

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

## **Teil B 1 – Anhang 2** **Geohydrologisches Gutachten** **(Grundwasserströmungsmodell - Dokumentation)**

September 2020

**Trinkwasser-  
gewinnung  
Hannover-Nord**







## **enercity AG**

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

Teil B

1. Geohydrologisches Gutachten

# ANHANG 2

Dokumentation Grundwasserströmungsmodell

im Auftrag der enercity AG, Hannover

Bad Nenndorf, August 2020



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



**enercity AG**  
Trinkwassergewinnung  
Fuhrberger Feld



Harzwasserwerke  
*herrlich weiches Wasser*

**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

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>1 Allgemeines.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Modellgeometrie und Randbedingungen.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Grundwasserneubildung.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Durchlässigkeit des Grundwasserleiters .....</b>	<b>8</b>
<b>5 Oberirdische Fließgewässer .....</b>	<b>10</b>
<b>6 Grundwasserentnahmen .....</b>	<b>11</b>
<b>7 Stationäre Modellkalibrierung.....</b>	<b>13</b>
<b>8 Modelltests .....</b>	<b>18</b>
<b>9 Erweiterung für instationäre Simulationen .....</b>	<b>23</b>
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
<b>10 Datenquellen, Berichte / Gutachten und Literatur .....</b>	<b>30</b>

## 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 Rechen-  
ebenen 1 und 3 mit Darstellung der Verbreitung des drenthezeitlichen Geschie-  
belehms (Rechenebene 2)
- Anlage 8.1** Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel MGW2004 an aus-  
gewählten Kontrollmessstellen im Modellgebiet (Tabelle)
- Anlage 8.2-4** Vergleich gemessener und berechneter Standrohrspiegel MGW2004 an aus-  
gewählten Kontrollmessstellen im Streudiagramm für die verschiedenen Neu-  
bildungsansätze
- 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 Neubildungs-  
ansätze
- Anlage 10.1** Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Grundwasserabsenkung gegen-  
über einer Veränderung der Grundwasserneubildung
- Anlage 10.2** Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Grundwasserabsenkung gegen-  
über einer Veränderung des horizontalen Durchlässigkeitsbeiwertes
- Anlage 10.3** Sensitivität der prognostizierten zusätzlichen Grundwasserabsenkung gegen-  
über 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 Rechen-  
ebenen 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 Grundwasserspiegelhöhe (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. m<sup>3</sup>/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 middle-

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 km<sup>2</sup>.

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	qhhd	Hochmoortorf	1
H1	qhhd	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
<b>L1.3</b>	<b>qwf</b>	<b>Fluviatile Sande, z.T. kiesig der Wietze Niederung</b>	<b>1</b>
H2	qwb	Tonig-schluffige Beckenablagerungen	1
L1.3-H2	qwhg	Hangedimente (Breleinger Berge)	1
H2	qee	Torf, humoser Sand	1
<b>L2</b>	<b>qD-qWa</b>	<b>Fluviatile bis glaziafluviatile Sande / Kiese</b>	<b>1</b>
H2.2	qD_b	Tonig-schluffige Beckenablagerungen	2
<b>H3</b>	<b>qdlg</b>	<b>Geschiebelehm des Drenthe Eisvorstoßes</b>	<b>2</b>
H3.3	qD_b_1	Tonig-schluffige Beckenablagerungen	2
<b>L3</b>	<b>qdgf</b>	<b>Schmelzwassersande / -kiese</b>	<b>3</b>
<b>H4.2</b>	<b>qelg</b>	<b>Geschiebelehm der Elster-Eiszeit</b>	<b>4</b>
<b>L4.1/L4.2</b>	<b>qp-qe</b>	<b>Altquartäre bis elsterzeitliche Sande und Kiese</b>	<b>5</b>

\* 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 Wasserspiegellhöhen 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 km<sup>2</sup> 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. m<sup>3</sup> Grundwasser durch versickernden Niederschlag neu gebildet. Bei Ansatz der Originalwerte (Klassenmitten, Startdatensatz) kommt man auf einen Wert von rd. 109,2 Mio. m<sup>3</sup>/a. Die Bandbreite unter Ausnutzung der Klassenbreiten beträgt 92,0 bis 126,4 Mio. m<sup>3</sup>/a.

Südlich des Modellgebietes befindet sich gemäß Untergrundmodell ein teilweise bis zur Geländeoberfläche anstehender Festgesteinsbereich. Im Vorfeld streicht der modellierete 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 Einzugsgebietes)

tes) wurde ein Zustrom von rd. 0,5 Mio. m<sup>3</sup>/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 RENGGER, 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 hydrostratigraphischen 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)

Hydrostratigraphische 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

$$\text{Mächtigkeit Rechenebene}^1 / \text{Gesamtmächtigkeit [-]}$$

auf die einzelnen Rechenebenen des Mehrschichtmodells verteilt. Zur näherungsweise 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  $3 \cdot 10^{-4}$  und  $3 \cdot 10^{-3}$  m/s mit einem Maximalwert von  $5,1 \cdot 10^{-3}$  m/s. In Modellebene 3 befinden sich 89 % der Werte in dem in Tab. 2 angegebenen Wertebereich  $1 \cdot 10^{-4}$  bis  $1 \cdot 10^{-3}$  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.  $81 \text{ m}^2/\text{h}$ , wobei sich ca. 94 % der Werte in einer Spannweite von 1 bis  $200 \text{ m}^2/\text{h}$  befinden (ca. 61 % zwischen 10 und  $100 \text{ m}^2/\text{h}$ ). Die örtliche Verteilung ist in Anlage 4.4 dargestellt. Werte von deutlich mehr als  $100 \text{ m}^2/\text{h}$  sind für dieses Untersuchungsgebiet offenbar nicht ungewöhnlich. Gemäß

---

<sup>1</sup> 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 m<sup>2</sup>/h. Dieser Wert konnte im Modell nicht erreicht werden, ist aber mit ca. 130 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/h. Im Modell finden sich für diesen Bereich meist Werte von 50 bis 60 m<sup>2</sup>/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<sup>3</sup>/T]

C<sub>R</sub>: Leitwert [L<sup>2</sup>/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  $6,5 \times 10^{-5}$  bis  $3,15 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/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. m <sup>3</sup> /a)	Tatsächliches Volumen im Kalen- derjahr 2004 ** (insgesamt: 12,12 Mio. m <sup>3</sup> /a)
2. Modelltest 1 Kalenderjahr 1999	Tatsächliches Volumen im Kalenderjahr 1999 (rd. 33,47 Mio. m <sup>3</sup> /a)	Tatsächliches Volumen im Kalen- derjahr 1999 *** (insgesamt: 16,11 Mio. m <sup>3</sup> /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. m <sup>3</sup> /a)	Tatsächliches Volumen in den Ka- lenderjahren 1993 *** und 2008 ** (rd. 12,81 und 13,51 Mio. m <sup>3</sup> /a)
5. NULL-Ausgangszustand Ermittlung Flurabstand (über Differenz Simulationen 5-1)	Keine	Tatsächliches Volumen im Kalen- derjahr 2004 ** (insgesamt: 12,12 Mio. m <sup>3</sup> /a)
6. IST-Ausgangszustand Ermittlung Flurabstand (FA), Basisab- fluss (FA über Differenz Simulationen 6-1)	Tatsächliches Volumen im Zeitraum 2008 bis 2017 (rd. 39,39 Mio. m <sup>3</sup> /a)	Tatsächliches Volumen im Zeitraum 2004 bis 2013 **** (rd. 12,63 Mio. m <sup>3</sup> /a)
7. Null-Zustand Ermittlung Absenkungen	Keine	Gemäß Wasserrecht (insgesamt: 22,84 Mio. m <sup>3</sup> /a)
8. Ist-Zustand Ermittlung Absenkungen (Differenz Simulationen 8-7)	Tatsächliches Volumen im Zeitraum 2008 bis 2017 (rd. 39,39 Mio. m <sup>3</sup> /a)	Gemäß Wasserrecht (insgesamt: 22,84 Mio. m <sup>3</sup> /a)
9. Prognose-Zustand (V1 bis V5) Ermittlung Absenkungen (Differenz Simulationen 9-7 und 9-8)	Beantragtes Volumen (46,36 Mio. m <sup>3</sup> /a)	Gemäß Wasserrecht (insgesamt: 22,84 Mio. m <sup>3</sup> /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 stationären Kalibrierung bereits vor und wurden hier der Einfachheit halber ange-  
setzt. Es ist davon auszugehen, dass sich das 10-jährige Mittel für 2008-2017 nicht maßgeblich von dem für den Zeit-  
raum 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. Wasserwerk	Kalenderjahr 2004	Kalenderjahr 1999	Kalenderjahr 1993	Kalenderjahr 2008	Null-Zustand	Ist-Zustand 2008-2017	Prognose-Zustand (V5)
	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /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
<b>Summen</b>	<b>40,17</b>	<b>33,47</b>	<b>38,61</b>	<b>39,00</b>	<b>0</b>	<b>39,39</b>	<b>46,36</b>

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

Fassung	V1	V2	V3	V4	V5
	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /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
<b>Summen</b>	<b>41,00</b>	<b>41,00</b>	<b>41,00</b>	<b>41,00</b>	<b>41,00</b>

## 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 GRO-WA06 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.

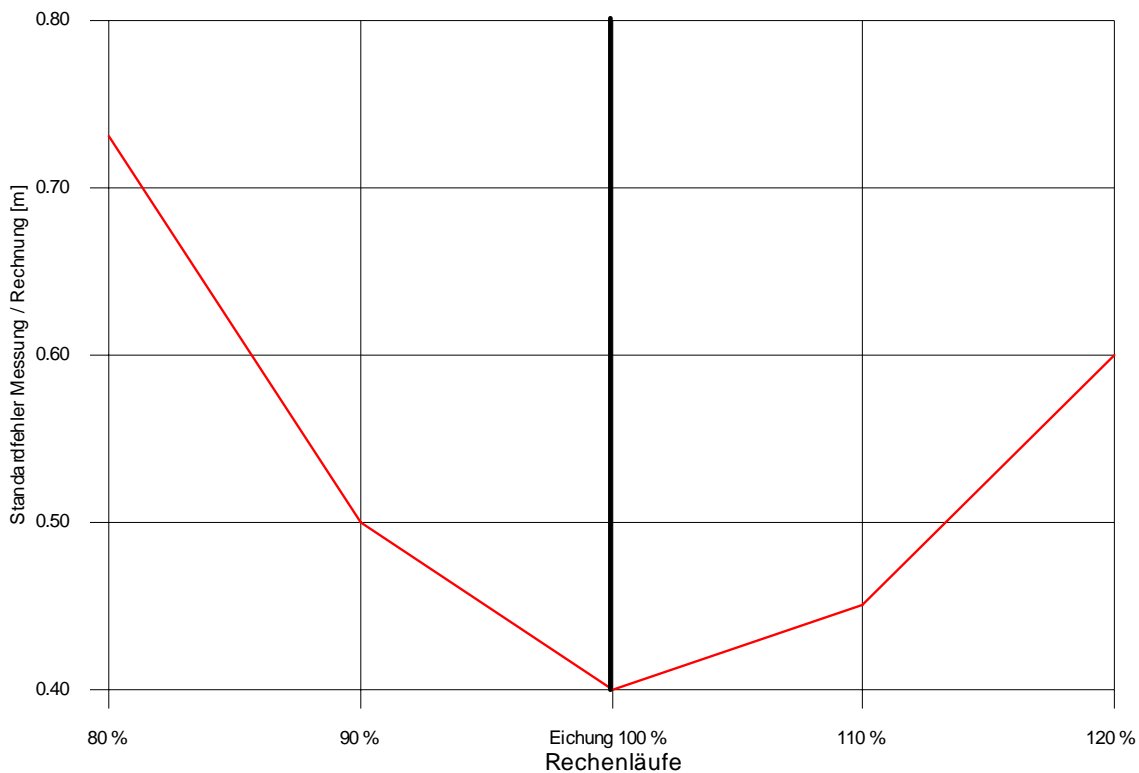
Die mit dem Modell berechneten grundwasserbürtigen Abflüsse in der *Wietze*, der *Wulbeck* und der *Großen Beeke* sind in den Anlagen 9.1 bis 9.3 als Längsschnitt dargestellt. Die enercity AG und die HWW GmbH betreiben einige Abflusspegel in diesen oberirdischen Fließgewässern (Lage und Bezeichnung siehe 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 dass 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. m<sup>3</sup>/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-

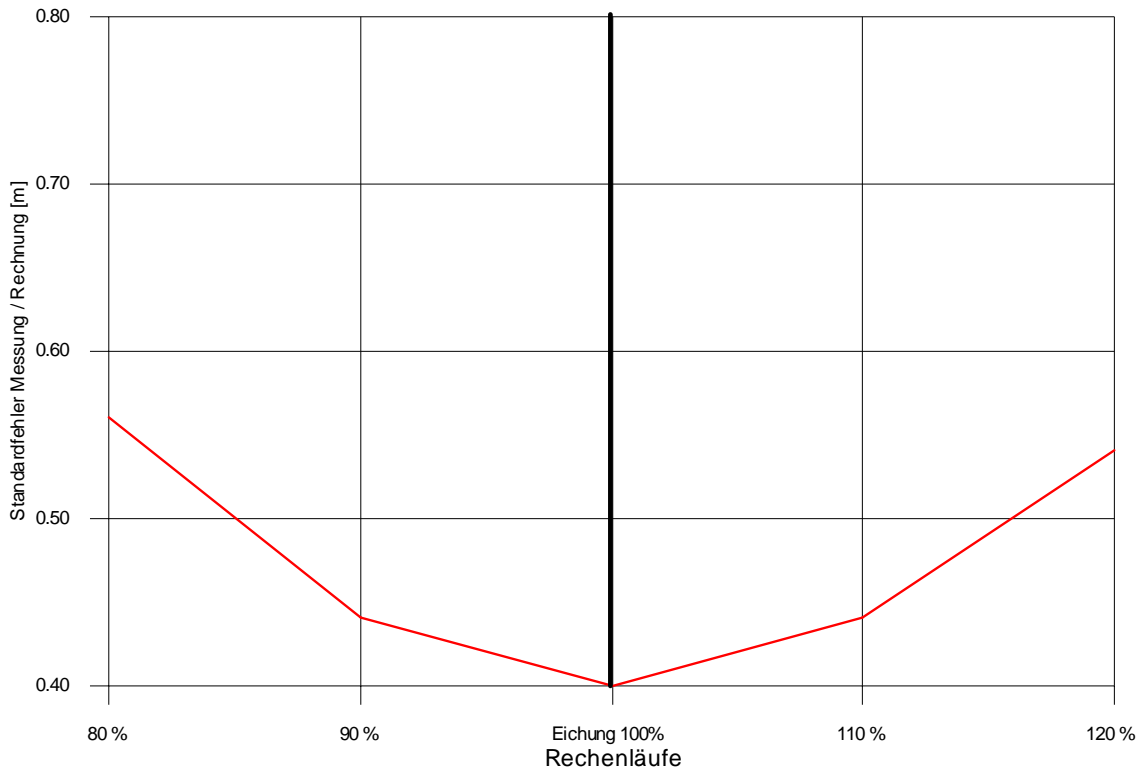
bedingung ist (s.a. Kap. 2). Es sei an dieser Stelle noch einmal betont, dass eine in der Realität vorhandene Abhängigkeit der Grundwasserneubildung vom Grundwasserflurabstand (s. Kap. 3) hier nicht angesetzt wurde. Dann würde die Grundwasserneubildung zur Kompensation beitragen, also mit zunehmender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

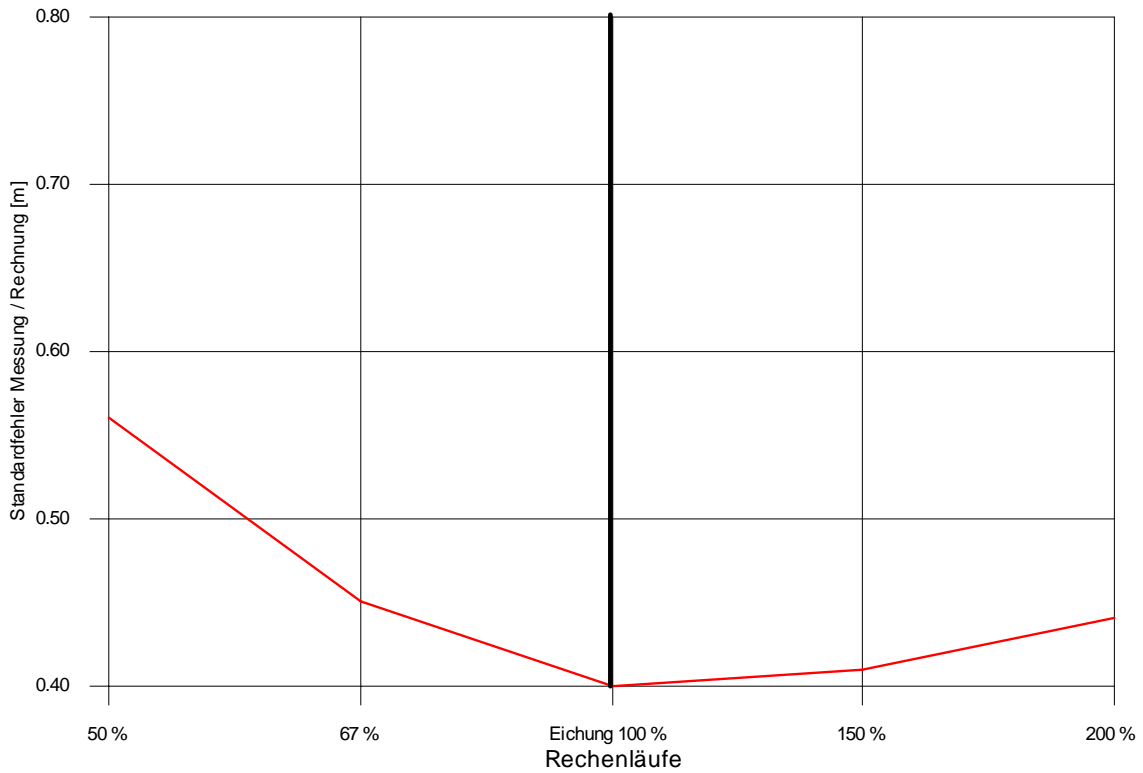


**Abb. 1:** Sensitivität des Kalibrierungsergebnisses auf Veränderungen des Parameters "Grundwasserneubildung"





**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"

Bilanzglied	Modellzustrom (positive Werte) bzw. Modellabstrom (negative Werte) [Mio. m <sup>3</sup> /a]			
	Kalibrierung	Null-Zustand	Ist-Zustand	Prognosezustand (V5)
Unterirdischer Zustrom <b>Südwestrand</b>	1,489	1,292	1,302	1,303
Unterirdischer Abstrom <b>Südwestrand</b>	-0,323	-0,403	-0,396	-0,396
Unterirdischer Zustrom <b>Südrand (Festgestein)</b>	0,505	0,505	0,505	0,505
<b>Grundwasserneubildung</b>	124,173	124,164	124,142	124,139
<b>Exfiltration</b> Aller	-26,371	-30,964	-24,606	-22,657
<b>Infiltration</b> Aller	4,192	4,418	4,898	5,139
<b>Exfiltration</b> Leine	-13,456	-13,554	-12,642	-12,169
<b>Infiltration</b> Leine	0,028	0,027	0,043	0,051
<b>Exfiltration</b> Wietze	-16,503	-22,146	-14,473	-13,953
<b>Infiltration</b> Wietze	3,146	0,355	3,554	4,285
<b>Exfiltration</b> Wulbeck	-6,495	-12,409	-5,201	-4,927
<b>Infiltration</b> Wulbeck	2,880	0,211	2,606	2,724
<b>Exfiltration</b> Große Beeke	-4,606	-5,025	-3,679	-3,339
<b>Infiltration</b> Große Beeke	1,280	1,000	1,701	2,072
<b>Exfiltration</b> in sonstige oberirdische Fließgewässer	-19,285	-25,363	-17,409	-16,208
<b>Infiltration</b> aus sonstigen oberirdischen Fließgewässern	1,633	0,729	1,883	2,623
<b>Entnahmen</b>	-52,292	-22,840	-62,231	-69,200
<b>Summe (Kontrolle)</b> 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. m<sup>3</sup>, also etwa 7,13 Mio. m<sup>3</sup> weniger als im Jahr 2004. Aus den Brunnen des *Wasserwerkes Ramlingen* wurden 1999 0,45 Mio. m<sup>3</sup> 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 Absenkungreichweiten für den Bereich der Fassungen der *energcity 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 *energcity AG* (Entnahme "Fuhrberger Feld" plus *Wasserwerk Elze*) von 34,36 Mio. m<sup>3</sup> im Jahr 1999 auf 42,34 Mio. m<sup>3</sup> im Jahr 2004. Gemäß den Simulationen ergibt sich ein gemeinsamer und weitreichender Absenkungsbereich für diese Entnahmeerhöhung um rd. 8 Mio. m<sup>3</sup>/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 *energcity 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<sup>2</sup>) 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 Entnahmeholumina von 4,49 + 0,95 Mio. m<sup>3</sup> und 3,45 + 0,86 Mio. m<sup>3</sup> betrachtet. Beide

---

<sup>2</sup> 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

Bilanzglied	Modellzustrom (positive Werte) bzw. Modellabstrom (negative Werte) [Mio. m <sup>3</sup> /a]			
	MGW2004	MGW1999	MGW1993	MGW2008
Unterirdischer Zustrom <b>Südwestrand</b>	1,489	1,486	1,500	1,516
Unterirdischer Abstrom <b>Südwestrand</b>	-0,323	-0,328	-0,322	-0,312
Unterirdischer Zustrom <b>Südrand (Festgestein)</b>	0,505	0,505	0,505	0,505
<b>Grundwasserneubildung</b>	124,173	124,149	124,170	124,169
<b>Exfiltration</b> Aller	-26,371	-27,167	-26,557	-26,642
<b>Infiltration</b> Aller	4,192	4,127	4,182	4,175
<b>Exfiltration</b> Leine	-13,456	-13,428	-13,372	-13,427
<b>Infiltration</b> Leine	0,028	0,027	0,029	0,028
<b>Exfiltration</b> Wietze	-16,503	-17,356	-17,280	-16,516
<b>Infiltration</b> Wietze	3,146	2,032	2,372	3,051
<b>Exfiltration</b> Wulbeck	-6,495	-6,544	-6,385	-6,174
<b>Infiltration</b> Wulbeck	2,880	2,355	2,667	2,954
<b>Exfiltration</b> Große Beeke	-4,606	-4,623	-4,555	-4,691
<b>Infiltration</b> Große Beeke	1,280	1,243	1,301	1,234
<b>Exfiltration</b> in sonstige oberirdische Fließgewässer	-19,285	-18,398	-18,466	-18,965
<b>Infiltration</b> aus sonstigen oberirdischen Fließgewässern	1,633	1,495	1,630	1,606
<b>Entnahmen</b>	-52,292	-49,582	-51,422	-52,512
<b>Summe (Kontrolle)</b>	0,004	-0,001	-0,004	-0,007
Bilanzfehler [%]	0,00	0,00	0,00	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 Zeitschritt-vorgabe 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  $n_{\text{eff}}$  nach MAROTZ (1968) verwendet. Sie ergeben sich in Abhängigkeit der Durchlässigkeitsbeiwerte (s. z.B. HÖLTING & COLDEWEY 2009):

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

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 Jahressgänge 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 Grundwasserspiegelhöhe (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 mGRO-WA18 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 Streudiagramm 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) ( $SB_{\text{berechnet}} - SB_{\text{Messdaten}}$ ) / $SB_{\text{Messdaten}}$ [%]	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 Grundwasserneubildung 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 Wasserrechtsverfahren 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.
- HWG 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.
- HWG 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.



- 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. Landeskd. 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  
*herrlich weiches Wasser*

**Harzwasserwerke GmbH**  
Wasserwerk  
Ramlingen



**WV Nordhannover**  
Wasserwerk  
Wettmar

# Grundwasserströmungsmodell "Hannover-Nord"

## Modelldokumentation

### - A N L A G E N -

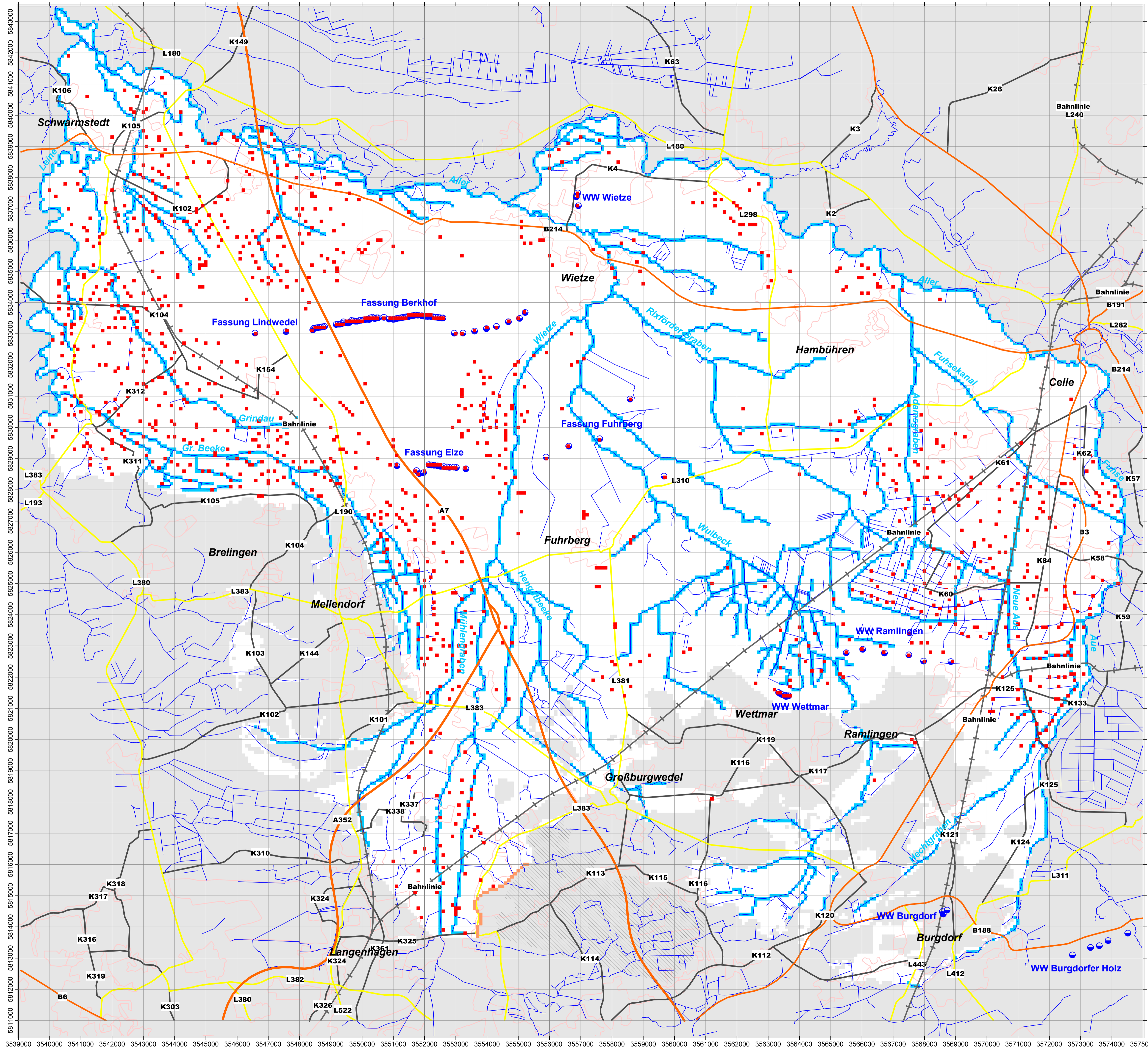
im Auftrag  
der Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim  
der enercity AG, Hannover  
des Wasserverbandes Nordhannover, Burgwedel-Wettmar

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 | Wasserband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

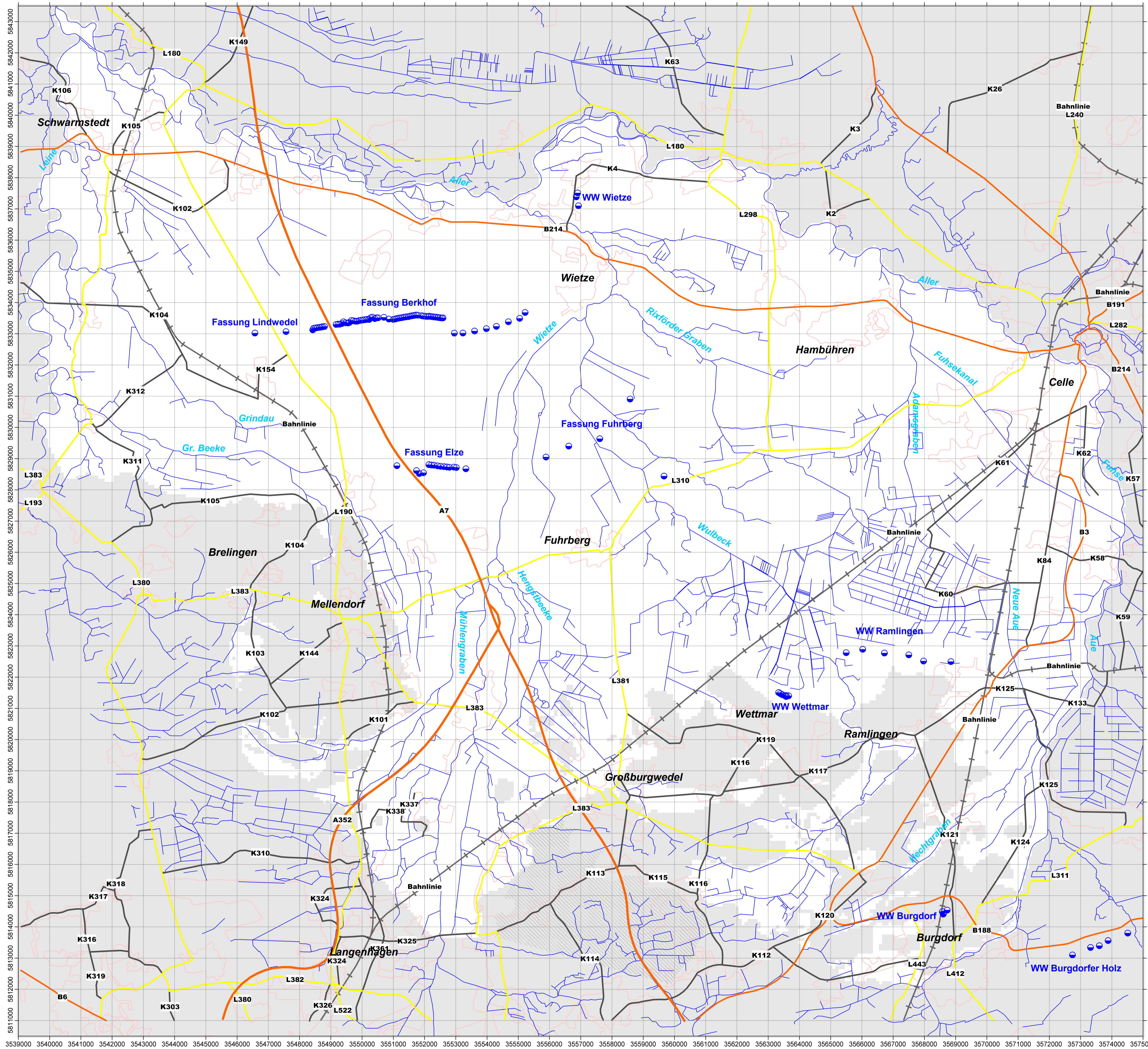
**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Modelldokumentation -**

**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

Wasserband Nordhannover  
 Wasserwerk Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord**  
- Modelldokumentation -

**Modellgebiet mit Randbedingungen**  
Rasterweite: 100 m  
**Rechenebene 2**

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

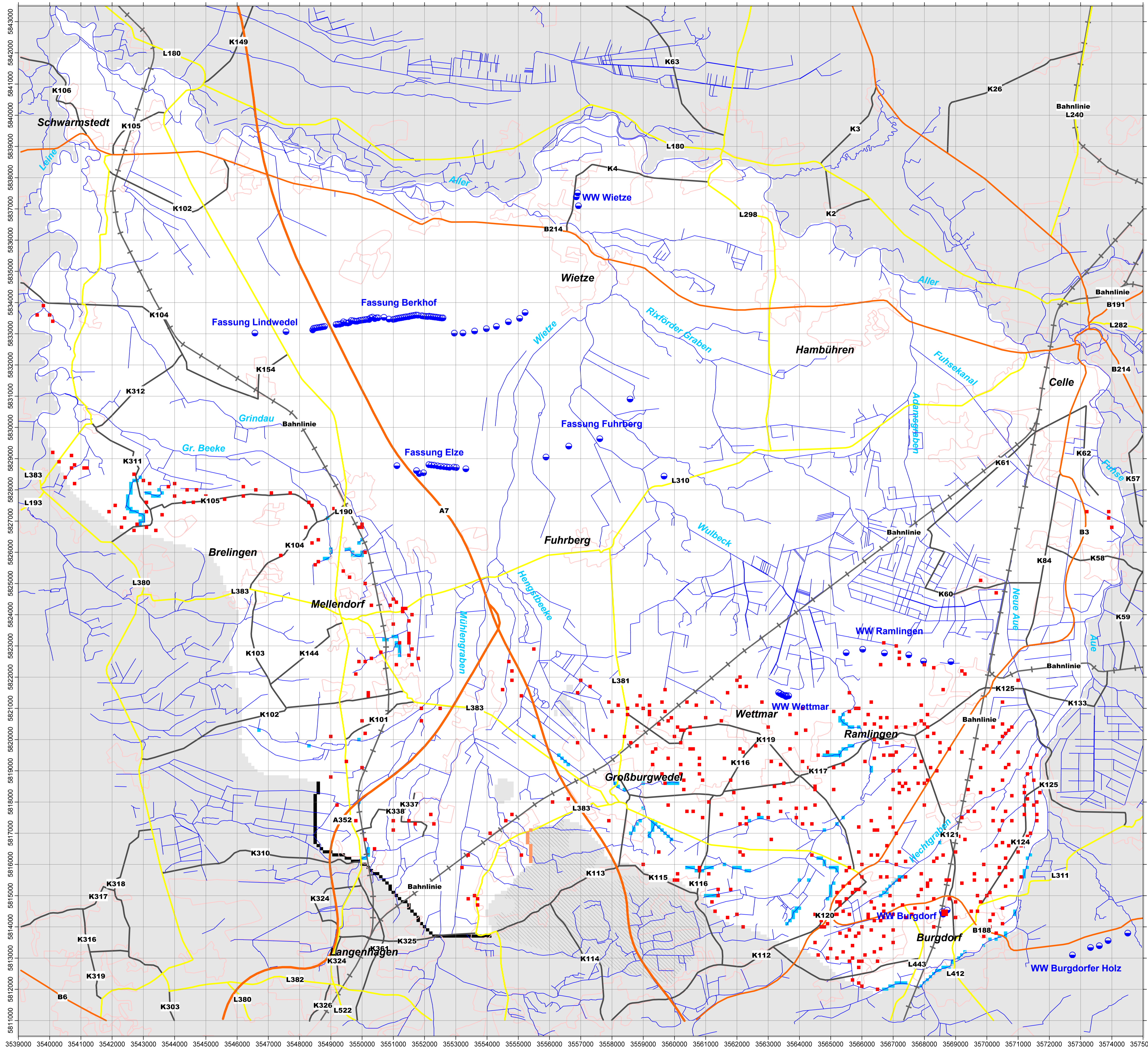
Modellstand: Juli 2020

**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 AG | Harzwasserwerke GmbH | Wasserverband Nordhannover
   
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld | Wasserwerk Ramlingen | Wasserwerk Wettmar

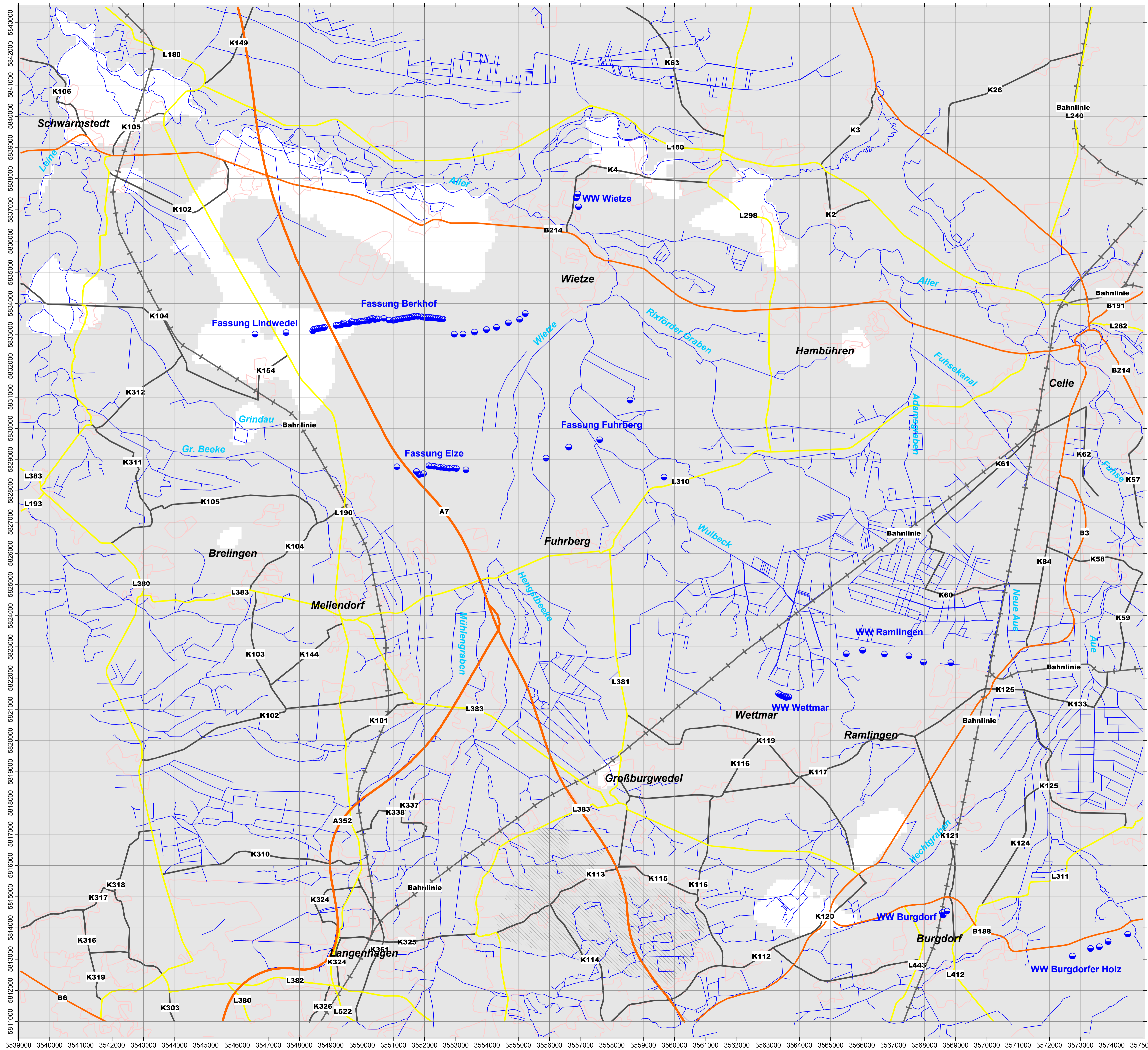
**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord**  
- Modelldokumentation -

**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 | Fon: 05723 / 749 82 40  
 31542 Bad Nenndorf | 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

Wasserband 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)

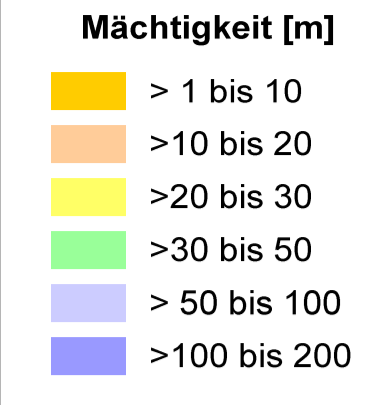
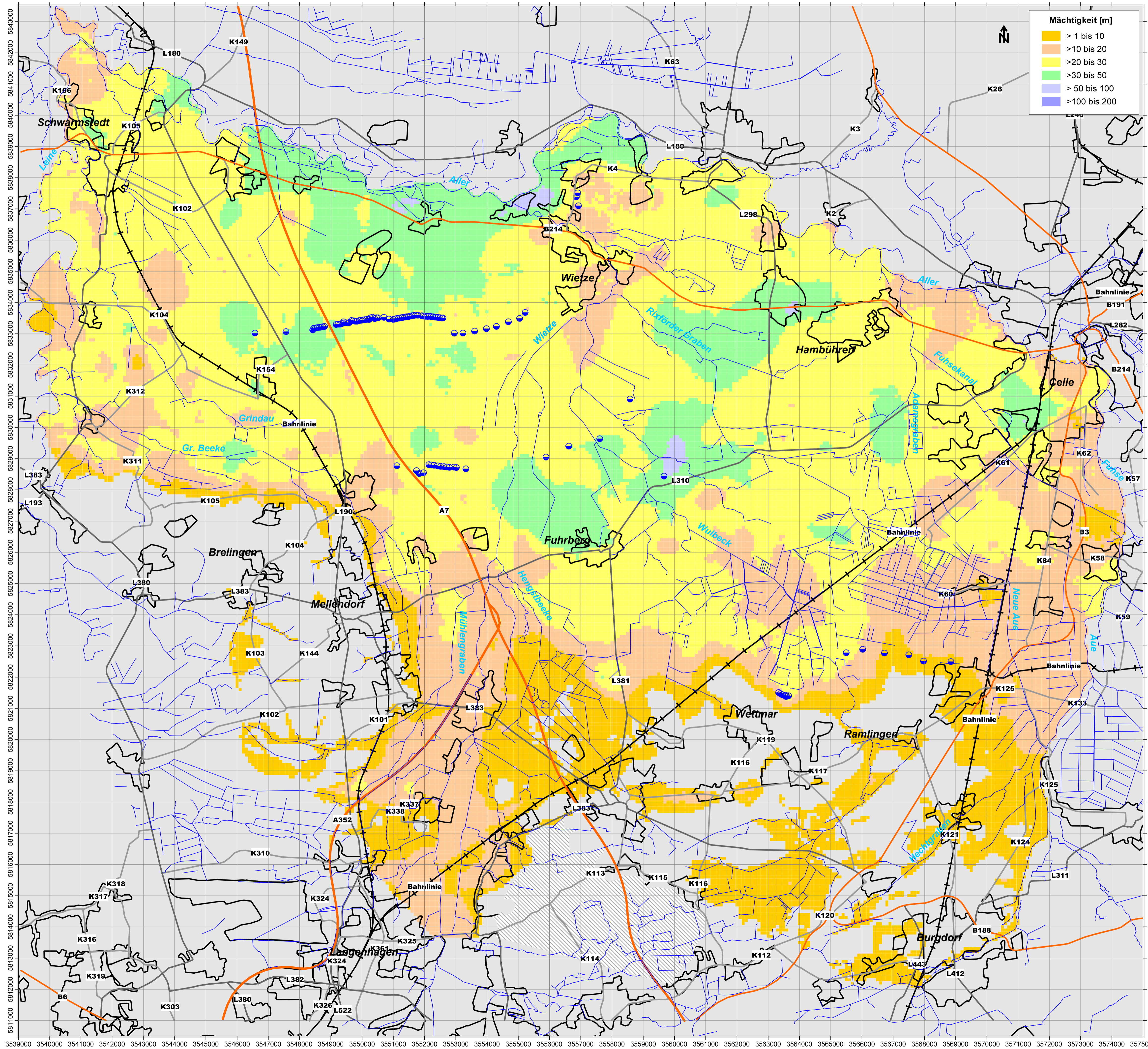
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 1.4**

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

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





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

□ deaktivierte Modellelemente in Rechenebene 3

▨ 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 -

**Mächtigkeit Modellebene 1 (Grundwasserleiter)**

Maßstab: 1 : 60 000  
(Bei Ausdruck auf DIN A1)

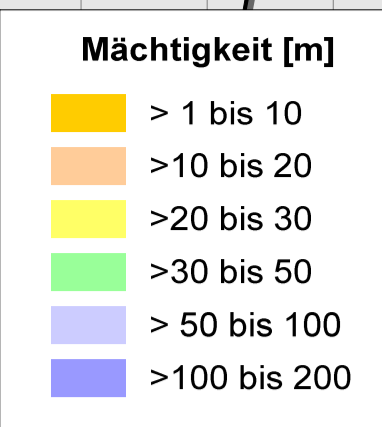
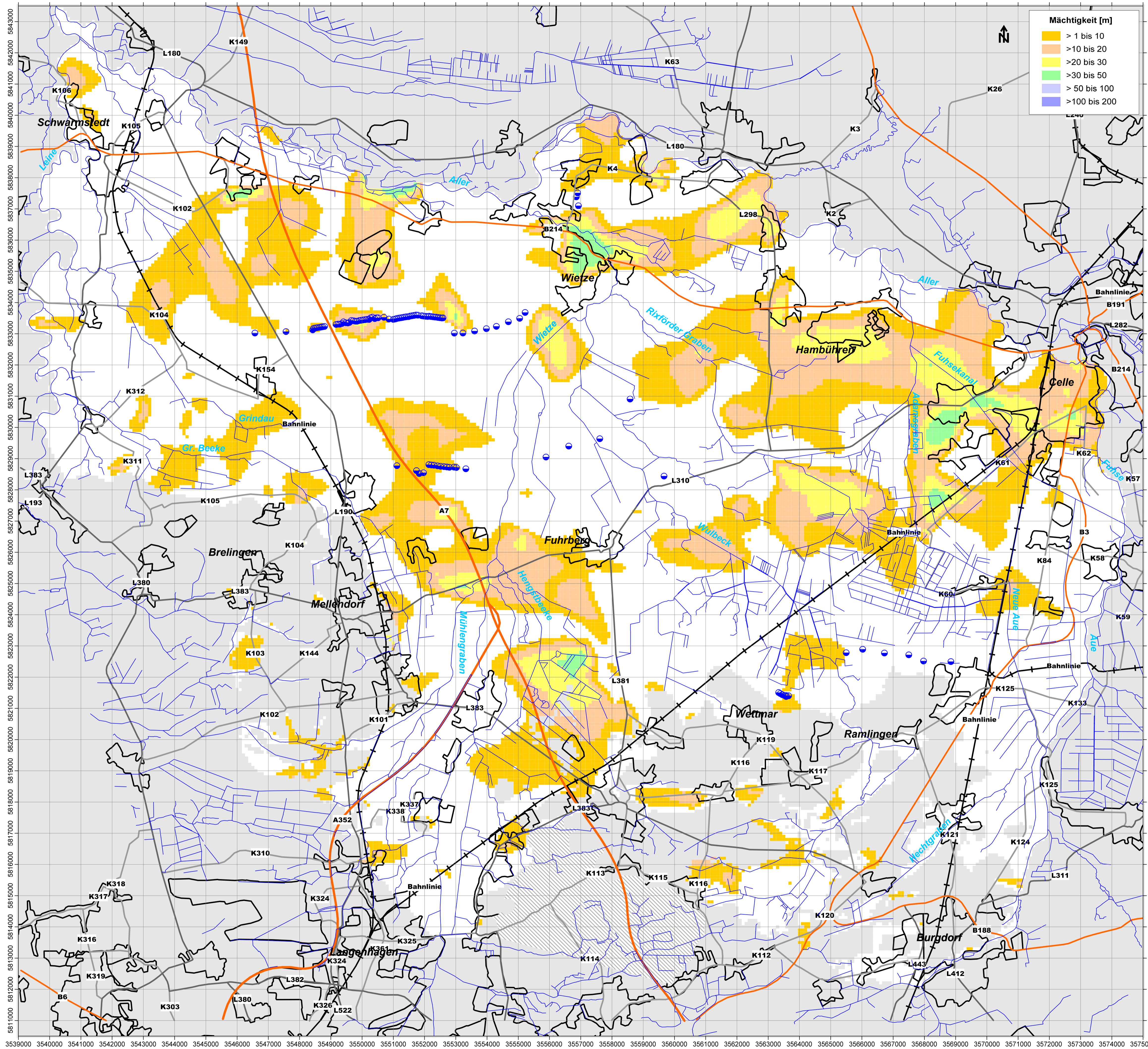
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 2.1**


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

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





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente in Rechenebene 3

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

enercity AG  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH  
 Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover  
 Wasserwerk Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -**

**Mächtigkeit  
Modellebene 2  
(Grundwasserhemmer)**

Maßstab: 1 : 60 000  
(bei Ausdruck auf DIN A1)

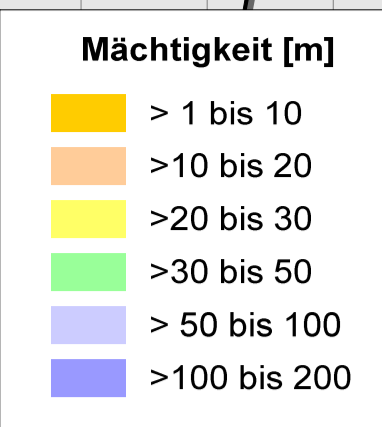
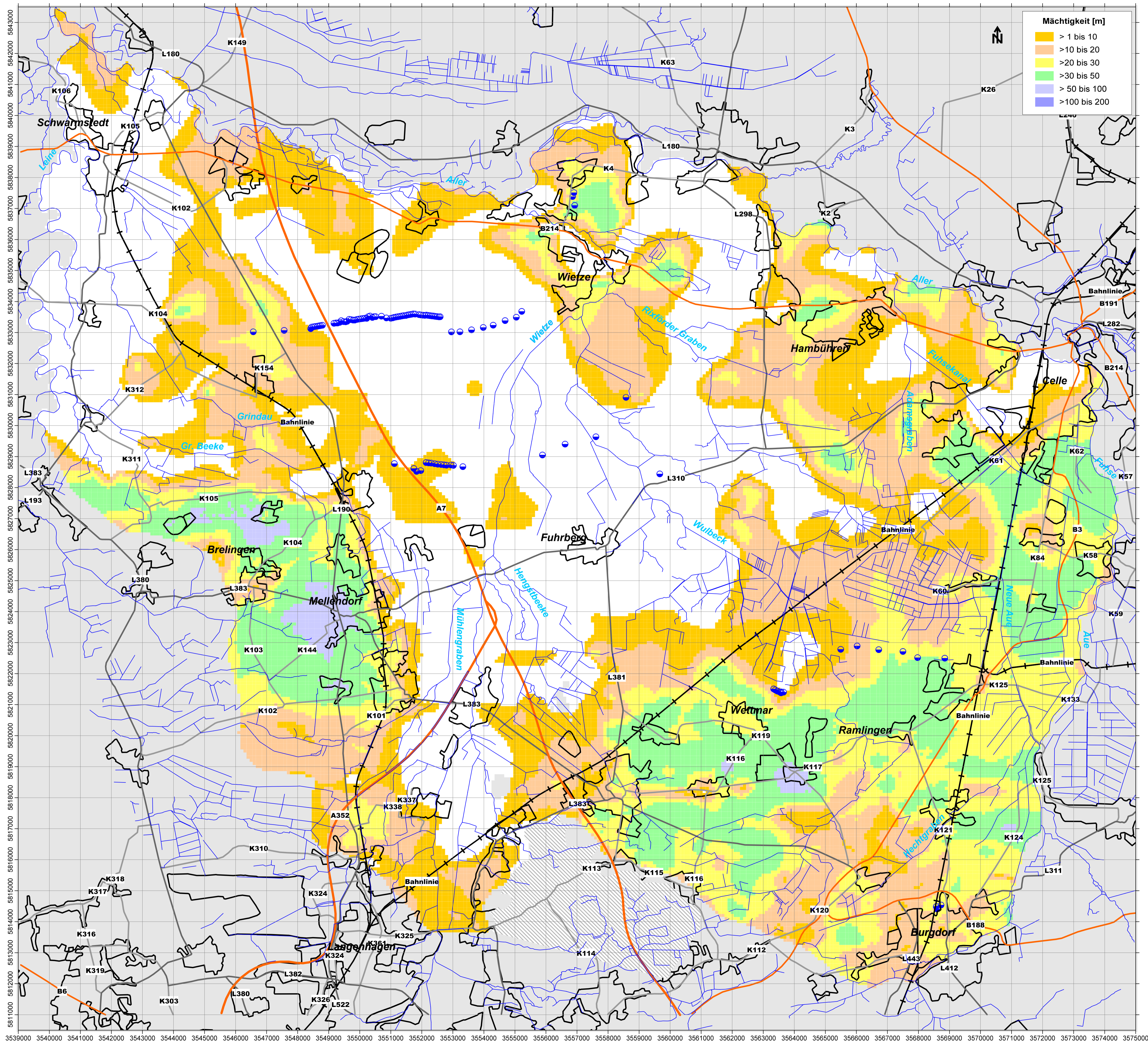
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 2.2**

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

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





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

■ deaktivierte Modellelemente in Rechebene 3

▨ Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG  
Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH  
Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover  
Wasserwerk Wotmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -**

**Mächtigkeit  
Modellebene 3  
(Grundwasserleiter)**

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

Modellstand: Juli 2020

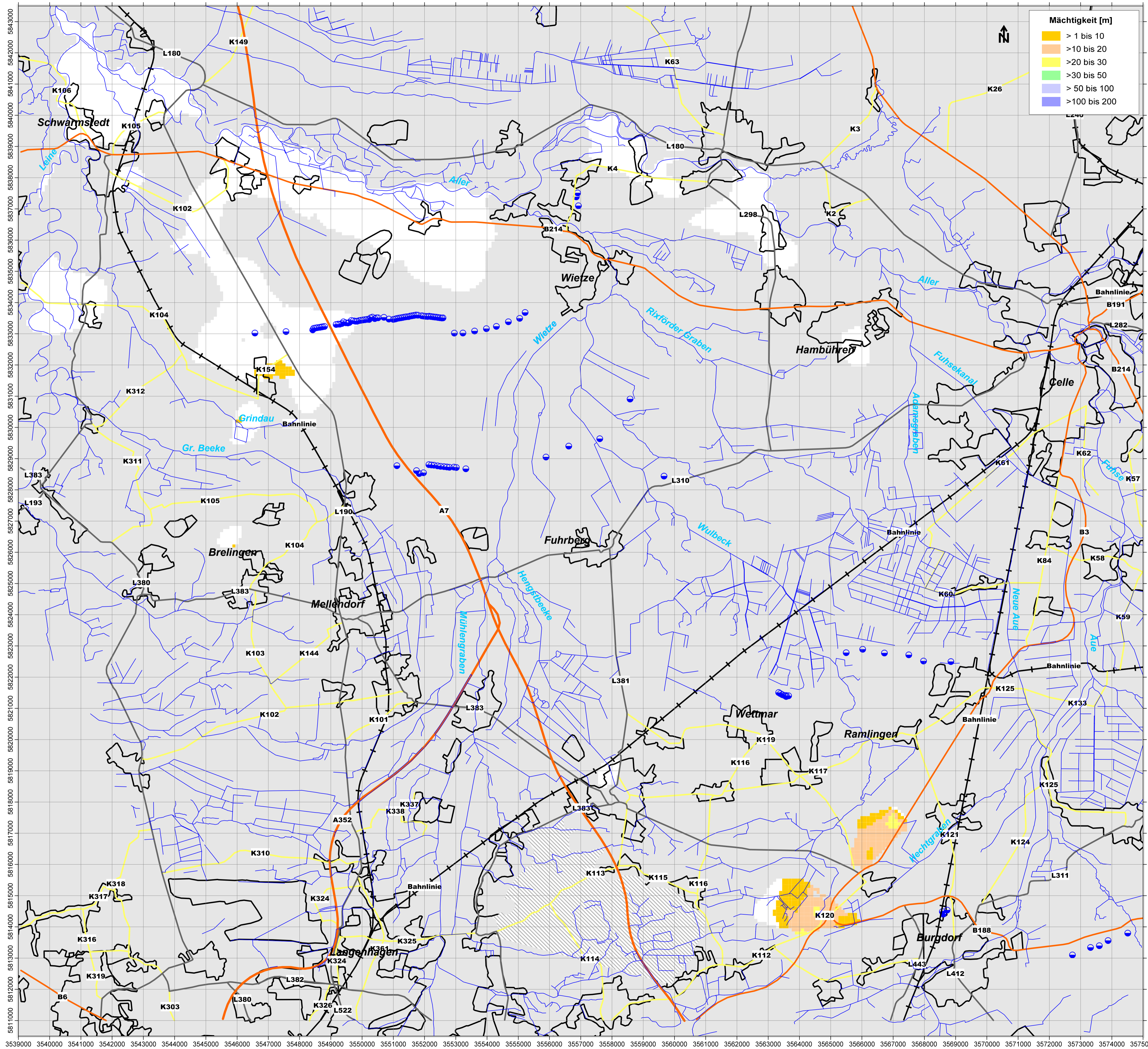
**Anlage 2.3**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente in Rechenebene 3

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

0 1000 2000 3000 4000





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

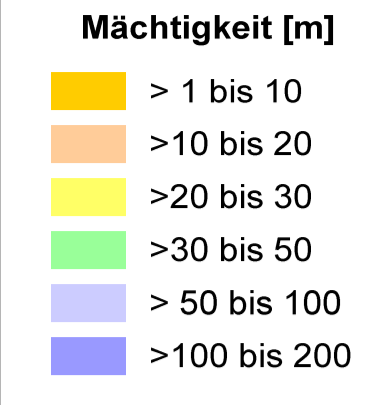
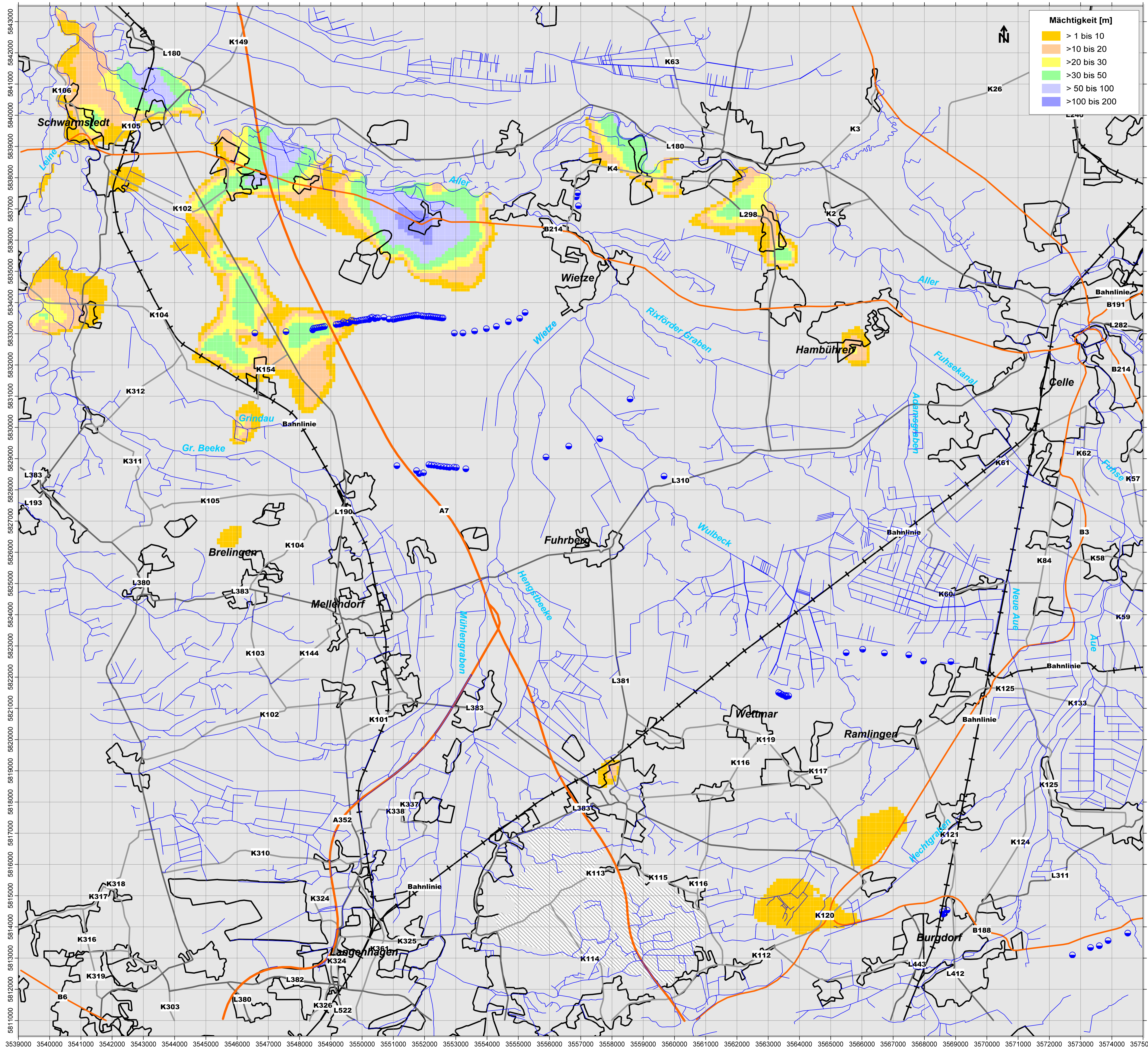
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

**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





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente in Rechenebene 3

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

0 1000 2000 3000 4000

  
 enercity AG  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld

  
 Harzwasserwerke  
 Wasserwerk Ramlingen

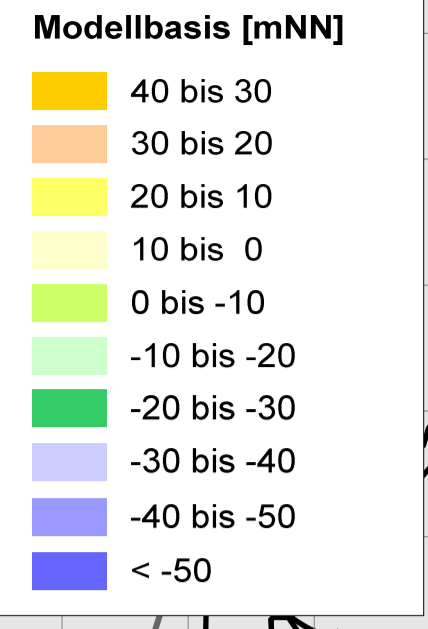
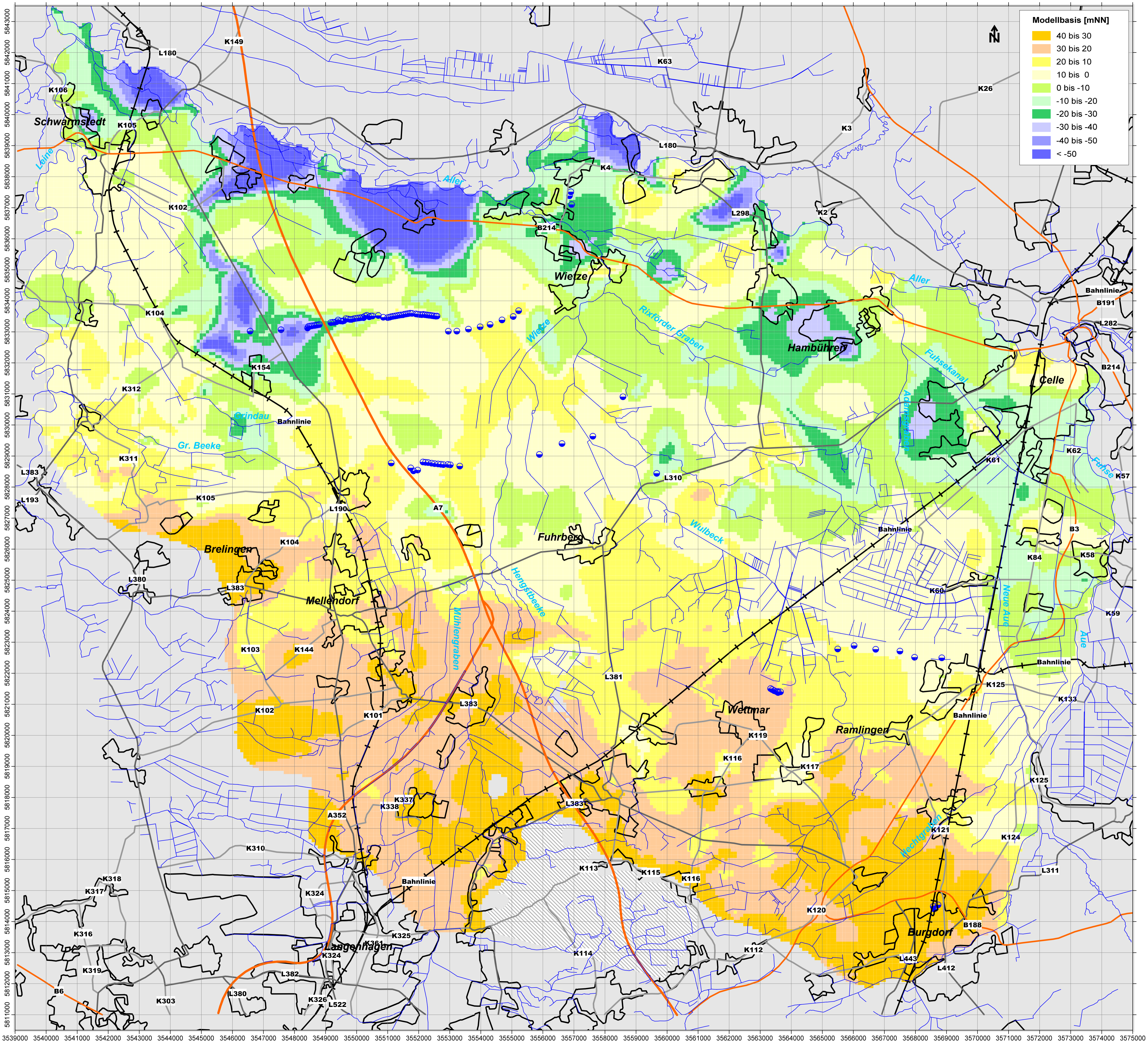
  
 Wasserverband  
 Nordhannover  
 Wasserwerk Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -**

**Mächtigkeit  
Modellebene 5  
(Grundwasserleiter)**

Maßstab: 1 : 60.000 <small>(bei Ausdruck auf DIN A1)</small>	Modellstand: Juli 2020	<b>Anlage 2.5</b>
	Ingenieurbüro H.-H. Meyer Parksr. 5 31542 Bad Nenndorf	Fon: 05723 / 749 82 40 Fax: 05723 / 749 82 42





**Förderbrunnen:**

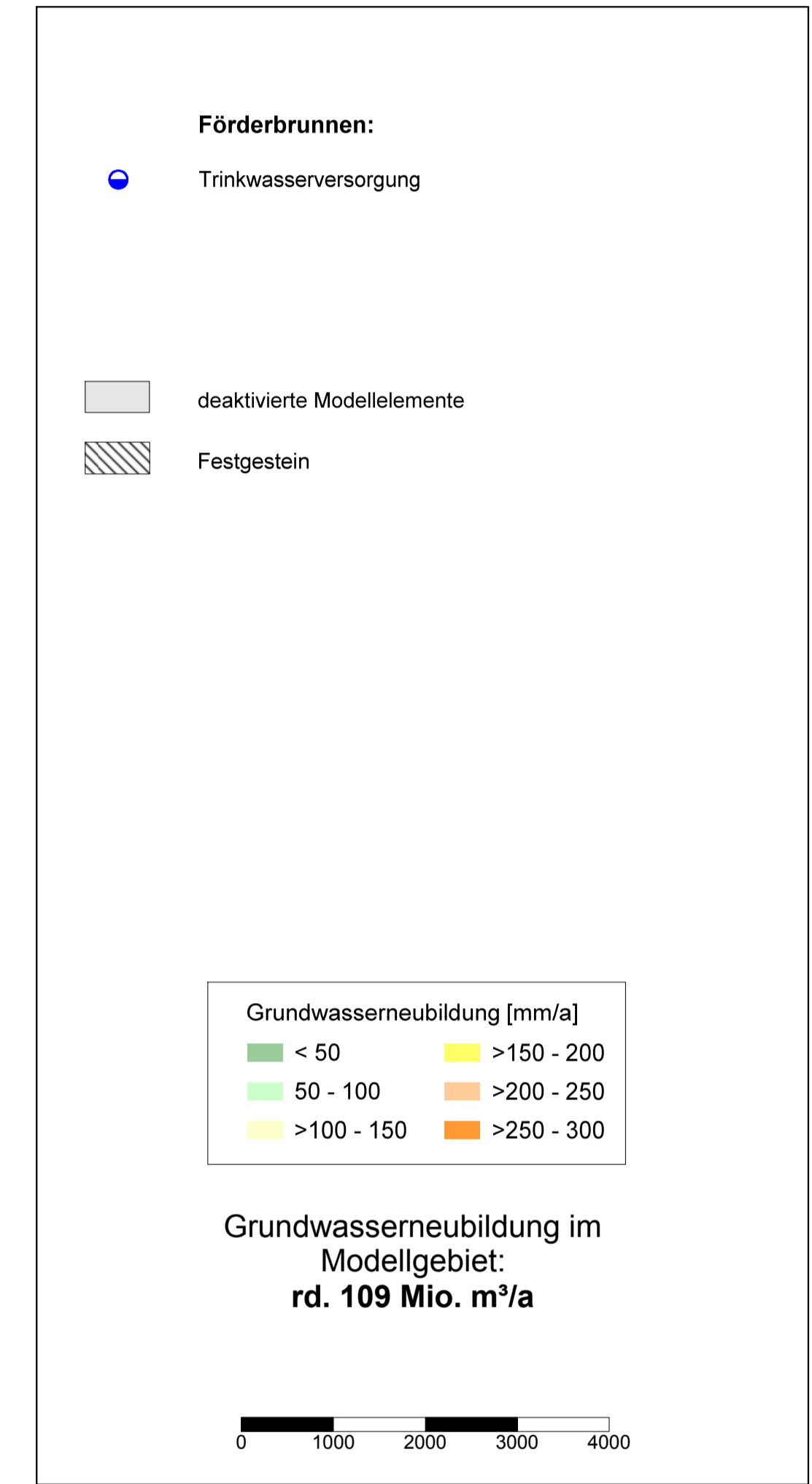
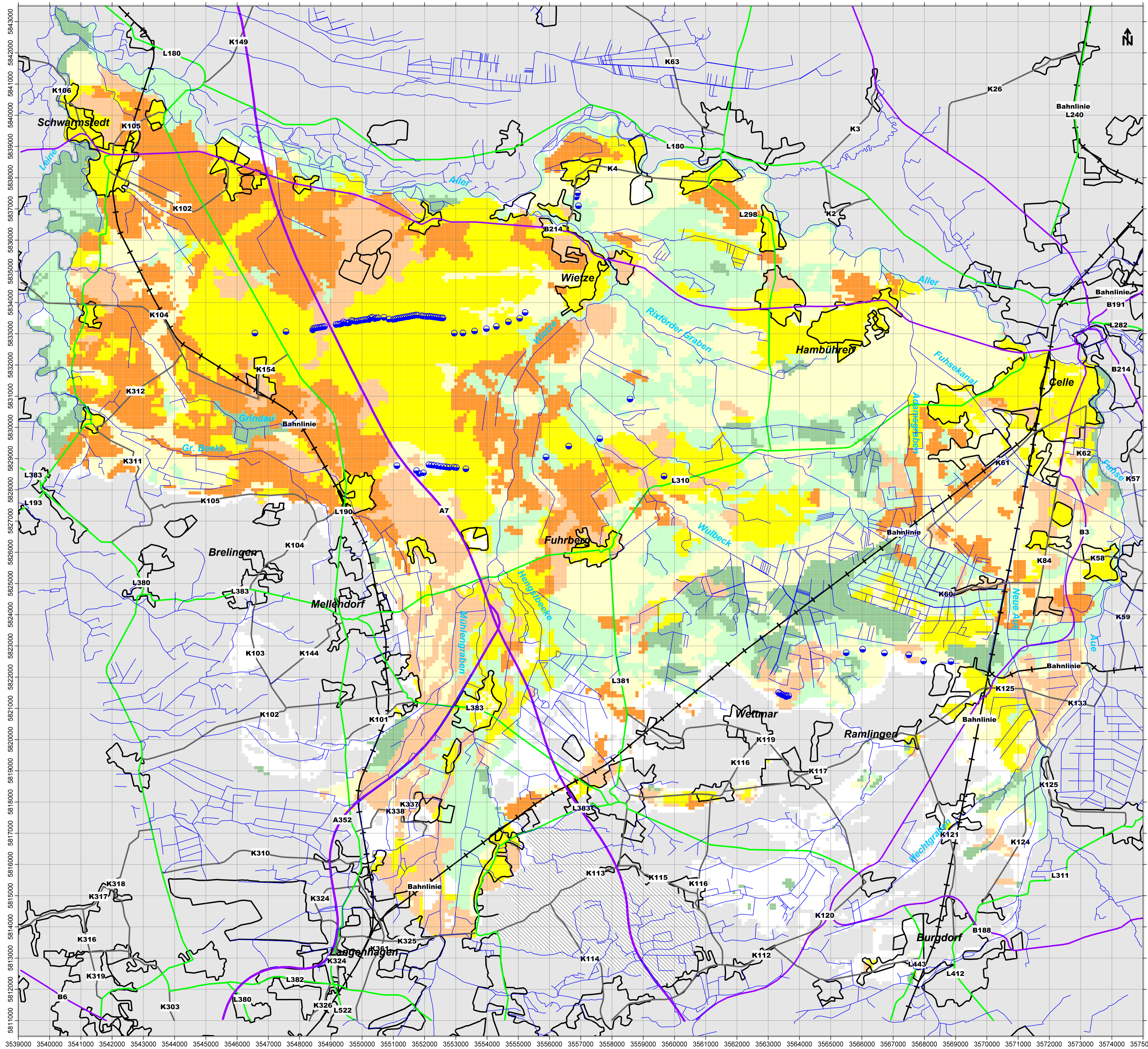
- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente in Rechenebene 3

Festgestein (Quelle: NIWA, 2018)

enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld	Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen	Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar
<b>Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Modelldokumentation -</b>		
<b>Modellbasis</b>		
Maßstab: 1 : 60 000 (bei Ausdruck auf DIN A1)	Modellstand: Juli 2020	<b>Anlage 2.6</b>
	Ingenieurbüro H.-H. Meyer Parksr. 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**  
**GROWA06V2 - Originaldaten**  
 Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

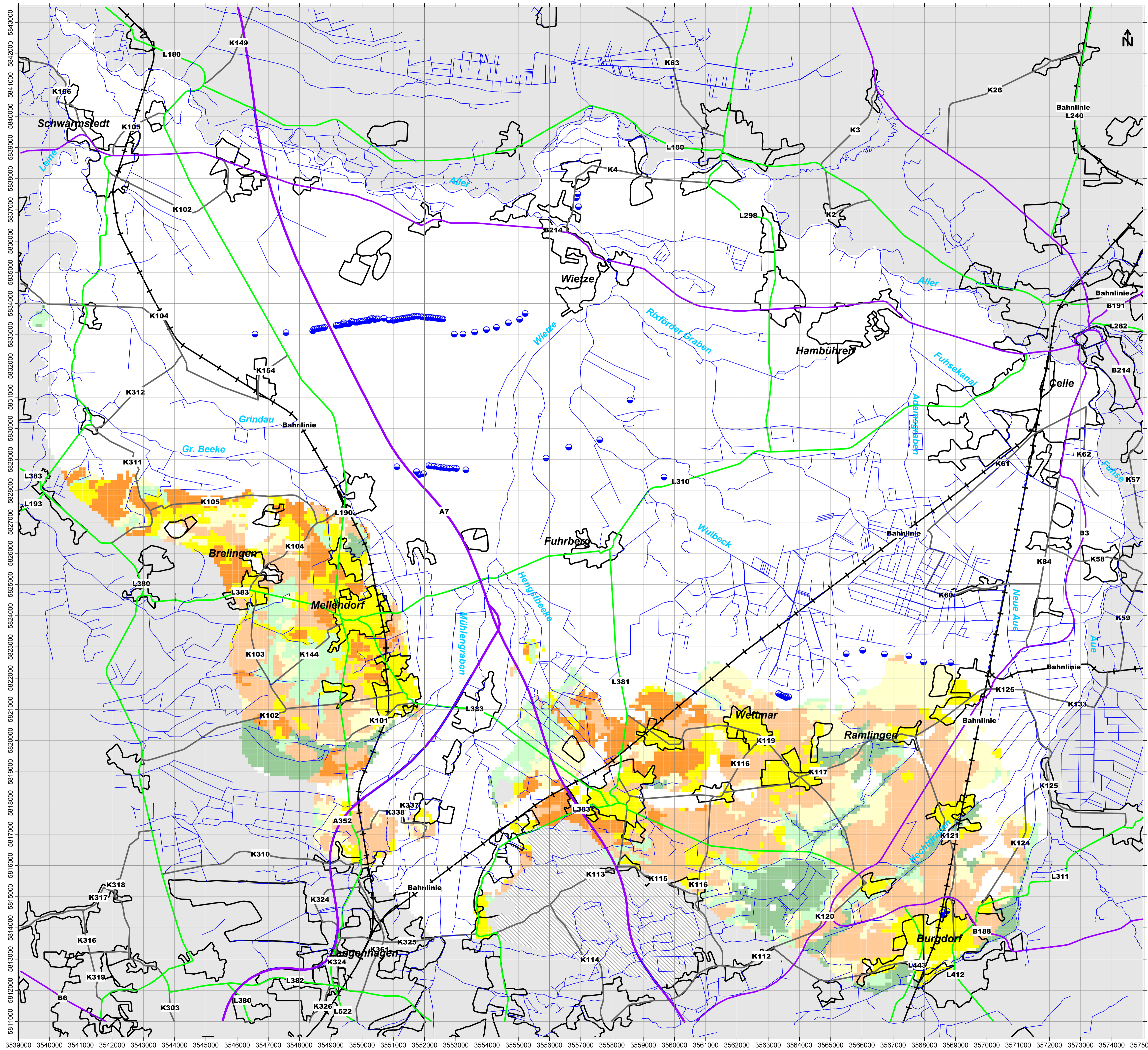
Modellstand: Juli 2020

**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. m<sup>3</sup>/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke

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)

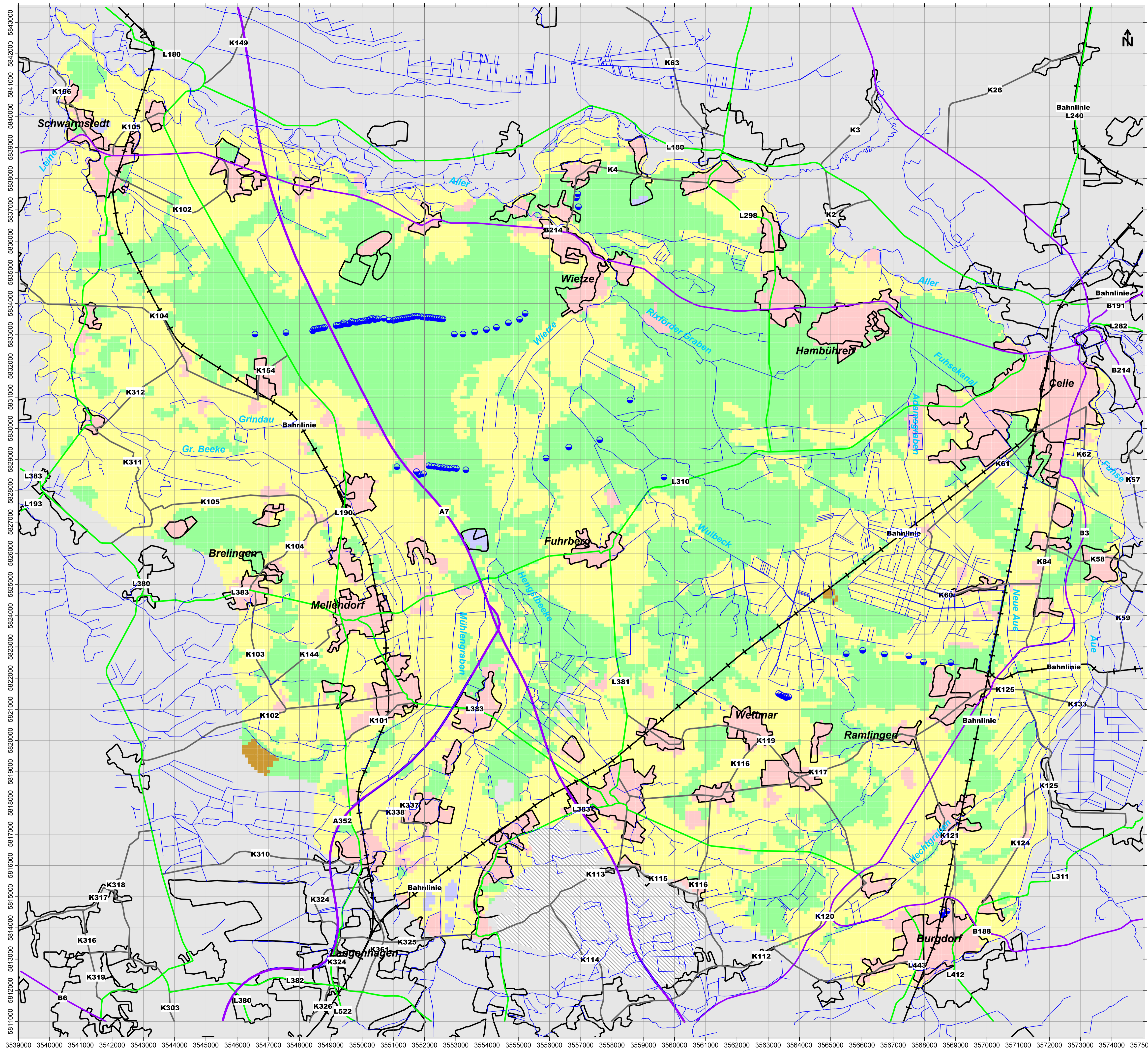
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.2**

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

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





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

CLC10 (2012)

- Städtisch geprägte Flächen
- Landwirtschaftliche Flächen
- Wald
- Feuchtfächen

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke

enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen

Wasserband Nordhannover Wasserwerk Wietmar

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)

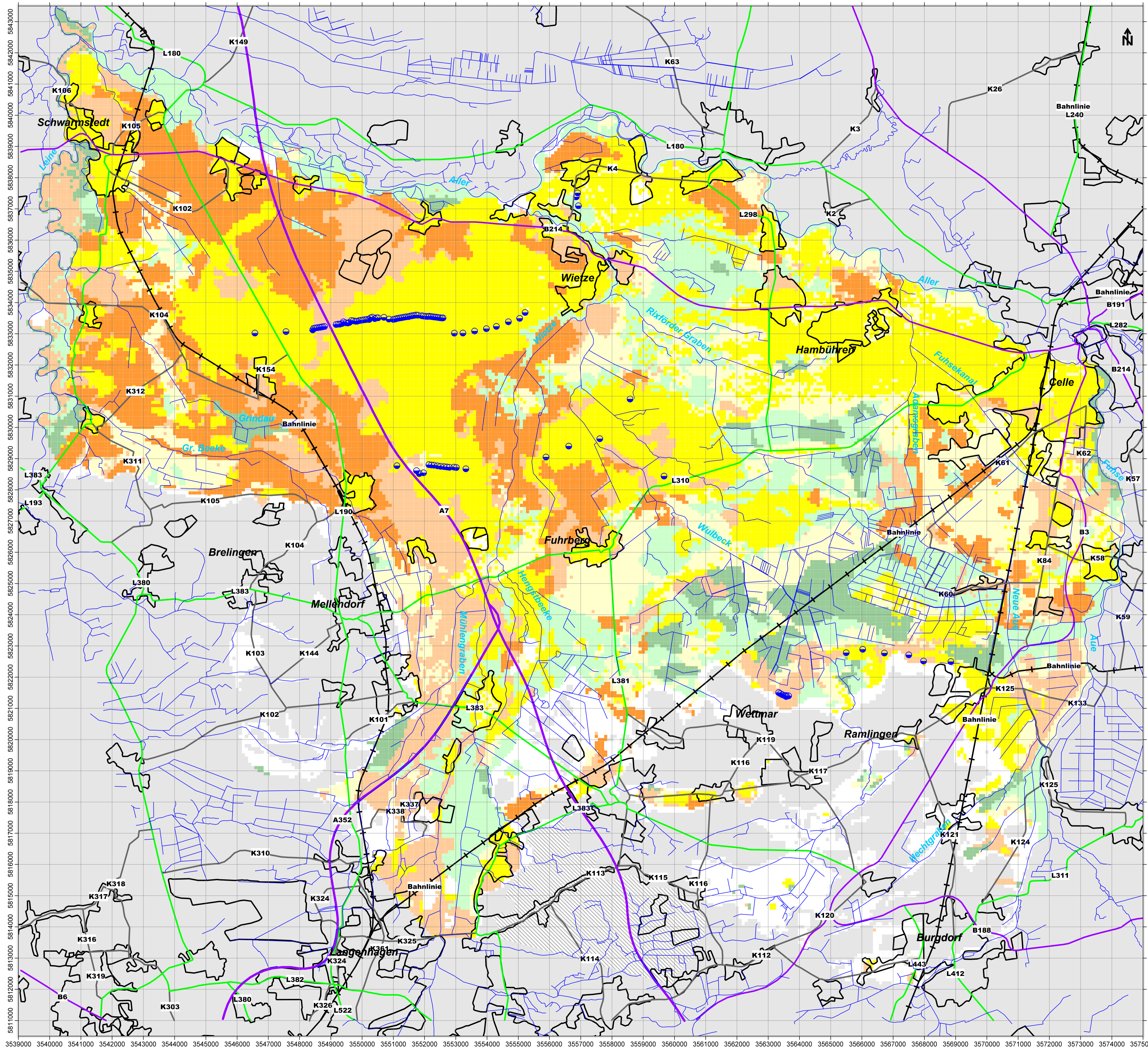
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.3**

HMM 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. m<sup>3</sup>/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wasserverband Nordhannover

enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld

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)

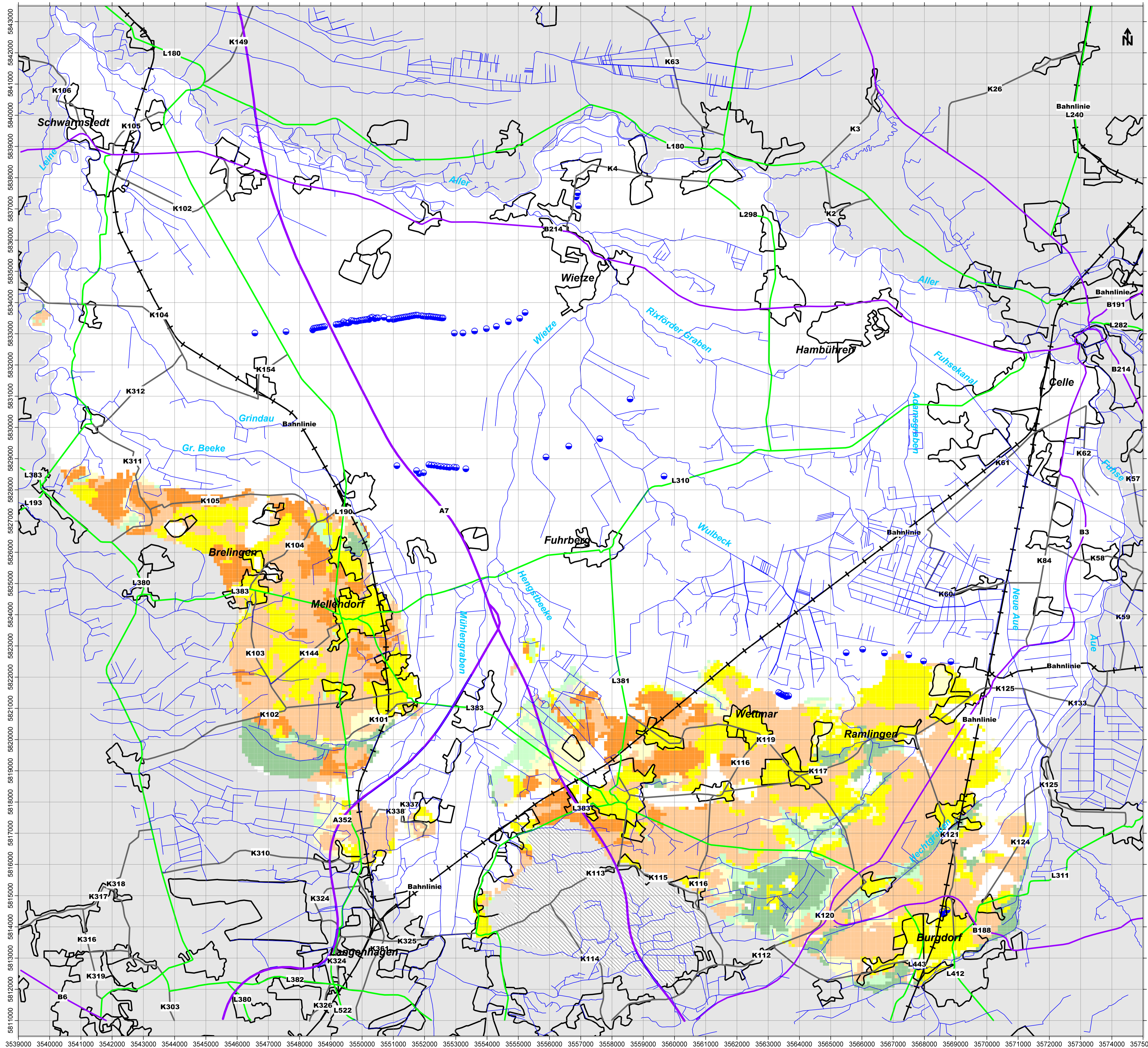
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.4**

