen	?	MC / Jan 2019	Kläranlagen Engensen, Fuhrberg, Thönse und Wettmar. Tagesmittelwerte Zeitraum Jan. 2004 bis Dez. 2017 (Engensen nur bis Dez. 2012).
ar	Einleitungen	?	EC / Jan 2019	Jährliche Trockenwetterabflüsse KA Helstorf (Zeitraum: 2004 bis 2013).
as	Einleitungen	FIS-W	FIS-W / Dez 2018	Koordinaten für die Kläranlagenstandorte.
at	Wasserstand	EC	EC / Apr 2016	Stichtagsmessung in einigen Seen im Bereich der Stauchendmoräne im April 2016
5	Hydrogeologie			*Grundlage für Modellgeometrie und kf-Wert-Startbelegung.*
a	Strukturmodell	EC / HWW	NIWA / Feb 2018	Geologisches 3D-Strukturmodell mit Top und Basis der hydrostratigrafischen Einheiten mit Bandbreiten für Durchlässigkeitsbeiwerte. Modellstand: Jan 2018.
b	Bohrungen	EC	EC / Feb 2016	AI-DB mit Bohrdaten, Stand 15.02.2016
c	Schnitte	LBEG	NIBIS / 2020	Geologische und hydrostratigrafische Schnitte Wietze-Fuhse-Lockergestein-S3, Wietze-Fuhse-PS03 und Wietze-Fuhse-PS04
6	Gw-Neubildung			*Grundlage für die Startbelegung des Modells.*
a	GROWA06V2	LBEG	LBEG / Okt 2016	GROWA06V2 mit Stand Okt. 2016
b	TUB-BGR	LBEG	LBEG / Feb 2017	TUB-BGR Zeitraum 1961-1990 mit Stand Feb. 2017
c	mGROWA	LBEG	LBEG / Okt 2016	mGROWA mit Stand Okt. 2016
d	mGROWA18	LBEG	EC / Nov 2019	mGROWA18 Zeiträume 1961-1990 und 1981-2010 mit Stand Juni 2019
e	mGROWA22	LBEG	NIBIS / Sep 2023	mGROWA22 Zeiträume 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 und 1991-2020 mit Stand 2022

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
7	Grundwasserstand			*Modellbelegung an Festpotentialrändern. Ermittlung der Zielfunktion für die Modellkalibrierung. Ermittlung von Flurabständen.*
a	Gw-Messstellen	EC	EC / Feb 2025	AI-DB für alle Fassungen mit Stand 19.02.2025 (Zeitraum: Mai 1906 bis Dez. 2024)
b	Gw-Messstellen	HWW	HWW / Jan 2025	AI-DB für das WW Ramlingen mit Stand 28.01.2025 (Zeitraum: Sep. 1961 bis Dez. 2024)
c	Gw-Messstellen	WVN	WVN / Feb 2025	Excel-Dateien inkl. Lagekoordinaten mit Stand 13.02.2025 (vorliegender Zeitraum insgesamt: 1999 bis 2024)
d	Gw-Messstellen	NLWKN HHi	NLWKN / Feb 2025	AI-DB mit Stand 06.02.2025 (Zeitraum: Nov. 1914 bis Dez. 2024)
e	Gw-Messstellen	NLWKN Ver	NLWKN / Jun 2024	AI-DB mit Stand 17.06.2024 (Zeitraum: Nov. 1958 bis Dez. 2023)
f	Gw-Messstellen	SC	EC / Dez 2015	Excel-Datei mit Stamm- und Gw-Daten mit Stand 05.10.2015 (Zeitraum: 1997 bis 2015)
g	Gw-Messstellen	RH	RH / Jan 2017	Excel-Dateien mit Stamm- und Gw-Daten zum Projekt "Moorgeest" mit Stand 09.12.2015 bzw. 23.01.2017 (Zeitraum: 2007 bis 2015)
h	Gw-Messstellen	PUR	TERRAP /?Okt 2016 TERRAP / Sep 2010	Excel-Datei mit Stamm (ohne Lage)- und Gw-Daten (Zeitraum: 2000 bis 2015) Stammdatenliste für Messstellen und Förderbrunnen.
i	Gw-Messstellen	CUNETZ	EC / Jan 2016	Excel-Datei inkl. Stammdaten mit Stand 17.12.2015 für das WW Wietze (Zeitraum: Nov. 1979 bis Jan. 2015)
j	Gw-Messstellen	WVP	WVP / ?Okt 2016	Excel-Datei mit Stamm- und Gw-Daten (Zeitraum: 2004 bis 2015)
8	Entnahmen			*Grundlage für die Modellbelegung.*
a	Trinkwasser	EC	EC / Dez 2018 EC / Feb 2025 EC / Dez 2018	AI-DB für alle Fassungen mit Stand 19.12.2018 (Stammdaten Förderbrunnen) Excel-Datei mit fassungsbezogenen Jahresentnahmen (Zeitraum: 1911 bis 2024) Excel-Datei mit fassungs- bzw. brunnenbezogenen Monatsentnahmen (Zeitraum: 2004 bis 2017)
b	Trinkwasser	HWW	HWW / Jan 2025 HWW / Feb 2025	AI-DB für das WW Ramlingen mit Stand 28.01.2025 (Stammdaten Förderbrunnen) Excel-Datei mit brunnenbezogenen Monatsentnahmen (Zeitraum: 1996 bis 2024)

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
c	Trinkwasser	WVN	WVN / Mrz 2009 WVN / Feb 2025	Stammdaten der Förderbrunnen aus dem (aktualisierten) Wasserrechtsantrag vom 31.03.2009. Jährliche Angabe der fassungsbezogenen Jahressummen (Zeitraum: 1965 bis 2024)
d	Trinkwasser	PUR	TERRAP /Jan 2016 TERRAP /Sep 2010	Brunnenbezogene Entnahmedaten, Zeitraum 2002 bis 2015. Stammdatenliste für Messstellen und Förderbrunnen.
e	Trinkwasser	CUNETZ	CUNETZ / Sep 2016 CUNETZ / Nov 2009	Brunnenbezogene Entnahmedaten, Zeitraum 2008 bis 2015. Stammdatenliste für die Förderbrunnen.
f	Beregnung	LK HK	LK HK / Mai 2018	BV Schwarmstedt-Hodenhagen, Buchholz, Lindwedel und Marklendorf, Tatsächliche Entnahmen in den Jahren 2004 und 2005.
g	Beregnung	LK CE	LK CE / Jan 2017	BV Hambühren-Wietze, Wathlingen und Winsen; Erlaubnisse und tatsächliche Entnahmen in den Jahren 2000 und 2015.
h	Beregnung	RH	RH / Jan 2017	Kurzer Abriss zur Historie der Feldberegnung in der Region Hannover.
i	Beregnung	RH	RH / Jan 2017	Entnahmedaten für diverse BV in der Region Hannover (Lagekoordinaten, Erlaubnisse, tatsächliche Entnahmen für den Zeitraum # -> s. Datenbank mdy.
j	Brauchwasser	RH	RH / Jan 2017	Excel-Datei mit Lage- und Entnahmendaten für industrielle und gewerbliche Förderbrunnen in der Region Hannover. Erlaubnisse und tatsächliche Jahresentnahmen im Zeitraum 2005 bis 2016.
k	Beregnung	LK HK	LK HK / Jan 2017	BV Schwarmstedt-Hodenhagen, Buchholz, Lindwedel, Marklendorf und Grindau. Excel-Datei mit Lagedaten, Erlaubnissen und tatsächlichen Entnahmen in den Jahren 2006 bis 2015.
l	Brauchwasser	LK HK	LK HK / Jan 2017	Excel-Datei mit Lage- und Entnahmendaten für industrielle und gewerbliche Förderbrunnen im LK Heidekreis. Erlaubnisse und tatsächliche Jahresentnahmen im Zeitraum 1998 bis 2015.
m	Beregnung	LV CE	LV CE / Jan 2017	BV Celle-Süd. Wasserentnahmerecht.
n	Beregnung	LV CE	LV CE / Mai 2016	BV Celle-Süd. Tatsächliche Jahres-Gesamtentnahmen im Zeitraum 2011 bis 2015.

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
o	Alle	NLWKN	FIS-W / Jun 2020	Grundwasserentahmerechte Region Hannover, LK Heidekreis, LK Celle und Stadt Celle. Datenbankabfrage am 16.06.2020.
9	Hydrochemie			*Beschreibung der Cl-Konzentration im Umfeld der Fassung Lindwedel*
a	Analysedaten	EC	EC / Sep 2018	AI-Projektdatei mit Analysedaten für die Förderbrunnen der Fassung Lindwedel sowie umliegende Gütemessstellen
b	Leitfähigkeit	EC	EC / Sep 2018	EXCEL-Datei mit stündlichen Aufzeichnungen der Leitfähigkeit im Zeitraum 2016 bis 2018 für die Förderbrunnen der Fassung Lindwedel
c	Zechstein	NIWA	NIWA / Dez 2018	Oberfläche des Zechsteins (ESRI-ASCII-Grid)
d	Analysedaten	EC	EC / Dez 2018	AI-Projektdatei mit Analysedaten für die Förderbrunnen der Fassung Berkhof
e	Analysedaten	EC	EC / Dez 2018	AI-Projektdatei mit Analysedaten für alle Gütemessstellen "Fuhrberger Feld"
f	Ausbaudaten	EC	EC / Dez 2018	AI-Projektdatei mit Ausbaudaten für die Brunnen der Fassungen Lindwedel und Berkhof
g	Analysedaten	EC	EC / Apr 2020	Analysedaten für die Förderbrunnen der Fassungen Lindwedel und Berkhof für das Jahr 2019
h	Altablagerungen	EC	EC / Jul 2020	Unterlagen zum Risikomanagement
9	Wesentliche Auswertungen, Gutachten, Berichte			*Berücksichtigung bisheriger Ergebnisse.*
a	Strukturmodell	NIWA	NIWA / Jul 2020	Modellbericht zum geologischen 3D-Untergrundmodell "Hannover-Nord" vom 29.07.2020.
b	Oberird. Fließgew.	UHV W	MC / Jan 2017	Gewässerentwicklungsplan Wietze, Juni 2011.
c	Geologie	NLfB	NLfB / 1981	Geologische Karte von Niedersachsen (1:25.000). Erläuterungen zu Blatt Nr. 3324 Lindwedel. Von Hans Dietrich Lang. NLfB, 1981.
d	Hydrogeologie	LfGH		Zweites Gutachten über die Zutageförderung unterirdischen Wassers durch das Wasserwerk Berkhof der Stadt Hannover. LfGH, 20.02.1937.

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
e	Hydrogeologie	NLfB	NLfB / 1970	Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Fuhrberger Feld bei Hannover. Von K. F. Kuckelkorn. NLfB, 1970.
f	Hydrogeologie	NLfB	NLfB / 1973	Hydrogeologisches Gutachten zur Erkundung von Grundwasservorkommen im Landkreis Burgdorf, Teil I: Wasserwerk Rodenbostel. Sachbearbeiter: Dr. H. Anrich und K.H. Grimme. NLfB, 29.08.1973.
g	Geohydrologie	EC		Untersuchung zur Bestimmung der Auswirkung geplanter Förder- und Anreicherungsmaßnahmen der Stadtwerke Hannover auf die Grundwasserspiegelverhältnisse im Raum Fuhrberger Feld. IWH, Hannover, Juli 1980.
h	Hydrogeologie	EC		Hydrogeologisches Gutachten zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes für die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg. Anlage zum Wasserschutzgebietsantrag der SWH aus dem Jahr 1989. NLfB, 1976.
i	Geohydrologie	EC		Untersuchung zur Grundwassernutzung für Wasserversorgungszwecke im Fuhrberger Feld. Anlage zum Wasserschutzgebietsantrag der SWH aus dem Jahr 1989. IWH, Hannover, 1984.
j	Hydrogeologie	NLfB		Schutzgebiet Wasserwerk Ramlingen. Bearbeiter: H. Anrich. NLfB, 1967.
Abkürzungen:				
AI-DB: AquaInfo-Datenbank inkl. Stammdaten				
BV: Beregnungsverband				
DWD: Deutscher Wetterdienst				
CDC: Climate Data Center des DWD				
CUNETZ: Celle-Uelzen Netz GmbH, Celle				
EC: enercity AG, Hannover				
FIS_W: Fachinformationssystem Wasser, NLWKN - Hauptbetriebsstelle Norden				
HWW: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim				
IWH: Institut für Wasserwirtschaft , Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover.				
KWB: Klimatische Wasserbilanz				

Lfd. Nr.	Thema	Quelle	Zulieferer /Wann	Beschreibung / Bemerkung
LBEG: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover				
LfGH: Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements, Berlin				
LGLN: Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, Hannover				
LK CE: Landkreis Celle, Celle				
LK HK: Landkreis Heidekreis, Soltau				
LV CE: Landvolk Niedersachsen Kreisverband Celle e.V., Celle				
MC: Matheja Consult, Burgwedel				
NIBIS: Niedersächsisches Bodeninformationssystem des LBEG (NIBIS-Kartenserver)				
NIWA: Niedersachsen Wasser GmbH, Brake				
NLfB: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (jetzt LBEG)				
NLWKN: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Bst. Hannover-Hildesheim				
OFG: Oberirdische Fließgewässer				
RH: Region Hannover, Hannover				
PUR: Purena GmbH, Wolfenbüttel				
SC: Stadt Celle, Celle				
SWH: Stadtwerke Hannover AG (jetzt EC)				
TERRAP: Projekt für Grundwasser und Boden, Nienhagen				
WSV: Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Hann. Münden				
WVN: Wasserverband Nordhannover, Wettmar				
WVP: Wasserverband Peine, Peine				

Harzwasserwerke GmbH

- Wasserwerk Ramlingen -

Wasserverband Nordhannover

- Wasserwerk Wettmar -

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen

in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

ANHANG 2

Dokumentation Grundwasserströmungsmodell

Auftraggeber: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Burgwedel

Bad Nenndorf, 30. Juni 2025

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

enercity AG
Trinkwassergewinnung
Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk
Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk
Wettmar

Grundwasserströmungsmodell "Hannover-Nord"

Modelldokumentation

im Auftrag
der Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
der enercity AG, Hannover
des Wasserverbandes Nordhannover, Burgwedel-Wettmar

Bad Nenndorf, 14. August 2020 (Modellstand: Juli 2020)

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... **I**

Anlagenverzeichnis ..... **II**

1 Allgemeines **1**

2 Modellgeometrie und Randbedingungen **3**

3 Grundwasserneubildung **6**

4 Durchlässigkeit des Grundwasserleiters **8**

5 Oberirdische Fließgewässer **10**

6 Grundwasserentnahmen **11**

7 Stationäre Modellkalibrierung **13**

8 Modelltests **18**

9 Erweiterung für instationäre Simulationen **23**

9.1 Zeitperioden und Zeitschritte 23

9.2 Ausgangswasserspiegel und Festpotentialrand 23

9.3 Speicherkoeffizienten 24

9.4 Grundwasserneubildung 24

9.5 Oberirdische Fließgewässer 26

9.6 Grundwasserentnahmen 27

9.7 Instationäre Modellkalibrierung und Modelltest 27

10 Datenquellen, Berichte / Gutachten und Literatur **30**

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1-4 Modellgebiet mit Randbedingungen - Rechenebenen 1-5

Anlage 2.1-5 Mächtigkeit Modellebenen 1-5

Anlage 2.6 Modellbasis

Anlage 3.1 Grundwasserneubildung Rechenebene 1 - GROWA06V2 original (LBEG, 2016a)

Anlage 3.2 Grundwasserneubildung Rechenebene 3 - GROWA06V2 original (LBEG, 2016a)

Anlage 3.3: CORINE Land Cover (CLC10) – Ausgabe 2012

Anlage 3.4 Grundwasserneubildung Rechenebene 1 - Modifikation 1

Anlage 3.5 Grundwasserneubildung Rechenebene 3 - Modifikation 1

Anlage 3.6 Grundwasserneubildungs-Differenz Rechenebene 1 - Modifikation 1 minus GROWA06V2 original

Anlage 3.7 Grundwasserneubildungs-Differenz Rechenebene 3 – Modifikation 1 minus GROWA06V2 original

Anlage 3.8 Grundwasserneubildung Rechenebene 1 - Modifikation 2

Anlage 3.9 Grundwasserneubildung Rechenebene 3 - Modifikation 2

Anlage 3.10 Grundwasserneubildungs-Differenz Rechenebene 1 - Modifikation 2 minus GROWA06V2 original

Anlage 3.11 Grundwasserneubildungs-Differenz Rechenebene 3 – Modifikation 2 minus GROWA06V2 original

Anlage 4.1 Horizontale Durchlässigkeitsbeiwerte (k_{fh}-Werte) Rechenebene 1

Anlage 4.2 Horizontale Durchlässigkeitsbeiwerte (k_{fh}-Werte) Rechenebene 3

Anlage 4.3 Horizontale Durchlässigkeitsbeiwerte (k_{fh}-Werte) Rechenebene 5

Anlage 4.4 Gesamttransmissivität (T-Werte)

Anlage 5.1 Vertikale Durchlässigkeitsbeiwerte (k_{fv}-Werte) Rechenebene 2

Anlage 5.2 Vertikale Durchlässigkeitsbeiwerte (k_{fv}-Werte) Rechenebene 4

Anlage 6.1 Leitwerte zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem Rechenebene 1

Anlage 6.2 Leitwerte zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem Rechenebene 3

Anlage 7.1 Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW2004 - Vergleich Messung / Rechnung in Rechenebene 1 (Kalibrierungsergebnis)

Anlage 7.2 Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW2004 - Vergleich Messung / Rechnung in Rechenebene 3 (Kalibrierungsergebnis)

Anlage 7.3 Berechnete Linien gleicher Grundwasserspiegel MGW2004 für Rechenebene 1 - Vergleich der Ergebnisse für die verschiedenen Neubildungsansätze

Anlage 7.4 Berechnete Linien gleicher Grundwasserspiegel MGW2004 für Rechenebene 3 - Vergleich der Ergebnisse für die verschiedenen Neubildungsansätze

Anlage 7.5 Differenz zwischen den berechneten Standrohrspiegelhöhen in den Rechenebenen 1 und 3 mit Darstellung der Verbreitung des drenthezeitlichen Geschiebelehms (Rechenebene 2)

Anlage 8.1 Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel MGW2004 an ausgewählten Kontrollmessstellen im Modellgebiet (Tabelle)

Anlage 8.2-4 Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel MGW2004 an ausgewählten Kontrollmessstellen im Streudiagramm für die verschiedenen Neubildungsansätze

Anlage 9.1 Vergleich gemessener und berechneter grundwasserbürtiger Abflüsse in der *Wietze* im Längsschnitt (kumulativ) für die verschiedenen Neubildungsansätze

Anlage 9.2 Vergleich gemessener und berechneter grundwasserbürtiger Abflüsse in der *Wulbeck* im Längsschnitt (kumulativ) für die verschiedenen Neubildungsansätze

Anlage 9.3 Vergleich gemessener und berechneter grundwasserbürtiger Abflüsse in der *Großen Beeke* im Längsschnitt (kumulativ) für die verschiedenen Neubildungsansätze

Anlage 10.1 Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Grundwasserabsenkung gegenüber einer Veränderung der Grundwasserneubildung

Anlage 10.2 Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Grundwasserabsenkung gegenüber einer Veränderung des horizontalen Durchlässigkeitsbeiwertes

Anlage 10.3 Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Grundwasserabsenkung gegenüber einer Veränderung des "Leitwertes Vorfluter"

Anlage 11.1 Linien gleicher berechneter Grundwasserspiegel für die Zustände 'NULL', 'IST' und 'PROGNOSE' - Rechenebene 1

Anlage 11.2 Linien gleicher berechneter Grundwasserspiegel für die Zustände 'NULL', 'IST' und 'PROGNOSE' - Rechenebene 3

Anlage 12.1 Modelltest 1: Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW1999 - Vergleich Messung / Rechnung in Rechenebene 1

Anlage 12.2 Modelltest 1: Grundwasserhöhen-Gleichenplan MGW1999 - Vergleich Messung / Rechnung in Rechenebene 3

Anlage 12.3 Modelltest 1: Vergleich gemessener und berechneter Grundwasserspiegel MGW1999 an ausgewählten Kontrollmessstellen im Streudiagramm

Anlage 12.4 Modelltest 2: Linien gleicher Grundwasserspiegel-Änderung zwischen 1999 und 2004 - Vergleich Messung / Rechnung

Anlage 12.5 Modelltest 3: Linien gleicher Grundwasserspiegel-Änderung zwischen 1993 und 2008 - Vergleich Messung / Rechnung

Anlage 13.1 Verteilung der Speicherkoeffizienten für Freispiegelverhältnisse (Specific Yield) Rechenebene 1

Anlage 13.2 Verteilung der Speicherkoeffizienten für Freispiegelverhältnisse (Specific Yield) Rechenebene 2

Anlage 13.3 Verteilung der Speicherkoeffizienten für Freispiegelverhältnisse (Specific Yield) Rechenebene 3

Anlage 14 Grundwasserneubildung für die Monate Januar bis Dezember und die Rechenebenen 1 und 3

Anlage 14.13 Monatliche Grundwasserneubildungen für die verschiedenen Änderungsstufen von den Originalwerten (mGROWA18 1981-2010, V1) bis zur Kalibrierung (V5) als Mittelwerte [mm] über das Modellgebiet im Säulendiagramm

Anlage 14.14 Angesetzte monatliche Grundwasserneubildungen für die den typischen Jahresgang (V5) und das Kalenderjahr 2009 als Mittelwerte [mm] über das Modellgebiet im Säulendiagramm

Anlage 15 Klimatische Wasserbilanz nach HAUDE für die DWD-Station Hannover sowie vergleichend Grundwasserspiegel-Ganglinien aus Messdaten und berechnet (typischer Jahresgang und Stressphase 2009) für ausgewählte Kontrollmessstellen im Modellgebiet

Anlage 16.1 Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel (Mittelwert typischer Jahresgang) an ausgewählten Kontrollmessstellen im Streudiagramm

Anlage 16.2 Zusammenfassende Darstellung der Güte der instationären Modellkalibrierung an Kontrollmessstellen – Vergleich Rechnung / Messung anhand von Schwankungsbreite und Phase – Rechenebene 1

Anlage 16.3 Zusammenfassende Darstellung der Güte der instationären Modellkalibrierung an Kontrollmessstellen – Vergleich Rechnung / Messung anhand von Schwankungsbreite und Phase – Rechenebene 3

1 Allgemeines

Wasserrechtsanträgen zur Grundwasserentnahme ist i.d.R. ein Geohydrologisches Gutachten beizufügen. Der zugehörige Untersuchungsumfang richtet sich im Wesentlichen nach den im "Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen" genannten Empfehlungen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover (ECKL & RAISSI, 2009). Schwerpunkt der geohydrologischen Untersuchungen ist die Ermittlung des Ausmaßes und der Reichweite der Grundwasserabsenkung sowie der Reduzierungen der Basisabflüsse in oberirdischen Fließgewässern zwischen den zu betrachtenden Entnahmezuständen (NULL-, IST-, und PROGNOSE-Zustand). Mit den Ergebnissen liefert das Geohydrologische Gutachten auch die Grundlage für die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für die bodenkundliche und die ökologische Bearbeitung.

Im Rahmen der Wasserrechtsanträge (mit integrierter Umweltverträglichkeitsstudie) für die Fassungen "Lindwedel", "Berkhof" und "Fuhrberg" (zusammen Grundwasserentnahme "Fuhrberger Feld" der enercity AG) sowie die *Wasserwerke Ramlingen* (Harzwasserwerke GmbH, HWW GmbH) und *Wettmar* (Wasserverband Nordhannover, WVN) wurde zur Ermittlung der Auswirkungen der derzeitigen und der beantragten Grundwasser-Entnahmen auf die Grundwasserverhältnisse ein (gemeinsames) numerisches Modell eingesetzt (Grundwasserströmungsmodell "Hannover-Nord"), welches nachfolgend mit Stand vom 20.01.2020 dokumentiert ist. Bei Entnahmen dieser Größenordnung entspricht diese Vorgehensweise dem Stand der Technik.

Das Modell wurde zunächst stationär kalibriert. Darauf aufbauend erfolgte dann eine instationäre Kalibrierung auf Basis eines typischen Jahresganges, der aus der Zeitreihe 2004 bis 2013 abgeleitet wurde.

Bei der Modellkalibrierung werden aus Messdaten flächendeckend nur unsicher zu ermittelnde Größen, wie z.B. Durchlässigkeitsbeiwerte oder Grundwasserneubildung, solange innerhalb plausibler Bandbreiten variiert, bis eine ausreichende Übereinstimmung zwischen berechneter und aus Messungen vorgegebener Grundwasserspiegelfläche (Zielfunktion) erreicht ist. Im Vordergrund steht dabei, das hydraulische Verhalten des Grundwassersystems auf der Maßstabsebene des Auswirkungsbereiches in ausreichender Weise nachzubilden. Die korrekte Wiedergabe der tatsächlichen Naturwerte an jedem Ort im dreidimensionalen Raum ist in einem Grundwasserströmungsmodell generell nicht umsetzbar. I.d.R. vorhandene Restunsicherheiten und damit ggf.

verbundene zusätzliche Betroffenheiten müssen im Rahmen der Beweissicherung abgedeckt werden.

Zur Belegung des Startdatensatzes für die Kalibrierung konnte auf bereits existierende Modelle für das *Fuhrberger Feld* und die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* zurückgegriffen werden. Die bisherige hydrogeologische Modellvorstellung ging von einem ungespannten, einstöckigen Grundwassersystem aus. Entsprechend wurde in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts ein einschichtiges Grundwasserströmungsmodell im Zuge des damaligen Wasserrechtsantrages der Stadtwerke Hannover AG (jetzt enercity AG) aus dem Jahr 1989 (SWH AG, 1989) aufgebaut und betrieben. Im Rahmen verschiedener Projekte wurde das Grundwassermodell weiterentwickelt. Dies betraf insbesondere den Bereich der *Wulbeck* und der *Wietze*. Folgende wesentliche Erweiterungen wurden vorgenommen (MC / HMM, 2009; HMM, 2007+2011):

- ⇨ Vergrößerung der Modellausdehnung inkl. Zusammenführung mit dem Grundwassermodell "Ramlingen-Wettmar", das im Rahmen der Wasserrechtsanträge aus dem Jahr 2009 für die *Wasserwerke Ramlingen* und *Wettmar* erstellt wurde,
- ⇨ Instationäre Simulation eines langjährig mittleren Jahresganges,
- ⇨ Kopplung mit einem hydrodynamischen Modell für die oberirdischen Fließgewässer (HD-Modell). Schnittstelle zwischen den Modellen sind der Wasserstand und der Basisabfluss im oberirdischen Fließgewässer.

In einem ersten Schritt wurden für die Kalibrierung stationäre Bedingungen vorausgesetzt, d.h. vorzugebende Randbedingungen (z.B. Vorflut-Wasserstände, Grundwasserneubildung) und Berechnungsergebnisse (z.B. Standrohrspiegelhöhen) werden als langfristige Mittelwerte behandelt.

Das Kalenderjahr 2004 diente als Kalibrierungszeitraum, weil dieses Jahr annähernd langfristig mittleren geohydrologischen Bedingungen genügt. Zudem entsprachen die Grundwasserentnahmen der enercity AG (*Fuhrberger Feld*), der HWW GmbH und des WVN in diesem Jahr insgesamt nahezu dem definierten 'IST-Zustand' (40,17 im Jahr 2004 gegenüber 39,39 Mio. m³/a im Zeitraum 2008 bis 2017). Auch die Datenlage ist für dieses Jahr als gut zu bezeichnen.

Zusammengefasst werden folgende Systemwerte und Randbedingungen im stationären Grundwasserströmungsmodell berücksichtigt:

- Grundwasserneubildung (flächig differenziert, Grundlage LBEG, 2016a).
- Durchlässigkeit des Grundwasserleiters (örtlich variabel).
- Grundwasserentnahmen (Antragsteller und sonstige im Modellgebiet).

- Meist Durchfluss an den seitlichen Modellrändern (Q_D = 0 oder abgeschätzter Zustrom).
- Teilweise Standrohrspiegelhöhen an den seitlichen Modellrändern (Festpotentialrand).
- Wasserstände in oberirdischen Fließgewässern (aus dem hydrodynamischen Modell für die wesentlichen oberirdischen Fließgewässer), aus Vermessungen oder geschätzt auf Grundlage des Digitalen Geländemodells.
- Leitwerte zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem.

Im Rahmen des "Gewässerkundlichen Fachbeitrages" zum Wasserrechtsantrag sind Aussagen zu den Auswirkungen der beantragten Entnahmen auf das oberirdische Fließgewässersystem auch für die Sommermonate zu treffen. Dazu musste in einem zweiten Schritt das Modell für instationäre Simulationen erweitert werden. In Abstimmung mit den Fachbehörden wurde ein typischer Jahresgang betrachtet. Für dessen Ableitung musste ein möglichst langer Zeitabschnitt mit insgesamt durchschnittlichen geohydrologischen Bedingungen und Quasistationarität hinsichtlich der Entnahme gefunden werden. Ein unter diesen Aspekten idealer Zeitraum ist für das gesamte Untersuchungsgebiet hier nicht vorhanden. Mit der Wahl des Zeitraumes 2004 bis 2013 konnte ein vertretbarer Kompromiss gefunden werden. Zur Verifikation des instationären Modells diente das Jahr 2009, in dem die Situation im oberirdischen Fließgewässersystem außergewöhnlich trocken war. Die erforderlichen Erweiterungsschritte (Randbedingungen, Speicherkoeffizienten) sind im gesonderten Kapitel 9 dargelegt.

Rechenkern ist MODFLOW (HARBAUGH & McDONALD, A.W., 2005) unter der Programmoberfläche PMWIN (CHIANG, KINZELBACH, 2001) in der Version 8 (Simcore Software, 2013).

Modellaufbau und Modellkalibrierung sind im Folgenden näher beschrieben.

2 Modellgeometrie und Randbedingungen

Die horizontale Ausdehnung des Modells ist den Anlagen 1.1 bis 1.4 zu entnehmen. Die Eckkoordinaten lauten:

Links oben: 35 39.000 / 58 43.500
Rechts unten: 35 75.000 / 58 10.500

Meist bilden oberirdische Fließgewässer den Rand des Grundwassermodells (Randbedingung 3. Art), z.B. die *Aller* im Norden oder die *Leine* im Nordwesten. Dort wird im Übrigen davon ausgegangen, dass keine Unterströmung stattfindet, was gleichbedeutend mit einer Grenzstromlinie unterhalb des oberirdischen Fließgewässers ist (Randbedingung 2. Art mit der Vorgabe Q_D = 0). Im Süden überwiegend und auch im mittle-

ren westlichen Bereich handelt es sich ebenfalls um eine Randbedingung 2. Art. Es sind dort zwei Fälle zu unterscheiden: Im Westen und Südwesten definieren Grenzstromlinien mit der Vorgabe $Q_D = 0$ den Rand (z.B. unterirdische Wasserscheide im Bereich der *Brelinger Berge*). Im zweiten Fall wird ein Zustrom eingespeist, der auf Grundlage der Grundwasserneubildung im anschließenden Festgesteinsbereich gemäß GROWA06V2 (s. Kap. 3) abgeschätzt wurde (im Süden östlich der *Wietze*). Ein Festpotentialrand (Randbedingung 1. Art) wurden nur im Südwesten angesetzt (Grenzstromlinie dort nicht sinnvoll zu definieren). Dieser Rand liegt in ausreichender Entfernung zu den hier betrachteten Grundwasserentnahmen, so dass ein signifikanter Einfluss auf die Modellergebnisse nicht gegeben ist. Berechnete Absenkungen sind dort in ausreichender Weise abgeklungen. Die Modellelemente jenseits der beschriebenen Grenzen sind deaktiviert. Damit beträgt die (aktive) Flächengröße des Modells rd. 687 km².

Das 5 Rechenebenen umfassende Grundwassermodell ist in Analogie zu den Einheiten der hydrogeologischen Schematisierung (Erläuterung siehe Geohydrologisches Gutachten) aufgebaut. Die Zuordnung der zugrunde liegenden geologischen bzw. hydrostratigrafischen Einheiten (NIWA, 2018) zu den Modellebenen des Grundwassermodells ist in Tab. 1 wiedergegeben.

Die Mächtigkeiten der einzelnen Modellebenen sind in den Anlagen 2.1 bis 2.5 dargestellt. Die Modellebenen 1, 3 und 5 repräsentieren im Wesentlichen die 3 vorhandenen grundwasserleitenden Haupteinheiten L1.3/L2 (qwf/qD-qWa), L3 (qdgf) und L4.1/L4.2 (qp-qe). In der *Wietze*-Niederung herrschen die Einheiten L1.3 und L2 vor (Rechenebene 1), die aber auch im Zentrum und im Norden mit relativ großer Mächtigkeit durchgängig verbreitet sind. Der Grundwasserleiter im Bereich der Wassergewinnungsgebiete "Ramlingen" und "Wettmar" wird überwiegend durch die hydrogeologische Einheit L3 gebildet (Rechenebene 3). Dies gilt auch für den Bereich der *Brelinger Berge*. Dort streichen aber zahlreiche kreidezeitliche und tertiäre Schuppen aus Ton und/oder Schluff, aber auch glazitektonisch verstellte Weserkieskörper oberflächennah aus (Stauchendmoränenzug). Entsprechend komplex sind dort die hydrogeologischen Verhältnisse, die zu kleinräumig großen Variationen der Grundwasserspiegeloberfläche führen können (durch z.B. nebeneinander liegende, trogartig ausgebildete Grundwasserleiterbereiche). Altquartäre bis elsterzeitliche Sedimente finden sich hauptsächlich im Norden des Modellgebietes im Bereich der *Aller*-Niederung und im Bereich des *Salzstockes Hope* (im Umfeld der *Fassung Lindwedel*). Hinsichtlich der Grundwasser-Hemmschichten findet man die Geschiebelehme der Drenthezeit im gesamten Modell-

gebiet, allerdings nicht durchgängig verbreitet (Rechenebene 2). Elsterzeitliche Geschiebelehme spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle (Rechenebene 4).

Tab. 1: Zuordnung hydrogeologischer Einheiten zu Gw-Modellebenen

Hydrostratigrafische Einheit * (NIWA, 2018)	3D-Modelleinheit (NIWA, 2018)	Kurzbeschreibung (NIWA, 2018)	Gw-Modellebene
L/H0	qhy	Künstliche Aufschüttungen	1
L1.2	qhfls	Flugsand Holozän)	1
H1	qhbo	Bodenbildung	1
H1	qhhh	Hochmoortorf	1
H1	qhhn	Niedermoortorf	1
H1.2	qhLhf	Auelehm	1
L1.2	qh2	Fluviatile Sande der Wietze Niederung	1
L1.2	qwfls	Flugsande	1
L1.3	qwGds	Geschiebedecksand	1
L1.3	**qwf**	**Fluviatile Sande, z.T. kiesig der Wietze Niederung**	**1**
H2	qwb	Tonig-schluffige Beckenablagerungen	1
L1.3-H2	qwhg	Hangsedimente (Breleinger Berge)	1
H2	qee	Torf, humoser Sand	1
L2	**qD-qWa**	**Fluviatile bis glaziafluviatile Sande / Kiese**	**1**
H2.2	qD_b	Tonig-schluffige Beckenablagerungen	2
H3	**qdlg**	**Geschiebelehm des Drenthe Eisvorstoßes**	**2**
H3.3	qD_b_1	Tonig-schluffige Beckenablagerungen	2
L3	**qdgf**	**Schmelzwassersande / -kiese**	**3**
H4.2	**qelg**	**Geschiebelehm der Elster-Eiszeit**	**4**
L4.1/L4.2	**qp-qe**	**Altquartäre bis elsterzeitliche Sande und Kiese**	**5**

** L: Grundwasserleiter, H: Hemmschicht (Grundwassergeringleiter), hier ohne Linsenkörper*

Die oberirdischen Fließgewässer befinden sich in einer eigenen "Vorfluterebene", die an die Gw-Modellebenen 1 und 3 angeschlossen ist (Randbedingung 3. Art mit Vorgabe der Wasserspiegelhöhen in den oberirdischen Fließgewässern).

Rechenebene 3 ist modelltechnisch mit Ausnahme zweier kleiner Bereiche westlich der *Wietze* (dort sind überhaupt keine Grundwasserleiter ausgebildet) durchgängig vorhanden und enthält 68.724 aktive Rechenknoten. Sofern die zugehörige hydrostratigrafische Einheit dort fehlt (L3), wurde den entsprechenden Zellen eine einheitliche Mächtigkeit von einem Meter mit guter horizontaler Durchlässigkeit zugewiesen ("Dummy-Element"). In allen anderen Modellebenen sind weitere Rechenknoten deaktiviert. Auch die Modellebenen 2 und 4 (Grundwasserhemmer) enthalten solche "Dummy-Elemente". Dies ist der Fall, wenn die Einheit zwar fehlt, aber ein Kontakt zu aktiven Grundwasserleitern hangend oder liegend besteht ("Durchleitsystem" mit guter Durch-

lässigkeit). Die Rasterweite beträgt in allen Modellebenen 100 m. Brunnen und Vorfluter müssen entsprechend der Modellauflösung dem nächst gelegenen Rechenknoten zugeordnet werden.

Obere Begrenzung des Grundwassermodells ist die Geländeoberfläche. Je nach Strömungsbedingungen kann sich die Grundwasserspiegelfläche darunter - wie im Natursystem - frei einstellen. Bei Vorhandensein von Hemmschichten (Modellebenen 2 und 4) treten auch teilgespannte Verhältnisse in den darunter befindlichen Grundwasserleitern auf. Für die Beschreibung der Geländeoberfläche stand flächendeckend das "Digitale Geländehöhenmodell 25" (DGM 25) des *Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen* (LGLN, 2016) zur Verfügung.

Die Basis des Grundwassermodells wird überwiegend aus den Tops tertiärer Tone oder von Tonsteinen der Ober- und Unterkreide gebildet. Örtlich begrenzen aber auch Dachgesteine (Gipshut) bzw. Steinsalze den quartären Grundwasserleiter und damit das Grundwassermodell. Die sich somit ergebende, auf NN bezogene Modellbasis ist in Anlage 2.6 dargestellt.

3 Grundwasserneubildung

Zugrunde gelegt wurde die vom LBEG herausgegebene Grundwasserneubildung (LBEG, 2016a) nach dem Verfahren GROWA06 V2 (LEMKE & ELBRACHT, 2008). Es handelt sich dabei um eine langjährig mittlere Neubildungsrate, örtlich differenziert (klassifiziert in Schritten von 50 mm) zwischen 0 und 300 mm pro Jahr (s. Anlagen 3.1 und 3.2). Als Startwerte wurden die jeweiligen Klassenmitten angesetzt.

Generell wurde zunächst versucht, das Modell nur durch Veränderung von Durchlässigkeitsbeiwerten (Kap. 4) und Vorfluter-Leitwerten (Kap. 5) unter Beibehaltung der Startwerte für die Grundwasserneubildung an die Zielfunktion anzupassen. Mit dieser Vorgabe war aber keine erfolgreiche Kalibrierung zu erreichen, so dass (moderate) Veränderungen vorgenommen werden mussten. Dafür gab es im Wesentlichen zwei Gründe:

1. Insbesondere im Bereich der Fassungen der enercity AG lag die berechnete Grundwasseroberfläche gegenüber der aus Messdaten ermittelten meist zu niedrig, was auch nicht durch Verringerung der Durchlässigkeitsbeiwerte ausgeglichen werden konnte (zumal diese nach der Modellkalibrierung schon zu klein erscheinen, s. Kap. 4).

2. Die für die zur Verfügung stehenden Pegel aus Messdaten ermittelten grundwasserbürtigen Abflusswerte wurden unter Ansatz der Originaldaten (Klassenmitten) mit dem Modell deutlich unterschritten.

Die Veränderungen wurden in zwei Schritten vorgenommen (Modifikationen 1 und 2):

1. Erhöhung der Grundwasserneubildungswerte unter Wald und landwirtschaftlich genutzten Flächen auf Werte von 176 mm (Wald) und 226 mm (Landwirtschaft) unter der Bedingung, dass der Grundwasserflurabstand mehr als 2 m beträgt. Diese angesetzten Neubildungshöhen erscheinen plausibel, da sie sich gemäß GROWA06 V2 auch für andere Wald- und landwirtschaftliche Flächen im Untersuchungsgebiet ergeben. Zur Abgrenzung der Flächen wurde das CORINE Land Cover 10 (BKG, 2012) verwendet (Anlage 3.3). Das Ergebnis ist in den Anlagen 3.4 und 3.5 dargestellt. Die Differenz zu den Originalwerten zeigen die Anlagen 3.6 und 3.7.
2. Das Ergebnis der Kalibrierung nach Schritt 1 war noch nicht befriedigend. Deshalb wurden in einem zweiten Schritt die Grundwasserneubildungswerte nach Schritt 1 pauschal durch Multiplikation mit einer Matrix mit Werten von 1,09 und 0,90 verändert. Unter Vorgabe dieser Multiplikatoren konnte erreicht werden, die Klassengrenzen nicht zu über- bzw. zu unterschreiten. Die Anlagen 3.8 und 3.9 zeigen die derart kalibrierte Neubildungsverteilung. Rein visuell sind keine Veränderungen gegenüber den in den Anlagen 3.4 und 3.5 dargestellten Werten erkennbar (da ja die Klassen nicht verlassen wurden). Die Differenz zu den Originalwerten (Anlagen 3.1 und 3.2) zeigen die Anlagen 3.10 und 3.11.

Das Flächenmittel der Grundwasserneubildungsrate für das aktive Modellgebiet mit einer Größe von rd. 687,2 km² beträgt nach Abschluss der Modellkalibrierung (also nach Schritt 2) etwa 181 mm/a (entspricht rd. 28 % des mittleren Niederschlages). Damit werden – unter Annahme mittlerer Witterungsverhältnisse, langfristig andauernd (stationäre Verhältnisse) – in diesem Gebiet jährlich etwa 124,2 Mio. m³ Grundwasser durch versickernden Niederschlag neu gebildet. Bei Ansatz der Originalwerte (Klassenmitten, Startdatensatz) kommt man auf einen Wert von rd. 109,2 Mio. m³/a. Die Bandbreite unter Ausnutzung der Klassenbreiten beträgt 92,0 bis 126,4 Mio. m²/a.

Südlich des Modellgebietes befindet sich gemäß Untergrundmodell ein teilweise bis zur Geländeoberfläche anstehender Festgesteinsbereich. Im Vorfeld streicht der modellierte Grundwasserleiter allmählich aus. Der auf Basis der Grundwasserspiegelmessungen konstruierte großräumige Grundwasserhöhen-Gleichenplan (Zielfunktion MGW 2004, s. Kap. 7) zeigt, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Zustrom von Grundwasser aus dem Festgesteinsbereich in die *Wietze*-Niederung erfolgt. Auf Basis der hier zugrunde gelegten Grundwasserneubildung nach dem Verfahren GROWA06 V2 und dem Grundwasserhöhen-Gleichenplan (Abgrenzung des zugehörigen Einzugsgebie-

tes) wurde ein Zustrom von rd. 0,5 Mio. m³/a abgeschätzt, der über eine entsprechende Randbedingung (s. Anlagen 1.1 und 1.3) in das Modell eingespeist wird.

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass die Grundwasserneubildung in Bereichen mit geringen Flurabständen grundwasserstandsabhängig ist (z.B. BOOCHS et al., 1985 oder RENGER, M. & WESSOLEK, G., 1990). Prinzipiell nimmt die Grundwasserneubildung bei einer Verringerung der Flurabstände ab. Dabei kann die Reduktion unter Ackernutzung bis zu rd. 100 und unter Grünlandnutzung bis zu rd. 150 mm/a betragen. Dieser Effekt spielt hier eine große Rolle, weil das betrachtete Untersuchungsgebiet im NULL-Zustand von geringen Grundwasserflurabständen dominiert wird und somit der Flächenanteil mit potentieller Grundwasserneubildungs-Erhöhung entsprechend groß ist. Auf der sicheren Seite liegend wurde dieser Effekt bei den Simulationen für die zu betrachtenden Zustände "NULL", "IST" und "PROGNOSE" nicht berücksichtigt. Bisher wurde lediglich ein vereinfachter Ansatz im Rahmen einer Sensitivitätsberechnung getestet. Es hat sich gezeigt, dass der Prozess zu einer signifikanten Verkleinerung des Gesamt-Absenkungsgebietes (NULL -> PROGNOSE) - insbesondere im Osten – führt (enercity, 2017).

4 Durchlässigkeit des Grundwasserleiters

Im Rahmen der 3D-Untergrundmodellierung (NIWA, 2018) sind den hydrostratigrafischen Einheiten auch Bandbreiten für die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) zugewiesen worden (Tab. 2). Es handelt sich um überregional typische Wertebereiche. Lokal können durchaus Über- oder Unterschreitungen der Grenzwerte auftreten. Im Rahmen der Grundwasserströmungsmodellierung können die angegebenen Bandbreiten deshalb nur als Plausibilitätskriterium dienen.

Tab. 2: Bandbreiten der Gesteinsdurchlässigkeit für die Haupteinheiten gemäß NIWA (2018)

Hydrostratigrafische Einheit (s.a. Tab. 1)	Gw-Modellebene	k_f-Werte [m/s]	verbale Kennzeichnung (gemäß REUTTER, 2011)
L1.3	1	> $1E10^{-4}$ bis $1E10^{-3}$	mittel
L2	1	> $1E10^{-3}$ bis $1E10^{-2}$	hoch
H3	2	> $1E10^{-7}$ bis $1E10^{-5}$	gering
L3	3	> $1E10^{-4}$ bis $1E10^{-3}$	mittel
H4.2	4	> $1E10^{-7}$ bis $1E10^{-5}$	gering
L4.1/L4.2	5	> $1E10^{-5}$ bis $1E10^{-2}$	mittel bis hoch

Die Startwertbelegung erfolgte auf Grundlage der k_f-Wert-Verteilung des bereits bestehenden Grundwasserströmungsmodells (s. Kap. 1). Da diese Vorgängerversion nur

einschichtig aufgebaut war, mussten die vorhandenen horizontalen Durchlässigkeitsbeiwerte für die Gesamtmächtigkeit in geeigneter Weise auf die nunmehr drei grundwasserleitenden Modellebenen aufgeteilt werden. Dazu wurde zunächst die Transmissivität (T-Wert, Produkt aus Durchlässigkeitsbeiwert und wassererfüllter Mächtigkeit des Grundwasserleiters) aus dem Einschichtmodell anhand der Relation

Mächtigkeit Rechenebene[1] / Gesamtmächtigkeit [-]

auf die einzelnen Rechenebenen des Mehrschichtmodells verteilt. Zur näherungsweisen Berücksichtigung der potentiell höheren k_f-Werte für die hydrostratigrafische Einheit L2 (s. Tab. 2) wurde dabei deren Mächtigkeit zweifach gewichtet. Die sich auf diese Weise ergebenden Transmissivitätsverteilungen für die einzelnen Modellebenen mussten nun noch durch die jeweiligen Mächtigkeiten geteilt werden, um die drei k_f-Wert-Verteilungen zu erhalten. Auf dieser Grundlage wurde dann die Nachkalibrierung gestartet.

Die Anlagen 4.1 bis 4.3 zeigen das Ergebnis der (horizontalen) k_f-Wert-Verteilungen für die drei Modellebenen nach der Modellkalibrierung. Man erkennt, dass die Werte in der ersten Modellebene tendenziell größer sind als die in den Ebenen 3 und 5, was konform mit der Zuweisung in Tab. 2 ist (Durchlässigkeit L2 "hoch"). Sie liegen meist zwischen $3 * 10^{-4}$ und $3 * 10^{-3}$ m/s mit einem Maximalwert von $5{,}1 * 10^{-3}$ m/s. In Modellebene 3 befinden sich 89 % der Werte in dem in Tab. 2 angegebenen Wertebereich $1 * 10^{-4}$ bis $1 * 10^{-3}$ m/s für die Hydrostratigrafische Einheit L3.

Die häufig anzutreffenden relativ geringen k_f-Werte im Bereich der Stauchendmoräne ("*Brelinger Berge*") mit dort vorhandenen hydraulisch wirksamen Störungen spiegeln mittlere Verhältnisse für größere Bereiche wider (Ansatz eines homogenisierten Ersatzsystems). Die tatsächlichen, z.T. eng begrenzten Gegebenheiten (Verschuppungen) sind nicht bekannt und können mit vertretbarem Aufwand nicht erkundet werden. Insofern ist dort auch nur eine gemittelte Nachbildung der tatsächlich eher stufenartig verlaufenden Grundwasseroberfläche im Modell möglich.

Die Transmissivität für den wassererfüllten Bereich des gesamten quartären Grundwasserleiters beträgt im Mittel über das Modellgebiet rd. 81 m²/h, wobei sich ca. 94 % der Werte in einer Spannweite von 1 bis 200 m²/h befinden (ca. 61 % zwischen 10 und 100 m²/h). Die örtliche Verteilung ist in Anlage 4.4 dargestellt. Werte von deutlich mehr als 100 m²/h sind für dieses Untersuchungsgebiet offenbar nicht ungewöhnlich. Gemäß

[1] Der Einfachheit halber wurde hier die Gesamtmächtigkeit der Rechenebenen angesetzt, die ggf. größer ist als die wassererfüllte Mächtigkeit.

einer Pumpversuchsauswertung von BRIECHLE (1971) beträgt der T-Wert im Umfeld des Brunnens 5 der *Fassung Fuhrberg* 277 m²/h. Dieser Wert konnte im Modell nicht erreicht werden, ist aber mit ca. 130 m²/h im Hinblick auf die Unsicherheiten sowohl bei der Messdatenauswertung (Horizontalfilterbrunnen) als auch der Modellierung noch als plausibel anzusehen. Weitere Auswertungsergebnisse für Transmissivitäten liegen für die Brunnen 1 bis 6 des *Wasserwerkes Ramlingen* vor (HWW, 1995). Demnach liegen die T-Werte zwischen 65 und 120 m²/h. Im Modell finden sich für diesen Bereich meist Werte von 50 bis 60 m²/h.

Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert wurde generell auf ein Zehntel des horizontalen Wertes gesetzt (allgemein üblicher Literaturwert für die Anisotropie). Die Grundwasserhemmer H3 und H4.2 werden ggf. mit den Modellebenen 2 und 4 nachgebildet. Die entsprechenden vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte sind in den Anlagen 5.1 und 5.2 dargestellt. Dieser Parameter wurde so weit wie möglich im Rahmen der Modellkalibrierung mit einbezogen. Es ist aber zu bedenken, dass keine Kontrollmöglichkeit hinsichtlich vertikaler Potentialunterschiede besteht, da keine Messstellengruppen mit entsprechenden Filtern ober- und unterhalb von Grundwasserhemmschichten vorhanden sind. Die Sensitivität der Modellergebnisse auf Variationen dieses Parameters (im Rahmen von Größenordnungen) ist sehr gering.

5 Oberirdische Fließgewässer

Die geometrische Nachbildung der oberirdischen Fließgewässer erfolgte zu einem Großteil auf Grundlage eingemessener Sohlhöhen und Wasserstände durch das Büro Matheja Consult, Burgwedel (MC 2020) bzw. durch Übernahme der Werte aus dem hydrodynamischen Modell für die oberirdischen Fließgewässer (s. Kap. 1). Zwischen den Messstandorten wurde linear interpoliert. Für die restlichen Bereiche ohne Felddaten waren diesbezüglich Abschätzungen auf Basis des digitalen Geländemodells erforderlich (LGLN, 2018).

Der Wasseraustausch zwischen Grundwassersystem und oberirdischen Fließgewässern wird im verwendeten Programm MODFLOW (HARBAUGH & McDONALD, A.W., 2005) nach folgender Formel berechnet:

$$Q = C_R * (h_R - h_{Gw}) \text{ bzw. } Q = C_R * (h_R - h_{Sohle})$$

mit:

Q: Durchfluss [L^3/T]
C_R: Leitwert [L^2/T] ("Hydraulic Conductance") s.u.

h_R: Wasserspiegelhöhe im oberirdischen Fließgewässer [L]
h_{Gw}: Standrohrspiegelhöhe im Grundwasserraum [L]
h_{Sohle}: geodätische Höhe der Sohle im oberirdischen Fließgewässer [L] (wird angesetzt, sobald $h_{Gw} < h_{Sohle}$)

Der hier als Leitwert bezeichnete Parameter C_R fasst alle Größen zusammen, die den hydraulischen Kontakt zwischen den Systemen bestimmen:

$$C_R = (k_R * L * W_R) / M_R$$

mit:

k_R: Durchlässigkeitsbeiwert für das Gestein zwischen den Systemen [L/T]
L: Fließstrecke [L]
W_R: benetzter Umfang [L]
M_R: Mächtigkeit der Gesteinsschicht unterhalb der Sohle [L]

Da die einzelnen Größen flächendeckend nicht (k_R, M_R) oder nur mit großem Aufwand (L, W_R) aus Messdaten abgeleitet werden können, wurde im Rahmen der Modellkalibrierung der Leitwert ermittelt, und zwar unter Berücksichtigung gemessener Abflüsse in der *Wulbeck*, der *Wietze* und der *Großen Beeke* (s. Anlage 6 und 9). Sie liegen in einer Bandbreite von 6,5 x 10^{-5} bis 3,15·10^{-2} m²/s (s. Anlage 6). Im Allgemeinen nehmen die Werte mit größer werdendem Fließquerschnitt zu. Zudem sind sie bei effluenten Verhältnissen größer als bei influenten (durch die im Allgemeinen geringere Kolmation der Gewässersohle).

Die Modellkalibrierung konnte unabhängig vom hydrodynamischen Modell erfolgen. Für die Simulation fiktiver Zustände (z.B. NULL, IST und PROGNOSE) werden die beiden Modelle aber gekoppelt betrieben. Grundwasserbürtiger Abfluss und damit einhergehender Wasserstand im oberirdischen Gewässer werden dabei iterativ berechnet: Zunächst wird durch eine Grundwasserströmungssimulation mit veränderter Entnahmekonstellation ein neuer grundwasserbürtiger Abfluss bestimmt. Mit einem entsprechend veränderten Gesamtabfluss wird dann mit dem hydrodynamischen Abflussmodell der Wasserstand berechnet und dieser für eine erneute Grundwasserspiegelsimulation vorgegeben. Dieser Vorgang wird wiederholt bis keine signifikante Änderung des Abflusses bzw. Wasserstandes mehr eintritt.

6 Grundwasserentnahmen

Für die Modellkalibrierung, die Modelltests und die bisher durchgeführten Simulationsrechnungen (Ausgangszustände, NULL, IST, PROGNOSE mit den Varianten V1 bis V5) wurden die in den Tabellen 3 bis 5 aufgeführten Entnahmen berücksichtigt (Quel-

len: s. Kap. 9 und Anhang 1 zum Geohydrologischen Gutachten). Zur Ermittlung der entnahmebedingten Wirkungen, also den Absenkungen und Abflussreduzierungen (grüne Hinterlegung) sind die "sonstigen Entnahmen" sowohl bei den Berechnungen der Vergleichszustände (IST, NULL) als auch des Prognose-Zustandes jeweils mit ihrer zugelassenen Rate berücksichtigt, d.h. die Ergebnisse gelten für die jeweils potentiell ungünstigsten Belastungszustände.

Tab. 3: Berücksichtigte Entnahmen im Grundwassermodell

Modellsimulation	**Trinkwassergewinnung Hannover-Nord ***	**Sonstige Entnahmen**
1. Kalibrierung Kalenderjahr 2004	Tatsächliches Volumen im Kalenderjahr 2004 (rd. 40,17 Mio. m³/a)	Tatsächliches Volumen im Kalenderjahr 2004 ** (insgesamt: 12,12 Mio. m³/a)
2. Modelltest 1 Kalenderjahr 1999	Tatsächliches Volumen im Kalenderjahr 1999 (rd. 33,47 Mio. m³/a)	Tatsächliches Volumen im Kalenderjahr 1999 *** (insgesamt: 16,11 Mio. m³/a)
3. Modelltest 2 Jahre 1999 und 2004 Ermittlung Veränderungen und Vergleich mit Messdaten (Differenz 1-2)	Tatsächliches Volumen siehe unter 1. und 2.	Tatsächliches Volumen siehe unter 1. und 2.
4. Modelltest 3 Jahre 1993 und 2008 Ermittlung Veränderungen und Vergleich mit Messdaten (2008-1993)	Tatsächliches Volumen in den Kalenderjahren 1993 und 2008 (rd. 38,61 und 39,00 Mio. m³/a)	Tatsächliches Volumen in den Kalenderjahren 1993 *** und 2008 ** (rd. 12,81 und 13,51 Mio. m³/a)
5. NULL-Ausgangszustand Ermittlung Flurabstand (über Differenz Simulationen 5-1)	Keine	Tatsächliches Volumen im Kalenderjahr 2004 ** (insgesamt: 12,12 Mio. m³/a)
6. IST-Ausgangszustand Ermittlung Flurabstand (FA), Basisabfluss (FA über Differenz Simulationen 6-1)	Tatsächliches Volumen im Zeitraum 2008 bis 2017 (rd. 39,39 Mio. m³/a)	Tatsächliches Volumen im Zeitraum 2004 bis 2013 **** (rd. 12,63 Mio. m³/a)
7. Null-Zustand Ermittlung Absenkungen	Keine	Gemäß Wasserrecht (insgesamt: 22,84 Mio. m³/a)
8. Ist-Zustand Ermittlung Absenkungen (Differenz Simulationen 8-7)	Tatsächliches Volumen im Zeitraum 2008 bis 2017 (rd. 39,39 Mio. m³/a)	Gemäß Wasserrecht (insgesamt: 22,84 Mio. m³/a)
9. Prognose-Zustand (V1 bis V5) Ermittlung Absenkungen (Differenz Simulationen 9-7 und 9-8)	Beantragtes Volumen (46,36 Mio. m³/a)	Gemäß Wasserrecht (insgesamt: 22,84 Mio. m³/a)

** Fassungen Lindwedel, Berkhof und Fuhrberg (zusammengefasst auch "Trinkwassergewinnung Fuhrberger Feld", enercity AG) sowie Wasserwerke Ramlingen (HWW GmbH) und Wettmar (WVNH)*

*** teilweise nicht bekannt, dann Ansatz: 67 % des zugelassenen Volumens gemäß Wasserrecht*

**** teilweise nicht bekannt, dann Ansatz: 67 % des zugelassenen Volumens gemäß Wasserrecht oder Kalenderjahr 2004 (WW Wietze und WW Burgdorf)*

***** Diese Daten lagen im Zuge der instationären Kalibrierung bereits vor und wurden hier der Einfachheit halber angesetzt. Es ist davon auszugehen, dass sich das 10-jährige Mittel für 2008-2017 nicht maßgeblich von dem für den Zeitraum 2004-2013 unterscheidet. Zusätzlich gilt der Hinweis unter **.*

Tab. 4: Verteilung der Entnahmen der "Trinkwassergewinnung Hannover-Nord" (Tab. 3) auf die Fassungen bzw. Wasserwerke

Fassung bzw. Wasser-werk	Kalender-jahr 2004	Kalender-jahr 1999	Kalender-jahr 1993	Kalender-jahr 2008	Null-Zustand	Ist-Zustand 2008-2017	Prognose-Zustand (V5)
	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]
Berkhof W	6,92	5,88	5,66	6,16	0	5,94	8,00
Berkhof O	5,50	5,58	6,14	5,62	0	5,27	8,00
Fuhrberg	19,56	14,95	16,95	19,91	0	19,59	19,00
Lindwedel	3,76	2,20	4,43	3,01	0	4,31	6,00
Ramlingen	3,56	4,01	4,49	3,45	0	3,42	4,50
Wettmar	0,86	0,86	0,95	0,86	0	0,86	0,86
Summen	**40,17**	**33,47**	**38,61**	**39,00**	**0**	**39,39**	**46,36**

Tab. 5: Entnahmen "Fuhrberger Feld" für die Prognosevarianten V1 bis V5

Fassung	V1	V2	V3	V4	V5
	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]	[Mio. m^3/a]
Berkhof W	7,50	7,50	7,50	9,00	8,00
Berkhof O	7,50	7,50	7,50	9,00	8,00
Fuhrberg	18,00	20,31	22,63	18,00	19,00
Lindwedel	8,00	5,69	3,38	5,00	6,00
Summen	**41,00**	**41,00**	**41,00**	**41,00**	**41,00**

7 Stationäre Modellkalibrierung

Zur Kalibrierung des Grundwassermodells mussten die Parameter Grundwasserneubildung, Gesteinsdurchlässigkeit und Durchlässigkeit der Gewässer-Sohlen (in Form des Leitwertes, s. Kap. 5) variiert werden.

Die Güte der Modellanpassung zeigen die Anlagen 7.1 und 7.2 sowie 8.1 und 8.2. In Anlage 7.1 und 7.2 sind auf Grundlage von Messdaten konstruierte Linien gleicher Grundwasserspiegel für das Kalibrierungsjahr 2004 (Zielfunktion) den berechneten gegenübergestellt. Die Zielfunktion konnte nur allgemein für den gesamten quartären Hauptgrundwasserleiter konstruiert werden, da im Bereich der Grundwasserstockwerke keine ausreichende Datendichte für zwei entsprechende Grundwasserhöhen-Gleichenpläne zur Verfügung steht. Sie repräsentiert im Wesentlichen den oberen Bereich des Hauptgrundwasserleiters (L1.3/ L2 bzw. Modellebene 1 im Norden, zentral und in der *Wietze*-Niederung sowie L3 bzw. Modellebene 3 im Südwesten und Südosten). Die Tabelle in Anlage 8.1 enthält gemessene und berechnete Grundwasserspie-

gel sowie deren Differenzen an den Kontrollmessstellen. Letztere sind auch in den Anlagen 7.1 und 7.2 entsprechend ihrer Lage bezüglich der Rechenebenen eingetragen. Anlage 8.2 zeigt die gemessenen und berechneten Werte an den Kontrollmessstellen als Streudiagramm. Die enge Korrelation zwischen Messung und Berechnung ist in allen Grundwasserspiegelniveaus gegeben. Rechnerisch ergibt sich insgesamt ein Korrelationskoeffizient von 1,00. Die mittlere absolute Abweichung zwischen Messung und Rechnung beträgt 0,30 bei einem Standardfehler (RMSE) von 0,40, was bei der gegebenen Gesamtdifferenz der Grundwasserspiegelhöhen im betrachteten Modellbereich von etwa 34,5 m in der Literatur bzw. der Praxis als ausreichend angesehen wird (z.B. DVGW, 2016 und SPITZ & MORENO, 1996). Mit einem Verhältnis "mittlere absolute Abweichung zu maximaler Differenz der Grundwasserspiegelhöhen im Modellraum" von 0,9 % ist die Modellanpassung gemäß DVGW (2016) als "sehr gut" zu bezeichnen (sehr gut: < 1,0 %). In den Anlagen 7.1 und 7.2 sind Messstellen markiert, an denen Abweichungsbeträge von mehr als 0,5 m auftreten. Diese liegen meist abseits der im Rahmen der Wasserrechtsanträge im Fokus stehenden oberirdischen Fließgewässer (z.B. *Große Beeke*, *Wietze* und *Wulbeck)*, so dass der Einfluss dieser Ungenauigkeit nur einen untergeordneten Einfluss auf die berechneten grundwasserbürtigen Abflüsse hat.

In Anlage 7.5 ist die Differenz zwischen den berechneten Standrohrspiegelhöhen für die Modellebenen 1 und 3 dargestellt. Signifikante Differenzen stellen sich nur dort ein, wo der Grundwasserhemmer H3.1 "drenthezeitlicher Geschiebelehm" ausgebildet ist (in Modellebene 2). Es zeigen sich sowohl Bereiche in denen das Grundwasser aus Modellebene 3 nach oben in die Modellebene 1 strömt (z.B. im Umfeld der Fassungen *Elze* und *Berkhof*) als auch Bereiche mit dem umgekehrten Fall (z.B. bei Hambühren).

Wie im Kap. 3 ausgeführt, musste im Rahmen der Modellkalibrierung auch die Grundwasserneubildung gegenüber den Originalwerten, die sich nach dem Verfahren GROWA06 V2 ergeben (LBEG, 2016a), moderat verändert werden. Die Veränderungen erfolgten in 2 Stufen. Die Kalibrierungsergebnisse für die Originaldaten (Klassenmitten) und die Werte nach der ersten und zweiten Modifikation sind in den Anlagen 7.3 und 7.4 (Linien gleicher Grundwasserspiegel) sowie 8.3 und 8.4 (Streudiagramme) dargestellt. Es wird ersichtlich, dass sich mit den Originalwerten und den Werten nach der 1. Modifikation – insbesondere in den hier im Fokus stehenden Wassergewinnungsgebieten - deutlich niedrigere Grundwasserspiegelflächen gegenüber der Modellkalibrierung ergeben. Damit gehen auch größere Modellfehler (1,2 und 1,0) einher.

Die mit dem Modell berechneten grundwasserbürtigen Abflüsse in der *Wietze*, der *Wulbeck* und der *Großen Beeke* sind in den Anlagen 9.1 bis 9.3 als Längsschnitt dargestellt. Die enercity AG und die HWW GmbH betreiben einige Abflusspegel in diesen oberirdischen Fließgewässern (Lage und Bezeichnung siehe Anlage 6). Anhand der für diese Pegel langjährig vorliegenden Messdaten wurden tatsächlich vorhandene, langfristig mittlere grundwasserbürtige Abflüsse ermittelt (MoMNQ-Verfahren nach WUNDT, 1959). Die Übereinstimmung mit den berechneten Werten ist nach den durchgeführten Modifikationen an der Grundwasserneubildung und unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Messdatenauswertung für alle Pegel als ausreichend und plausibel zu bezeichnen. Die zusätzlichen Sondermessungen am 14.01.2014 (nur *Wulbeck*) sowie Ende Mai / Anfang Juni 2017 mit jeweils mehr oder weniger unterdurchschnittlichen grundwasserbürtigen Abflüssen stützen die Verläufe in qualitativer Hinsicht (Maxima, Ex- und Infiltrationsstrecken).

Die Abbildungen 1 bis 3 verdeutlichen die Sensitivität der Modellgüte auf Veränderungen der Parameter "Grundwasserneubildung", "horizontaler Durchlässigkeitsbeiwert" und "Leitwert zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem". Dargestellt sind die Standardfehler (RMSE) nach Rechenläufen mit prozentualer Verringerung bzw. Erhöhung der Parameterwerte. Der im Rahmen der Modellkalibrierung erzielte Standardfehler (RMSE) von 0,40 m liegt im Bereich der jeweiligen Minima. Es ist somit davon auszugehen das deutliche Verbesserungen der (Gesamt)-Modellgüte nicht mehr erreichbar sind. Wie die Anlagen 10.1 bis 10.3 zeigen, ist die Empfindlichkeit der Absenkungsergebnisse (hier maximal zusätzliche Absenkung gegenüber 'IST') auf Veränderungen der Modellparameter "Grundwasserneubildung", "horizontaler Durchlässigkeitsbeiwert" sowie "Leitwert zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem" als gering zu bezeichnen. Im Bereich der signifikanten Reichweite der Absenkung (-0,25 m) liegen die Abweichungen meist in der Größenordnung weniger Zentimeter (max. ein Dezimeter).

Tab. 6 enthält die Wasserbilanz für die berechneten Zustände MGW2004 (Kalibrierung), 'NULL', 'IST' und 'PROGNOSE' (Simulationen 1, 7, 8 und 9 in Tab. 3). Ein Vergleich zeigt, dass die angestrebten Maximalentnahmen der Wasserversorger in Höhe von insgesamt 46,36 Mio. m³/a – wie zu erwarten - nahezu ausschließlich durch Abflussreduzierungen im oberirdischen Fließgewässersystem (Verringerung der Exfiltration oder Vergrößerung der Infiltration) gedeckt werden. Veränderungen der Grundwasserzu- und abströme über den Festpotentialrand im Südwesten sind vernachlässigbar, was belegt, dass die Modellergebnisse nahezu unabhängig von dieser Art der Rand-

bedingung ist (s.a. Kap. 2). Es sei an dieser Stelle noch einmal betont, dass eine in der Realität vorhandene Abhängigkeit der Grundwasserneubildung vom Grundwasserflurabstand (s. Kap. 3) hier nicht angesetzt wurde. Dann würde die Grundwasserneubildung zur Kompensation beitragen, also mit zunehmender Entnahme größer werden.

Anlage 11 zeigt berechnete Linien gleicher Grundwasserspiegel für 'NULL-', 'IST-' und 'PROGNOSE-Zustand' (mit Berücksichtigung der Wasserrechte für die sonstigen Entnahmen im Modellgebiet, s. Tab. 3). Auch anhand dieser Darstellung ist erkennbar, dass die berechneten Absenkungen infolge der untersuchten Entnahmeveränderungen in der Nähe des Festpotentialrandes im Südosten in ausreichender Weise abgeklungen sind.

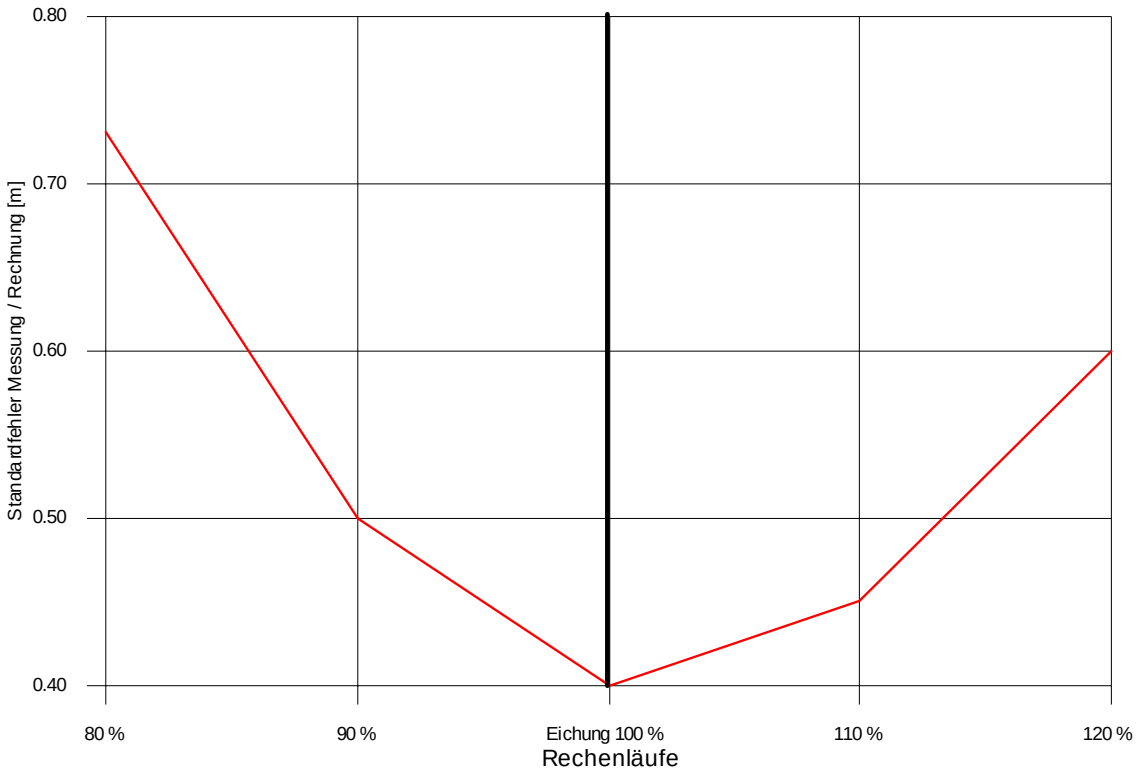


Abb. 1: Sensitivität des Kalibrierungsergebnisses auf Veränderungen des Parameters "Grundwasserneubildung"

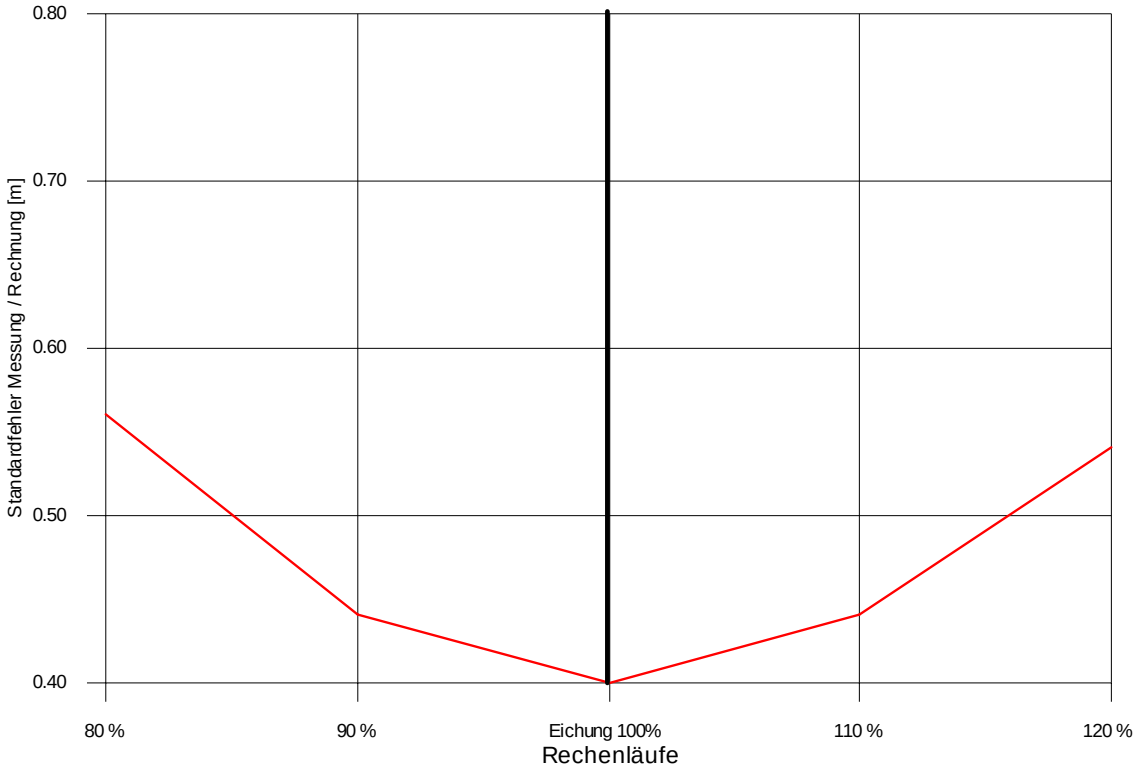


Abb. 2: Sensitivität der Kalibrierungsergebnisses auf Veränderungen des Parameters "Durchlässigkeitsbeiwert"

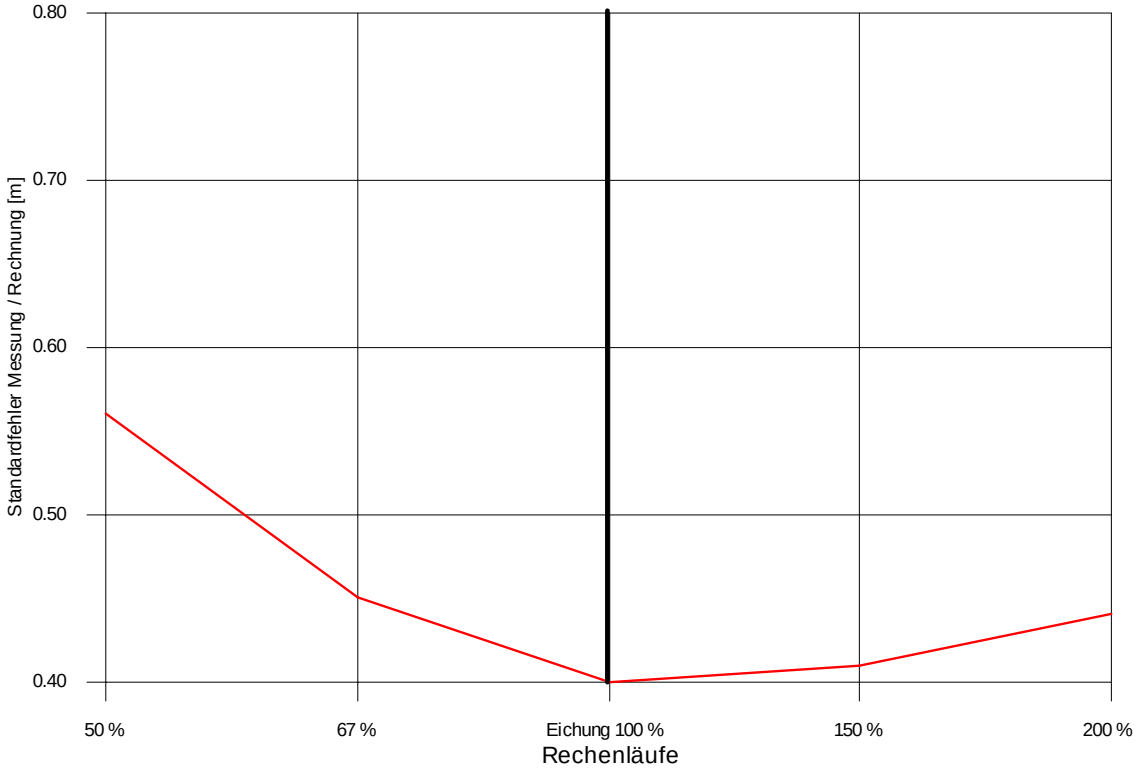


Abb. 3: Sensitivität der Kalibrierungsergebnisses auf Veränderungen des Parameters "Leitwert"

Tab. 6: Simulierte Wasserbilanzen für die Zustände "MGW2004" (Kalibrierung), "NULL", "IST" und "PROGNOSE"

	Modellzustrom (positive Werte) bzw. Modellabstrom (negative Werte) [Mio. m³/a]			
Bilanzglied	Kalibrierung	Null-Zustand	Ist-Zustand	Prognose-zustand (V5)
Unterirdischer Zustrom **Südwestrand**	1,489	1,292	1,302	1,303
Unterirdischer Abstrom **Südwestrand**	-0,323	-0,403	-0,396	-0,396
Unterirdischer Zustrom **Südrand** (Festgestein)	0,505	0,505	0,505	0,505
Grundwasserneubildung	124,173	124,164	124,142	124,139
Exfiltration Aller	-26,371	-30,964	-24,606	-22,657
Infiltration Aller	4,192	4,418	4,898	5,139
Exfiltration Leine	-13,456	-13,554	-12,642	-12,169
Infiltration Leine	0,028	0,027	0,043	0,051
Exfiltration Wietze	-16,503	-22,146	-14,473	-13,953
Infiltration Wietze	3,146	0,355	3,554	4,285
Exfiltration Wulbeck	-6,495	-12,409	-5,201	-4,927
Infiltration Wulbeck	2,880	0,211	2,606	2,724
Exfiltration Große Beeke	-4,606	-5,025	-3,679	-3,339
Infiltration Große Beeke	1,280	1,000	1,701	2,072
Exfiltration in sonstige oberirdische Fließgewässer	-19,285	-25,363	-17,409	-16,208
Infiltration aus sonstigen oberirdischen Fließgewässern	1,633	0,729	1,883	2,623
Entnahmen	-52,292	-22,840	-62,231	-69,200
Summe (Kontrolle) Bilanzfehler [%]	0,004 0,00	-0,001 0,00	-0,004 0,00	-0,007 0,00

8 Modelltests

Gemäß DVGW (2016) ist anhand eines Modelltests zu überprüfen, ob die im Rahmen der Modellkalibrierung erreichte sehr gute Modellgüte (hier Kalenderjahr 2004) auch für einen deutlich unterschiedlichen Systemzustand Gültigkeit hat. Hier wurde dafür das Kalenderjahr 1999 mit deutlich geringerer Entnahme aus den Fassungen des Fuhrberger Feldes ausgewählt (Modelltest 1). Die Grundwasserneubildung wurde dabei beibehalten, da sich die Winterniederschläge in den Jahren 2004 und 1999 nur geringfügig unterscheiden (1999 etwas geringer).

Zur weiteren Absicherung der Modellergebnisse wurden zwei weitere Modelltests (2 und 3) mit einem anderen Ansatz durchgeführt. Grundgedanke dabei ist, aus Messdaten bestimmte Grundwasserspiegeldifferenzen, die möglichst stark unterschiedliche Entnahmeraten beinhalten, mit entsprechend berechneten entnahmebedingten

Grundwasserspiegeländerungen zu vergleichen. Bei diesem Vergleich müssen witterungsbedingte und andere anthropogene Einflüsse in den Messdaten berücksichtigt werden. Modellseitig ist eine Anpassung der Grundwasserneubildung nicht erforderlich, da diese nur einen untergeordneten Einfluss auf das Ausmaß der ermittelten entnahmebedingten Änderung hat (s. Sensitivitätsuntersuchung, Kap. 7). Vorteil bei dieser Vorgehensweise ist, dass die eigentliche Zielgröße (entnahmebedingte Absenkung) innerhalb des Aussagegebietes direkt betrachtet und bewertet wird.

Modelltest 1:

Das Entnahmevolumen aus den Förderbrunnen der Fassungen "Fuhrberger Feld" betrug im Jahr 1999 28,61 Mio. m³, also etwa 7,13 Mio. m³ weniger als im Jahr 2004. Aus den Brunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* wurden 1999 0,45 Mio. m³ mehr Grundwasser als im Jahr 2004 zu Tage gefördert.

Die Güte des Modells für das Testjahr 1999 ist in den Anlagen 12.1 bis 12.3 zu sehen. In Anlage 12.1 und 12.2 sind auf Grundlage von Messdaten konstruierte Linien gleicher Grundwasserspiegel für das Jahr 1999 (Zielfunktion) den berechneten gegenübergestellt. Auch hier repräsentiert die Zielfunktion im Wesentlichen den oberen Bereich des Hauptgrundwasserleiters (s. Kap. 7). Gegenüber der Kalibrierung ist visuell keine wesentliche Verschlechterung der Modellgüte erkennbar. Anlage 12.3 zeigt die gemessenen und berechneten Werte im Streudiagramm. Die entsprechenden Differenzen zwischen Messung und Berechnung sind in den Anlagen 12.1 und 12.2 eingetragen. Die quantitativen Güteparameter (Anlage 12.3) unterscheiden sich nur unwesentlich von denen für die Kalibrierung. Rein rechnerisch ist die Modellgüte mit einem Wert von 0,8 % sogar noch etwas besser (gemäß DVGW also "sehr gut").

Modelltest 2:

Modelltest 2 dient zur Überprüfung der Belastbarkeit der berechneten Absenkungsreichweiten für den Bereich der Fassungen der enercity AG. Dazu wurde die Differenz zwischen den bereits simulierten Grundwasserspiegelflächen für die Jahre 2004 und 1999 gebildet. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal dieser beiden Jahre ist die deutliche Entnahmesteigerung aus den Förderbrunnen der enercity AG (Entnahme "Fuhrberger Feld" plus *Wasserwerk Elze*) von 34,36 Mio. m³ im Jahr 1999 auf 42,34 Mio. m³ im Jahr 2004. Gemäß den Simulationen ergibt sich ein gemeinsamer und weitreichender Absenkungsbereich für diese Entnahmeerhöhung um rd. 8 Mio. m³/a (s. Anlage 12.4). Andere Entnahmeänderungen spielen demnach offensichtlich nur eine unterge-

ordnete Rolle (z.B. geringe Aufhöhungen im Bereich der Förderbrunnen des *Wasserwerkes Ramlingen*).

Zusätzlich enthält der Plan die entsprechenden aus Messdaten ermittelten Differenzen (2004 minus 1999) an den zur Verfügung stehenden Grundwassermessstellen. Die Differenzen im Bereich der Fassungen der enercity AG sind meist negativ, was eine Absenkung der Grundwasserspiegel zwischen 1999 und 2004 bedeutet und somit das Simulationsergebnis in qualitativer Hinsicht bestätigt. Die quantitative Interpretation ist schwieriger, da die Differenzen neben den Entnahmen auch andere anthropogene Einflüsse (z.B. andere Entnahmen, Entwässerungsmaßnahmen) und natürliche Anomalien (z.B. zeitversetzte Grundwasserneubildung in Abhängigkeit der Grundwasserflurabstände) enthalten. Zunächst ist festzustellen, dass mit zunehmender Entfernung zu den Förderbrunnen der Fassungen die Differenzen betragsmäßig kleiner werden. Im Bereich der berechneten signifikanten Reichweite der entnahmebedingten Grundwasserabsenkung (gestrichelte -25 cm Linie [2]) und auch in größerer Entfernung zu den Brunnen sind die negativen Differenzen aus Messdaten betragsmäßig meist kleiner, teilweise sogar positiv. Unter der Annahme, dass die Differenzen aus Messdaten einen nur vernachlässigbaren witterungsbedingten Anteil enthalten, kommt man zu dem Schluss, dass die berechneten entnahmebedingten Absenkungen betragsmäßig zu groß sind. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Unsicherheit bei der Messdatenauswertung in der Größenordnung von Dezimetern liegt. Insofern ist die Übereinstimmung zwischen "Messung" und "Rechnung" letztlich als ausreichend zu bewerten. Tendenziell erscheinen die berechneten Absenkungen, insbesondere im Norden und im Osten, aber betragsmäßig als zu groß berechnet, was selbstverständlich dann auch für die standardmäßig im Rahmen des Wasserrechtsantrages vorzulegenden Absenkungen für 'IST' (NULL -> IST) und 'PROGNOSE' (NULL -> PROGNOSE und IST -> PROGNOSE) gilt.

Modelltest 3:

Modelltest 3 bezieht sich auf den Bereich der Wassergewinnungsgebiete "Ramlingen" und "Wettmar". Bei diesem Test werden die Jahre 1993 und 2008 mit jährlichen Entnahmevolumina von 4,49 + 0,95 Mio. m³ und 3,45 + 0,86 Mio. m³ betrachtet. Beide

[2] Die flächendeckende Ermittlung entnahmebedingter Absenkungen des Grundwasserspiegels von weniger als rd. 30 cm aus Messdaten ist unter Berücksichtigung überlagernder Einflüsse (Witterung, oberirdische Entwässerung, land- und forstwirtschaftliche Nutzung, andere Entnahmen) und örtlich stark variierender geologischer und geohydrologischer Gegebenheiten (Untergrundaufbau, Grundwasser-Flurabstand) innerhalb und auch außerhalb (im Bereich von Vergleichsmessstellen) des Absenkungsgebietes i.d.R. nicht mit ausreichender Sicherheit möglich. (s.a. ROSE, U.; LENKENHOFF, P., 2003).

Entnahmen haben sich reduziert, was rechnerisch zu signifikanten (mehr als 0,25 m) Aufhöhungen im Bereich der Fassung "Ramlingen" geführt hat (s. Anlage 12.5). Die Ergebnisse sind ausreichend konform mit den Differenzen aus Messdaten (hier nur Betrachtung der Messstellen der HWW GmbH). Es ist offensichtlich, dass die Differenzen im Süden mit dort großen Grundwasserflurabständen nicht zu vernachlässigende Anteile aus den unterschiedlichen Witterungssituationen enthalten. Mit zunehmender Entfernung zu den Förderbrunnen verbleiben die Werte bei durchschnittlich etwa einem halben Meter. Zieht man diesen Wert von den Messdaten-Differenzen für die südlich der Förderbrunnen gelegenen Messstellen ab, so ergeben sich Werte, die kleiner sind als die mit dem Modell berechneten Aufhöhungen. Unsicherheiten bei der Messdatenauswertung sind allerdings wieder zu bedenken. Man kann aber auch hier davon ausgehen, dass grundsätzlich die mit dem Modell im Rahmen des Wasserrechtsantrages zu berechnenden Absenkungen eher zu groß ausfallen.

Tabelle 7 enthält die Wasserbilanzen für alle Simulationen zu den Modelltests.

Tab. 7: Simulierte Wasserbilanzen für die bei den Modelltests betrachteten Zustände

	Modellzustrom (positive Werte) bzw. Modellabstrom (negative Werte) [Mio. m³/a]			
Bilanzglied	MGW2004	MGW1999	MGW1993	MGW2008
Unterirdischer Zustrom **Südwestrand**	1,489	1,486	1,500	1,516
Unterirdischer Abstrom **Südwestrand**	-0,323	-0,328	-0,322	-0,312
Unterirdischer Zustrom **Südrand** (Festgestein)	0,505	0,505	0,505	0,505
Grundwasserneubildung	124,173	124,149	124,170	124,169
Exfiltration Aller	-26,371	-27,167	-26,557	-26,642
Infiltration Aller	4,192	4,127	4,182	4,175
Exfiltration Leine	-13,456	-13,428	-13,372	-13,427
Infiltration Leine	0,028	0,027	0,029	0,028
Exfiltration Wietze	-16,503	-17,356	-17,280	-16,516
Infiltration Wietze	3,146	2,032	2,372	3,051
Exfiltration Wulbeck	-6,495	-6,544	-6,385	-6,174
Infiltration Wulbeck	2,880	2,355	2,667	2,954
Exfiltration Große Beeke	-4,606	-4,623	-4,555	-4,691
Infiltration Große Beeke	1,280	1,243	1,301	1,234
Exfiltration in sonstige oberirdische Fließgewässer	-19,285	-18,398	-18,466	-18,965
Infiltration aus sonstigen oberirdischen Fließgewässern	1,633	1,495	1,630	1,606
Entnahmen	-52,292	-49,582	-51,422	-52,512
Summe (Kontrolle) Bilanzfehler [%]	0,004 0,00	-0,001 0,00	-0,004 0,00	-0,007 0,00

Schlussfolgernd ist festzustellen, dass die Prognosefähigkeit des Modells für die Wassergewinnungsgebiete *'Fuhrberger Feld*' und *'Ramlingen / Wettmar'* gegeben ist. Die Modelltests 2 und 3 haben gezeigt, dass berechnete entnahmebedingte Absenkungen eher zu groß sind und damit auf der sicheren Seite hinsichtlich der weitergehenden bodenkundlichen und ökologischen Betrachtungen liegen.

9 Erweiterung für instationäre Simulationen

9.1 Zeitperioden und Zeitschritte

Die Abflussdynamik im Grundwassersystem ist gegenüber der in den oberirdischen Fließgewässern i.d.R. stark gedämpft. Vor diesem Hintergrund ist es ausreichend, die instationären Grundwasserströmungssimulationen auf Basis von Monatswerten durchzuführen, d.h. Randbedingungen wie z.B. Entnahmen oder die Grundwasserneubildung sind mindestens monatlich konstant. In diesem Zusammenhang ist zudem zu bedenken, dass die maßgeblichen Größen 'Grundwasserstand' (Randbedingungsvorgabe, Ergebniskontrolle) und 'Grundwasserneubildung' (Randbedingungsvorgabe) nur als Monatswerte vorliegen. Für die Berechnung werden diese Zeitperioden zur Veränderung von Randbedingungen im Modell noch einmal halbiert. Mit dieser Zeitschrittvorgabe ergaben sich keine numerischen Instabilitäten.

Die instationäre Simulation wird über zwei Zeitphasen ausgeführt:

1. Einem typischen Jahresgang mit 12 Monatswerten, die jeweils aus den 10 Monatsmitteln der Zeitperiode 2004 bis 2013 gebildet werden.
2. Dem Kalenderjahr 2009 mit gegenüber dem langjährigen Durchschnitt sehr trockenen Bedingungen in den Sommermonaten (Modelltest).

9.2 Ausgangswasserspiegel und Festpotentialrand

Als Startwerte für die instationären Simulationen (Ausgangswasserspiegel) dienen die berechneten Standrohrspiegel für das Jahr 2004 (stationäres Berechnungsergebnis für die 5 Rechenebenen). Die Einschwingphase zur Anpassung der Simulation an geänderte Randbedingungsvorgaben beträgt 2 Jahre. Damit war in allen Simulationsfällen Quasistationarität in ausreichender Weise erreicht.

Im Südwesten befindet sich auf einem relativ kleinen Abschnitt ein Festpotentialrand in Rechenebene 3. Die dort vorzugebenden Grundwasserspiegel wurden für den typischen Jahresgang aus Daten für die in der Nähe befindlichen Messstellen 30012, 30018 und 30032 abgeleitet. Diese wurden der Einfachheit halber auch für die Simulation des Kalenderjahres 2009 angesetzt, da diese Ungenauigkeit keinen relevanten Einfluss auf die Ergebnisse in den Aussagegebieten hat.

9.3 Speicherkoeffizienten

Im Wesentlichen handelt es sich hier um ein Grundwassersystem mit freier Grundwasseroberfläche. Insofern ist der dränierbare (oder auch speichernutzbare) Porenraum maßgeblich für die Größe des Speicherkoeffizienten (Specific Yield, S_Y). Für den Startdatensatz wurden näherungsweise die durchflusswirksamen (oder auch effektiven) Porositäten n_{eff} nach MAROTZ (1968) verwendet. Sie ergeben sich in Abhängigkeit der Durchlässigkeitsbeiwerte (s. z.B. HÖLTING & COLDEWEY 2009):

$$n_{eff} = 0{,}462 + 0{,}045 * \ln(k_f).$$

Dieser Ansatz führt rechnerisch zu einer Bandbreite von -0,11 bis 0,22 [-]. Sehr kleine Werte ergeben sich im Wesentlichen im Bereich der *Brelinger Berge* (Stauchendmoräne) mit dort häufig geringen Durchlässigkeitsbeiwerten. Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden letztlich Werte zwischen 0,15 und 0,30 zugelassen, was einen typischen Wertebereich für sandig-kiesige Grundwasserleiter abdeckt, s. z.B. LANGGUTH & VOIGT 2004 oder HÖLTING & COLDEWEY 2009. Die flächenhaften Ergebnisse für die S_Y-Werte nach der Modellkalibrierung zeigen die Anlagen 13.1 bis 13.3 für die Rechenebenen 1 bis 3.

Der Speicherkoeffizient S für die Situation mit vollständig wassergefüllten Rechenebenen wurde einheitlich auf 0,001 [-] gesetzt. Sensitivitätssimulationen mit Variation des Speicherkoeffizienten S haben gezeigt, dass die Modellergebnisse nur in geringem Maße von diesem Parameter abhängen.

9.4 Grundwasserneubildung

Auch die Grundwasserneubildung musste in die Modellkalibrierung einbezogen werden, weil plausible Änderungen bei den Speicherkoeffizienten innerhalb der vorgegebenen Grenzen nicht zu einer ausreichenden Güte der Modellkalibrierung führten.

Zur Erzeugung des typischen Jahresganges wurde die vom LBEG herausgegebene Grundwasserneubildung (LBEG 2019b) nach dem Verfahren mGROWA18 (LBEG 2019a) mit langjährigen Monatsmitteln für den (jüngsten) Zeitraum 1981 bis 2010 zugrunde gelegt. Diese Basisversion wird im Folgenden kurz als V1 bezeichnet. Im Zuge der Modellkalibrierung mussten folgende Modifikationen vorgenommen werden, die zu den Versionen V2 bis letztlich V5 (kalibrierte Version) führten:

1. In den Originaldaten finden sich häufig negative Werte, obwohl die Grundwasserflurabstände (MGW 2004, Zielfunktion der stationären Kalibrierung) mehr als

2 m betragen. Es wurde folgender Algorithmus auf die Originaldaten angewendet: Setzen negativer Grundwasserneubildungen an den Modellelementen auf 0, wenn der Grundwasserflurabstand mehr als 4 m unter Wald oder mehr als 2 m unter allen sonstigen Nutzungen beträgt. Um die Gesamtbilanz für die jeweiligen Modellelemente zu erhalten, wurden positive Neubildungswerte in den anderen Monaten entsprechend verringert, und zwar mit gleichmäßiger Verteilung der Summe der ursprünglich negativen Werte für das Modellelement.

2. Die mittlere jährliche Grundwasserneubildungshöhe über das Modellgebiet ist gemäß den mGROWA18-Daten deutlich geringer als die sich nach der stationären Kalibrierung ergebende. Um diese Diskrepanz auszugleichen, wurden modellelementweise zu den mGROWA18-Monatswerten (nach dem 1. Bearbeitungsschritt) ein Zwölftel der entsprechenden Jahresdifferenzen hinzuaddiert.
3. Bei diesem Bearbeitungsschritt wurde modellelementweise geprüft, ob die monatliche Grundwasserneubildungshöhe größer ist als 90 Prozent der entsprechenden mittleren Niederschlagshöhe (Zeitreihe ebenfalls 1981 bis 2010 für die DWD-Station Hannover). Wenn dem so war, dann erfolgte eine Reduktion auf diese Obergrenze. So gekappte Neubildungshöhen wurden dann auf die Monate April und Oktober jeweils zur Hälfte verteilt.
4. Tendenziell traten die berechneten Grundwasserspiegelmaxima und –minima später ein als aus Messdaten abgeleitet. Deshalb wurde eine Phasenverschiebung vorgenommen, in dem die Neubildungswerte für die Monate T und T+1 gemittelt wurden. Somit ergaben sich insbesondere für die Monate März und April deutlich kleinere und für die Monate Oktober und November deutlich höhere Neubildungswerte, was zu einer entsprechenden Verschiebung der Grundwasserspiegelmaxima und –minima führte.

Die auf diese Weise instationär kalibrierten Neubildungswerte (V5) sind in den Anlagen 14.1 bis 14.12, jeweils für die Rechenebenen 1 und 3 (a+b) flächenhaft dargestellt. Anlage 14.13 zeigt die mittleren monatlichen Grundwasserneubildungshöhen über das Modellgebiet für die Versionen V1 bis V5.

Grundlage für die Schätzung der monatlichen Neubildungswerte für die anschließende Simulationszeit "Kalenderjahr 2009" waren die für den typischen Jahresgang (langjährige Mittelwerte) kalibrierten Werte. Sie wurden mit Faktoren multipliziert, die auf den unterschiedlichen Monatsniederschlägen und monatlichen klimatischen Wasserbilanzen im Jahr 2009 und im langjährigen Mittel beruhen (s. Tab. 8). Damit konnte eine ausreichende Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Grundwasserspiegel im Jahresgang "2009" erreicht werden. Das Ergebnis der monatlichen Grundwasserneubildungshöhen über das Modellgebiet ist in Anlage 14.4 im Vergleich zu den kalibrierten Werten für den typischen Jahresgang dargestellt.

Tab. 8: Ermittlung der monatlichen Neubildungswerte für das Jahr 2009

Monat	Verhältnis der Niederschlagswerte für das Jahr 2009 und für den langjährigen Zeitraum 1981 bis 2010 DWD Station Hannover	Angesetzte Faktoren * für den Fall GWN > 0 mm	Angesetzte Faktoren für den Fall "Zehrung" GWN < 0 mm (visuell abgeschätzt anhand der klimatischen Wasserbilanz, s. Anlage 15)
Januar	0,36	0,36	1,0
Februar	1,40	1,32	1,0
März	1,08	1,06	1,0
April	0,29	0,29	1,3
Mai	0,60	0,60	1,4
Juni	0,84	0,84	1,2
Juli	1,43	1,00	1,0
August	0,13	0,13	1,6
September	0,65	0,65	1,2
Oktober	1,49	1,39	1,0
November	2,03	1,82	1,0
Dezember	1,33	1,26	1,0

* Annahme bei höheren Werten im Jahr 2009: außerhalb der Vegetationszeit (Oktober bis März) sind nur 80 % des Überschusses neubildungswirksam und innerhalb 0 %

9.5 Oberirdische Fließgewässer

Soweit vorhanden, wurden die Wasserspiegellagen aus den hydrodynamischen (HD) Modellen für *Wietze* / *Wulbeck* ("Kernmodell"), die *Aller* und die *Gr. Beeke* (als Monatsmittel) übernommen (MC, 2020 und Anhang 1 zum Geohydrologischen Gutachten). Zudem hat das Büro Matheja Consult, Burgwedel/Wettmar die Wasserstände in der *Leine* auf Grundlage von Messdaten ermittelt.

Für alle anderen oberirdischen Fließgewässer erfolgten Schätzungen auf Basis der Wasserspiegel im stationären Modell (langjährige Mittelwerte). Die Jahresgänge wurden aus den Ergebnissen der HD-Modelle typisiert übertragen. Die Typisierung erfolgte in Abhängigkeit der Wassertiefen im stationären Modell (< 0,09 m, 0,09 bis 0,25 m, > 0,25 m und Allerabschnitt ab Wehr Hademstorf).

9.6 Grundwasserentnahmen

Für die Entnahmen der Antragsteller (*Wasserwerke Elze Berkhof*, *Fuhrberg*, *Ramlingen* und *Wettmar*) konnten die vorliegenden Monatssummen sowohl für den typischen Jahresgang (2004-2013) als auch das Jahr 2009 vorgegeben werden.

Für die sonstigen Entnahmen im Modellgebiet (Feldberegnung, Industrie, Gewerbe, Sportanlagen) liegen meist nur Jahresentnahmen vor. Generell wurden diese Jahresentnahmen gleichmäßig entweder auf alle Monate des Jahres (Industrie, Gewerbe, Sportanlagen) oder nur die Monate der Vegetationszeit (Feldberegnung) aufgeteilt. D.h. für die Feldberegnung, dass die Förderung im Modell in den Wintermonaten Oktober bis März komplett abgestellt ist.

9.7 Instationäre Modellkalibrierung und Modelltest

Die Modellkalibrierung wurde anhand von Messdaten für insgesamt 117 (Kontroll-) Messstellen durchgeführt, die möglichst gleichmäßig über das Modellgebiet verteilt sind. Insbesondere die Aussagegebiete sind damit repräsentativ abgedeckt. Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich um die gleichen Messstellen, die auch bei der stationären Kalibrierung (MGW2004) zum Einsatz kamen. Aus den Messdaten des Zeitraumes 2004 bis 2013 wurden durch Mittelung der Werte für die einzelnen Monate (jeweils 10 Werte) die bei der instationären Kalibrierung betrachteten typischen Jahresgänge mit jeweils 12 Werten für jede Messstelle ermittelt. Diese 117 typischen Jahresgänge bilden somit die Zielfunktion. Anzumerken ist, dass viele Messstellen im hier betrachteten Zeitraum nur quartalsweise beobachtet wurden. Diese Datenlücken wurden mittels linearer Regressionsbeziehungen ergänzt (HMM, 2018).

Das Ergebnis der Modellkalibrierung zeigen die Anlagen 15.1 bis 15.117, in denen die aus Messdaten abgeleiteten und die berechneten Ganglinienverläufe gegenübergestellt sind (linke Hälfte des Diagramms mit den Grundwasserganglinien). Bei der Kalibrierung wurden vier Gütekriterien betrachtet:

1. Berechnetes Höhenniveau der Grundwasserspiegelfläche (Mittelwerte des typischen Jahresganges),
2. Mittlere Abweichung zwischen Messung und Simulation
3. Schwankungsbreiten (jeweilige Differenz zwischen Minimum und Maximum),
4. Phase (hier Zeitpunktdifferenz zwischen berechnetem und gemessenem Grundwasserspiegelmaximum).

Zur Erreichung eines ähnlichen Höhenniveaus der Grundwasserspiegelfläche wie bei der stationären Kalibrierung (Gütekriterium 1) musste zunächst die für die instationäre Kalibrierung zugrunde gelegte Grundwasserneubildung nach dem Verfahren mGROWA18 auf das Niveau der stationär kalibrierten angehoben werden (s. Kap. 3). Umgesetzt wurde dies mit den in Kap. 9.4 erläuterten Bearbeitungsschritten 1 bis 3. Das mit dem instationären Modell berechnete mittlere Grundwasserspiegelniveau des typischen Jahresganges ist damit nahezu identisch mit dem stationär modellierten Niveau. Beispiel: Der berechnete Grundwasserspiegel an Messstelle 20635 im stationären Modell beträgt 32,43 mNN (Anlage 8.1, Seite 2) und der entsprechende, über 12 Monate gebildete Mittelwert im instationären Modell 32,44 mNN. Die Güte der stationären Kalibrierung wurde u.a. anhand eines Streudiagramms in Verbindung mit verschiedenen statistischen Größen beschrieben (Kap. 7 und Anlage 8.2). Für die instationäre Kalibrierung ergibt sich ein sehr ähnliches Streudiagram und eine nahezu identische Statistik für den Vergleich der gemessenen und berechneten Standrohrspiegel als Mittelwerte über den typischen Jahresgang (Anlage 16.1). Das Gütekriterium 2 ist mit der Anhebung der berechneten Grundwasserspiegelfläche durch die Grundwasserneubildungserhöhung somit ebenfalls in ausreichender Weise erfüllt.

Im Folgenden mussten nun noch die Schwankungsbreiten (SB) und die Phasen bei der Kalibrierung angepasst werden (und damit implizit auch die Gradienten zwischen Minima und Maxima und umgekehrt). Zunächst wurde versucht, dies ausschließlich durch Veränderungen bei den Speicherkoeffizienten zu erreichen (s. Kap. 9.3). Um die als plausibel erachteten Grenzwerte nicht zu über- bzw. zu unterschreiten, musste eine weitere Modifikation bei der Grundwasserneubildung vorgenommen werden (s. Kap. 9.4, Bearbeitungsschritt 4). Dies führte zu einem insgesamt ausreichenden Kalibrierungsergebnis, insbesondere in den Aussagegebieten. Zur objektiven Beurteilung des Kalibrierungsergebnisses wurden die Gütekriterien 3 und 4 jeweils in 5 Klassen quantifiziert (Tabelle 9). Das Ergebnis ist in den Anlagen 16.2 für Rechenebene 1 und 16.3 für Rechenebene 3 dargestellt. Größere Abweichungen zwischen Messung und Rechnung (Klassen 1, 2, 4 und 5) findet man meistens nur in den Randbereichen des Modells außerhalb der Aussagegebiete.

Im Anschluss an den typischen Jahresgang wurde das Jahr 2009 mit einer sehr trockenen Sommerphase als Modelltest simuliert (siehe klimatische Wasserbilanz in den Anlagen 15.1 bis 15.117). Zur Erreichung einer ausreichenden Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung musste die Grundwasserneubildung angepasst werden (s. Kap. 9.4). Das Ergebnis des Modelltests ist in den Anlagen 15.1 bis 15.117 dargestellt (rechte Hälfte des Diagramms mit den Grundwasserganglinien). Sowohl anhand

der Messdaten als auch der Simulation zeigt sich, dass durch die trockene Witterung der Grundwasserspiegel in der Größenordnung weniger Dezimeter niedriger liegt als in einem durchschnittlichen Jahr. Als Beispiel seien wieder die Werte für die Messstelle 20635 genannt: Das Minimum im Jahr 2009 unterschreitet das mittlere Minimum (jeweils im Oktober) um 39 cm. Gemäß Modellsimulation beträgt die Differenz zwischen diesen Minima 30 cm (Ende September). Der Modelltest ist somit als erfolgreich zu bezeichnen.

Tab. 9: Quantifizierung der Gütekriterien für die instationäre Kalibrierung

Klasse	Kriterium 3 "Schwankungsbreite" (SB) $(SB_{berechnet} - SB_{Messdaten}) / SB_{Messdaten}$ [%]	Kriterium 4: "Phase" Berechneter Zeitpunkt des Maximums im Vergleich zum gemessenen Zeitpunkt des Maximums
1	kleiner -40	mehr als 1,5 Monate zurück
2	zwischen -40 und -20	mehr als 0,5 und höchstens 1,5 Monate zurück
3	zwischen -20 und 20	höchstens 0,5 Monate zurück oder vor
4	zwischen 20 und 40	mehr als 0,5 und höchstens 1,5 Monate vor
5	größer 40	mehr als 1,5 Monate vor

Abschließend ist noch anzumerken, dass bei der instationären Kalibrierung bewusst nur flächenhafte, für das Modellgebiet grundsätzlich geltende Veränderungen der Grundwasserneubildung vorgenommen wurden. Vorrangiges Ziel war es, die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung in den Aussagegebieten zu optimieren, was mit dieser Vorgehensweise auch in ausreichender Weise erreicht werden konnte, ohne dabei flächenhaft nicht plausible Grundwasserneubildungswerte zu generieren. Durch weitere lokale Eingriffe bei der Grundwasserneubildung wären noch Verbesserungen der Modellgüte denkbar (insbesondere in den Randbereichen des Modells), die aber letztlich zu keinen relevanten Änderungen bei den Simulationsergebnissen führen würden. Dies gilt insbesondere für prognostizierte potentielle Änderungen, hier also Reduzierungen des Basisabflusses in den oberirdischen Fließgewässern oder Erniedrigungen des Grundwasserspiegels infolge der beantragten Entnahmen gegenüber dem Ist-Zustand.

10 Datenquellen, Berichte / Gutachten und Literatur

BKG (2012): CORINE Land Cover 10 ha (CLC10), Ausgabe 2012. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main.

BOOCHS, P.-W.; MULL, R. et al. (1985): Berücksichtigung der grundwasserabhängigen Neubildung bei mathematischen Grundwassermodellen. In: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 136, S. 365-373, Hannover.

BRIECHLE, D. (1971): Beitrag zur mathematischen Berechnung der Grundwasser-neubildung und zweidimensionalen Strömungen in sandigen und kiesigen Aquifern. Mitt. a. d. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landw. Wasserbau der TU Hannover, H. 25.

CHIANG, W.-H.; KINZELBACH, W. (2001): 3D-Groundwater Modeling with PMWIN. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

CUNETZ GMBH (2016): Grundlagendaten: Stammdaten, Grundwasserstände und Entnahmen. – Celle–Uelzen Netz GmbH, Celle.

DVGW (2016): Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten. Technische Regel, Arbeitsblatt W 107 (A). Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

DVWK (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Merkblätter zur Wasserwirtschaft 238/1996. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Bonn.

ECKL, H. & RAISSI, F. (2009): Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen. - GeoBerichte 15. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

enercity AG (2017): Ergebnisvermerk zum 3. Statusgespräch zu den Wasserrechts-verfahren Fuhrberger Feld, Wettmar und Ramlingen. Besprechungstermin am 24.01.2017 im Wasserwerk Elze-Berkhof. enercity AG, Hannover, 07.02.2017.

HARBAUGH, A.W. (2005): Modflow-2005, The U.S. Geological Survey Modular Ground Water Model – the Ground Water Flow Process. In: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A16.

HMM (2007): HWW GmbH Wasserwerk Ramlingen, Wasserverband Nordhannover, Wasserwerk Wettmar. Geohydrologisches Gutachten zu den Wasserrechtsanträgen auf Bewilligung der Grundwasserentnahmen gemäß § 13 NWG. Ing.-Büro H.-H. Meyer, Hemmingen, 10.12.2007. Im Auftrag der Harzwasserwerke GmbH und des Wasserverbandes Nordhannover, unveröffentlicht.

HMM (2011): Abschlussbericht zur Teiluntersuchung "Grundwasser" zum BMBF-Projekt "Klimafolgenmanagement", Teilprojekt FE5.2 "Integratives Management von Grundwasserkörpern vor dem Hintergrund des Klimawandels". Bad Nenndorf, 07.11.2001. Im Auftrag der Stadtwerke Hannover AG.

HMM (2018): Trinkwassergewinnung Fuhrberger Feld: Instationäres Grundwasserströmungsmodell – Rechnerische Datenergänzung für Kontrollmessstellen mit lückenhaften Zeitreihen mittels linearer Regression und den Zeitraum 2004 bis 2013. Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf, September 2018 (nicht veröffentlicht).

HÖLTING, B. ; COLDEWEY, W.-G. (2009): Hydrogeologie, 7. Auflage. - Elsevier - Spektrum Akademischer Verlag, München.

HWW GMBH (1995): Antrag auf Neubewilligung und Erweiterung des bestehenden Wasserrechtes für das Wasserwerk Ramlingen (mit Anlagen, z.B. Hydrogeologische Detailerläuterungen und Ökologisches Gutachten. - Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim.

HWW GMBH (2019): Grundlagendaten: Stammdaten, Grundwasserstände, Niederschlag, Entnahmen sowie Wasserstände und Abflüsse in oberirdischen Fließgewässern. – Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim.

JOSOPAIT, V.; RAISSI, F. & ECKL, H. (2009): Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme. GeoFakten 1 (4. Auflage). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

LANGGUTH, H.-R.; VOIGT, R. (2004): Hydrogeologische Methoden. Springer-Verlag, Berlin.

LANDVOLK CELLE (2016): Grundlagendaten: Stammdaten und Entnahmen. – Landvolk Niedersachsen Kreisverband Celle e.V, Celle.

LBEG (2016a): Grundwasserneubildungsdaten nach dem Verfahren GROWA06V2 im ArcGIS-Shape-Format, Stand Oktober 2016. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

LBEG (2016b): Grundwasserneubildungsdaten nach dem Verfahren mGROWA im ArcGIS-Shape-Format, Stand Oktober 2016. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

LBEG (2017): Sickerwasserrate nach dem Verfahren TUB-BGR im ArcGIS-Shape-Format, Stand Februar 2017. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

LBEG (2019a): Grundwasserneubildung von Niedersachsen und Bremen – Berechnungen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA18. - GeoBerichte 36, Version 20.06.2019. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

LBEG (2019b): Grundwasserneubildungsdaten nach dem Verfahren mGROWA18 im ArcGIS-Shape-Format, Stand November 2019. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

LEMKE & ELBRACHT (2008): Grundwasserneubildung in Niedersachsen: Ein Vergleich der Methoden Dörhöfer & Josopait und GROWA06V2. GeoBerichte 10. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

LGLN (2016):Digitales Geländehöhenmodell 1 : 25.000 (DGM 25) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems. Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen, Hannover.

LGLN (2018):Digitales Geländehöhenmodell 1 : 5.000 (DGM 5) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems. Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen, Hannover.

LK CELLE (2016): Grundlagendaten: Stammdaten und Entnahmen. – Landkreis Celle, Celle.

LK HEIDEKREIS (2016): Grundlagendaten: Stammdaten und Entnahmen. – Landkreis Heidekreis, Bad Fallingbostel.

MAROTZ, G. (1968): Technische Grundlagen einer Wasserspeicherung im natürlichen Untergrund. Schriftenreihe des KWK, 18. Hamburg (Wasser und Boden).

MC / HMM (2009): Abschlussbericht zum Projekt: Operatives Monitoring und Integrative Mengenbewirtschaftung für den Grundwasserkörper Fuhse-Wietze - Teilprojekt Wulbeck, Phase 3. Im Auftrag des Wasserverbandes Peine. Wettmar / Hemmingen August 2009.

MC (2020): Geometrie- und Abflussdaten für oberirdische Fließgwässer (Messungen und Simulationen). Matheja Consult, Burgwedel.

NEUSS, M & DÖRHÖFER, G. (2009): GeoFakten 8 (3. Aufl.): Hinweise zur Anwendung numerischer Modelle bei der Beurteilung hydrogeologischer Sachverhalte und Prognosen in Niedersachsen. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

NIWA (2018): Geologisches 3D-Strukturmodell. Niedersachsen Wasser – Kooperations- und Dienstleistungsgesellschaft mbH, Brake.

NLWKN Bst. Hannover-Hildesheim (2016a): Grundlagendaten: Stammdaten, Grundwasserstände sowie Wasserstände und Abflüsse in oberirdischen Fließgewässern. – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Hannover-Hildesheim, Hildesheim.

NLWKN Bst. Verden (2016b): Grundlagendaten: Stammdaten und Grundwasserstände. – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Verden, Verden.

REGION HANNOVER (2015/16): Grundlagendaten: Stammdaten und Entnahmen. Region Hannover, Team 36.09, Hannover.

REGION HANNOVER (2016): Grundlagendaten: Stammdaten und Grundwasserstände. Region Hannover, Team Naturschutz / Hannoversche Moorgeest, Hannover.

RENGER, M. & WESSOLEK, G. (1990): Auswirkungen von Grundwasserabsenkung und Nutzungsänderung auf die Grundwasserneubildung. Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen. Universität der Bundeswehr München. Heft 386, S. 295-307.

ROSE, U.; LENKENHOFF, P. (2003): Erfassung und Gefährdungsanalyse grundwasserabhängiger Ökosysteme hinsichtlich vom Grundwasser ausgehenden Schädigungen. Ergebnisse des LAWA-Projekts "Grundwasserabhängige Ökosysteme". – KA – Abwasser, Abfall (50) Nr. 11, S. 1416-1418.

SPITZ, K, MORENO, J. (1996): A Practical Guide to Groundwater and Solute Transport Modeling. - John Wiley & Sons. Inc., New York.

STADT HANNOVER (2016): Grundlagendaten: Stammdaten und Grundwasserstände. – Stadt Hannover, Hannover.

STADT CELLE (2015): Grundlagendaten: Stammdaten und Grundwasserstände. – Stadt Celle, Celle.

SWH AG (1989): Antrag auf Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg – Fuhrberger Feld, inkl. der Anlagen: "Hydrogeologisches Gutachten zur Ausweisung eines Schutzgebietes für die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg", Dr. Anrich NLFB, 1976 sowie "Untersuchung zur Grundwasser-nutzung für Wasserversorgungszwecke im Fuhrberger Feld", Prof. Dr. Hoffmann et al., Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landw. Wasserbau der Universität Hannover, 1984.

SWH AG (2019): Grundlagendaten: Stammdaten, Grundwasserstände, Niederschlag, Entnahmen sowie Wasserstände und Abflüsse in oberirdischen Fließgewässern. – Stadtwerke Hannover AG, Hannover.

TERRAP (2015): Grundlagendaten: Stammdaten, Grundwasserstände und Entnahmen für das Wasserwerk Burgdorf. TerraP Projekte für Grundwasser und Boden, Nienhagen.

WUNDT, W. (1958): Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen. – Forsch. Dt. Landeskde. Jg. 104, S. 47-54

WVN (2019): Grundlagendaten: Stammdaten, Grundwasserstände und Entnahmen. – Zweckverband Wasserverband Nordhannover, Burgwedel.

WV PEINE (2016): Grundlagendaten: Stammdaten und Grundwasserstände. – Wasserverband Peine, Peine.

enercity AG
Trinkwassergewinnung
Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk
Ramlingen

WV Nordhannover
Wasserwerk
Wettmar

Grundwasserströmungsmodell "Hannover-Nord"

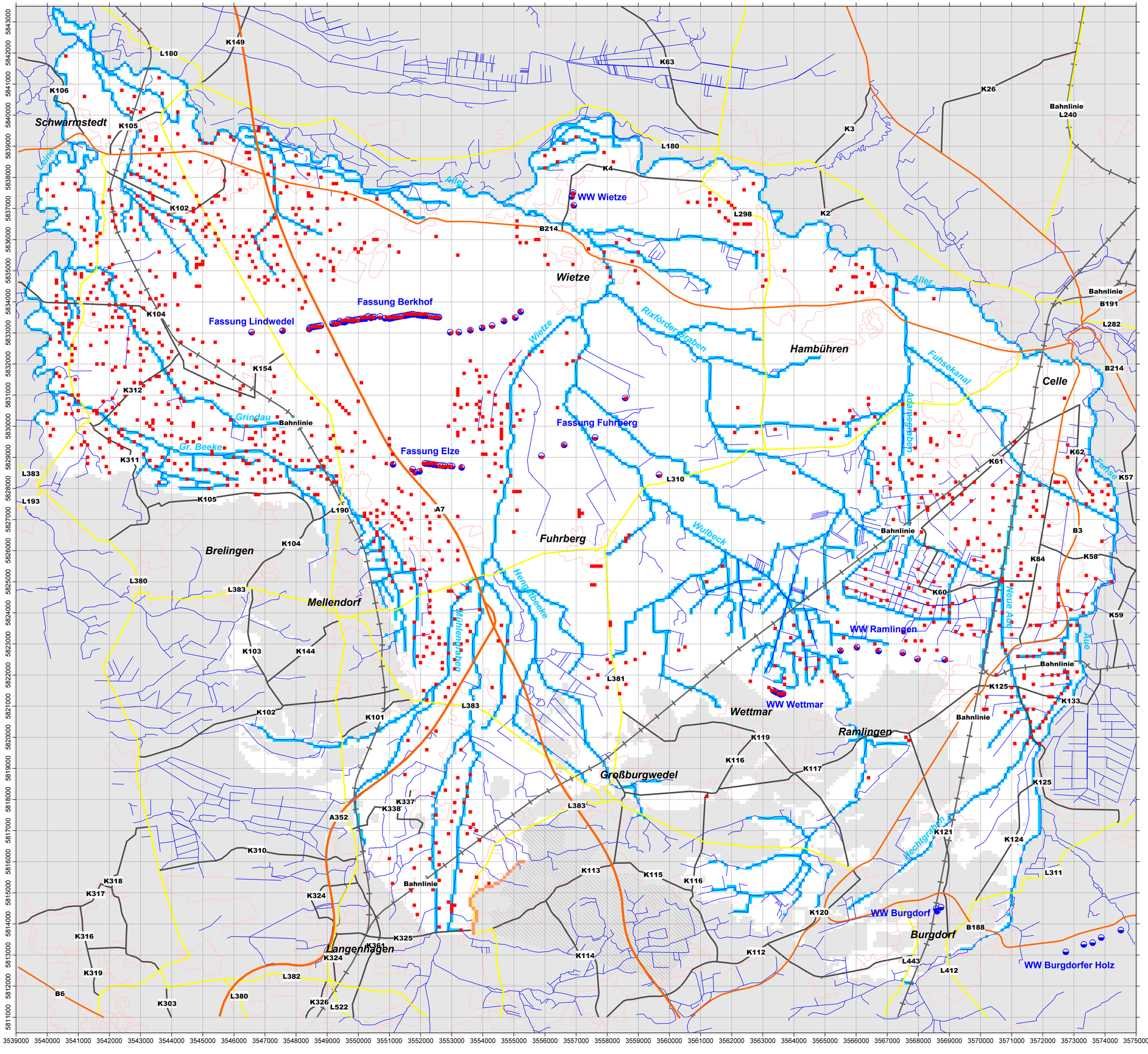
Modelldokumentation

- A N L A G E N -

im Auftrag
der Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
der enercity AG, Hannover
des Wasserverbandes Nordhannover, Burgwedel-Wettmar

Bad Nenndorf, 14. August 2020 (Modellstand: Juli 2020)

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Randbedingungen:

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserspiegel (Festpotentialrand)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserzustrom (Zustromrand)

Modellelemente mit Vorgabe Wasserstand in oberirdischen Fließgewässern (potentialabhängige Zu- / Aussickerung)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserentnahme (Brunnen)

deaktivierte Modellelemente

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

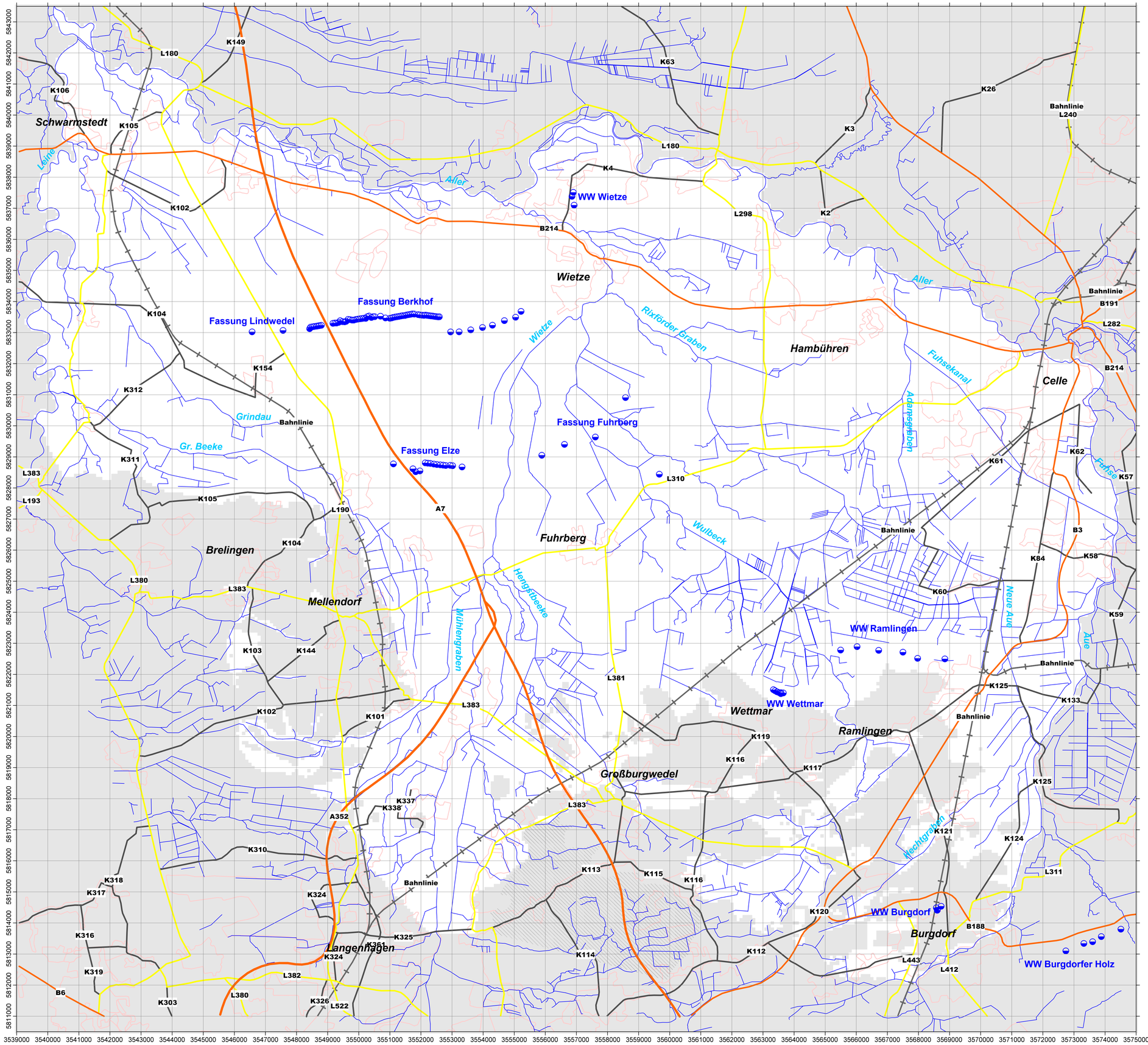
Modellgebiet mit Randbedingungen

Rasterweite: 100 m

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 1.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Randbedingungen:

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserspiegel (Festpotentialrand)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserzustrom (Zustromrand)

Modellelemente mit Vorgabe Wasserstand in oberirdischen Fließgewässern (potentialabhängige Zu- / Aussickerung)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserentnahme (Brunnen)

deaktivierte Modellelemente

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Modellgebiet mit Randbedingungen

Rasterweite: 100 m

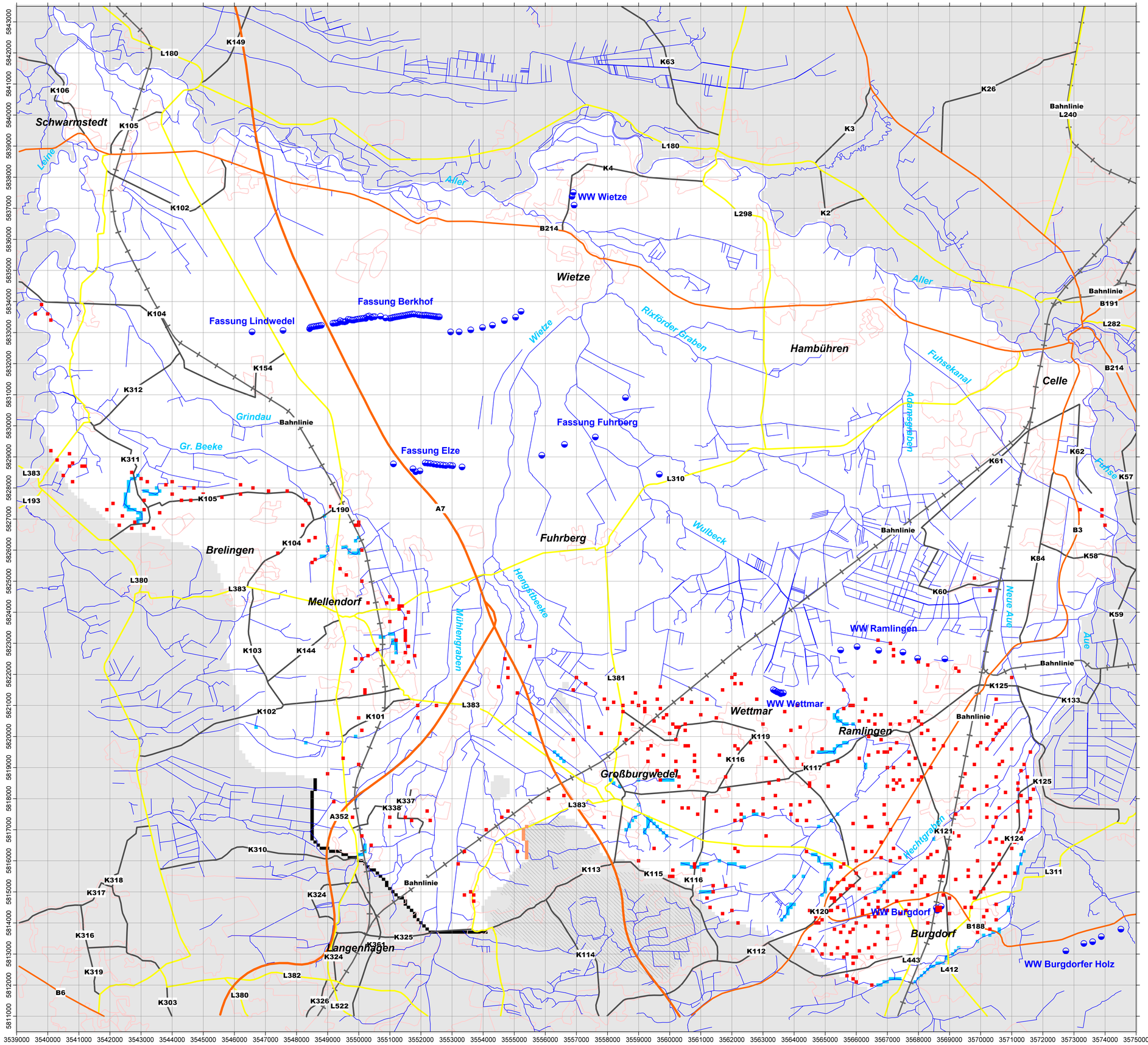
Rechenebene 2

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 1.2

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Randbedingungen:

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserspiegel (Festpotentialrand)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserzustrom (Zustromrand)

Modellelemente mit Vorgabe Wasserstand in oberirdischen Fließgewässern (potentialabhängige Zu- / Aussickerung)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserentnahme (Brunnen)

deaktivierte Modellelemente

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

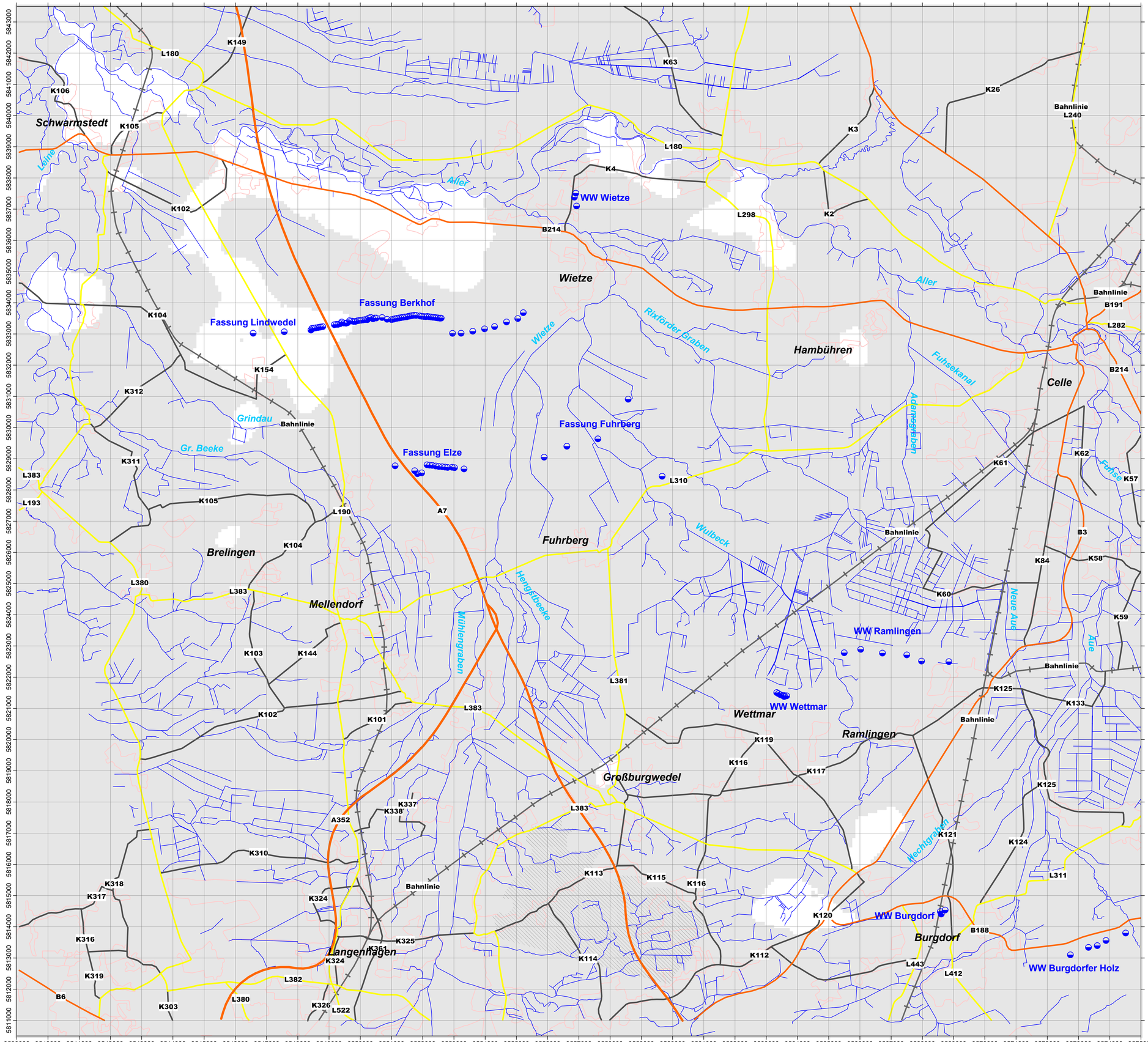
Modellgebiet mit Randbedingungen

Rasterweite: 100 m

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 1.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Randbedingungen:

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserspiegel (Festpotentialrand)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserzustrom (Zustromrand)

Modellelemente mit Vorgabe Wasserstand in oberirdischen Fließgewässern (potentialabhängige Zu- / Aussickerung)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserentnahme (Brunnen)

deaktivierte Modellelemente

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Modellgebiet mit Randbedingungen

Rasterweite: 100 m

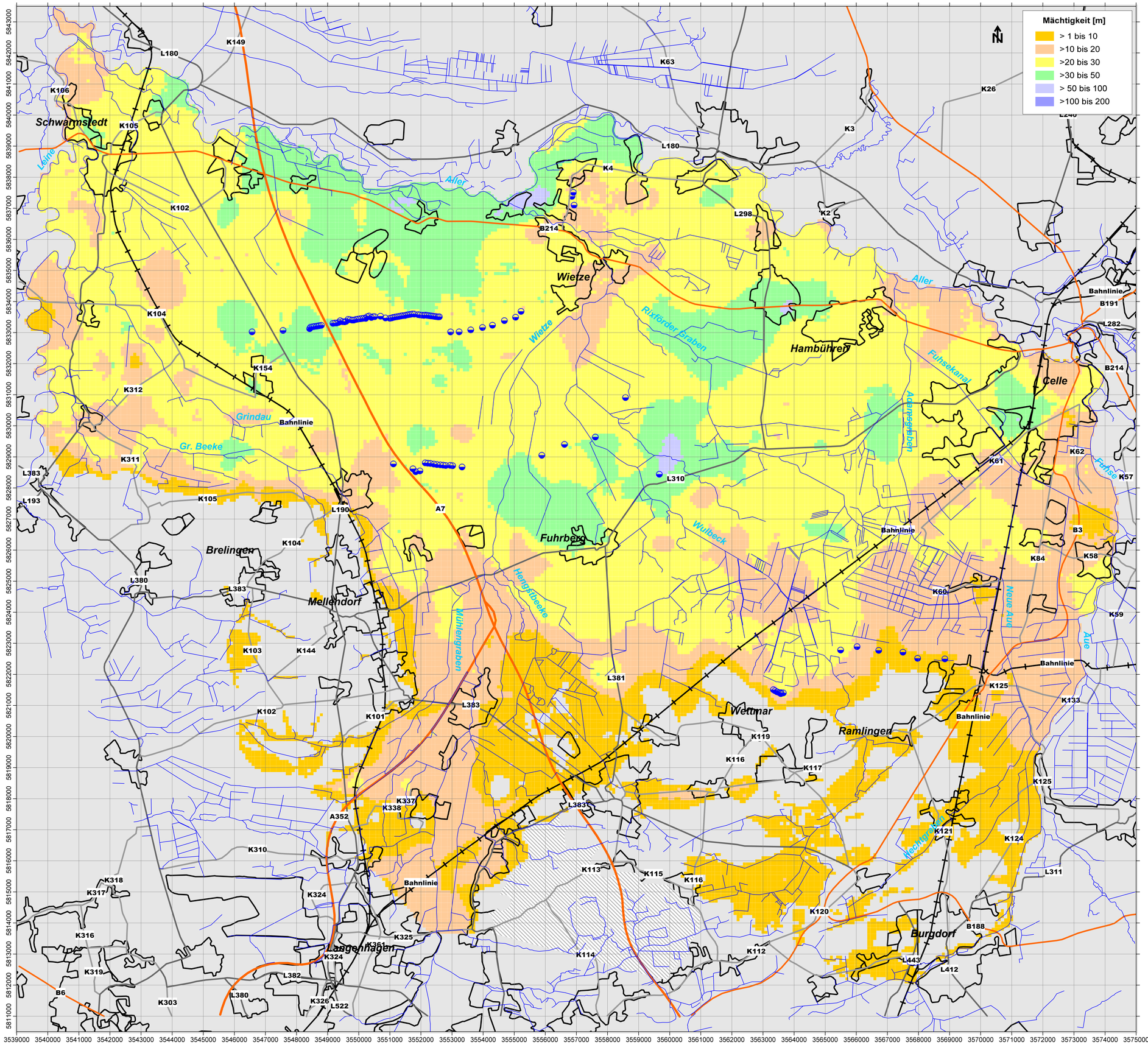
Rechenebene 4 und 5

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 1.4

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

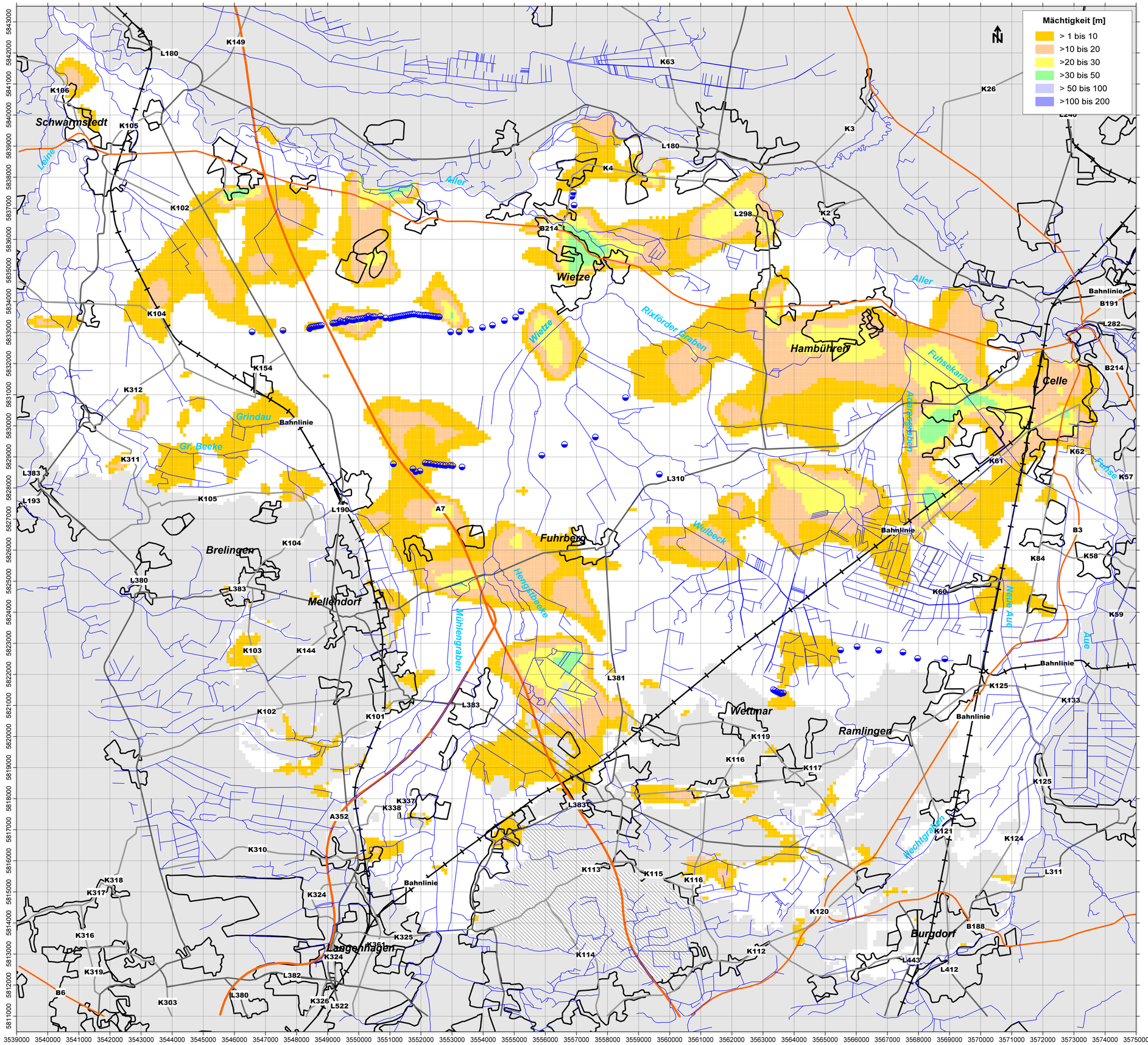
Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

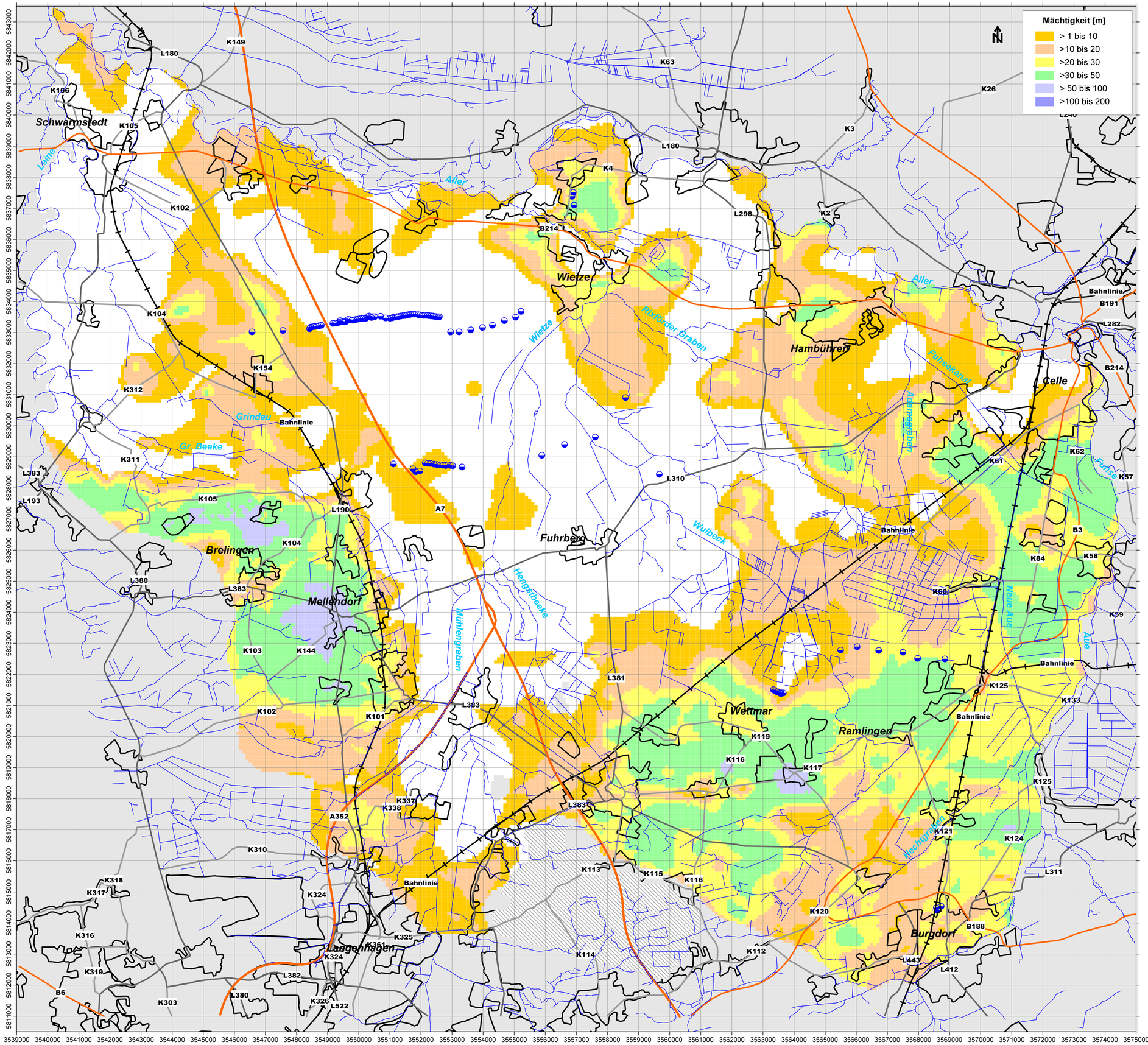
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Mächtigkeit
Modellebene 1
(Grundwasserleiter)

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 2.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42


Mächtigkeit [m]
> 1 bis 10
>10 bis 20
>20 bis 30
>30 bis 50
> 50 bis 100
>100 bis 200
Förderbrunnen:
Trinkwasserversorgung
deaktivierte Modellelemente in Rechenebene 3
Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)
0 1000 2000 3000 4000
Schwarmstedt
Wietze
Hambühren
Celle
Fuhrberg
Brelingen
Mellendorf
Wettmar
Ramlingen
Burgdorf
Langenhagen
Aller
Leine
Wietze
Rixförder Graben
Fuhlsekanal
Aller-Leine-Kanal
Gr. Beeke
Grindau
Wulbeck
Hengstbeeke
Mühlengraben
Neue Aue
Aue
Fuhse
Lehrte
Bahnlinie
L180
K149
K63
K26
K3
K4
K2
L298
B214
B191
L282
K62
K57
K61
L310
L383
L193
K105
L190
A7
K104
K106
K102
K103
K144
K101
K154
K312
K311
K380
K303
K310
K318
K317
K316
K319
K324
K325
K361
K326
L382
L522
B6
K337
K338
A352
L381
K113
K115
K116
K114
K112
K120
K121
K124
K125
K133
L311
B188
L443
L412
K119
K117
K84
K58
K59
K60
B3
L240
L383
L380
L298
L310
L381
L383
L382
L522
L412
L443
L311
K125
K124
K133
K59
K58
K84
K60
K62
K57
K61
K125
K117
K116
K119
K120
K112
K114
K115
K113
K121
K324
K325
K361
K326
K318
K317
K316
K319
K324
K310
K337
K338
A352
K303
K380
K382
K383
K384
K385
K386
K387
K388
K389
K390
K391
K392
K393
K394
K395
K396
K397
K398
K399
K400
K401
K402
K403
K404
K405
K406
K407
K408
K409
K410
K411
K412
K413
K414
K415
K416
K417
K418
K419
K420
K421



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Mächtigkeit Modellebene 3 (Grundwasserleiter)

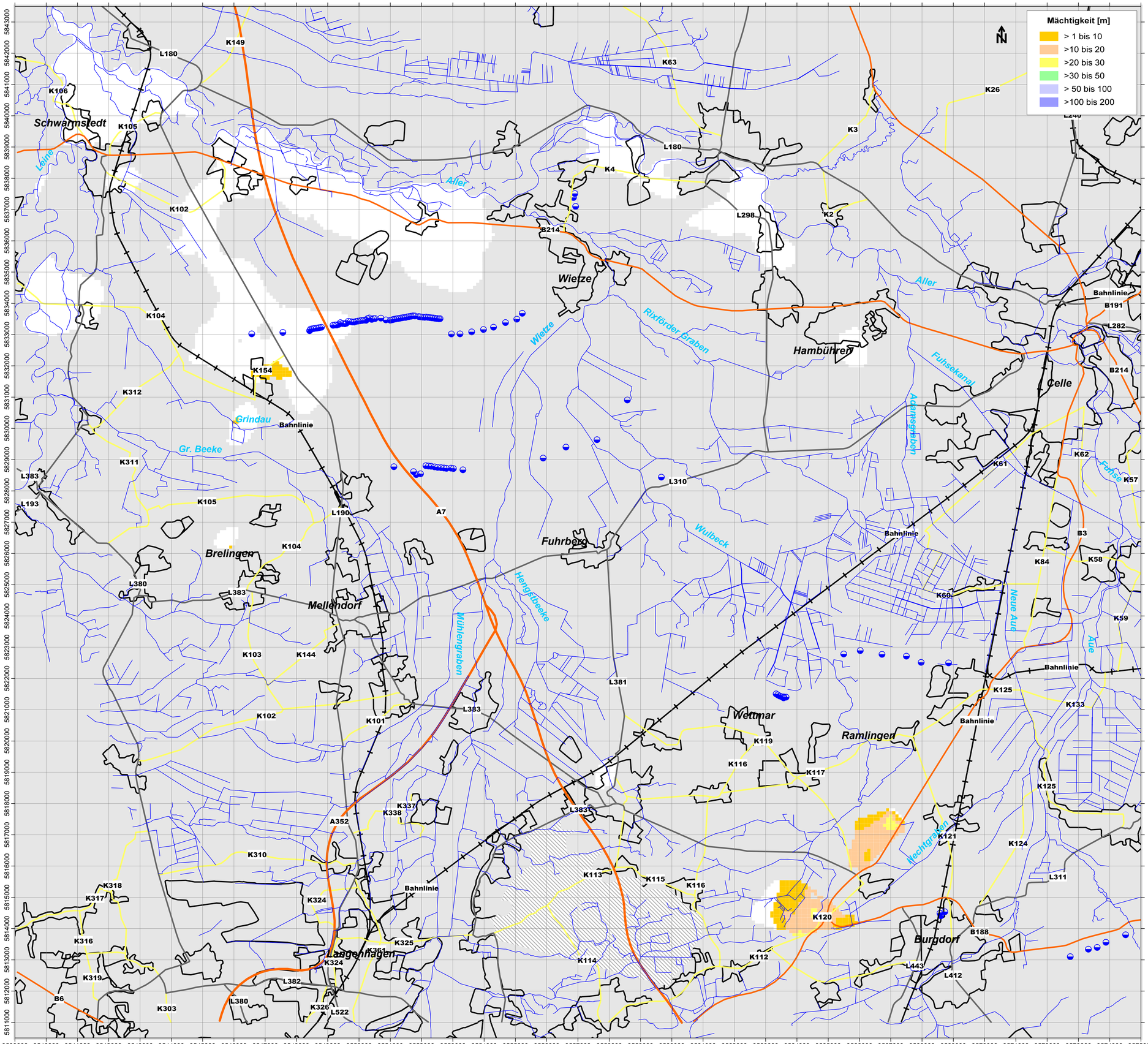
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 2.3

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

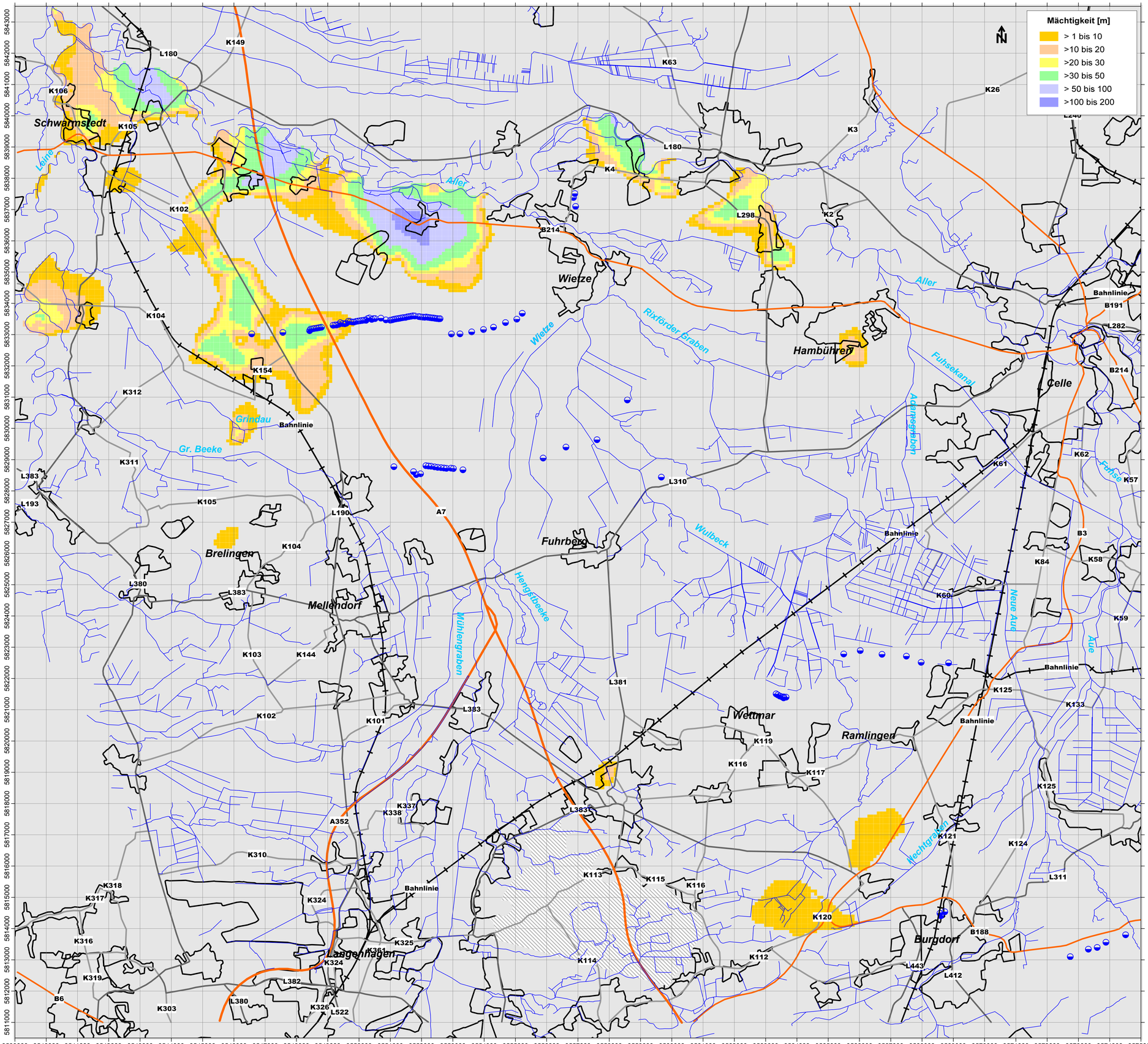
Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Mächtigkeit Modellebene 4 (Grundwasserhemmer)

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 2.4**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



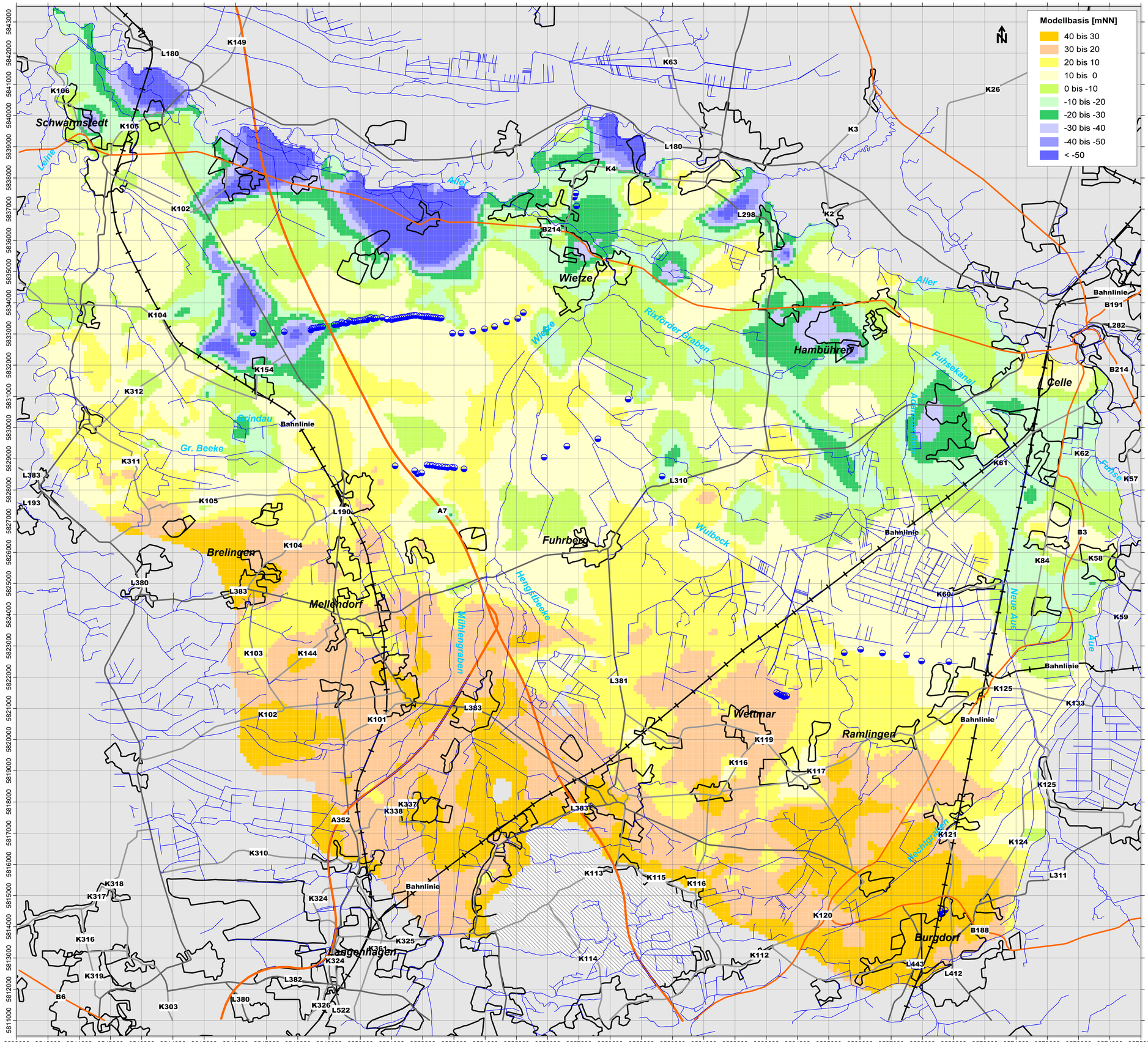
enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld	Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen
Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar	

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Mächtigkeit Modellebene 5 (Grundwasserleiter)

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 2.5**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

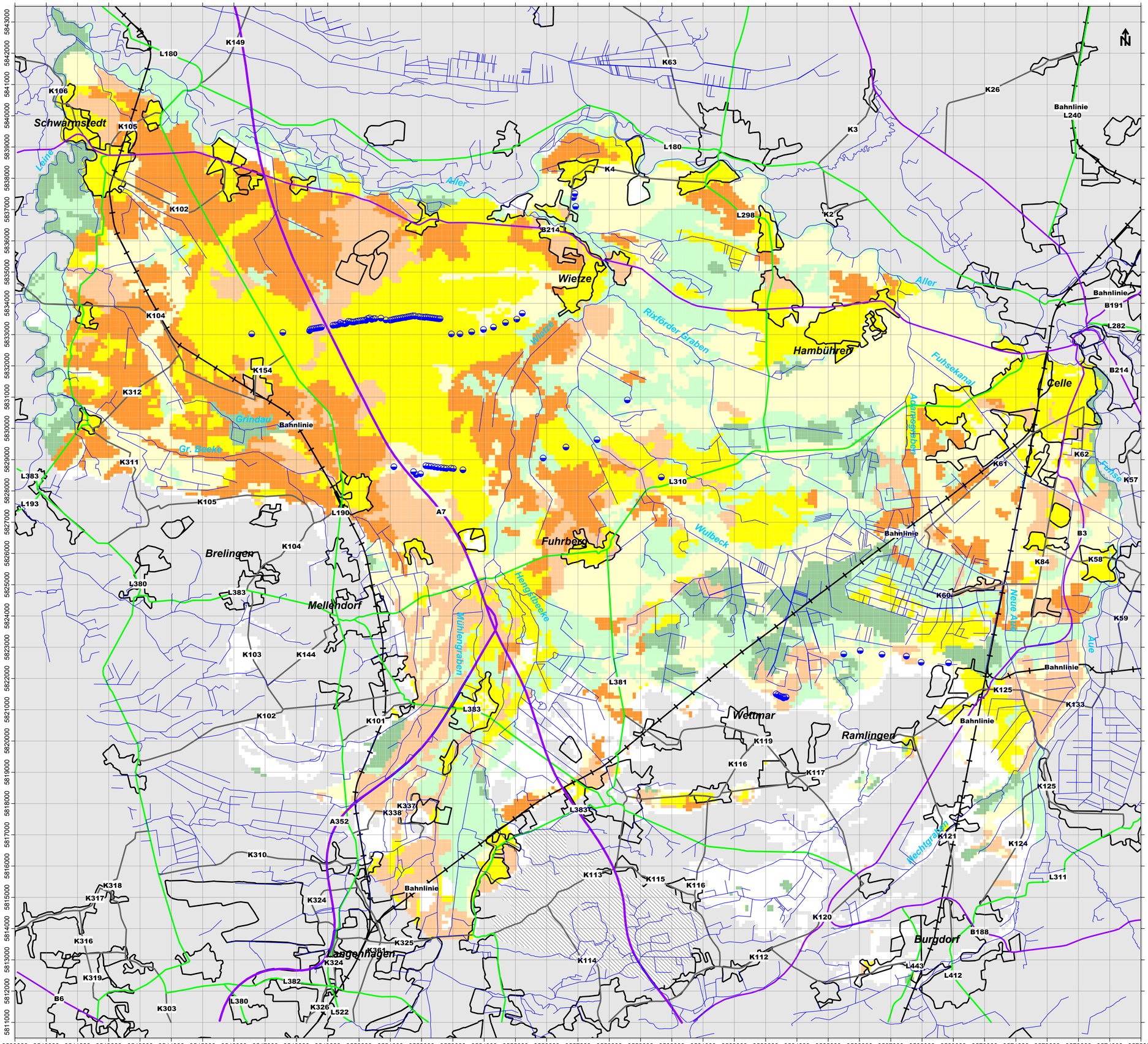
Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Modellbasis

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 2.6**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/a]

< 50	>150 - 200
50 - 100	>200 - 250
>100 - 150	>250 - 300

Grundwasserneubildung im Modellgebiet:
rd. 109 Mio. m³/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie
enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke
Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung GROWA06V2 - Originaldaten

Rechenebene 1

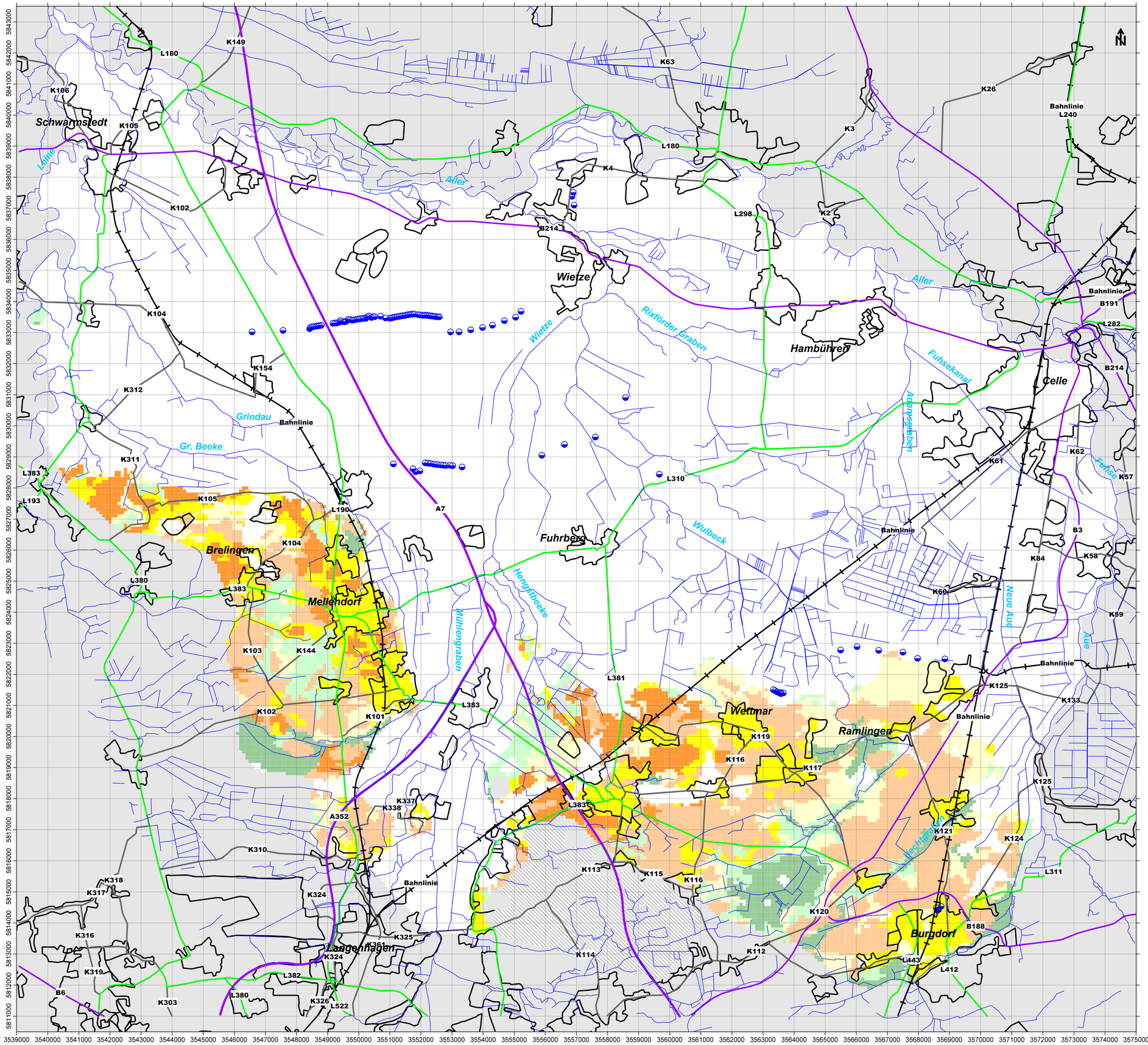
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 3.1

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/a]

< 50	>150 - 200
50 - 100	>200 - 250
>100 - 150	>250 - 300

Grundwasserneubildung im Modellgebiet:
rd. 109 Mio. m³/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung GROWA06V2

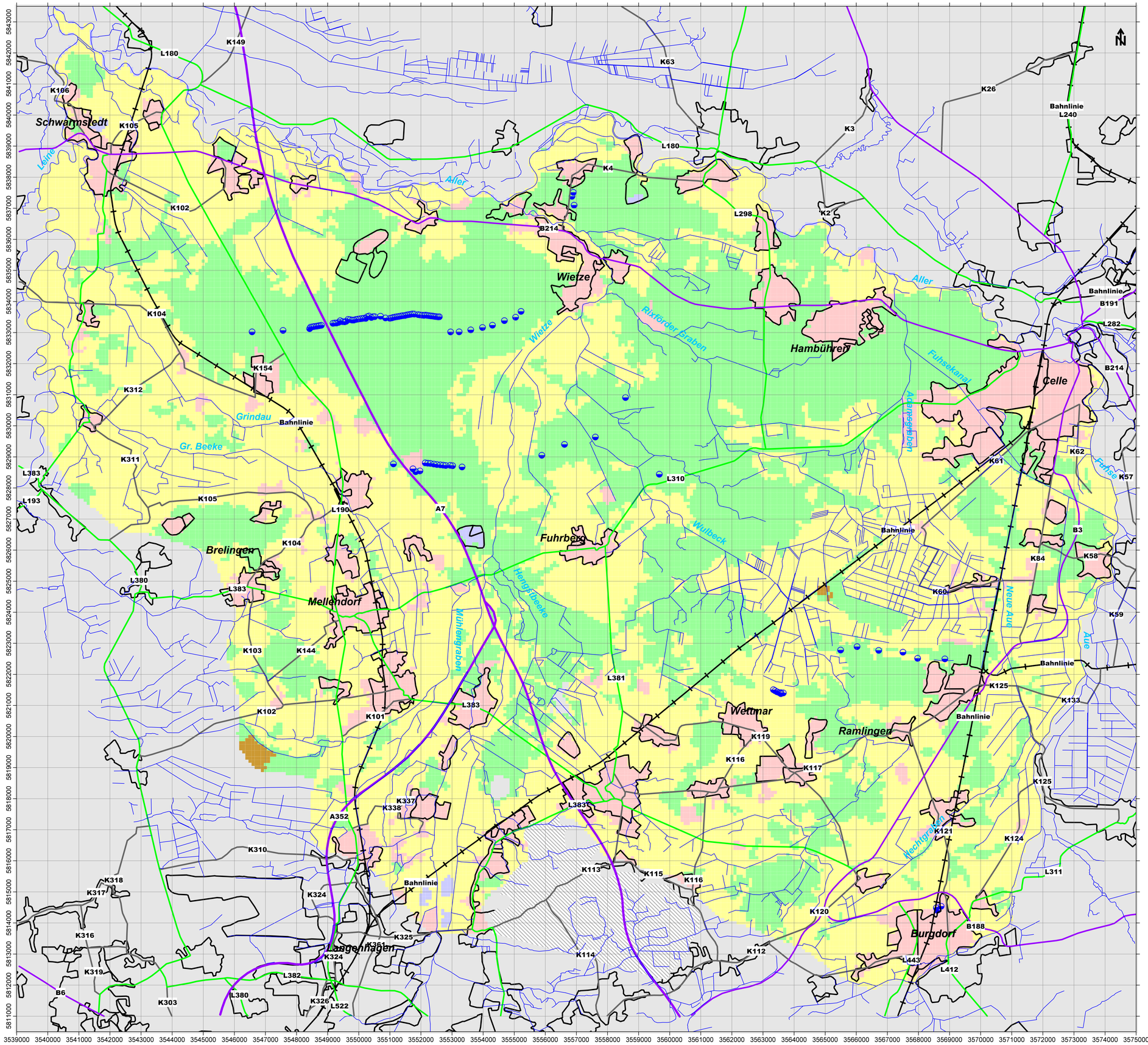
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 3.2

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

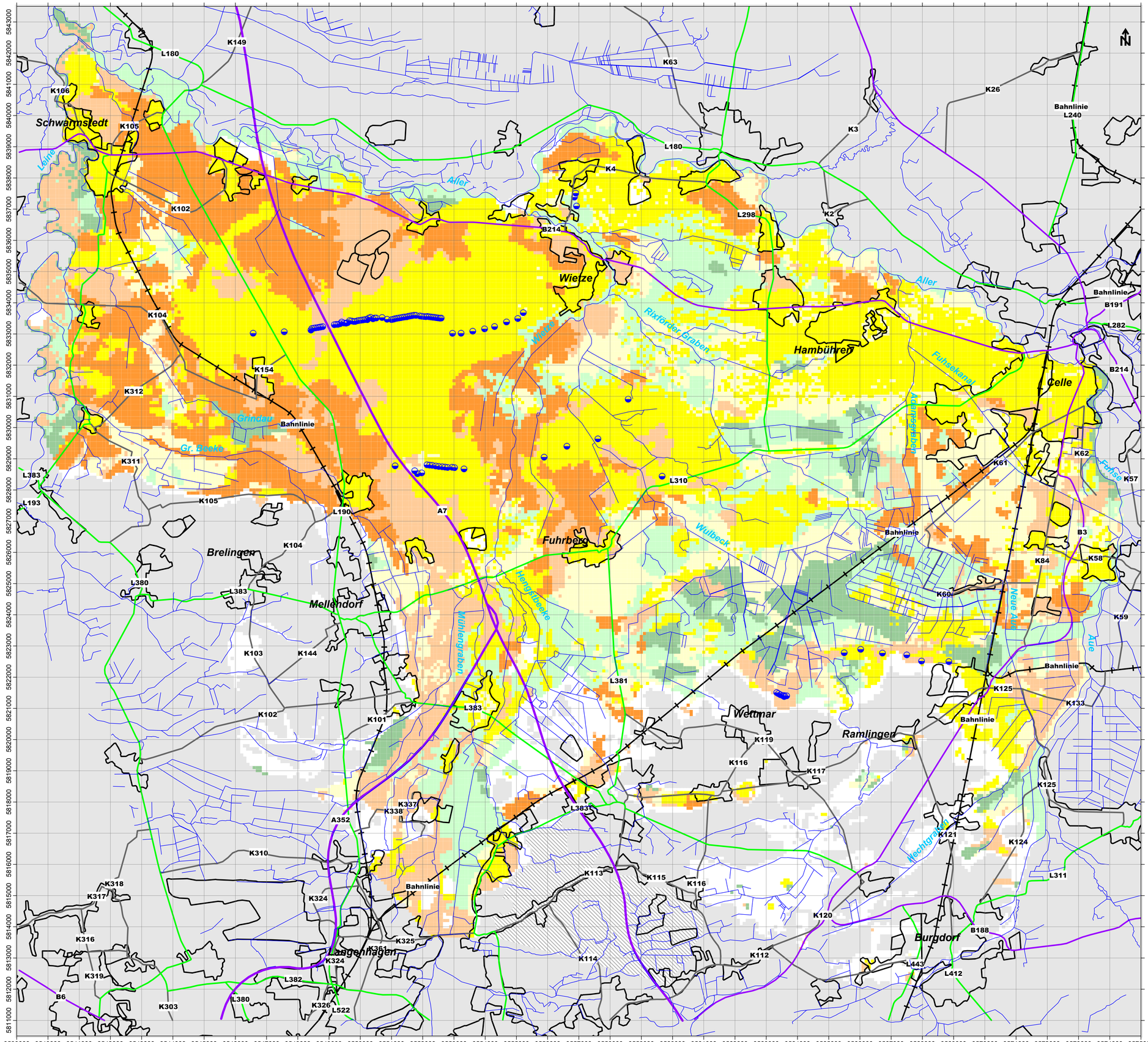
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

CORINE Land Cover (CLC10) Ausgabe 2012

Quelle: Bundesamt für Geodäsie und Kartographie (BKG, 2012)

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 3.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/a]

< 50	>150 - 200
50 - 100	>200 - 250
>100 - 150	>250 - 300

Grundwasserneubildung im Modellgebiet:
rd. 117 Mio. m³/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

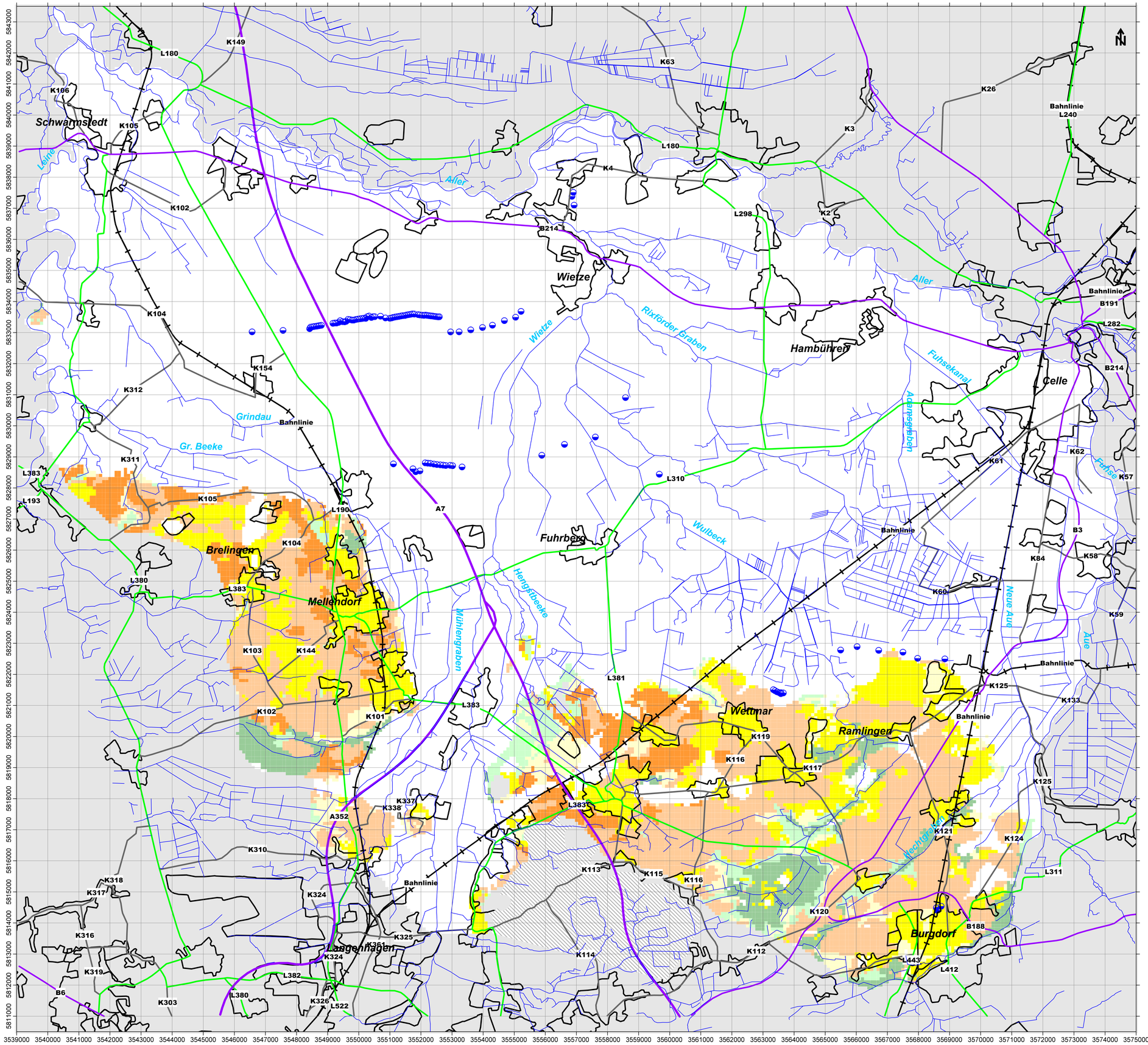
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

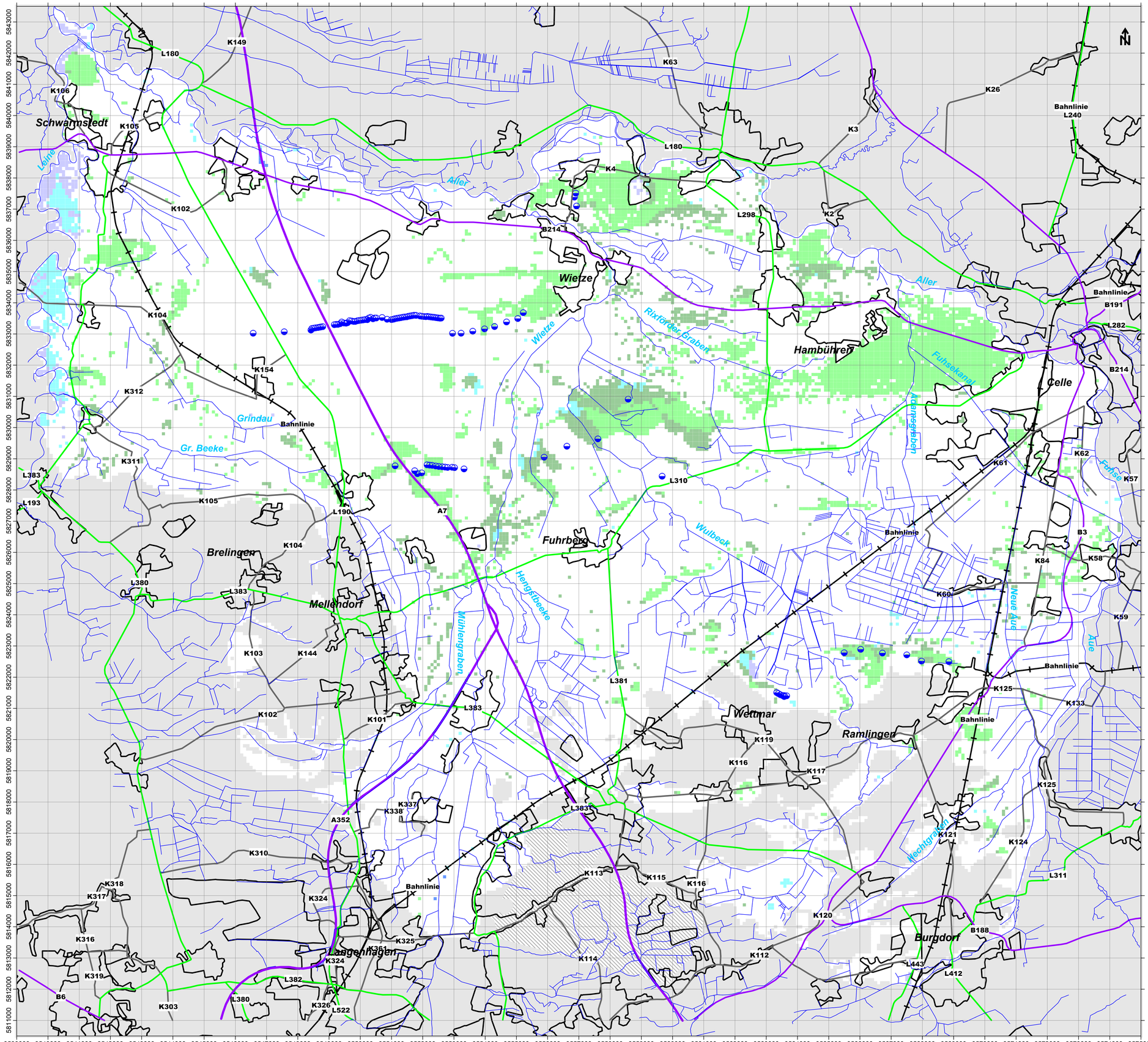
Grundwasserneubildung
Grundlage: GROWA06V2
Modifikation Schritt 1:
Erhöhung unter Wald und landw. Flächen

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 3.4**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42


Schwarmstedt
Brelingen
Mellendorf
Langenhagen
Fuhrberg
Wietze
Hambühren
Wettmar
Ramlingen
Burgdorf
Celle
Leine
Aller
Wietze
Rixförder Graben
Grindau
Gr. Beeke
Wulbeck
Hengstbeeke
Mühlengraben
Fuhsekanal
Adamsgraben
Neue Aue
Aue
Fuhse
Bahnlinie
L180
K149
K63
K26
K3
L240
K106
K105
K102
K4
L298
K2
B214
K104
K154
K312
L383
K311
L193
L190
A7
K310
K318
K317
K316
K324
K325
K361
L382
L380
K303
K326
L522
K319
B6
K103
K144
K101
K337
K338
A352
L381
K119
K116
K117
K113
K115
K120
K114
K112
L310
K84
K58
K60
K59
K125
K133
K121
K124
L311
B188
L443
L412
K61
K62
K57
B3
B191
L282
K122
K123
K126
K127
K128
K129
K130
K131
K132
K134
K135
K136
K137
K138
K139
K140
K141
K142
K143
K145
K146
K147
K148
K150
K151
K152
K153
K155
K156
K157
K158
K159
K160
K161
K162
K163
K164
K165
K166
K167
K168
K169
K170
K171
K172
K173
K174
K175
K176
K177
K178
K179
K180
K181
K182
K183
K184
K185
K186
K187
K188
K189
K190
K191
K192
K193
K194



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Differenz [mm/a]
Grundwasserneubildung

0
51
101
151
201

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Differenz
GROWA06V2 nach Modifikation Schritt 1 minus GROWA06V2

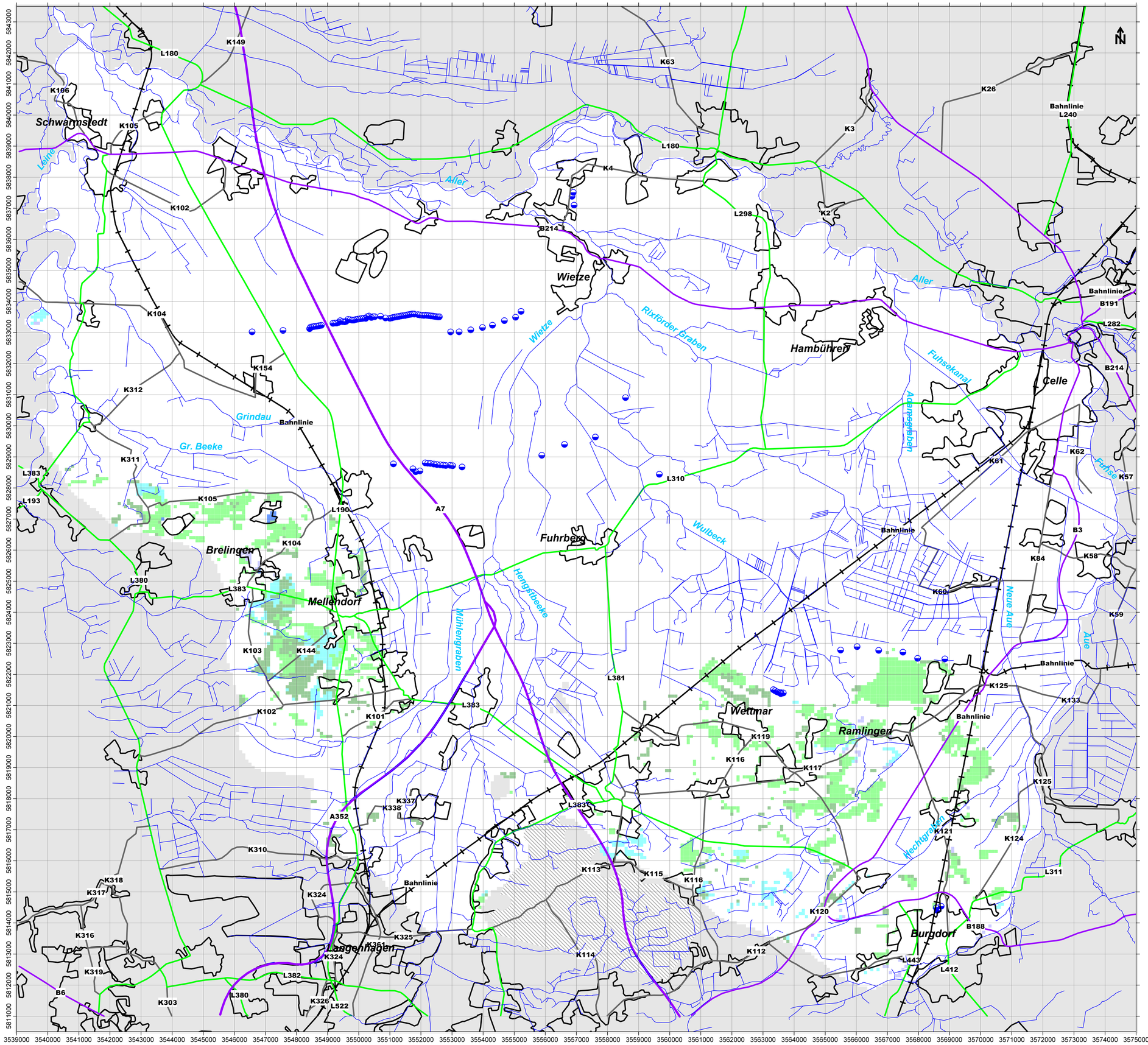
Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 3.6

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Differenz [mm/a]
Grundwasserneubildung

0
51
101
151
201

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Differenz
GROWA06V2 nach Modifikation Schritt 1 minus GROWA06V2

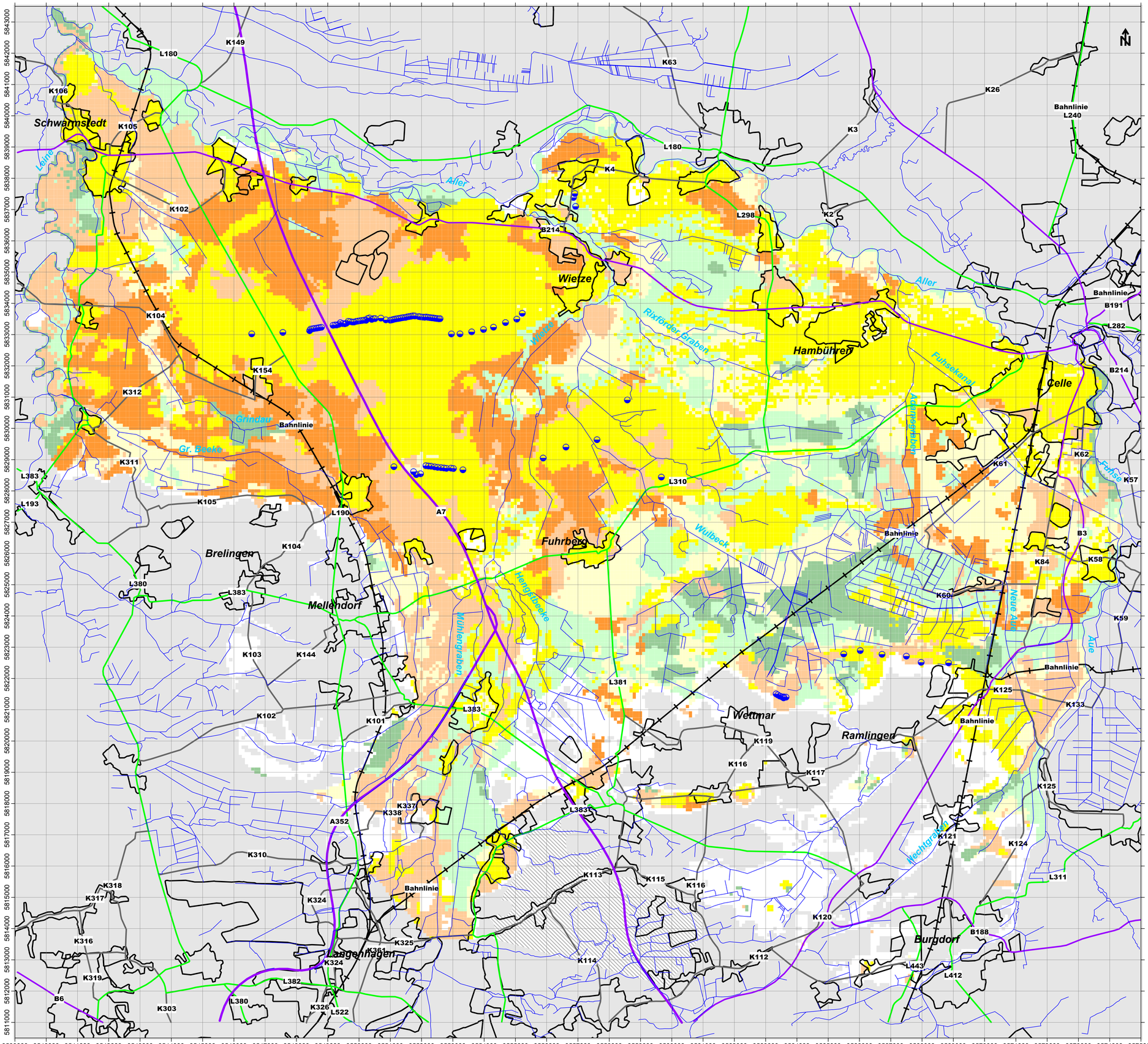
Rechenebene 3

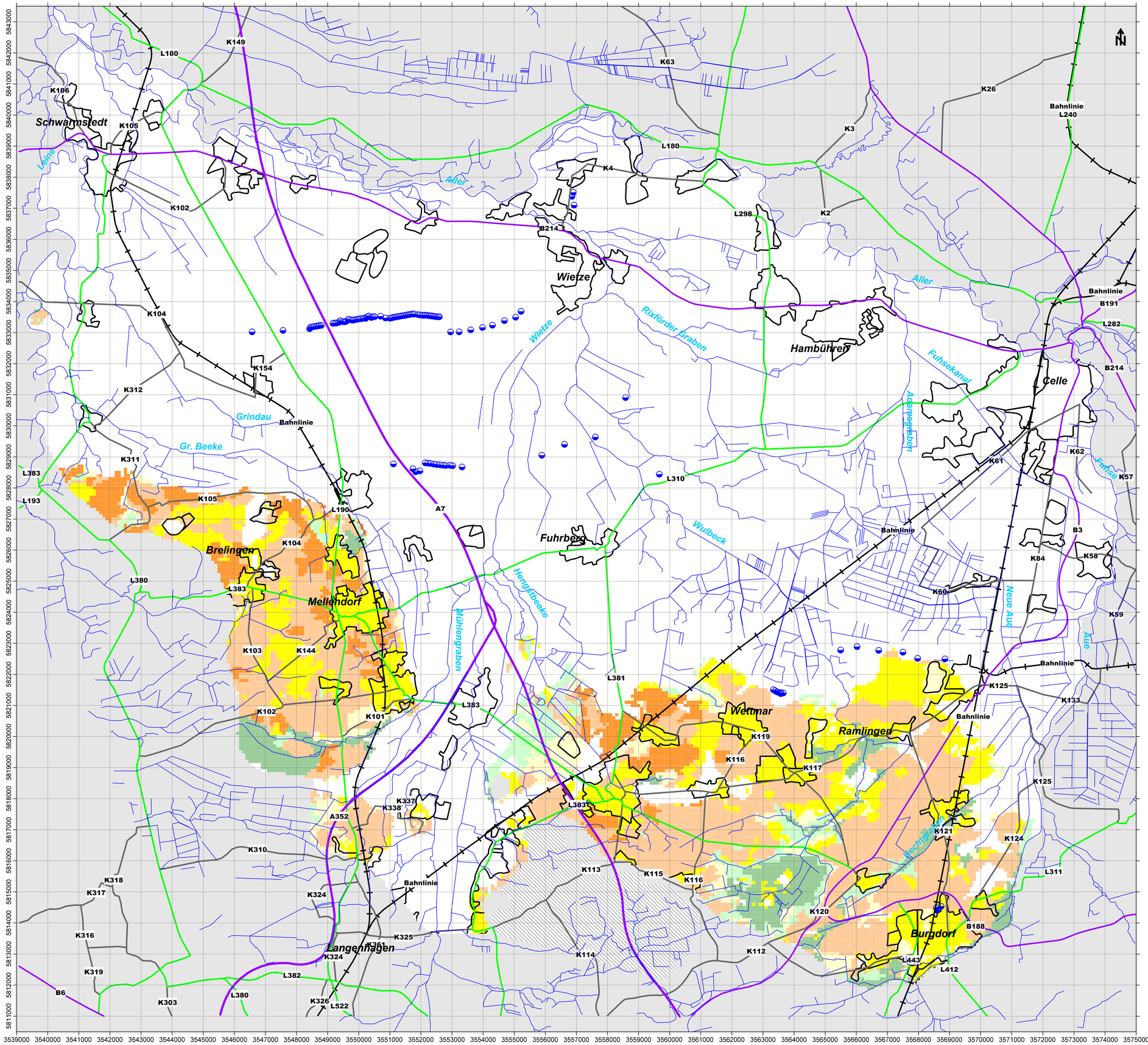
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 3.7

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42


N
Schwarmstedt
Brelingen
Mellendorf
Wietze
Fuhrberg
Hambühren
Celle
Wettmar
Ramlingen
Langenhagen
Burgdorf
Aller
Leine
Fuhse
Wulbecke
Rixförder Graben
Mühlengraben
Hengstbeeke
Fuhsekanal
Aue
Neue Aue
Lutter
Gr. Beeke
Grindau
Lechtgraben
Bahnlinie
L180
K149
K63
K26
L240
K3
K4
L298
B214
K2
K106
K105
K102
K104
K154
K312
K311
L383
L193
K105
L190
A7
K104
L380
L383
K103
K144
K102
K101
L383
L381
K337
K338
A352
K310
K318
K317
K316
K324
K319
L382
K303
L380
K326
L522
K324
K361
K325
K324
K310
K113
K115
K116
K114
K112
K120
L310
K119
K116
K117
K121
K124
K125
K133
L311
B188
L443
L412
K61
K62
K57
B3
K84
K58
K60
K59
B191
L282
B214
Bahnlinie
L180
K125
K133
K125
L311
B188
L412
K62
K57
K58
K59
B3
K84
K60
K61
K124
K121
K120
K117
K116
K119



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/a]

< 50	>150 - 200
50 - 100	>200 - 250
>100 - 150	>250 - 300

Grundwasserneubildung im Modellgebiet:
rd. 124 Mio. m³/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Grundlage: GROWA06V2
Modifikation Schritt 2:
Multiplikation mit den Faktoren 1,09 und 0,90

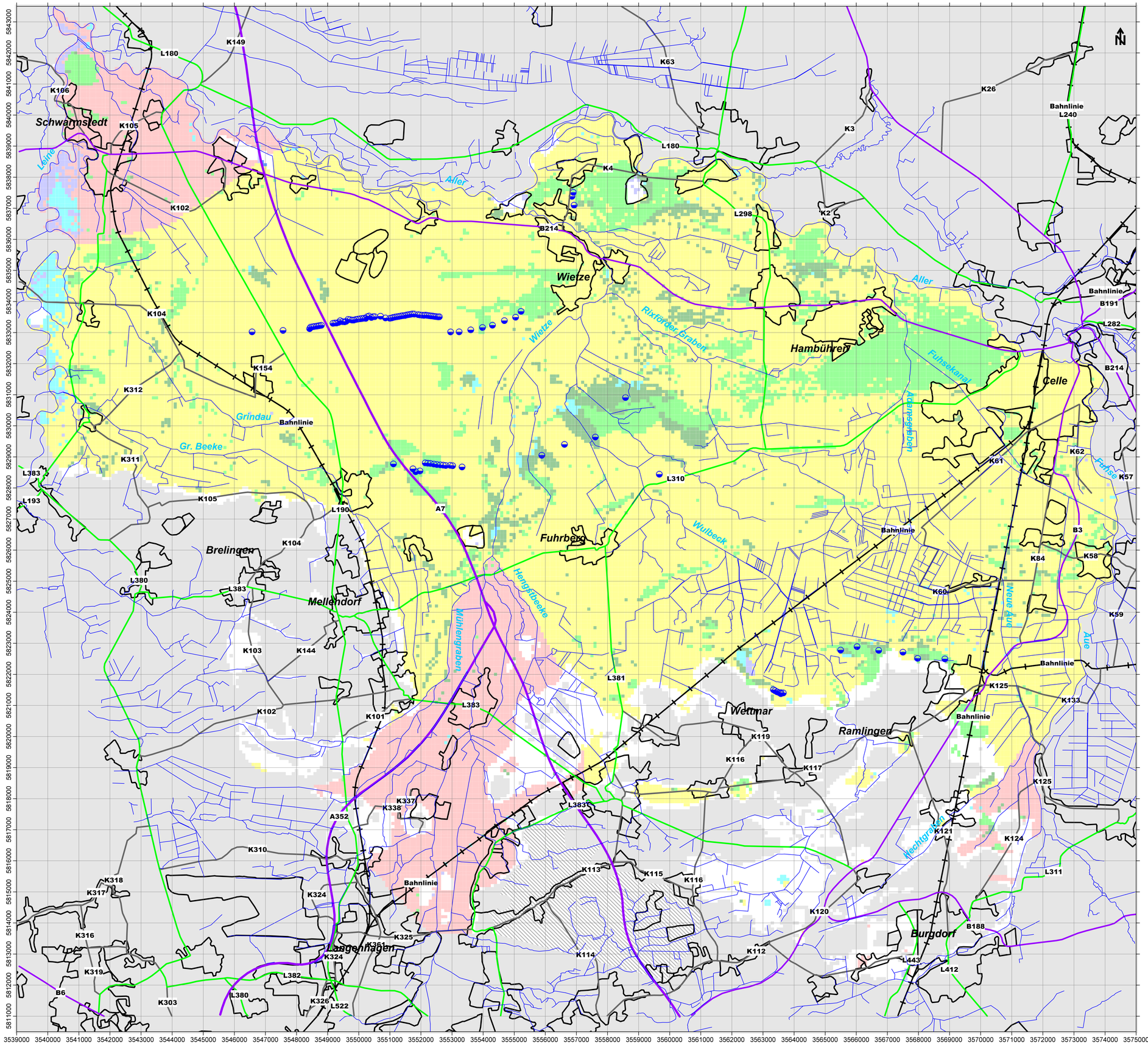
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 3.9

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

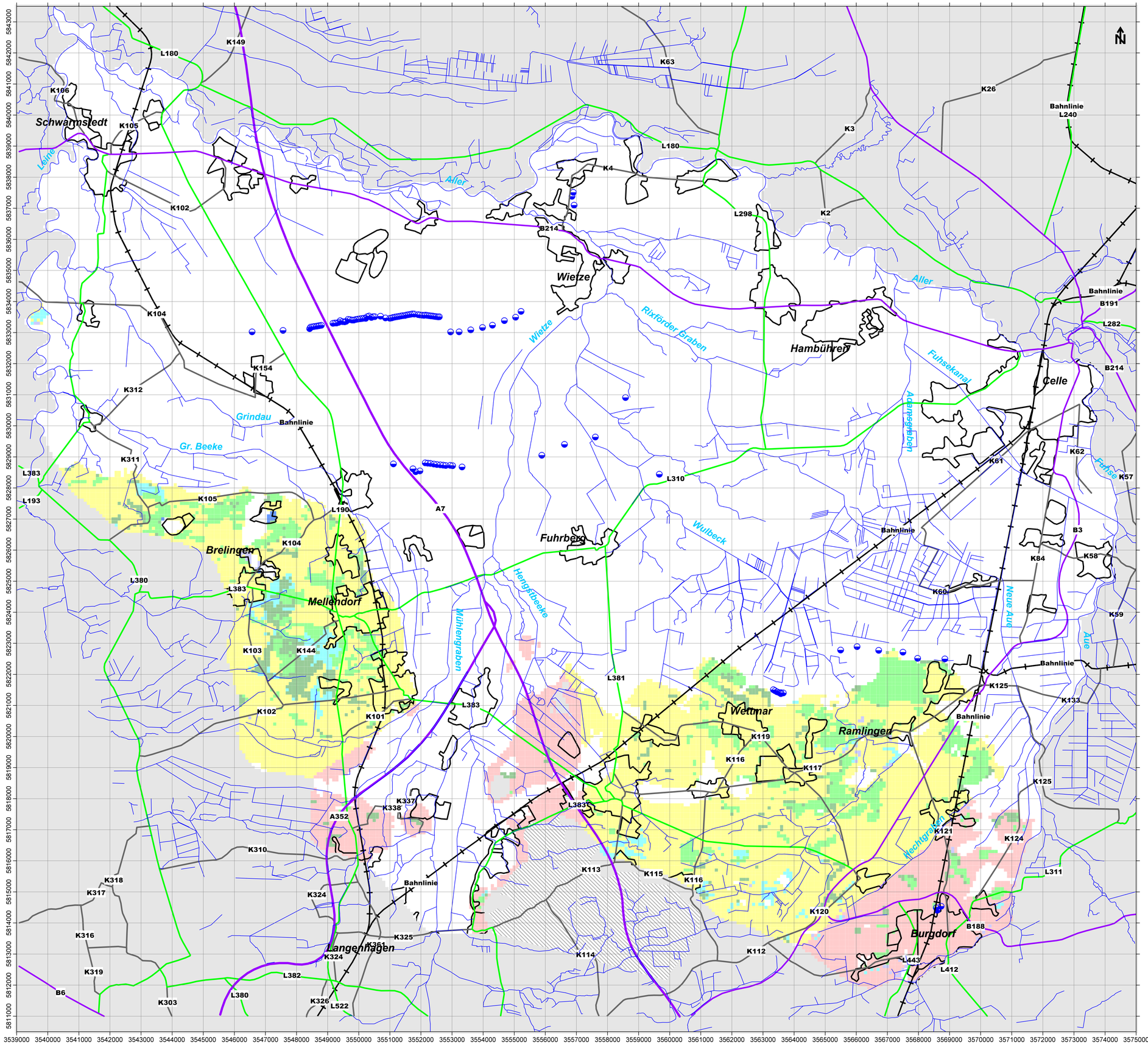
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Differenz
GROWA06V2 nach Modifikation Schritt 2 minus GROWA06V2

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 3.10**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Differenz [mm/a]
Grundwasserneubildung

- -30 bis 0
- 0 bis 25
- 25 bis 75
- 75 bis 125
- 125 bis 175
- 175 bis 225

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Differenz
GROWA06V2 nach Modifikation Schritt 2
minus GROWA06V2

Rechenebene 3

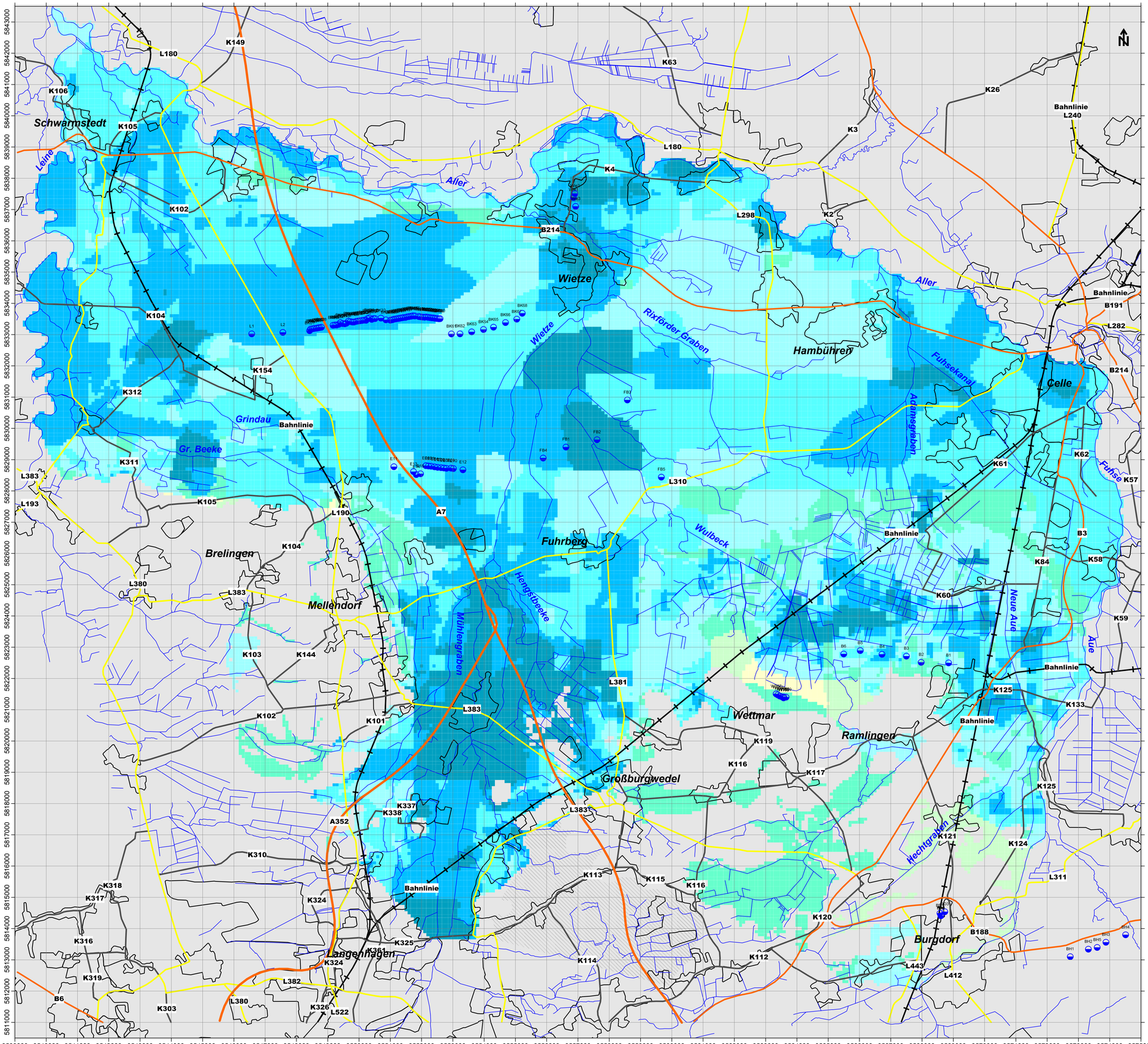
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 3.11

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

kfh-Werte [* E-04 m/s]

- < 0,2
- 0,2 bis 0,4
- 0,4 bis 0,8
- 0,8 bis 1,6
- 1,6 bis 3,2
- 3,2 bis 6,4
- 6,4 bis 12,8
- 12,8 bis 25,6
- 25,6 bis 51,2
- > 51,2

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

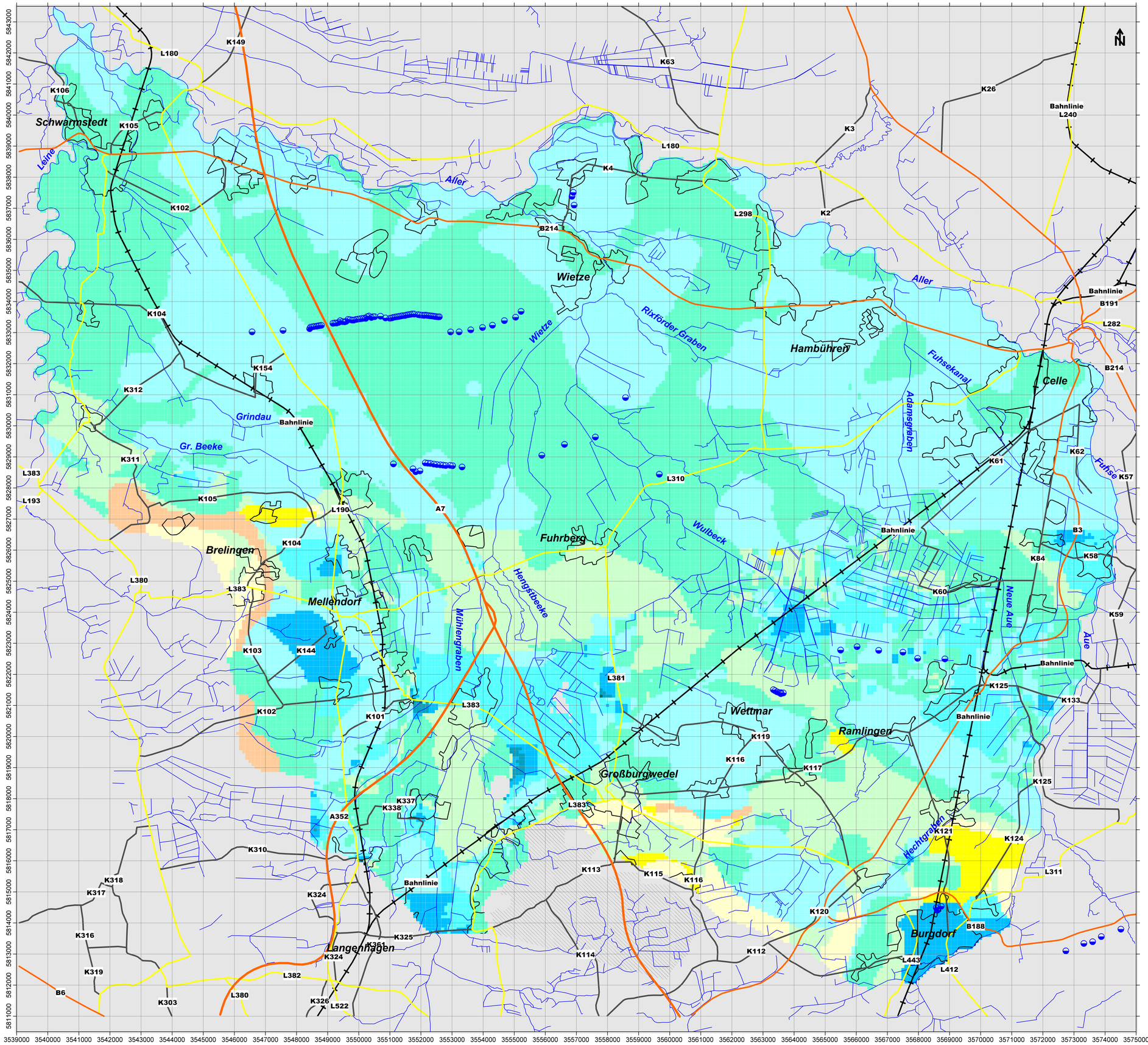
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Verteilung der horizontalen Durchlässigkeitsbeiwerte (kfh-Werte)

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 4.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

kfh-Werte [* E-04 m/s]

- < 0,2
- 0,2 bis 0,4
- 0,4 bis 0,8
- 0,8 bis 1,6
- 1,6 bis 3,2
- 3,2 bis 6,4
- 6,4 bis 12,8
- 12,8 bis 25,6
- 25,6 bis 51,2
- > 51,2

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Verteilung der horizontalen Durchlässigkeitsbeiwerte (kfh-Werte)

Rechenebene 3

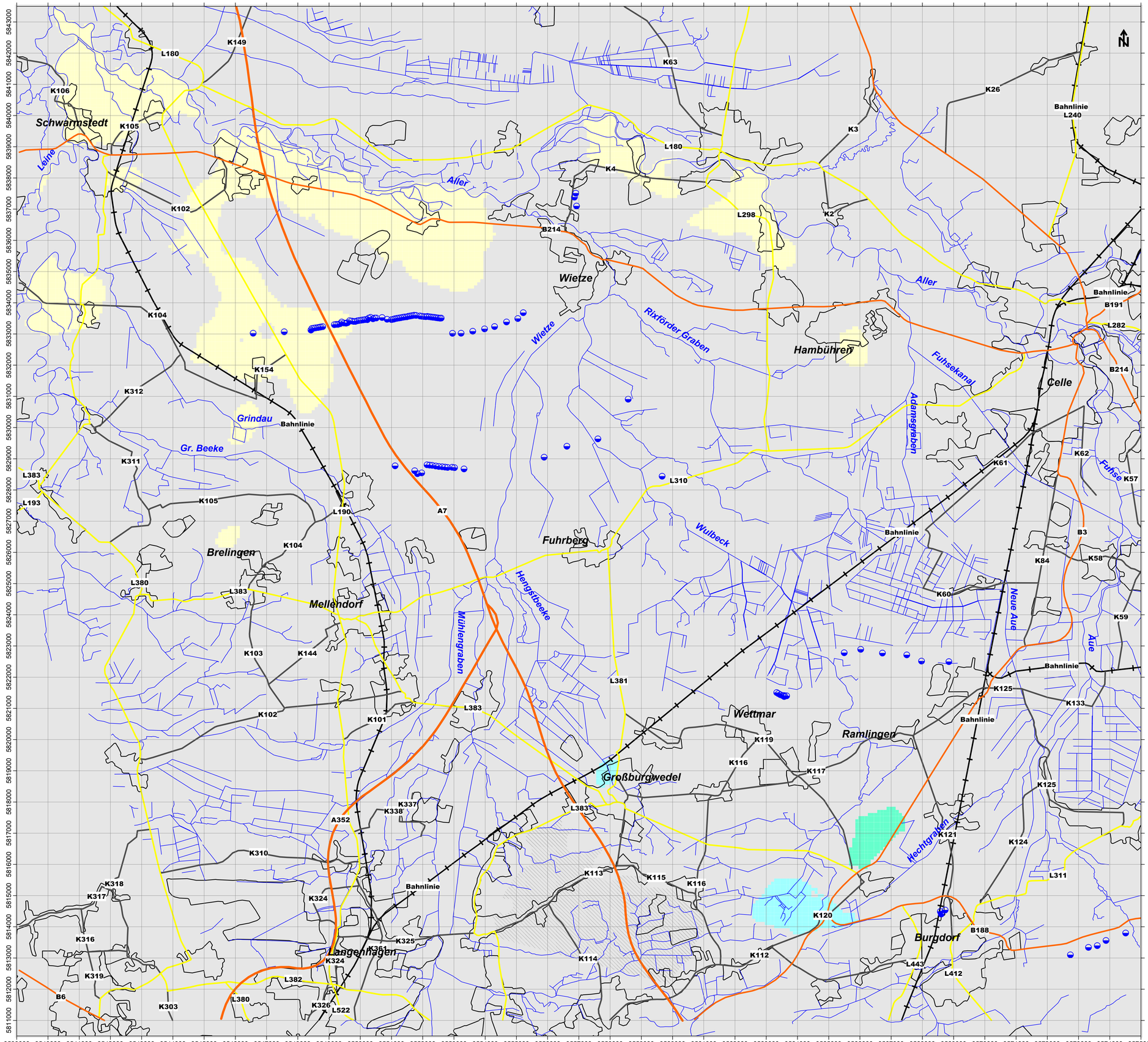
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 4.2

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

kfh-Werte [* E-04 m/s]

- < 0,2
- 0,2 bis 0,4
- 0,4 bis 0,8
- 0,8 bis 1,6
- 1,6 bis 3,2
- 3,2 bis 6,4
- 6,4 bis 12,8
- 12,8 bis 25,6
- 25,6 bis 51,2
- > 51,2

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

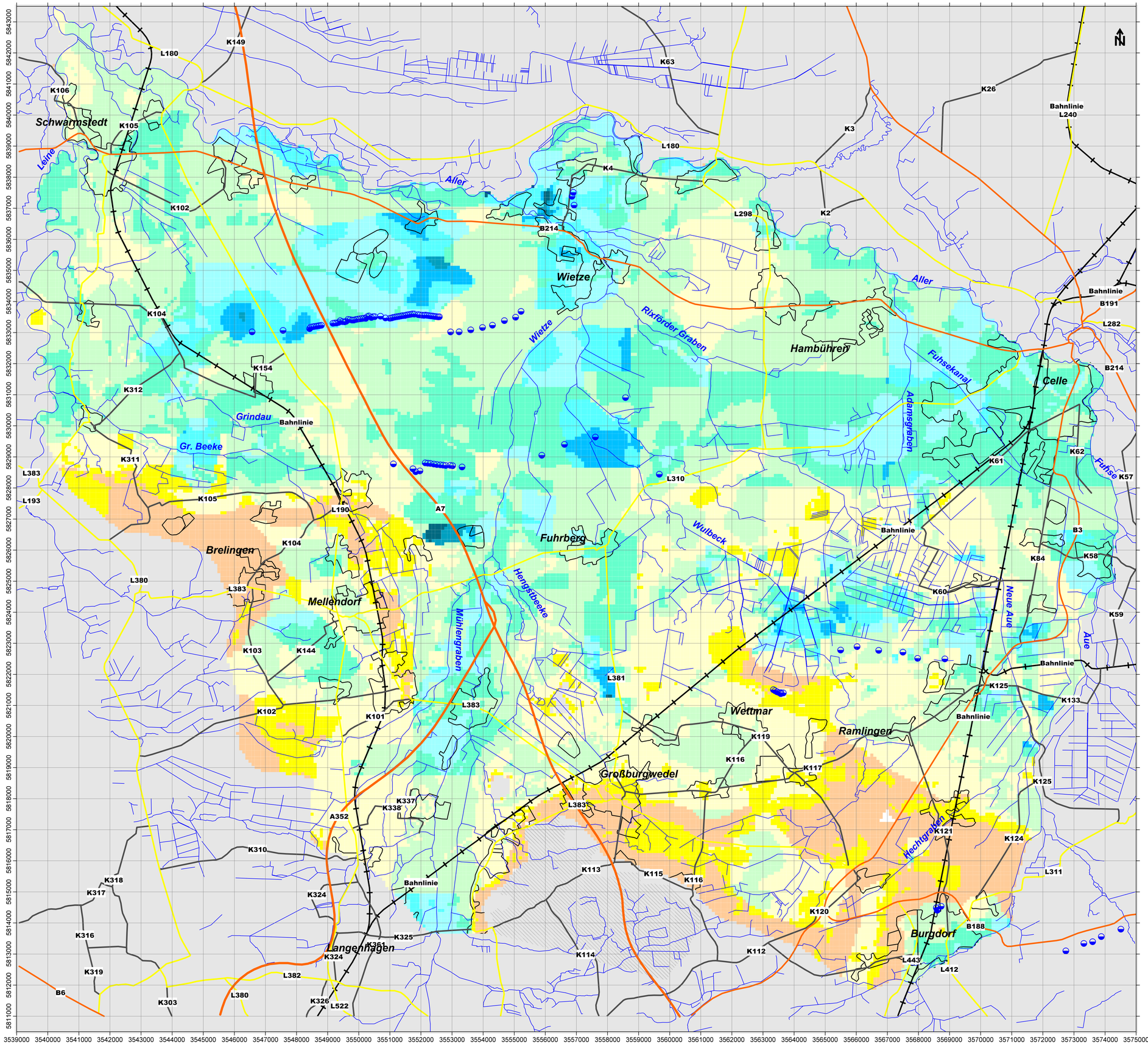
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Verteilung der horizontalen Durchlässigkeitsbeiwerte (kfh-Werte)

Rechenebene 5

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 4.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Gesamttransmissivität [m²/h]

- < 10
- 10 bis 20
- 20 bis 50
- 50 bis 100
- 100 bis 150
- 150 bis 200
- 200 bis 250
- 250 bis 300
- 300 bis 350
- > 350

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

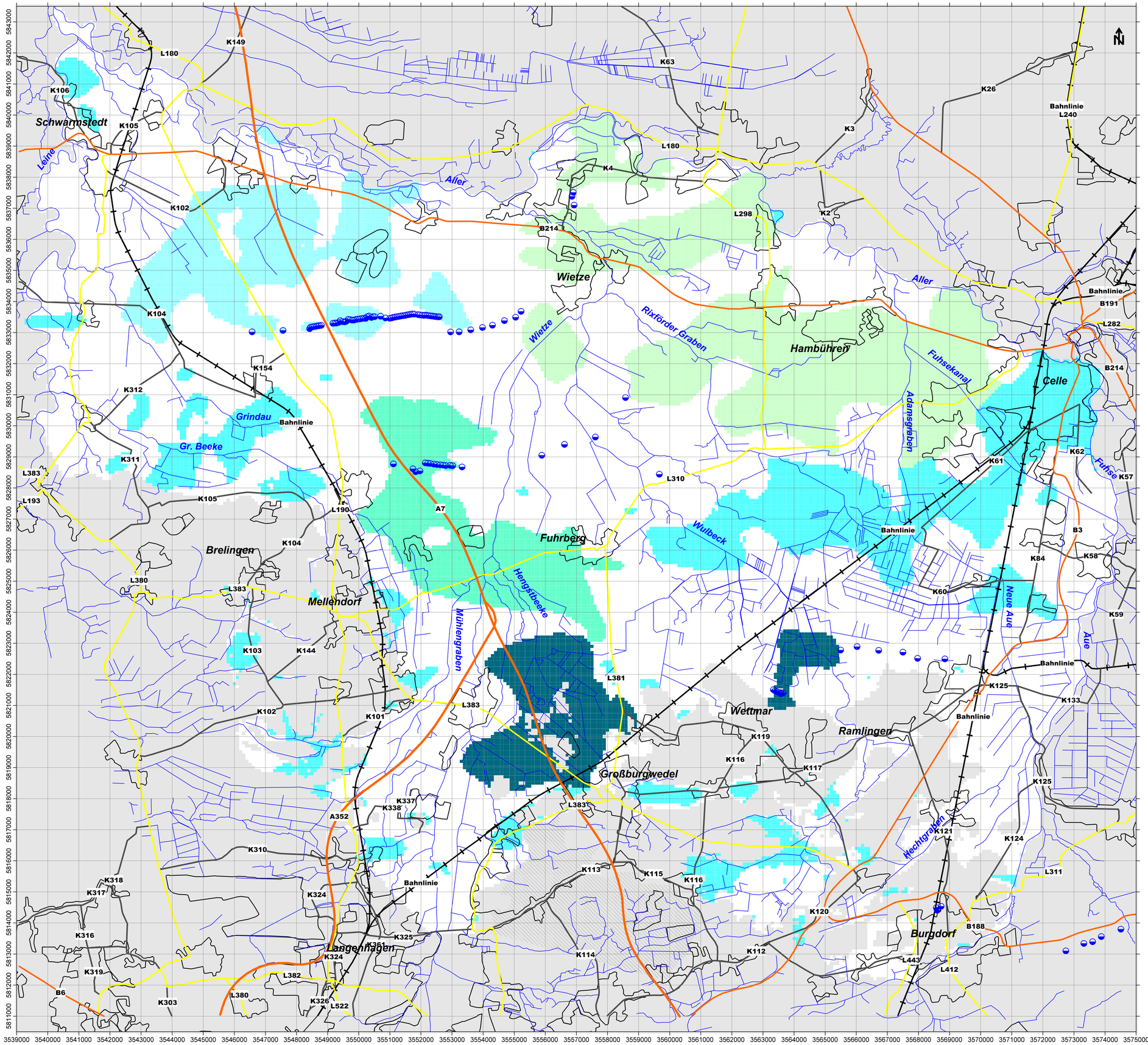
Verteilung der Gesamttransmissivität (T-Werte)

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 4.4

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

kfv-Werte [* E-08 m/s]

- < 0,2
- 0,2 bis 0,4
- 0,4 bis 0,8
- 0,8 bis 1,6
- 1,6 bis 3,2
- 3,2 bis 6,4
- 6,4 bis 12,8
- 12,8 bis 25,6
- 25,6 bis 51,2
- > 51,2
- Zwischenschicht nicht ausgebildet

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Verteilung der vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte (kfv-Werte)

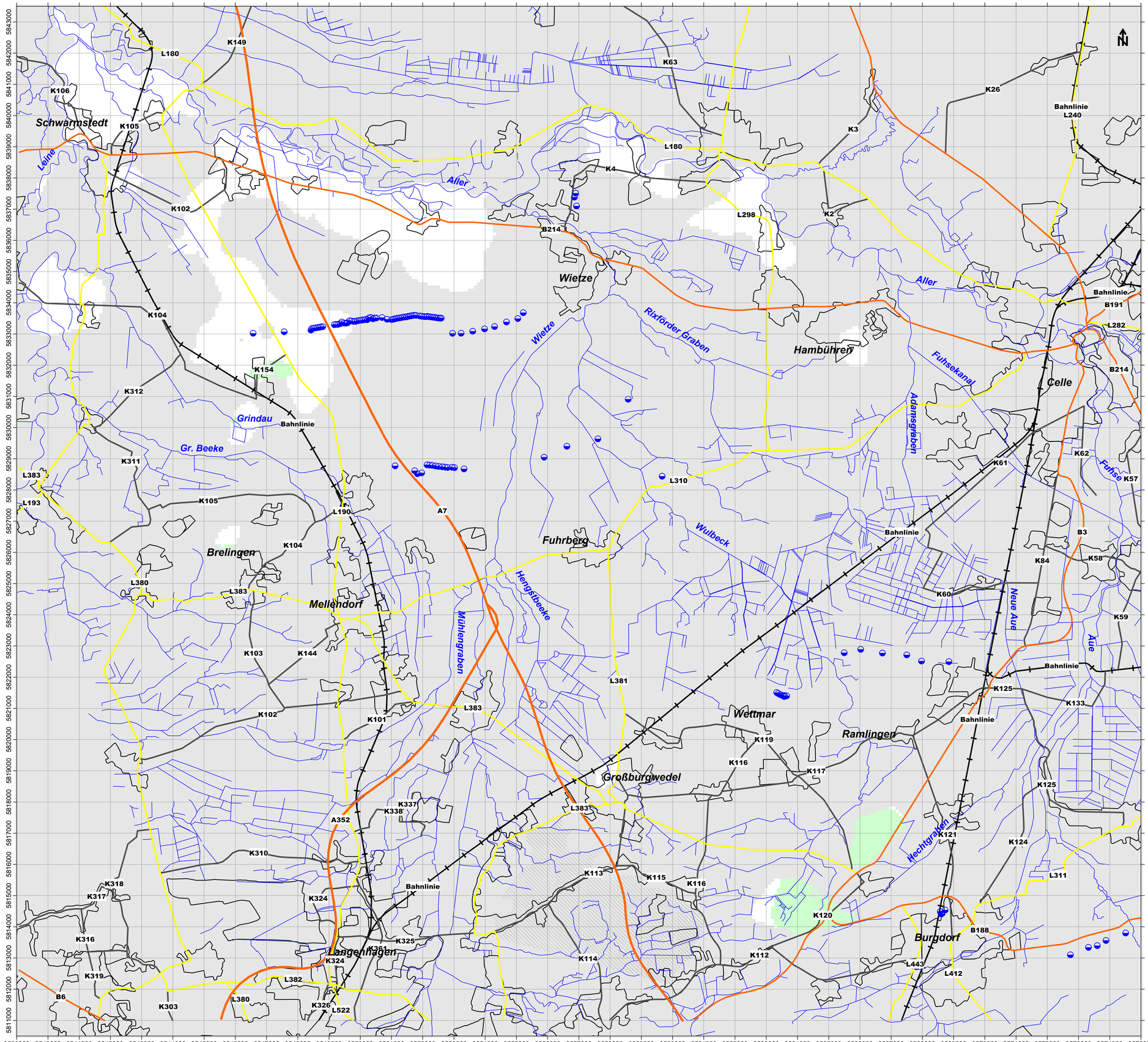
Rechenebene 2

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 5.1

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

- Trinkwasserversorgung

- deaktivierte Modellelemente
- Festgestein

kfv-Werte [* E-08 m/s]

- < 0,2
- 0,2 bis 0,4
- 0,4 bis 0,8
- 0,8 bis 1,6
- 1,6 bis 3,2
- 3,2 bis 6,4
- 6,4 bis 12,8
- 12,8 bis 25,6
- 25,6 bis 51,2
- > 51,2
- Zwischenschicht nicht ausgebildet

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

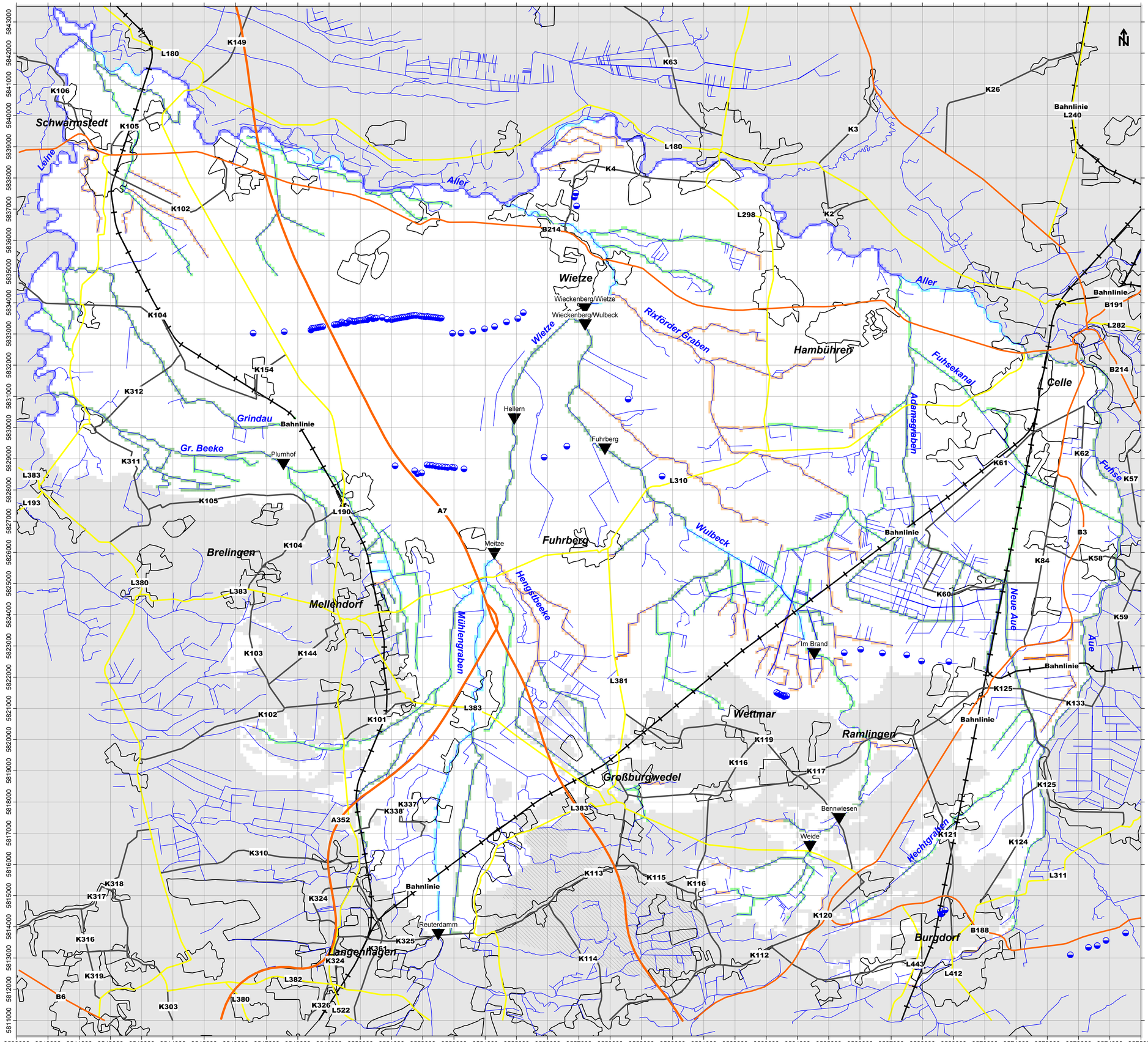
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Verteilung der vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte (kfv-Werte)

Rechenebene 4

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 5.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

- Trinkwasserversorgung
- Hauptpegel mit langjährigen Zeitreihen
- deaktivierte Modellelemente
- Festgestein

Leitwerte [m²/s]

- < 1,0 E-4
- 1,0 E-4 bis 3,5 E-4
- 3,5 E-4 bis 1,0 E-3
- 1,0 E-3 bis 3,5 E-3
- 3,5 E-3 bis 1,0 E-2
- > 1,0 E-2

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

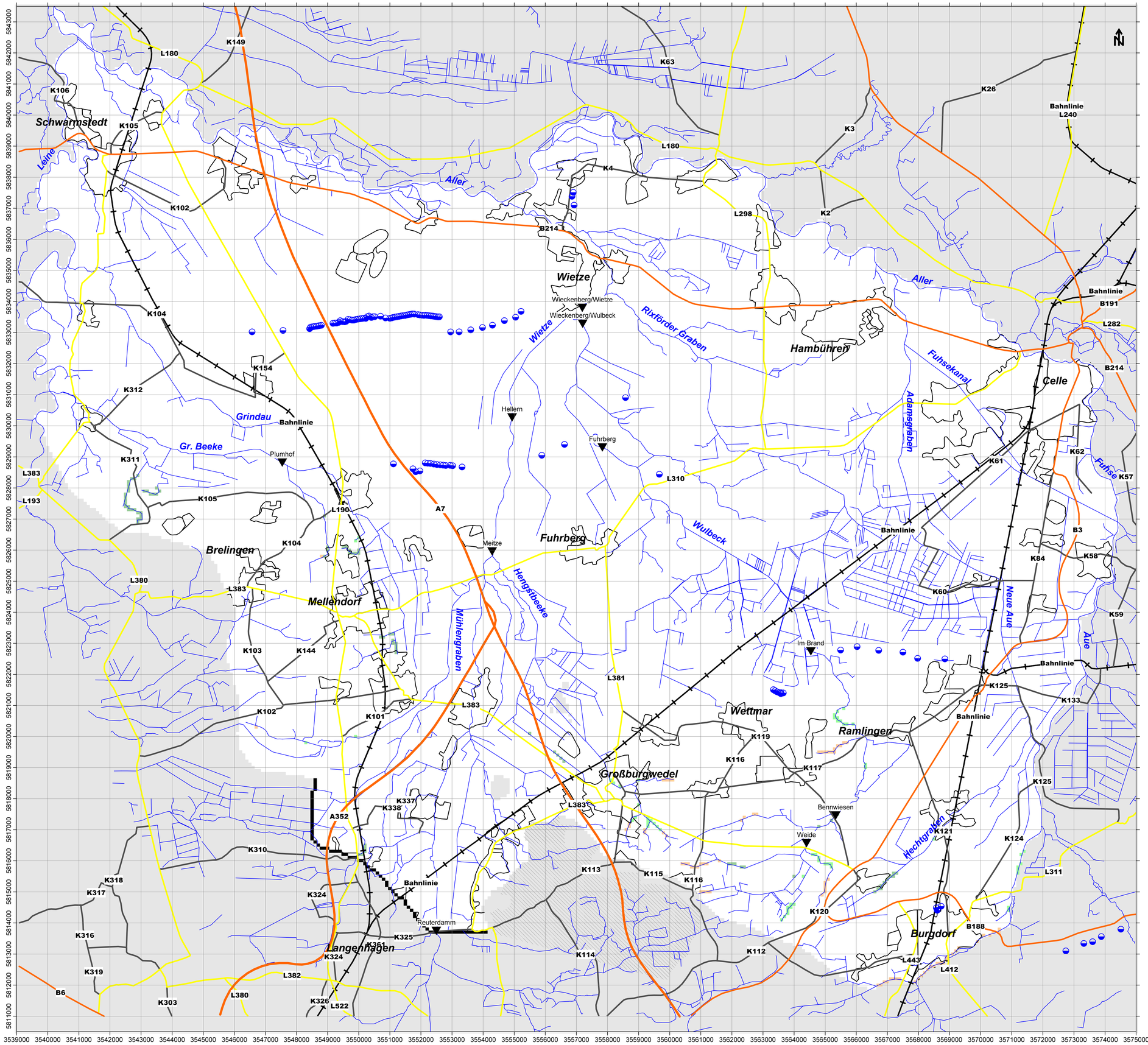
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Leitwerte zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 6.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

- Trinkwasserversorgung
- Hauptpegel mit langjährigen Zeitreihen
- deaktivierte Modellelemente
- Festgestein

Leitwerte [m²/s]

- < 1,0 E-4
- 1,0 E-4 bis 3,5 E-4
- 3,5 E-4 bis 1,0 E-3
- 1,0 E-3 bis 3,5 E-3
- 3,5 E-3 bis 1,0 E-2
- > 1,0 E-2

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

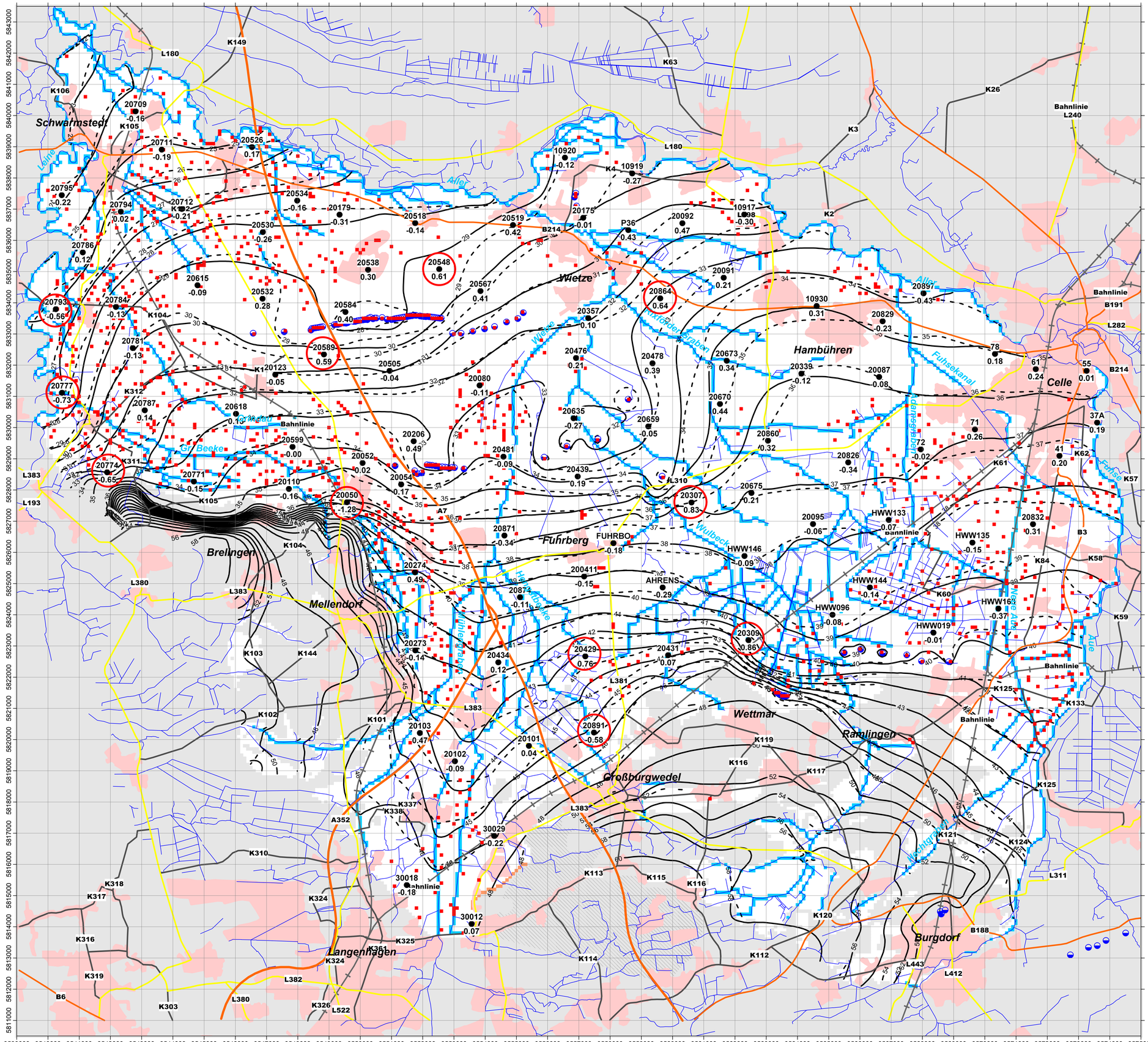
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Leitwerte zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 6.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie — *enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

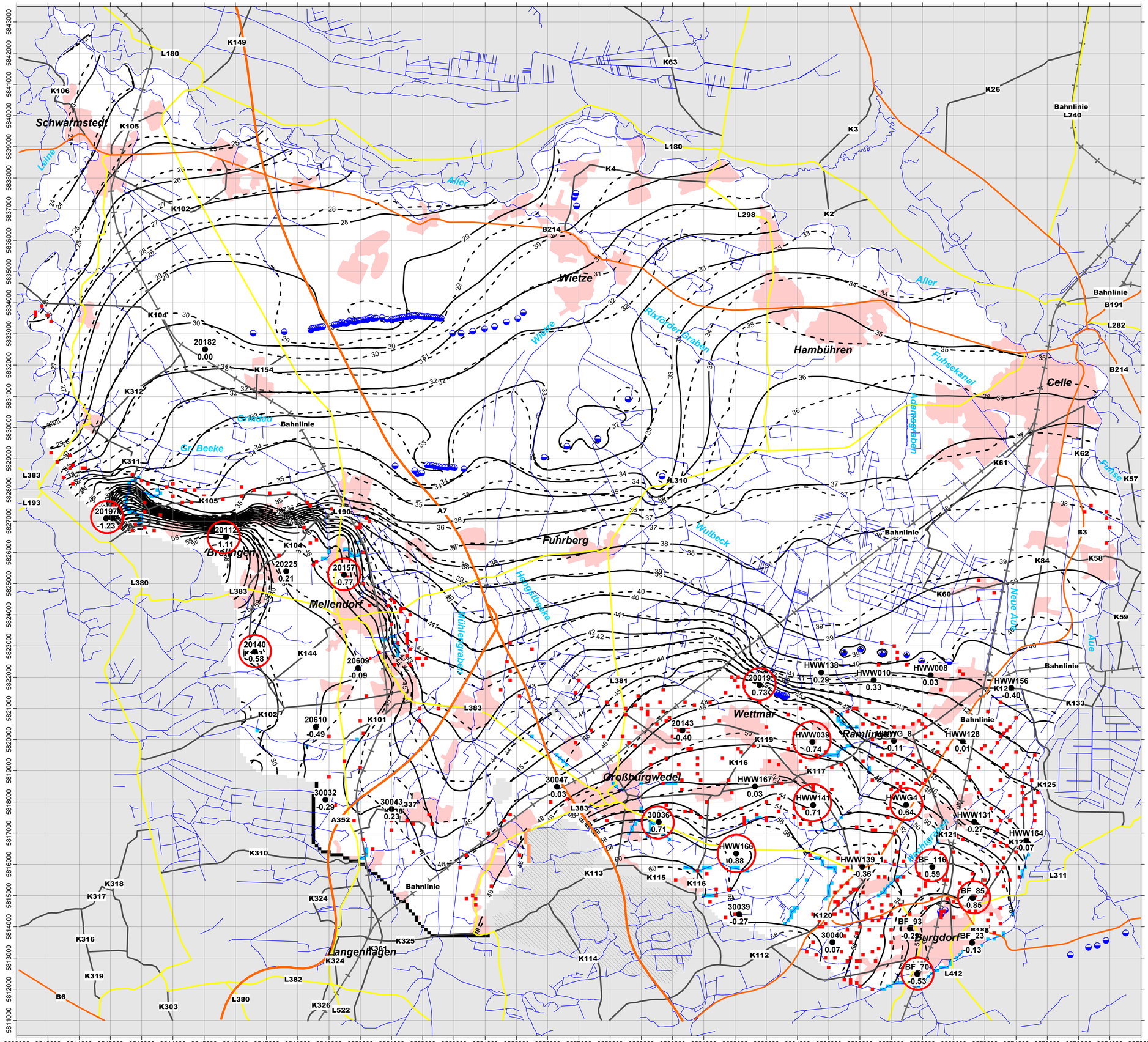
Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasser-Gleichenplan MGW 2004
- Vergleich Messung/Rechnung -
Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 7.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity
positive energie

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

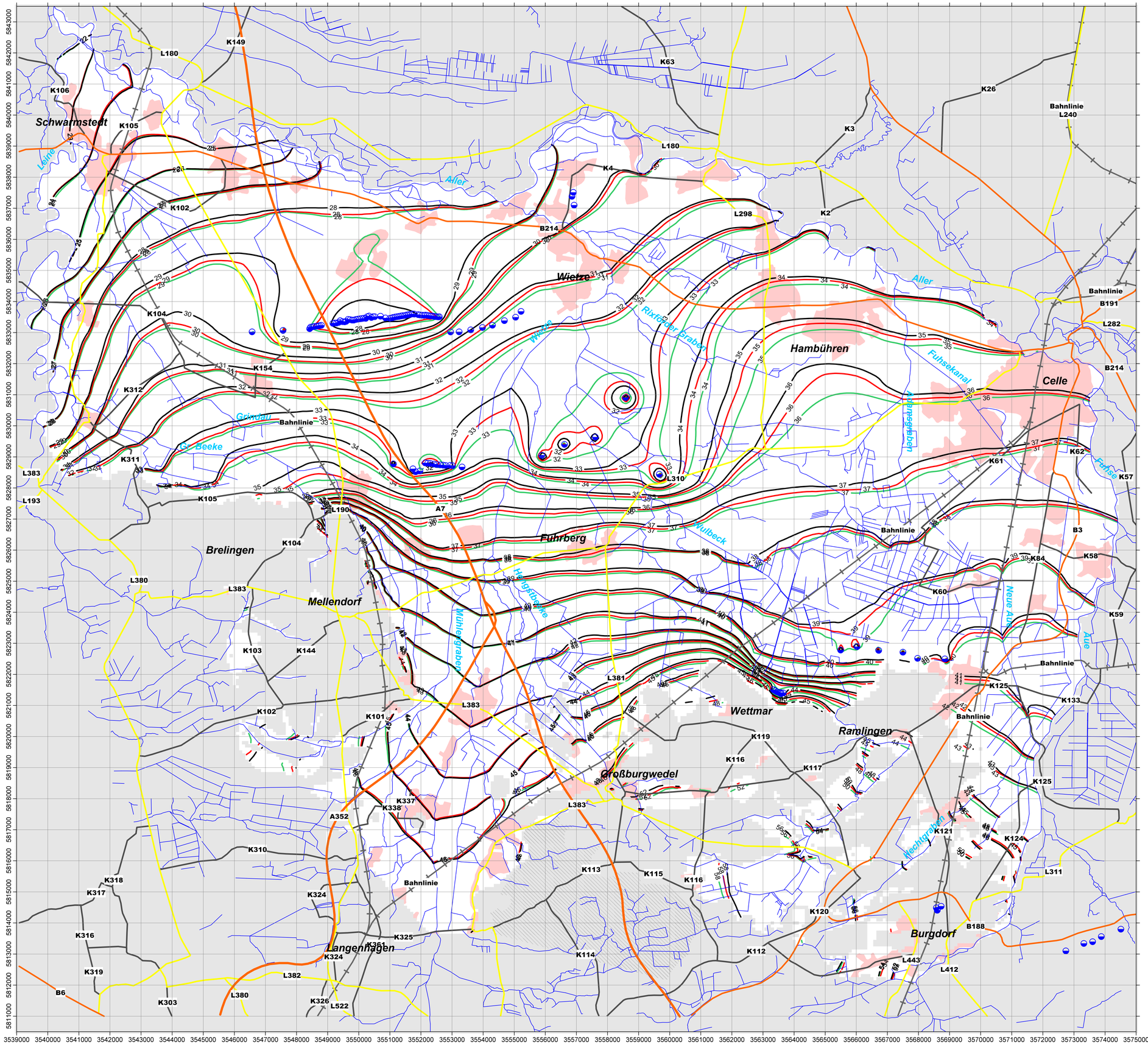
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasser-Gleichenplan MGW 2004 - Vergleich Messung/Rechnung -

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 7.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
GROWAO6V2 - Originaldaten

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
GROWAO6V2 - Modifikation 1

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
GROWAO6V2 - Modifikation 2

0 1000 2000 3000 4000

enercity
positive energie

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

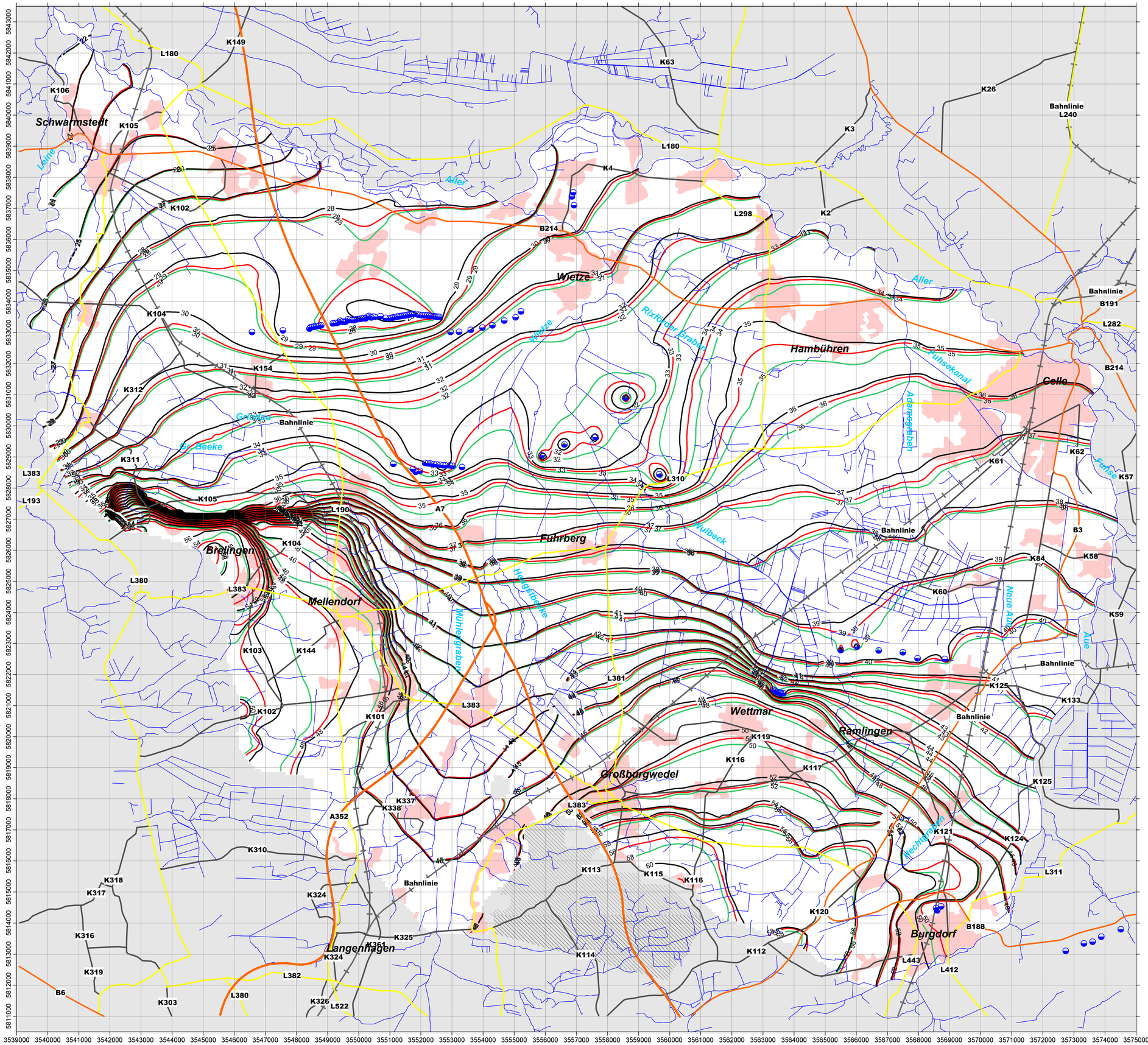
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Linien gleicher Grundwasserspiegel MGW 2004 berechnet für die verschiedenen Neubildungsansätze

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 7.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

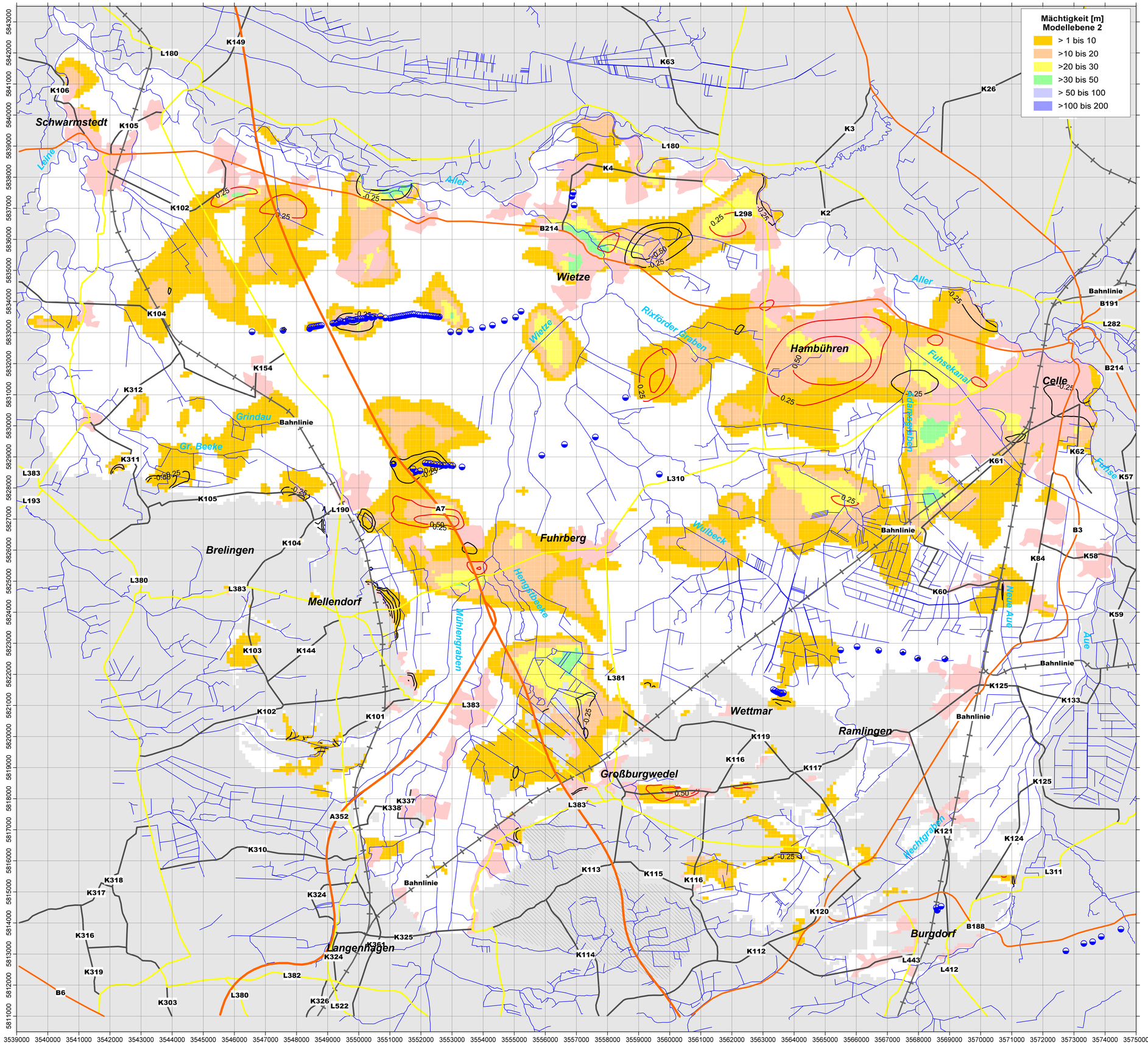
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Linien gleicher Grundwasserspiegel MGW 2004 berechnet für die verschiedenen Neubildungsansätze

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 7.4**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Differenz positiv:
Grundwasser strömt von 'OBEN' nach 'UNTEN'
(Rechenebene 1 -> 3)

Differenz negativ:
Grundwasser strömt von 'UNTEN' nach 'OBEN'
(Rechenebene 3 -> 1)

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Differenz zwischen den berechneten Standrohrspiegelhöhen in den Rechenebenen 1 und 3

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 7.5

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42

Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel [mNN] an ausgewählten (Kontroll-)Messstellen im Modellgebiet