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

Grundwasserneubildung im Modellgebiet:  
rd. 117 Mio. m<sup>3</sup>/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke Wasserwerk Ramlingen

Wasserband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Modelldokumentation -

**Grundwasserneubildung**  
Grundlage: GROWA06V2  
Modifikation Schritt 1:  
Erhöhung unter Wald und landw. Flächen  
Rechenebene 3

Maßstab: 1 : 60 000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

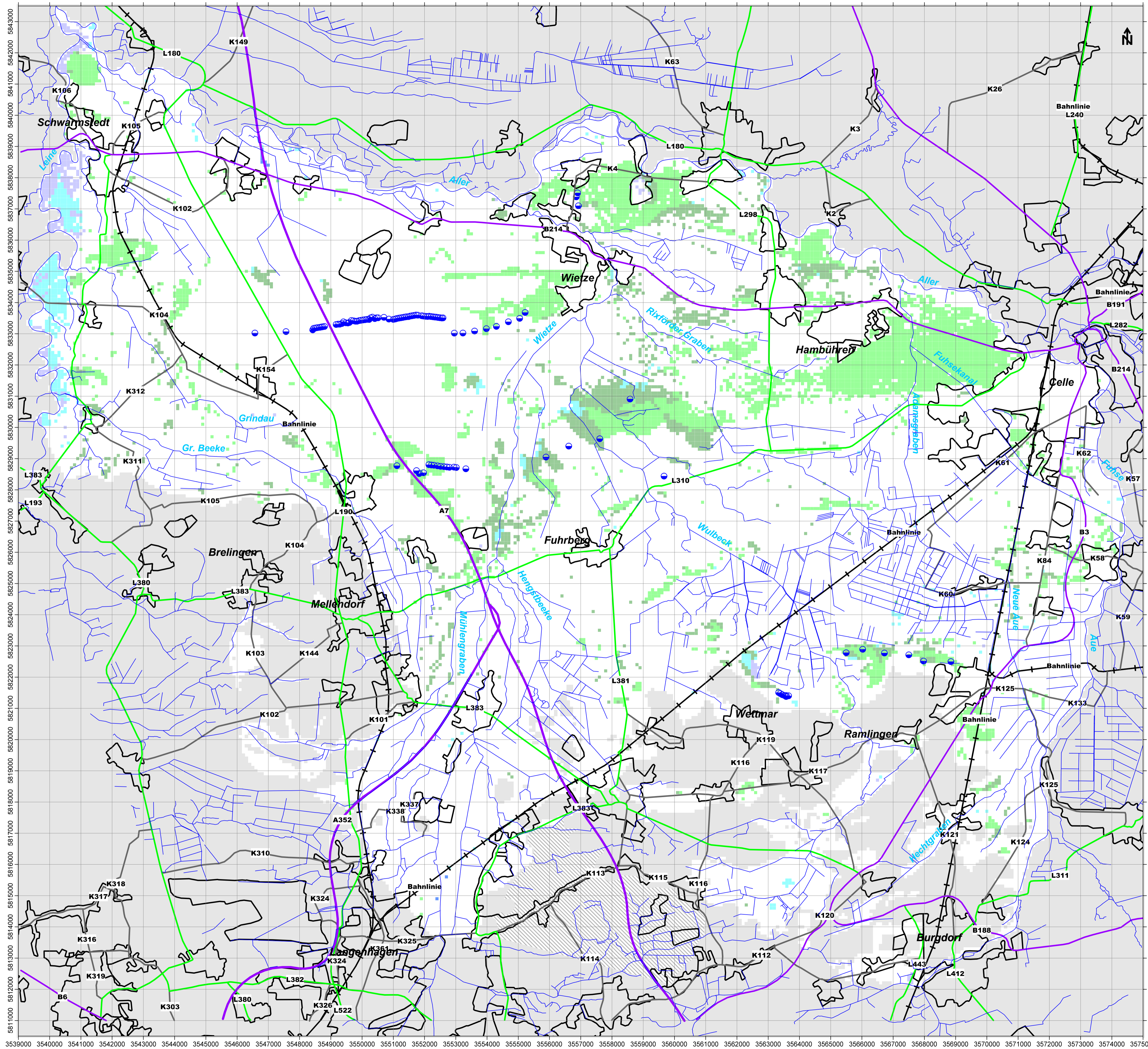
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.5**

HMM 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 1**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

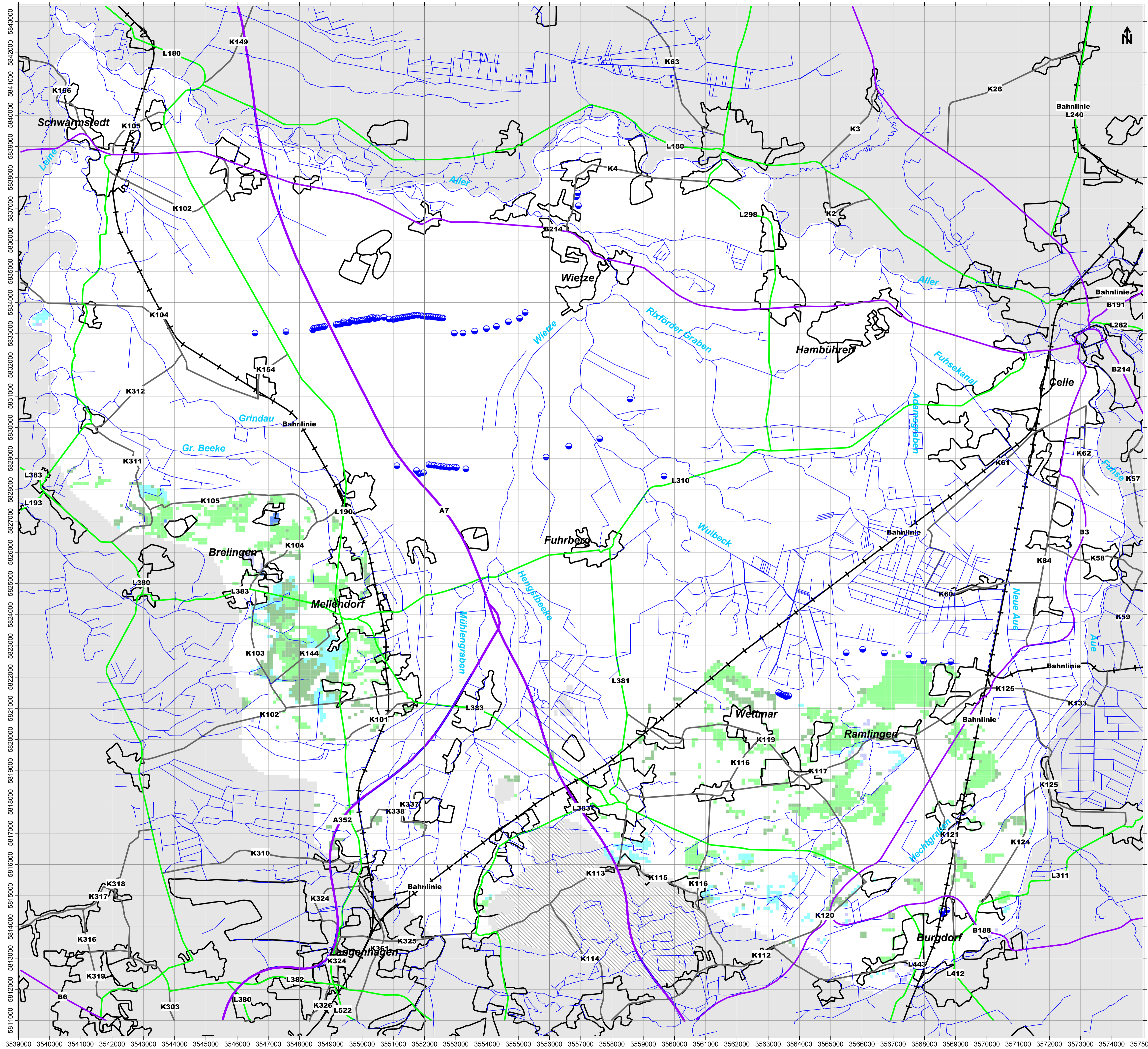
Modellstand: Juli 2020

**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

energy 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)

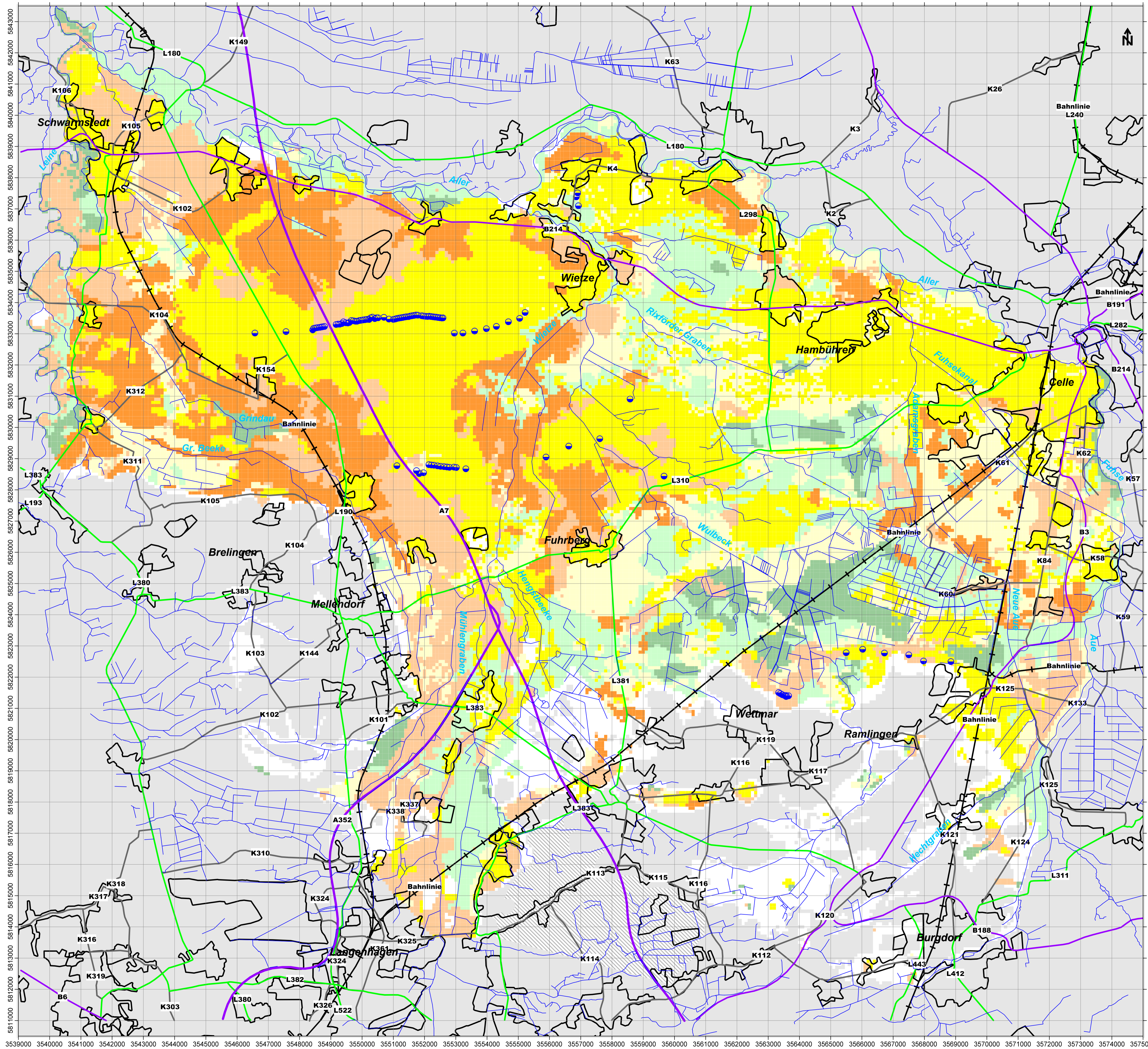
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.7**

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

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





**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. m<sup>3</sup>/a

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wasserverband Nordhannover

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 1**

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

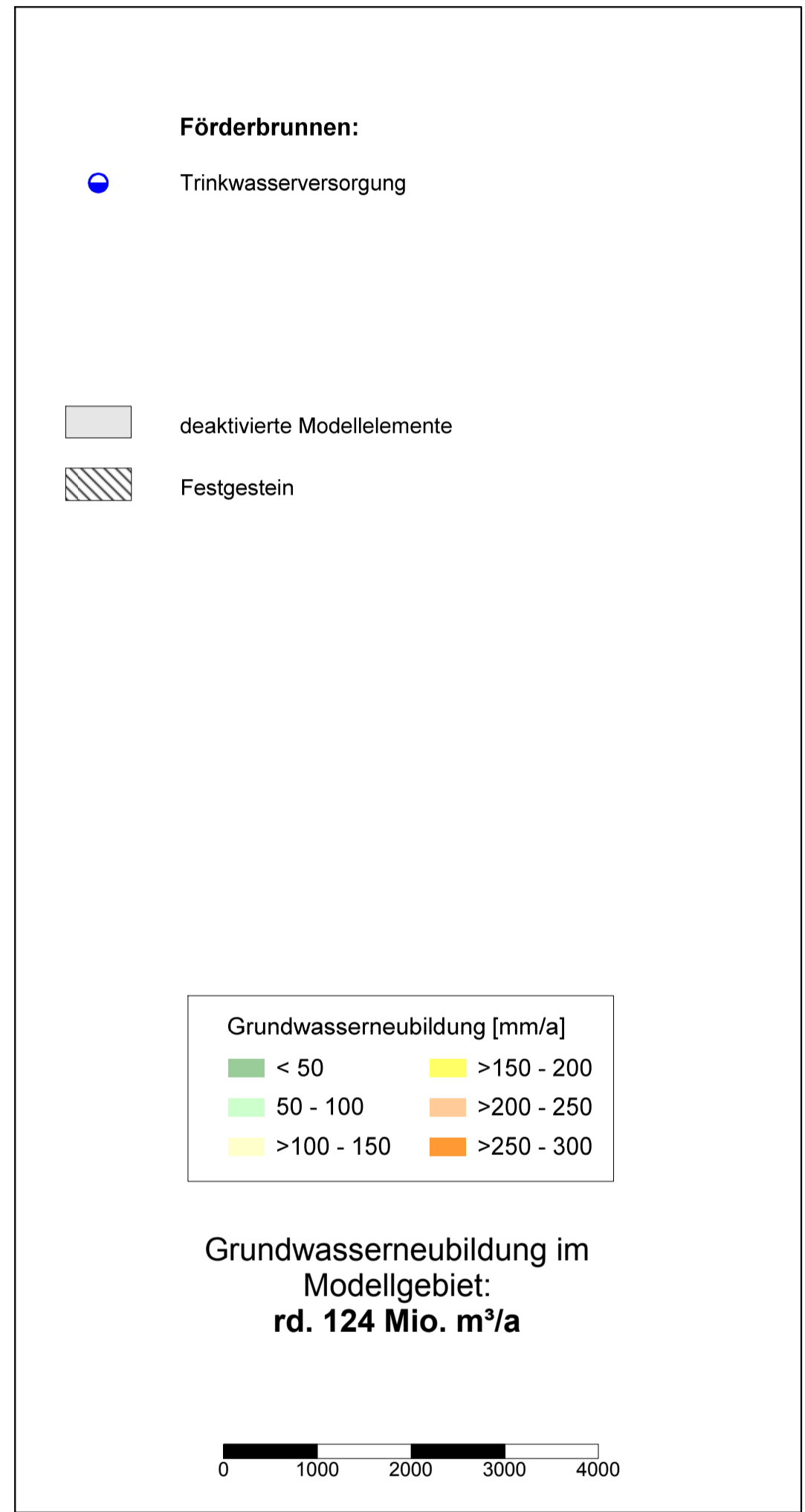
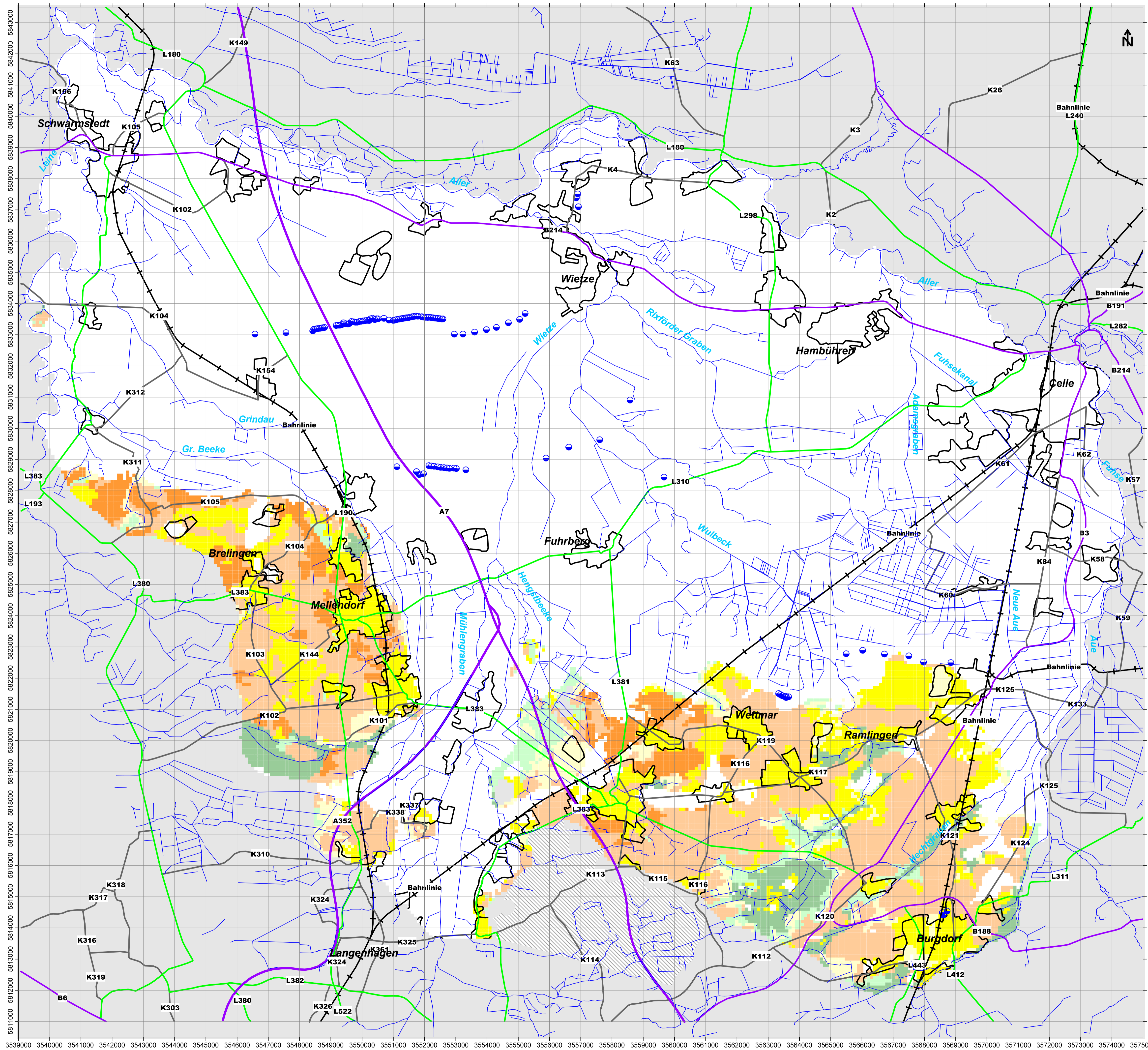
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.8**

HMM 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**  
**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)

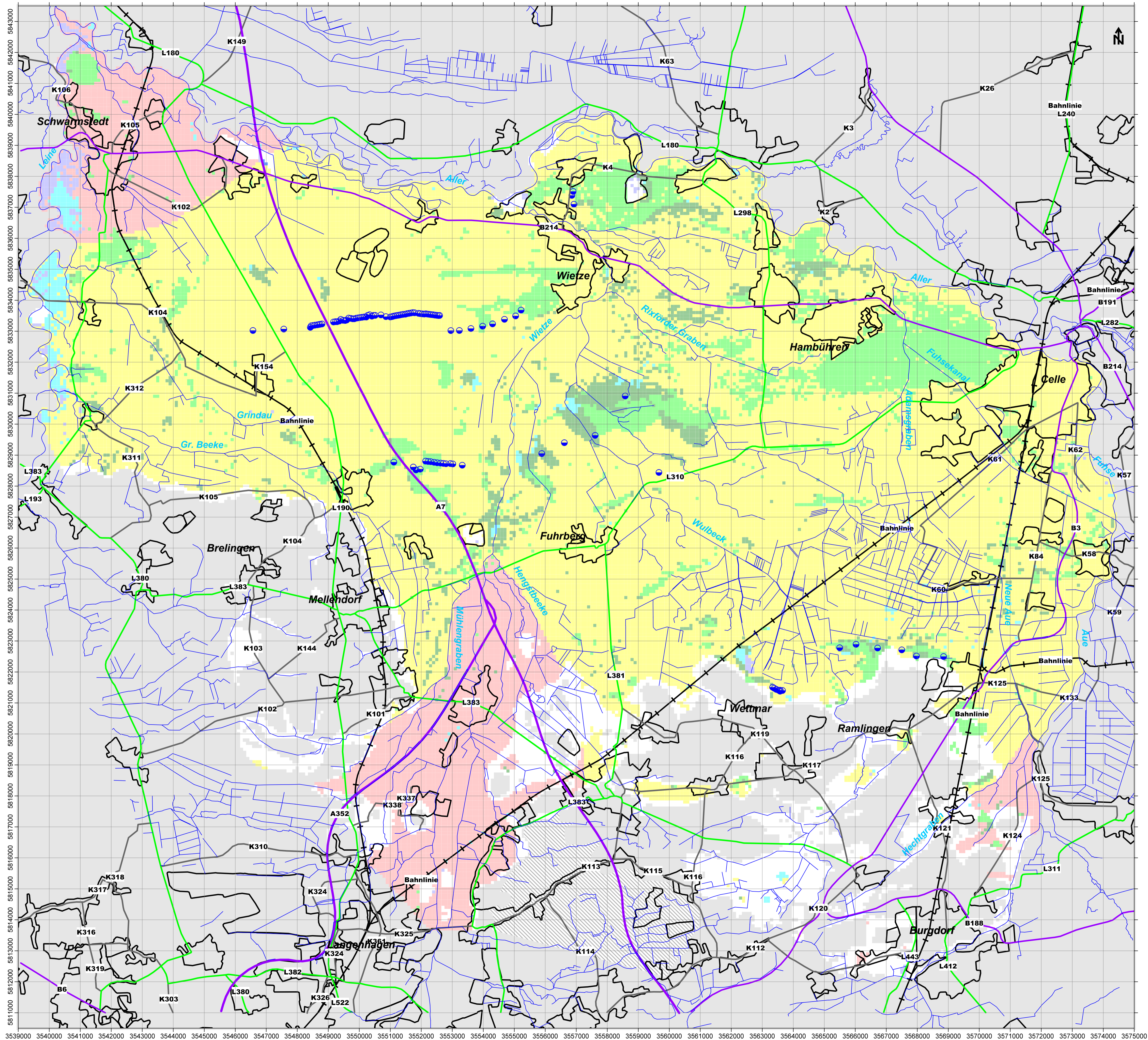
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.9**

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

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





**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 positive energie

Harzwasserwerke

Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Wasserwerk Ramlingen

Wasserband 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)

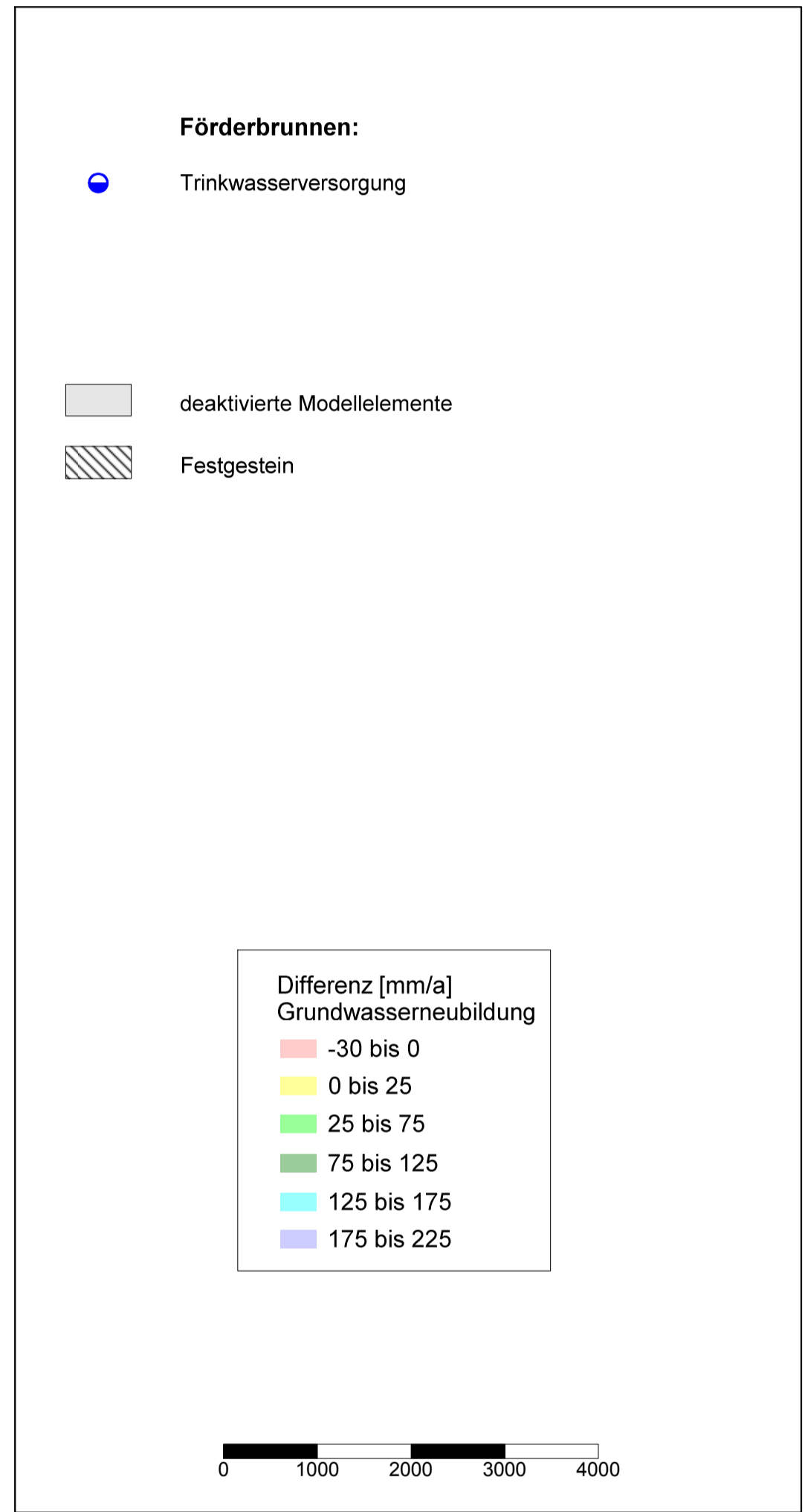
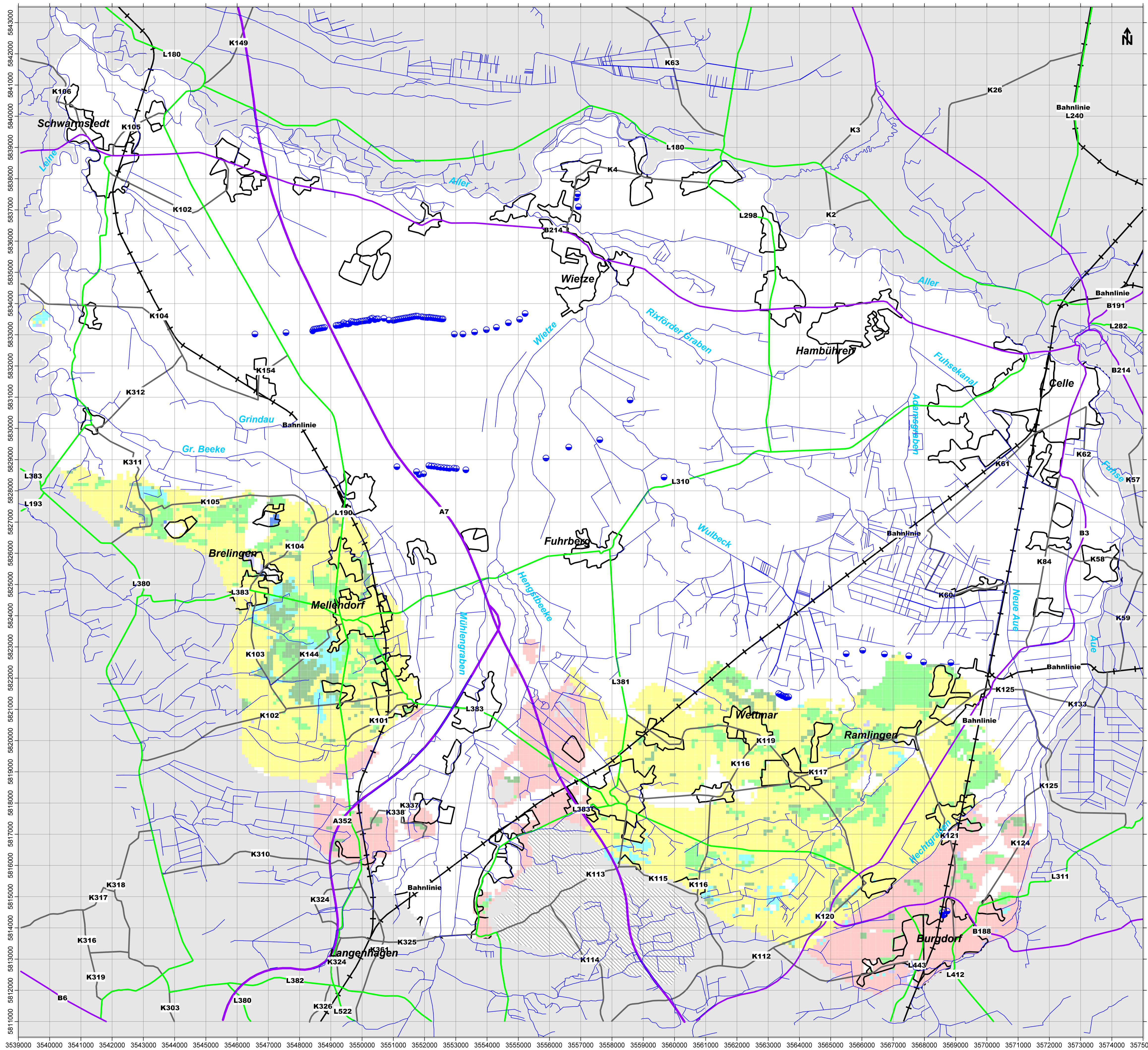
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 3.10**

HMM 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 3**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

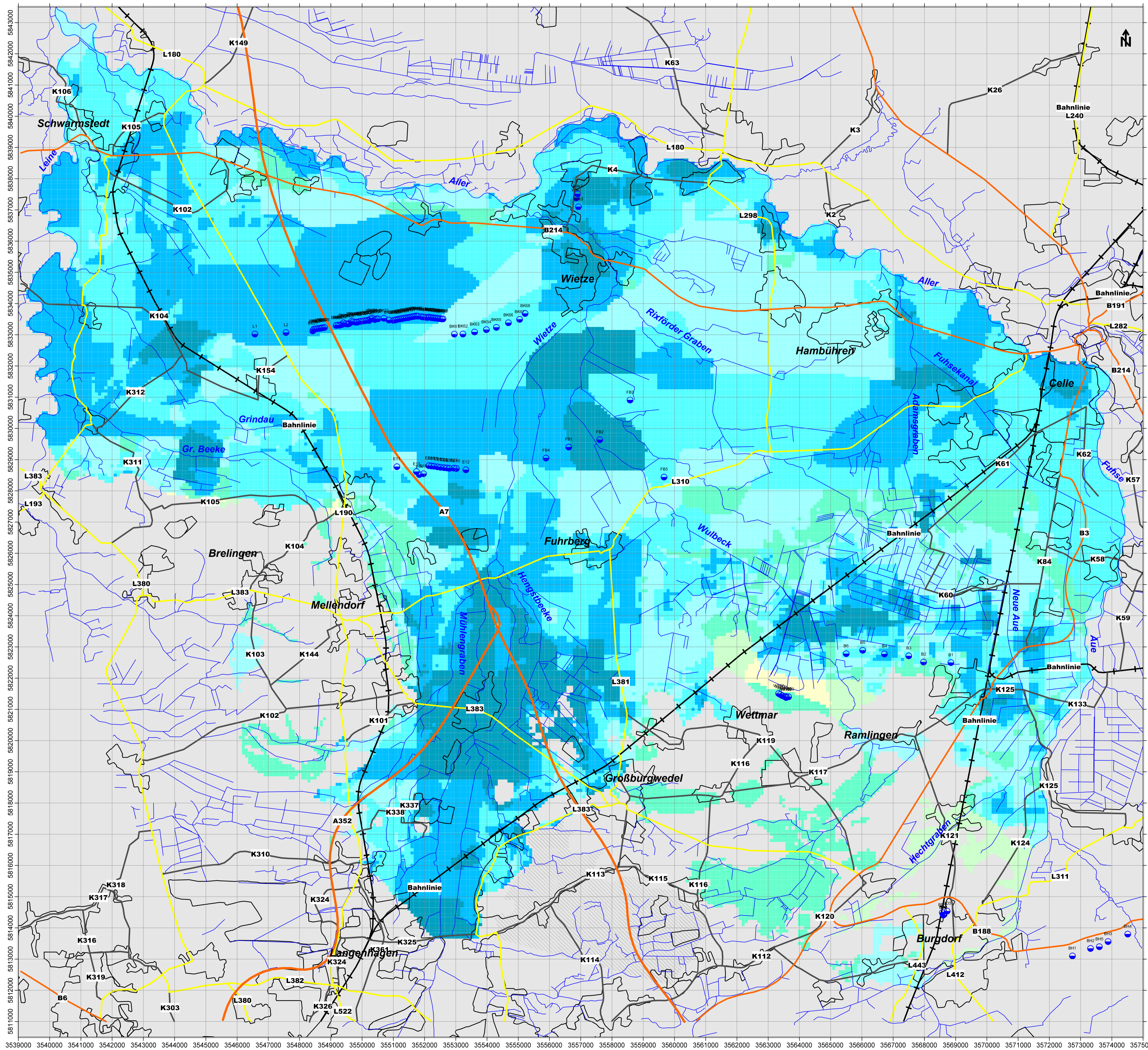
Modellstand: Juli 2020

**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 [<sup>2</sup> 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 1**

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

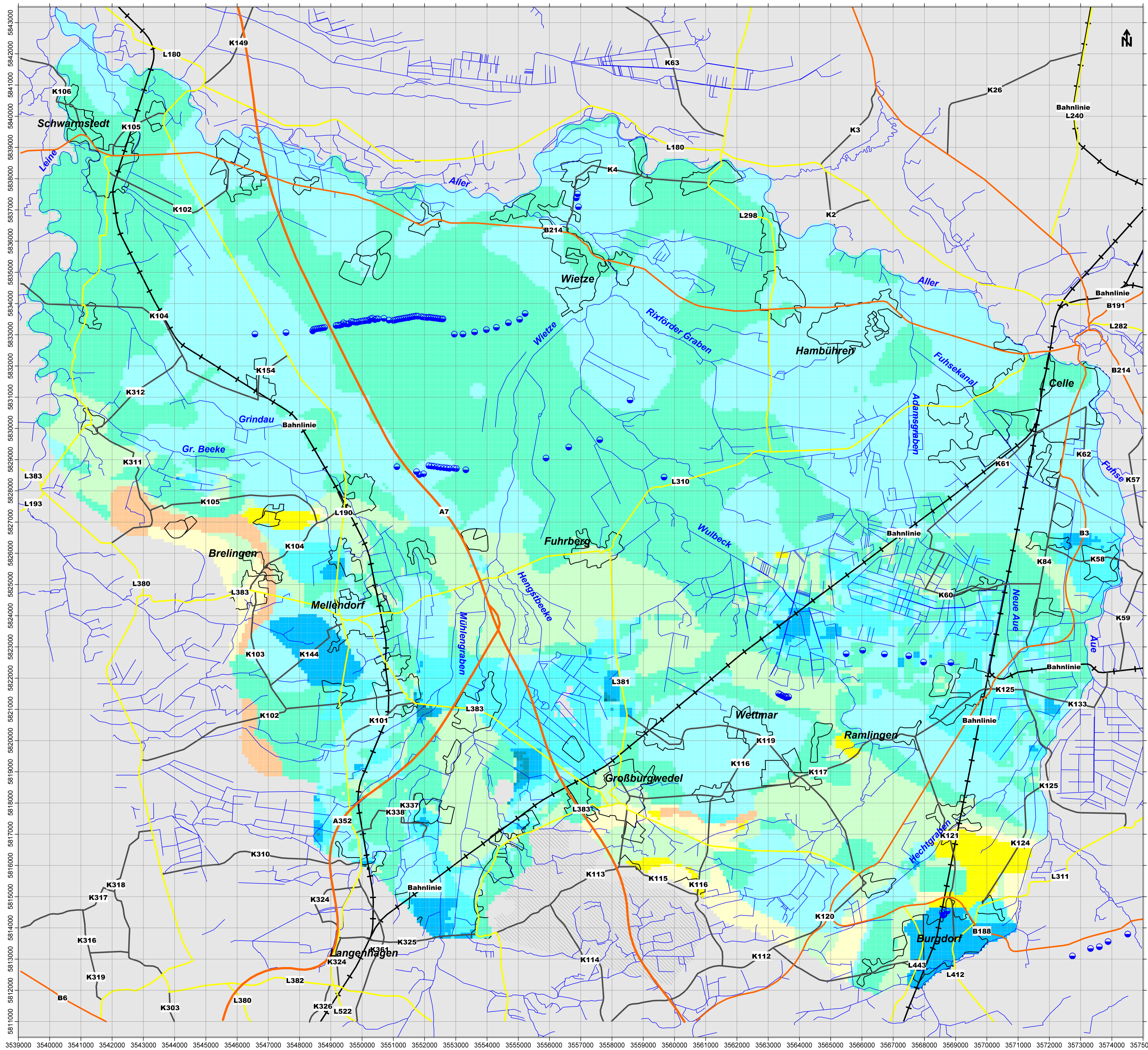
Modellstand: Juli 2020

**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 [ $\cdot 10^{-4}$  m/s]**

- <math>< 0,2</math>
- 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

Harzwasserwerke

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)

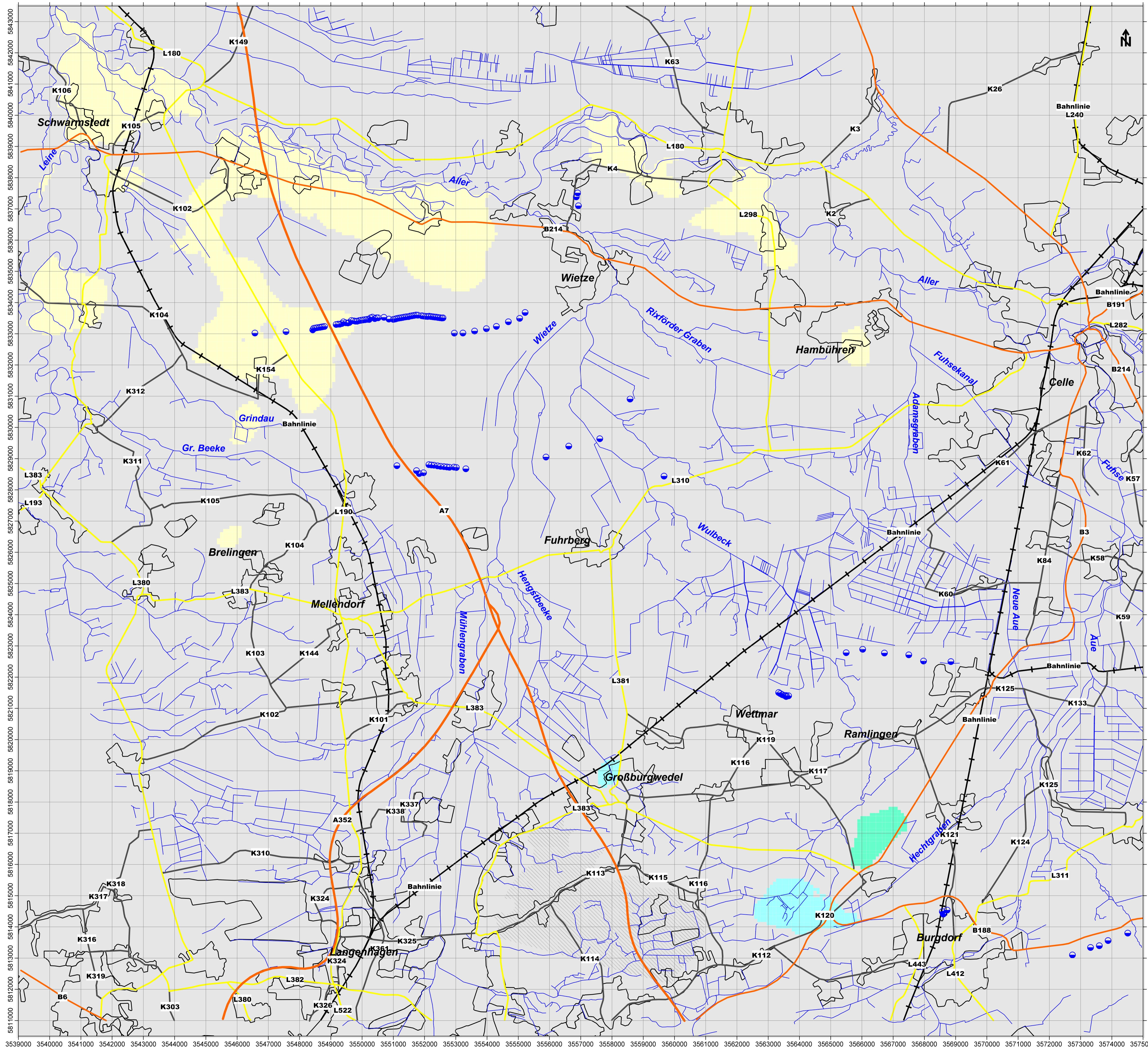
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 4.2**

HMM 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 [ $\cdot 10^{-04}$  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)

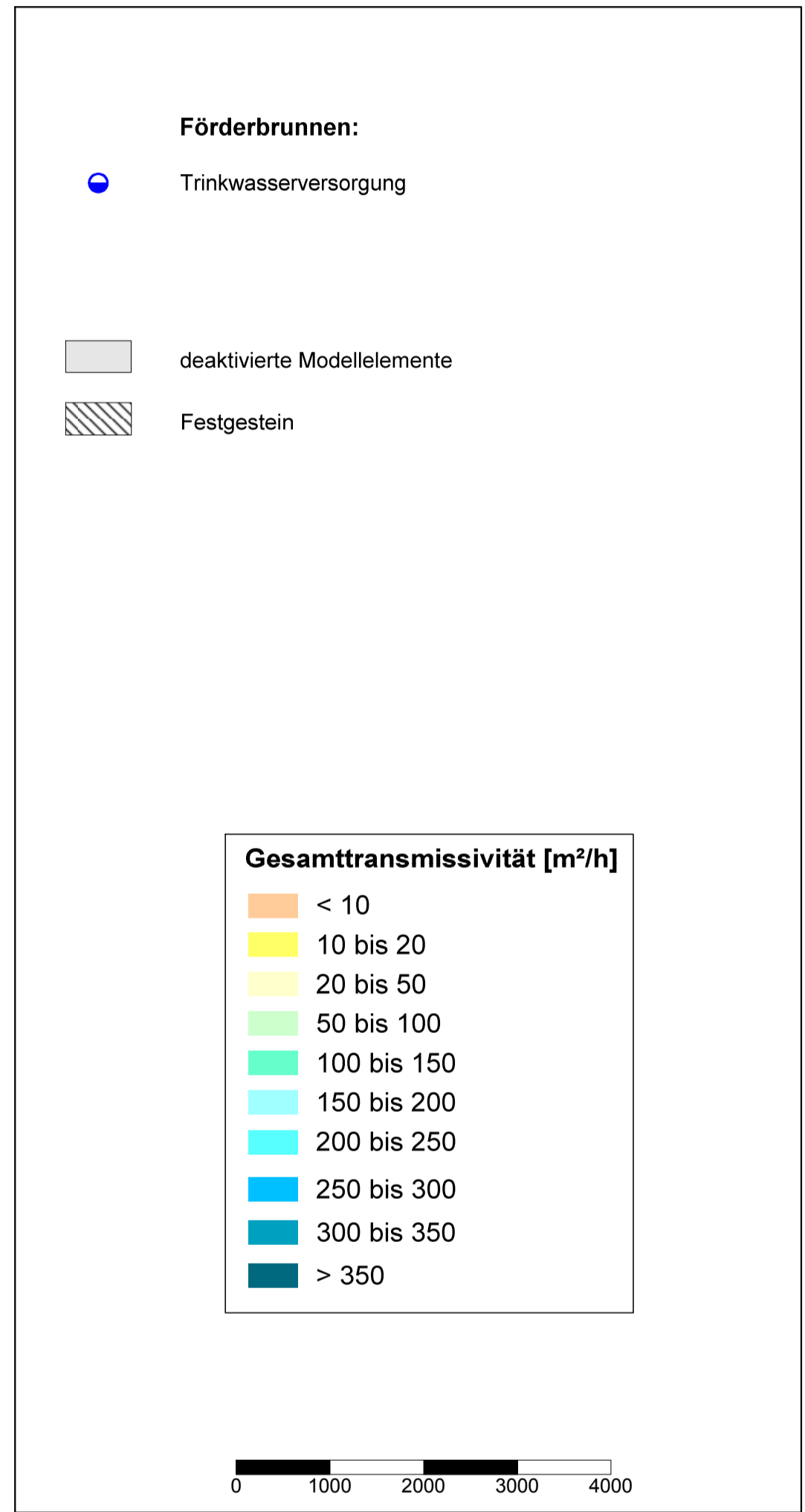
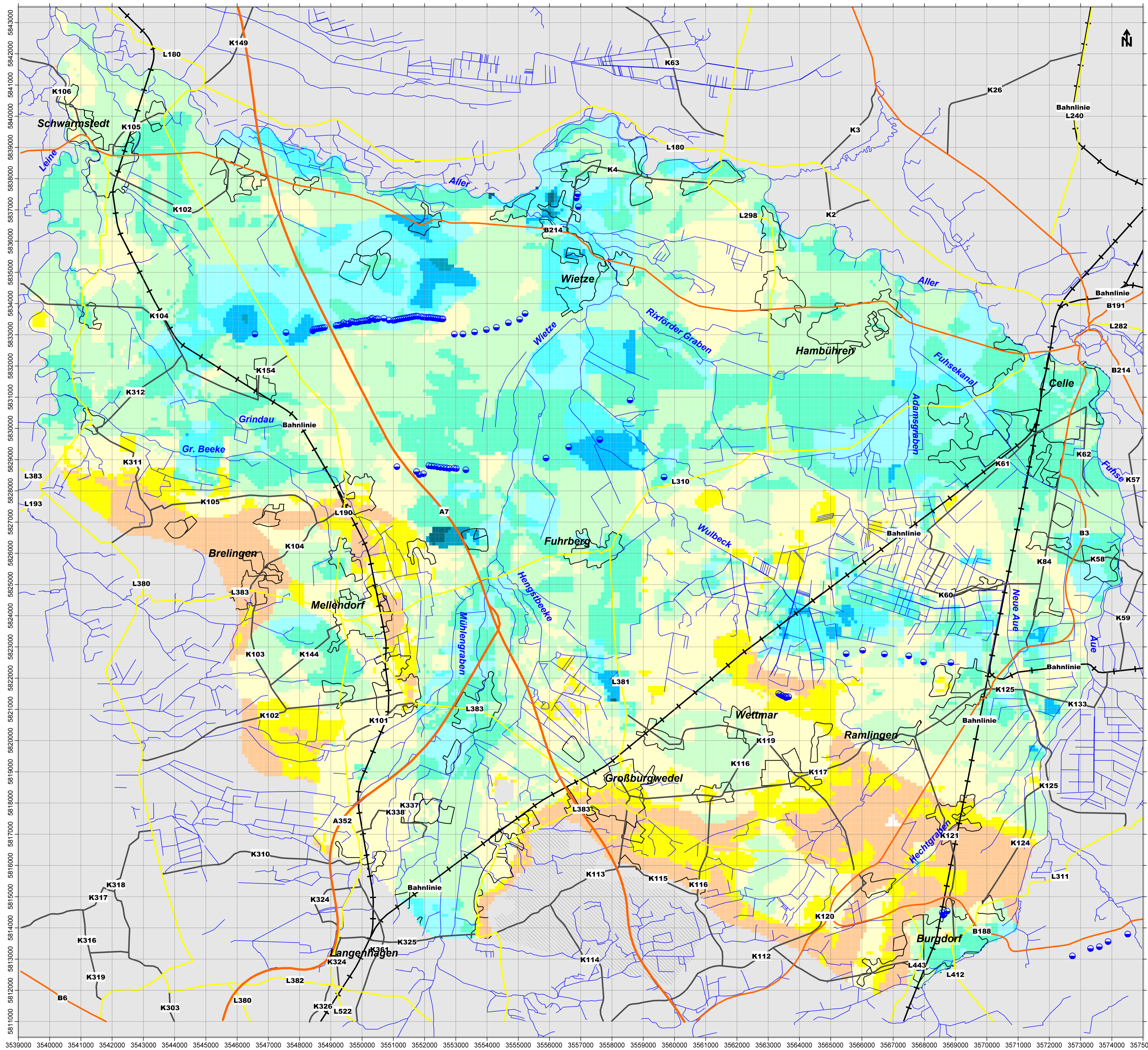
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 4.3**


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

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









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)

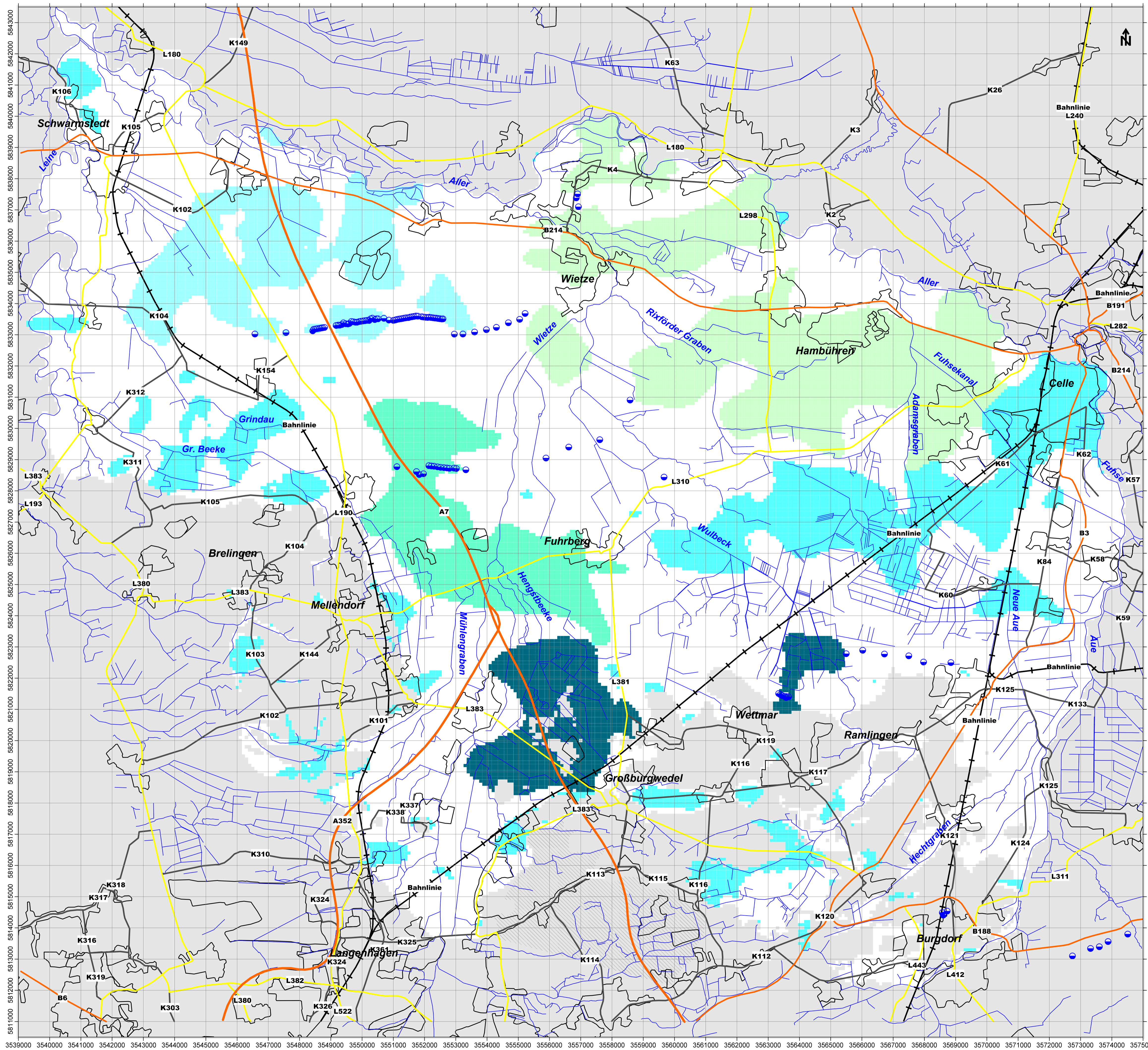
Modellstand: Juli 2020

**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 [ $\cdot 10^{-8}$  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 positive energie

Harzwasserwerke

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)

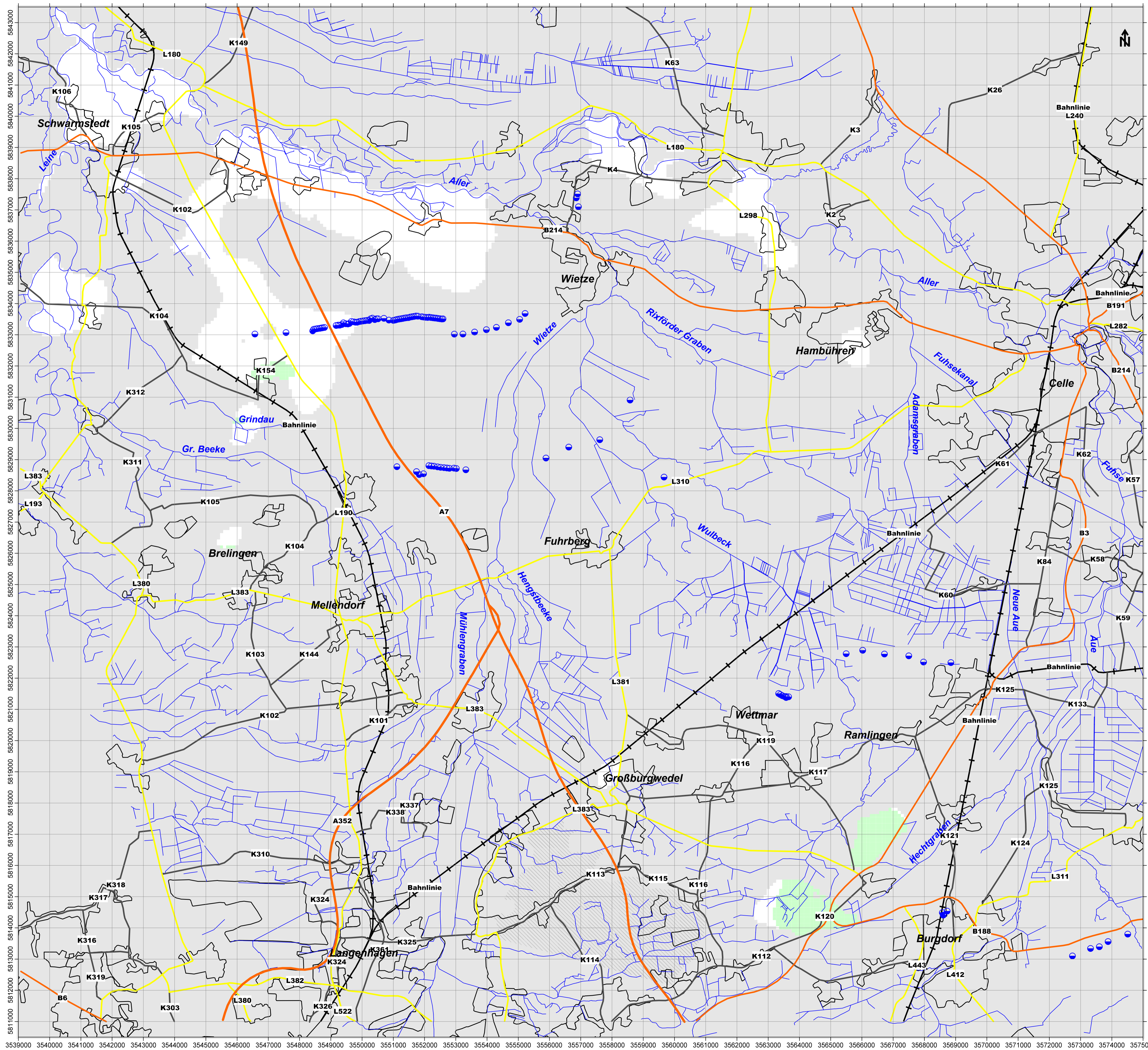
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 5.1**

HMM 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 [ $\cdot 10^{-8}$  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 positive energie

Harzwasserwerke

Wasserverband Nordhannover

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)

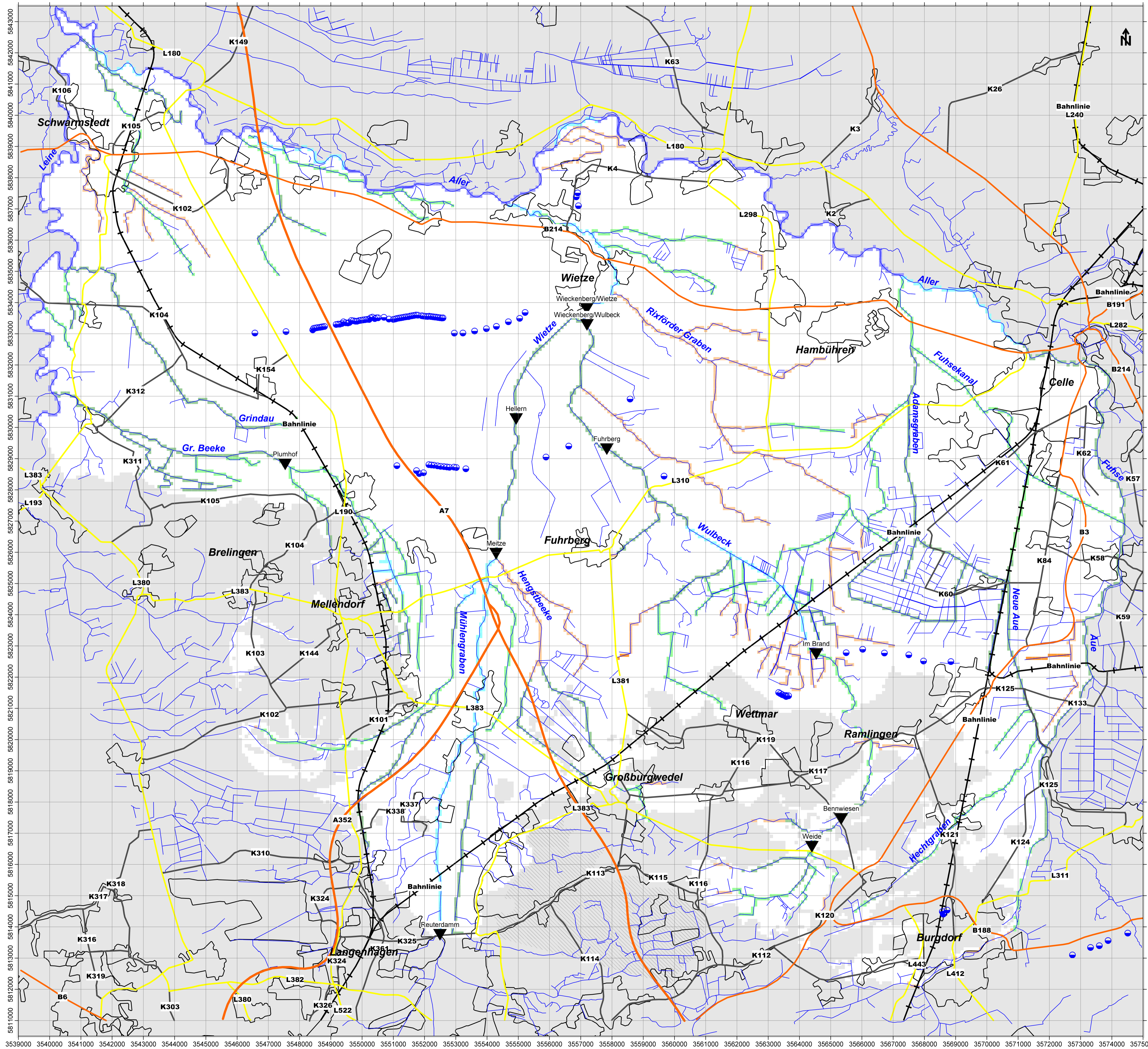
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 5.2**

HMM 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 [m<sup>2</sup>/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

Harzwasserwerke Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

enercity AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Modelldokumentation -

**Leitwerte zwischen oberirdischen Fließgewässern und Grundwassersystem**

**Rechenebene 1**

Maßstab: 1 : 60 000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

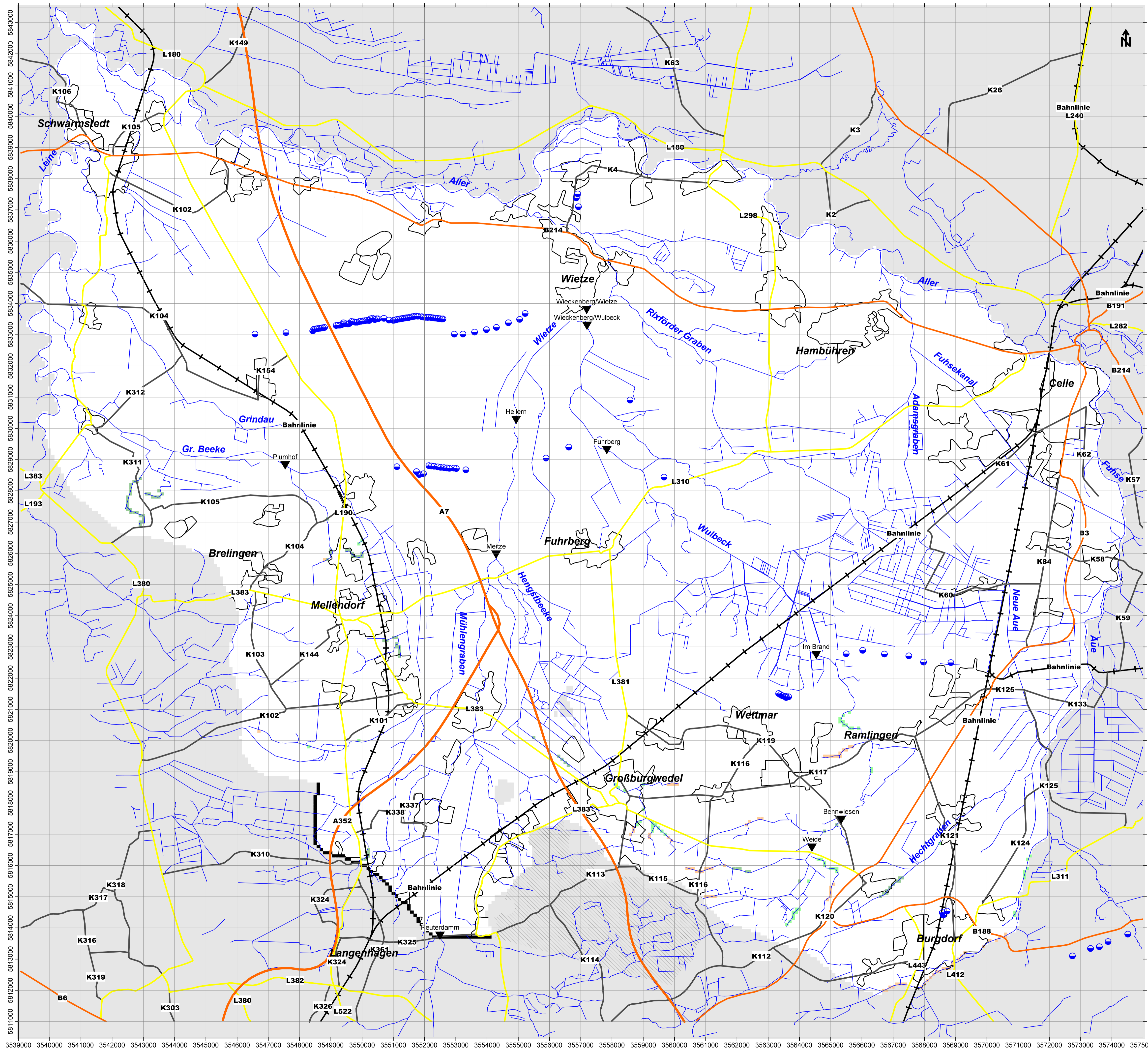
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 6.1**

HMM 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 [m<sup>2</sup>/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 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)

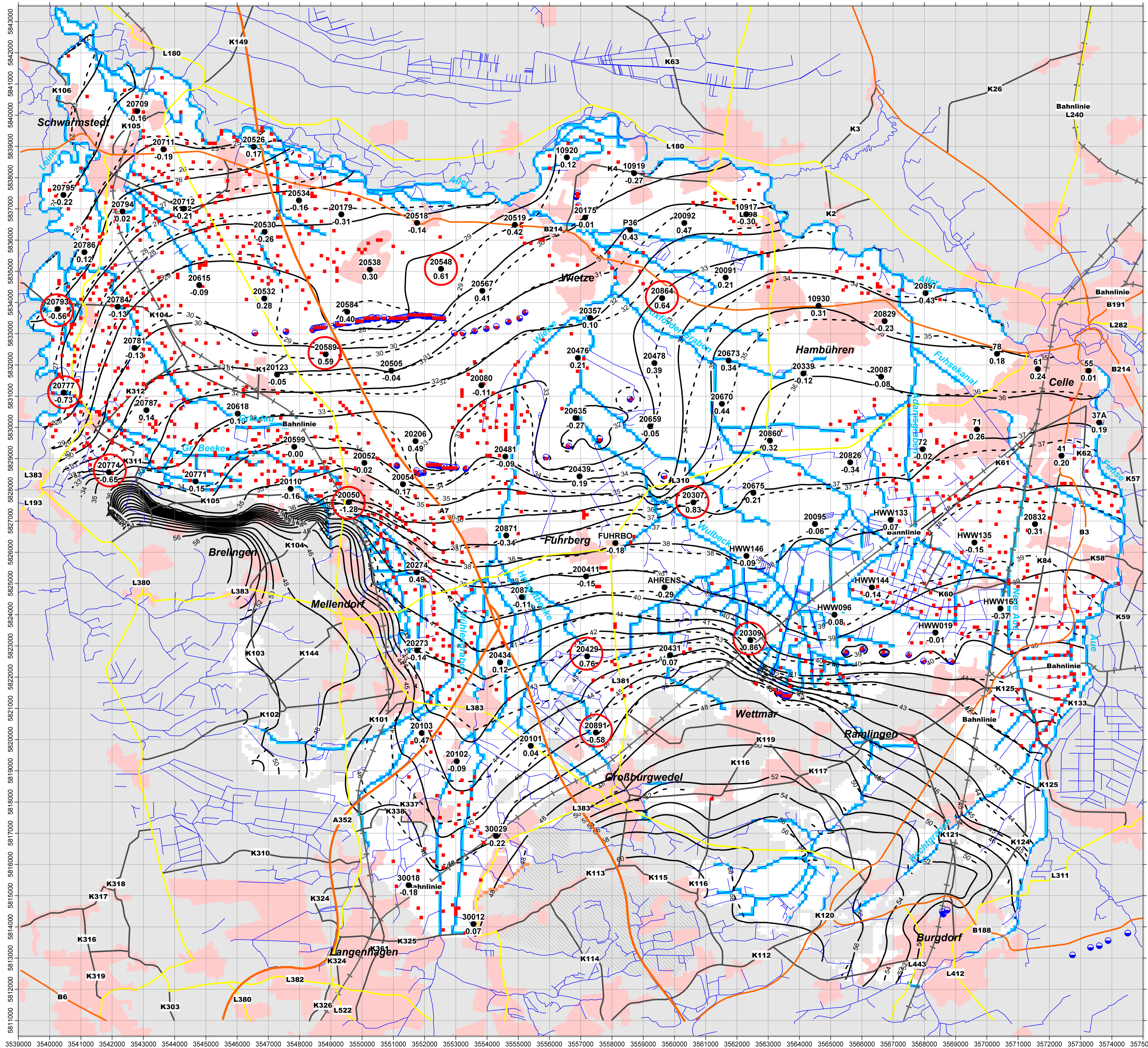
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 6.2**

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

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





**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 mit Differenz zwischen Messung und Rechnung

- Abweichungsbetrag > 0,5 m

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] im Hauptgrundwasserleiter auf Grundlage von Messdaten interpoliert

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] in Rechenebene 1 mit dem Grundwassermodell berechnet

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH  
 Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover  
 Wasserwerk Wettmar

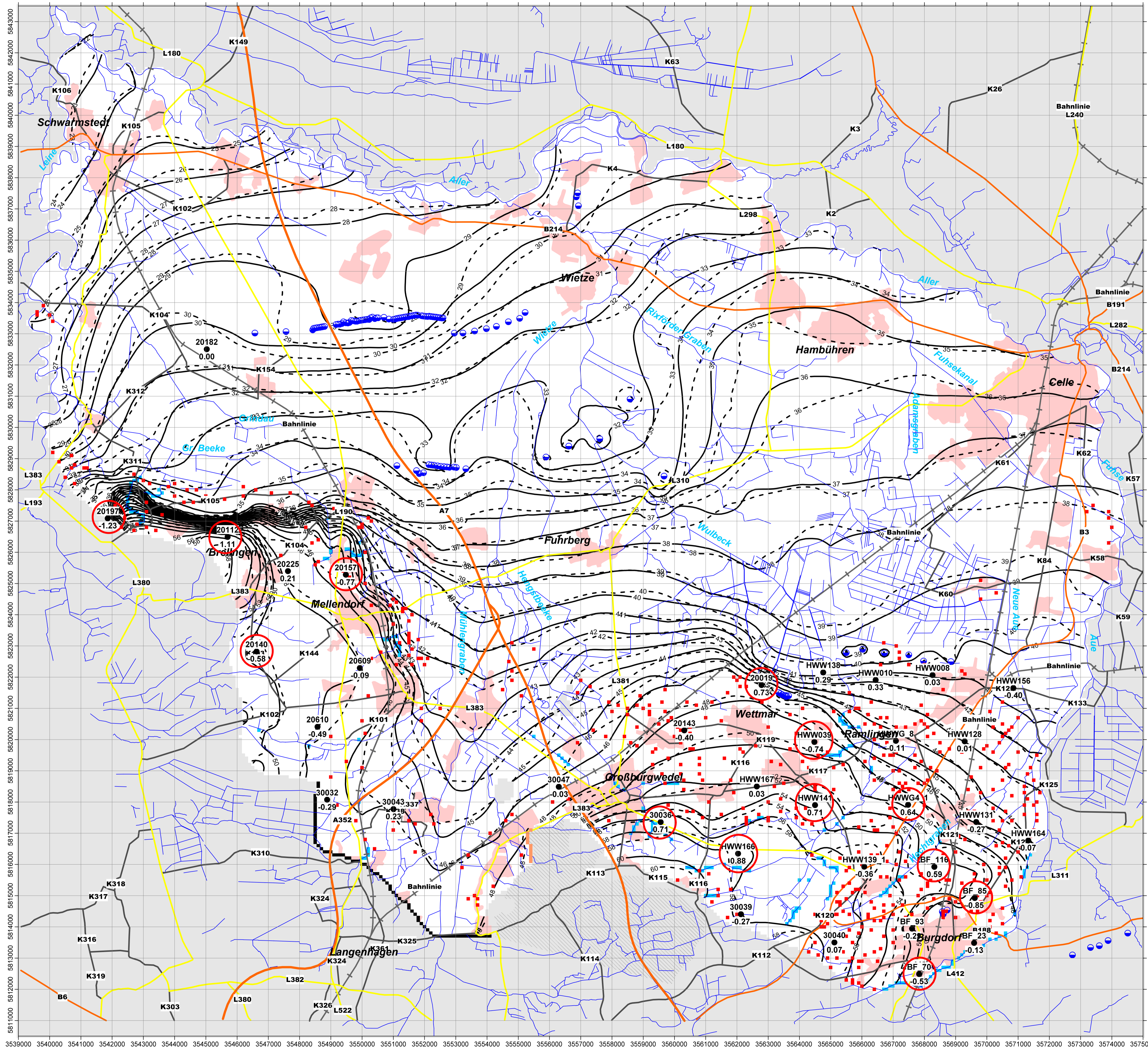
**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Modelldokumentation -**

**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





**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 mit Differenz zwischen Messung und Rechnung

- Abweichungsbetrag > 0,5 m

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] im Hauptgrundwasserleiter auf Grundlage von Messdaten interpoliert

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] in Rechenebene 3 mit dem Grundwassermodell berechnet

0 1000 2000 3000 4000

enercity AG  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld

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

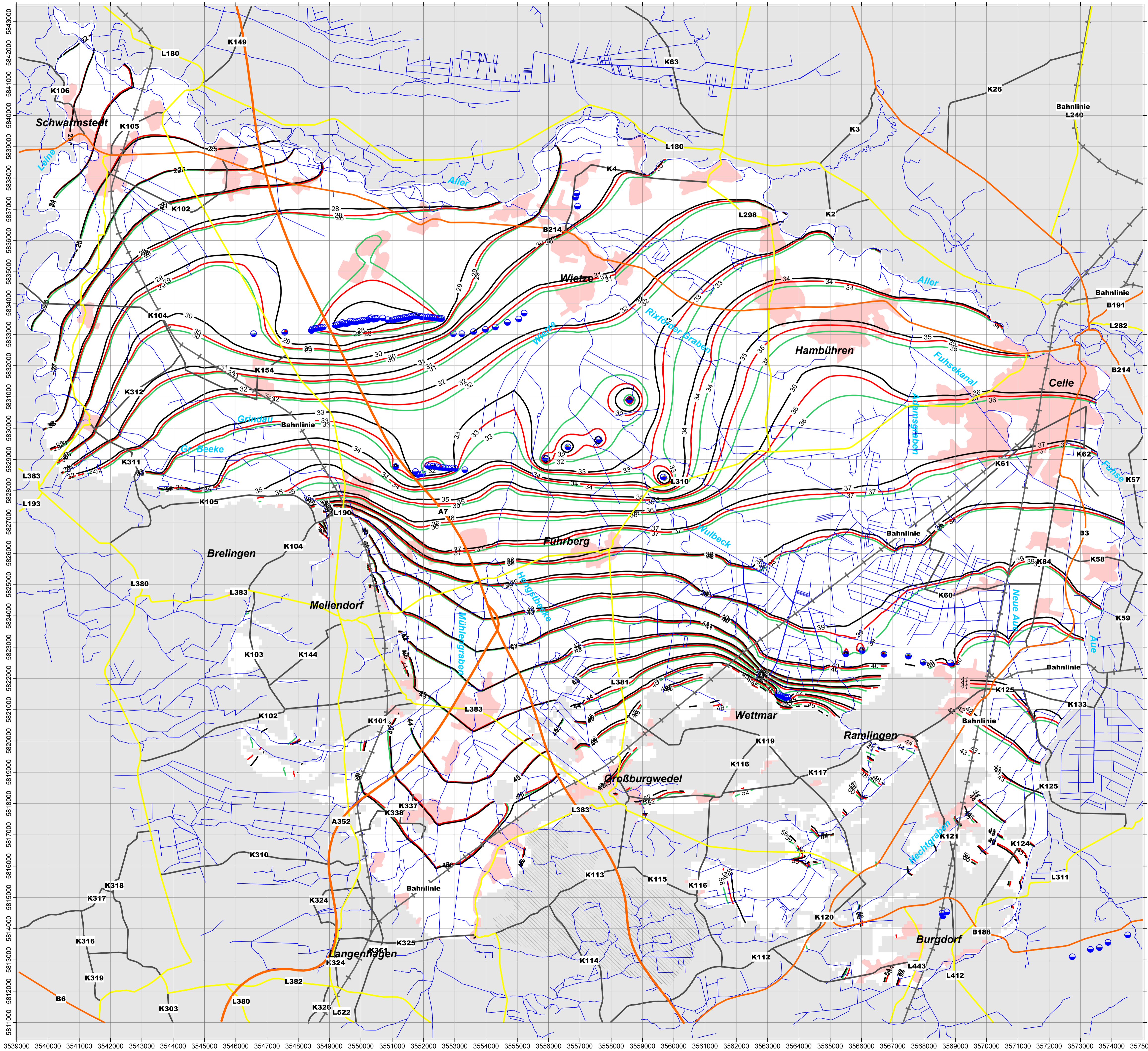
**Anlage 7.2**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





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

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

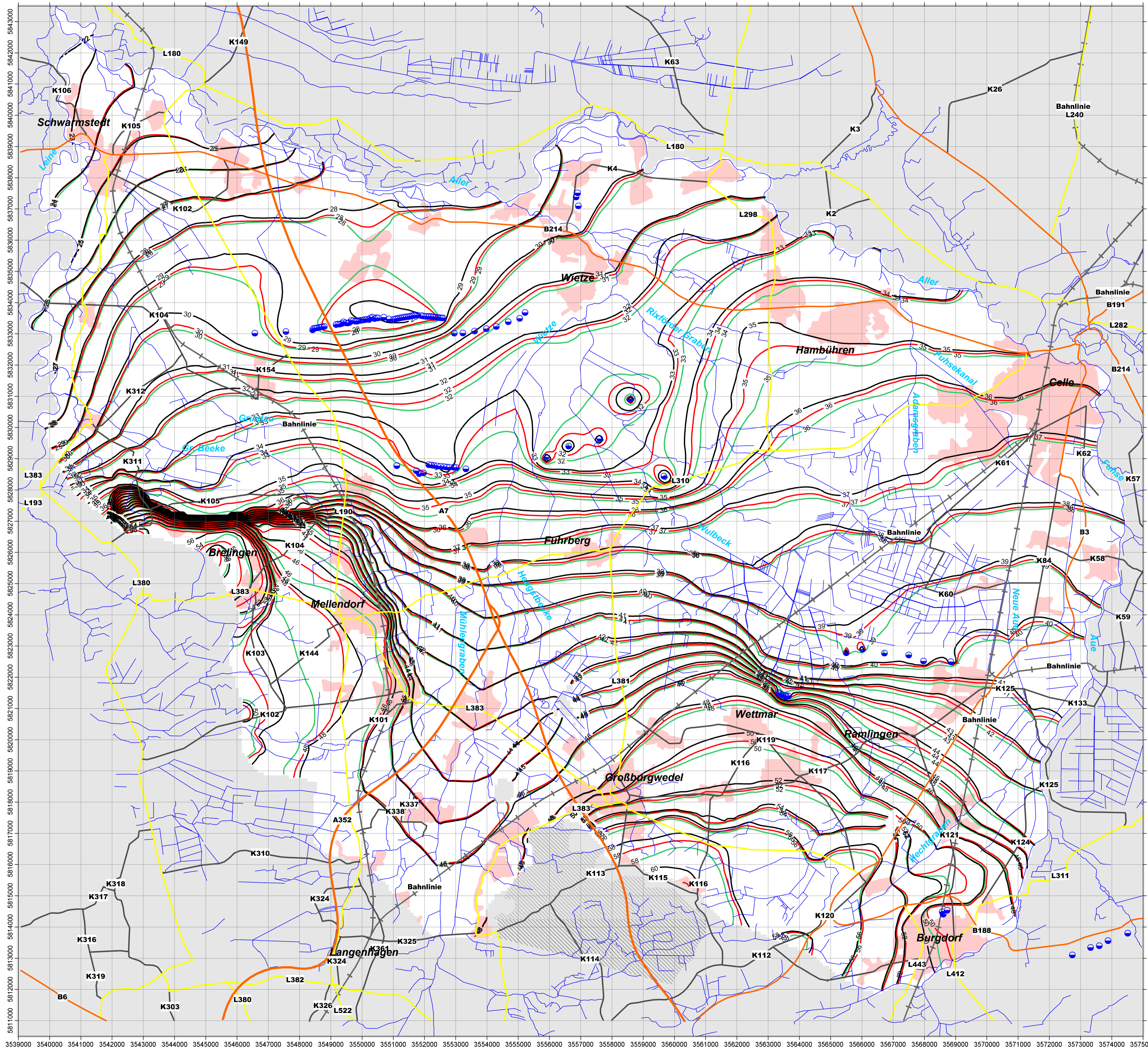
**Linien gleicher Grundwasserspiegel  
MGW 2004 berechnet  
für die verschiedenen  
Neubildungsansätze  
Rechenebene 1**

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]  
GROWA06V2 - Originaldaten

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]  
GROWA06V2 - Modifikation 1

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN]  
GROWA06V2 - Modifikation 2

0 1000 2000 3000 4000





enercity AG  
Wassergewinnung Fährberger 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)

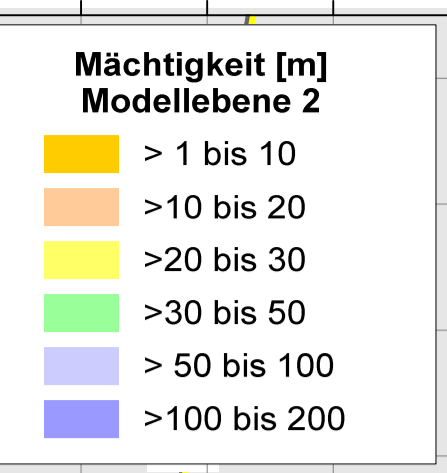
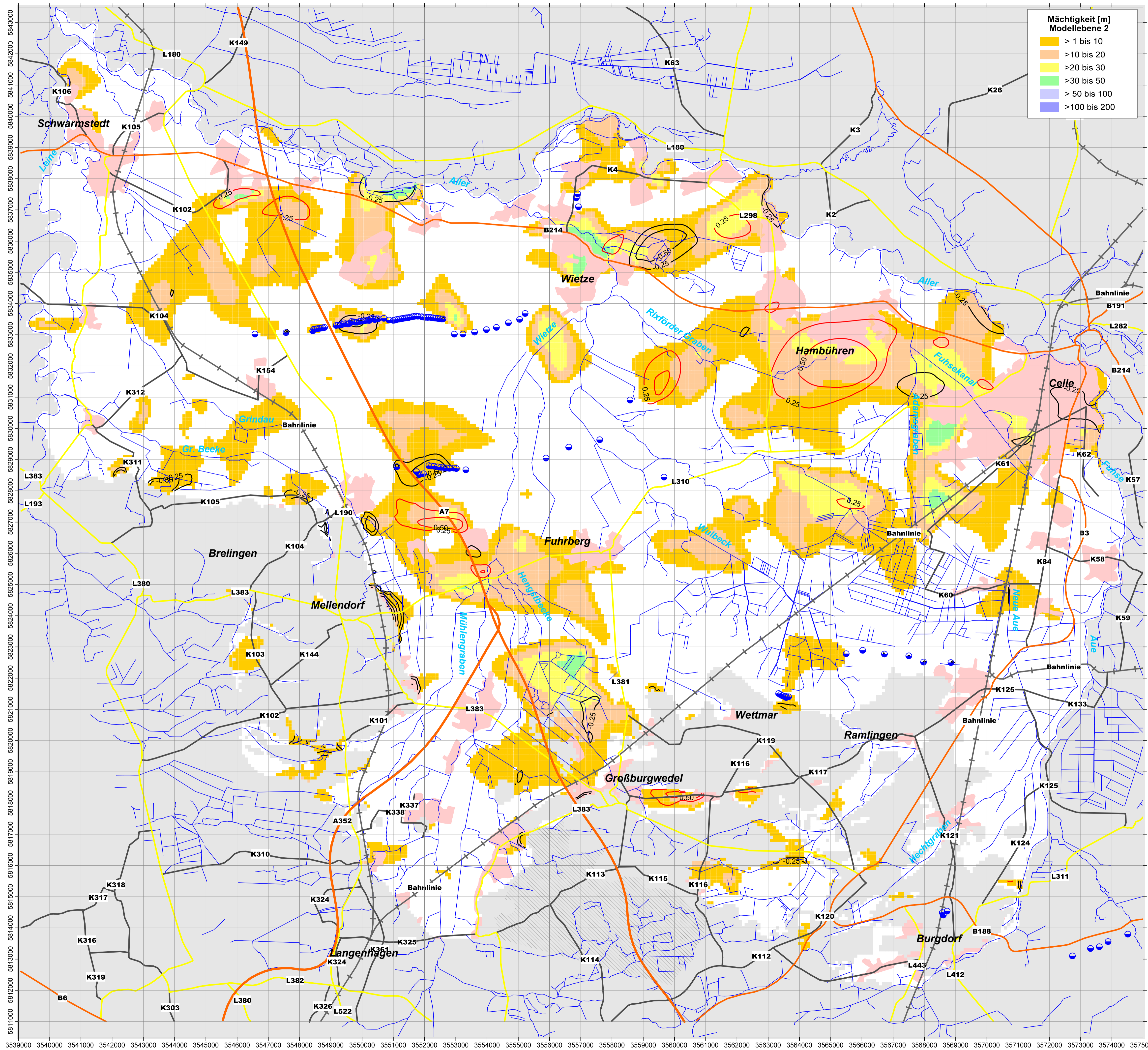
Modellstand: Juli 2020