1	2	3	4	5
Messstellen-Bezeichnung	**MGW KJ 2004**	**MGW berechnet**	**Differenz 2 - 3**	**abs. Differenz 2 - 3**
	mNN	**mNN**	**m**	**m**
Modellebene 1				
41	37.47	37.27	0.20	0.20
55	35.71	35.70	0.01	0.01
61	35.72	35.48	0.24	0.24
71	36.89	36.63	0.26	0.26
72	36.80	36.82	-0.02	0.02
78	35.26	35.08	0.18	0.18
10917	31.25	31.55	-0.30	0.30
10919	29.76	30.03	-0.27	0.27
10920	29.02	29.14	-0.12	0.12
10930	34.97	34.66	0.31	0.31
20050	36.19	37.46	-1.28	1.28
20052	34.42	34.40	0.02	0.02
20054	34.29	34.12	0.17	0.17
20080	32.47	32.58	-0.11	0.11
20087	35.91	35.99	-0.08	0.08
20091	33.46	33.25	0.21	0.21
20092	31.66	31.19	0.47	0.47
20095	37.83	37.89	-0.06	0.06
20101	44.48	44.44	0.04	0.04
20102	43.58	43.67	-0.09	0.09
20103	44.27	43.80	0.47	0.47
20110	35.26	35.41	-0.16	0.16
20123	31.05	31.09	-0.05	0.05
20175	30.00	30.01	-0.01	0.01
20179	27.82	28.13	-0.31	0.31
20206	33.29	32.80	0.49	0.49
20273	42.04	42.18	-0.14	0.14
20274	40.18	39.69	0.49	0.49
20307	36.86	36.03	0.83	0.83
20309	41.14	40.28	0.86	0.86
20339	35.88	36.00	-0.12	0.12
20357	31.93	31.83	0.10	0.10
20429	43.33	42.57	0.76	0.76
20431	43.88	43.81	0.07	0.07
20434	41.60	41.47	0.12	0.12
20439	33.77	33.58	0.19	0.19
20476	32.69	32.48	0.21	0.21
20478	33.36	32.97	0.39	0.39
20481	33.73	33.81	-0.09	0.09

Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel [mNN] an ausgewählten (Kontroll-)Messstellen im Modellgebiet

1	2	3	4	5
Messstellen-Bezeichnung	**MGW KJ 2004**	**MGW berechnet**	**Differenz 2 - 3**	**abs. Differenz 2 - 3**
	mNN	**mNN**	**m**	**m**
20505	30.93	30.97	-0.04	0.04
20518	28.16	28.30	-0.14	0.14
20519	29.36	28.94	0.42	0.42
20526	25.23	25.06	0.17	0.17
20530	28.14	28.41	-0.26	0.26
20532	29.50	29.22	0.28	0.28
20534	27.52	27.69	-0.16	0.16
20538	28.58	28.28	0.30	0.30
20548	29.27	28.67	0.61	0.61
20567	30.13	29.72	0.41	0.41
20584	28.31	27.91	0.40	0.40
20589	30.27	29.68	0.59	0.59
20599	34.31	34.31	0.00	0.00
20615	29.40	29.49	-0.09	0.09
20618	32.88	32.75	0.13	0.13
20635	32.16	32.43	-0.27	0.27
20659	32.90	32.95	-0.05	0.05
20670	35.33	34.89	0.44	0.44
20673	35.07	34.73	0.34	0.34
20675	37.11	36.90	0.21	0.21
20709	24.33	24.49	-0.16	0.16
20711	25.14	25.32	-0.19	0.19
20712	27.11	27.32	-0.21	0.21
20771	33.54	33.70	-0.15	0.15
20774	31.91	32.55	-0.65	0.65
20777	26.94	27.67	-0.73	0.73
20781	29.94	30.07	-0.13	0.13
20784	28.61	28.74	-0.13	0.13
20786	25.55	25.43	0.12	0.12
20787	31.57	31.43	0.14	0.14
20793	26.02	26.58	-0.56	0.56
20794	26.20	26.18	0.02	0.02
20795	23.89	24.10	-0.22	0.22
20826	36.43	36.77	-0.34	0.34
20829	34.60	34.83	-0.23	0.23
20832	38.68	38.37	0.31	0.31
20860	36.41	36.09	0.32	0.32
20864	33.12	32.48	0.64	0.64
20871	36.51	36.85	-0.34	0.34
20874	39.48	39.59	-0.11	0.11

Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel [mNN] an ausgewählten (Kontroll-)Messstellen im Modellgebiet

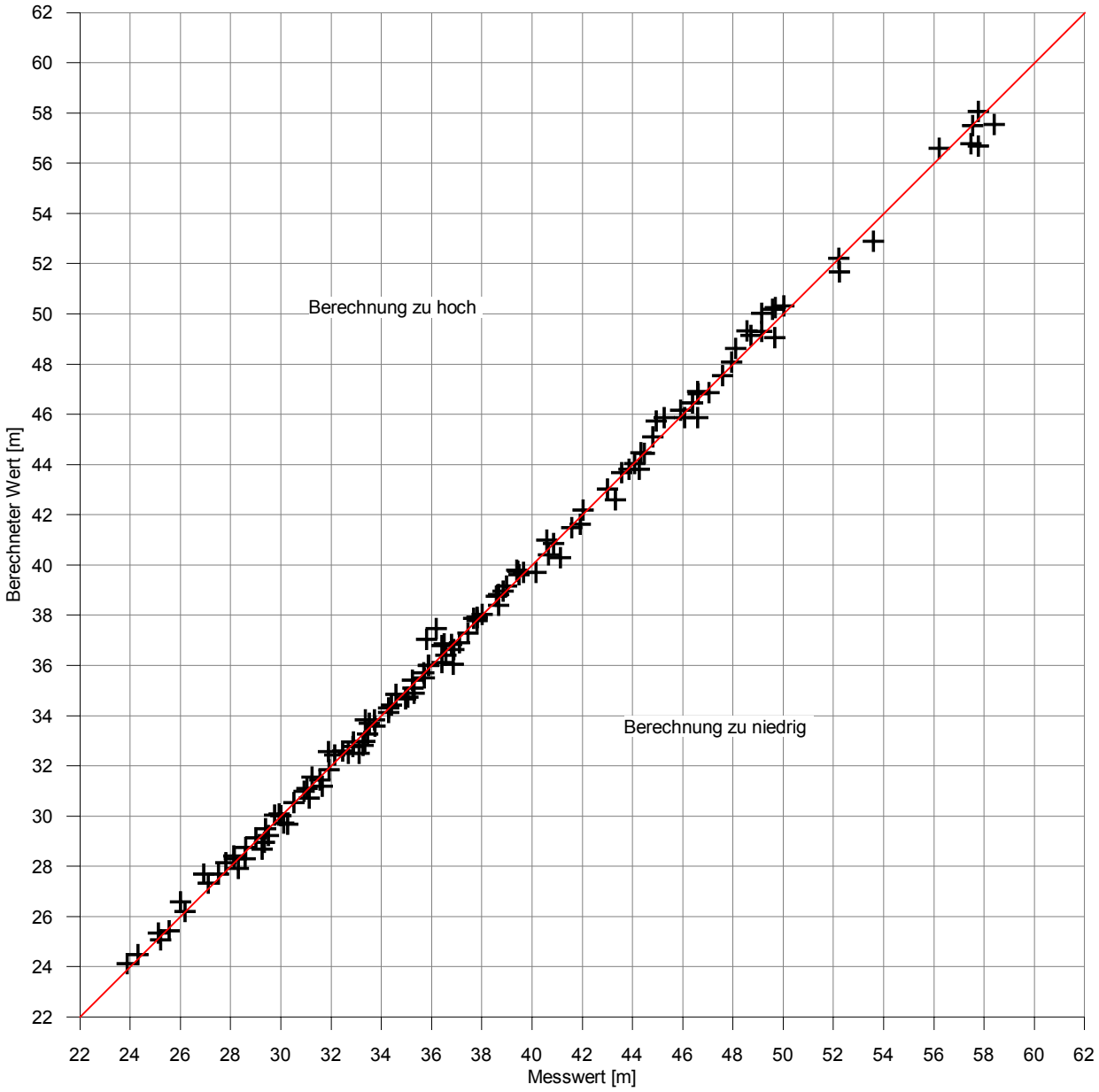
1	2	3	4	5
Messstellen-Bezeichnung	**MGW KJ 2004**	**MGW berechnet**	**Differenz 2 - 3**	**abs. Differenz 2 - 3**
	mNN	**mNN**	**m**	**m**
20891	45.28	45.86	-0.58	0.58
20897	33.38	33.81	-0.43	0.43
30012	47.61	47.54	0.07	0.07
30018	46.63	46.81	-0.18	0.18
30029	45.93	46.15	-0.22	0.22
200411	39.01	39.15	-0.15	0.15
37A	36.58	36.39	0.19	0.19
AHRENS	39.44	39.73	-0.29	0.29
FUHRBO	37.68	37.86	-0.18	0.18
HWW019	39.68	39.69	-0.01	0.01
HWW096	38.86	38.94	-0.08	0.08
HWW133	37.83	37.76	0.07	0.07
HWW135	38.60	38.75	-0.15	0.15
HWW144	38.68	38.82	-0.14	0.14
HWW146	37.82	37.92	-0.09	0.09
HWW163	39.41	39.79	-0.37	0.37
P36	31.14	30.71	0.43	0.43
Modellebene 3				
20019	46.60	45.87	0.73	0.73
20112	57.78	56.67	1.11	1.11
20140	49.59	50.16	-0.58	0.58
20143	48.73	49.13	-0.40	0.40
20157	44.96	45.73	-0.77	0.77
20182	30.52	30.52	0.00	0.00
20197	35.81	37.04	-1.23	1.23
20225	47.06	46.85	0.21	0.21
20609	47.97	48.06	-0.09	0.09
20610	48.12	48.60	-0.49	0.49
30032	46.62	46.90	-0.29	0.29
30036	57.48	56.77	0.71	0.71
30039	57.79	58.06	-0.27	0.27
30040	57.56	57.50	0.07	0.07
30043	46.08	45.85	0.23	0.23
30047	46.41	46.44	-0.03	0.03
BF_116	52.26	51.67	0.59	0.59
BF_23	49.15	49.28	-0.13	0.13
BF_70	49.70	50.23	-0.53	0.53
BF_85	49.16	50.01	-0.85	0.85
BF_93	50.03	50.32	-0.29	0.29
HWW008	40.88	40.84	0.03	0.03

Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel [mNN] an ausgewählten (Kontroll-)Messstellen im Modellgebiet

1	2	3	4	5
Messstellen-Bezeichnung	**MGW KJ 2004**	**MGW berechnet**	**Differenz 2 - 3**	**abs. Differenz 2 - 3**
	mNN	**mNN**	**m**	**m**
HWW010	41.93	41.61	0.33	0.33
HWW039	48.57	49.30	-0.74	0.74
HWW128	43.02	43.01	0.01	0.01
HWW131	44.83	45.10	-0.27	0.27
HWW138	40.68	40.39	0.29	0.29
HWW139_1	56.23	56.59	-0.36	0.36
HWW141	53.60	52.89	0.71	0.71
HWW156	40.59	40.99	-0.40	0.40
HWW164	44.09	44.03	0.07	0.07
HWW166	58.41	57.53	0.88	0.88
HWW167	52.24	52.21	0.03	0.03
HWWG_8	44.35	44.46	-0.11	0.11
HWWG4_1	49.68	49.04	0.64	0.64
Mittelwerte	38.03	38.02	0.01	0.30

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

Kalibrierung MGW2004:
Standrohrspiegel - Vergleich Messung / Rechnung im Streudiagramm



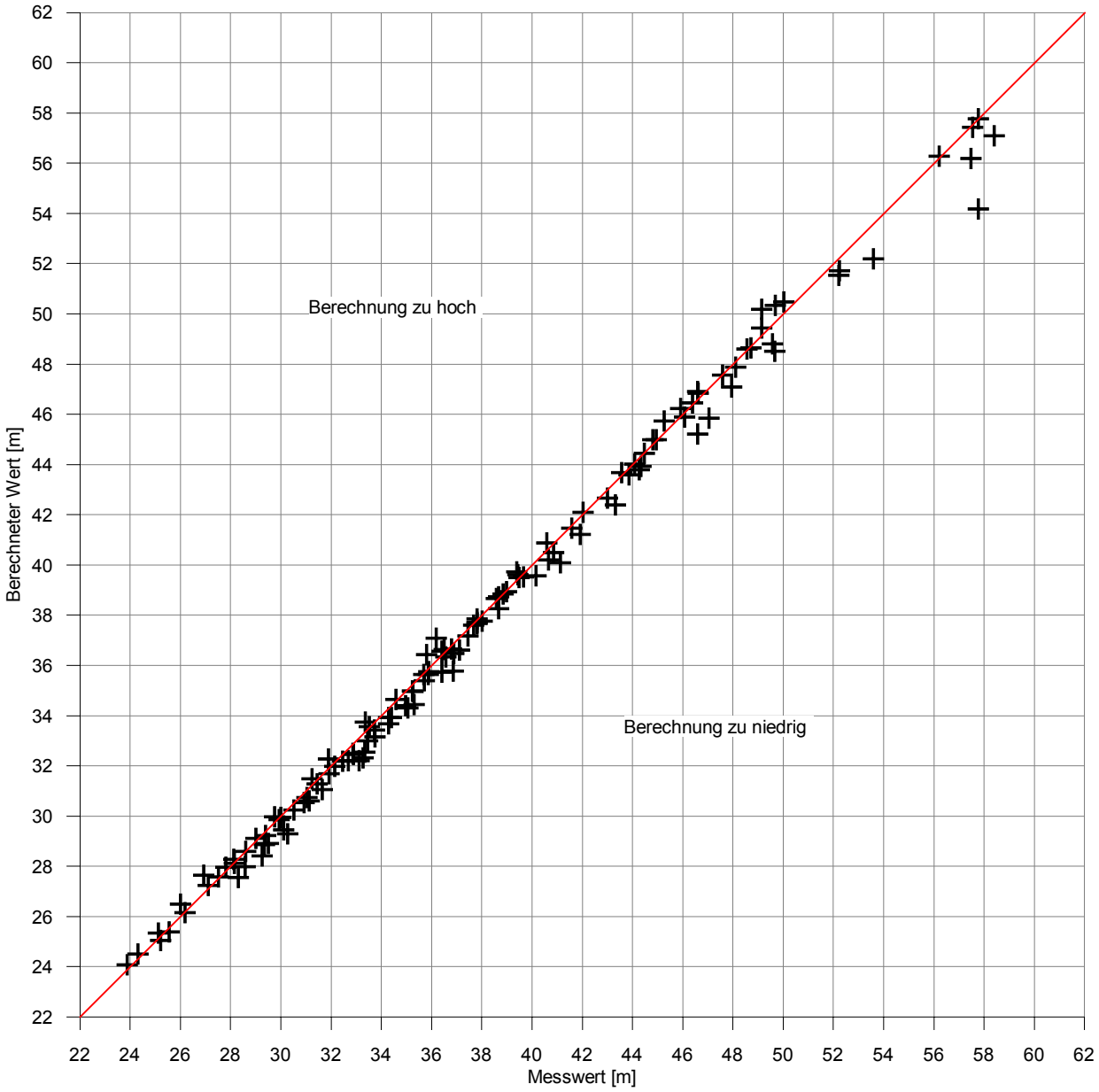
mittlere absolute Abweichung: 0,30 m
Standardfehler: 0,40 m
Modellfehler: 0,9 % (mittlere absolute Abweichung / Spannweite)
Korrelationskoeffizient: 1,00 [-]

Grundlage: GROWA06V2
Modifikationen Schritte 1 und 2:
Wald 176 mm, wenn FA > 2 m
Landwirtschaftliche Flächen 226 mm, wenn FA > 2 m
Multiplikation mit den Faktoren 1,09 oder 0,90

Modellstand: Juli 2020
HMM, Bad Nenndorf

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

Standrohrspiegel - Vergleich Messung / Rechnung im Streudiagramm



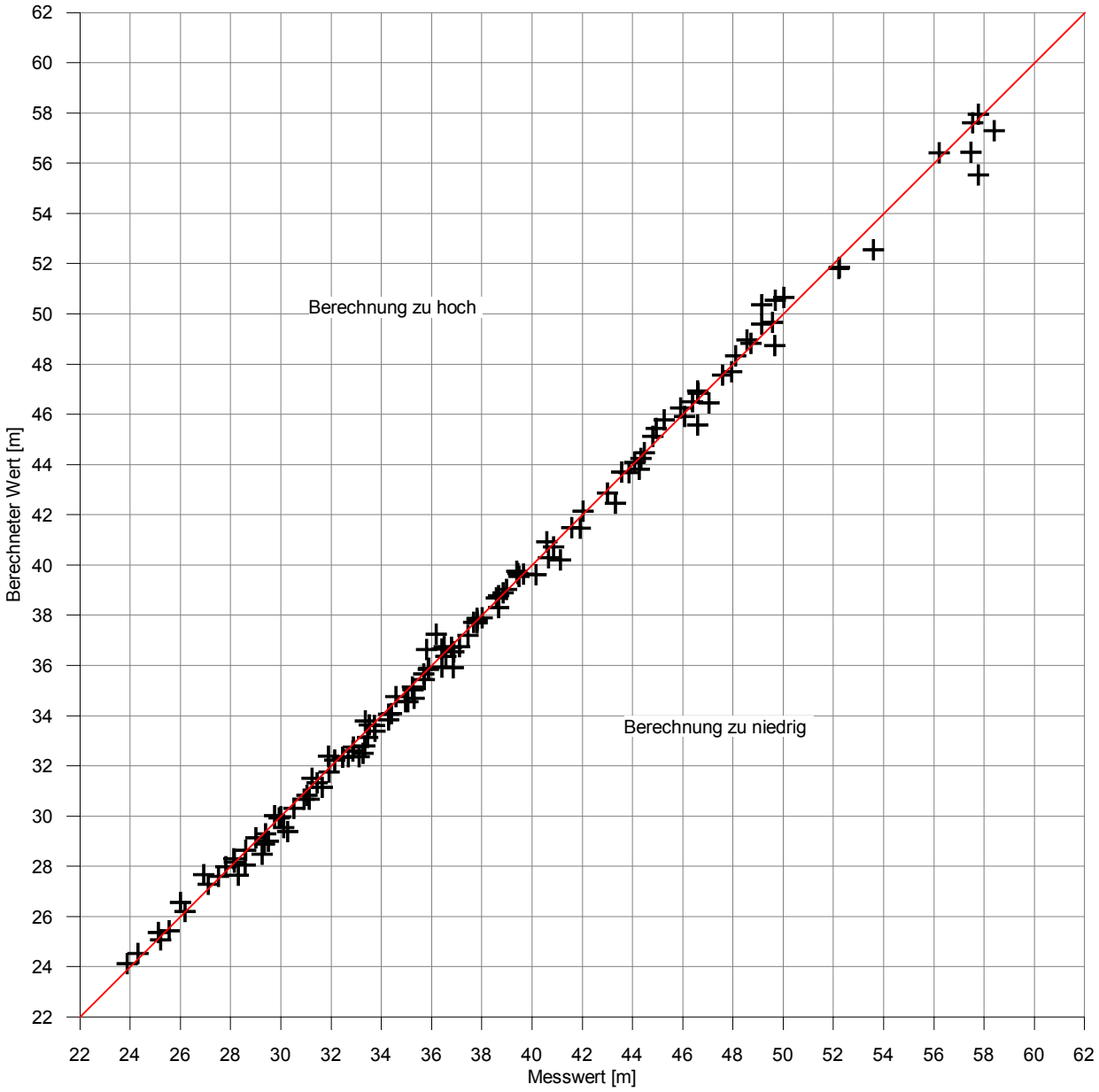
mittlere absolute Abweichung: 0,42 m
Standardfehler: 0,61 m
Modellfehler: 1,2 % (mittlere absolute Abweichung / Spannweite)
Korrelationskoeffizient: 1,00 [-]

GROWA06V2 - Originaldaten

Modellstand: Juli 2020
HMM, Bad Nenndorf

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

Standrohrspiegel - Vergleich Messung / Rechnung im Streudiagramm



mittlere absolute Abweichung: 0,35 m
Standardfehler: 0,48 m
Modellfehler: 1,0 % (mittlere absolute Abweichung / Spannweite)
Korrelationskoeffizient: 1,00 [-]

Grundlage: GROWA06V2
Modifikation Schritt 1:
Wald 176 mm, wenn FA > 2 m
Landwirtschaftliche Flächen 226 mm, wenn FA > 2 m

Modellstand: Juli 2020
HMM, Bad Nenndorf

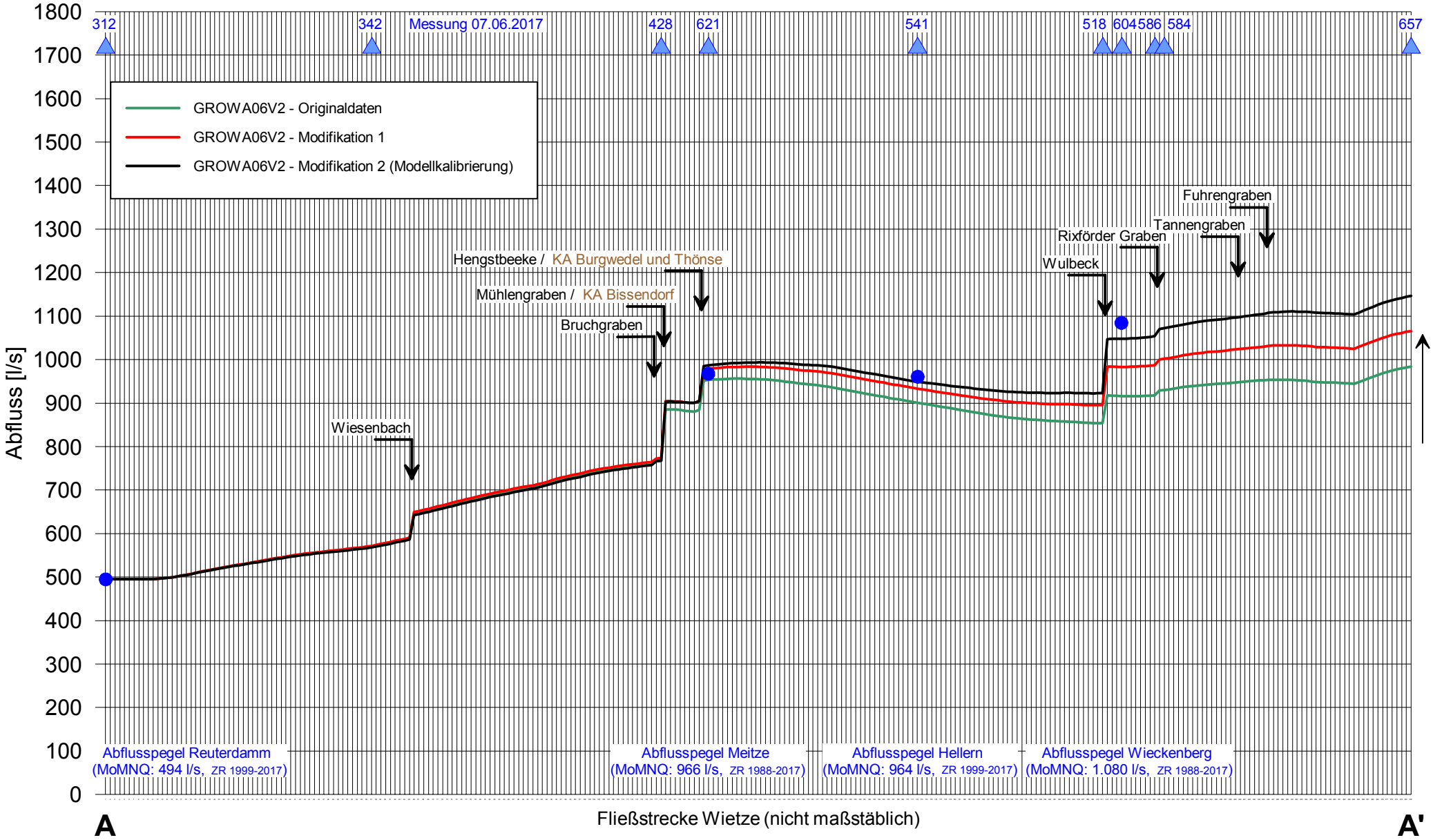
enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wassergewinnung Hannover-Nord

Kumulativer Basis-Abfluss in der Wietze
- Kalibrierungszustand (MGW 2004) -

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -



Anlage 9.1

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Modellstand: Juli 2020)

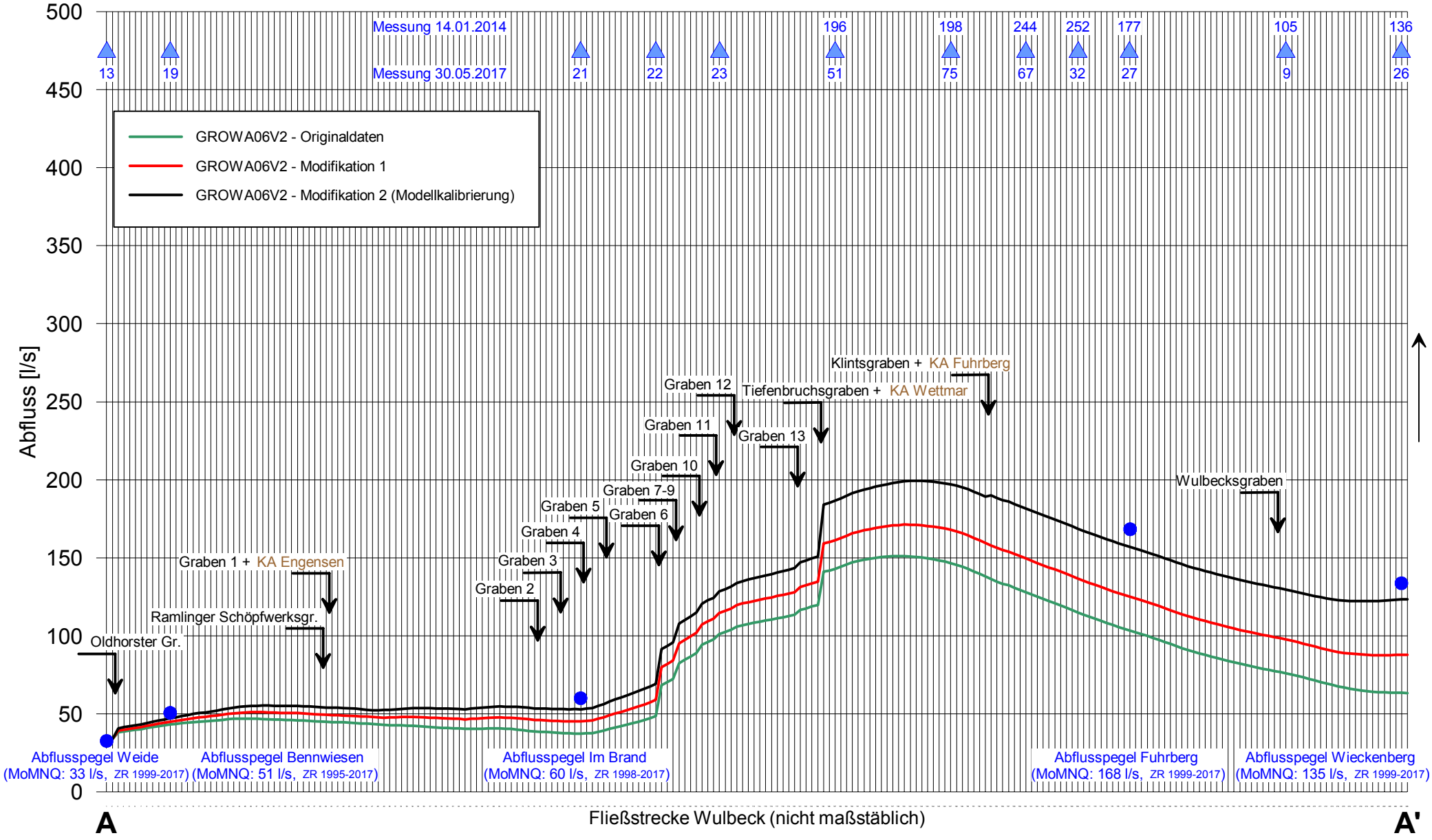
enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wassergewinnung Hannover-Nord

Kumulativer Basis-Abfluss in der Wulbeck
- Kalibrierungszustand (MGW 2004) -

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -



Anlage 9.2

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Modellstand: Juli 2020)

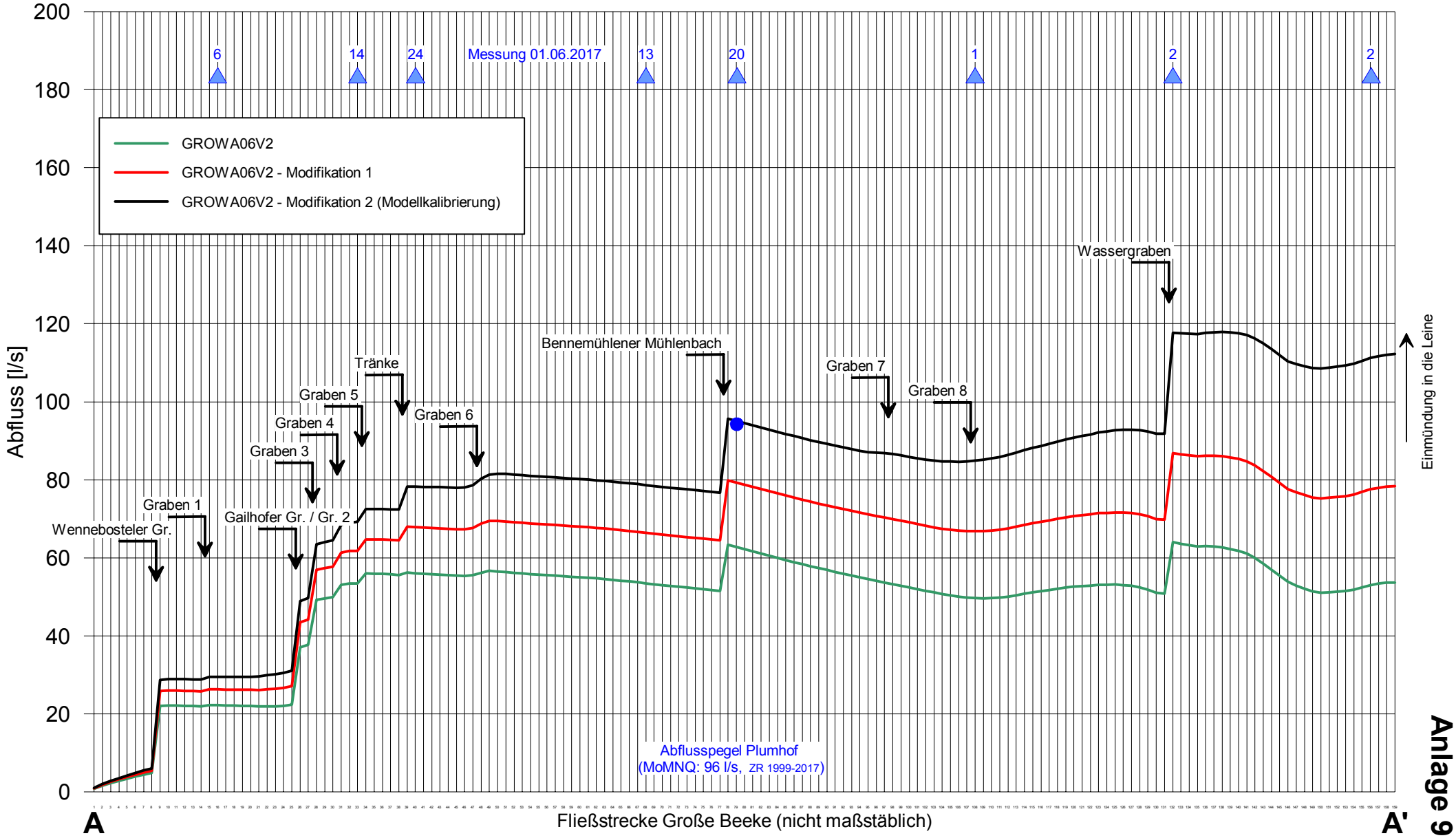
enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wassergewinnung Hannover-Nord

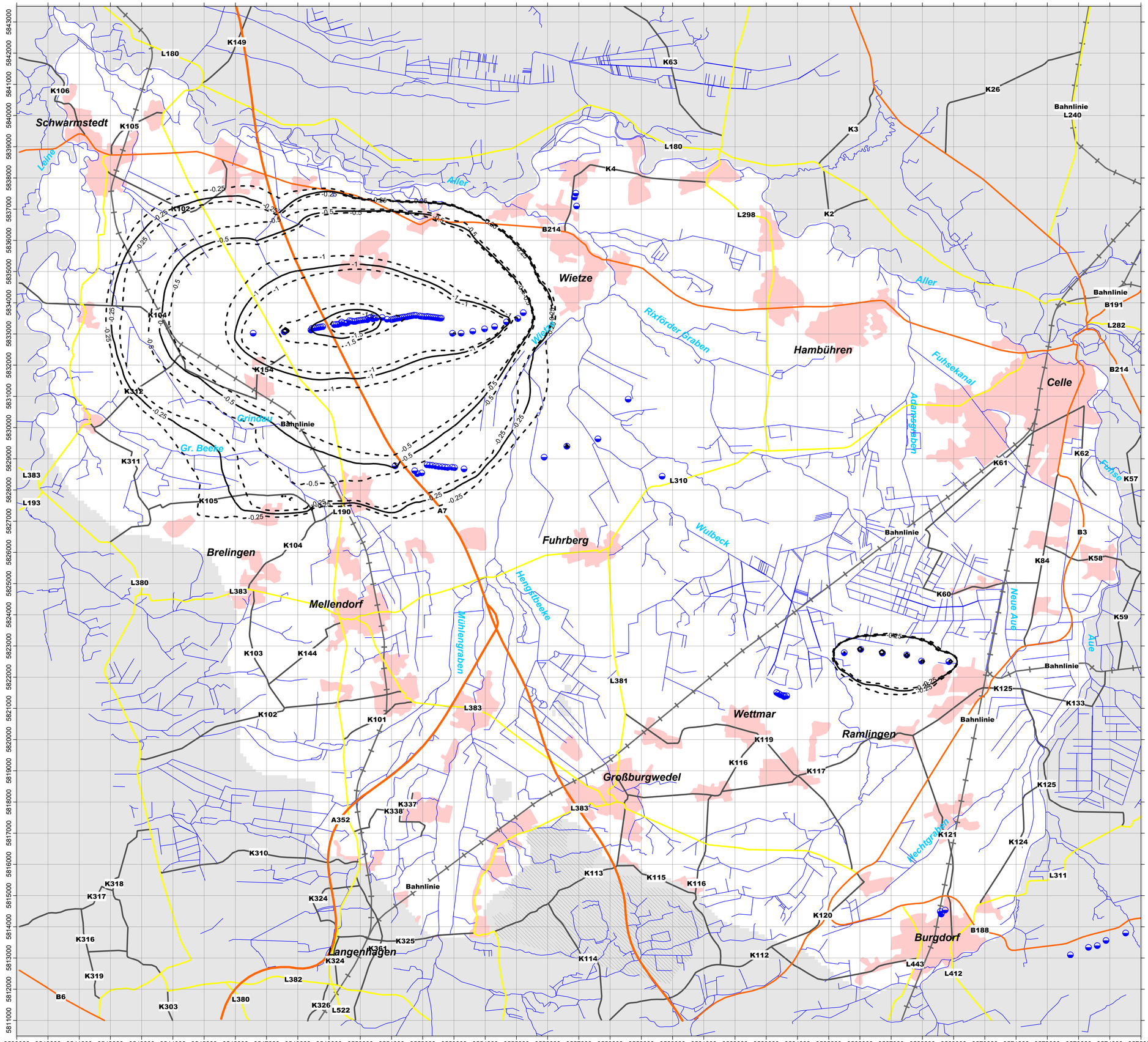
Kumulativer Basis-Abfluss in der Großen Beeke
- Kalibrierungszustand (MGW 2004) -

Geohydrologisches Gutachten zum Wasserrechtsantrag - Zwischenergebnisse -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Modellstand: Juli 2020)

Anlage 9.3



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linien gleicher zusätzlicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m] im Hauptgrundwasserleiter berechnet für 41 + 4,5 + 0,89 Mio. m³/a

Sensitivität Grundwasserneubildung 90 (außen) und 110 % (innen)

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

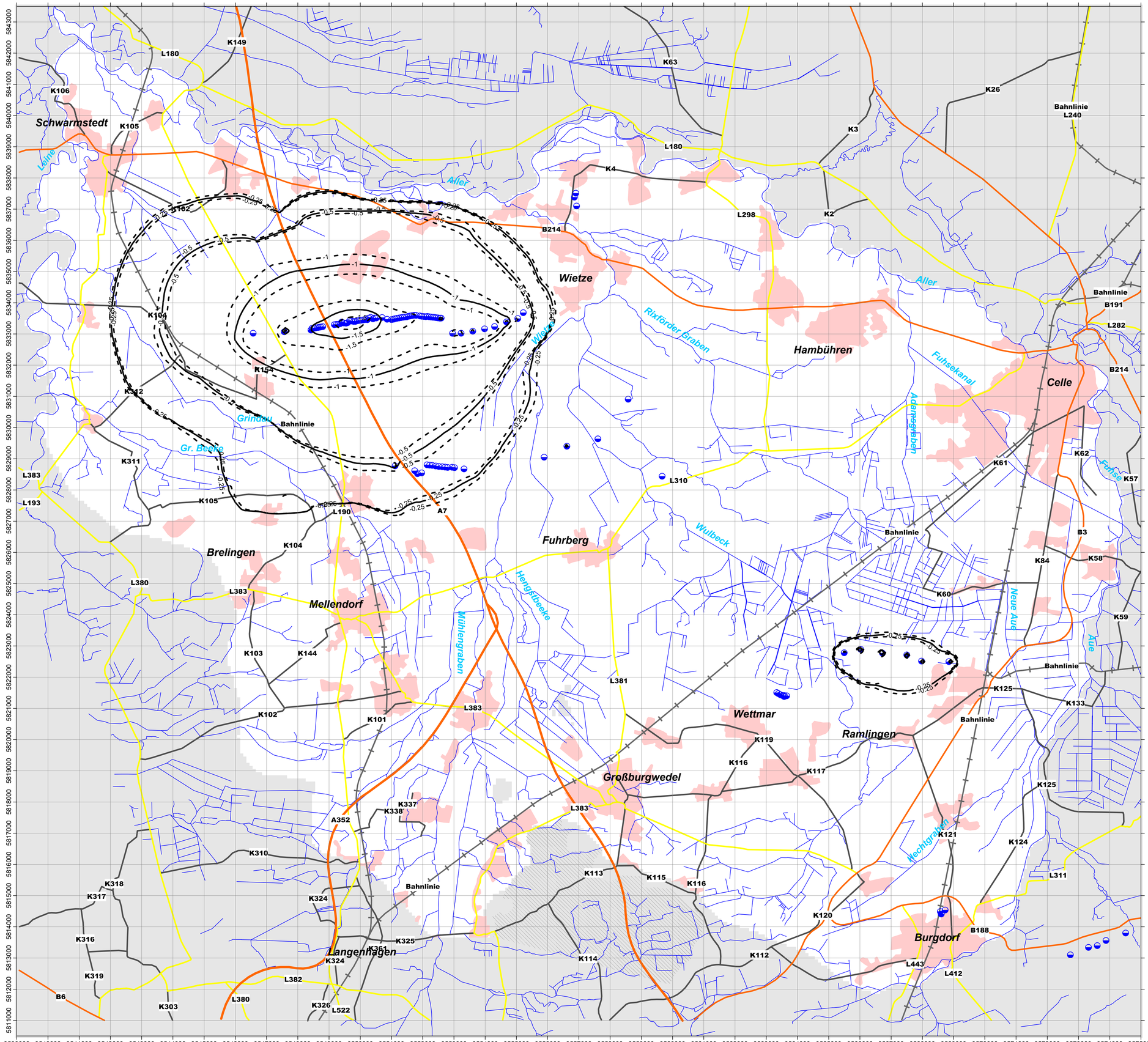
Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

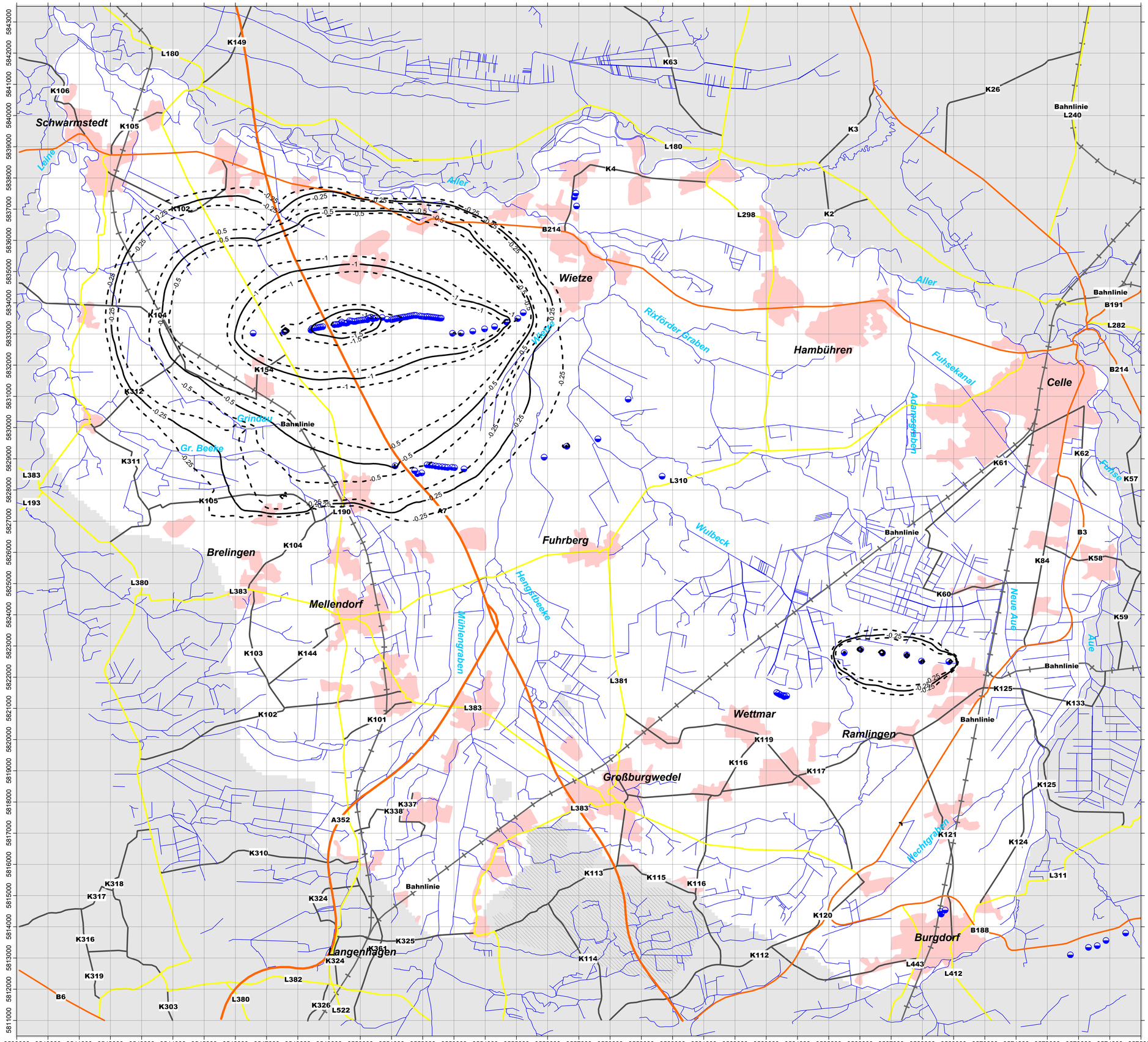
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Gw-Absenkung gegenüber einer Veränderung der Grundwasserneubildung

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 10.1**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42


Schwarmstedt
Wietze
Hambühren
Celle
Fuhrberg
Brelingen
Mellendorf
Wettmar
Ramlingen
Großburgwedel
Langenhagen
Burgdorf
Leine
Aller
Rixförder Graben
Fuhsekanal
Adamsgraben
Wulbeck
Hengstbeeke
Mühlengraben
Neue Aue
Aue
Hechtgraben
Gr. Beeke
Grindau
Bahnlinie
L180
K149
K63
K26
Bahnlinie L240
K3
K4
K2
L298
B214
K106
K105
K102
K154
K312
K311
L383
L193
K104
L190
A7
L310
K61
K62
K57
B191
L282
B214
K60
K84
K58
K59
K125
K133
K101
K103
K144
L381
K119
K116
K117
K337
K338
A352
K310
K318
K317
K316
K319
K324
K325
K361
K326
K303
L382
L380
L522
K113
K115
K114
K120
K112
K121
K124
L311
B188
L443
L412
B6
L539
L540
L541
L542
L543
L544
L545
L546
L547
L548
L549
L550
L551
L552
L553
L554
L555
L556
L557
L558
L559
L560
L561
L562
L563
L564
L565
L566
L567
L568
L569
L570
L571
L572
L573
L574
L575
L576
L577
L578



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linien gleicher zusätzlicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m] im Hauptgrundwasserleiter berechnet für 41 + 4,5 + 0,89 Mio. m³/a

Sensitivität Leitwert 67 (außen) und 150 % (innen)

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen

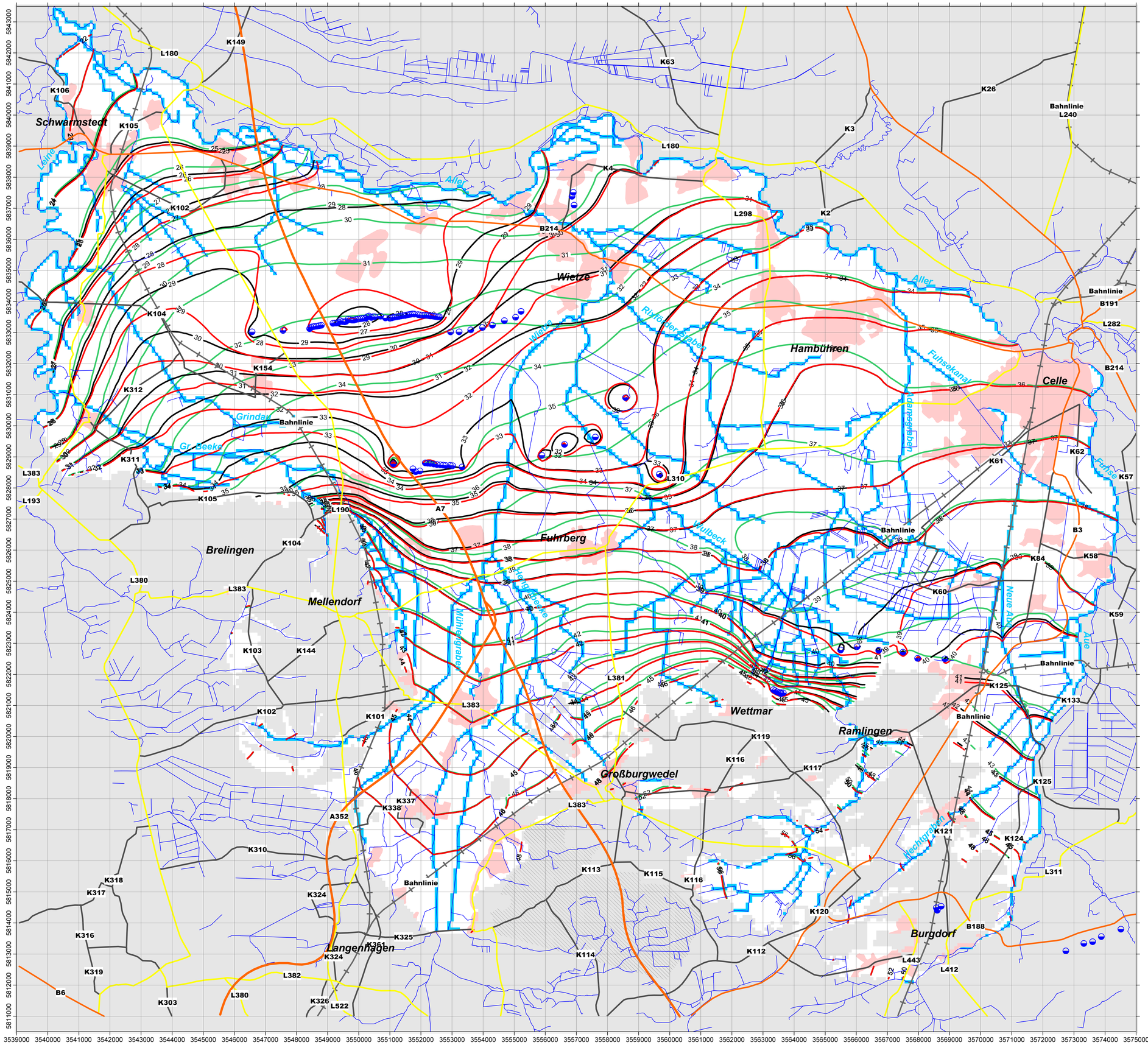
Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Gw-Absenkung gegenüber einer Veränderung der Vorfluter-Leitwerte

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 10.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
Null-Zustand

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
Ist-Zustand

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
Prognose-Zustand (Variante 5)

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Mit dem Gw-Modell berechnete Linien gleicher Grundwasserspiegel für die Zustände "NULL", "IST" und "PROGNOSE"

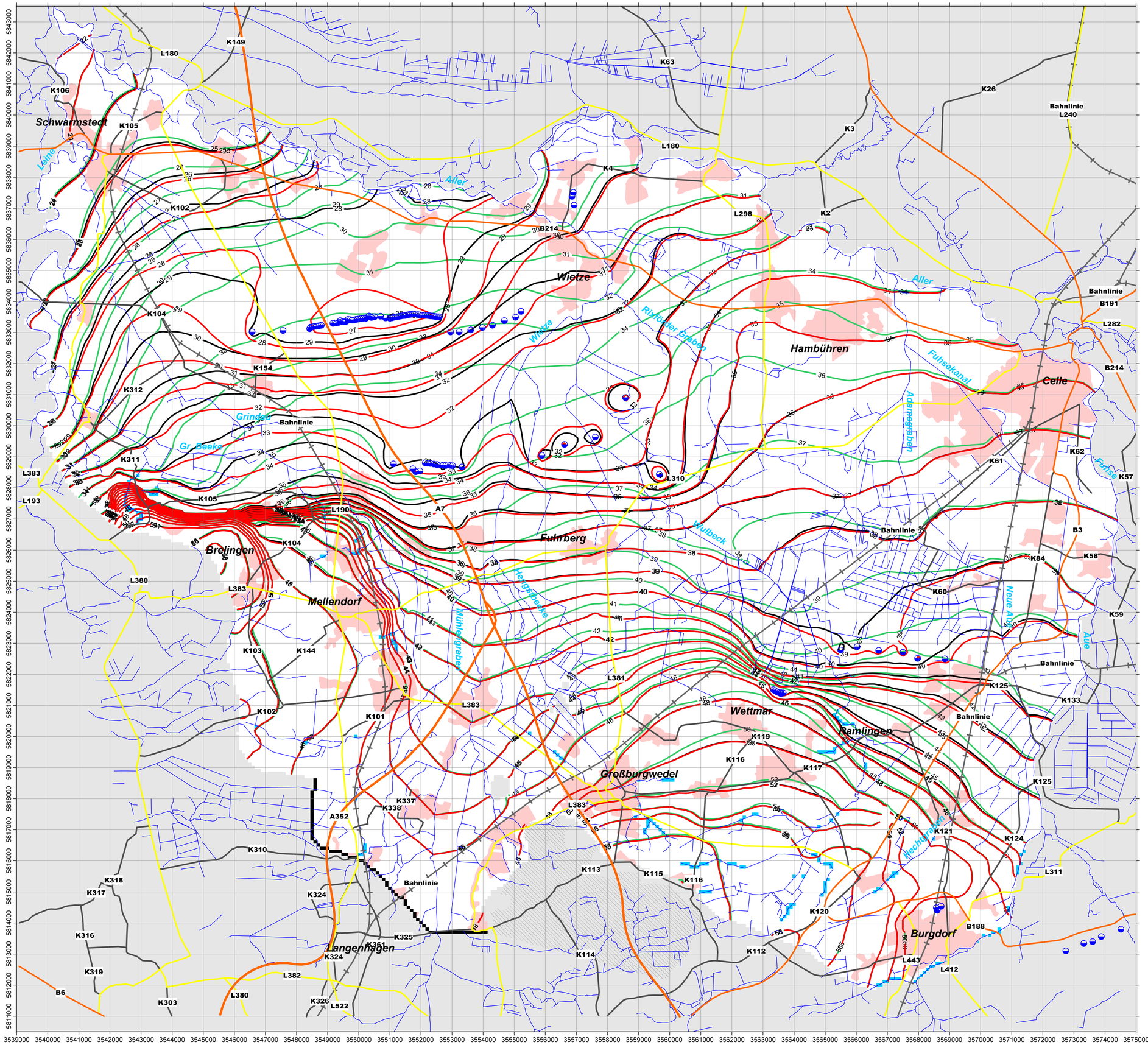
Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 11.1

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
Null-Zustand

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
Ist-Zustand

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]
Prognose-Zustand (Variante 5)

0 1000 2000 3000 4000

enercity
positive energie
enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke
Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

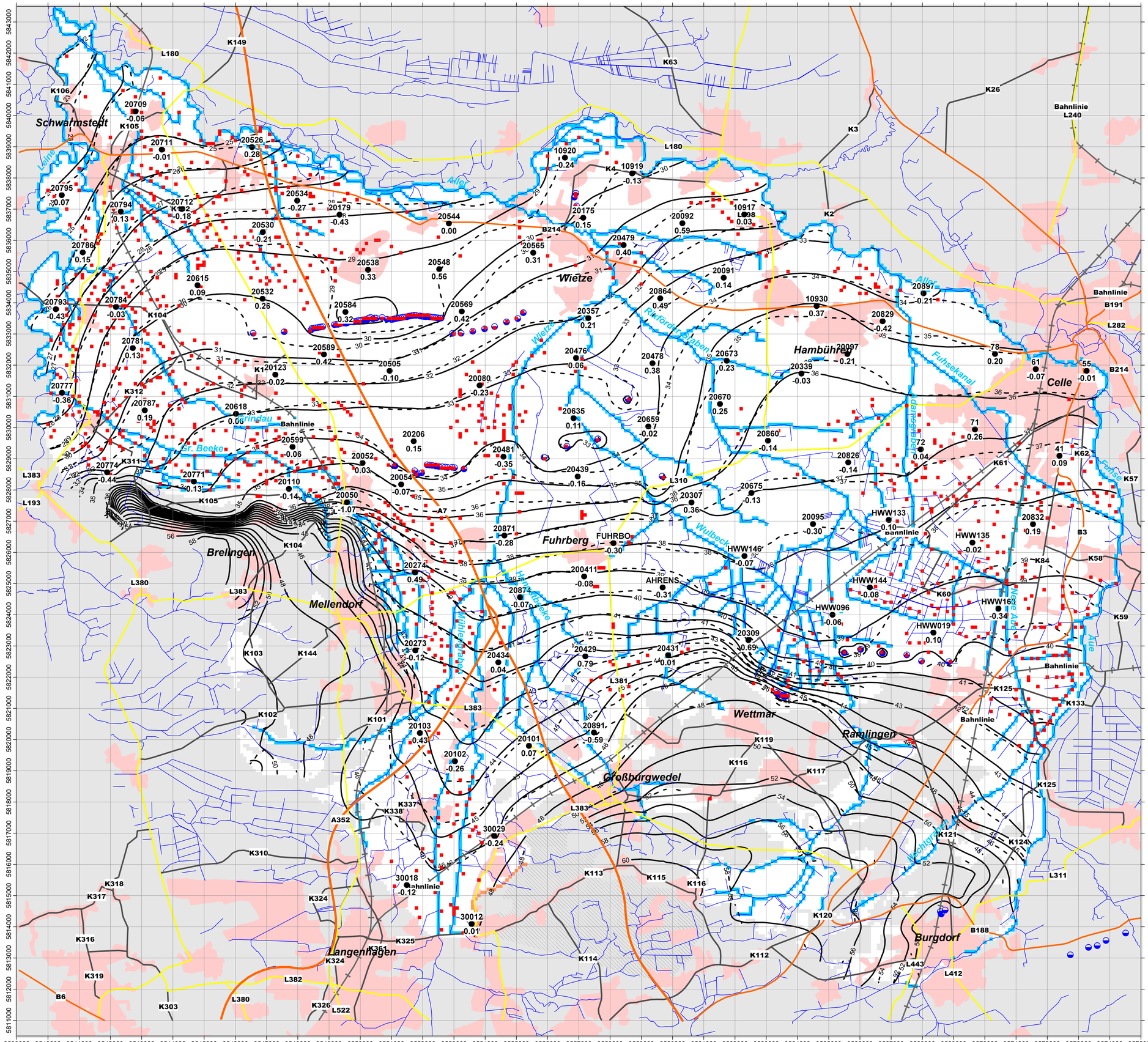
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

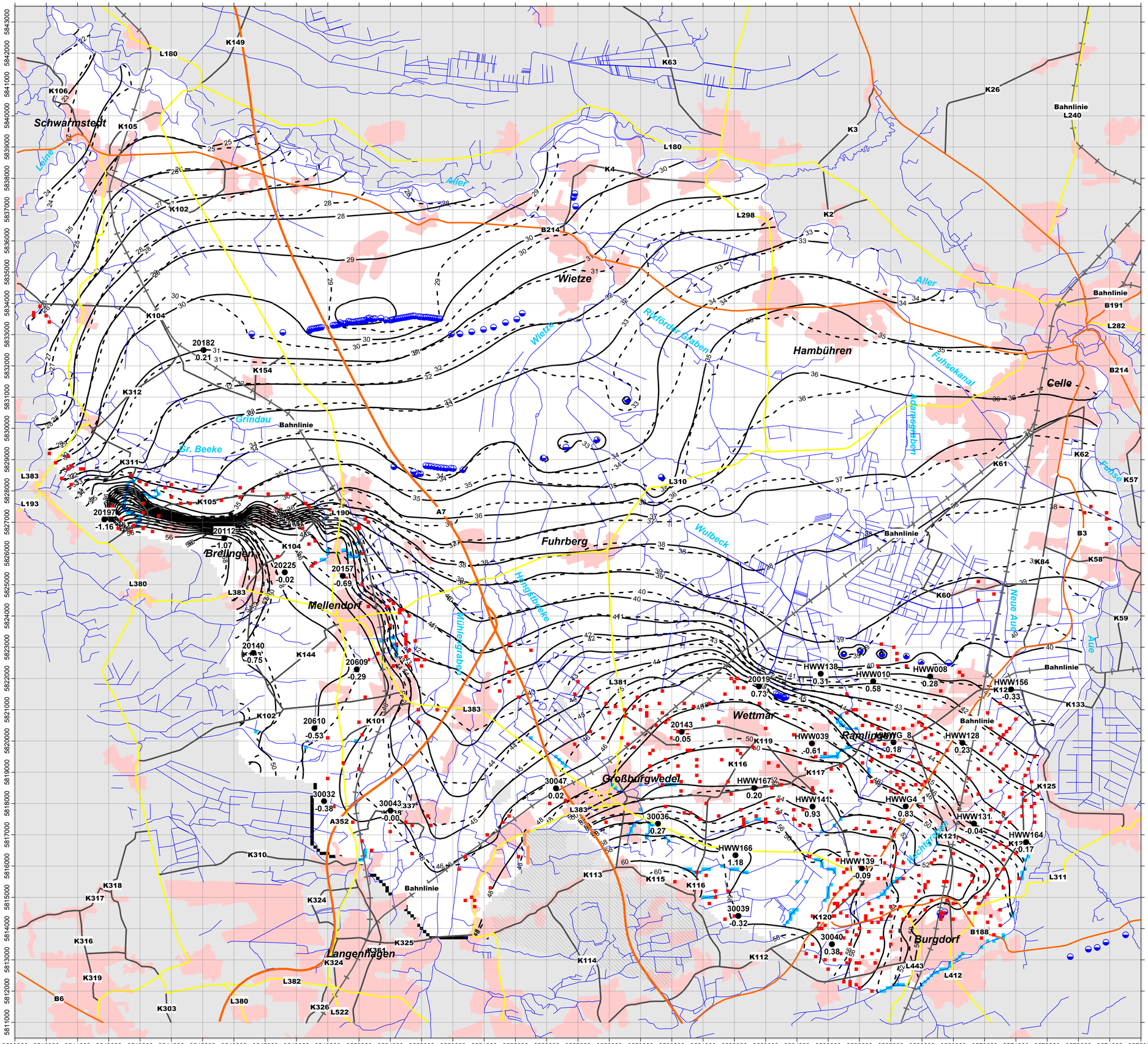
Mit dem Gw-Modell berechnete Linien gleicher Grundwasserspiegel für die Zustände "NULL", "IST" und "PROGNOSE"

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 11.2**

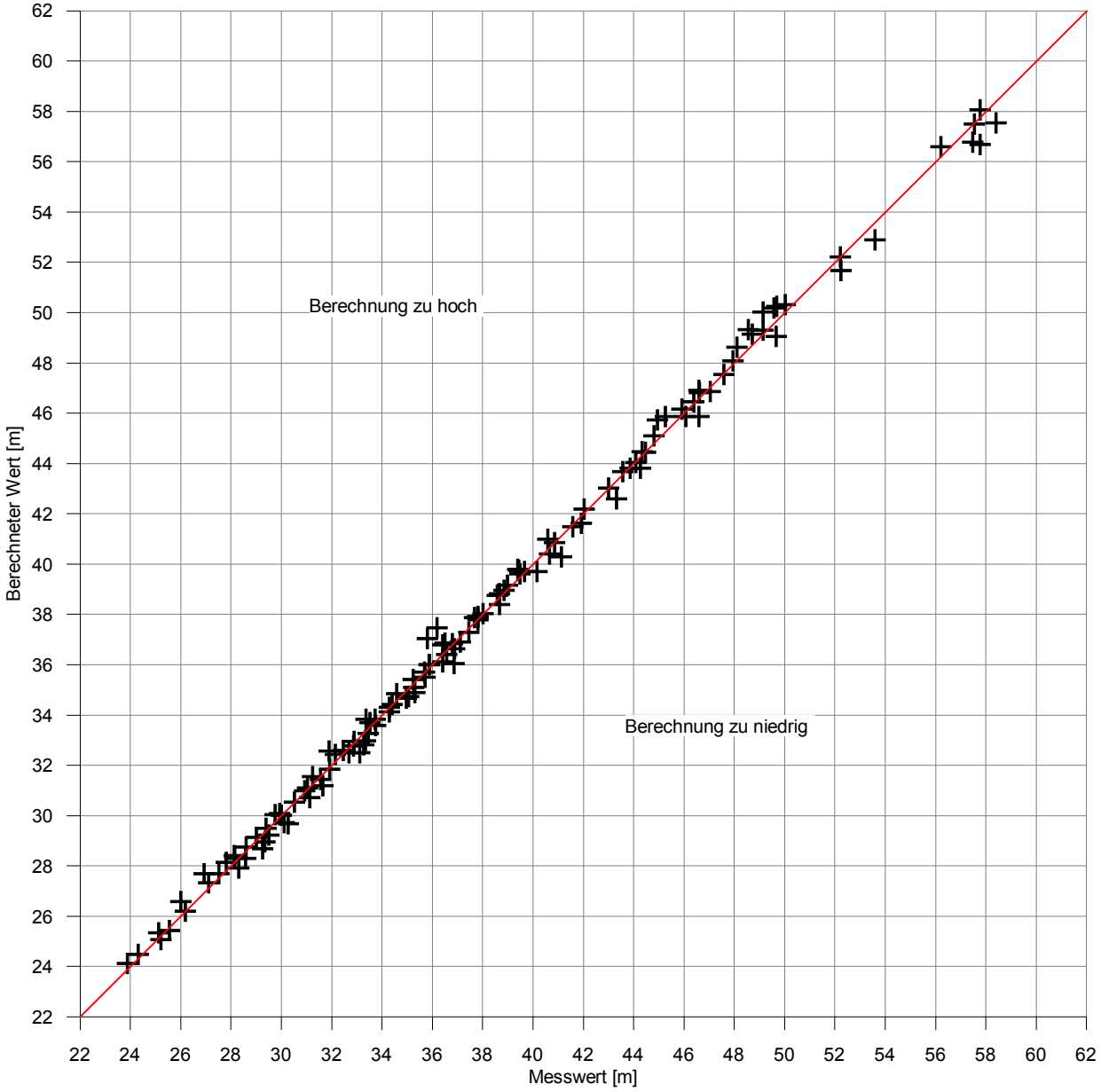
Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42


Schwarmstedt
Brelingen
Mellendorf
Wietze
Fuhrberg
Wettmar
Ramlingen
Großburgwedel
Langenhagen
Burgdorf
Hambühren
Celle
Bahnlinie
L240
Bahnlinie
B191
L282
B214
Fuhsekanal
Aller
Leine
Wietze
Rekultivierungsgebiet Fuhrberg
Wulbeck
Wiehbeke
Wehrbeke
Fuhse
Aue
Bahnlinie
Bahnlinie
Bahnlinie


Schwarmstedt
Wietze
Hambühren
Celle
Bahnlinie
Bahnlinie
L240
Aller
Leine
Wietze
Rixförder Graben
Fuhsekanal
Addenser Bäke
Fuhse
Grindau
Br. Beeke
Bahnlinie
Brelingen
Fuhrberg
Wulbeck
Bahnlinie
Mellendorf
Mühlengraben
Hängebögale
Wettmar
Ramlingen
Großburgwedel
Neue Aue
Aue
Bahnlinie
Bahnlinie
Langenhagen
Burgdorf
Bahnlinie
Bahnlinie
Bahnlinie

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

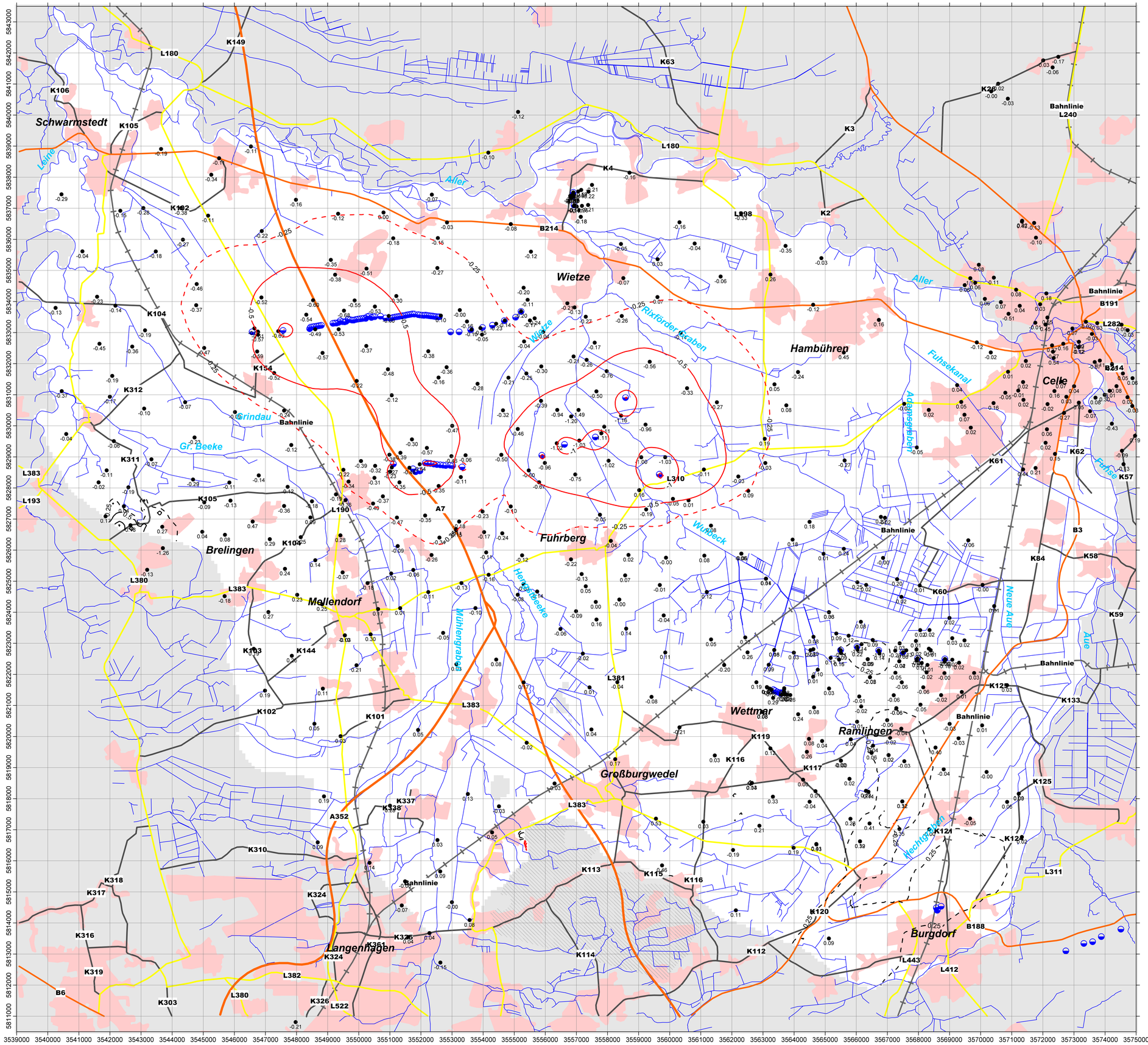
Modelltest 1:
Vergleich Messung / Rechnung - Streudiagramm
MGW 1999



mittlere absolute Abweichung: 0,27 m
Standardfehler: 0,37 m
Modellfehler: 0,8 % (mittlere absolute Abweichung / Spannweite)
Korrelationskoeffizient: 1,00 [-]

Grundlage: GROWA06V2
Modifikationen Schritte 1 und 2:
Wald 176 mm, wenn FA > 2 m
Landwirtschaftliche Flächen 226 mm, wenn FA > 2 m
Multiplikation mit den Faktoren 1,09 oder 0,90

Modellstand: Juli 2020
HMM, Bad Nenndorf



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Grundwassermessstellen
mit Differenz zwischen den mittleren Grundwasserspiegeln in den Jahren 2004 und 1999

Linie gleicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m]
im Hauptgrundwasserleiter
mit dem Grundwassermodell berechnet

Linien gleicher Grundwasserspiegel-Aufhöhung [m]
im Hauptgrundwasserleiter
mit dem Grundwassermodell berechnet

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

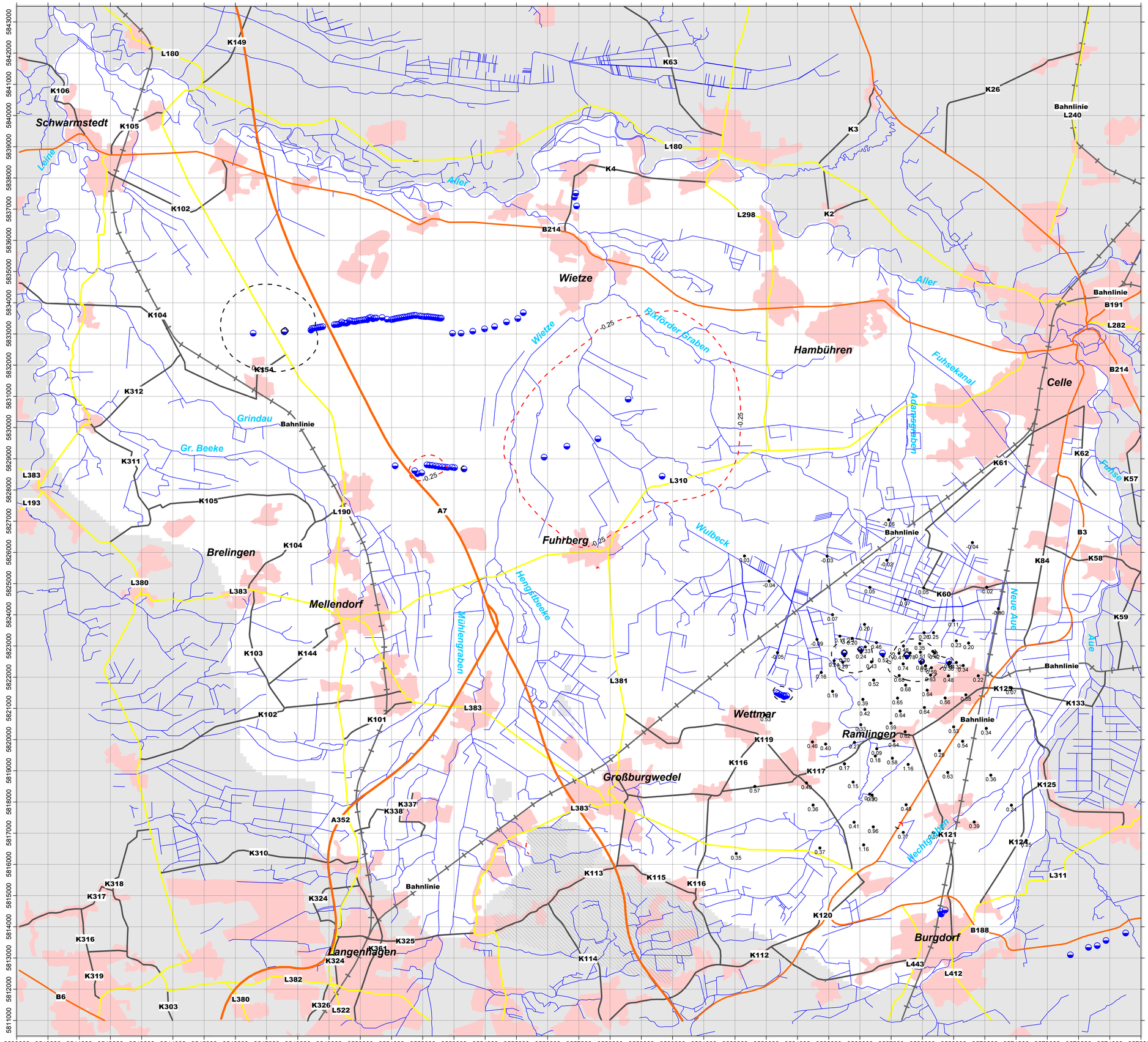
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Linien gleicher Grundwasserspiegel-Änderung zwischen 1999 und 2004

Entnahmen:
Fuhrberger Feld: 28,60 -> 35,75 Mio. m³/a
WW Ramlingen: 4,01 -> 3,56 Mio. m³/a
WW Wettmar: 0,86 -> 0,86 Mio. m³/a

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 12.4**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Grundwassermessstellen der HWW GmbH
mit Differenz zwischen den mittleren Grundwasserspiegeln in den Jahren 2008 und 1993

Linie gleicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m]
im Hauptgrundwasserleiter
mit dem Grundwassermodell berechnet

Linien gleicher Grundwasserspiegel-Aufhöhung [m]
im Hauptgrundwasserleiter
mit dem Grundwassermodell berechnet

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Linien gleicher Grundwasserspiegel-Änderung zwischen 1993 und 2008

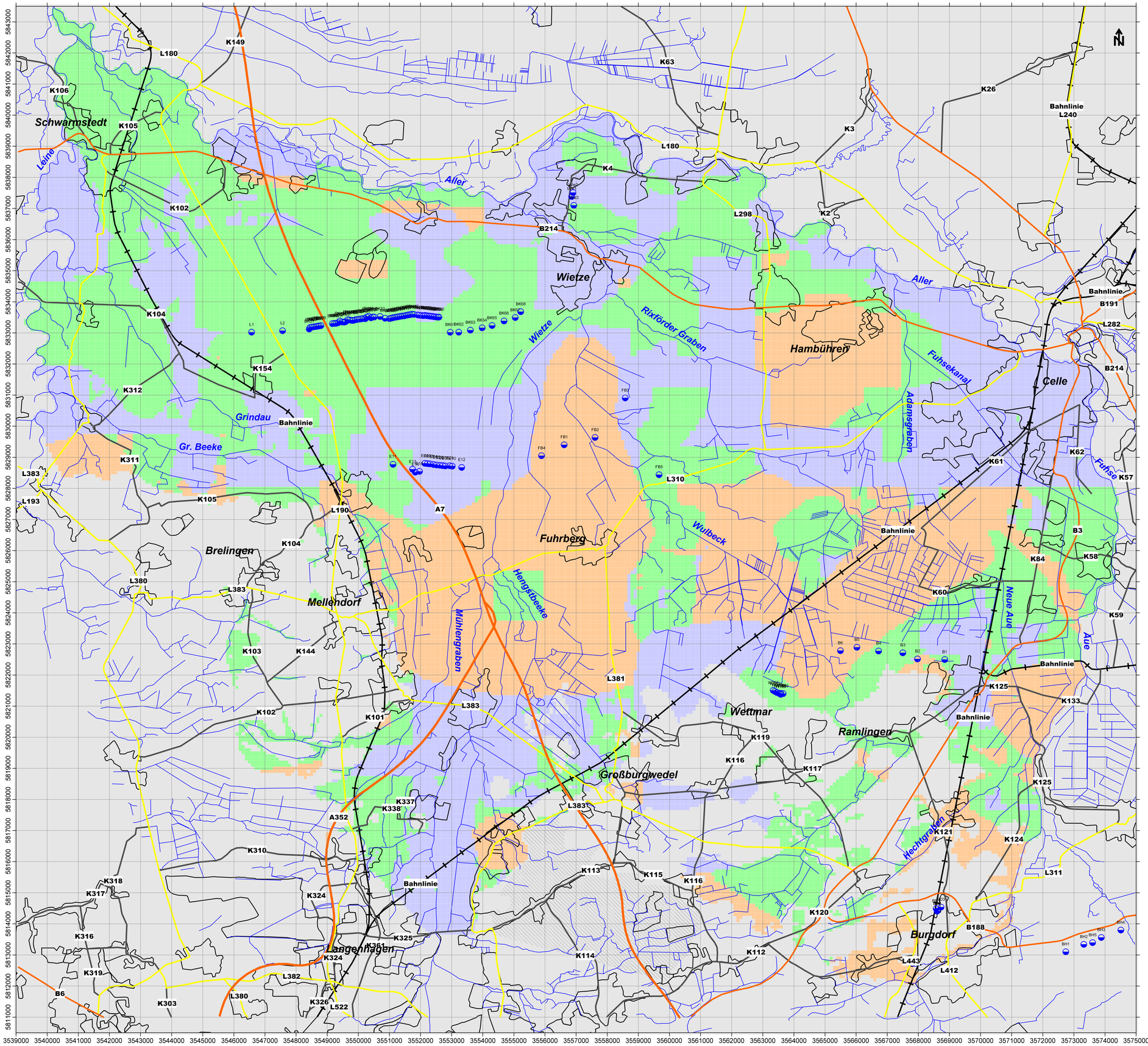
Entnahmen:
Fuhrberger Feld: 33,17 -> 34,69 Mio. m³/a
WW Ramlingen: 4,49 -> 3,45 Mio. m³/a
WW Wettmar: 0,95 -> 0,86 Mio. m³/a

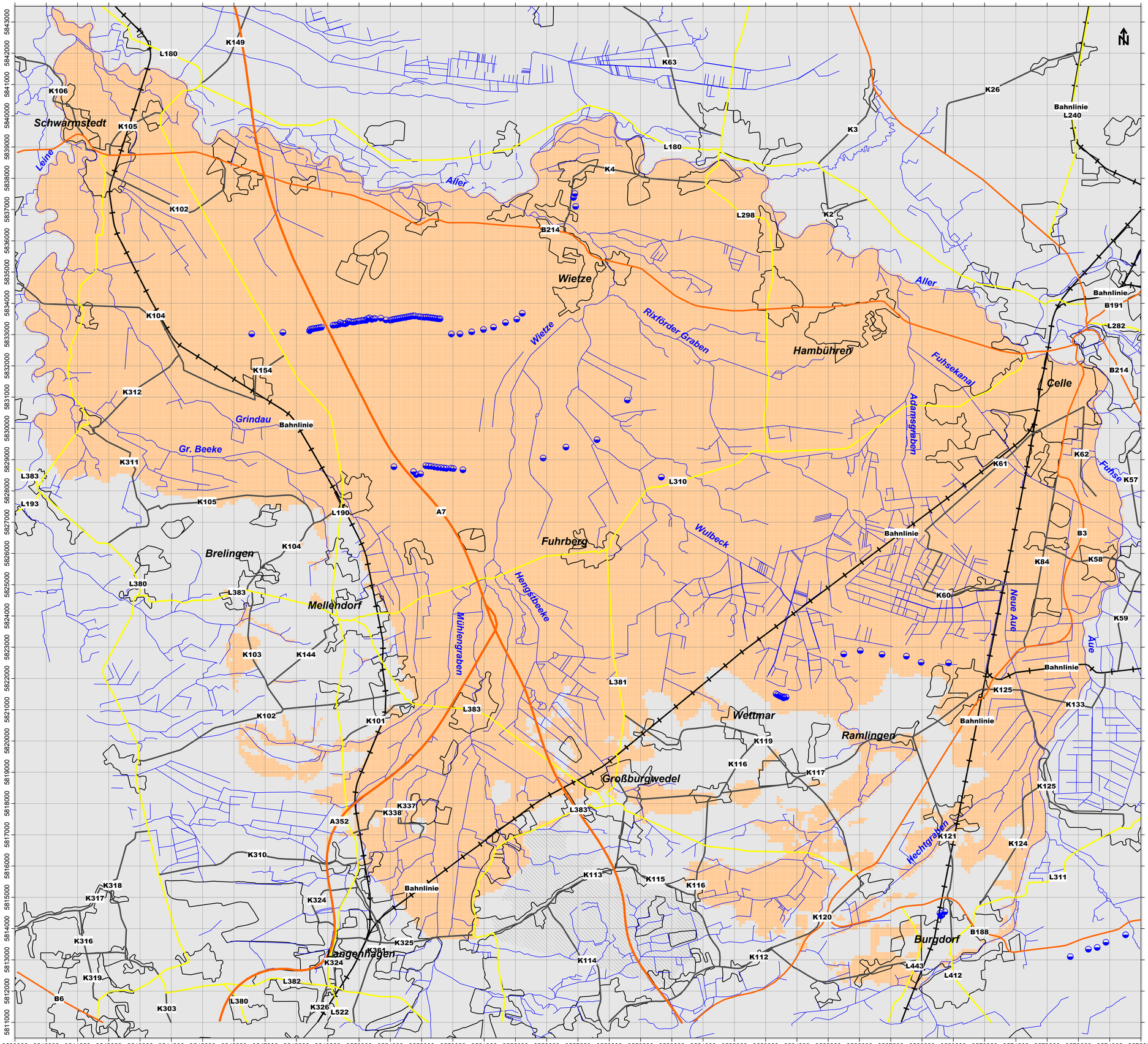
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 12.5

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42


Schwarmstedt
Brelingen
Mellendorf
Grindau
Gr. Beeke
Leine
Aller
Wietze
Rixförder Graben
Hambühren
Celle
Fuhrberg
Wullbeck
Hengstbeeke
Mühlengraben
Wettmar
Ramlingen
Großburgwedel
Langenhagen
Burgdorf
Adamsgraben
Fuhsekanal
Fuhse
Hechtgraben
Neue Aue
Aue
Bahnlinie
L180
K149
K63
K26
K3
L240
K4
L298
K2
B214
K106
K105
K102
K104
K154
K312
K311
L383
L193
K103
K144
K101
K337
K338
A352
K310
K318
K317
K316
K319
K324
K325
K361
L382
L380
K303
B6
L522
L190
A7
K326
L381
K119
K116
K117
K113
K115
K120
K114
K112
L310
K61
K62
K57
K84
K58
K60
K59
K125
K133
K121
K124
L311
B188
L443
L412
B3
B191
L282
K105
K104
K102
K101
L383
K125
K124
K121
K116
K115
K113
K120
K112
K114
K324
K325
K361
K326
L522
L382
L380
K303
B6
K316
K319
K318
K317
K310
K337
K338
A352
L383
K125
K133
K119
K116
K117
K124
L311
B188
L443
L412
K121
K62
K57
K84
K58
K60
K59
B3
B191
L282
B214
L310
K61
L298
K2
K3
K4
L180
K26
L240
K63
L180
K149
K106
L383
L193
K105
K104
K102
K144
K103
L383
L380
K104
K105
L190
A7
K154
K312
K311
L383
K102
B214
L298
K2
K3
K4
L180
K63
K26
L240
K149
L180
K106
K105
K102
K104
K154
K312
K311
L383
L193
K105
K104
L380
L383
K103
K144
K102
K101
L383
K337
K338
A352
K310
K318
K317
K316
K319
K324
K325
K361
L382
L380
K303
B6
L522
K326
L190
A7
L381
K119
K116
K117
K113
K115
K120
K114
K112
L310
K61
K62
K57
K84
K58
K60
K59
K125
K133
K121
K124
L311
B188
L443
L412
B3
B191
L282
B214



enercity positive energie

enercity Hannover AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

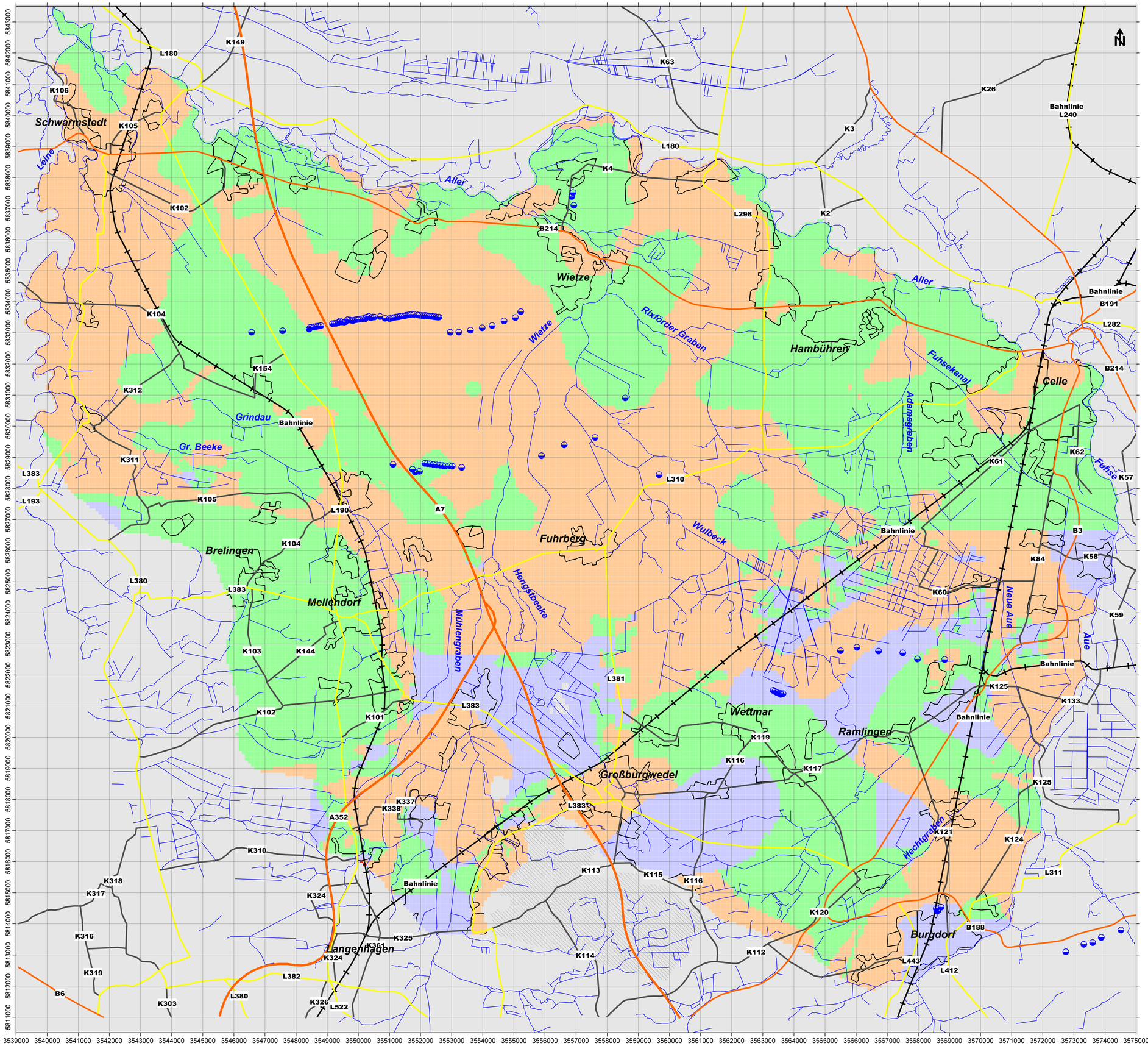
Verteilung der Speicherkoeffizienten (Specific Yield)

Rechenebene 2

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 13.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

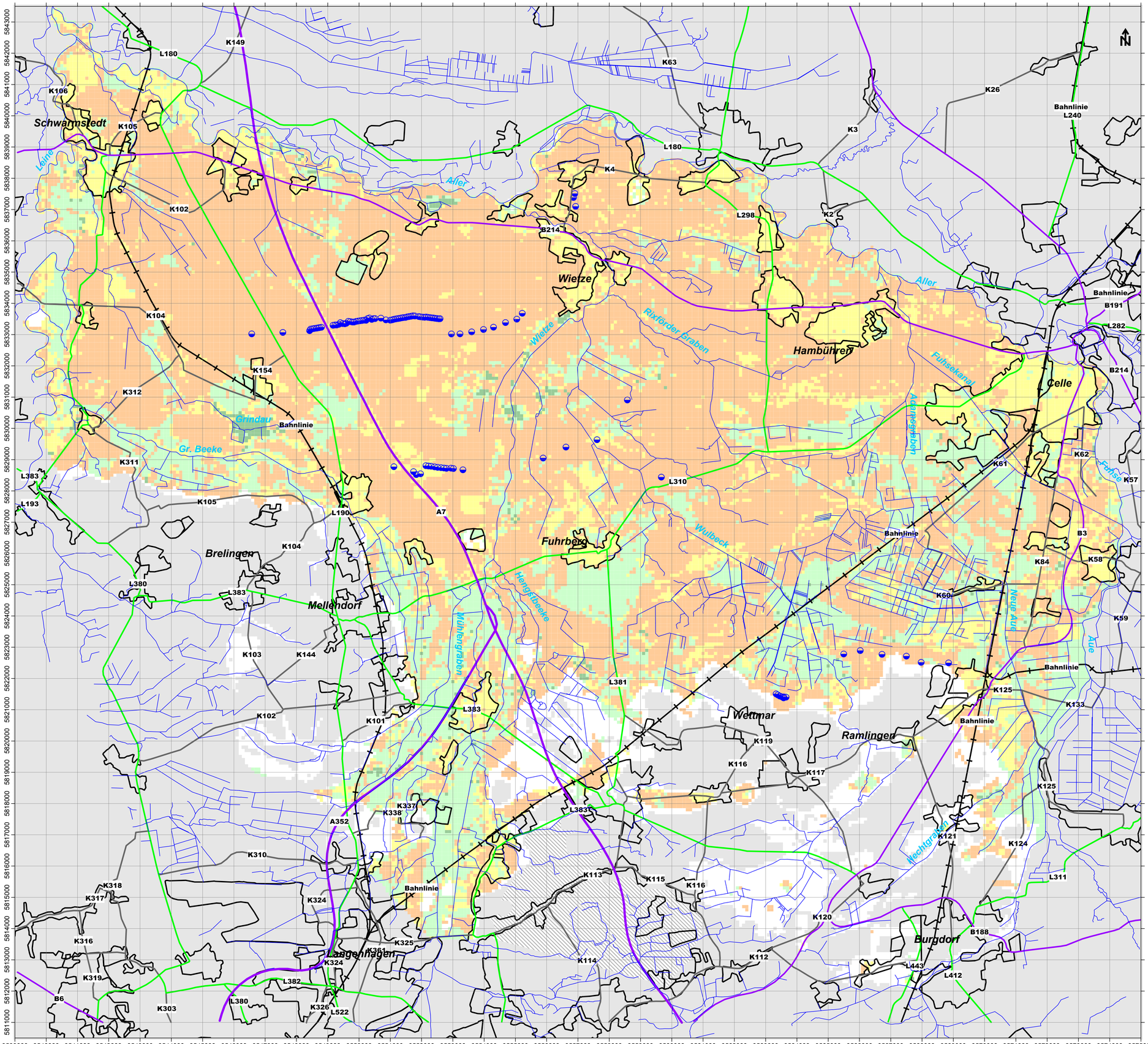
Verteilung der Speicherkoeffizienten (Specific Yield)

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 13.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

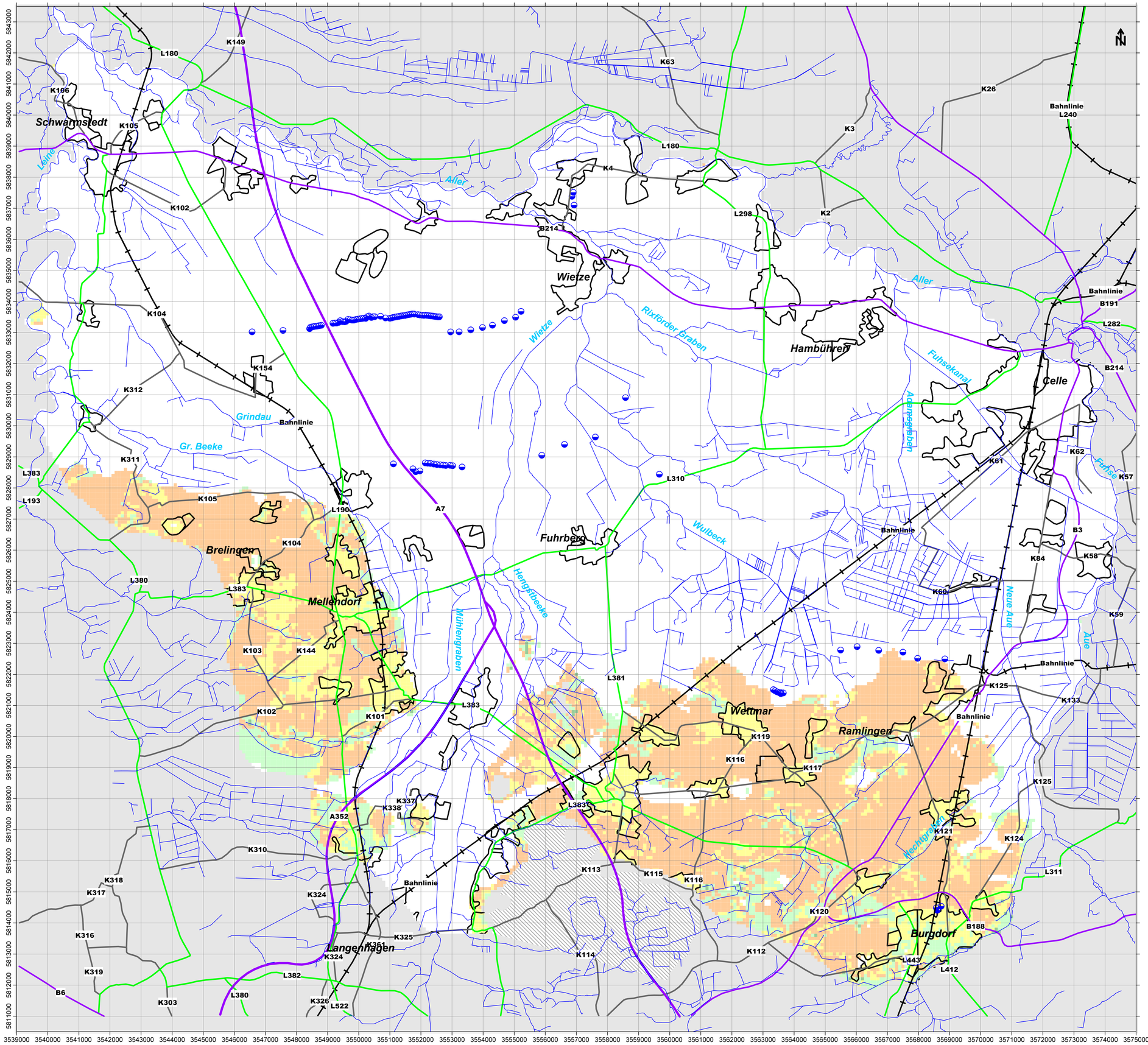
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Januar

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1) | Modellstand: Juli 2020 | **Anlage 14.01a**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Januar

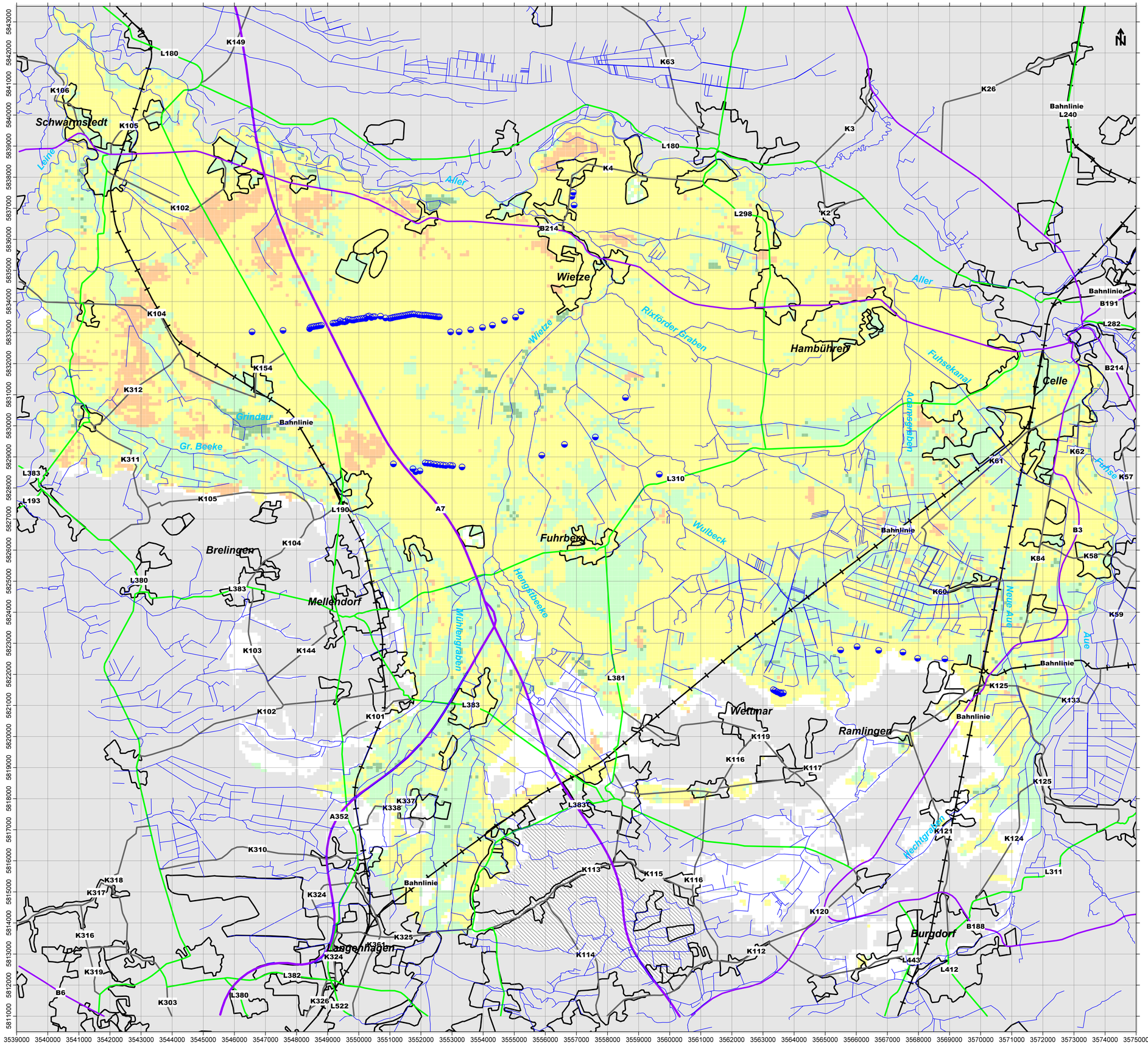
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.01b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie — enercity Hannover AG, Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke — Harzwasserwerke GmbH, Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover, Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Februar

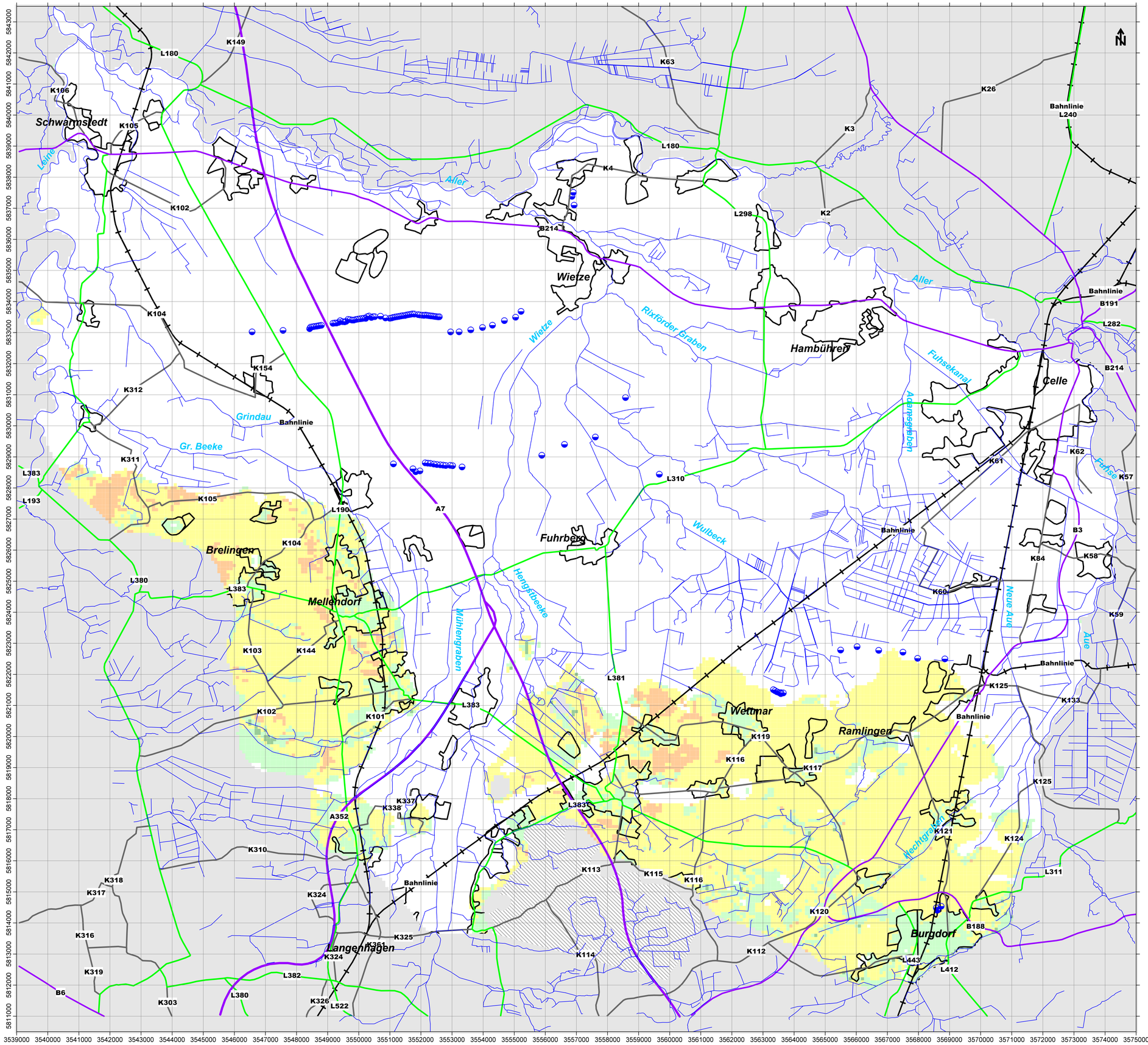
Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.02a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Februar

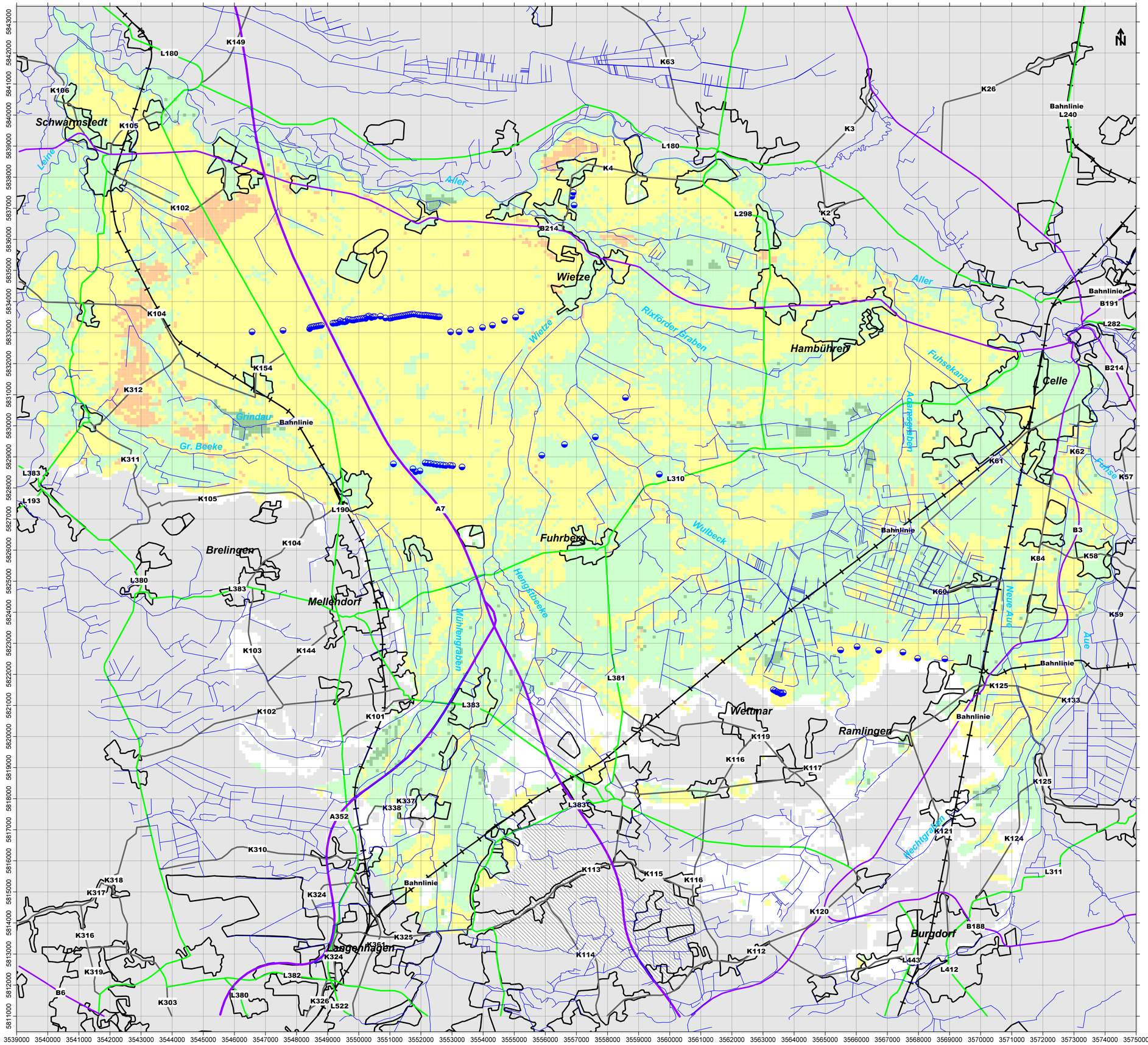
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.02b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

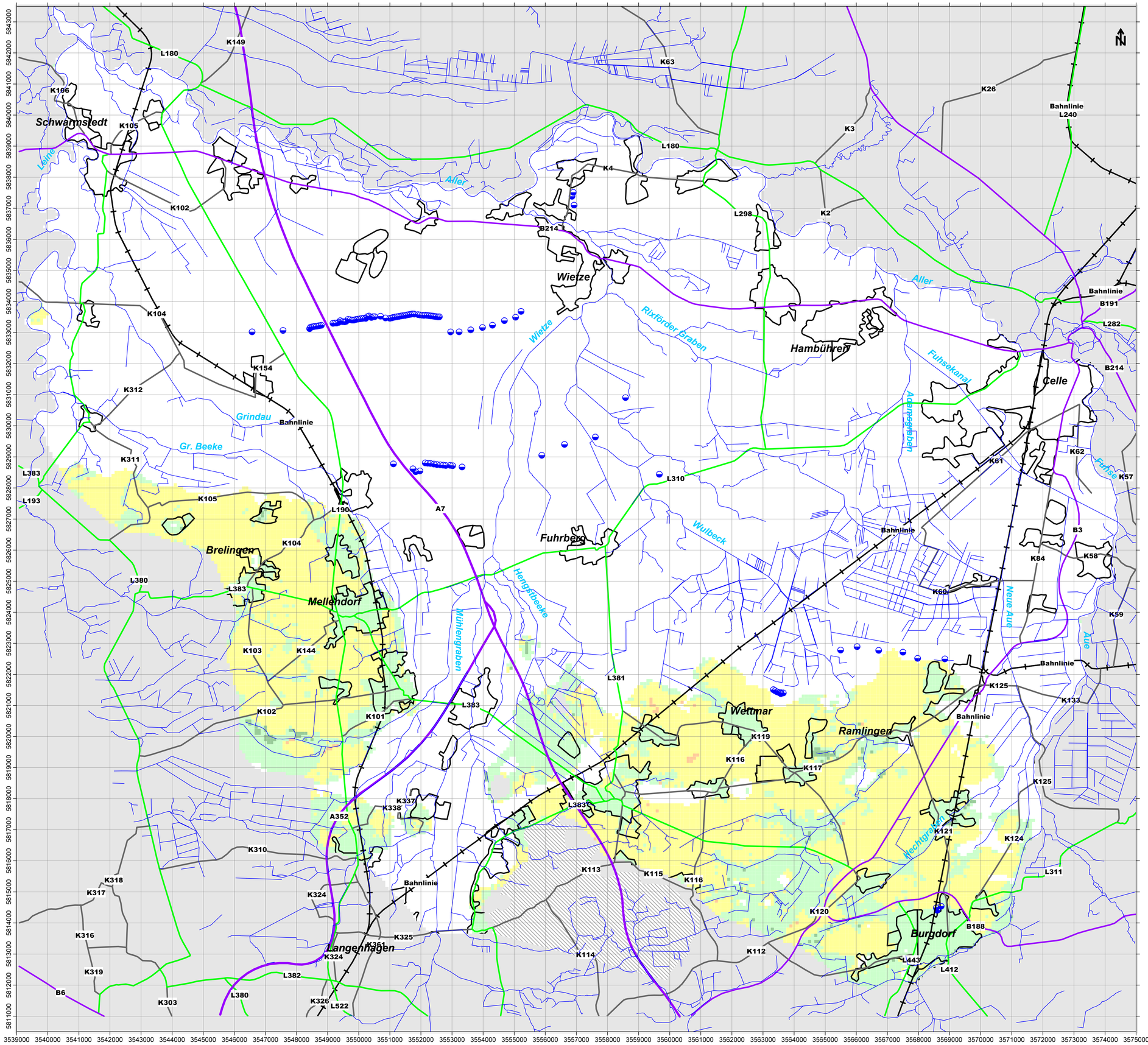
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat März

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 14.03a**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie — enercity Hannover AG, Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke — Harzwasserwerke GmbH, Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover, Wasserwerk Wettmar

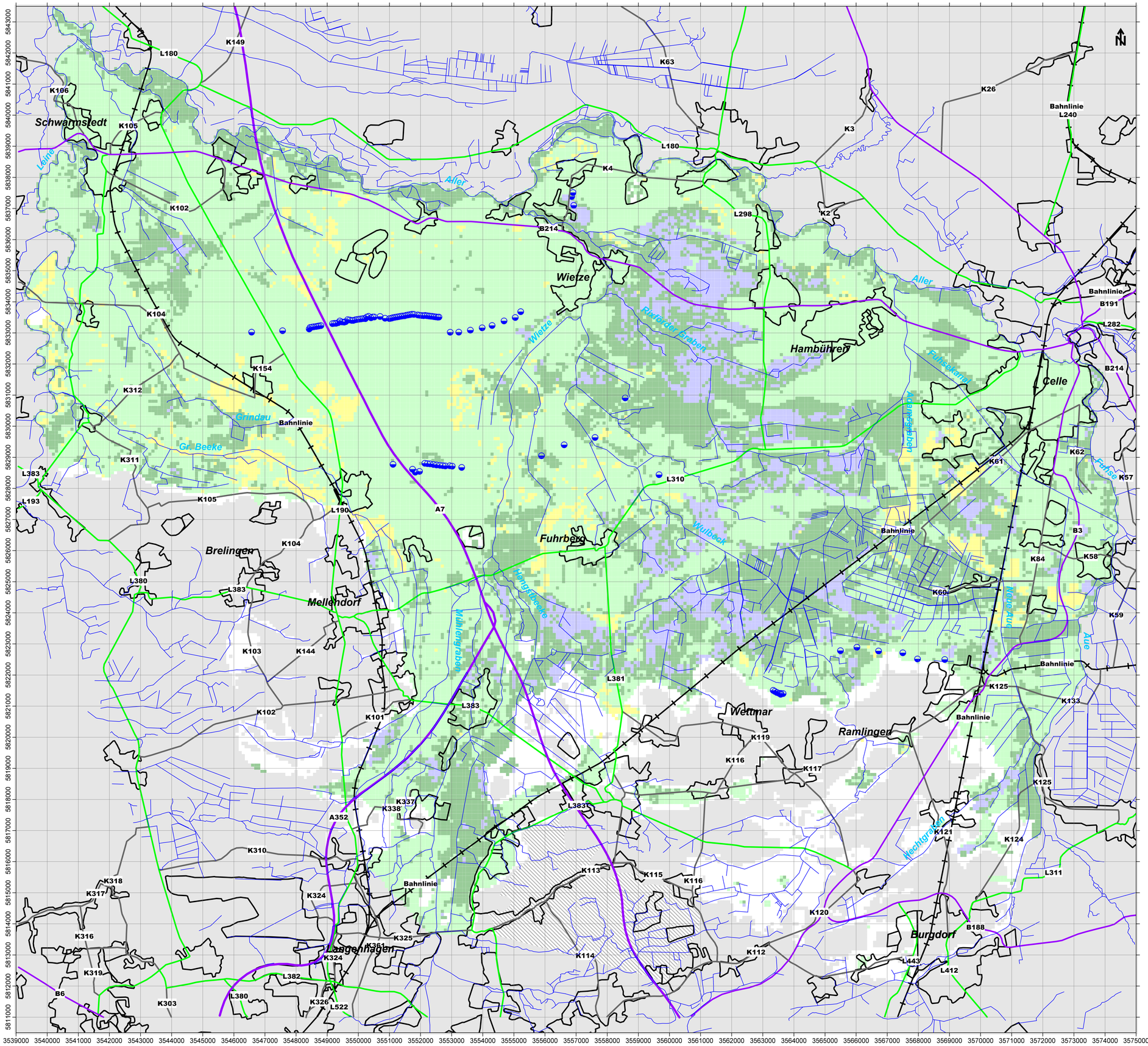
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Typischer Jahresgang
(Zeitraum 2004 bis 2013)
Monat März

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 14.03b**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

enercity Hannover AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Typischer Jahresgang
(Zeitraum 2004 bis 2013)
Monat April

Rechenebene 1

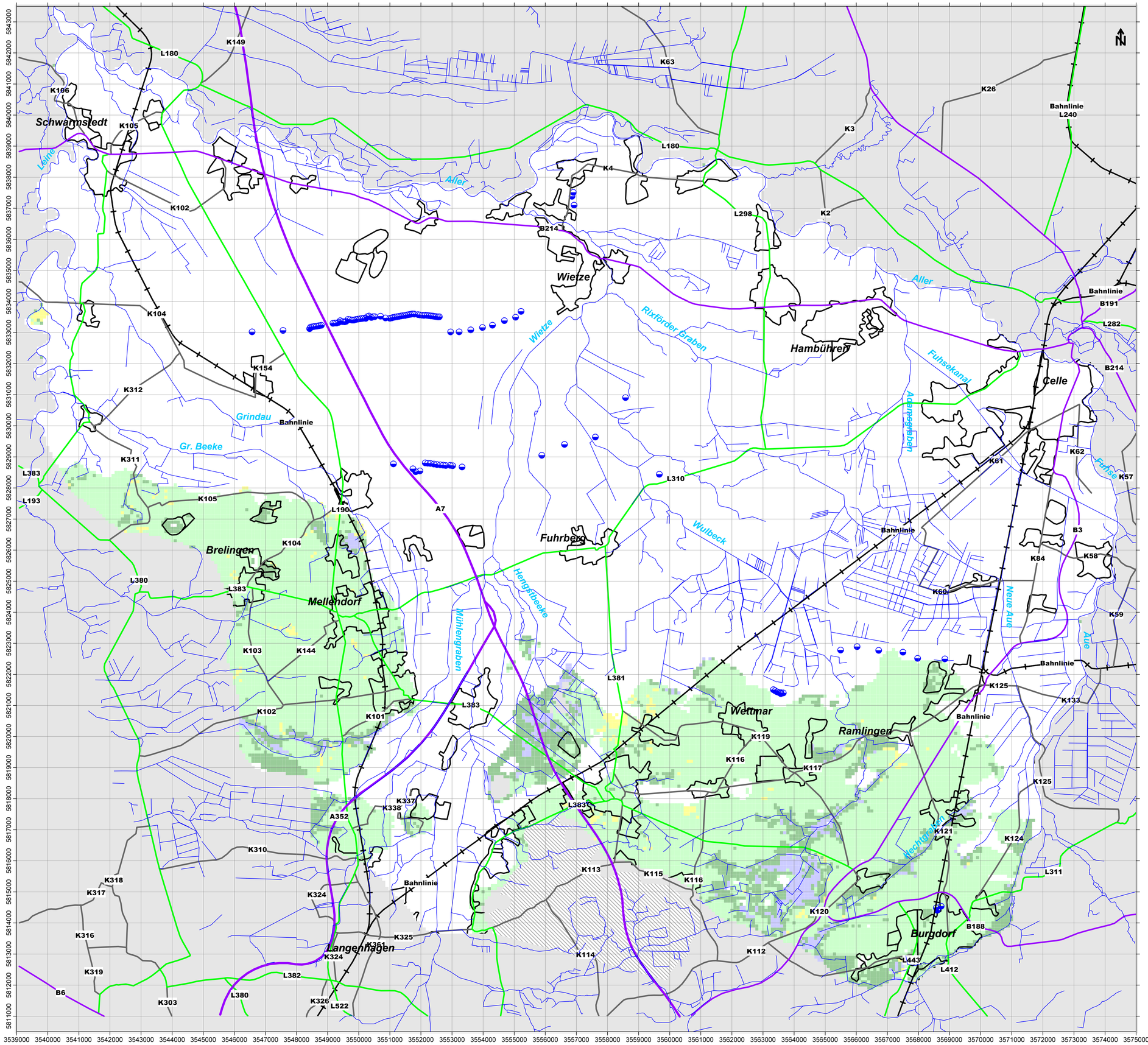
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.04a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat April

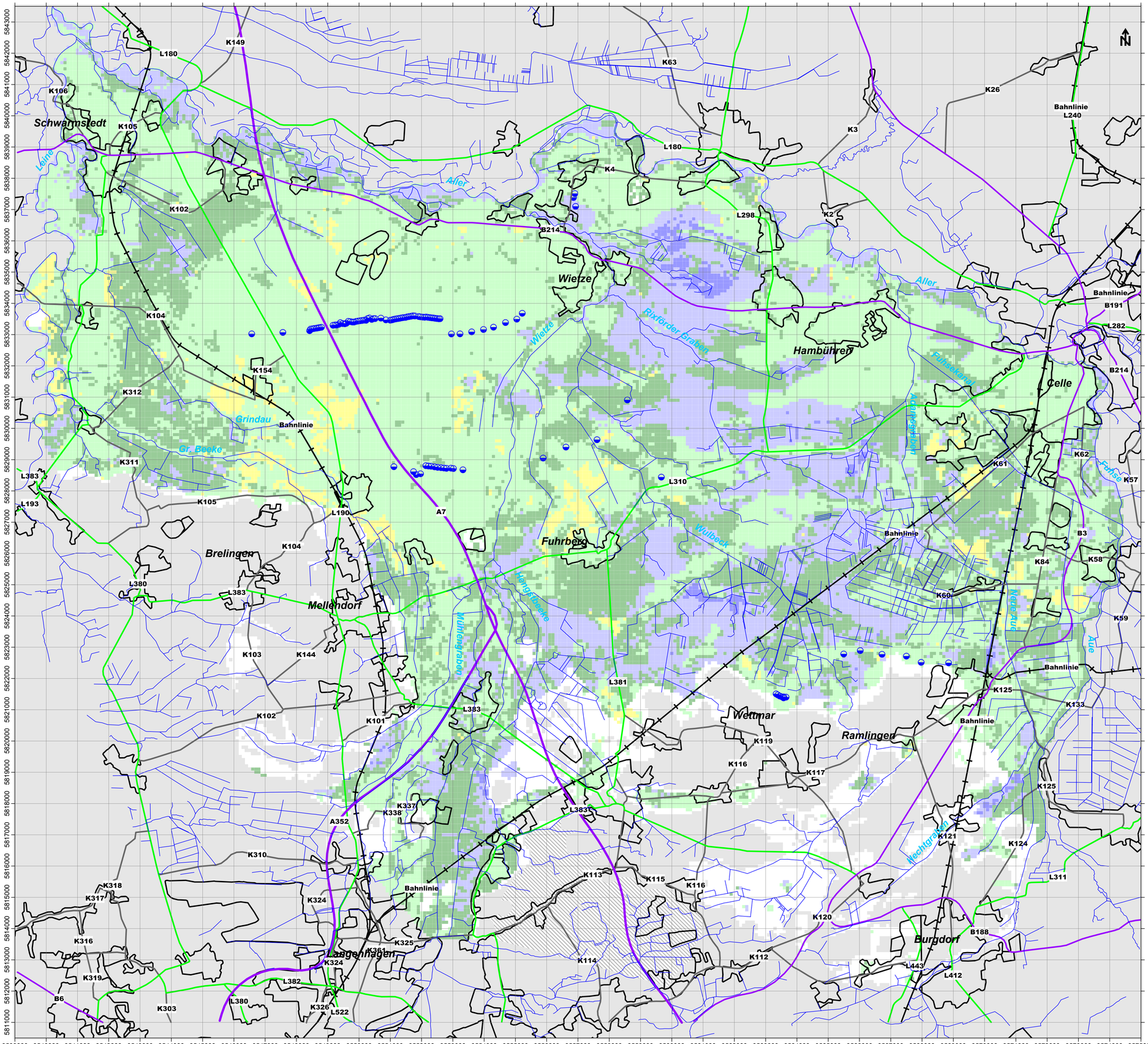
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.04b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie	Harzwasserwerke	
enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld	*Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*	*Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar*

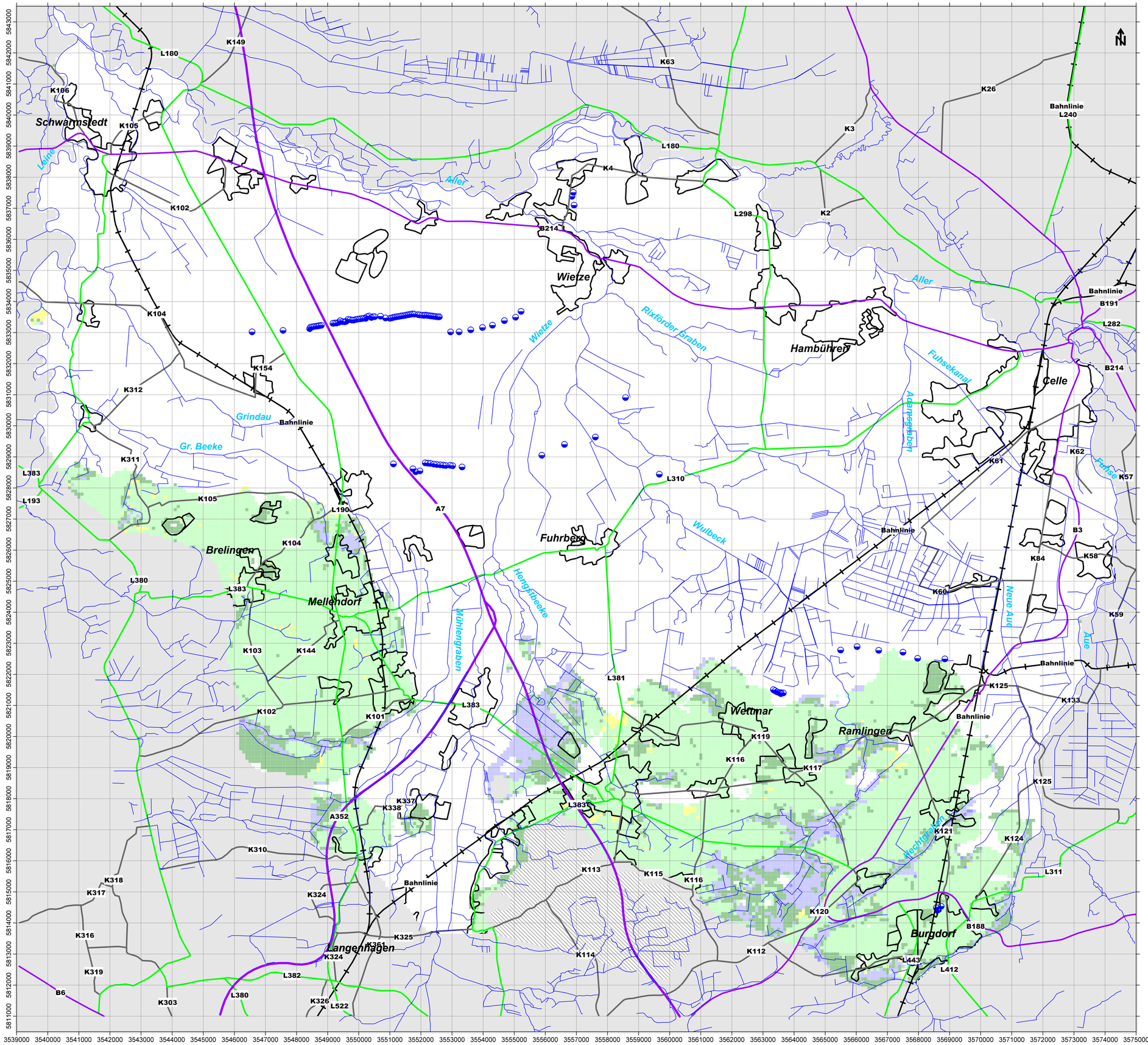
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Mai

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 14.05a**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Mai

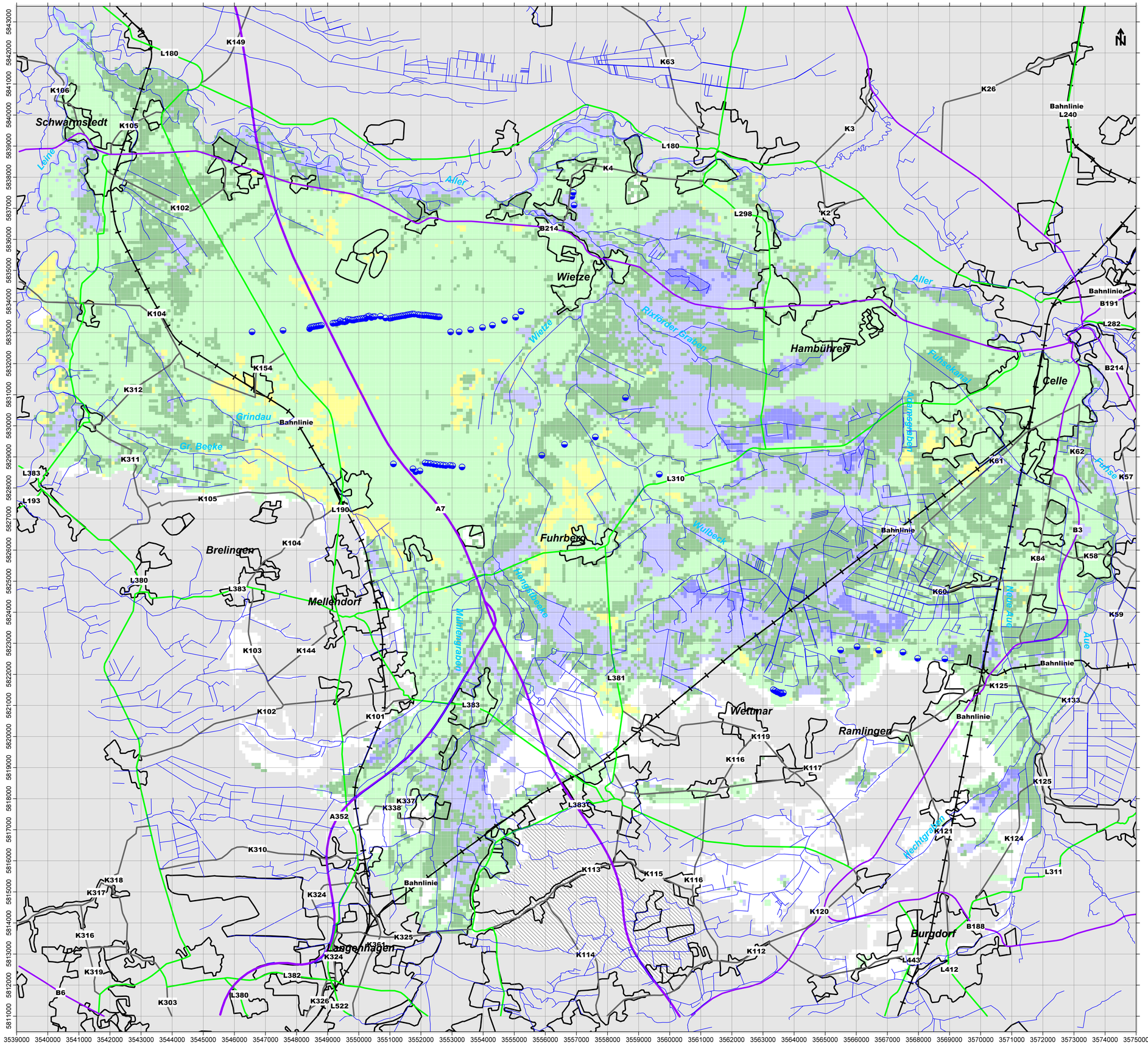
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.05b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