**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 positive energie

Harzwasserwerke

Wasserverband Nordhannover

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**

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

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



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





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



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

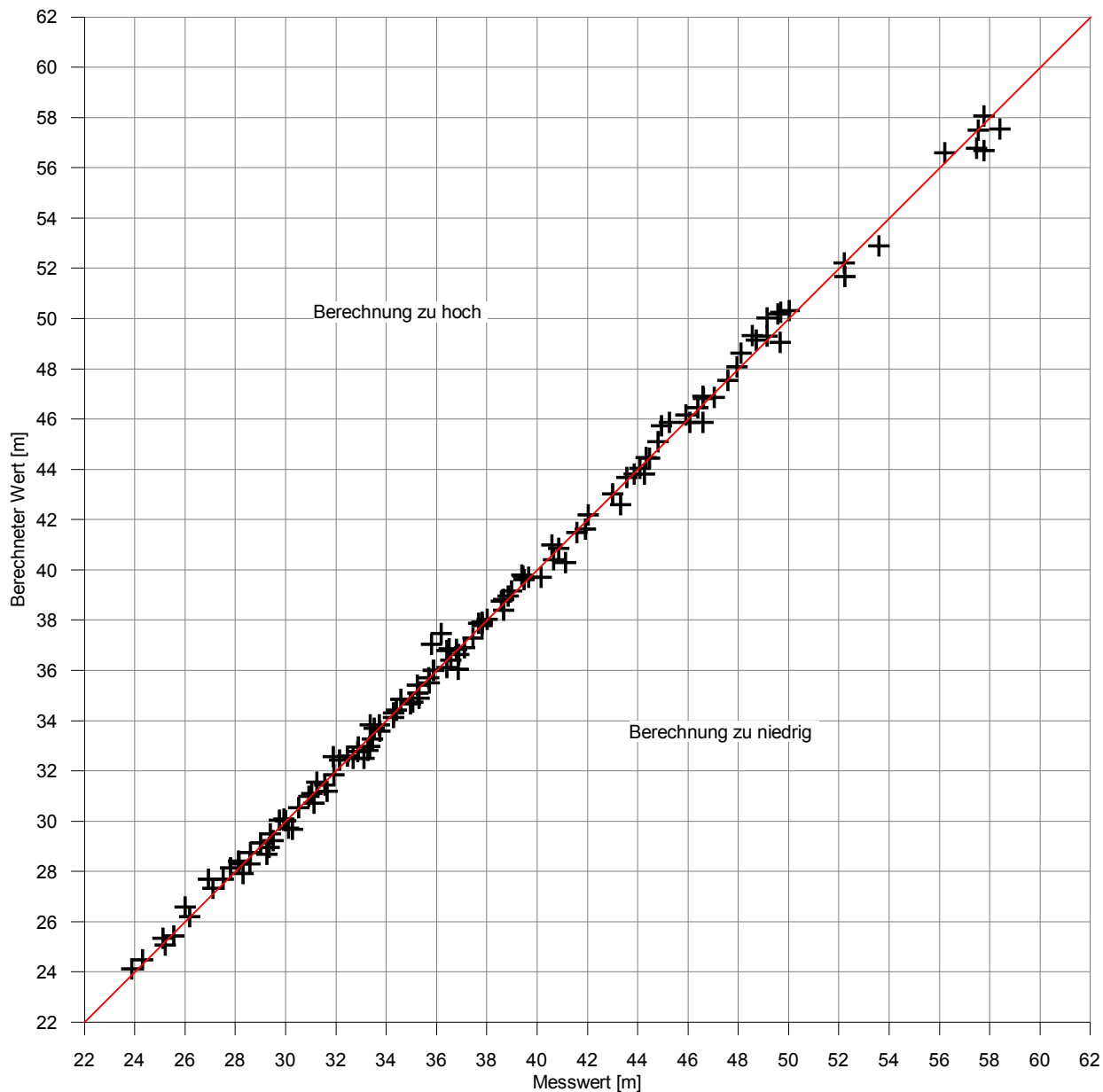


1	2	3	4	5
Messstellen- Bezeichnung	MGW KJ 2004	MGW berechnet	Differenz 2 - 3	abs. Differenz 2 - 3
	mNN	mNN	m	m
HWW010	41.93	41.61	0.33	0.33
HWW039	48.57	49.30	-0.74	0.74
HWW128	43.02	43.01	0.01	0.01
HWW131	44.83	45.10	-0.27	0.27
HWW138	40.68	40.39	0.29	0.29
HWW139_1	56.23	56.59	-0.36	0.36
HWW141	53.60	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
<b>Mittelwerte</b>	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 [-]

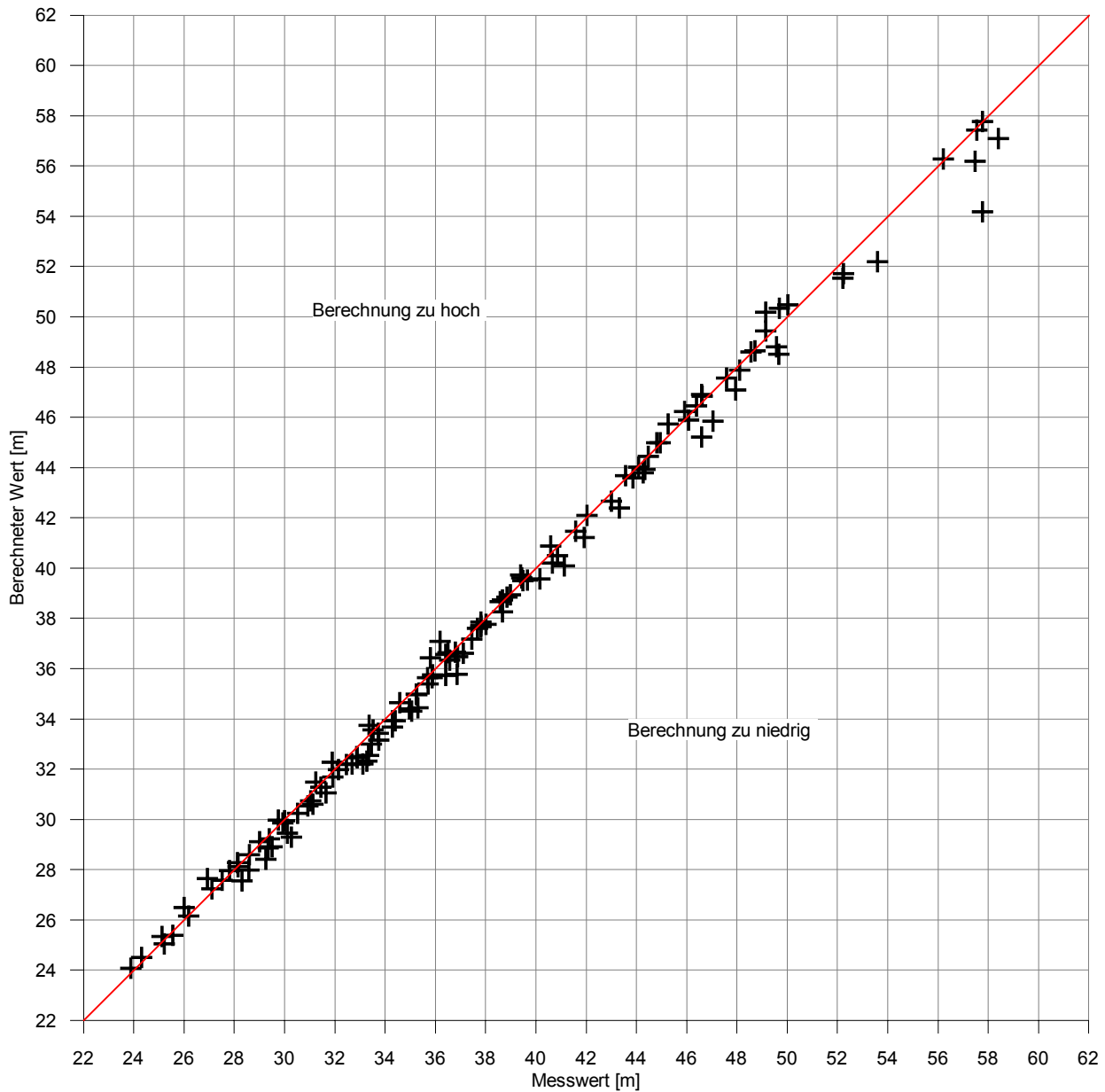
Grundlage: GROWA06V2  
Modifikationen Schritte 1 und 2:  
Wald 176 mm, wenn FA > 2 m  
Landwirtschaftliche Flächen 226 mm, wenn FA > 2 m  
Multiplikation mit den Faktoren 1,09 oder 0,90

Modellstand: Juli 2020  
HMM, Bad Nenndorf



## Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

Standrohrspiegel - Vergleich Messung / Rechnung im Streudiagramm



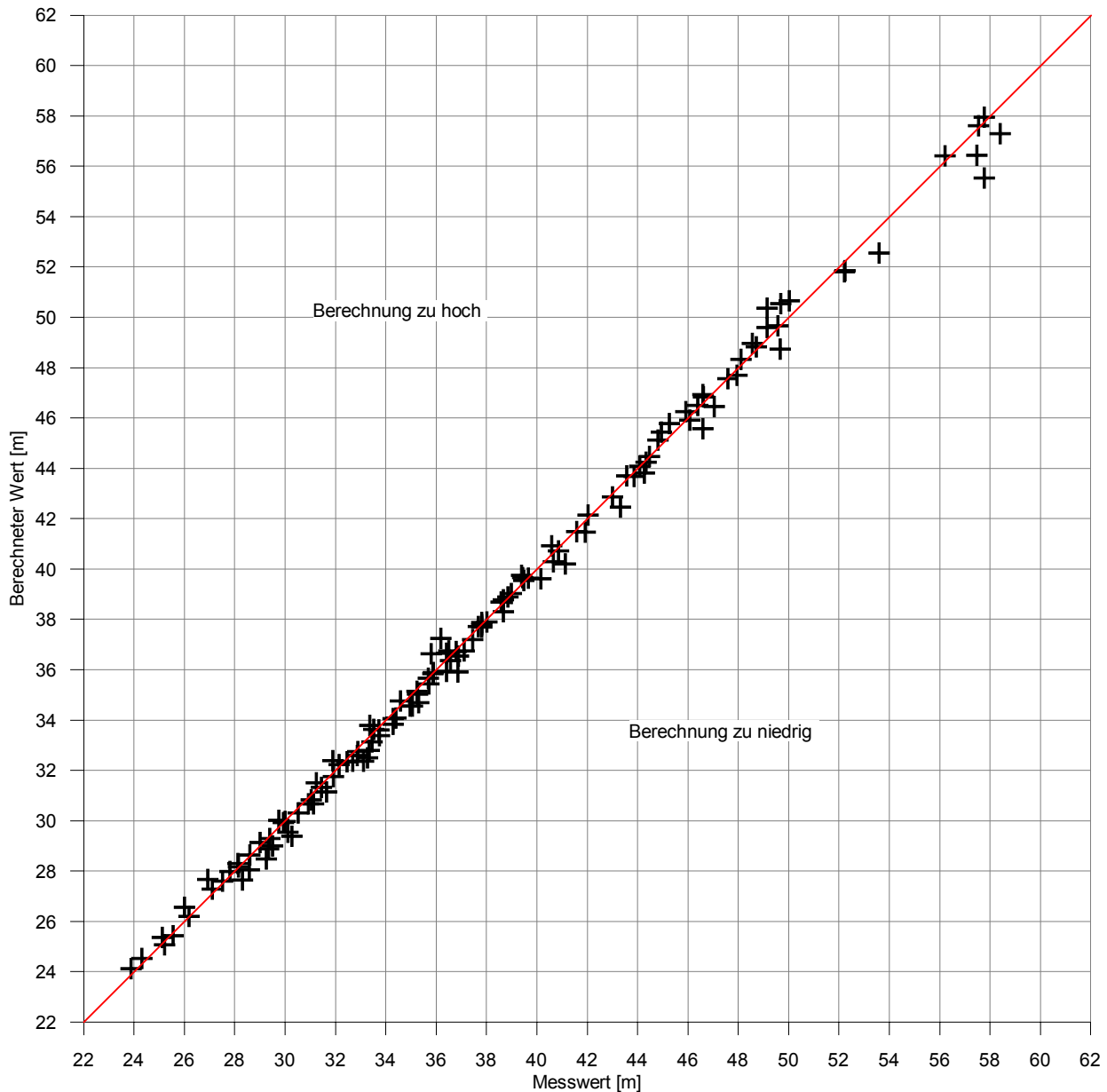
mittlere absolute Abweichung: 0,42 m  
 Standardfehler: 0,61 m  
 Modellfehler: 1,2 % (mittlere absolute Abweichung / Spannweite)  
 Korrelationskoeffizient: 1,00 [-]

**GROWA06V2 - Originaldaten**



## 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 [-]

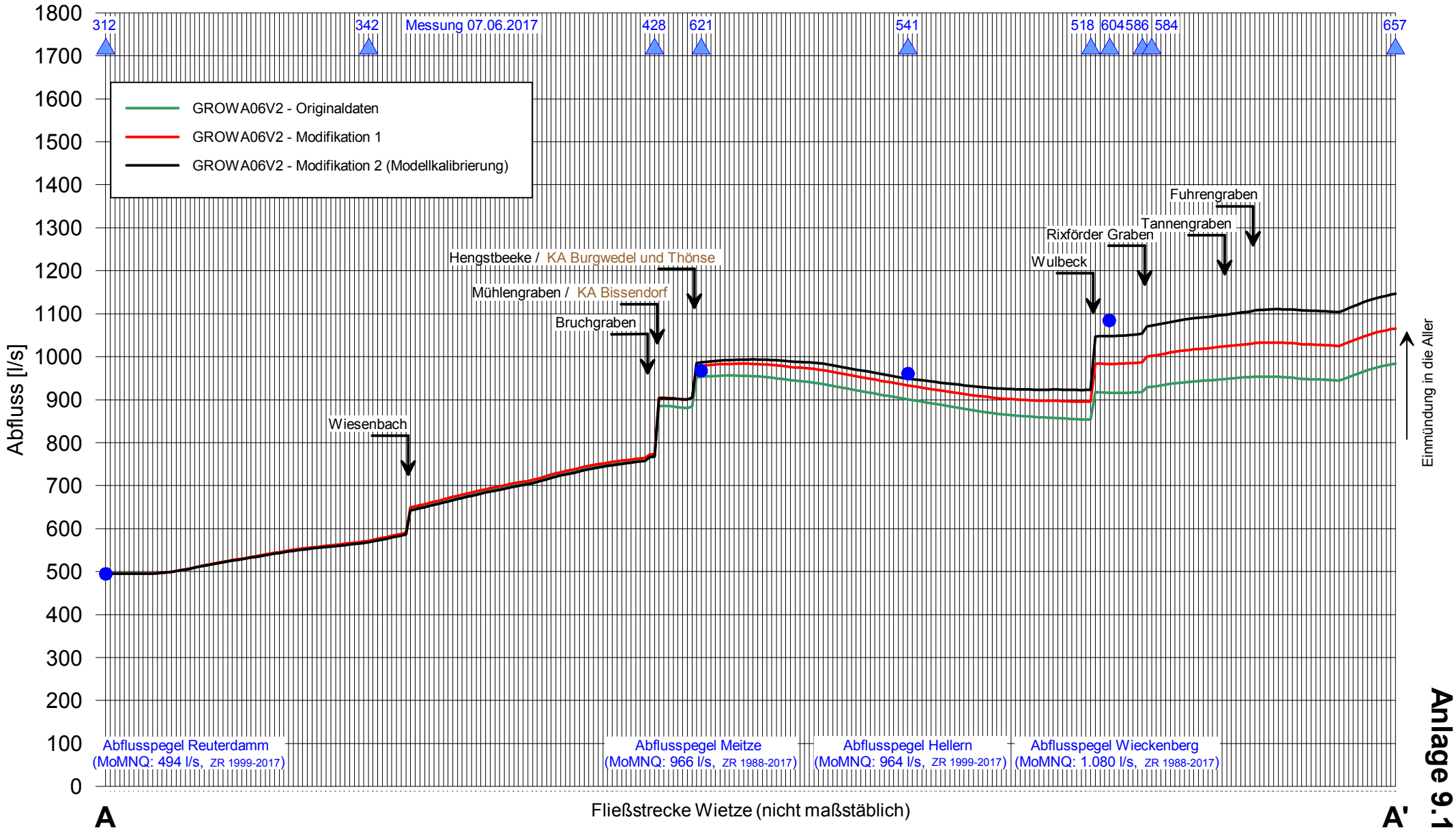
**Grundlage: GROWA06V2**  
**Modifikation Schritt 1:**  
**Wald 176 mm, wenn FA > 2 m**  
**Landwirtschaftliche Flächen 226 mm, wenn FA > 2 m**



# Kumulativer Basis-Abfluss in der Wietze - Kalibrierungszustand (MGW 2004) -

Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

Wassergewinnung Hannover-Nord

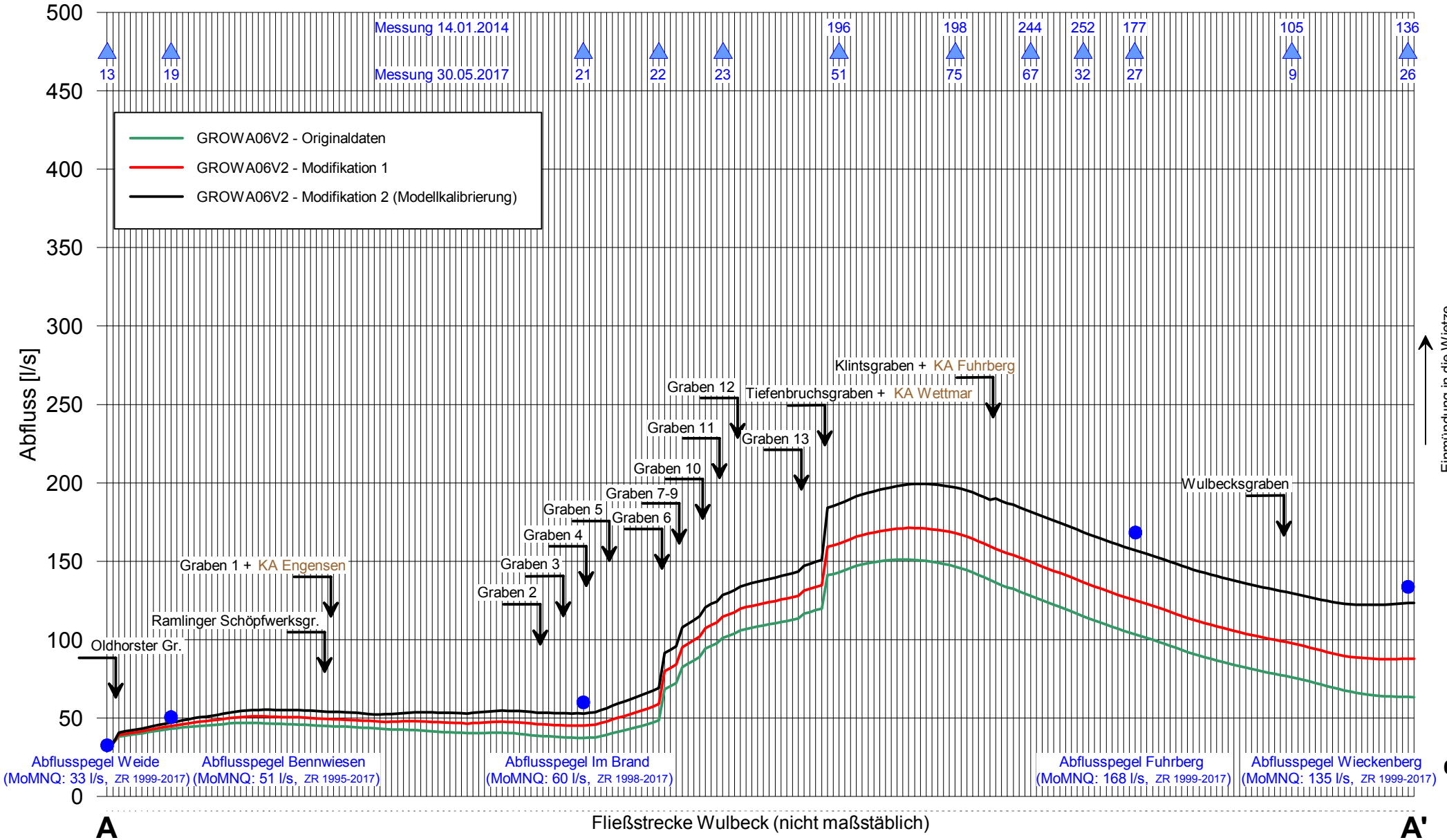




# Kumulativer Basis-Abfluss in der Wulbeck - Kalibrierungszustand (MGW 2004) -

Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

Wassergewinnung Hannover-Nord

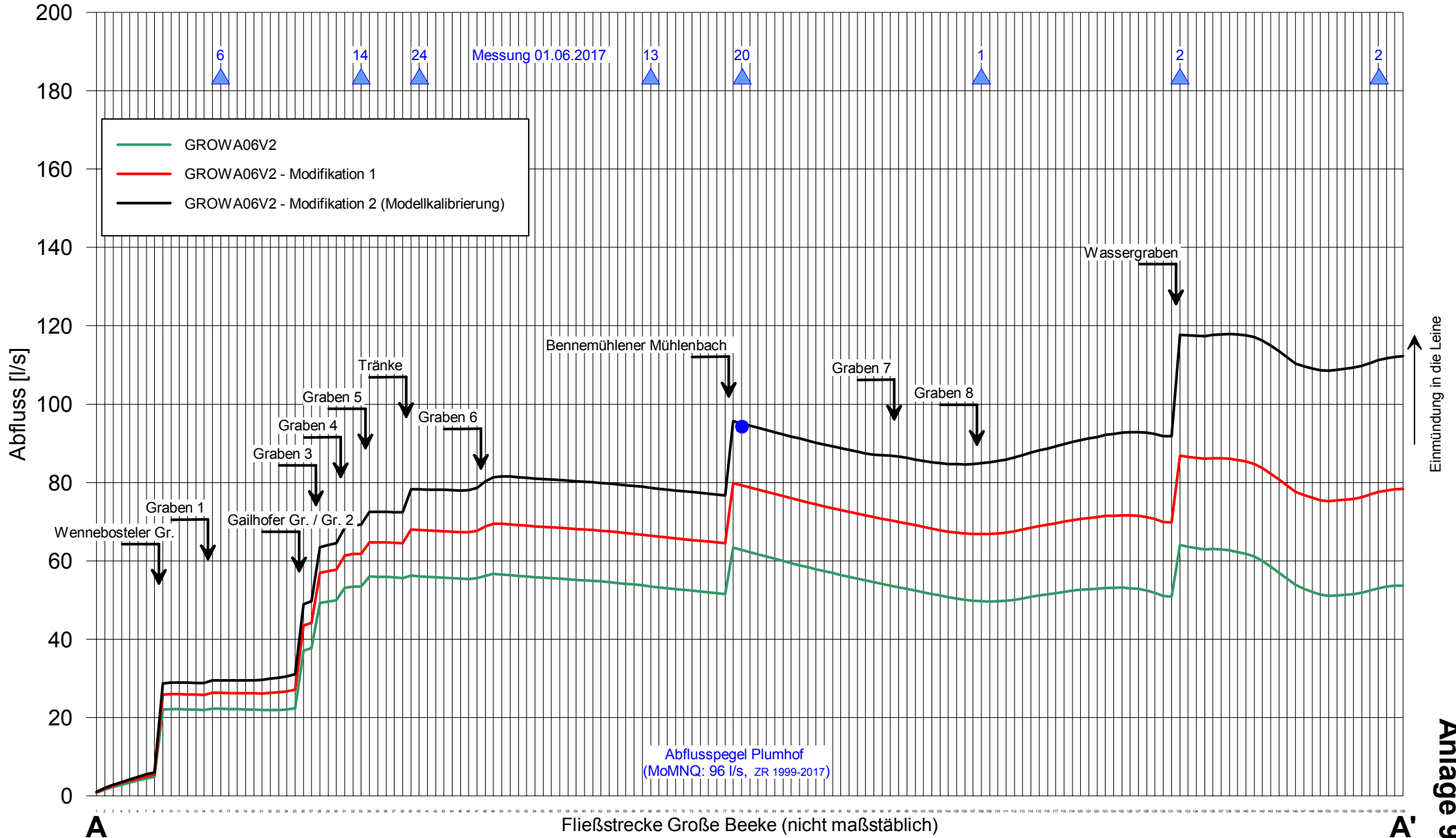




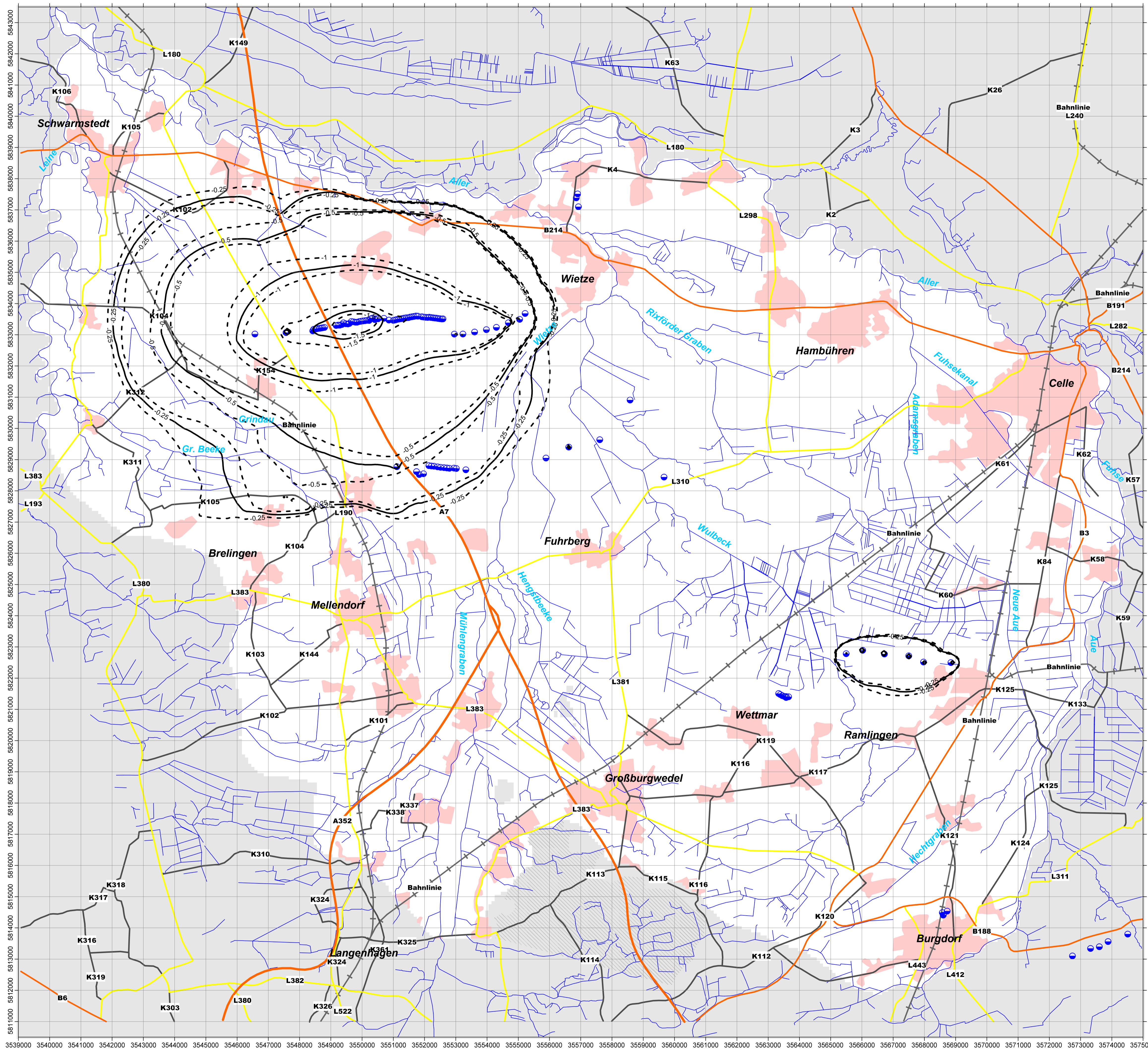
# Kumulativer Basis-Abfluss in der Großen Beeke - Kalibrierungszustand (MGW 2004) -

Geohydrologisches Gutachten  
zum Wasserrechtsantrag  
- Zwischenergebnisse -

Wassergewinnung Hannover-Nord







**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linien gleicher zusätzlicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m] im Hauptgrundwasserleiter berechnet für 41 + 4,5 + 0,89 Mio. m<sup>3</sup>/a

Sensitivität Grundwasserneubildung 90 (außen) und 110 % (innen)

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wasserverband Nordhannover

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)

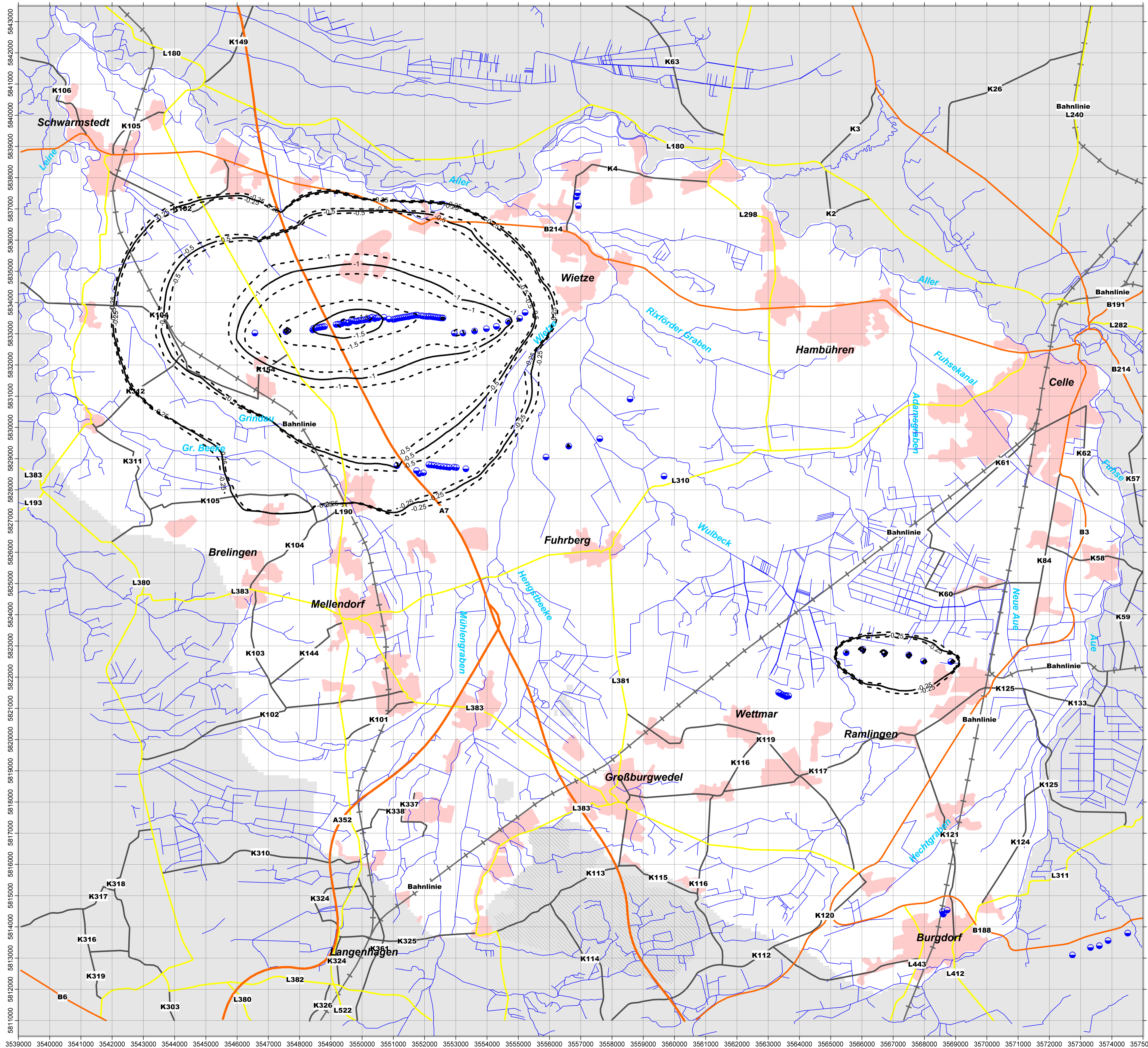
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 10.1**

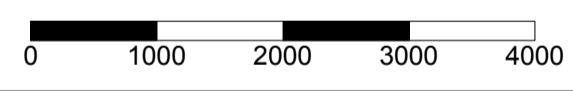
HMM Ingenieurbüro H.-H. Meyer Parkstr. 5 31542 Bad Nenndorf

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





- Förderbrunnen:**
- Trinkwasserversorgung
  - deaktivierte Modellelemente
  - Festgestein
  - ~ Linien gleicher zusätzlicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m] im Hauptgrundwasserleiter berechnet für 41 + 4,5 + 0,89 Mio. m<sup>3</sup>/a
  - - - Sensitivität horizontaler kf-Wert 90 (außen) und 110 % (innen)

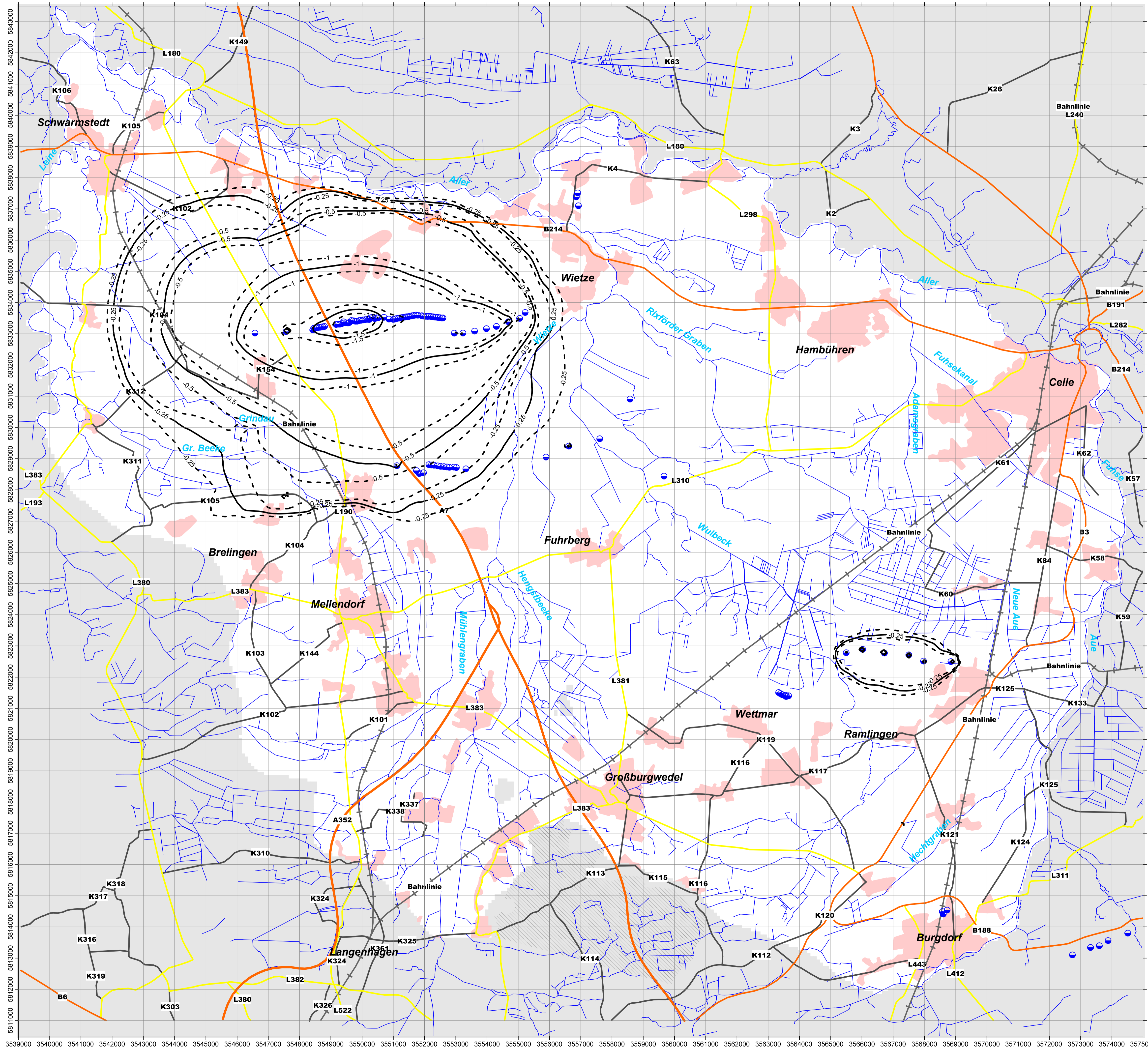


Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

**Sensitivität der prognostizierten  
zusätzlichen Gw-Absenkung  
gegenüber einer Veränderung  
der Durchlässigkeitsbeiwerte**

Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1) | Modellstand: Juli 2020 | **Anlage 10.2**





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

Linien gleicher zusätzlicher Grundwasserspiegel-Absenkung [m] im Hauptgrundwasserleiter berechnet für 41 + 4,5 + 0,89 Mio. m<sup>3</sup>/a

Sensitivität Leitwert 67 (außen) und 150 % (innen)

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke

Wasserverband Nordhannover

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)

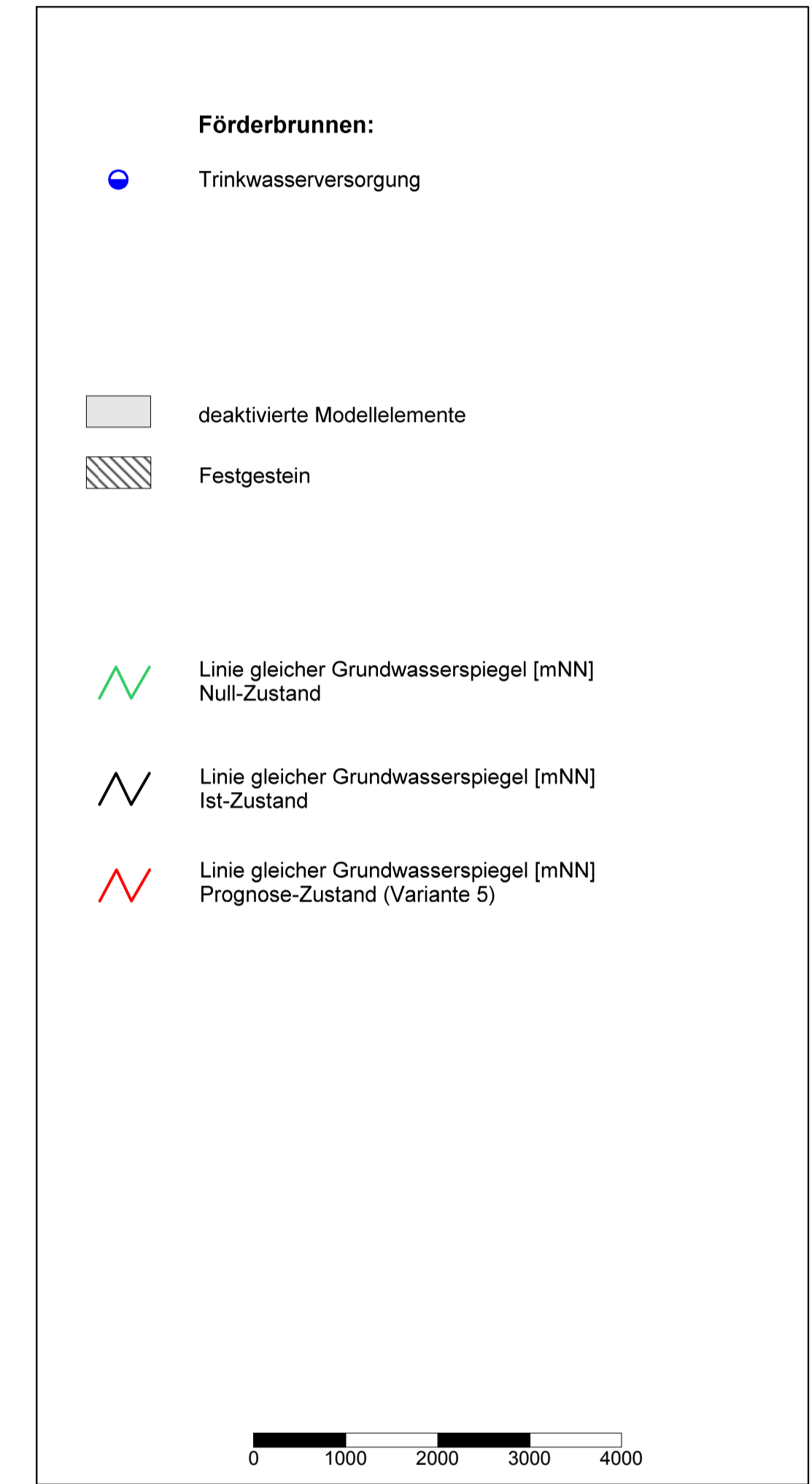
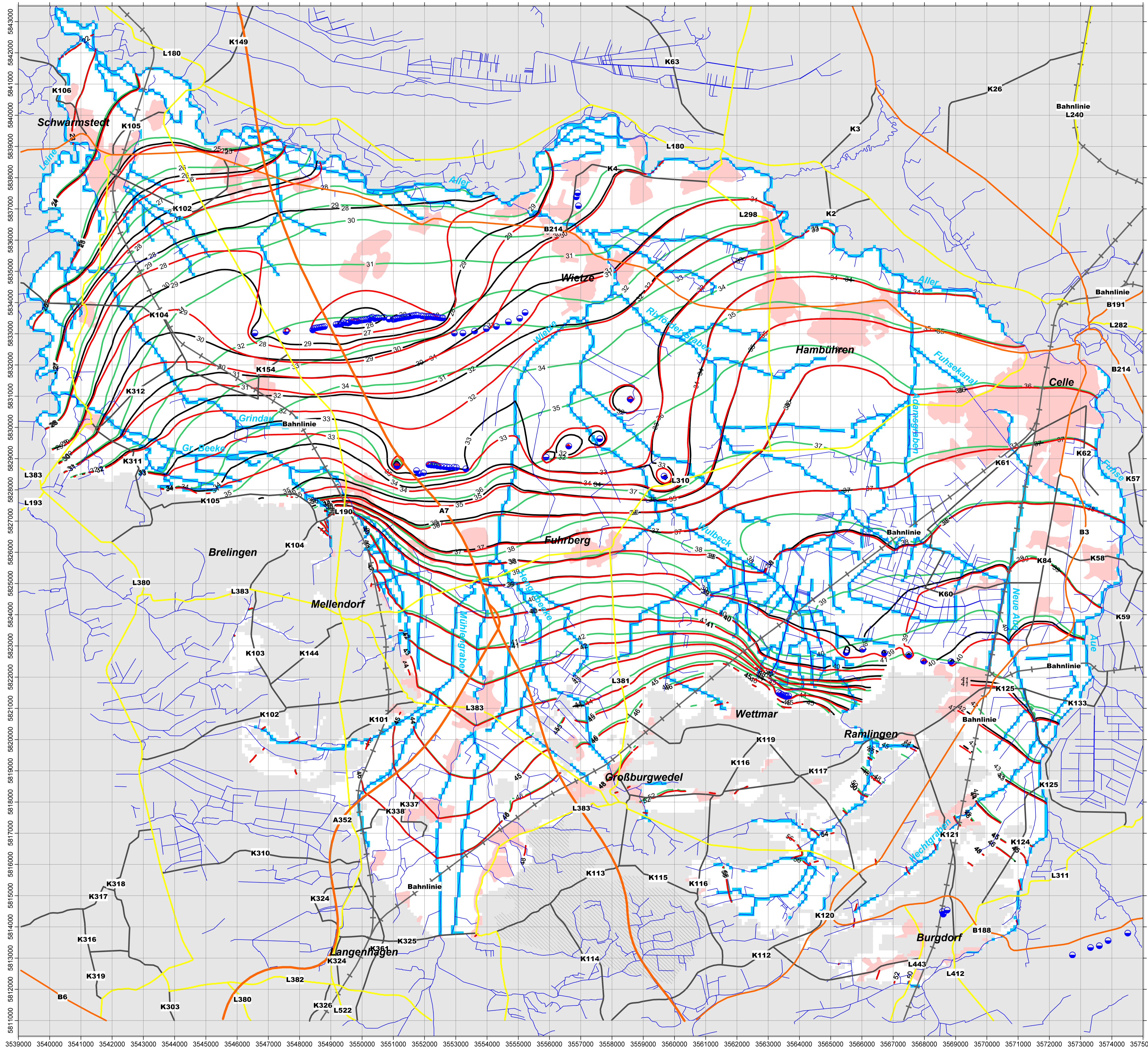
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 10.3**

HMM 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 -

**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)

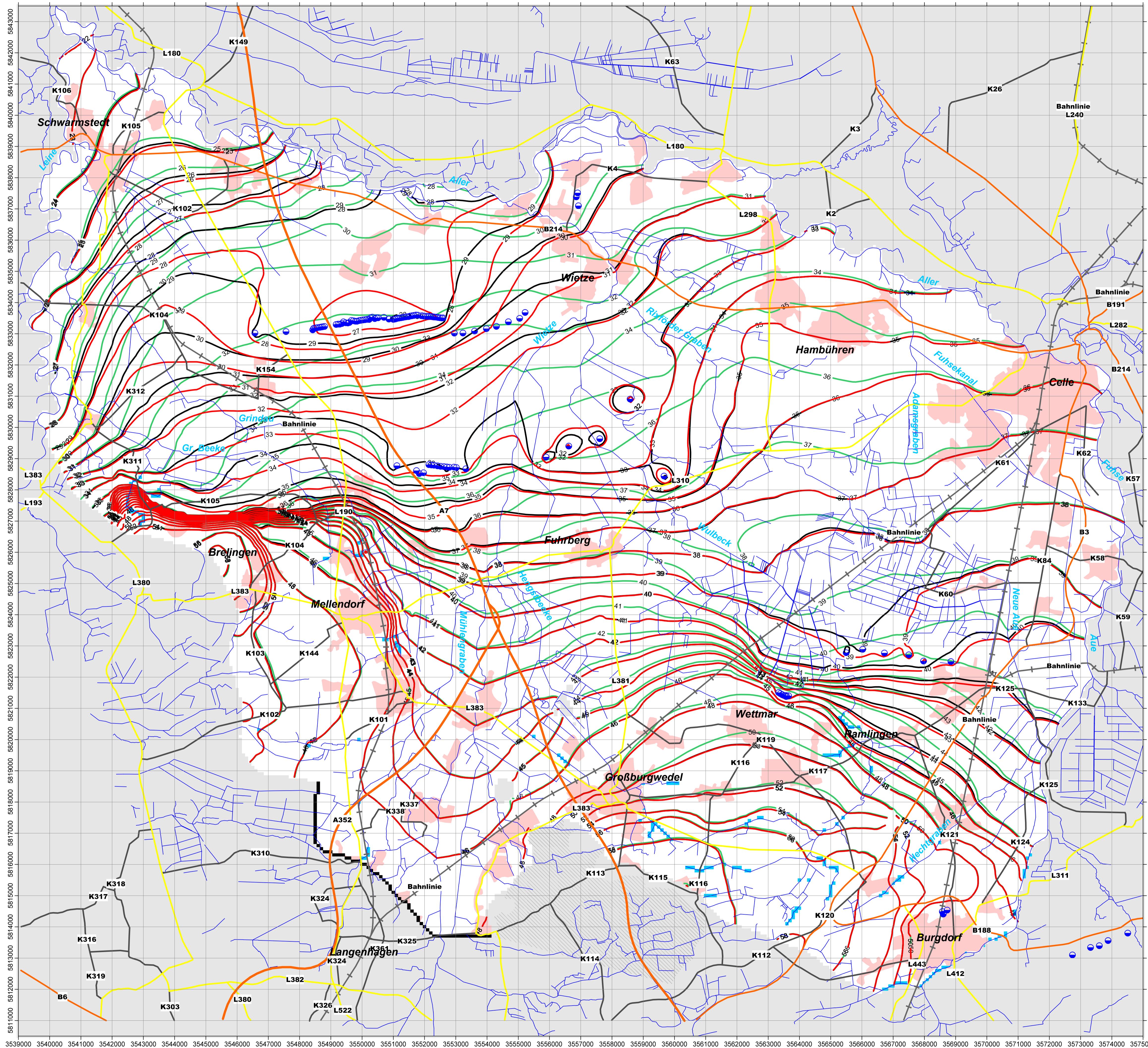
Modellstand: Juli 2020

**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 AG | Harzwasserwerke GmbH | Wasserverband Nordhannover  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld | Wasserwerk Ramlingen | Wasserwerk Wettmar

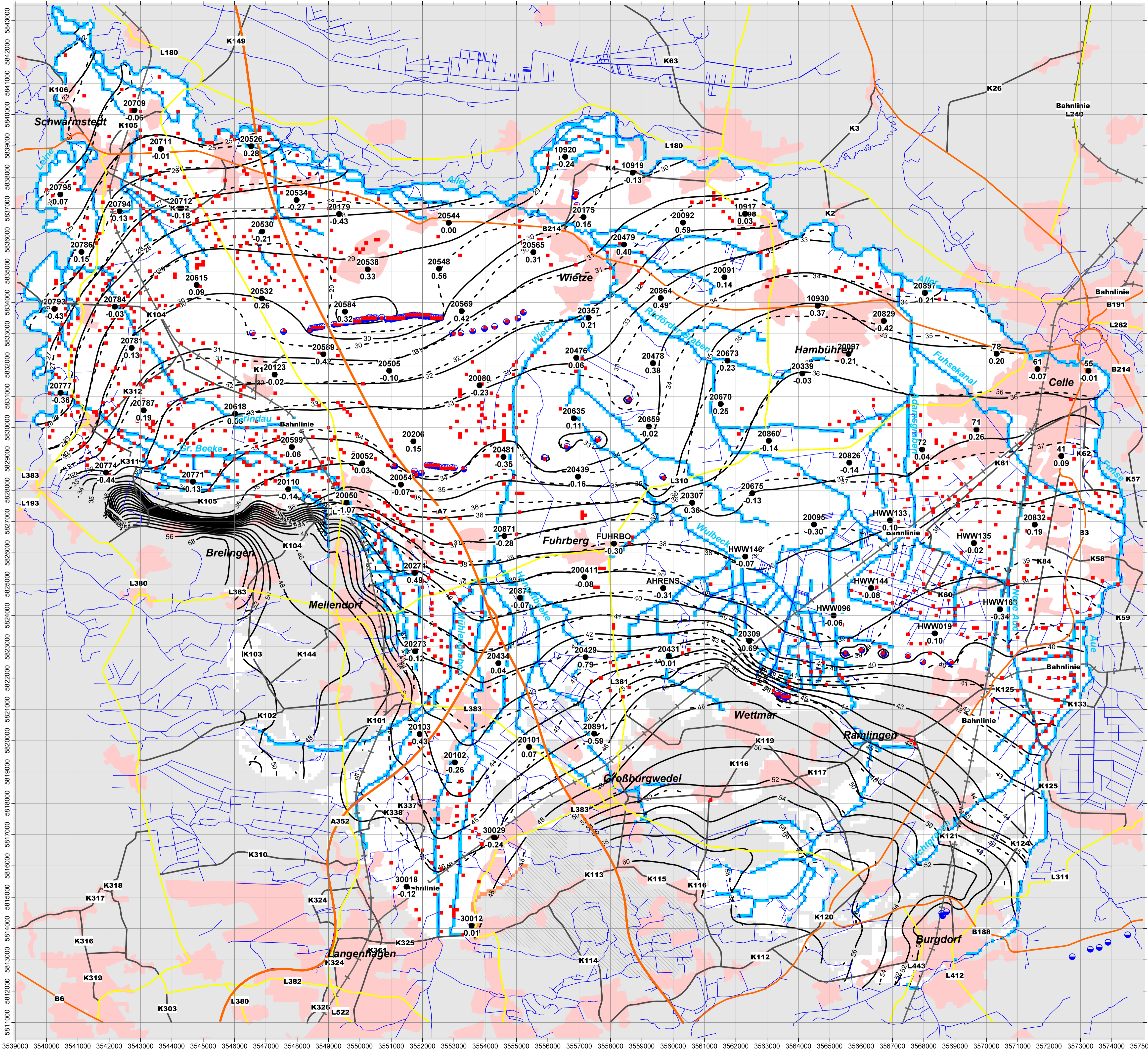
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

**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 | Fon: 05723 / 749 82 40  
 31542 Bad Nenndorf | 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

ausgewählte Kontrollmessstellen mit Differenz zwischen Messung und Rechnung

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] im Hauptgrundwasserleiter auf Grundlage von Messdaten interpoliert

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] in Rechenebene 1 mit dem Grundwassermodell berechnet

0 1000 2000 3000 4000

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

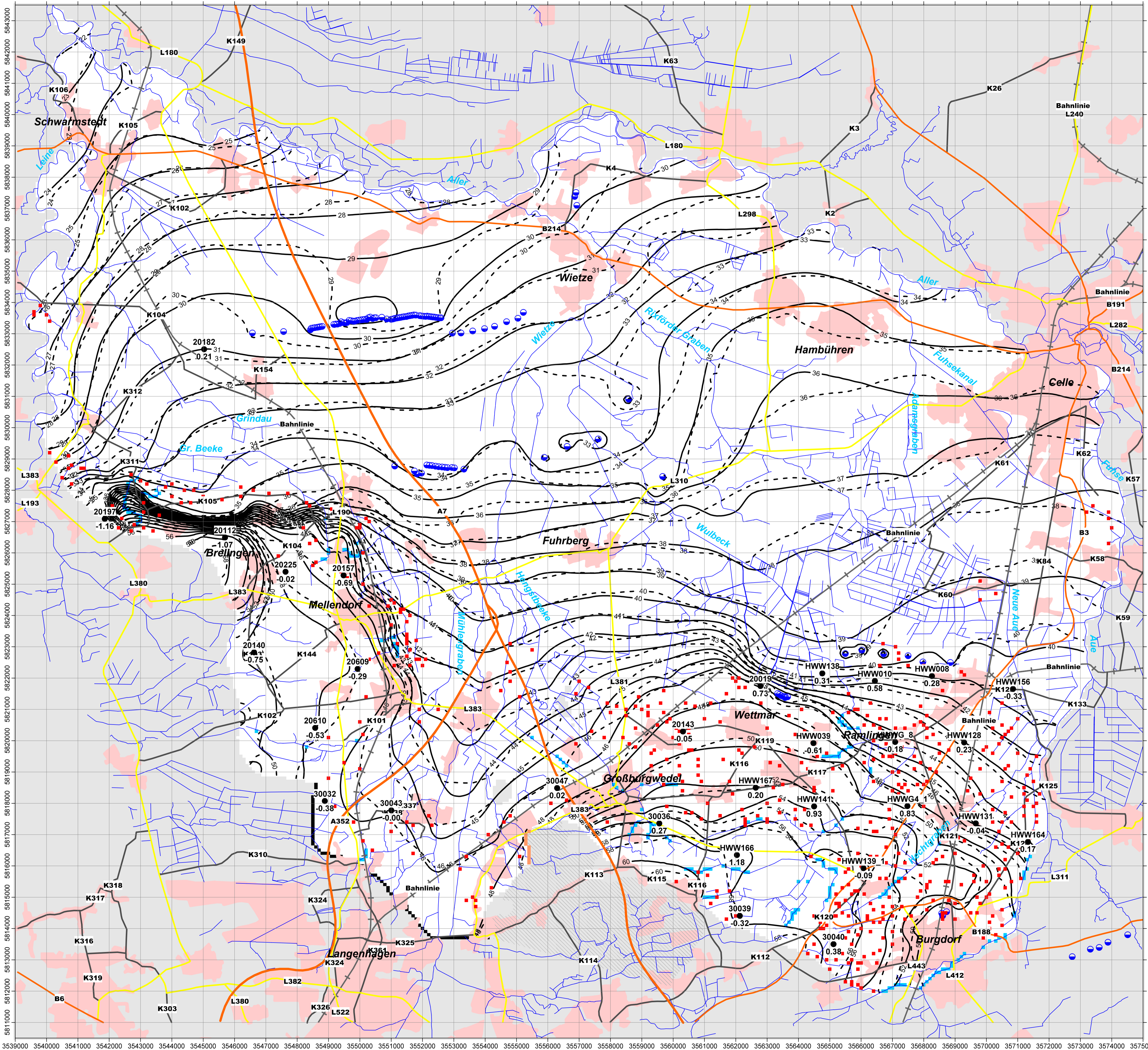
Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord  
- Modelldokumentation -

**Modelltest 1:  
Grundwasserhöhen-Gleichenplan  
MGW 1999  
- Vergleich Messung/Rechnung -  
Rechenebene 1**

Maßstab: 1 : 60 000 (bei Ausdruck auf DIN A1) | Modellstand: Juli 2020 | **Anlage 12.1**

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

ausgewählte Kontrollmessstellen mit Differenz zwischen Messung und Rechnung

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] im Hauptgrundwasserleiter auf Grundlage von Messdaten interpoliert

Linie gleicher Grundwasserspiegel [mNN] in Rechenebene 3 mit dem Grundwassermodell berechnet

0 1000 2000 3000 4000

enercity positive energie

Harzwasserwerke Wasserwerk Rammlingen

Wasserverband Nordhannover Wasserwerk Wettmar

Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord - Modelldokumentation -

**Modelltest 1: Grundwasser-Gleichenplan MGW 1999 - Vergleich Messung/Rechnung - Rechenebene 3**

Maßstab: 1 : 60 000 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

**Anlage 12.2**

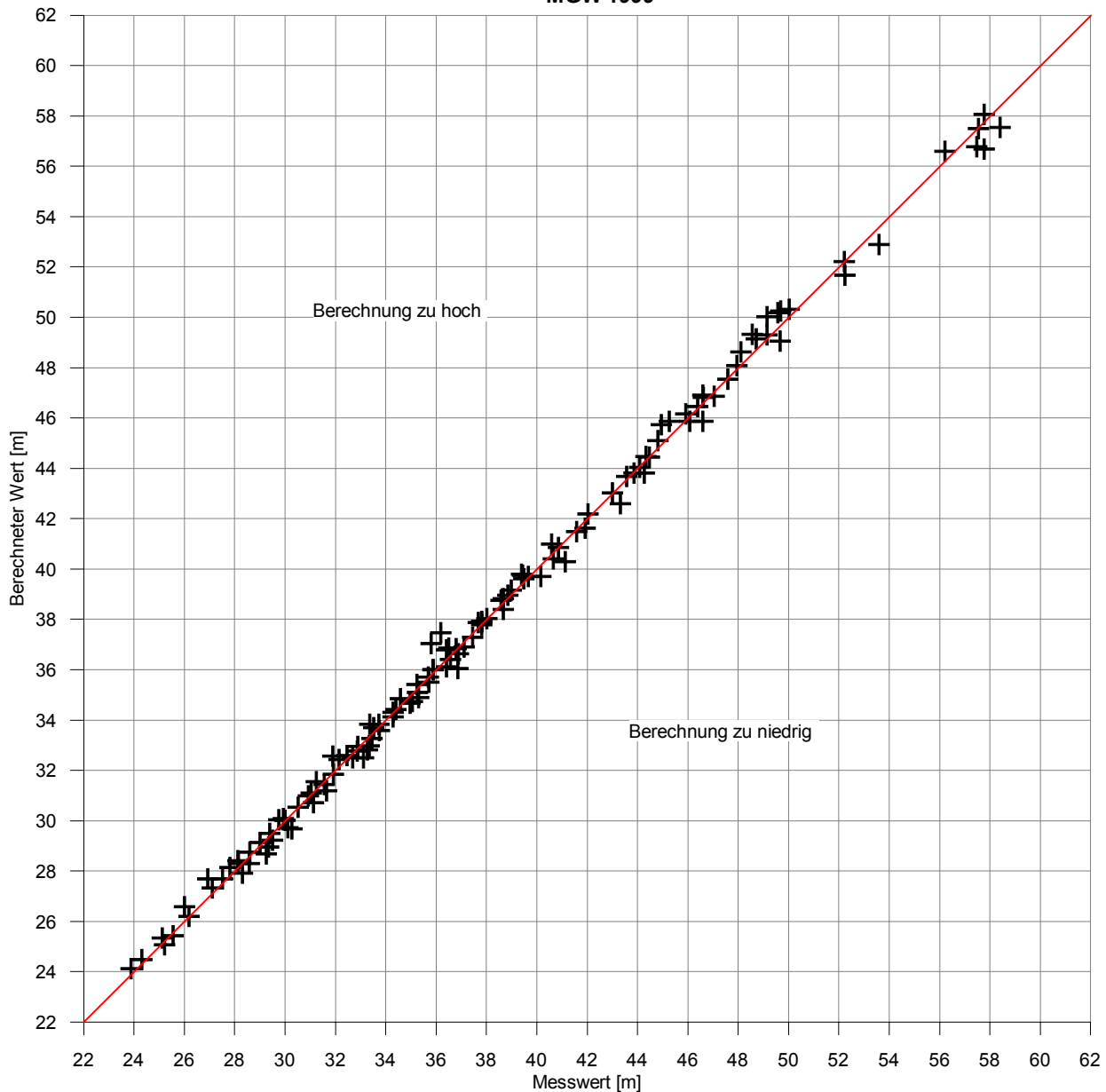
HMM Ingenieurbüro H.-H. Meyer Parkstr. 5 31542 Bad Nenndorf

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



## 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 [-]

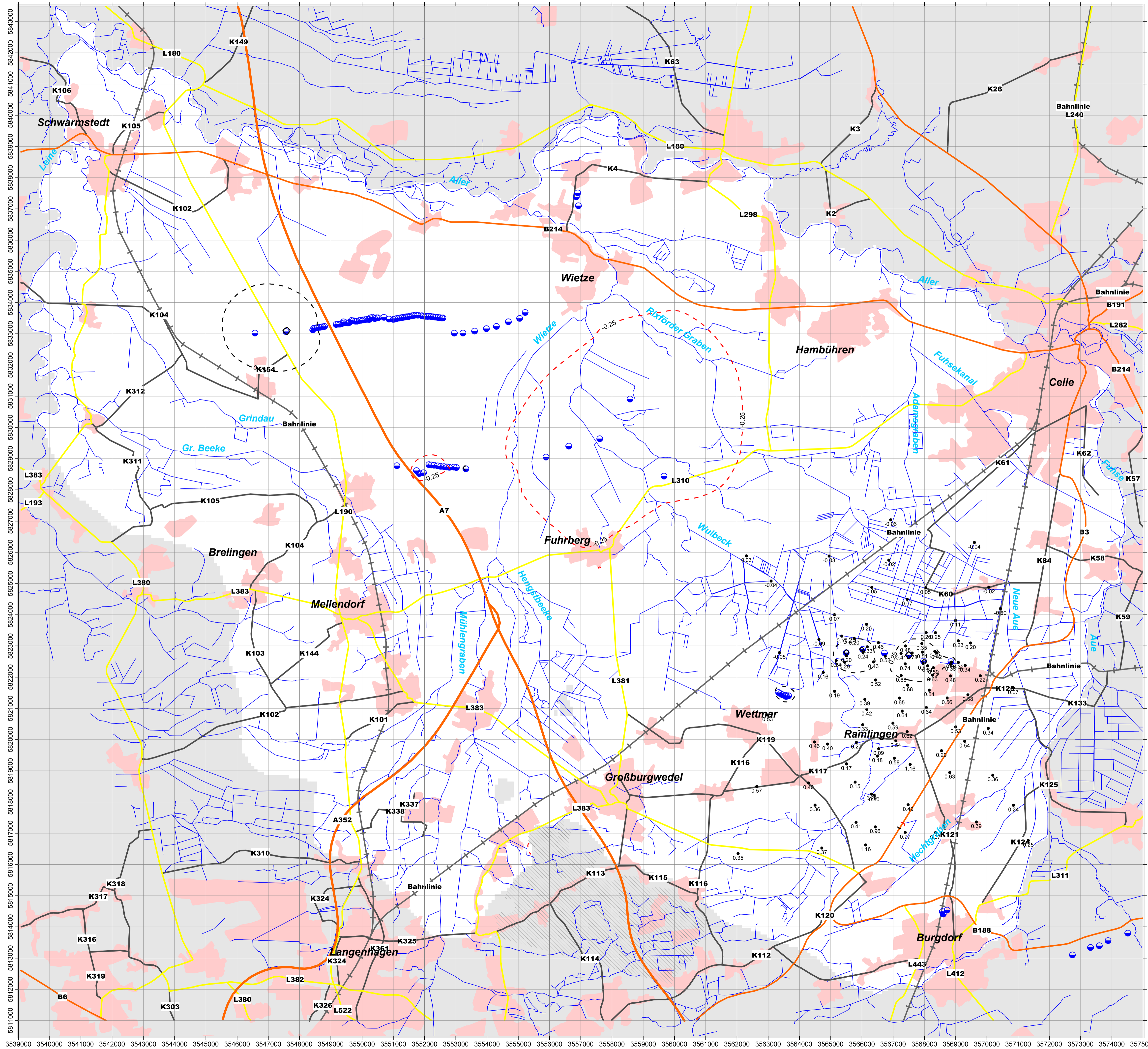
Grundlage: GROWA06V2  
Modifikationen Schritte 1 und 2:  
Wald 176 mm, wenn FA > 2 m  
Landwirtschaftliche Flächen 226 mm, wenn FA > 2 m  
Multiplikation mit den Faktoren 1,09 oder 0,90

Modellstand: Juli 2020  
HMM, Bad Nenndorf









**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung
- Grundwassermessstellen 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

0 1000 2000 3000 4000

energy AG | Harzwasserwerke GmbH | Wasserverband Nordhannover  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld | Wasserwerk Ramlingen | Wasserwerk Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord**  
- Modelldokumentation -

**Linien gleicher Grundwasserspiegel-Änderung zwischen 1993 und 2008**

**Entnahmen:**  
 Fuhrberger Feld: 33,17 -> 34,69 Mio. m<sup>3</sup>/a  
 WW Ramlingen: 4,49 -> 3,45 Mio. m<sup>3</sup>/a  
 WW Wettmar: 0,95 -> 0,86 Mio. m<sup>3</sup>/a

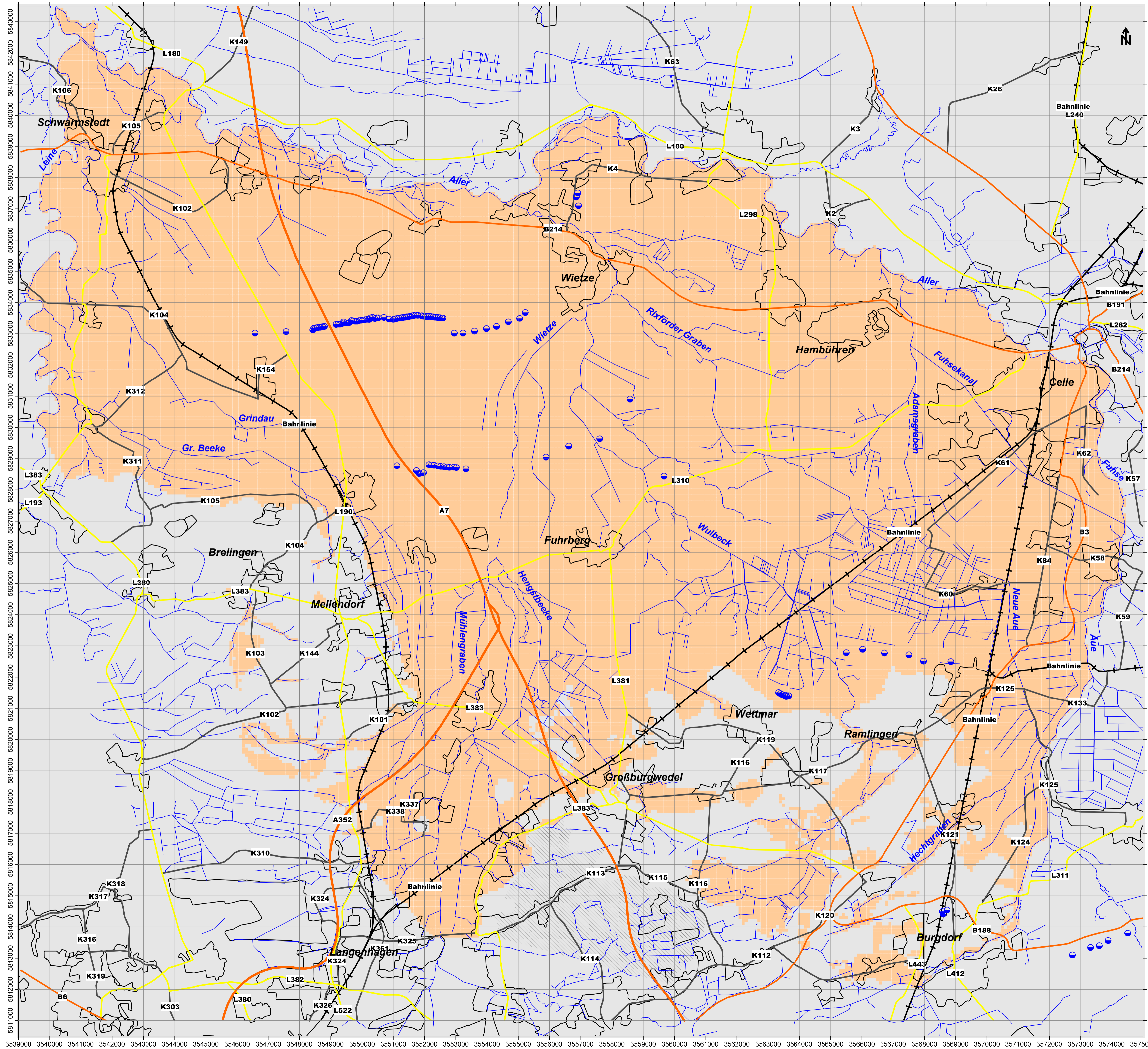
Maßstab: 1 : 60.000 (bei Ausdruck auf DIN A1) | Modellstand: Juli 2020 | **Anlage 12.5**

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









**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

**Speicherkoefizienten [-]**

- 0,15 bis 0,20
- 0,20 bis 0,25
- 0,25 bis 0,30

0 1000 2000 3000 4000

enercity Hannover AG | Harzwasserwerke GmbH | Wasserverband Nordhannover  
 (Der Ausdruck auf DIN A1) | Wassergewinnung Fuhrberger Feld | Wasserwerk Ramlingen | Wasserwerk Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord**  
- Modelldokumentation -

**Verteilung der Speicherkoefizienten (Specific Yield)**  
**Rechenebene 2**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (Der Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

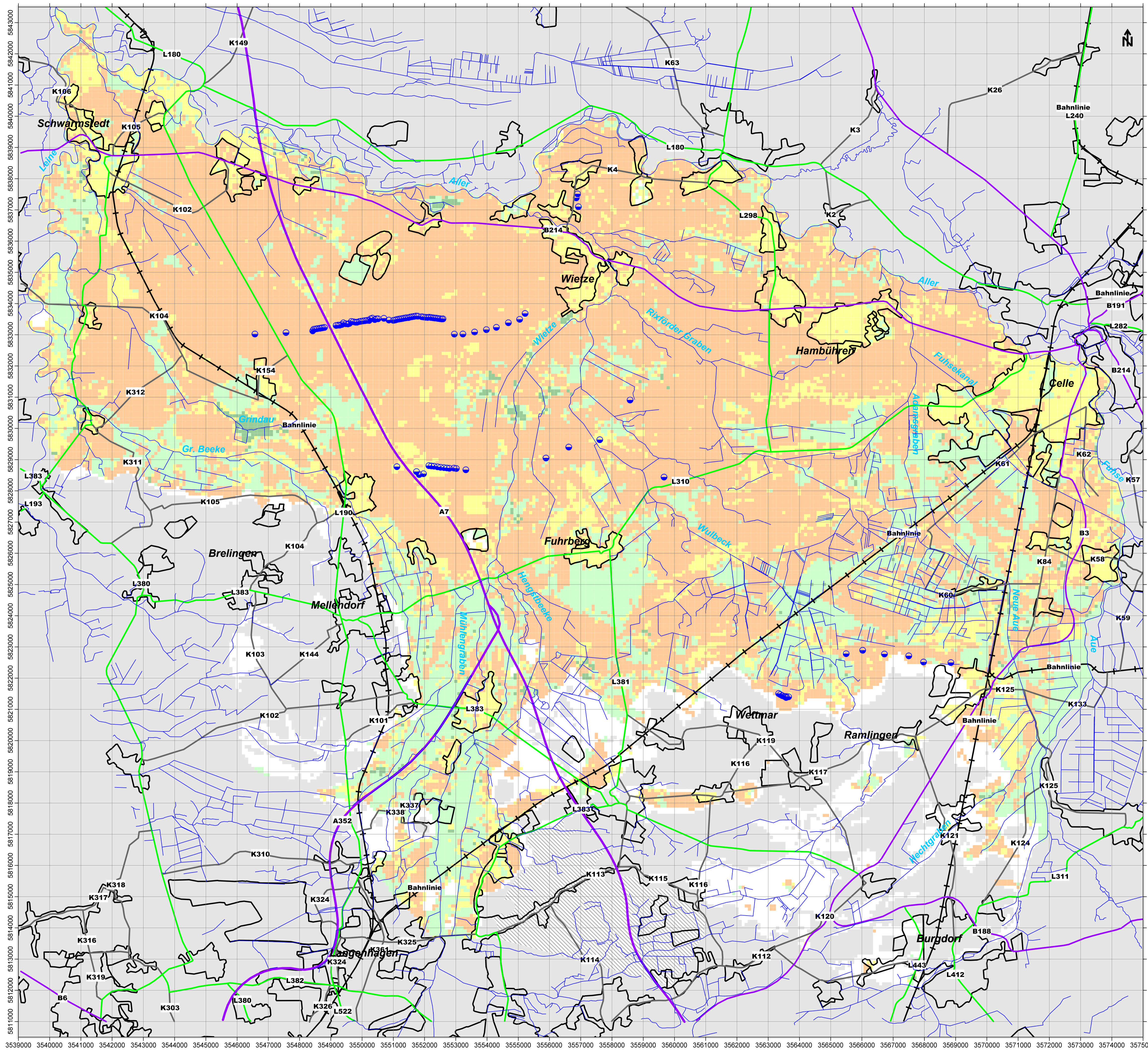
**Anlage 13.2**

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









**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 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 Januar  
 Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

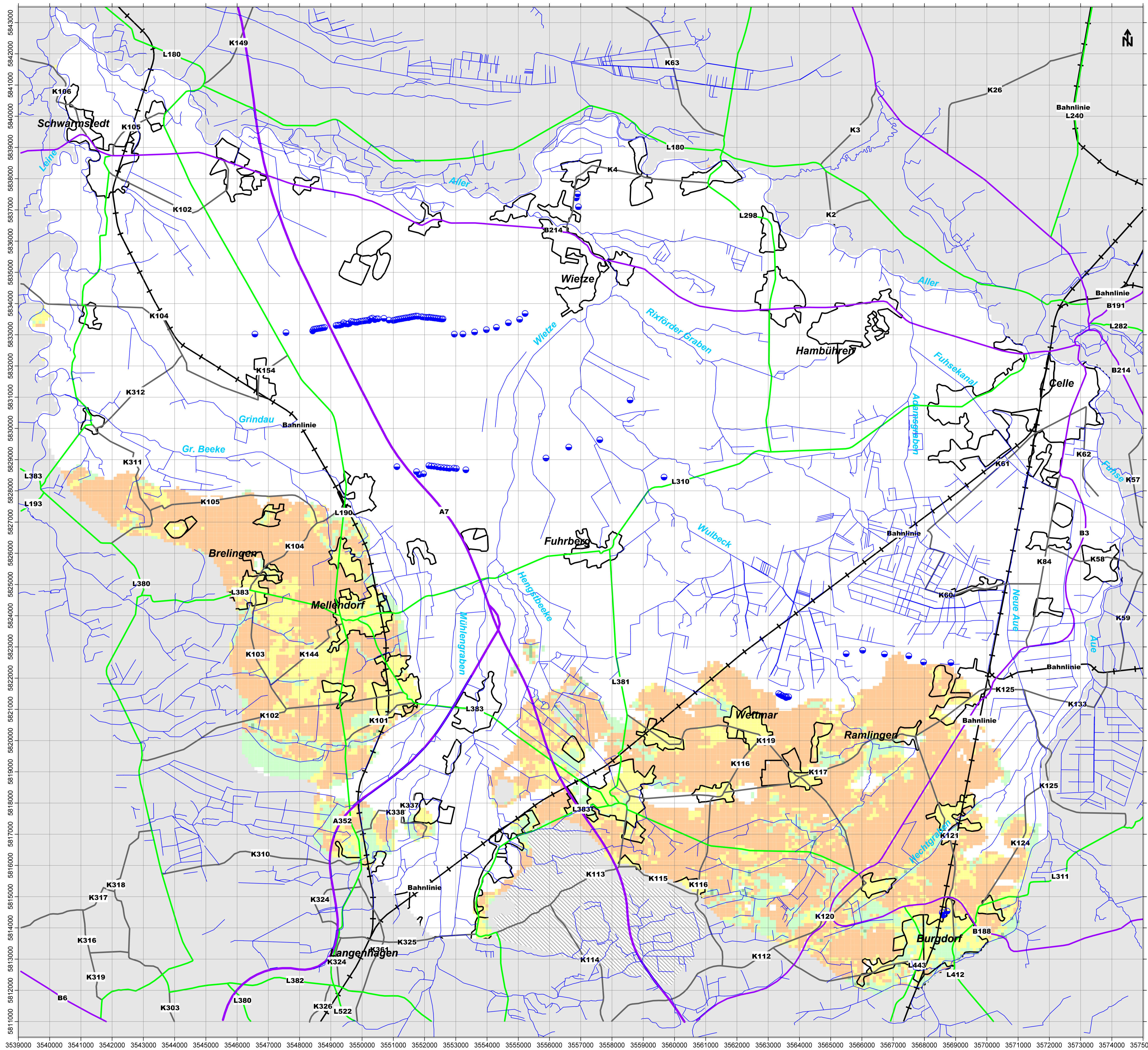
**Anlage 14.01a**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**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 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 Januar**  
**Rechenebene 3**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

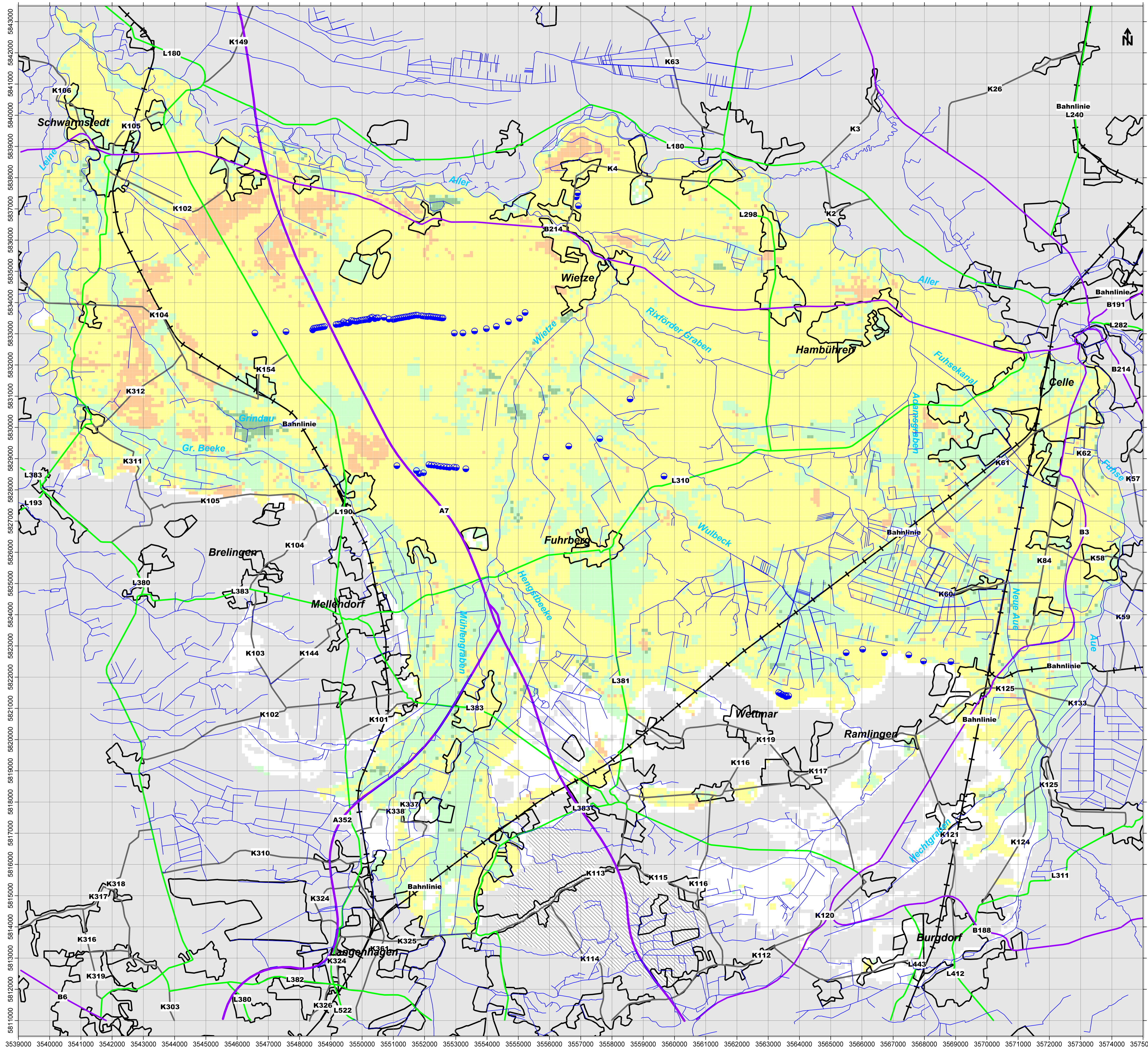
**Anlage 14.01b**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**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 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 Februar**  
**Rechenebene 1**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

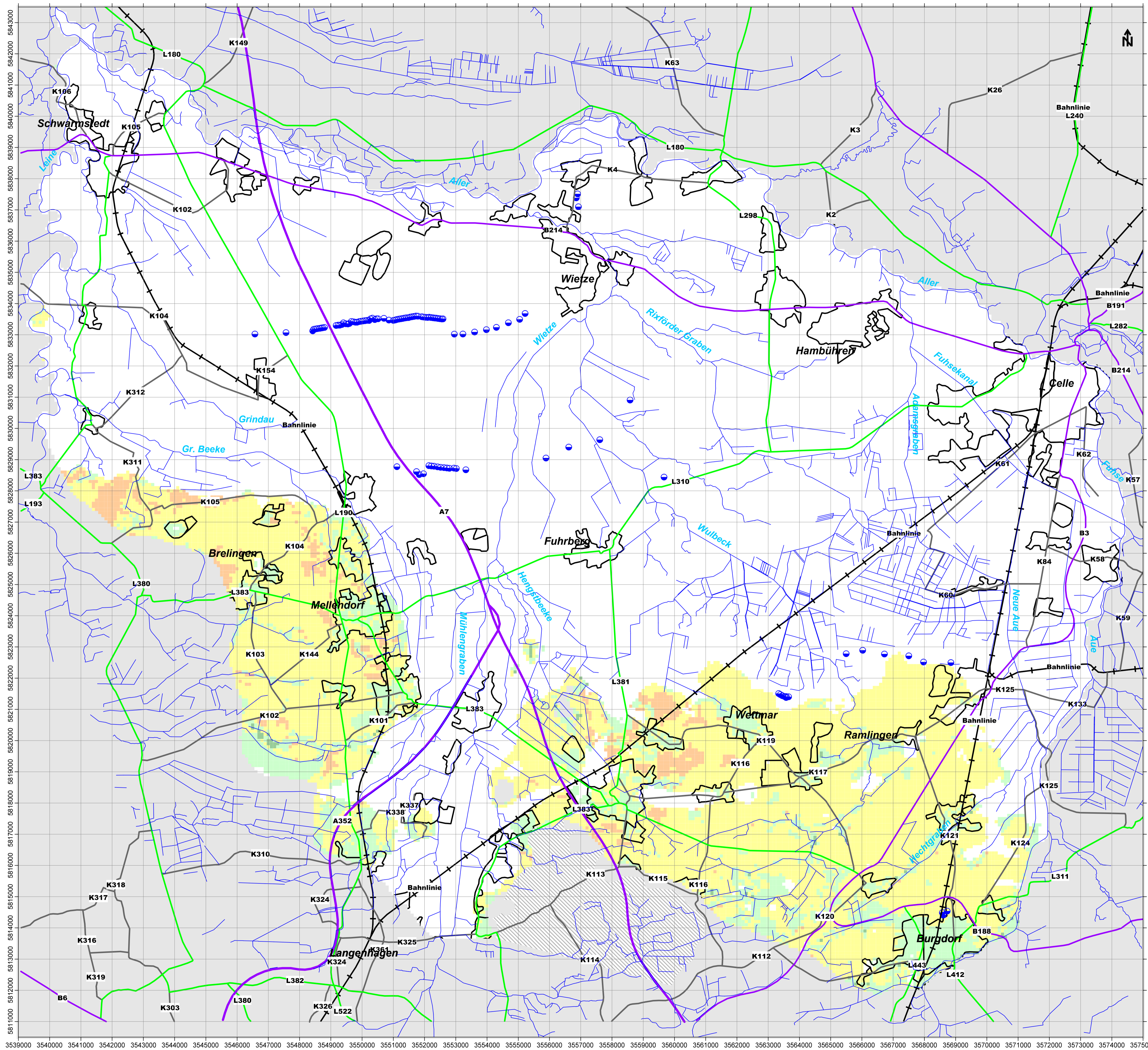
Modellstand: Juli 2020

**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
- 40 bis -20
- 20 bis 0
- 0 bis 20
- 20 bis 40
- 40 bis 60
- 60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

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 Februar**  
**Rechenebene 3**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

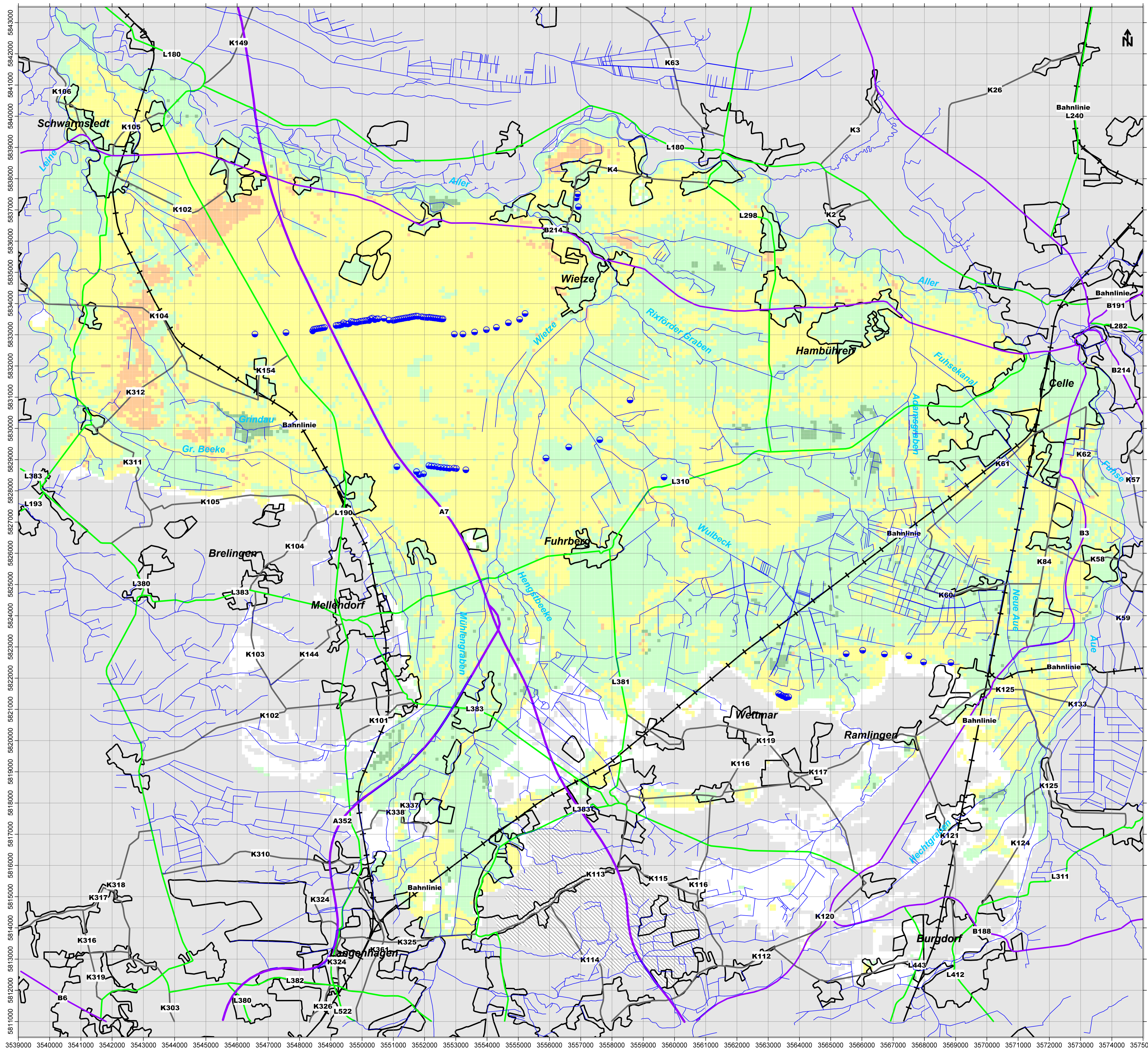
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.02b**

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

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





**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 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 März**  
**Rechenebene 1**