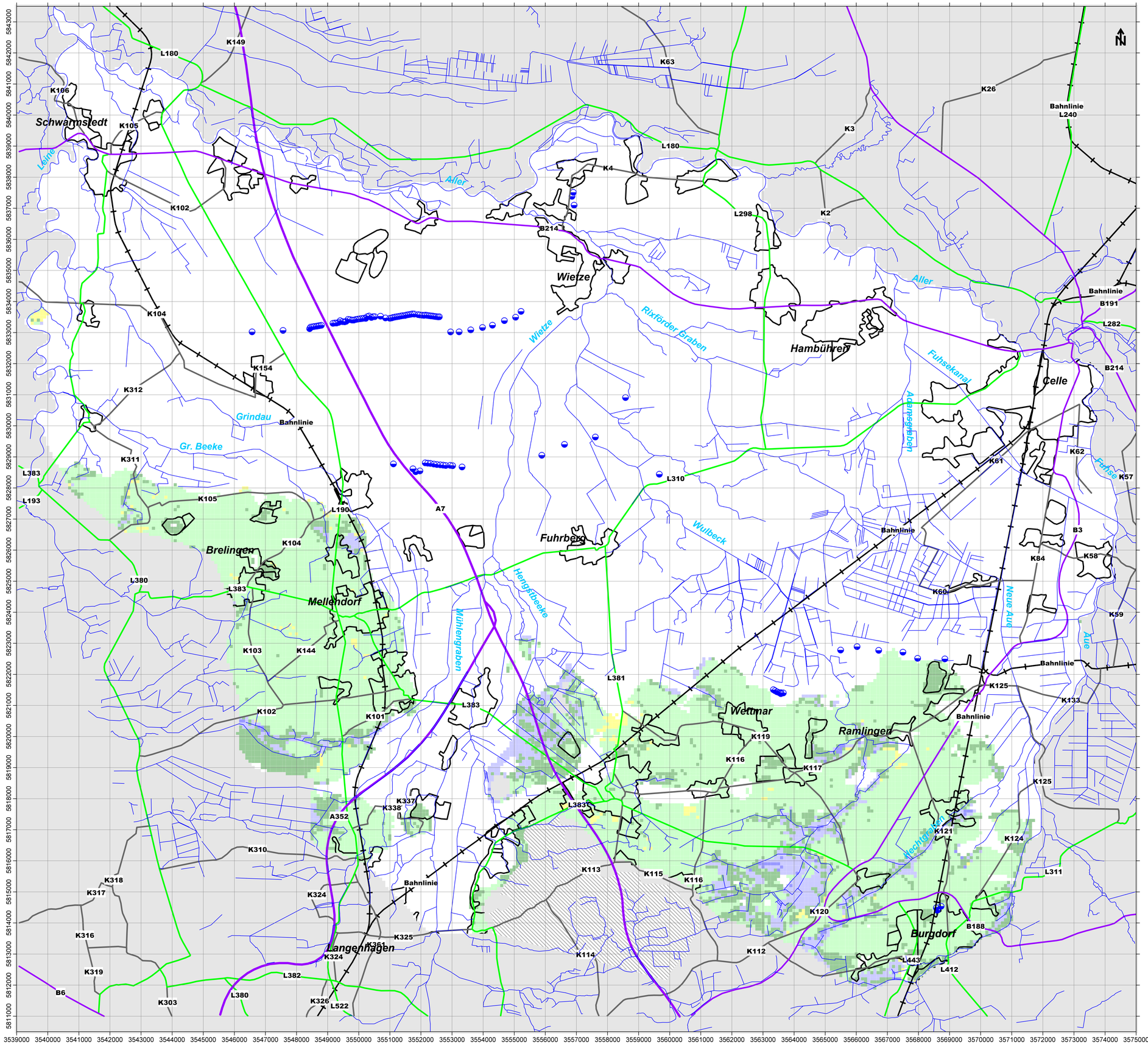
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Juni

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 14.06a**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity
positive energie

Harzwasserwerke

enercity Hannover AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

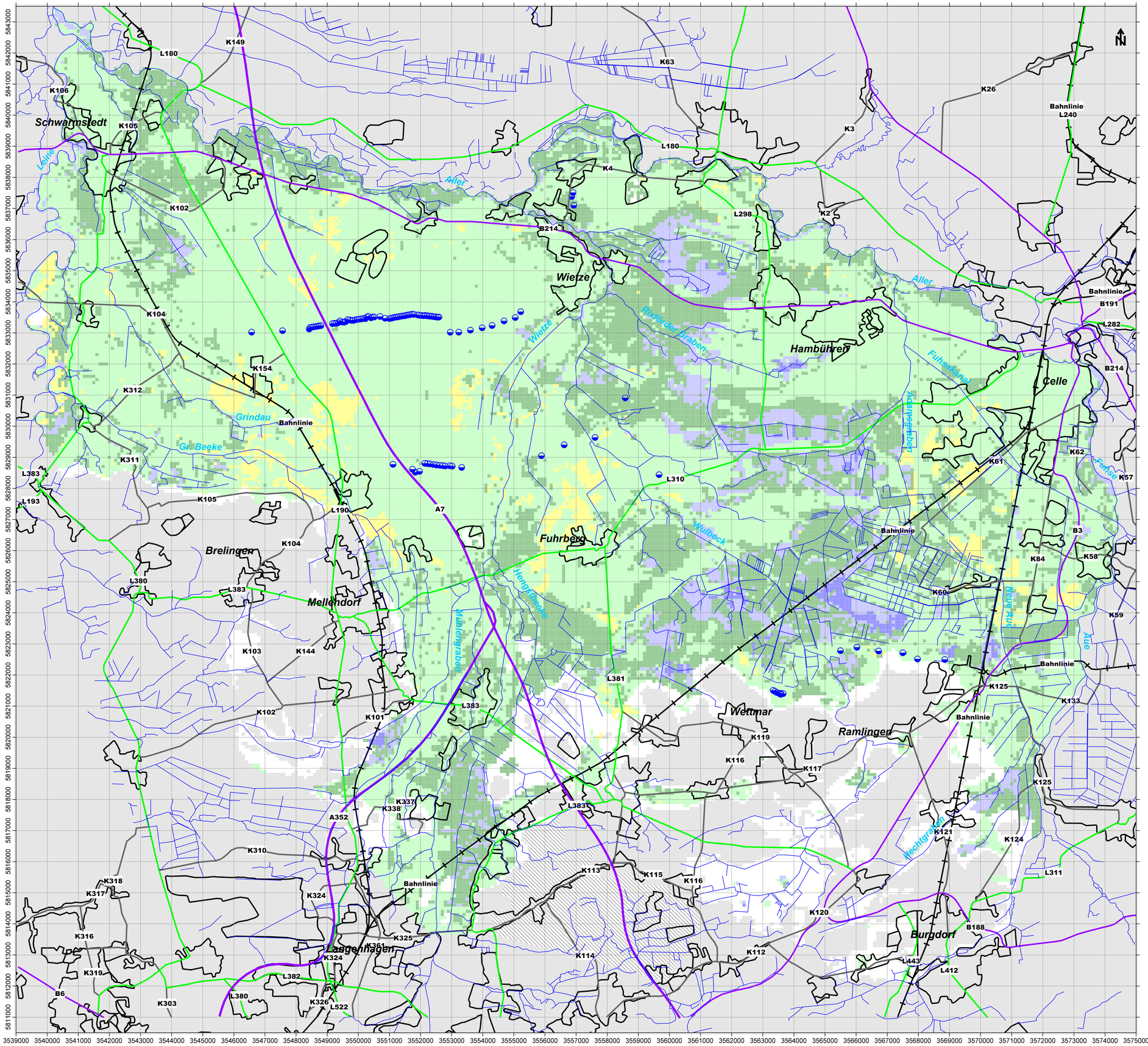
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Typischer Jahresgang
(Zeitraum 2004 bis 2013)
Monat Juni

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 14.06b**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

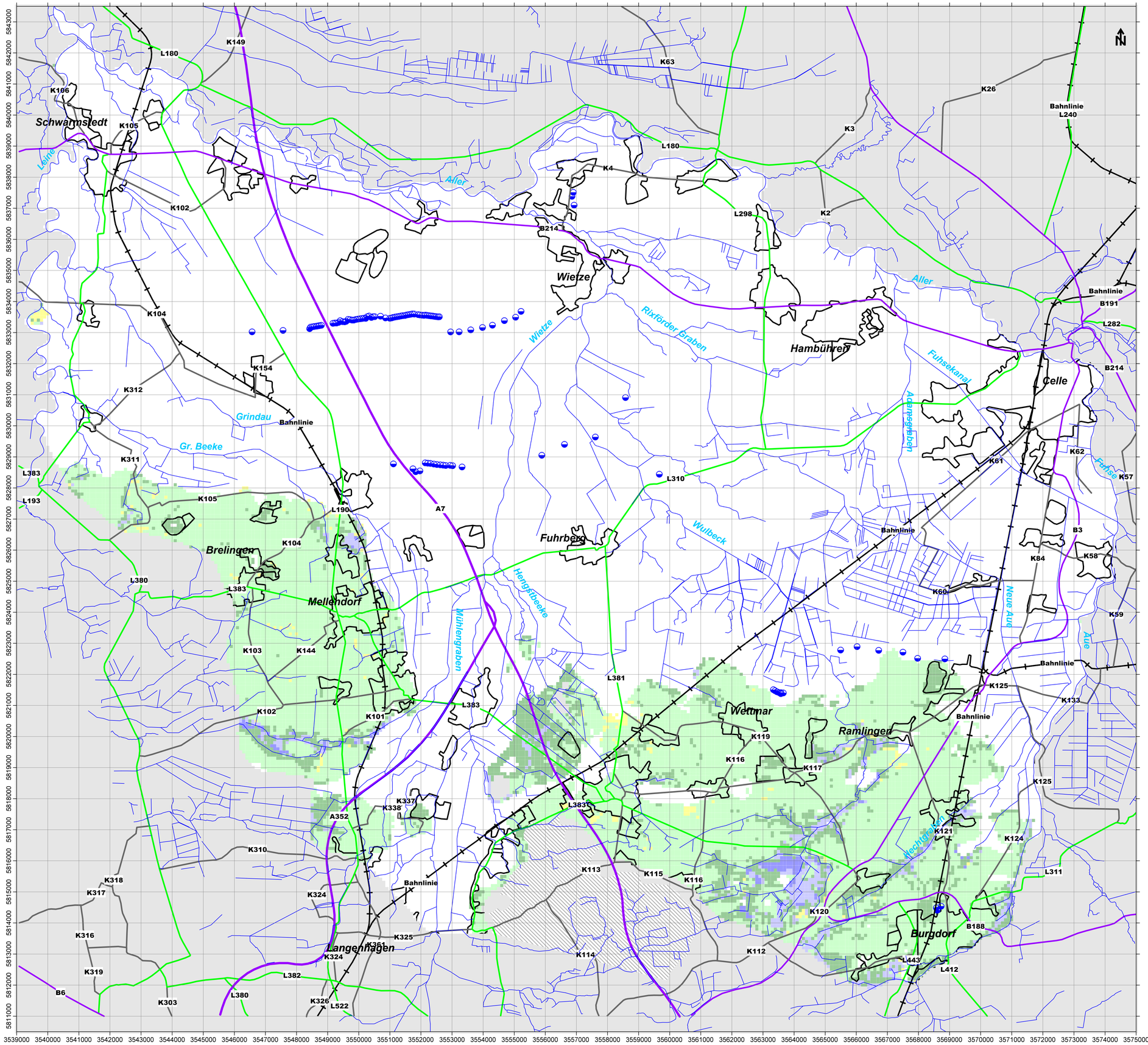
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Juli

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 14.07a**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Juli

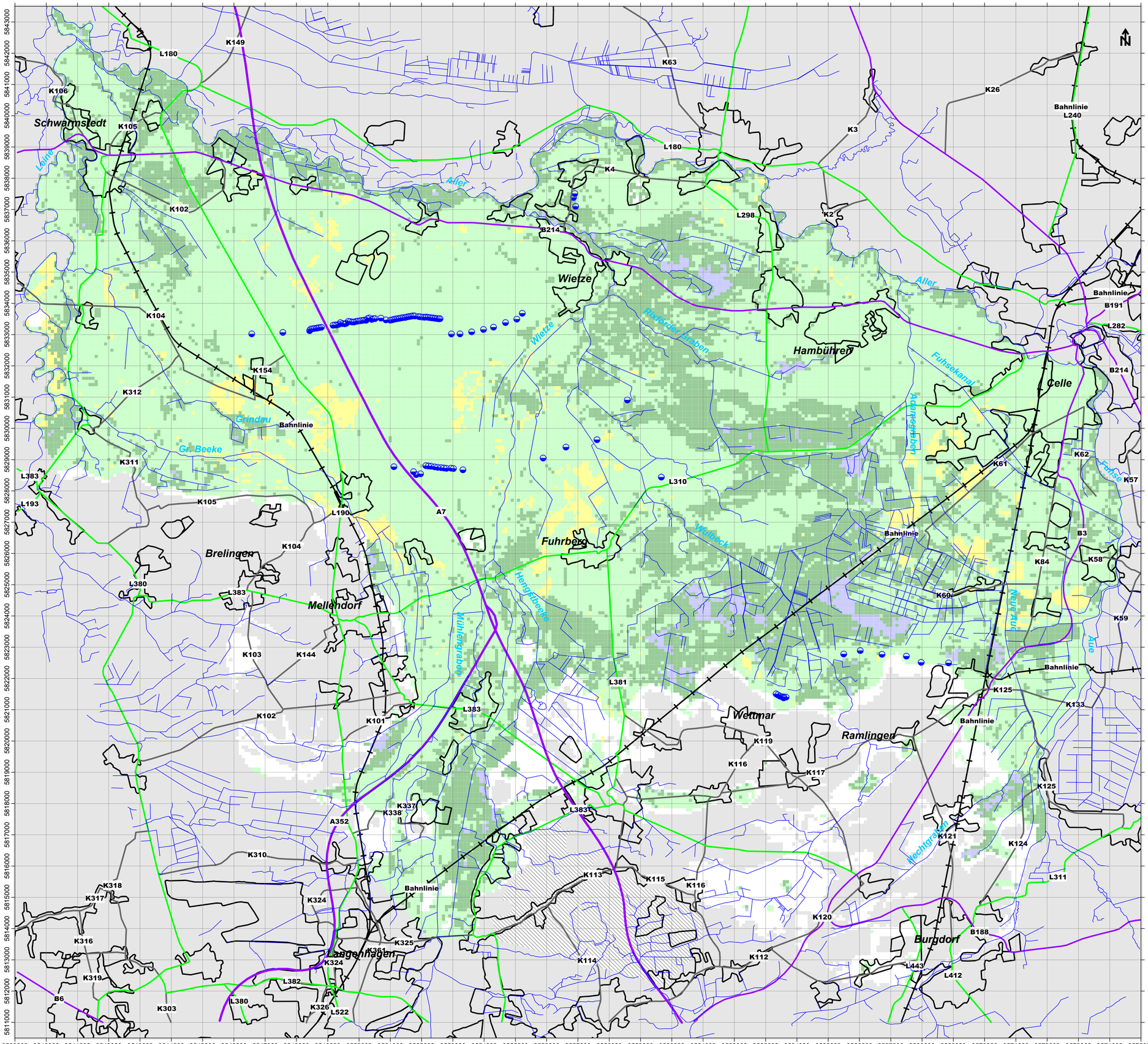
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.07b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat August

Rechenebene 1

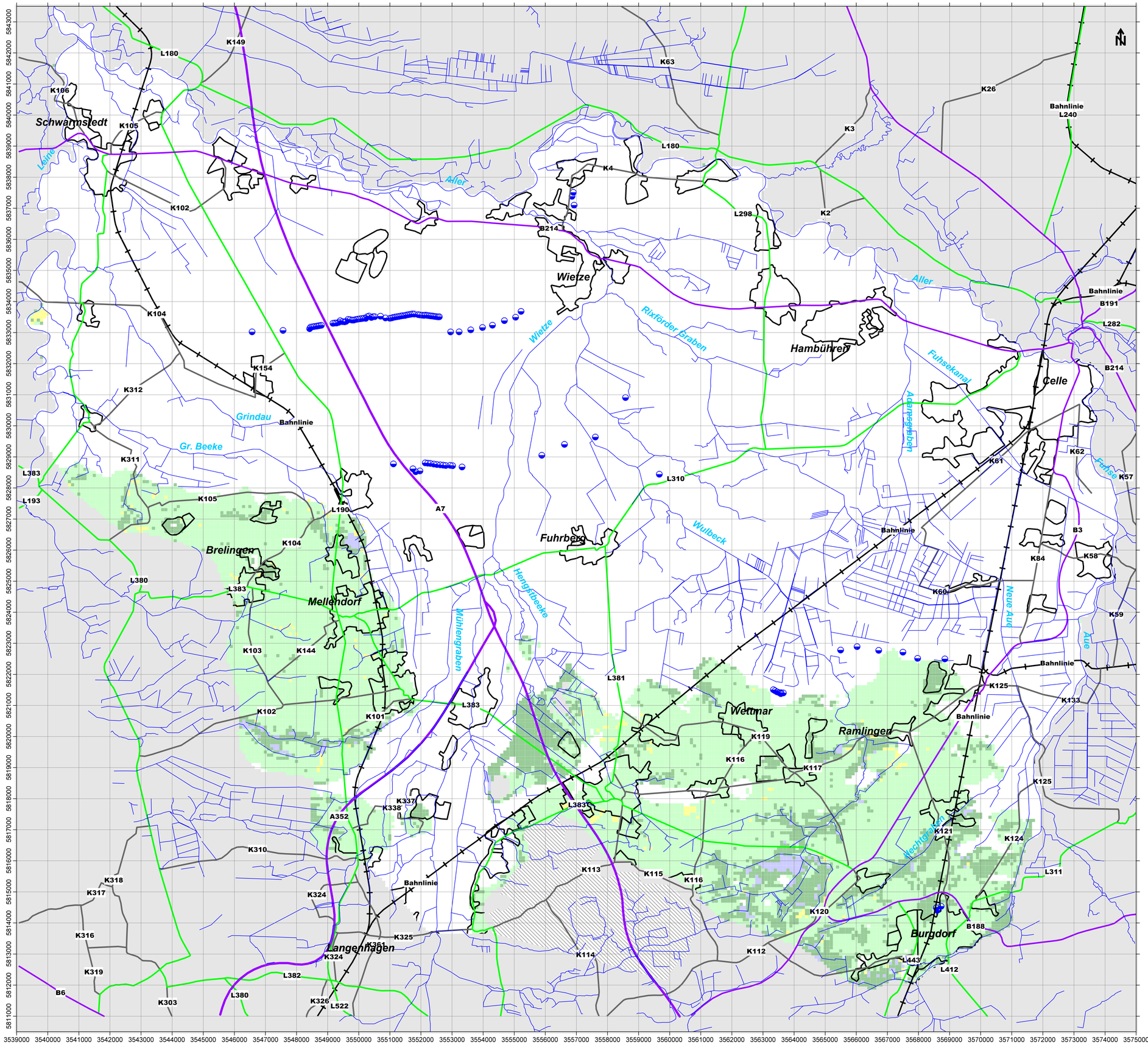
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.08a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

	0 bis 20
-60 bis -40	20 bis 40
-40 bis -20	40 bis 60
-20 bis 0	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat August

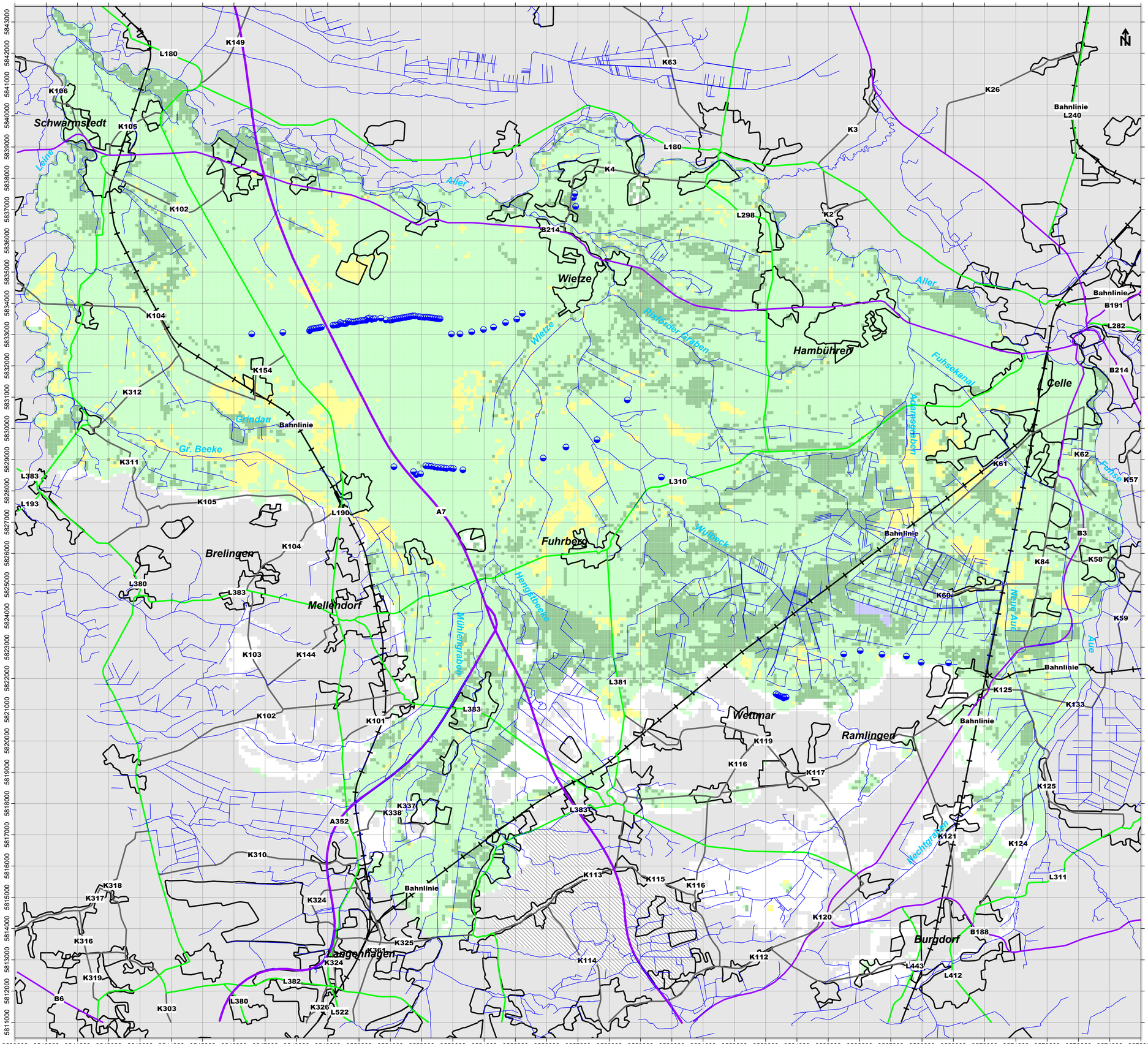
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.08b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie
enercity Hannover AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke
Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat September

Rechenebene 1

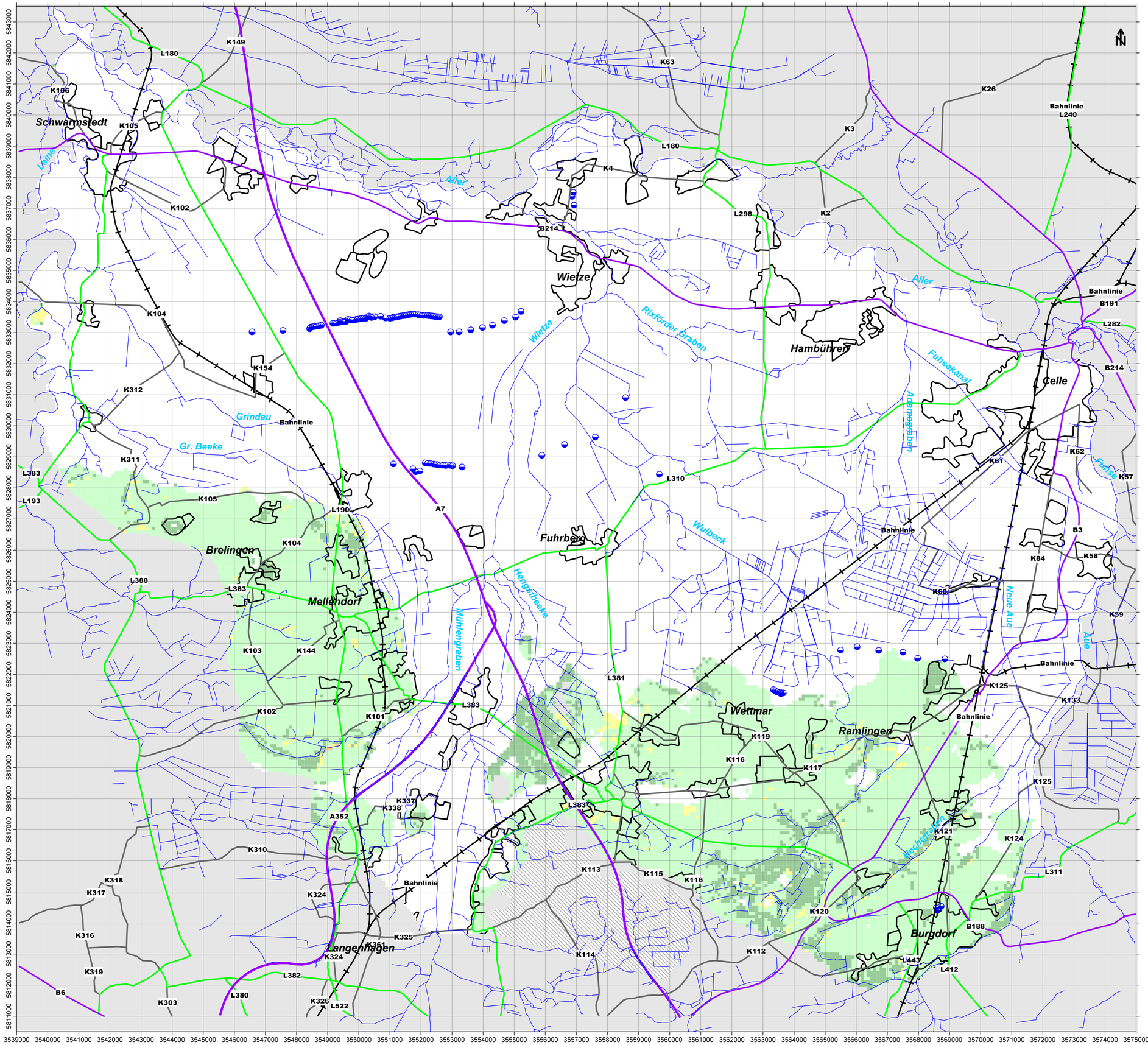
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.09a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat September

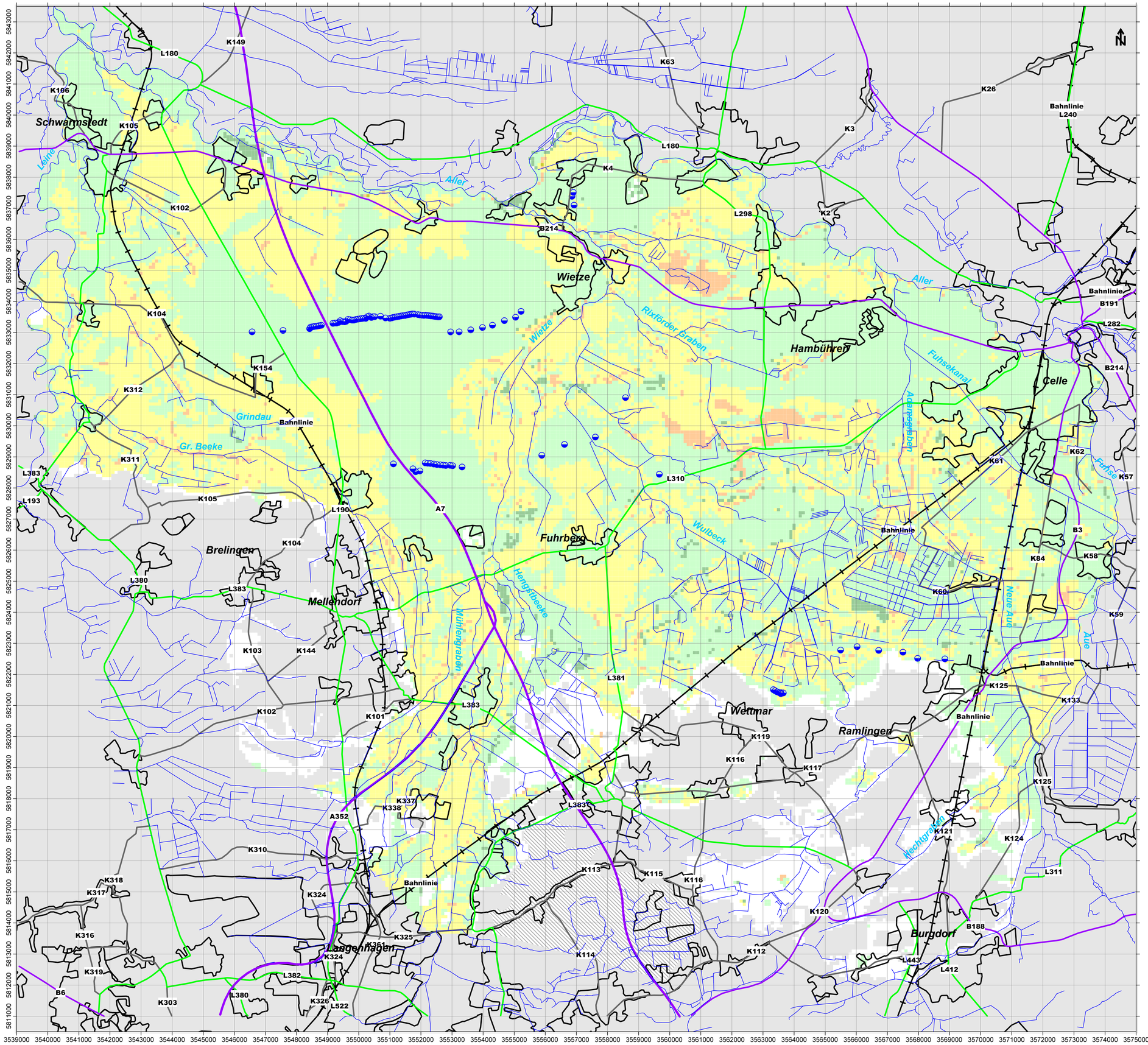
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.09b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Oktober

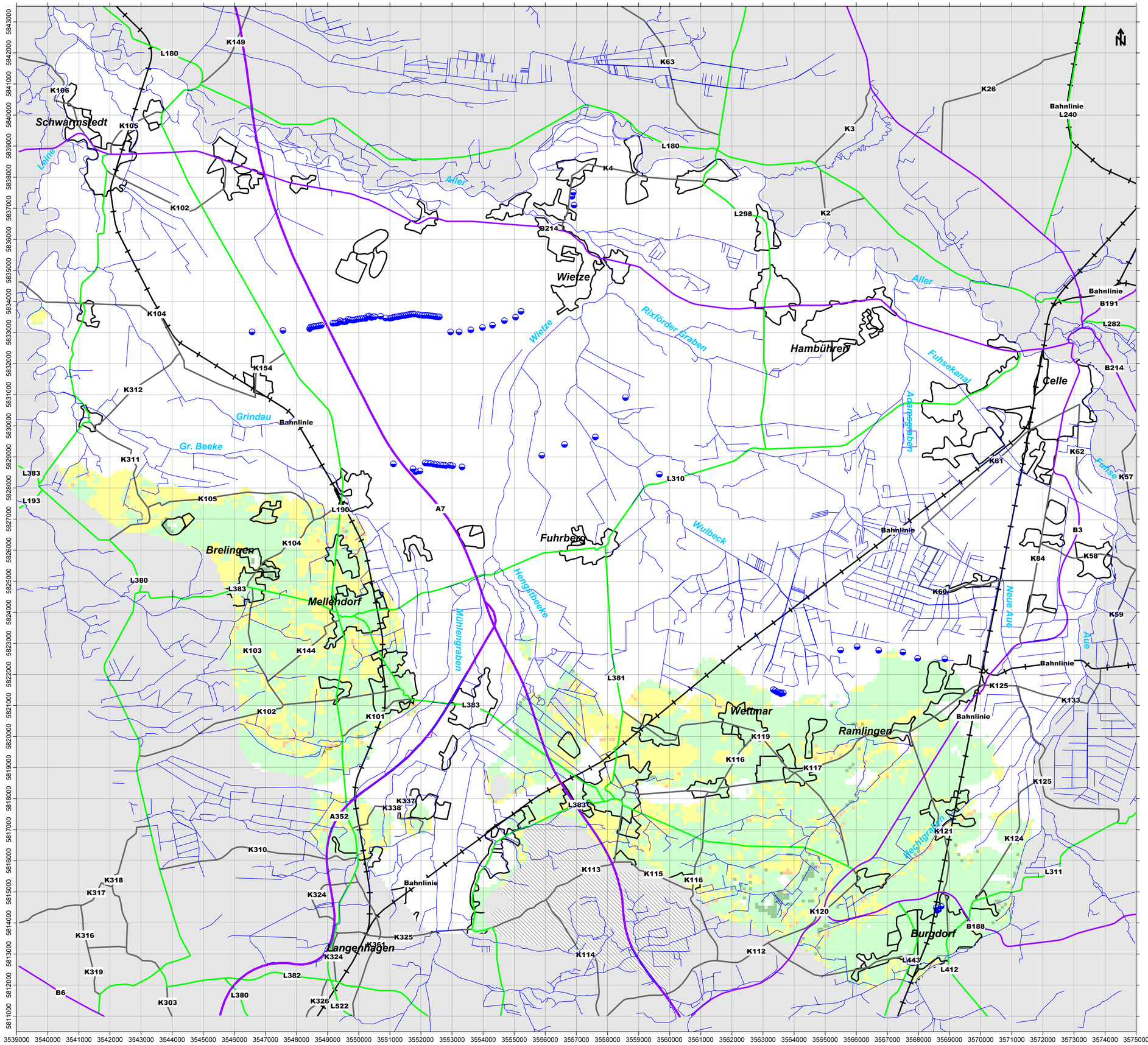
Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.10a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Oktober

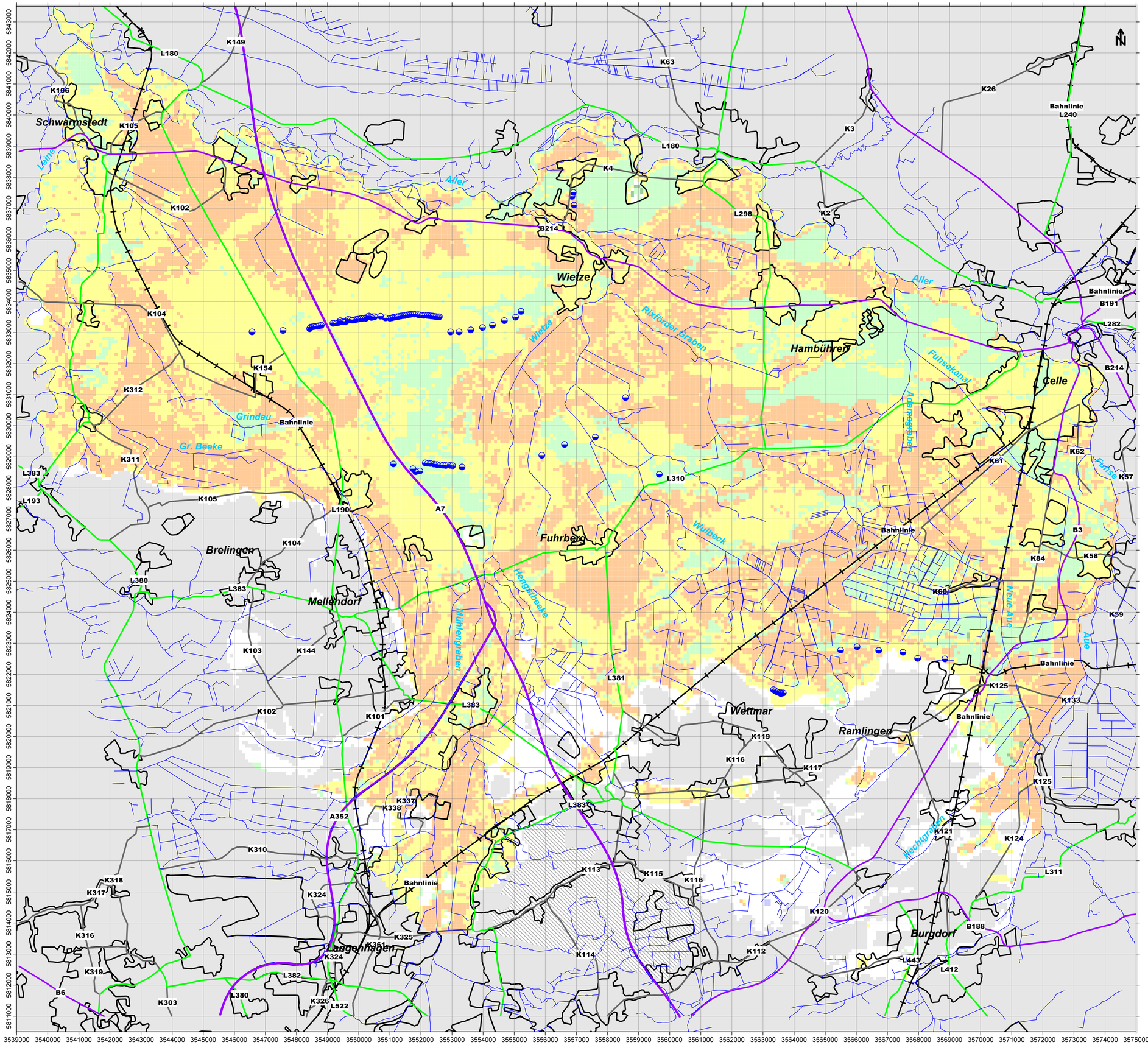
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.10b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

	0 bis 20
-60 bis -40	20 bis 40
-40 bis -20	40 bis 60
-20 bis 0	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat November

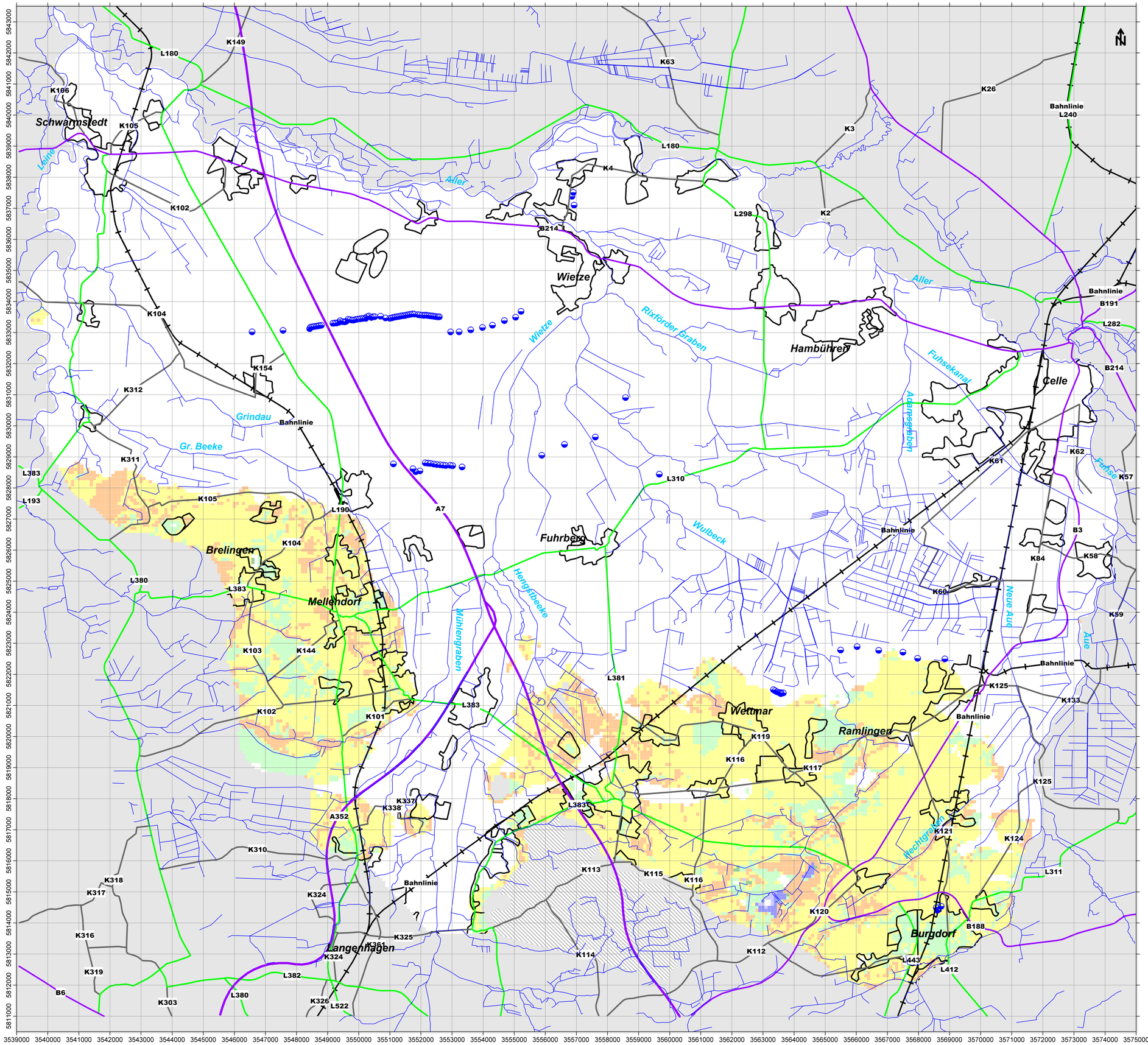
Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.11a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

enercity Hannover AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat November

Rechenebene 3

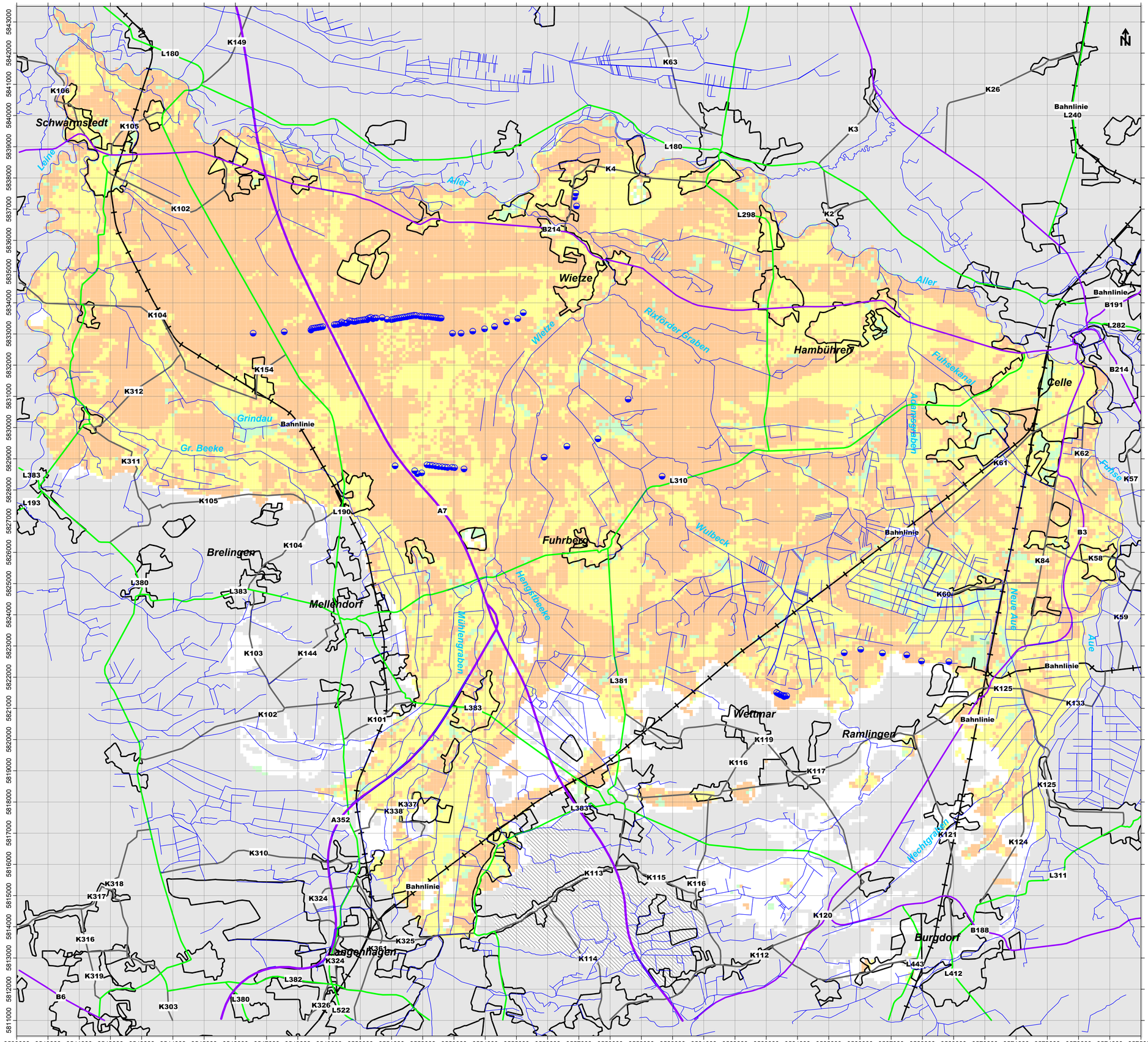
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.11b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



enercity positive energie — enercity Hannover AG, Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke — Harzwasserwerke GmbH, Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover, Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung
Typischer Jahresgang
(Zeitraum 2004 bis 2013)
Monat Dezember

Rechenebene 1

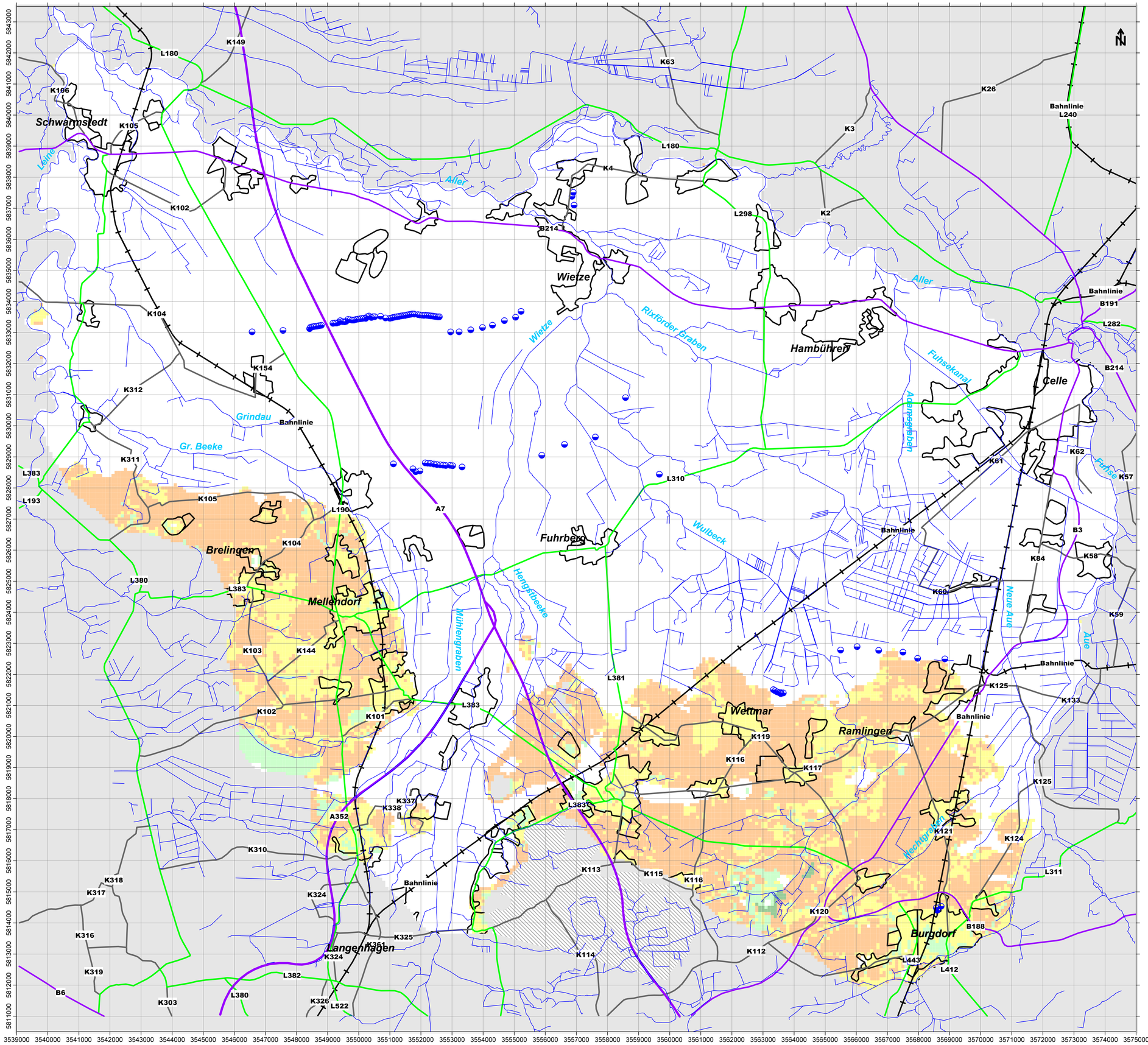
Maßstab: 1 : 60.000
(bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.12a

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf

Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42



Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Grundwasserneubildung [mm/Monat]

-60 bis -40	0 bis 20
-40 bis -20	20 bis 40
-20 bis 0	40 bis 60
	60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie — *enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld*

Harzwasserwerke — *Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen*

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Grundwasserneubildung Typischer Jahresgang (Zeitraum 2004 bis 2013) Monat Dezember

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

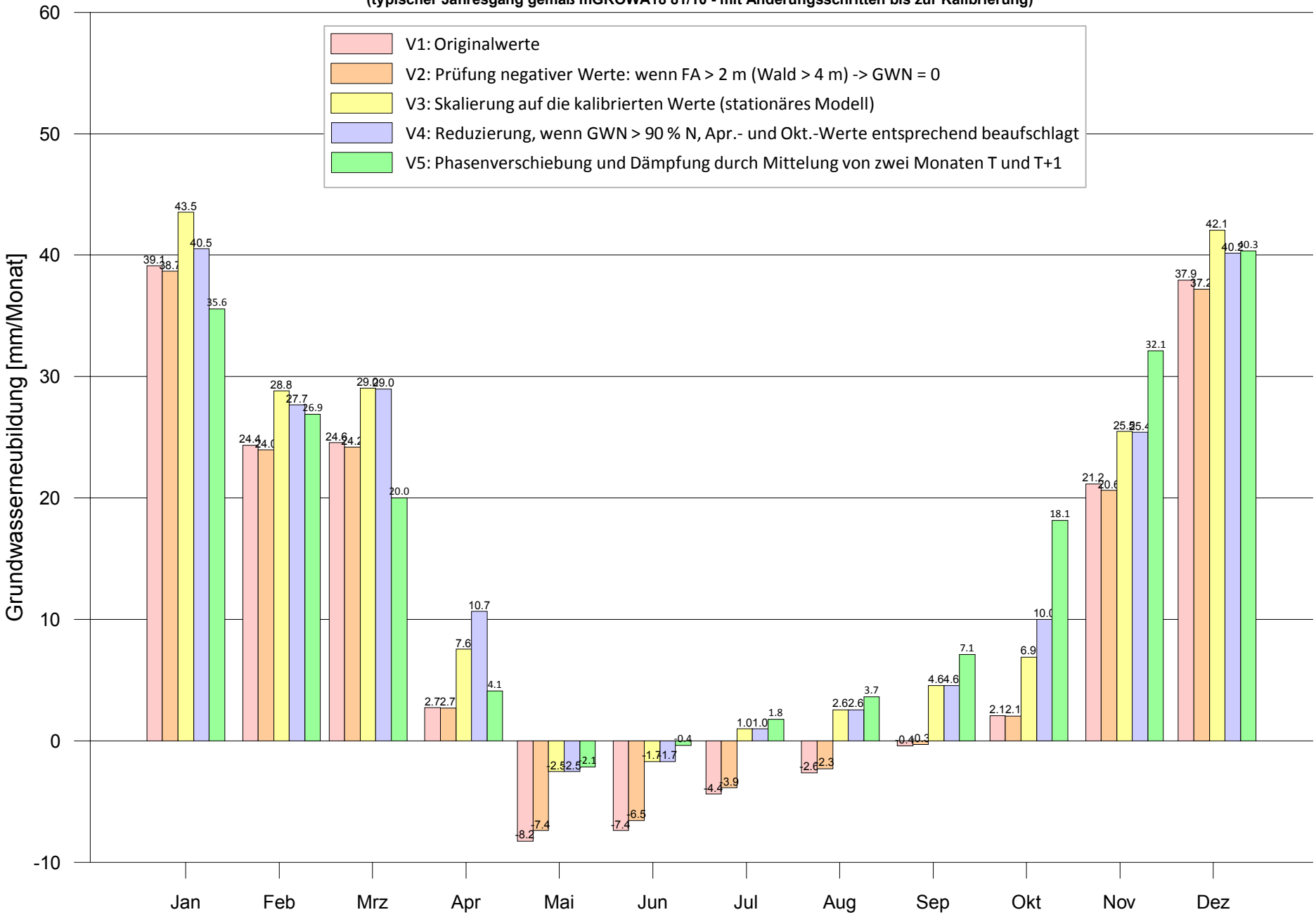
Modellstand: Juli 2020

Anlage 14.12b

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42

Monatliche Grundwasserneubildung - als Mittel über das Modellgebiet

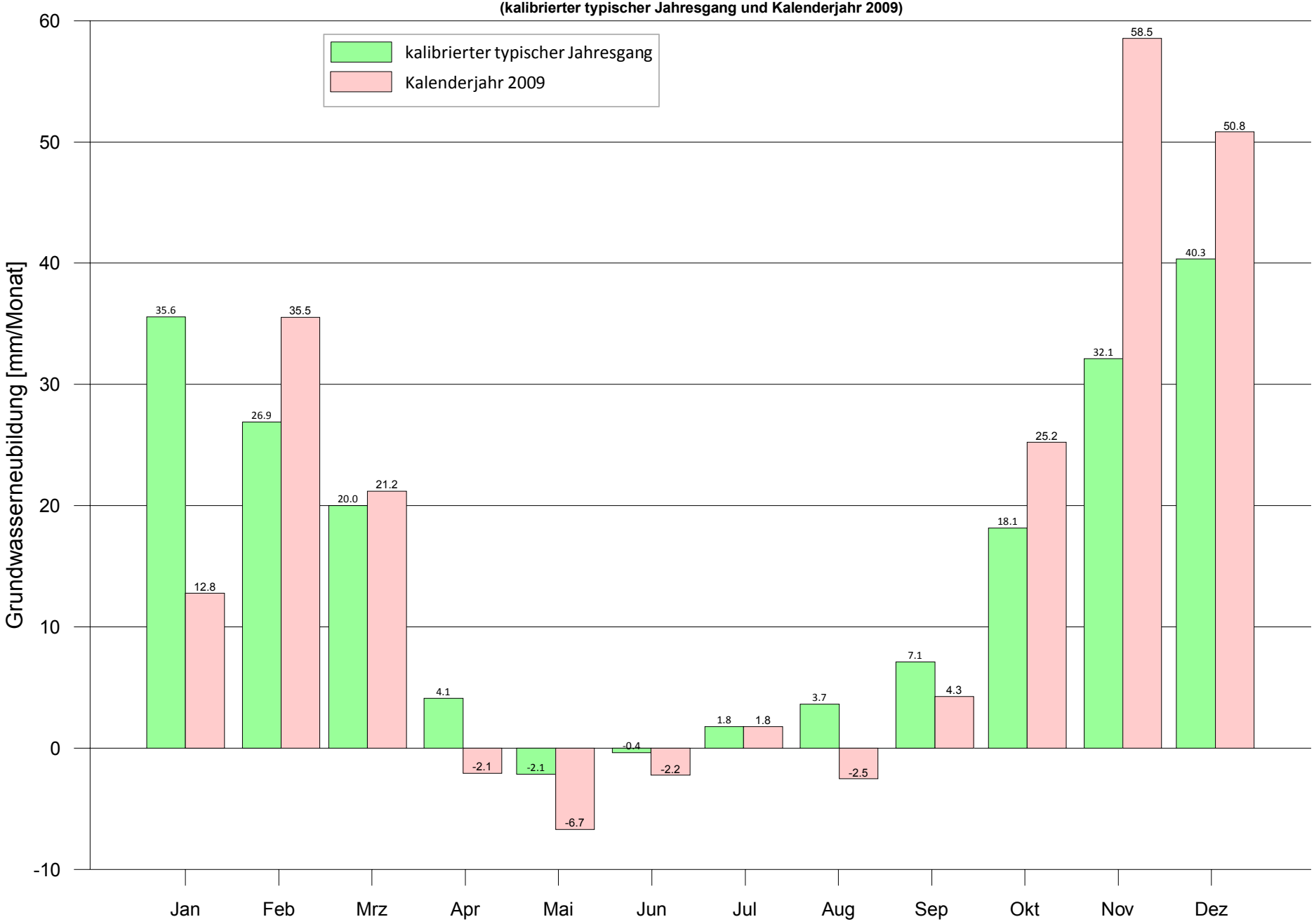
(typischer Jahresgang gemäß mGROWA18 81/10 - mit Änderungsschritten bis zur Kalibrierung)



Bearbeitung: HMM Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Modellstand: Juli 2020)

Monatliche Grundwasserneubildung - als Mittel über das Modellgebiet

(kalibrierter typischer Jahresgang und Kalenderjahr 2009)



Bearbeitung: HMM Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

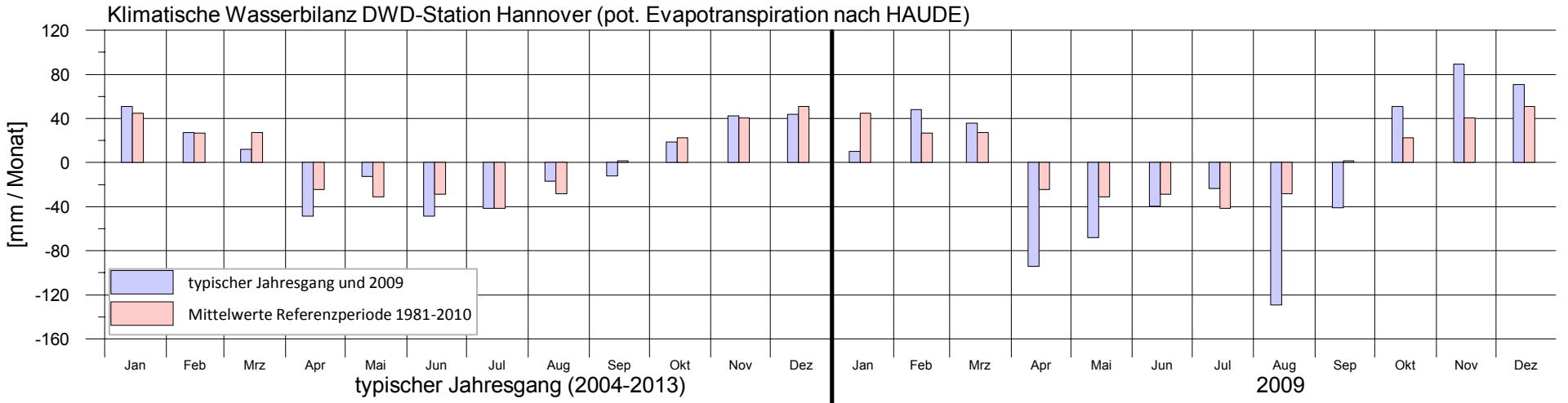
Harzwasserwerke

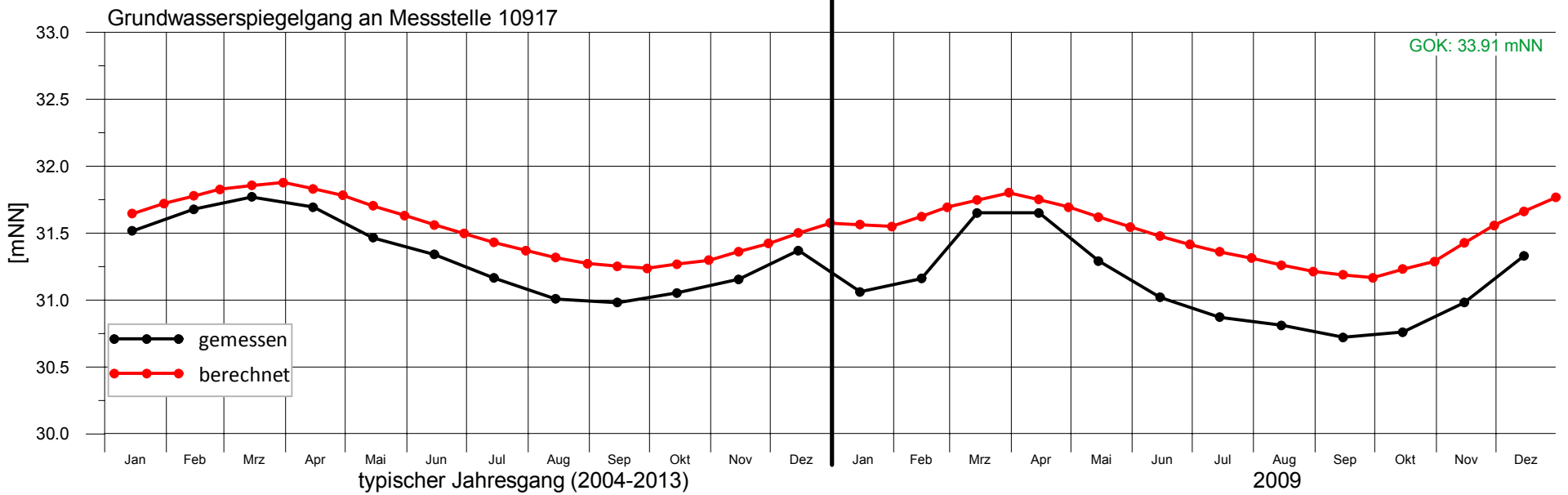
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10917
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 700 m

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.001

enercity positive energie

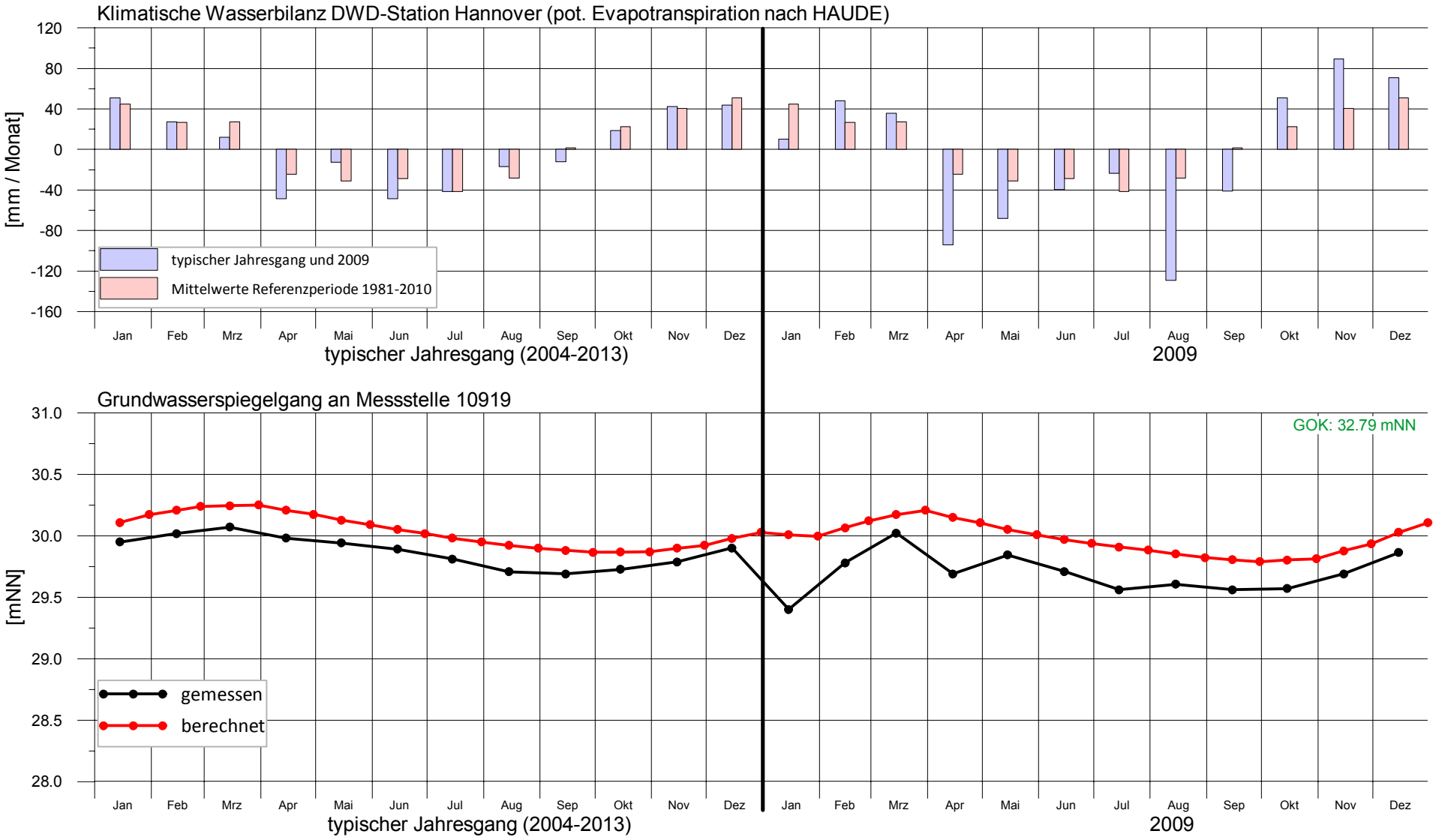
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10919
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,2 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg (an der Aller)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.002

enercity positive energie

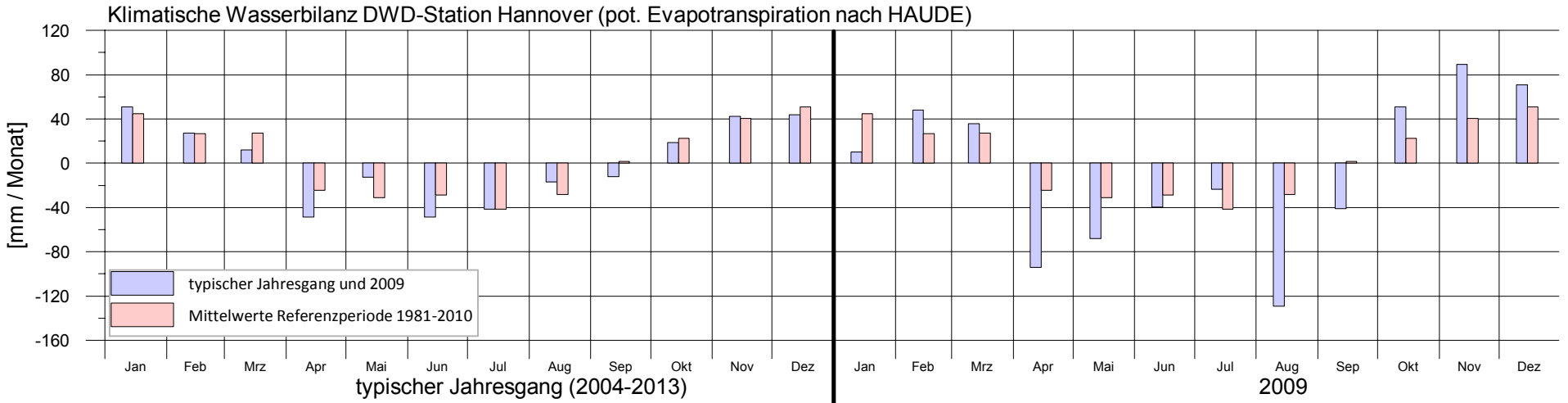
Harzwasserwerke

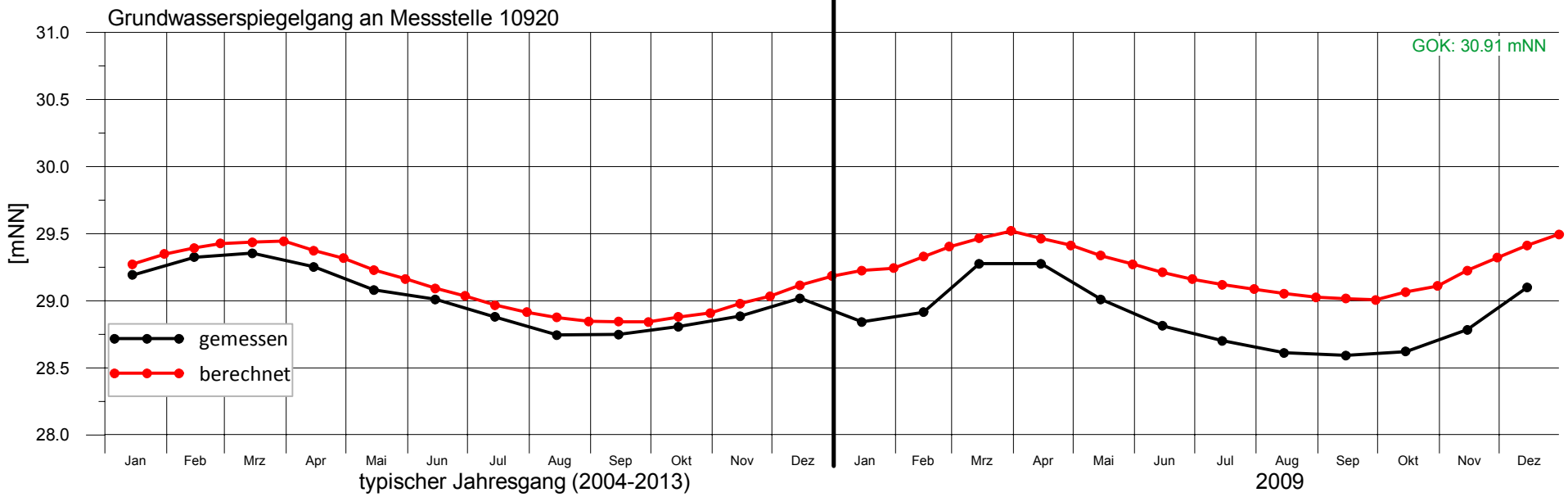
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10920
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 500 m

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.003

enercity positive energie

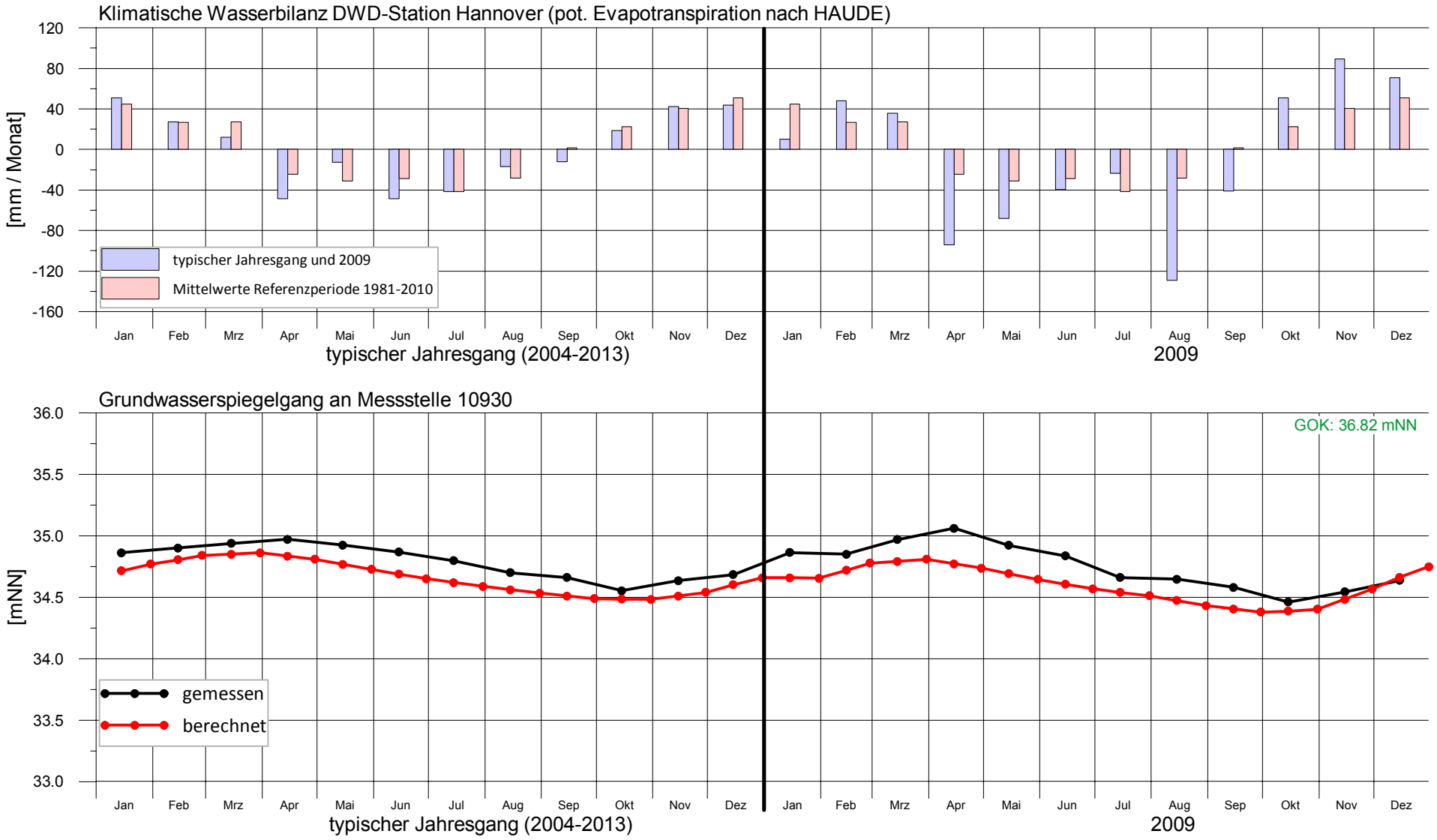
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10930
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 1,9 km

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.004

enercity positive energie

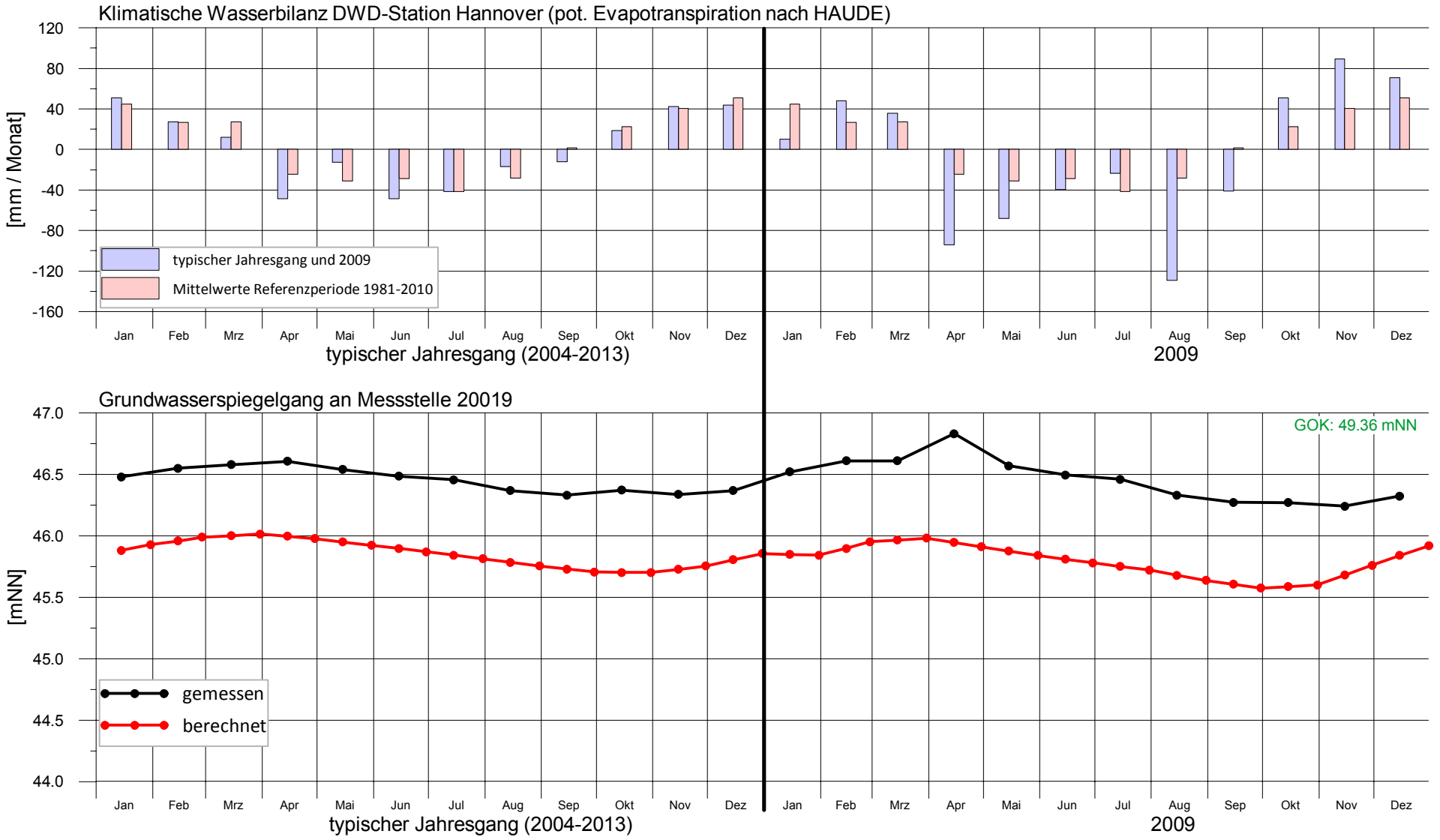
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20019
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 600 m westlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.005

enercity positive energie

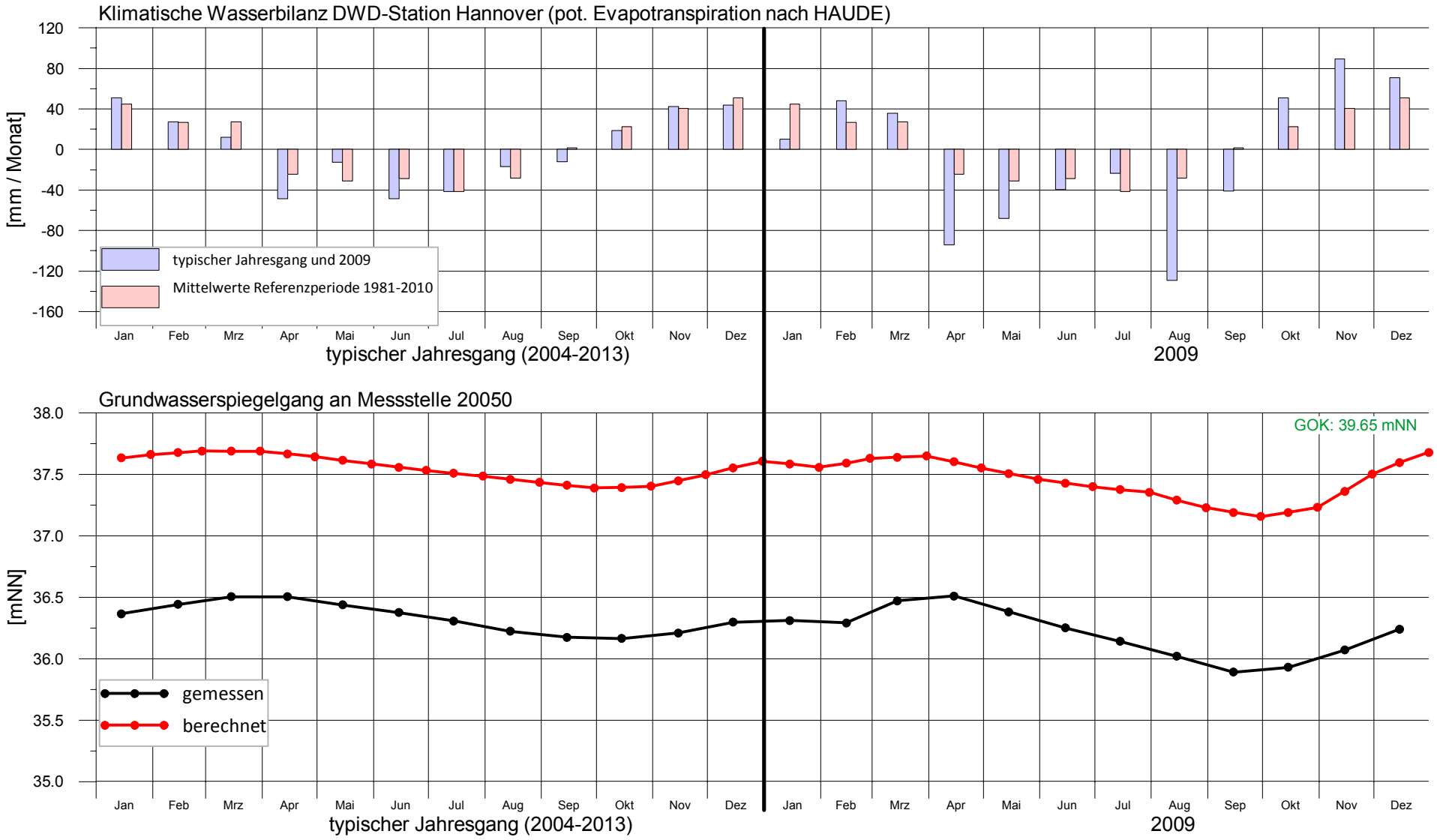
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20050
- Vergleich Messung / Rechnung -

direkt an der Großen Beeke

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.006

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

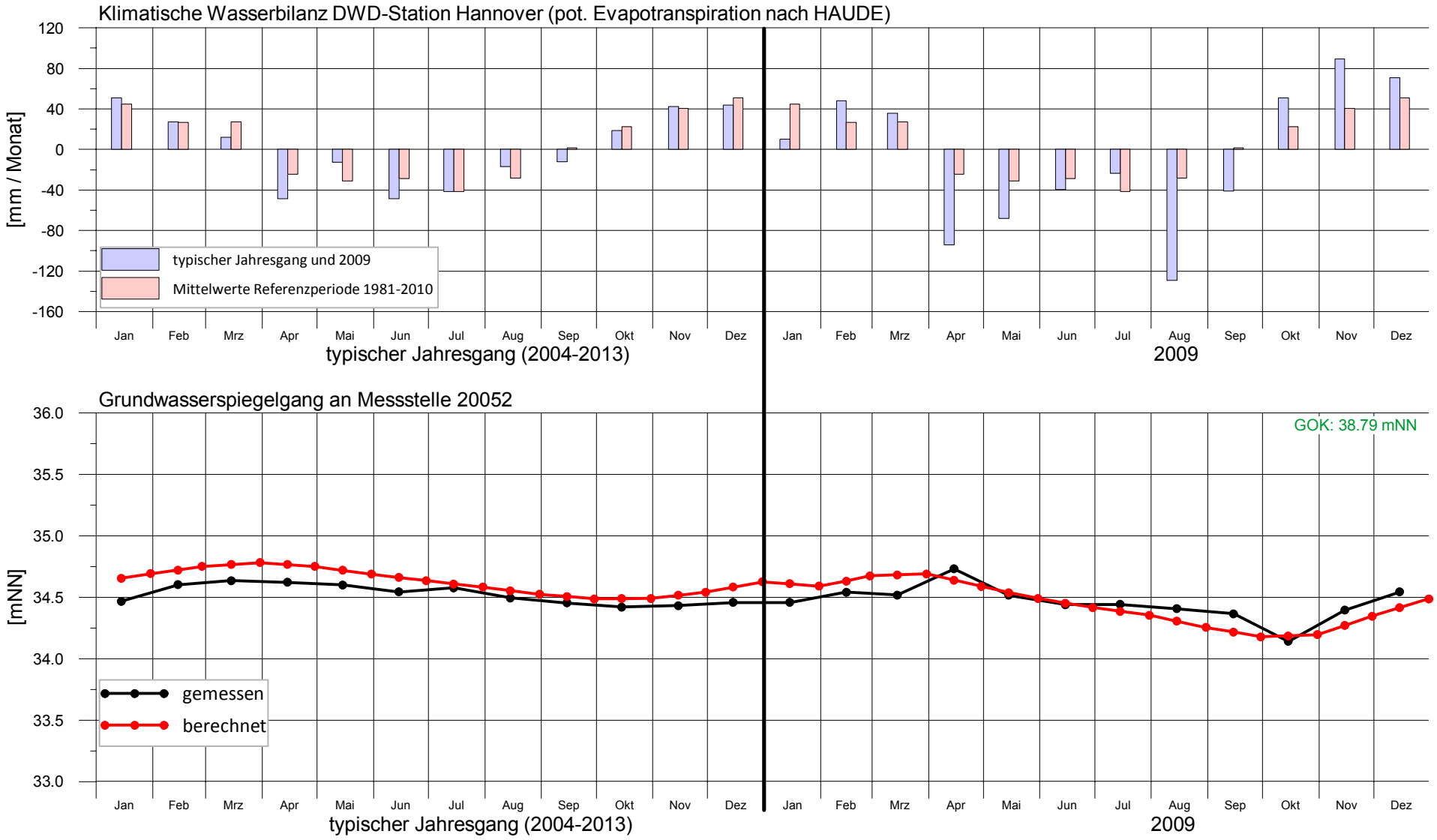
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20052
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,1 km westlich Brunnen 11, Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.007

enercity positive energie

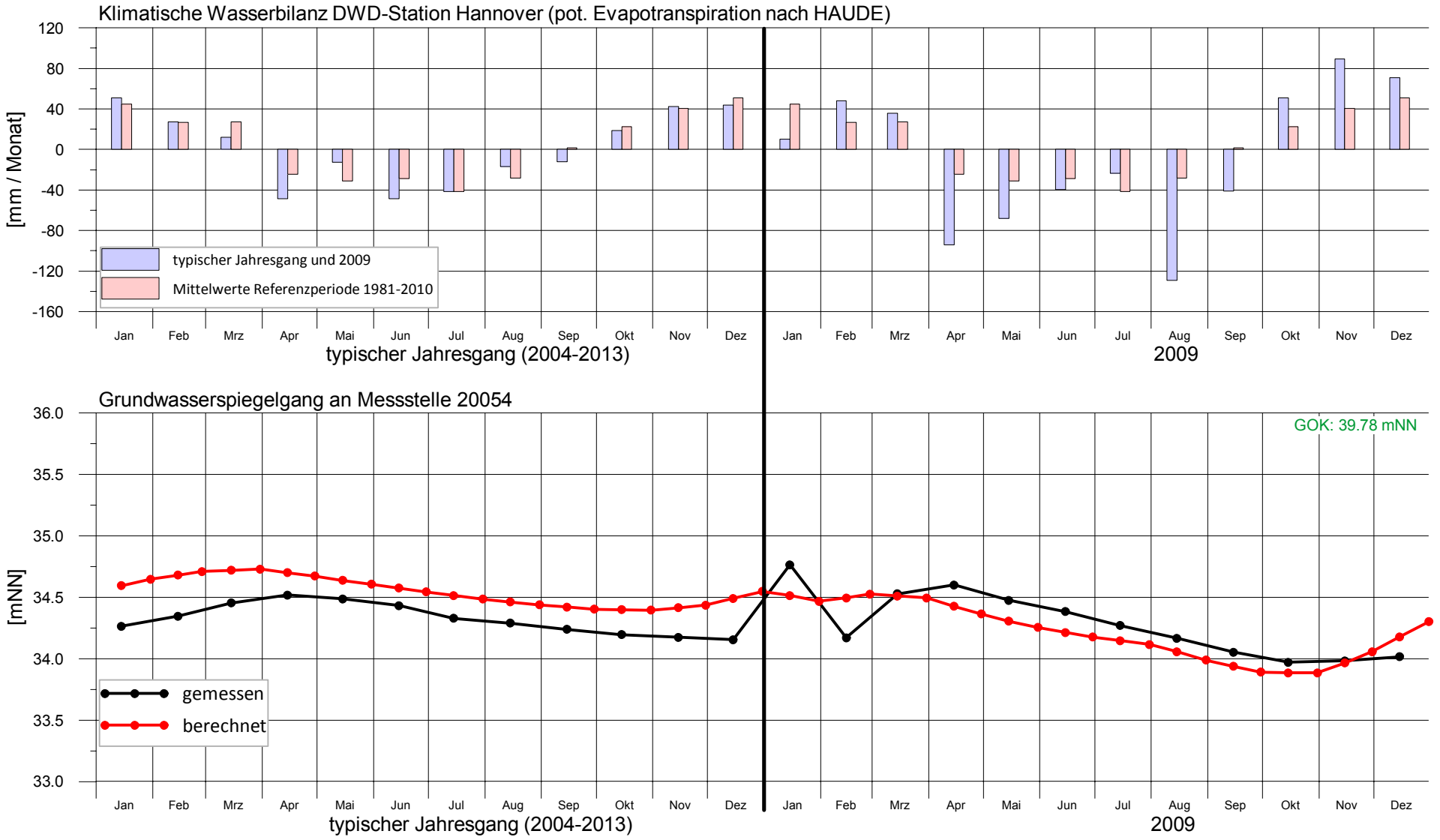
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20054
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 600 m südwestlich Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.008

enercity positive energie

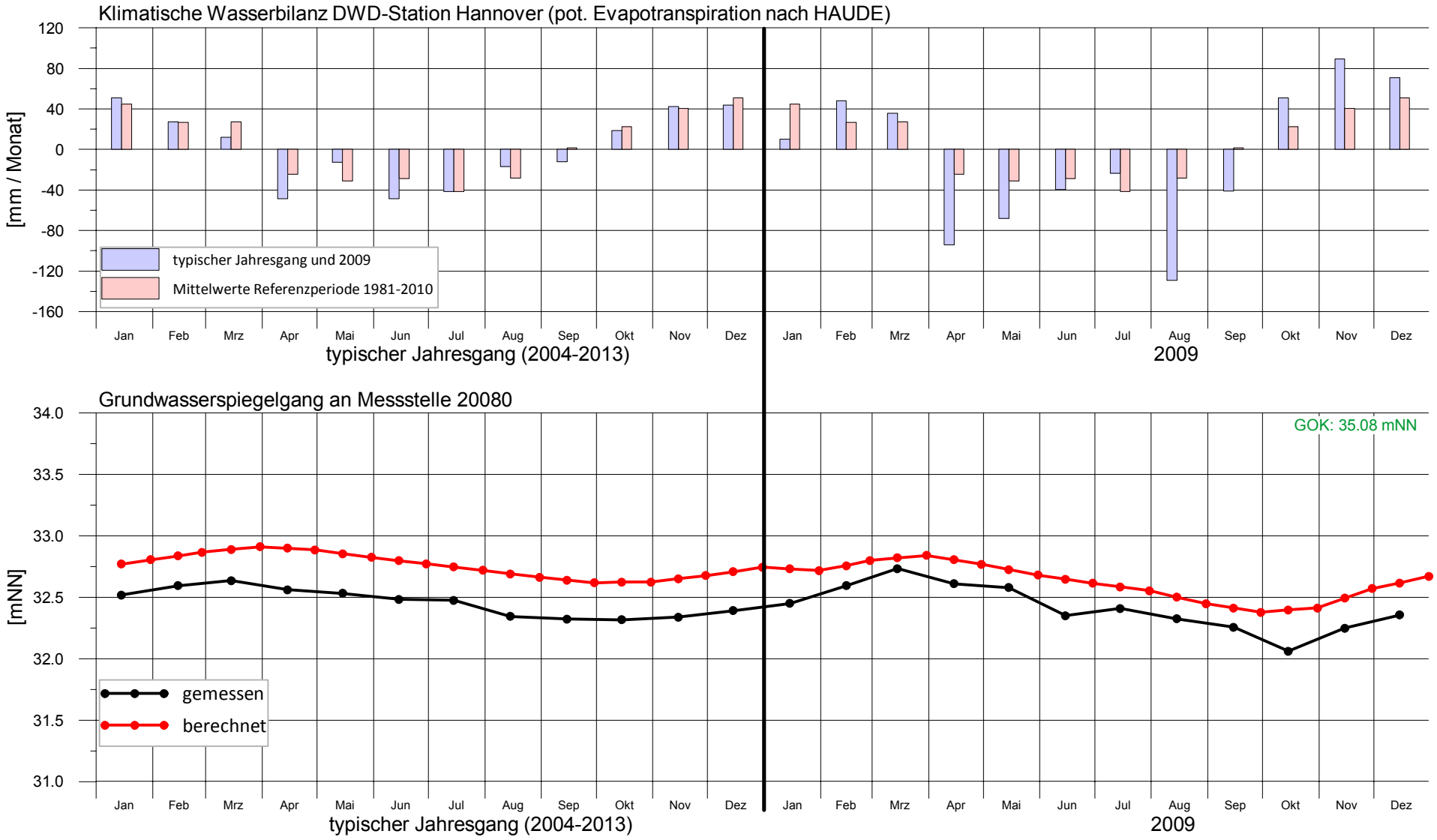
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20080
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,8 km südlich Brunnen 64, Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.009

enercity positive energie

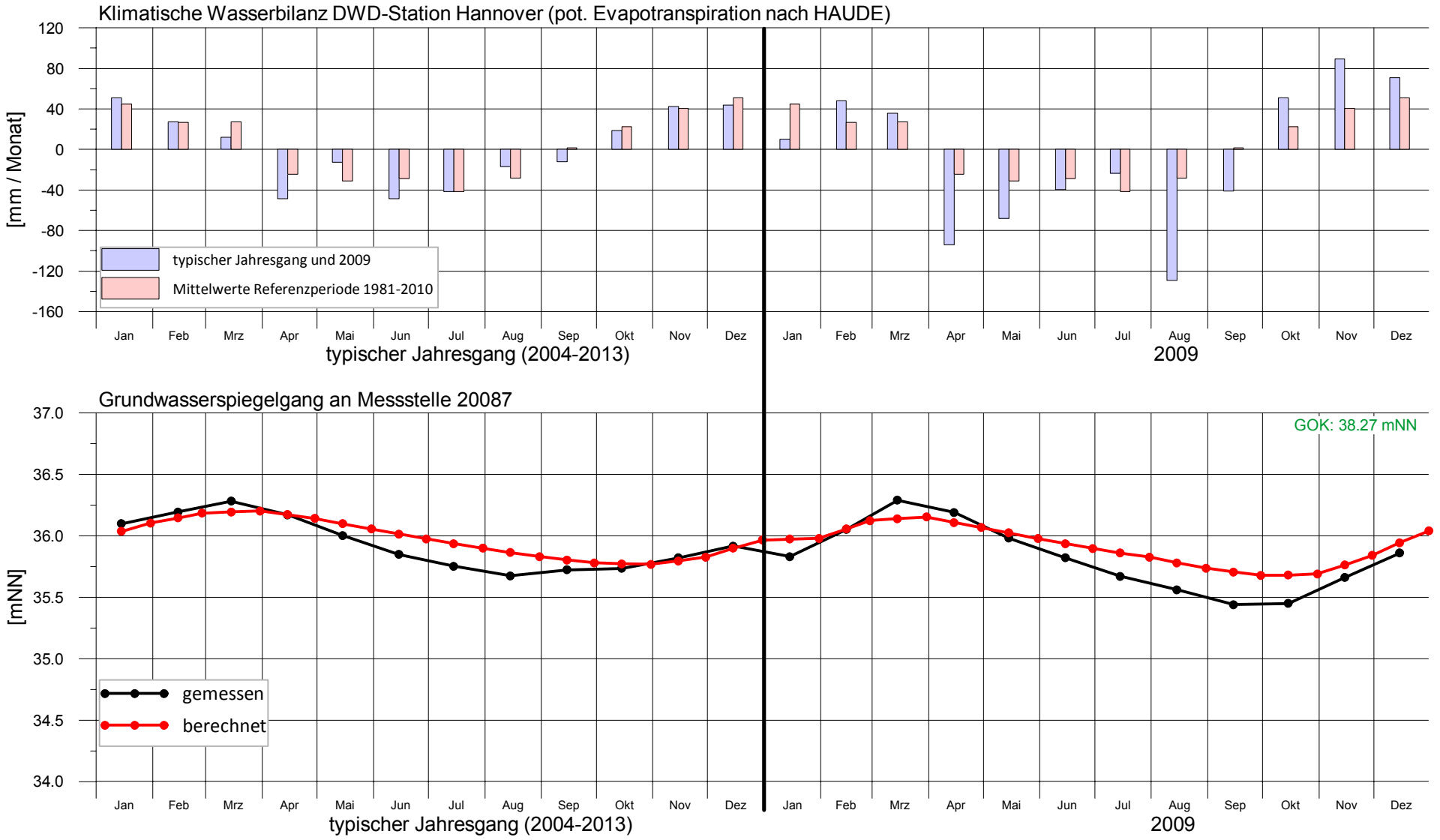
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20087
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,7 km nordöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.010

enercity positive energie

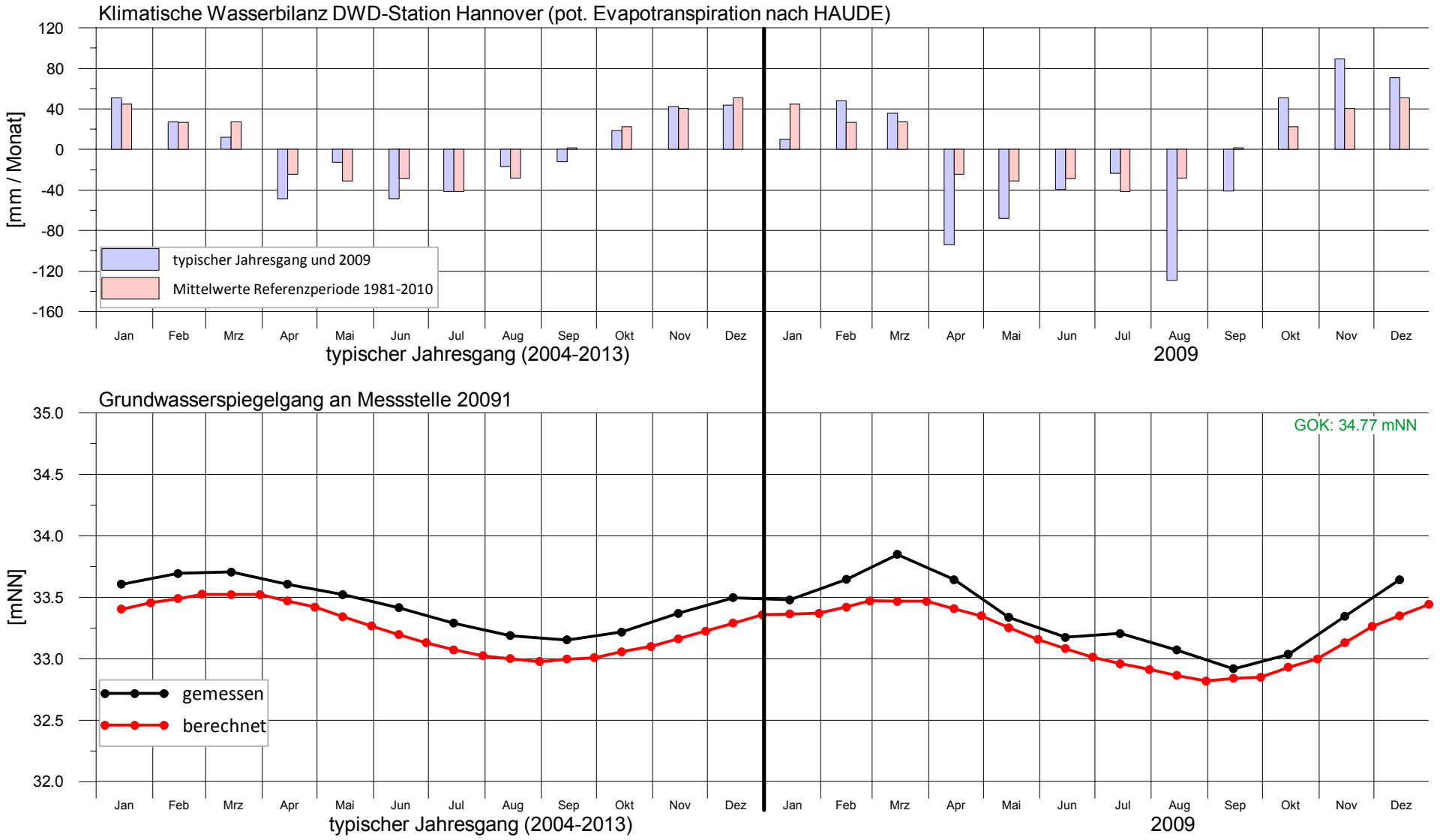
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20091
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,0 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.011

enercity positive energie

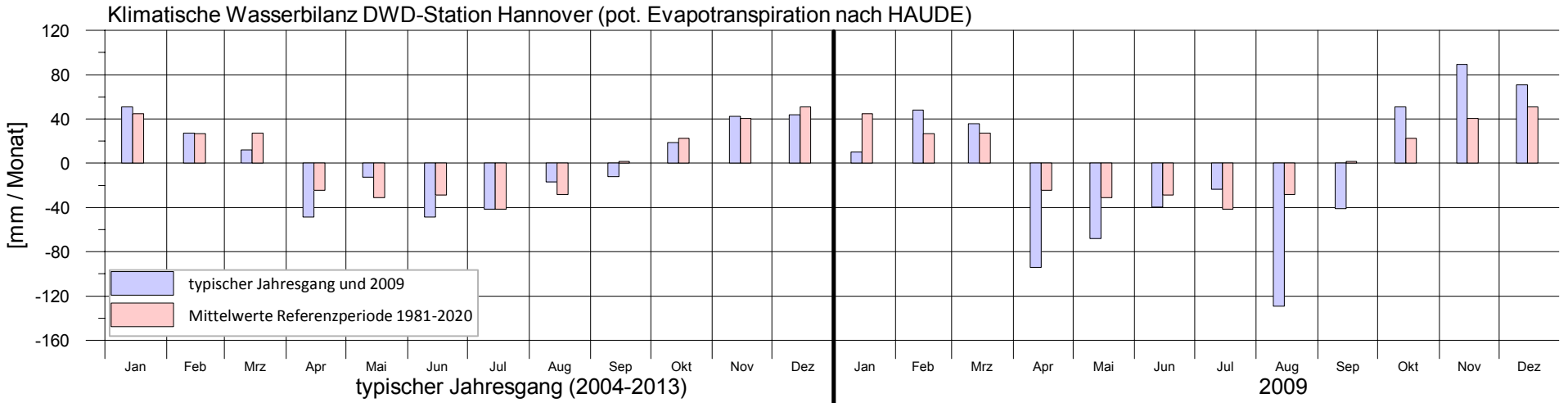
Harzwasserwerke

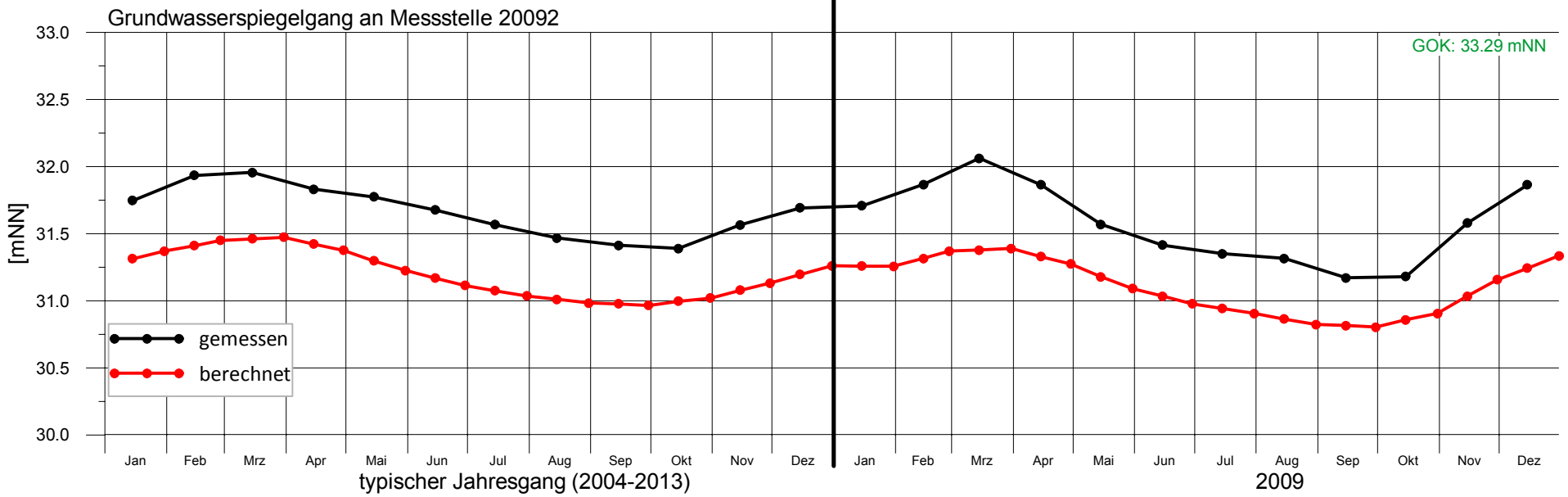
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20092
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,9 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.012

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

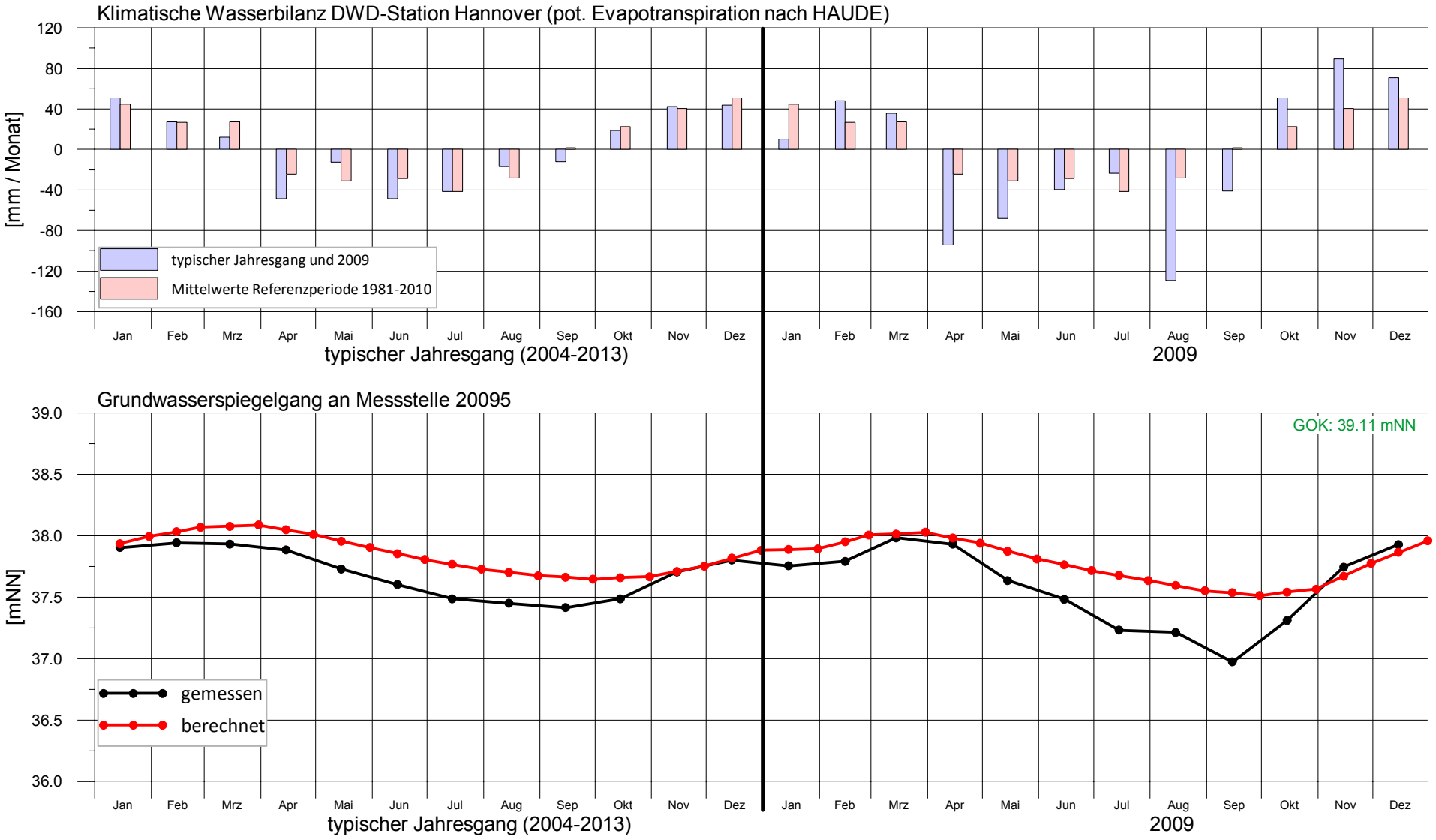
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20095
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,2 km nördlich Brunnen 6, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.013

enercity positive energie

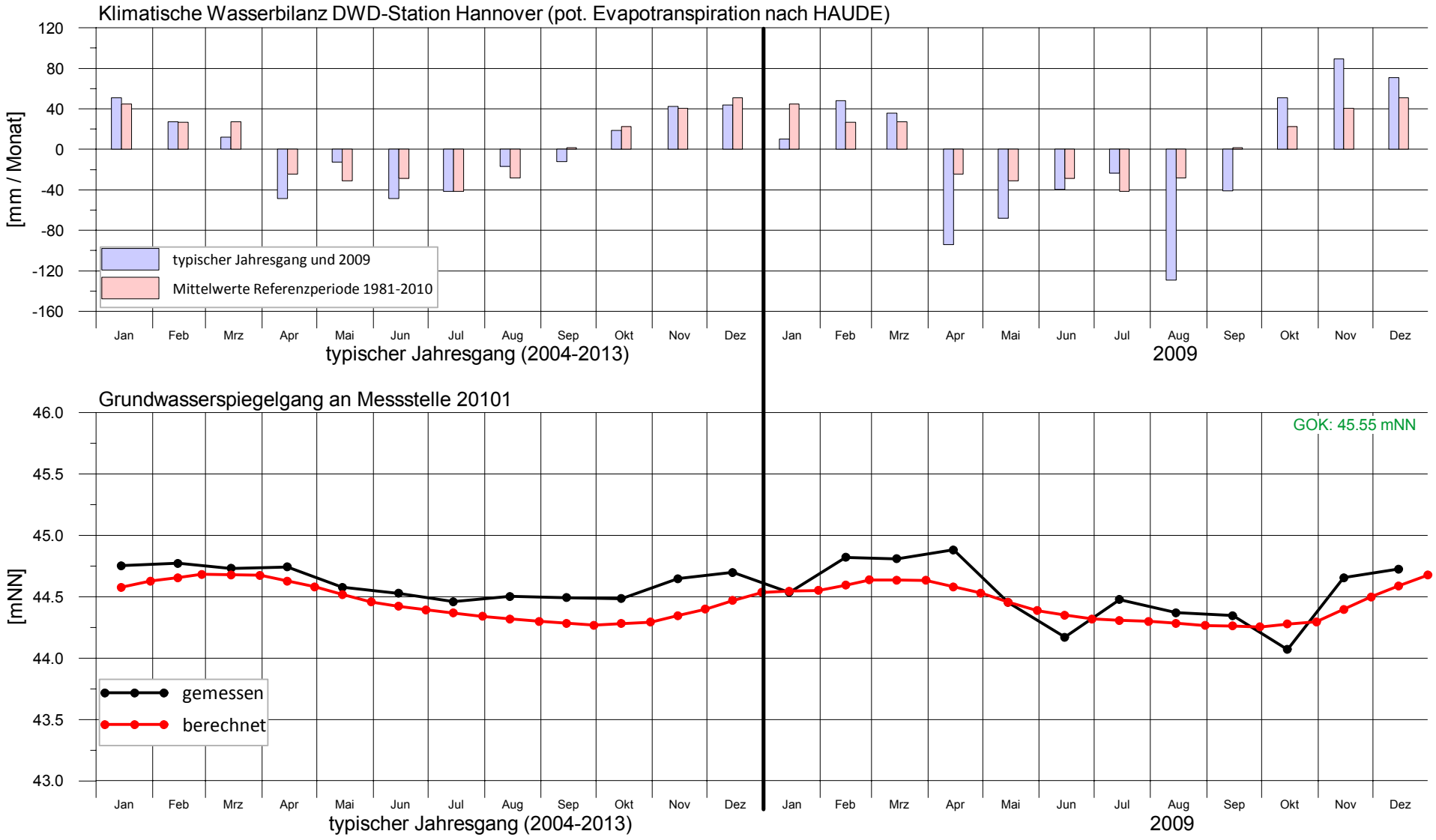
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20101
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 9,3 km südlich Brunnen 4, Fassung Fuhberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.014

enercity positive energie

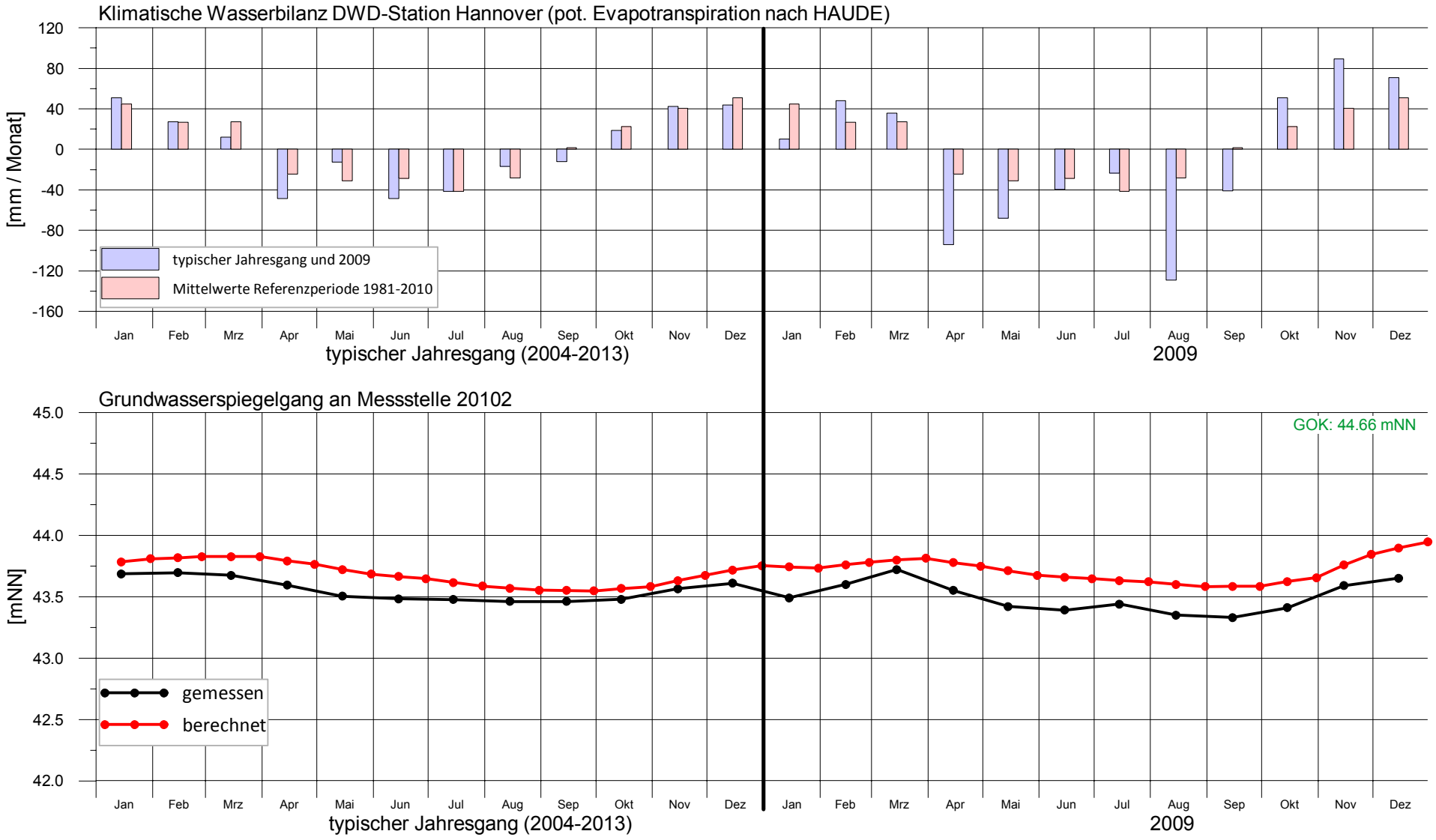
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20102
- Vergleich Messung / Rechnung -

direkt an der Wietze (im Süden)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.015

enercity positive energie

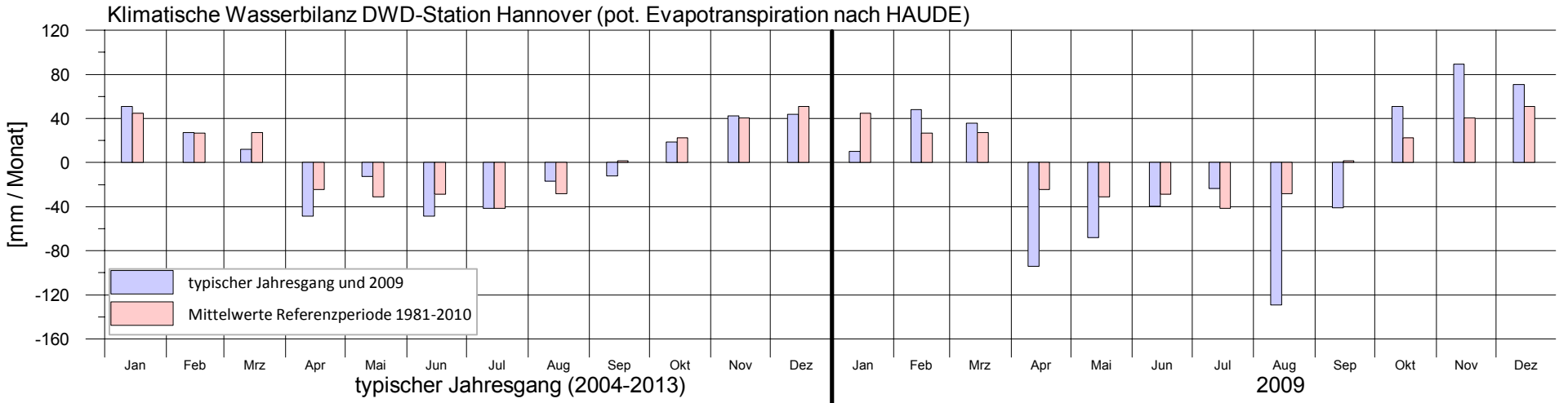
Harzwasserwerke

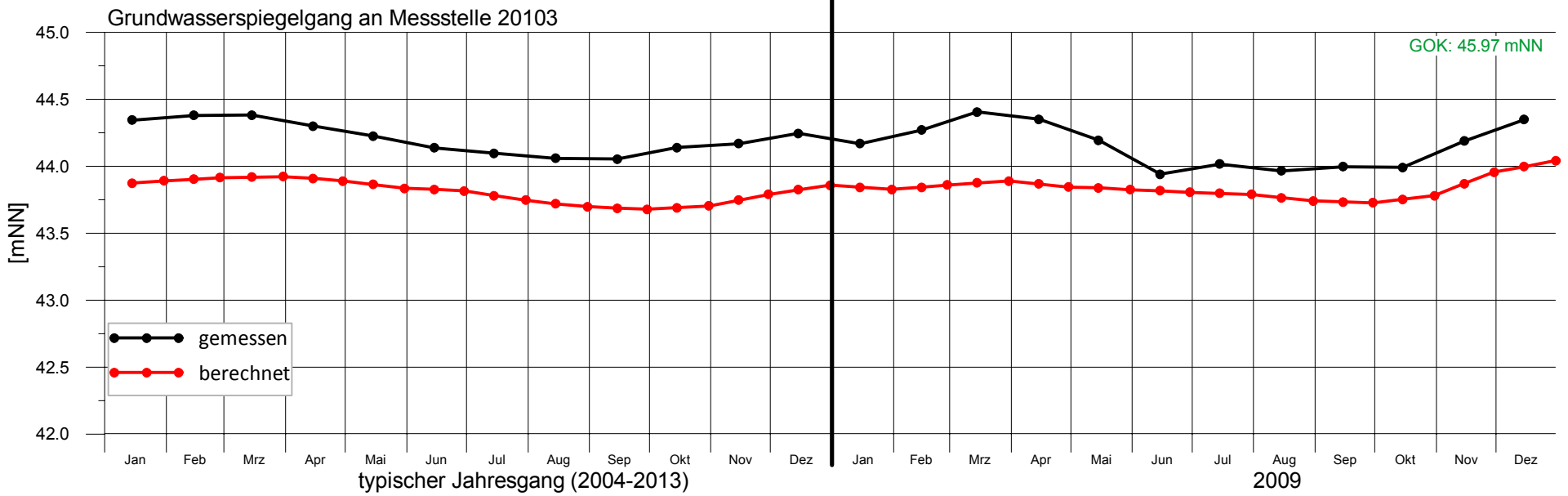
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20103
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 8,5 km südlich Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.016

enercity positive energie

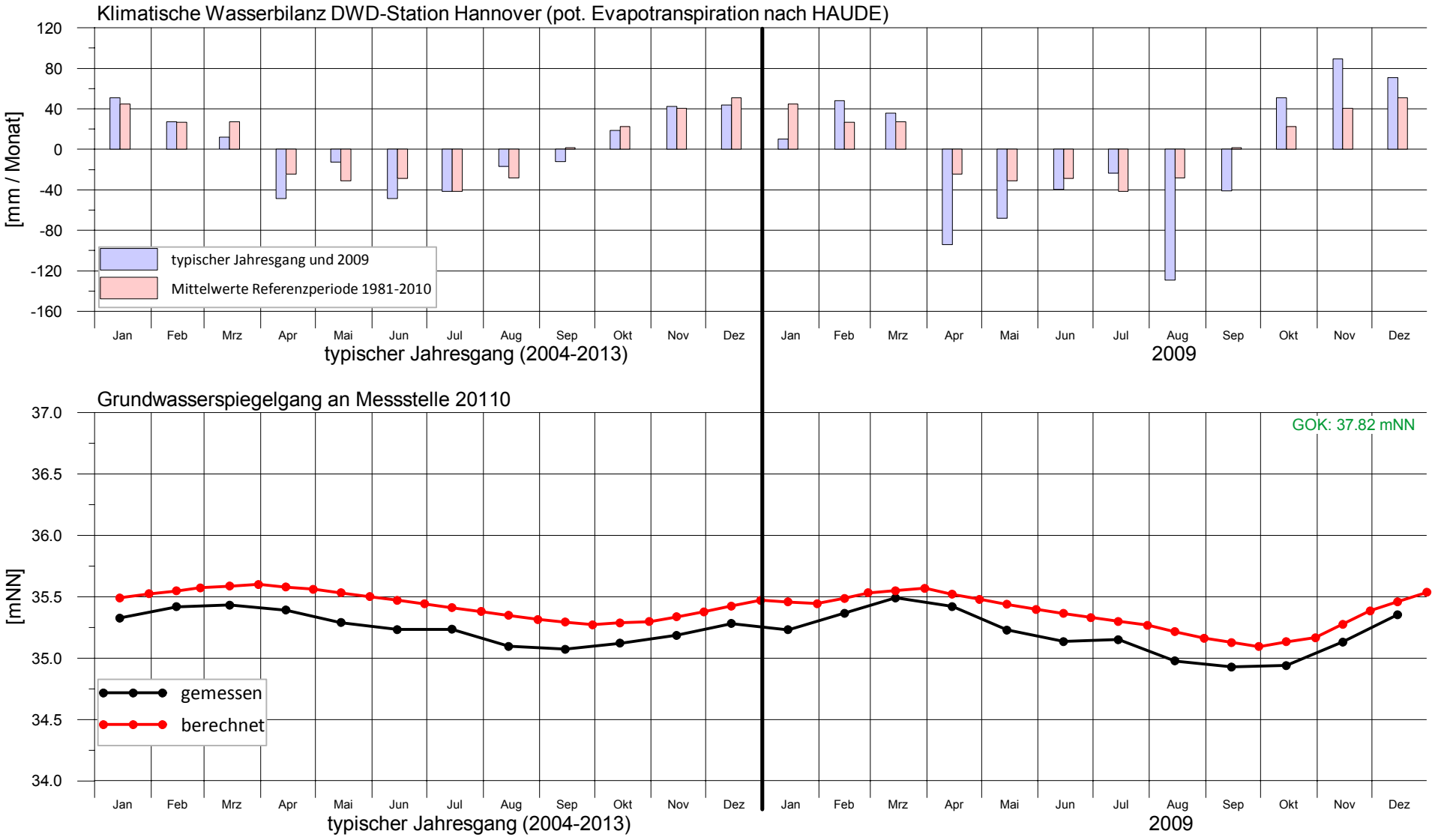
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20110
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,5 km westlich Brunnen 11, Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.017

enercity positive energie

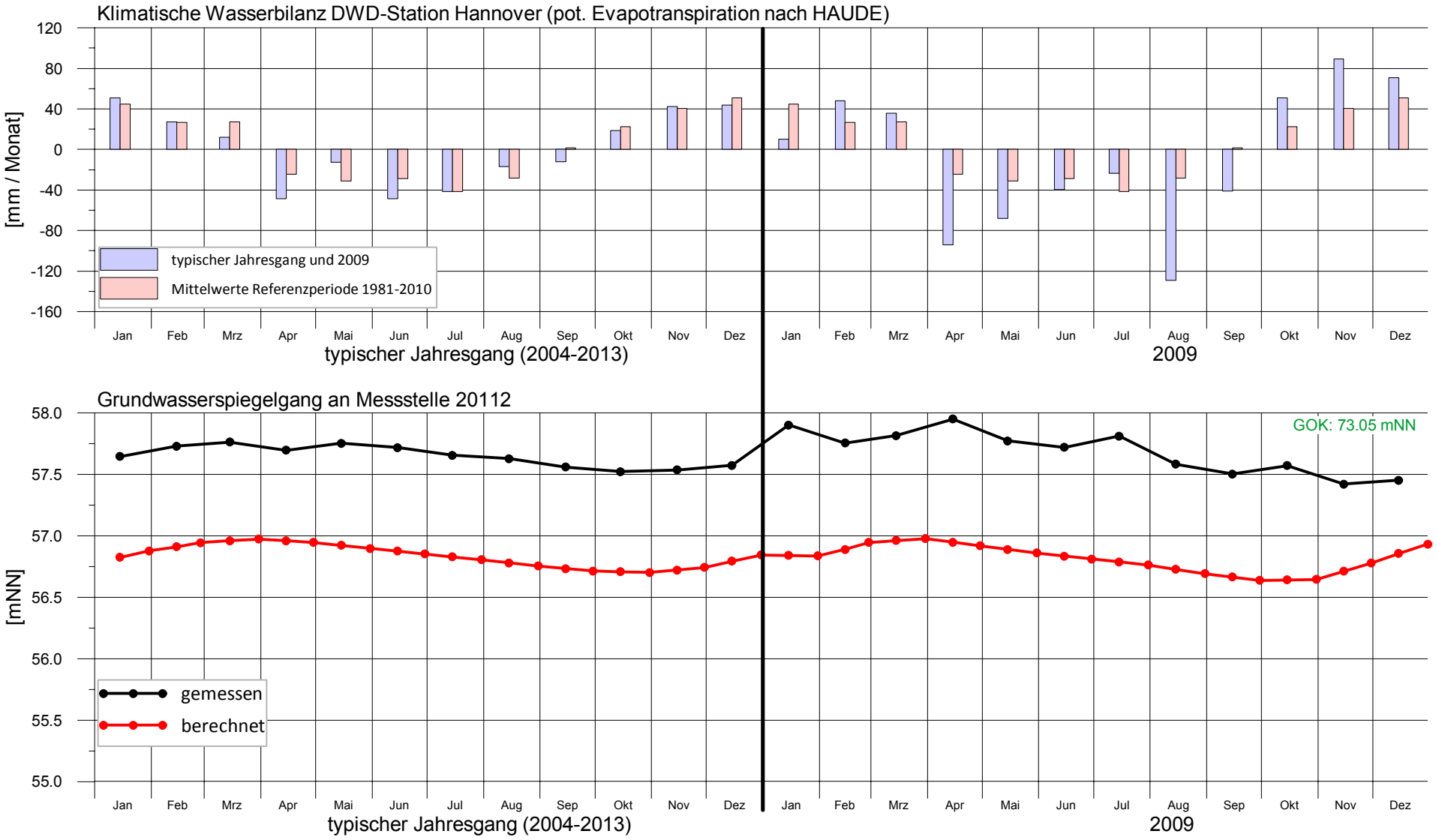
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20112
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,9 km westlich Brunnen 11, Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.018