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

Modellstand: Juli 2020

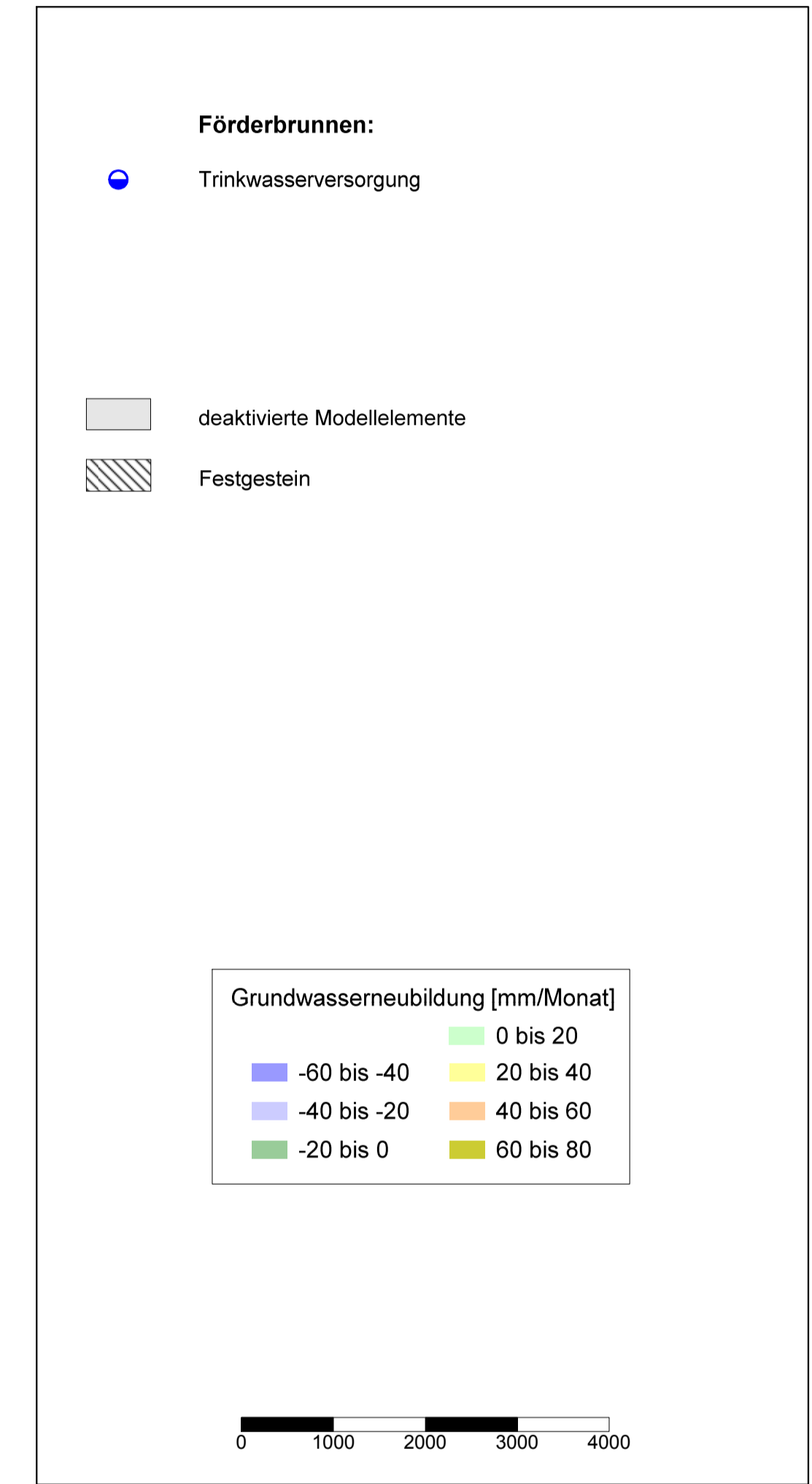
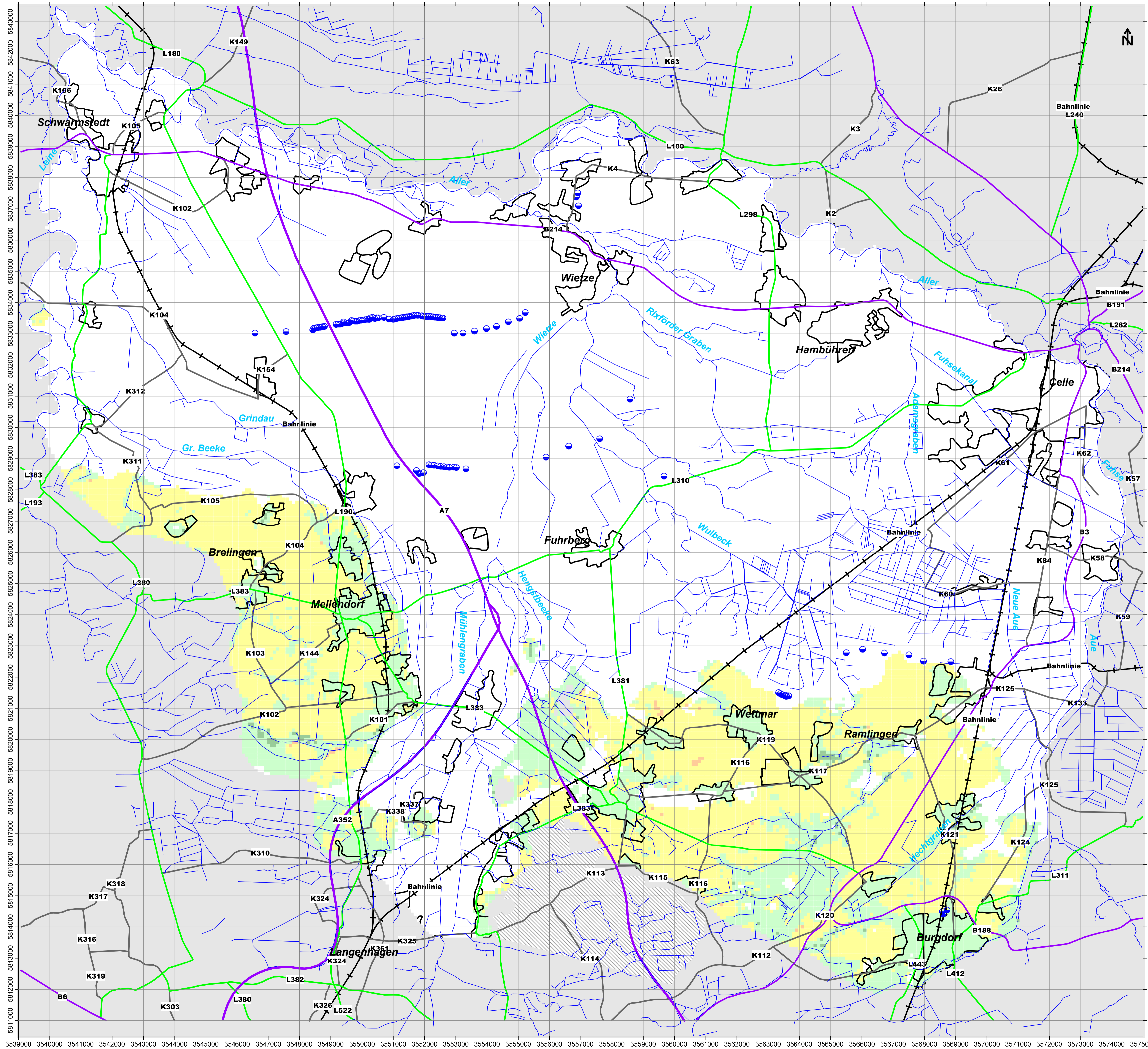
**Anlage 14.03a**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





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 März**  
**Rechenebene 3**

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

Modellstand: Juli 2020

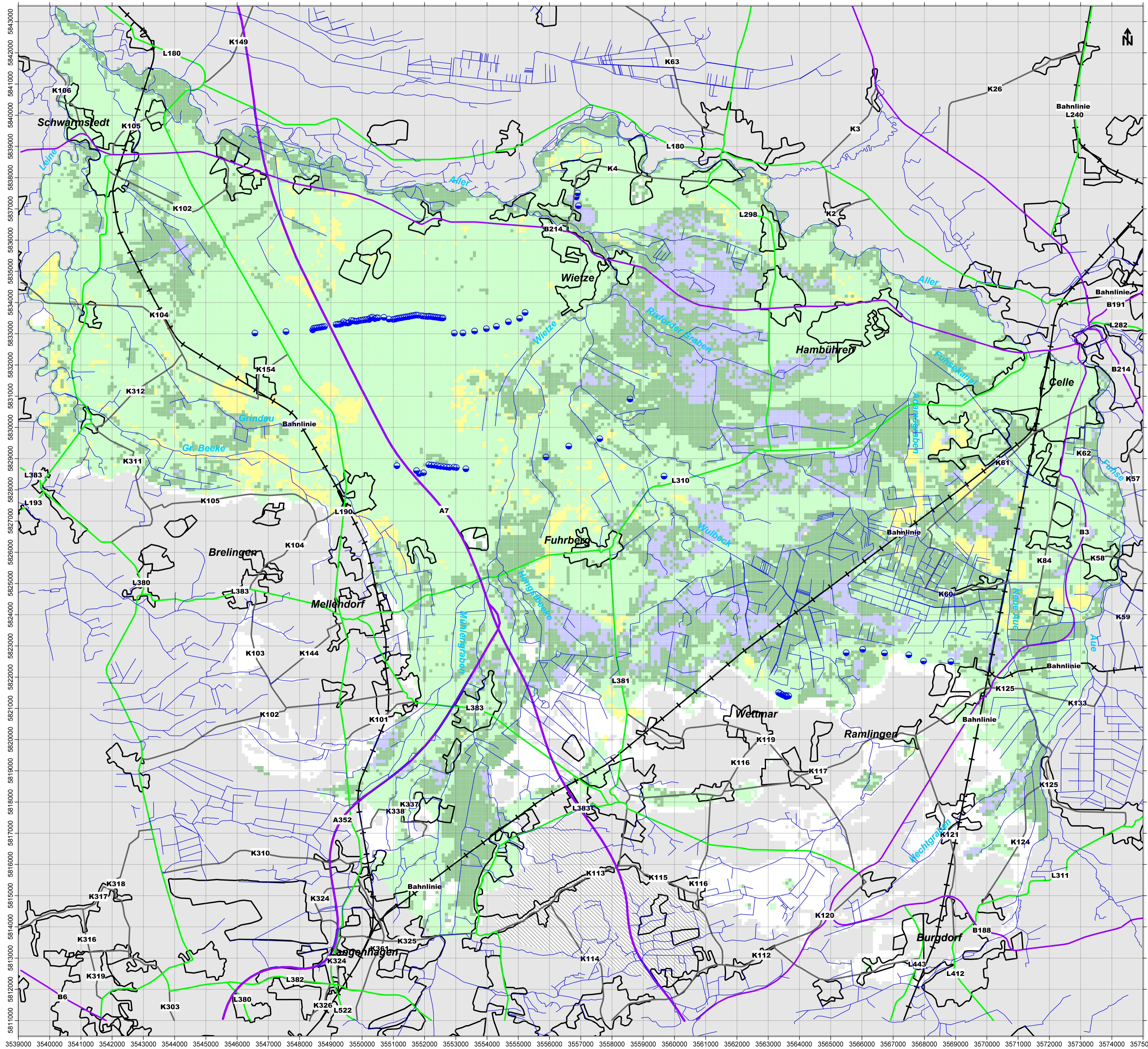
**Anlage 14.03b**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

**Grundwasserneubildung [mm/Monat]**

-60 bis -40	20 bis 40
-40 bis -20	40 bis 60
-20 bis 0	60 bis 80
0 bis 20	

0 1000 2000 3000 4000

enercity Hannover AG  
 Wassergewinnung Fuhroberger 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)

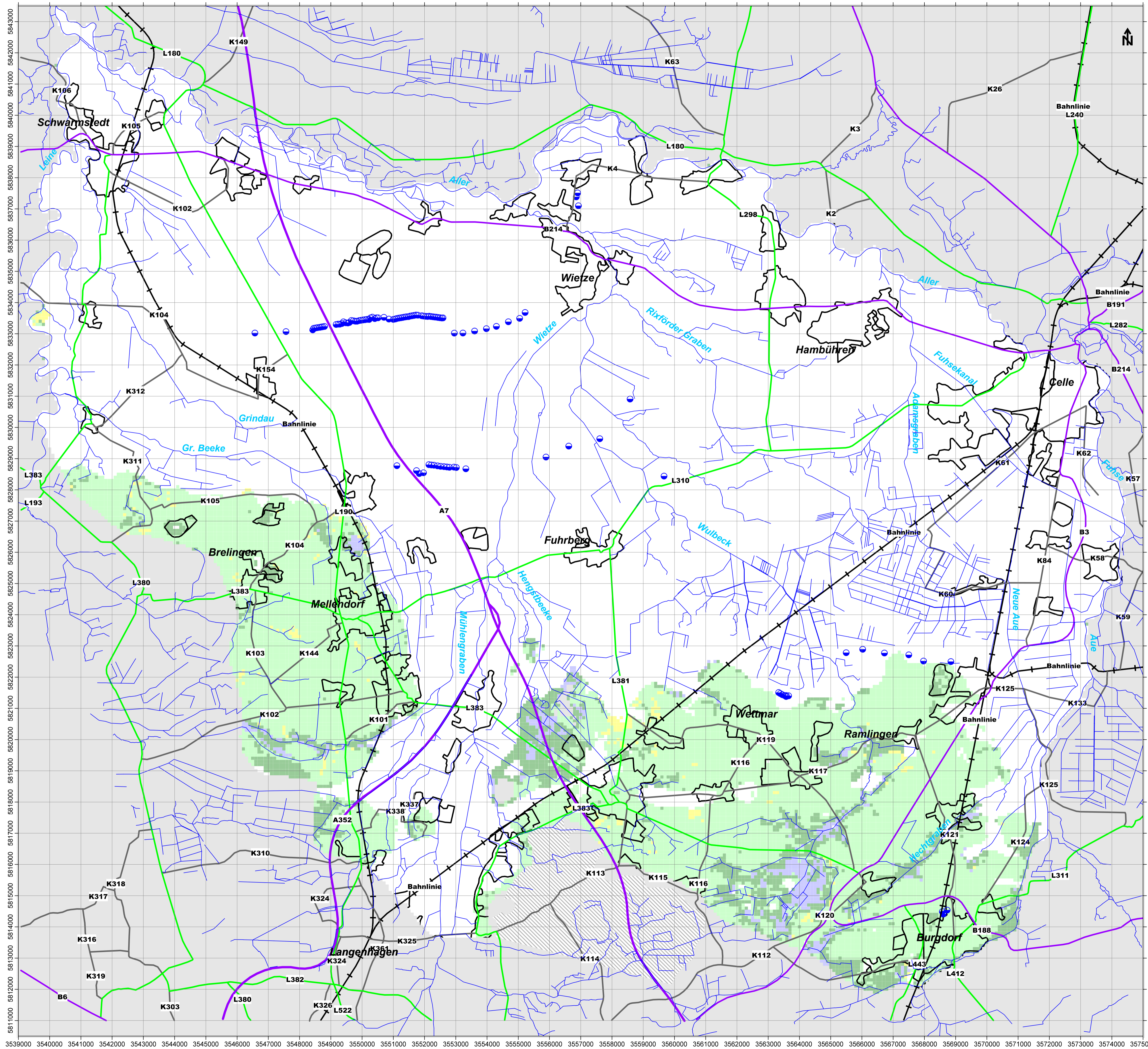
Modellstand: Juli 2020

**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 Hannover AG  
 Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH  
 Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover  
 Wasserwerk Wietmar

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord**  
 - Modelldokumentation -

**Grundwasserneubildung**  
**Typischer Jahresgang**  
**(Zeitraum 2004 bis 2013)**  
**Monat April**  
**Rechenebene 3**

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

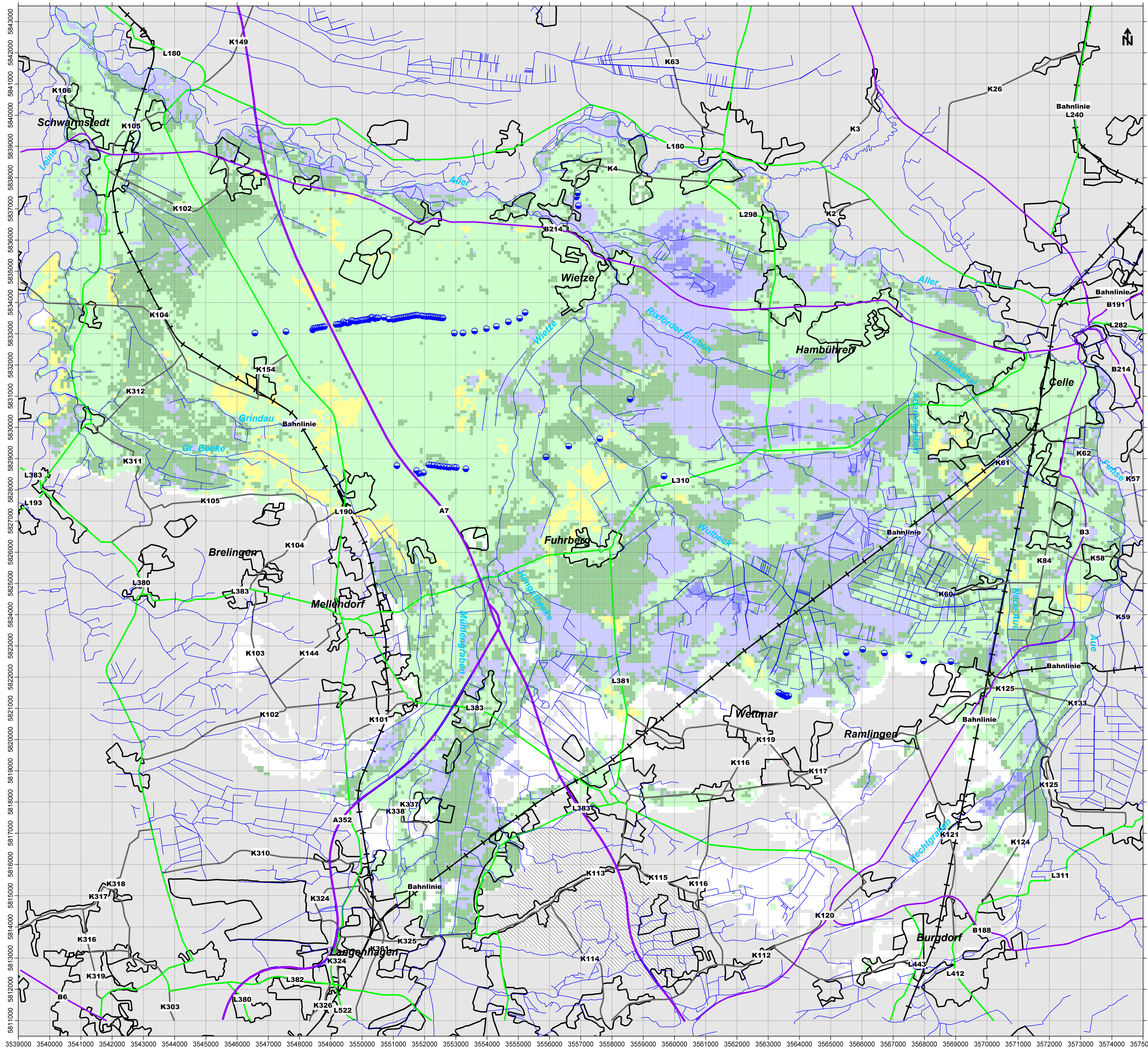
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.04b**

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

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





**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

Harzwasserwerke

enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhroberger 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)

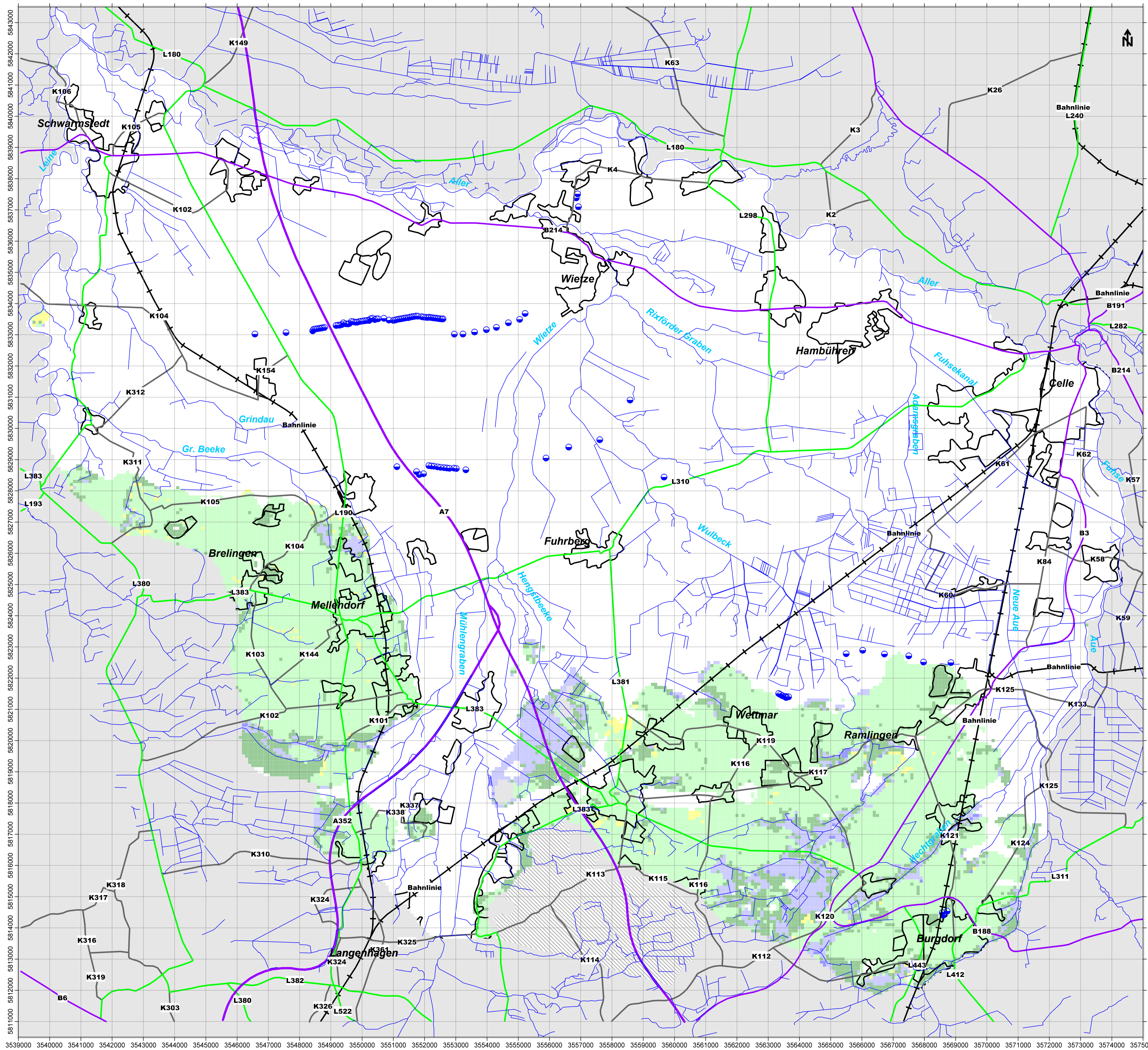
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.05a**

HMM 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

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 3**

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

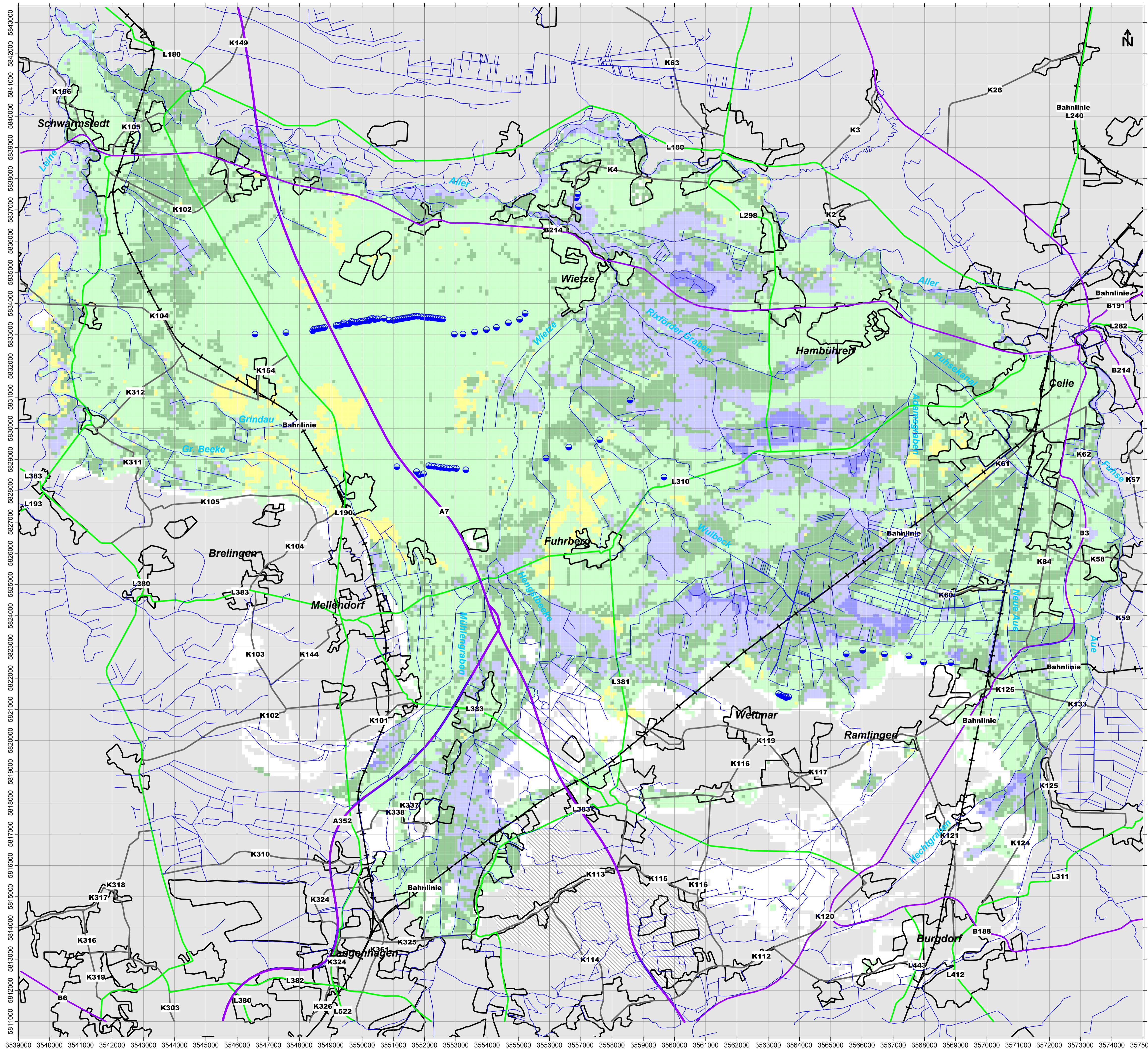
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.05b**

HMM 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 Hannover AG  
 Wassergewinnung Fuhroberger Feld

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)

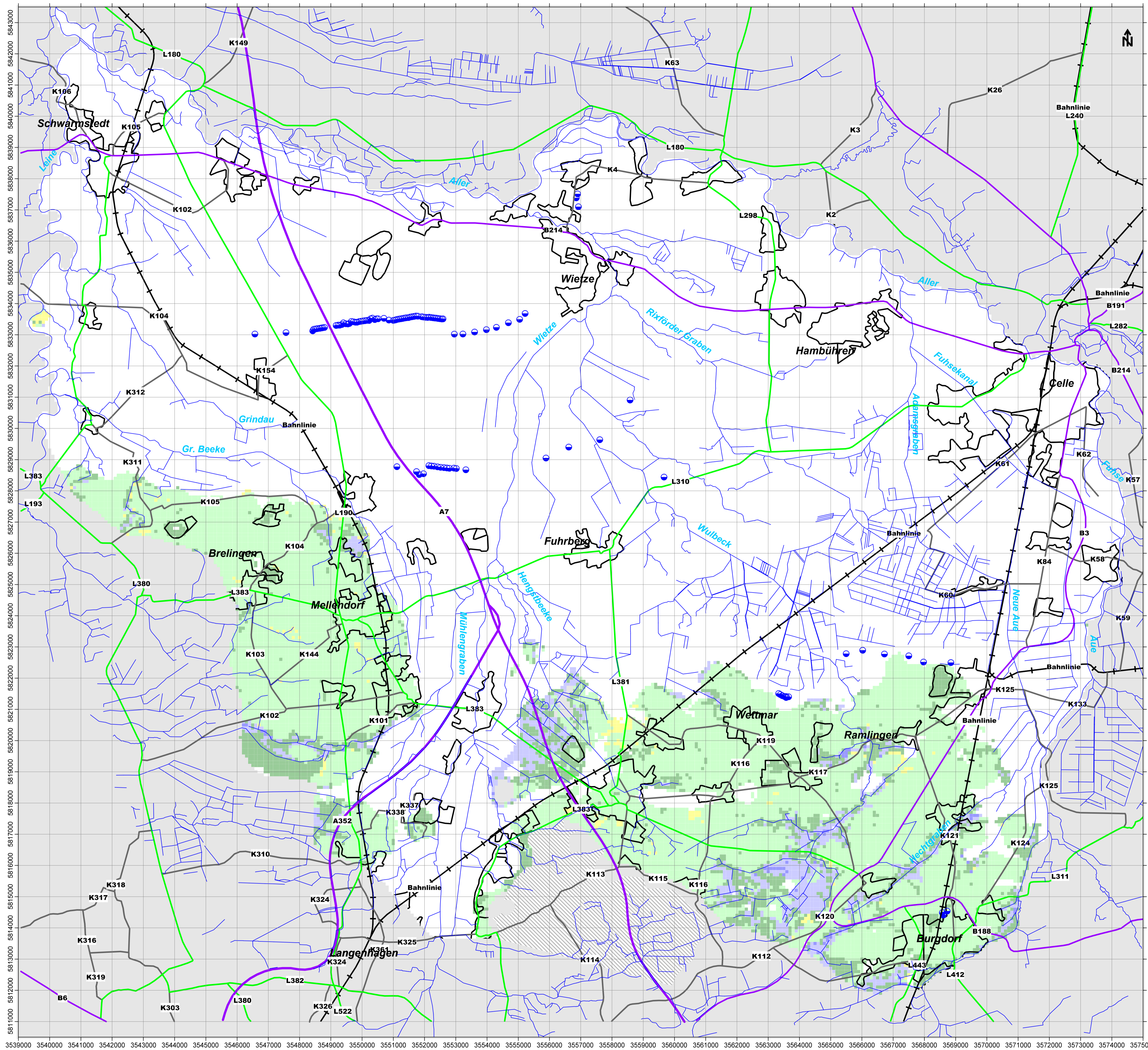
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.06a**

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

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





**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

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)

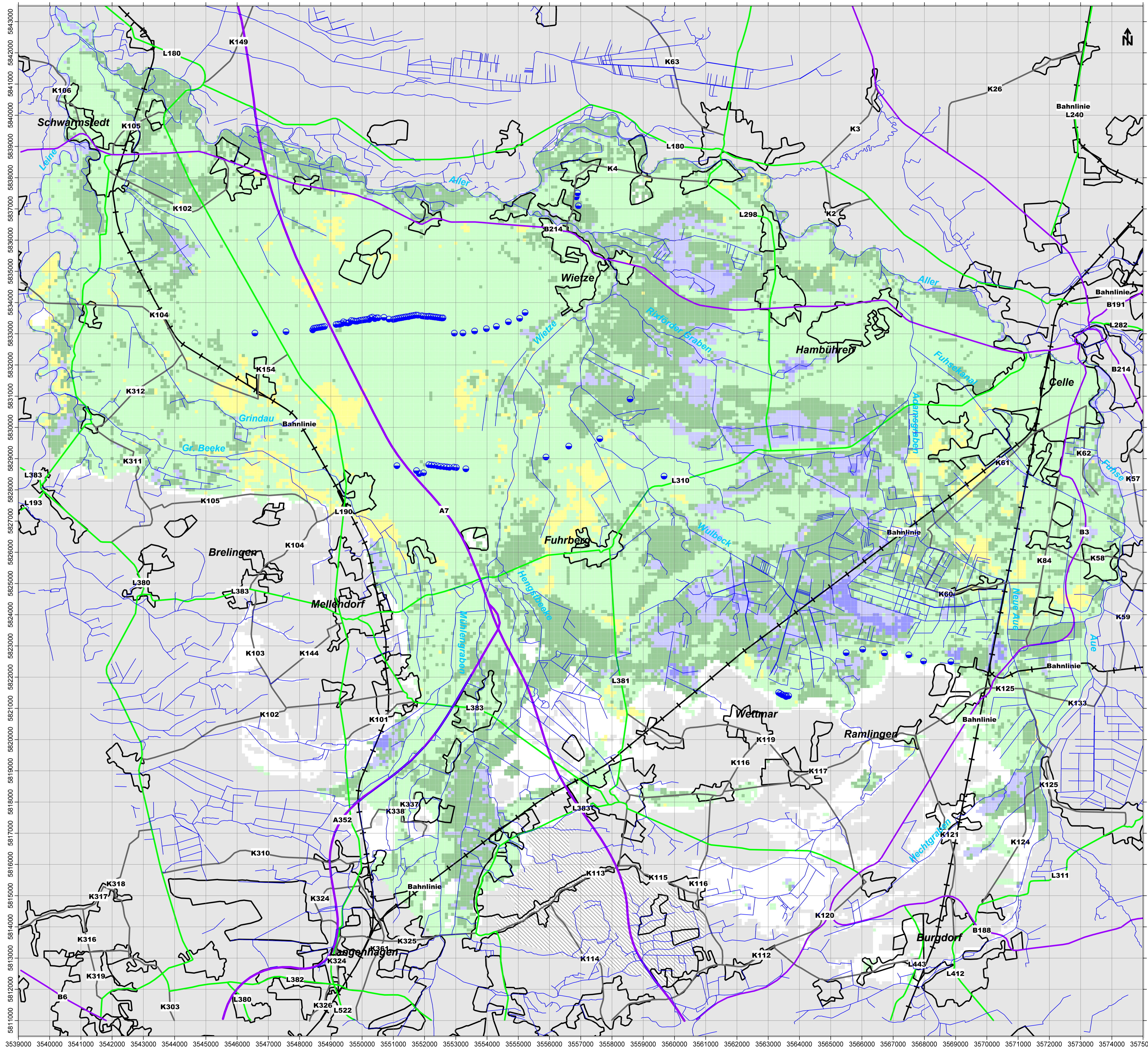
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.06b**

HMM 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

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 Juli**

**Rechenebene 1**

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

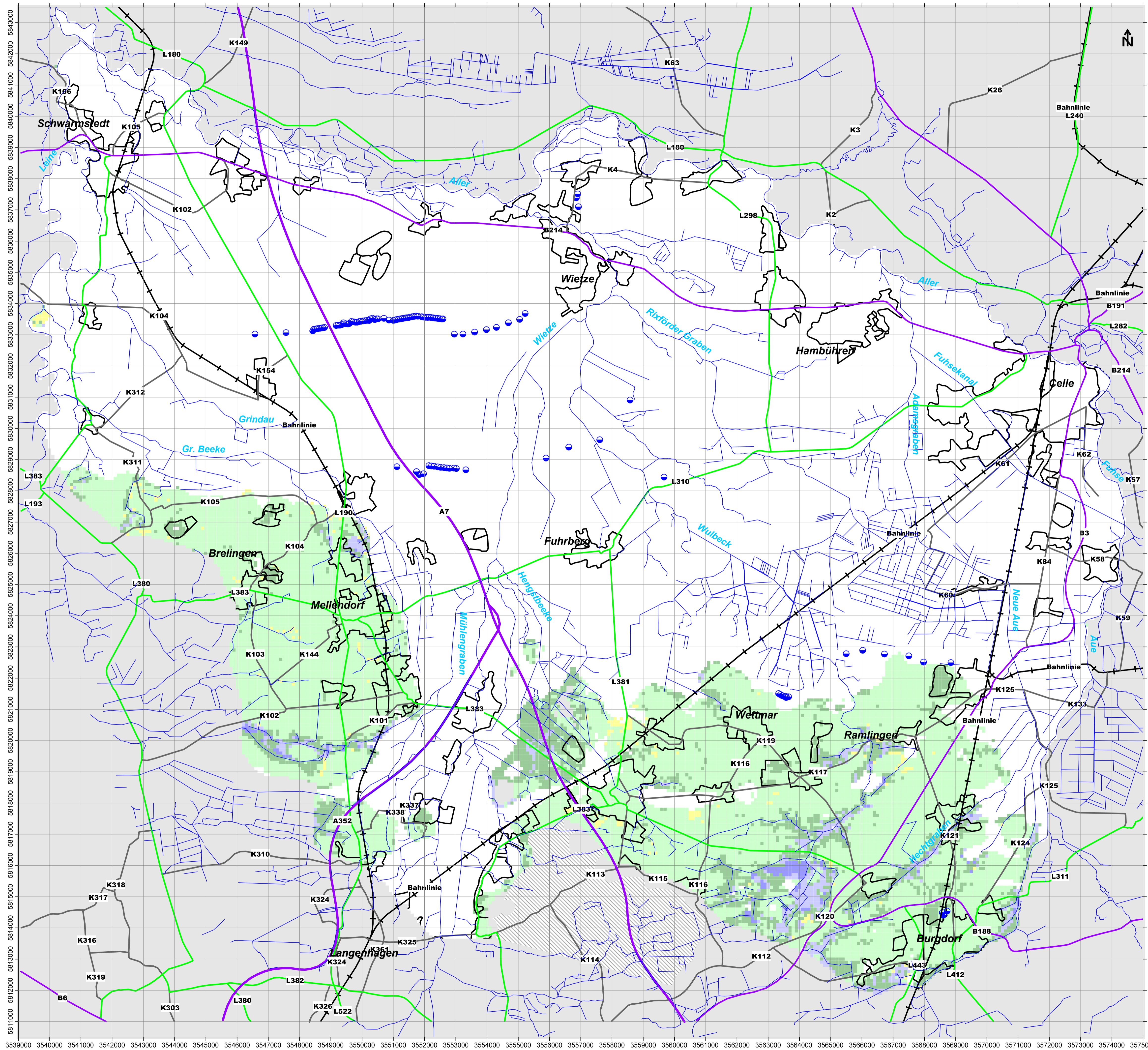
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.07a**

HMM 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 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 Juli**  
**Rechenebene 3**

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

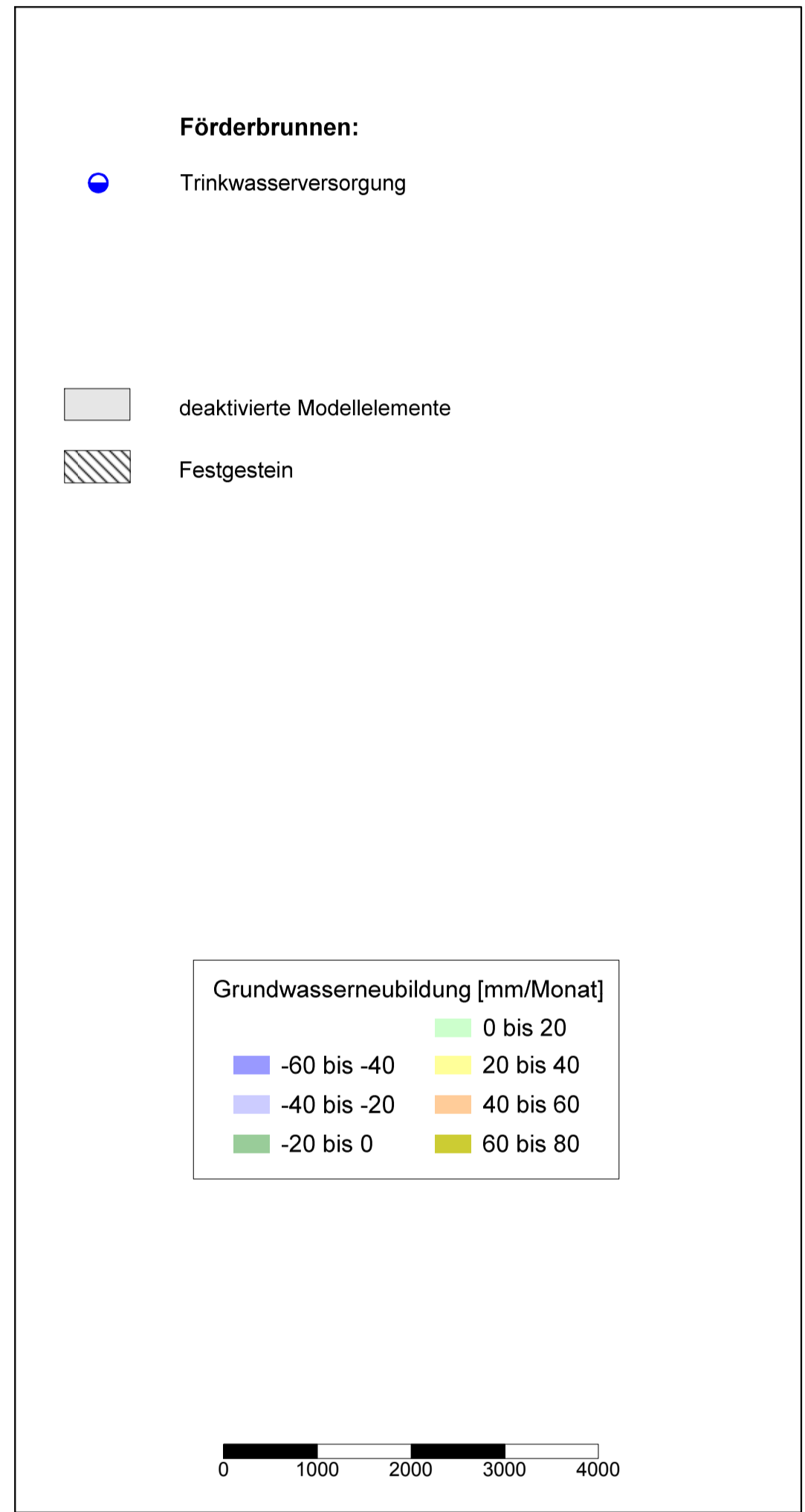
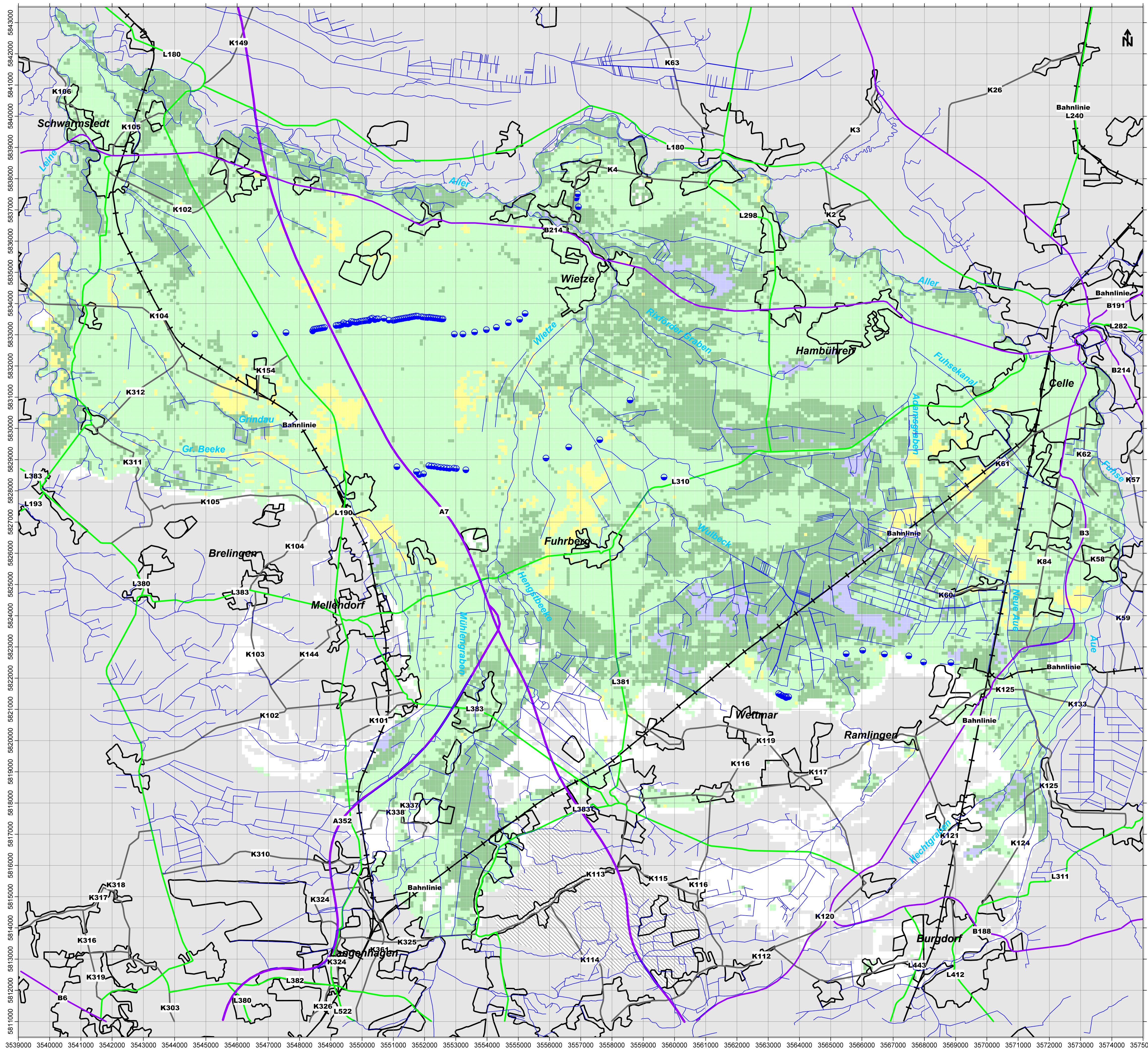
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.07b**

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

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





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 August**  
**Rechenebene 1**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

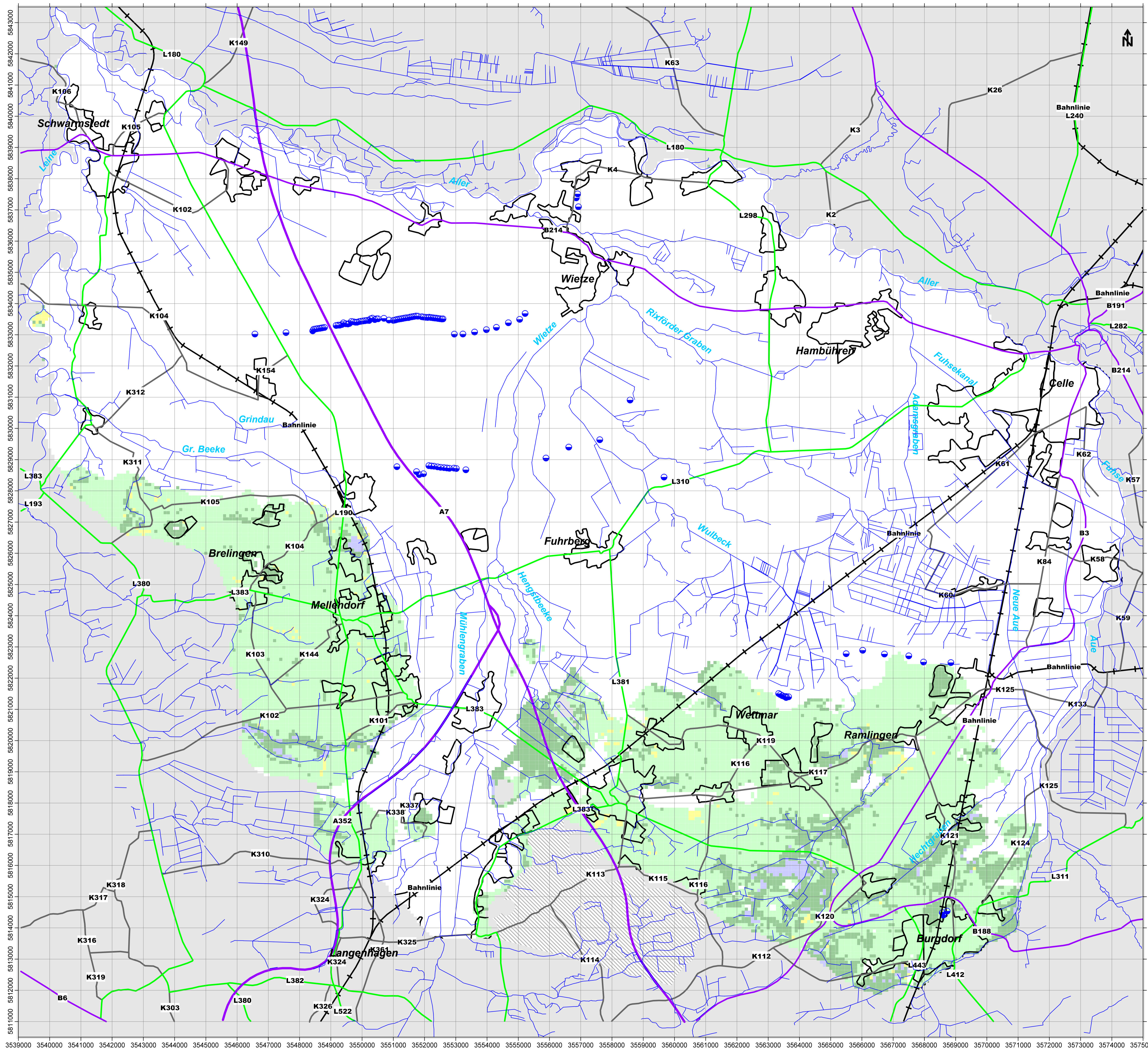
**Anlage 14.08a**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**Förderbrunnen:**

- Trinkwasserversorgung

deaktivierte Modellelemente

Festgestein

**Grundwasserneubildung [mm/Monat]**

- 0 bis 20
- 20 bis 40
- 40 bis 60
- 60 bis 80
- 60 bis -40
- 40 bis -20
- 20 bis 0

0 1000 2000 3000 4000

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 August**

**Rechenebene 3**

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

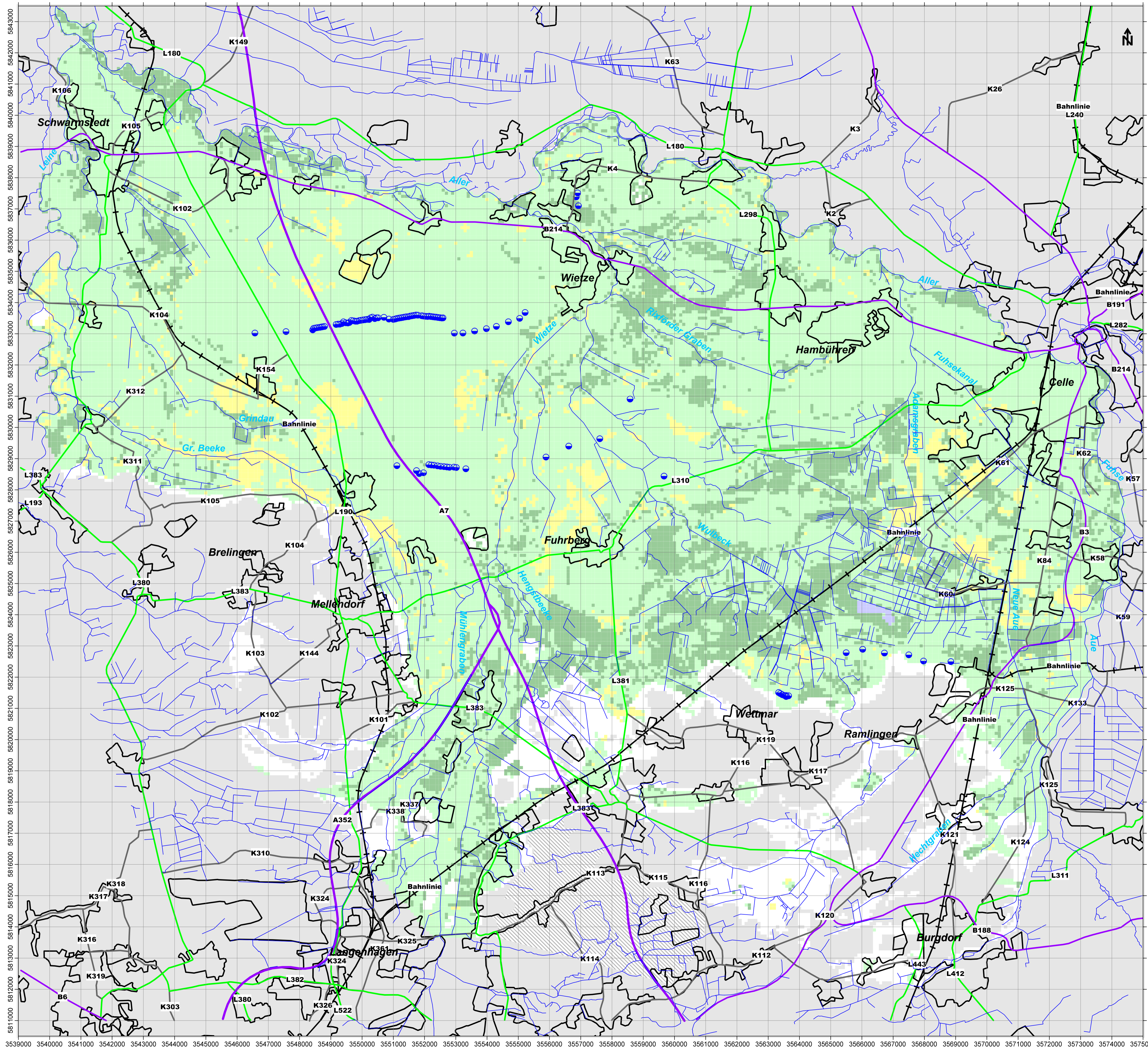
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.08b**

HMM 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 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 September**  
**Rechenebene 1**

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

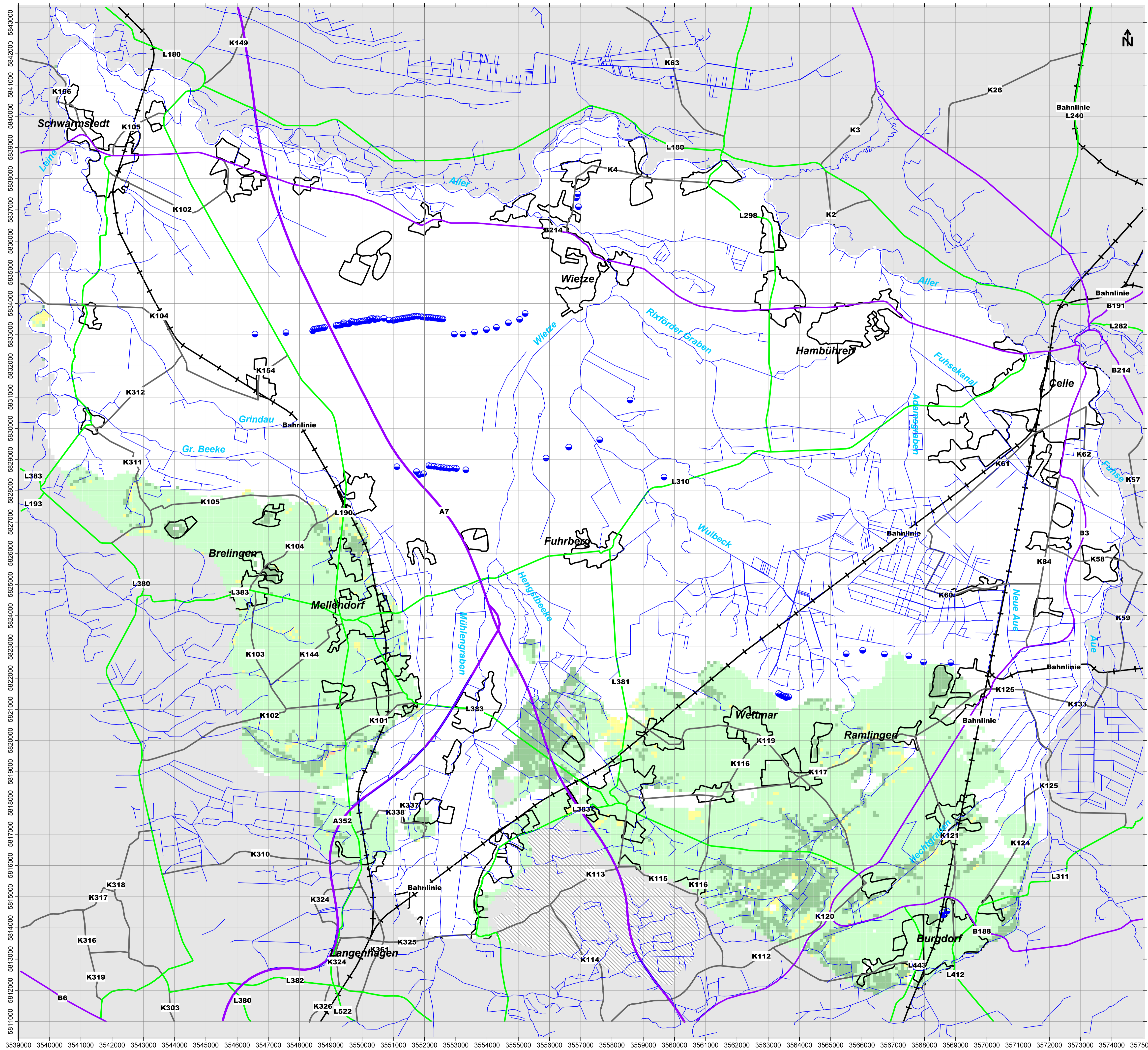
Modellstand: Juli 2020

**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 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 September**  
**Rechenebene 3**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

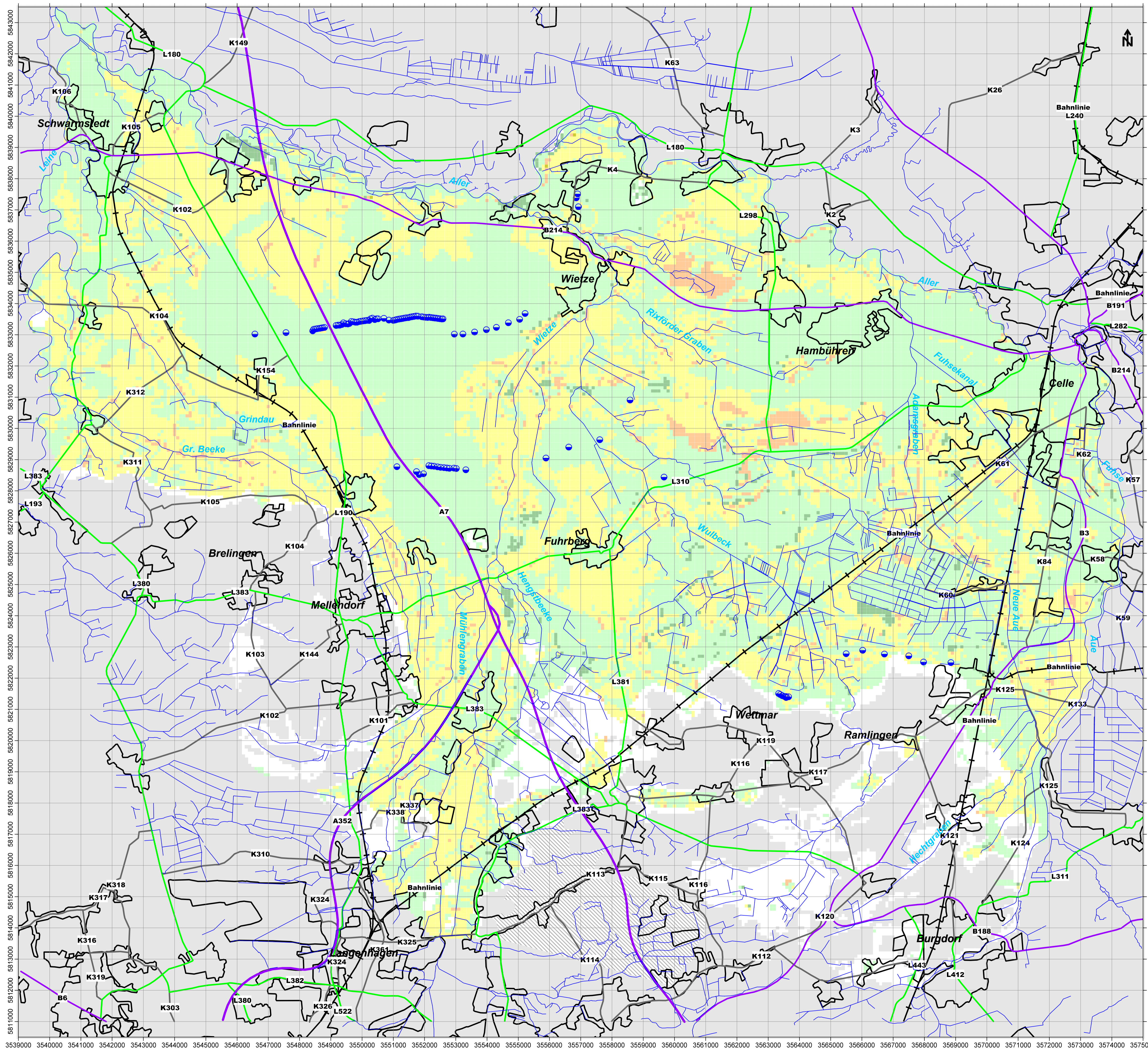
Modellstand: Juli 2020

**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 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 Oktober**  
**Rechenebene 1**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

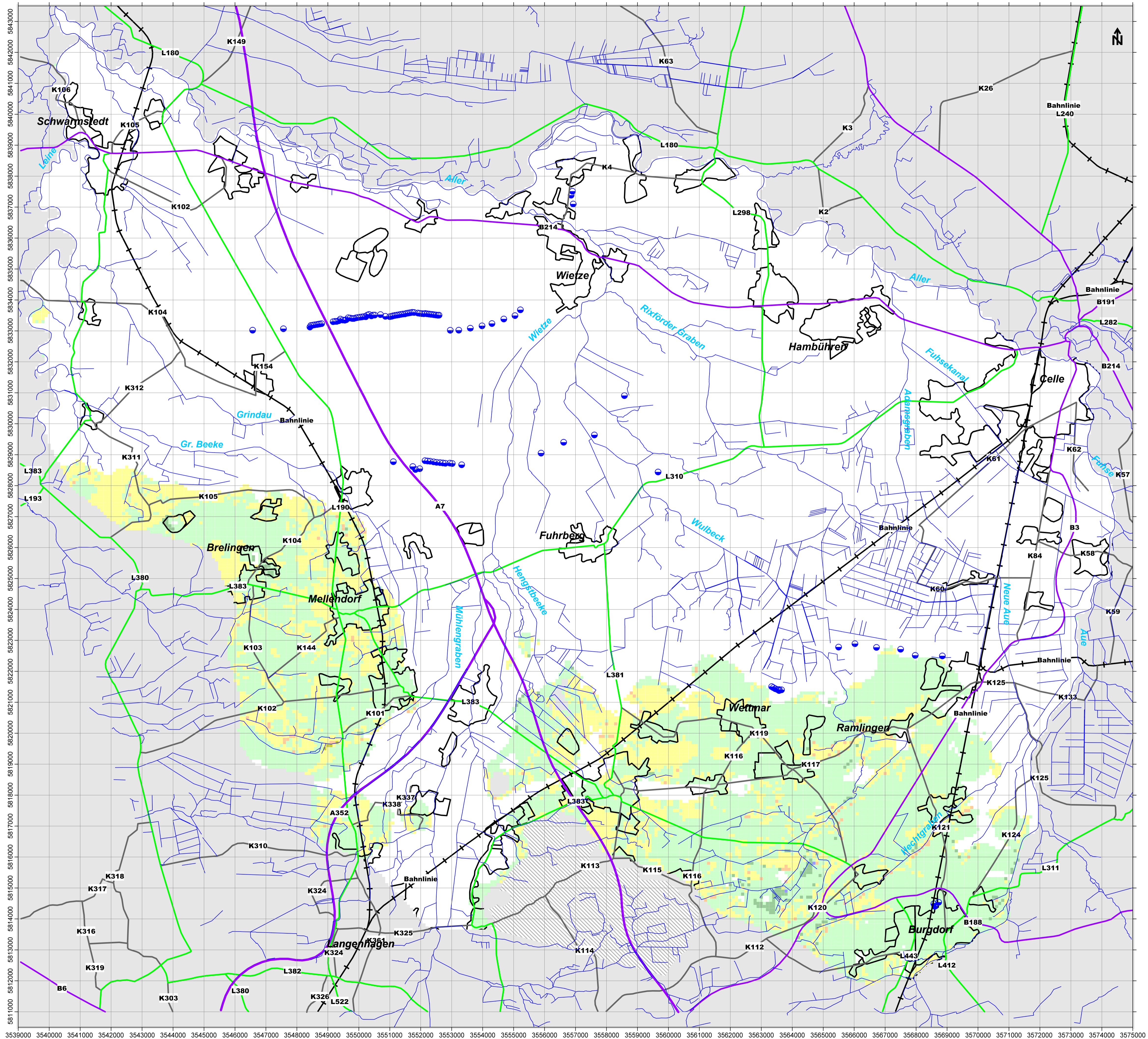
Modellstand: Juli 2020

**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
- 40 bis -20
- 20 bis 0
- 0 bis 20
- 20 bis 40
- 40 bis 60
- 60 bis 80

0 1000 2000 3000 4000

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 Oktober  
Rechenebene 3**

Maßstab: 1 : 60 000  
(Bei Ausdruck auf DIN A1)

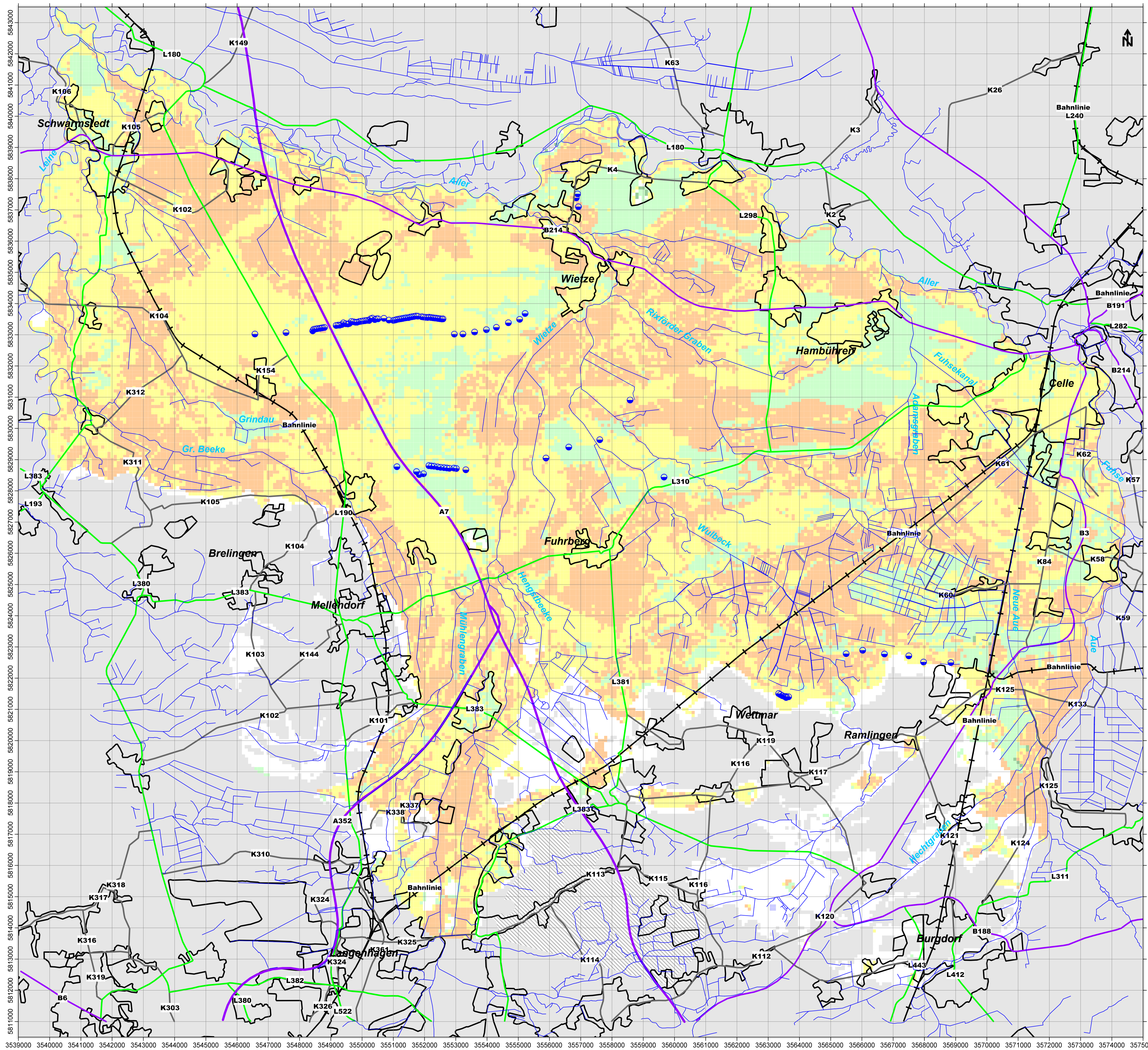
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.10b**

HMM 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 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 November  
 Rechenebene 1

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

Modellstand: Juli 2020

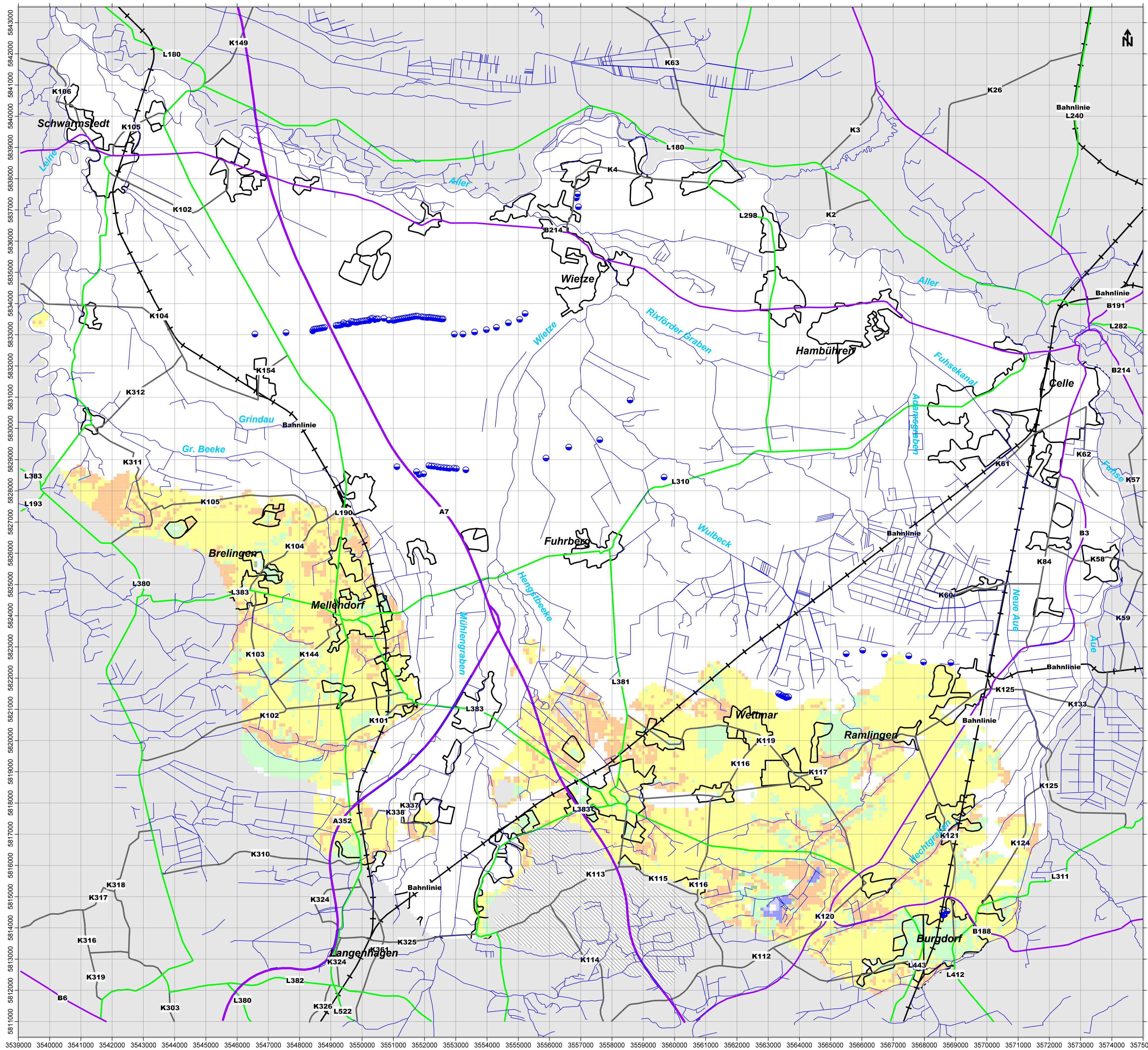
**Anlage 14.11a**

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

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

3539000 3540000 3541000 3542000 3543000 3544000 3545000 3546000 3547000 3548000 3549000 3550000 3551000 3552000 3553000 3554000 3555000 3556000 3557000 3558000 3559000 3560000 3561000 3562000 3563000 3564000 3565000 3566000 3567000 3568000 3569000 3570000 3571000 3572000 3573000 3574000 3575000





**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

Harzwasserwerke

enercity Hannover AG Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Harzwasserwerke GmbH Wasserwerk Ramlingen

Wasserband 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)

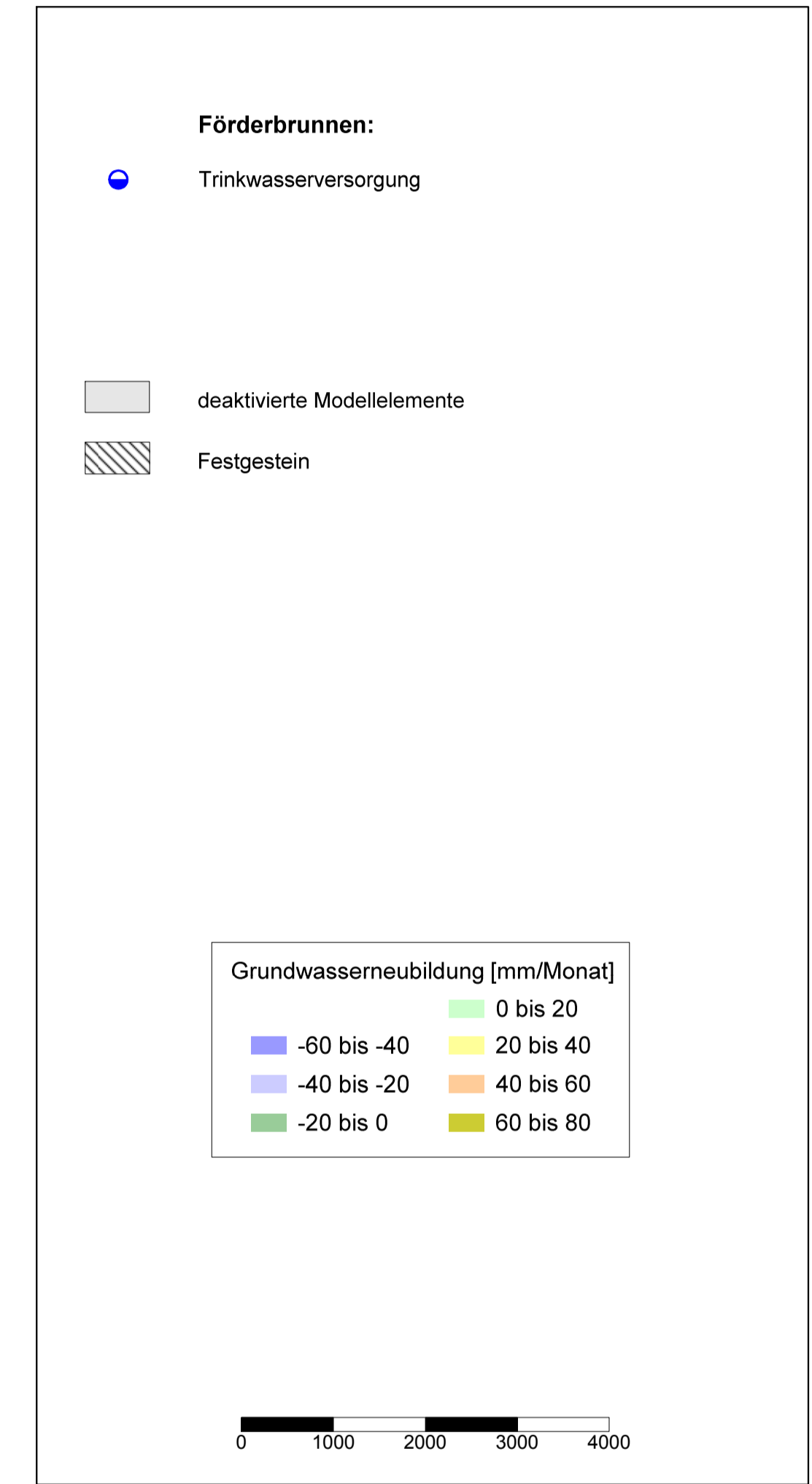
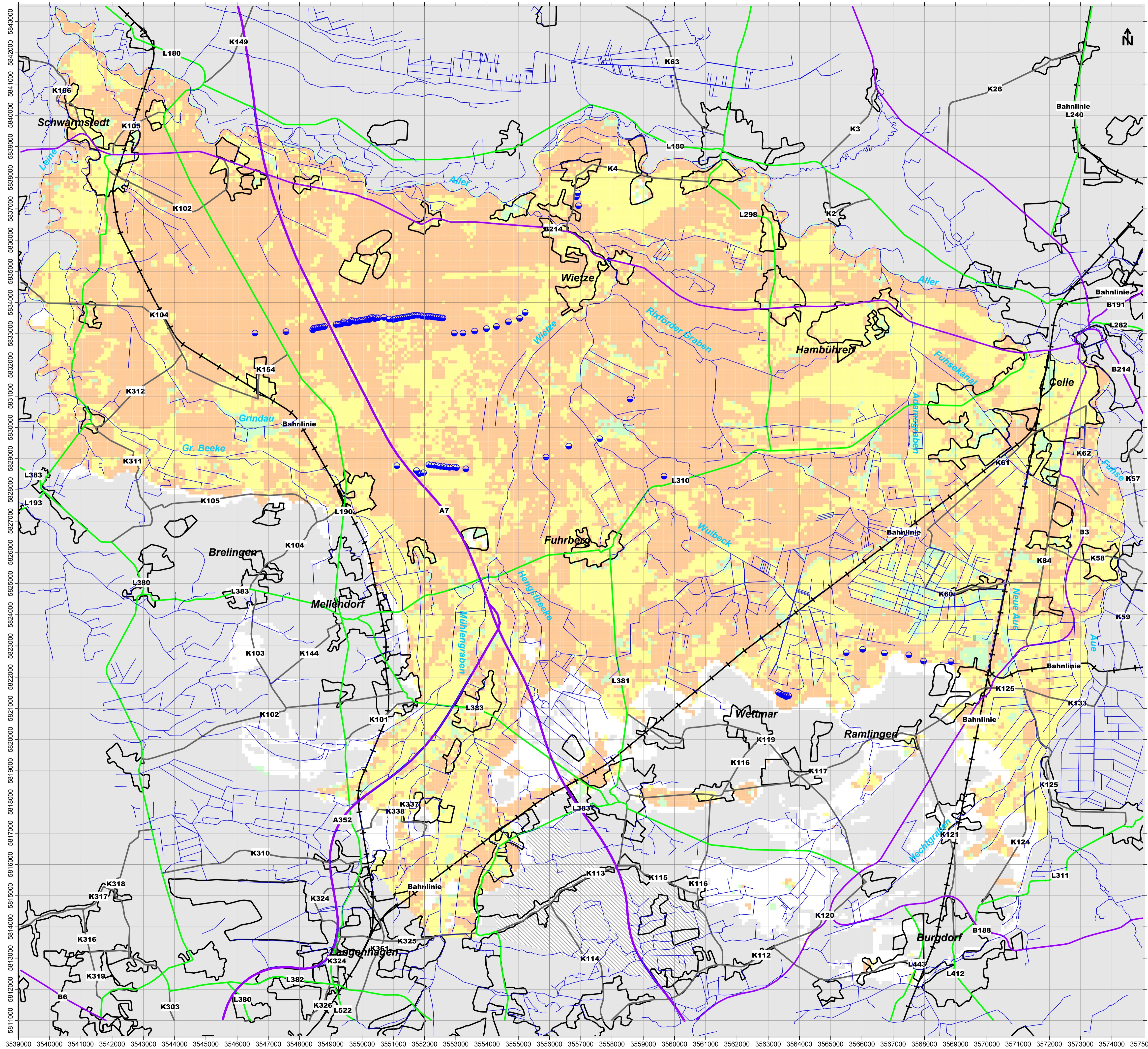
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 14.11b**

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

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





enercity Hannover AG  
 Wassergewinnung Fuhrenberger Feld

Harzwasserwerke  
 Wasserwerk Ramlingen

Wasserverband Nordhannover  
 Wasserwerk Wietzenhagen

**Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord**  
 - Modelldokumentation -

**Grundwasserneubildung**  
**Typischer Jahresgang**  
**(Zeitraum 2004 bis 2013)**  
**Monat Dezember**  
**Rechenebene 1**

Maßstab: 1 : 60 000  
 (bei Ausdruck auf DIN A1)

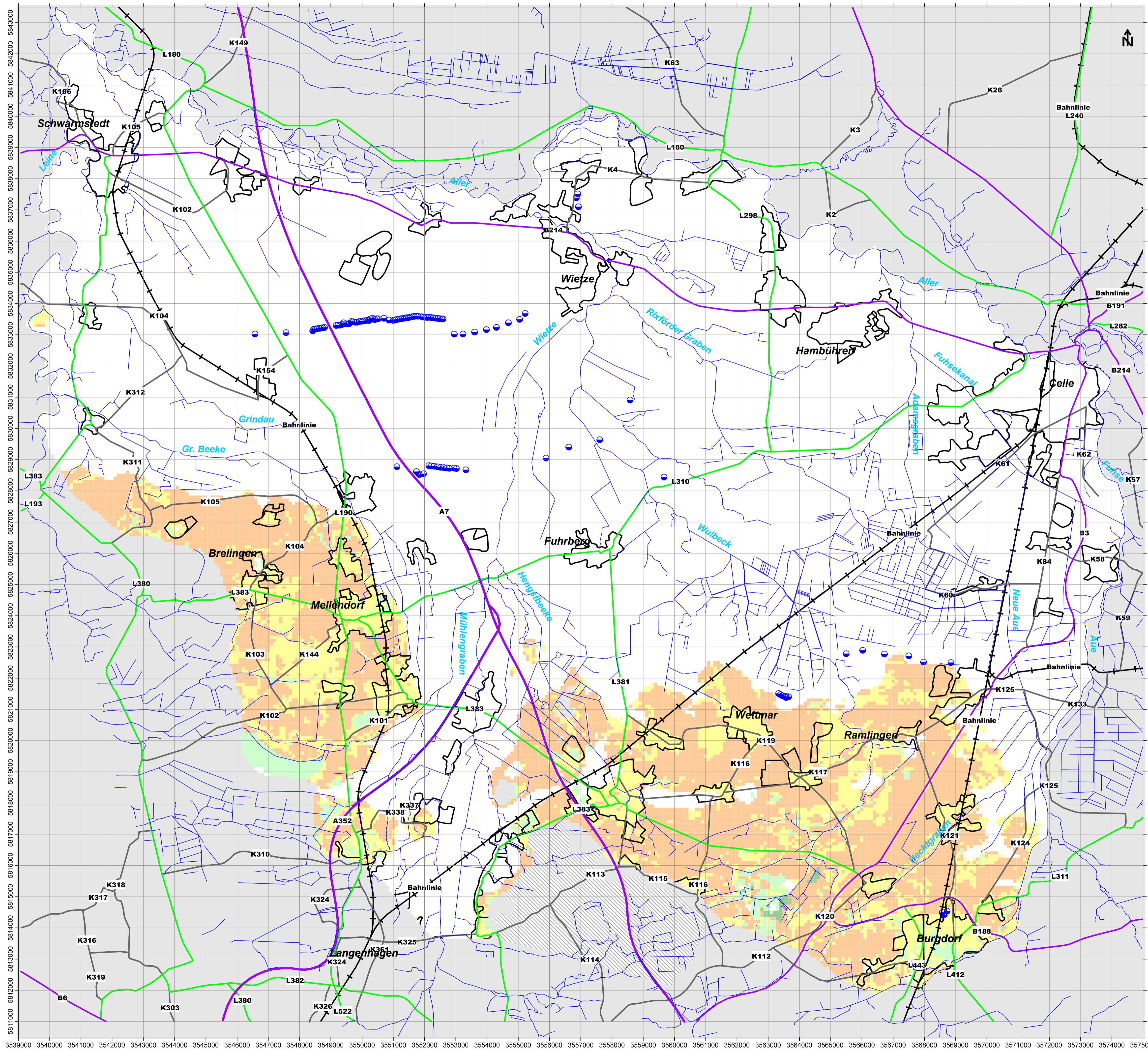
Modellstand: Juli 2020

**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

Harzwasserwerke

Wassergewinnung Fuhrberger Feld

Wasserwerk Ramlingen

Wasserband 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

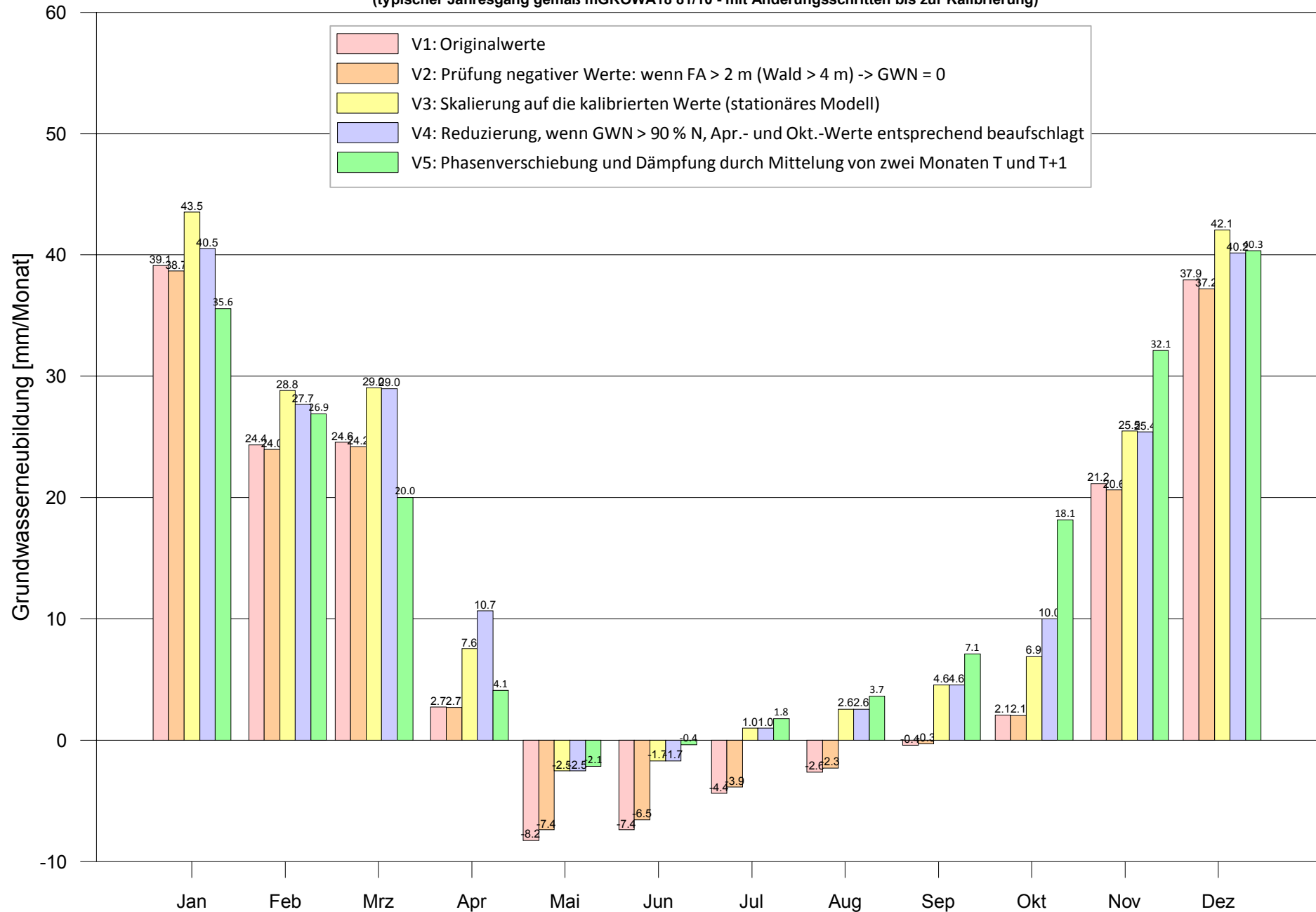
**Anlage 14.12b**

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

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

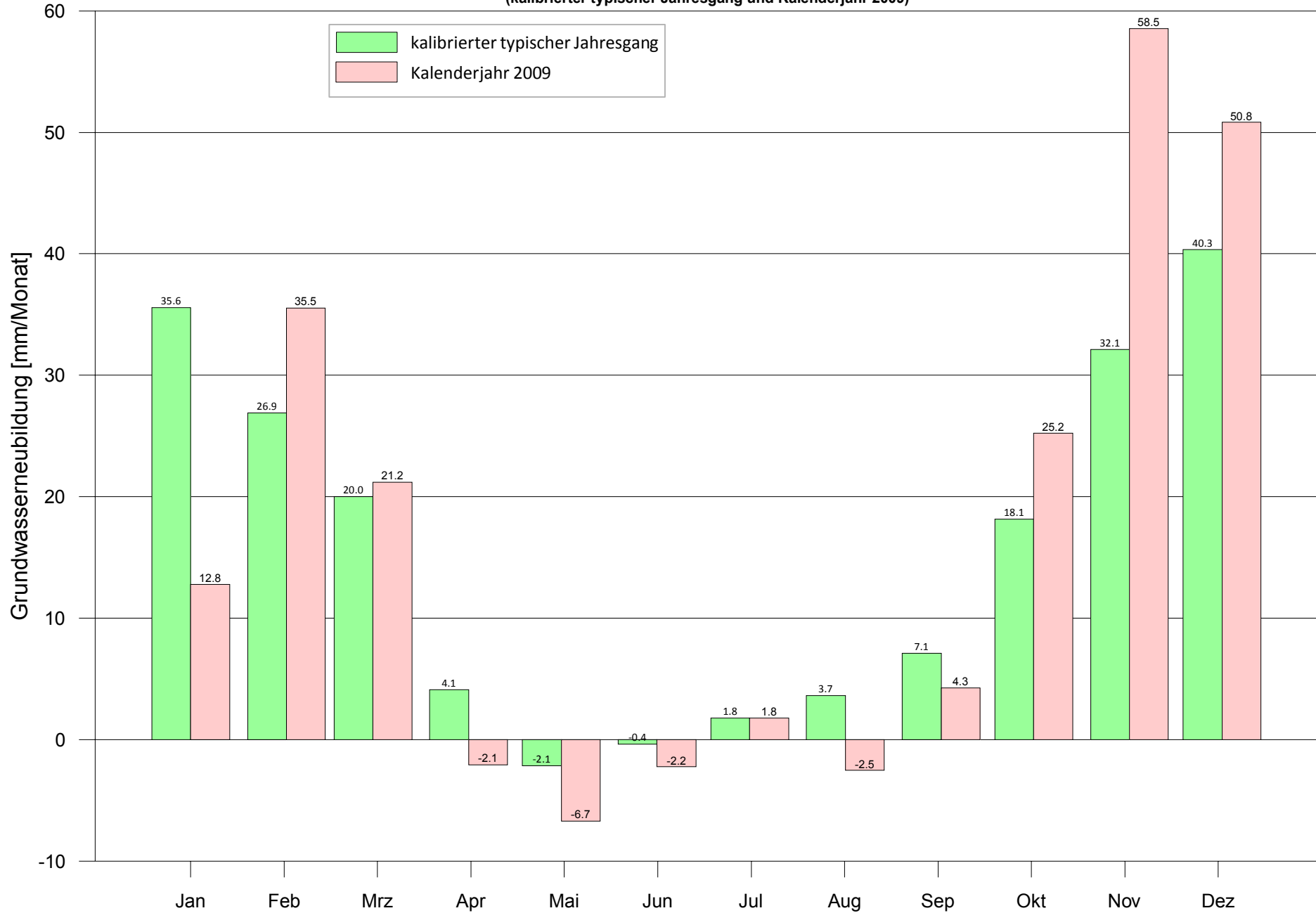


### Monatliche Grundwasserneubildung - als Mittel über das Modellgebiet (typischer Jahresgang gemäß mGROWA18 81/10 - mit Änderungsschritten bis zur Kalibrierung)