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

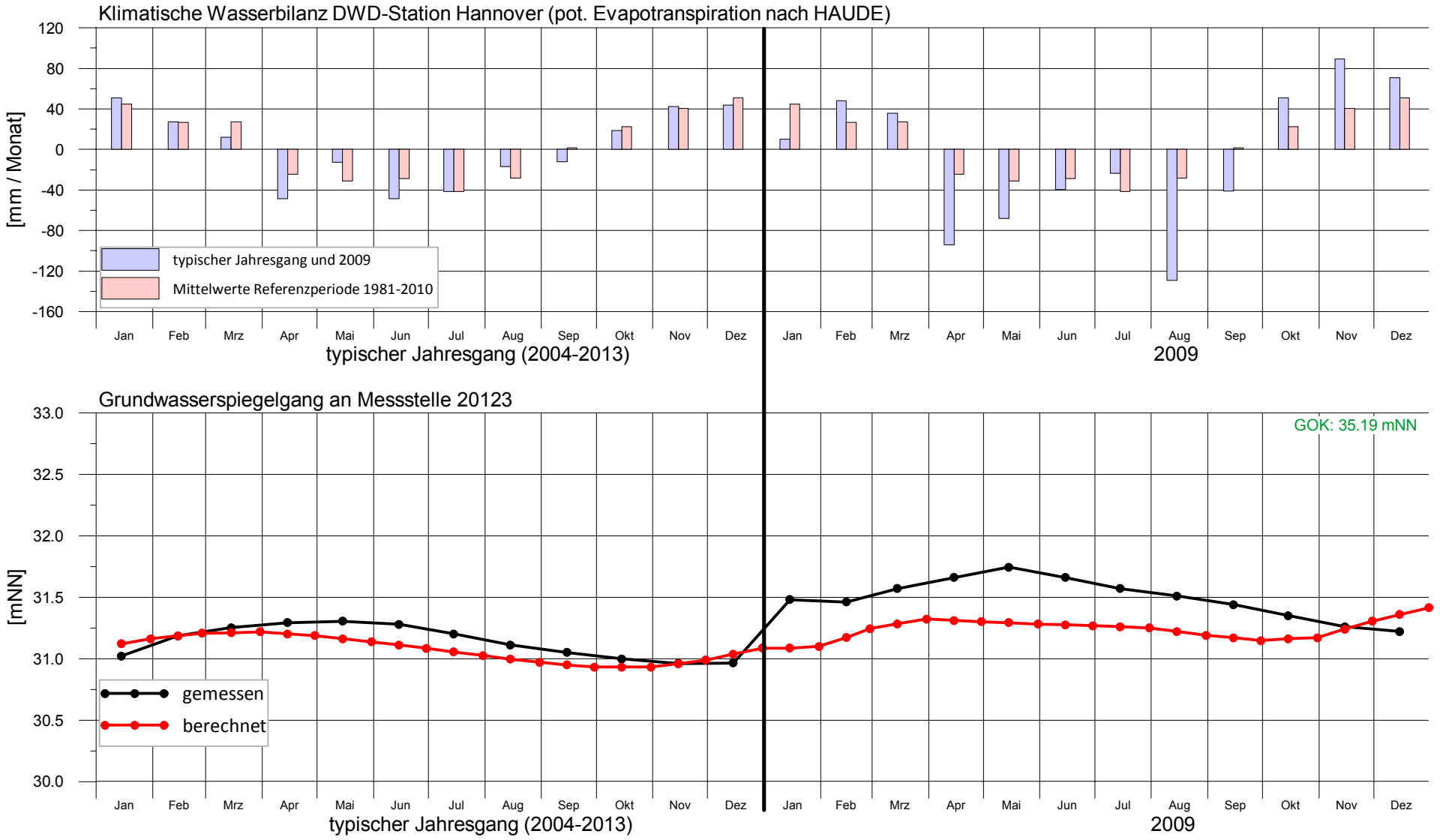
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20123
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,4 km südlich Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.019

enercity positive energie

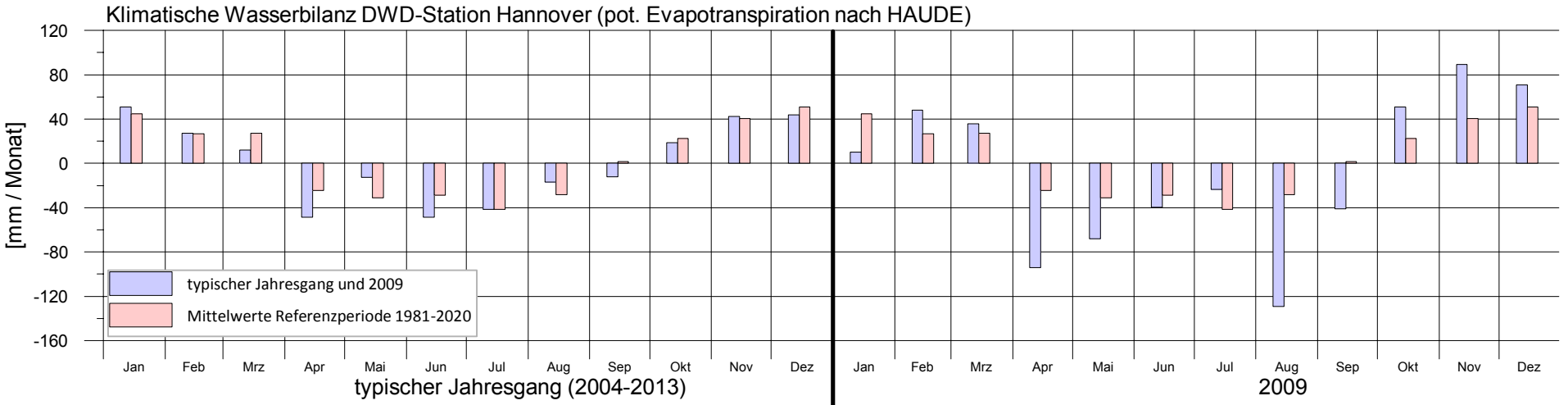
Harzwasserwerke

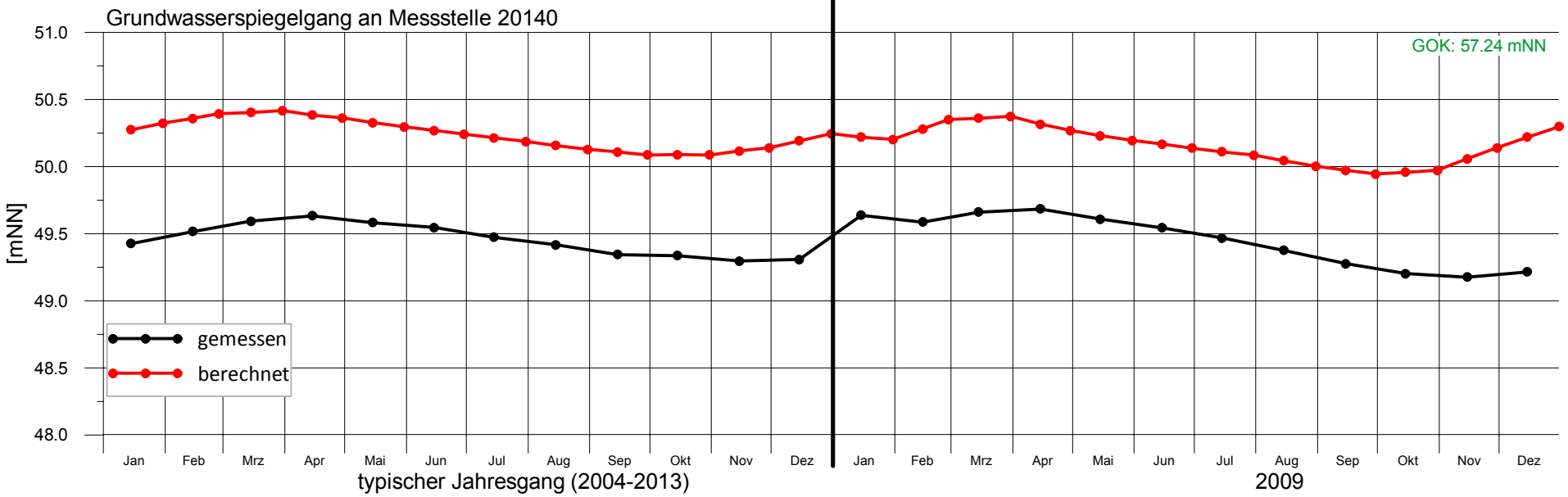
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20140
- Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.020

enercity positive energie

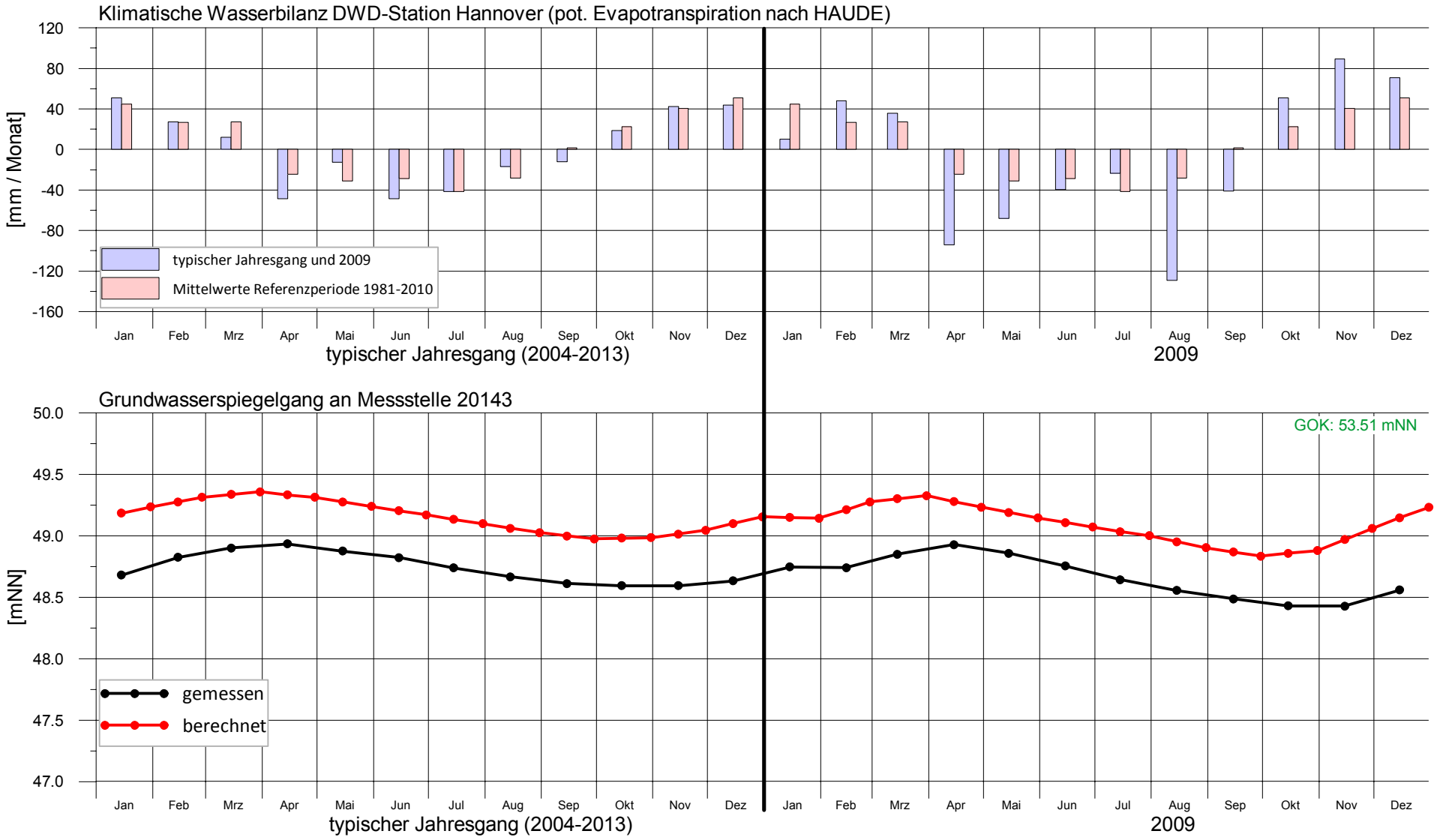
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20143
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,3 km südwestlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.021

enercity positive energie

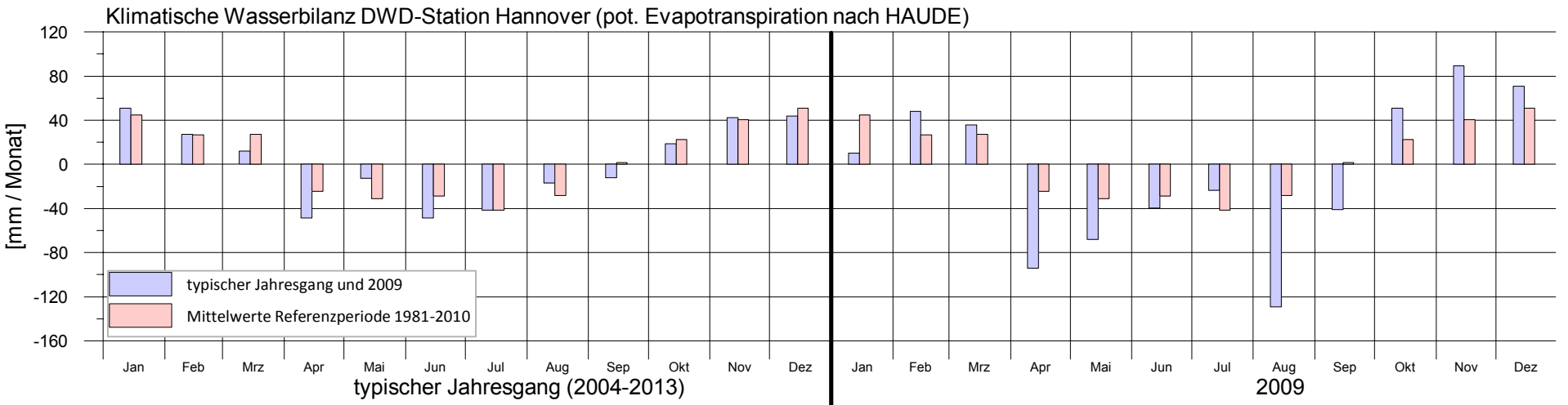
Harzwasserwerke

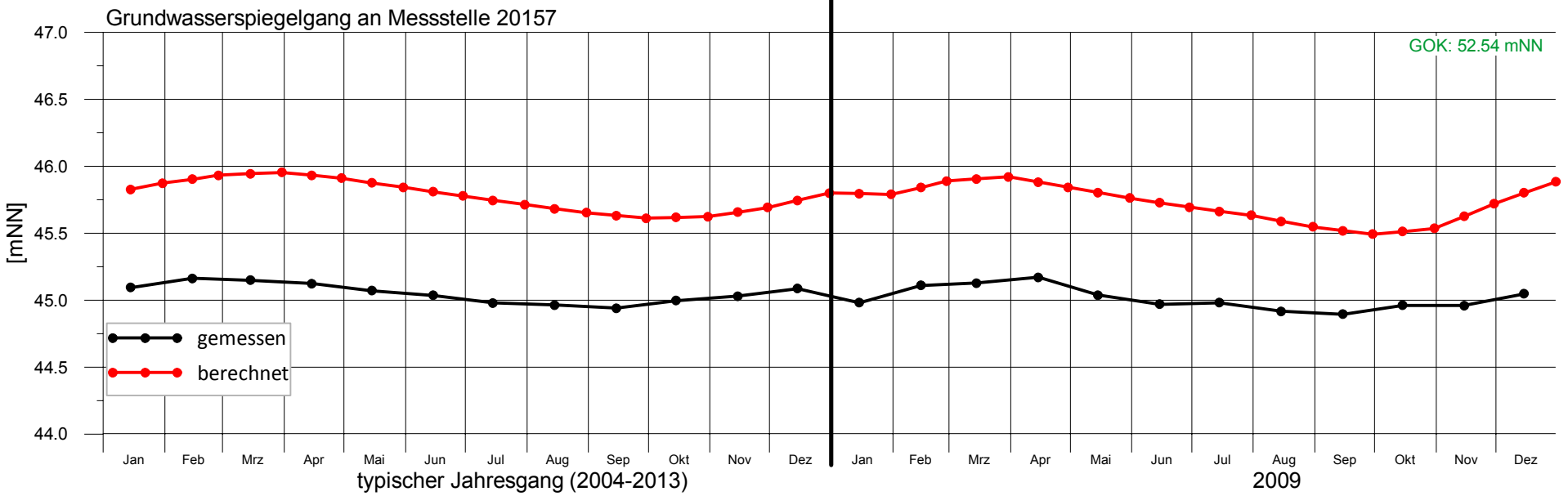
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20157
- Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb der Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.022

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

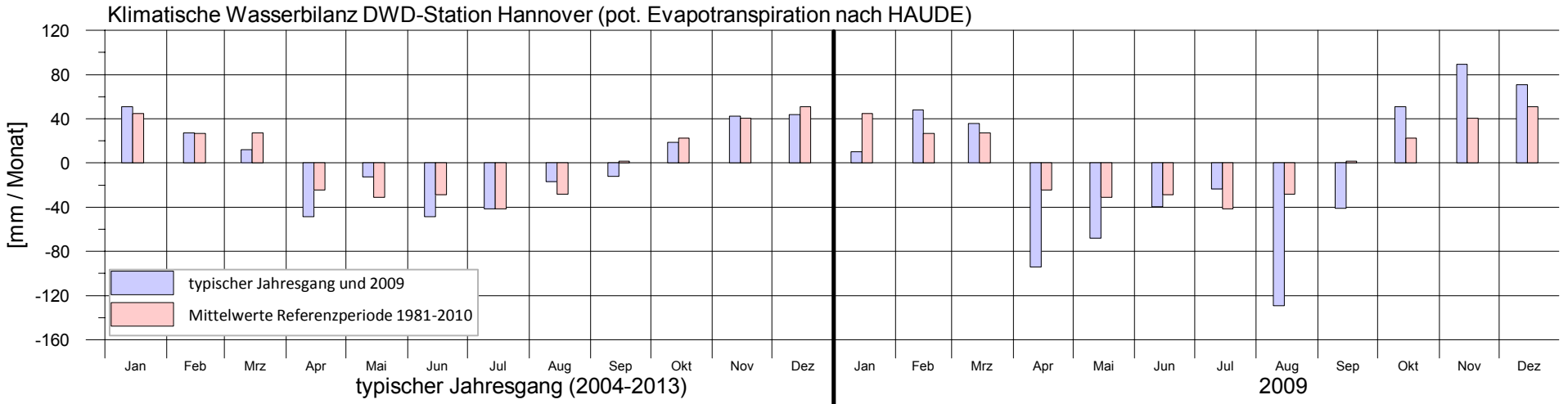
Harzwasserwerke

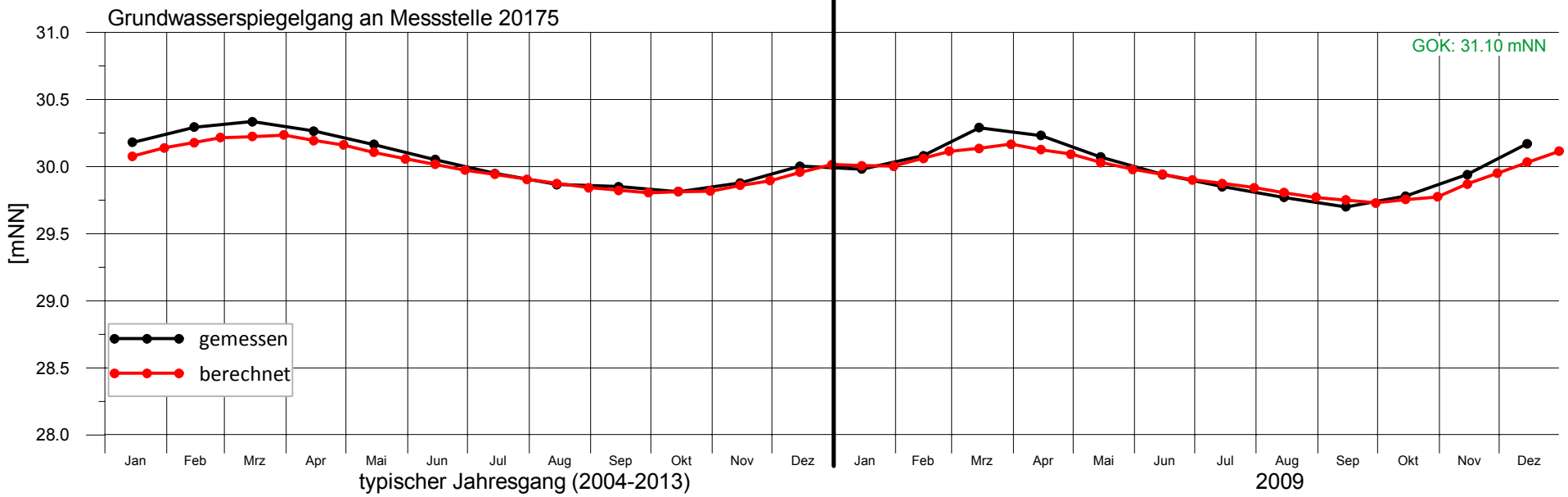
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20175
- Vergleich Messung / Rechnung -

zwischen Wietze und Aller

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.023

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

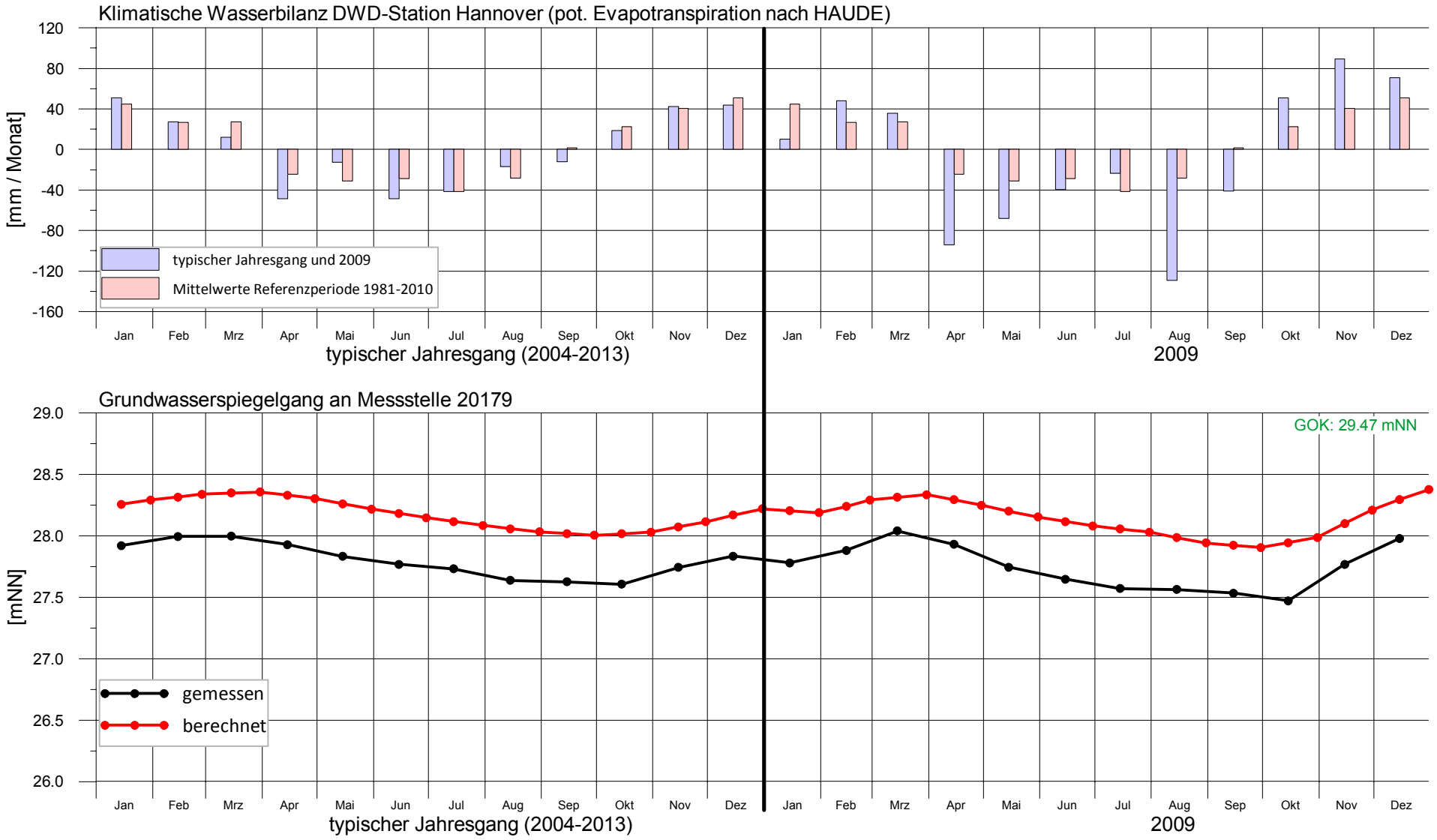
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20179
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 1,2 km

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.024

enercity positive energie

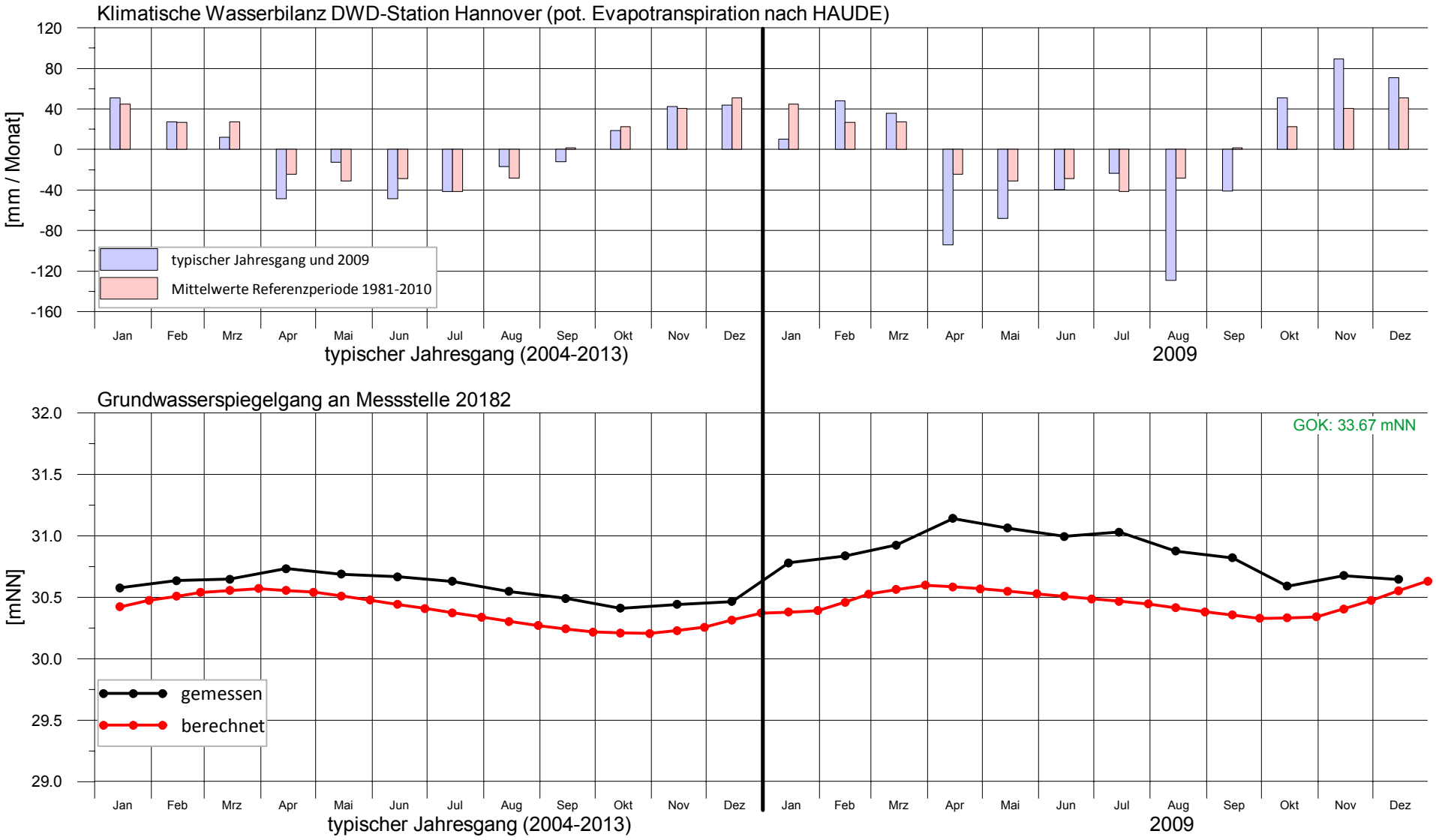
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20182
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,6 km westlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.025

enercity positive energie

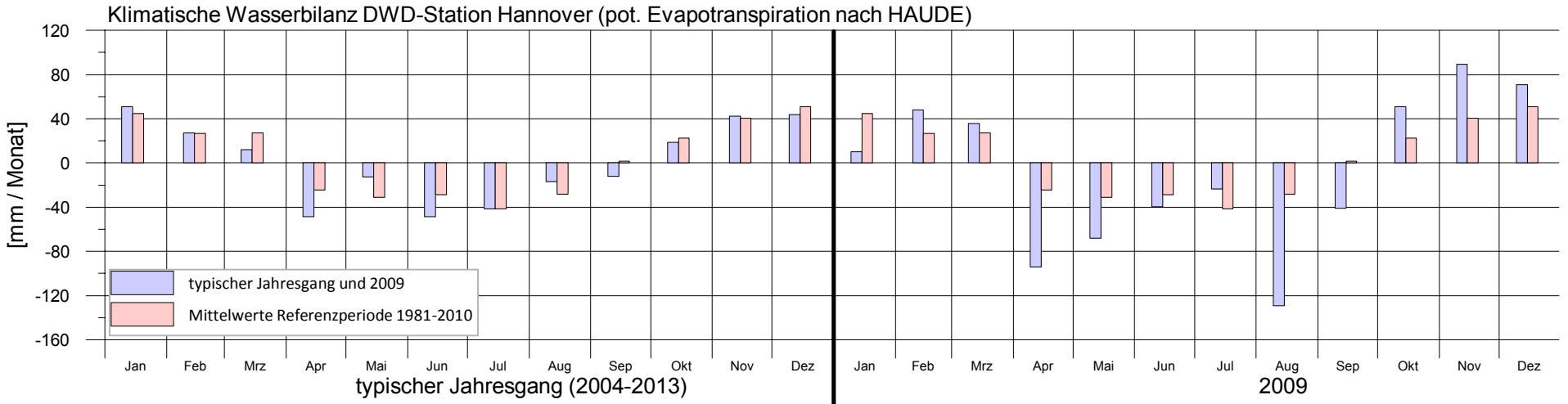
Harzwasserwerke

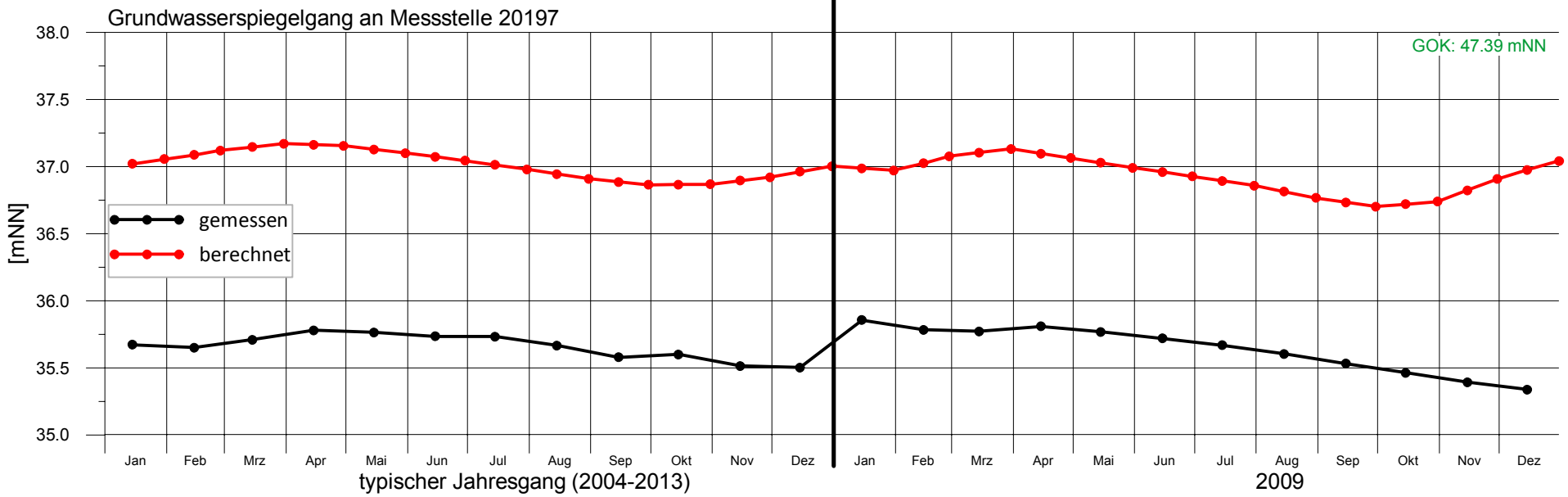
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20197
- Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb der Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.026

enercity positive energie

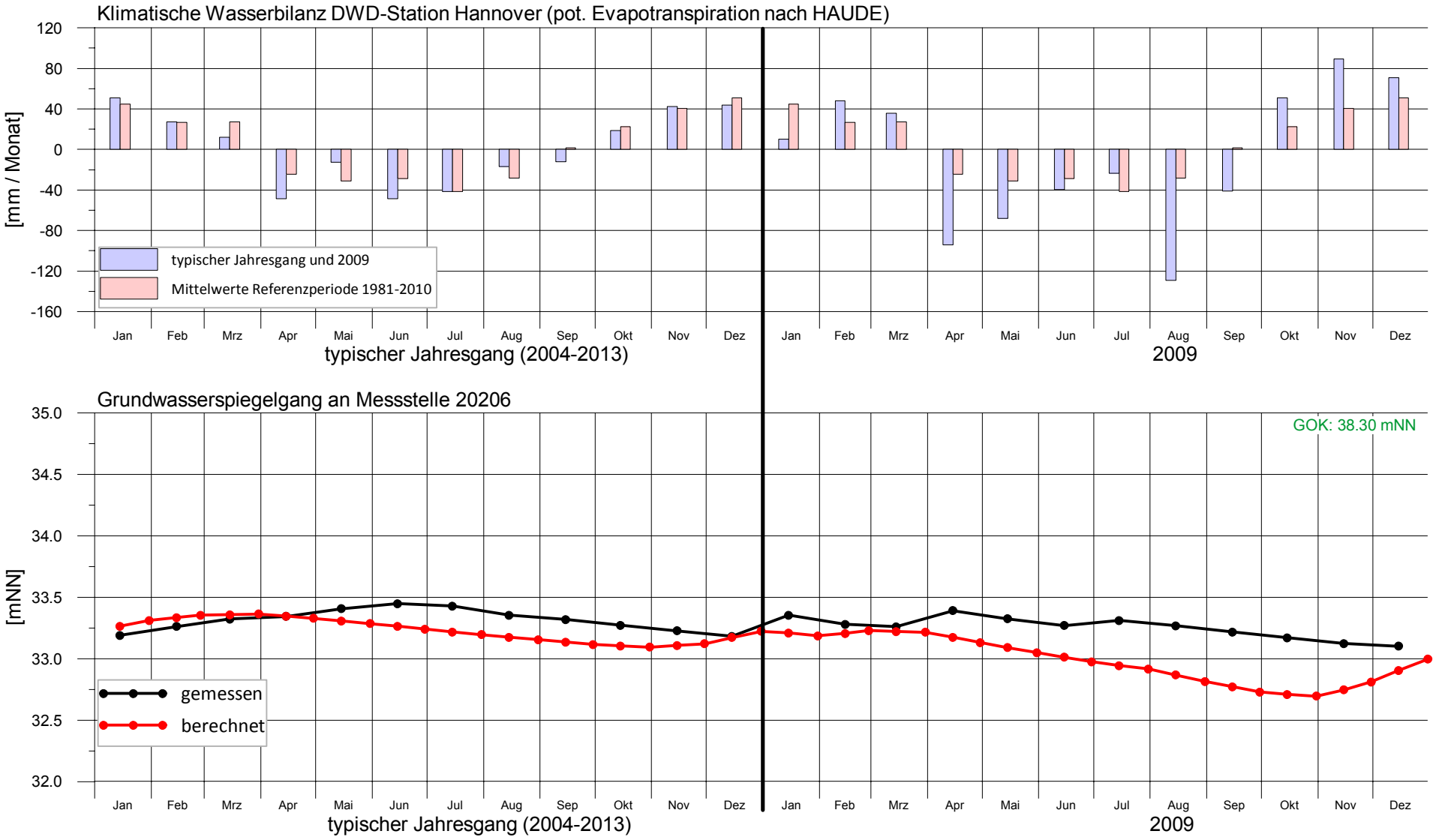
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20206
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,0 km nordöstlich Brunnen 11, Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.027

enercity positive energie

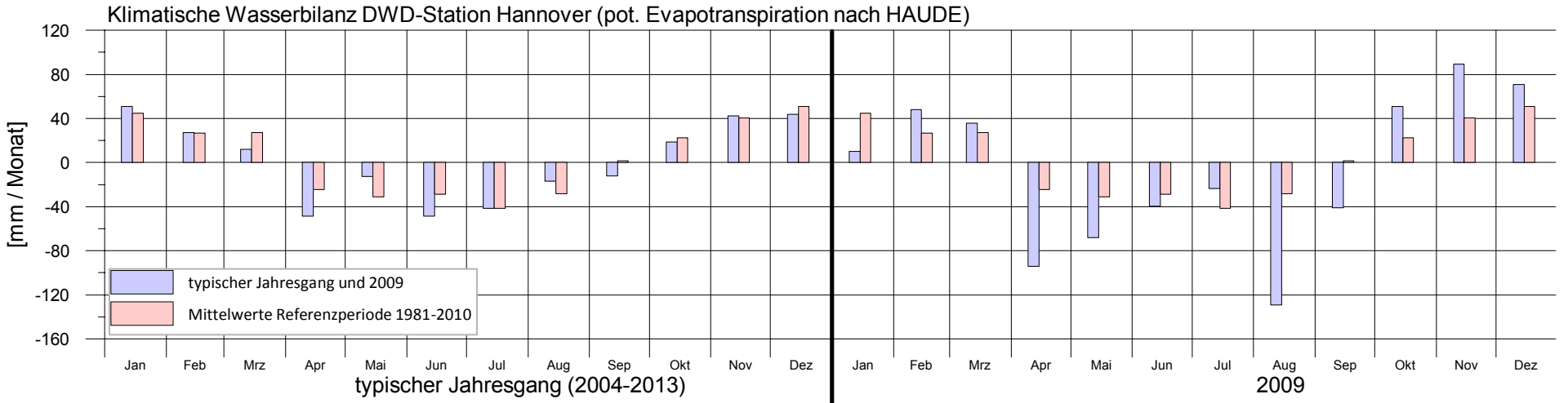
Harzwasserwerke

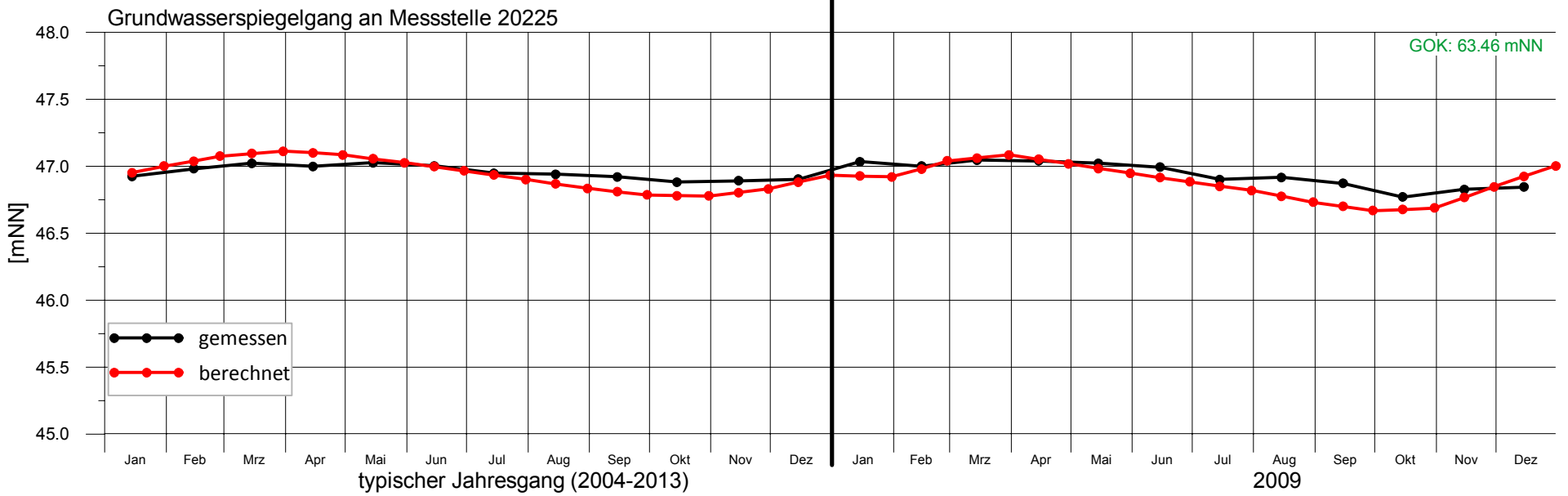
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20225
- Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb der Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.028

enercity positive energie

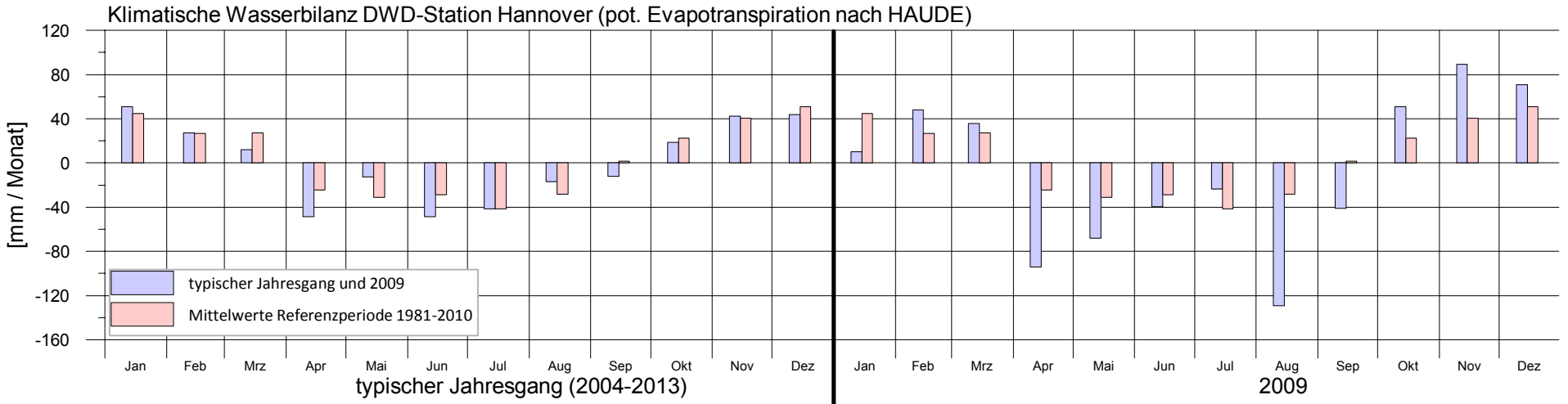
Harzwasserwerke

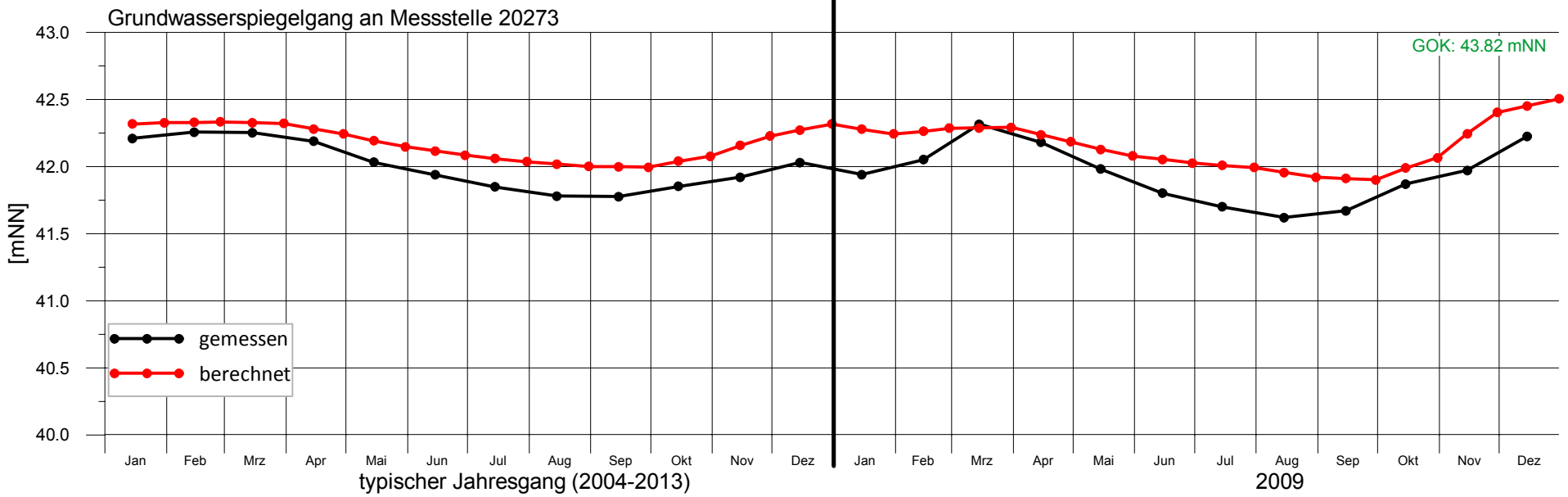
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20273
- Vergleich Messung / Rechnung -

Quellgebiet Große Beeke

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.029

enercity positive energie

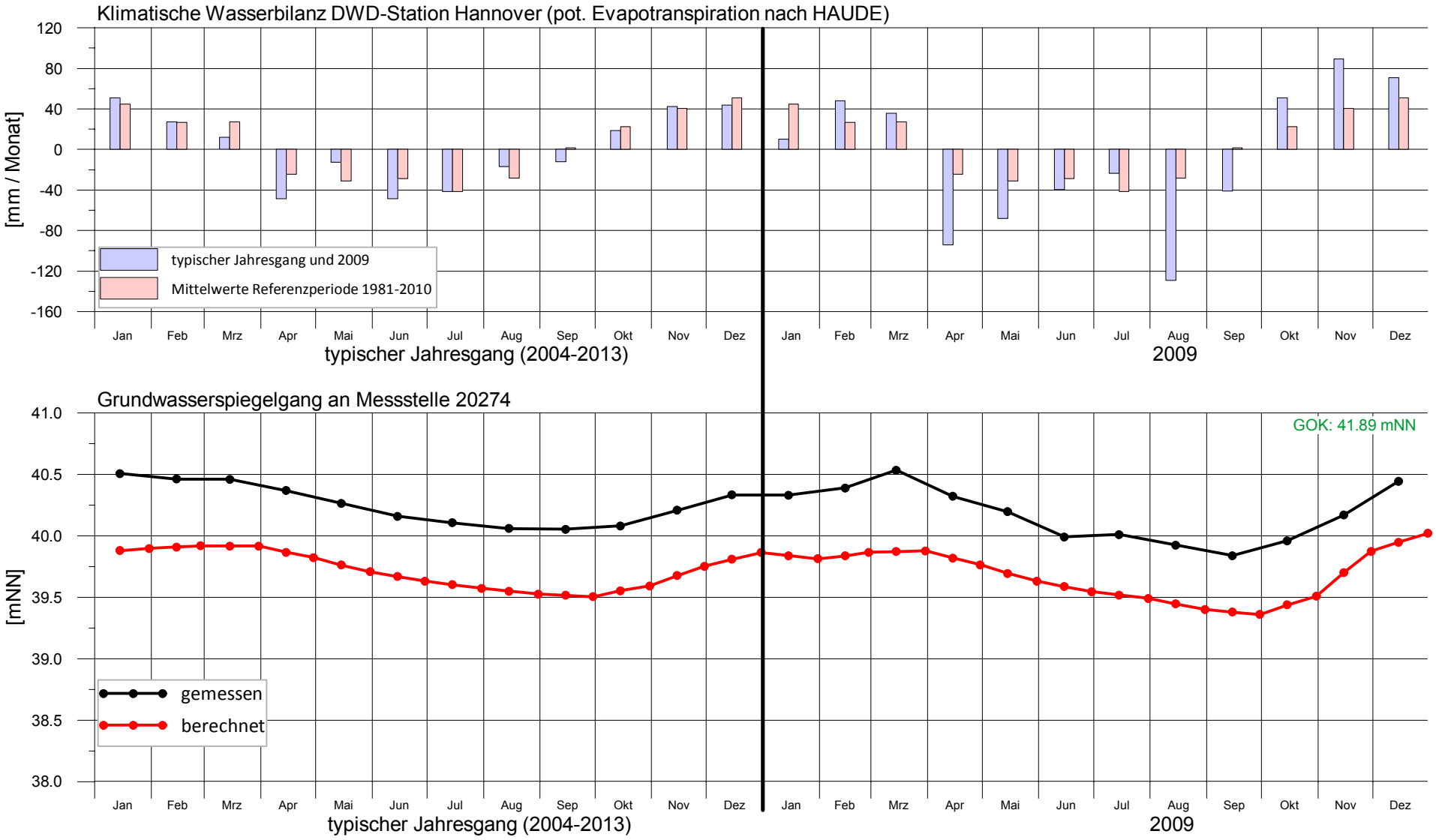
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20274
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,1 km südlich Brunnen 14, Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.030

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

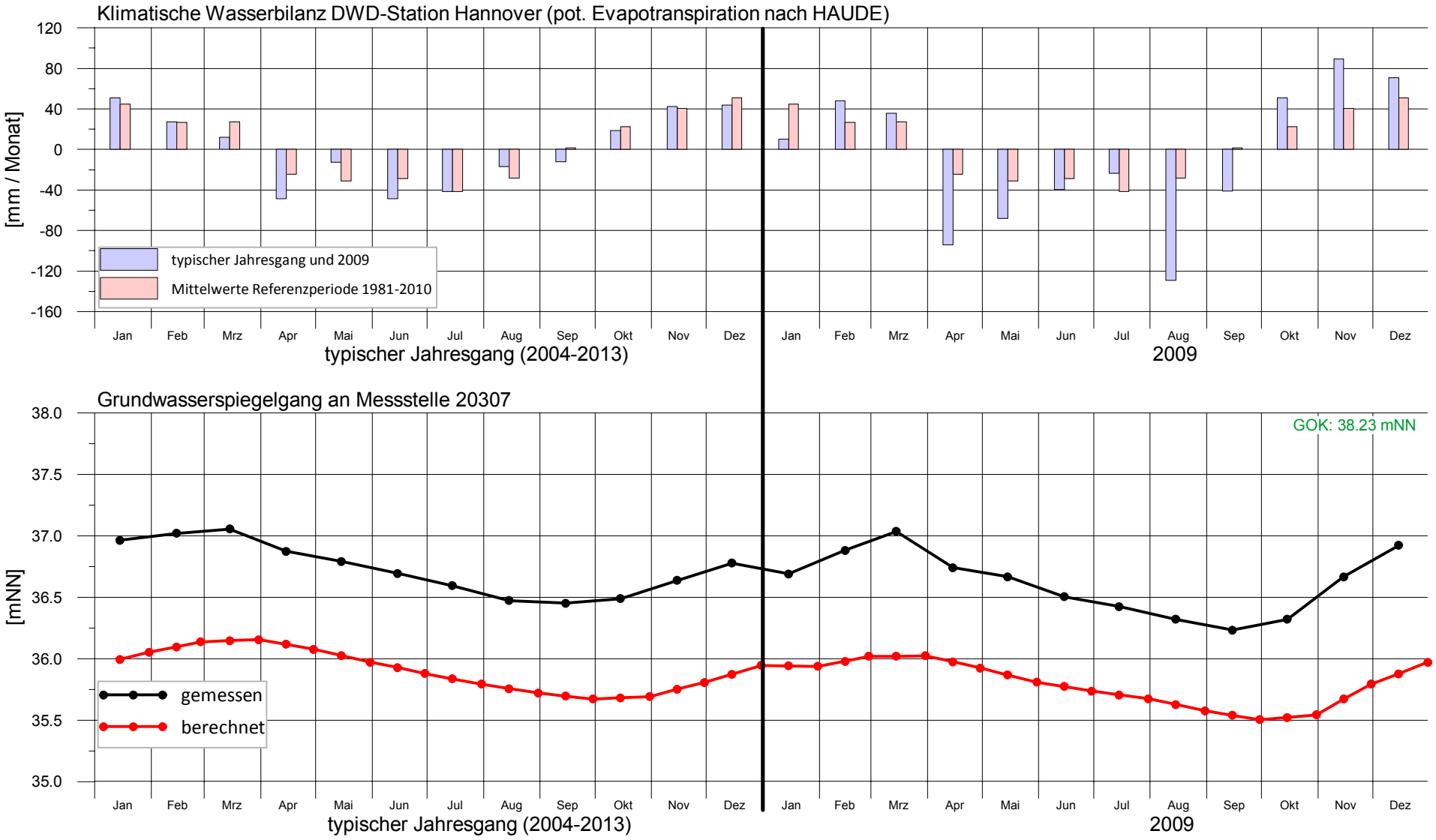
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20307
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,3 km südöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.031

enercity positive energie

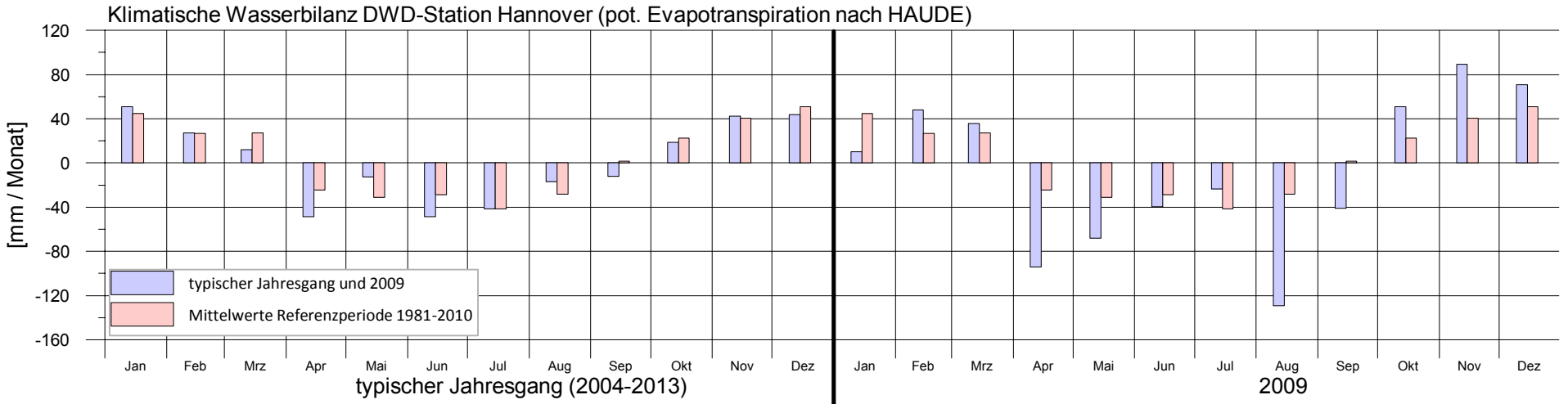
Harzwasserwerke

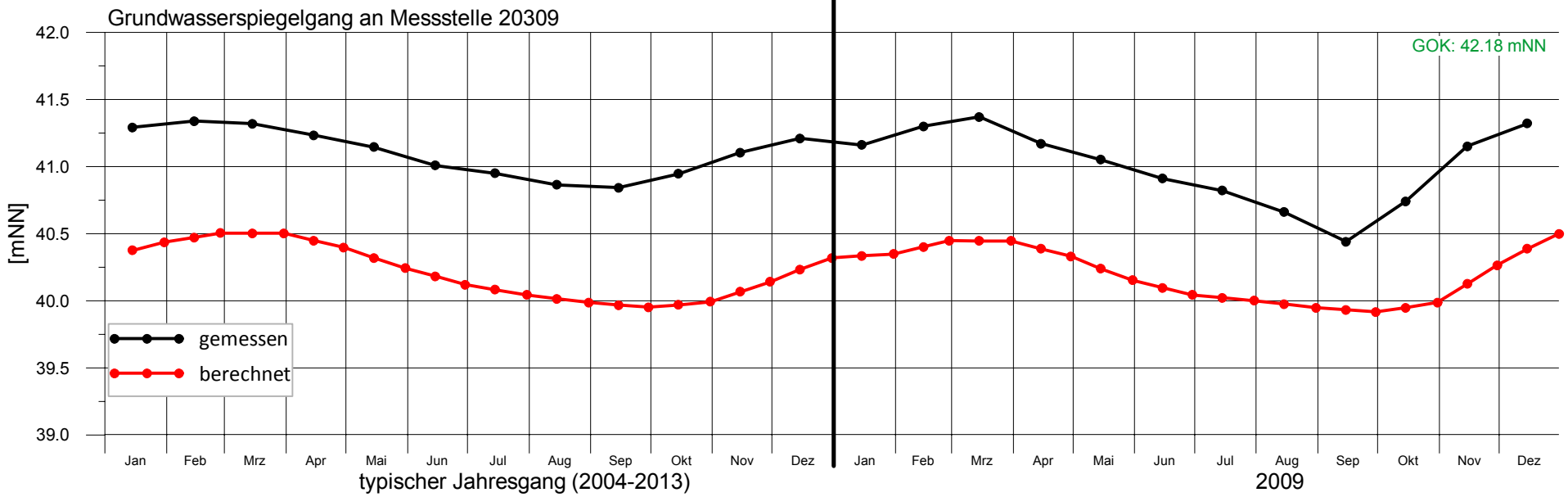
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20309
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,0 km nordwestlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.032

enercity positive energie

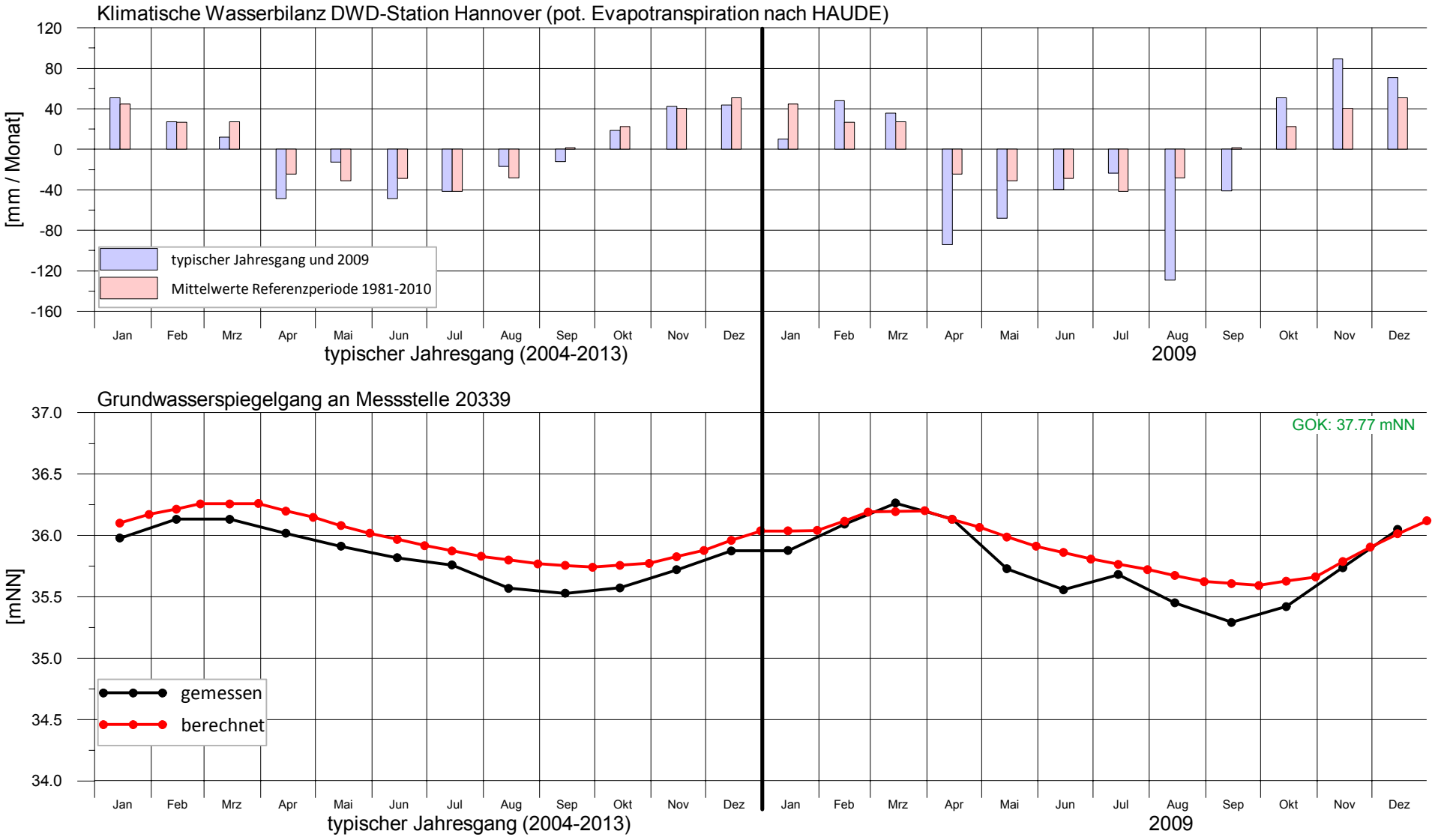
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20339
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,5 km nordöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.033

enercity positive energie

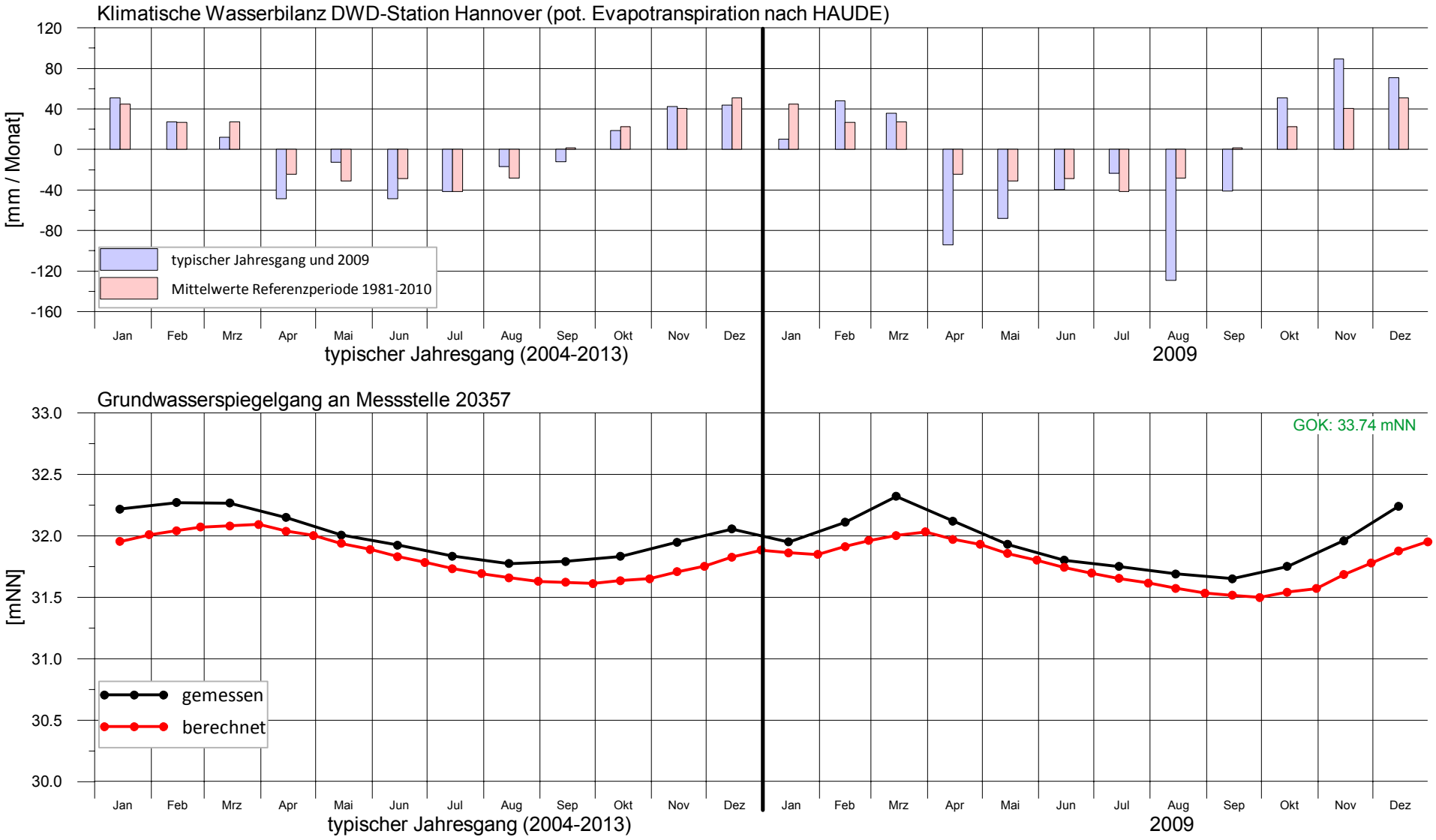
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20357
- Vergleich Messung / Rechnung -

an der Wietze auf Höhe der Wulbeck-Mündung

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.034

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

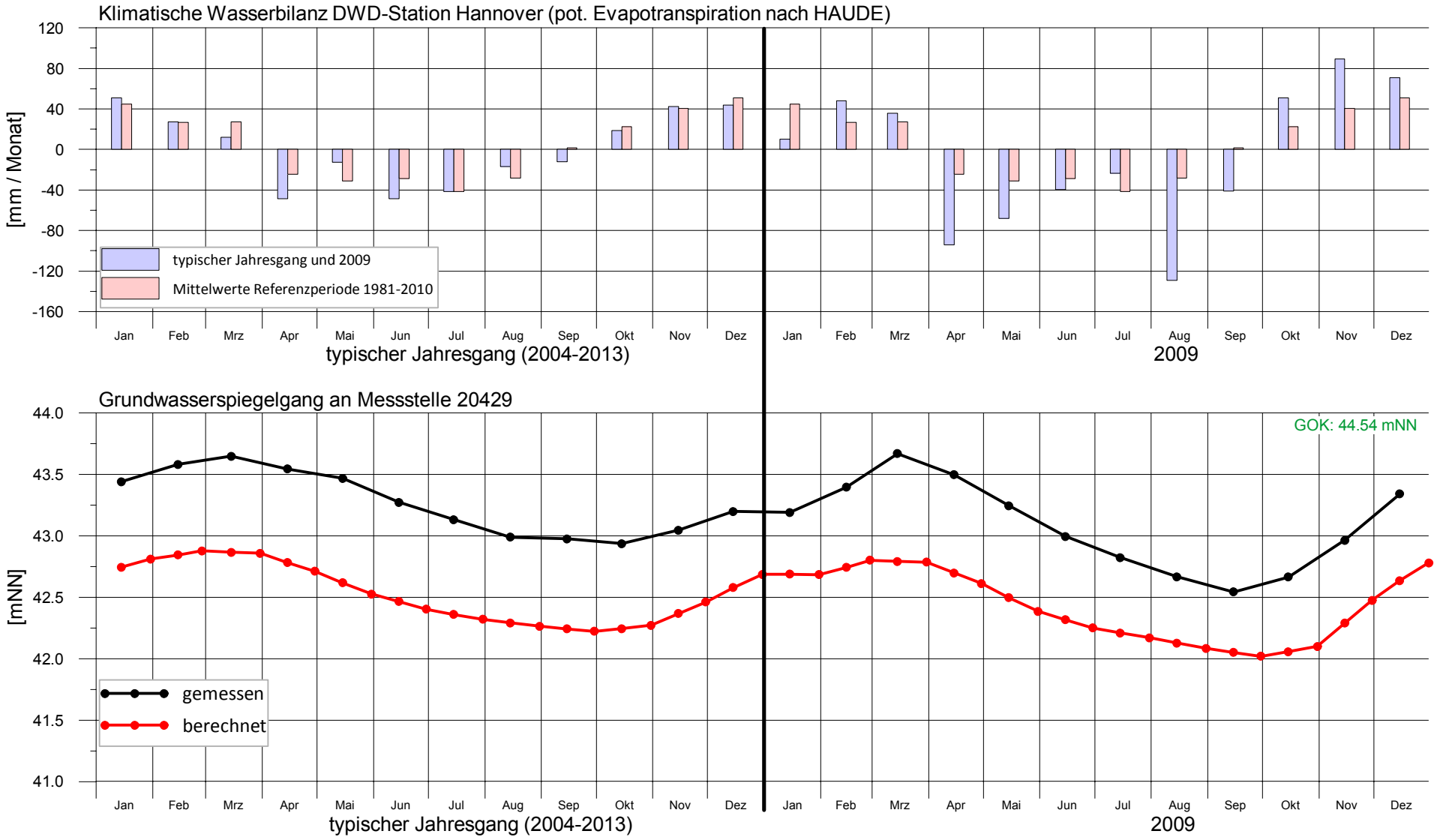
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20429
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7 km südlich Brunnen 2, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.035

enercity positive energie

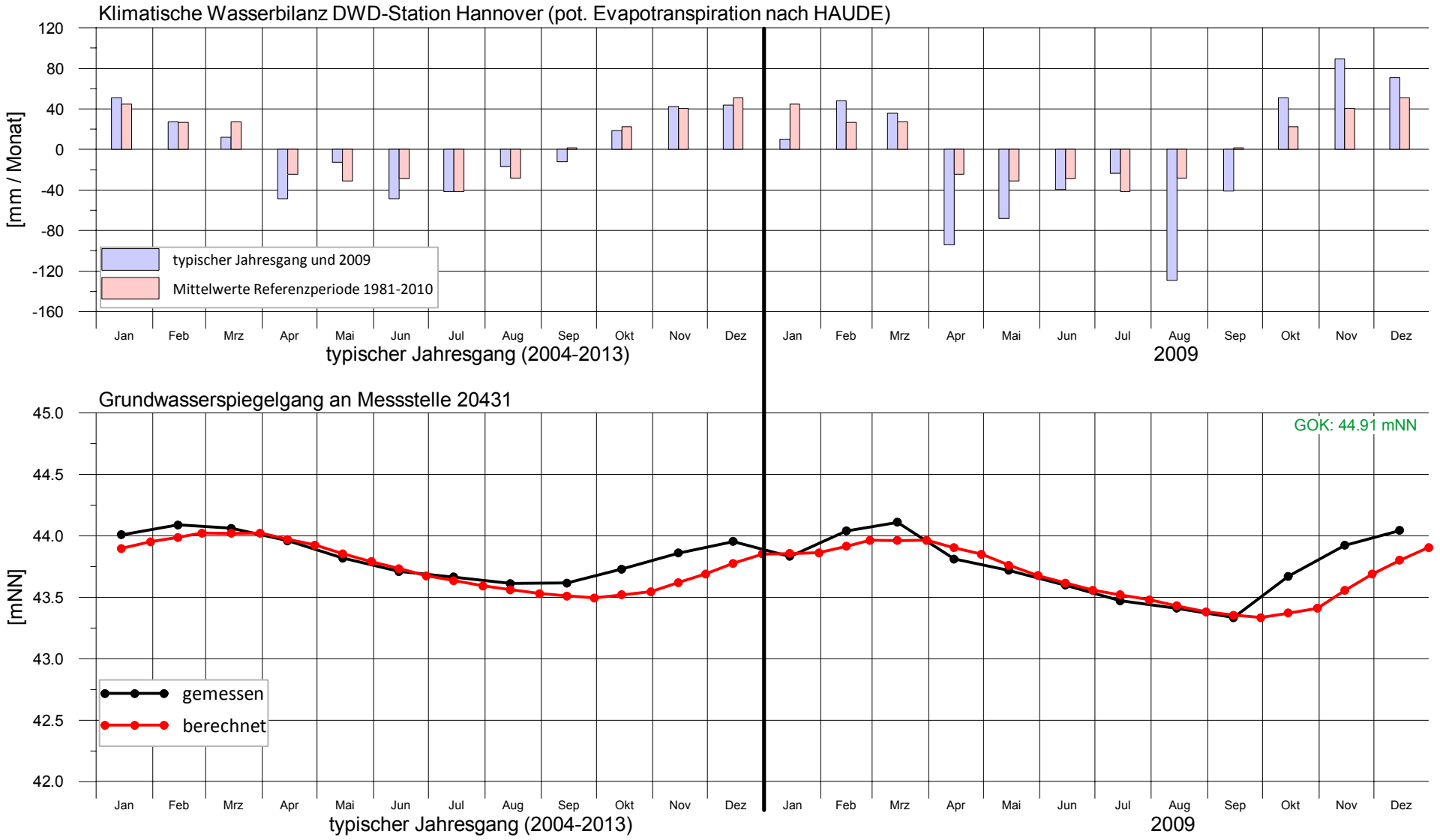
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20431
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,8 km westlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.036

enercity positive energie

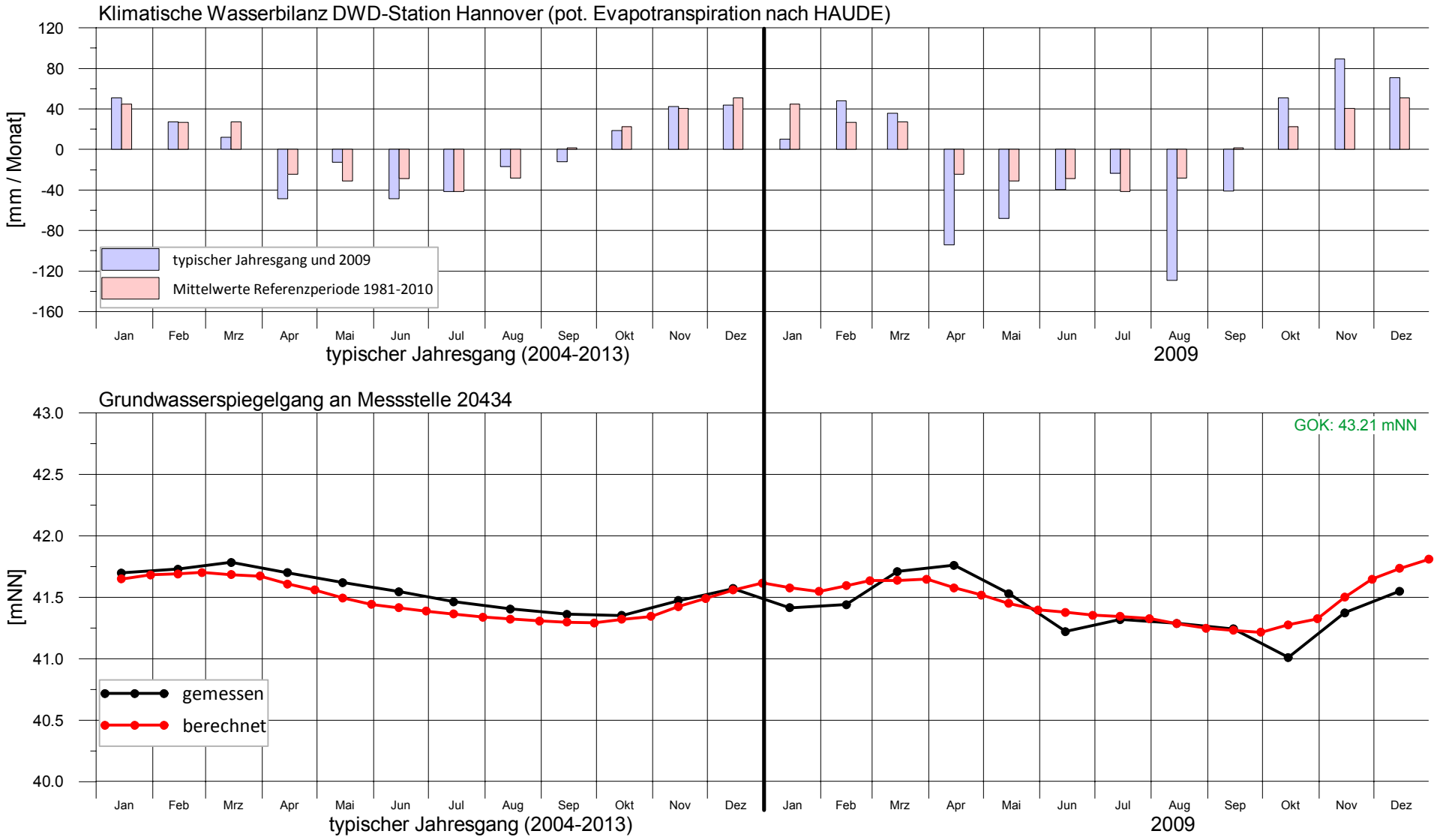
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20434
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,7 km südlich Brunnen 4, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.037

enercity positive energie

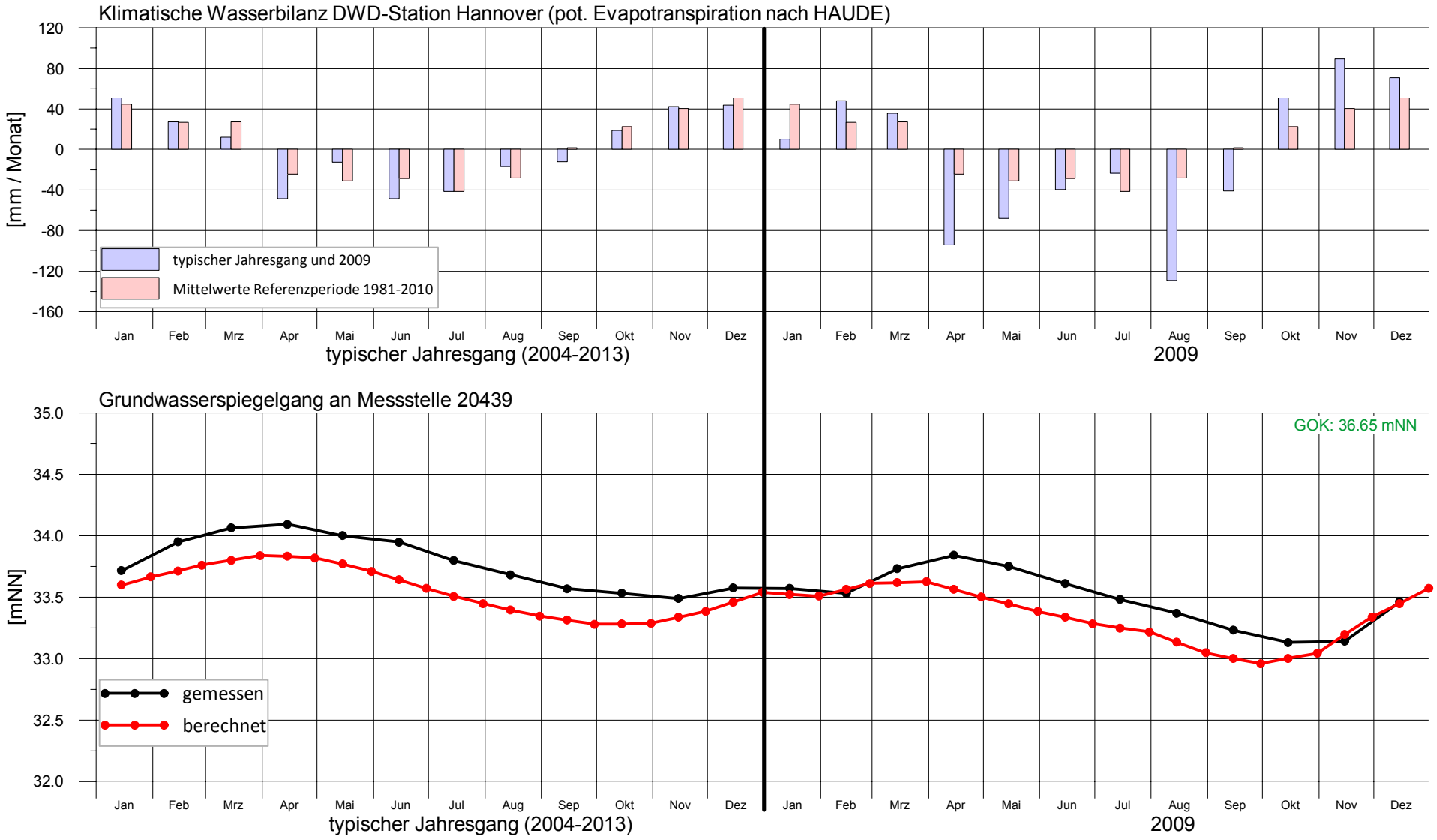
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20439
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,0 km südlich Brunnen 1, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.038

enercity positive energie

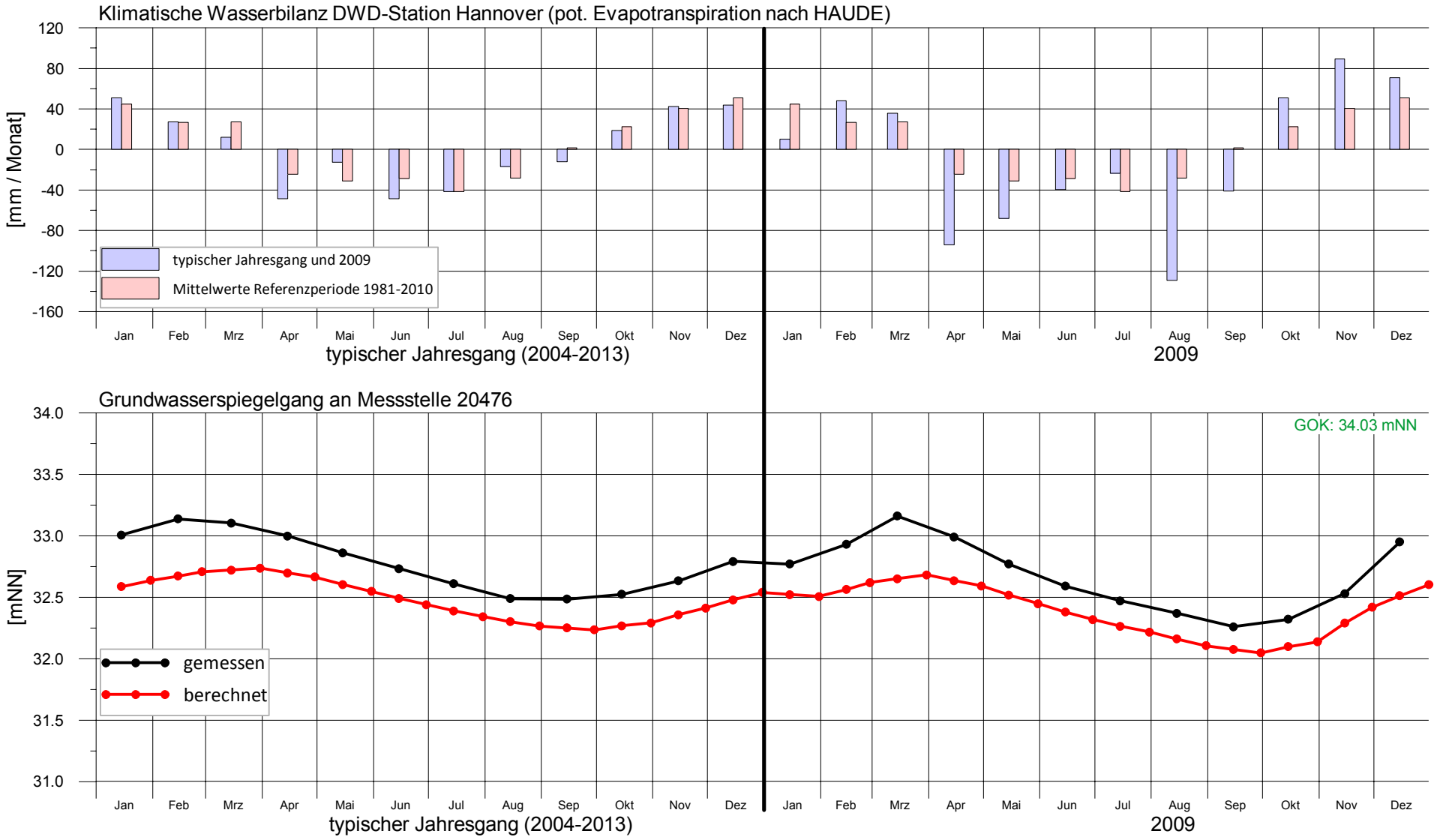
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20476
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,9 km nördlich Brunnen 1, Fassung Fuhrberger Feld (an der Wulbeck)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.039

enercity positive energie

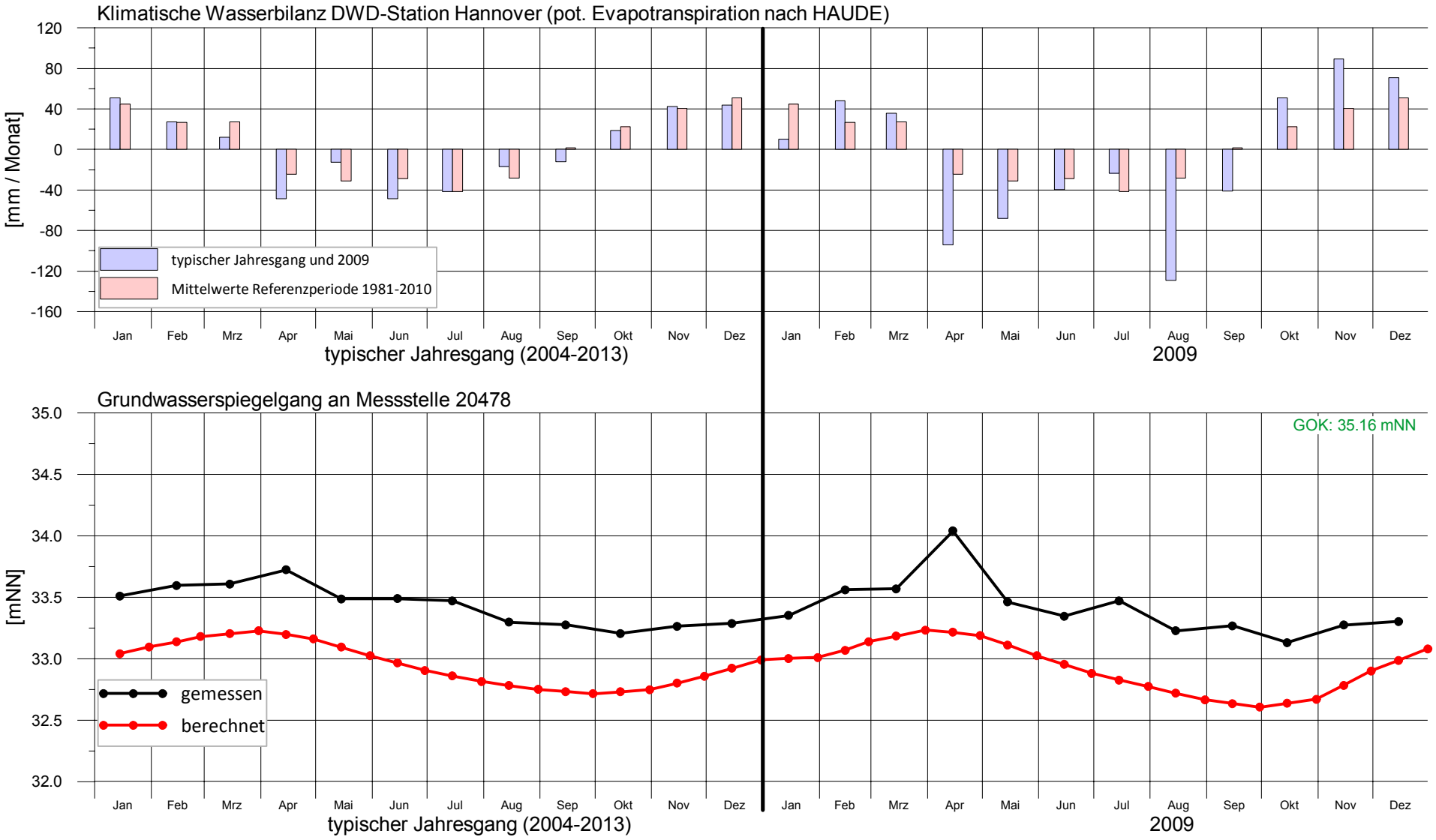
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20478
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,4 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.040

enercity positive energie

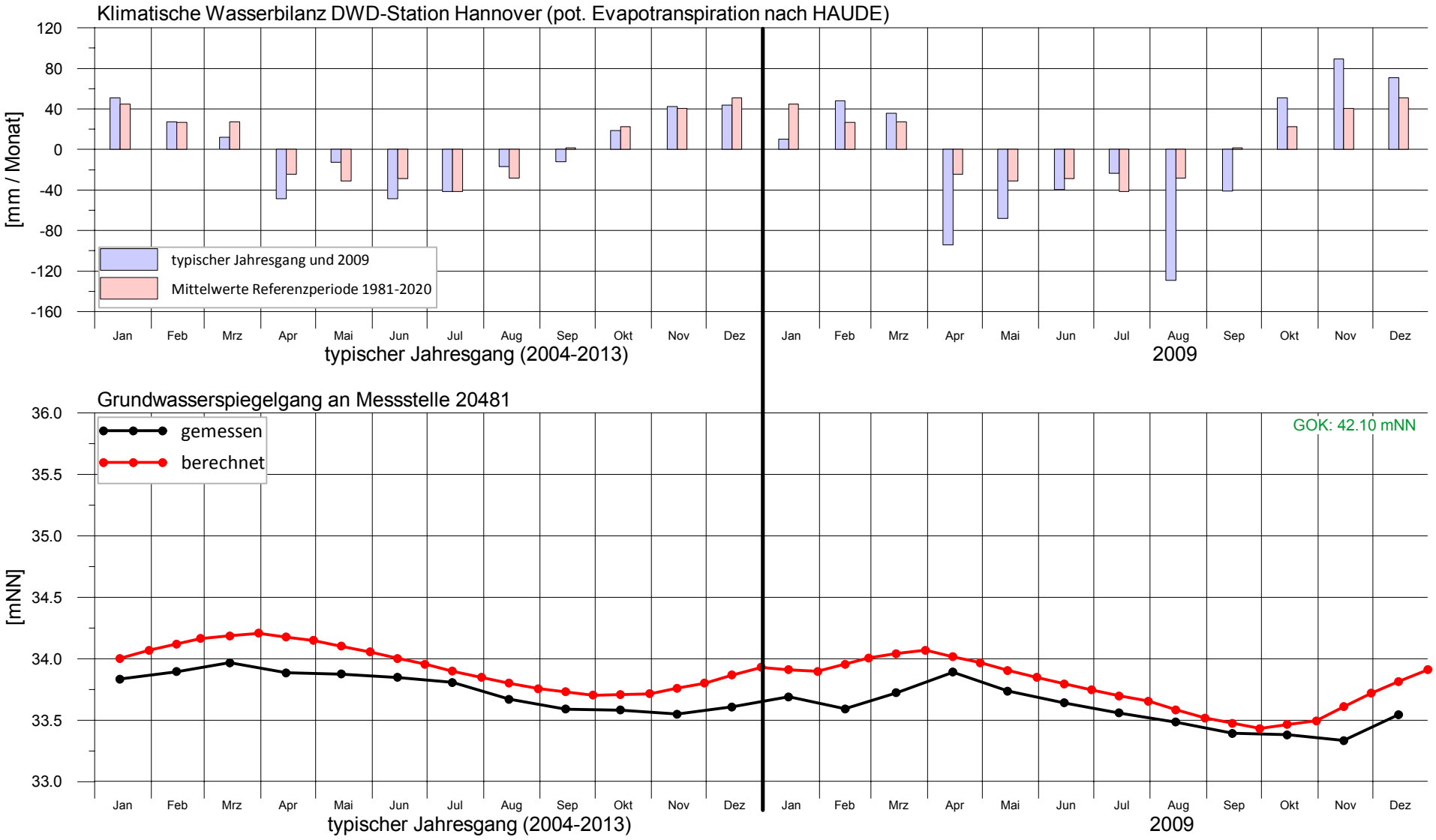
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20481
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,3 km östlich Brunnen 12, Fassung Elze (an der Wietze)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



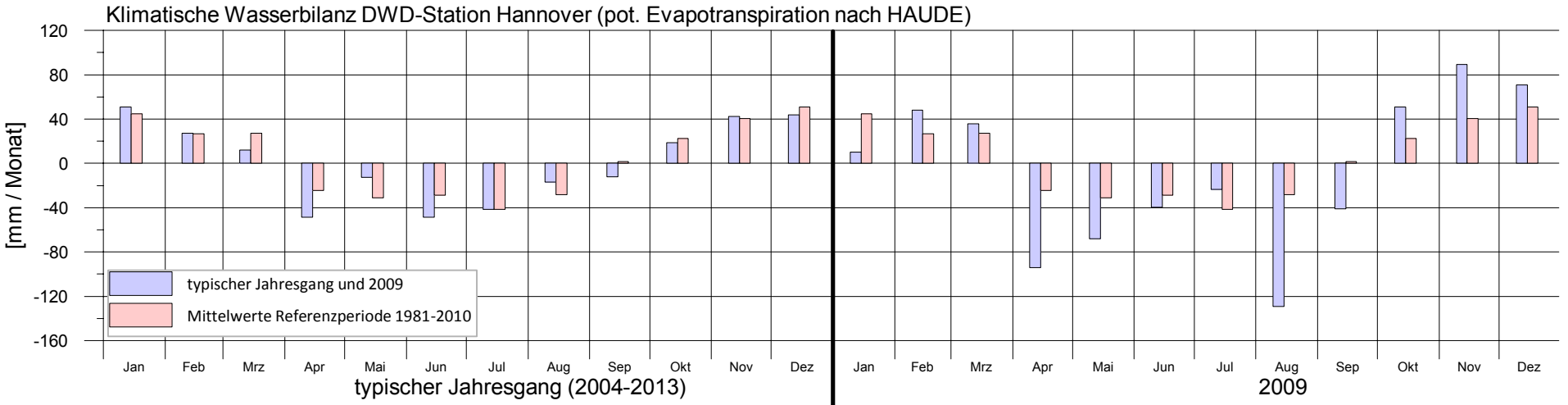
Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

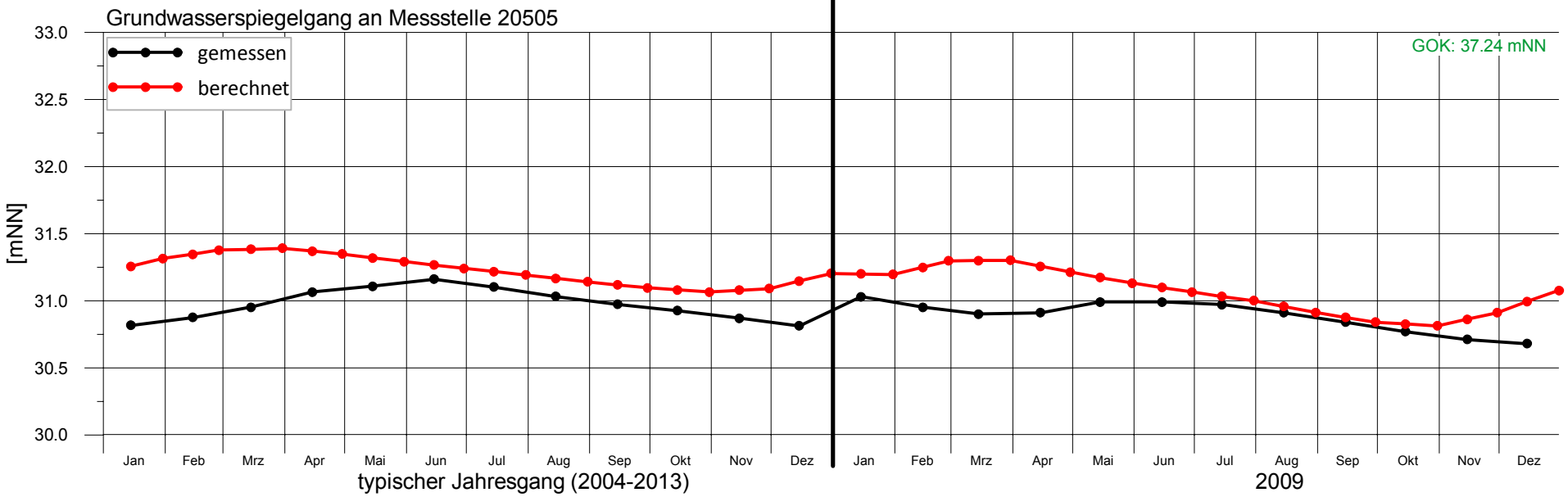
Anlage 15.041

enercity positive energie
Harzwasserwerke
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20505
- Vergleich Messung / Rechnung -
ca. 1,7 km südich Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.042

enercity positive energie

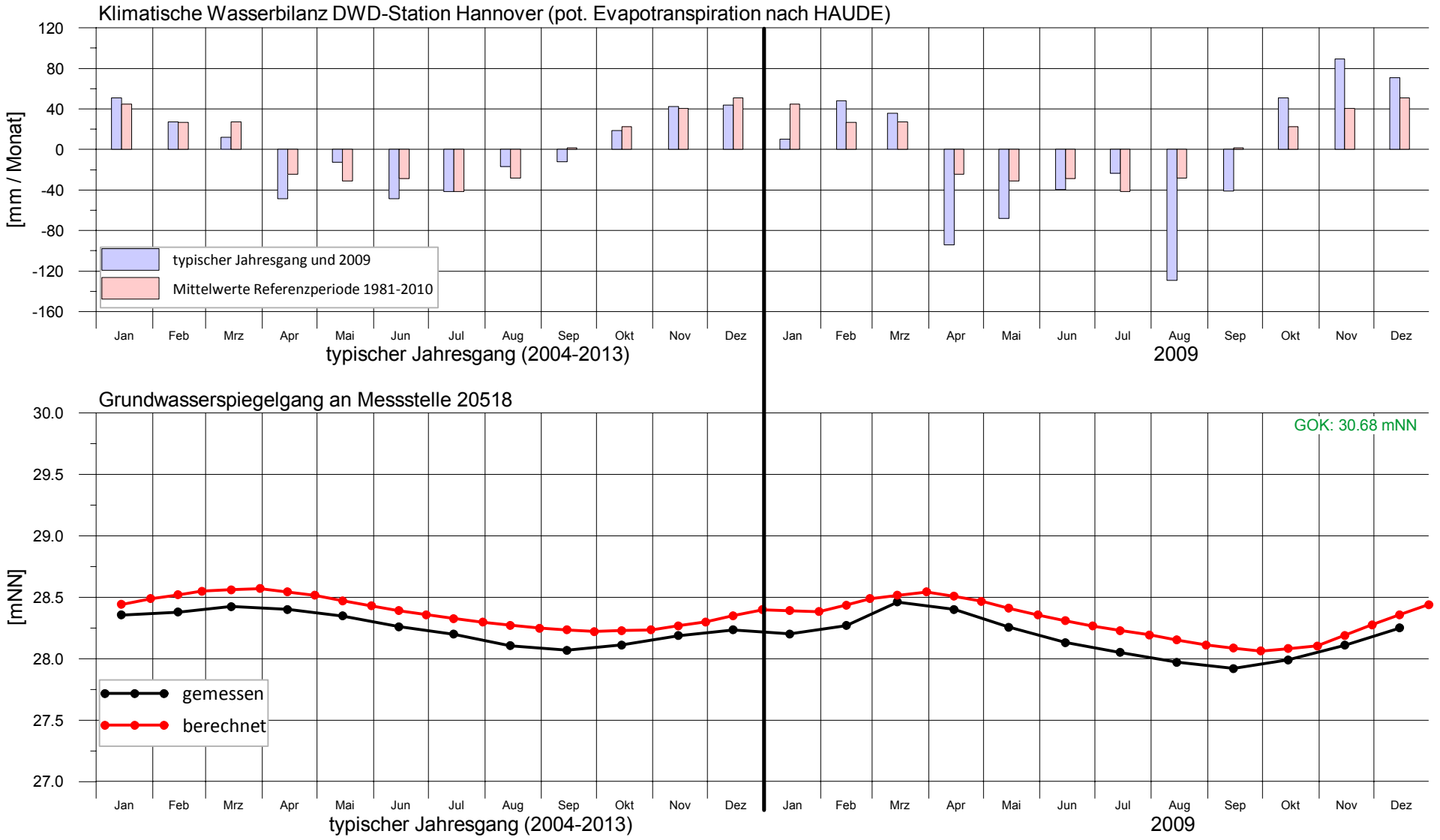
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20518 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,0 km nördlich Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.043

enercity positive energie

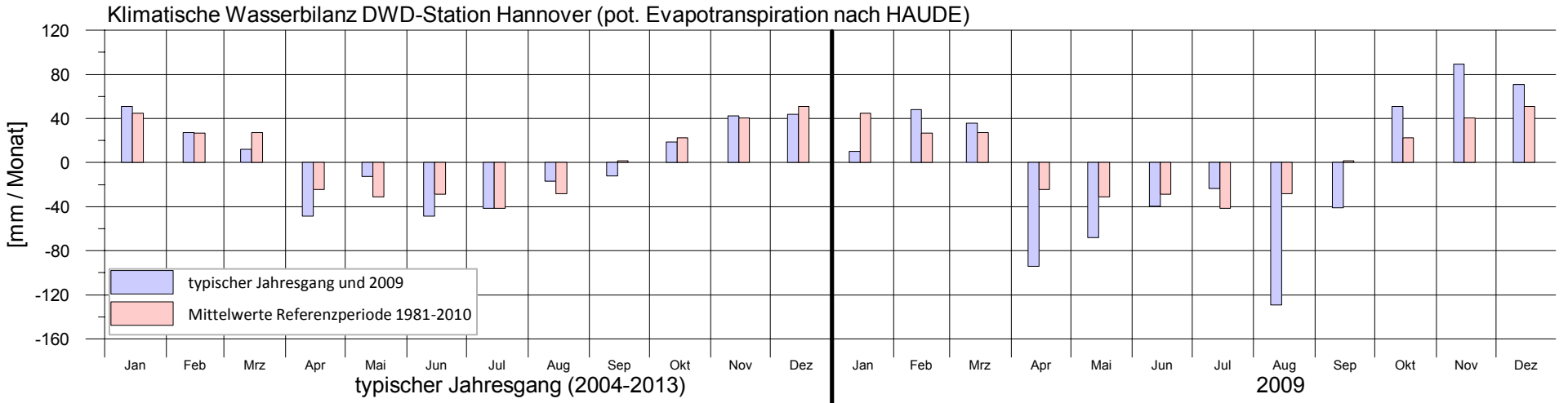
Harzwasserwerke

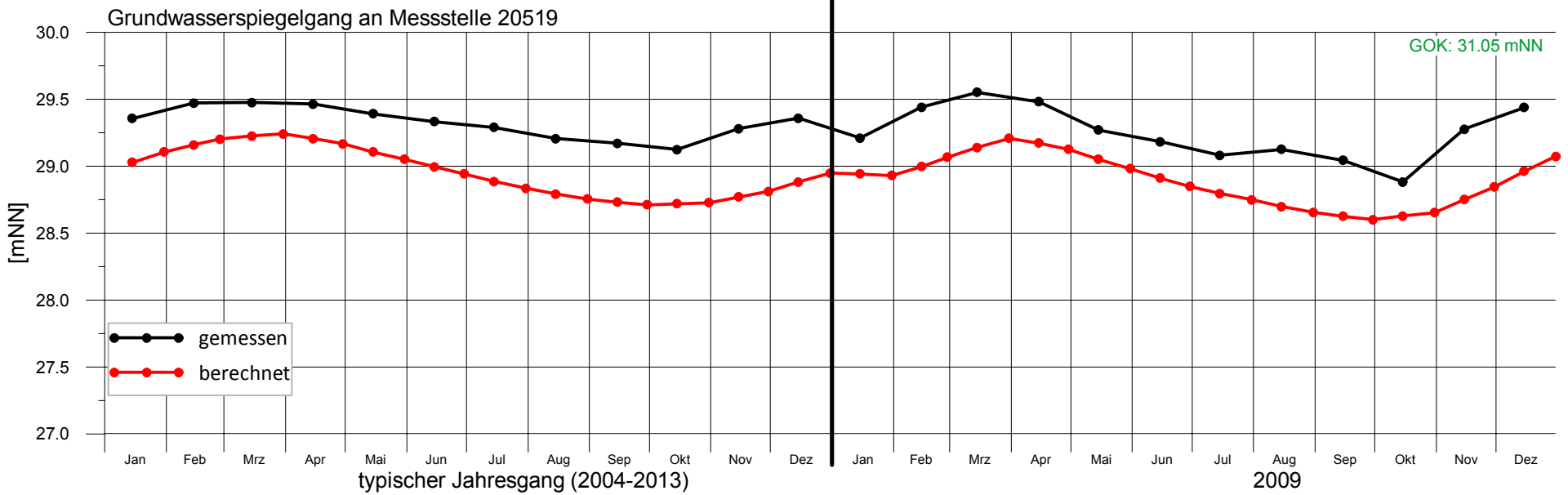
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20519
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 800 m

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.044

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

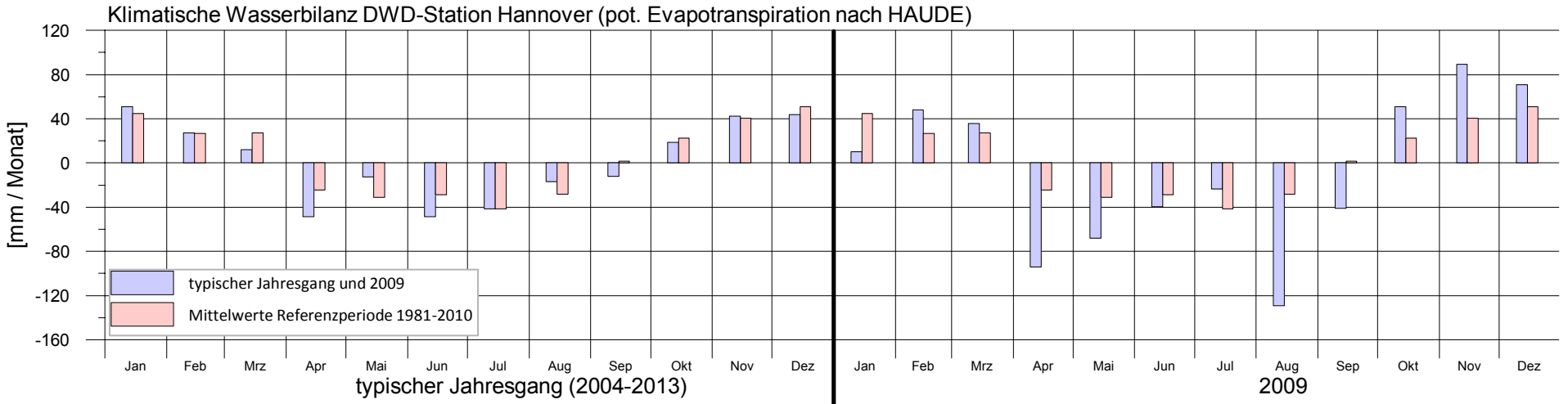
Harzwasserwerke

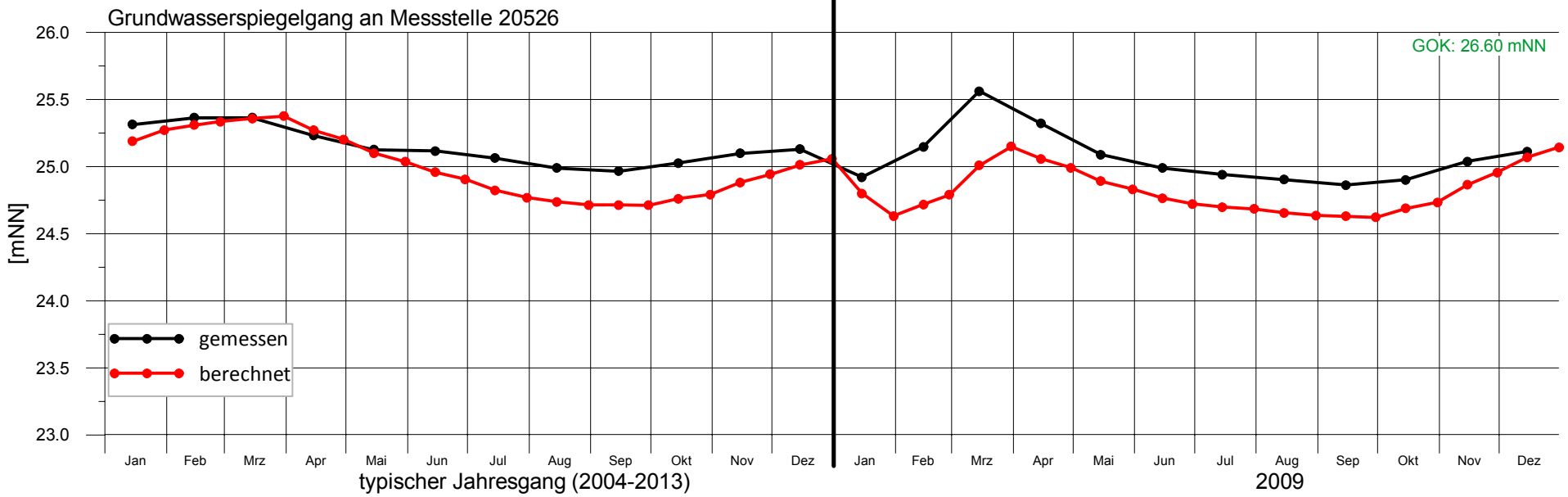
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20526
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 500 m

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.045

enercity positive energie

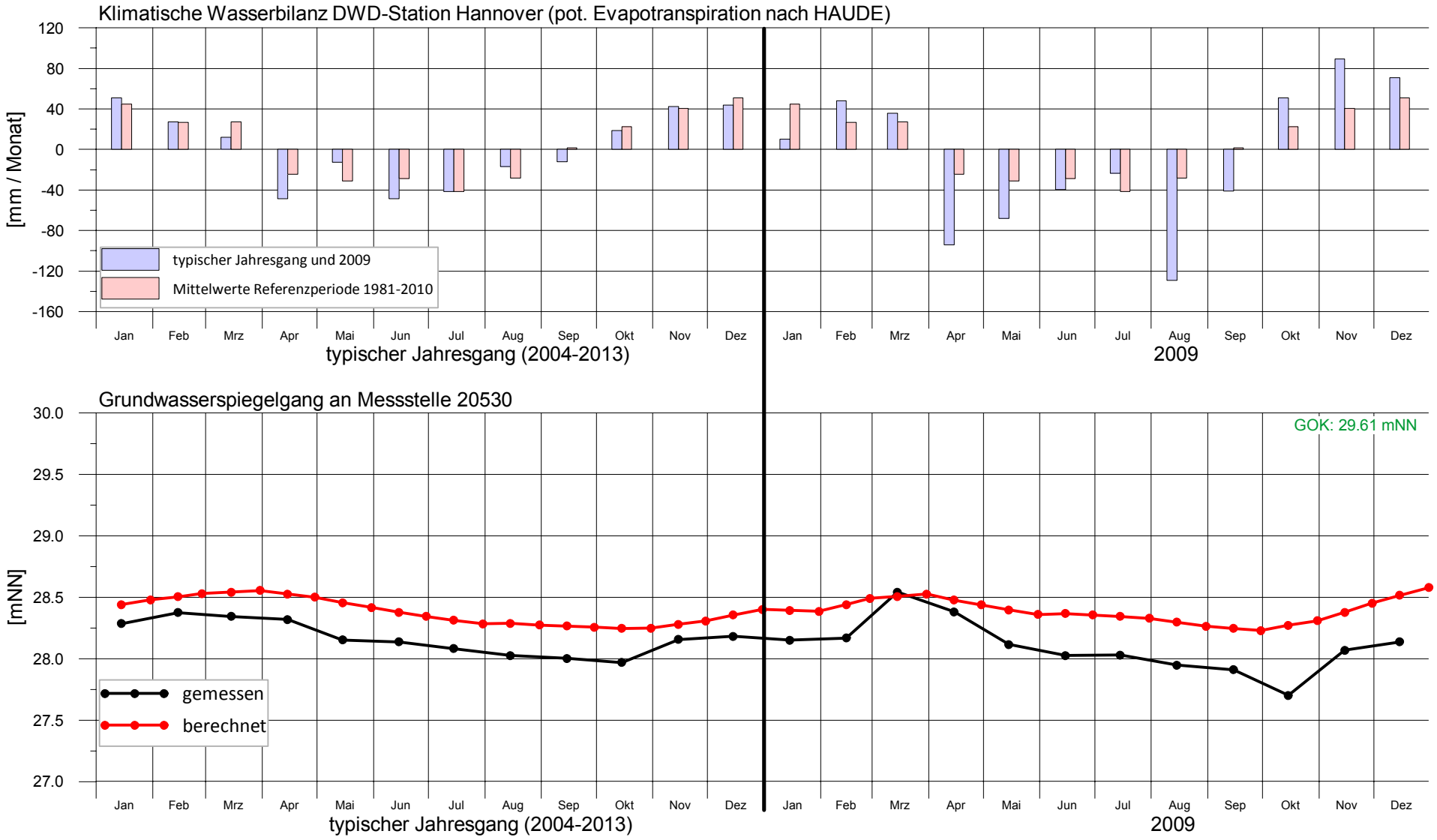
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20530
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,3 km nördlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.046

enercity positive energie

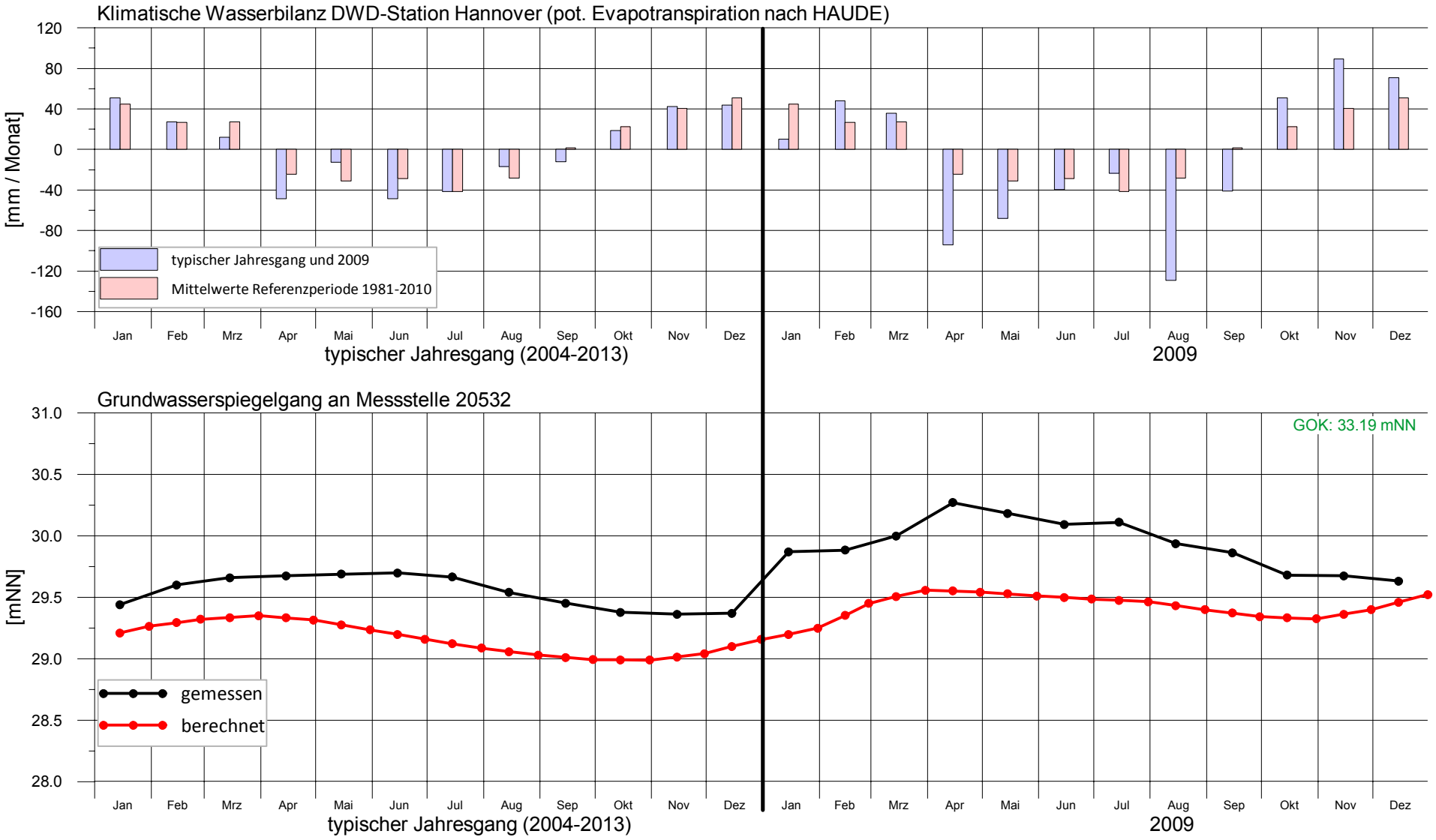
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20532
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,1 km nördlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.047

enercity positive energie

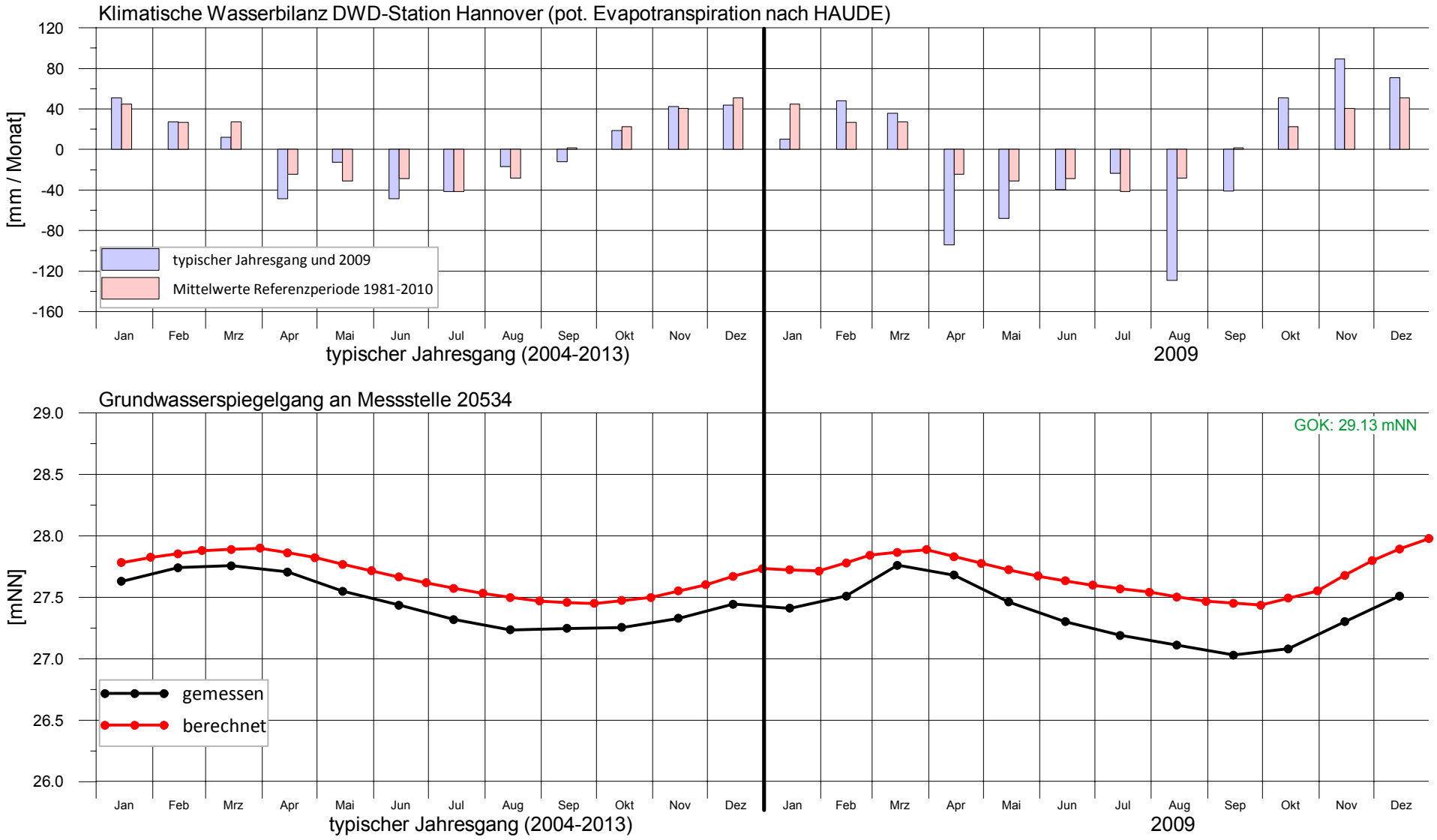
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20534
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,2 km nördlich Brunnen 2, Fassung Lindwedel (Nähe Aller)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.048

enercity positive energie

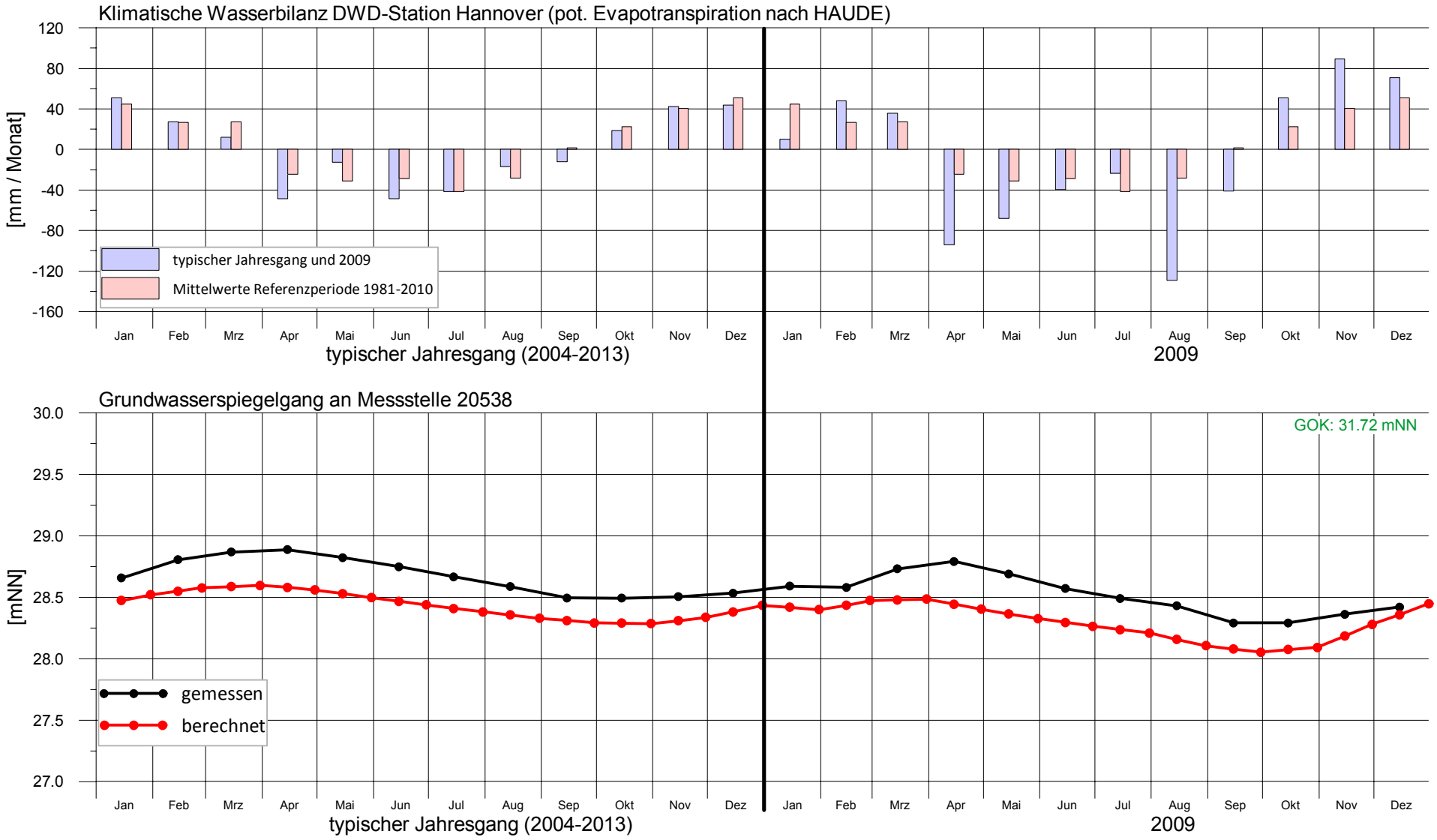
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20538
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,6 km nördlich Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.049

enercity positive energie

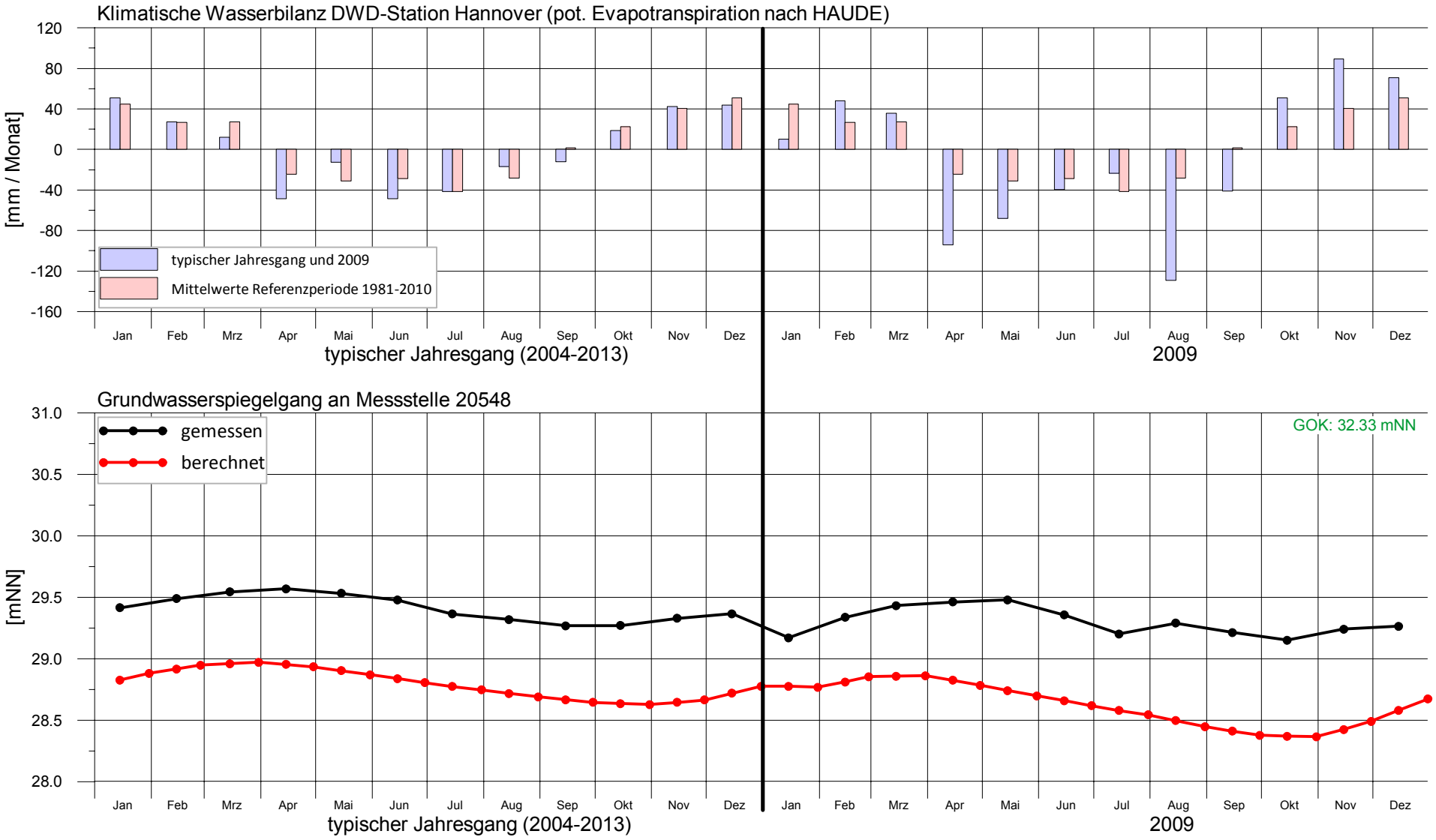
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20548
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,5 km nördlich Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.050

enercity positive energie

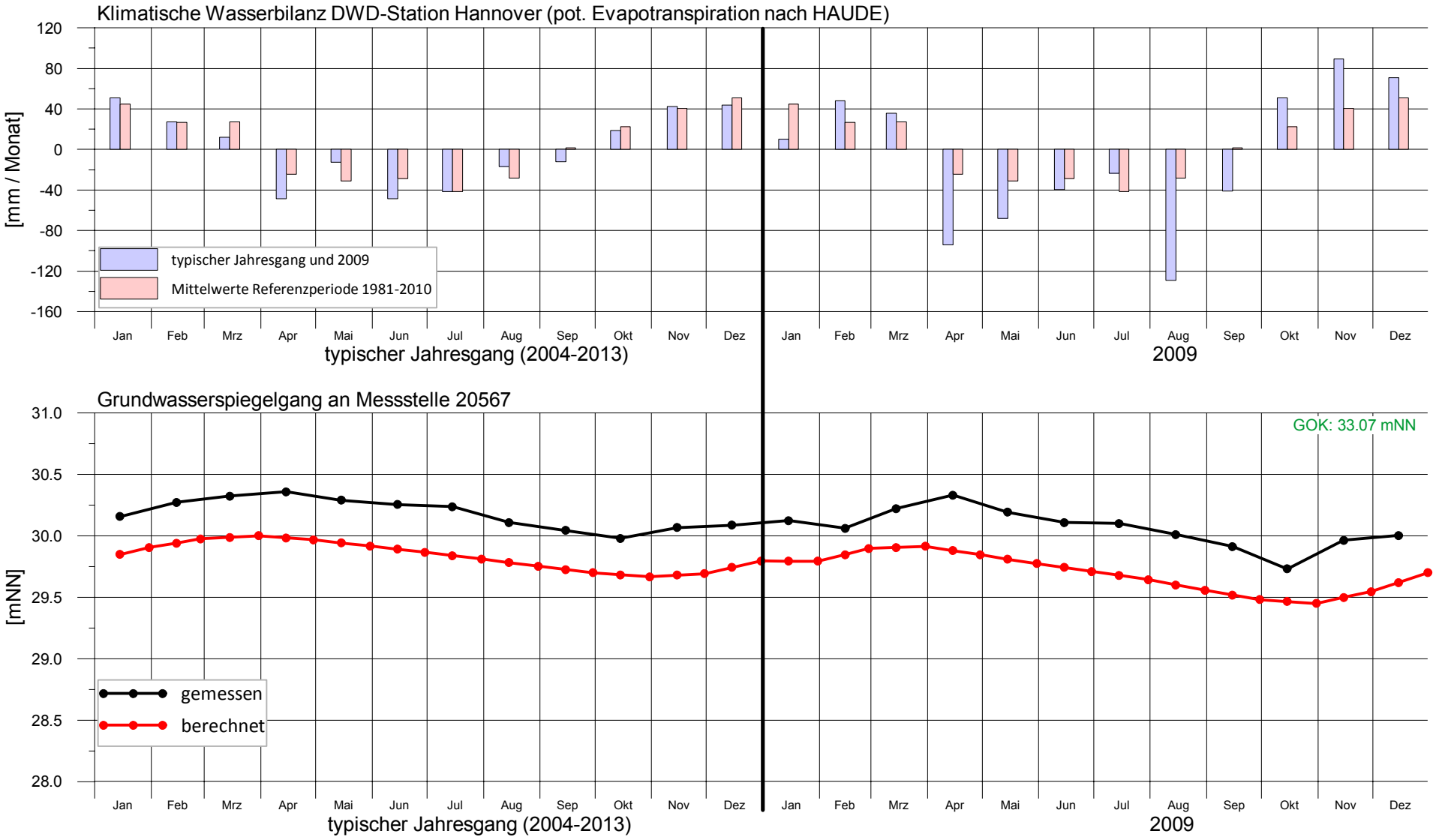
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20567
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,3 km nördlich Brunnen 63, Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.051

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

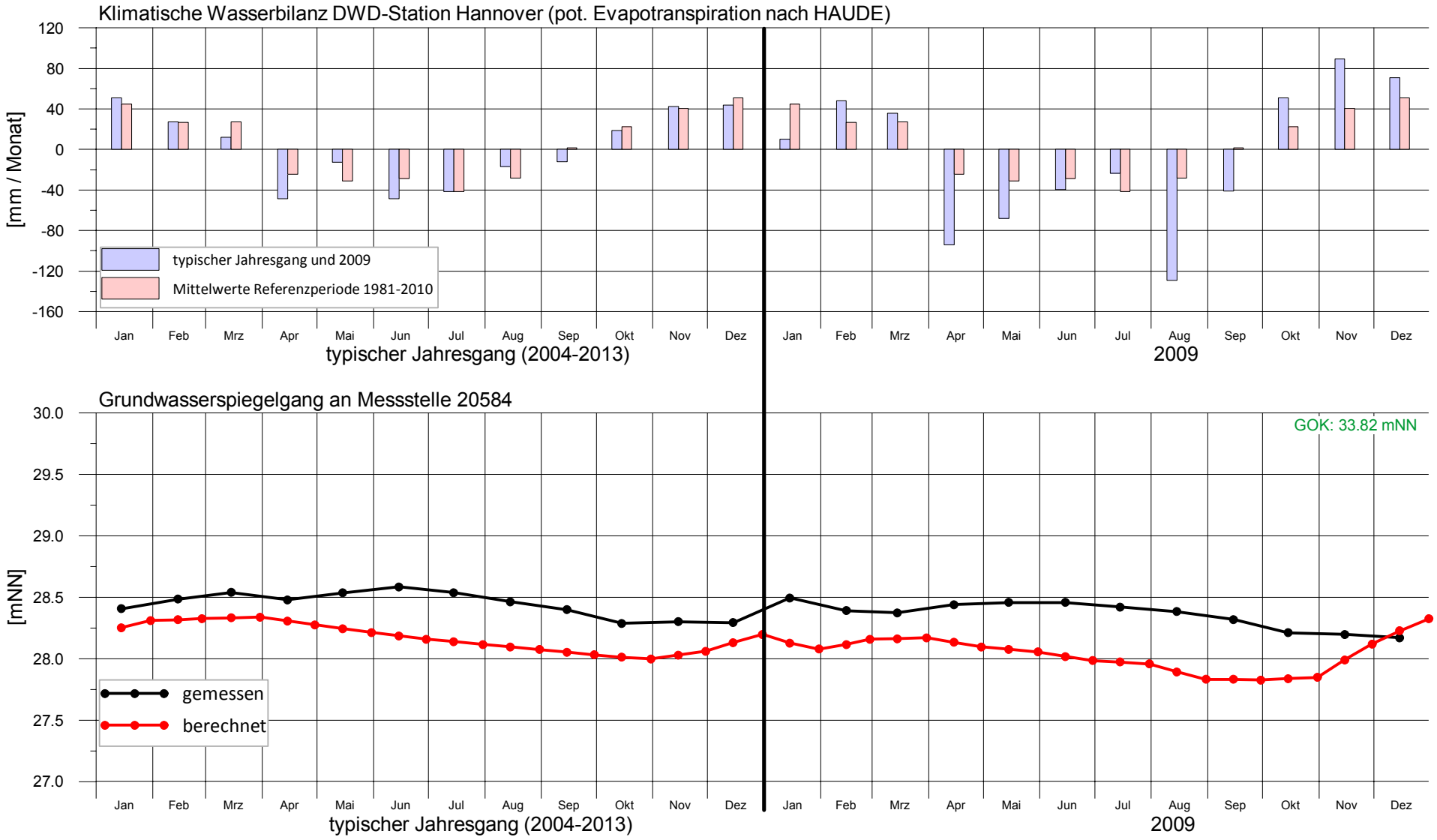
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20584
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 300 m nördlich Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.052

enercity positive energie

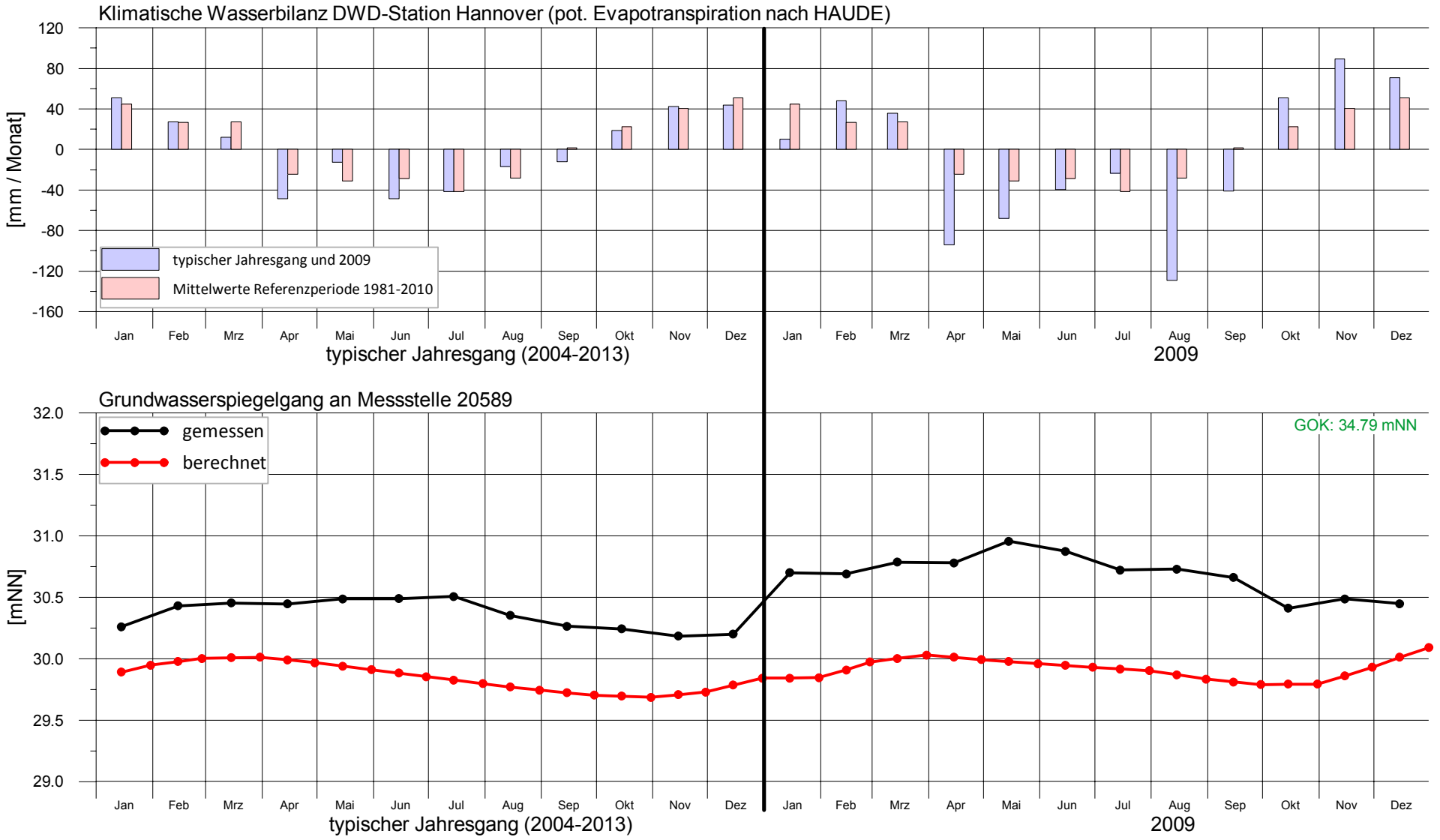
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20589
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 900 m südlich Fassung Berkhof

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.053

enercity positive energie

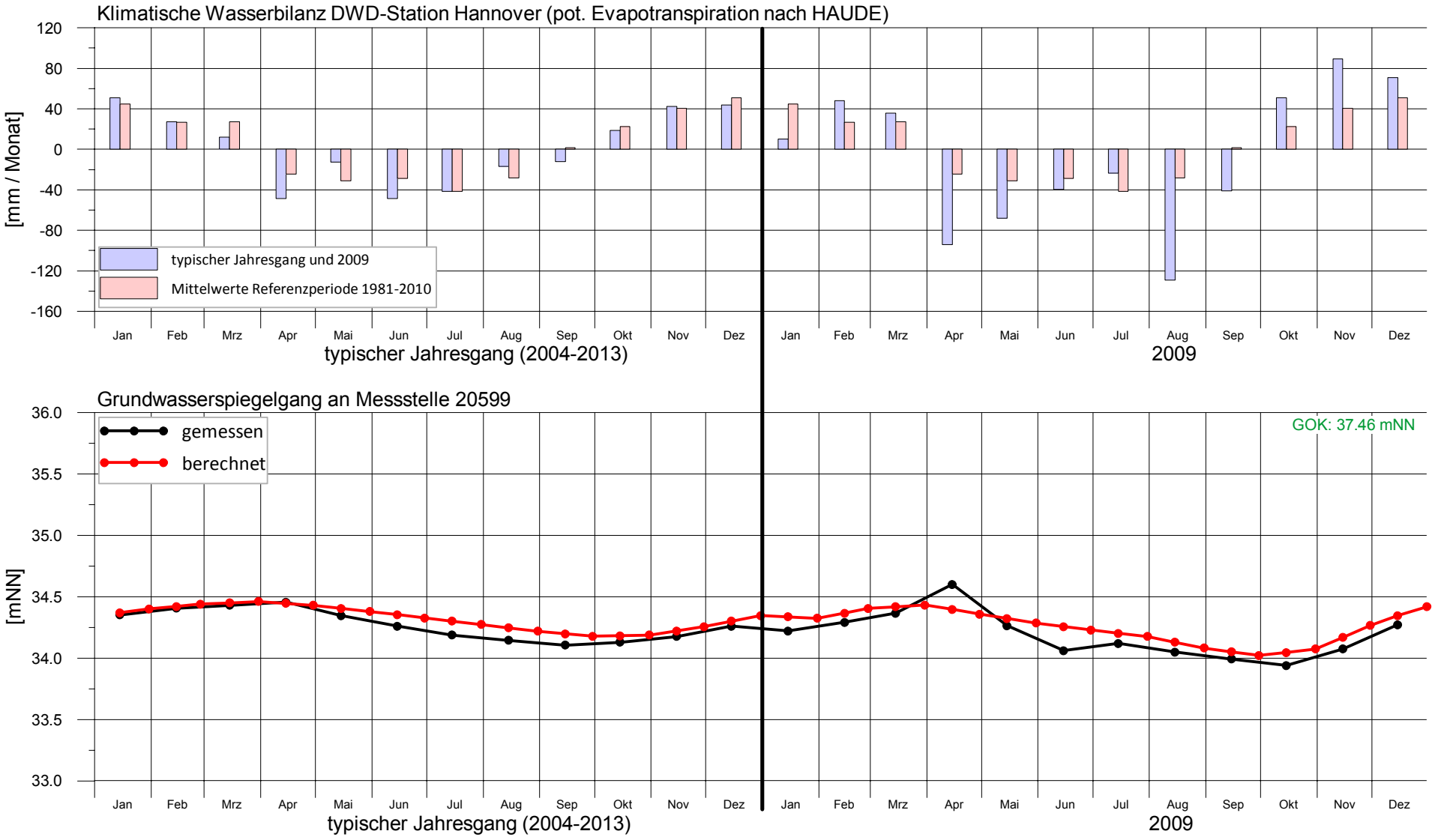
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20599
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,7 km südlich Brunnen 2, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.054

enercity positive energie

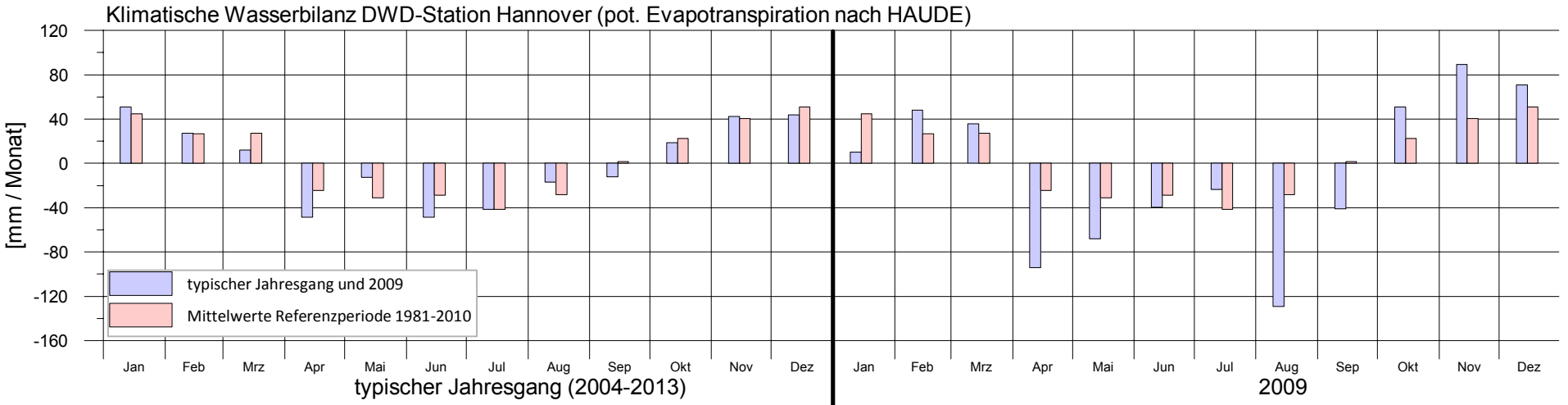
Harzwasserwerke

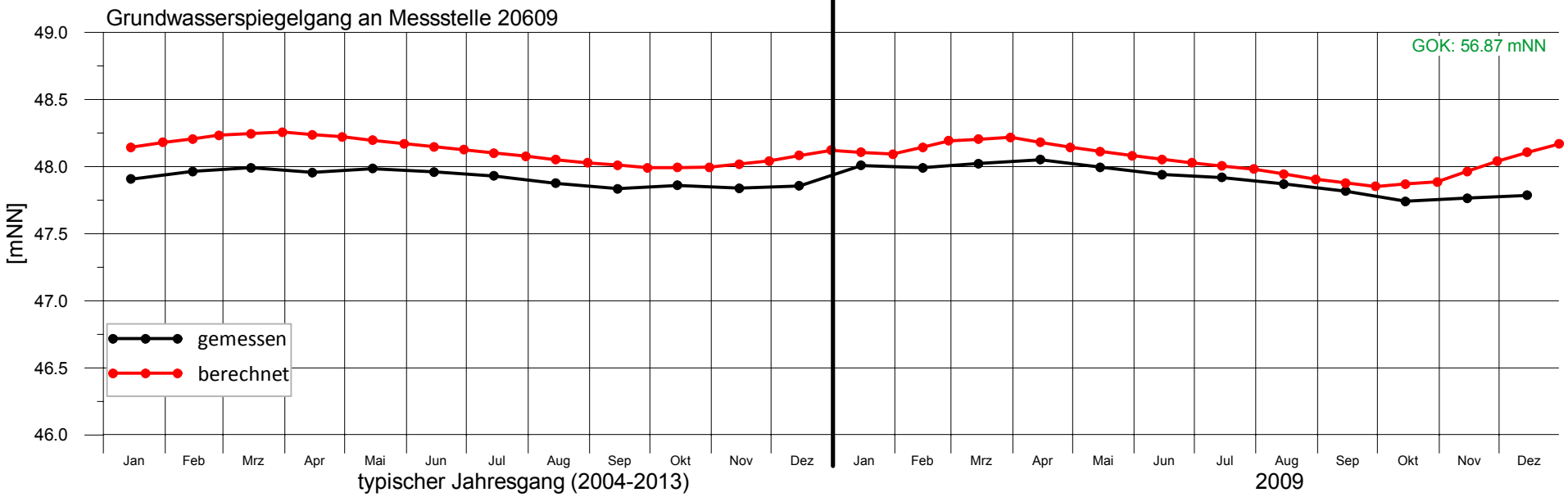
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20609
- Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.055

enercity positive energie

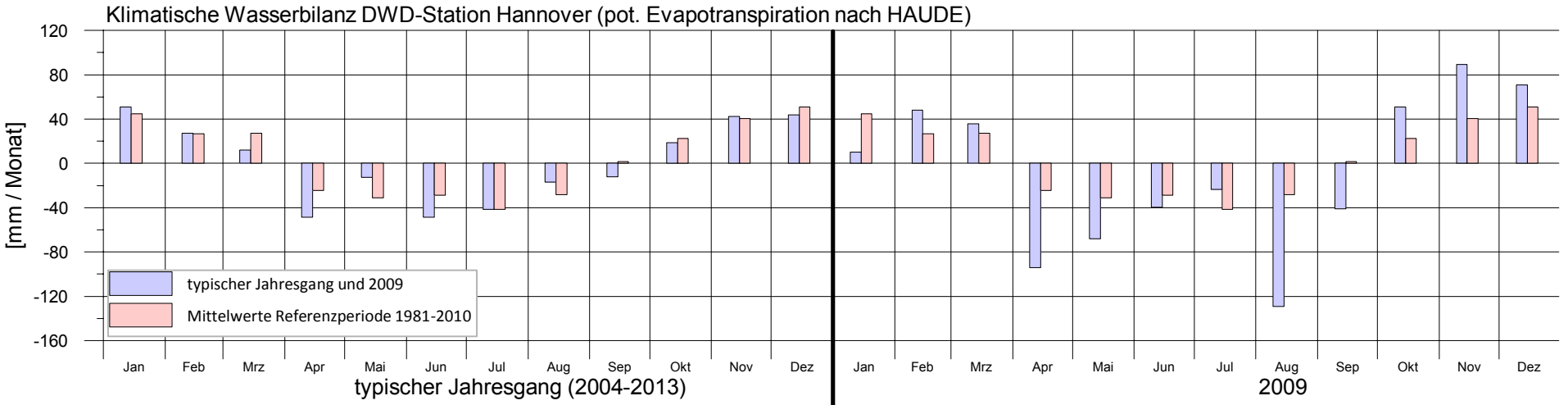
Harzwasserwerke

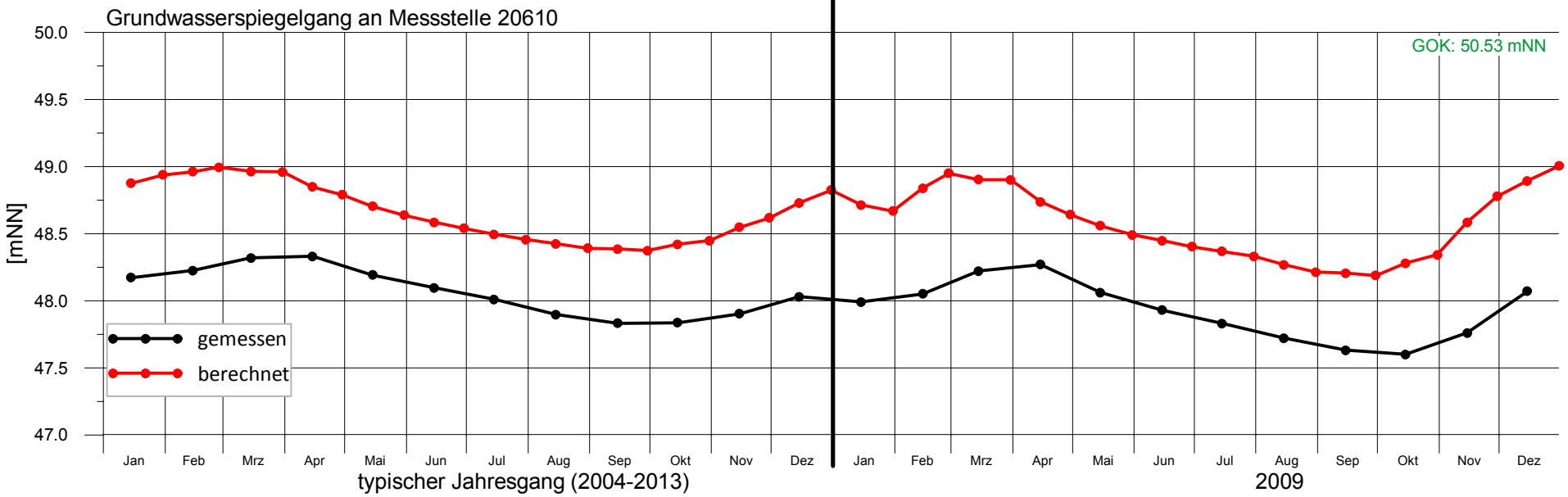
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20610
- Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.056

enercity positive energie

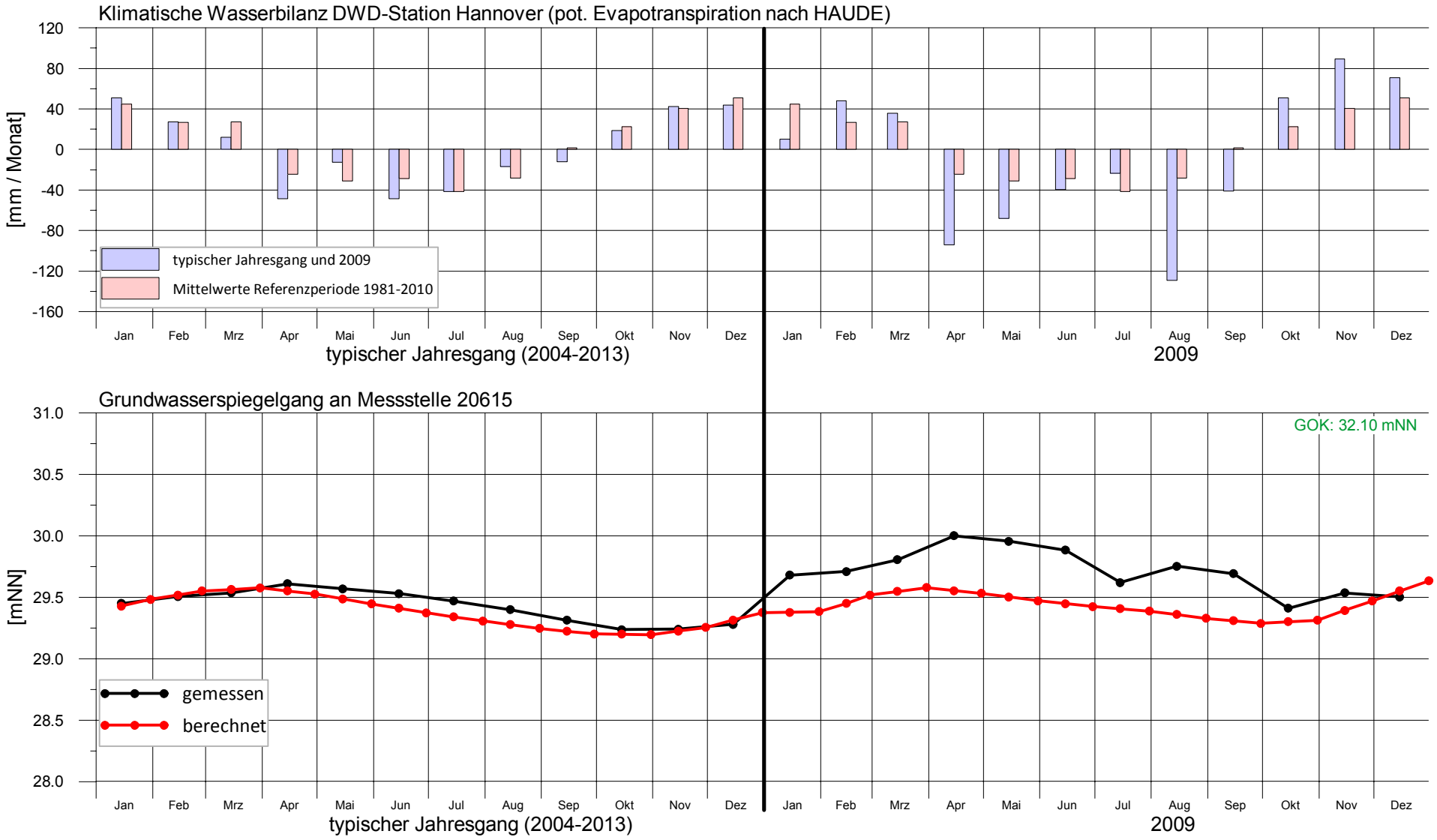
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20615
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,4 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.057

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

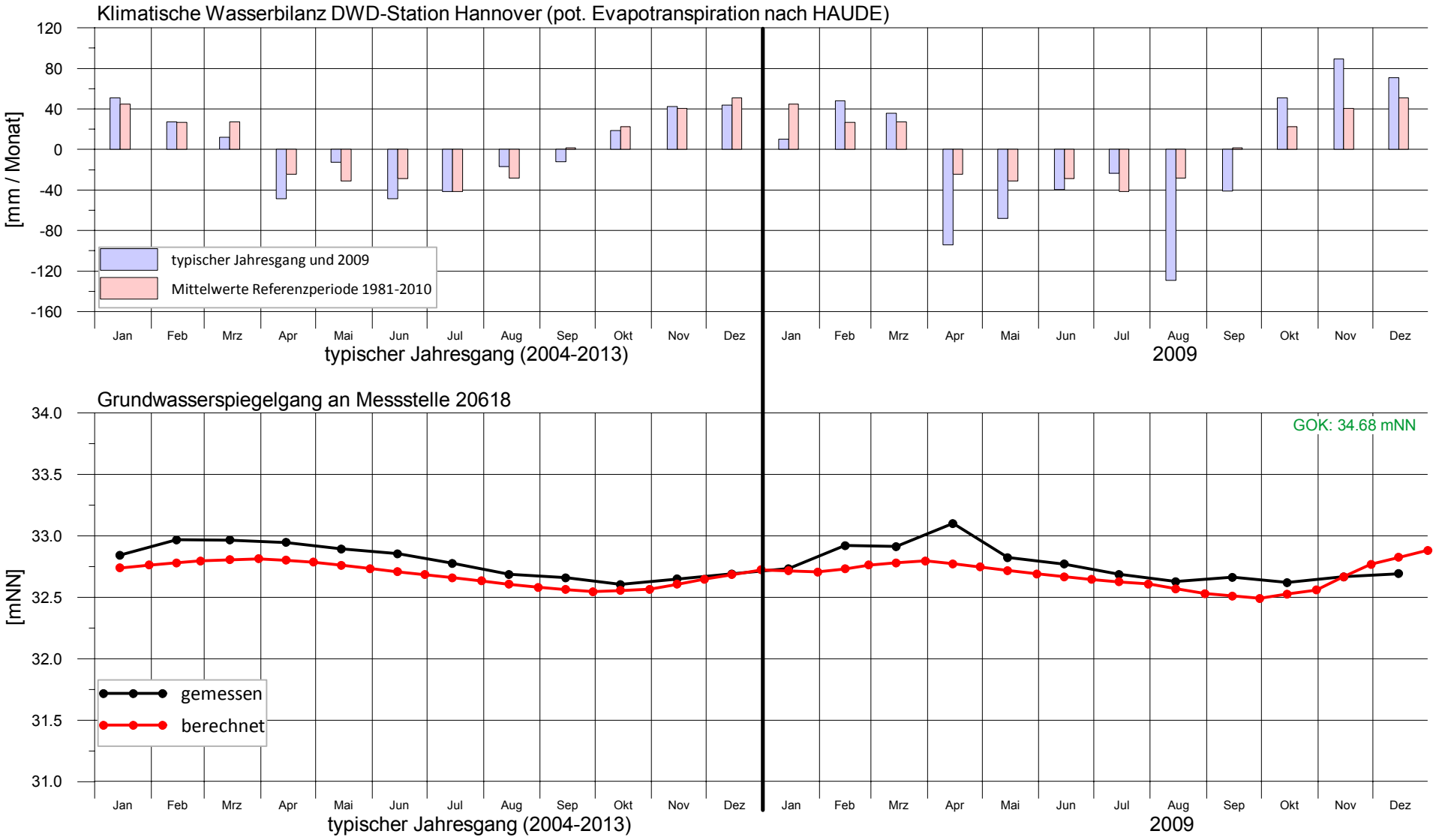
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20618
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,6 km südlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.058

enercity positive energie

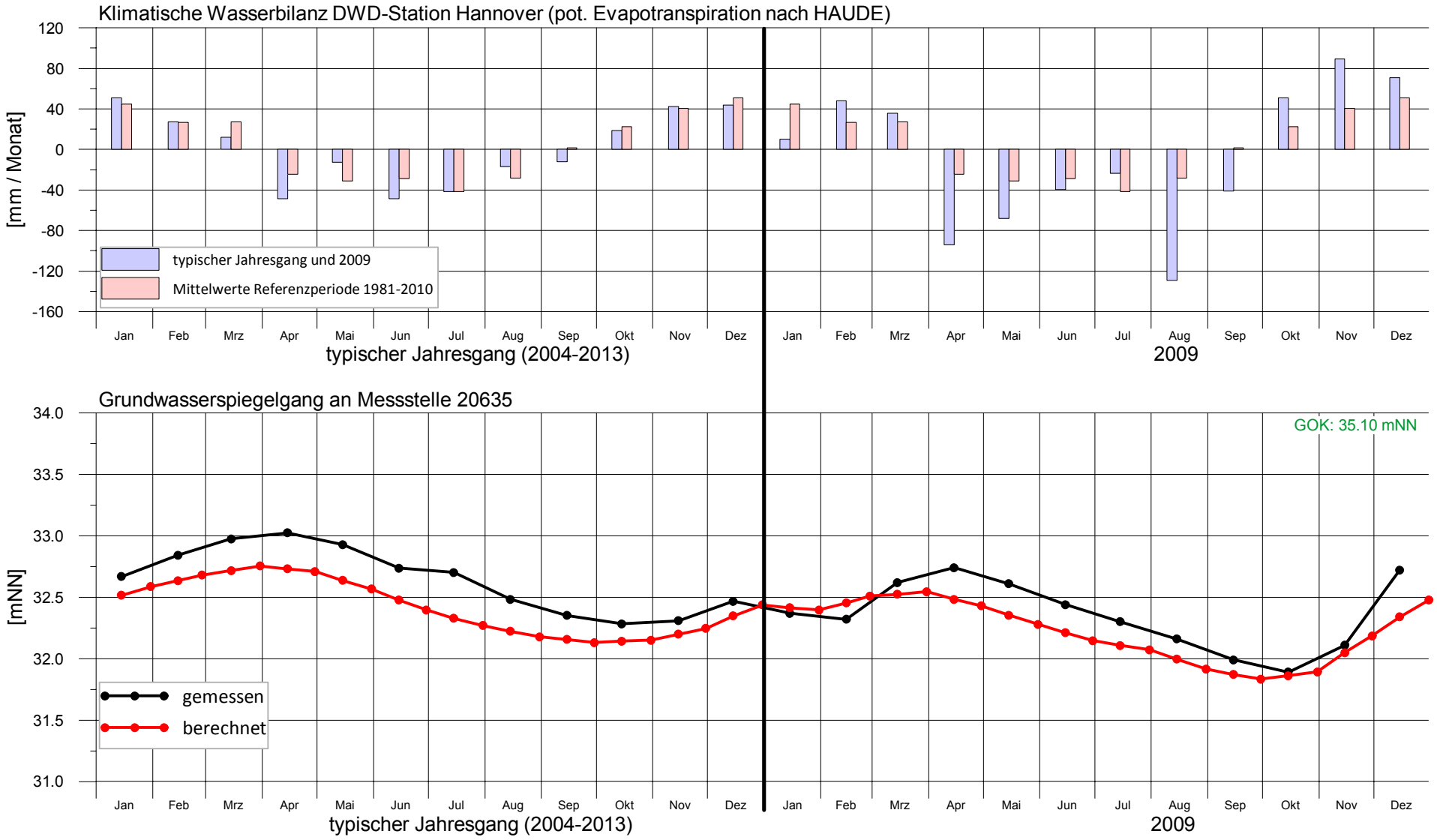
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20635
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 900 m nördlich Brunnen 1, Fassung Fuhrberger Feld (an der Wulbeck)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.059

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

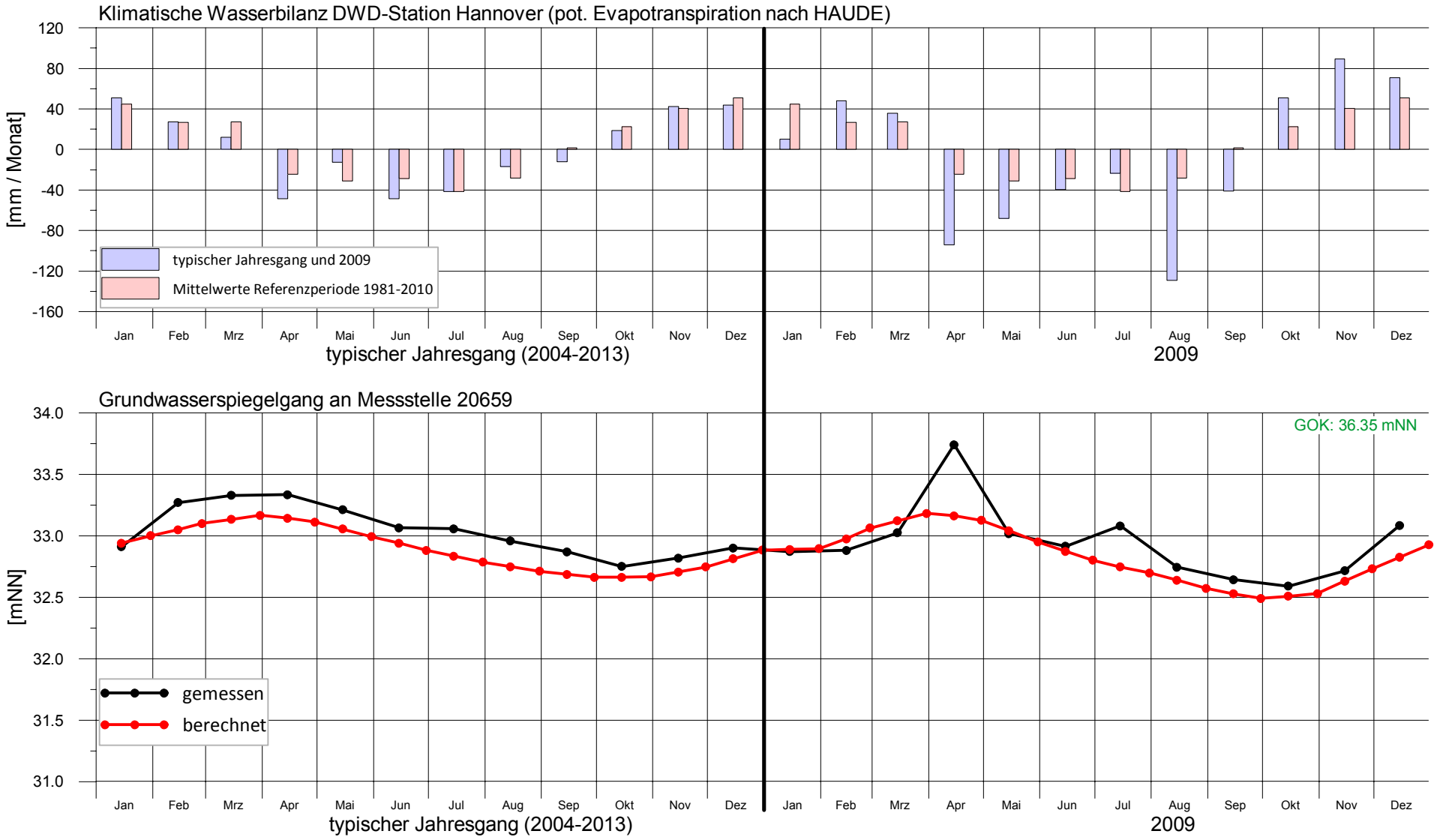
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20659
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,1 km südöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.060

enercity positive energie

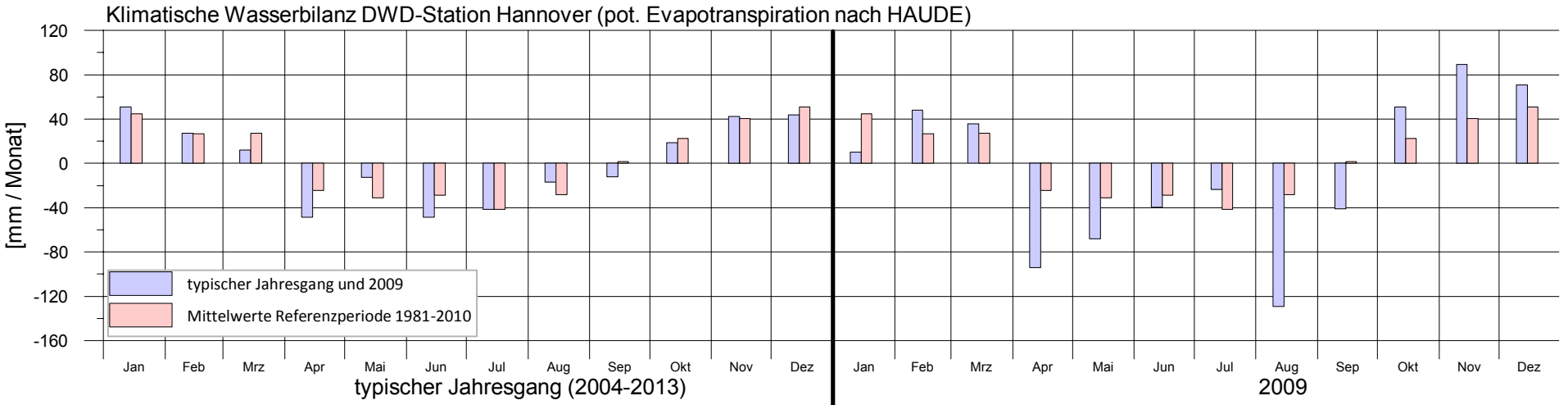
Harzwasserwerke

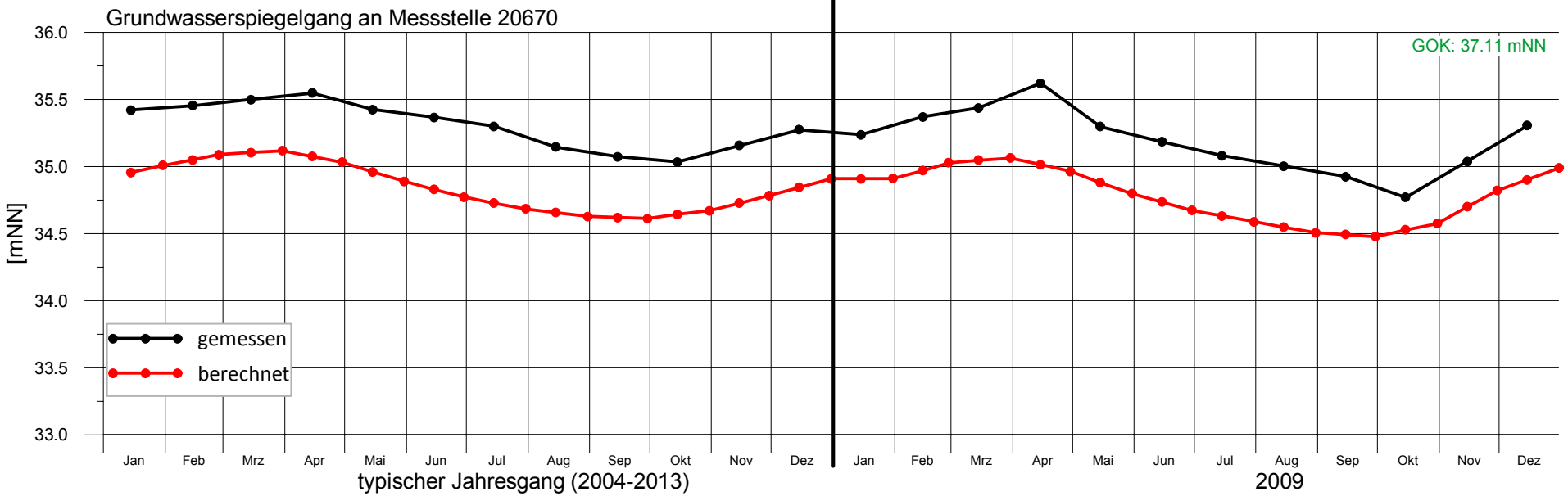
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20670
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,0 km östlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.061

enercity positive energie

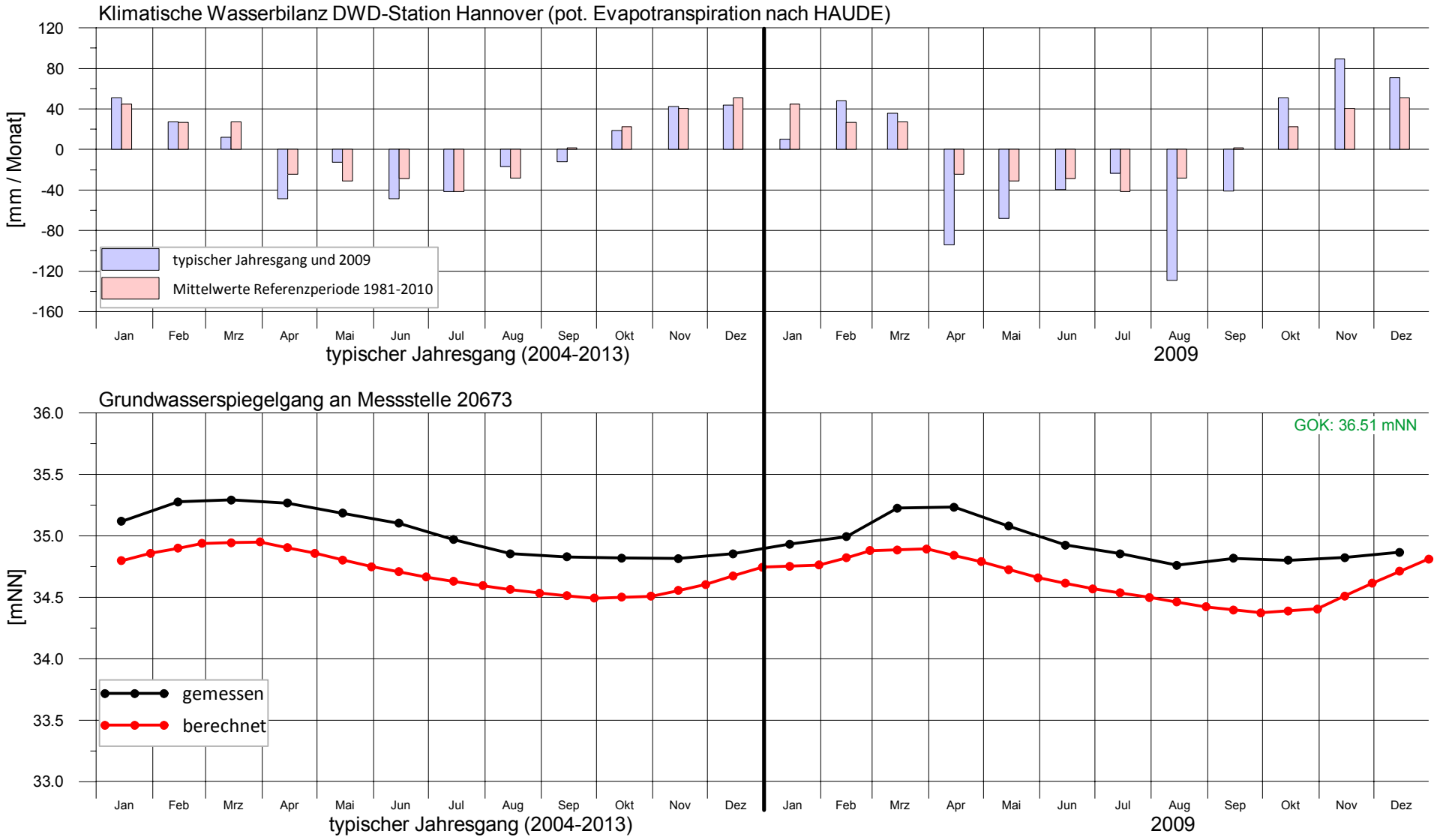
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20673
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,4 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.062

enercity positive energie

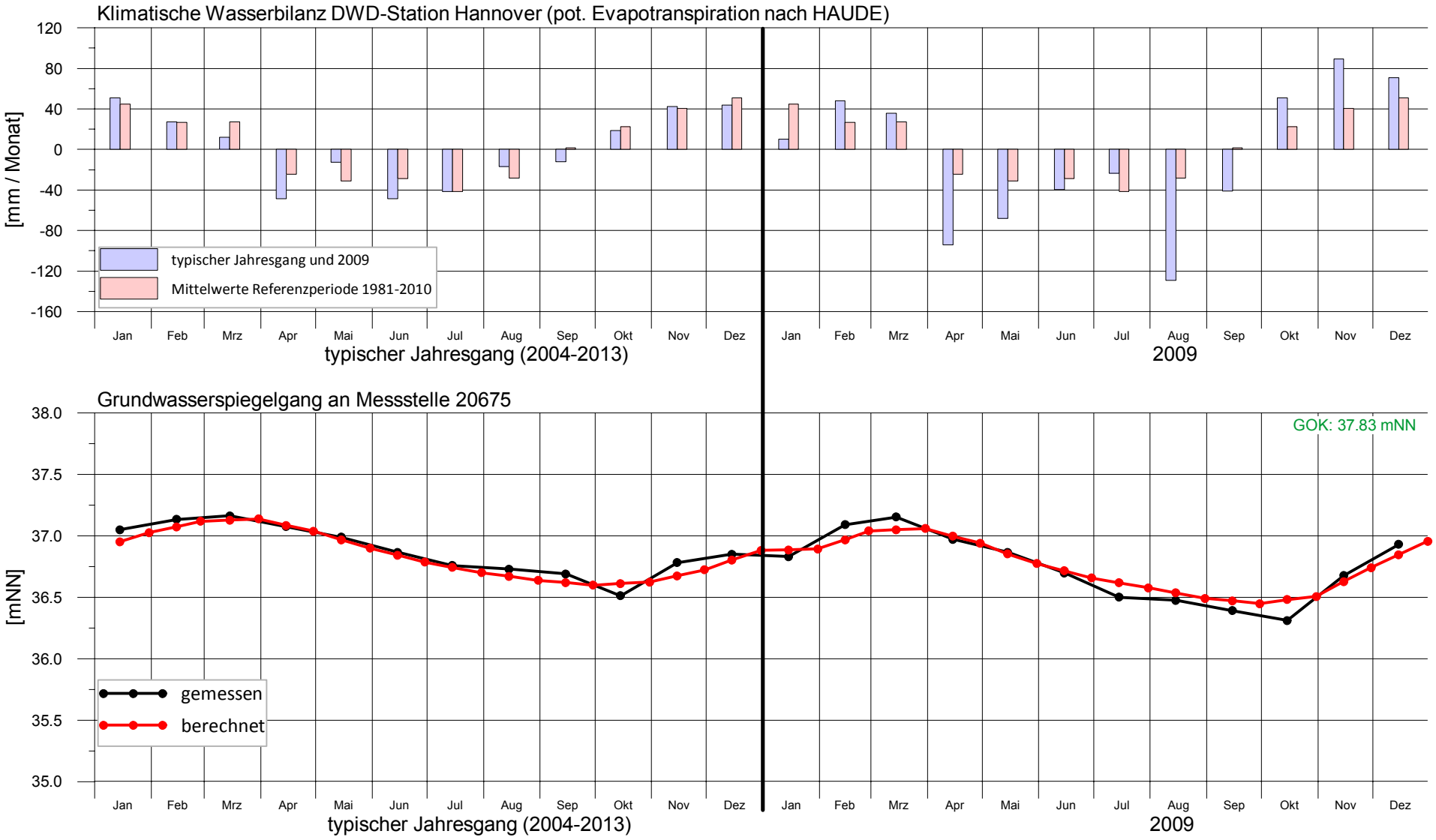
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20675
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,9 km östlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.063

enercity positive energie

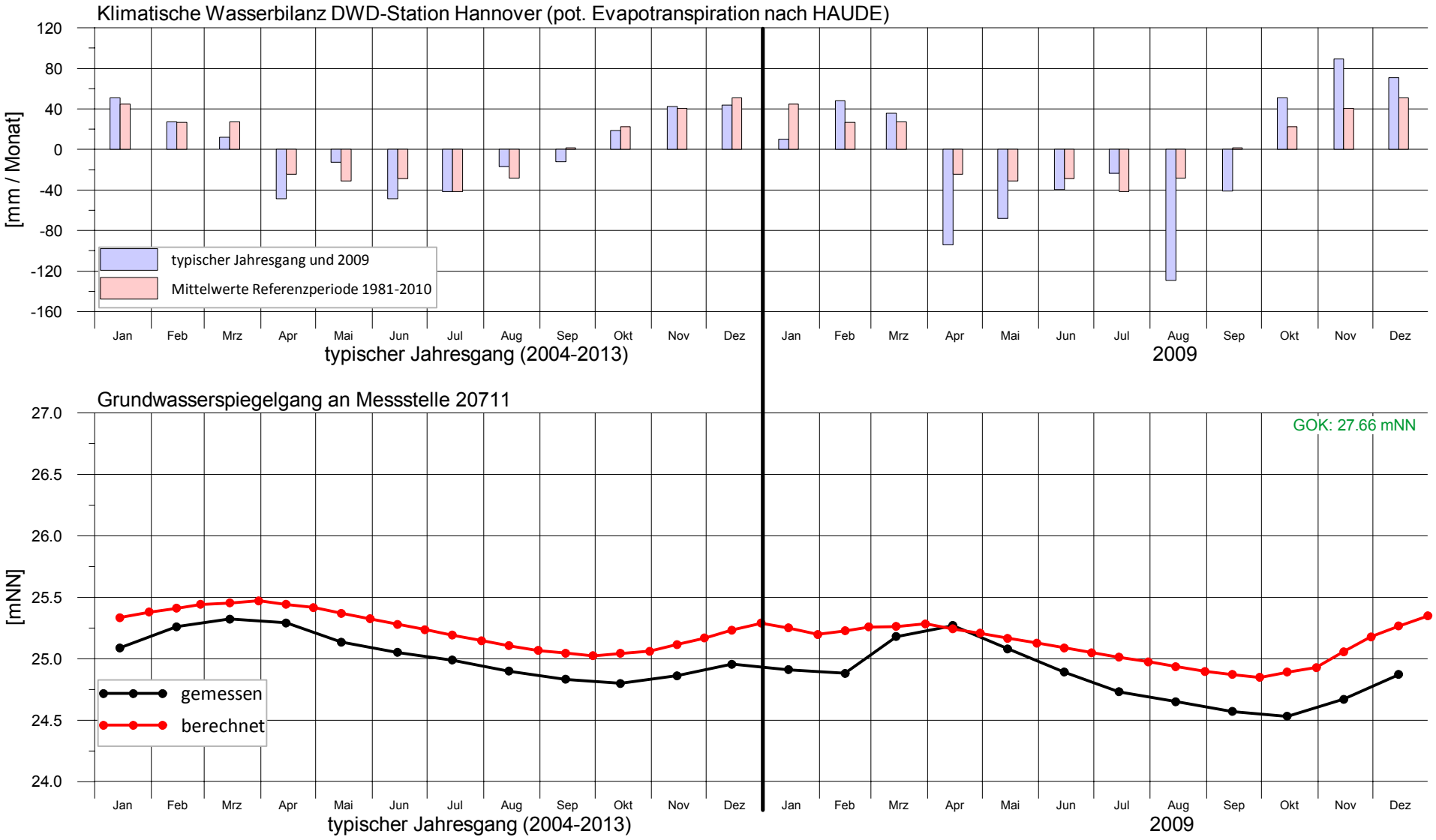
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20711 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,6 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.064

enercity positive energie

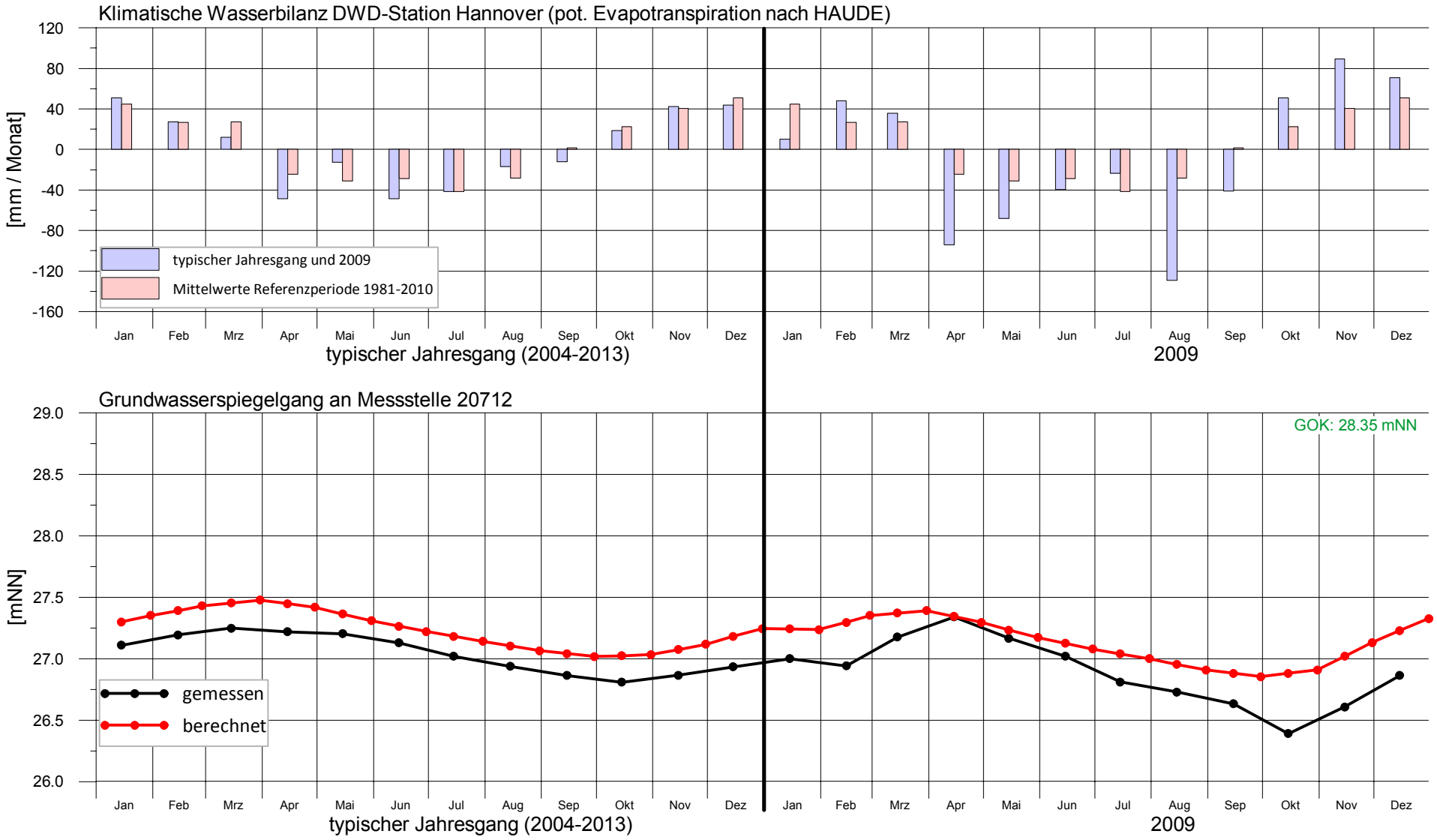
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20712
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,6 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.065

enercity positive energie

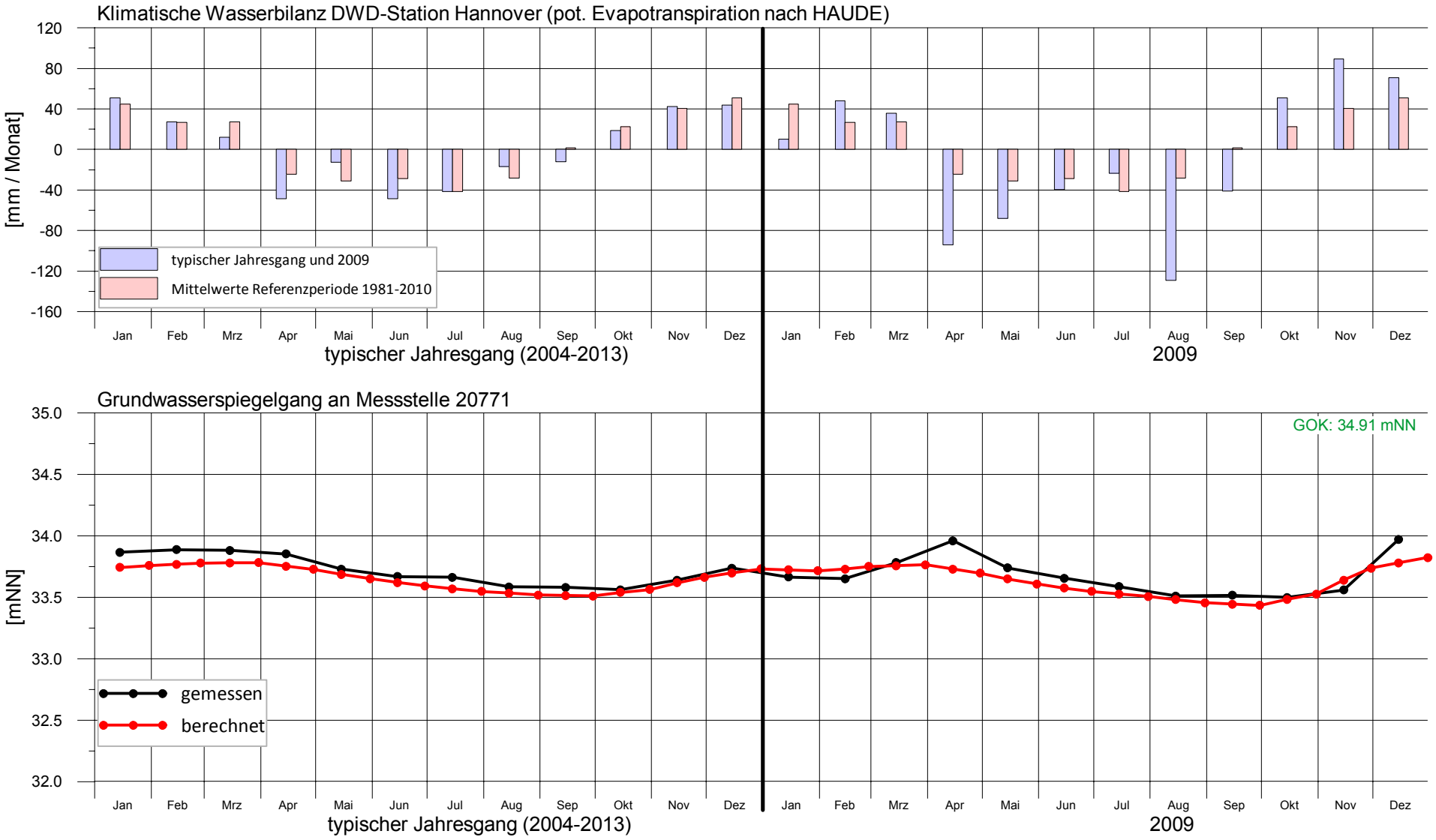
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20771
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,1 km südlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.066

enercity positive energie

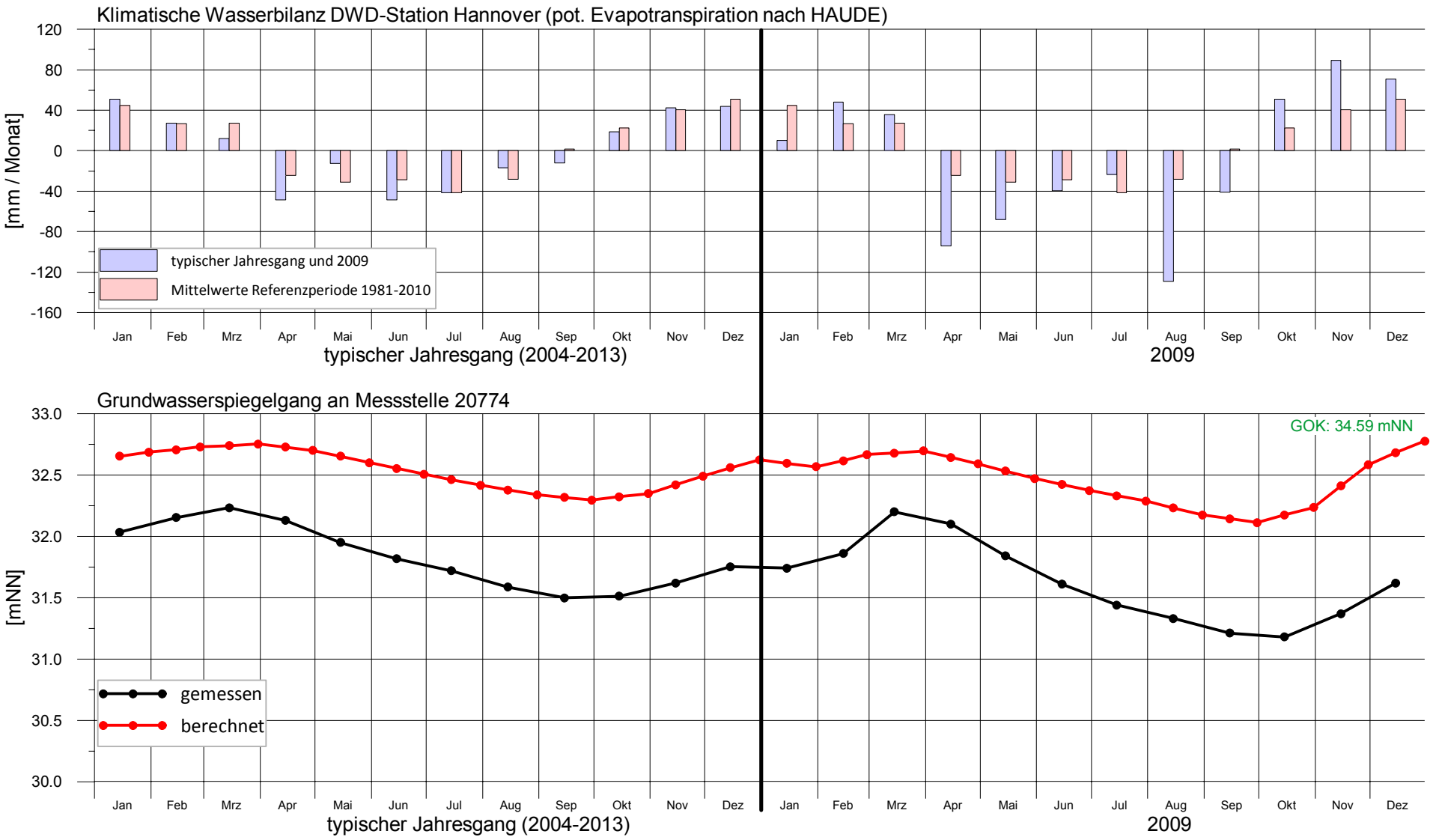
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20774 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,5 km südwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.067

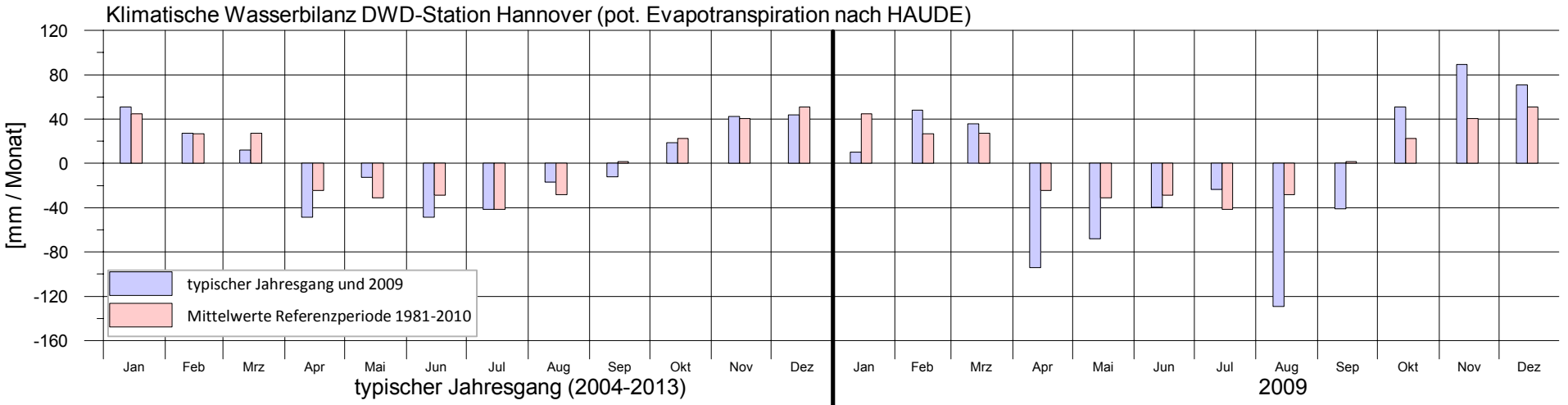
enercity positive energie

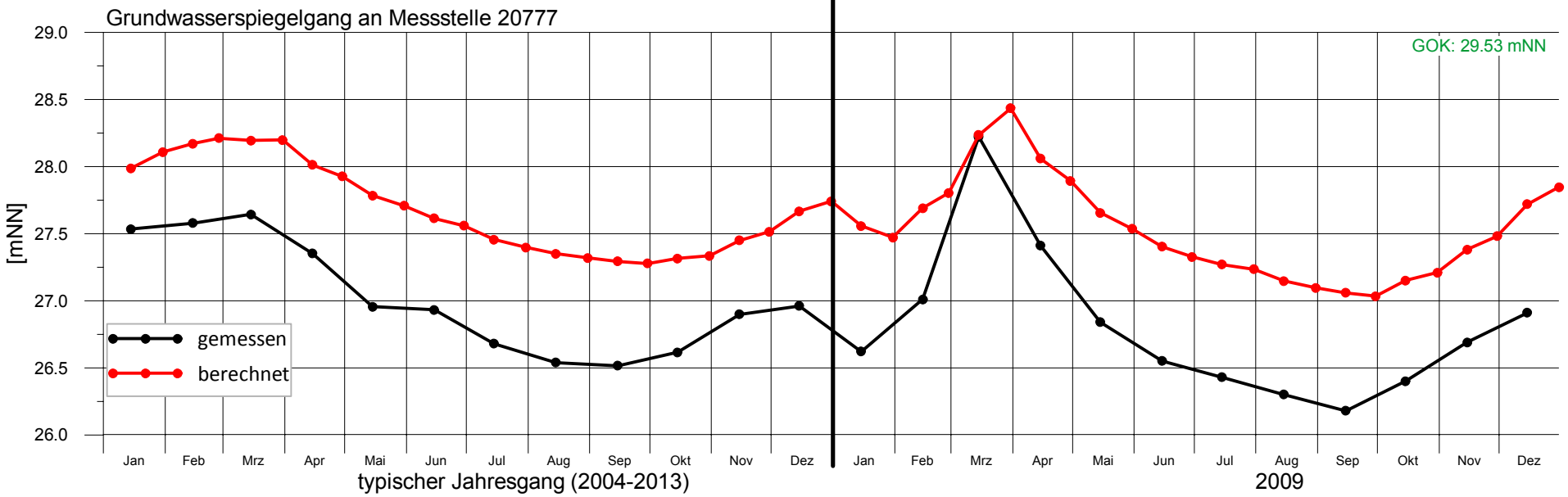
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20777
- Vergleich Messung / Rechnung -
an der Leine

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.068

enercity positive energie

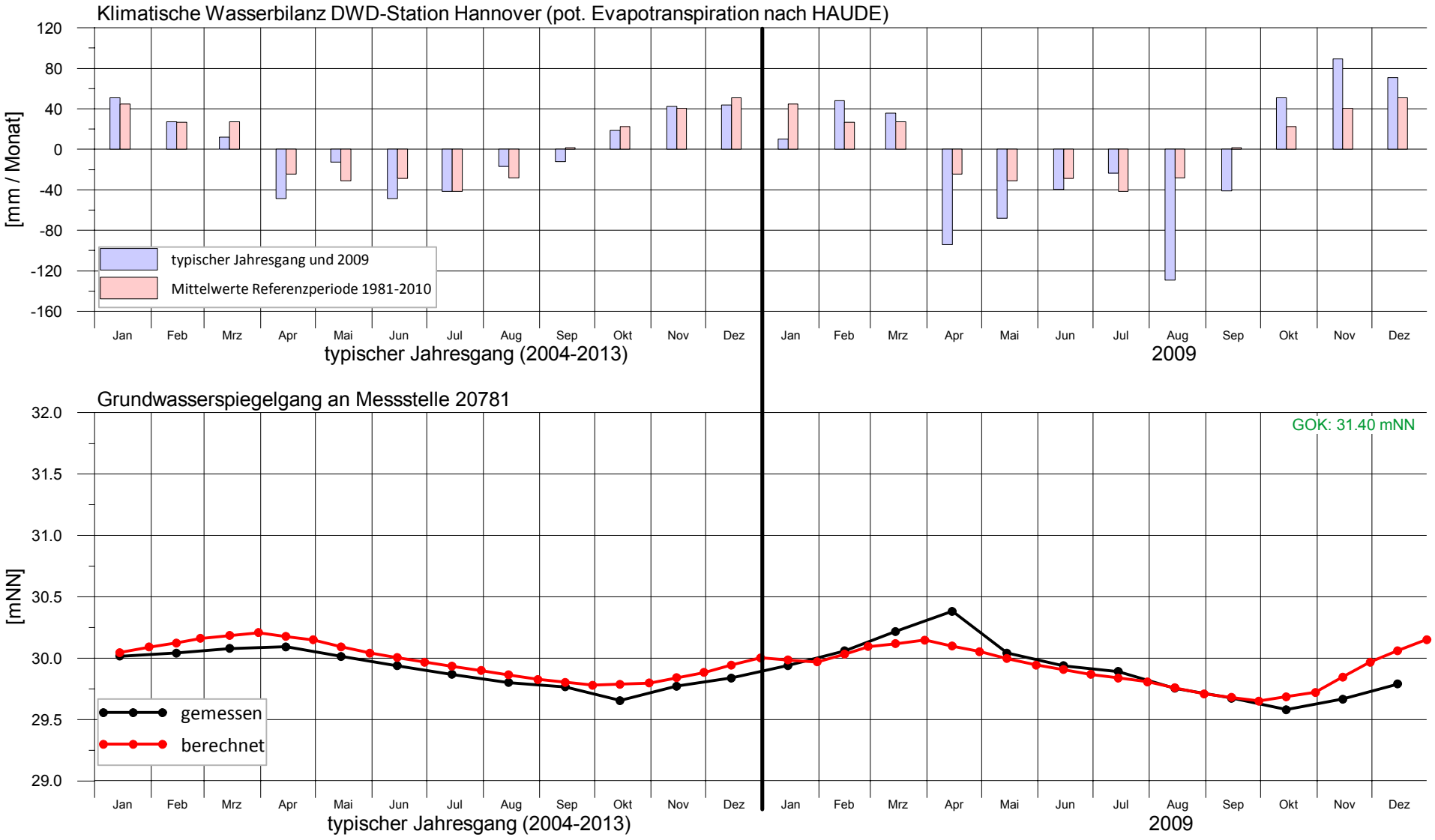
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20781
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,9 km westlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.069

enercity positive energie

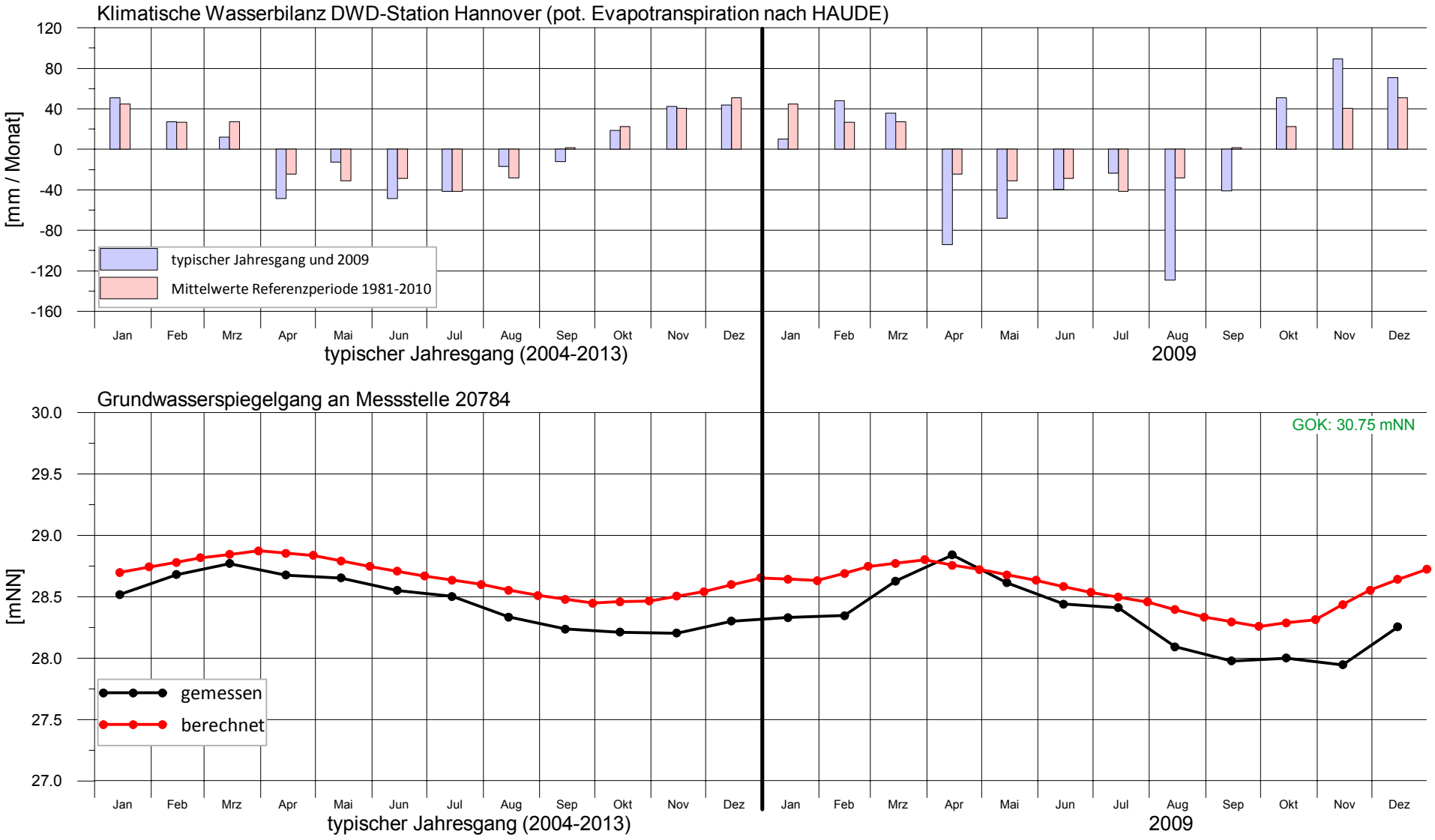
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20784
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,5 km westlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.070

enercity positive energie

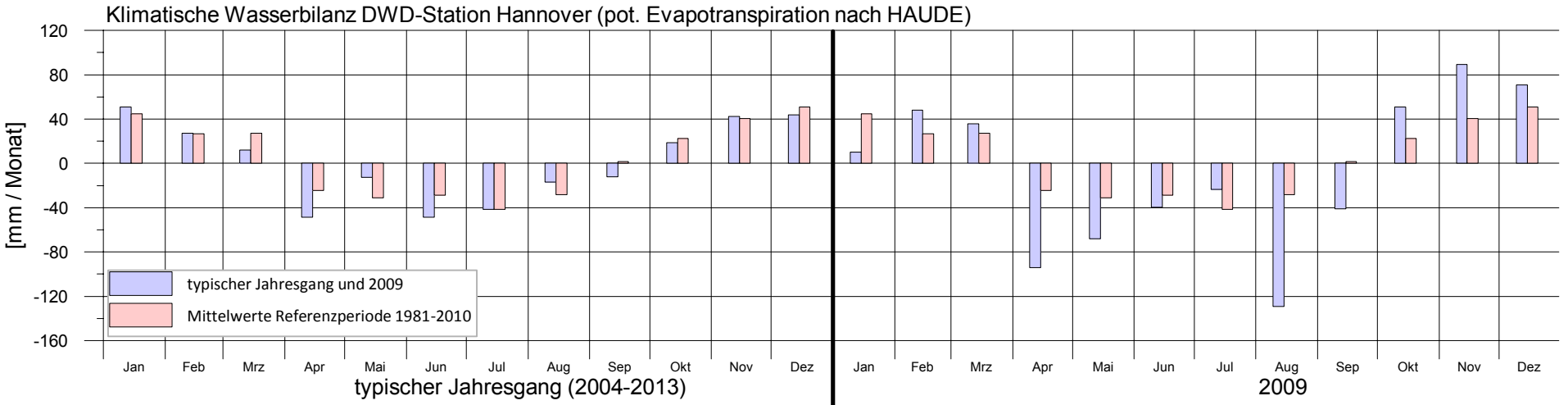
Harzwasserwerke

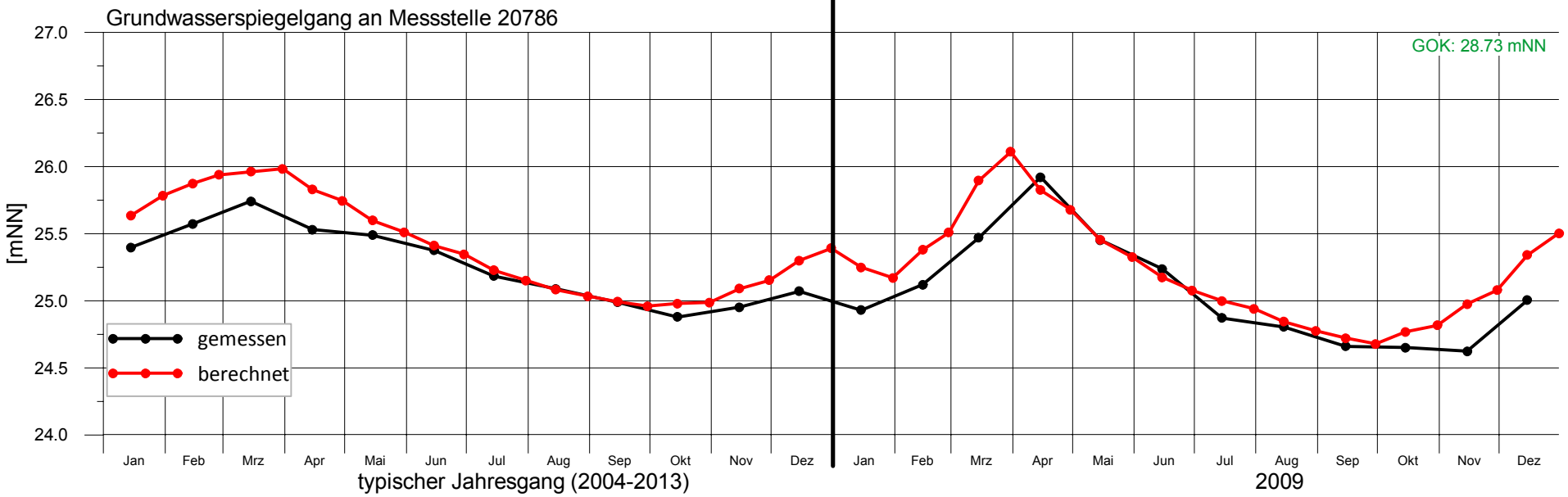
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20786
- Vergleich Messung / Rechnung -

an der Leine

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.071

enercity positive energie

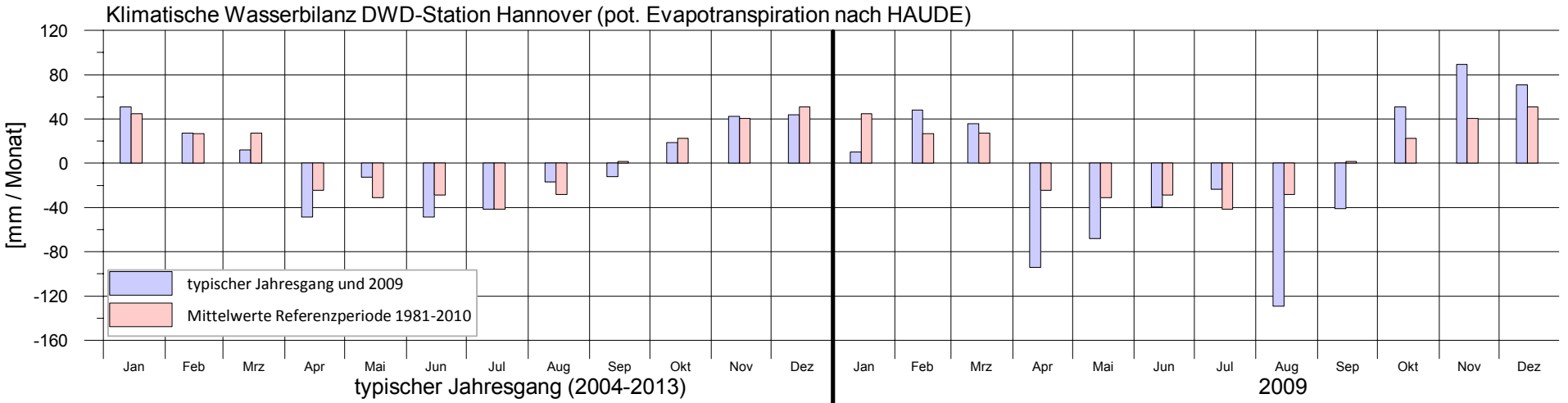
Harzwasserwerke

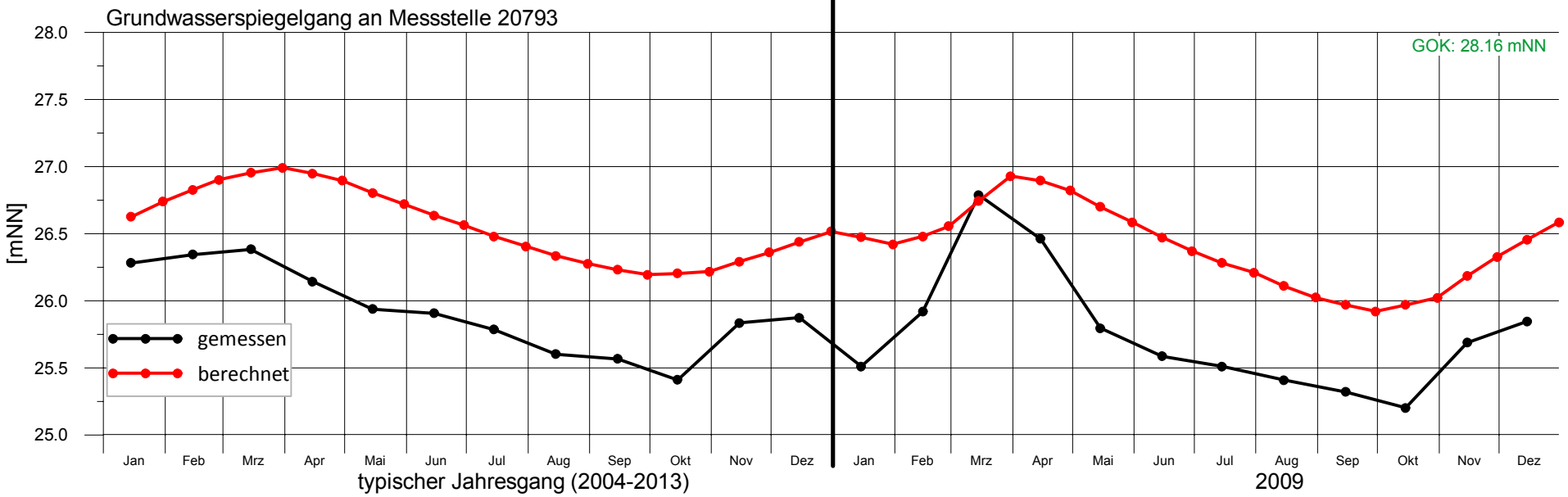
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20793
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Leine ca. 500 m

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.072

enercity positive energie

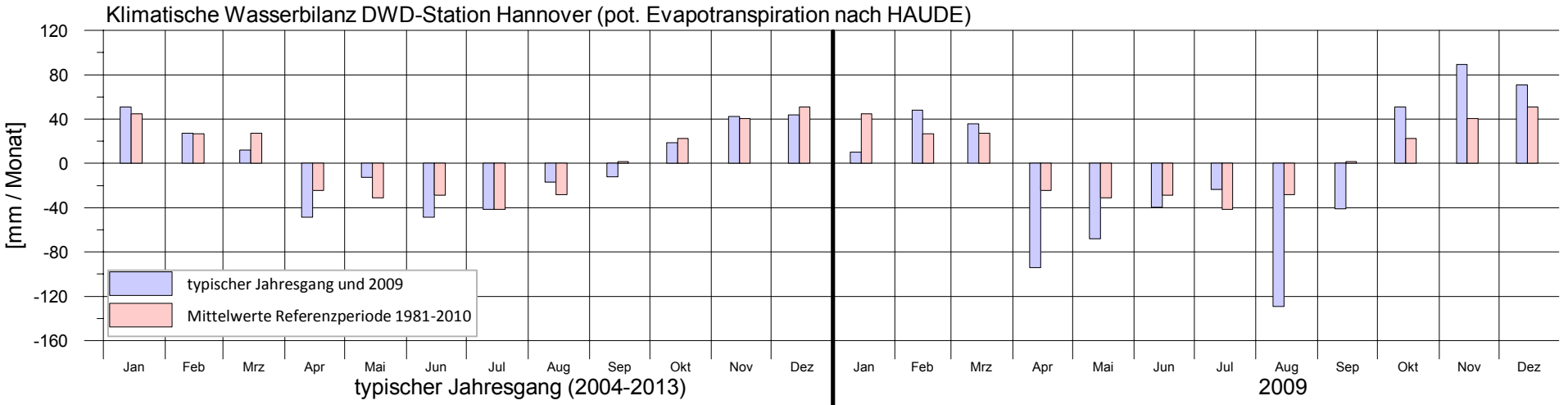
Harzwasserwerke

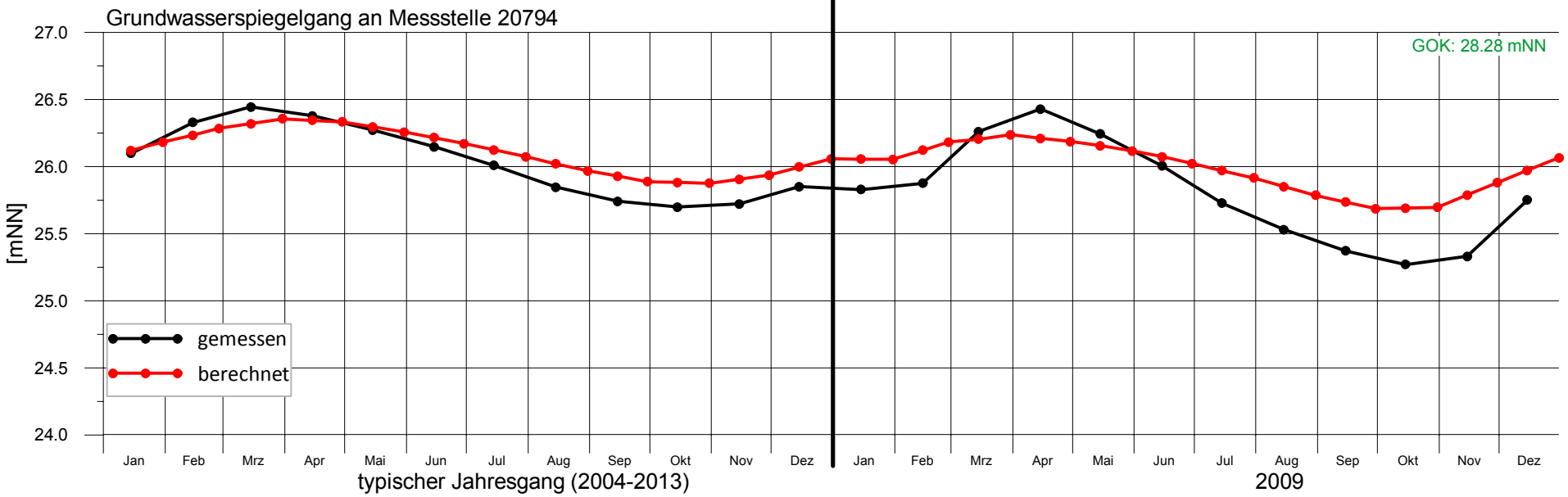
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20794
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,8 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.073

enercity positive energie

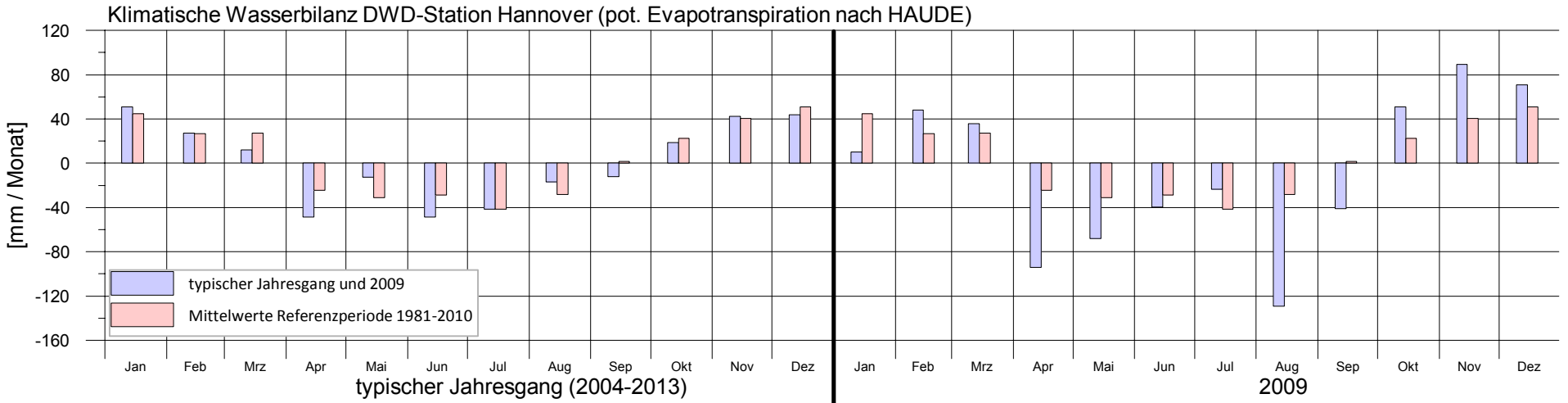
Harzwasserwerke

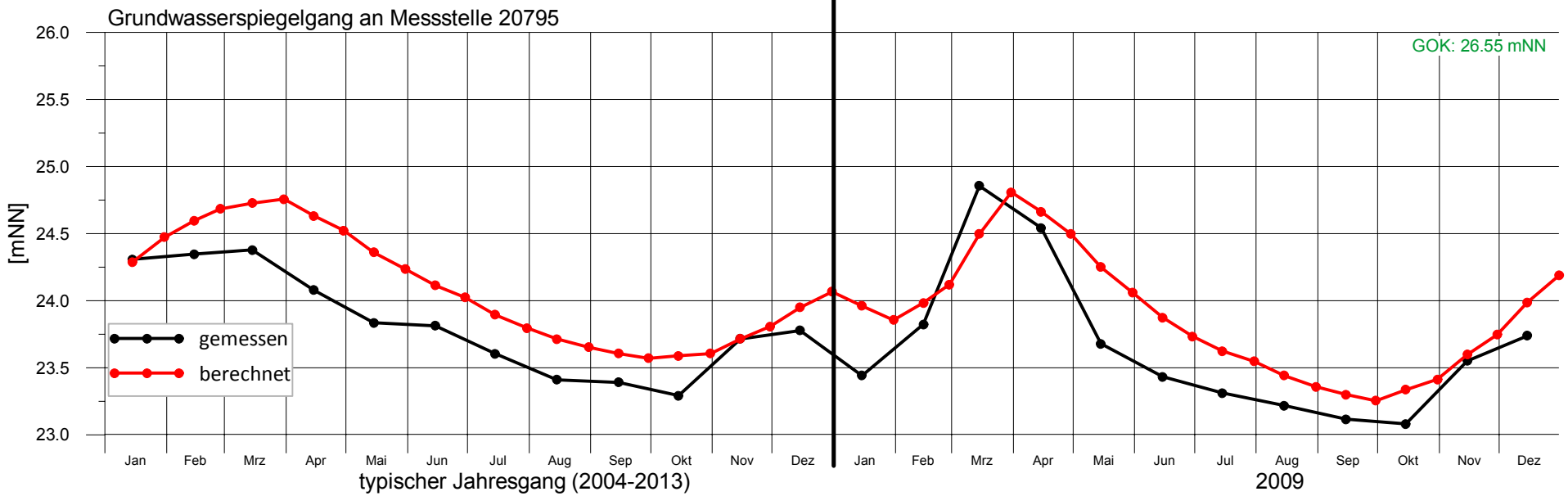
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20795
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Leine ca. 700 m

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.074

enercity positive energie

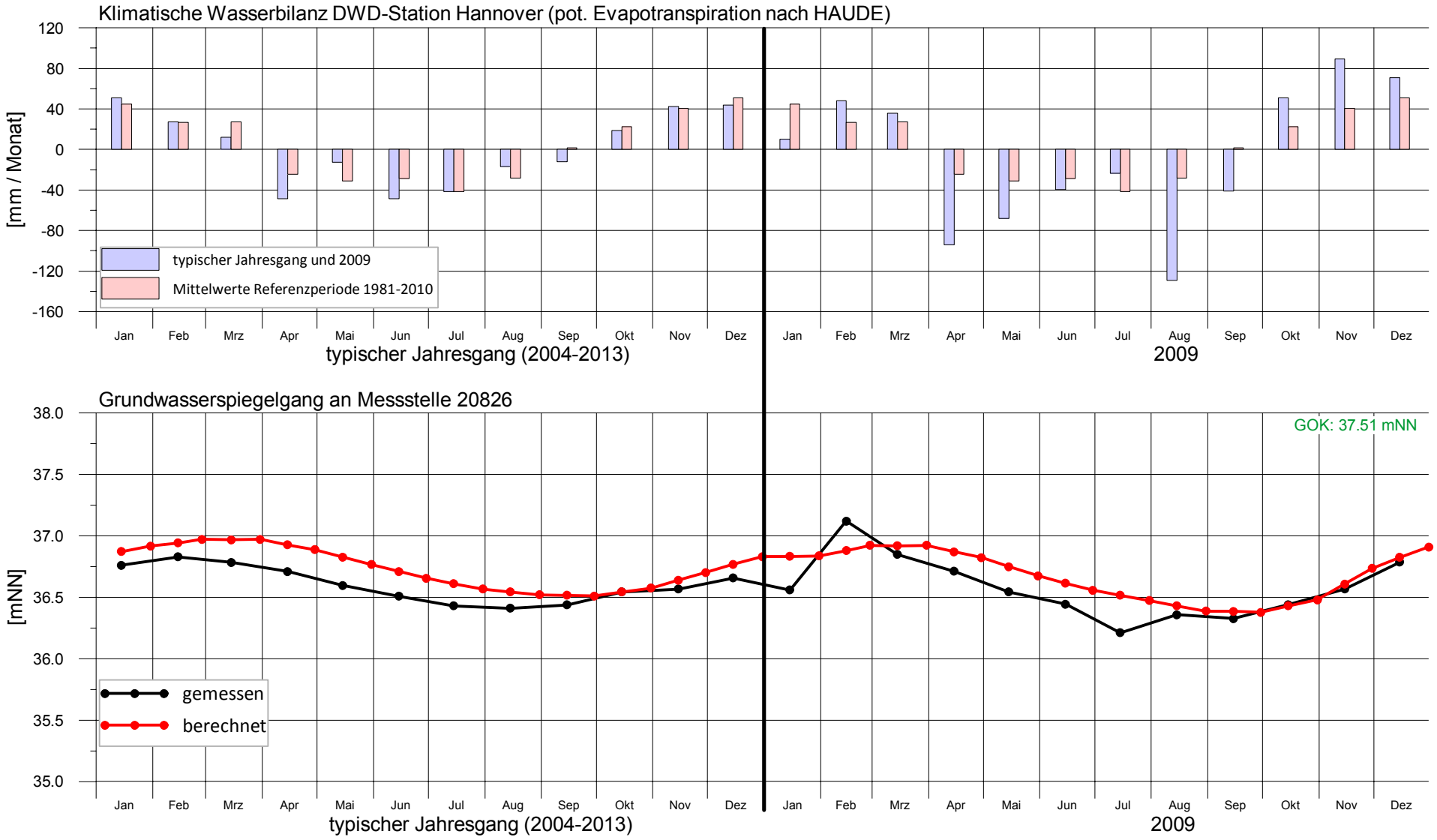
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20826
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,0 km nördlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.075

enercity positive energie

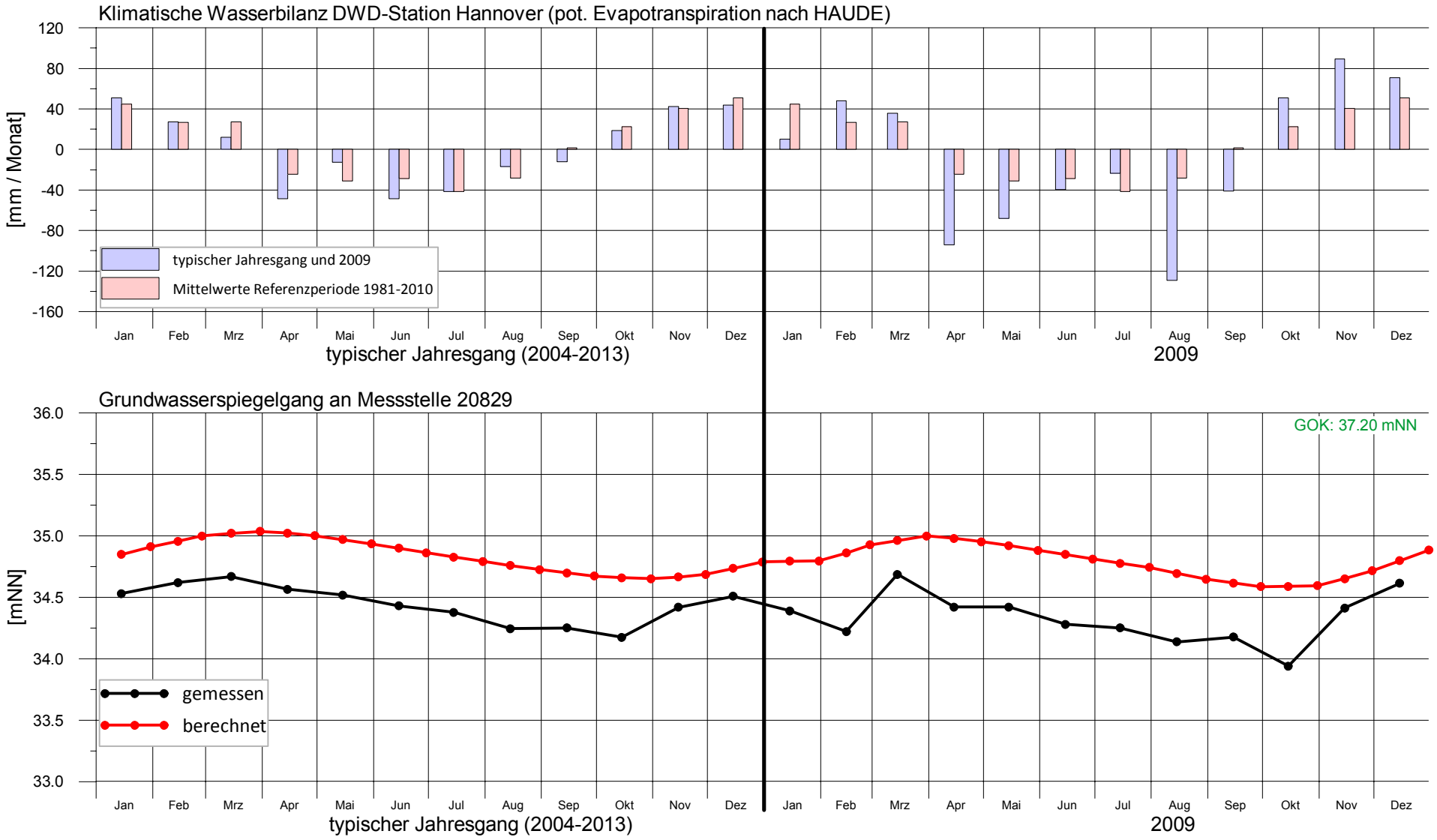
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20829
- Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 1,5 km

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.076

enercity positive energie

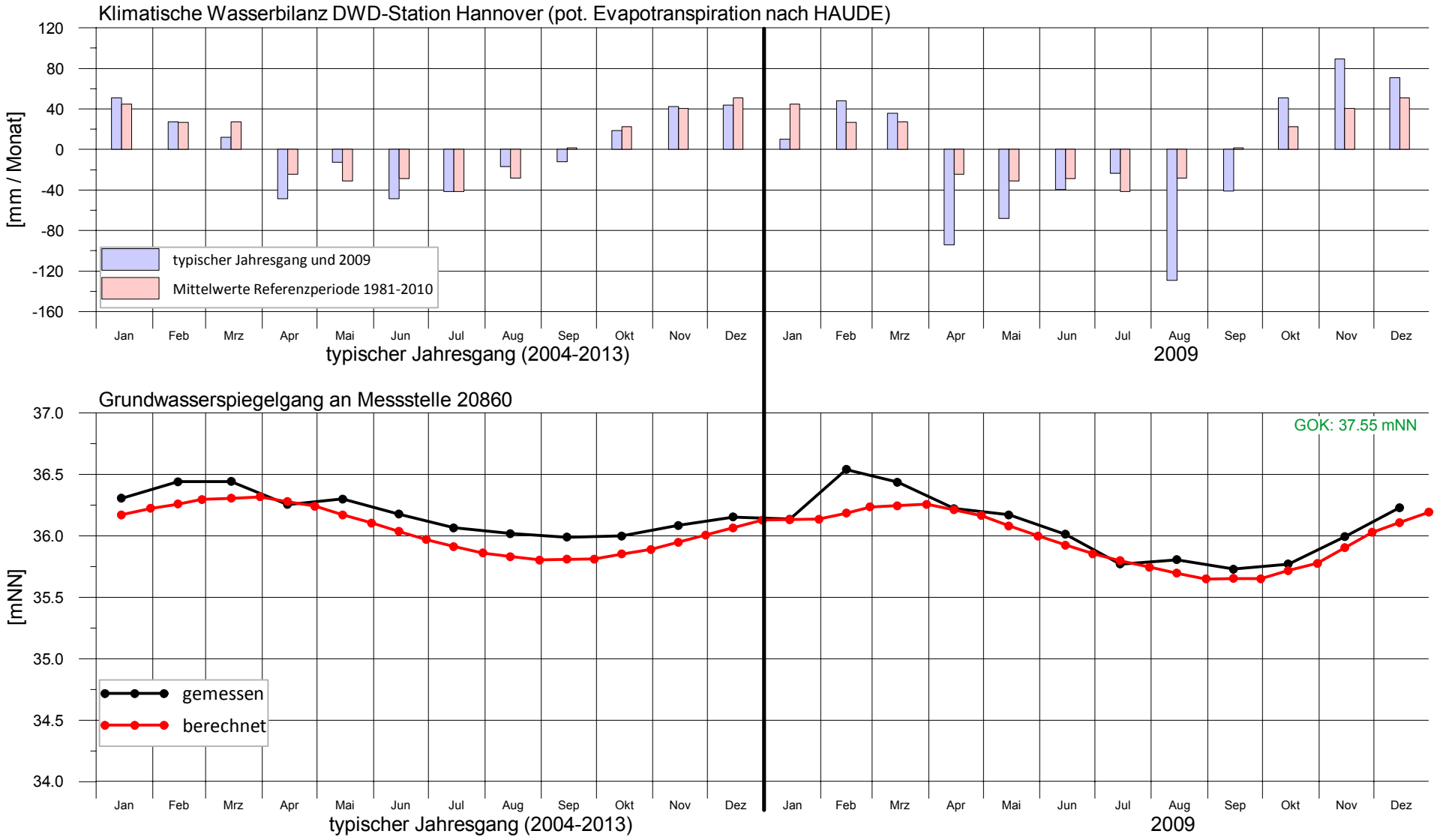
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20860
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,6 km östlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.077

enercity positive energie

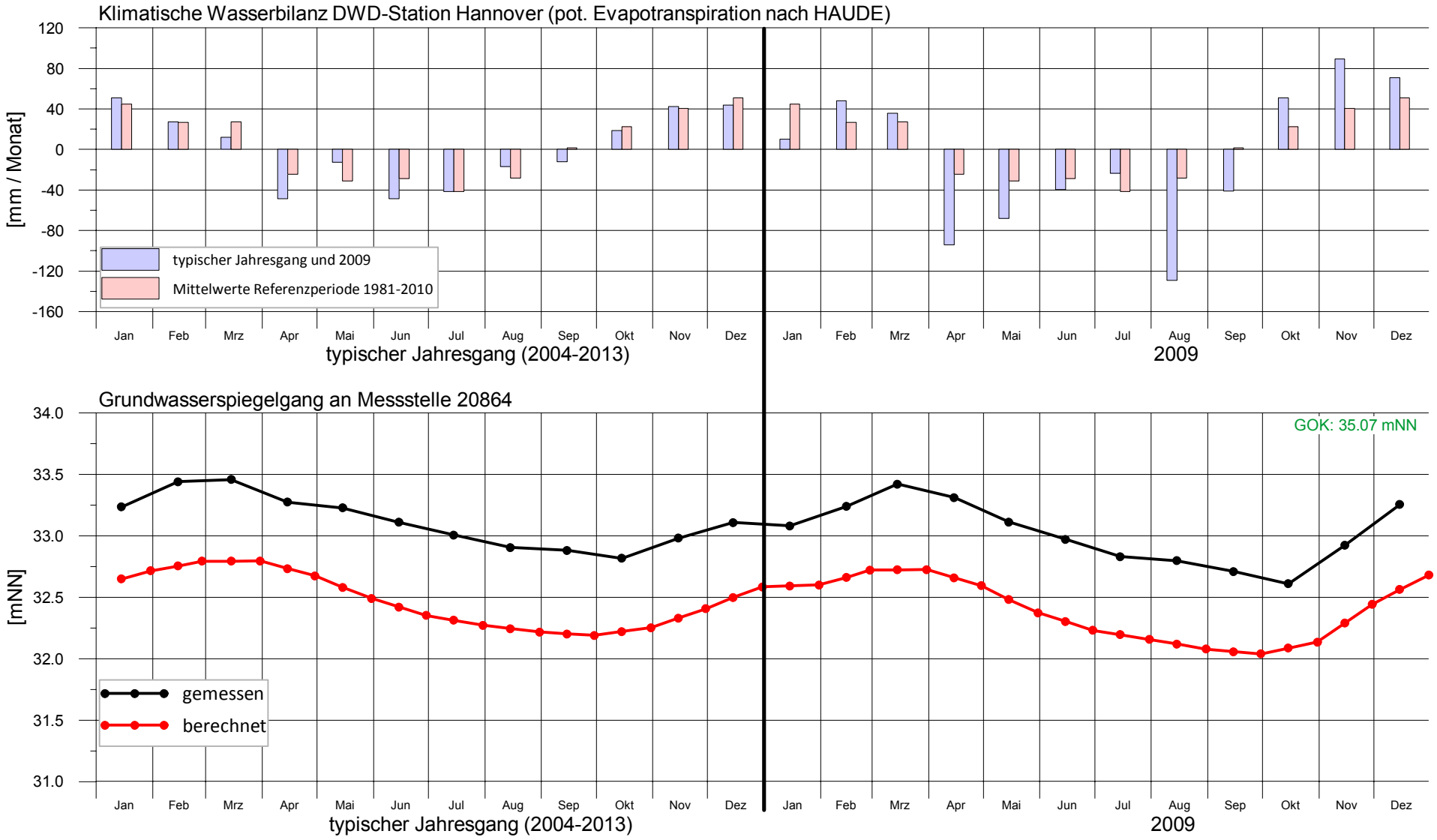
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20864
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,4 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.078

enercity positive energie

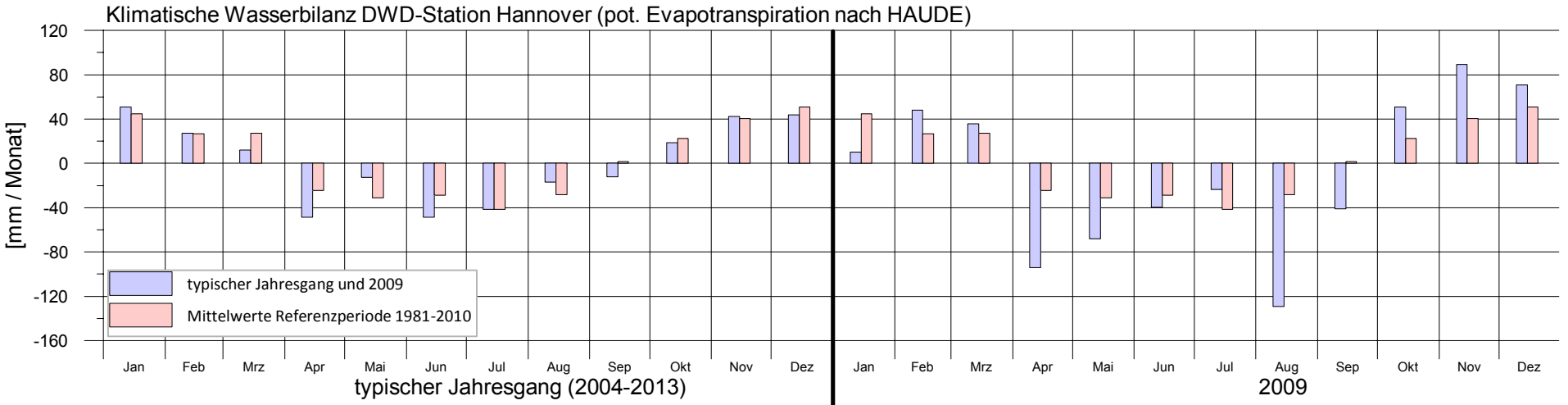
Harzwasserwerke

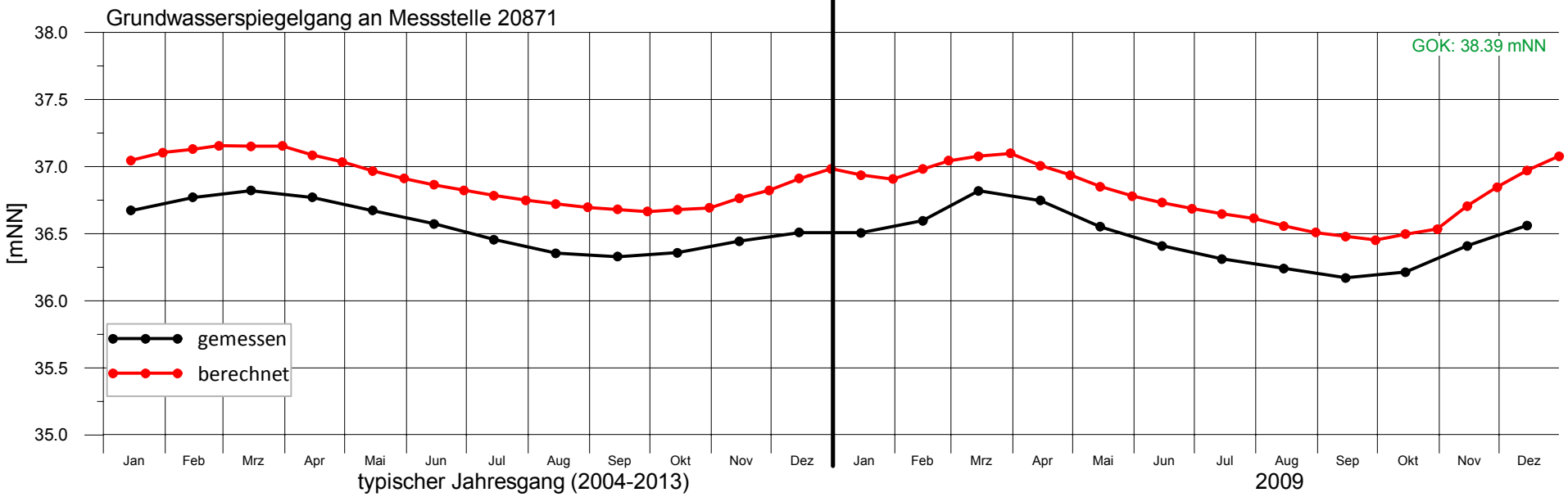
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20871
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,5 km südöstlich Brunnen 12, Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.079

enercity positive energie

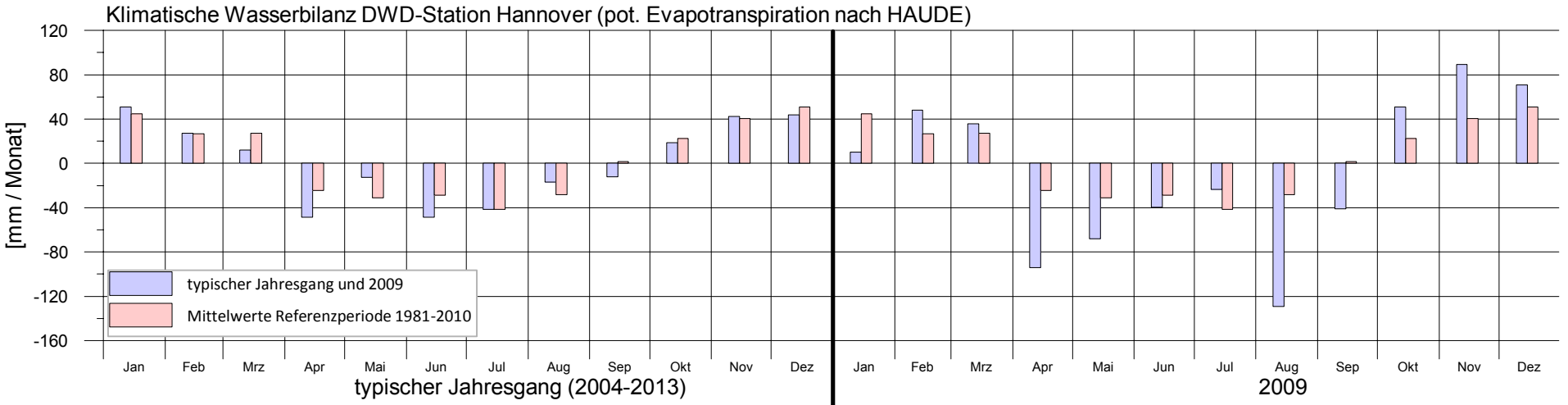
Harzwasserwerke

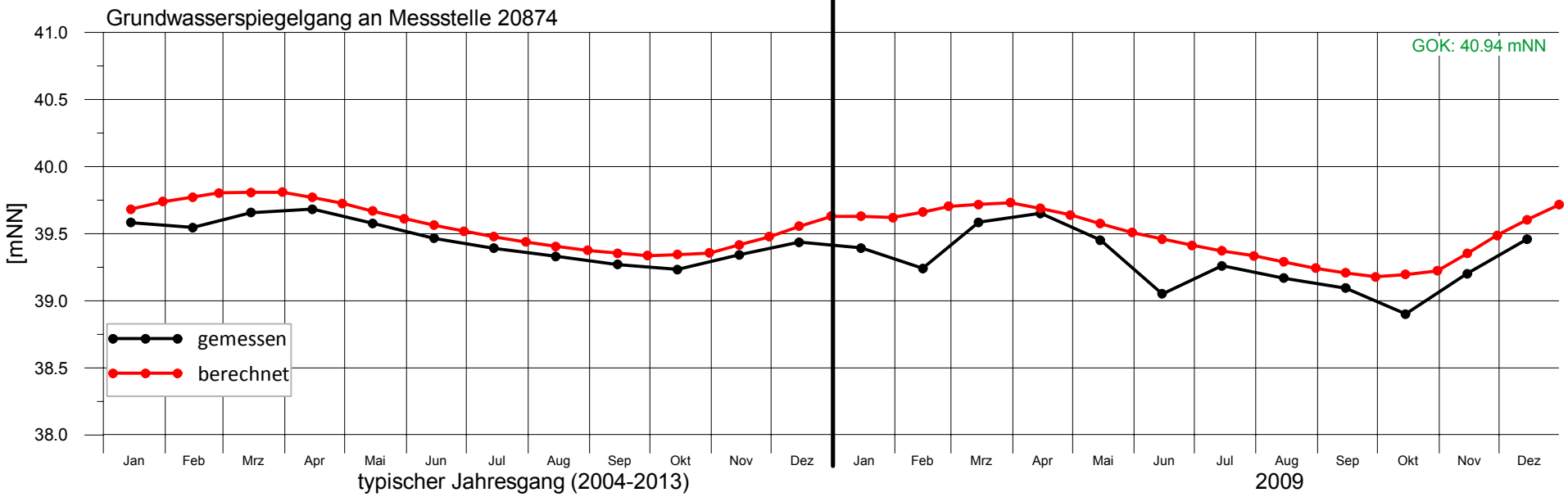
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20874
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,5 km südlich Brunnen 4, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.080

enercity positive energie

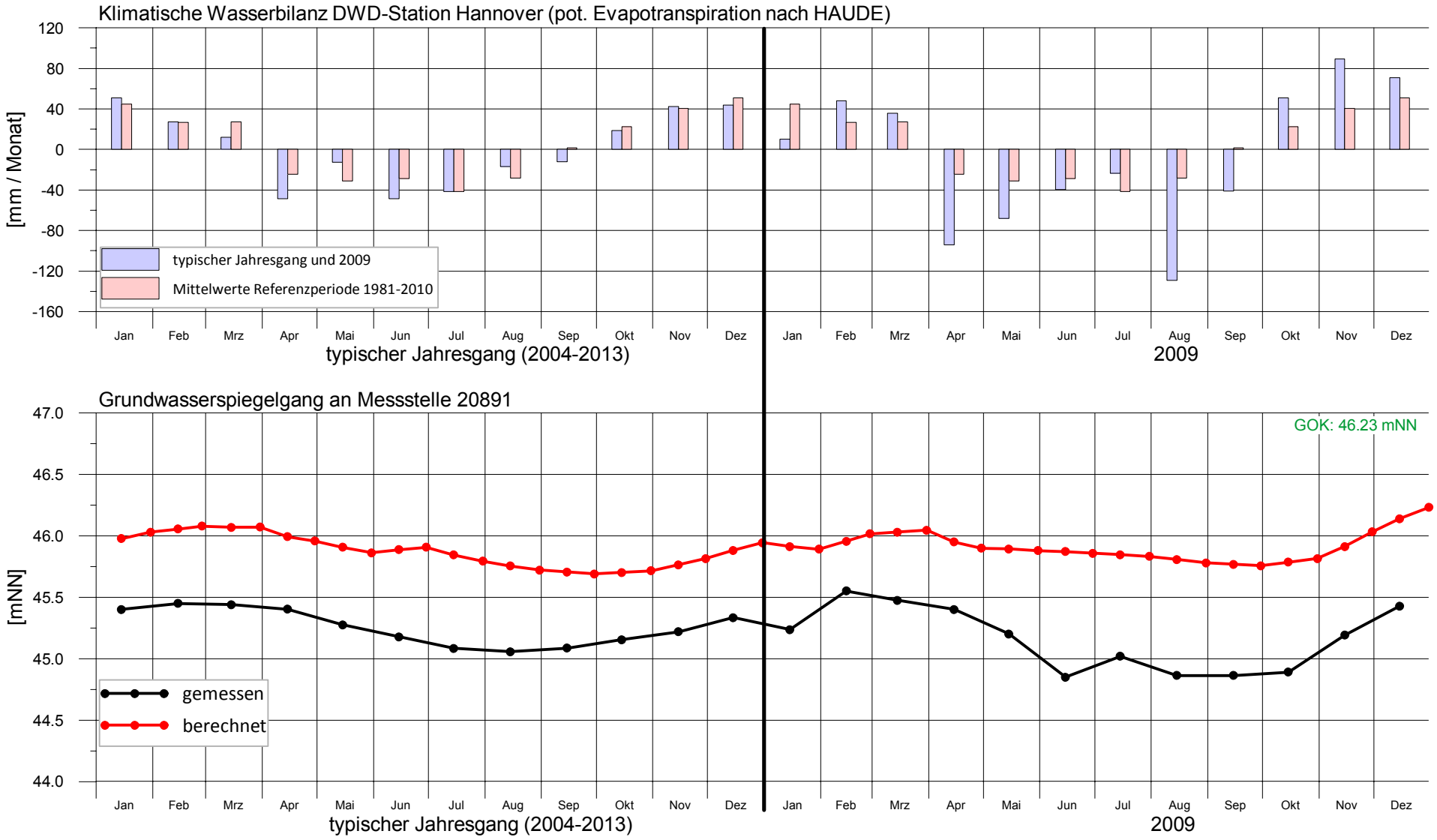
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20891
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,1 km westlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.081

enercity positive energie

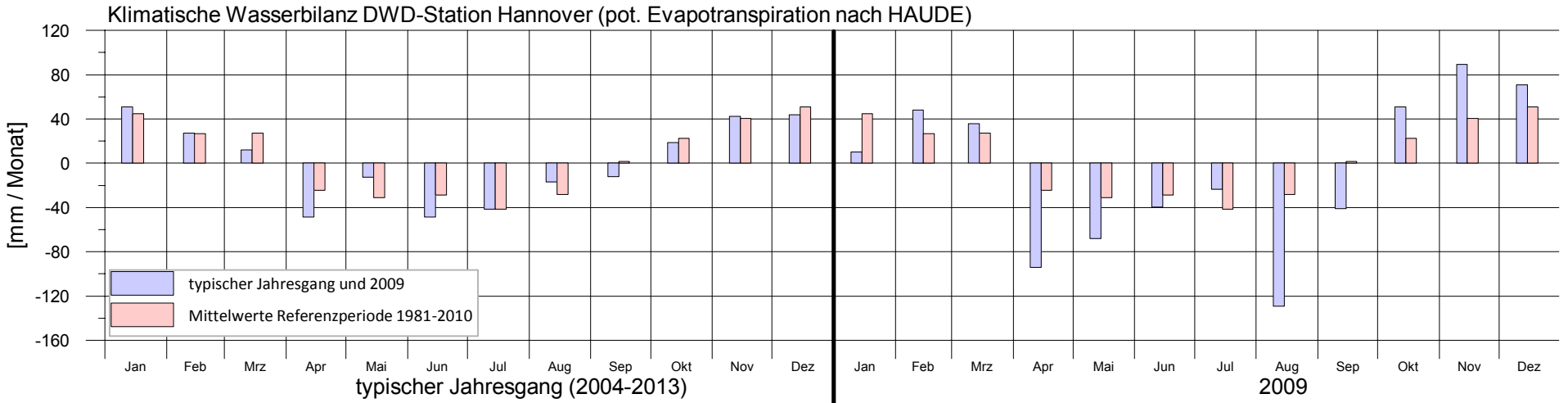
Harzwasserwerke

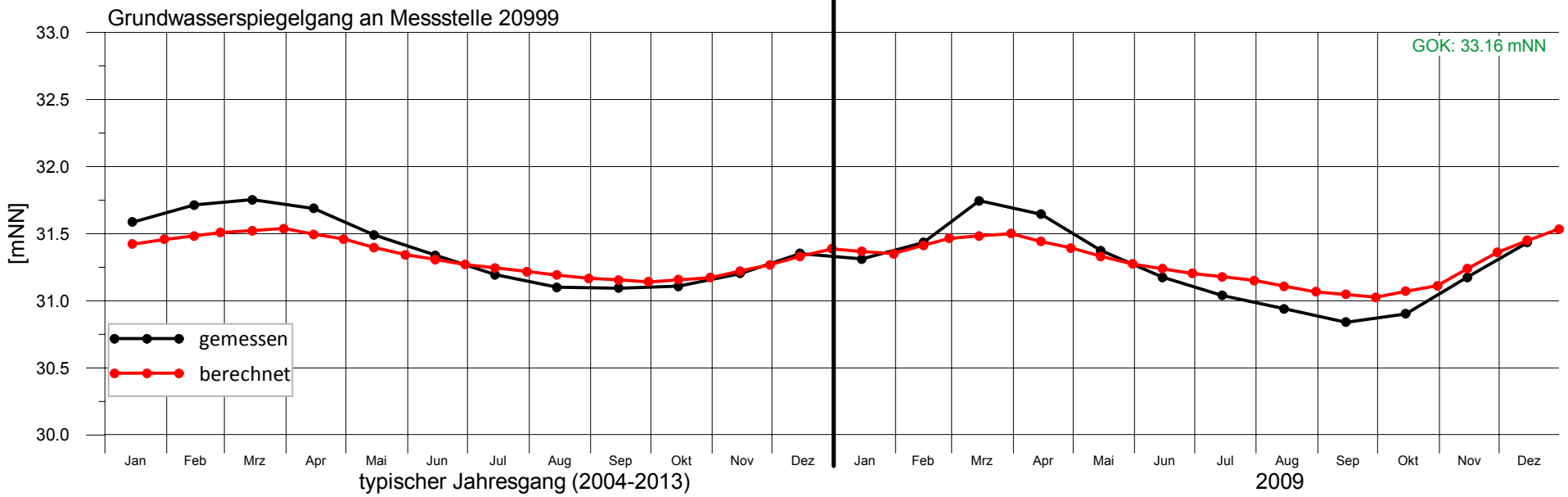
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20999
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,3 km südwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.082

enercity positive energie

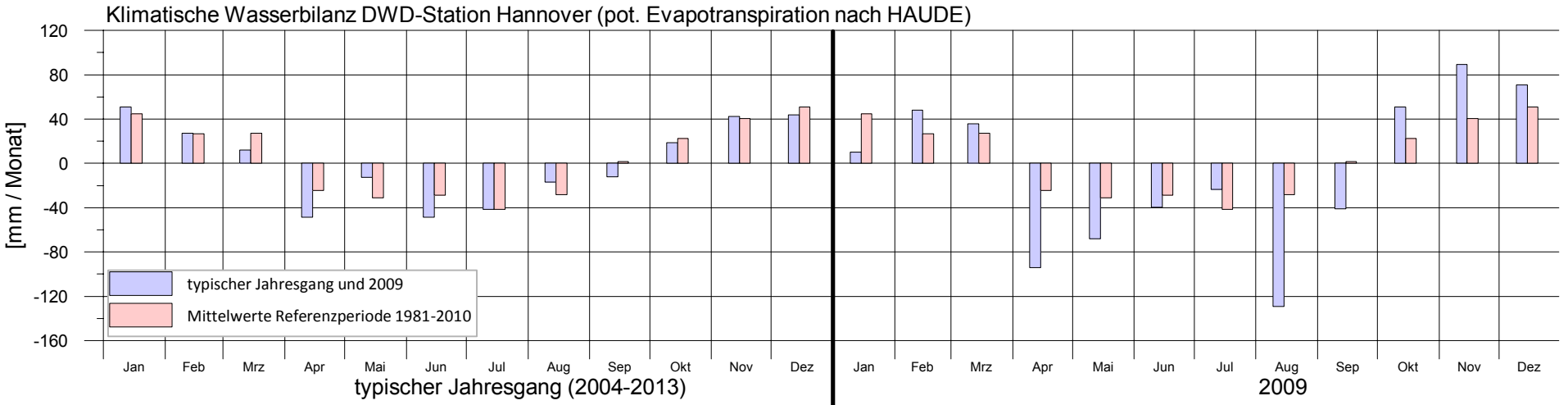
Harzwasserwerke

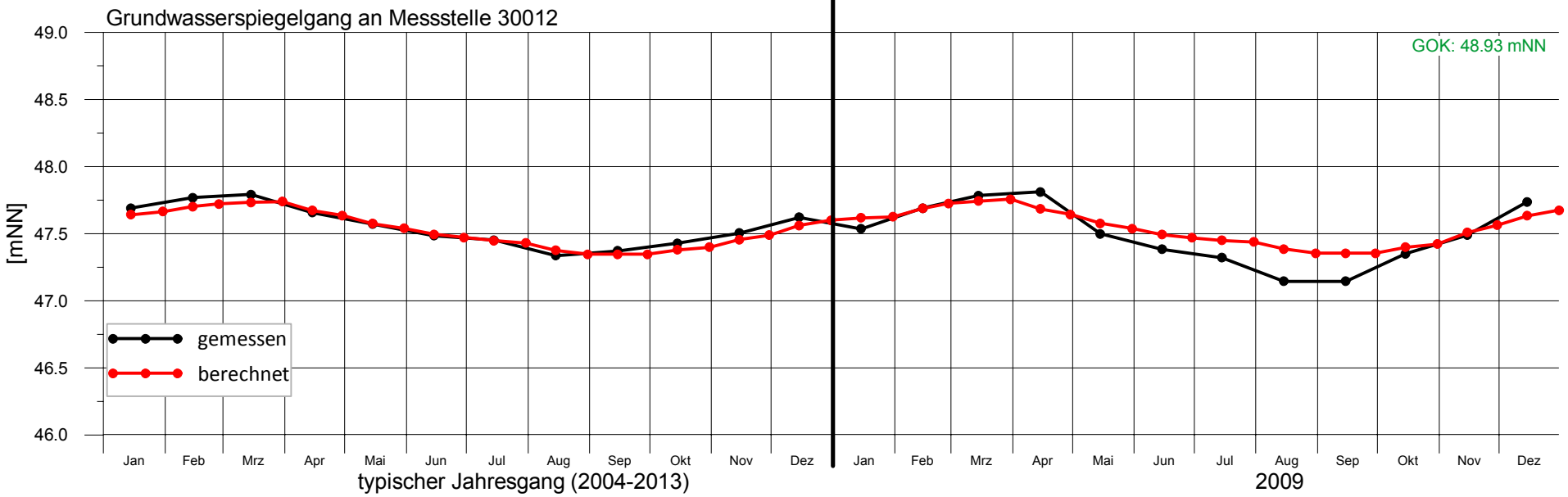
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30012
- Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Festpotentialrand