## Monatliche Grundwasserneubildung - als Mittel über das Modellgebiet (kalibrierter typischer Jahresgang und Kalenderjahr 2009)

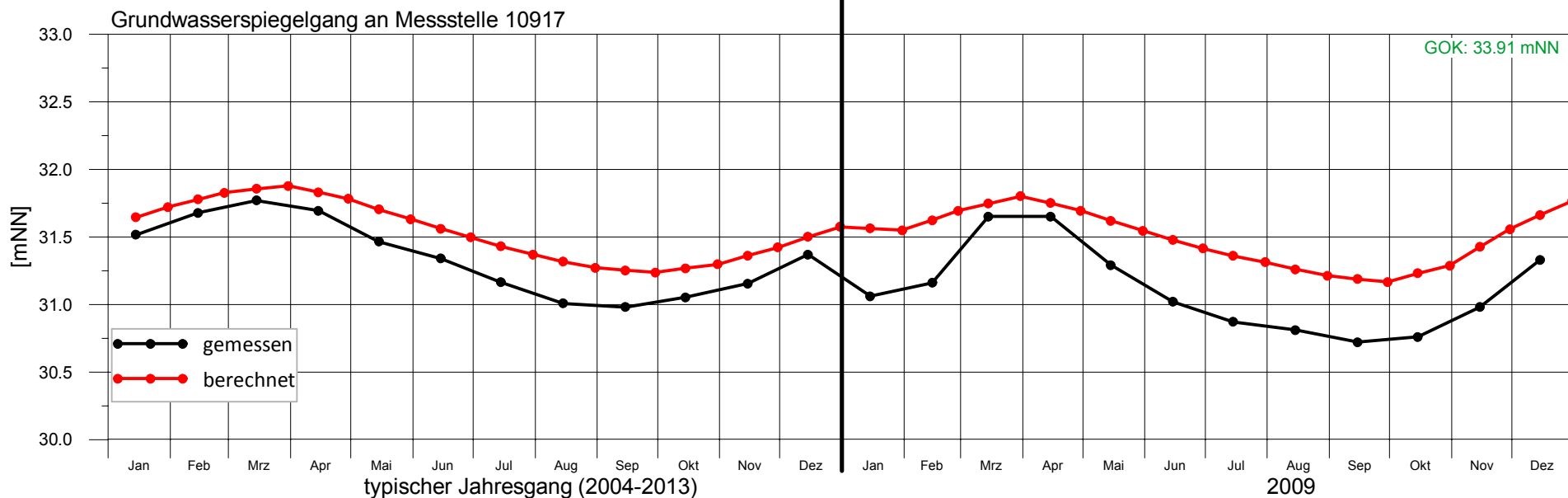
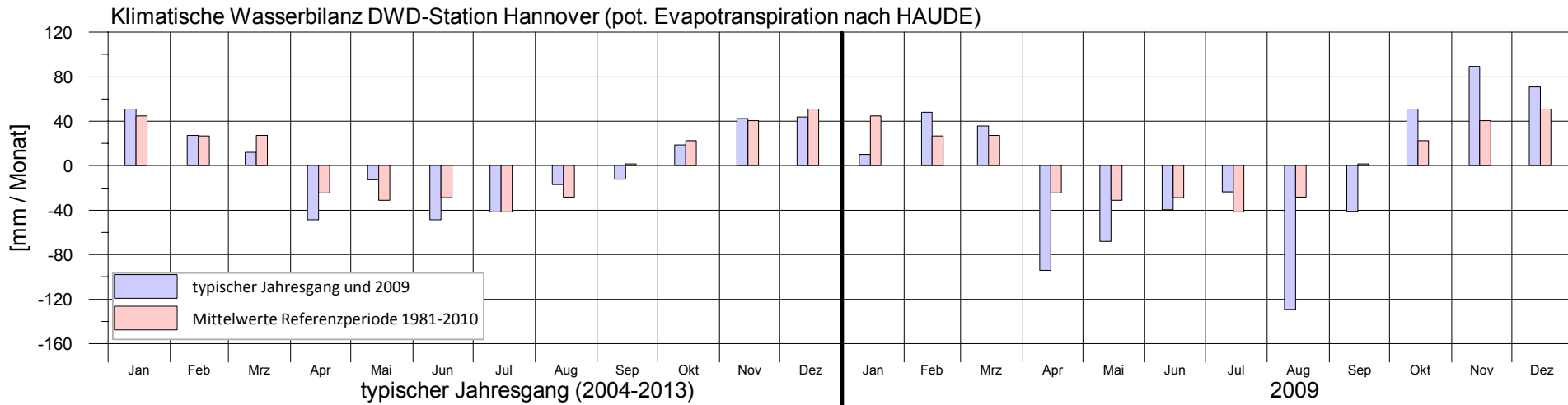


Bearbeitung: HMM Ing.-Büro H.-H. Meyer, Bad Nenndorf (Juli 2020)



# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10917 - Vergleich Messung / Rechnung -

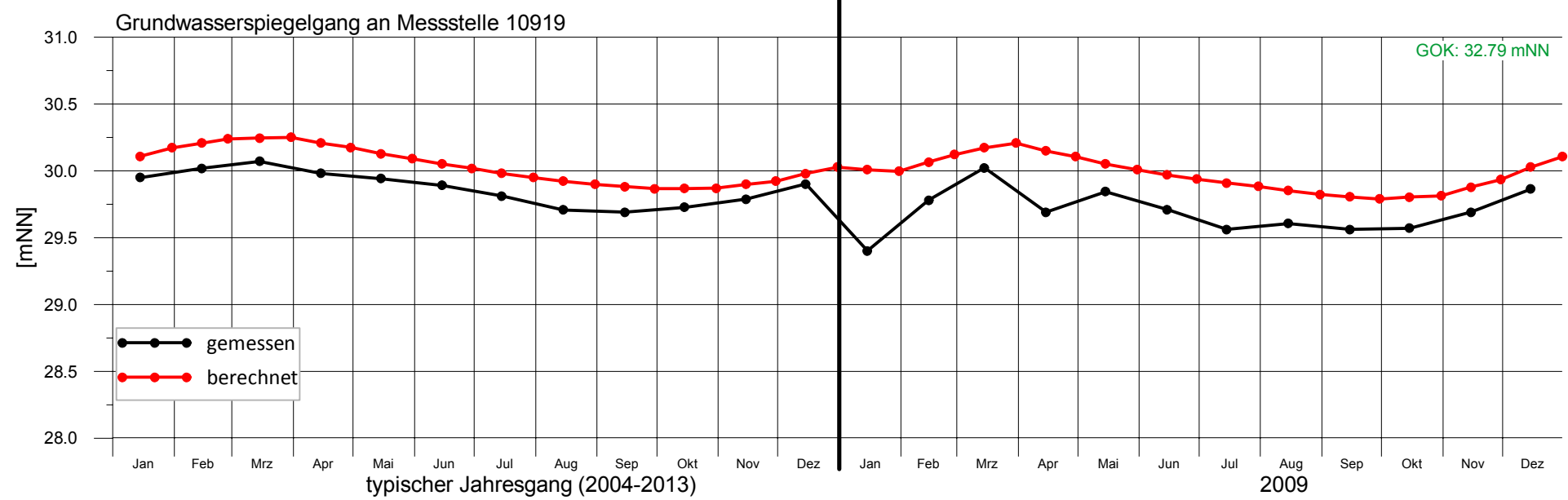
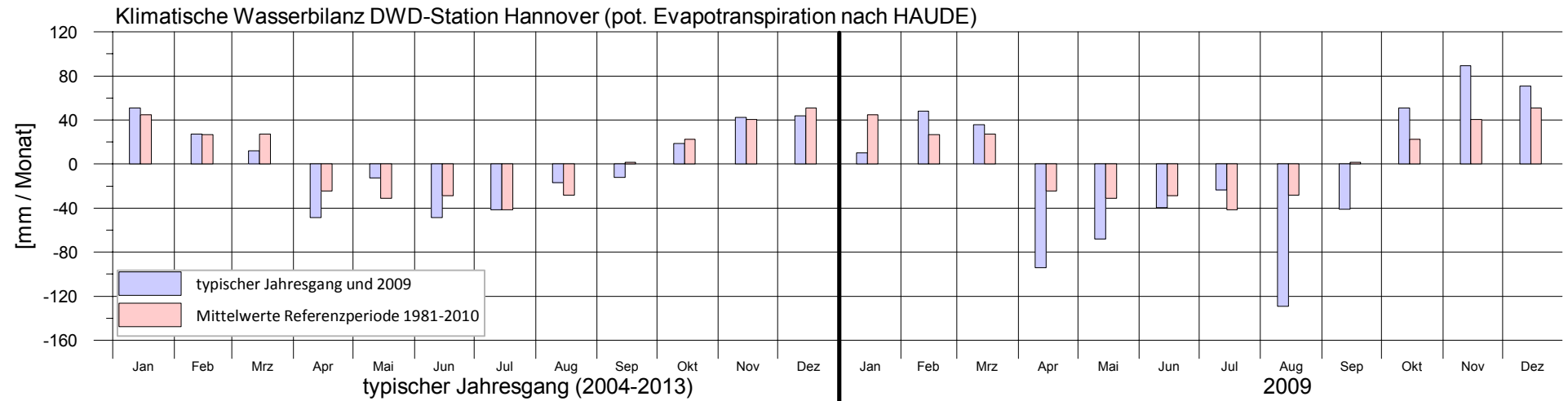
Entfernung zur Aller ca. 700 m





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10919 - Vergleich Messung / Rechnung -

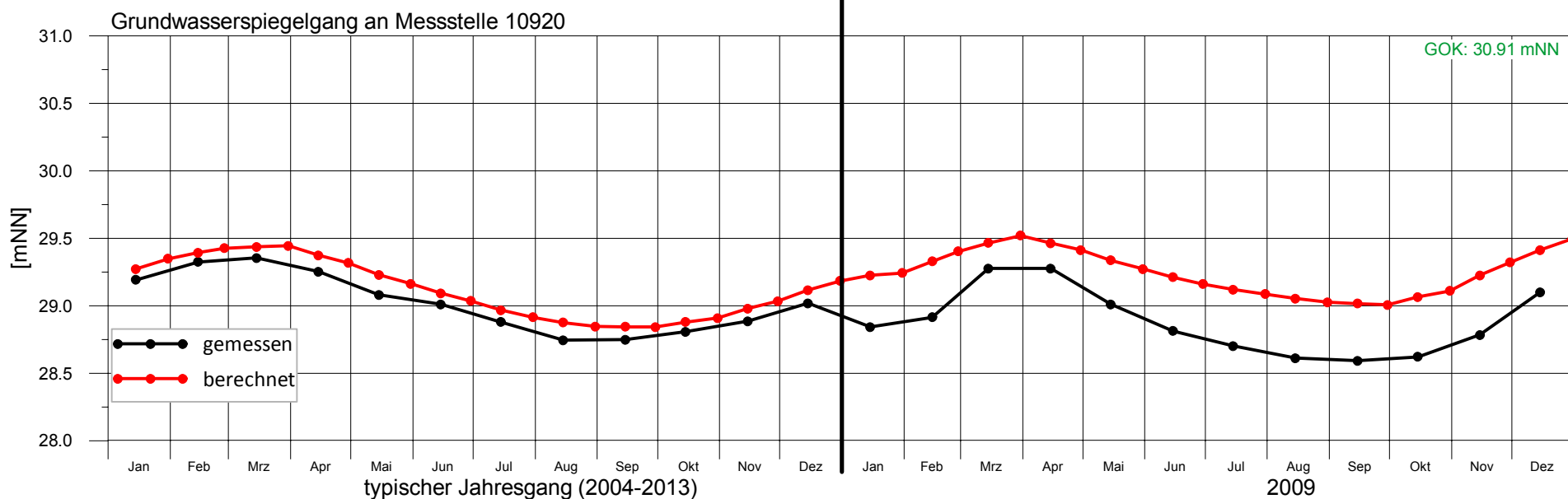
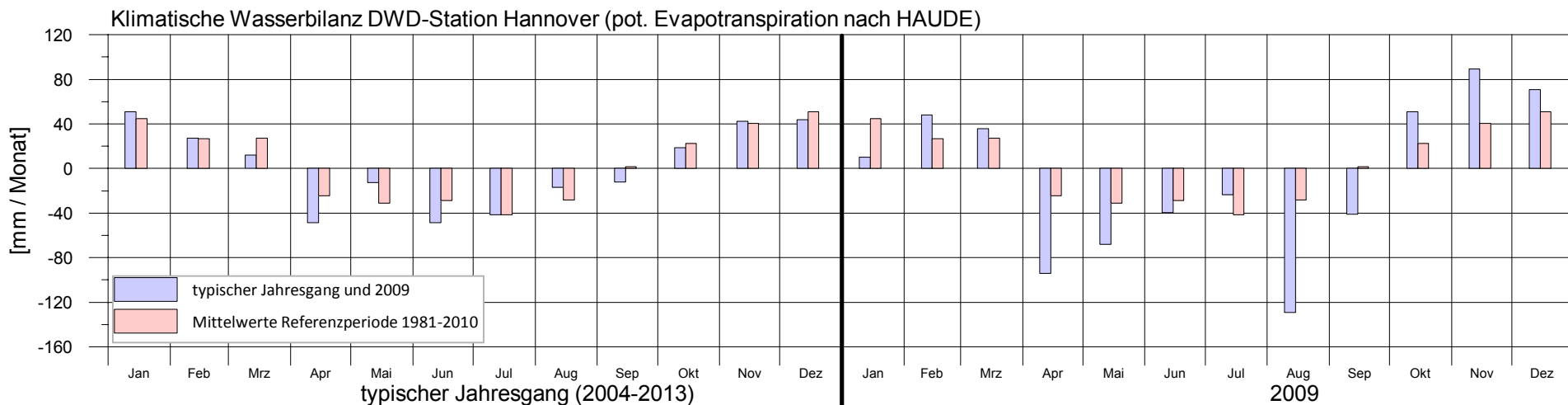
ca. 7,2 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg (an der Aller)





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10920 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 500 m

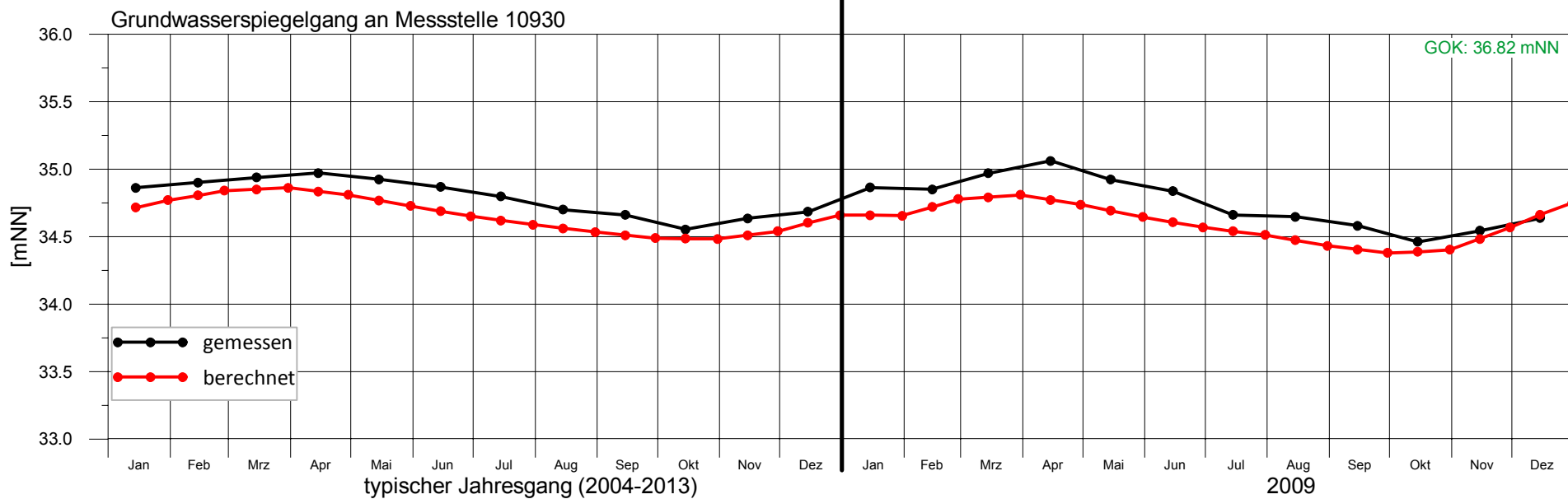
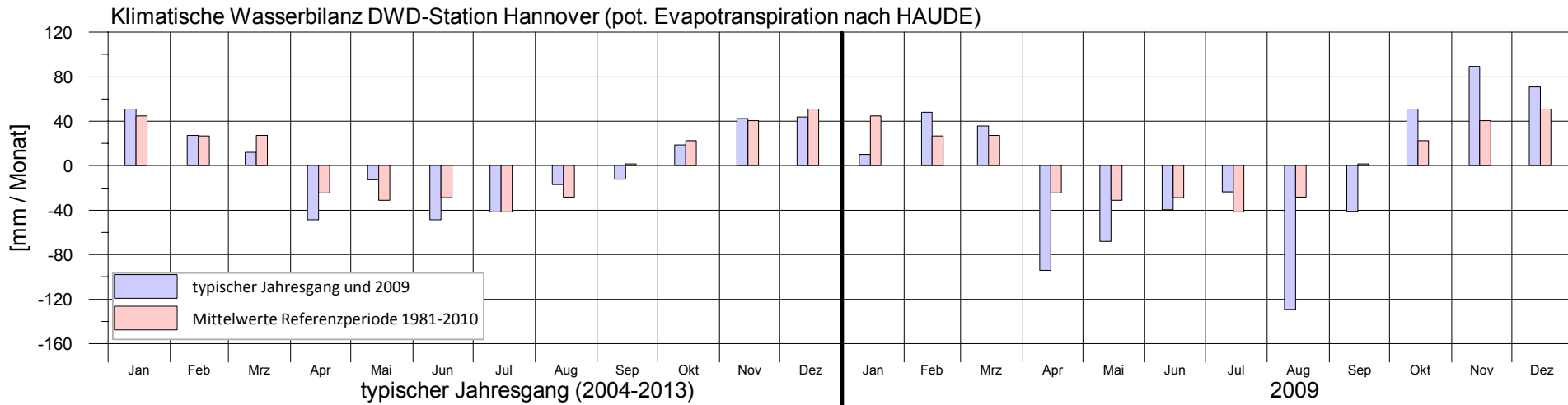




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 10930 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 1,9 km

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

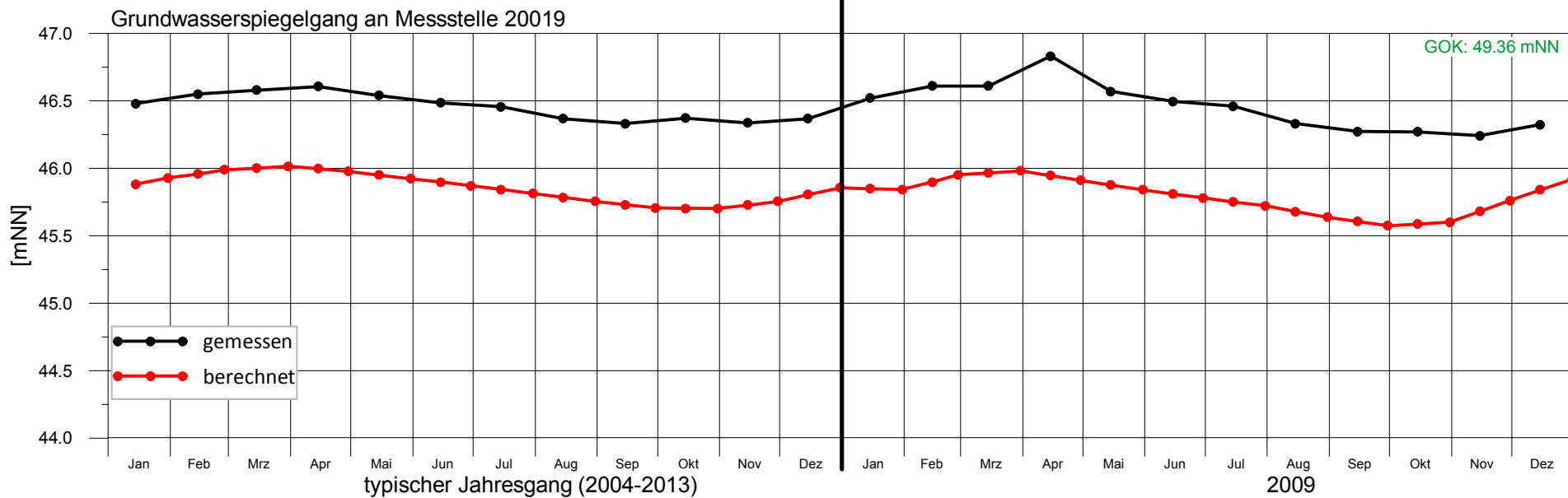
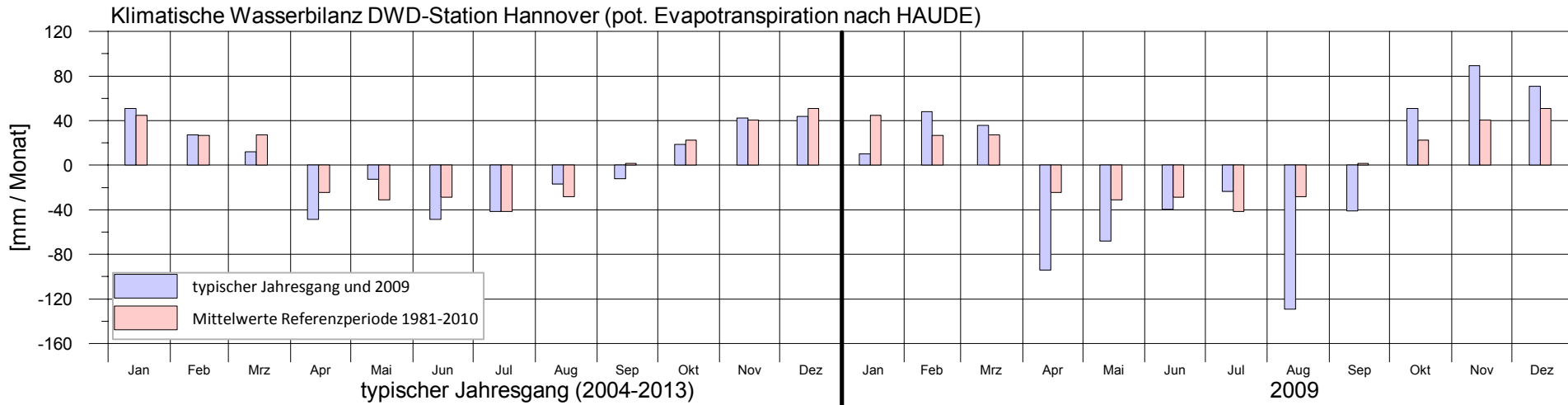




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 2019 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 600 m westlich Fassung Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**

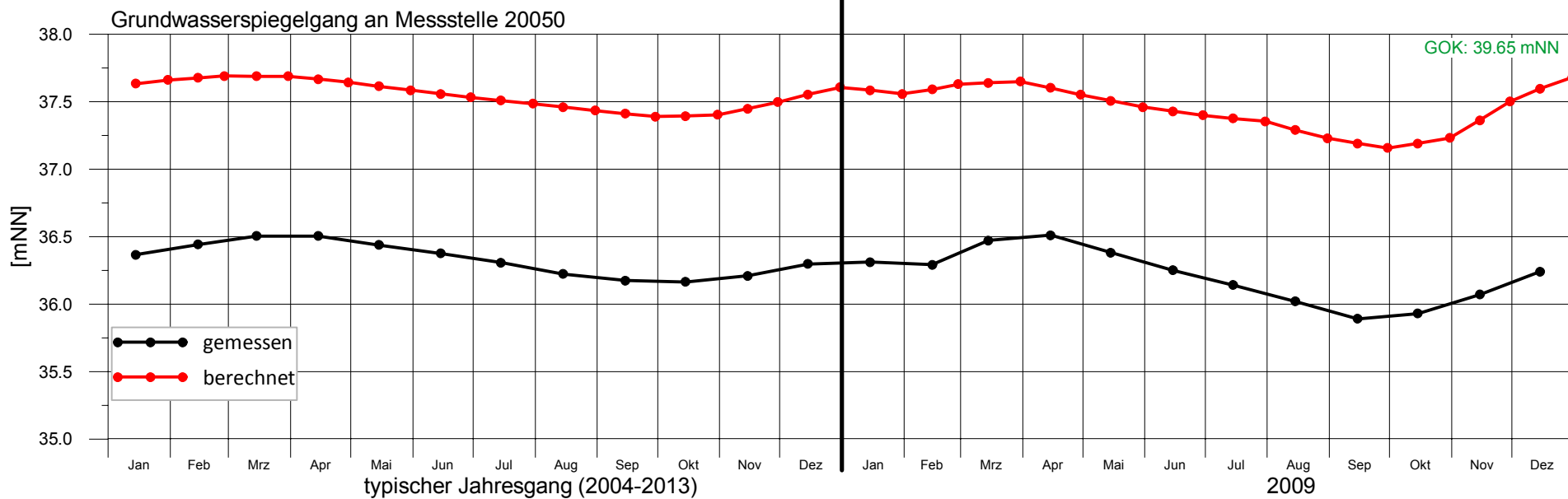
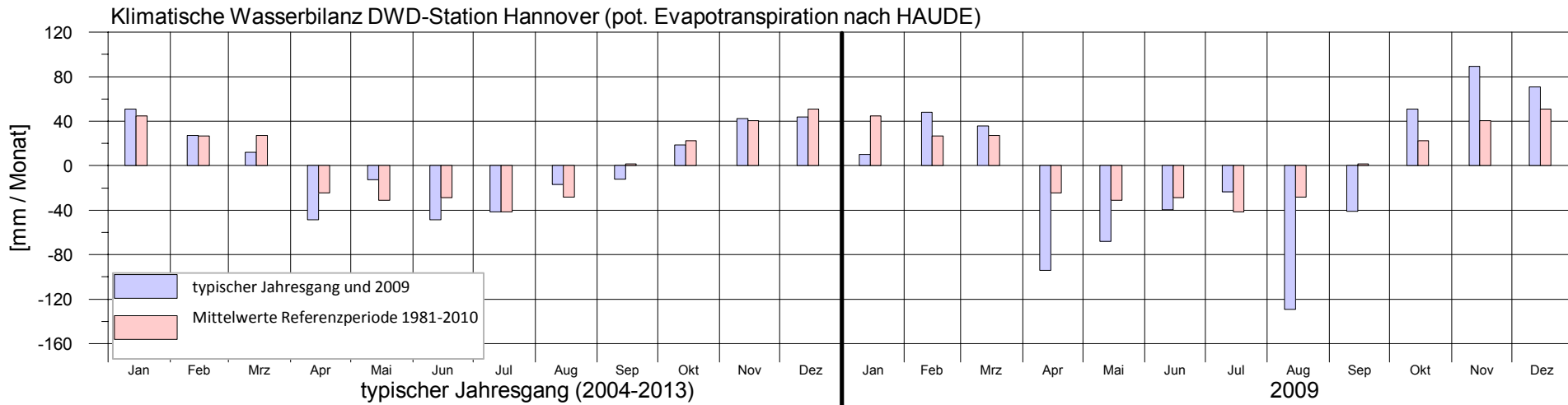




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20050

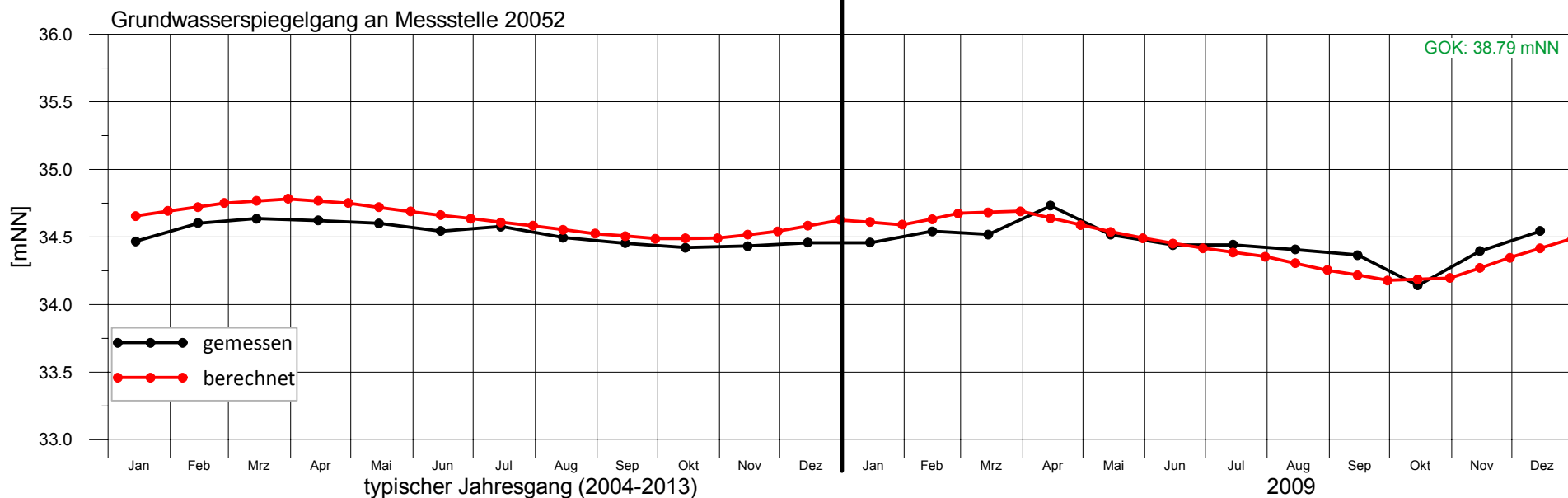
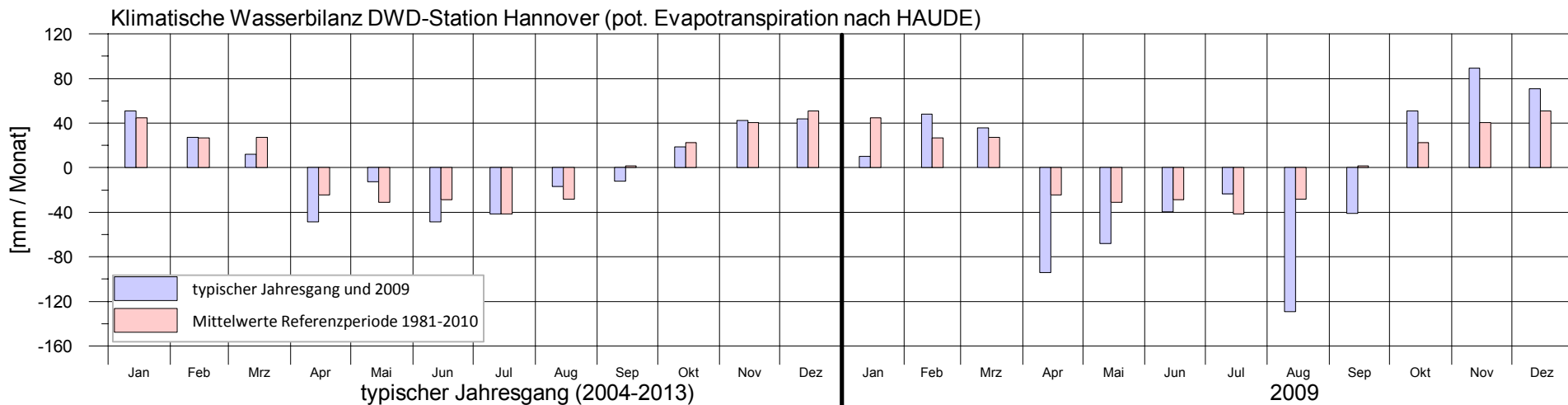
## - Vergleich Messung / Rechnung -

direkt an der Großen Beeke





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20052 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,1 km westlich Brunnen 11, Fassung Elze



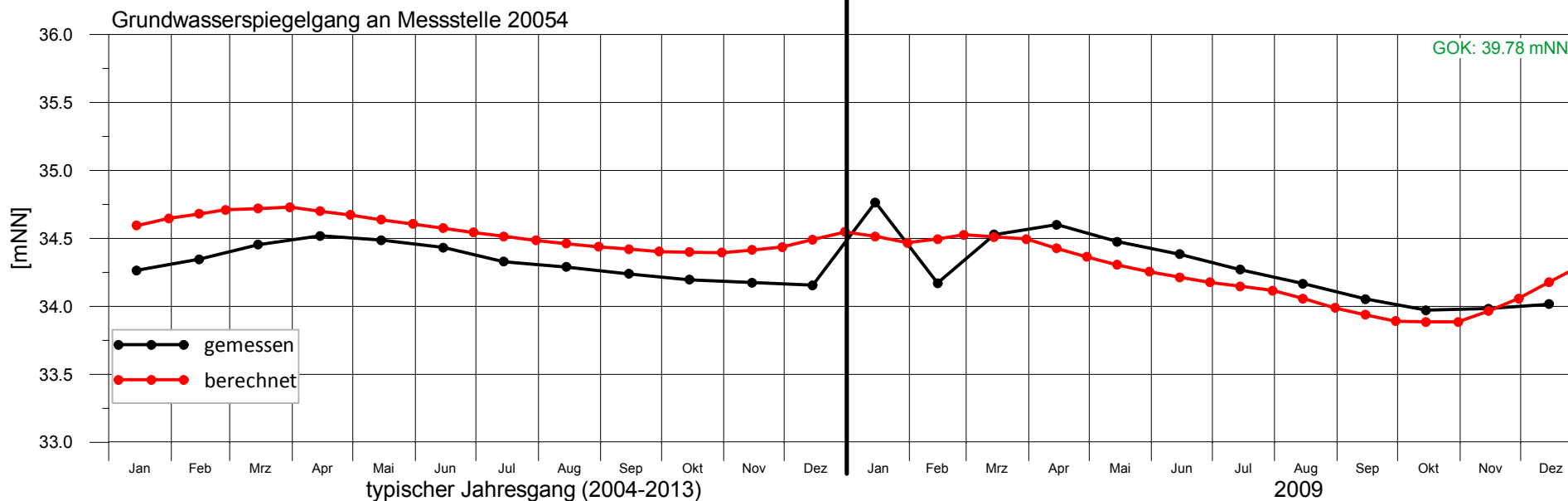
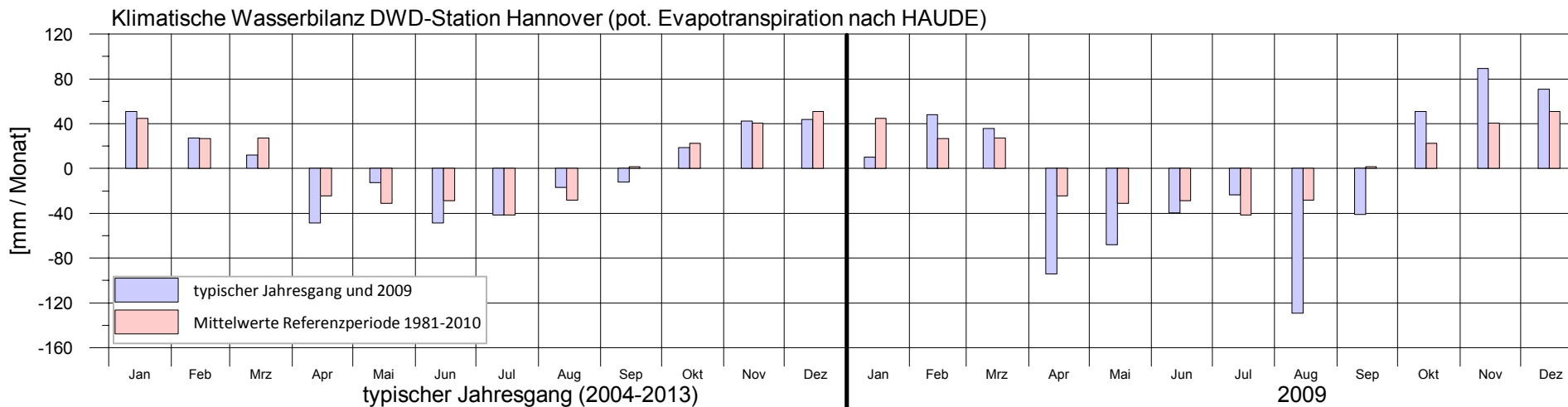


# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20054

## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 600 m südwestlich Fassung Elze

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

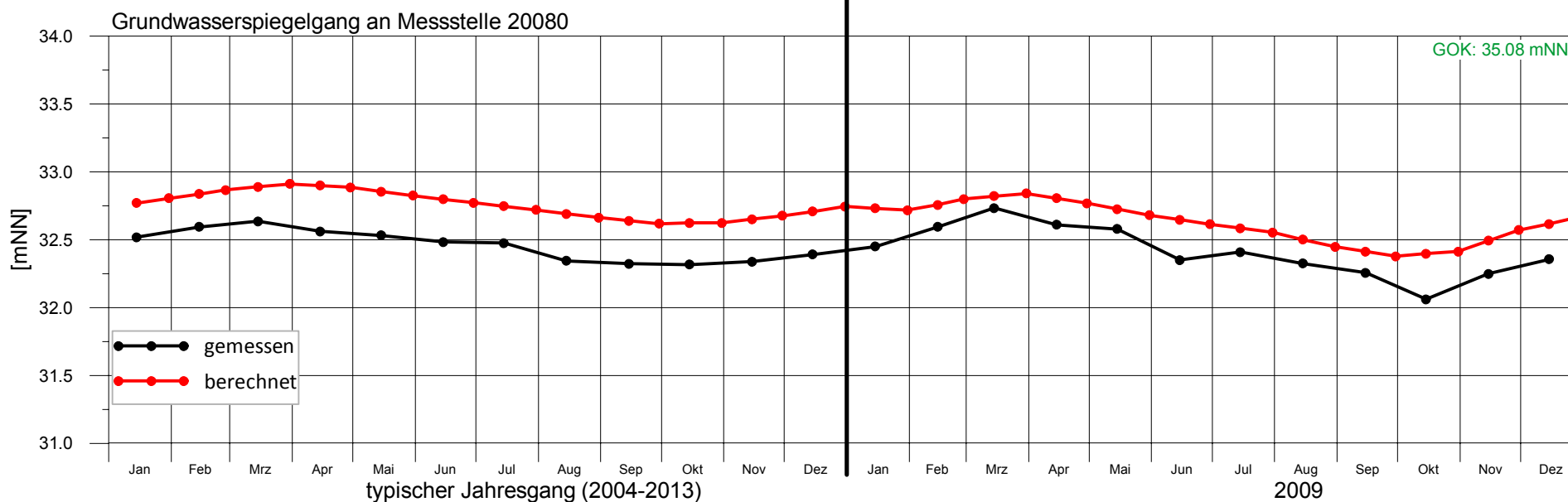
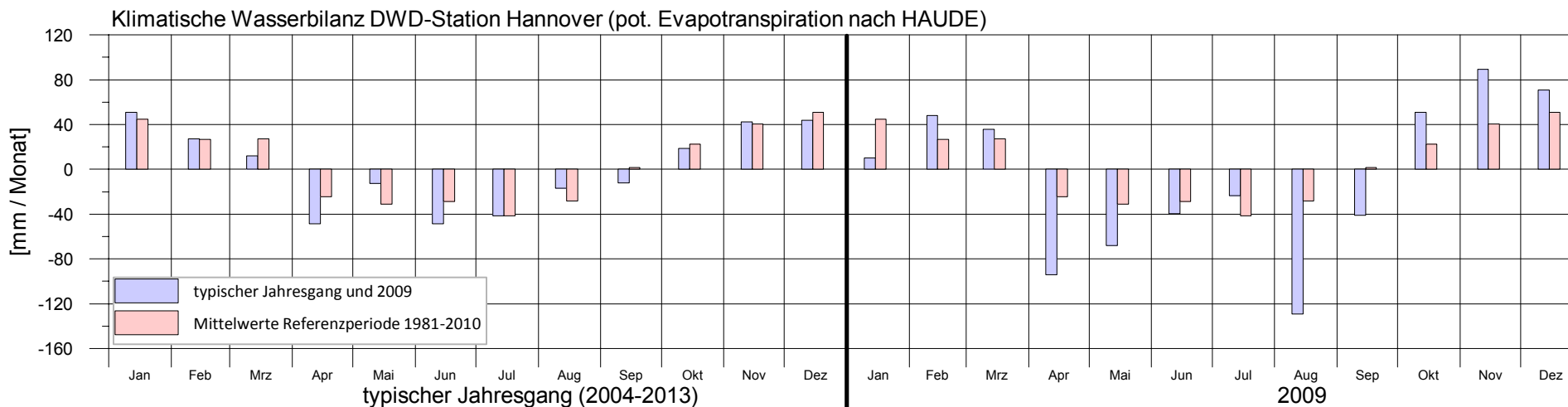




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20080

## - Vergleich Messung / Rechnung -

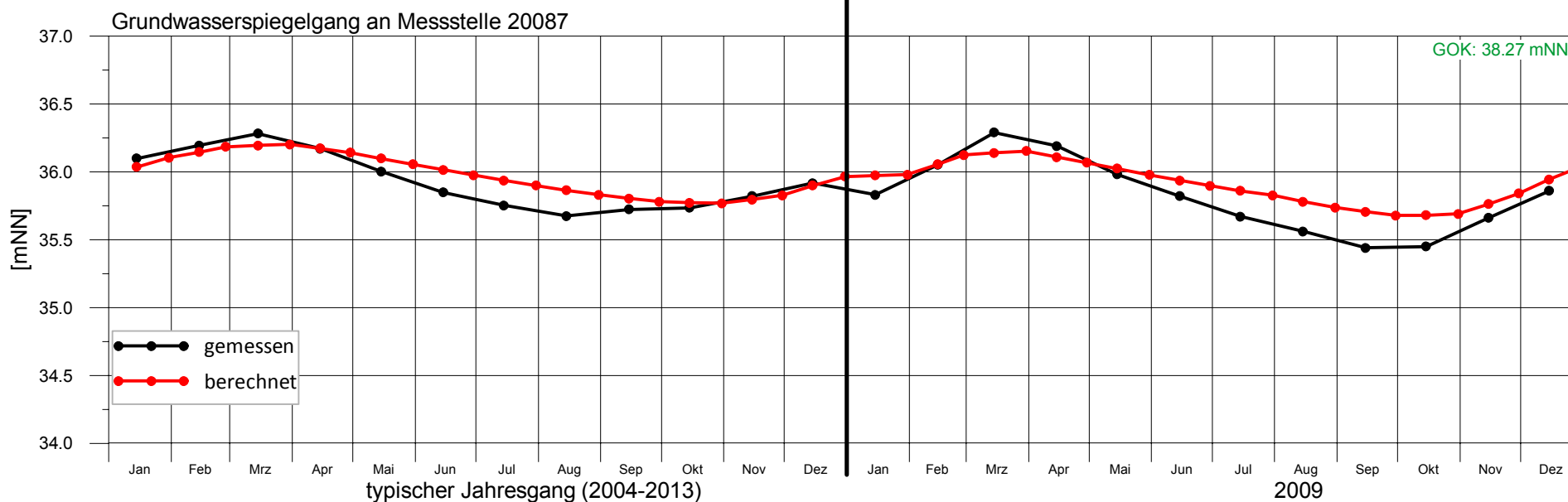
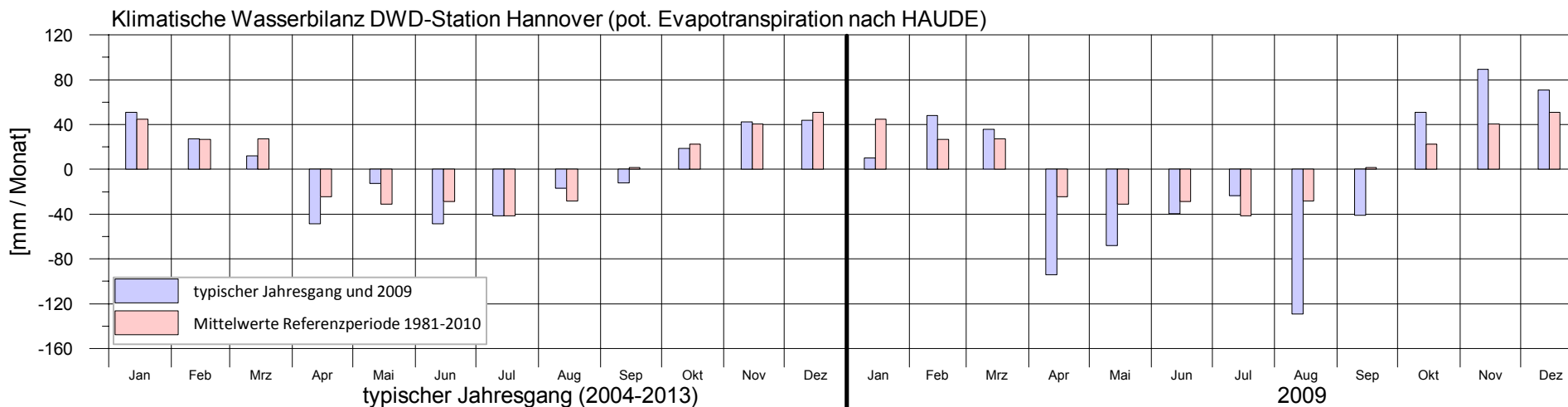
ca. 1,8 km südlich Brunnen 64, Fassung Berkhof





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20087 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,7 km nordöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberger Feld

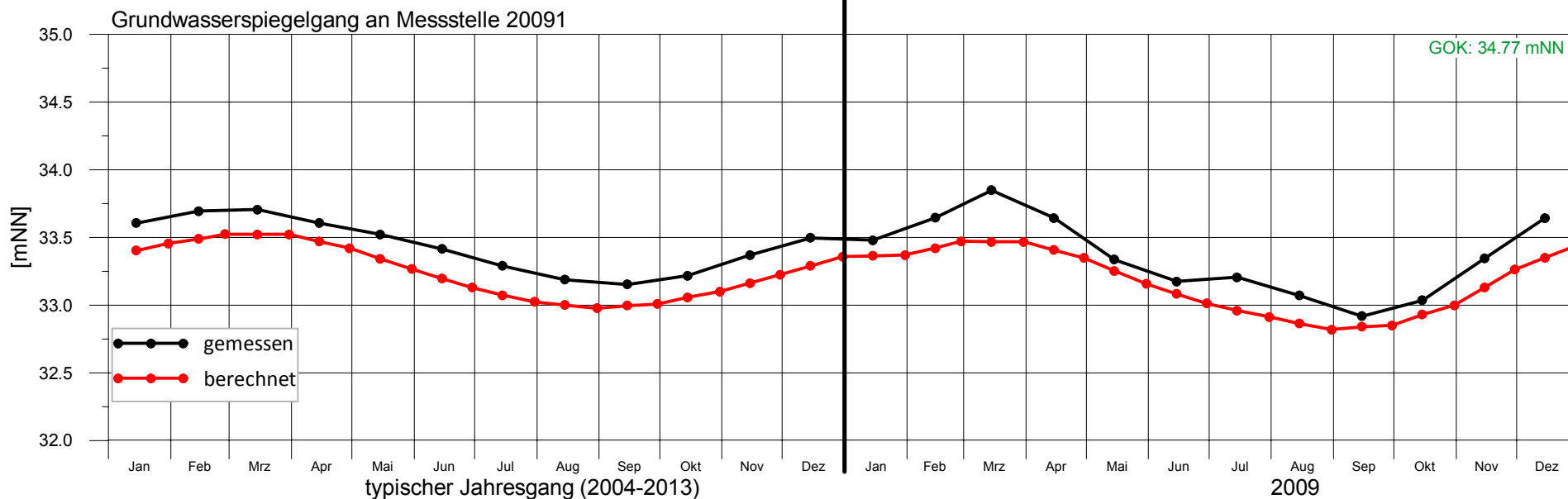
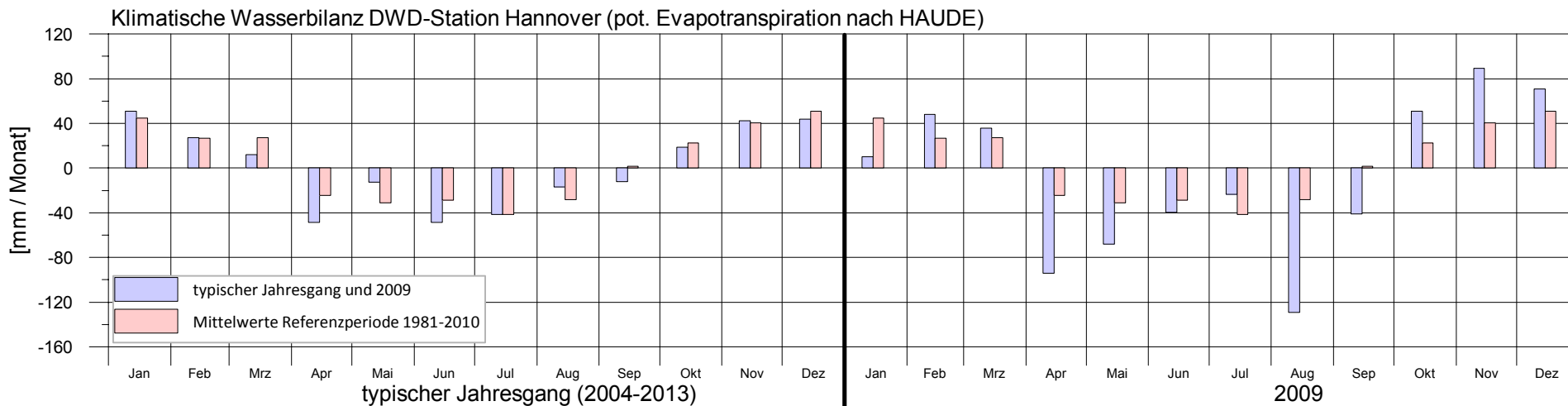




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20091 - Vergleich Messung / Rechnung -

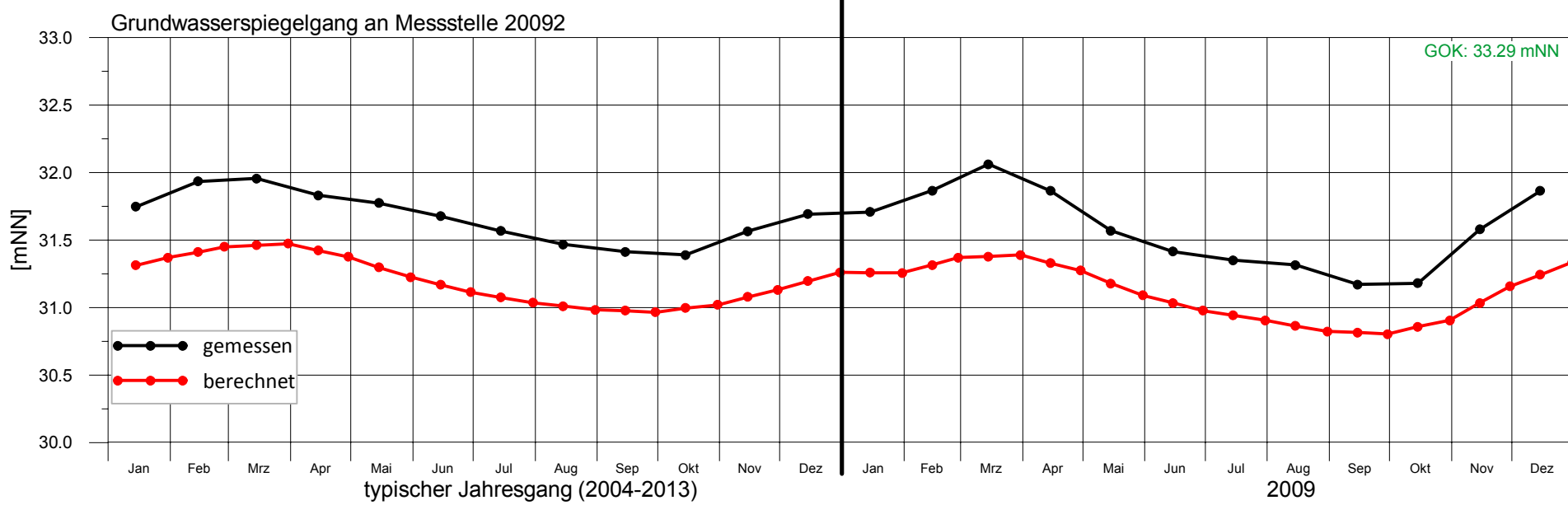
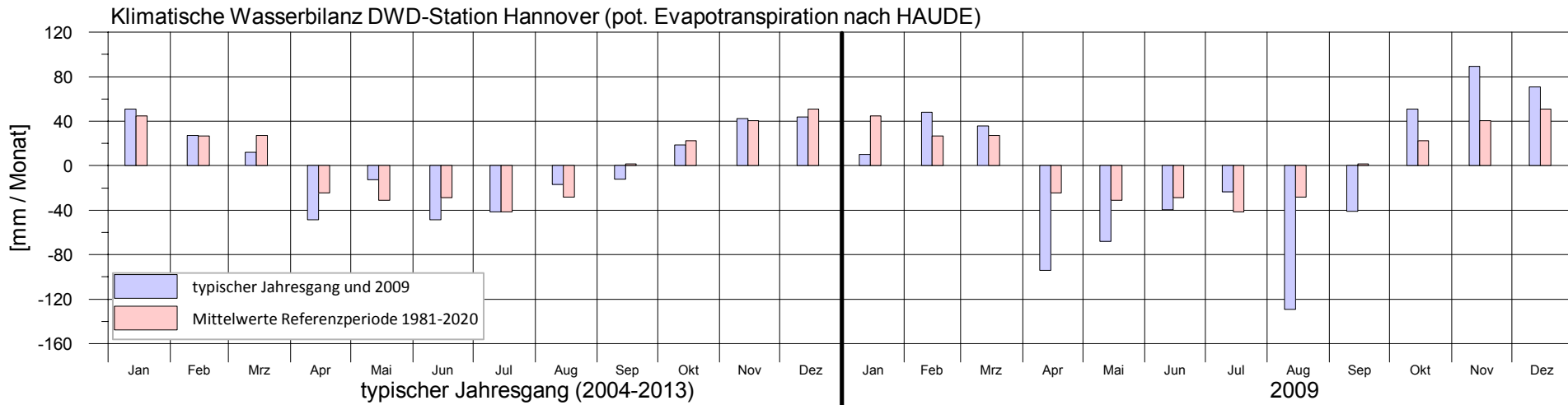
ca. 5,0 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberger Feld

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





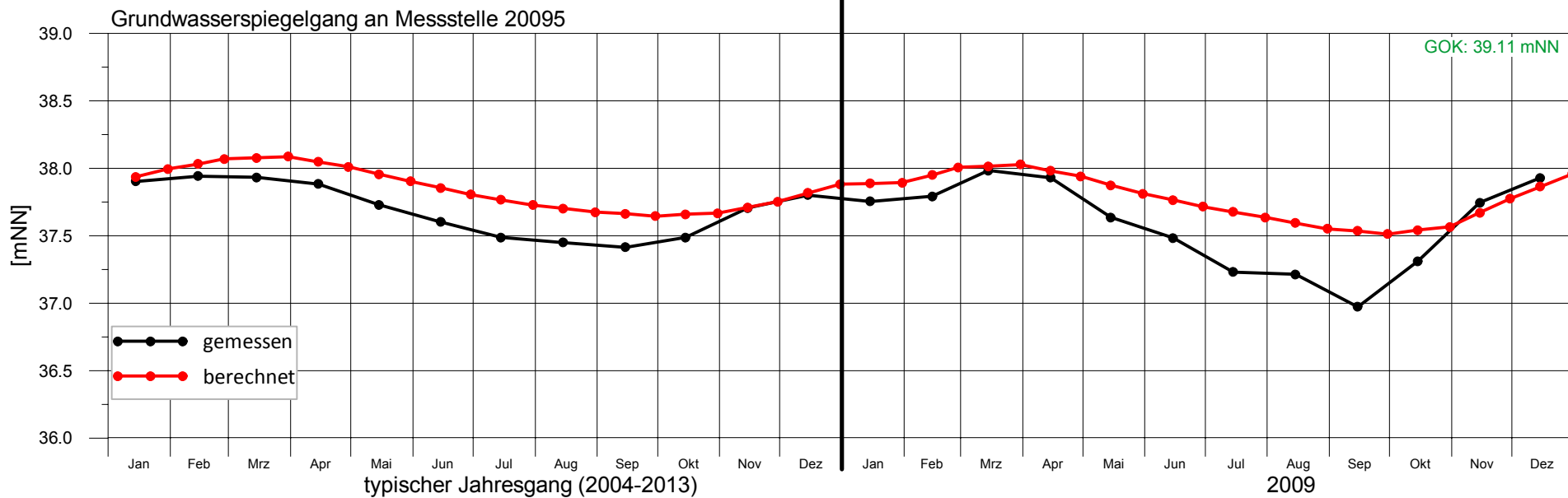
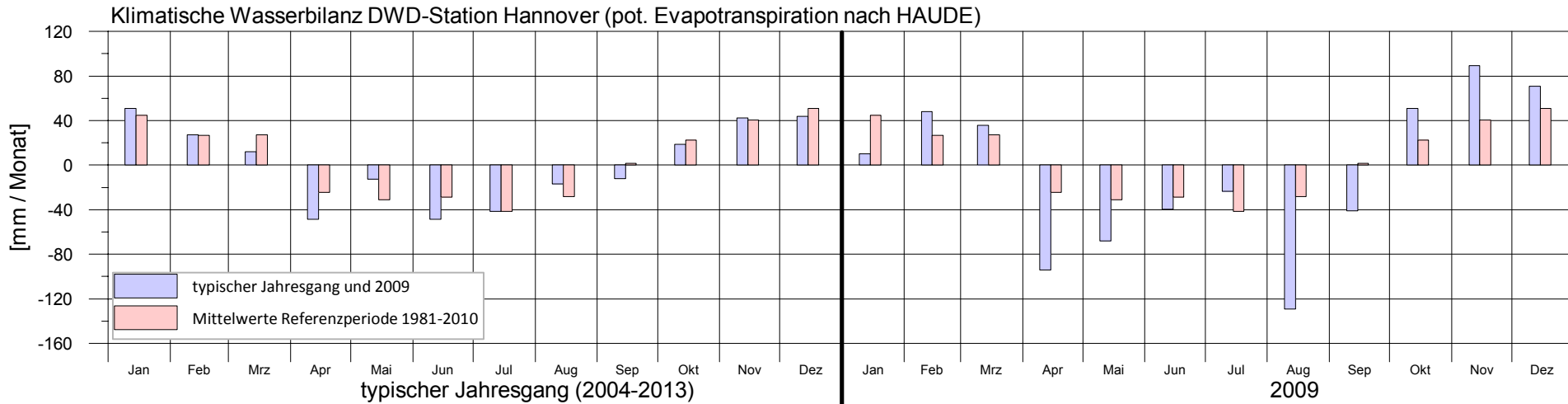
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20092 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 5,9 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg





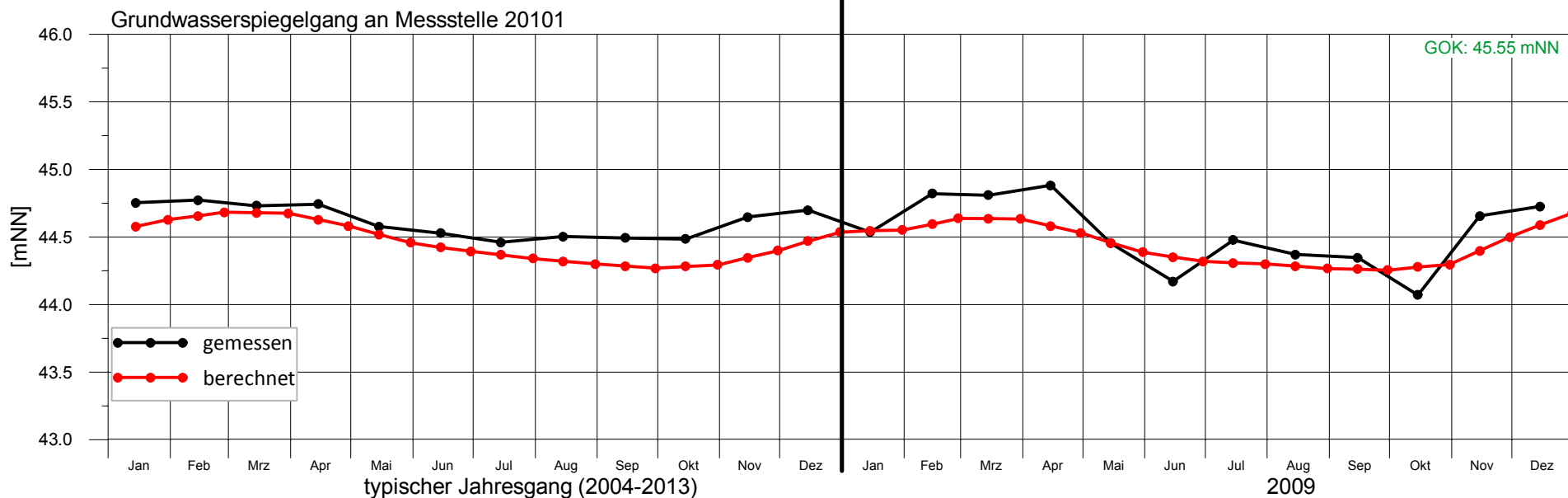
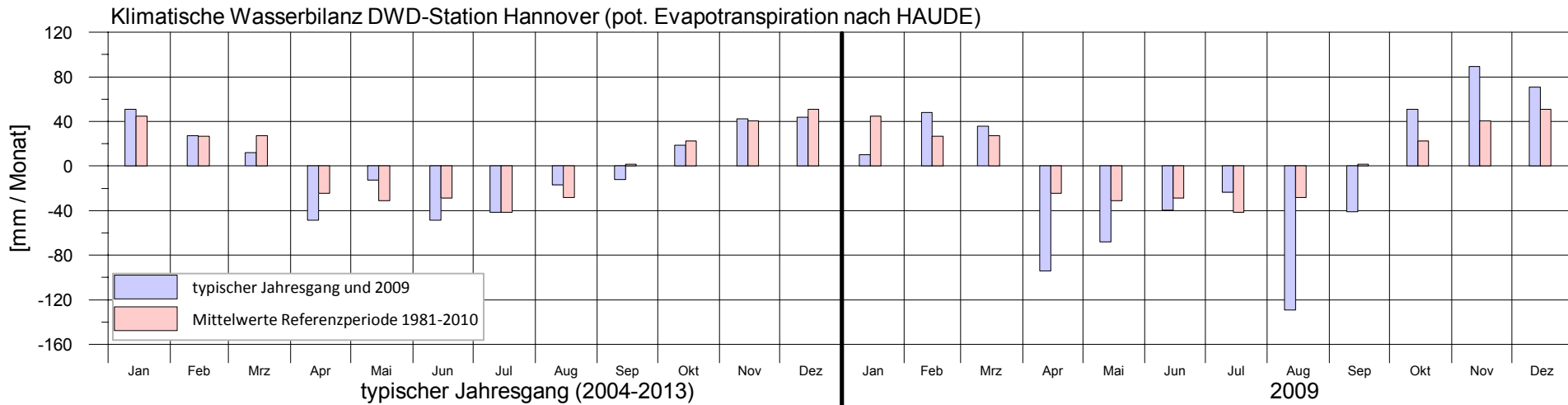
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20095 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 4,2 km nördlich Brunnen 6, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20101 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 9,3 km südlich Brunnen 4, Fassung Fuhberg

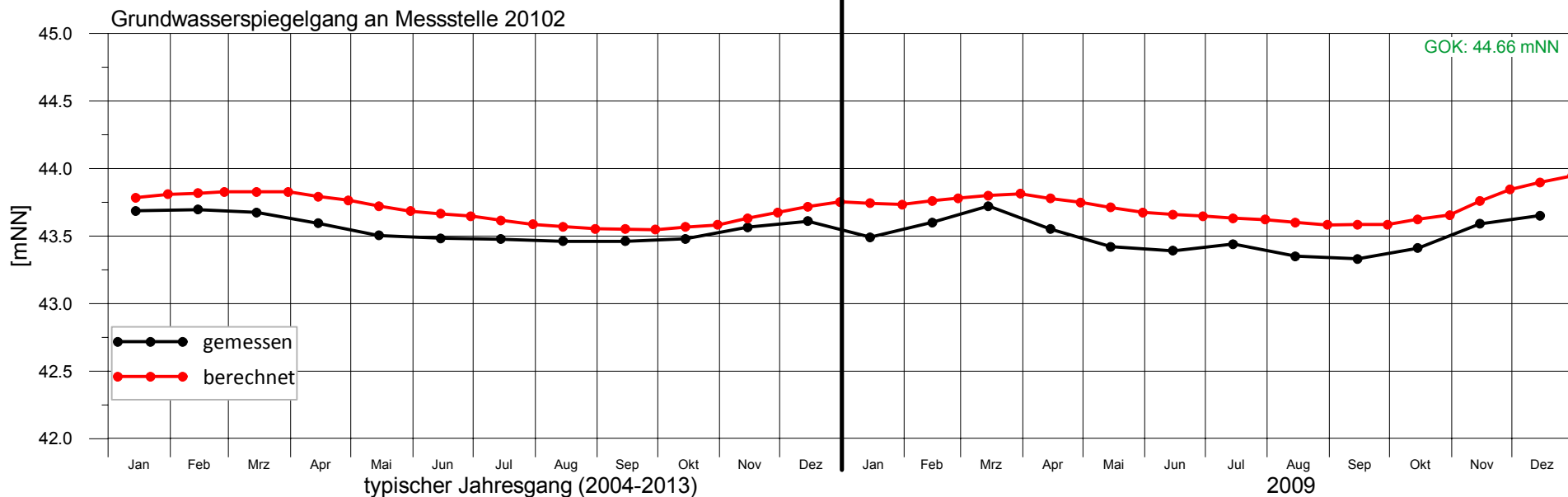
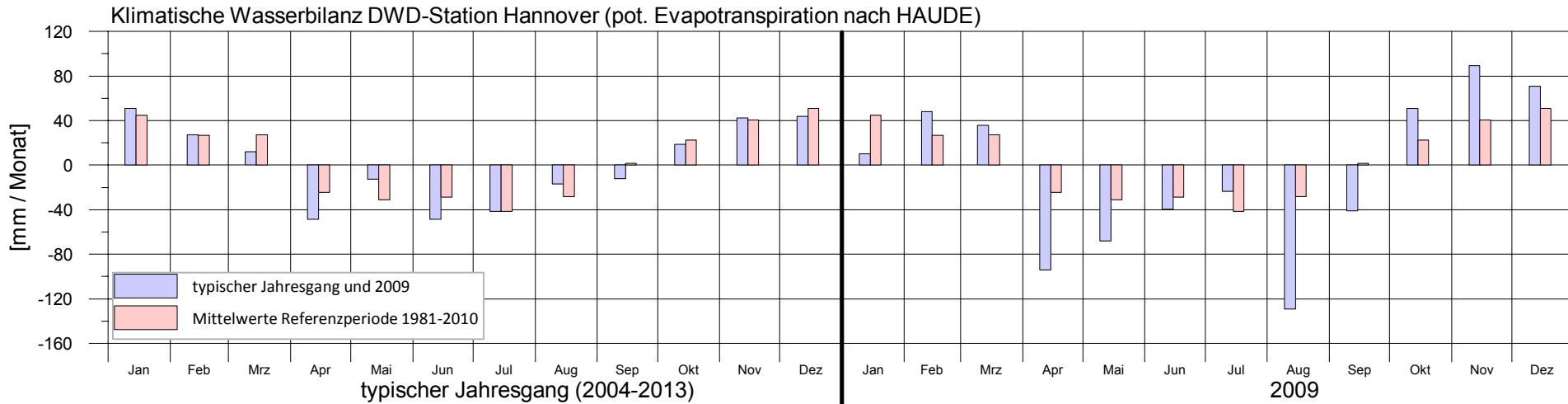




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20102

## - Vergleich Messung / Rechnung -

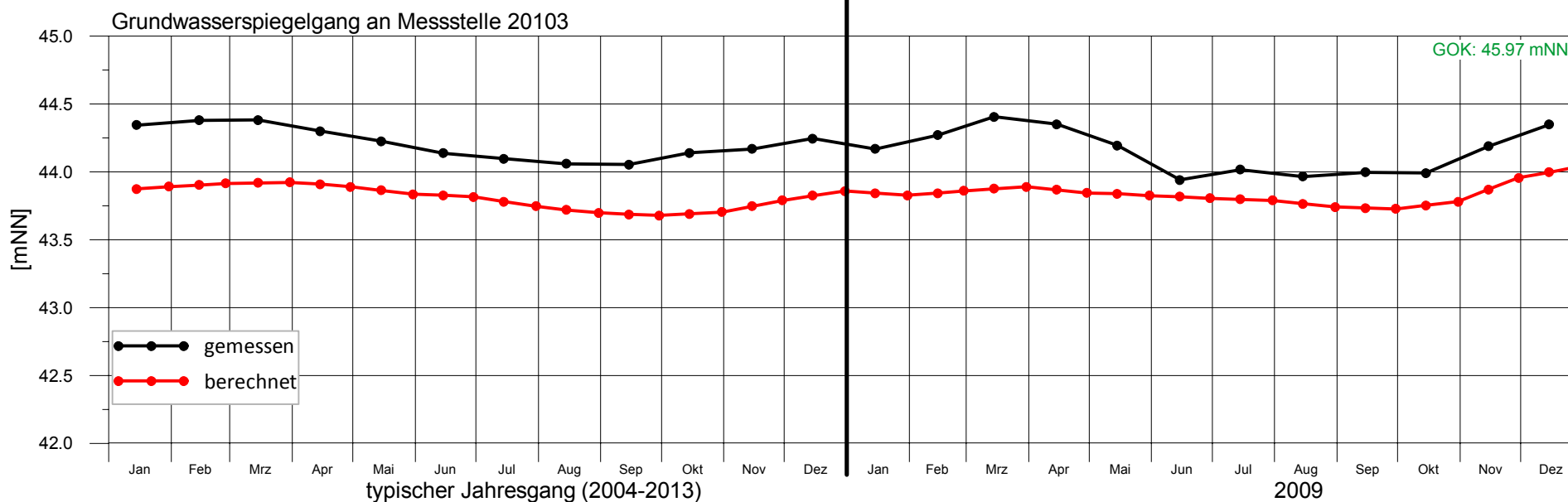
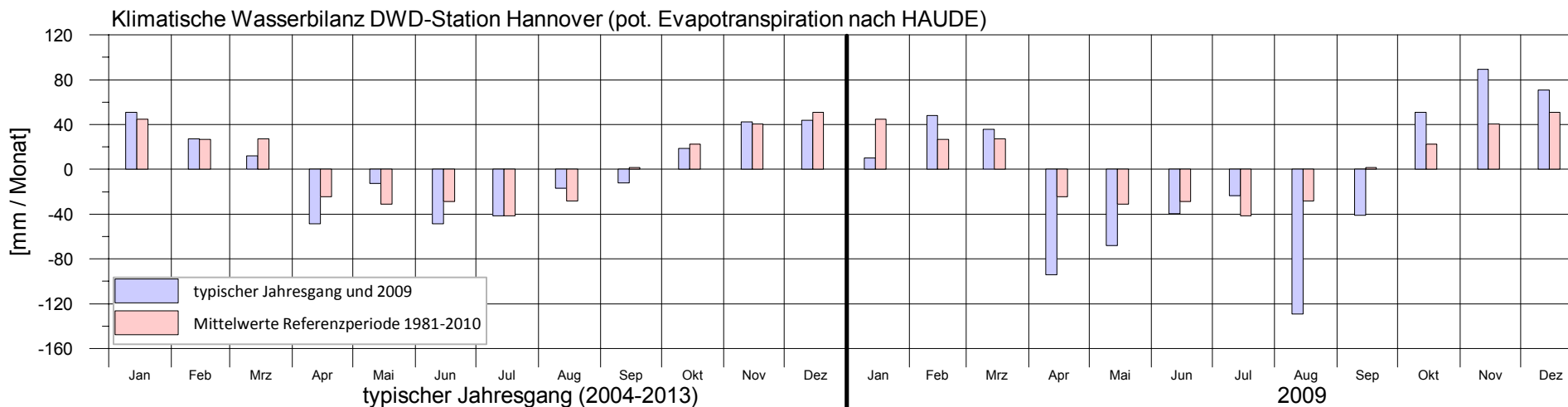
direkt an der Wietze (im Süden)





# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20103 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 8,5 km südlich Fassung Elze



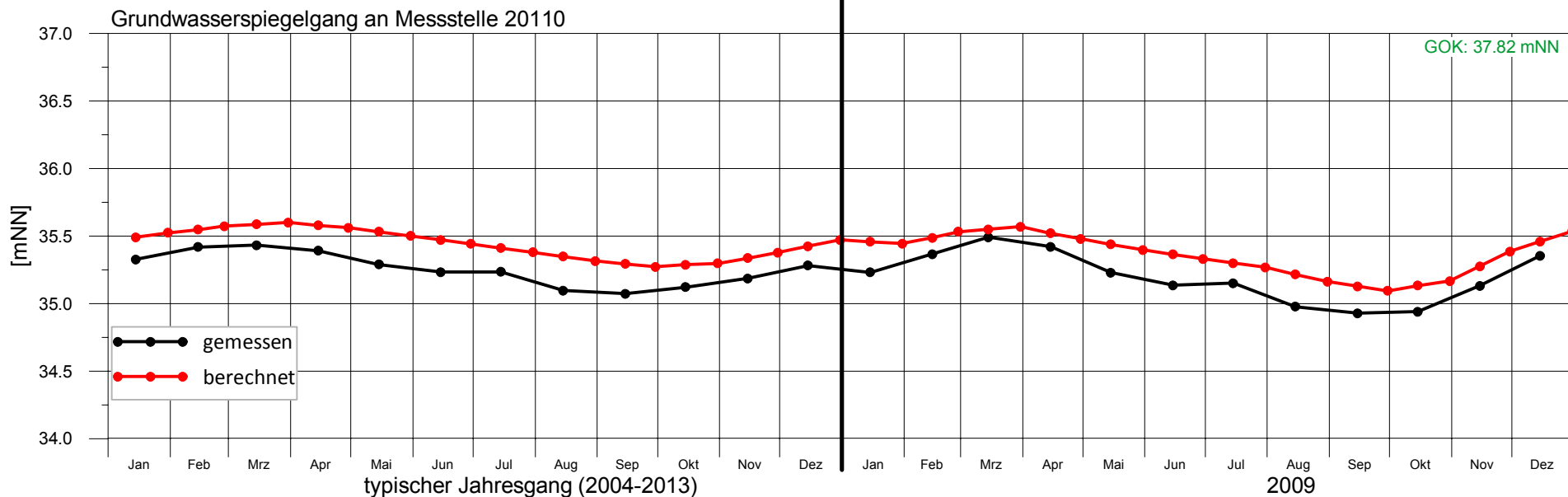
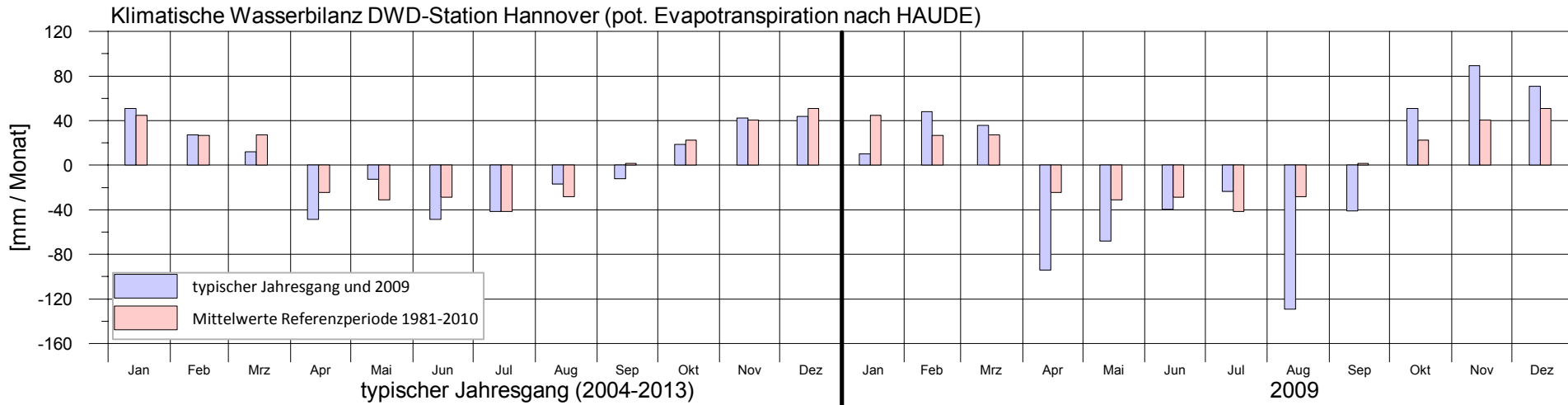


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20110

### - Vergleich Messung / Rechnung -

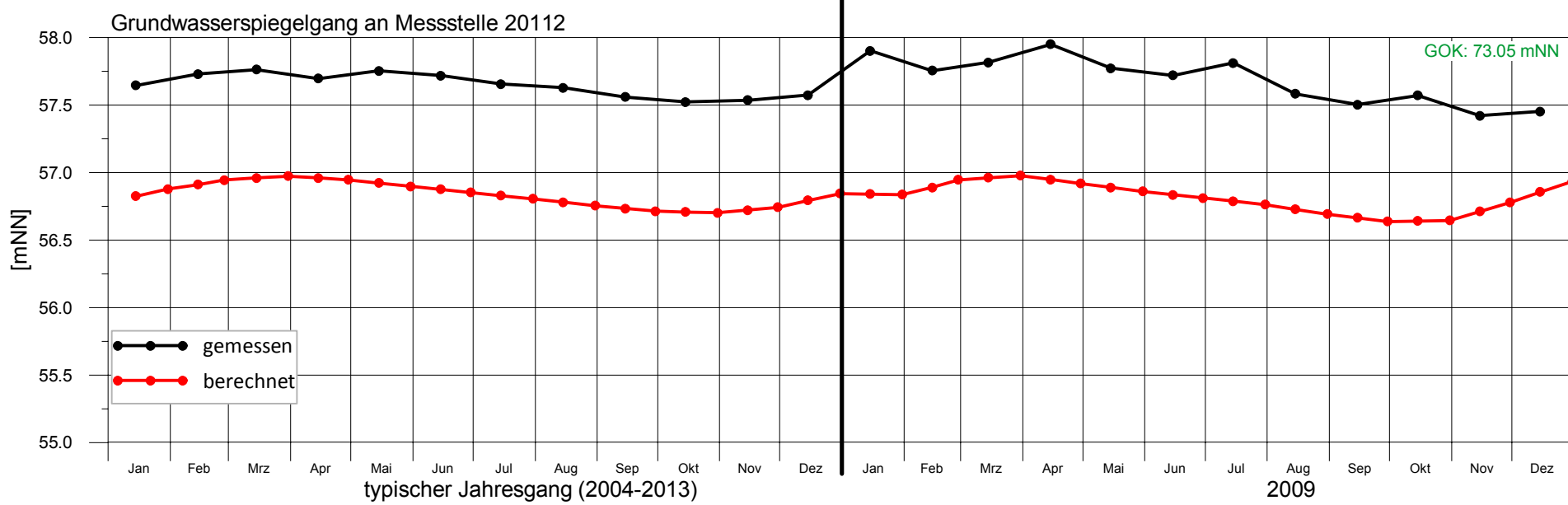
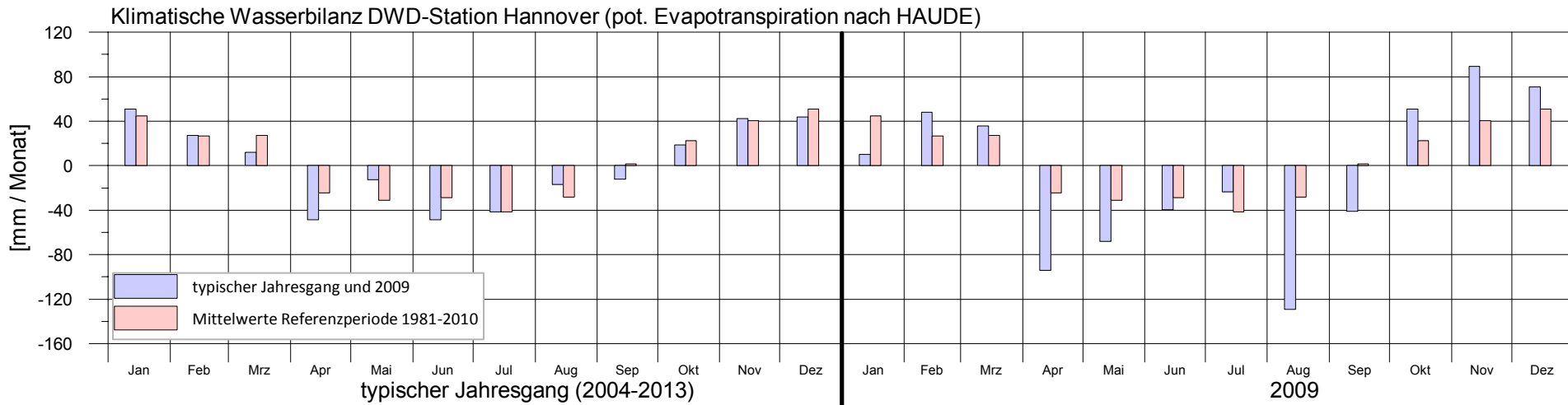
ca. 3,5 km westlich Brunnen 11, Fassung Elze

**Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -**





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20112 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 5,9 km westlich Brunnen 11, Fassung Elze

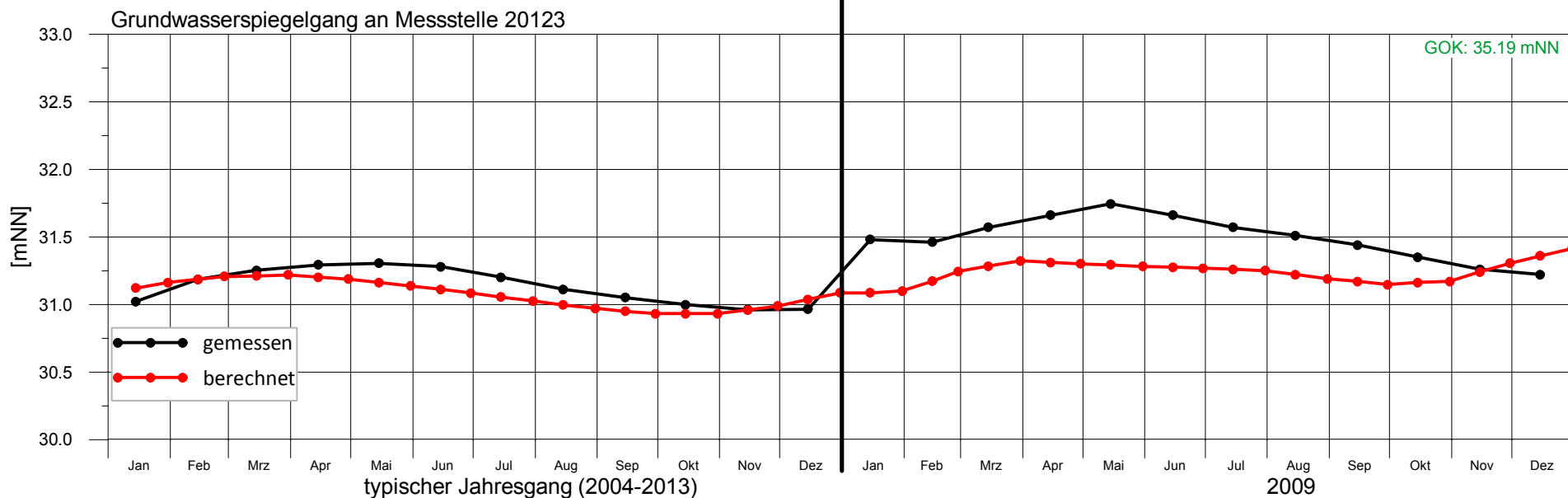
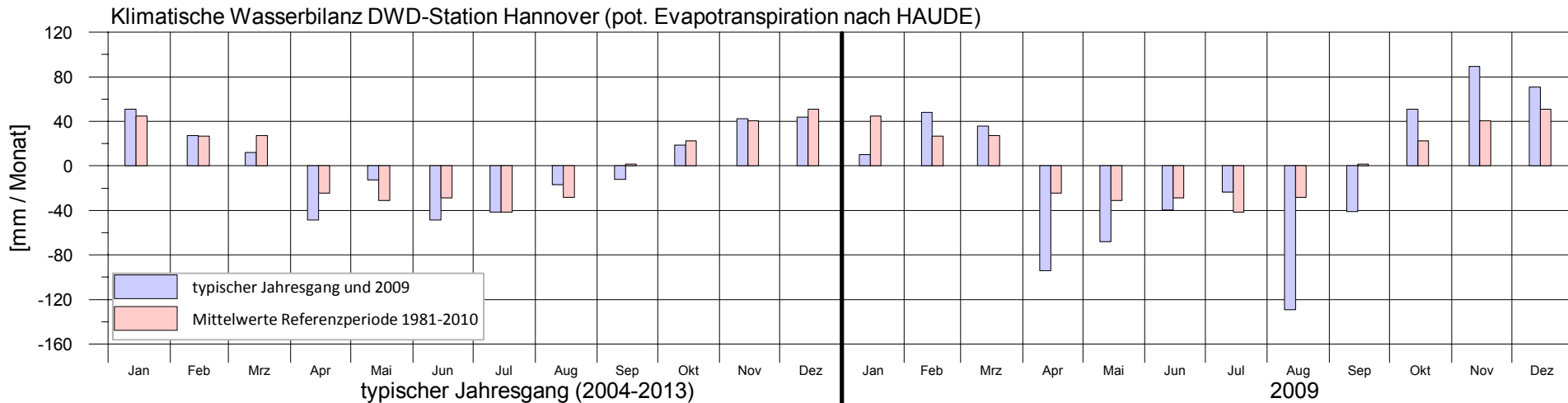




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20123

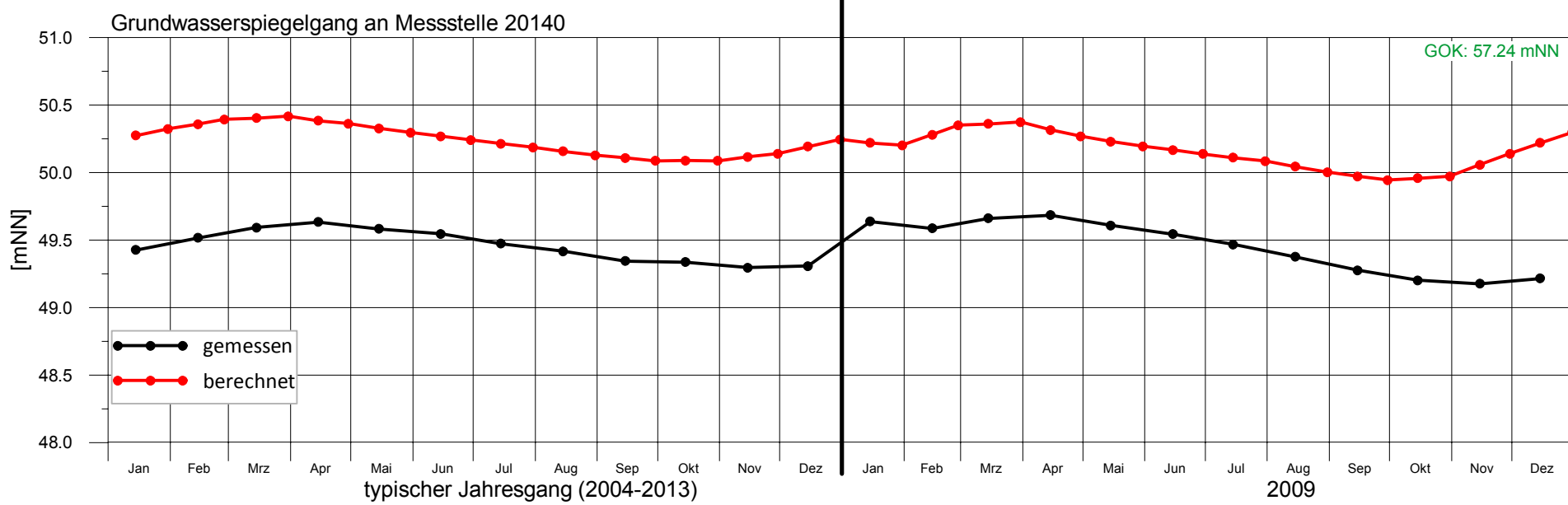
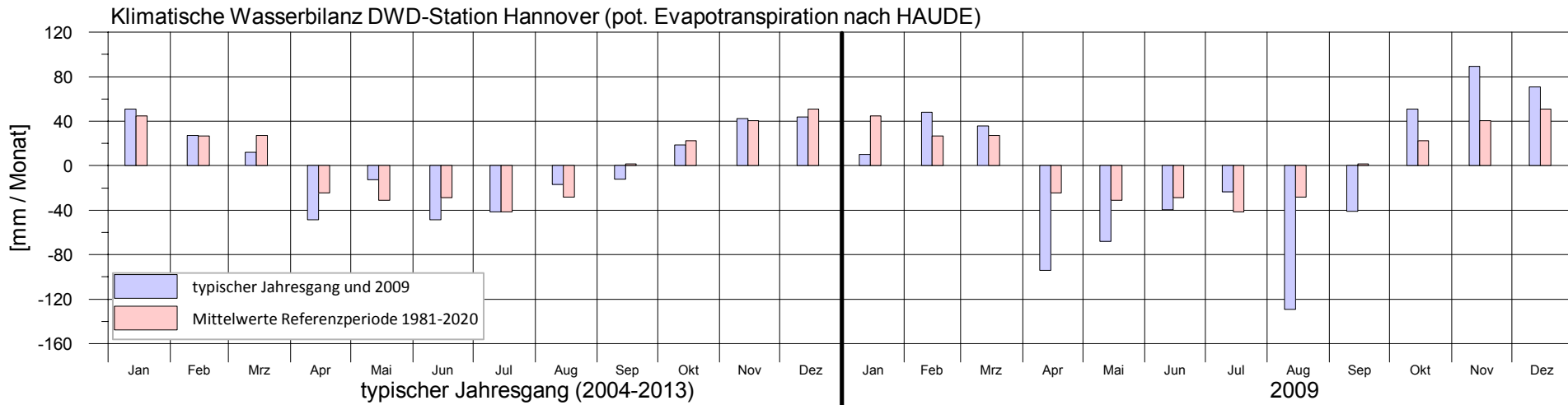
## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,4 km südlich Fassung Lindwedel





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20140 - Vergleich Messung / Rechnung - innerhalb Stauchendmoräne

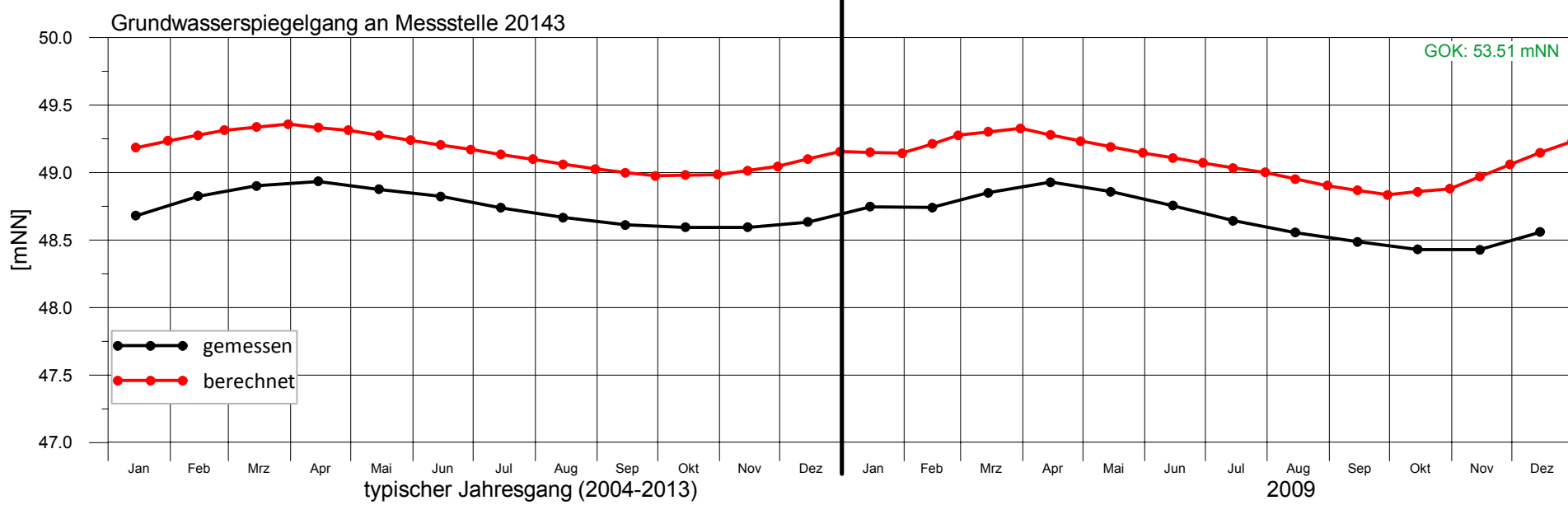
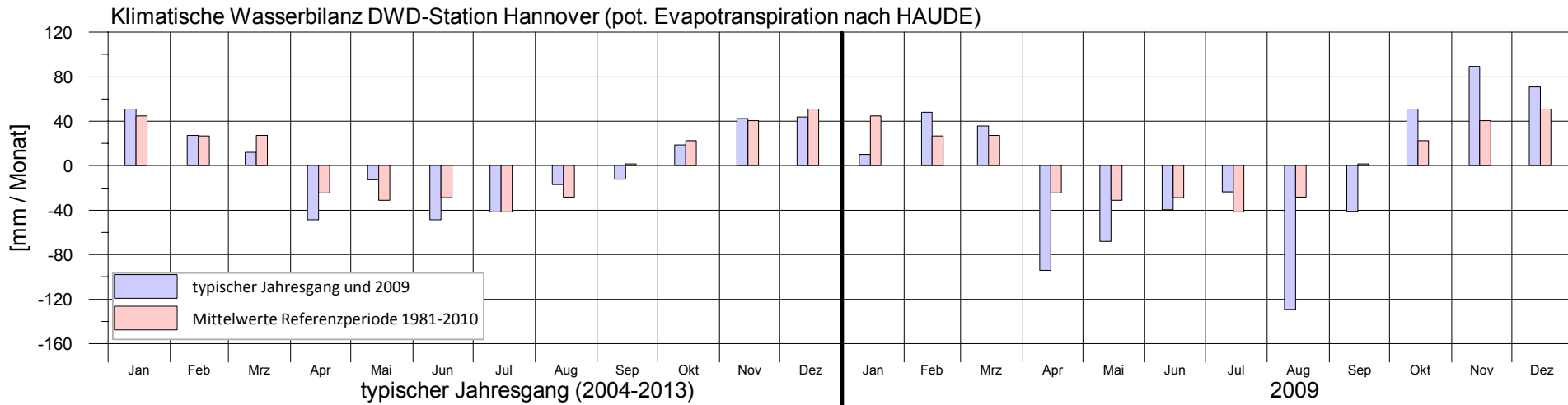




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20143

## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,3 km südwestlich Fassung Wettmar

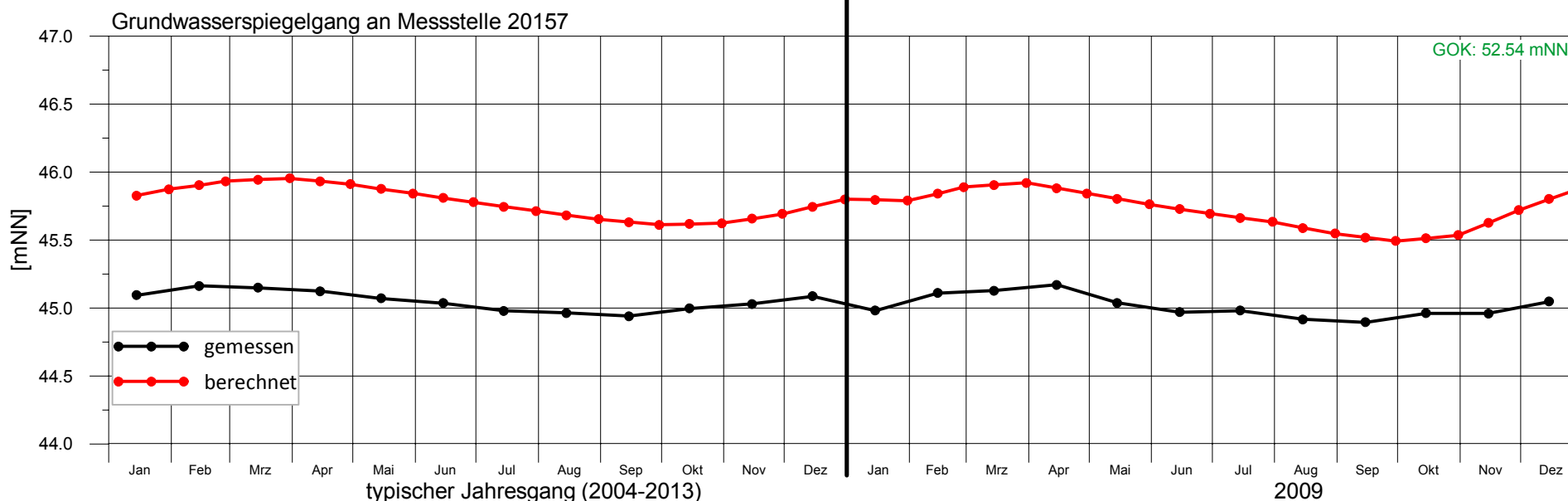
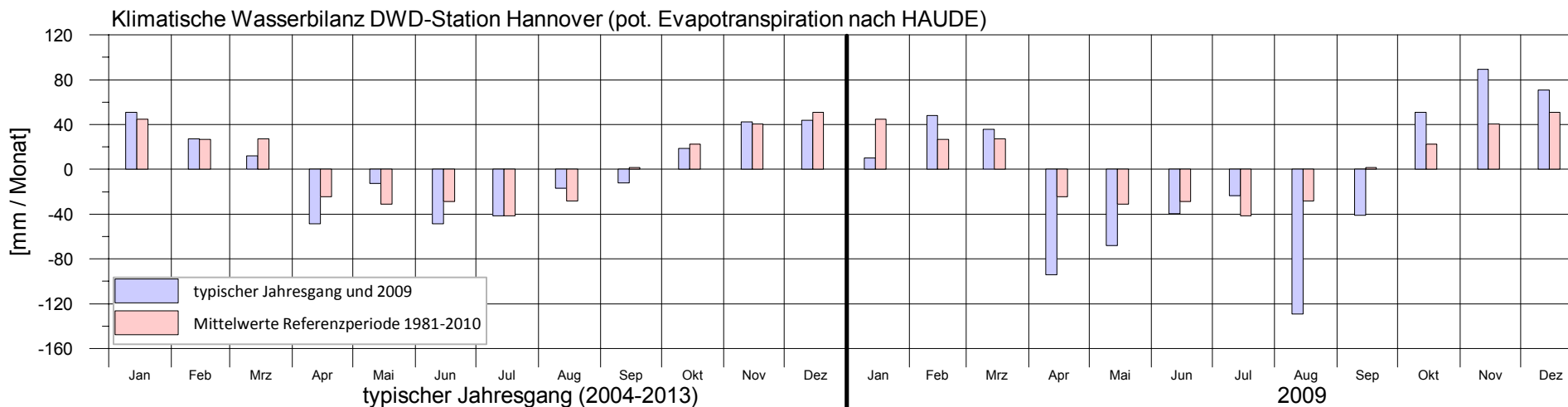




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20157 - Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb der Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

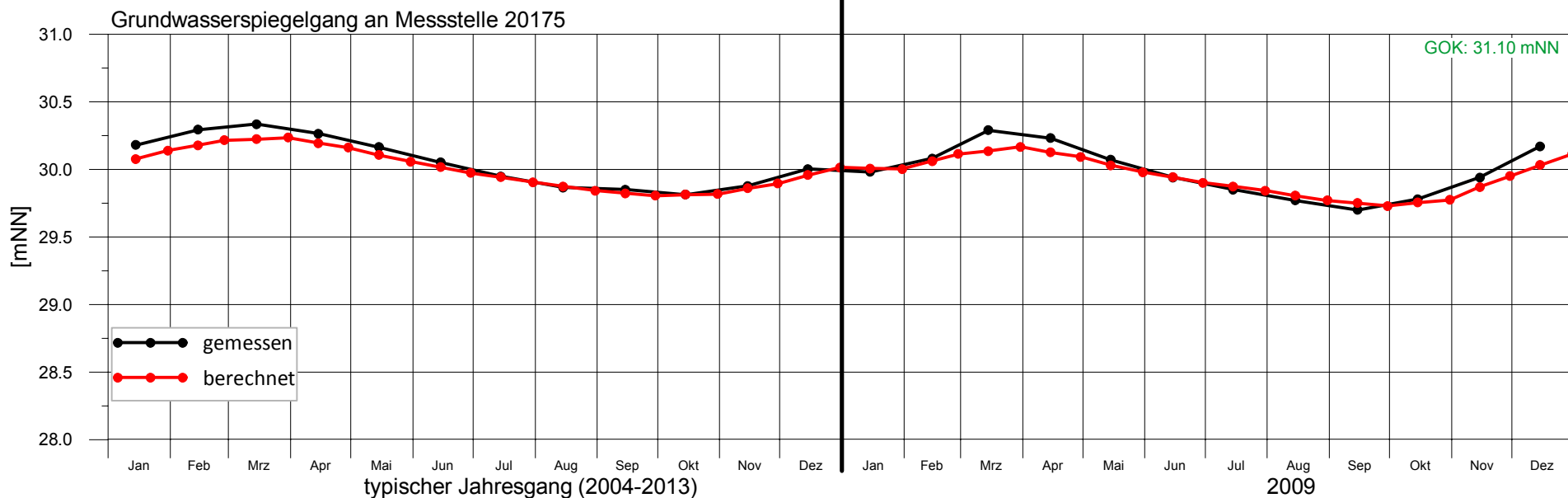
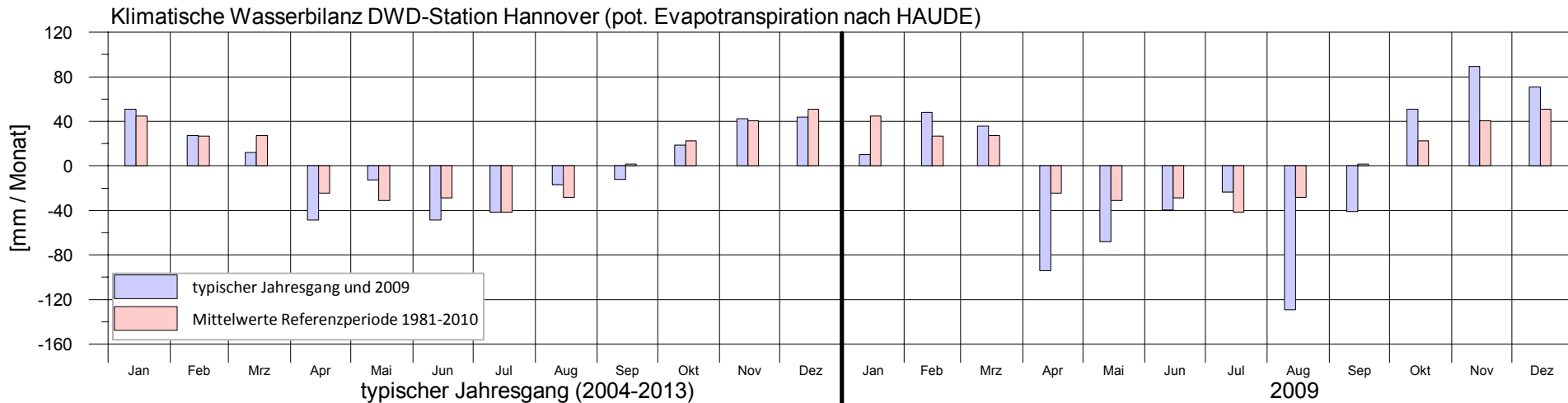




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20175 - Vergleich Messung / Rechnung -

zwischen Wietze und Aller

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**



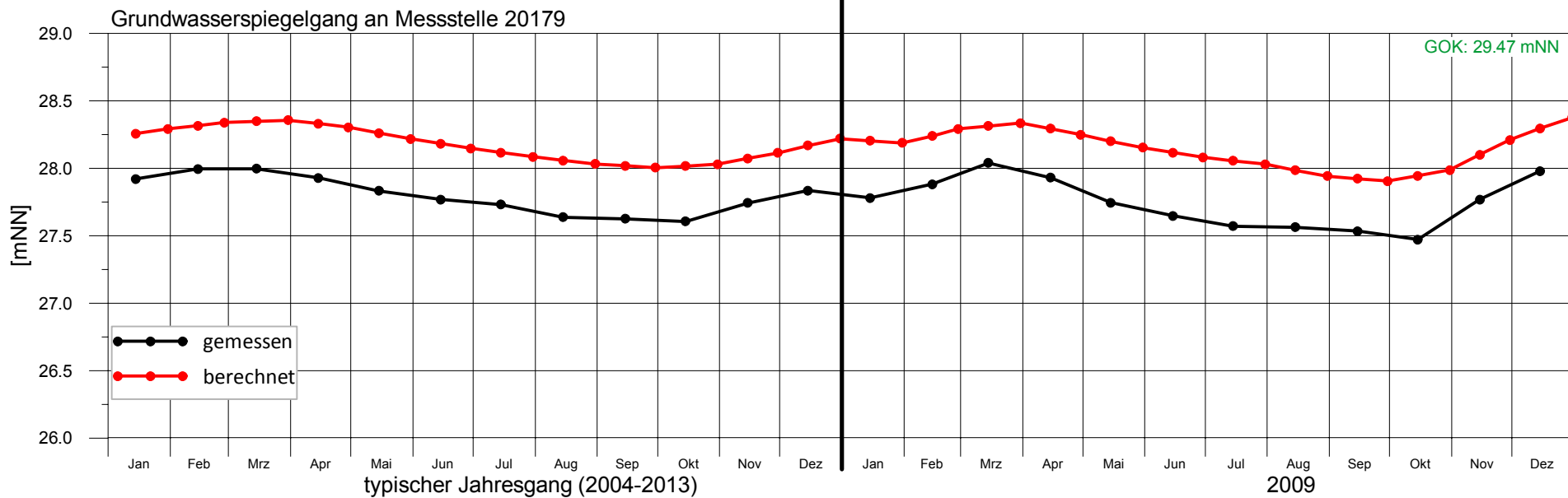
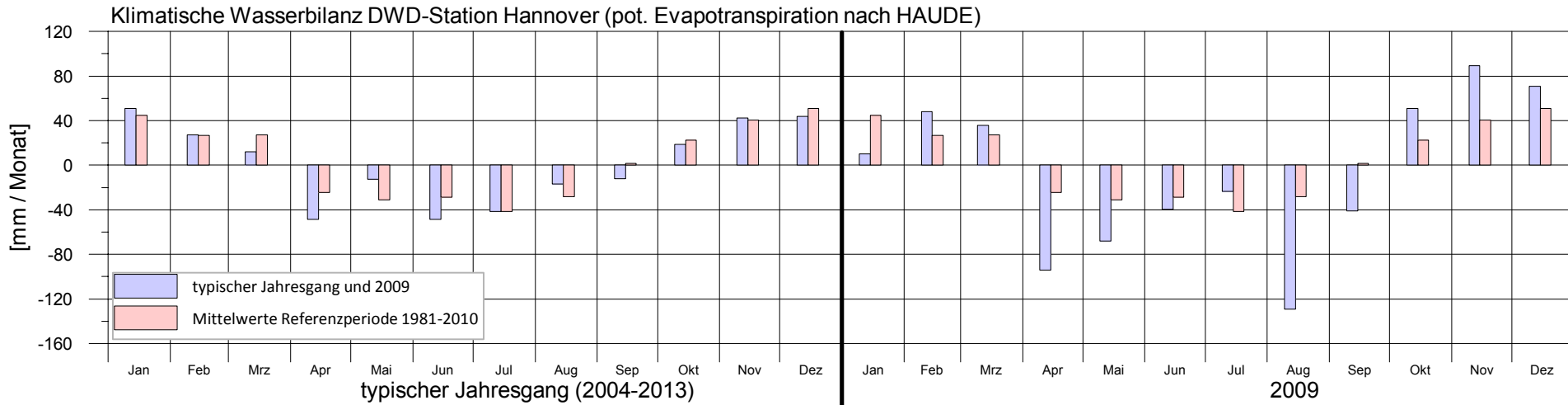


# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20179

## - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 1,2 km

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

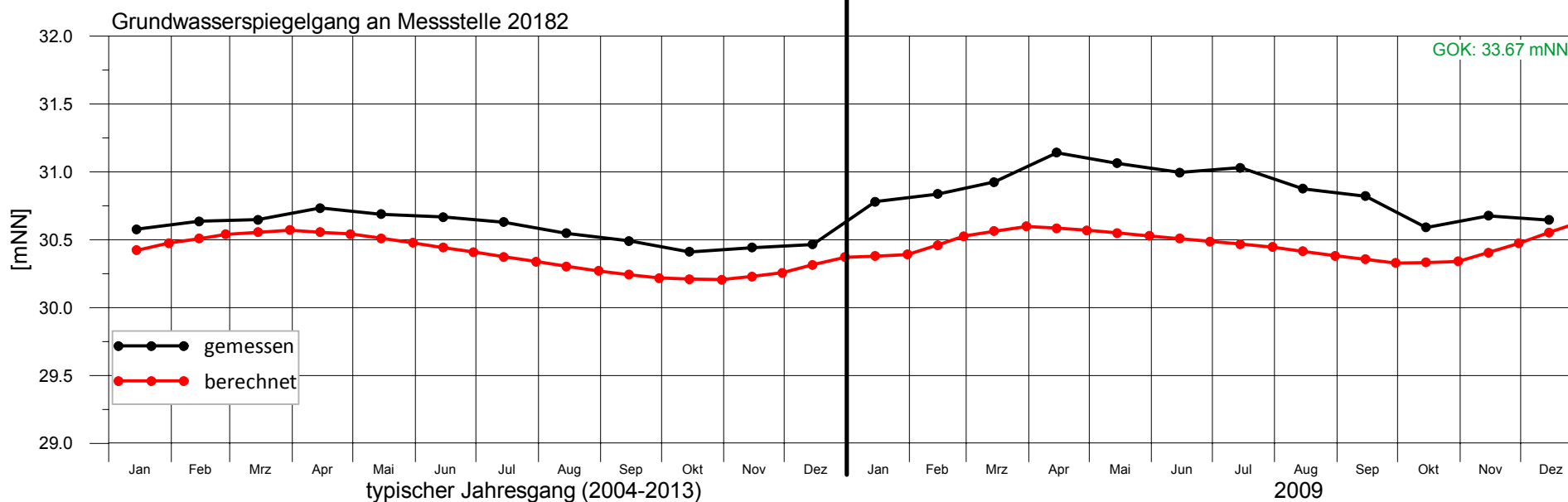
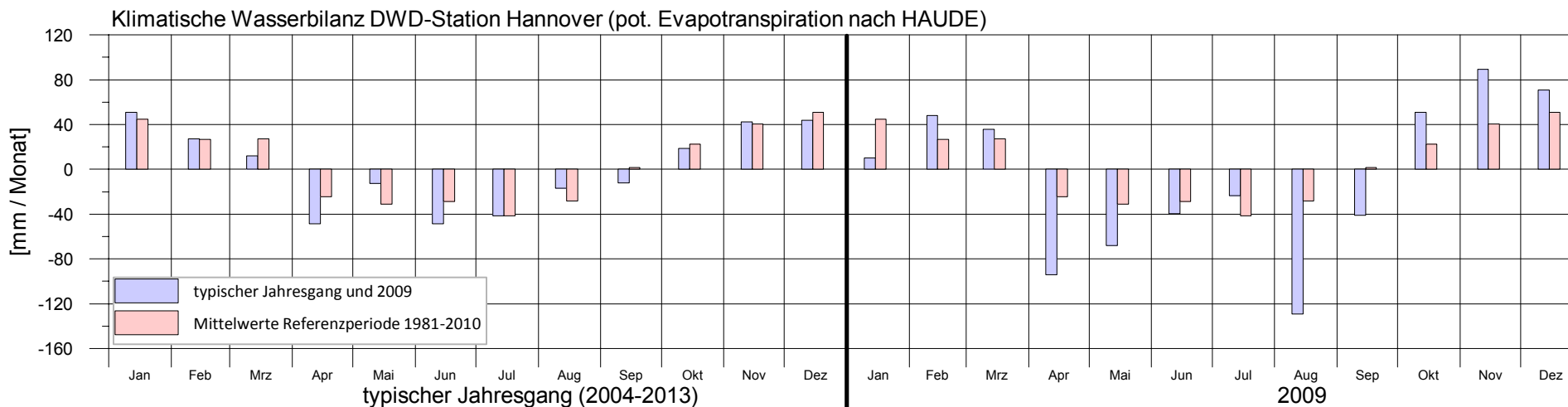




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20182

## - Vergleich Messung / Rechnung -

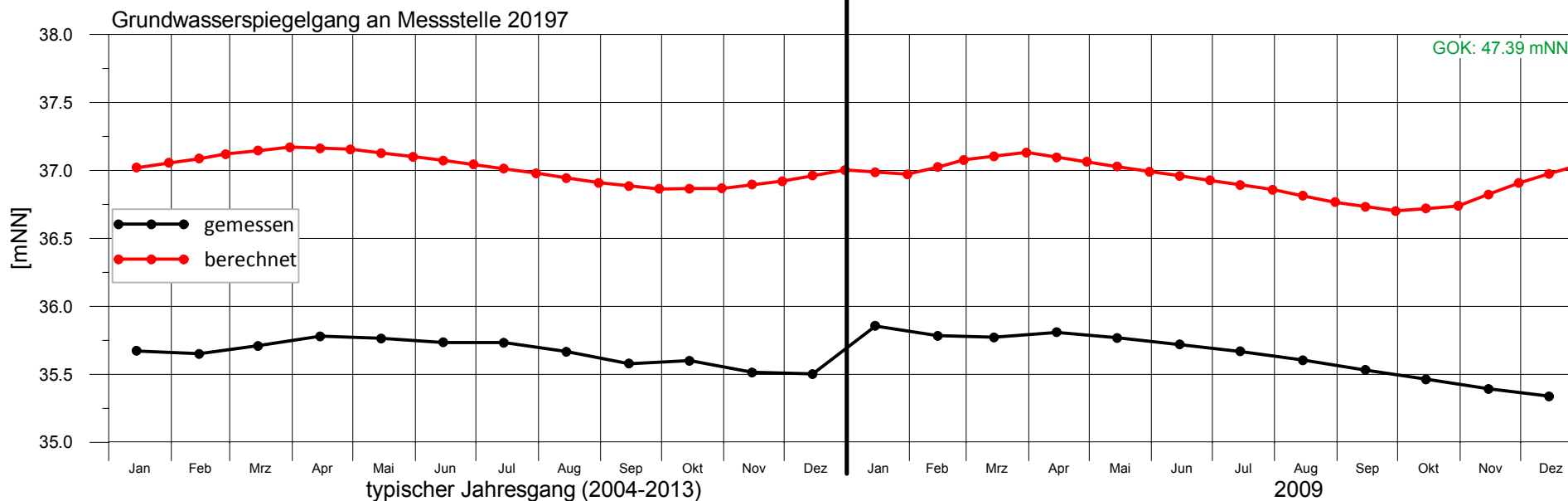
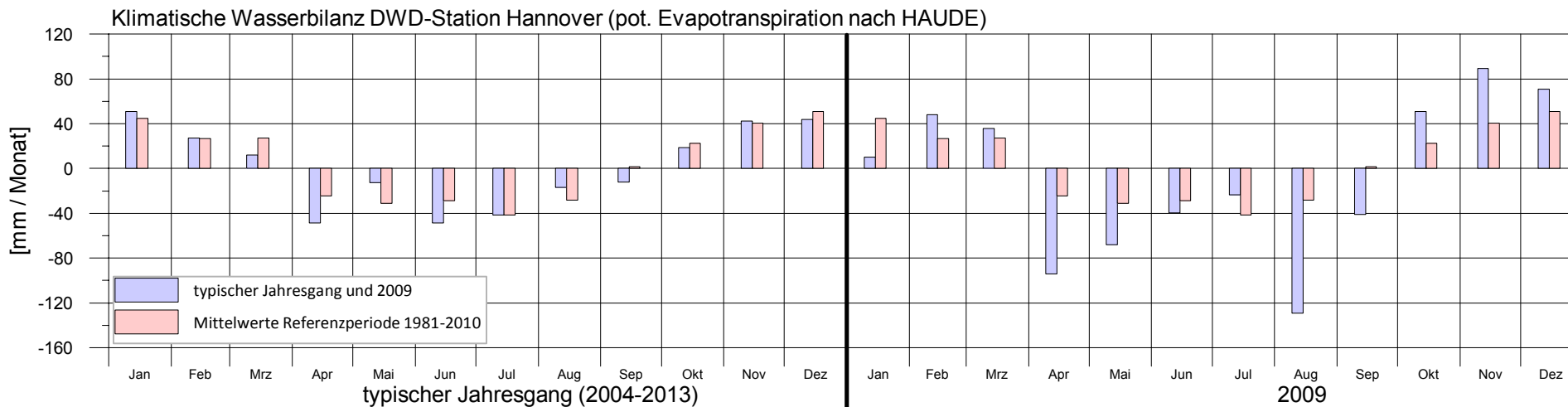
ca. 1,6 km westlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel





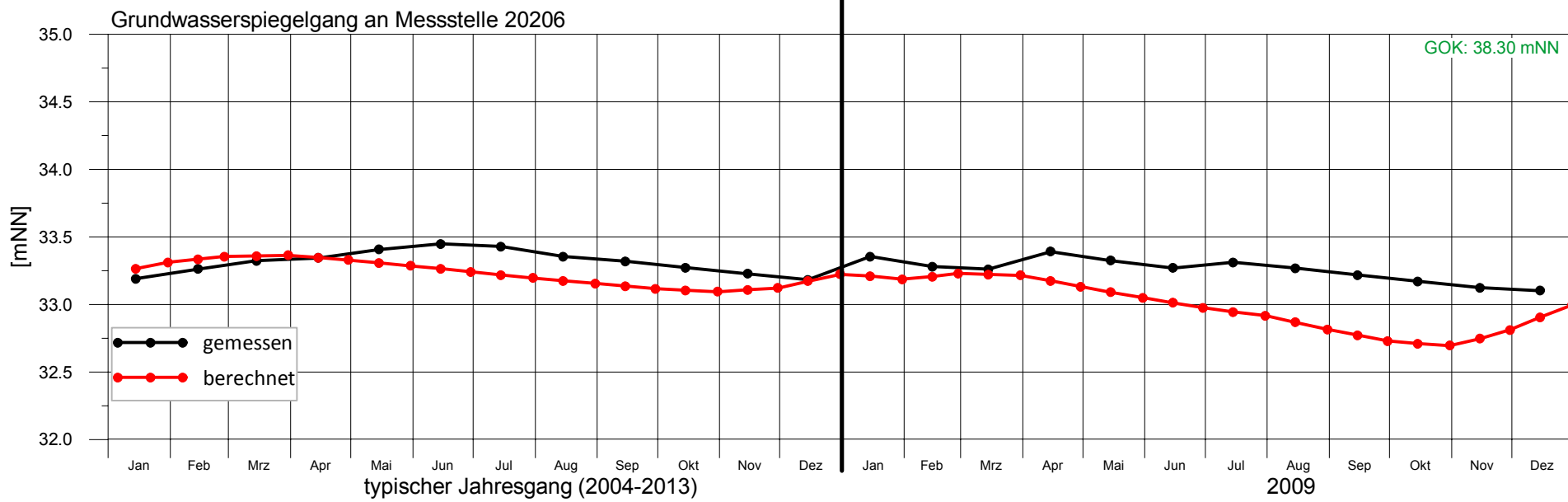
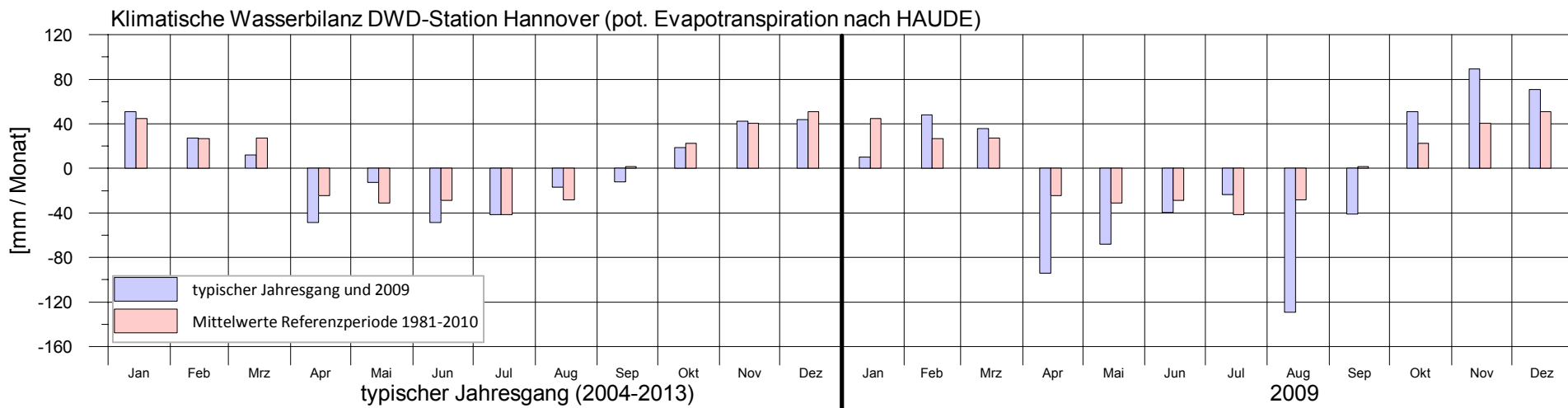
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20197 - Vergleich Messung / Rechnung - innerhalb der Stauchendmoräne

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20206 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,0 km nordöstlich Brunnen 11, Fassung Elze

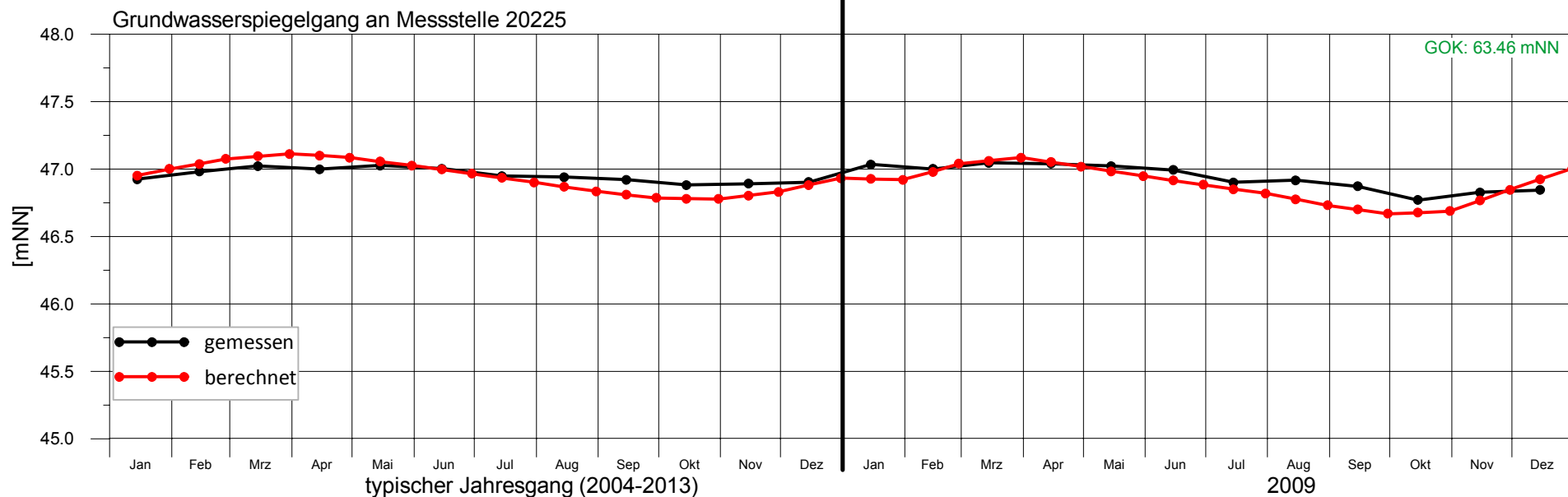
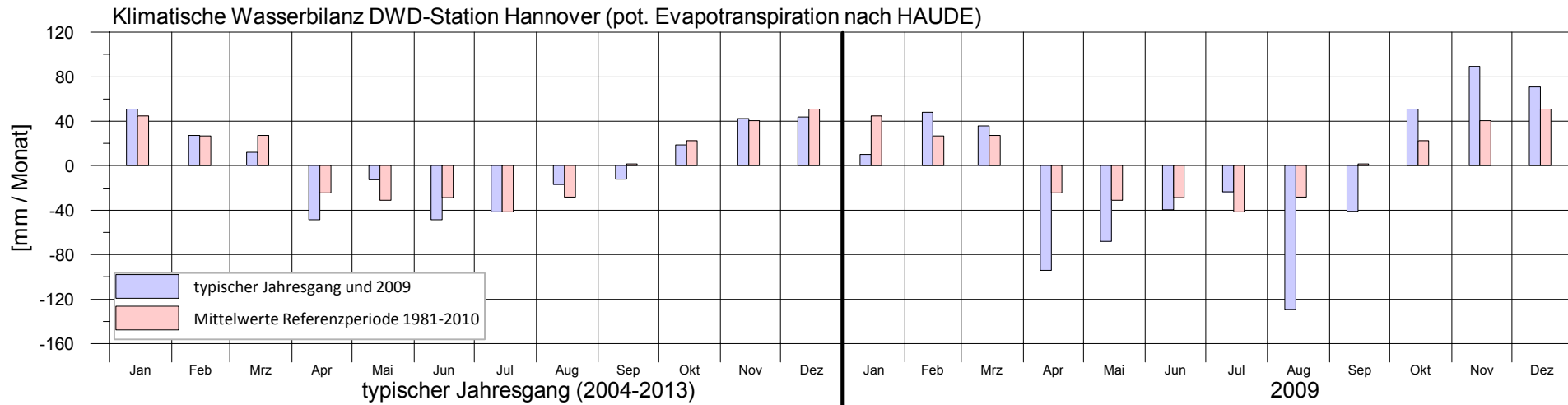




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20225 - Vergleich Messung / Rechnung -

innerhalb der Stauchendmoräne

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**



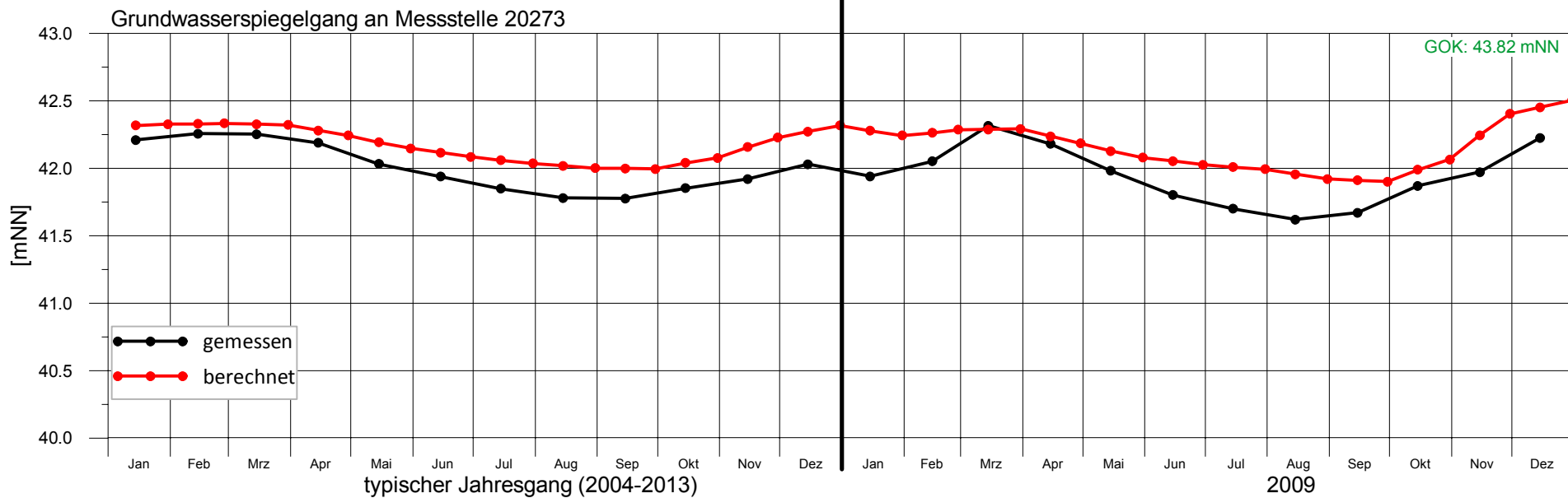
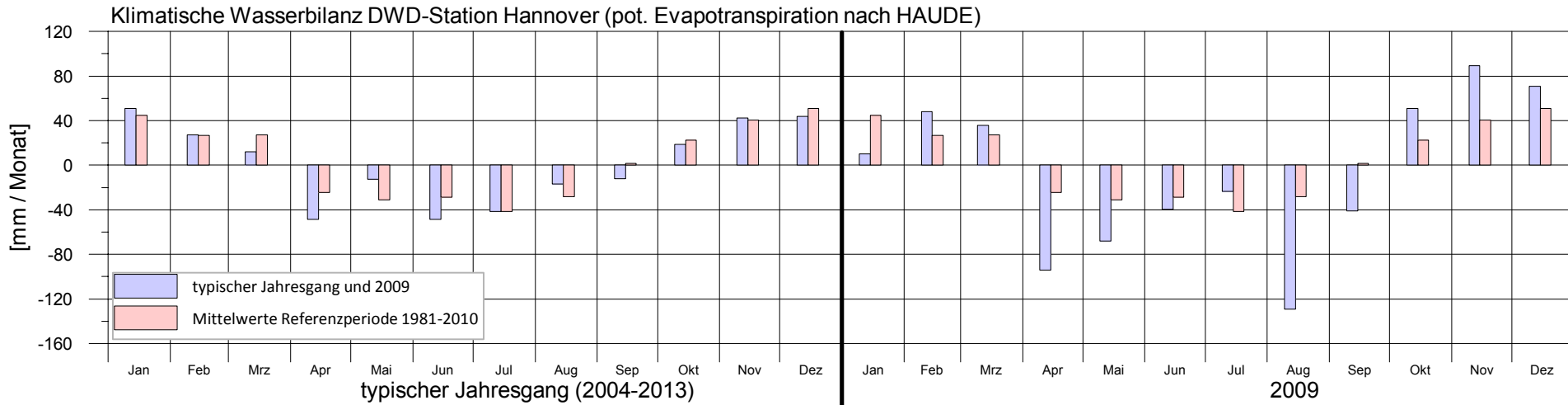


# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20273

## - Vergleich Messung / Rechnung -

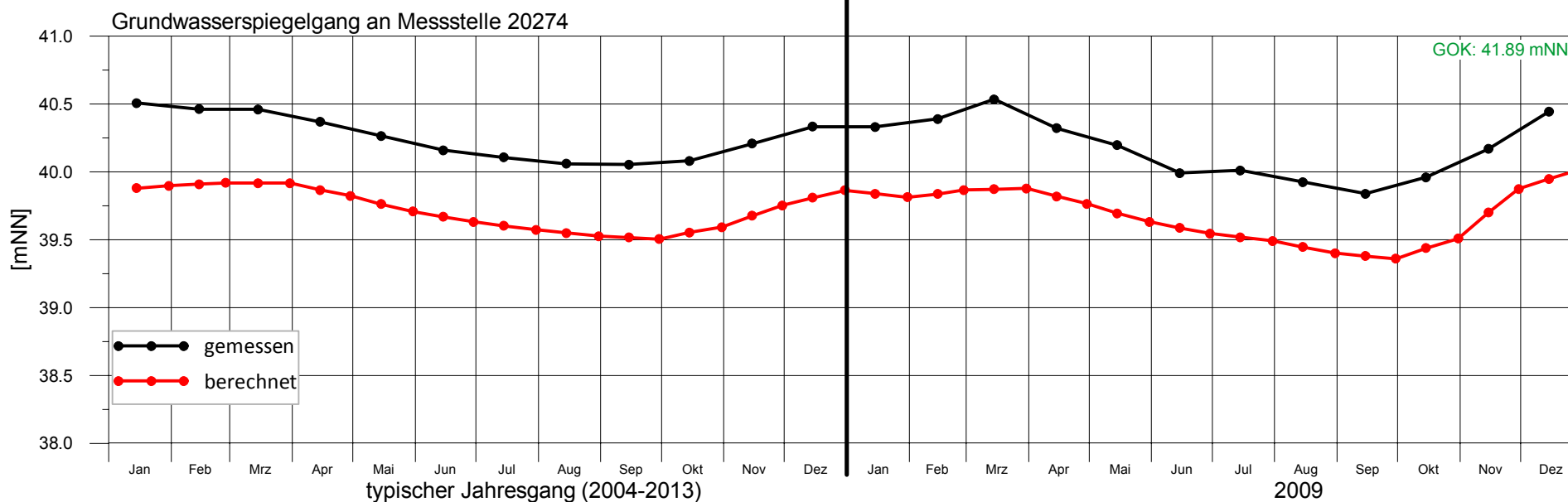
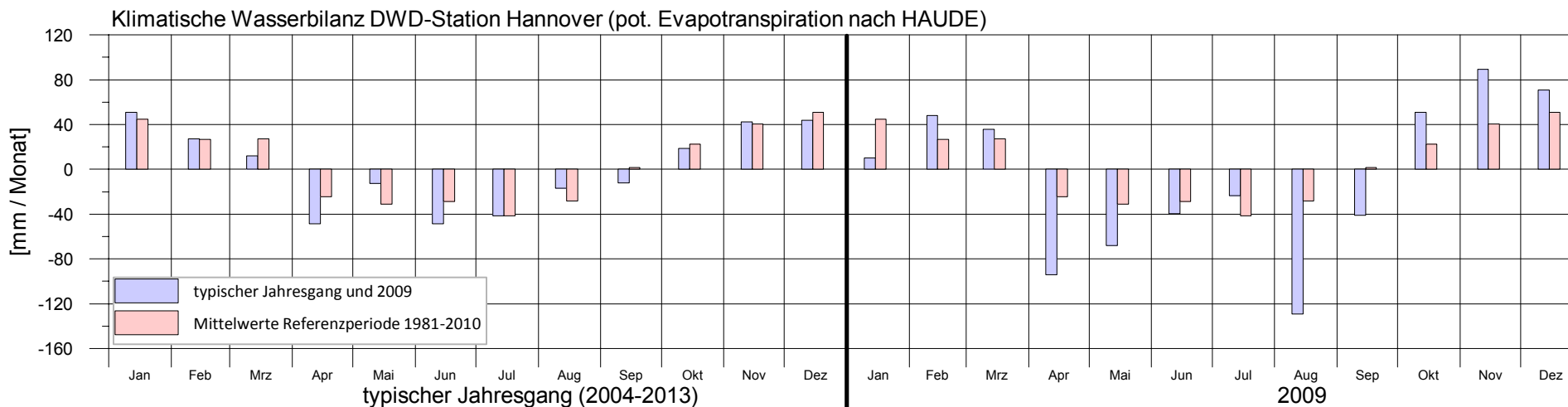
Quellgebiet Große Beeke

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -



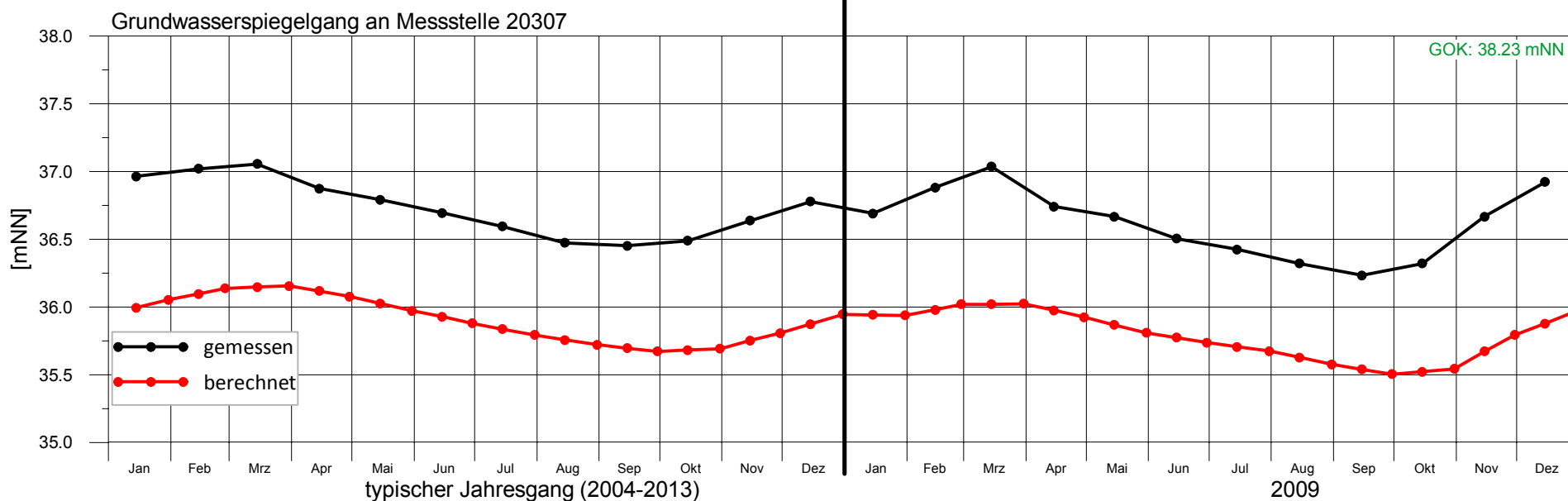
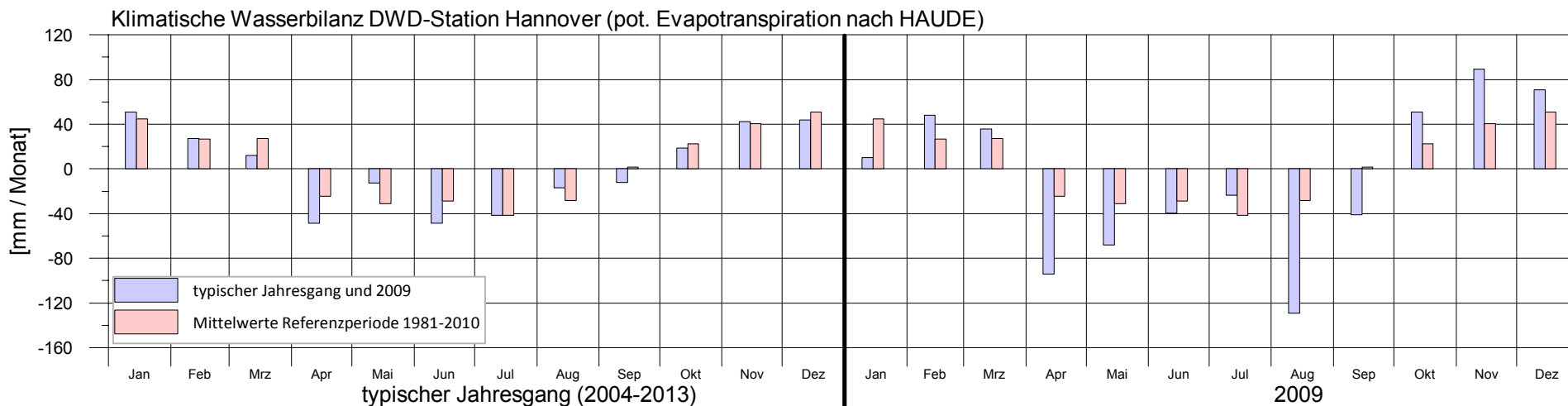


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20274 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 3,1 km südlich Brunnen 14, Fassung Elze





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20307 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,3 km südöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

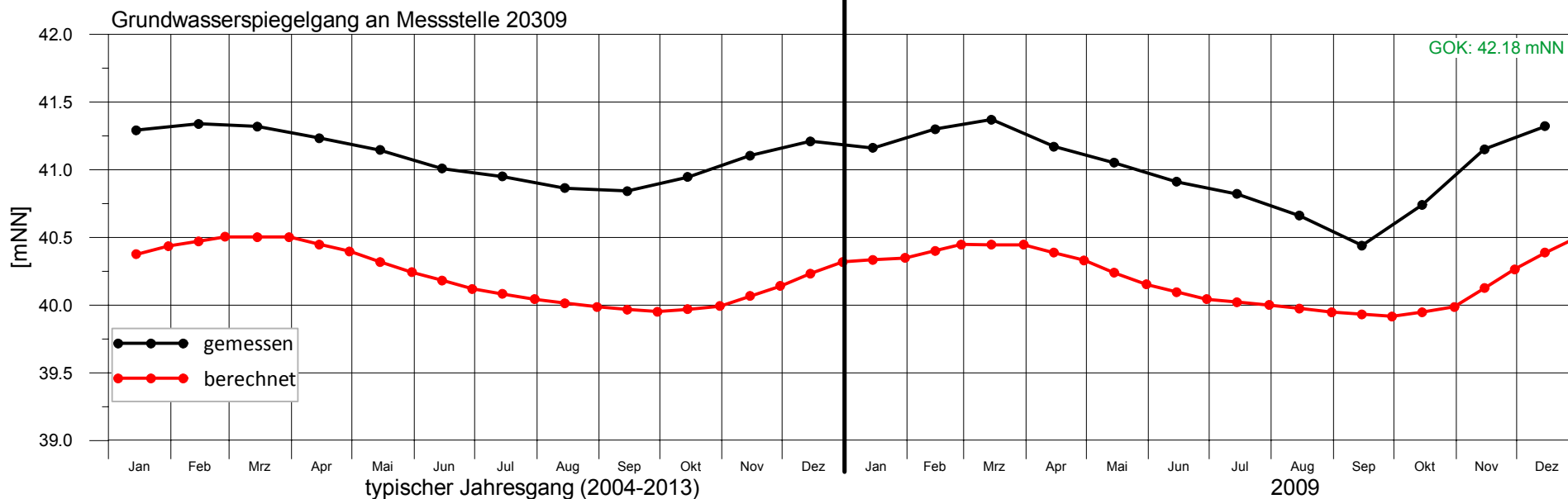
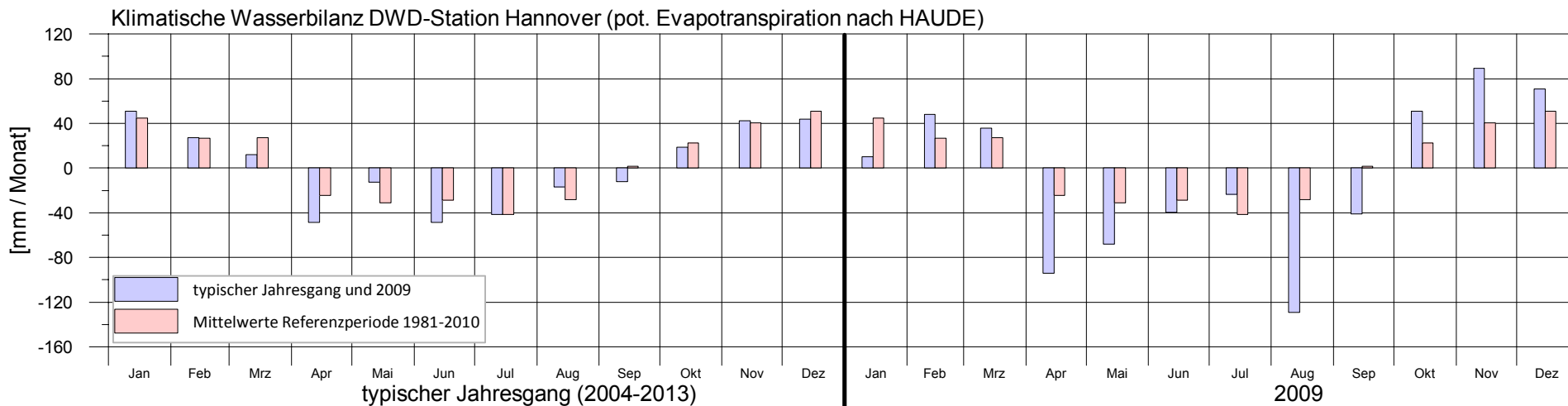




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20309 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,0 km nordwestlich Fassung Wettmar

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

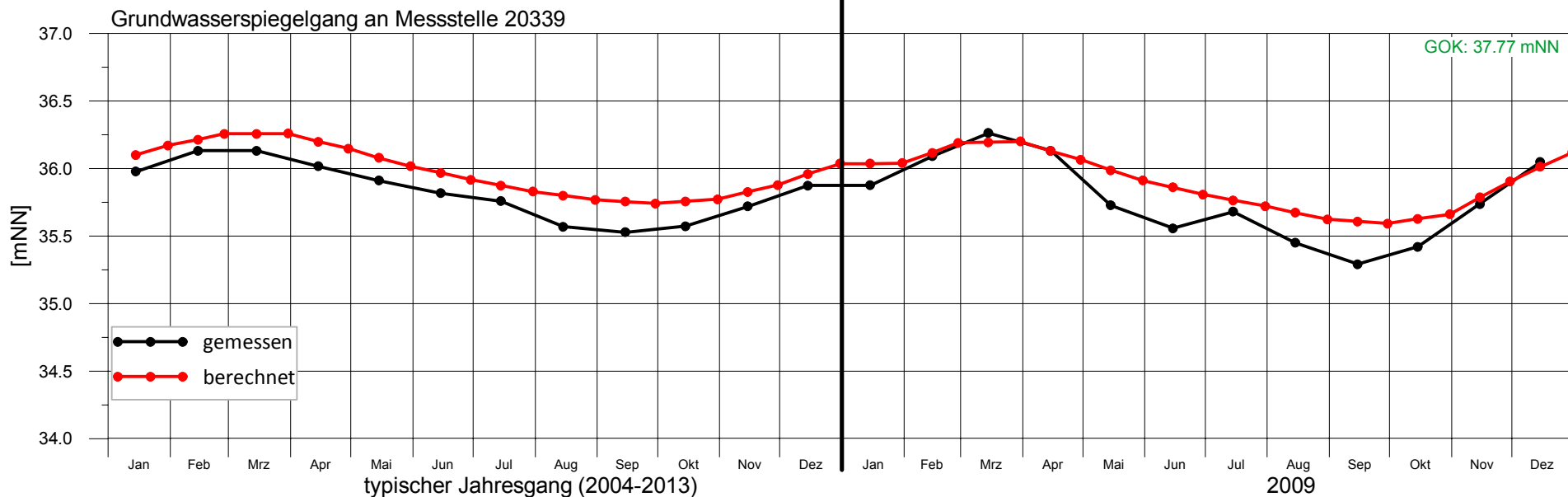
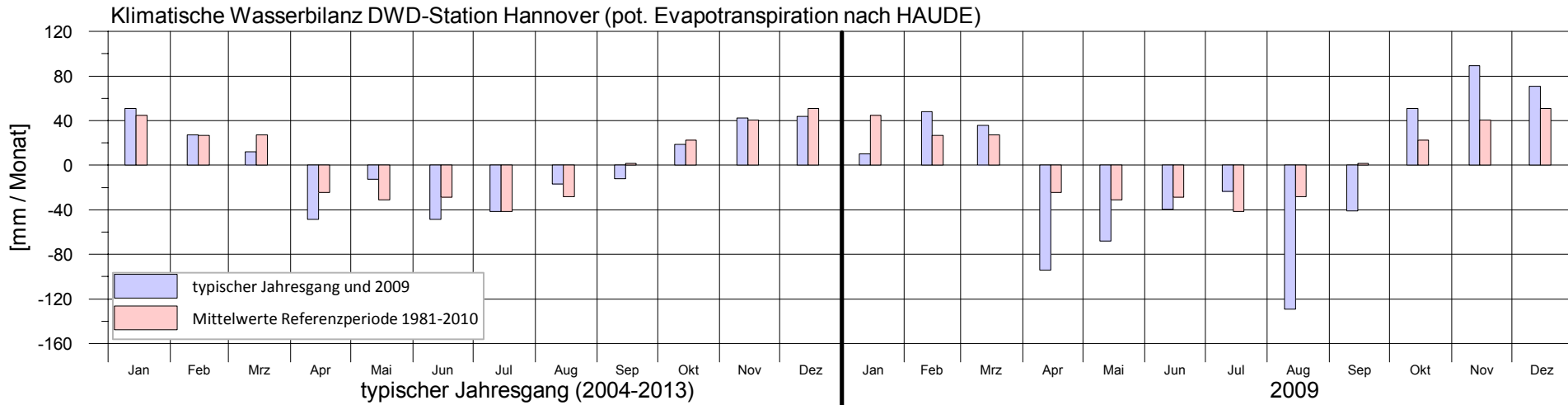




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20339

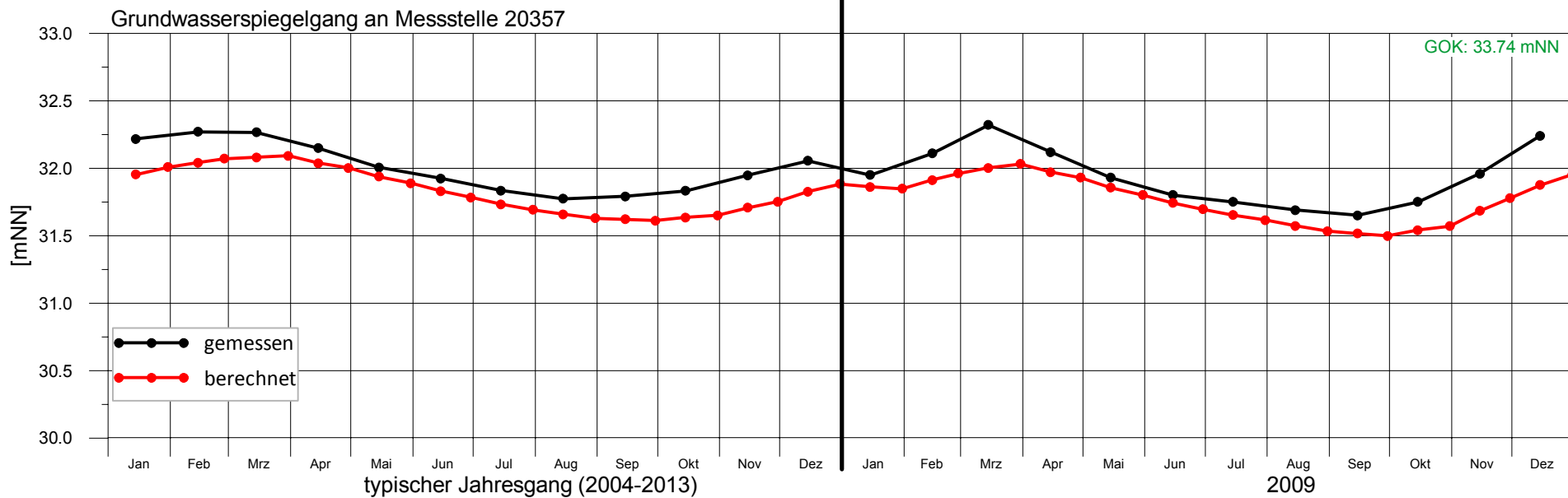
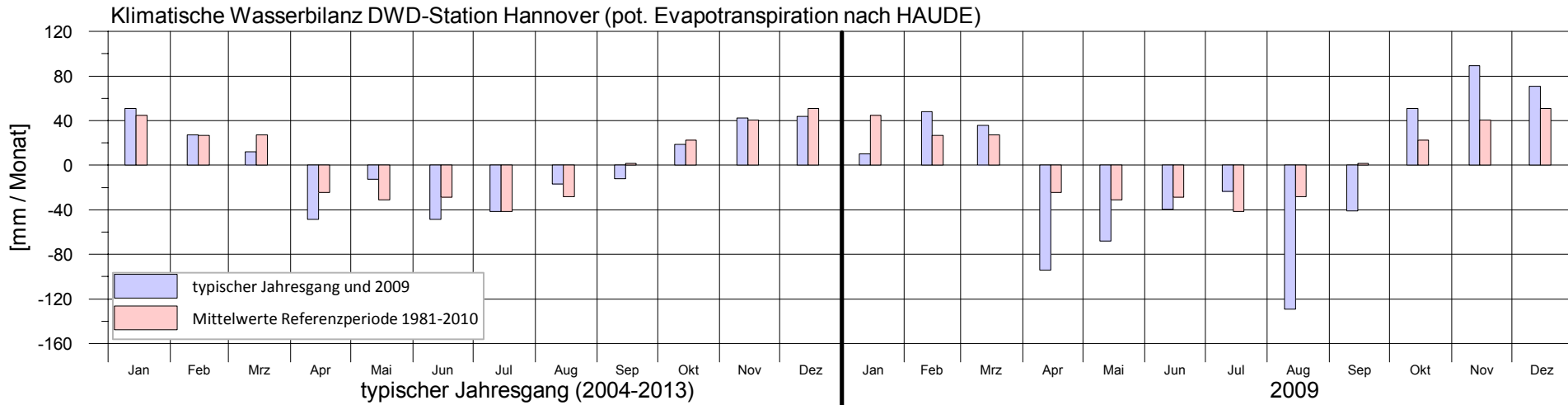
### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,5 km nordöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20357 - Vergleich Messung / Rechnung - an der Wietze auf Höhe der Wulbeck-Mündung

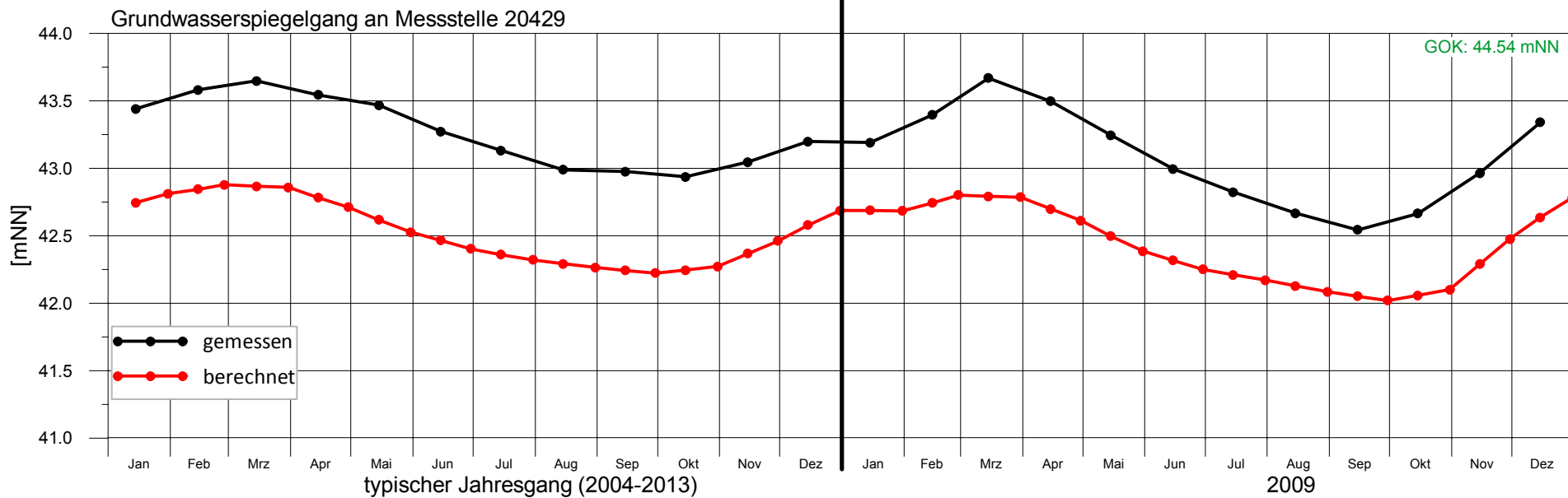
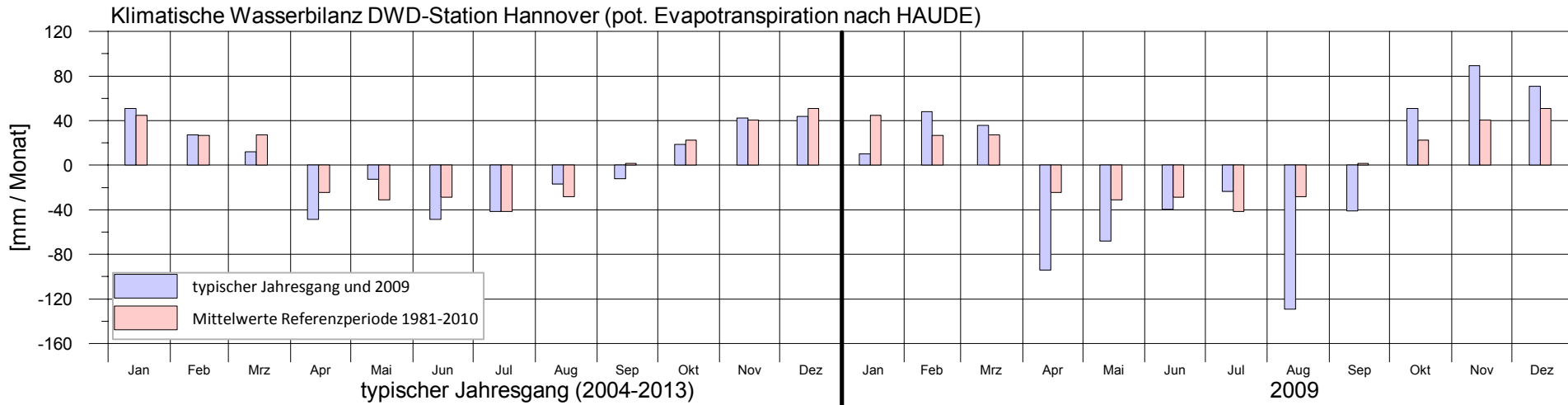




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20429 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7 km südlich Brunnen 2, Fassung Fuhrberger Feld

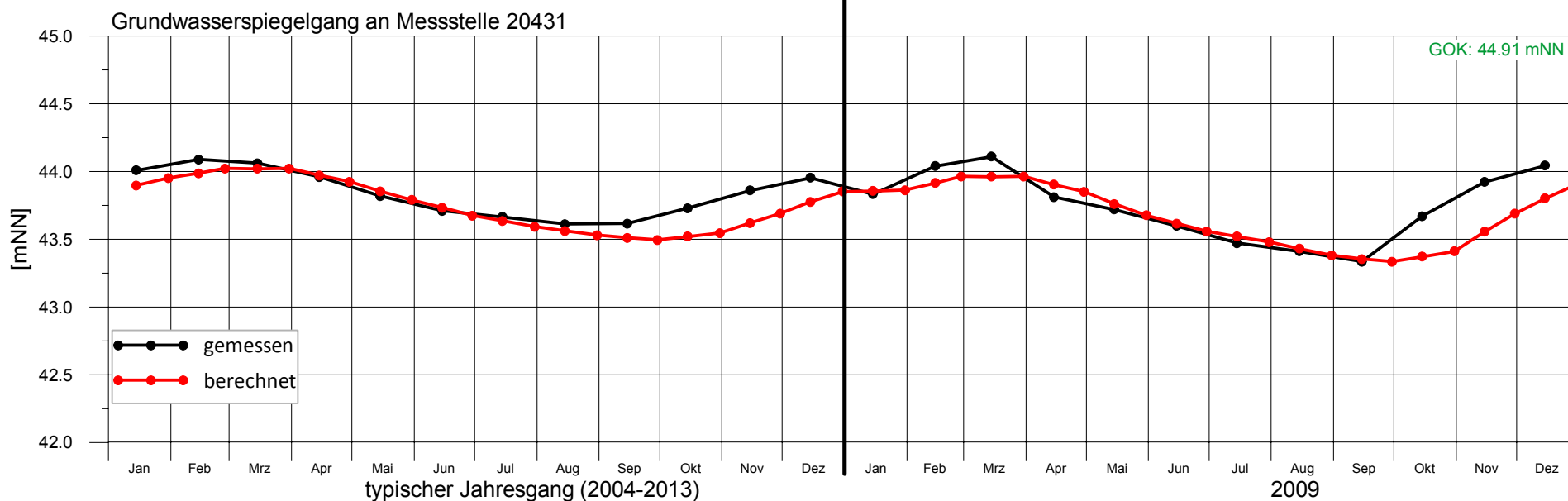
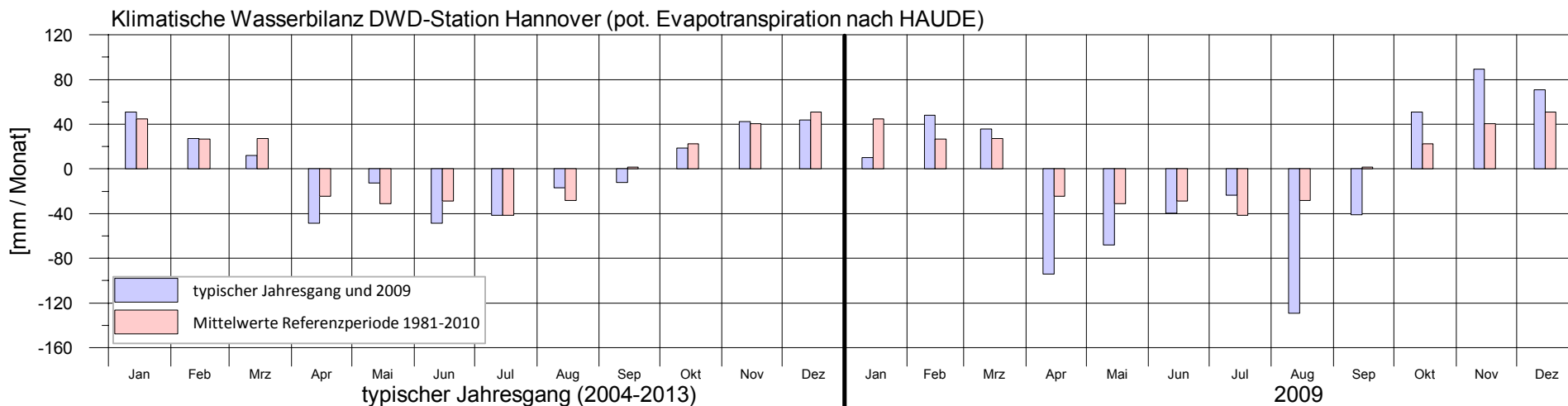
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





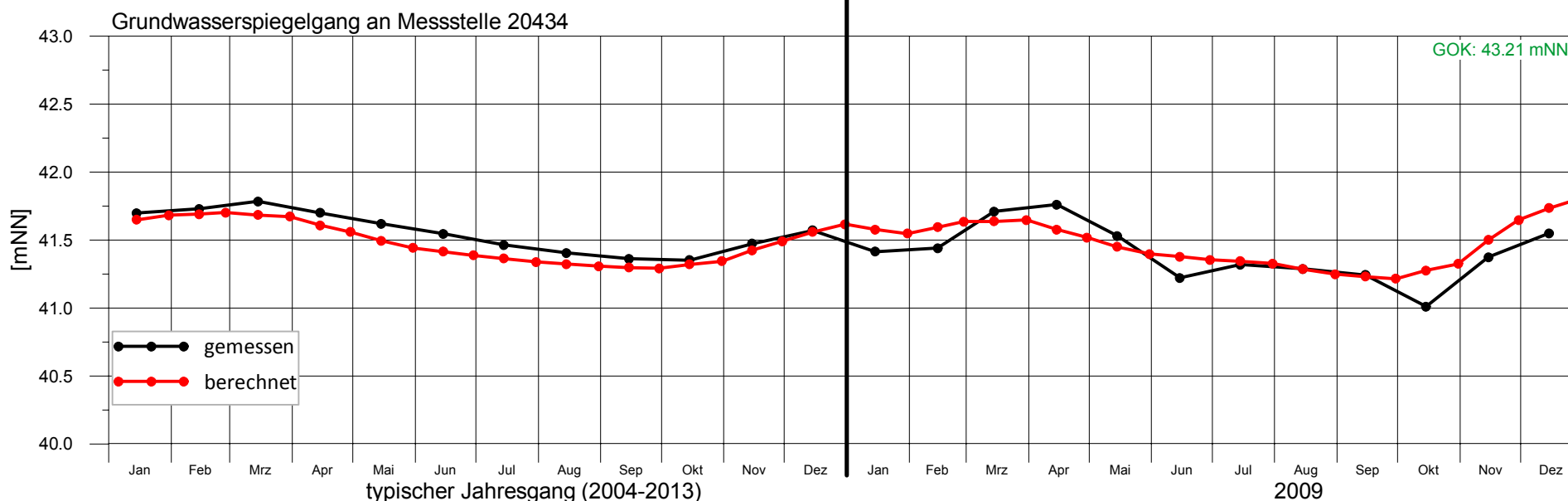
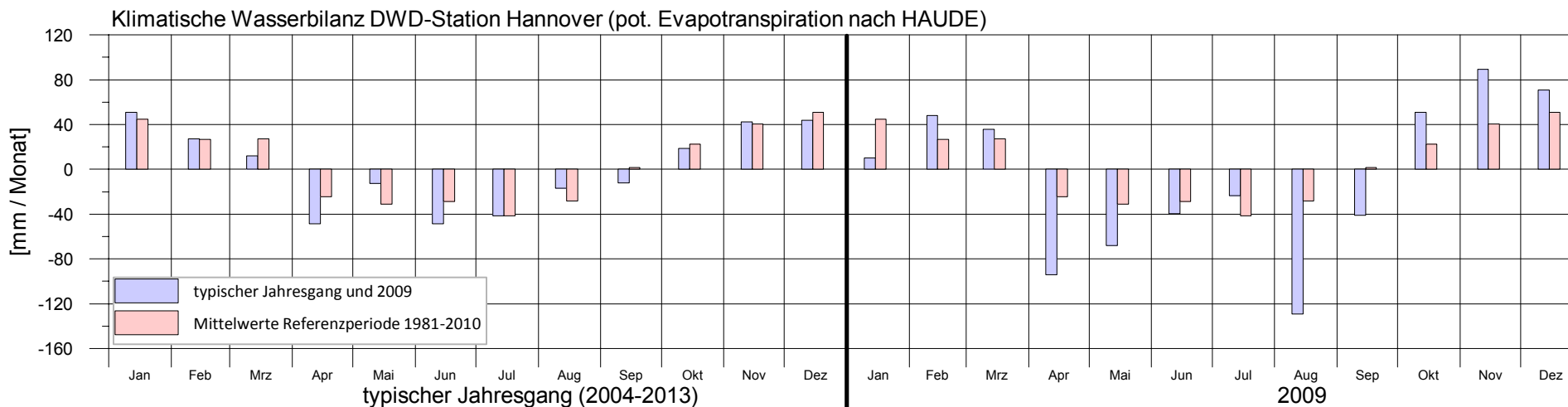
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20431 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,8 km westlich Fassung Wettmar



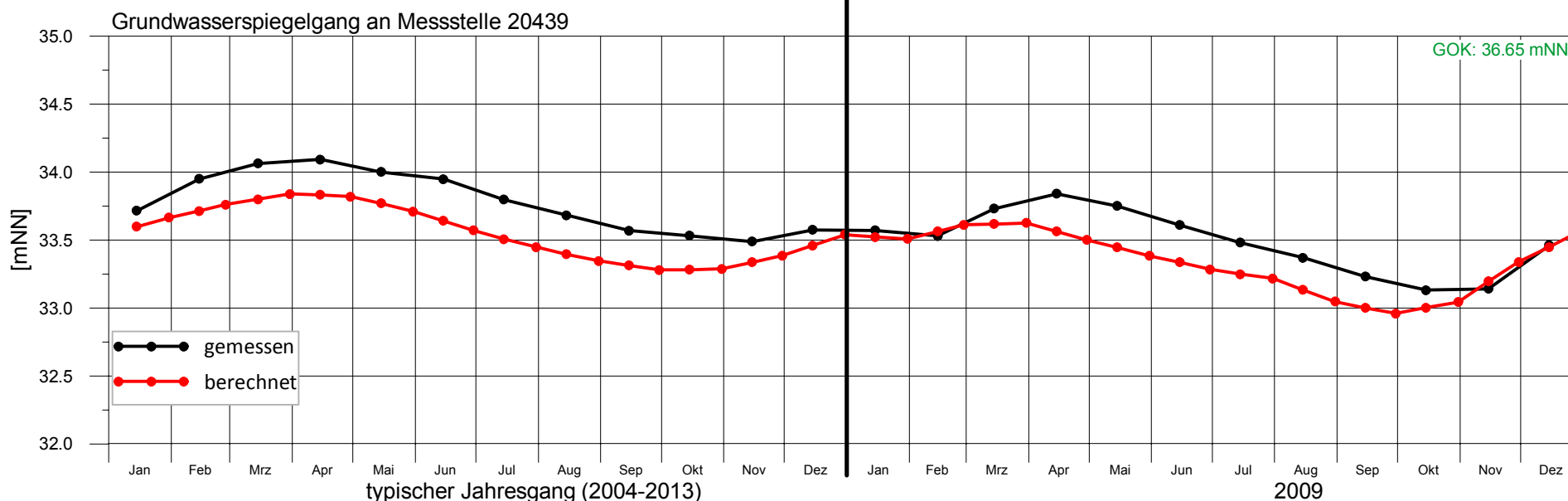
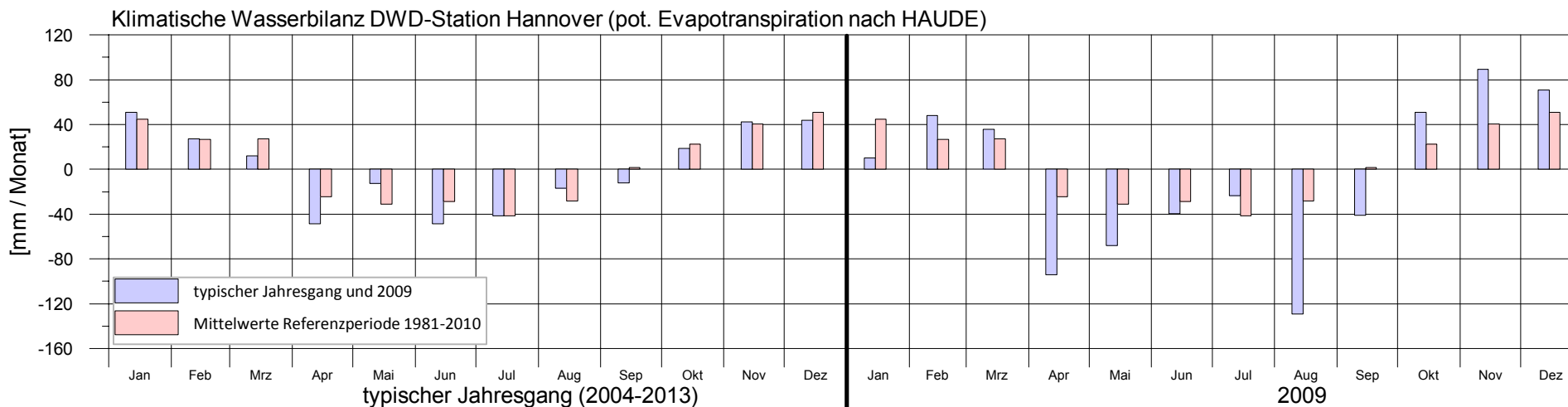


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20434 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 6,7 km südlich Brunnen 4, Fassung Fuhrberg





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20439 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,0 km südlich Brunnen 1, Fassung Fuhrberger Feld