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.083

enercity positive energie

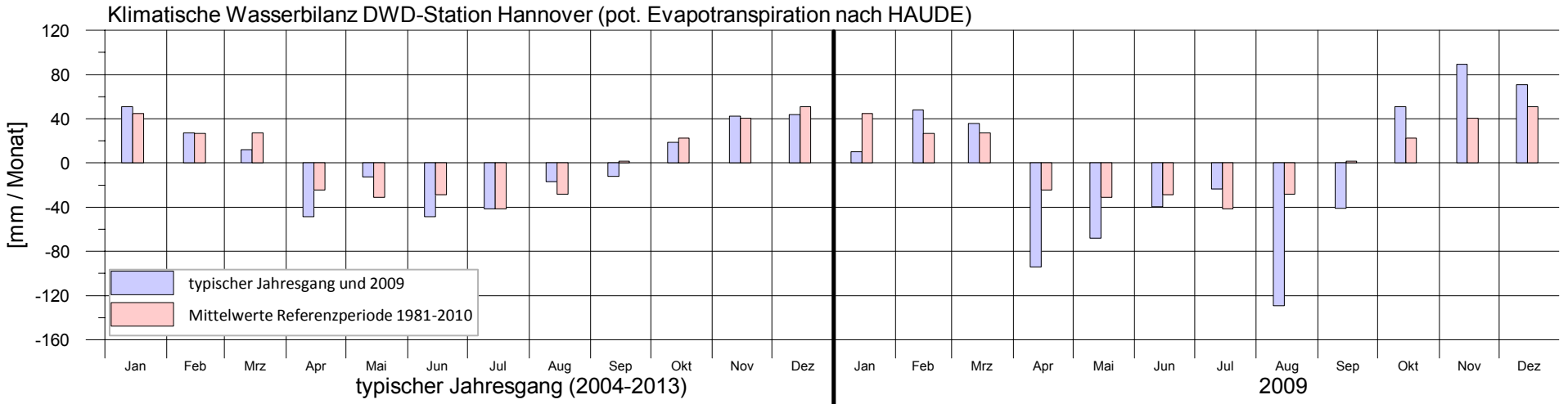
Harzwasserwerke

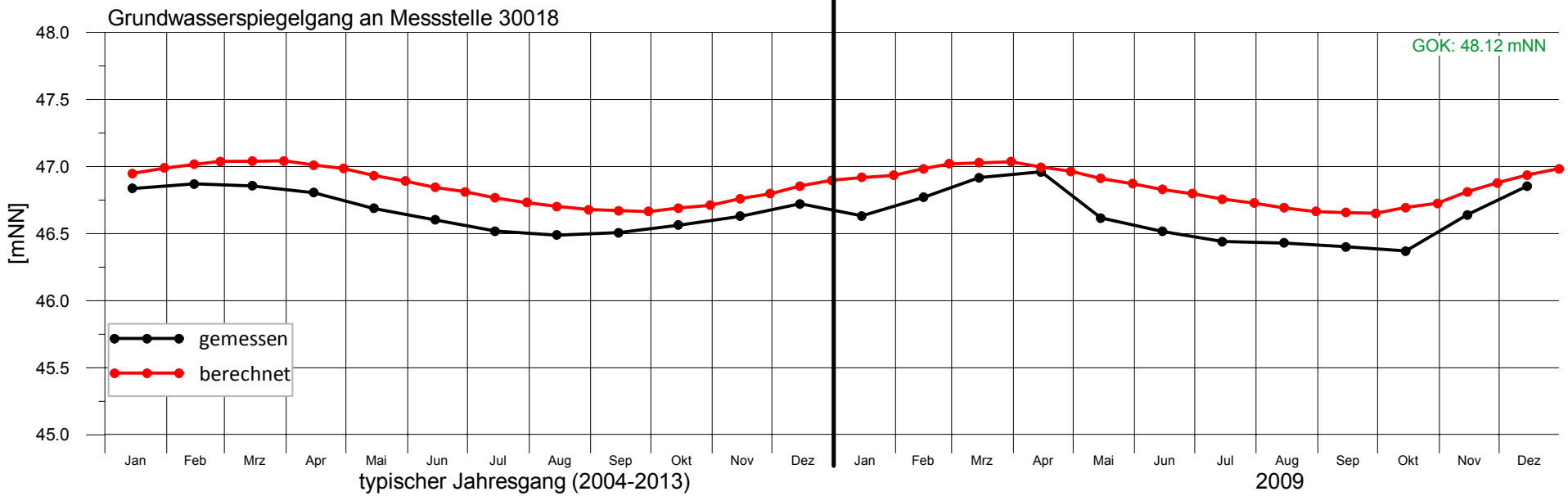
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30018
- Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Festpotentialrand

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.084

enercity positive energie

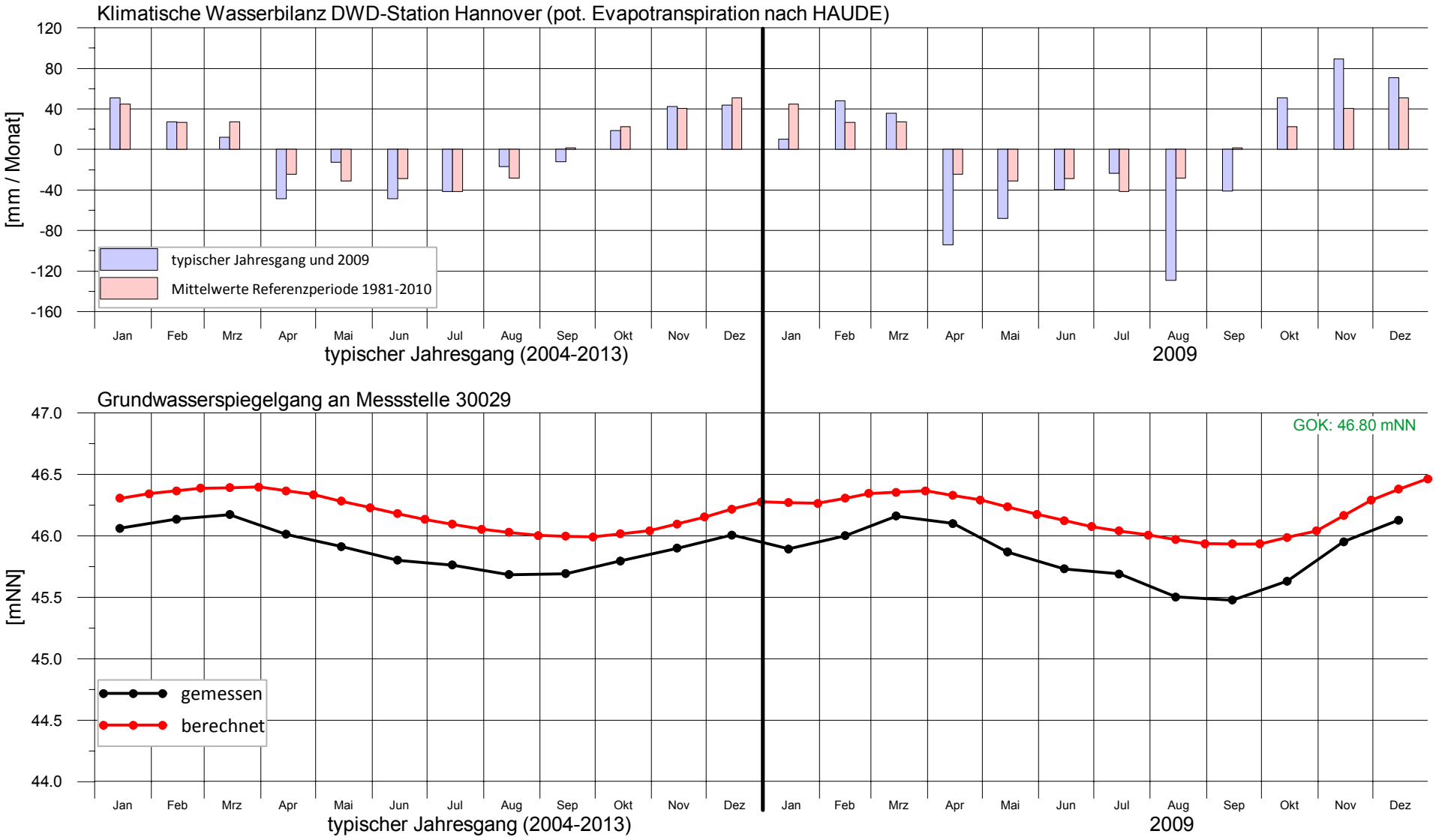
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30029
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 10,2 km südwestlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.085

enercity positive energie

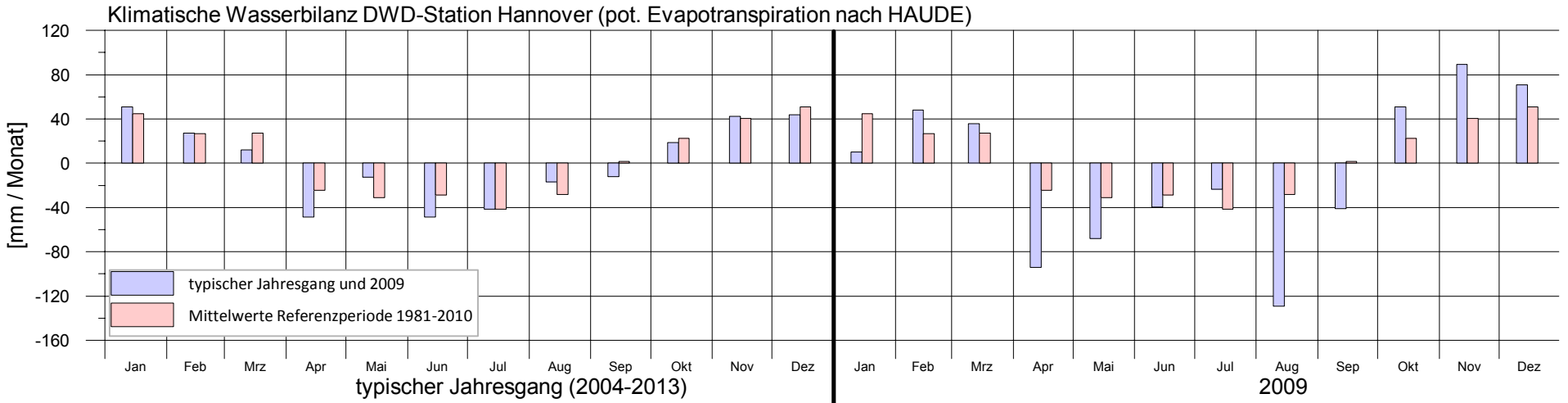
Harzwasserwerke

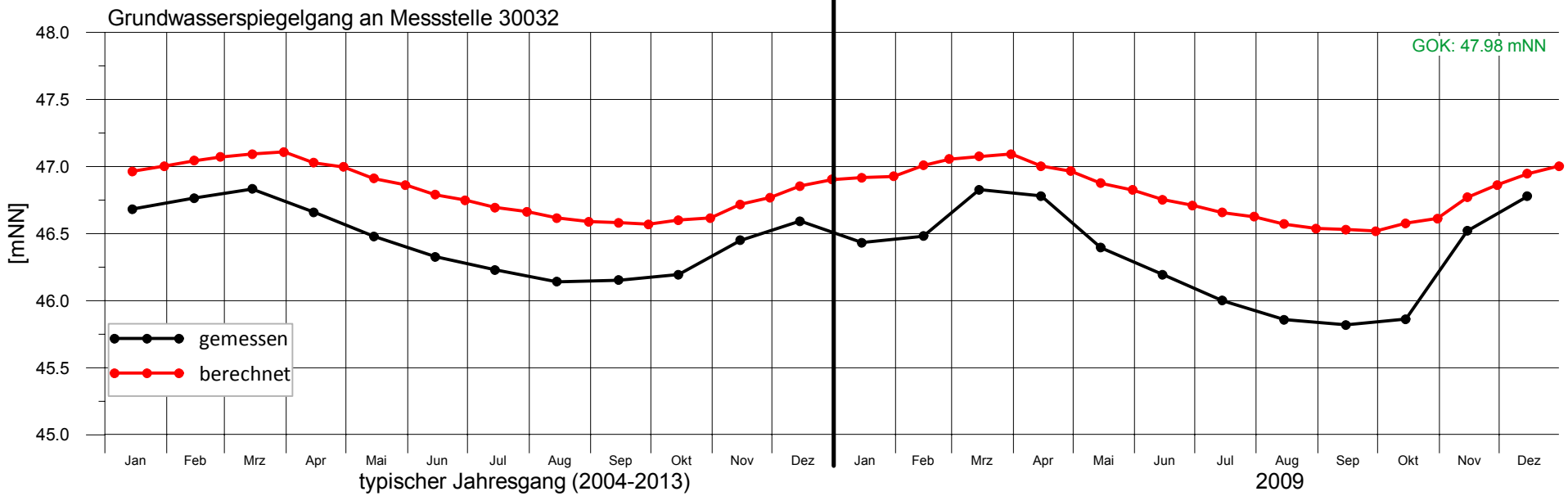
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30032
- Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Festpotentialrand

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.086

enercity positive energie

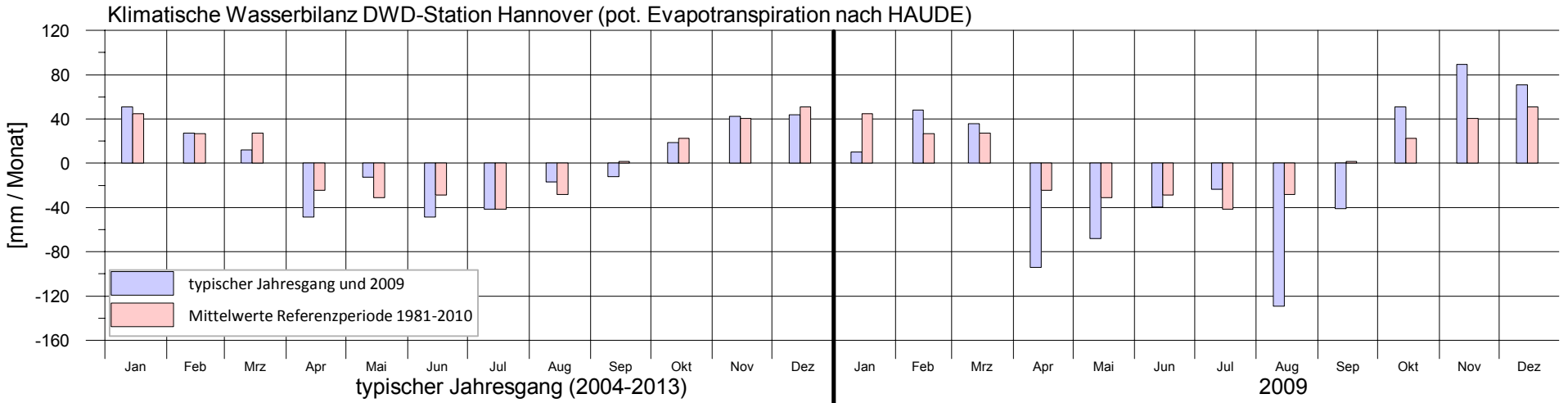
Harzwasserwerke

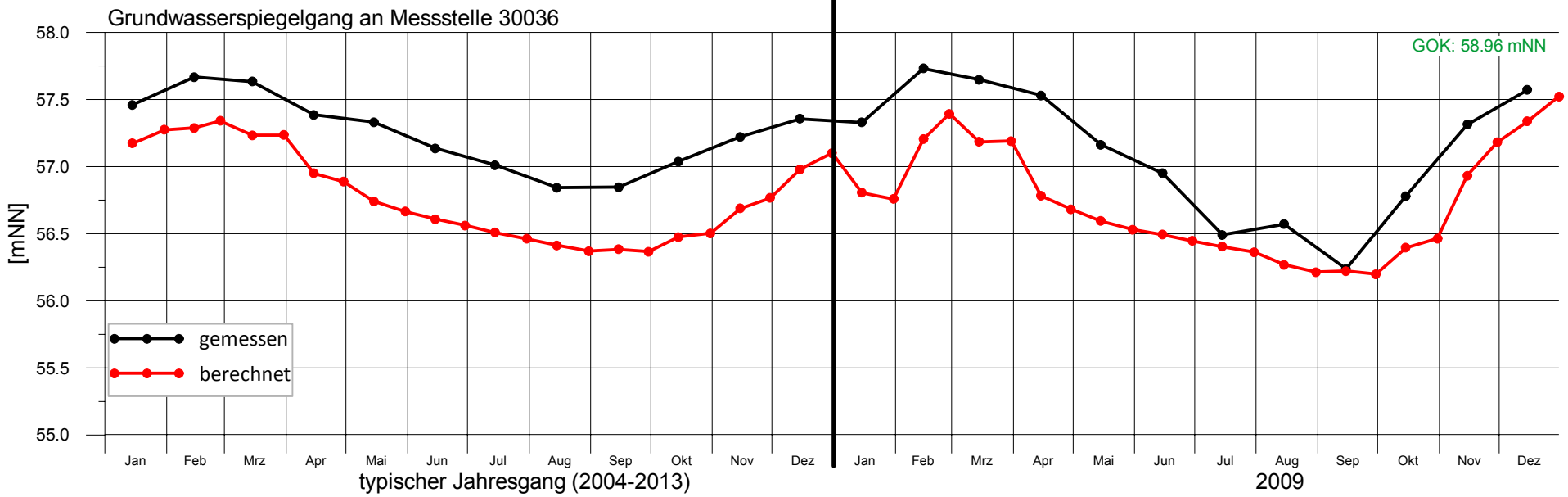
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30036
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,6 km südwestlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.087

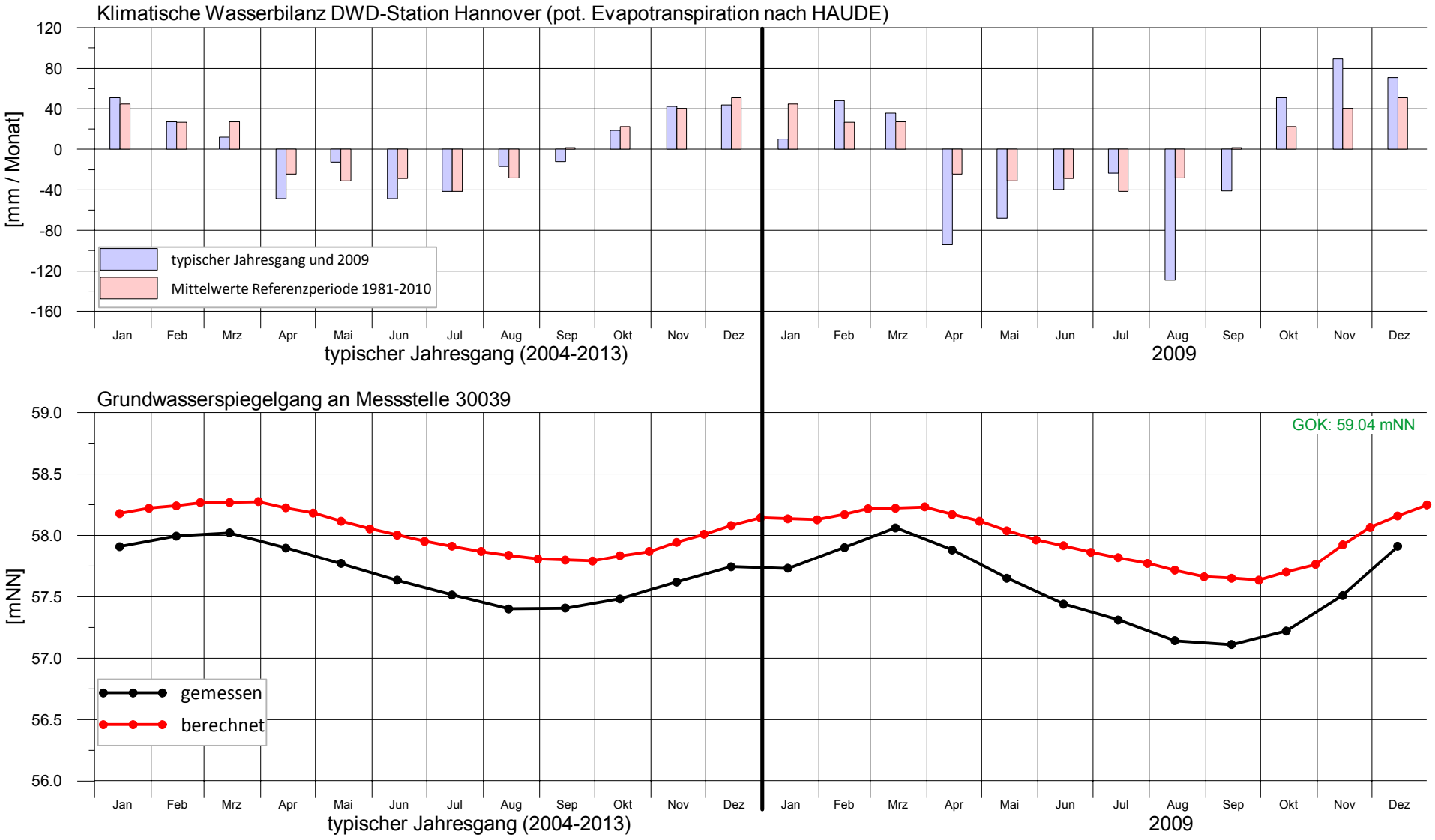
enercity positive energie

Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30039
- Vergleich Messung / Rechnung -
am südlichen Modellrand

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.088

enercity positive energie

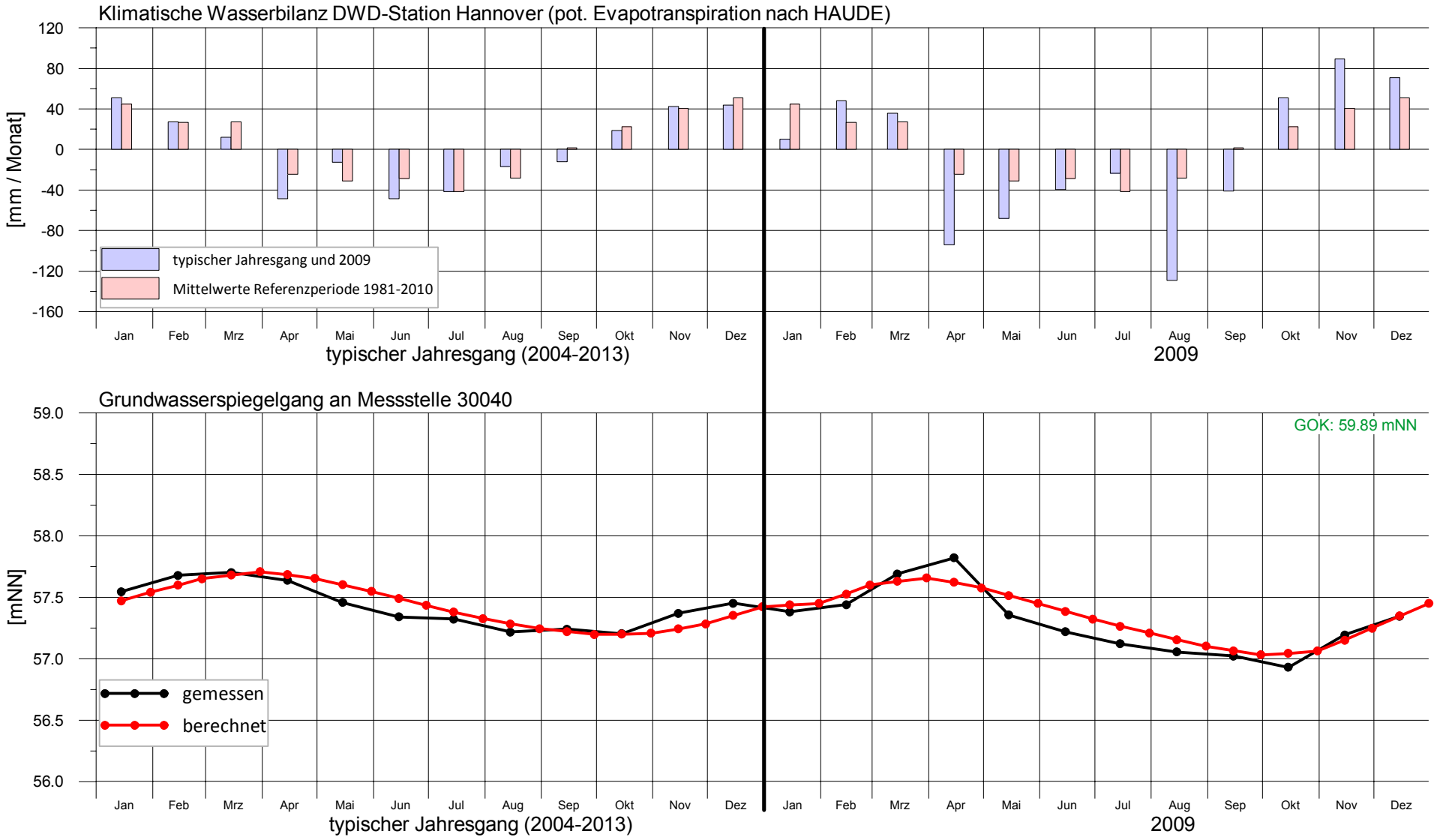
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30040
- Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Modellrand

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.089

enercity positive energie

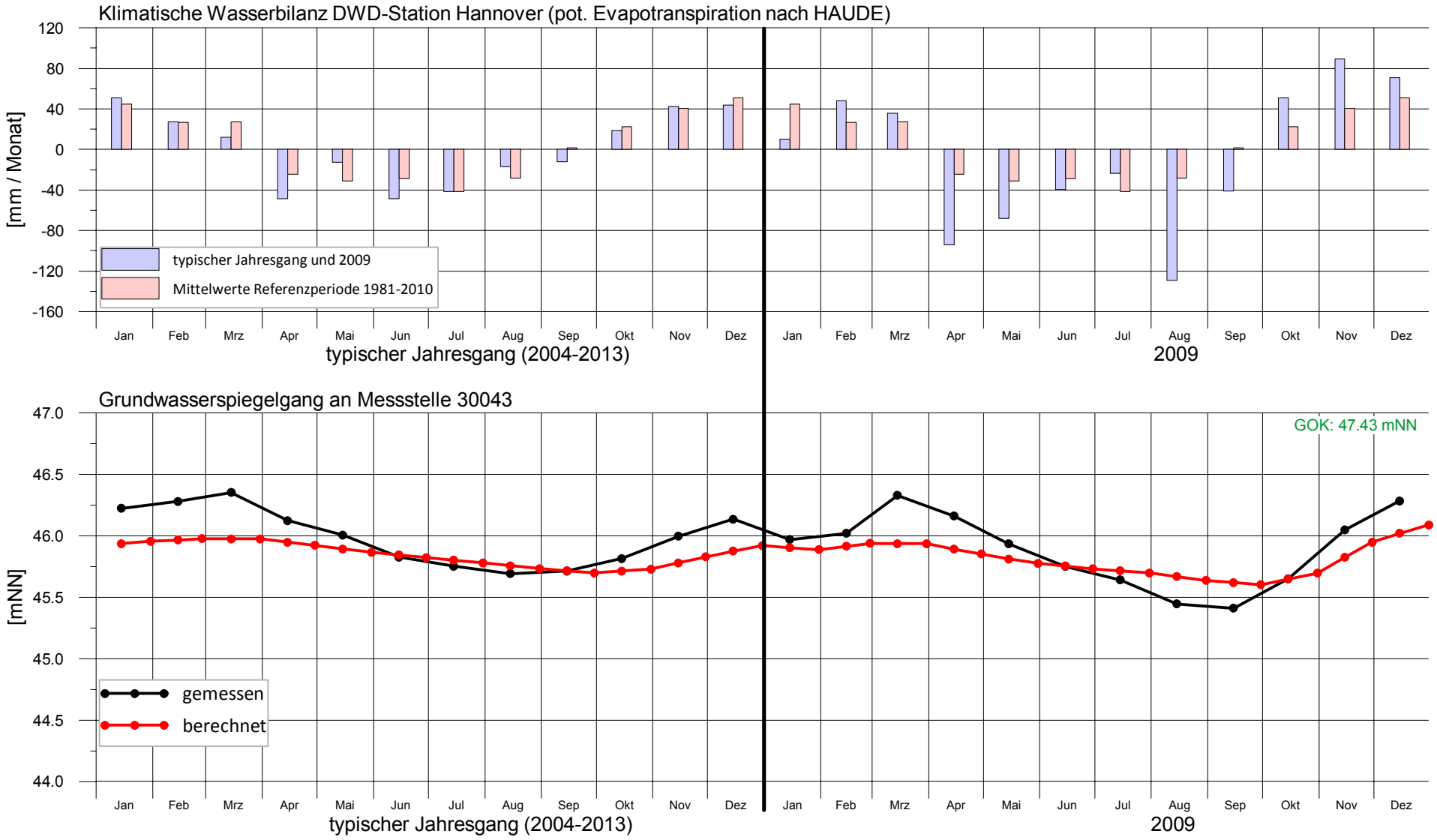
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30043
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2 nördlich des südlichen Festpotentialrandes

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.090

enercity positive energie

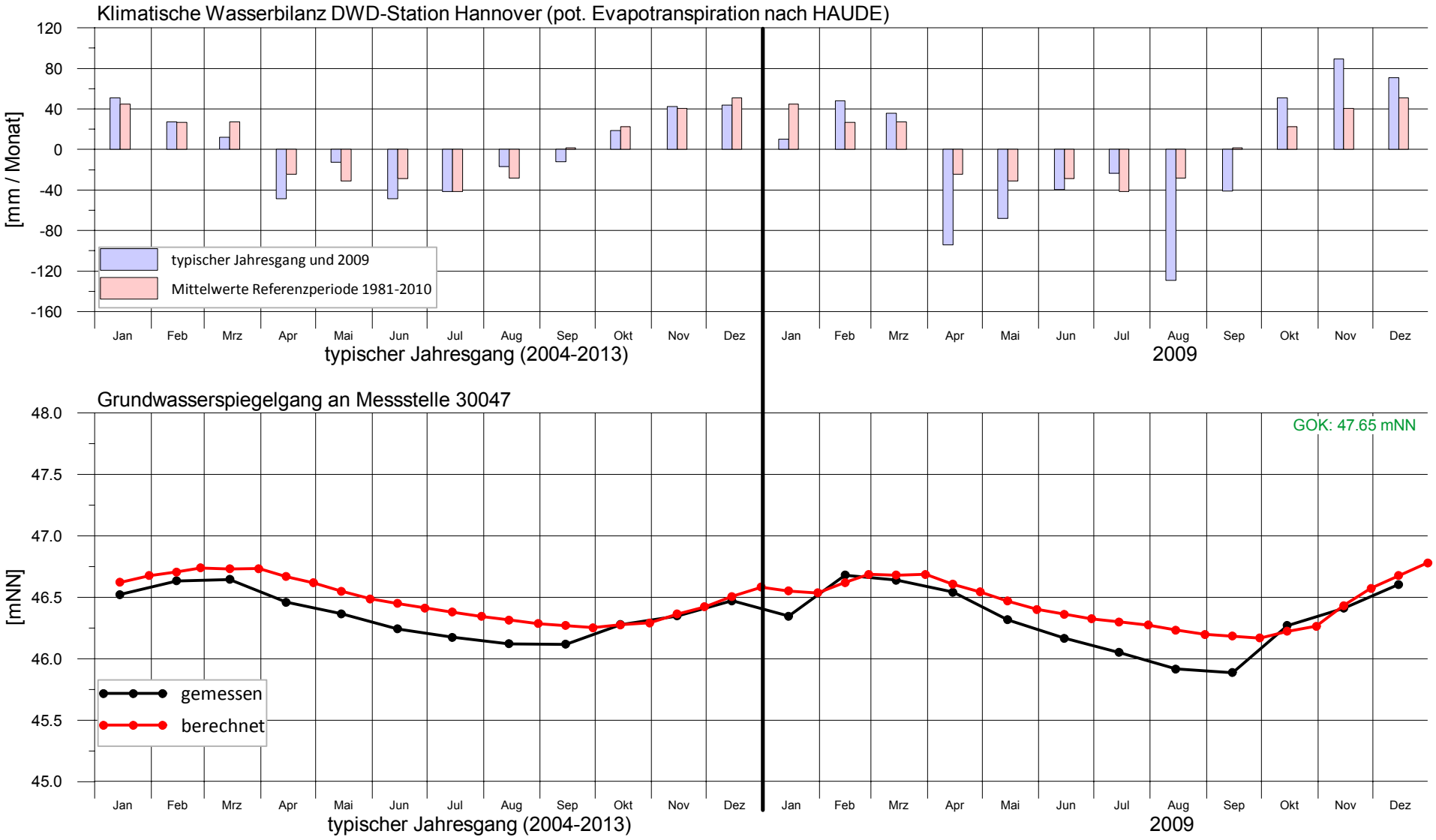
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30047
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,7 km südwestlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.091

enercity positive energie

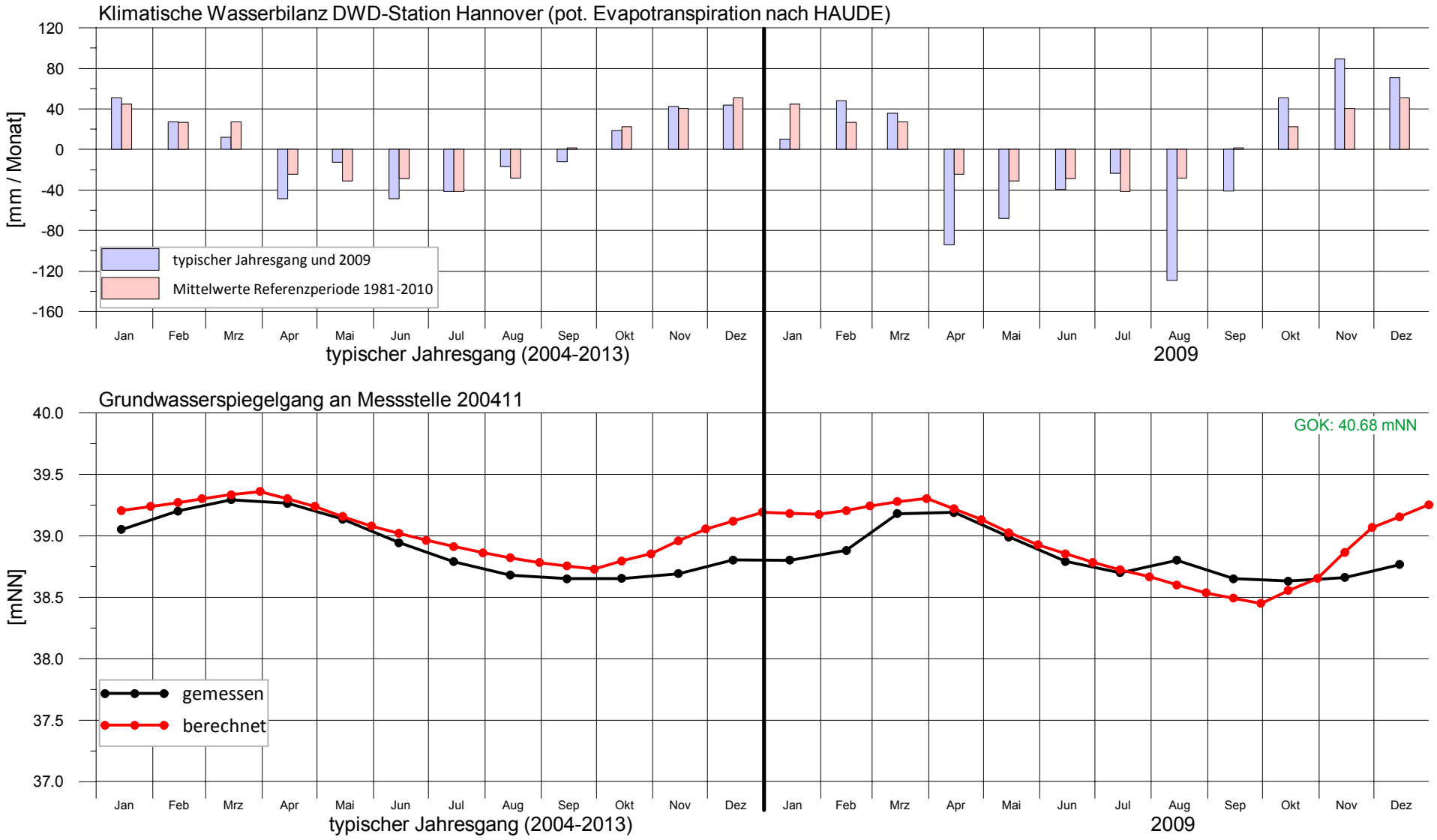
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle 200411
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,0 km südwestlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.092

enercity positive energie

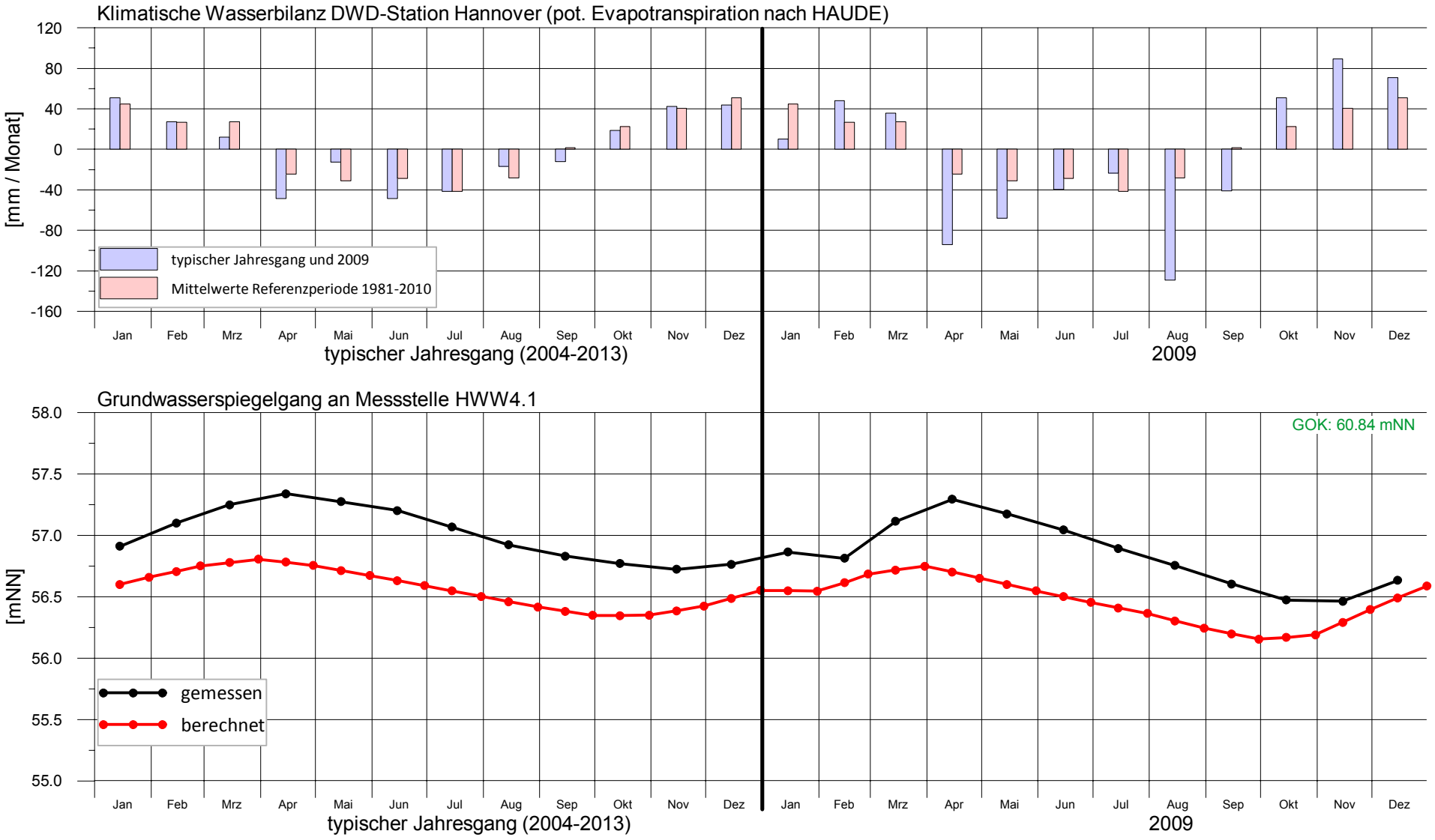
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW4.1
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,1 km südlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.093

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

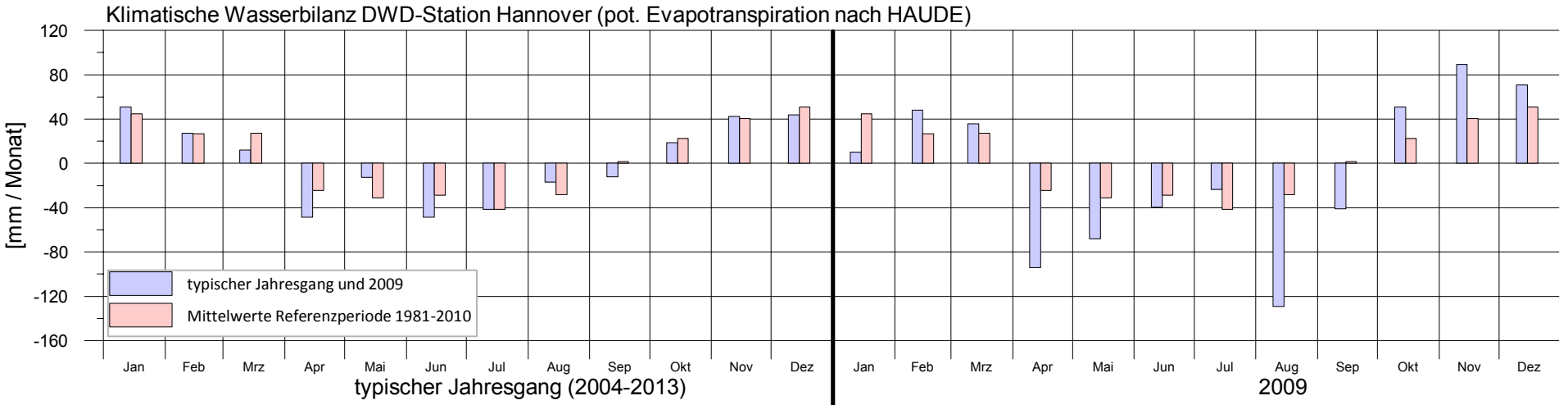
Harzwasserwerke

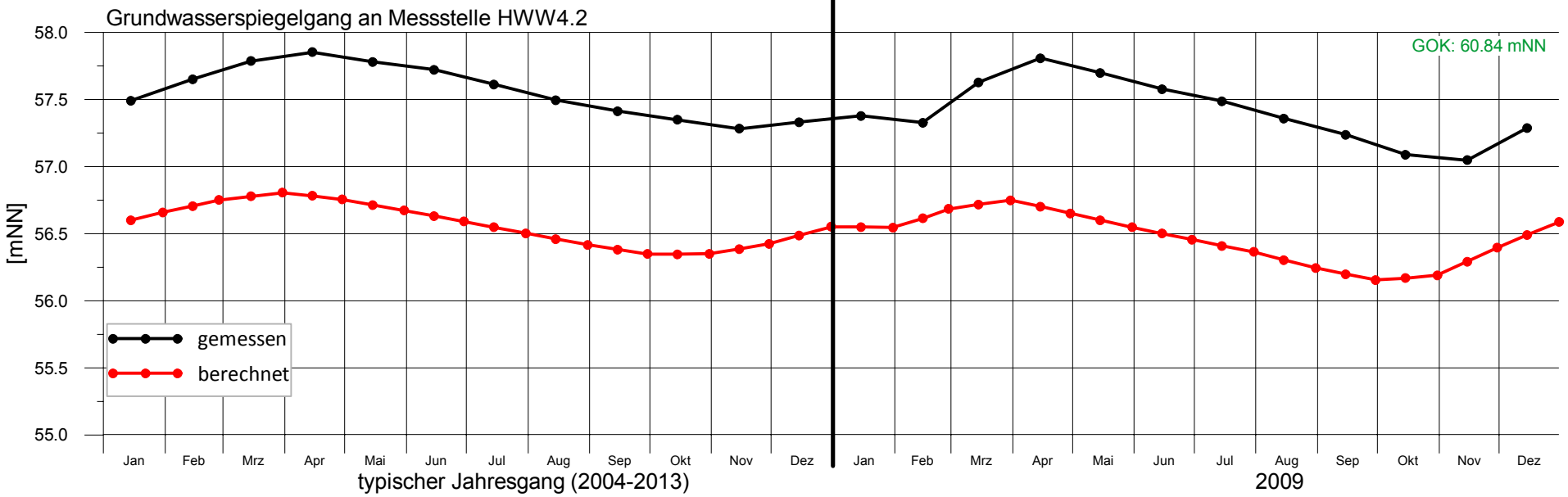
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW4.2
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,1 km südlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.094

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

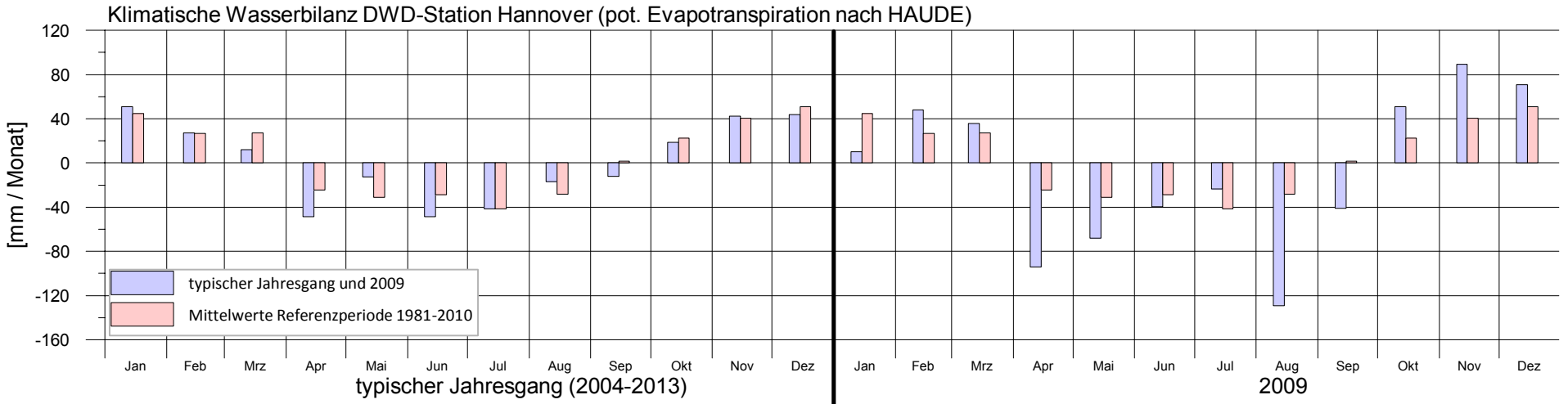
Harzwasserwerke

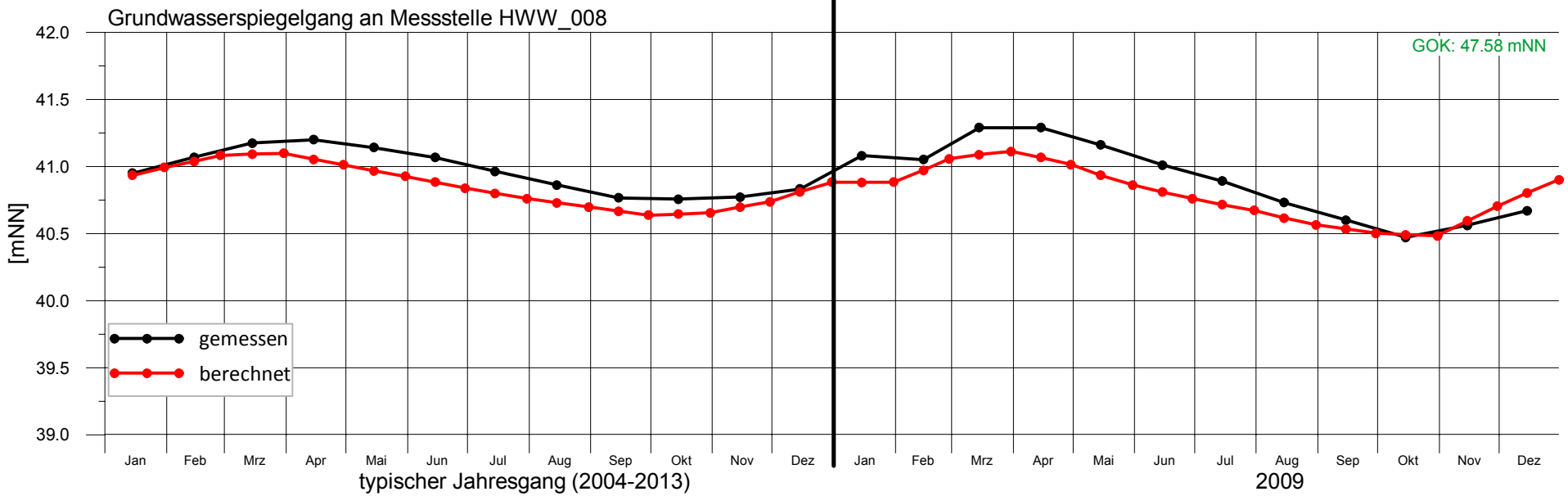
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW008
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 500 m südöstlich Brunnen 2, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.095

enercity positive energie

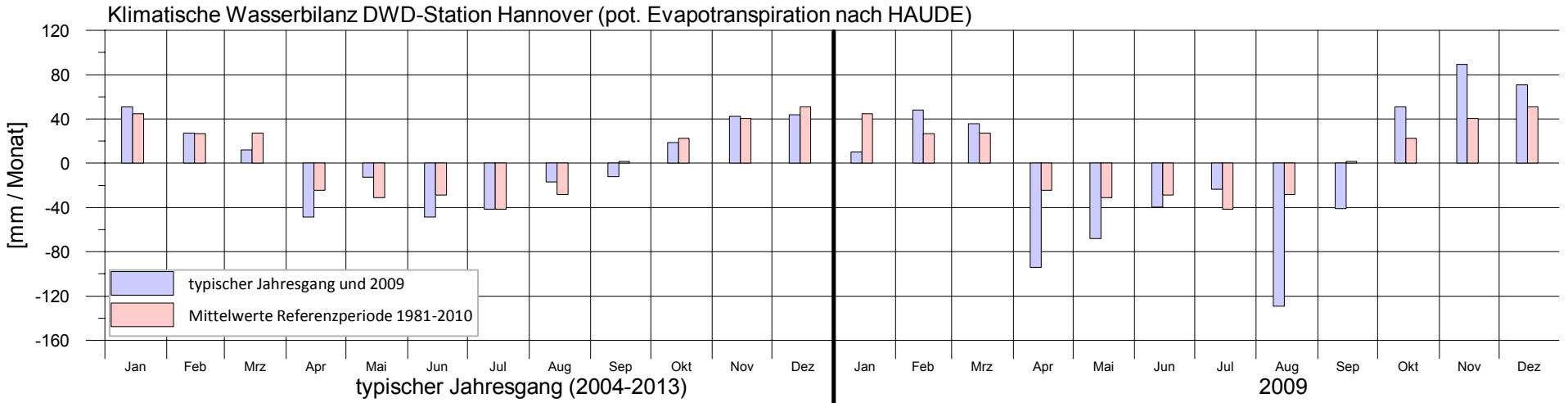
Harzwasserwerke

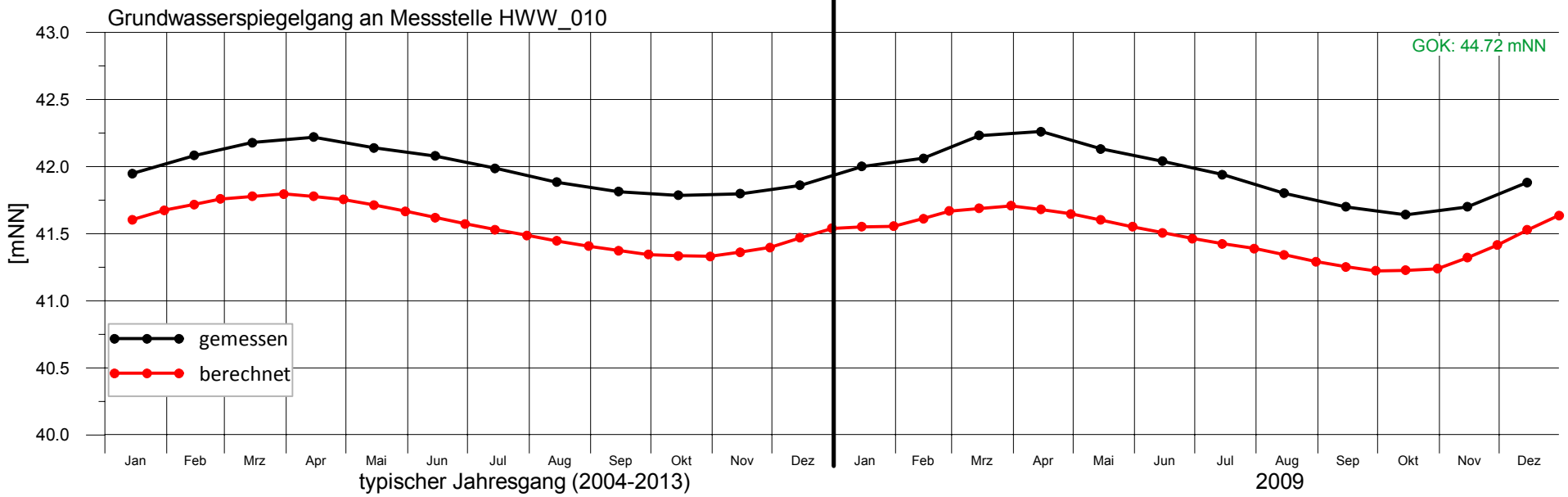
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW010
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 900 m südlich Brunnen 4, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.096

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

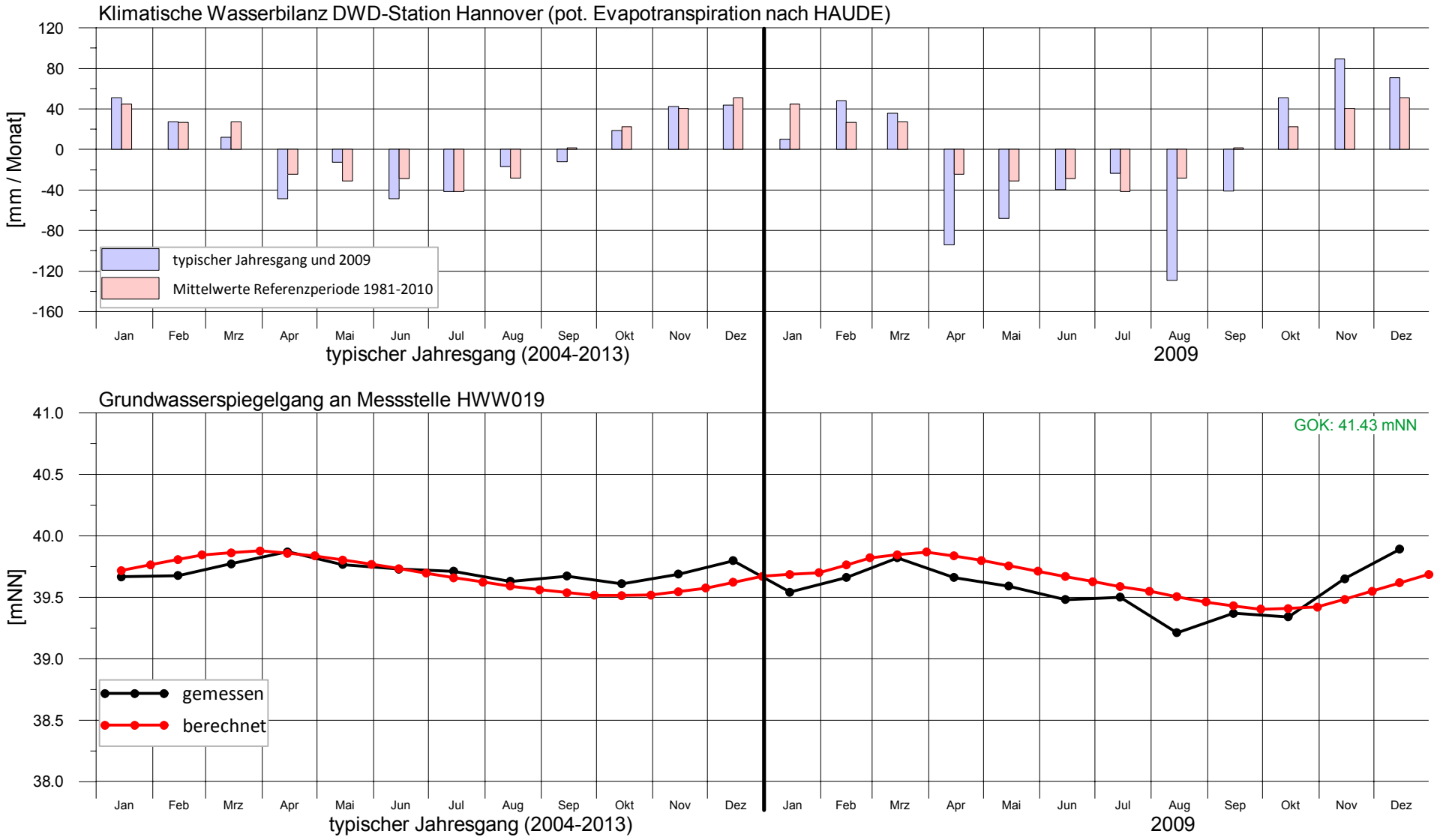
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW019 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,1 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.097

enercity positive energie

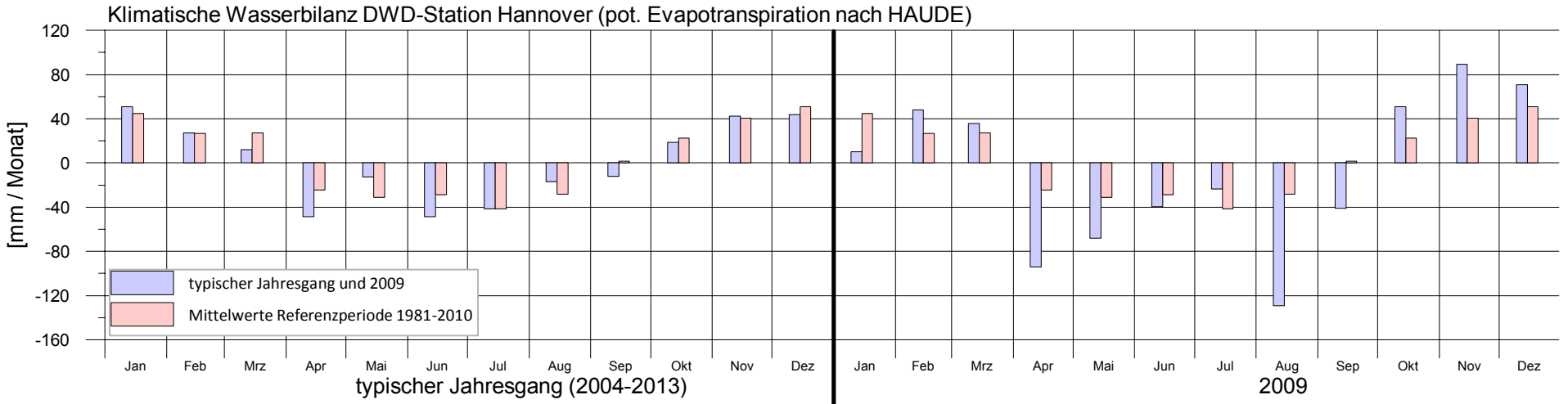
Harzwasserwerke

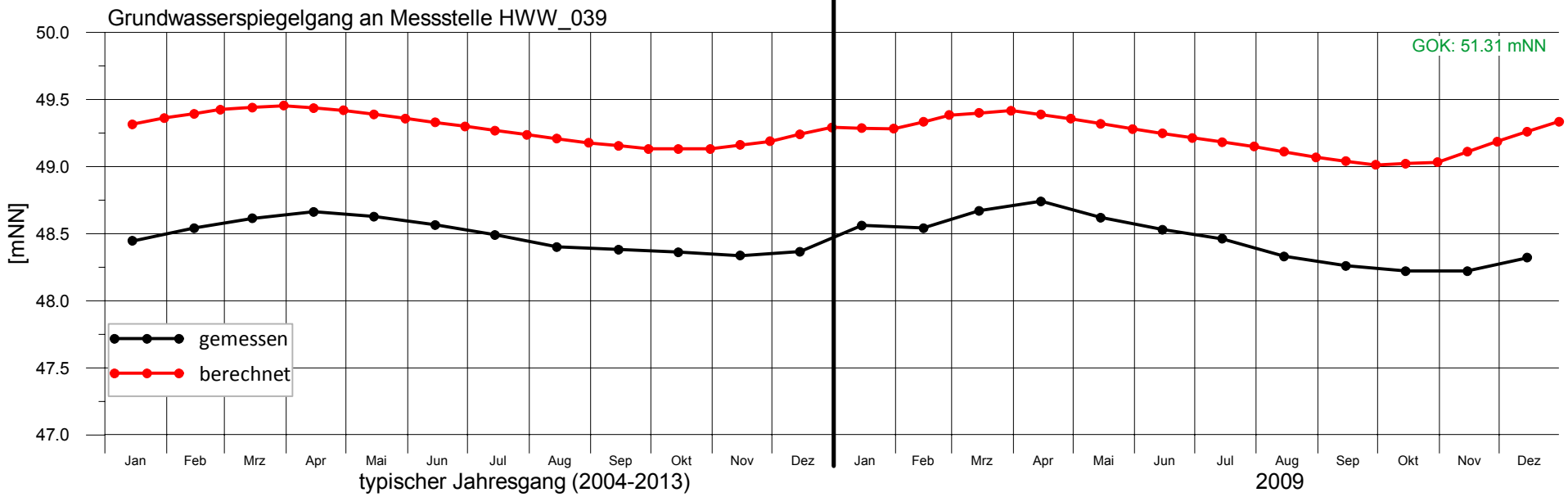
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW039
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,8 km südöstlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.098

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

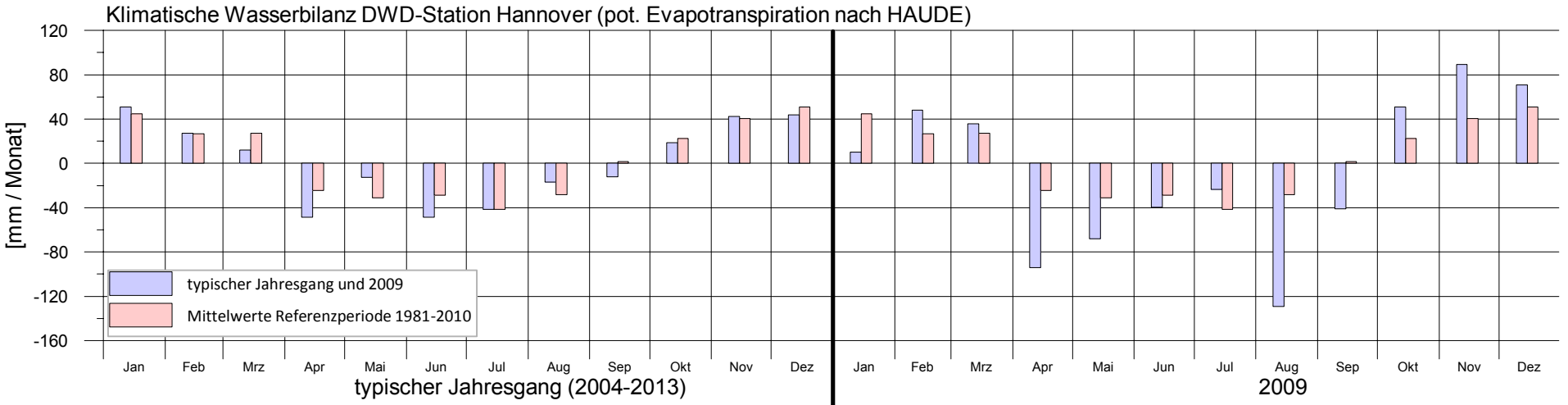
Harzwasserwerke

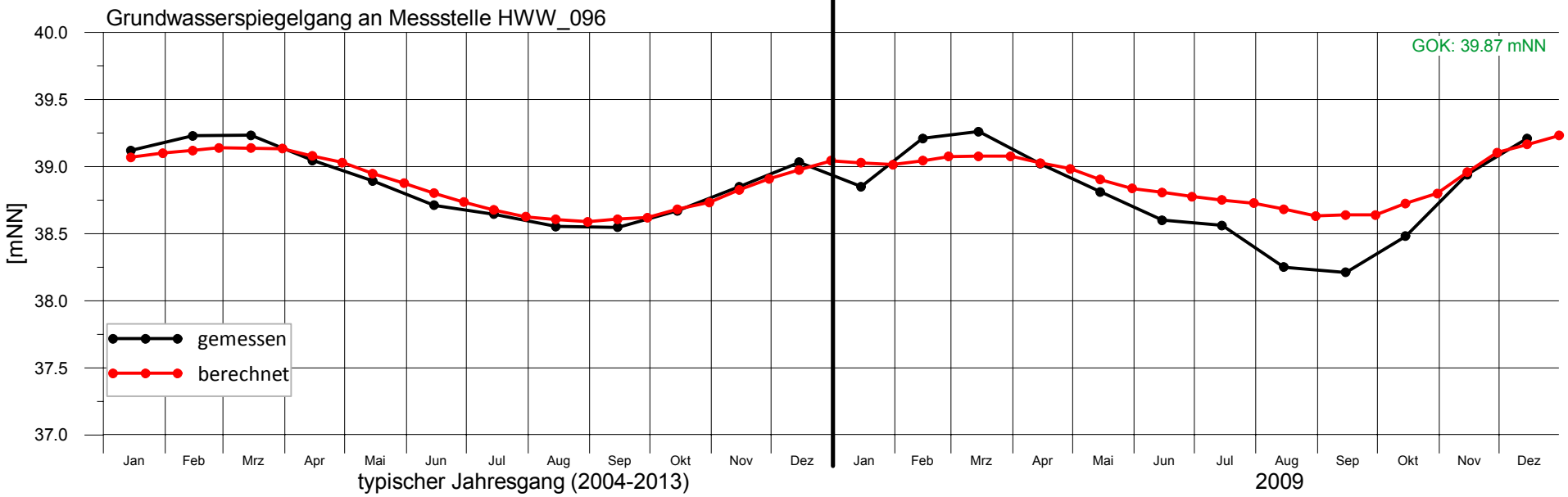
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW096 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,3 km nördlich Brunnen 6, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.099

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

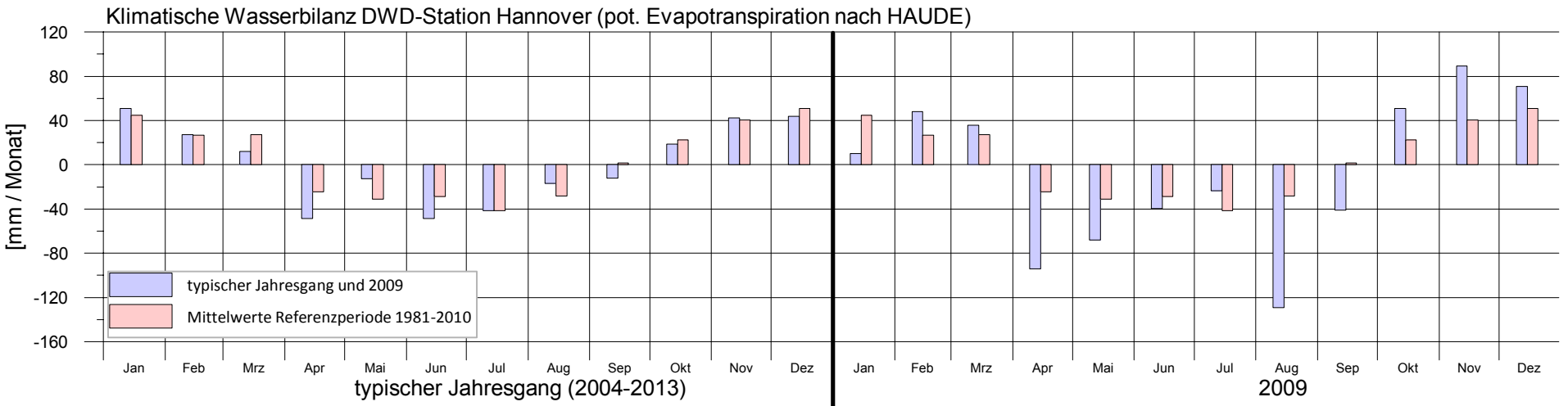
Harzwasserwerke

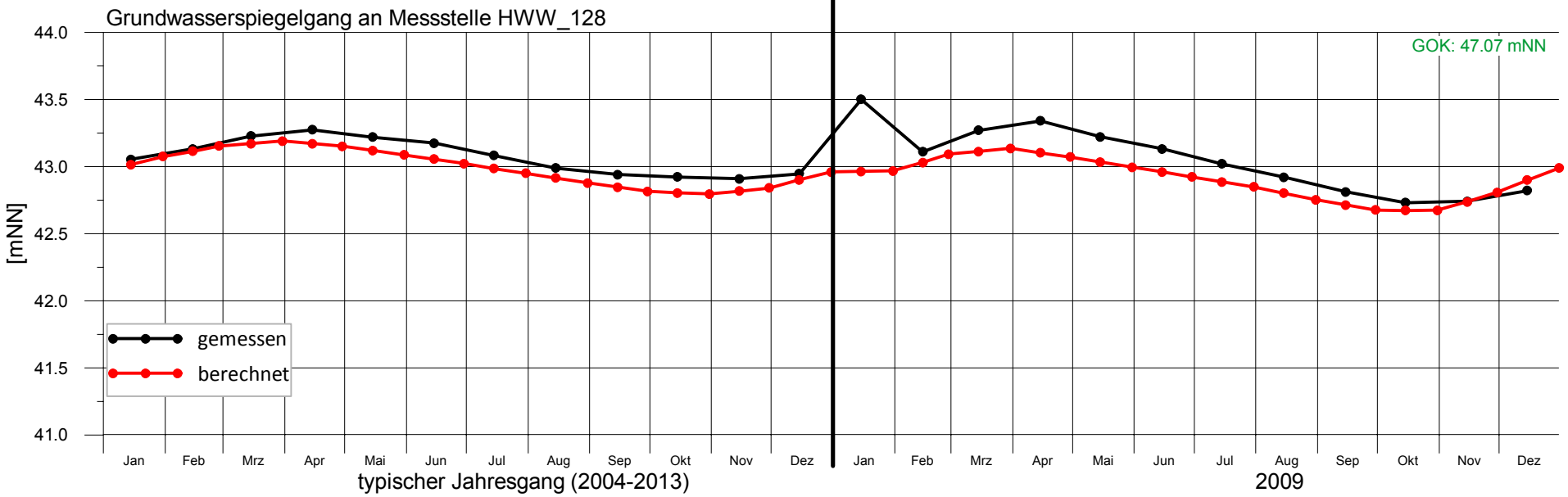
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW128 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,6 km südlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.100

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

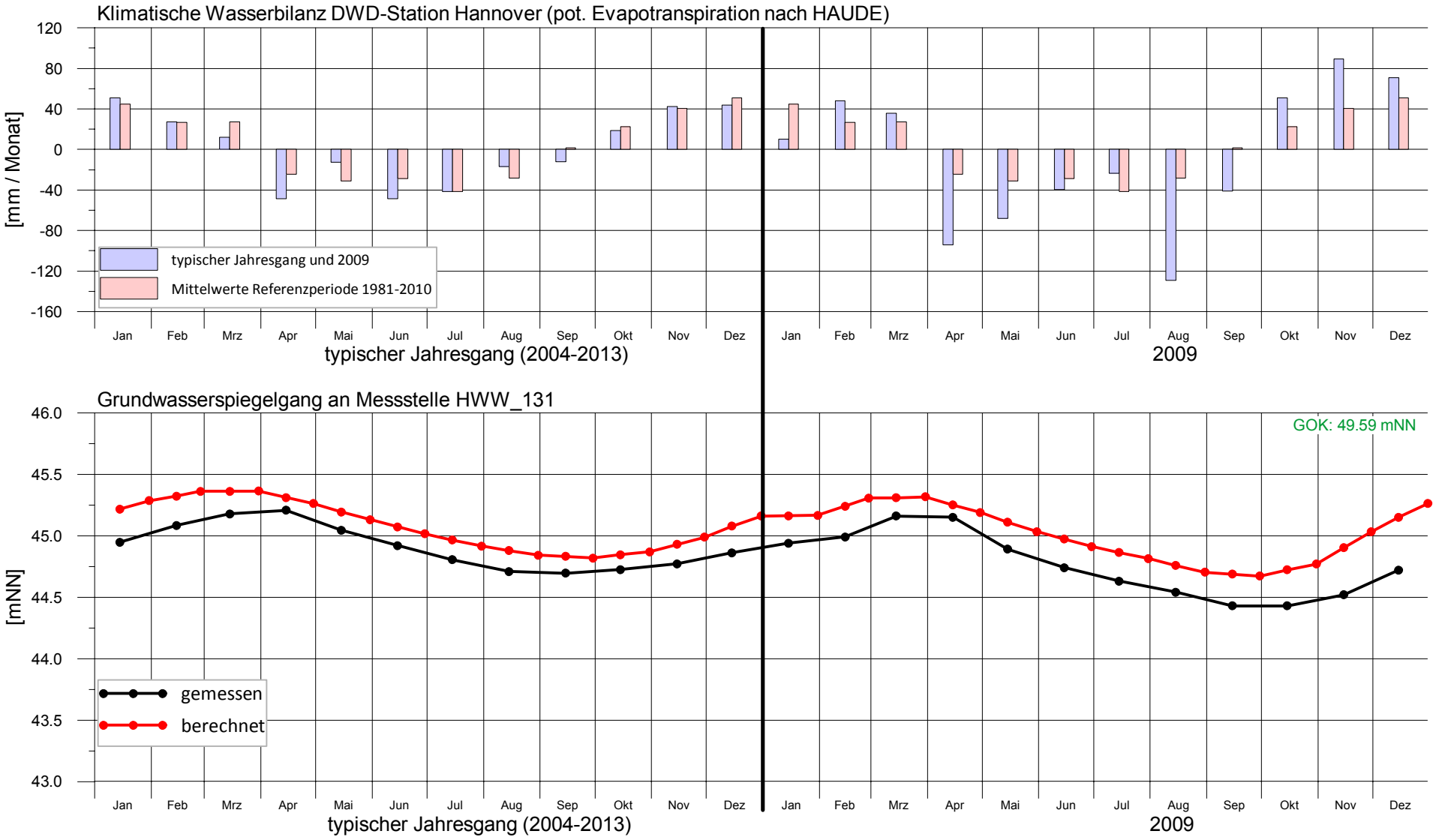
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW131 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,2 km südlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.101

enercity positive energie

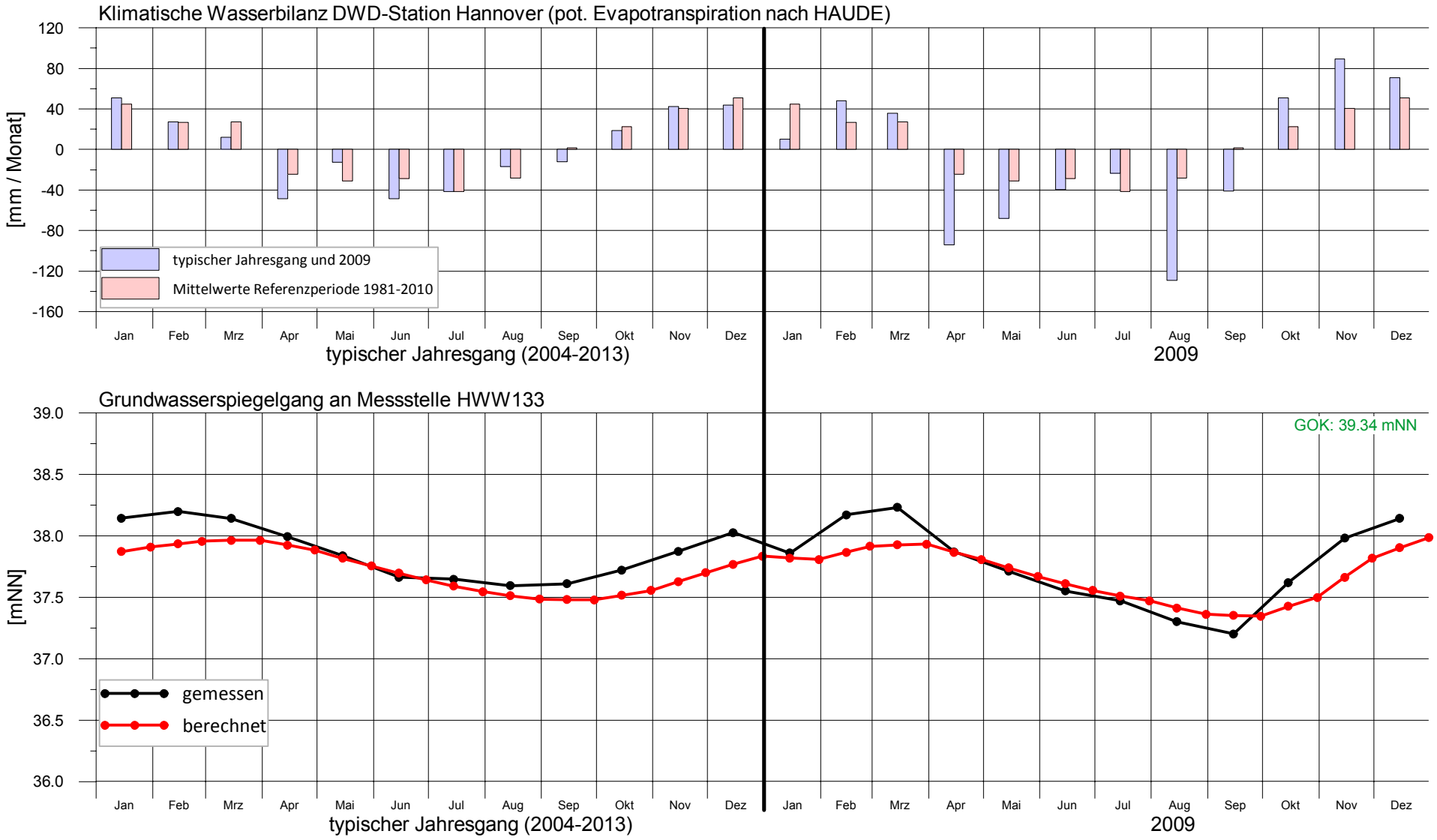
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW133 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,3 km nördlich Brunnen 4, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.102

enercity positive energie

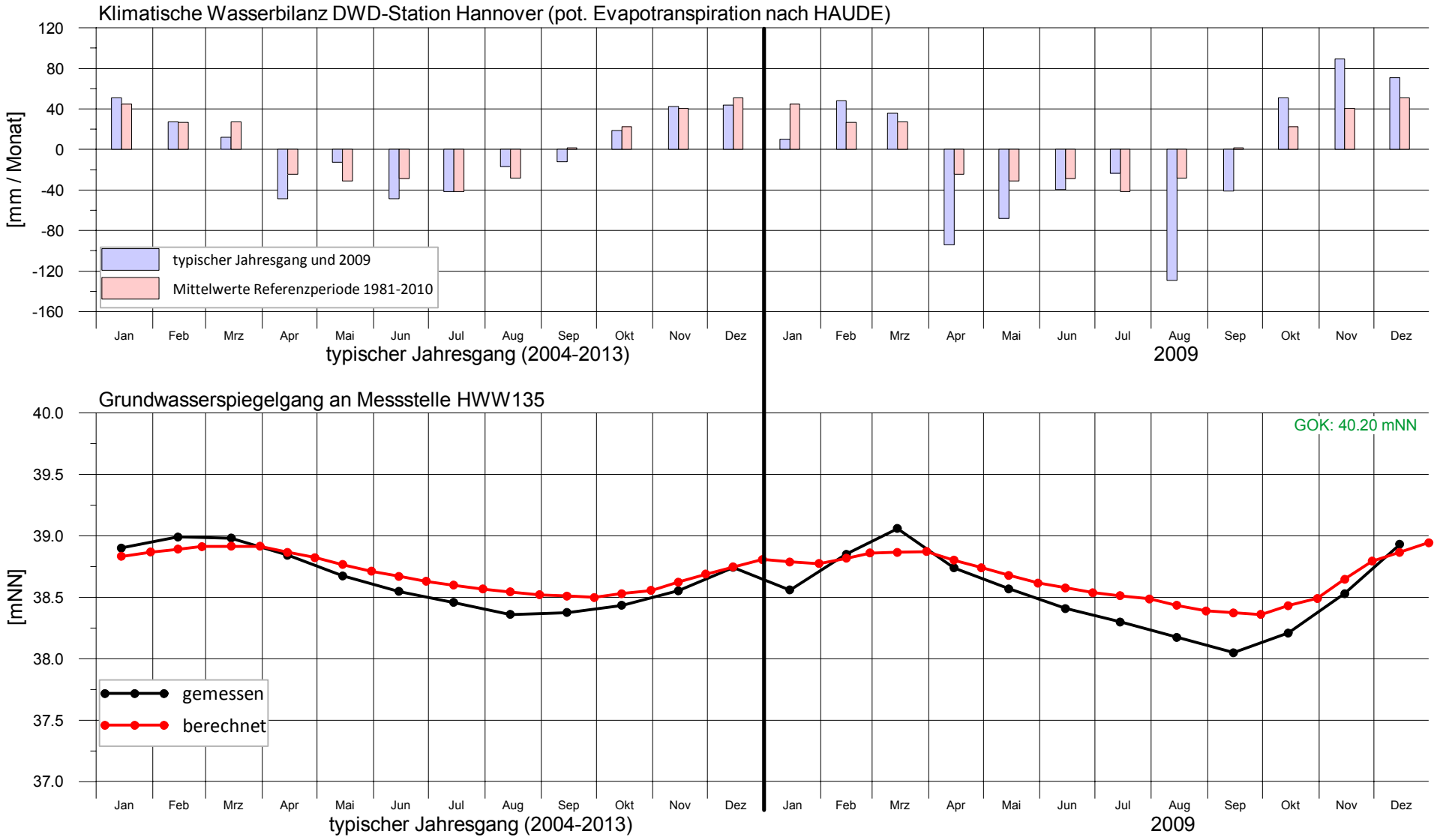
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW135 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,9 km nördlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Anlage 15.103

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

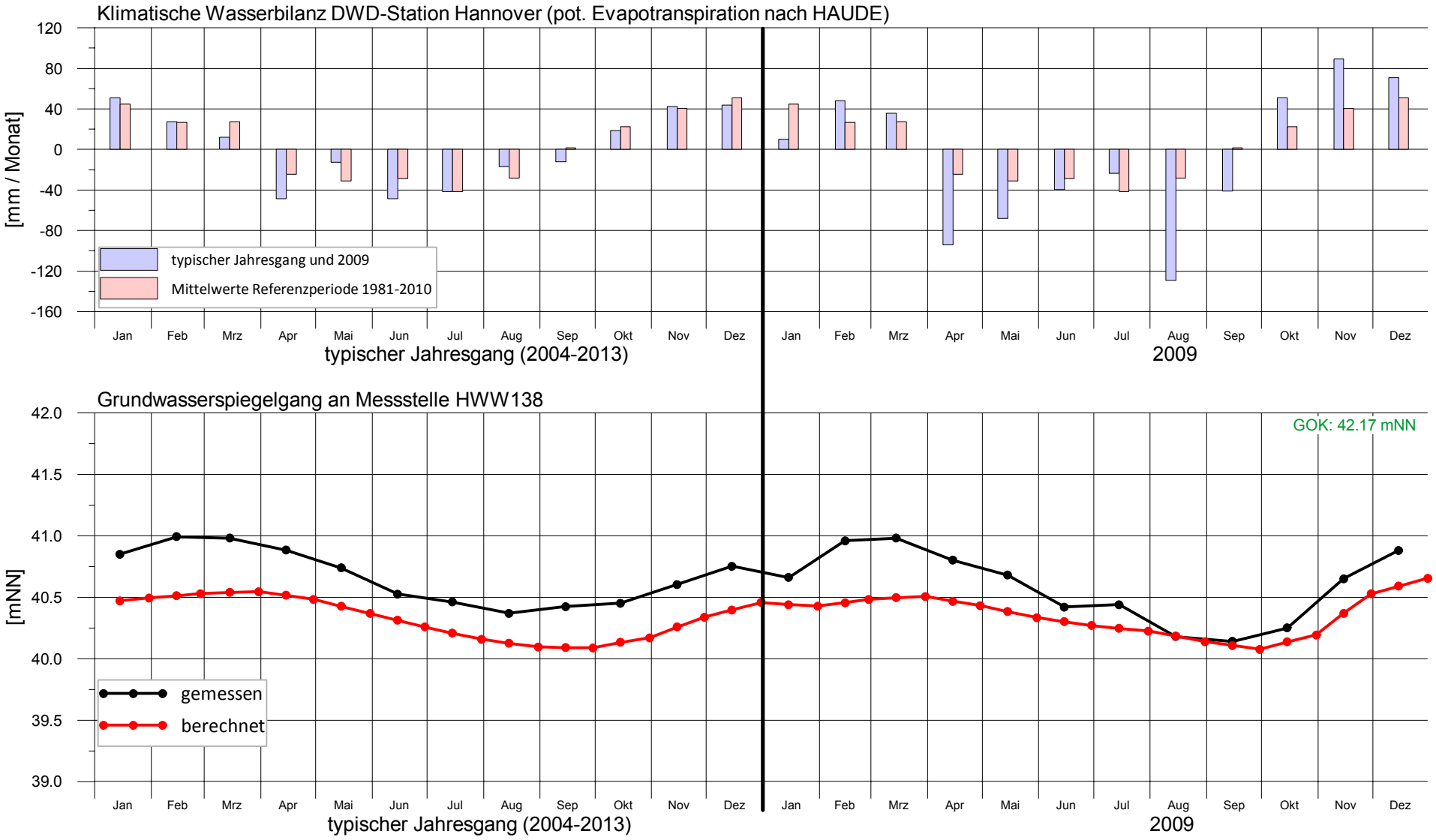
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW138 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,0 km südwestlich Brunnen 6, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

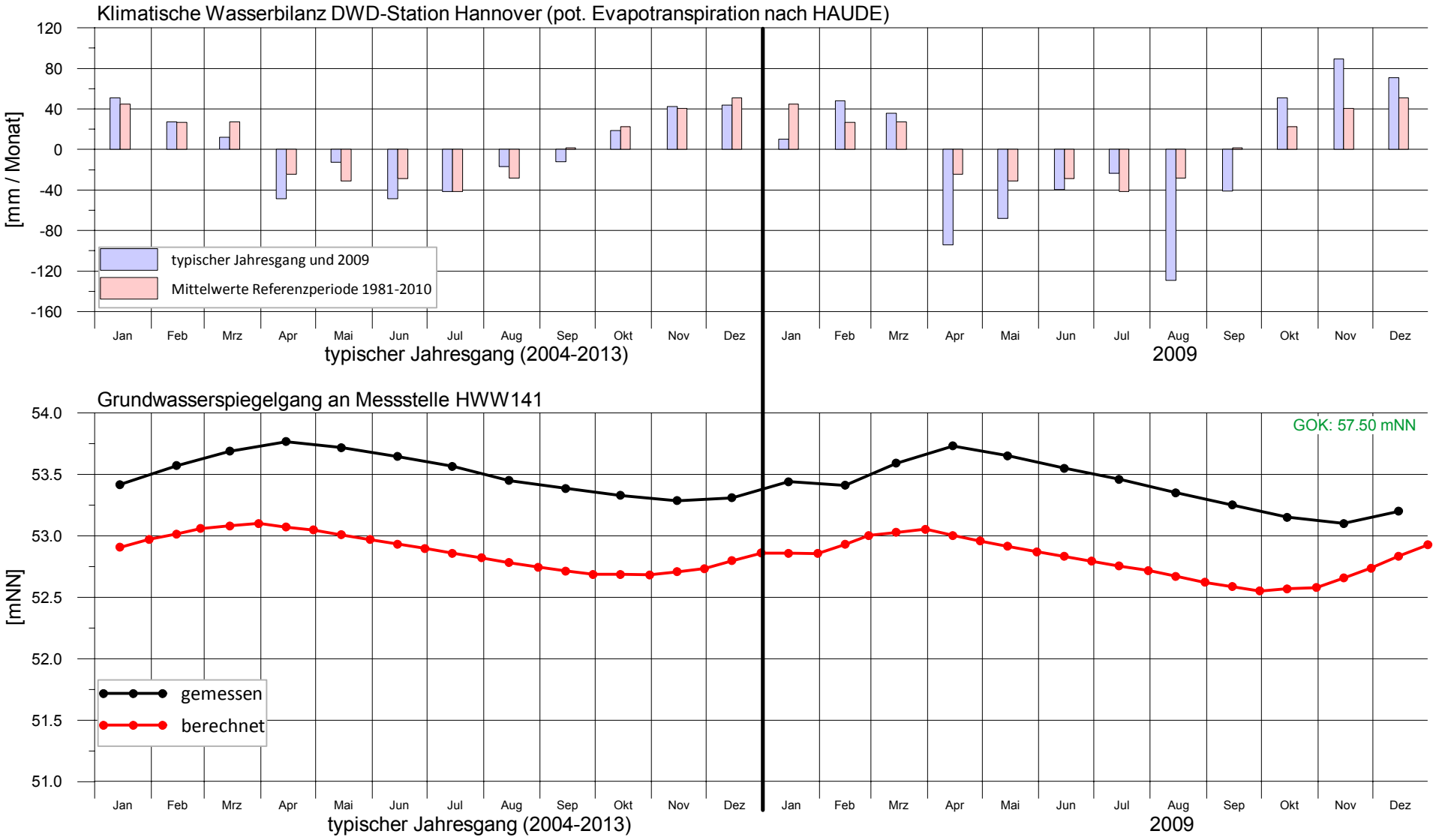
Anlage 15.104

Trinkwassergewinnung
Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW141
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,7 km südlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell
Hannover-Nord
- Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.105

enercity positive energie

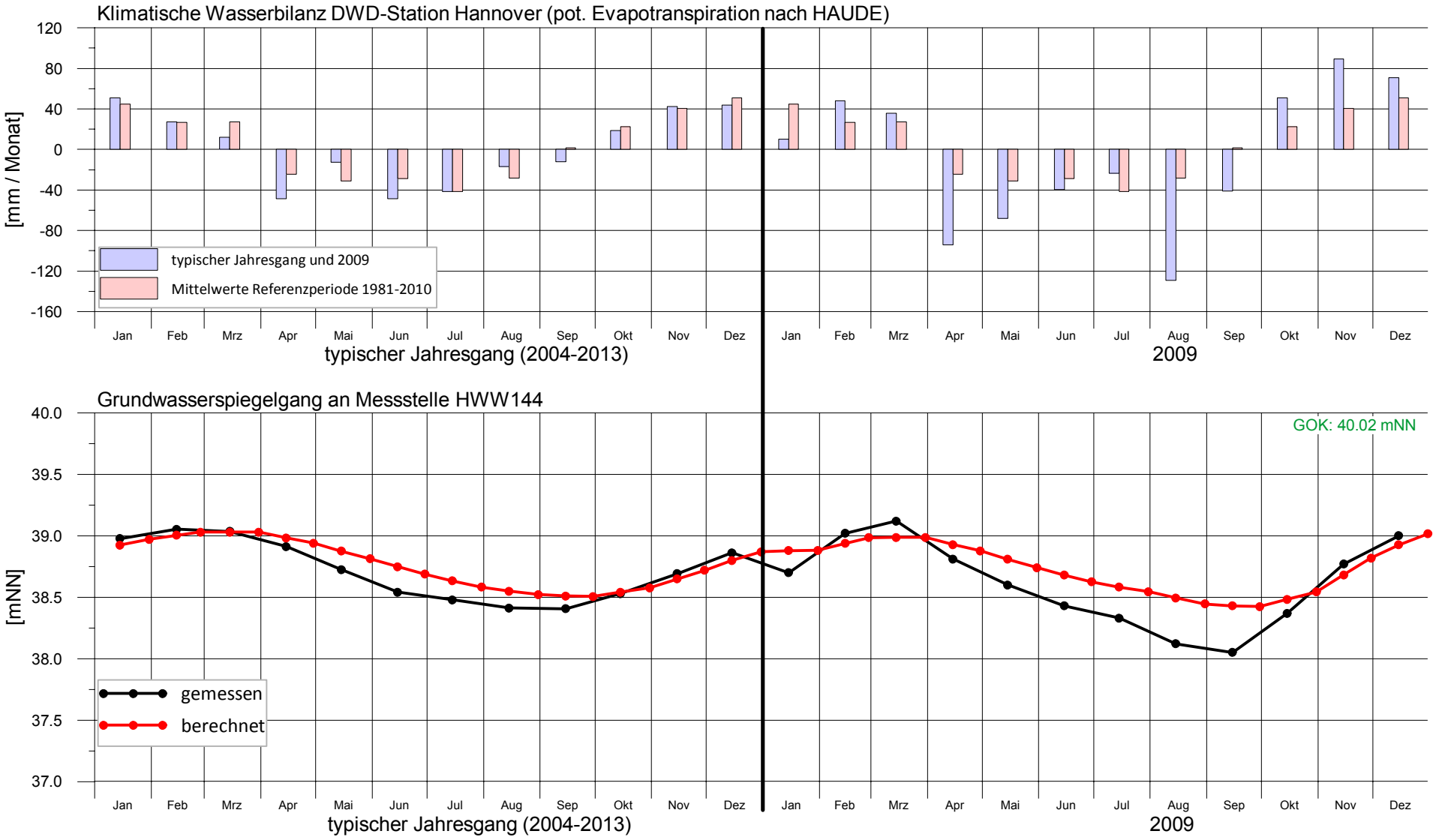
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW144 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,0 km nördlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

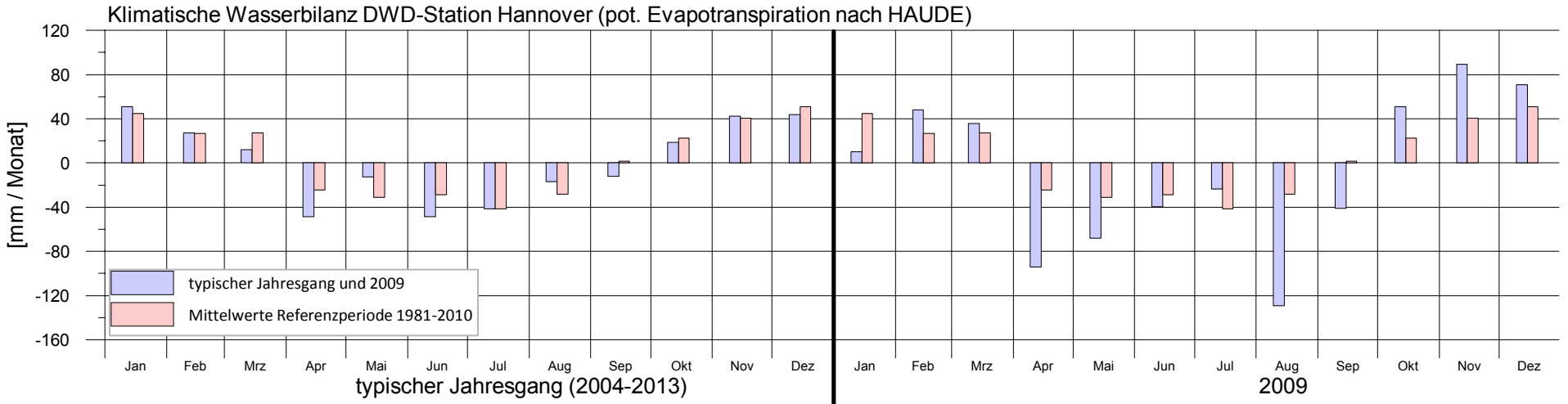
Anlage 15.106

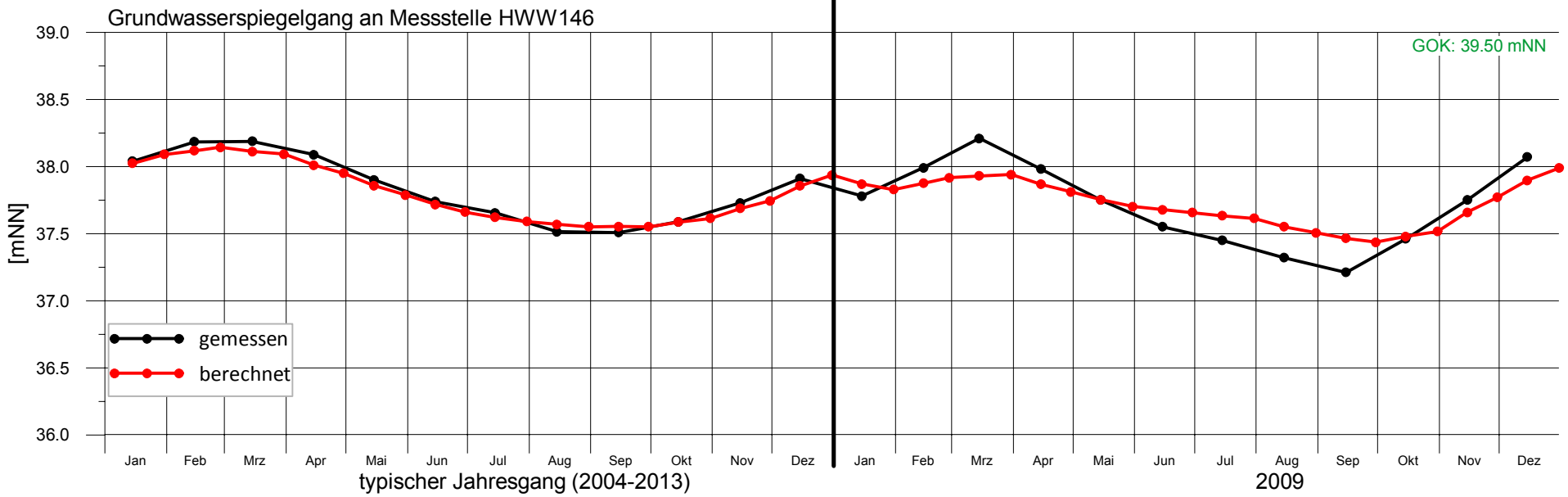
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW146
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,7 km südöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberger Feld (an der Wulbeck)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.107

enercity positive energie

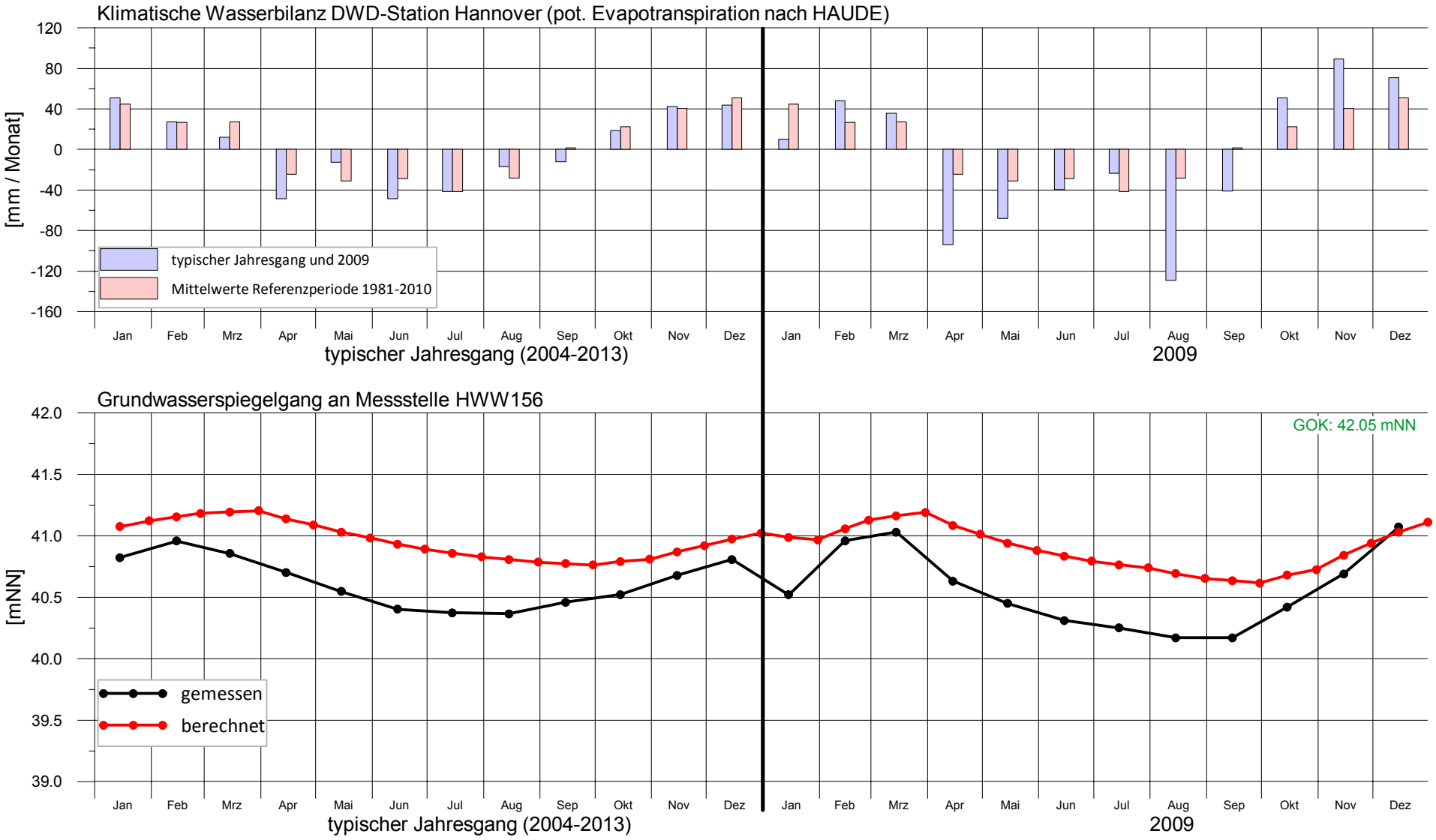
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW156 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,2 km südöstlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.108

enercity positive energie

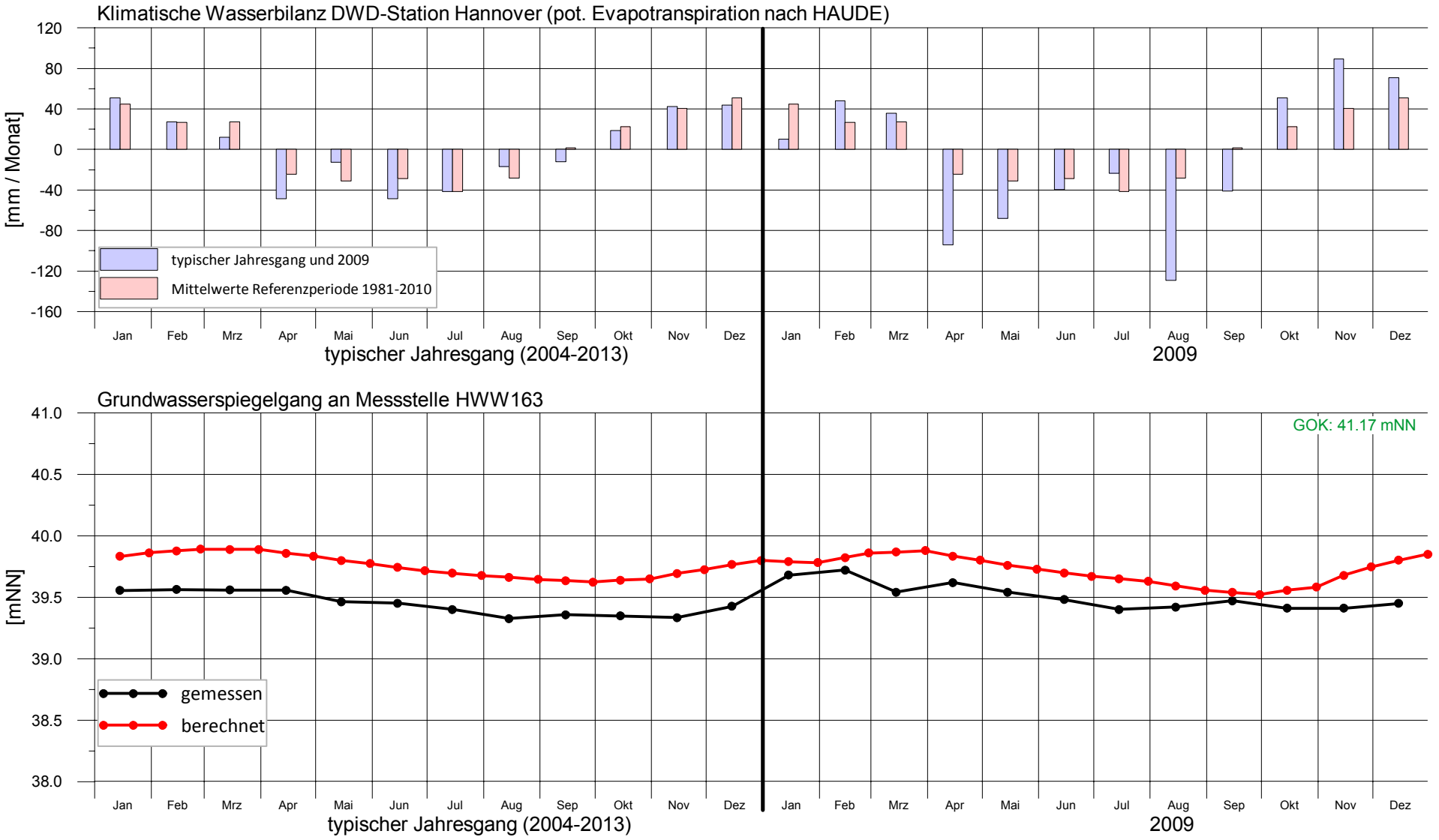
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW163 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,3 km nordöstlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.109

enercity positive energie

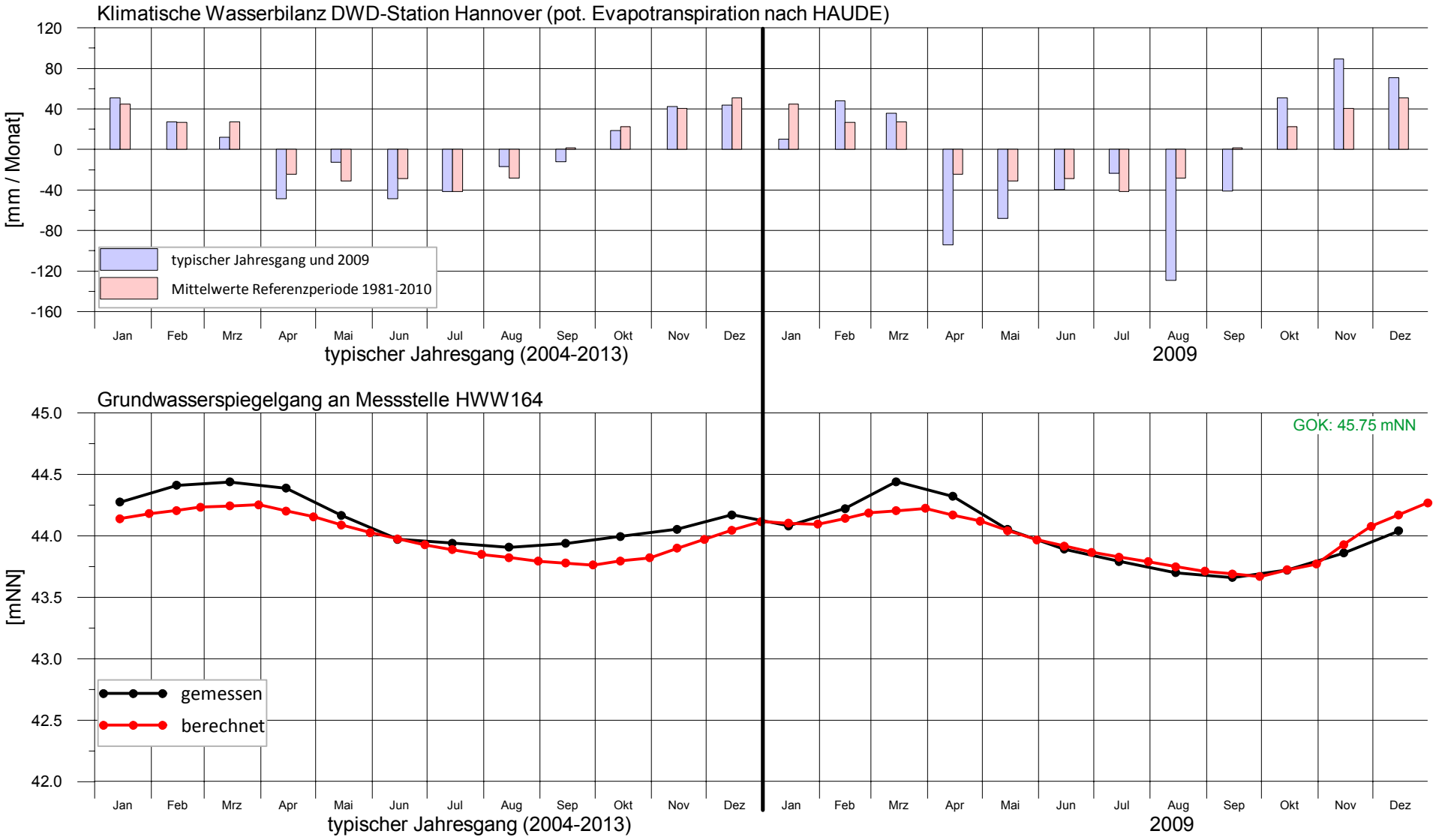
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW164
- Vergleich Messung / Rechnung -

6,2 km südöstlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen (an der Aue)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.110

enercity positive energie

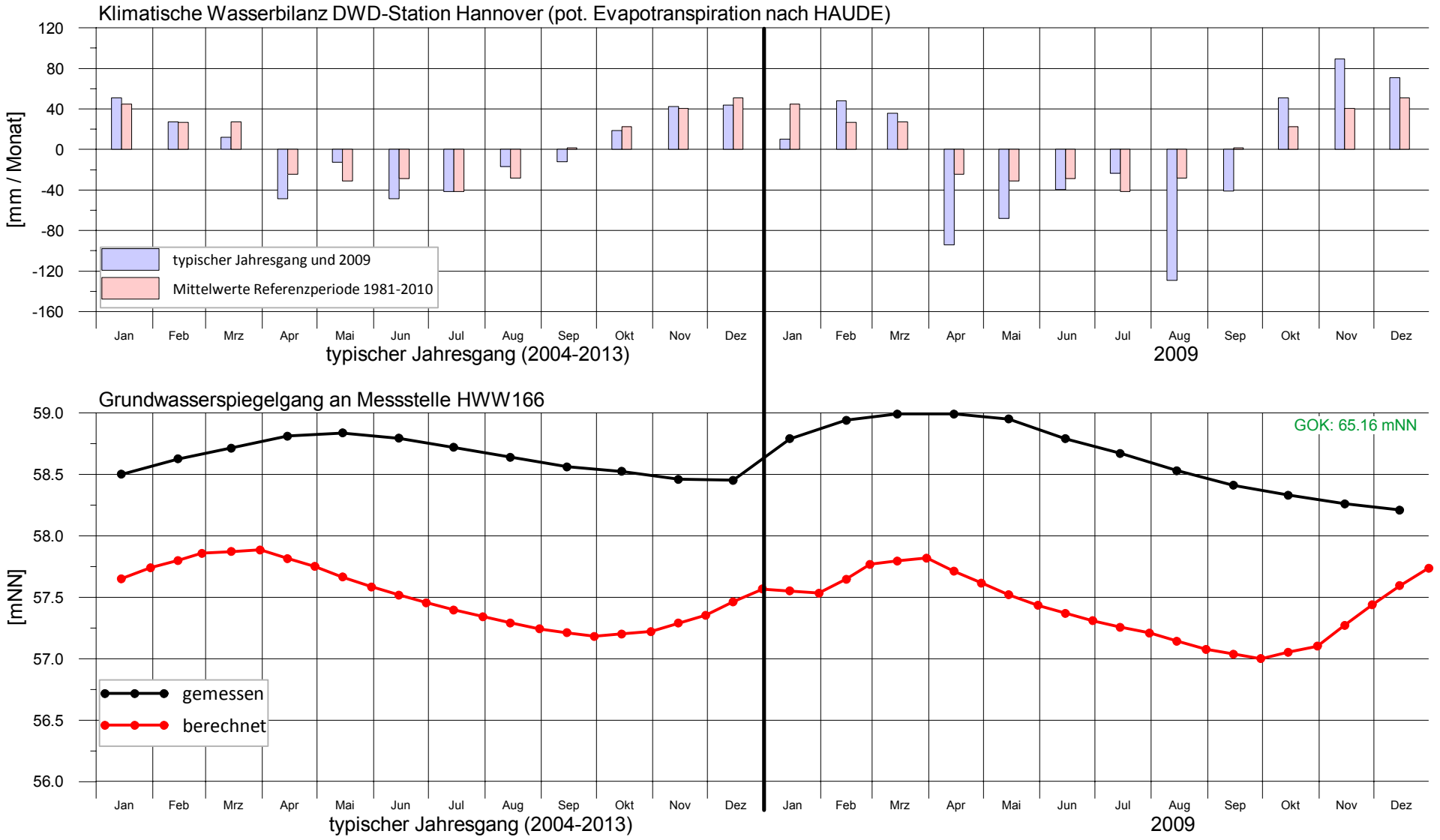
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW166
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,3 km südlich Fassung Wettmar (im Oldhorster Moor)

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

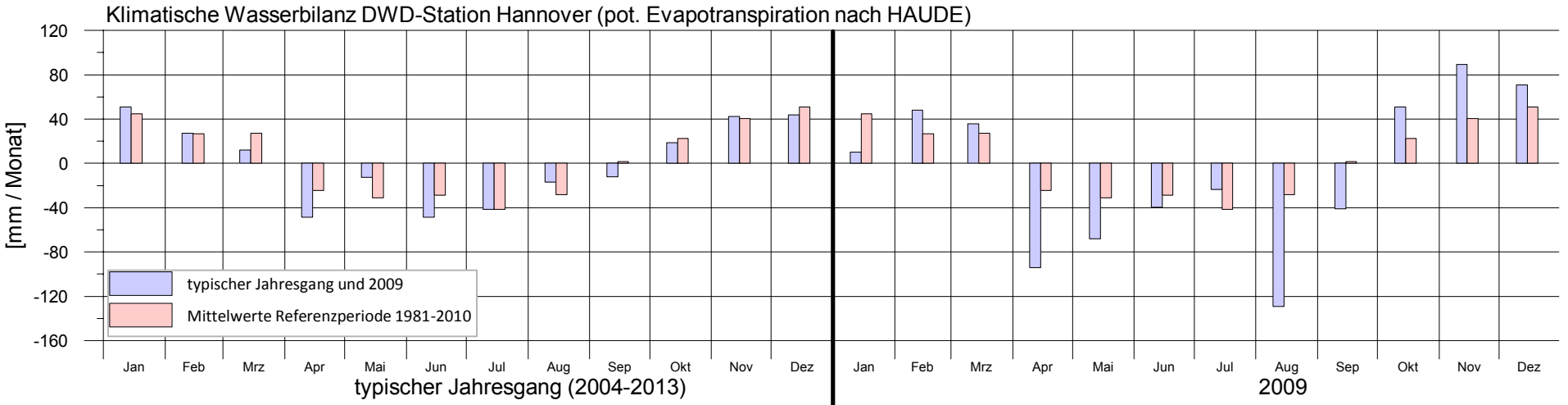
Anlage 15.111

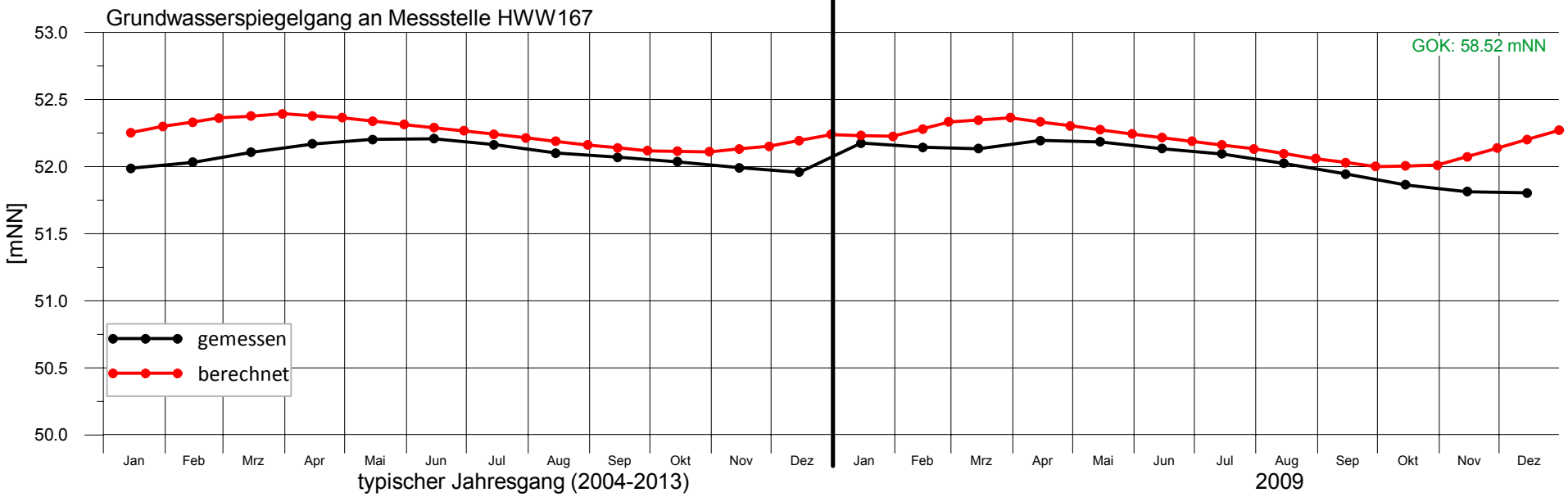
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW167
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,1 km südlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Anlage 15.112

Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

enercity positive energie

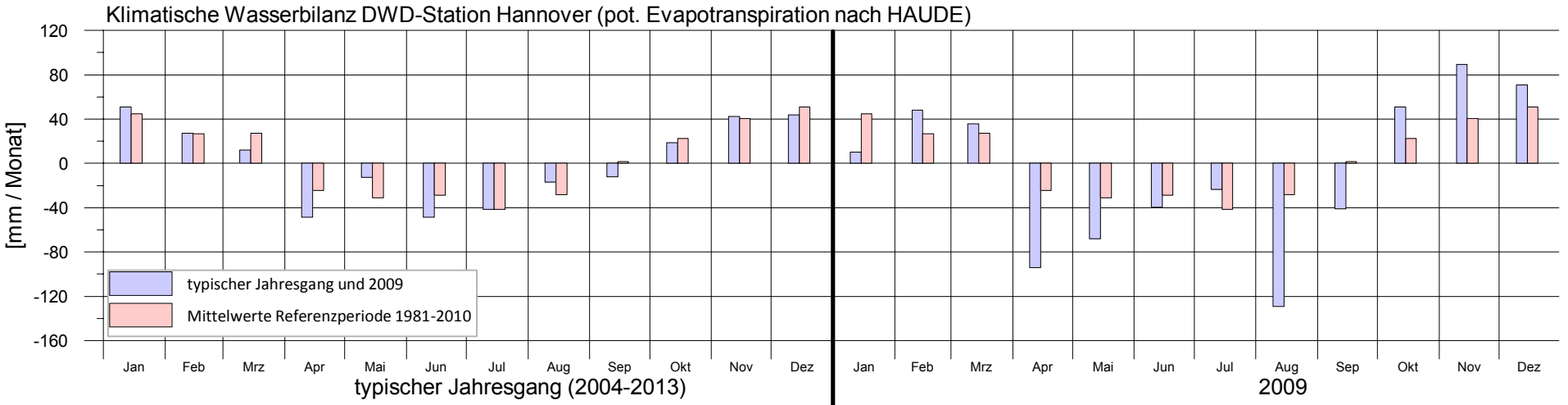
Harzwasserwerke

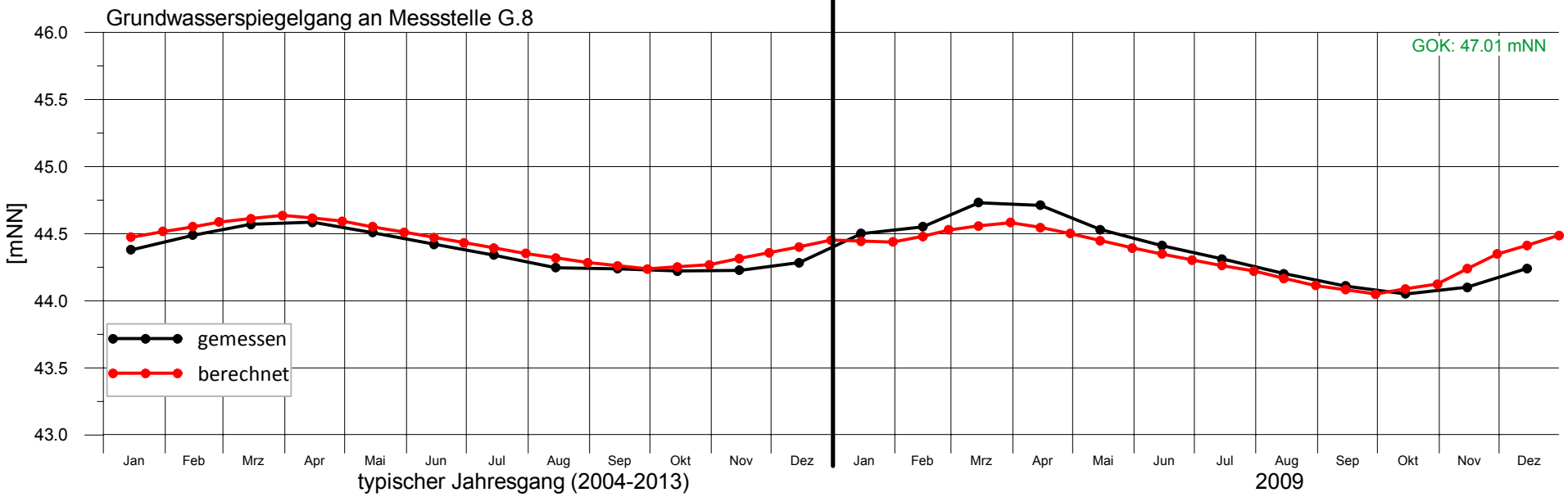
Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle G.8
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,8 km südlich Brunnen 4, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.113

enercity positive energie

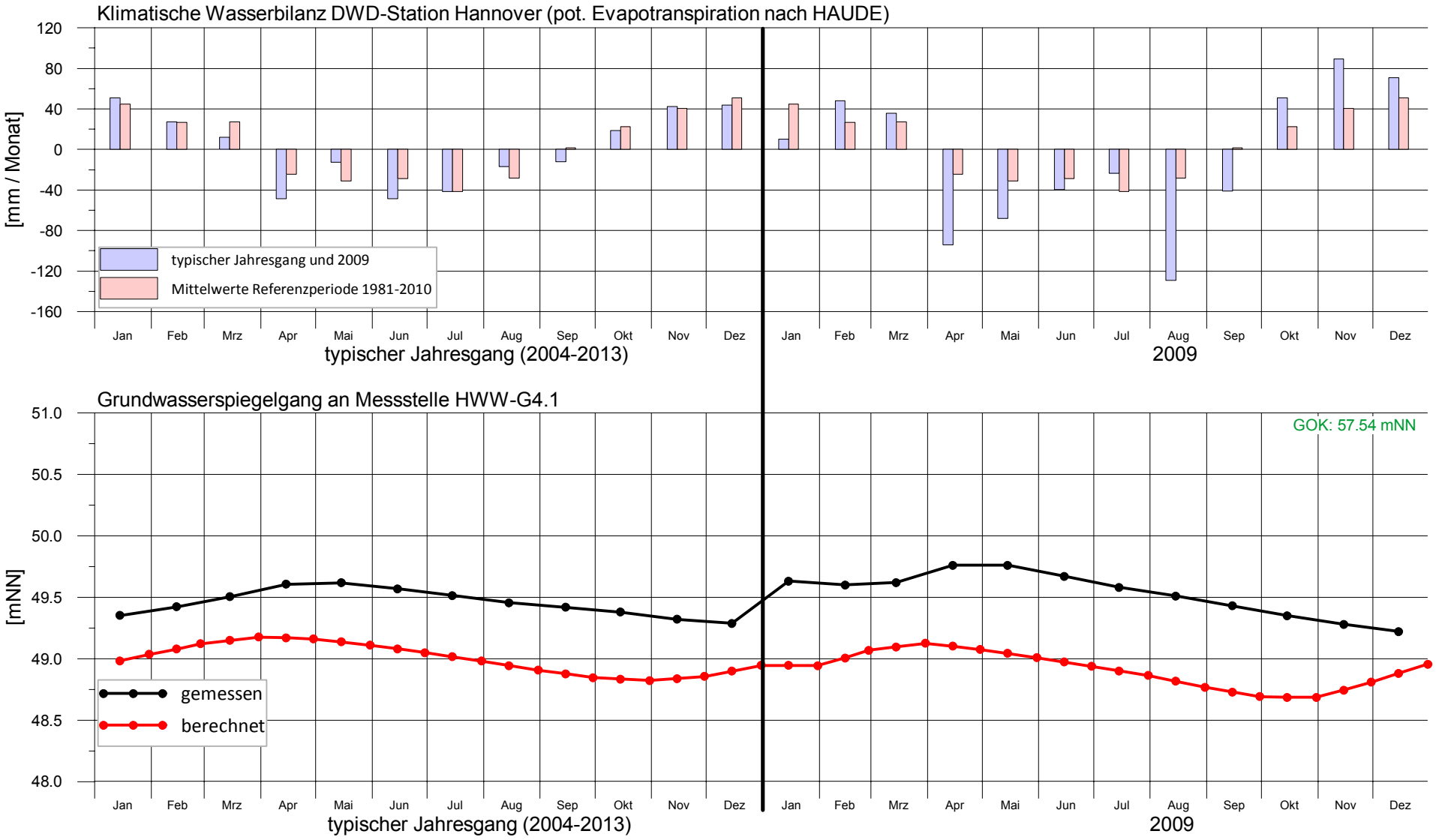
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW-G4.1
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,8 km südlich Brunnen 3, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.114

enercity positive energie

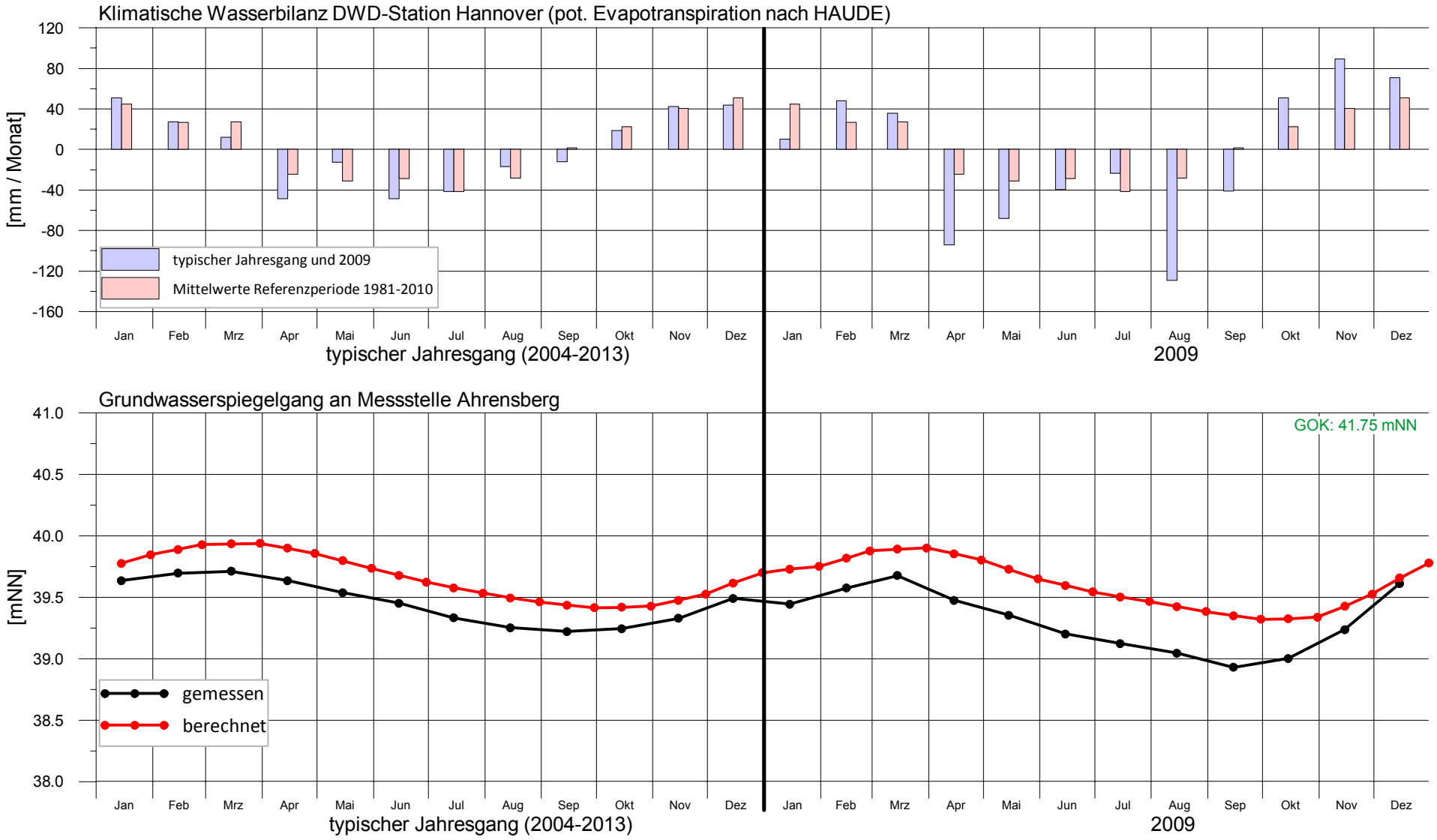
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle Ahrensberg
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,6 km südlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Dokumentation -



Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

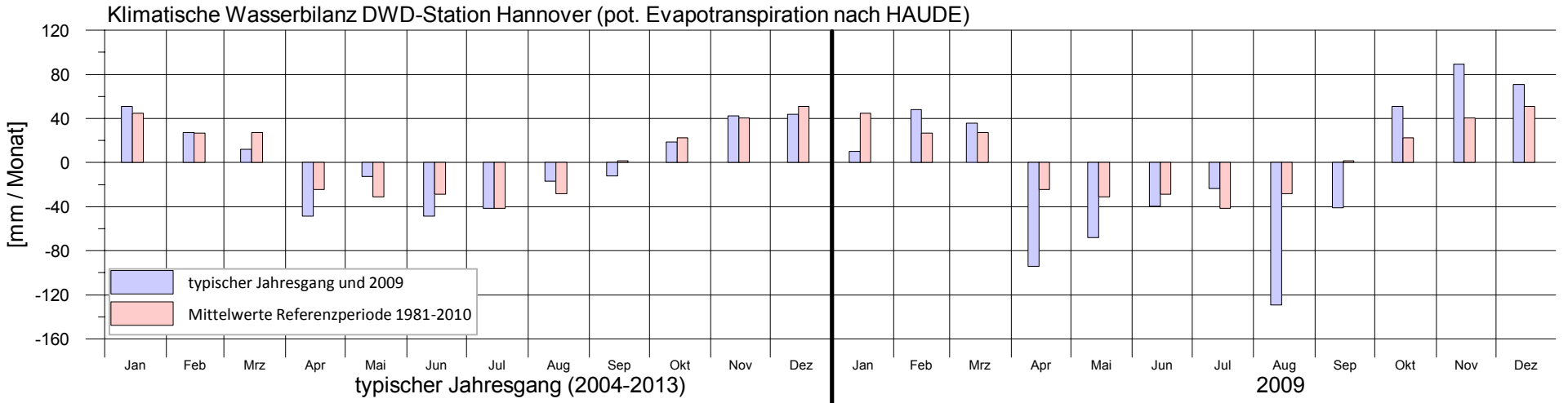
Anlage 15.115

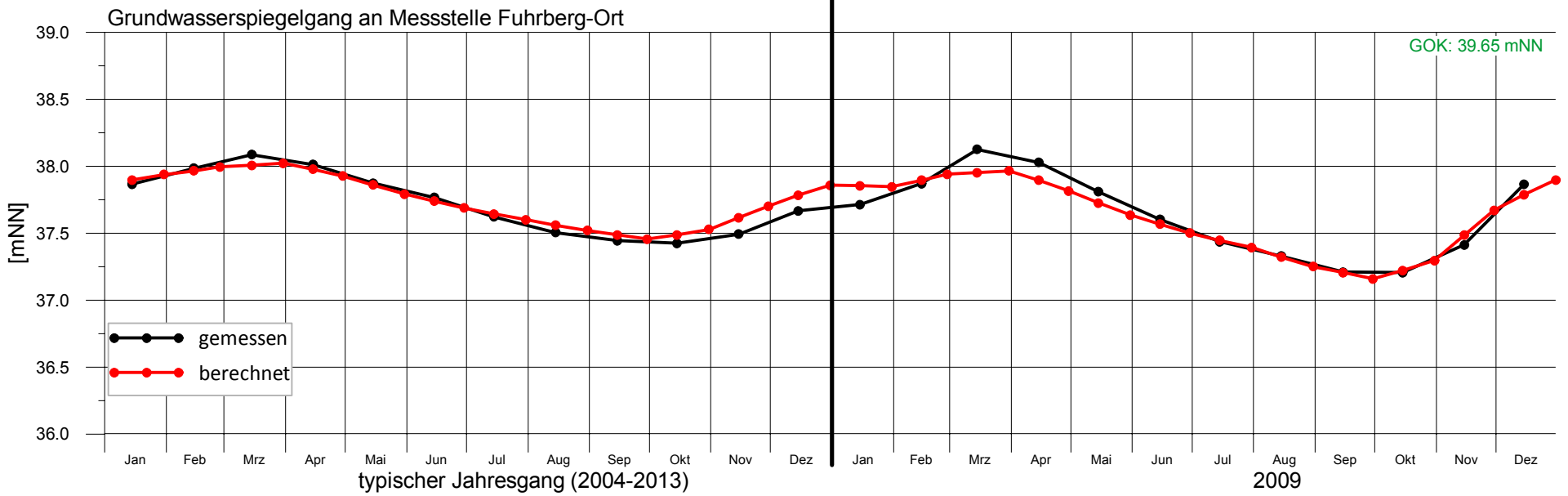
Trinkwassergewinnung
Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle Fuhrberg Ort
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,7 km südwestlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell
Hannover-Nord
- Dokumentation -





Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.116

enercity positive energie

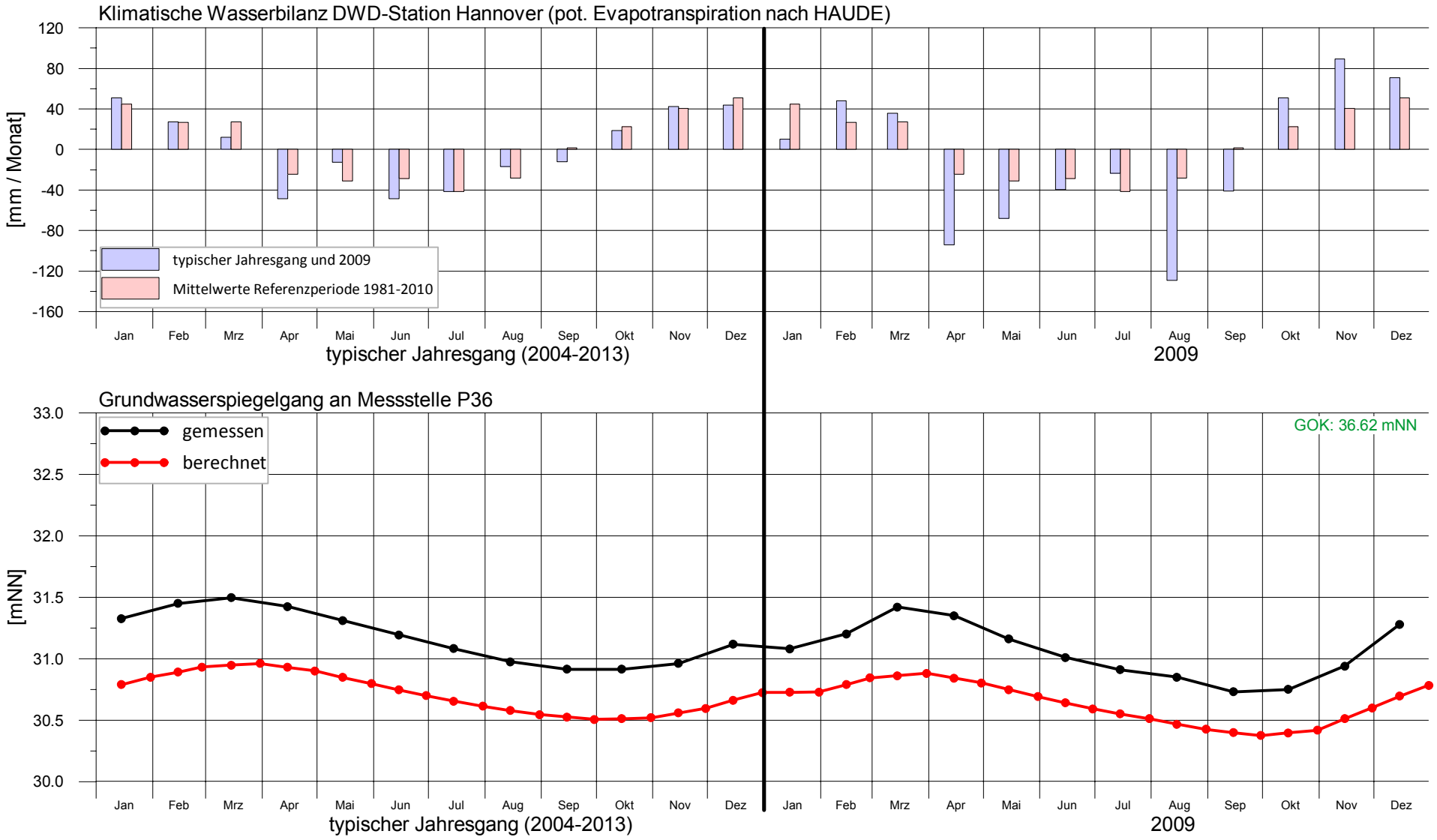
Harzwasserwerke

Trinkwassergewinnung Hannover-Nord

Gw-spiegel Kontrollmessstelle P36
- Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,4 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Dokumentation -

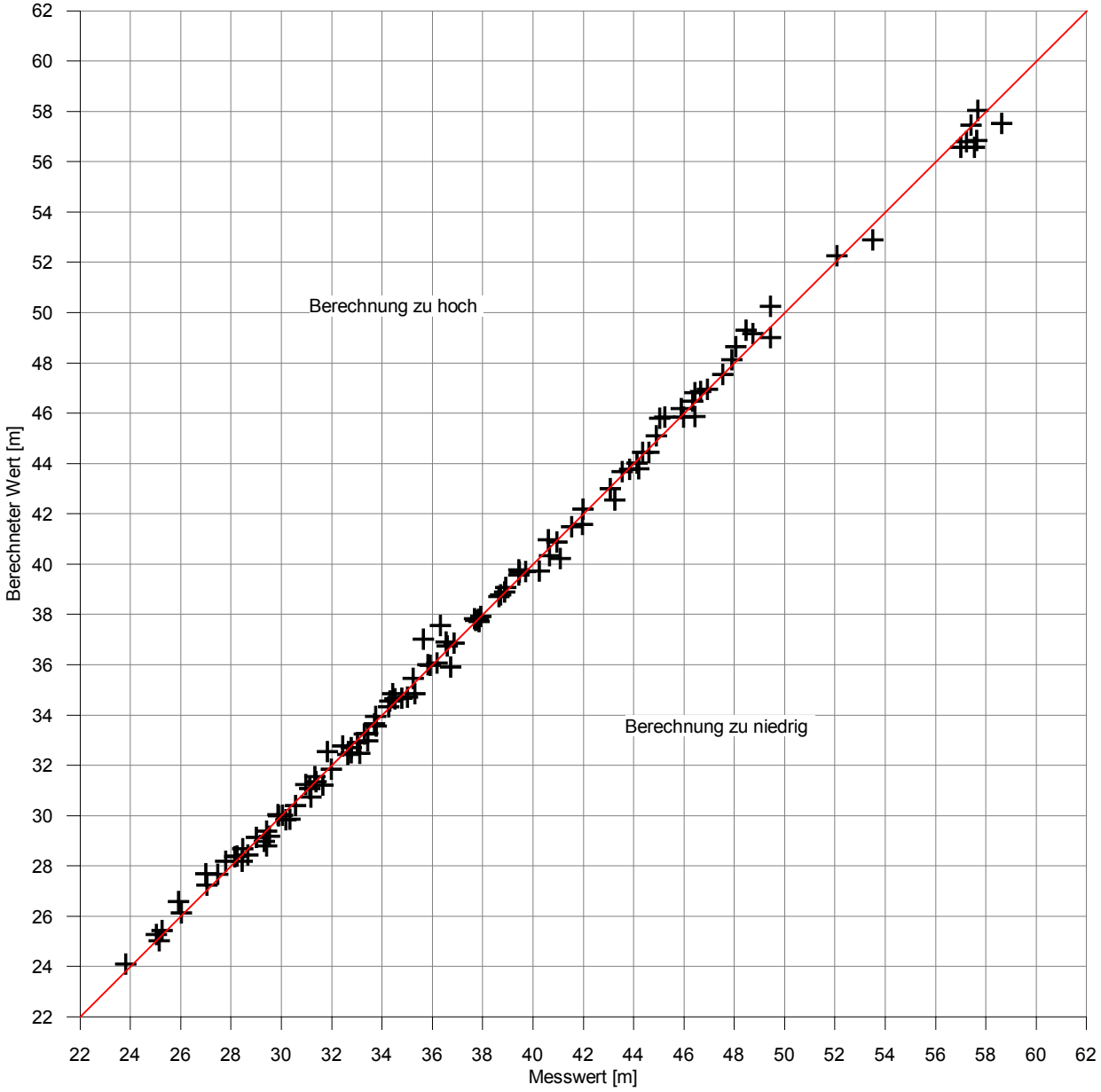


Bearbeitung: Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)

Anlage 15.117

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

instationäre Kalibrierung "typischer Jahresgang":
mittlere Standrohrspiegel - Vergleich Messung / Rechnung im Streudiagramm



mittlere absolute Abweichung: 0,30 m
Standardfehler: 0,41 m
Modellfehler: 0,9 % (mittlere absolute Abweichung / Spannweite)
Korrelationskoeffizient: 1,00 [-]

Modellstand: Juli 2020
HMM, Bad Nenndorf

Berechnete Werte im Vergleich zu den gemessenen

Abweichung Schwankungsbreite	Phasenverschiebung (Max.-Wert)
kleiner -40 %	mehr als 1,5 Monate zurück
zwischen -40 und -20 %	mehr als 0,5 und höchstens 1,5 Monate zurück
zwischen -20 und 20 %	höchstens 0,5 Monate zurück oder vor
zwischen 20 und 40 %	mehr als 0,5 und höchstens 1,5 Monate vor
größer 40 %	mehr als 1,5 Monate vor

Förderbrunnen:

Trinkwasserversorgung

Randbedingungen:

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserspiegel (Festpotentialrand)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserzustrom (Zustromrand)

Modellelemente mit Vorgabe Wasserstand in oberirdischen Fließgewässern (potentialabhängige Zu- / Aussickerung)

Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserentnahme (Brunnen)

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

ausgewählte Kontrollmessstellen

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Güte der instationären Modellkalibrierung an Kontrollmessstellen Vergleich Rechnung / Messung anhand von Schwankungsbreite und Phase

Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 16.2**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42

Berechnete Werte im Vergleich zu den gemessenen

Abweichung Schwankungsbreite	Phasenverschiebung (Max.-Wert)
kleiner -40 %	mehr als 1,5 Monate zurück
zwischen -40 und -20 %	mehr als 0,5 und höchstens 1,5 Monate zurück
zwischen -20 und 20 %	höchstens 0,5 Monate zurück oder vor
zwischen 20 und 40 %	mehr als 0,5 und höchstens 1,5 Monate vor
größer 40 %	mehr als 1,5 Monate vor

Förderbrunnen:

- Trinkwasserversorgung

Randbedingungen:

- Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserspiegel (Festpotentialrand)
- Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserzustrom (Zustromrand)
- Modellelemente mit Vorgabe Wasserstand in oberirdischen Fließgewässern (potentialabhängige Zu- / Aussickerung)
- Modellelemente mit Vorgabe Grundwasserentnahme (Brunnen)

- deaktivierte Modellelemente
- Festgestein
- ausgewählte Kontrollmessstellen

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover
Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord
- Modelldokumentation -

Güte der instationären Modellkalibrierung an Kontrollmessstellen Vergleich Rechnung / Messung anhand von Schwankungsbreite und Phase

Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	**Anlage 16.3**

Ingenieurbüro H.-H. Meyer
Parkstr. 5
31542 Bad Nenndorf
Fon: 05723 / 749 82 40
Fax: 05723 / 749 82 42

Harzwasserwerke GmbH

- Wasserwerk Ramlingen -

Wasserverband Nordhannover

- Wasserwerk Wettmar -

Anträge auf Neufassung der Bewilligungen zu den Grundwasserentnahmen

in Höhe von 4,50 und 0,86 Mio. m³/a

Geohydrologisches Gutachten

ANHANG 3

Dokumentation geologisches 3D-Untergrundmodell

Auftraggeber: Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim
Wasserverband Nordhannover, Burgwedel

Bad Nenndorf, 30. Juni 2025

INGENIEURBÜRO H.-H. MEYER, Bad Nenndorf
Geohydrologie und Grundwasserbewirtschaftung

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

„Hannover-Nord“

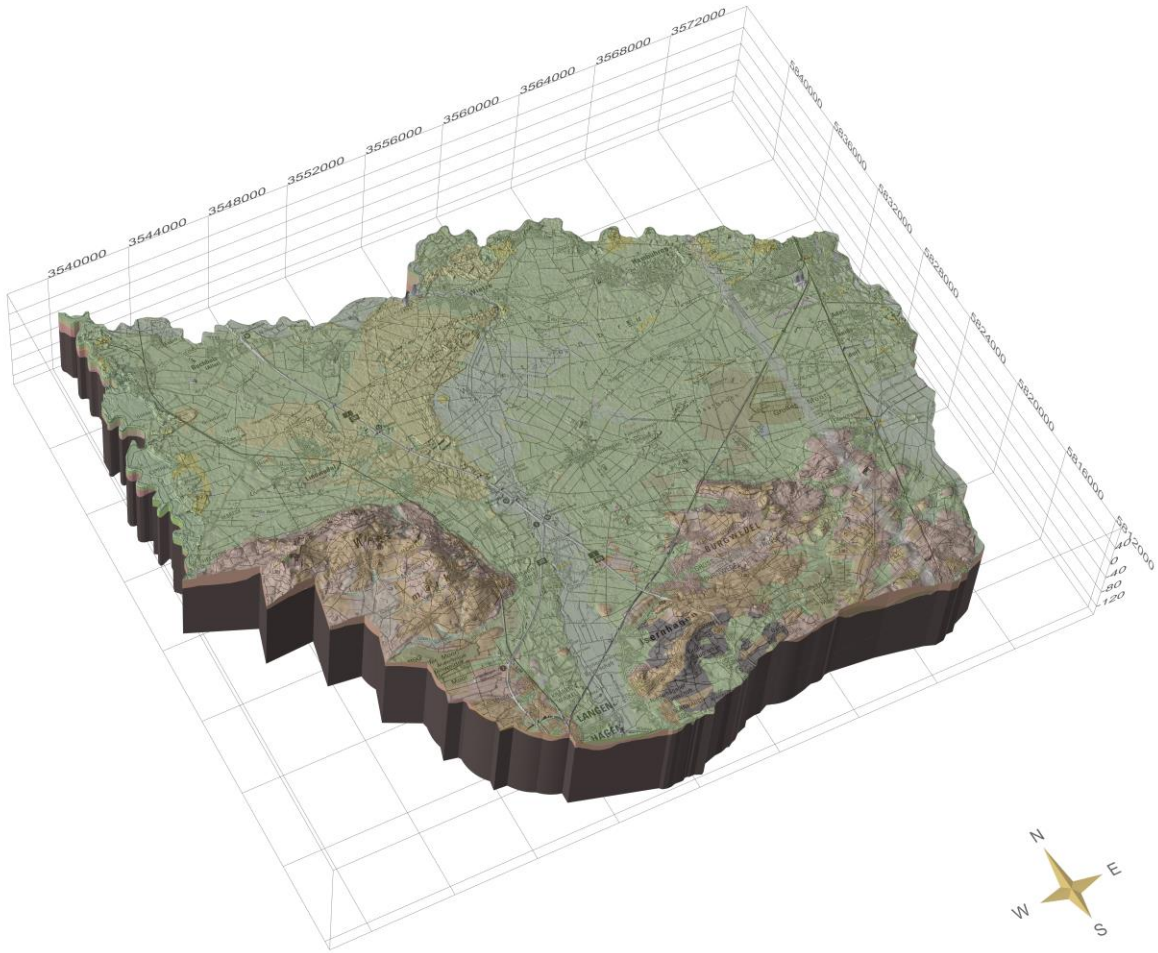
Beauftragt durch

Stadtwerke Hannover AG

enercity
positive energie

Harzwasserwerke GmbH

Harzwasserwerke
herrlich weiches Wasser



NIEDERSACHSEN WASSER

NIEDERSACHSEN WASSER Kooperations- und Dienstleistungsgesellschaft mbH
Hausanschrift: Donnerschweer Straße 72-80, 26123 Oldenburg | Internet: www.niedersachsen-wasser.de
Geschäftsführer: Karsten Specht | Firmensitz: Georgstr. 4, 26919 Brake
USt-IdNr.: DE245091098 | Steuernummer: 63/200/00310 | Amtsgericht Oldenburg - HRB 100783
Bankverbindung: Landessparkasse zu Oldenburg | IBAN: DE14 2805 0100 0001 2295 66 | BIC: SLZODE22XXX

Projekt: **Geologische 3D-Untergrundmodellierung „Hannover-Nord“**

Auftraggeber: Stadtwerke Hannover AG, Katja Fürstenberg, Postfach 5747, Tel.: 0511/430- 4956, 30057 Hannover, E-Mail: katja.fuerstenberg@enercity.de

Harzwasserwerke GmbH, Maik Uhlen, Nikolaistraße 8, Tel.: 05121/404150, 31137 Hildesheim, E-Mail: uhlen@harzwasserwerke.de

Auftragnehmer: NIEDERSACHSEN WASSER
Kooperations- und Dienstleistungsgesellschaft mbH
Georgstraße 4
26919 Brake

Projektleitung: Johannes Beienz
Tel.: 0441/5707-504
Fax.: 0441/5707-523
E-Mail: beienz@niedersachsen-wasser.de

Datei: 200710_Hannover_Nord_Gesamtbericht.pdf

Inhalt: 31 Seiten, 4 Abbildungen, 33 Karten

Datum: 29. Juli 2020

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 3

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 3

ANLAGENVERZEICHNIS 4

1 EINLEITUNG 6

2 LAGE UND AUSDEHNUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES 8

3 EINGANGSDATEN 10

4 GEOLOGISCHE 3D-MODELLIERUNG 12

4.1 MODELLIERUNGSMETHODIK 12

4.2 GEOLOGISCHER ÜBERBLICK 14

4.3 BESCHREIBUNG DER MODELLEINHEITEN 16

4.3.1 Unterbau des quartärgeologischen 3D-Modells 17

4.3.2 Modelleinheiten des frühen Pleistozäns bis zur Elster-Eiszeit 19

4.3.3 Modelleinheiten der Saale-Eiszeit 20

4.3.4 Modelleinheit des Eem-Interglazials 25

4.3.5 Modelleinheiten der Weichsel-Kaltzeit 26

4.3.6 Modelleinheiten des Holozäns 27

4.4 HYDROSTRATIGRAFISCHE EINSTUFUNG DER EINZELNEN MODELLEINHEITEN 29

5 ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNISSE 30

6 VERWENDETE LITERATUR UND GUTACHTEN 31

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage des Modellgebietes und der Wasserschutzgebiete Fuhrberger Feld und Ramlingen (Kartengrundlage: UKN500) 8

Abb. 2: Geologisches 3D-Modell Hannover-Nord 12

Abb. 3: Geologischer Schnitt durch die Brelinger Berge mit eingelagerten Schuppenkörpern 21

Abb. 4: Übergang des Basis- in einen Deck-Geschiebelehm (qD//Lg) von Norden nach Süden 23

Anlagenverzeichnis

Karte 01 Lage des Modellgebietes, der Bohrdaten und des konstruierten Profilschnittnetzes

Karte 02 Tiefenlage der Oberflächen der Salzstöcke Hope und Wietze

Karte 03 Tiefenlage der Modellbasis (Quartärbasis)

Karte 04 Gesamtmächtigkeit der quartären Lockersedimente

Karte 05 Basis der Modelleinheit *qp-qe* (Altpleistozäne bis elsterzeitliche Sande)

Karte 06 Mächtigkeit der Modelleinheit *qp-qe* (Altpleistozäne bis elsterzeitliche Sande)

Karte 07 Basis der Modelleinheit *qelg* (elsterzeitlicher Geschiebelehm)

Karte 08 Mächtigkeit der Modelleinheit *qelg* (elsterzeitlicher Geschiebelehm)

Karte 09 Basis der Modelleinheit *qdgf* (Drenthe-Schmelzwassersande)

Karte 10 Mächtigkeit der Modelleinheit *qdgf* (Drenthe-Schmelzwassersande)

Karte 11 Basis der Modelleinheit *qD_b_1* (drenthezeitliche Beckensedimente)

Karte 12 Mächtigkeit der Modelleinheit *qD_b_1* (drenthezeitliche Beckensedimente)

Karte 13 Basis der Modelleinheit *qdlg* (drenthezeitlicher Geschiebelehm)

Karte 14 Mächtigkeit der Modelleinheit *qdlg* (drenthezeitlicher Geschiebelehm)

Karte 15 Basis der Modelleinheit *qD_b* (drenthezeitliche Beckensedimente)

Karte 16 Mächtigkeit der Modelleinheit *qD_b* (drenthezeitliche Beckensedimente)

Karte 17 Basis der Modelleinheit *qD-qWa* (glazifluviatile bis fluviatile Sande)

Karte 18 Mächtigkeit der Modelleinheit *qD-qWa* (glazifluviatile bis fluviatile Sande)

Karte 19 Basis der Modelleinheit *qee* (Ablagerungen des Eem-Interglazials)

Karte 20 Mächtigkeit der Modelleinheit *qee* (Ablagerungen des Eem-Interglazials)

Karte 21 Basis der Modelleinheit *qwhg* (weichselzeitliche Hangsande)

Karte 22 Mächtigkeit der Modelleinheit *qwhg* (weichselzeitliche Hangsande)

Karte 23 Basis der Modelleinheit *qwb* (weichselzeitliche Beckensedimente)

Karte 24 Mächtigkeit der Modelleinheit *qwb* (weichselzeitliche Beckensedimente)

Karte 25 Basis der Modelleinheit *qwf* (weichselzeitliche fluviatile Sande)

Karte 26 Mächtigkeit der Modelleinheit *qwf* (weichselzeitliche fluviatile Sande)

Karte 27 Basis der Modelleinheit *qwGds* (weichselzeitlicher Geschiebedecksand)

Karte 28 Mächtigkeit der Modelleinheit *qwGds* (weichselzeitlicher Geschiebedecksand)

Karte 29 Mächtigkeit der Modelleinheiten *qwfls* und *qhfls* (weichselzeitliche bis holozäne Flugsande)

Karte 30 Mächtigkeit der Modelleinheit *qh2* (holozäne fluviatile Sande)

Karte 31 Mächtigkeiten der Modelleinheiten *qhhh*, *qhhn* und *qhLhf* (Torfe und Auelehm)

Karte 32 Mächtigkeiten der Modelleinheiten *qhbo* und *qhy* (holozäne Bodenbildung und anthropogene Ablagerungen)

Karte 33 Lage der Modellflächen und Wasserschutzgebiete

1 Einleitung

Die Wasserversorgung von 650.000 Menschen in der Region Hannover erfolgt zu rund 88 % durch Grundwasserförderung im *Fuhrberger Feld*, mit 316 km² Niedersachsens größtes zusammenhängendes Wassergewinnungs- bzw. Wasserschutzgebiet (WSG). Hier, nördlich der Stadt Hannover, betreibt die *Stadtwerke Hannover AG - enercity*[1] - die Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg. Sie wurden 1911, 1930 und 1959 in Betrieb genommen und fördern aktuell ca. 40 Mio. m³ Grundwasser pro Jahr aus einem Aquifersystem, das sich aus quartären Lockersedimenten aufbaut.

Weitere etwa 100.000 Menschen werden im östlich angrenzenden Raum Burgdorf-Lehrte-Sehnde durch Grundwasserförderung im Wasserschutzgebiet Ramlingen (WSG), mit einer Fläche von 20,52 km², versorgt. Dafür betreibt die *Harzwasserwerke GmbH* zwischen Hannover und Celle das Wasserwerk Ramlingen. Es wurde 1964 in Betrieb genommen und verfügt aktuell über eine Entnahmeberechtigung von 4,5 Mio. m³ Grundwasser pro Jahr aus einem Aquifersystem, das sich entsprechend ebenfalls aus quartären Lockersedimenten aufbaut.

Die *Niedersachsen Wasser Kooperations- und Dienstleistungsgesellschaft mbH*[2] erhielt am 12.11.2012 von der *enercity* den Auftrag, ein geologisches 3D-Modell dieses grundwasserwirtschaftlich genutzten Aquifersystems im erweiterten Bereich des Wasserschutzgebietes Fuhrberger Feld zu erarbeiten. Das erstellte Modell wurde daraufhin von Herrn Röhm vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie geprüft und anschließend, mit dem Auftrag der *enercity* vom 12.02.2016, um 169,35 km² auf das hier vorgestellte Modellgebiet erweitert. Damit einhergehend erhielt die Niedersachsen Wasser am 09.02.2016 von der *Harzwasserwerke GmbH* den Auftrag, an dieses Modell anschließend ein geologisches 3D-Modell im erweiterten Bereich des Wasserschutzgebietes Ramlingen zu erarbeiten.

Ziel dieser Untersuchungen sollte es sein, die Verbreitungen, Tiefenlagen und Mächtigkeiten der einzelnen geologischen Sedimentkörper bis zur Basis des für die Wasserversorgung relevanten Aquifersystems in größtmöglicher Auflösung dreidimensional zu kartieren. Alle zum Zeitpunkt der

[1] im nachfolgenden Text: *enercity*

[2] im nachfolgenden Text: *Niedersachsen Wasser*

Modellerstellung zugänglichen Untergrund- und Oberflächeninformationen sollten einheitlich interpretiert in die Untergrundmodellerstellung einfließen.

Zudem waren die in diesem Zuge erkundeten grundwasserleitenden und grundwasserhemmenden Einheiten unter Berücksichtigung ihres geologischen Alters in die *Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsens* (LBEG, 2011) einzuordnen.

Diese geologischen 3D-Informationen sollen zukünftig Maßnahmen der Grundwasserbewirtschaftung und des Grundwasserschutzes möglichst effektiv unterstützen. In einem ersten Folgeschritt ist geplant, die erhobenen hydrogeologischen Modelldaten in ein numerisches Grundwasserströmungsmodell einfließen zu lassen.

2 Lage und Ausdehnung des Untersuchungsgebietes

Das vorgestellte 3D-Untergrundmodell liegt zwischen der Niedersächsischen Landeshauptstadt Hannover und der Stadt Celle. Es deckt im westlichen Bereich das WSG Fuhrberger Feld zuzüglich eines 2 km-Puffers um dessen Außengrenze sowie im Osten das WSG Ramlingen ab (Abb. 1). Die Gesamtfläche beträgt knapp 768 km². Im Detail ist das Modellgebiet zudem in den Anlagenkarten 01 und 33 dargestellt.

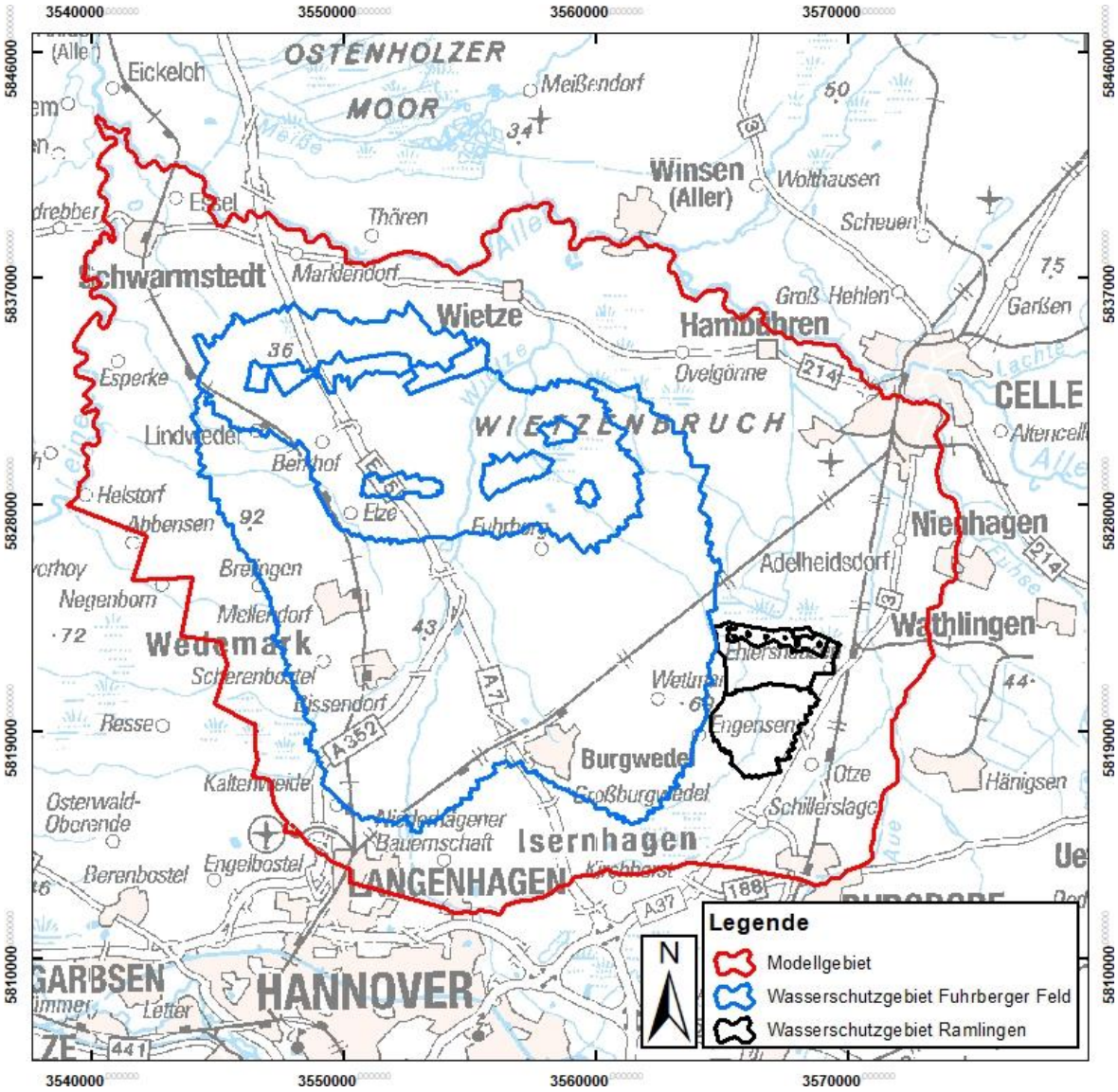


Abb. 1: Lage des Modellgebietes und der Wasserschutzgebiete Fuhrberger Feld und Ramlingen (Kartengrundlage: UKN500)

Das Modellgebiet reicht im Norden bis an die Aller, im Nordwesten bis an die Leine heran. Richtung Süden erstreckt es sich über rund 28 km bis nach Isernhagen bzw. bis an die Nordgrenze der Stadt Hannover. Im Osten folgt die Gebietsgrenze dem Verlauf der Burgdorfer Aue. An der brei-

testen Stelle beträgt die West-Ost-Erstreckung etwa 35 km. Im Südosten erreicht das Gebiet die Ortschaft Burgdorf.

Das westliche Gebiet wird der *Wedemark Geest* zugeordnet. In den hierzu gehörenden *Brelinger Bergen* sind mit rund +90 m NN die höchsten Geländehöhen zu verzeichnen. Auch im Bereich des im Süden gelegenen, so genannten *Isernhagener Rückens* werden kleinräumig ähnliche Höhenniveaus erreicht. Der südöstliche Teil des Modellgebietes gehört der sogenannten *Burgdorfer Geest* an und zeichnet sich durch Geländehöhen von bis zu rund +60 m NN aus. Der Großteil des Modells Hannover-Nord wird jedoch der Aller-Wietze-Niederung bzw. großräumig der Mittelweser-Aller-Leine Niederung zugeordnet. Im Gegensatz zu den oben genannten glazial(tektonisch) geprägten Geestgebieten zeichnet sich dieses überwiegend fluviatil geprägte Niederungsgebiet durch Geländehöhen zwischen +20 und +45 m NN aus, mit geringem Gefälle (um 1‰) Richtung Norden und Nordwesten (Richtung Aller und Leine).

3 Eingangsdaten

Folgende Eingangsdaten standen für die Erstellung des geologischen 3D-Untergrundmodells „Hannover-Nord“ zur Verfügung:

Datenbereitstellung der *enercity*:

- **924 Bohrungen** aus der AquaInfo-Datenbank der *enercity*. Zusätzlich zu diesen AquaInfo-Bohrungen stellte die *enercity* Stamm- und Schichtenverzeichnisse von **332 Bohrungen** (Erfassung: Januar 2010) in Form von Excel-Dateien für die Modellierung zur Verfügung (s. Karte 01).
- **299 Geoelektrikmesspunkte** aus folgenden Erkundungsmaßnahmen:
    - Fa. Rolf Tegtmeyer (1964): Berkhof West (6417)
    - Fa. Rolf Tegtmeyer (1964): Fuhrberg-Kleinburgwedel-Wettmar (63100)
    - Fa. Rolf Tegtmeyer (1969): Wasserwerk Berkhof (6909)

Datenbereitstellung der *Harzwasserwerke GmbH*:

- **39 Bohrungen**

Datenbereitstellung des LBEG

- Daten aus dem NIBIS® Kartenserver (2013/2014) – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG[3]), Hannover:
    - **7.516 Bohrungen** aus der Bohrdatenfachanfrage (Stand: 16.03.2016) (Karte 01).
    - Digitale Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Grundkarte (GK50).
    - Digitale Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000 - Grundkarte (GK25).
    - Daten aus dem Geotektonischen Atlas von Niedersachsen (GTA3D): Blatt C3522 Hannover-Nord und Blatt C3526 Celle.

[3] LBEG: Landesamt für Bergbau- Energie und Geologie

- Profilschnitte:
  - *Leine Lockergestein rechts – Geologischer Schnitt S1*
  - *Wietze-Fuhse Lockergestein – Geologischer Schnitt S3*
  - *Wietze-Fuhse – Geologischer Schnitt PS03*
  - *Wietze-Fuhse – Geologischer Schnitt PS04*
  - *Wietze-Fuhse – Geologischer Schnitt PS05*

- Geologische Karten von Niedersachsen 1 : 25.000 (analog):
  - Blatt 3323 Schwarmstedt (nur Erläuterung)
  - Blatt 3324 Lindwedel
  - Blatt 3422 Neustadt am Rübenberge
  - Blatt 3423 Otternhagen (nur Erläuterung)
  - Blatt 3424 Mellendorf (nur Erläuterung)
  - Blatt 3524 Isernhagen
  - Blatt 3525 Großburgwedel

Datenbereitstellung des LGLN:

- Digitales Geländemodell (DGM) mit einer Zellengröße von 25 x 25 m

4 Geologische 3D-Modellierung

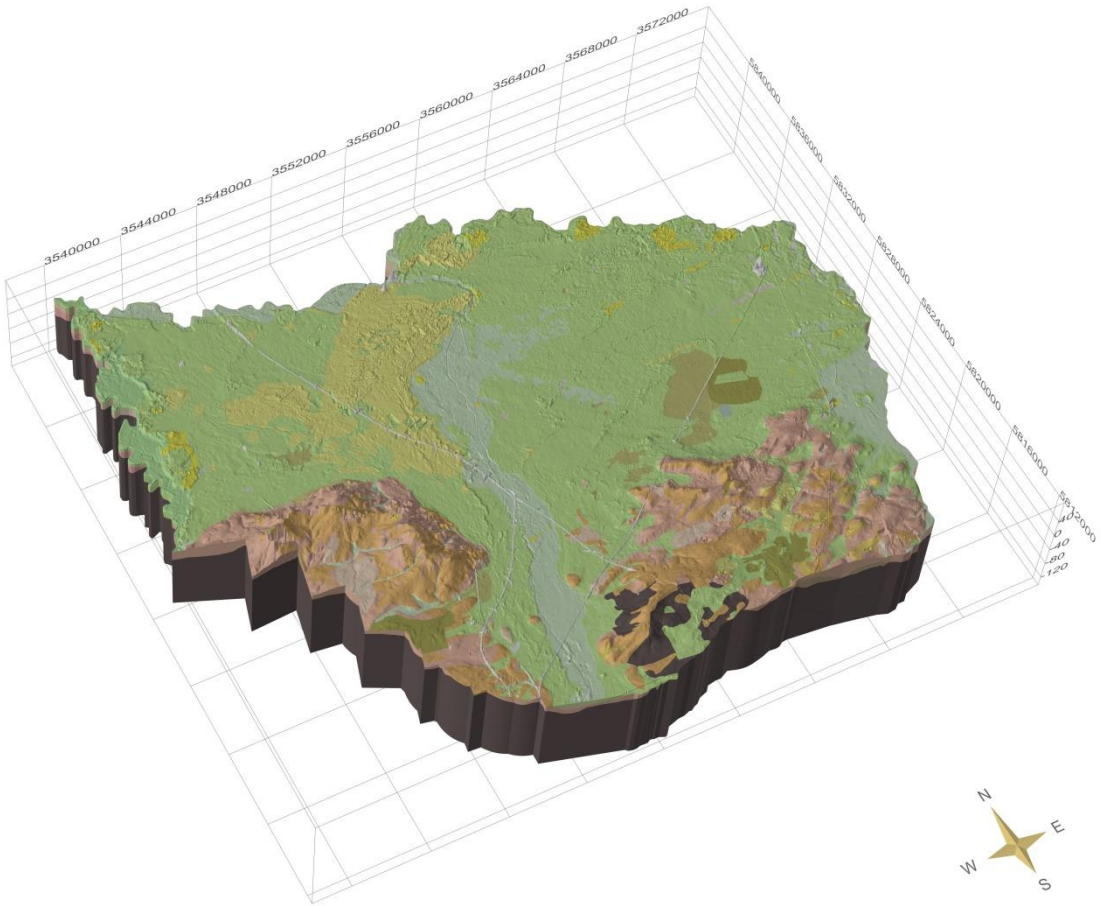


Abb. 2: Geologisches 3D-Modell Hannover-Nord

4.1 Modellierungsmethodik

Die Modellerstellung erfolgte mit der 3D-Kartierungssoftware *SubsurfaceViewer® MX* (vormals: GSI3D®), die es erlaubt, alle verfügbaren Geoinformationen in adäquater Form mit in die räumliche Untergrundkartierung einfließen zu lassen.

Für die Erstellung eines geologischen Untergrundmodells mit *SubsurfaceViewer® MX* waren vor diesem Hintergrund die folgenden grundlegenden Bearbeitungsschritte durchzuführen:

- **Konstruktion eines engmaschigen Netzes aus geologischen Profilschnitten**, in denen die Schichtuntergrenzen für alle Modelleinheiten im Detail festgelegt werden.
- **Konstruktion von Schichtverbreitungsgrenzen** für jede der Modelleinheiten, die in den Profilschnitten angelegt wurden.

Bei der Erstellung dieses Profilschnittnetzes, das in Karte 01 dargestellt ist, wurden nahezu alle der zur Verfügung stehenden relevanten Bohrungen direkt mit berücksichtigt. Die Profilschnittkonstruktionen erfolgten dabei unter ständigem Abgleich und Plausibilitätskontrollen der im vorherigen Kapitel aufgelisteten Eingangsdaten.

Bei widersprüchlicher Datenlage wurde versucht, die Eingangsdaten hinsichtlich ihres ursprünglichen Erhebungszweckes und Untersuchungshintergrundes zu gewichten und sie nach folgender Hierarchie in die zu konstruierenden Profilschnitte einfließen zu lassen:

1. Bohrungen
    a. GE-Bohrungen des LBEG
    b. Bohrungen der *enercity* und *Harzwasserwerke GmbH*, HY-, IG- und SE-Bohrungen des LBEG
    c. BV-Bohrungen des LBEG
2. Frühere geologische Profilschnittkonstruktionen aus
    a. RÖHM (1990): Profilreihen 1-5 (S. 48 bis 51)
    b. nachrangig: NIBIS©-Profilschnitte
    c. nachrangig: KUCKELKORN (1970) und weiteren früheren Gutachten und Geologischen Karten)
3. Geologische Karte (GK50 und GK25)
4. Quartärbasis-Informationen (aus Geologischen Karten, aus Gutachten und aus dem GTA3D)
5. Geoelektrik-Daten

Bezüglich der Zechsteinoberflächen (Salzstöcke Hope und Wietze) wurde den Angaben der Bohrungen das größte Vertrauen geschenkt. Zwischen den Bohrpunkten, in deren Schichtenaufzeichnungen Hinweise auf Gesteine des Zechsteins zu finden waren, wurden die Informationen der folgenden GTA3D-Schichten in das vorgestellte Modell übernommen:

- ts_C3522_k2_16_z_top_dach_hope_02
- ts_C3522_k2_16_z_top_dach_hope_07
- ts_C3522_k2_16_z_top_dach_hope_08
- ts_C3522_k2_16_z_top_dach_wietze-hambuehren_02
- ts_C3522_k2_16_z_top_dach_wietze-hambuehren_07.

Unter Miteinbeziehung des DGM (horizontale Auflösung 25 x 25 m) als Höhenreferenz, den Informationen der konstruierten geologischen Profilschnitte sowie der Schichtverbreitungspolygone wurden abschließend mit der *SubsurfaceViewer*®-Softwaremethode für jede Modelleinheit geologische Volumenkörper errechnet. Jeder Volumenkörper wird hiernach von triangulierten Flächen (TIN) räumlich begrenzt.

Alle Modellkörper wurden zudem zur alternativen GIS-Weiterverarbeitung als ESRI ASCII-Raster (.asc) mit einer Zellauflösung von 25 m x 25 m exportiert. Für jede Modelleinheit wurde so je ein Raster mit den Schichtober- und den Schichtunterflächeninformationen erzeugt und je ein Raster mit Mächtigkeitsinformationen (nicht für Linsenkörper).

Um eine problemlose Überführung in hydrogeologische Anwendungen zu gewährleisten, wurden die einzelnen Modelleinheiten entsprechend ihrer lithologischen Ausbildungen und ihrer geologischen Alterseinstufungen in die für Niedersachsen gültige Hydrostratigrafische Gliederung (LBEG, 2011) eingepasst.

4.2 Geologischer Überblick

Das Modellgebiet Hannover-Nord liegt im Übergangsbereich des aus mesozoischen Gesteinsserien aufgebauten Niedersächsischen Berglands im Süden und dem Norddeutschen Tiefland im Norden. Dieser großräumigen Lage entsprechend sind bereits wenige Zehnermeter unter der Geländeoberfläche des Bearbeitungsgebietes Tonsteine der Unter- und der Oberkreide, tertiäre Tone und stellenweise aufgestiegene Zechstein-Serien (Salzstock Hope und Wietze) anzutreffen. Die Überdeckung durch quartäre Lockersedimente nimmt generell Richtung Süden ab.

Charakteristisch für den nördlichen Bereich des Fuhrberger Feldes ist die Wietze-Aller-Niederung, in der überwiegend saale- bis weichselzeitliche und holozäne Sande fluviatilen und äolischen Ursprungs anstehen. Stellenweise sind hier auch torfige Bildungen zu beobachten. An der Geländeoberfläche der südlichen und westlichen Hochgebiete, d.h. der Burgdorfer Geest, des Isernhagener Rückens und der Brelinger Berge (Wedemark Geest) werden dagegen überwiegend saalezeitliche Schmelzwassersedimente und Geschiebelehm angetroffen.

Während des Drenthe-Stadiums der Saale-Eiszeit (Rehburger Phase) erhielt das Gebiet im Wesentlichen seine heutige morphologische Ausprägung. Es entwickelte sich in den heutigen Niede-

rungsbereichen durch Gletschererosion ein Zungenbecken. Das hier aus dem tieferen Untergrund abgehobelte Material (ältere quartäre Sande/Kiese, kreidezeitliche bis tertiäre Tonsteine und Tone) wurde im vorgelagerten Stauchendmoränenkomplex dachziegelartig übereinander gestapelt (RÖHM, 1990). Entsprechend streichen speziell in den Brelinger Bergen zahlreiche kreidezeitliche und tertiäre Schuppen, aber auch glazitektonisch verstellte Weserkieskörper („Weser-Oberterrasse“) oberflächennah aus.

Auch der Isernhagener Rücken stellt eine ursprünglich eisrandparallel verlaufende, in West-Ost-Richtung streichende, drenthestadiale Stauchrückenzone am Westrand der Burgdorfer Geest dar. Hier sind durch Eisdruck die quartärzeitlichen Sedimente aufgestaucht und in Tone der Unterkreide eingefaltet worden (LBEG, 2010). Stellenweise nimmt hier die Mächtigkeit der quartären Überdeckung gegen 0 m ab, so dass kreidezeitliche Gesteine an der Oberfläche anstehen.

In der sich östlich des Isernhagener Rückens anschließenden Burgdorfer Geest ist der drenthezeitliche Geschiebelehm, der im Bereich des Zungenbeckens noch im Bereich der kreidezeitlich-tertiären Basis zu finden ist, als „Deckmoräne“ nahe der Geländeoberfläche anzutreffen. In Tallagen und an den Geestflanken ist er meist erodiert. Die liegende Sandserie besteht aus überwiegend saalezeitlichem, untergeordnet aus elsterzeitlichem Material. Stellenweise sind elsterzeitliche Geschiebelehm-Vorkommen und Beckenablagerungen eingeschaltet, die aufgrund der nachfolgenden saalezeitlichen Gletscherüberprägung meist glazitektonisch gestaucht und verstellt sind.

4.3 Beschreibung der Modelleinheiten

Stratigrafische Gliederung		Modelleinheit	Hydrostratigrafische Einheit[4]	Kurzbeschreibung	Durchlässigkeitsklasse
QUARTÄR	Holozän	**qhy**	L/H0	Künstliche Aufschüttungen (z.B. Autobahn)	11
		qhbo	H1	Holozäne Bodenbildung	10
		qhLhf	H1.2	Auelehm	10
		qhfls	L1.2	Flugsand (Holozän)	9
		qhhh **qhhn**	H1.3	Hochmoortorf Niedermoortorf	10
		qh2	L1.2	Fluviatile Sande der Wietze-Niederung (Holozän)	3
	Weichsel	**qwfls** **qwGds**	L1.2	Flugsande (Weichsel bis Holozän) Geschiebedecksand (Weichsel, kiesiger Sand, tw. schluffig)	9
		qwf	L1.3	Fluviatile Sande (z.T. kiesig) der Wietze-Niederung (Weichsel-Kaltzeit) • **qwii_li**: eingelagerte humose Linsenhorizonte (**H2.1**)	3 (5)
		qwb	H2	• Beckenablagerungen (tonig-schluffig) der Weichselkaltzeit	5
		qwhg	L1.3-H2	Hangsedimente am Rande der Brelinger Berge (meist sandig)	3-5
	Eem	**qee**	H2	Torf, humoser Sand	5
	Saale	**qD-qWa**	L2	Fluviatile bis glazifluviatile Sande/Kiese (Nachschüttsedimente des Drenthe-Gletschers bis Flussablagerungen des warthezeitlichen Leineverlaufes)	2
		qD_b	H2.2	Beckenablagerungen (tonig-schluffig) des Drenthe-Stadiums	5
		qdlg	H3.1	Geschiebelehm des Drenthe-Eisvorstoßes (Saale-Eiszeit): • im Untergrund der Wietze-Niederung als basale Grundmoräne (z.T. in Kontakt mit dem tertiären-kreidezeitlichen-permischen Untergrund), auf den gestauchten Höhenzügen im Süden und Südwesten als Deckschicht („Deckmoräne“ auf der Geest) ausgebildet. • **qp_S_li**: eingelagerte sandige Linsen (**L3**)	5 (3)
		qD_b_1	H3.3	Beckenablagerungen (tonig-schluffig) des Drenthe-Stadiums	5
		qdgf	L3	Schmelzwassersande/-kiese (Vorschüttsedimente des Drenthe-Eisvorstoßes) • **qpt_lio**: eingelagerter toniger Linsenhorizont (**H3**) • **qp_U_li:** eingelagerter schluffiger Linsenhorizont (**H3**) • **qelg_li** als eingelagerte Geschiebelehmlinse bzw. –schuppe (**H4.2**) • **kr_shp:** glazitektonische Schuppe (aus dem kreidezeitlichem Untergrund abgeschert und in die Höhenzüge eingeschuppt) (**H10**)	3 (5, 10)
	Altpleistozän bis Elster	**qelg**	H4.2	Geschiebelehm der Elster-Eiszeit (z.T. in die Höhenzüge glazigen eingestaucht)	5
		qp-qe	L4.1/L4.2	Altquartäre bis elsterzeitliche Sande und Kiese • **qpt_lio**: eingelagerter toniger Linsenhorizont (**H3/H4.2**)	9/2 (5)
		Basement	H…	Unterbau (Tertiär, Kreide, Perm) des erstellten quartär-geologischen Modells: Oberkante ≙ Quartärbasis; fiktive Unterkante bei -120 m NN	

[4] LBEG (2011): Geofakten 21, Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsens – Hannover.

4.3.1 Unterbau des quartärgeologischen 3D-Modells

Der Unterbau des vorgestellten Modells besteht im Wesentlichen aus grundwasserhemmenden Einheiten wie tertiären Tonen und Tonsteinen der Ober- und Unterkreide. An einigen Stellen sind im Untergrund des Modellgebietes jedoch auch **paläozoische Festgesteine des Perms (Zechstein)** anzutreffen. Hierbei handelt es sich um Dachgesteine (Gipshut) und Steinsalze der aufgestiegenen Salzstrukturen Hope und Wietze.

Obwohl es sich bei dem erstellten geologischen Modell in erster Linie um ein quartärgeologisches Modell der jüngeren Lockergesteine handelt, war im Rahmen der Modellierung gefordert, die Tiefenlage der Salzstockoberflächen Hope und Wietze mit zu erkunden, um zukünftig Versalzungsgefährdungen des im Fuhrberger Feld bewirtschafteten Grundwasserkörpers besser einschätzen zu können. Schon das NLFB (1973) erwähnte, dass im Bereich des Salzstocks Hope ein Kontakt des erdoberflächennahen Grundwassers in dem quartären Grundwasserleiter mit versalztem Tiefenwasser in den Klüften und Karsthohlräumen der Salzstock-Festgesteine nicht auszuschließen sei.

Vor diesem Hintergrund wurden für die Dachbereiche der Salzstöcke Hope und Wietze im vorliegenden Untergrundmodell zwei gleichnamige Flächen konstruiert. In erster Linie wurden im Zuge der Profilschnittkonstruktion hierfür die Schichtinformationen zur Oberfläche des Zechsteins aus dem GTA3D (siehe Kapitel 4.1) übernommen. An Stellen, an denen Bohrungen die Zechsteinoberfläche erreichten, wurden dagegen die dort aufgeführten Teufen vorrangig behandelt.

Entgegen der sonst üblichen *SubsurfaceViewer*©-Modellkonzeption handelt es sich jedoch hierbei um reine Schichtoberflächen und nicht um eigenständige Volumenkörper, da die Schichtunterkanten durch vorliegende Bohrdaten nicht belegt und bei Salzstrukturen häufig vorkommende überkippte Strukturen modelltechnisch nicht abbildbar sind. Die Modellflächen bilden somit nur die obersten und nicht überkippten Bereiche der Salzstrukturen ab.

Die beigefügte Karte 02 stellt die ermittelten Tiefenniveaus der Oberflächen der Salzstöcke Hope und Wietze dar. Im Bereich westlich von Lindwedel (Adolfsglück und Hope) ragen die Dachgesteinsschichten (Gipshut) bis stellenweise auf über +10 m NN (rd. 25 - 30 m unter GOK) auf. Nach vereinzelten Bohrangaben (z.B. Bohrungen 3323BV0013, 3323BV0053, 3332BV0055) ist mit der eigentlichen Salzoberfläche der Struktur Hope erst unterhalb von rd. 80 – 130 m unter Gelände zu rechnen.

Die Oberfläche des Gipshutes des Salzstockes Wietze im Nordosten des Modellgebietes steht nach den vorliegenden Daten an den flachsten Stellen knapp unter 0 m NN, d.h. 40 – 50 m unter Gelände an. Die Salzoberfläche scheint nach einigen Bohrungsinformationen unterhalb von 75 – 80 m unter Gelände zu liegen (z.B. Bohrungen 3325BV00022, 3325BV0023). Dies deckt sich im Wesentlichen mit den Angaben aus NLFB (1973).

Der tiefere Untergrund der südwestlichen Modellgebietshälfte wird hauptsächlich aus **Tonsteinen der Unter- und Oberkreide** aufgebaut, die im Süden stellenweise auch an der Oberfläche anstehen und deren Material im Bereich der Brelinger Berge als glaziale Schuppen zu finden ist.

Im nordöstlichen Teil des Fuhrberger Feldes bilden **tertiäre Tone** die Basis des vorgestellten Untergrundmodells. Gemäß den Profilschnitten *Wietze-Fuhse Lockergestein S3* und *Leine Lockergestein rechts S1* handelt es sich hierbei um Tone und untergeordnet Sande (bzw. Sandsteine) des Eozän.

Die Oberfläche der Einheiten der Kreide, des Tertiärs und des Zechsteins (Salzstöcke mit Dachgesteinen) wurde in vielen Fällen durch vorliegende Bohrungen nachgewiesen, Angaben zur Tiefenlagen ihren Unterkanten, d.h. ihrer Mächtigkeiten lieferten die Bohrungsbeschreibungen jedoch in der Regel nicht. Diese Einheiten wurden somit zur grundwasserhemmenden Modelleinheit ***Basement*** zusammengefasst mit einer rein fiktiven, einheitlichen Unterkante bei -120 m NN.

Die Oberfläche der Einheit *Basement* entspricht der Basis der quartären Lockergesteine (Quartärbasis), d.h. des für die Grundwasserbewirtschaftung relevanten Systems aus grundwasserleitenden und grundwasserhemmenden Einheiten. Die oben beschriebenen Oberflächen der Salzstöcke sind in dieser tiefsten Modelleinheit *Basement* enthalten und stellen lediglich eine Zusatzinformation zum internen Aufbau dieses Modellunterbaus dar.

In Karte 03 ist die Tiefenlage der Quartärbasis, die der Oberfläche der Modelleinheit *Basement* entspricht, dargestellt. Im Süden (Isernhagen) erreicht sie ein Höhenniveau von über +70 m NN. Hier keilen die quartären Schichten stellenweise aus. Richtung Norden fällt die Quartärbasis sukzessive ab. Im Bereich einer Erosionsstruktur bei der Ortschaft Jeversen wird mit -100 m NN der tiefste Punkt im Modellgebiet erreicht.

In Karte 04 ist die Verteilung der Gesamtmächtigkeit der quartären Lockersedimente oberhalb der Modelleinheit *Basement* abgebildet. Analog zur Tiefenverteilung der Quartärbasis (Karte 03) wird im Norden mit fast 130 m die größte Gesamtmächtigkeit erreicht. Im Süden bei Isernhagen liegen die Mächtigkeiten stellenweise bei < 1 m. Auf das Gesamtgebiet bezogen liegt die mittlere Mächtigkeit bei rd. 34 m.

4.3.2 Modelleinheiten des frühen Pleistozäns bis zur Elster-Eiszeit

Bei den ältesten quartären Lockersedimenten, deren Unterkante durch die vorliegenden Eingangsdaten erfasset werden konnte, handelt es sich um (alt-)pleistozäne bis elsterzeitliche Sande und Kiese (qp-qe//gf). Sie wurden zur Modelleinheit ***qp-qe*** zusammengefasst und sind in erster Linie in Bereichen tieferer quartärer Erosionsformen zu finden und grenzen somit direkt an die liegenden Gesteine der Kreide, des Tertiärs oder des Zechsteins, d.h. der Modelleinheit *Basement*. Dementsprechend entspricht die Tiefenlage der Basis dieser Einheit der Quartärbasis. Örtlich können Ton/Schluff-Horizonte in die sandig-kiesige Abfolge eingelagert sein (Modelleinheit ***qpt_lio***).

Karte 05 stellt die Tiefenlage und die Verbreitung der Basis der Einheit *qp-qe* dar. Innerhalb des Modellgebietes reicht sie im Norden bis auf -80 m NN herunter. Entsprechend sind dort mit bis zu 73 m die größten Mächtigkeiten dieses Sand/Kieskörpers zu finden (Karte 06). Im südlichen Gebiet sind nur fleckenhafte Vorkommen der Einheit zu verzeichnen.

Nach der für Niedersachsen gültigen Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) handelt es sich hierbei um den Grundwasserleiter **L4.1** bzw. **L4.2**.

In einigen Bereichen des Modellgebietes wird dieser tiefere Aquifer durch Elster-Geschiebelehm von den hangenden Sanden abgetrennt. Dieser Elster-Geschiebelehm (qe//Lg) wird im erstellten Untergrundmodell durch die Einheit ***qelg*** repräsentiert.

Schwerpunktmäßig im Süden des Gebietes ist dieser Geschiebelehm zu finden und zeigt dort Hinweise auf glazitektonische Beeinflussung durch die spätere saale- bzw. drenthezeitliche Gletscherüberfahrung. Elster-Geschiebelehm, als glazitektonische Schuppen in jüngere Sande eingelagert, wurde im Untergrundmodell als Einheit ***qelg_li*** berücksichtigt. Im Bereich der Wietze-

Niederung gibt es Anzeichen für Elster-Geschiebelehm in den oberen Abschnitten verfüllter tieferer Erosionsformen.

Die Basis der Einheit *qelg* reicht im Modellgebiet von -51 m NN im Norden bis +78 m NN im Süden (vgl. Karte 07). Karte 08 stellt die Mächtigkeit des Geschiebelehms dar, die im Extremfall 35 m erreichen kann.

Hydrostratigrafisch wird der Elster-Geschiebelehm nach LBEG (2011) als Einheit **H4.2** geführt.

4.3.3 Modelleinheiten der Saale-Eiszeit

Während der nachfolgenden Saale-Eiszeit wurde das Modellgebiet im Zuge des so genannten Drenthe-Haupteisvorstoßes (Rehburger-Phase) vom Gletscher überfahren und erhielt im Wesentlichen seine heutige morphologische Ausprägung. Im Vorfeld wurden Schmelzwassersandserien abgelagert, die schließlich zusammen mit den älteren Ablagerungen vom nachrückenden Gletschereis umgelagert bzw. verstellt und stellenweise auch ausgeräumt wurden. Der Gletscher schuf so eine Art Zungenbecken (RÖHM, 1990). Diesem Gletscherbecken war ein aufgeschobener Endmoränenwall vorgelagert, der seinerseits in der Folge von dem weiterrückenden Eis überfahren wurde.

Die oben erwähnten Schmelzwassersande dieses Drenthe-Eisvorstoßes (qD//gf) werden im Untergrundmodell durch die Einheit ***qdgf*** repräsentiert. Die Abgrenzung dieser sandig bis kiesigen Modelleinheit erfolgte - insofern diese vorhanden waren - anhand des Elster-Geschiebelehms (im Liegenden) und des Drenthe-Geschiebelehms (im Hangenden). Hinsichtlich der Mindestverbreitung der Drenthe-Schmelzwassersedimente wurden weitgehend die oberflächennahen Informationen aus der Geologischen Karte (GK50 und GK25) übernommen.

Fehlte der Elster-Geschiebelehm als eindeutiges Trennelement zu liegenden sandig-kiesigen Sedimenten, wurden ggf. in den vorhandenen Bohrungen beschriebene basale Grobsedimentlagen oder humose Horizonte als alternative Abgrenzungsmöglichkeiten genutzt. Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass tiefere quartärzeitliche Erosionsformen (wie im Norden des Gebietes) bereits vor der Saale-Eiszeit sowohl angelegt, als auch größtenteils wieder verfüllt worden waren (Sedimente der Modelleinheit *qp-qe* aus Kapitel 4.3.2). Nach diesem Interpretationsansatz bilden Drenthe-Schmelzwassersedimente allenfalls den oberen Abschnitt entsprechender Rinnenfüllungen. Dies entspricht im Wesentlichen auch den Untergrundinterpretationen der LBEG-

Profilschnitte *Wietze-Fuhse Lockergestein S3* und *Leine Lockergestein rechts S1*. Im Bereich des Wietze-Tales im Übergang zu den Brelinger Bergen wurden bezüglich der Drenthe-Schmelzwassersedimente (und jüngerer Einheiten) weitgehend die Angaben der Profilreihen 1-5 aus RÖHM (1990; S. 48 bis 51) übernommen.

In Karte 09 und Karte 10 sind die für die Einheit *qdgf* so erarbeiteten Tiefen der Basisfläche und die Mächtigkeitsverteilung im Modellgebiet dargestellt. Die Basis der Einheit *qdgf* ist hiernach in Tiefen zwischen -39 und +79 m NN zu finden. Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt rd. 16 m. Die größten Mächtigkeiten von über 40 m (maximal. 69 m) sind schwerpunktmäßig in den Geestgebieten der südlichen bzw. südwestlichen Modellregion zu finden. Hier dürften durch den Eisdruck des nachfolgenden Gletschers Sand/Kies-Pakete übereinander gestapelt worden sein.

Die folgende Abbildung zeigt einen Süd-Nord-ausgerichteten Schnitt durch das Modell im Bereich der Brelinger Berge. Die Drenthe-Schmelzwassersedimente sind hier in hell-rosa Farbe dargestellt.

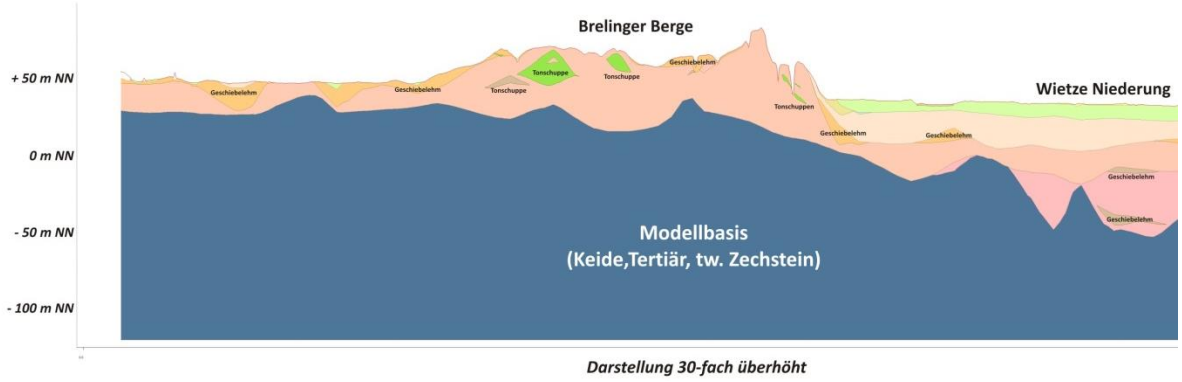


Abb. 3: Geologischer Schnitt durch die Brelinger Berge mit eingelagerten Schuppenkörpern

Speziell im Bereich der Brelinger Berge sind - neben Schuppenkörpern mit Weser-Oberterrassenkiesen - auch zahlreiche grundwasserhemmende Schuppen aus kreidezeitlichen und tertiären Tonen sowie Elster-Geschiebelehm-Material in die Drenthe-Schmelzwassersedimente eingeschuppt worden (grüne und braune Linsen in Abb. 3). Im Detail lassen sich diese kleinräumig komplexen Strukturen aufgrund der Eingangsdatendichte und -qualität nicht abbilden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Sand-Kieskörper in den von den Stauchungen betroffenen Geestgebieten - auch hinsichtlich der dortigen Grundwasserstockwerksgliederung - weitaus komplexer aufgebaut ist, als es das erstellte 3D-Untergrundmodell abbilden kann.

Im erstellten Untergrundmodell können folgende grundwasserhemmende und somit lokal stockwerksgliedernde Linsenkörper in die drenthezeitlichen Schmelzwassersedimente eingelagert sein:

- Tonige Linsenhorizonte: **qpt_lio**
- Schluffige Linsenhorizonte: **qp_U_li**
- Glazitektonische Ton-Schuppen: **kr_shp**
- Elsterzeitliche Geschiebelehm-Schuppen: **qelg_li**
  (ggf. auch innerhalb der Modelleinheit qp-qe)

Drenthe-Schmelzwassersedimente werden in der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) als Aquifereinheit **L3** geführt.

Die Modelleinheit ***qdlg*** steht im vorgestellten Untergrundmodell für die Gletschermoränenablagerungen des Drenthe-Hauptvorstoßes der Saale-Eiszeit (qD//Lg-Mg). Dieser Geschiebelehm/-mergel steht nach der Geologischen Karte in den Geestbereichen, d.h. überwiegend in der Südhälfte des Modellgebietes stellenweise oberflächennah an. Im Bereich der Wietze-Niederung sind nur in Bohrungen Geschiebelehm-Vorkommen beschrieben, überwiegend in mittlerer Tiefe oder sogar direkt angrenzend an die Basisgesteine (Kreide, Tertiär oder Zechstein, siehe Kapitel 4.3.1). Hier bildet die Einheit *qdlg* stellenweise zugleich die Modell- bzw. die Aquiferbasis.

Entsprechend schwierig gestaltete sich einer solchen Lagerungssituation allein über die Bohrungsbeschreibungen die Unterscheidung zwischen anstehendem Basisgestein (Kreide/Tertiär) und durch lokale Materialaufnahme geprägtem Geschiebelehm. Stellenweise sind die Bohrdaten hierzu widersprüchlich.

In vielen Bohrungen sowie alten Literaturquellen und Profilschnitten wird dieser tiefe Geschiebelehm – wenn er als solcher erkannt wurde – zudem als elsterzeitlich eingestuft (z.B. KUCKELKORN (1970), NIBIS-Profilschnitt *Leine Lockergestein rechts S1*). In anderen Quellen wird er als saalezeitliche Gletscherablagerung behandelt. RÖHM (1990) griff diesen Umstand wie folgt auf:

> *„Im Aller-Tal und nördlichen Wietze-Tal wurde an der Basis der pleistozänen Sedimentabfolge oft Grundmoräne in Form von Geschiebemergel erbohrt (B32 - B34, B38 - B41). Nach Auswertung aller Archivbohrungen deutet sich an, dass sich der Geschiebemergel aus dem Tal auf die Geesthöhen hinaufzieht. Er kleidet somit ein Relief aus, das man als Zungenbecken bezeichnen kann. Aus diesem Zungenbecken wurde Material (Unterkreide-Ton) herausgehobelt und in den Stauchmoränenzügen dachziegelartig übereingestapelt.*

Allein danach wird eine stratigraphische Einstufung in das Drenthe-Stadium der Saale-Eiszeit vorgenommen.“

Auch wenn RÖHM (1990) eine zumindest teilweise elsterzeitliche Zugehörigkeit nicht ausschließen konnte, erschien auch bei der Gesamtsichtung aller Modellierungseingangsdaten eine Einstufung in die Saale-Eiszeit plausibel.

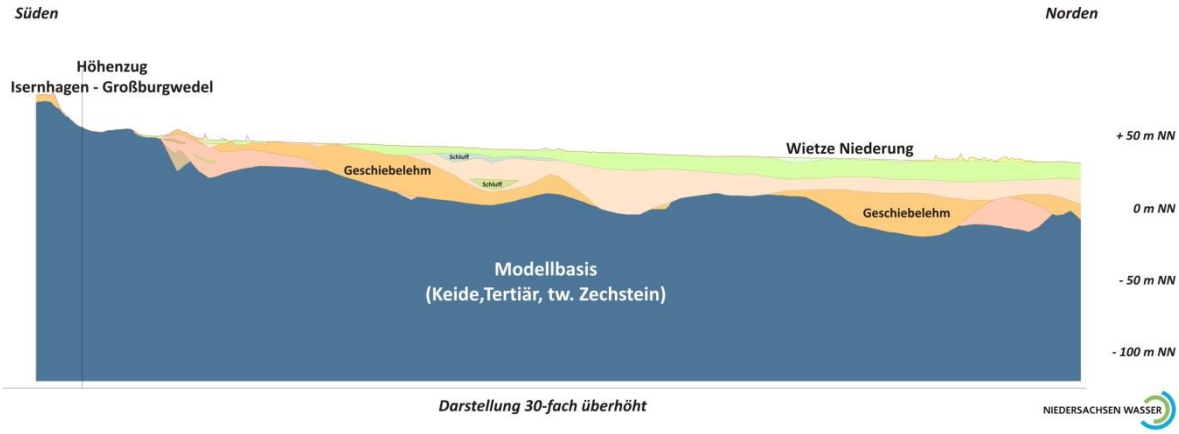


Abb. 4: Übergang des Basis- in einen Deck-Geschiebelehm (qD//Lg) von Norden nach Süden

Der exemplarische Profilschnitt (Abb. 4) durch das erstellte Untergrundmodell verdeutlicht die unterschiedlichen vertikalen Positionen der drenthezeitlichen Gletscherablagerung in verschiedenen Bereichen im Modellgebiet. Im Untergrund der Wietze-Niederung ist die Einheit *qdlg* noch als „basale Grundmoräne“ (z.T. in Kontakt mit dem tertiären-kreidezeitlichen-permischen Untergrund) ausgebildet. Hier im Bereich der heutigen Förderbrunnen der Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg stellt der Geschiebelehm gleichsam die Basis des Aquifersystems dar, wenn keine älteren Sande unter der Einheit qdlg mehr vorkommen (wie z.B. die Modelleinheit *qdgf* im rechten, d.h. nördlichen Teil der Abb. 4). Richtung Süden taucht der Geschiebelehm sukzessive auf, d.h. er stellt bereichsweise eine Zwischenschicht dar bis er schließlich zu einer grundwasserhemmenden Deckschicht wird.

Weitere tiefere „Geschiebelehm“-Vorkommen in den Bohrungen wurden im Zug der Modellkonstruktion als Elster-Geschiebelehm ausgewiesen (Kapitel 4.3.2), die durch die saalezeitliche Eistätigkeit stellenweise verstellt und ggf. verschleppt worden sind.

Karte 13 stellt die Lage der Basis der Einheit *qdlg* innerhalb des Gebietes dar. Sie reicht von -37 m NN im nördlichen bis nordöstlichen Gebiet, dem Bereich des ehemaligen „Zungenbeckens“ bis +89 m NN im Süden (Bereich der „Deckmoräne“ auf den heutigen Geesthochflächen).

Karte 14 stellt die Mächtigkeitsverteilung der Einheit *qdlg* dar. Die Mächtigkeit kann im Norden kleinräumig Maximalwerte von über 58 m (dort: „Basismoräne“) erreichen. In den Geestbereichen („Deckmoräne“) sind dagegen weite Bereiche mit Mächtigkeiten < 5 m zu verzeichnen. Insgesamt konnte im Gebiet mittlere Mächtigkeit von 8,8 m festgestellt werden.

Gemäß der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) handelt es sich bei dem Saale-Geschiebelehm/-mergel um die grundwasserhemmende Einheit **H3**.

Die Modelleinheiten **qD_b** und **qD_b_1** beschreiben drenthezeitliche Beckensedimente (qD//b), die sich im ausgehobelten „Zungenbecken“ des Drenthe-Hauptvorstoßes sowohl vor als auch nach dem Geschiebelehm/-mergel (qdlg) abgelagert haben. Diese Einheiten sind in erster Linie schluffig und tonig.

Die Karten 11 und 15 zeigen die Lage der Basis der Modelleinheiten qD_b und qD_b_1. Die Einheiten sind linsenhaft im nördlichen Bereich nahe der Aller, am Ostrand des Wasserschutzgebietes Fuhrberger Feld und im Süden im Bereich des Isernhagener Rückens anzutreffen. Im westlichen Teil des Modellgebietes, nahe der Leine und den Brelinger Bergen, treten sie hingegen nicht auf. Dem Tiefenverlauf von qdlg folgend sind die Beckenschluffe im nördlichen Bereich des Modellgebietes in tieferen Lagen mit einer Basisfläche auf der Höhe von bis zu -42 m NN anzutreffen und tauchen dann nach Süden hin auf bis zu +60 m NN auf.

Die maximalen Mächtigkeiten der Drenthe-Beckensedimente (s. Karten 12 und 16) belaufen sich auf rd. 24 m oberhalb (qD_b) und 12 m unterhalb (qD_b_1) des Geschiebelehms/-mergels (qdlg). Die mittlere Mächtigkeit liegt sowohl für qD_b_1 als auch für qD_b bei 4 m.

In der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) sind diese drenthezeitlichen Beckensedimente als grundwasserhemmende Einheiten **H2.2** (qD_b) und **H3.3** (qD_b_1) einzuordnen.

Während nach RÖHM (1990) von der späten Elster bis zur frühen Saale-Eiszeit (Drenthe-Stadium) glaziale Ablagerungen überwiegen und Hinweise auf reine Flussablagerungen zu fehlen scheinen, nahm mit dem Zerfall des Drenthe-Eises der Fluss *Leine* (und evtl. die *Innerste*) seinen Lauf durch das Modellgebiet.

Die überwiegend fluviatilen (im unteren Bereich ggf. auch noch glazifluviatile) Sedimente, die in dieser Folgezeit (ausgehendes Drenthe (qD)- bis Warthe (qWa)-Stadium) in das Becken geschüttet

wurden, werden durch die Modelleinheit ***qD-qWa*** repräsentiert. Hierbei handelt es sich um, überwiegend sandige, teilweise auch kiesige Sedimente oberhalb der Drenthe-Gletscherablagerungen (Modelleinheit *qdlg*).

Als Interpretationsgrundlage für diese Sandeinheit wurden die Profilreihen 1-5 aus RÖHM (1990; S. 48 bis 51) genutzt. Die dort als *Älteren Niederterrasse* (qNA) interpretierten Sedimente wurden im Modell als *qD-qWa* ausgewiesen. In Bohrungen sind zu dieser Einheit häufig Angaben wie „saale- bis weichselzeitliche fluviatile Sedimente“ zu finden. Als weiteres Abgrenzungskriterium zu liegenden sandig-kiesigen Sedimenten wurden stellenweise basale Grobsedimentlagen oder humose Horizonte genutzt.

Die Basis dieser Modelleinheit *qD-qWa* liegt nach Karte 17 zwischen -25 und +76 m NN, die maximale Mächtigkeit beträgt im Norden des Gebietes rd. 55 m (s. Karte 18). Die mittlere Mächtigkeit beträgt im Gesamtgebiet rd. 15 m. In Richtung der Geesträndер keilt die Sand/Kies-Einheit im Wesentlichen aus. Kleinräumig wurde auf der Geest in der GK50 als qD//gf ausgewiesene Einheiten der Modelleinheit *qD-qWa* zugeordnet, wenn offensichtlich Drenthe-Geschiebelehm (Modelleinheit *qdlg,* Kapitel 4.3.3) darunter lagert.

Bezogen auf die Standorte der Wasserwerke Elze-Berkhof, Fuhrberg und Ramlingen stellt die Einheit *qD-qWa* – zusammen mit jüngeren auflagernden Sanden (siehe nächsten Kapitel) – den Grundwasserentnahmehorizont dar. In Anlehnung an die Hydrostratigrafische Gliederung (LBEG, 2011) handelt es sich dabei um die Aquifereinheit **L2**.

4.3.4 Modelleinheit des Eem-Interglazials

An einer Stelle im Modellgebiet wurden humose Ablagerungen aufgrund von Bohrungsangaben (Bohrung *3424GE0280*) dem Eem-Interglazial (Modelleinheit ***qee***) zugeordnet; siehe Karten 19 und 20. Ob es sich hierbei wirklich um Sedimente des Eems handelt, bleibt fraglich, zumal weitere eindeutige Hinweise auf Eem im Modellgebiet zu fehlen scheinen.

In der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) werden eemzeitliche Sedimente als hemmende Einheit **H2** geführt.

4.3.5 Modelleinheiten der Weichsel-Kaltzeit

Während der Weichsel-Kaltzeit erreichte der Gletscher das Untersuchungsgebiet nicht mehr, d.h. es herrschten periglaziale Sedimentations- und Umlagerungsbedingungen vor.

Nach RÖHM (1990) kam es in der frühen Weichsel-Kaltzeit zur Laufverlegung der Leine von der Wietze-Niederung in die heutige Leine-Niederung. Das Lokalflüsschen Wietze nahm das heutige Modellgebiet ein und eine weitere Sedimentauffüllung des Restbeckens fand statt. Dies erfolgte zunächst über überwiegend fluviatile Materialzufuhr von den nahe gelegenen pleistozänen Höhen, später untergeordnet durch äolische Sandeinträge (Flugsande).

In der Geologischen Karte ausgewiesene „periglaziäre-fluviatile Abschemmmassen“ wurden kleinräumig nördlich der Brelinger Berge im Modell als meist sandige, teilweise schluffig-tonige Einheit ***qwhg*** berücksichtigt und entsprechend in den Karten 21 und 22 dargestellt (**L1.3-H2** der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011)).

Inselartig vorkommende tonig-schluffige Beckenablagerungen der Weichselkaltzeit wurden der Modelleinheit ***qwb*** zugeordnet. Die Verbreitung und Tiefenlage der Basis dieser Einheit in Karte 23 zeigt einen Tiefenbereich von 0m NN bis hin zu etwa +47 m NN. Wie in Karte 24 ersichtlich, erreichen diese weichselzeitlichen grundwasserhemmenden Zwischenhorizonte (**H2** nach LBEG, 2011) kleinräumig Mächtigkeiten von 8 - 14 m (südwestlich der Ortschaft Fuhrberg und am Nordrand des Gebietes). Insgesamt liegen die Mächtigkeiten im Durchschnitt bei rd. 2,5 m.

Die fluviatilen Sedimente der Weichsel-Kaltzeit wurden im erstellten geologischen Untergrundmodell unter der Einheit ***qwf*** zusammengefasst. Die fluviatilen Sande sind abschnittsweise z.T. kiesig ausgebildet, stellenweise sind humose Linsenhorizonte (Linsen-Modelleinheit **qwii_li)** eingelagert. In der geologischen Karte handelt es sich hierbei um die dort ausgewiesenen Einheiten *qw//f* und *qN//f,* in den Profilreihen 1-5 aus RÖHM (1990; S. 48 bis 51) um die dort als *qNJ* bezeichneten Sedimente. Als weiteres Abgrenzungskriterium zu liegenden sandig-kiesigen Sedimenten wurden stellenweise basale Grobsedimentlagen, humose Horizonte oder tonig-schluffige Trennschichten (Modelleinheit *qwb*) genutzt.

Karte 25 stellt die Tiefenlage der Basis der Einheit *qwf* dar. Sie reicht im Modellgebiet von +13 bis +69 m NN. Die mittlere Mächtigkeit beträgt hierbei ca. 7 m, Maximalwerte von 15 – 28 m werden im Gebiet eher selten erreicht (Karte 26).

Weichselzeitliche fluviatile Sedimente werden in der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) als Aquifereinheit **L1.3** geführt.

In Karte 28 ist die Mächtigkeit des modellierten weichselzeitlichen Geschiebedecksandes (Modelleinheit ***qwGds***) dargestellt. Diese meist ungeschichteten, geschiebeführende Sande wurden vorwiegend anhand der geologischen Karte und in Abstimmung zu den, in den entsprechenden Bereichen vorkommenden, Bohrungen modelliert. Die Verbreitung beläuft sich auf inselartige Vorkommen im Bereich der Geestkörper, vornehmlich der Burgdorfer Geest. Bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von lediglich rd. 0,8 m wird eine maximale Mächtigkeit von rd. 4,2 m erreicht.

Diese Geschiebedecksande werden in der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) als Grundwasserleiter **L1.2** geführt.

Während der späten Weichsel-Kaltzeit bis ins Holozän wurden in das Modellgebiet äolische Decksande (Flugsande) eingetragen und stellenweise zu Dünen aufgeweht. Im Untergrundmodell werden diese Feinsande, die durch sekundäre Prozesse auch untergeordnet mittel- bis grobsandige Anteile aufweisen können, zu den Modelleinheiten ***qwfls*** und ***qhfls*** zusammengefasst.

Karte 29 stellt die zusammengefasste Mächtigkeit der Flugsande dar, die im Mittel ca. 1 m beträgt, im Bereich von Dünenaufwehungen lokal stark begrenzt aber auch Maximalwerte von rd. 10 m erreichen kann.

Weichselzeitliche bis Holozäne Flugsande werden in Anlehnung an die Hydrostratigrafische Gliederung (LBEG, 2011) als Aquifereinheiten **L1.3** und **L1.2** eingestuft.

4.3.6 Modelleinheiten des Holozäns

Den Abschluss der geologischen Abfolge zur Geländeoberfläche hin bilden die holozänen Einheiten, d.h. Ablagerungen und Bildungen der letzten ca. 10.000 Jahre vor heute. Im erstellten 3D-

Untergrundmodell wird dieser jüngste geologische Zeitabschnitt durch geringmächtige fluviatile Sedimente (Modelleinheit ***qh2***), Nieder- und Hochmoortorfe (***qhhn*** und ***qhhh***), Auelehm (**qhLhf**), Bodenbildung (**qhbo**) und anthropogene Ablagerungen (***qhy***) repräsentiert. Diese Einheiten wurden in erster Linie hinsichtlich ihrer Verbreitung und stellenweise auch ihrer Mindestmächtigkeiten aus der Geologischen Karte (GK50 und GK25) übernommen und durch vereinzelt vorhandene Bohrdaten präzisiert.

Karte 30 stellt die Mächtigkeit der holozänen fluviatilen Talsande dar. Im Wesentlichen sind dies die Ablagerungen der holozänen Wietze und kleinerer Nebengewässer der Wietze-Niederung und des Geestbereichs. An der Nordgrenze des Gebietes wird zudem noch ein kleiner Bereich der holozänen Aller-Niederung mit erfasst. Für die Modelleinheit *qh2* konnte eine mittlere Mächtigkeit von 1,4 m und maximal von 8,5 m ermittelt werden. In der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) werden holozänen fluviatilen Talsande als leitende Einheit **L1.2** geführt.

In Karte 31 sind die Mächtigkeiten der Hoch- und Niedermoortorfe (Modelleinheiten ***qhhh*** und ***qhhn***) und des Auelehms (***qhLhf***) dargestellt. Die im Gebiet angetroffenen Hoch- und Niedermoore sind im Modellgebiet im Mittel unter 1 m mächtig. Maximale Mächtigkeiten von mehr als 3,5 m sind nach den vorliegenden Eingangsdaten nur sehr kleinräumig anzutreffen. Der Auelehm (qhLhf) wird ausschließlich im Nordwesten des Modellgebietes an der Leine angetroffen. Dort erreicht er eine maximale Mächtigkeit von 9,6 m bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 1,6 m.

Karte 32 zeigt die Mächtigkeit der Bodenbildung (***qhbo***) und anthropogenen Ablagerungen bzw. Aufschüttungen (Modelleinheit ***qhy***). Letztere wurde in erster Linie aus den Daten des Digitalen Geländemodells abgeleitet, d.h. es handelt sich hierbei um offensichtlich nicht-natürliche Geländeerhebungen, wie Autobahnen, Straßen und z.B. den besonders markanten „Ölberg“, einer alten Abraumhalde beim Ölschachtgelände Wietze. Hier erreicht die Einheit *qhy* mit rd. 31 m ihre größte Mächtigkeit. Die Bodenbildung ist inselartig, vor allem im östlichen Modellgebiet, verteilt und erreich eine mittlere Mächtigkeit von 0,4 m.

Die holozänen Torfeinheiten sowie die Bodenbildung werden nach der Hydrostratigrafischen Gliederung (LBEG, 2011) als Grundwasserhemmer **H1**, der Auelehm als hemmende Einheit **H1.2**, eingestuft. Anthopogene Bildungen werden dort als stark variable Einheit **L0** geführt.

4.4 Hydrostratigrafische Einstufung der einzelnen Modelleinheiten

In der folgenden Tabelle sind zusammenfassend nochmals die einzelnen Untergrundmodelleinheiten sowie ihre Einordnung in die Hydrostratigrafische Gliederung von Niedersachsen (LBEG, 2011) dargestellt. Die sich aus der k_f-Klasse ergebenden k_f-Wertebereiche sind dabei als grobe Annäherungen zu betrachten. Bedingt durch örtliche geologische Gegebenheiten können die realen Durchlässigkeiten deutlich von diesen überregionalen Angaben abweichen.

3D-Modelleinheit	Hydrostratigrafie (LBEG, 2011)	k_f-Klasse (LBEG, 2011)	k_f-Wertebereich (LBEG, 2011)	Durchlässigkeit (LBEG, 2011)
qhy	L0	11	n.b.	stark variabel
qhbo	**H1**	**10**	**<1E-5**	**gering bis äußerst gering**
qhLhf	**H1.2**	**10**	**<1E-5**	**gering bis äußerst gering**
qhfls	L1.2	3	>1E-4 bis 1E-3	mittel
qhhh	**H1**	**10**	**<1E-5**	**gering bis äußerst gering**
qhhn	**H1**	**10**	**<1E-5**	**gering bis äußerst gering**
qh2	L1.2	3	>1E-4 bis 1E-3	mittel
qwfls	L1.2	3	>1E-4 bis 1E-3	Mittel
qwGds	L1.2	3	>1E-4 bis 1E-3	mittel
qwf	L1.3	3	>1E-4 bis 1E-3	mittel
qwb	**H2**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qwhg	L1.3-**H2**	3/5	>1E-7 bis 1E-3	mittel/gering
qee	**H2**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qD-qWa	L2	2	>1E-3 bis 1E-2	Hoch
qD_b	**H2.2**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qdlg	**H3**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qD_b_1	**H3.3**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qdgf	L3	3	>1E-4 bis 1E-3	mittel
qelg	**H4.2**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qp-qe	L4.1/L4.2	9/2	>1E-5 bis 1E-2	mittel bis hoch
Basement	**H…**	**10/6/5**	**<1E-9 bis 1E-5**	**gering bis äußerst gering**
Linsenkörper				
qwii_li	**H1.3**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qelg_lio	**H3**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**
qp_U_li	**H3**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**Gering**
qp_S_li	L3	3	>1E-4 bis 1E-3	mittel
kr_shp	**H10**	**10/6/5**	**<1E-9 bis 1E-5**	**gering bis äußerst gering**
qpt_lio	**H3/H4.2**	**5**	**>1E-7 bis 1E-5**	**gering**

5 Zusammenfassung und Ergebnisse

Das hier vorgestellte geologische 3D-Modell *Hannover-Nord* stellt eine erstmalige Zusammenführung der wesentlichen Untergrund- und Oberflächeninformationen, die in den letzten Jahrzehnten für unterschiedlichste Fragestellungen erhoben worden sind, dar. Im Rahmen der Untergrundmodellierung und somit in der Gesamtsicht dieser bislang heterogenen Eingangsdaten konnten hierbei die von RÖHM (1990) getroffenen Annahmen eines **Drenthezeitlichen Zungenbeckens mit vorgelagertem Stauchmoränenwällen** plausibel nachvollzogen werden.

Im Bereich der Wasserschutzgebiete *Fuhrberger Feld* und *Ramlingen* ist großräumig ein zusammenhängender **Grundwasserleiter (Förderstockwerk)** anzutreffen. Dieser ist mit den Modelleinheiten *qD-qWa* und *qwf* aus **mehreren grundwasserleitenden Modelleinheiten** aufgebaut. Diese bestehen dabei aus hauptsächlich saale- bis weichselzeitlichen sandig-kiesigen Schmelzwasserablagerungen (*qD-qWa*) und aus weichselzeitlichen fluviatilen Sanden (*qwf*). Stellenweise ist im Gebiet auch ein **tieferer Aquifer** aus altpleistozänen bis drenthezeitlichen Schmelzwassersanden (Einheiten *qp-qe* und *qdgf*) ausgebildet, der durch **eingelagerte grundwasserhemmende Horizonte**, wie z.B. den Drenthe- oder den Elster-Geschiebelehm, vom Förderstockwerk bereichsweise hydraulisch abgekoppelt sein kann. Umgekehrt bildet er bei Abwesenheit der genannten Trennschichten mit den Modelleinheiten des Förderstockwerks (hauptsächlich Einheiten *qD-qWa* und *qwf*) einen zusammenhängenden Aquifer. Die Basis dieses Aquifersystems wird meist durch kreidezeitlich-tertiäre Tone (Einheit *Basement*) oder Elster-Geschiebelehm (im Bereich der Burgdorfer Geest) gebildet.

Dieser tiefere Aquifer grenzt stellenweise an die **Dachbereiche der aufgestiegenen Salzstrukturen Hope und Wietze** im Liegenden. Durch die Miteinbeziehung der Daten aus dem GTA3D konnten diese höchsten Bereiche der Salzstöcke Hope und Wietze im quartärgeologischen Modell mit abgebildet werden. Durch nachfolgende GIS-Auswertungen besteht nun die die Möglichkeit, die Bereiche im Modellgebiet zu ermitteln, die mutmaßlich dem stärksten Risiko einer tieferen Grundwasserversalzung ausgesetzt sein könnten.

Die **Stauchungszonen** im Modellgebiet (z.B. Brelinger Berge, Isernhagener Rücken) waren infolge der kleinräumig hohen geologischen Komplexität und der somit zu geringen Eingangsdatendichte durch das Untergrundmodell erwartungsgemäß **nur in groben Zügen abbildbar**.

Ziel sollte es zukünftig sein, das erstellte 3D-Untergrundmodell sukzessive durch weitere Untergrundinformationen zu verfeinern.

6 Verwendete Literatur und Gutachten

KUCKELKORN, K. F. (1970): Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Fuhrberger Feld bei Hannover. – NLfB; Hannover (unveröffentlicht).

LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (LBEG, 2010): Geoberichte 3, Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen.; Hannover.

LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (LBEG, 2011): Geofakten 21, Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsens.; Hannover.

NLFB (1973): Hydrogeologisches Gutachten zur Erkundung von Grundwasservorkommen im Landkreis Burgdorf. – Teil 1 Wasserwerk Rodenbostel, Hannover.

RÖHM, H. (1990): Untersuchungen zur Saale zeitlichen Tal- und Flußgeschichte in der Wedemark N Hannover. – Schwerpunktprogramm der DFG „Fluviatile Geomorphodynamik im jüngeren Quartär“, DFG Gr813/3-2; Hannover.

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich reines Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Geländehöhen (Digitales Geländemodell; horizontale Zellauflösung: 25 m)

in m NN

- +9,3 - +20
- +20,1 - +25
- +25,1 - +30
- +30,1 - +35
- +35,1 - +40
- +40,1 - +45
- +45,1 - +50
- +50,1 - +55
- +55,1 - +60
- +60,1 - +65
- +65,1 - +70
- +70,1 - +75
- +75,1 - +80
- +80,1 - +85
- +85,1 - +100

LBEG-Bohrungen aus dem NIBIS (Lieferung: 01.06.2016)

Bohrdaten der enercity

Konstruierte Profilschnitte für die Modellrechnung

Karte 01:
Lage des Modellgebietes, der Bohrdaten und des konstruierten Profilschnittnetzes

Maßstab:	**1:115.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_01_DGM_Bohrungen_Profile_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

- Modellgebietsgrenze
- Wasserschutzgebiet Fuhrberger Feld
- Wasserschutzgebiet Ramlingen

Oberfläche der Salzstöcke Hope und Witze

in m NN

- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 02:
Lage der Wasserschutzgebiete Fuhrberger Feld und Ramlingen sowie Tiefenlage der Oberflächen der Salzstöcke Hope und Wietze

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Tiefenlage der Modellbasis (Quartärbasis)

in m NN

- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 03:
Tiefenlage der Modellbasis (Quartärbasis)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_03_Quartaerbasiskarte_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Gesamtmächtigkeit der quartären Lockersedimente

in Meter

- 0,3 - 1
- 1,1 - 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 25
- 25,1 - 50
- 50,1 - 75
- 75,1 - 100
- 100,1 - 130

Karte 04:
Gesamtmächtigkeit der quartären Lockersedimente

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_04_Quartaermaechtigkeit_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Tiefenlage der Basis der altpleistozänen bis elsterzeitlichen Sande (qp-qe)

in m NN

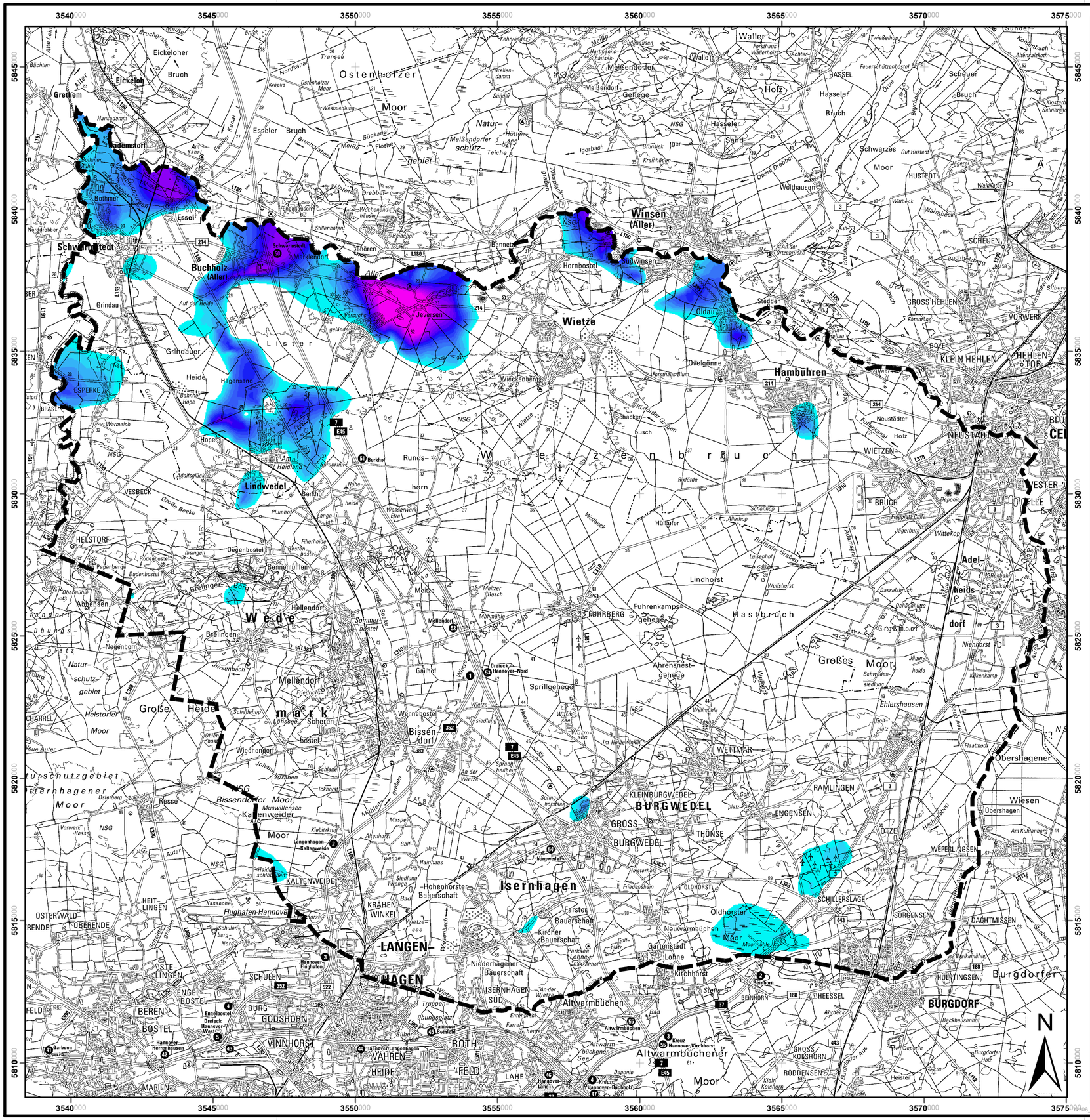
- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 05:
Basis der Modelleinheit *qp-qe*
(Altpleistozäne bis elsterzeitliche Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN



Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der altpleistozänen bis elsterzeitlichen Sande (qp-qe)

in Meter

- bis 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 15
- 15,1 - 20
- 20,1 - 25
- 25,1 - 30
- 30,1 - 35
- 35,1 - 40
- 40,1 - 45
- 45,1 - 50
- 50,1 - 55
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75
- 75,1 - 80

Karte 06:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qp-qe*
(Altpleistozäne bis elsterzeitliche Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018 NIEDERSACHSEN WASSER Georgstr. 4 26919 Brake Telefon: 04401 / 916 - 4900 E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

W:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_06_Maechtigkeit_Einheit_qpqe_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Tiefenlage der Basis des Elster-Geschiebelehms (qelg)

in m NN

- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 07:
Basis der Modelleinheit *qelg*
(elsterzeitlicher Geschiebelehm)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_07_Basiskarte_Einheit_qelg_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit des Elster-Geschiebelehms (qelg)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2,5
- 2,6 - 5
- 5,1 - 7,5
- 7,6 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30
- 30,1 - 40
- 40,1 - 44,5

Karte 08:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qelg*
(elsterzeitlicher Geschiebelehm)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Tiefenlage der Basis der drenthezeitlichen Schmelzwassersande (qdgf)

in m NN

- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

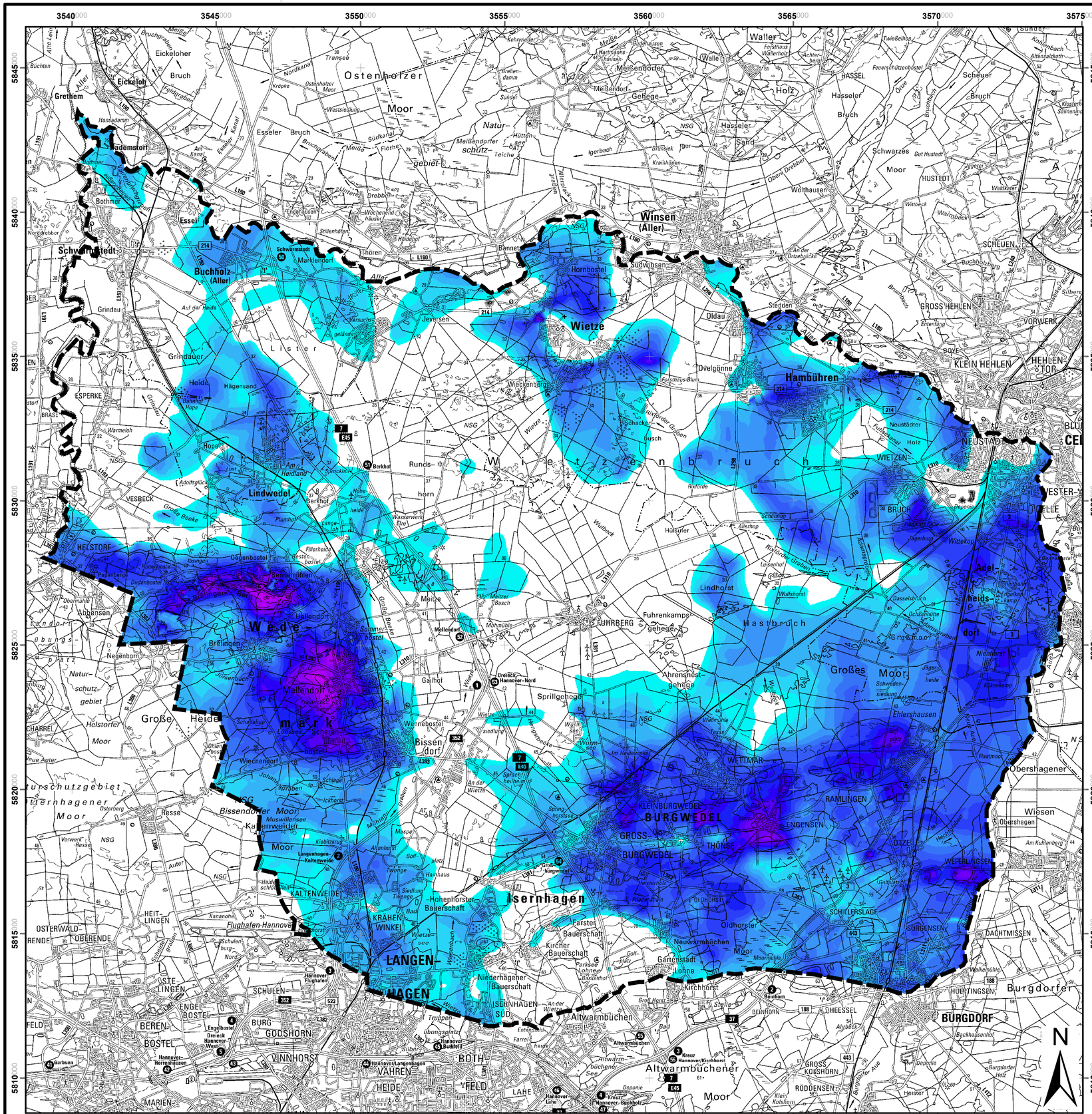
Karte 09:
Basis der Modelleinheit *qdgf*
(Drenthe-Schmelzwassersande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_09_Basiskarte_Einheit_qdgf_HannoverNord_A2_200708.mxd



Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der Drenthe-Schmelzwassersande (qdgf)

in Meter

- bis 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 15
- 15,1 - 20
- 20,1 - 25
- 25,1 - 30
- 30,1 - 35
- 35,1 - 40
- 40,1 - 45
- 45,1 - 50
- 50,1 - 55
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75
- 75,1 - 80

Karte 10:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qdgf*
(Drenthe-Schmelzwassersande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der Drenthe-Beckensedimente (qD_b_1)

in m NN

- +80,1 - +90
- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 11:
Basis der Modelleinheit *qD_b_1*
(Drenthe-Beckensedimente)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der Drenthe-Beckensedimente (qD_b_1)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2,5
- 2,6 - 5
- 5,1 - 7,5
- 7,6 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30
- 30,1 - 40
- 40,1 - 50

Karte 12:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qD_b_1*
(Drenthe-Beckensedimente)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis des Drenthe-Geschiebelehms (qdlg)

in m NN

- +80,1 - +90
- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 13:
Basis der Modelleinheit *qdlg*
(Drenthe-Geschiebelehm)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_13_Basiskarte_Einheit_qdlg_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit des Drenthe-Geschiebelehms (qdlg)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2,5
- 2,6 - 5
- 5,1 - 7,5
- 7,6 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30
- 30,1 - 40
- 40,1 - 50

Karte 14:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qdlg*
(Drenthe-Geschiebelehm)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der Drenthe-Beckensedimente (qD_b)

in m NN

- +80,1 - +90
- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 15:
Basis der Modelleinheit *qD_b*
(Drenthe-Beckensedimente)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_15_Basiskarte_Einheit_qDb_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der Drenthe-Beckensedimente (qD_b)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2,5
- 2,6 - 5
- 5,1 - 7,5
- 7,6 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30
- 30,1 - 40
- 40,1 - 50

Karte 16:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qD_b*
(Drenthe-Beckensedimente)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der glazifluviatilen bis fluviatilen Sande (qD-qWA)

in m NN

- +80,1 - +90
- +70,1 - +80
- +60,1 - +70
- +50,1 - +60
- +40,1 - +50
- +30,1 - +40
- +20,1 - +30
- +10,1 - +20
- +0,1 - +10
- -9,9 - 0
- -19,9 - -10
- -29,9 - -20
- -39,9 - -30
- -49,9 - -40
- -59,9 - -50
- -69,9 - -60
- -79,9 - -70
- -89,9 - -80
- -99,9 - -90
- tiefer als -100

Karte 17:
Basis der Modelleinheit *qD-qWa*
(glazifluviatile bis fluviatile Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_17_Basis_Einheit_qDqWa_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der glazifluviatilen bis fluviatilen Sande (qD-qWA)

in Meter

- bis 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 15
- 15,1 - 20
- 20,1 - 25
- 25,1 - 30
- 30,1 - 35
- 35,1 - 40
- 40,1 - 45
- 45,1 - 50
- 50,1 - 55
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75
- 75,1 - 80

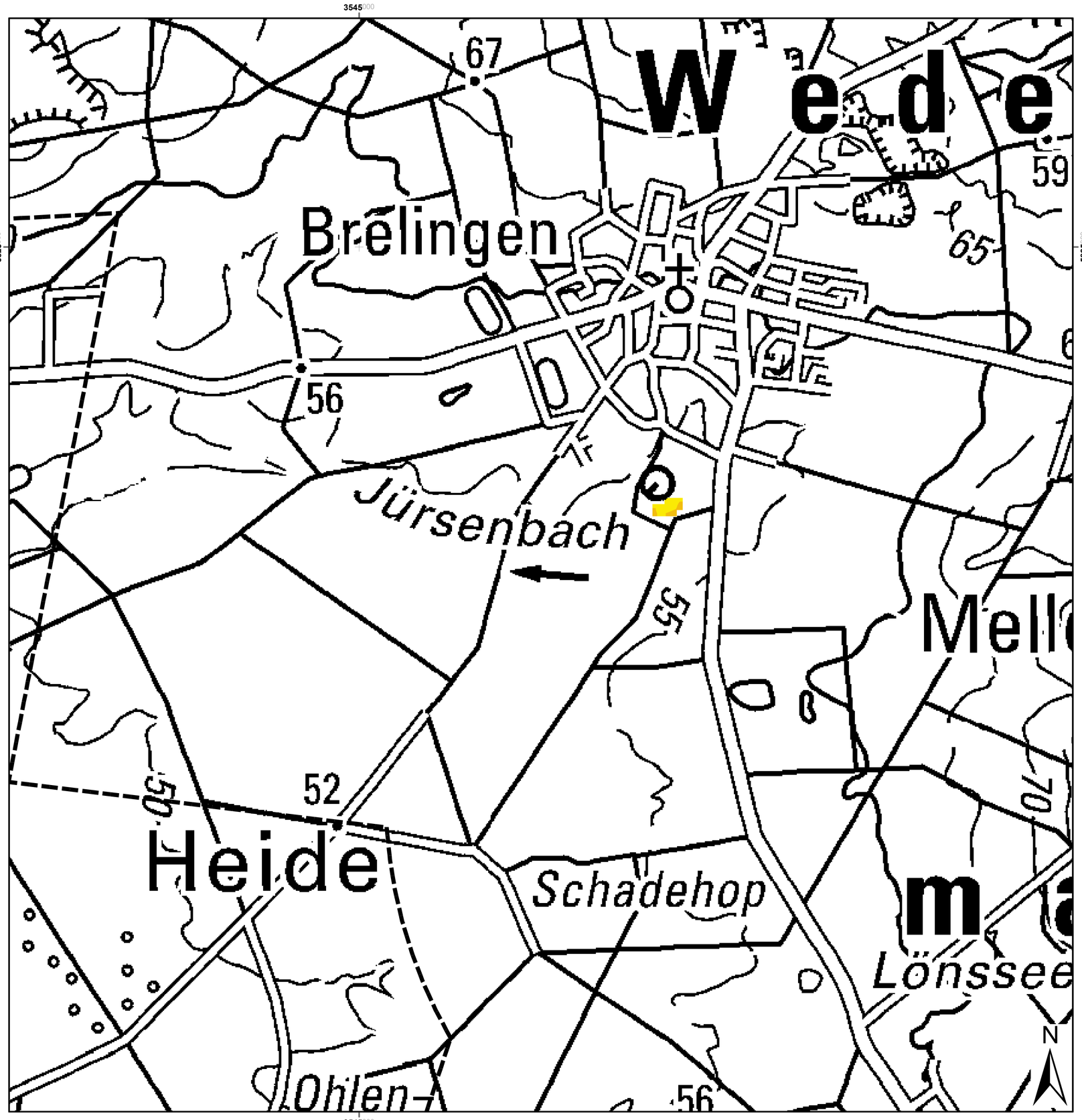
Karte 18:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qD-qWa*
(glazifluviatile bis fluviatile Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN



Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der Ablagerungen des Eem-Interglazials (qee)

in m NN

- +65,1 - +70
- +60,1 - +65
- +55,1 - +60
- +50,1 - +55
- +45,1 - +50
- +40,1 - +45
- +35,1 - +40
- +30,1 - +35
- +25,1 - +30
- +20,1 - +25
- +15,1 - +20
- +13 - +15

Karte 19:
Basis der Modelleinheit *qee*
(Ablagerungen des Eem-Interglazials)

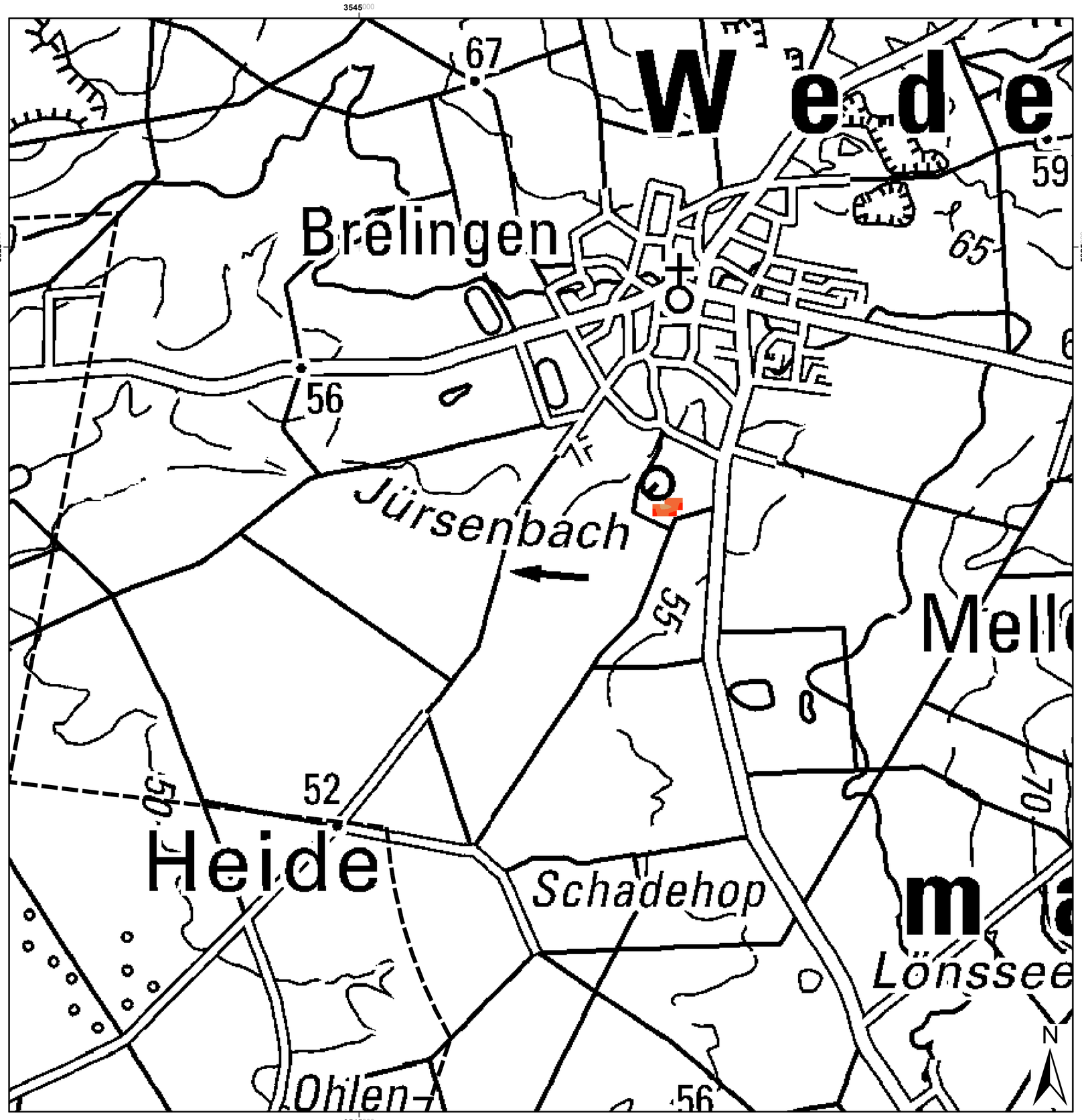
Maßstab:	**1:12.000** (auf DIN A2) — 0 200 400 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_19_Basis_Einheit_qee_HannoverNord_A2_200708.mxd



Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich reines Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der Ablagerungen des Eem-Interglazials (qee)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2,5
- 2,6 - 5
- 5,1 - 7,5
- 7,6 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30
- 30,1 - 40
- 40,1 - 50

Karte 20:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qee*
(Ablagerungen des Eem-Interglazials)

Maßstab:	**1:12.000** (auf DIN A2) — 0 200 400 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_20_Maechtigkeit_Einheit_qee_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der weichselzeitlichen Hangsande (qwhg)

in m NN

- +65,1 - +70
- +60,1 - +65
- +55,1 - +60
- +50,1 - +55
- +45,1 - +50
- +40,1 - +45
- +35,1 - +40
- +30,1 - +35
- +25,1 - +30
- +20,1 - +25
- +15,1 - +20
- +13 - +15

Karte 21:
Basis der Modelleinheit *qwhg*
(weichselzeitliche Hangsande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018 NIEDERSACHSEN WASSER Georgstr. 4 26919 Brake Telefon: 04401 / 916 - 4900 E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de
Quelle:	Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_21_Basis_Einheit_qwhg_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der weichselzeitlichen Hangsande (qwhg)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4
- 4,1 - 5
- 5,1 - 6
- 6,1 - 7
- 7,1 - 8
- 8,1 - 9
- 9,1 - 10

Karte 22:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qwhg*
(weichselzeitliche Hangsande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der weichselzeitlichen Beckensedimente (qwb)

in m NN

- +65,1 - +70
- +60,1 - +65
- +55,1 - +60
- +50,1 - +55
- +45,1 - +50
- +40,1 - +45
- +35,1 - +40
- +30,1 - +35
- +25,1 - +30
- +20,1 - +25
- +15,1 - +20
- +13 - +15

Karte 23:
Basis der Modelleinheit *qwb*
(weichselzeitliche Beckensedimente)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_23_Basis_Einheit_qwb_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der weichselzeitlichen Beckensedimente (qwb)

in Meter

- bis 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4
- 4,1 - 5
- 5,1 - 6
- 6,1 - 7
- 7,1 - 8
- 8,1 - 9
- 9,1 - 14

Karte 24:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qwb*
(weichselzeitlichen Beckensedimente)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der weichselzeitlichen fluviatilen Sande (qwf)

in m NN

- +65,1 - +70
- +60,1 - +65
- +55,1 - +60
- +50,1 - +55
- +45,1 - +50
- +40,1 - +45
- +35,1 - +40
- +30,1 - +35
- +25,1 - +30
- +20,1 - +25
- +15,1 - +20
- +13,1 - +15

Karte 25:
Basis der Modelleinheit *qwf*
(weichselzeitliche fluviatile Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_25_Basis_Einheit_qwf_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der weichselzeitlichen fluviatilen Sande (qwf)

in Meter

- bis 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 15
- 15,1 - 20
- 20,1 - 25
- 25,1 - 30
- 30,1 - 35
- 35,1 - 40
- 40,1 - 45
- 45,1 - 50
- 50,1 - 55
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75
- 75,1 - 80

Karte 26:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qwf*
(weichselzeitliche fluviatile Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Basis der weichselzeitlichen Geschiebedecksande (qwGds)

in m NN

- +65,1 - +70
- +60,1 - +65
- +55,1 - +60
- +50,1 - +55
- +45,1 - +50
- +40,1 - +45
- +35,1 - +40
- +30,1 - +35
- +25,1 - +30
- +20,1 - +25
- +15,1 - +20
- +13 - +15

Karte 27:
Basis der Modelleinheit *qwGds*
(weichselzeitliche Geschiebedecksande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_27_Basis_Einheit_qwGds_HannoverNord_A2_200708.mxd

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der weichselzeitlichen Geschiebedecksande (qwGds)

in Meter

- bis 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 15
- 15,1 - 20
- 20,1 - 25
- 25,1 - 30
- 30,1 - 35
- 35,1 - 40
- 40,1 - 45
- 45,1 - 50
- 50,1 - 55
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75
- 75,1 - 80

Karte 28:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qwGds*
(weichselzeitliche Geschiebedecksande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der Flugsande (qwfls und qhfls)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4
- 4,1 - 5
- 5,1 - 6
- 6,1 - 7
- 7,1 - 8
- 8,1 - 9
- 9,1 - 10
- 10,1 - 11

Karte 29:
Mächtigkeit der Modelleinheiten *qwfls und qhfls*
(weichselzeitliche bis holozäne Flugsande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 — 2.500 — 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018 NIEDERSACHSEN WASSER Georgstr. 4 26919 Brake Telefon: 04401 / 916 - 4900 E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de
Quelle:	Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Mächtigkeit der holozänen fluviatilen Sande (qh2)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4
- 4,1 - 5
- 5,1 - 6
- 6,1 - 7
- 7,1 - 8

Karte 30:
Mächtigkeit der Modelleinheit *qh2*
(holozäne fluviatile Sande)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Machtigkeit der Hochmoortorfe (qhhh)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4
- 4,1 - 5
- 5,1 - 6

Machtigkeit der Niedermoortorfe (qhhn)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4

Mächtigkeit des Auelehms (qhLhf)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30,9

Karte 31:
Mächtigkeiten der Modelleinheiten *qhhh, qhhn und qhLhf* (Torfe und Auelehm)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

Modellgebietsgrenze

Machtigkeit der holozänen Bodenbildung (qhbo)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 2
- 2,1 - 3
- 3,1 - 4

Mächtigkeit der anthropogenen Ablagerungen (qhy)

in Meter

- 0 - 1
- 1,1 - 5
- 5,1 - 10
- 10,1 - 20
- 20,1 - 30,9

Karte 32:
Mächtigkeiten der Modelleinheiten *qhbo und qhy*
(holozäne Bodenbildung und anthropogene Ablagerungen)

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011
LGLN

Hannover-Nord

Geologische 3D-Untergrundmodellierung

enercity positive energie

Harzwasserwerke herrlich weiches Wasser

Legende

3D-Modell Fuhrberger Feld mit 2 km Puffer

Modellflächen

Erweiterungsfläche "Fuhrberger Feld" der Stadtwerke Hannover AG

Modellfläche "Ramlingen" der Harzwasserwerke GmbH

Wasserschutzgebiet Fuhrberger Feld

WSG Zone II

WSG Zone III A

WSG Zone III B

Wasserschutzgebiet Ramlingen

WSG Zone I

WSG Zone II

WSG Zone III A

WSG Zone III B

Karte 33:
Lage der Modellflächen und Wasserschutzgebiete

Maßstab:	**1:100.000** (auf DIN A2) — 0 2.500 5.000 Meter
Kartengrundlage:	**DTK100**
Datengrundlage:	**Geofachdaten: enercity, NIEDERSACHSEN WASSER (3D-Modell-Version: 180212)**
Bearbeitung:	**Bearbeiter:** J. Beienz **Stand:** 12. Februar 2018

NIEDERSACHSEN WASSER
Georgstr. 4
26919 Brake
Telefon: 04401 / 916 - 4900
E-Mail: info@niedersachsen-wasser.de

Quelle:
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011

LGLN

N:\06_Projekte\018_enercity\Fuhrberger_Feld_Erweiterung\03_GIS_Daten\Gesamtbericht_Hannover_Nord\Anlagen\Karte_33_Modellflaechen_HannoverNord_A2_200708.mxd