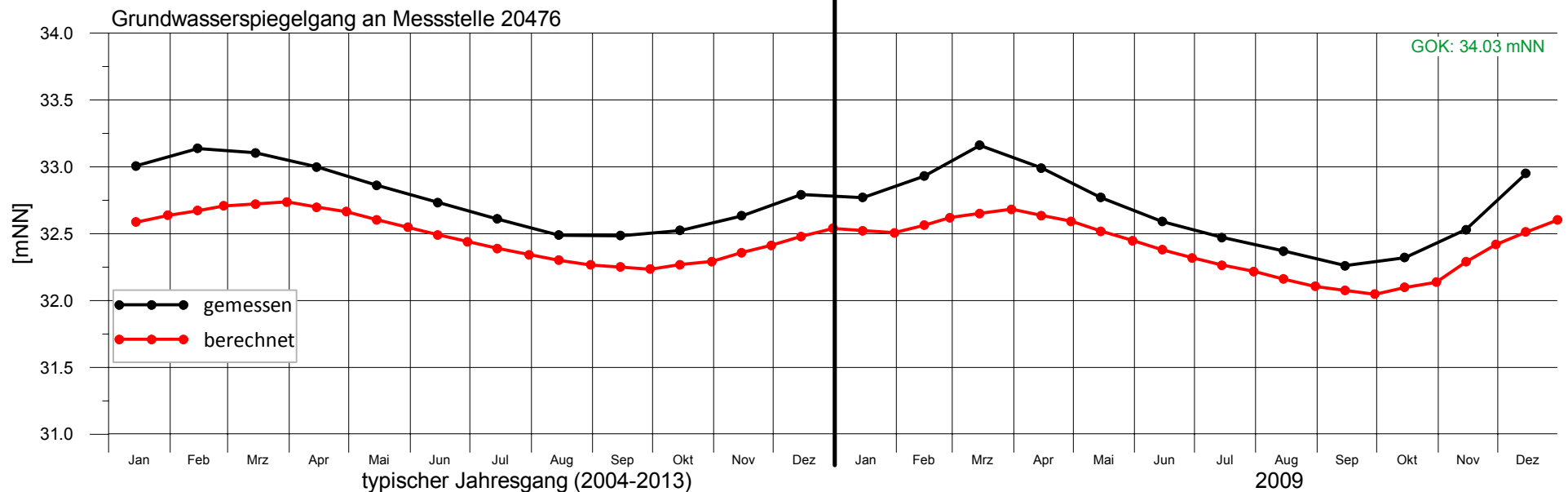
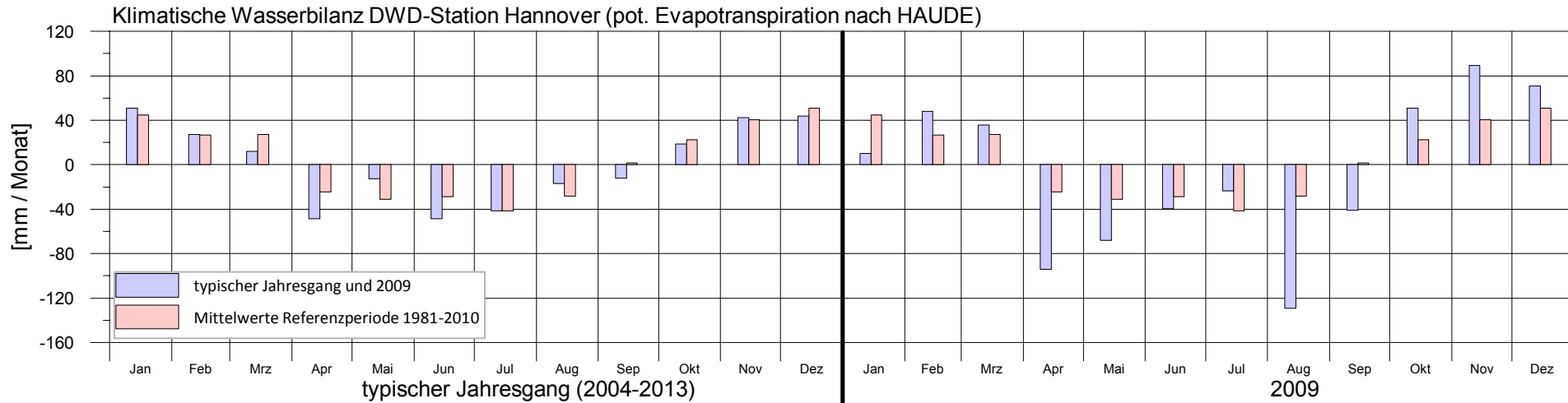




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20476 - Vergleich Messung / Rechnung -

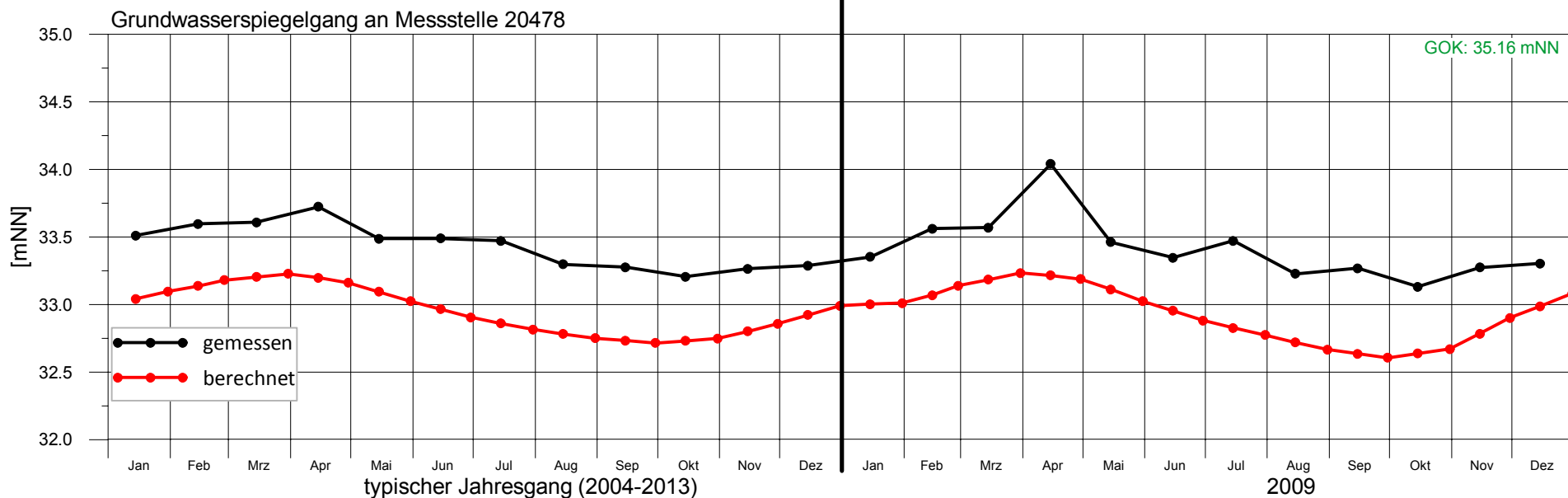
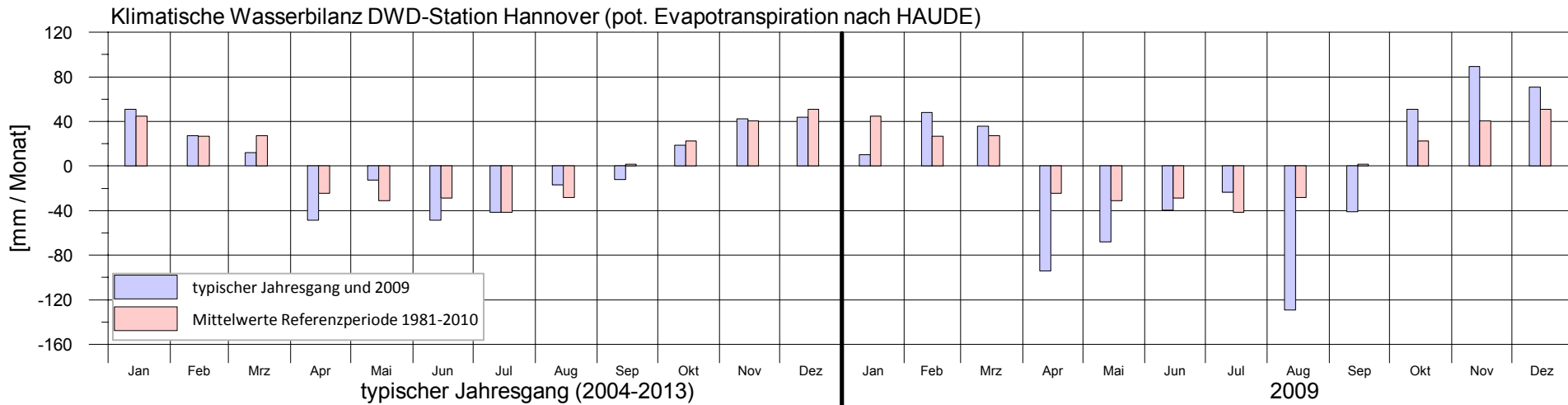
ca. 2,9 km nördlich Brunnen 1, Fassung Fuhrberger Feld (an der Wulbeck)

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





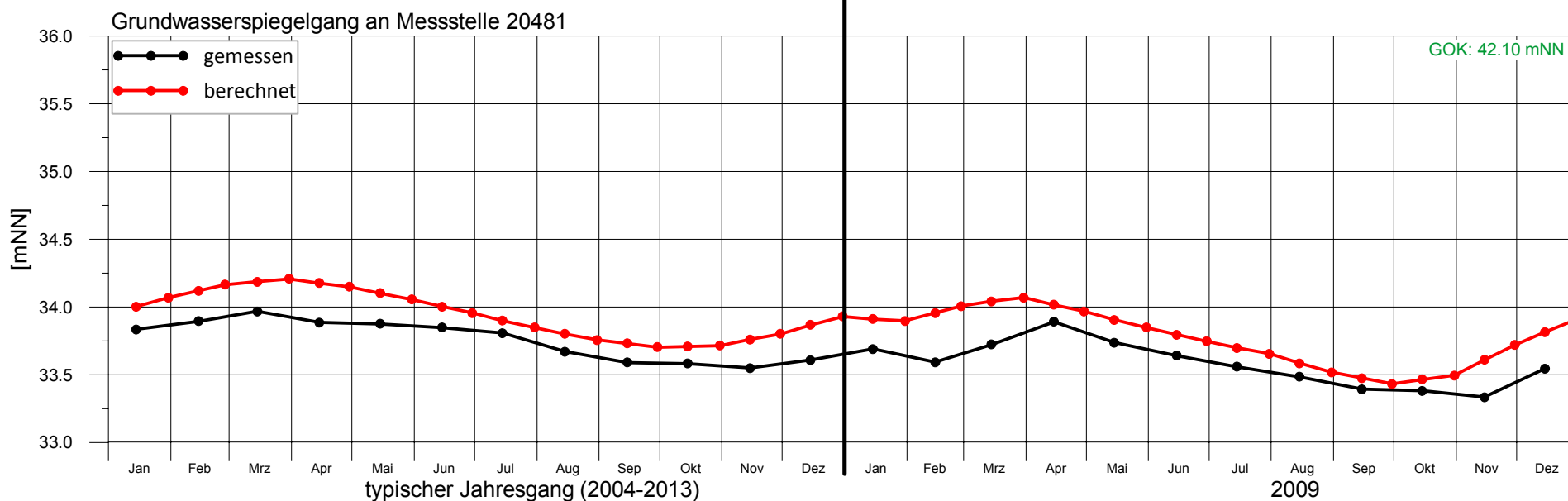
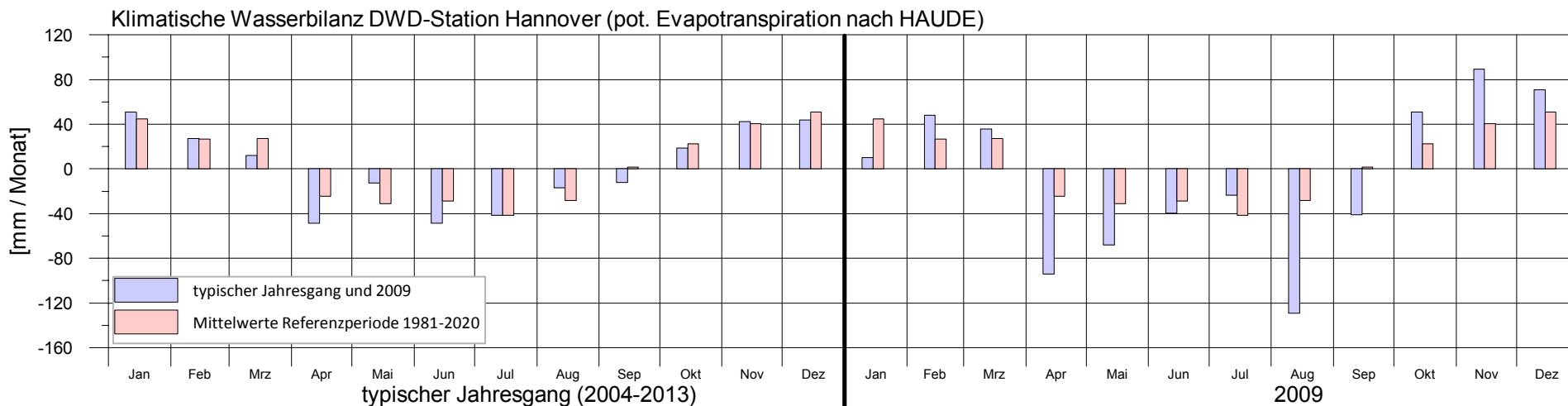
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20478 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,4 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20481 - Vergleich Messung / Rechnung -

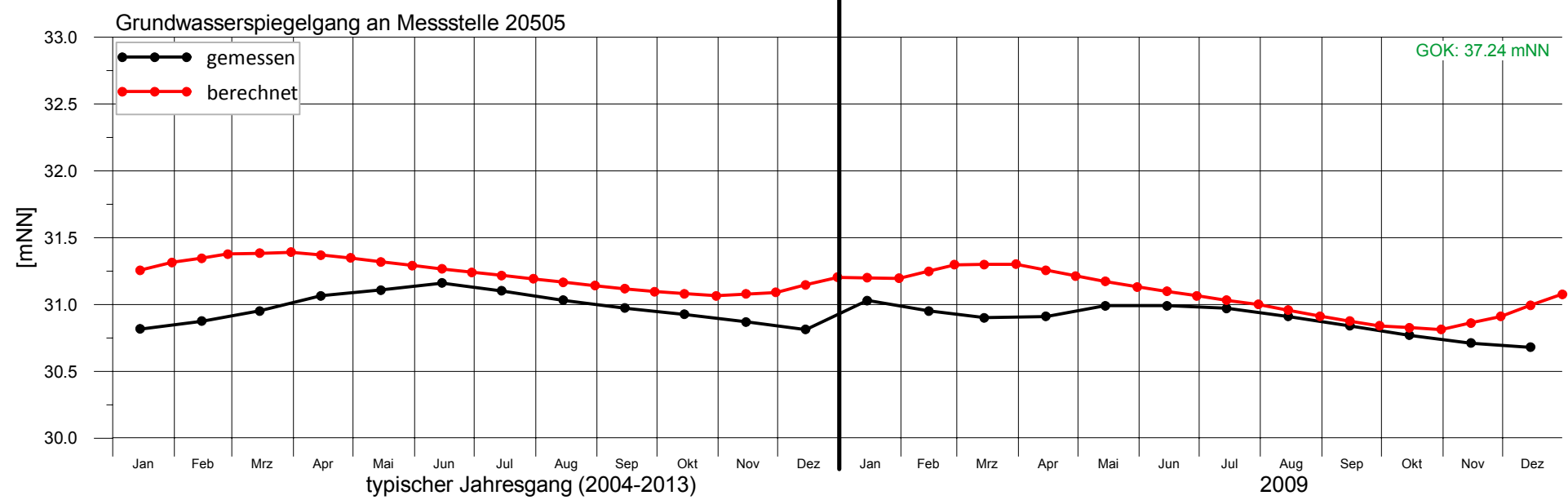
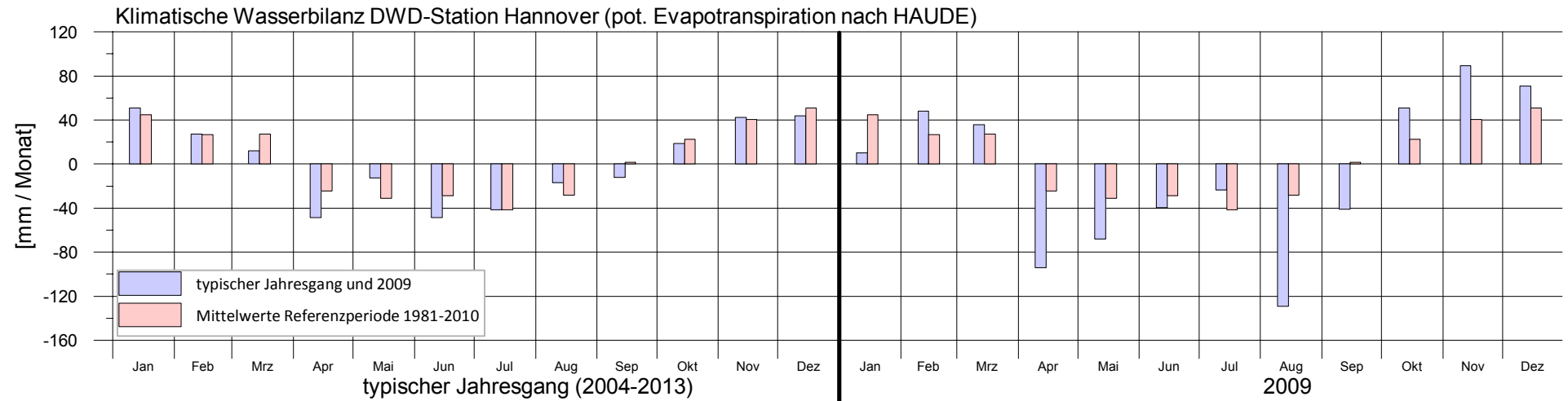
ca. 1,3 km östlich Brunnen 12, Fassung Elze (an der Wietze)





# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20505 - Vergleich Messung / Rechnung -

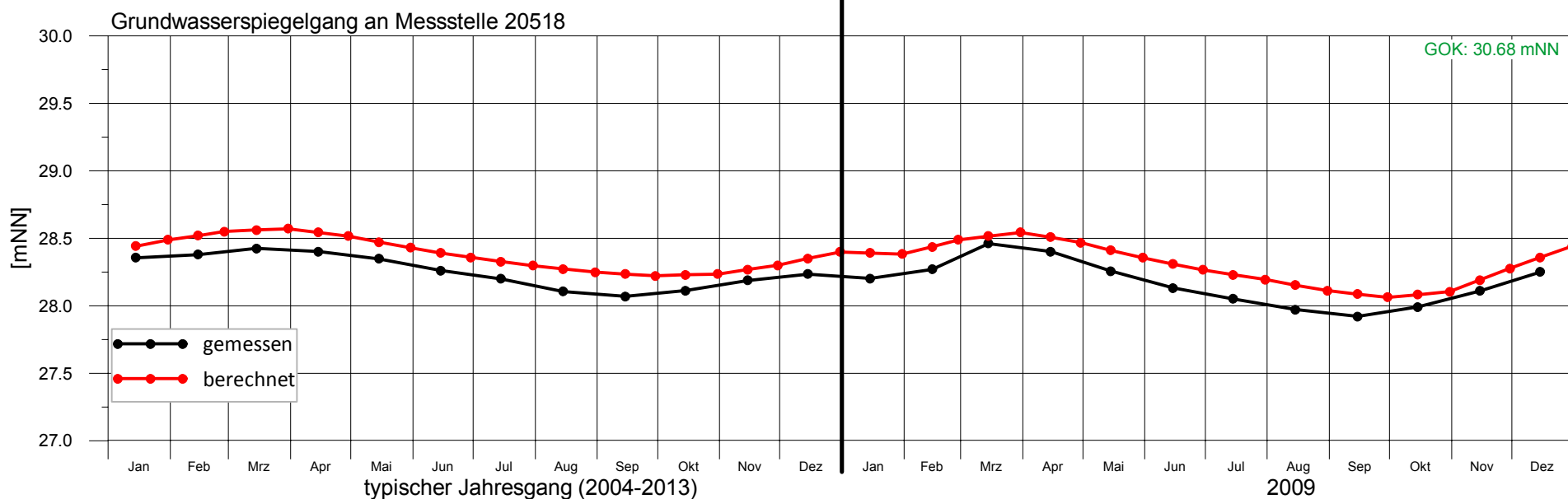
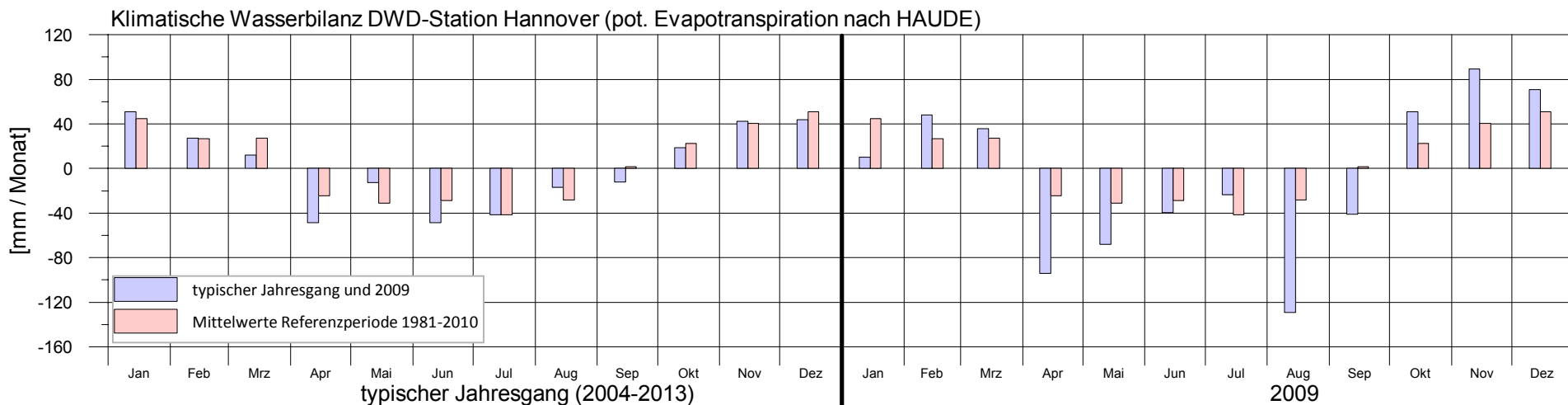
ca. 1,7 km südlich Fassung Berkhof





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20518 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,0 km nördlich Fassung Berkhof

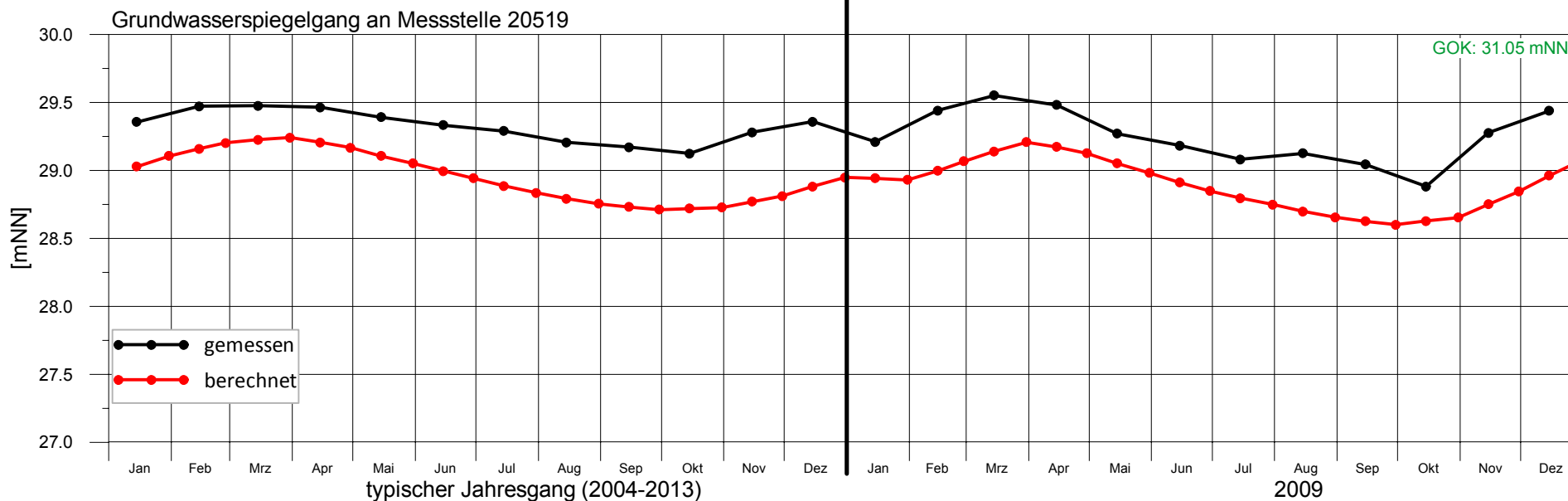
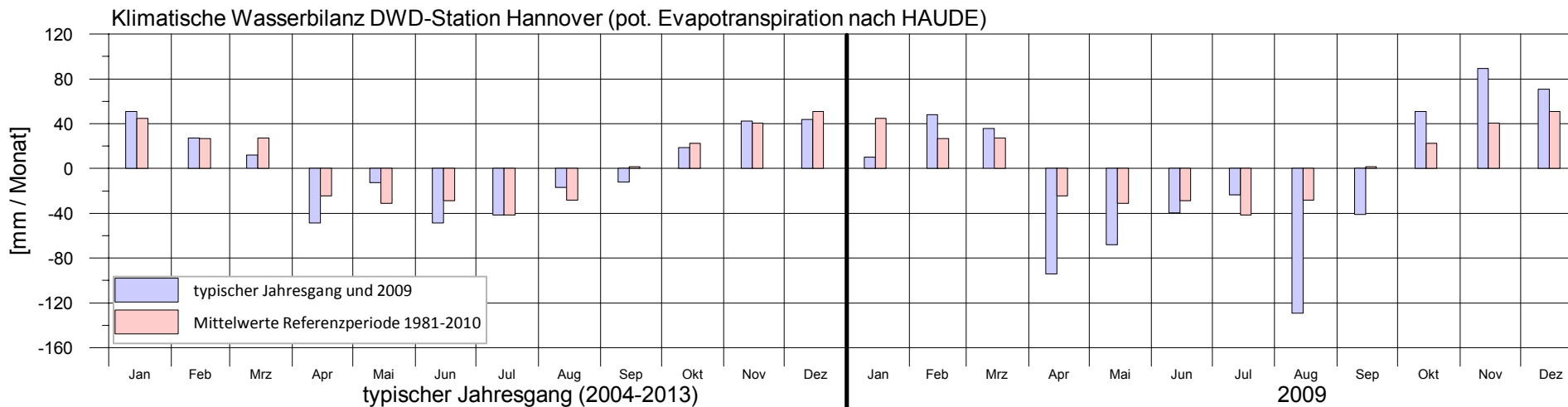




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20519 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 800 m

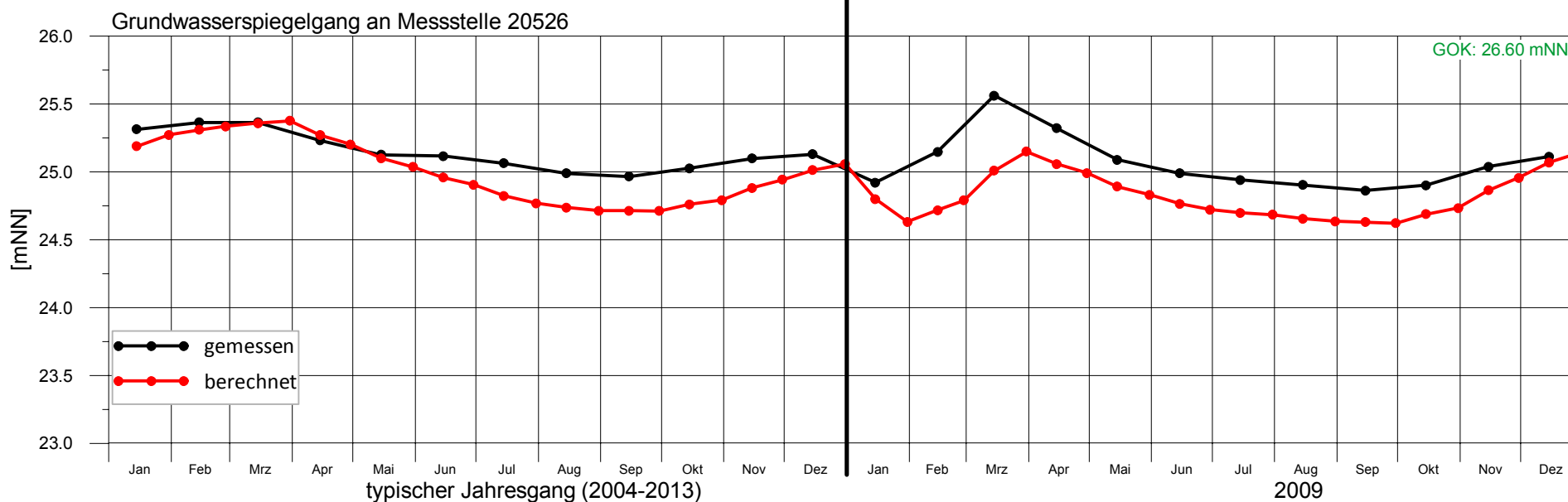
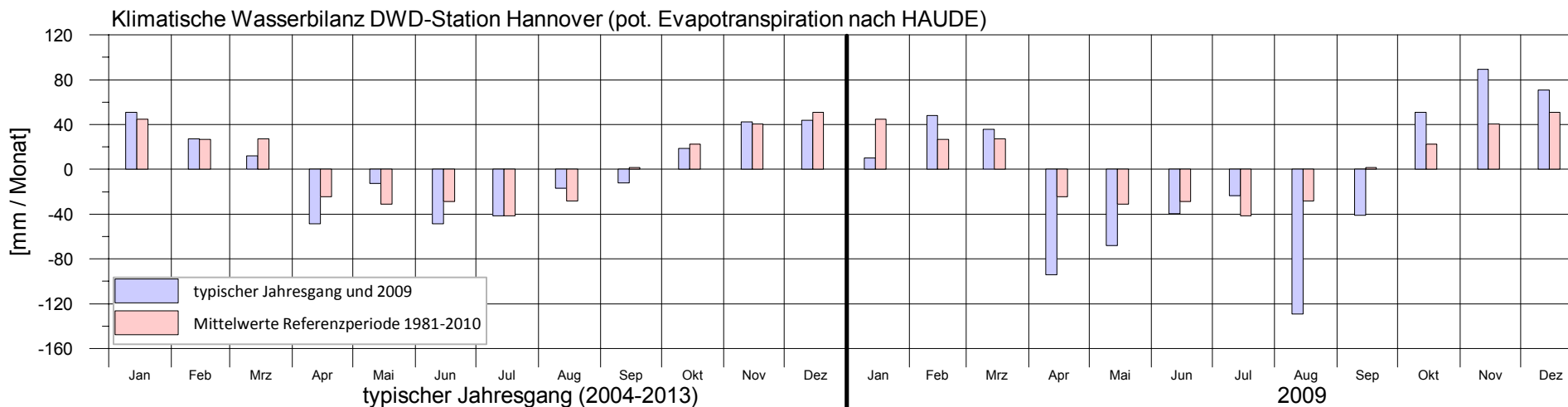
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20526 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 500 m

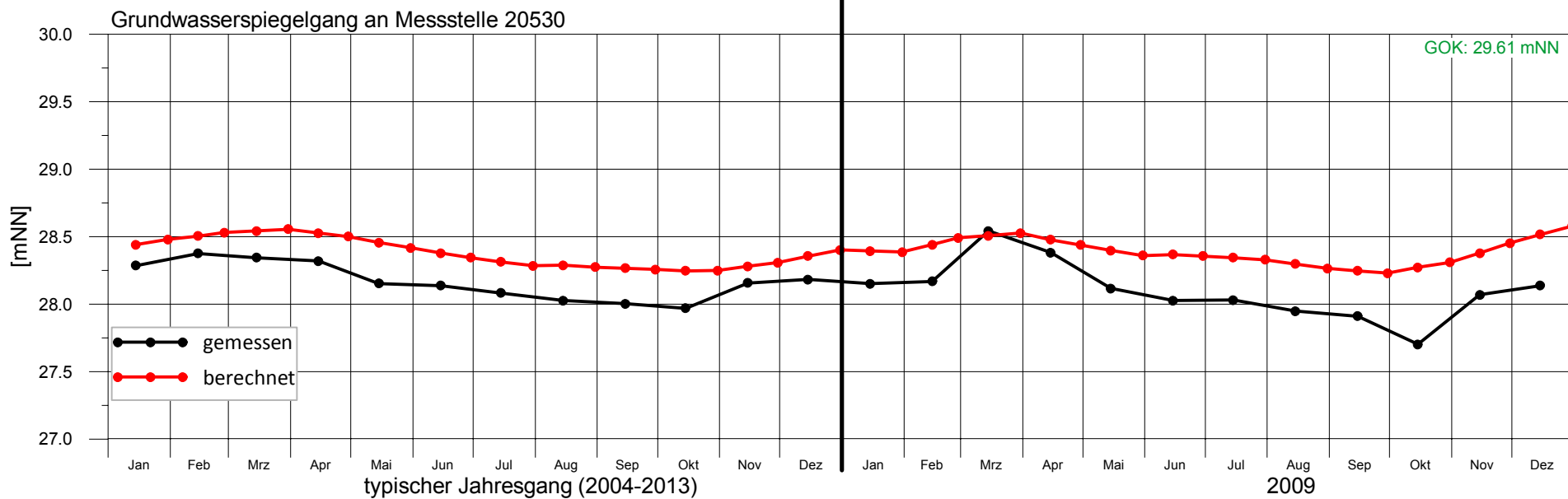
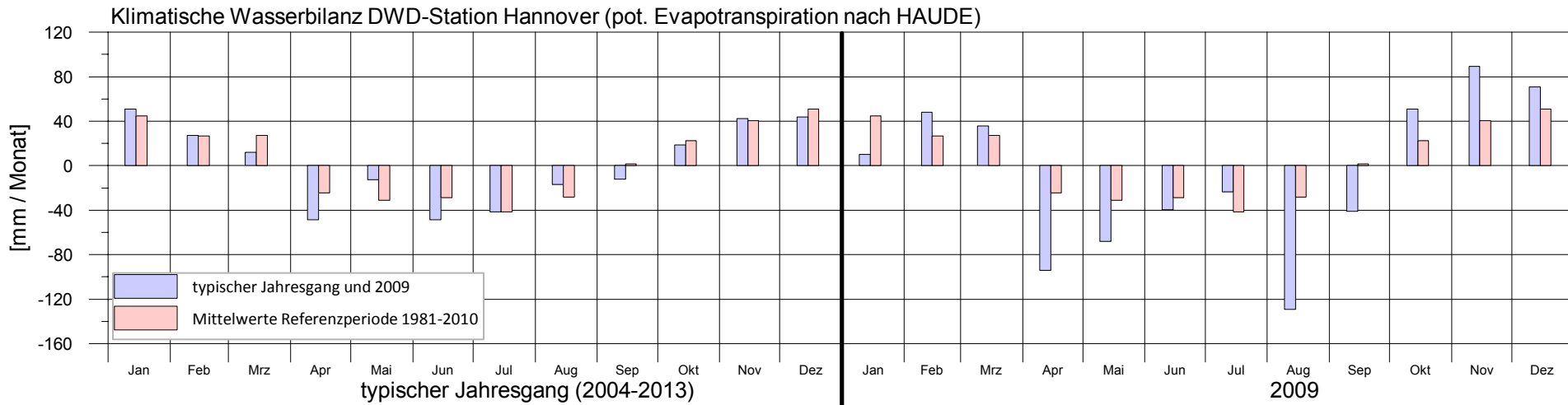




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20530

## - Vergleich Messung / Rechnung -

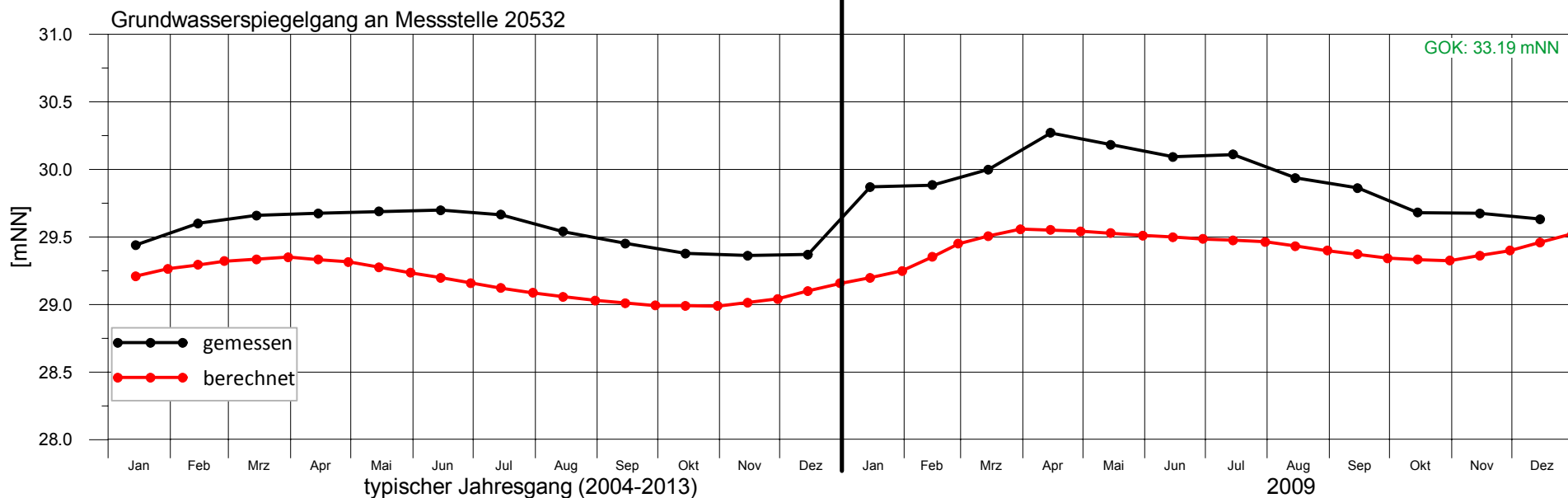
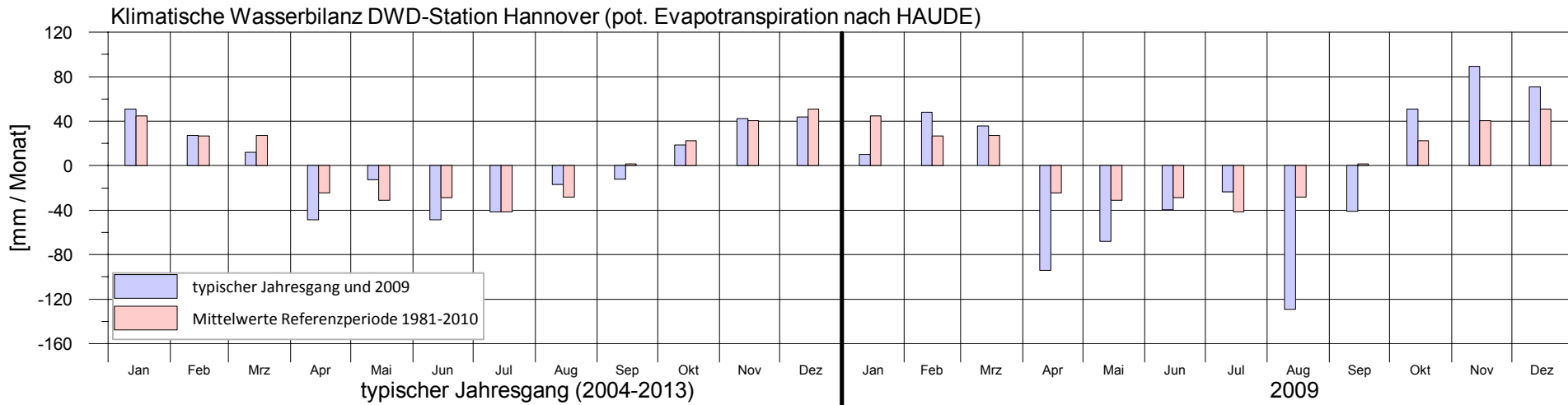
ca. 3,3 km nördlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20532 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,1 km nördlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

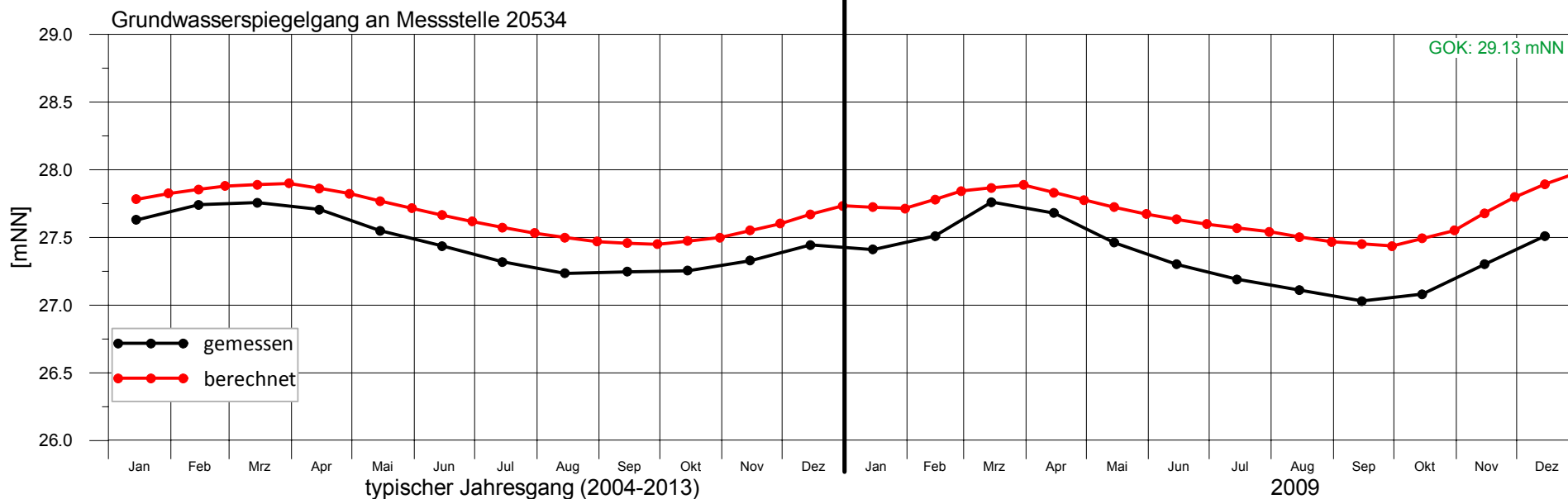
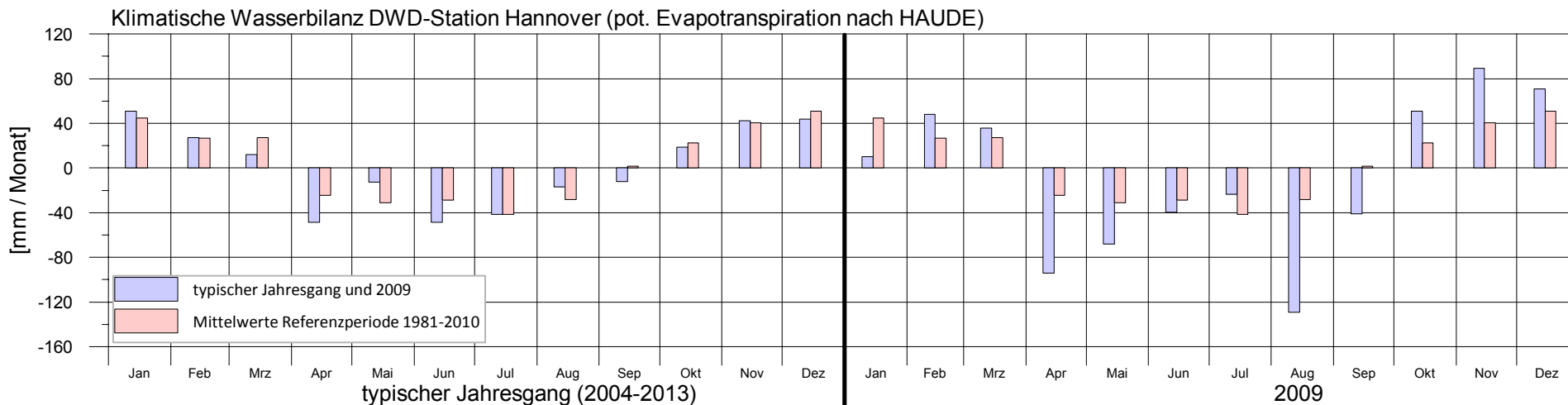
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20534 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,2 km nördlich Brunnen 2, Fassung Lindwedel (Nähe Aller)

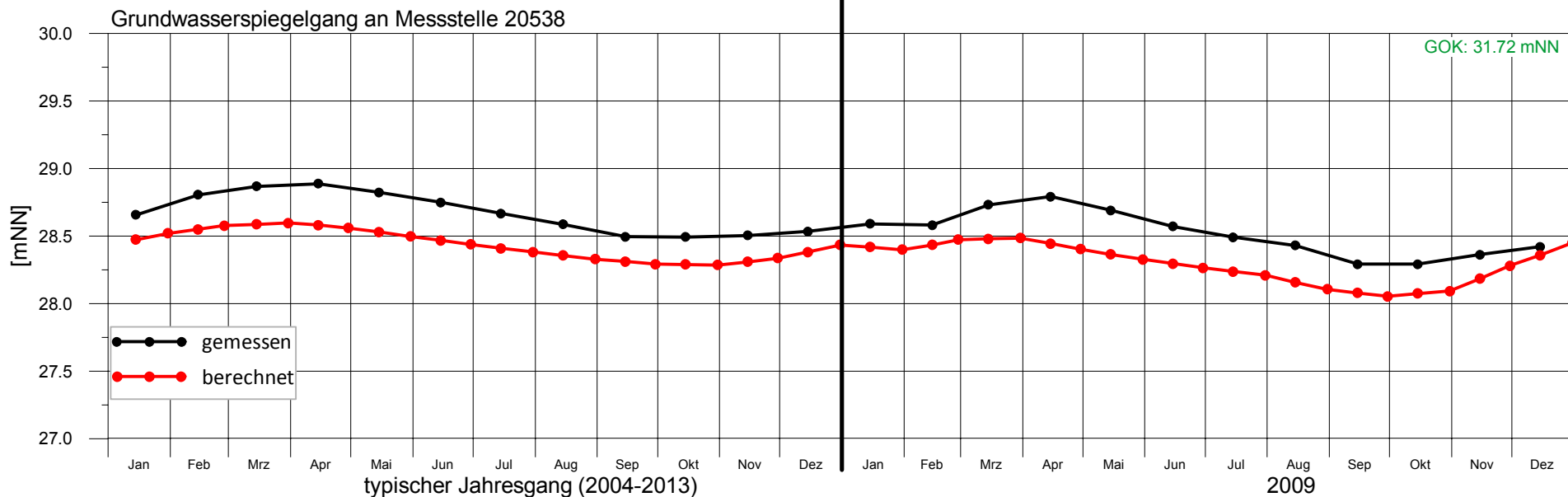
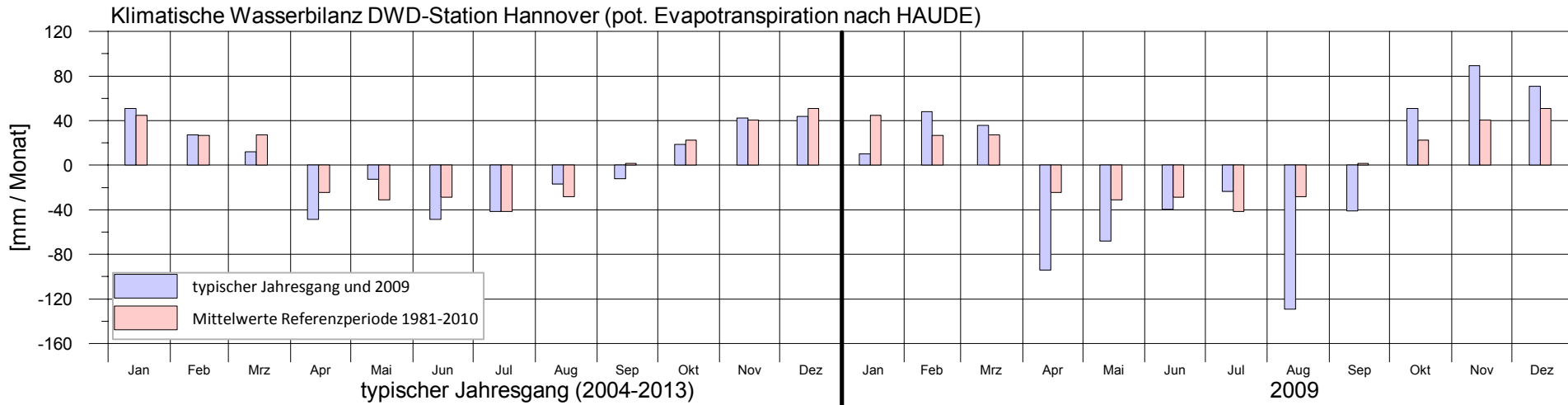




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20538 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,6 km nördlich Fassung Berkhof

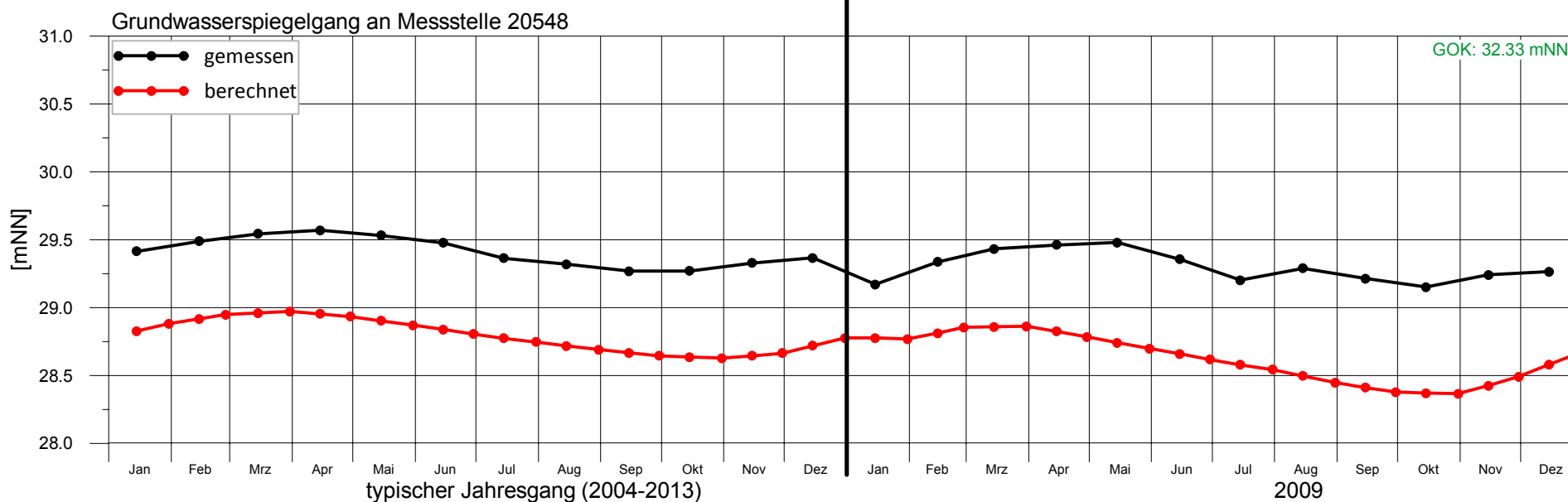
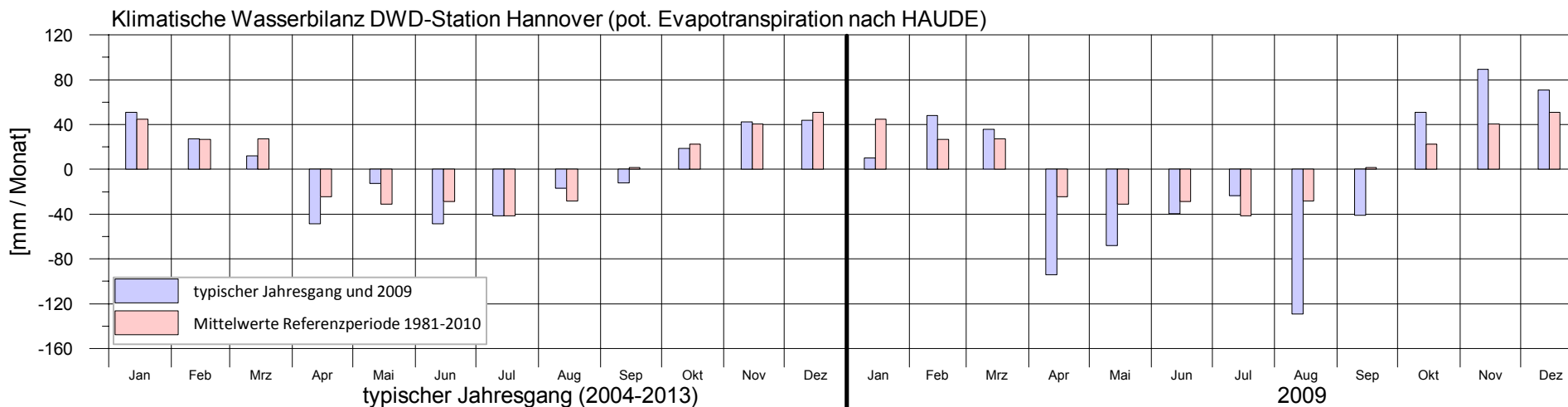
**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20548 - Vergleich Messung / Rechnung -

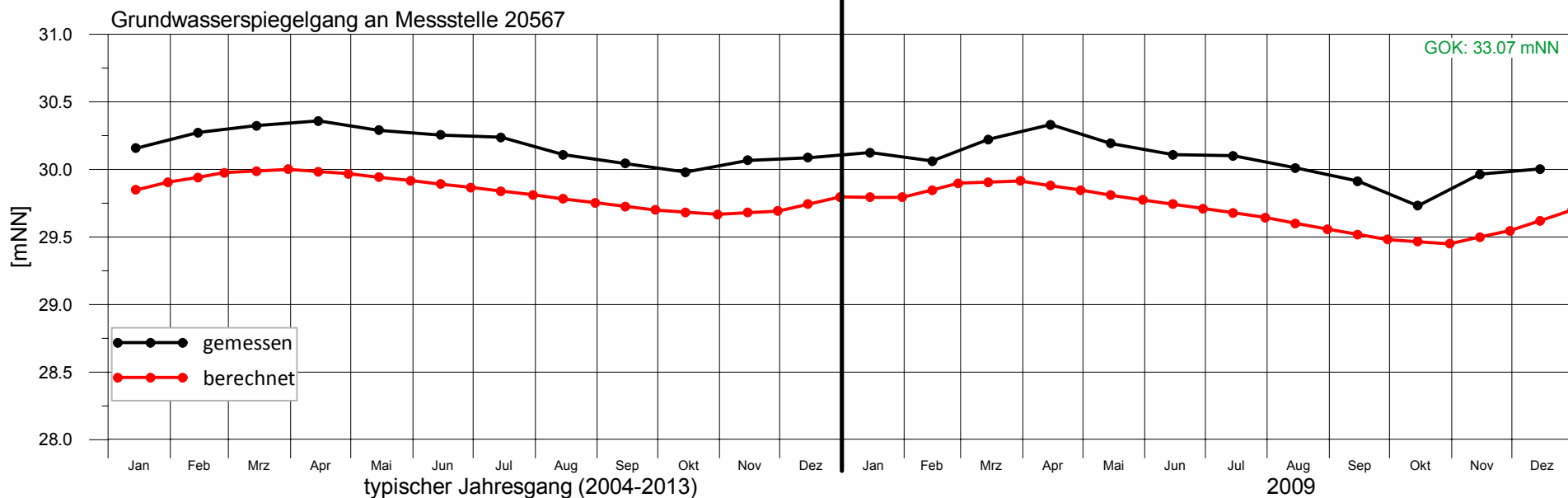
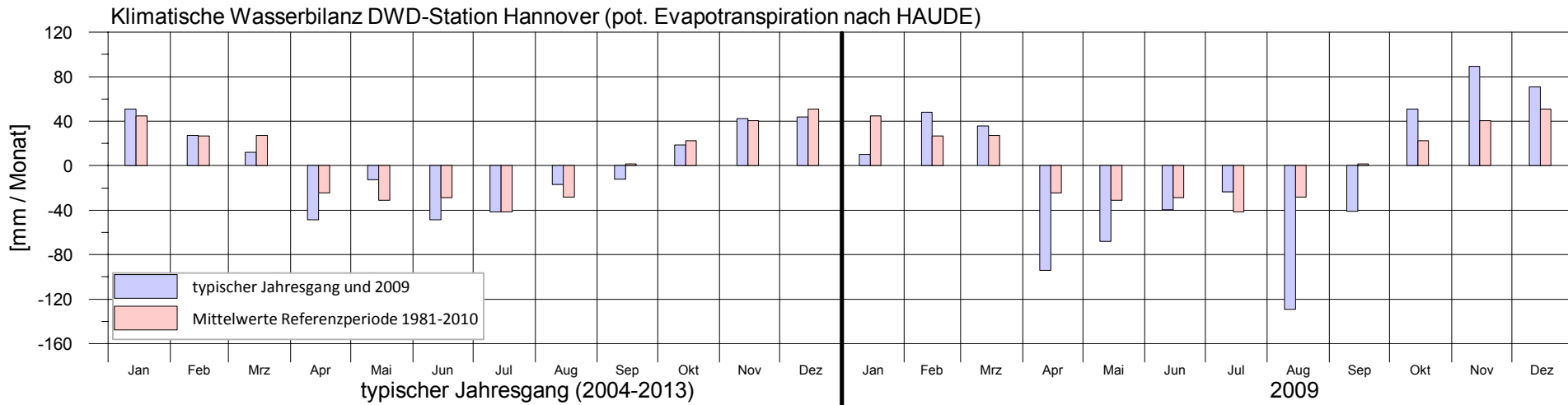
ca. 1,5 km nördlich Fassung Berkhof





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20567 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 1,3 km nördlich Brunnen 63, Fassung Berkhof

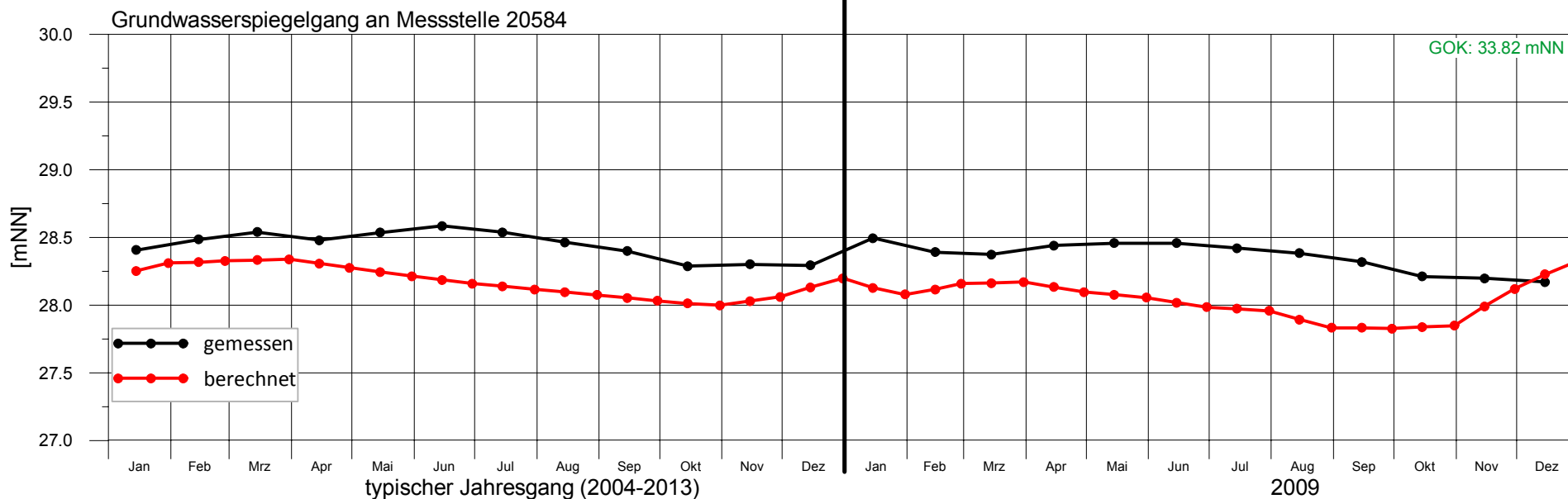
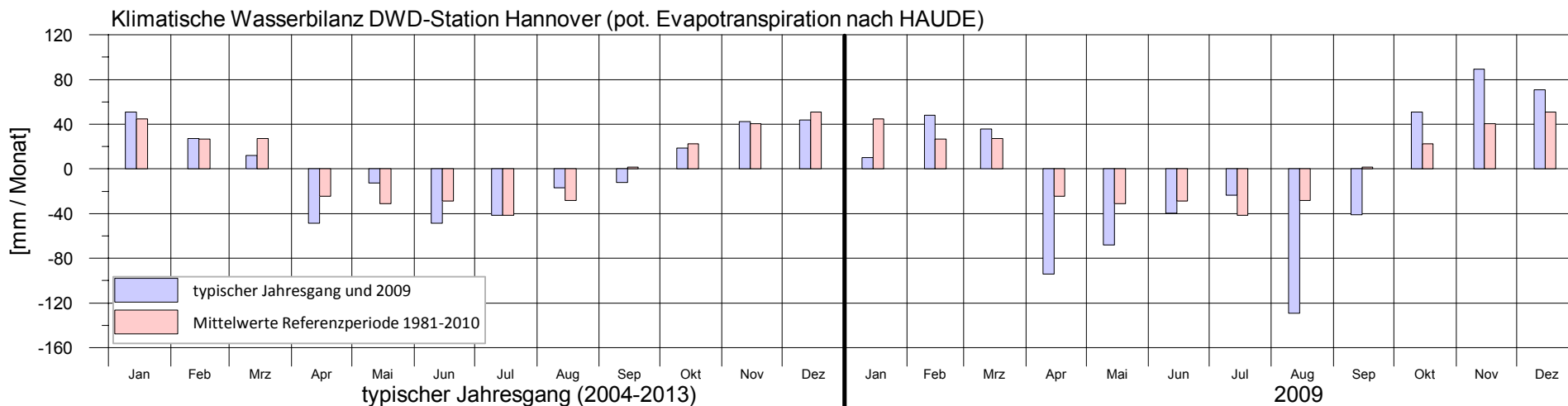
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20584 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 300 m nördlich Fassung Berkhof

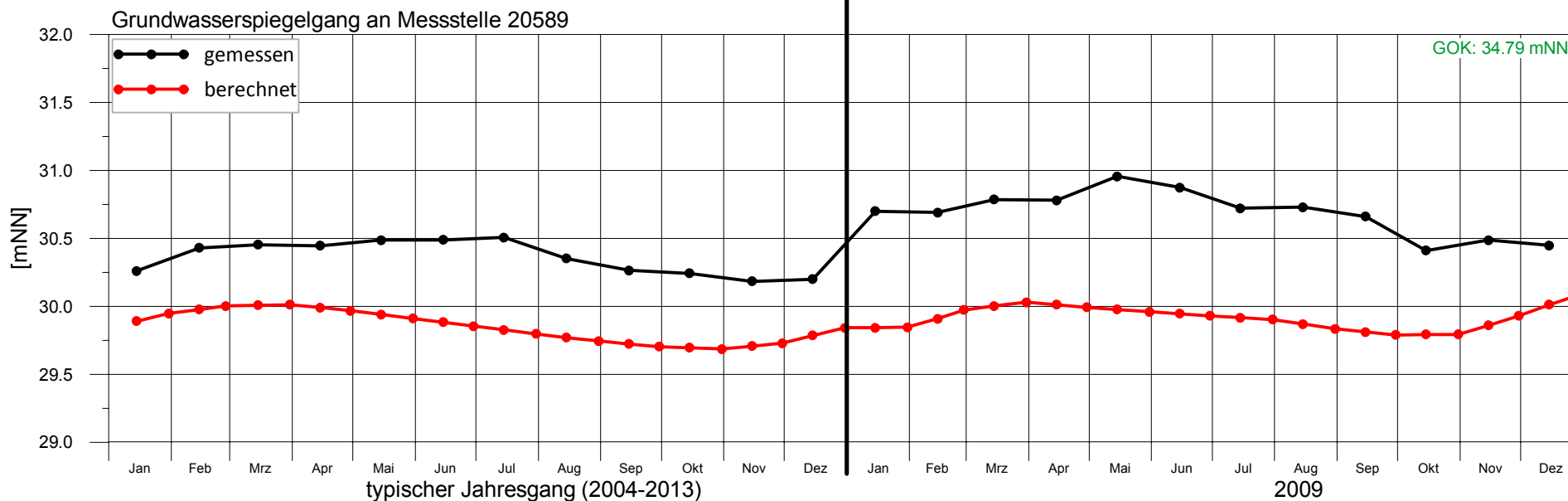
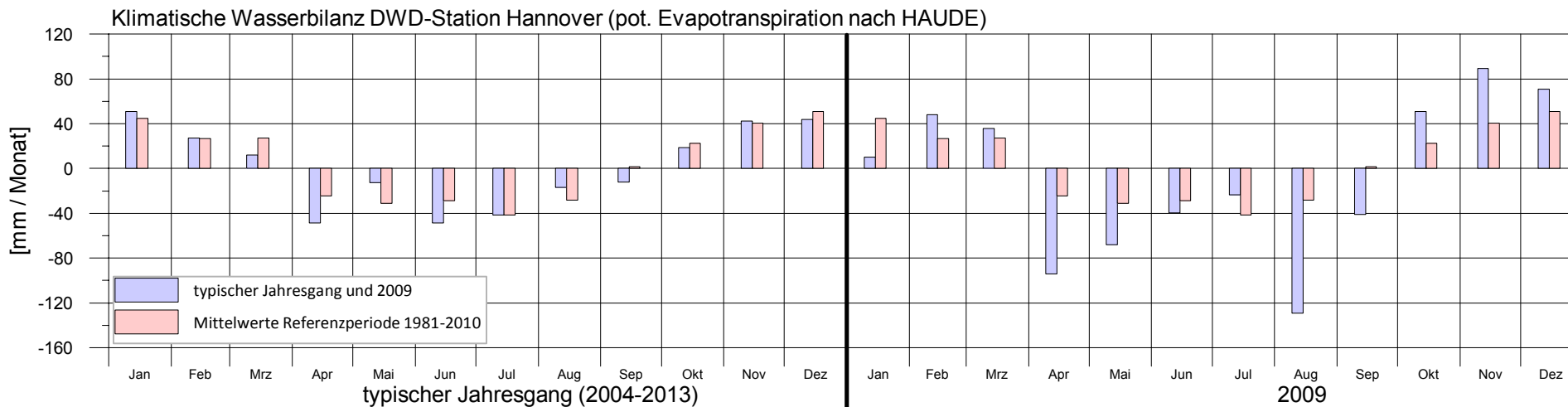




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20589 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 900 m südlich Fassung Berkhof

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**

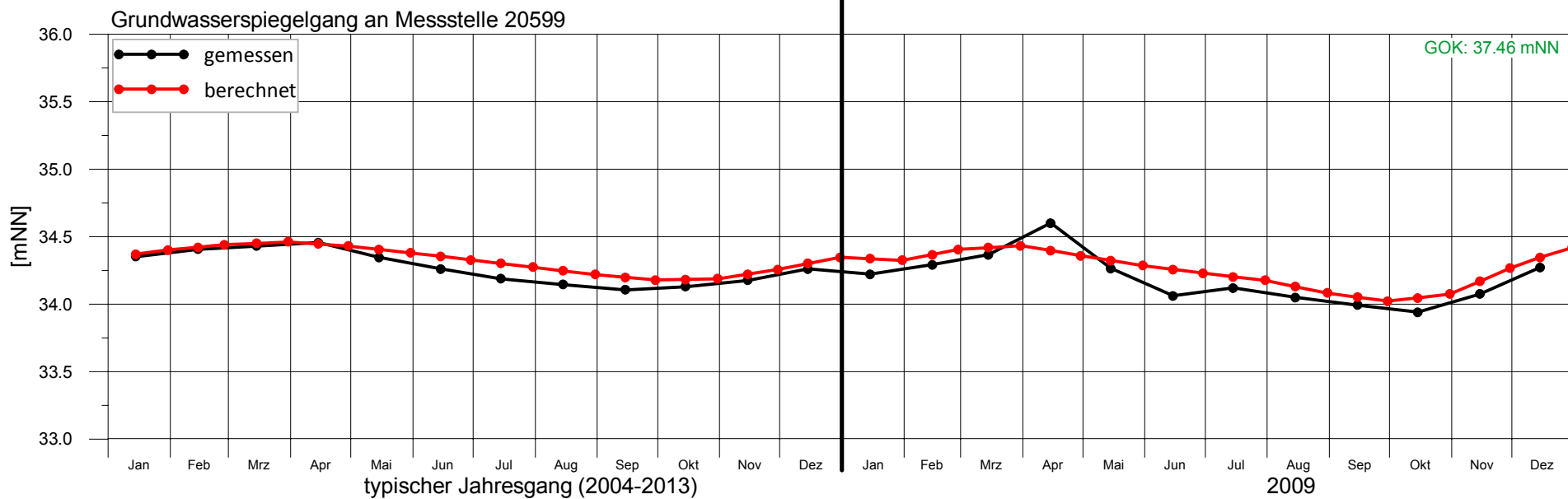
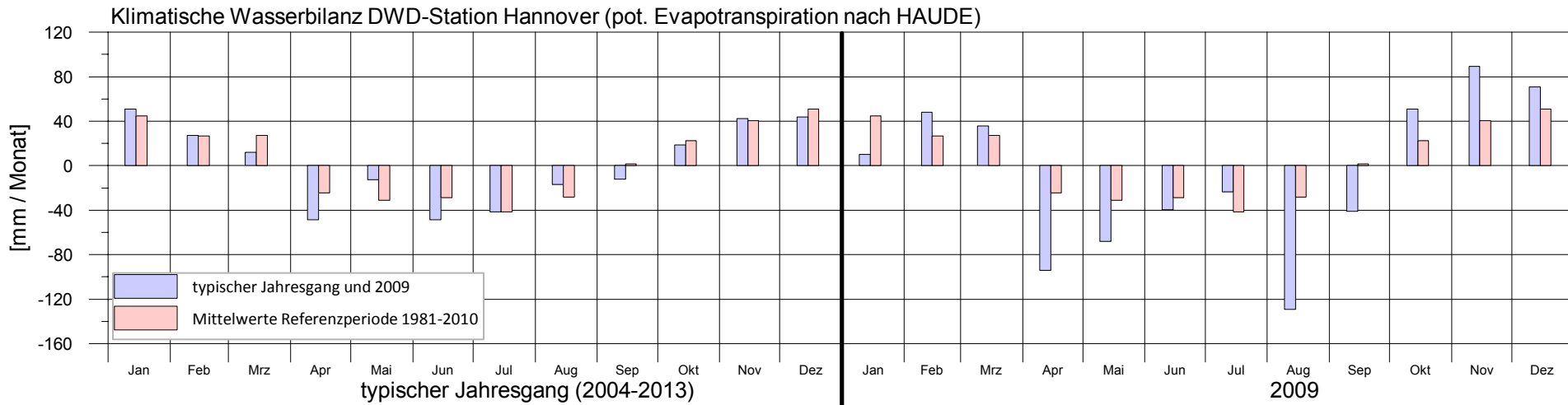




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20599

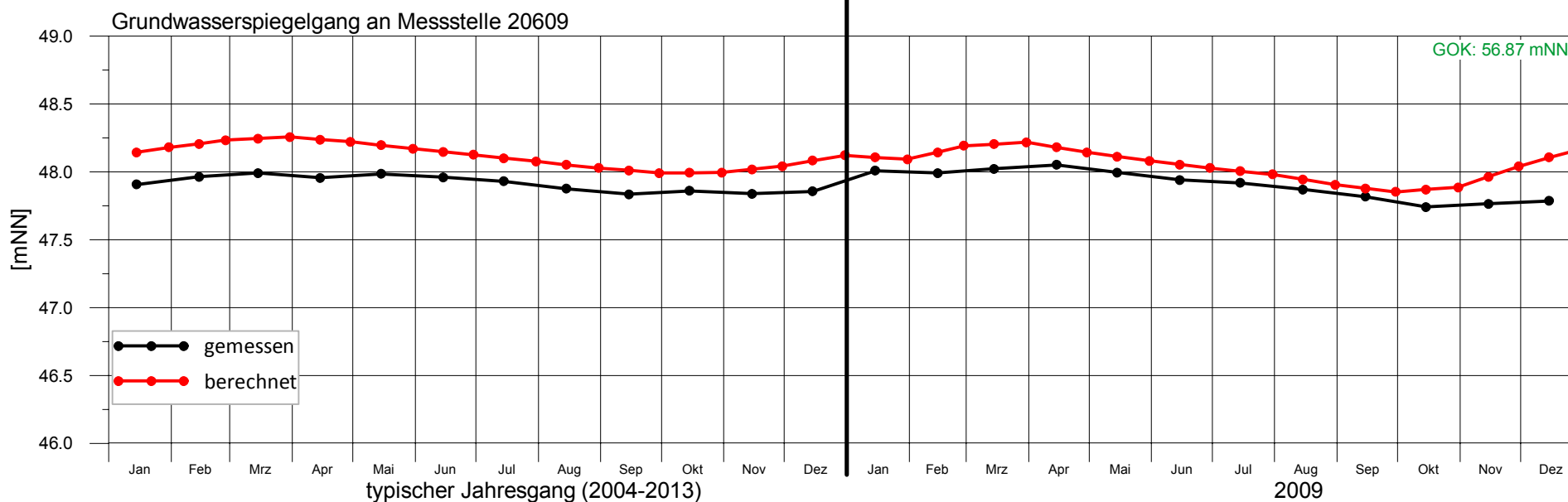
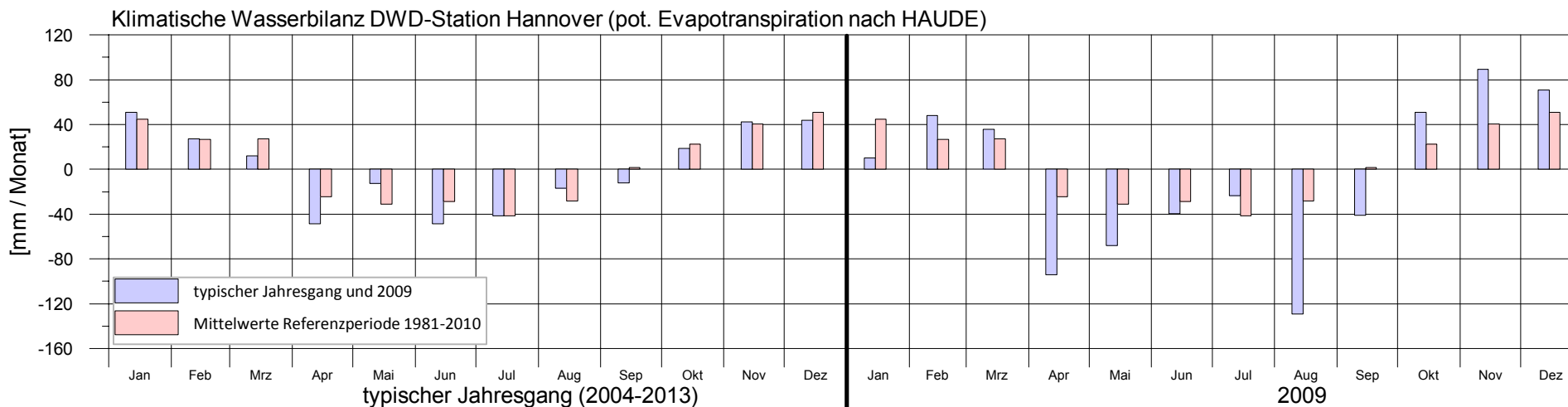
## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,7 km südlich Brunnen 2, Fassung Lindwedel





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20609 - Vergleich Messung / Rechnung - innerhalb Stauchendmoräne

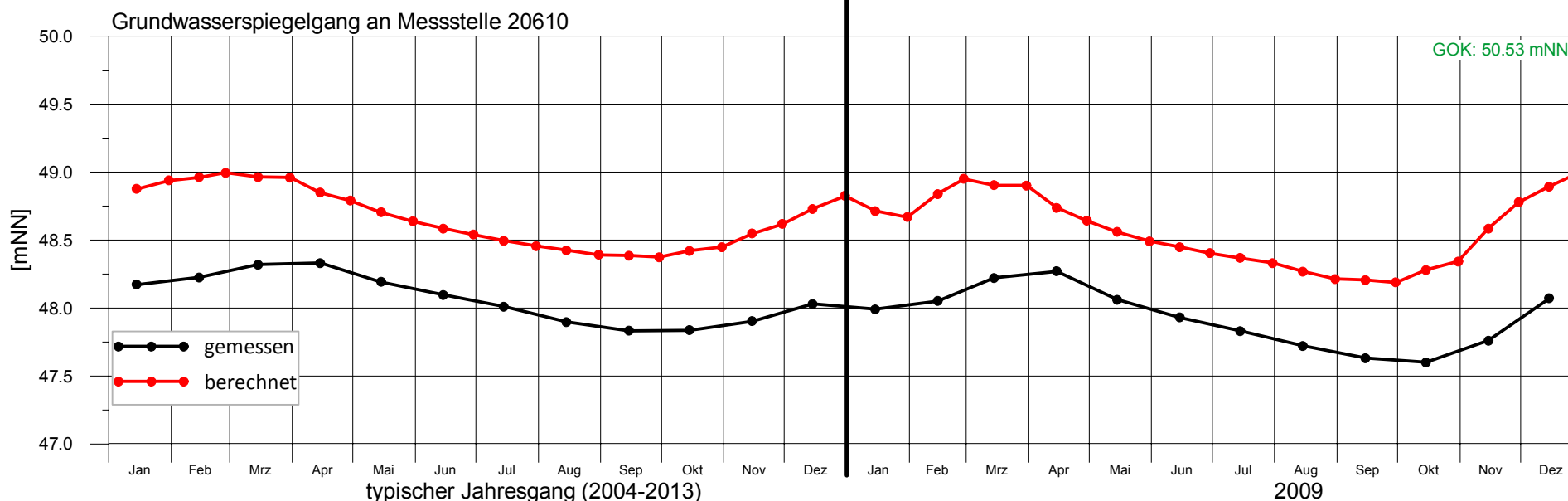
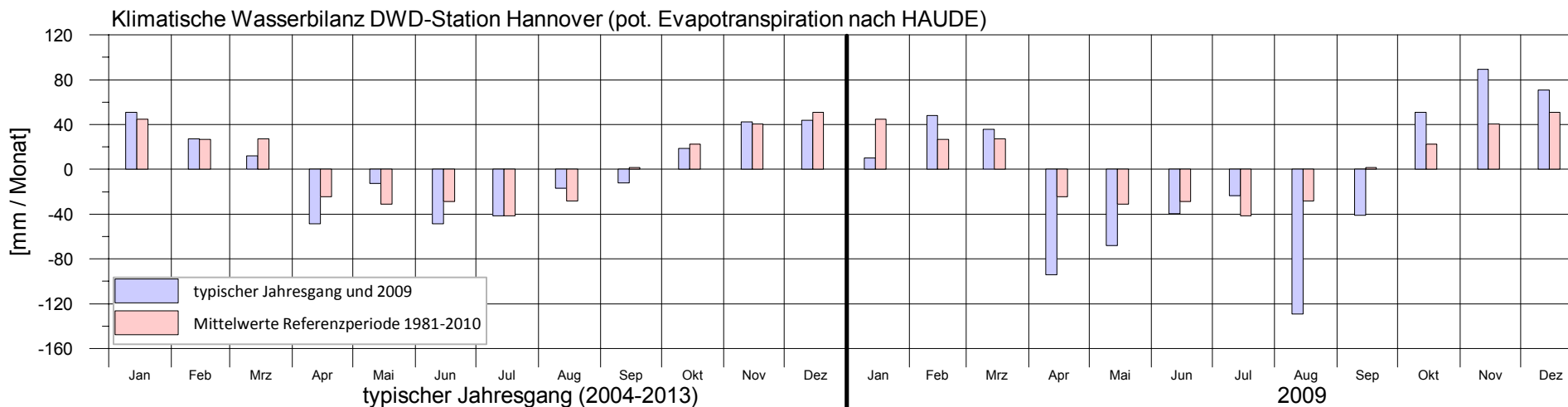




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20610 - Vergleich Messung / Rechnung -

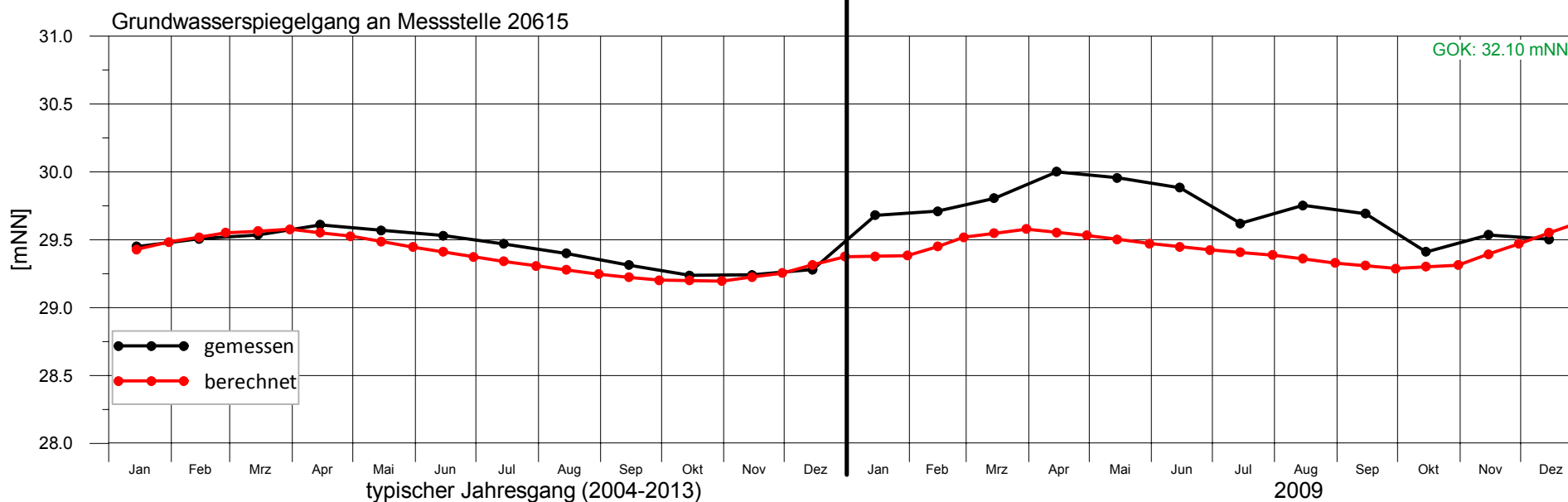
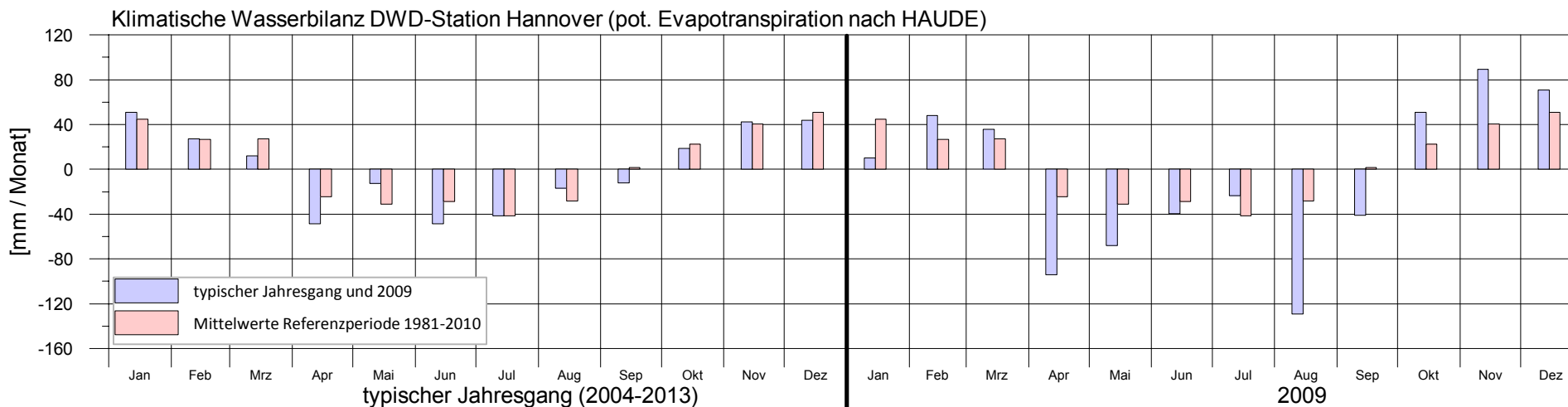
innerhalb Stauchendmoräne

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -



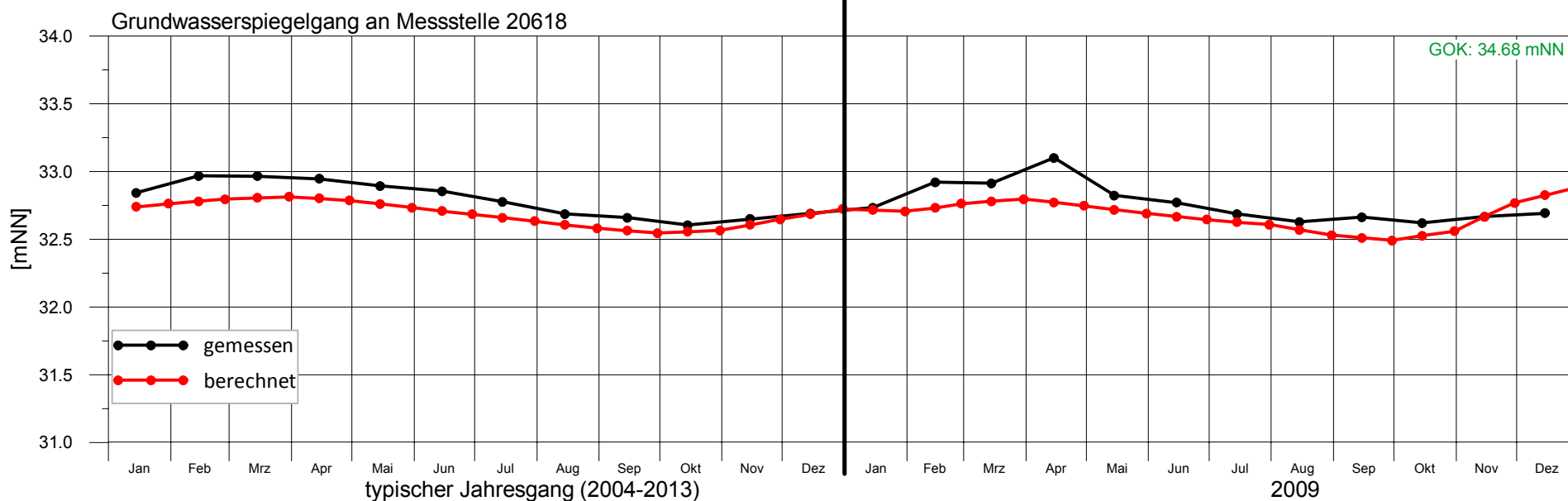
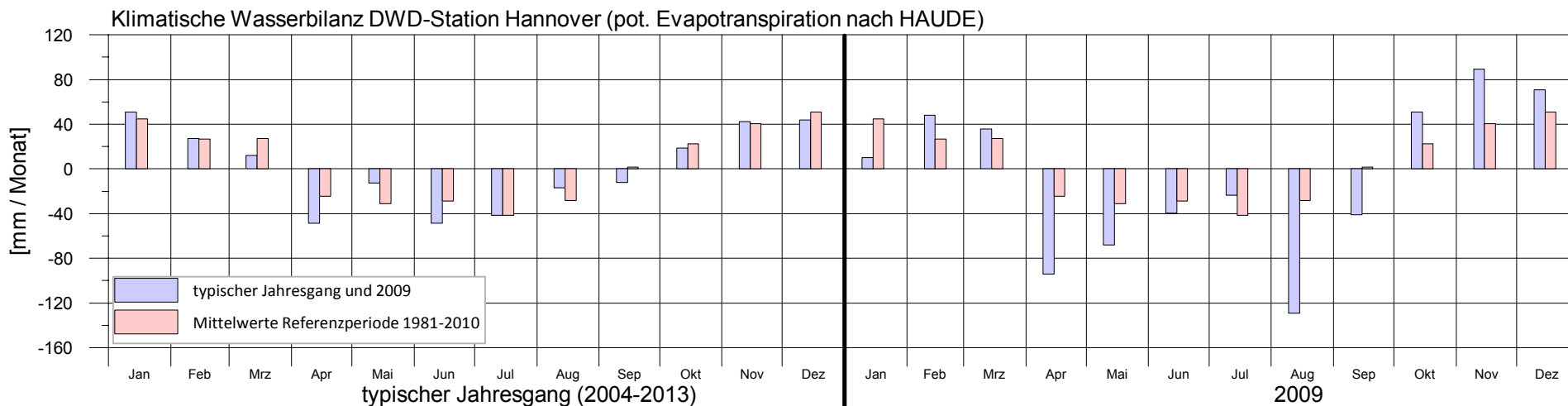


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20615 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2,4 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel





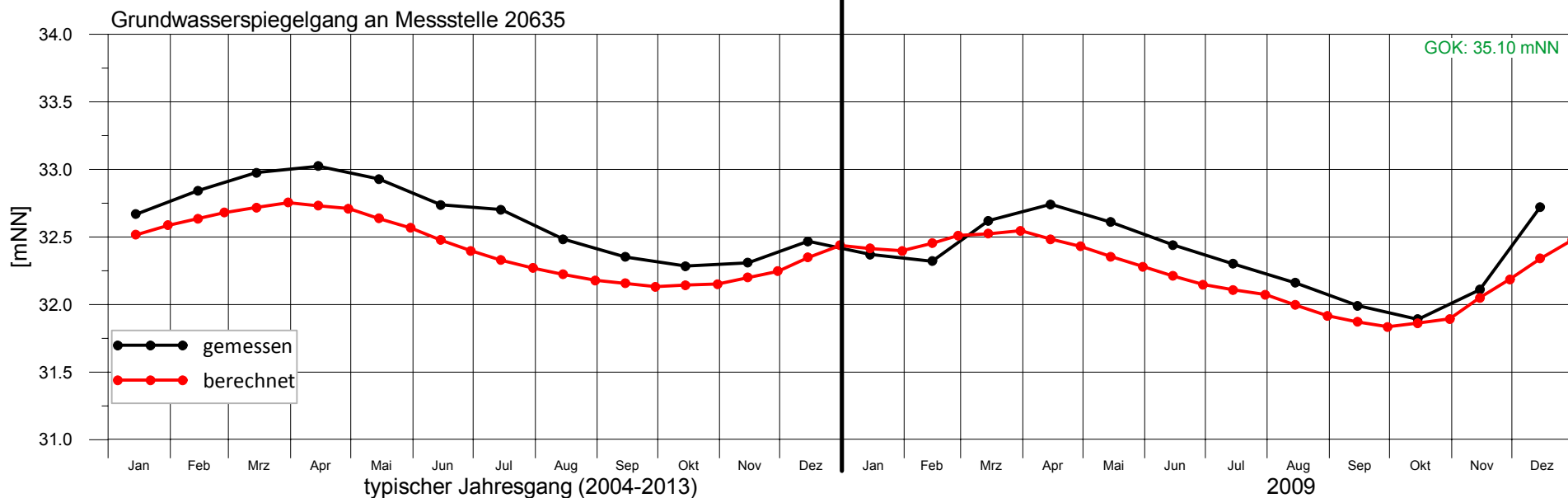
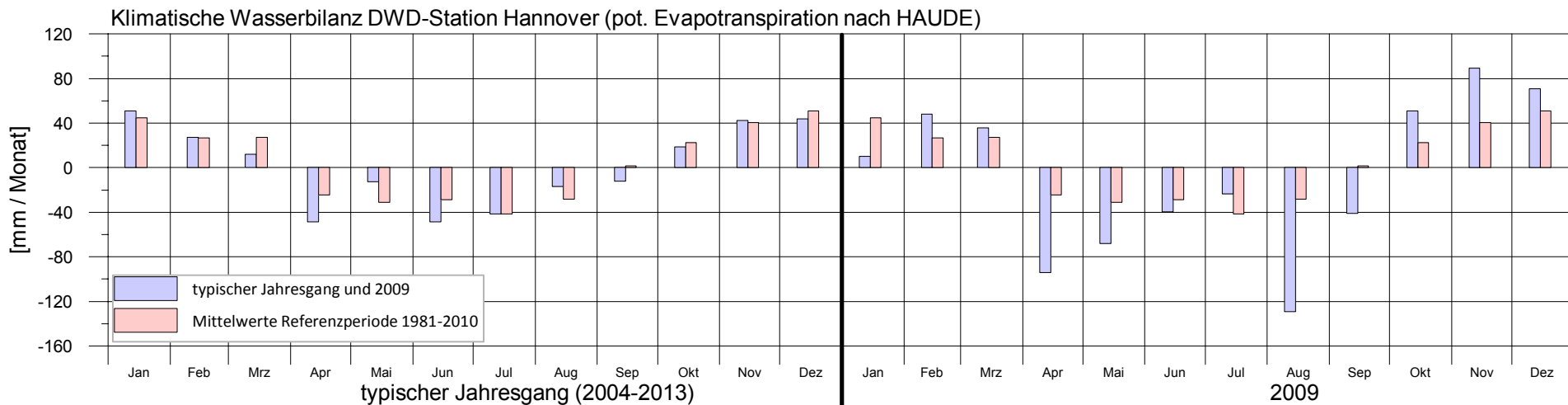
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20618 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2,6 km südlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20635 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 900 m nördlich Brunnen 1, Fassung Fuhrberger Feld (an der Wulbeck)

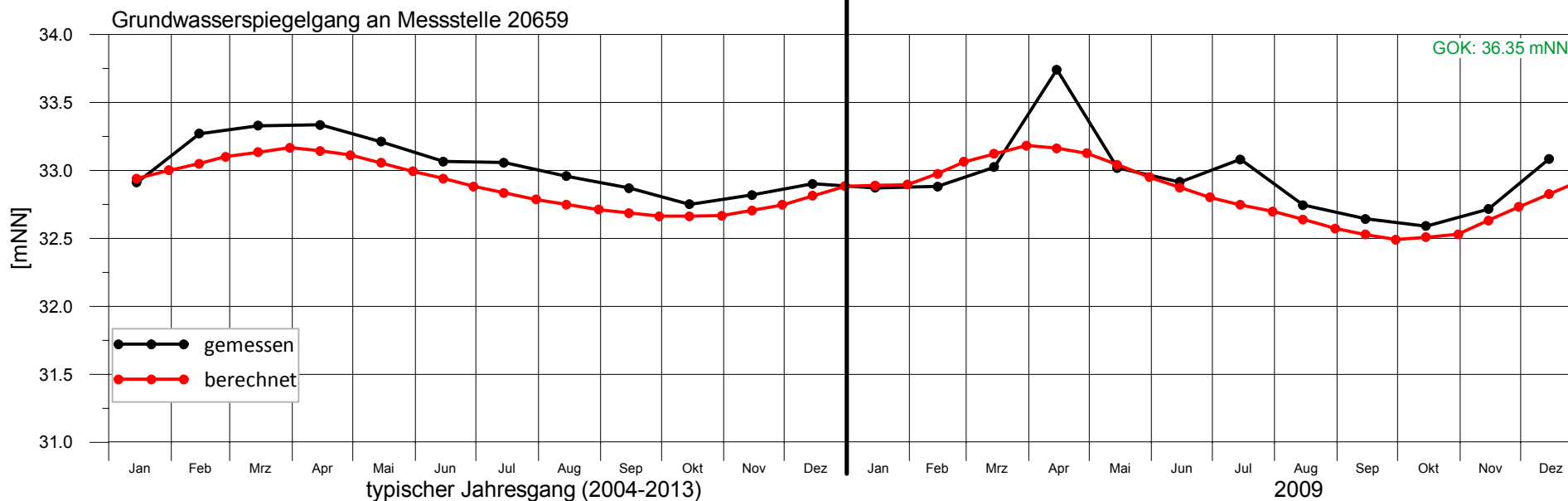
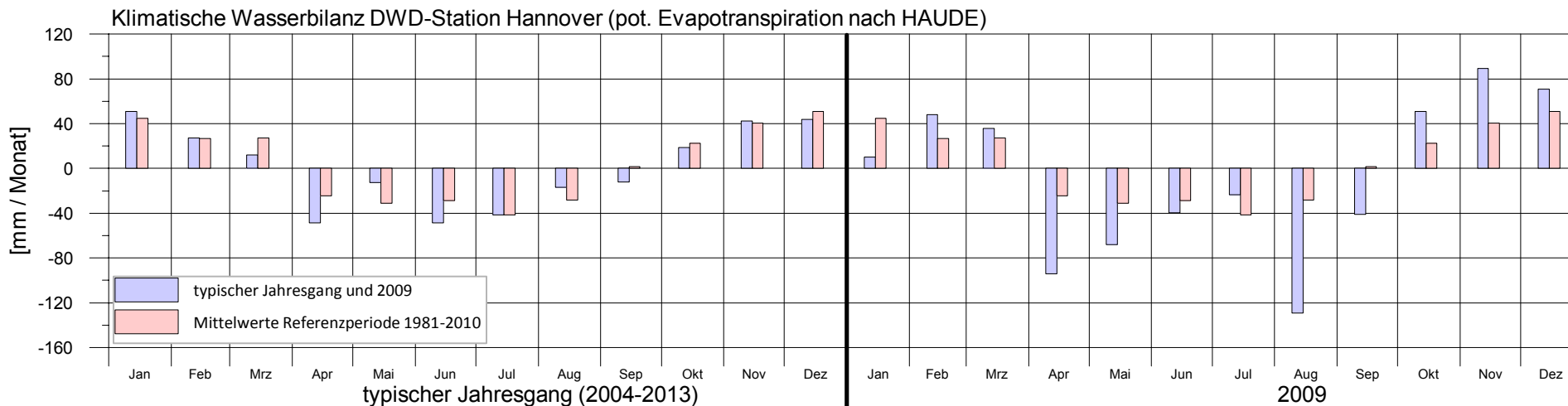




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20659

### - Vergleich Messung / Rechnung -

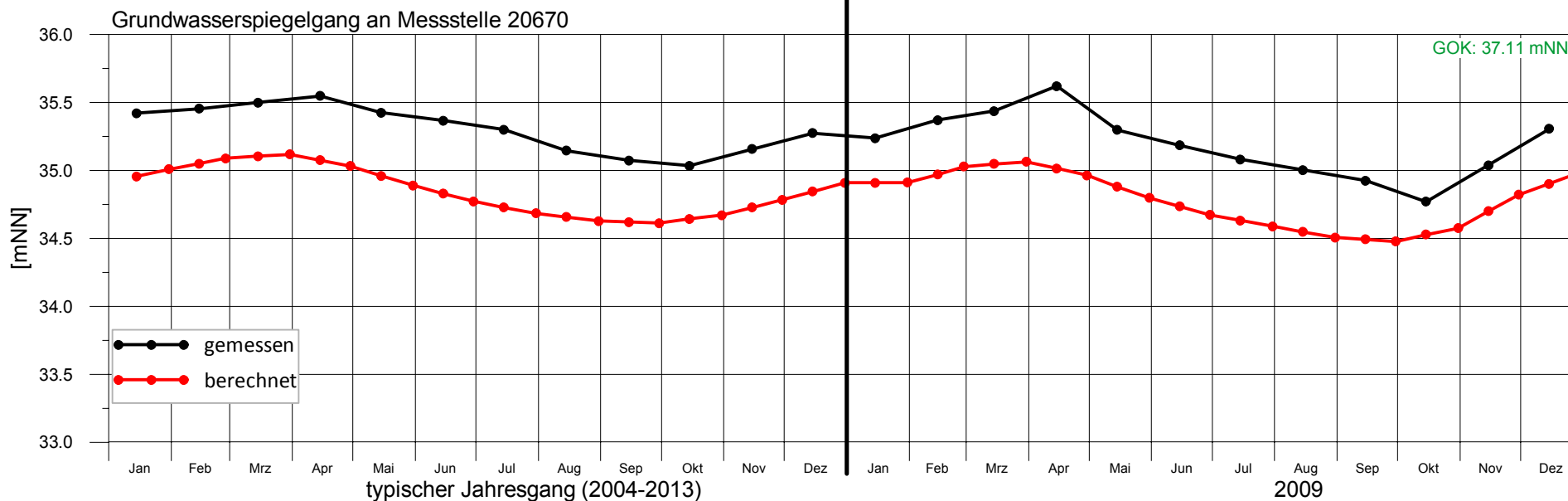
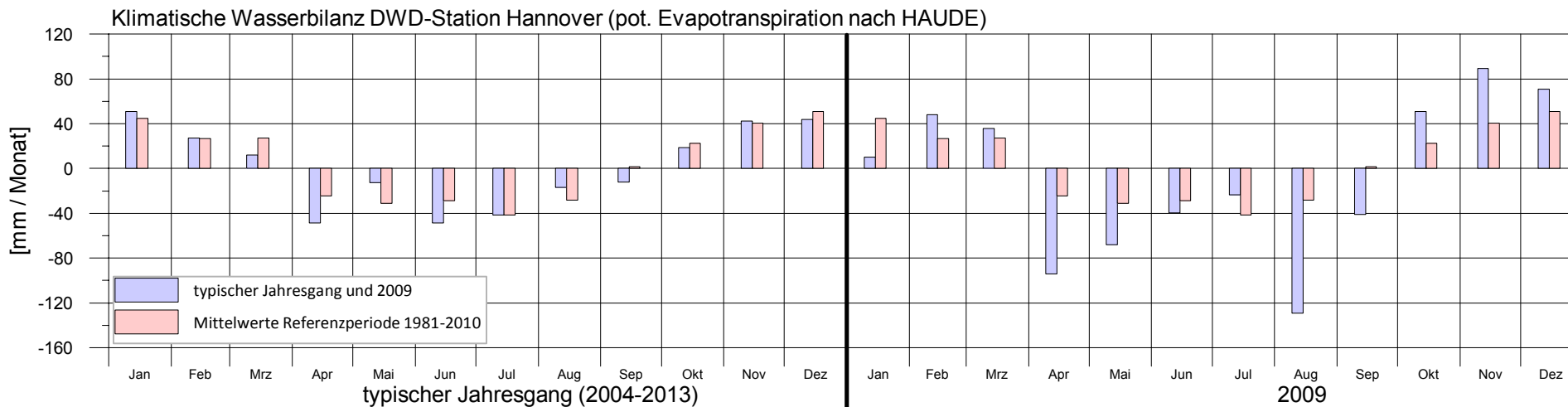
ca. 1,1 km südöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberger Feld





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20670 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 3,0 km östlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

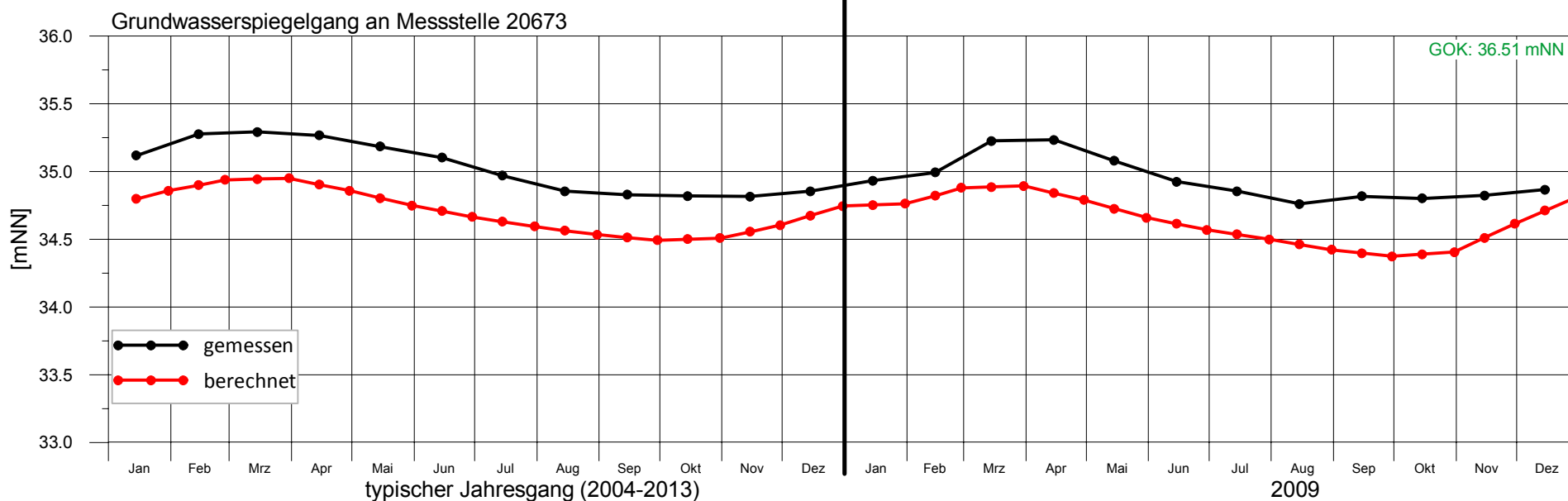
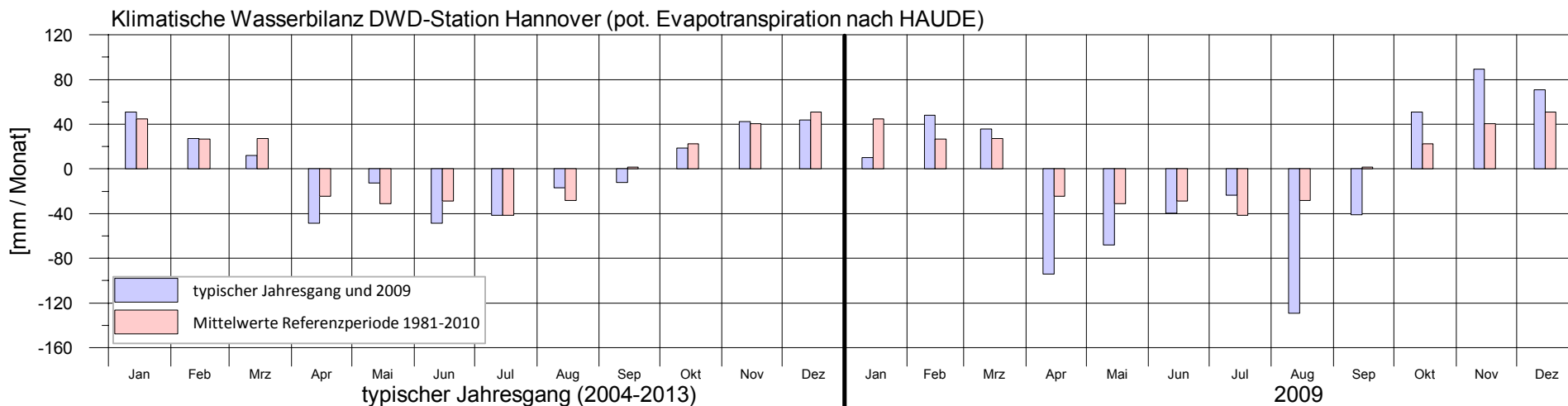
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20673 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,4 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberger Feld

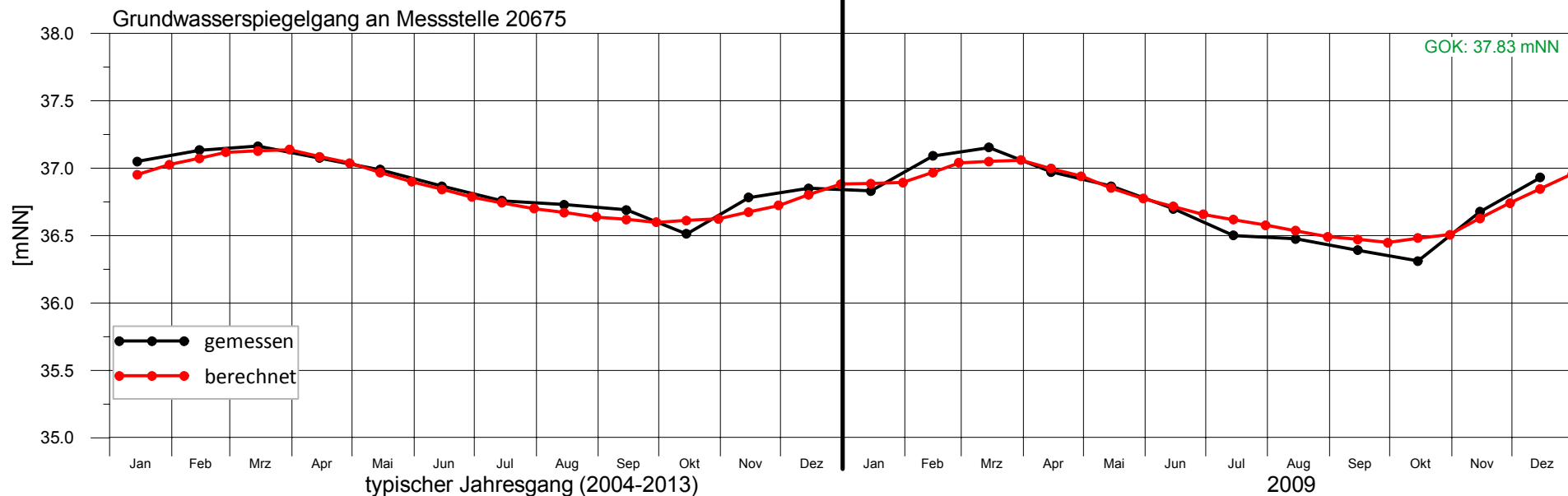
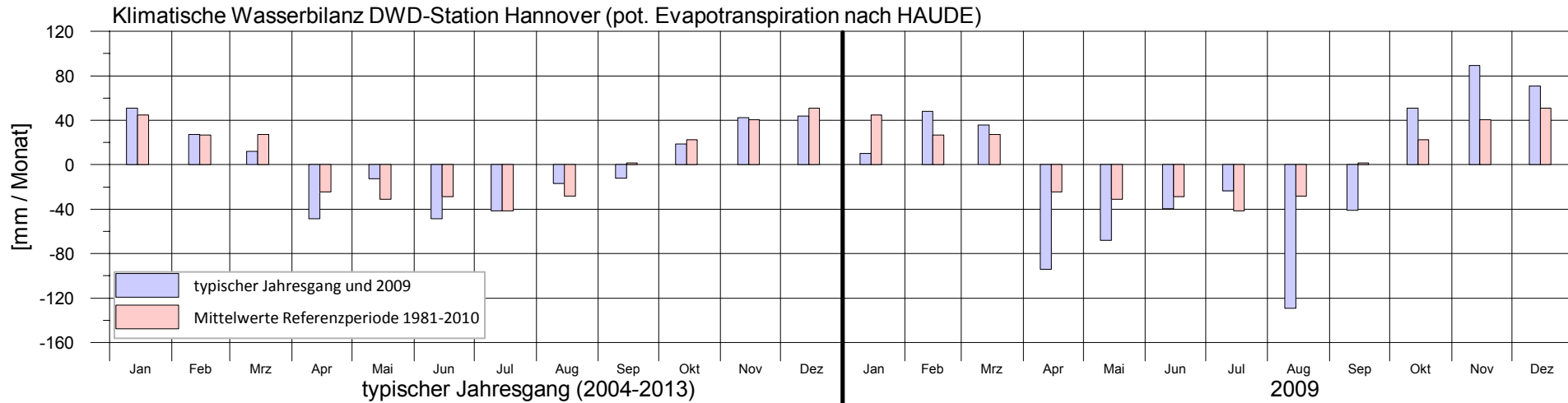




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20675 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,9 km östlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

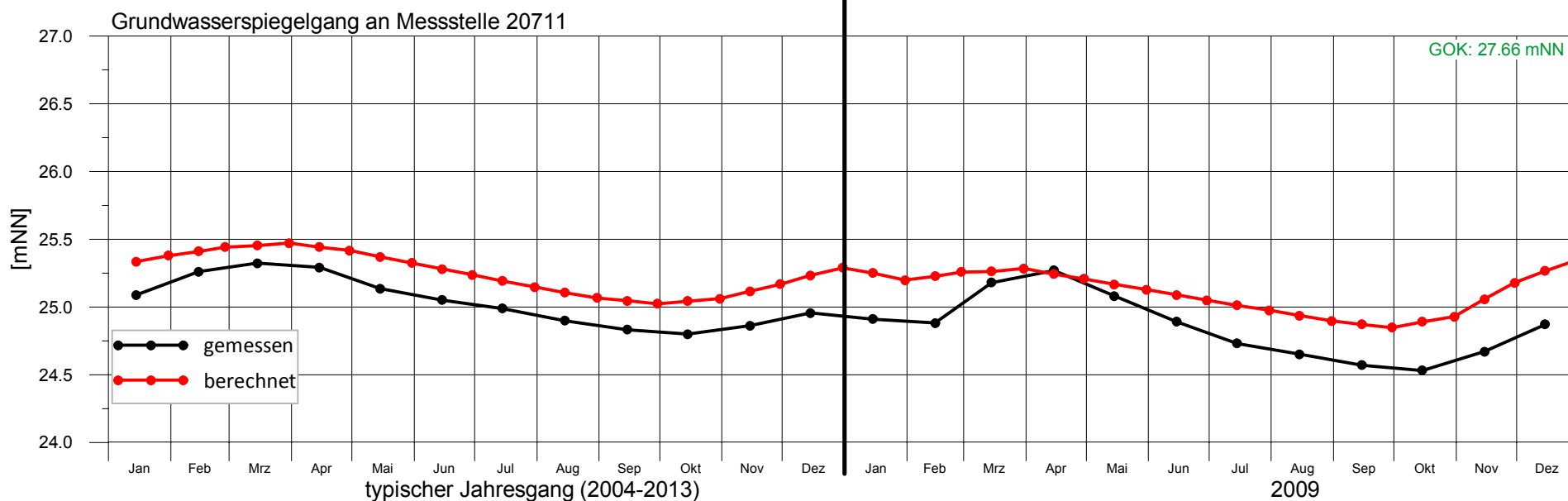
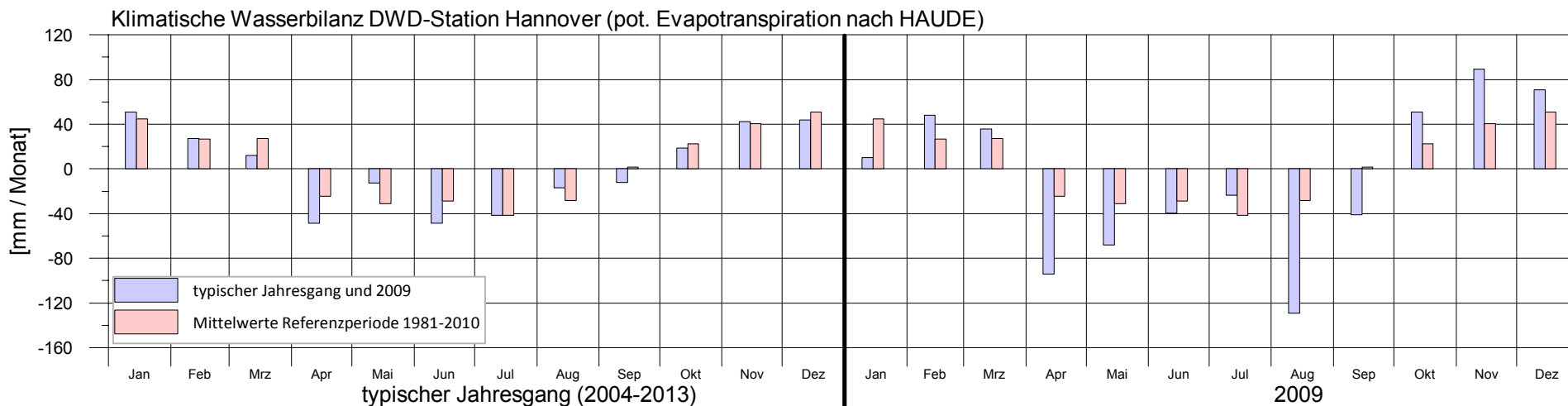




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20711

## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,6 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

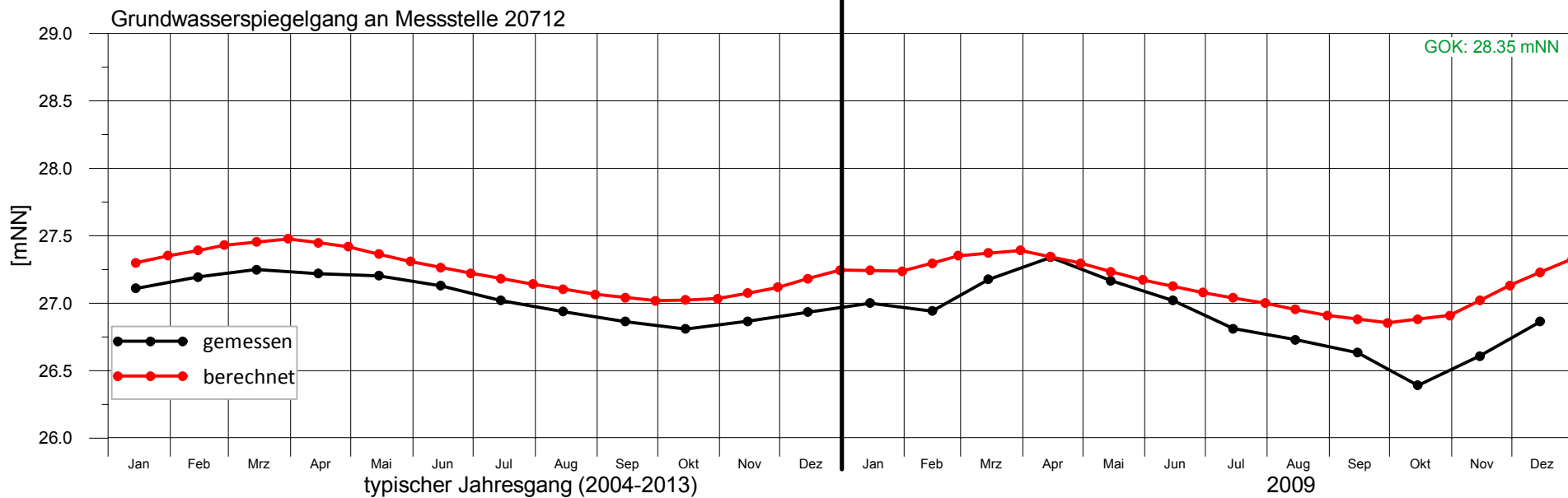
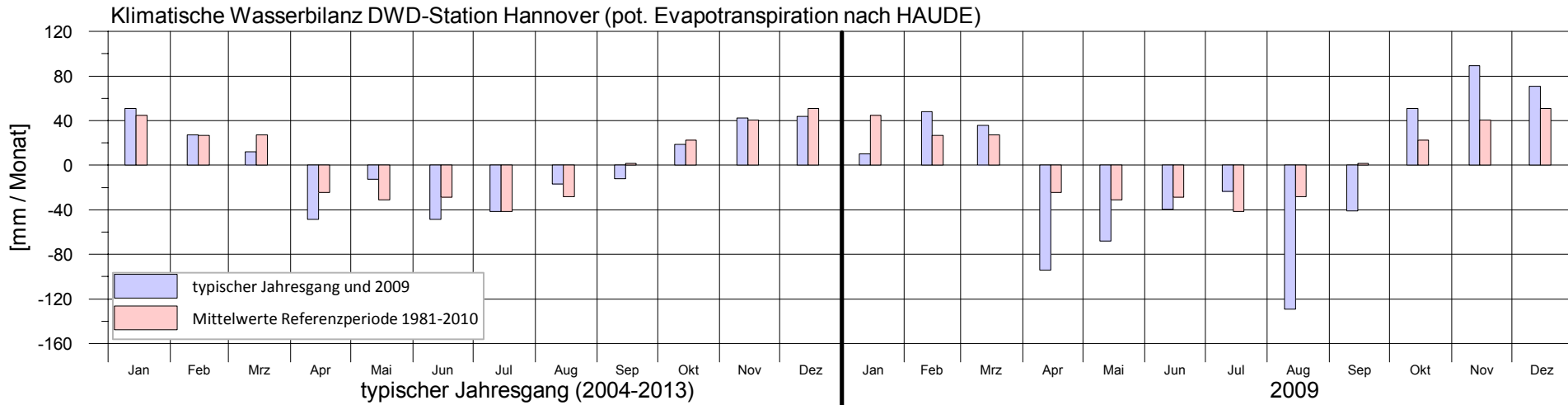




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20712

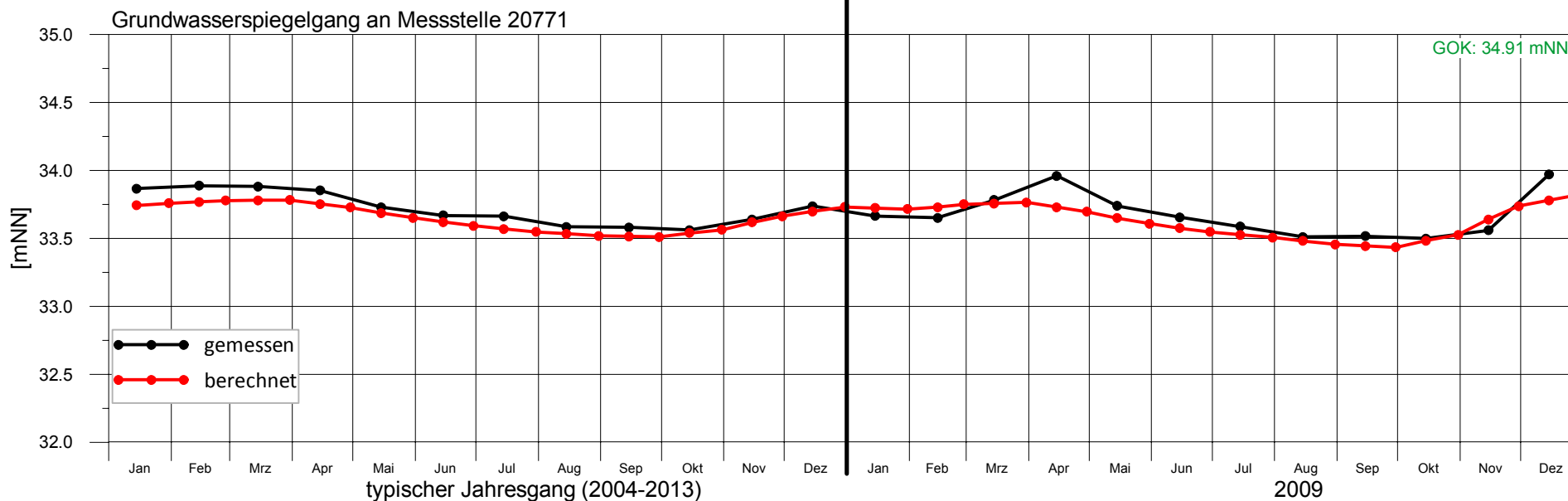
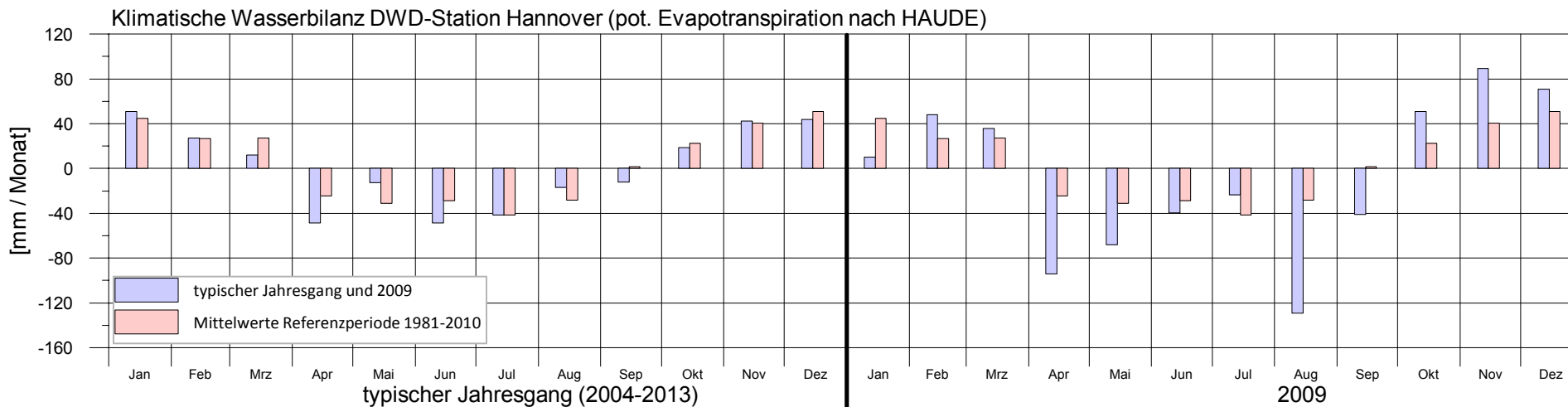
## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,6 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20771 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 5,1 km südlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

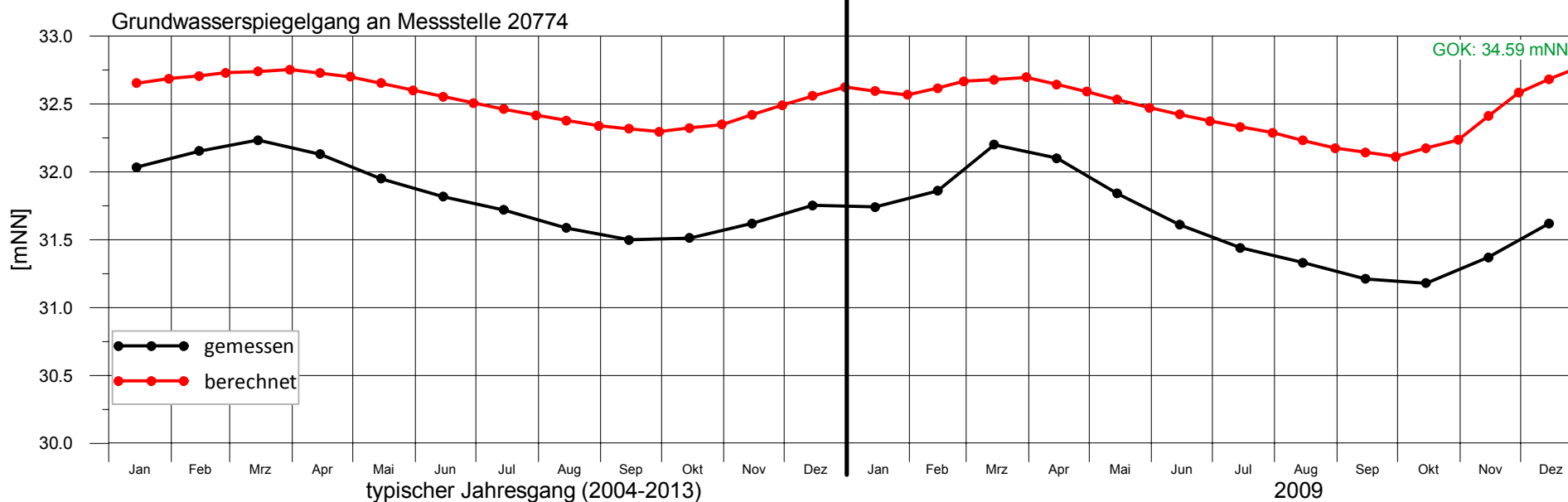
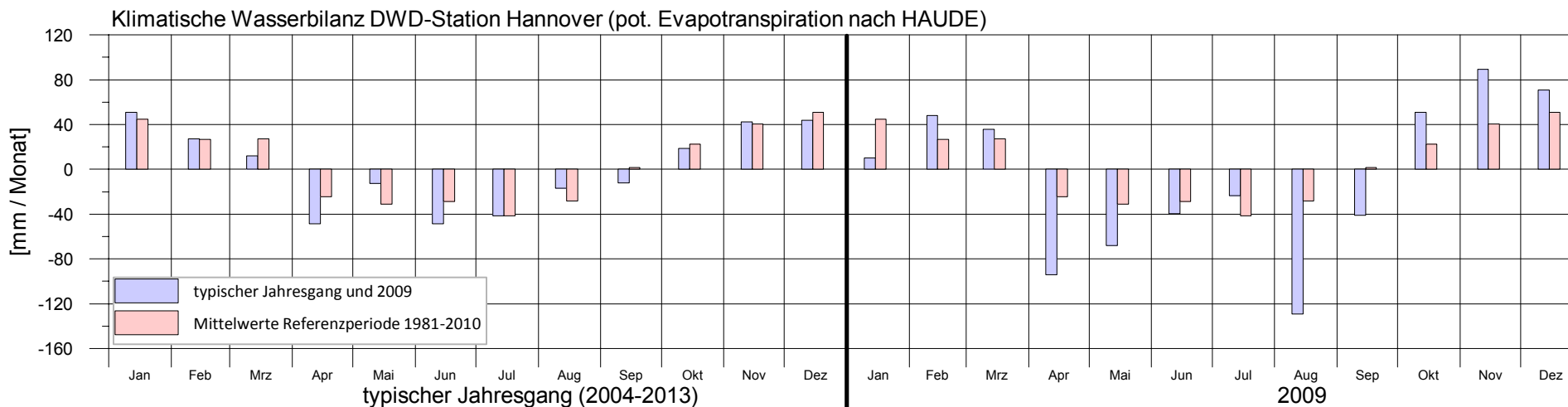




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20774

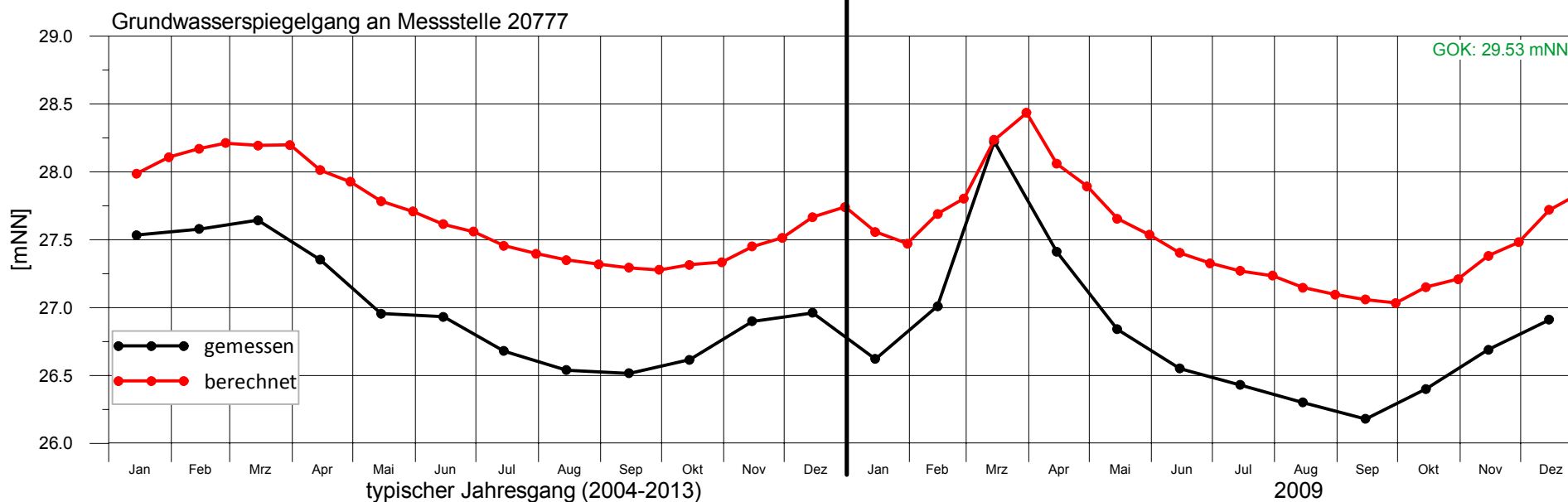
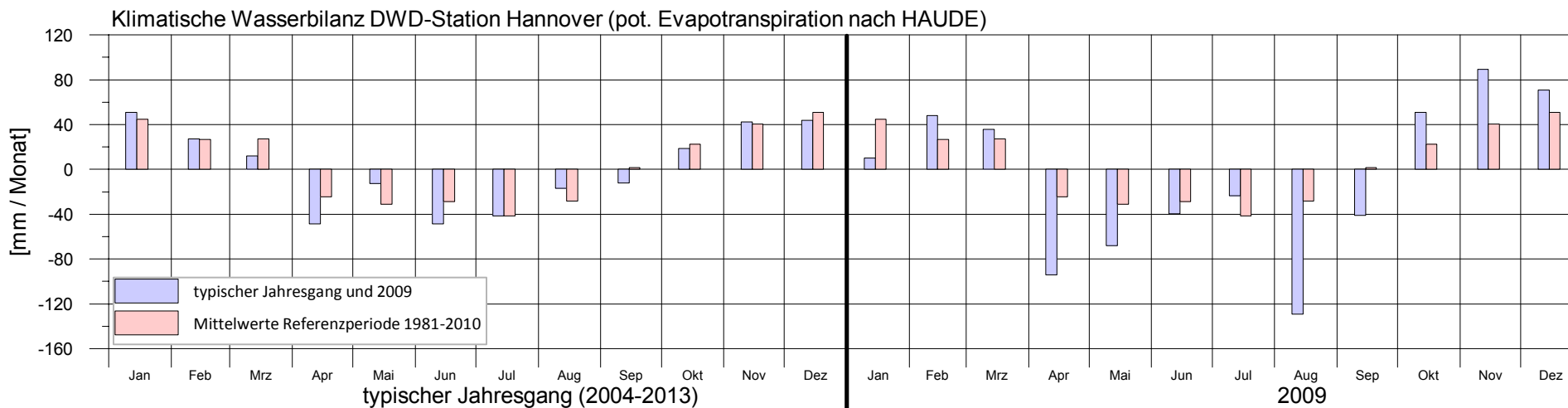
### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,5 km südwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel



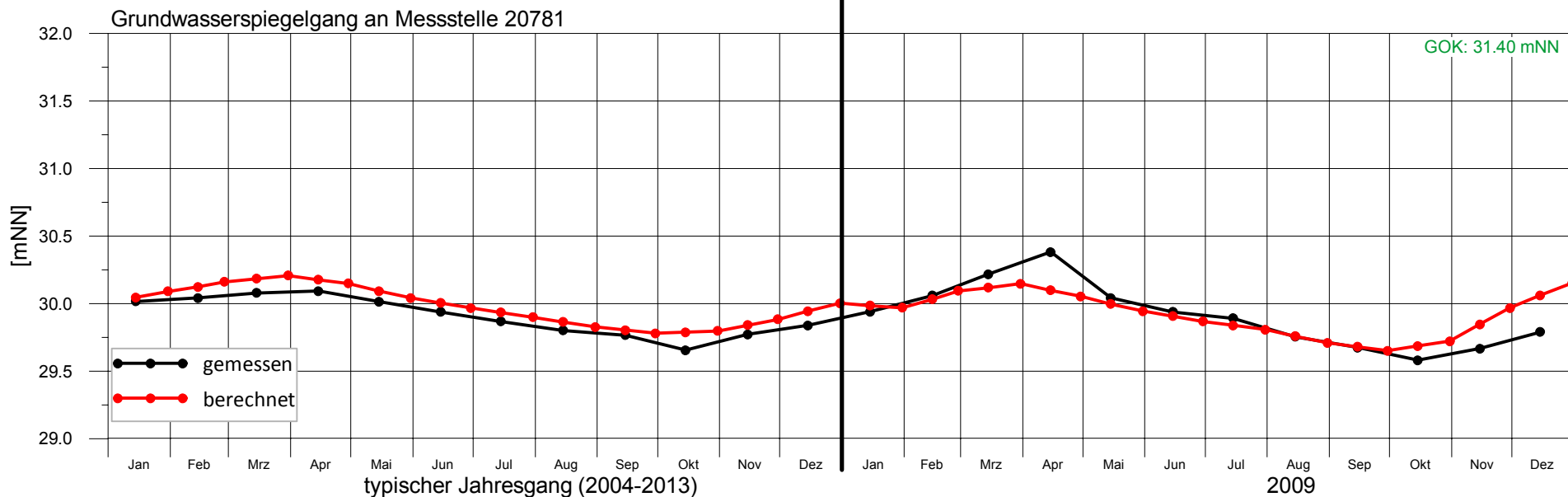
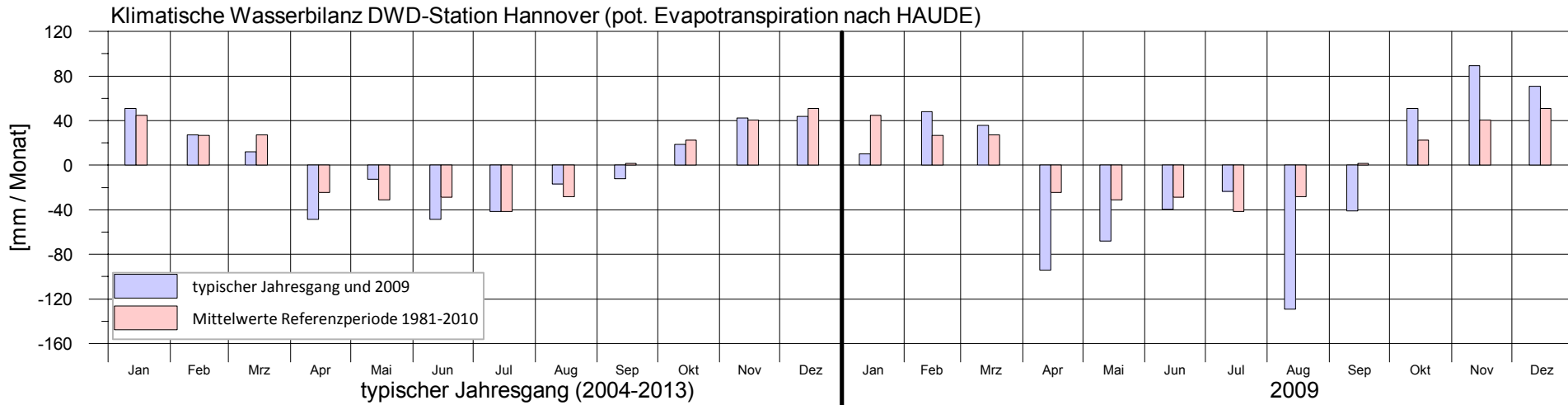


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20777 - Vergleich Messung / Rechnung - an der Leine





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20781 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 3,9 km westlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

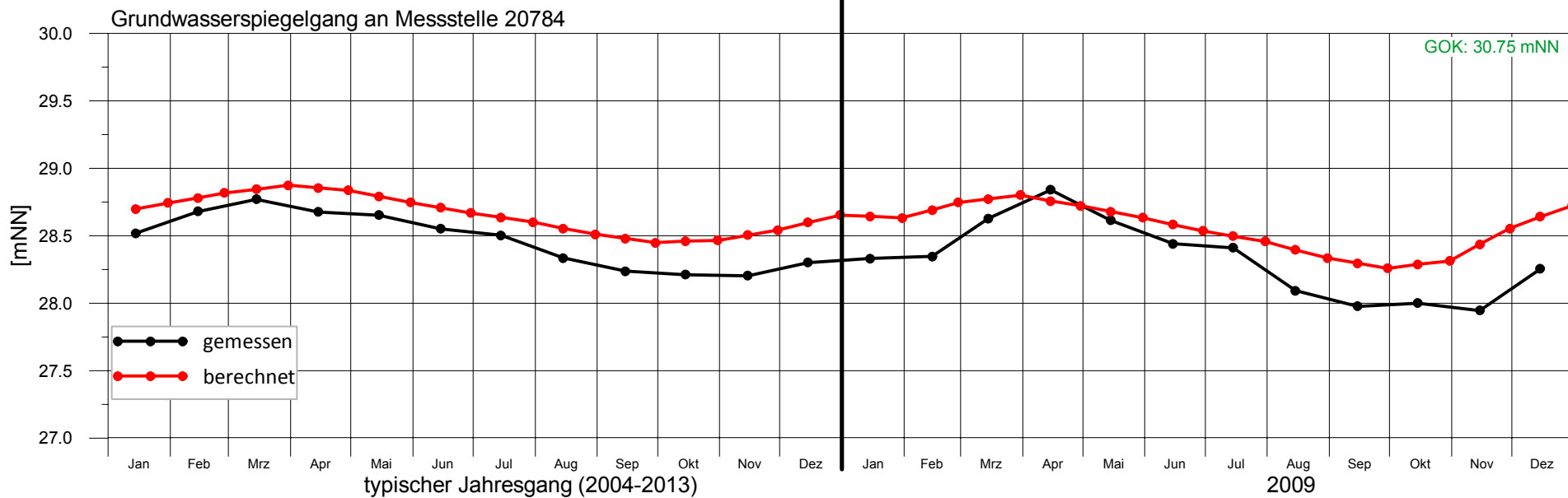
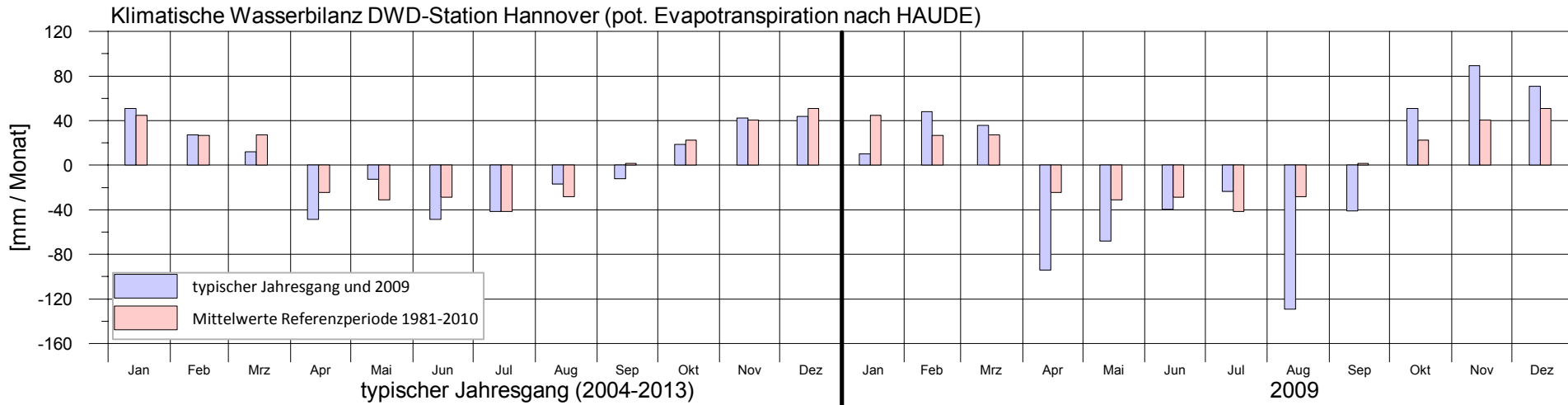




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20784 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,5 km westlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

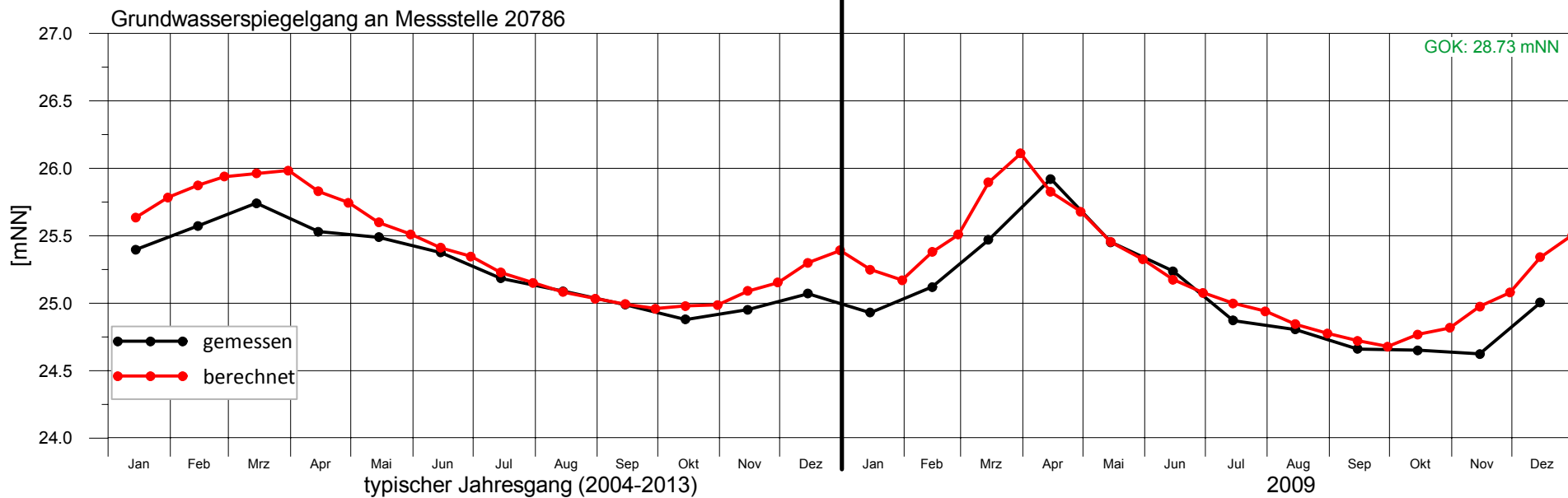
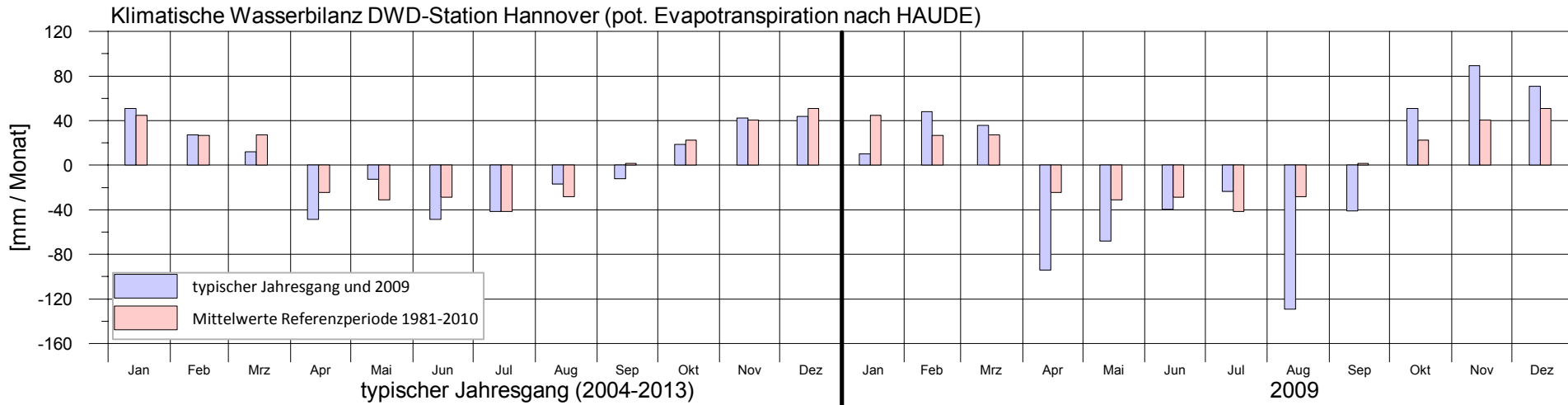
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20786 - Vergleich Messung / Rechnung - an der Leine

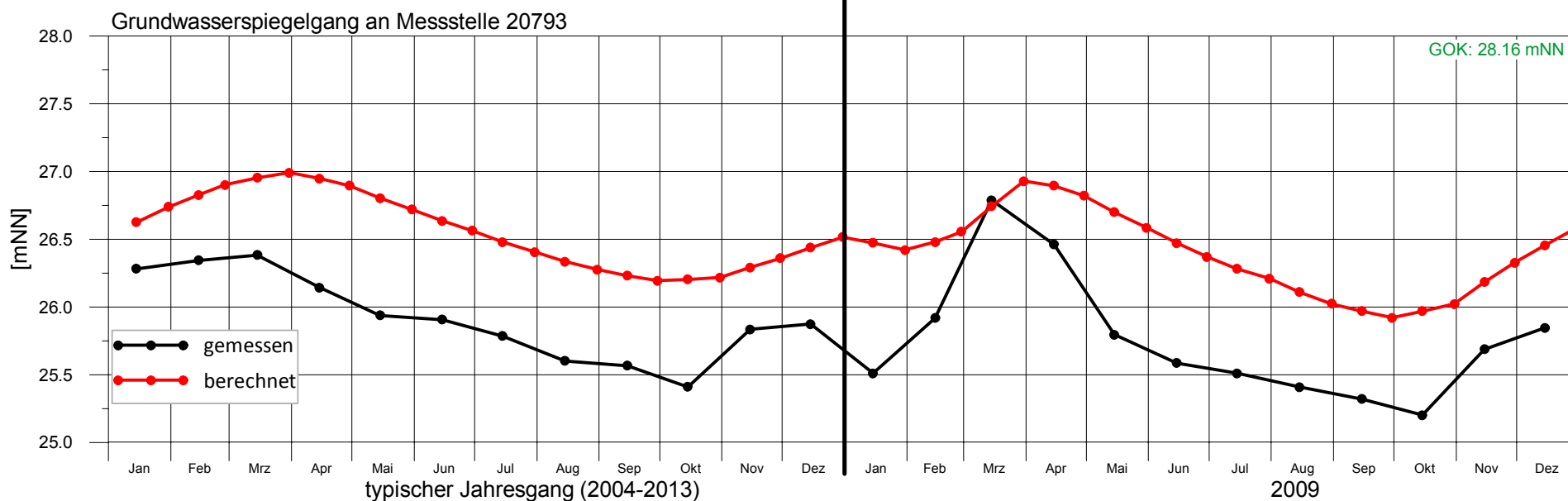
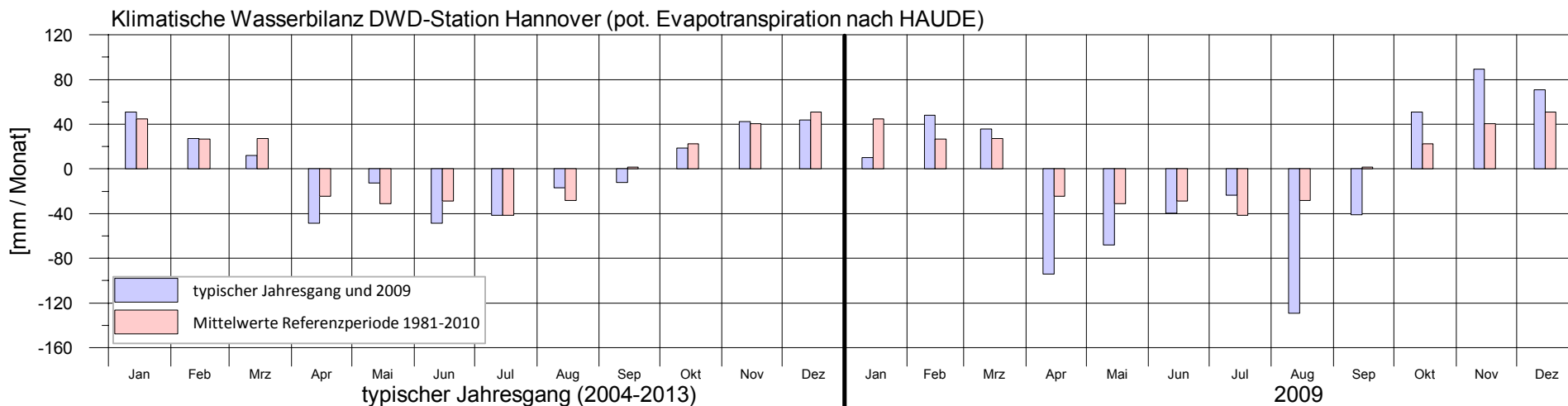
**Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -**





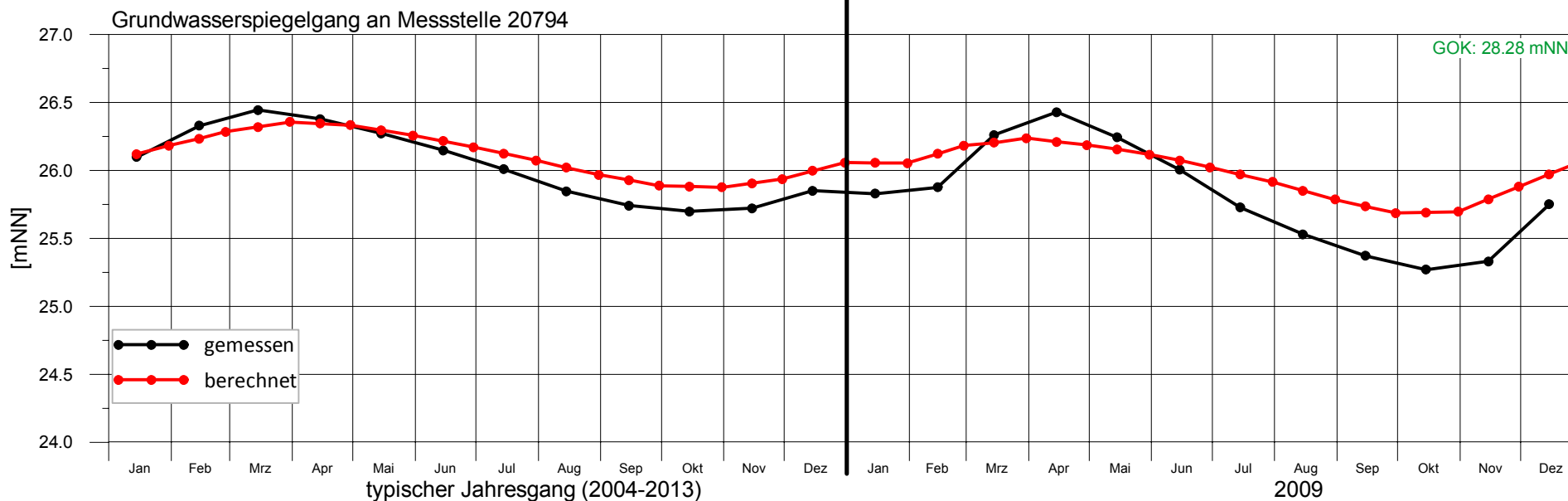
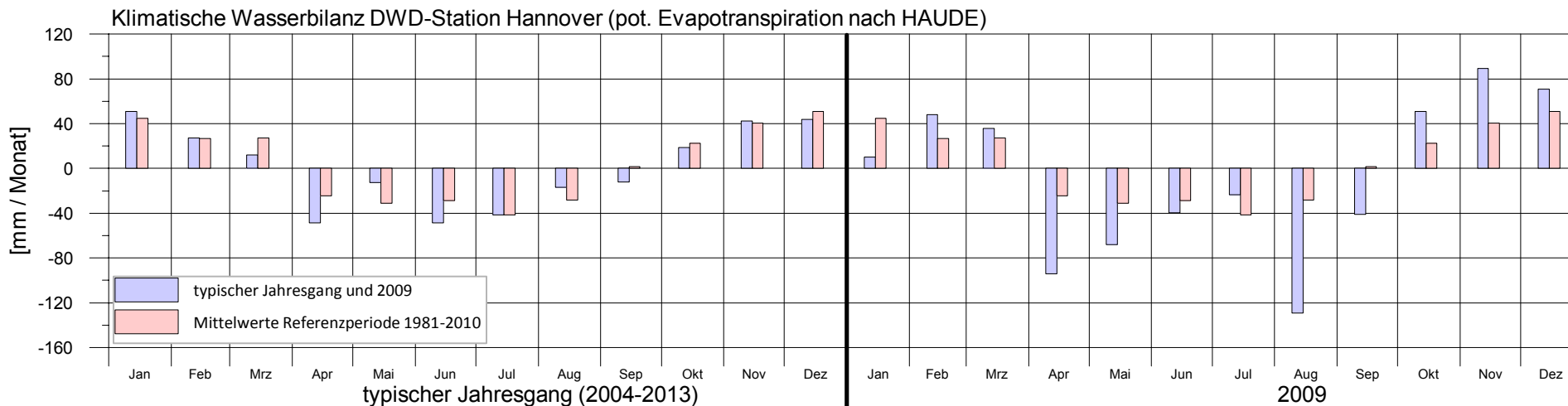
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20793 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Leine ca. 500 m





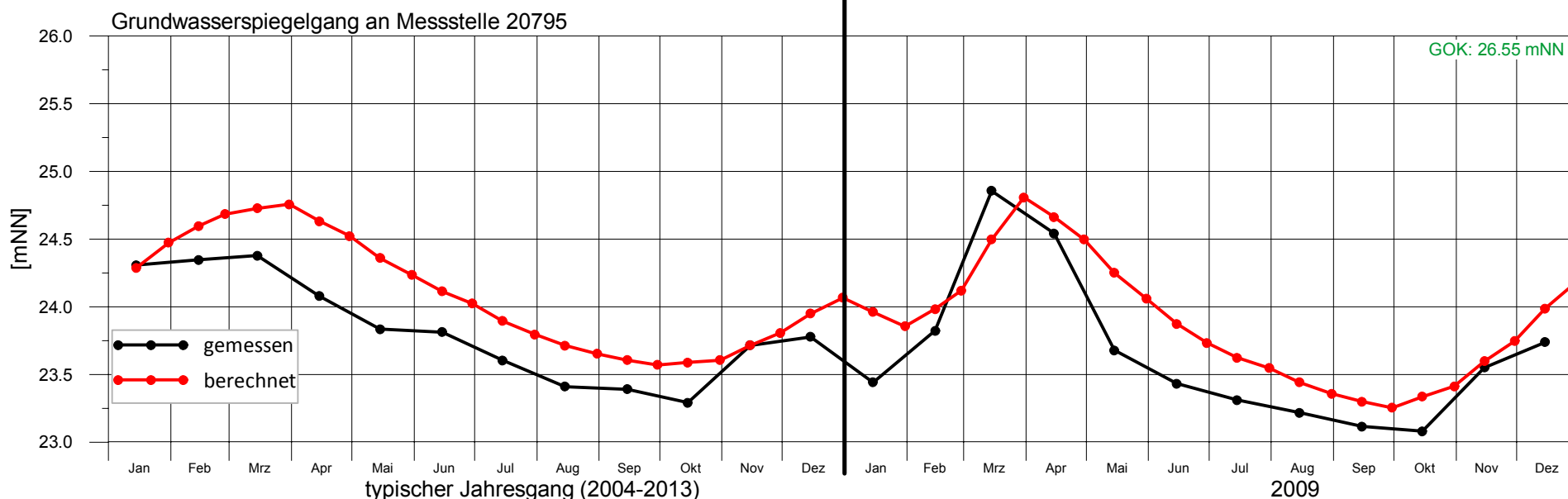
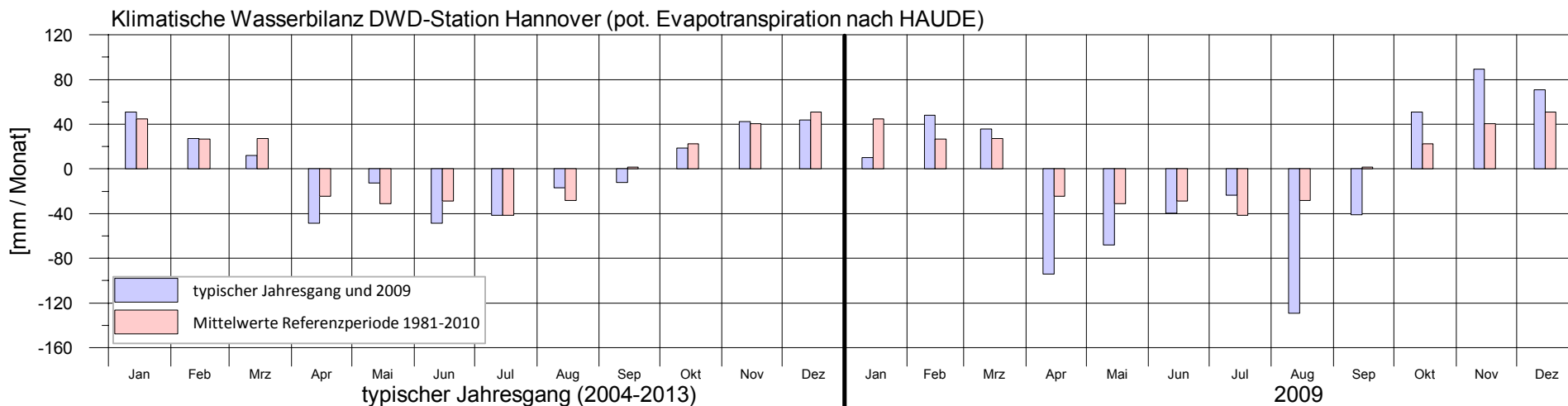
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20794 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 5,8 km nordwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel





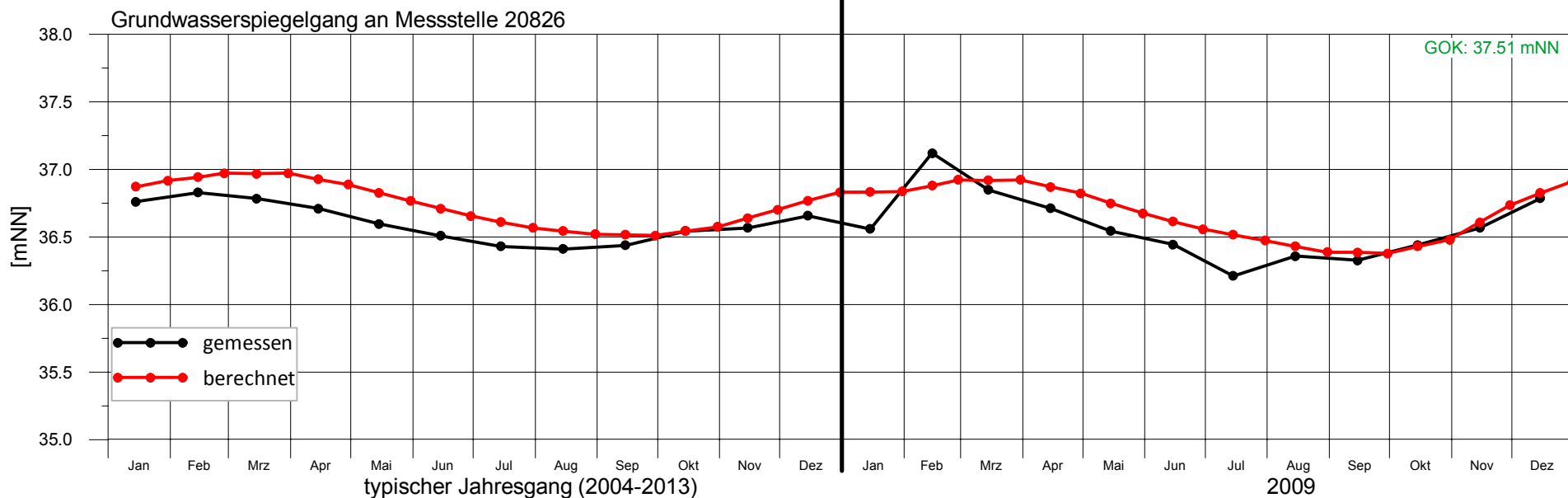
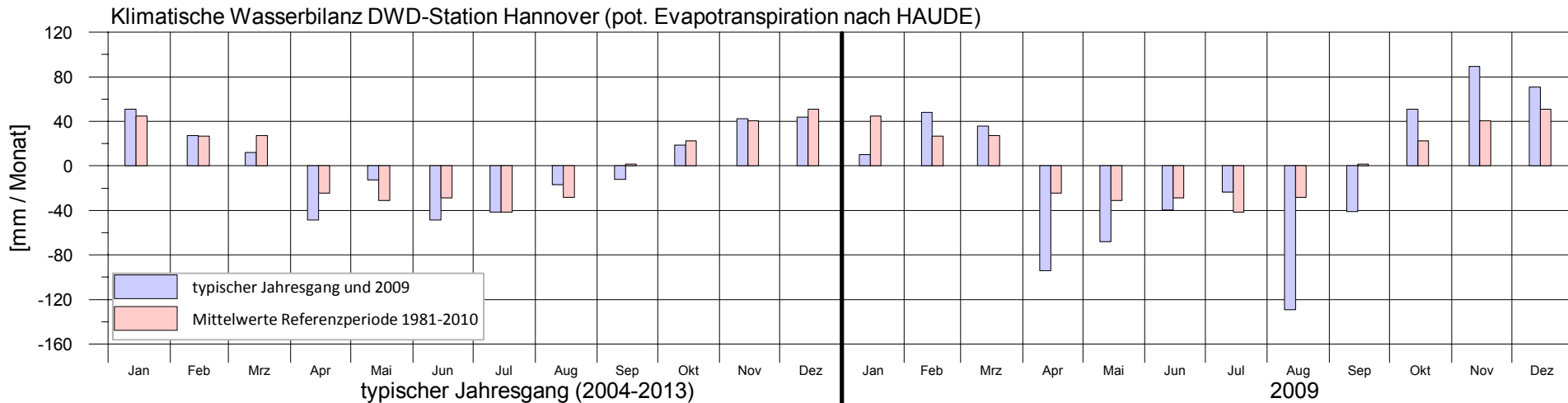
# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20795 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Leine ca. 700 m





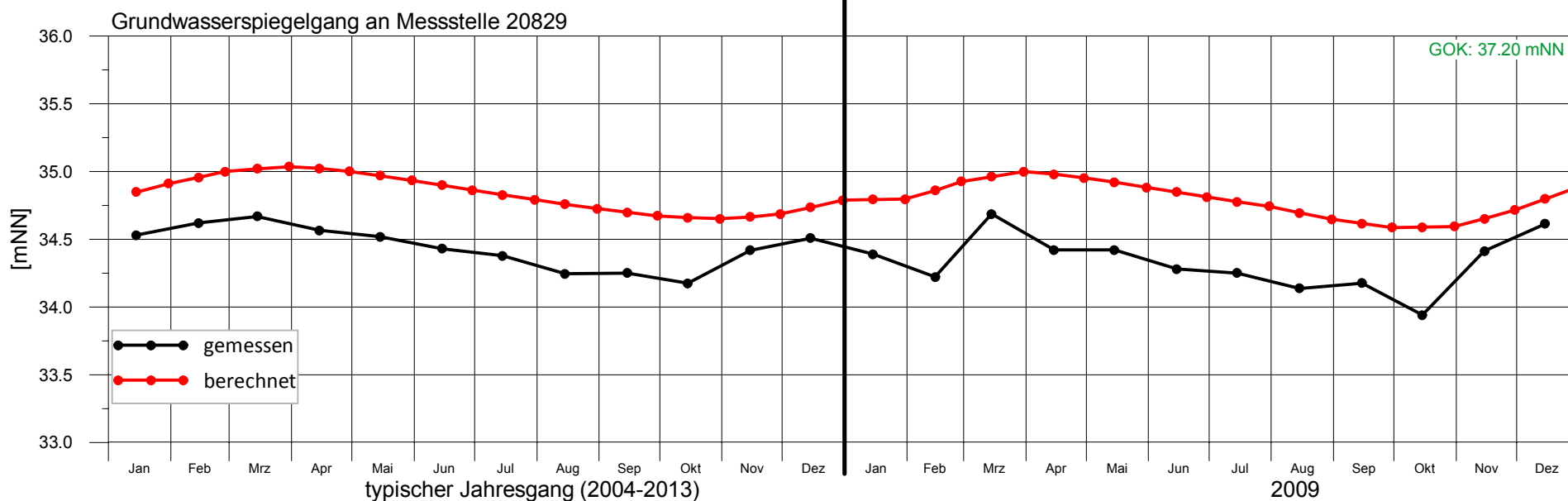
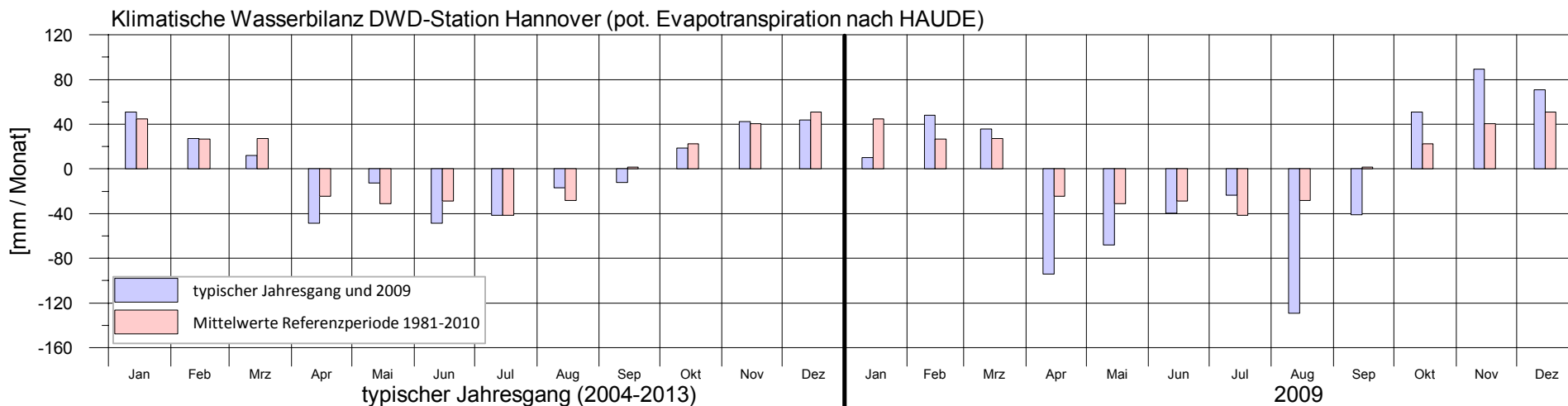
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20826 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 6,0 km nördlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen





# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20829 - Vergleich Messung / Rechnung -

Entfernung zur Aller ca. 1,5 km



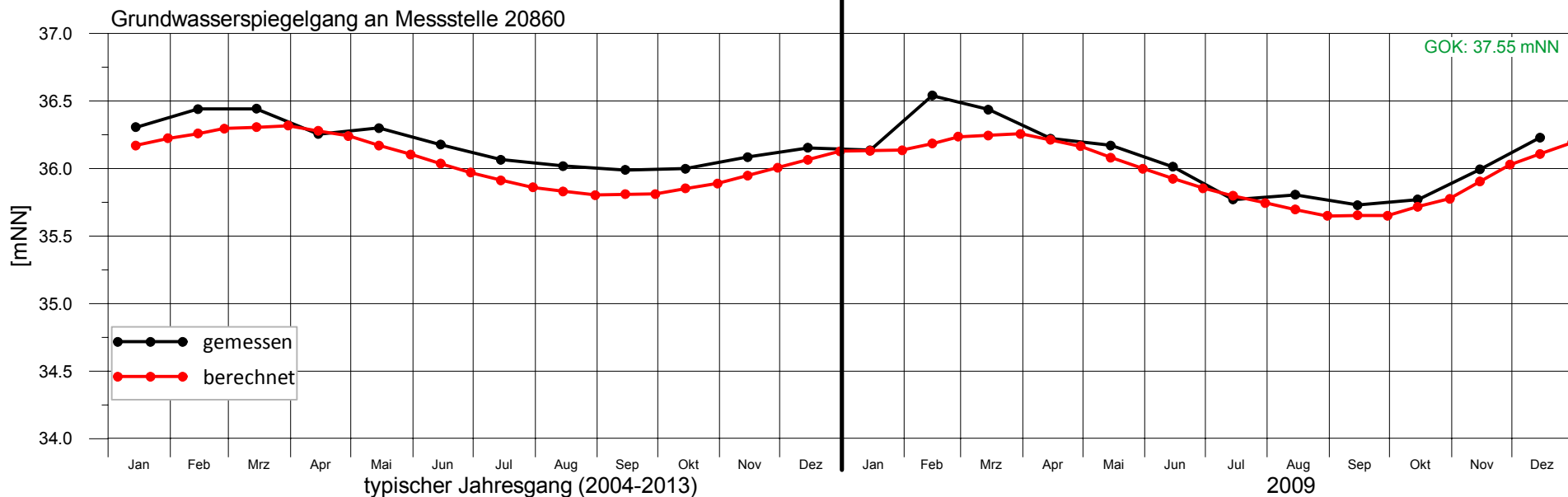
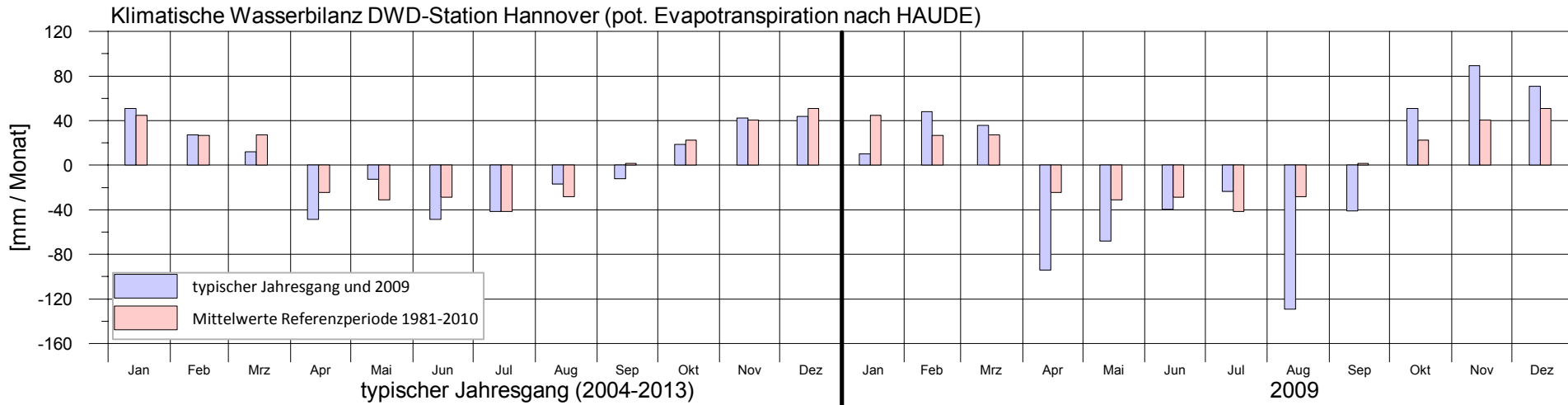


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20860

### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,6 km östlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

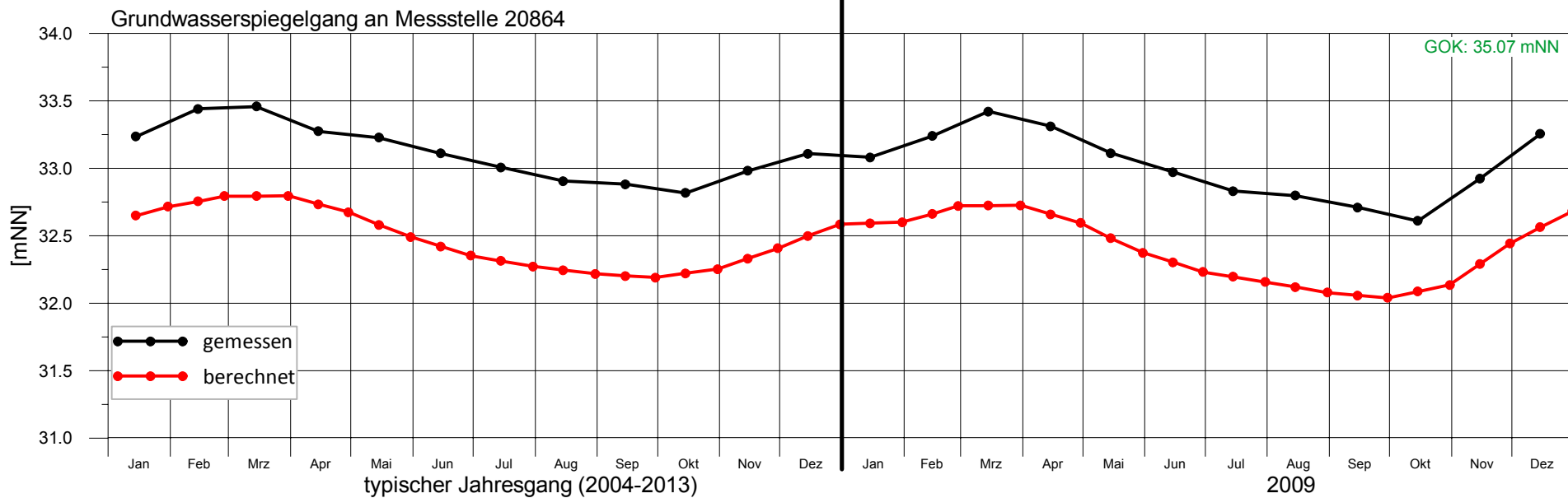
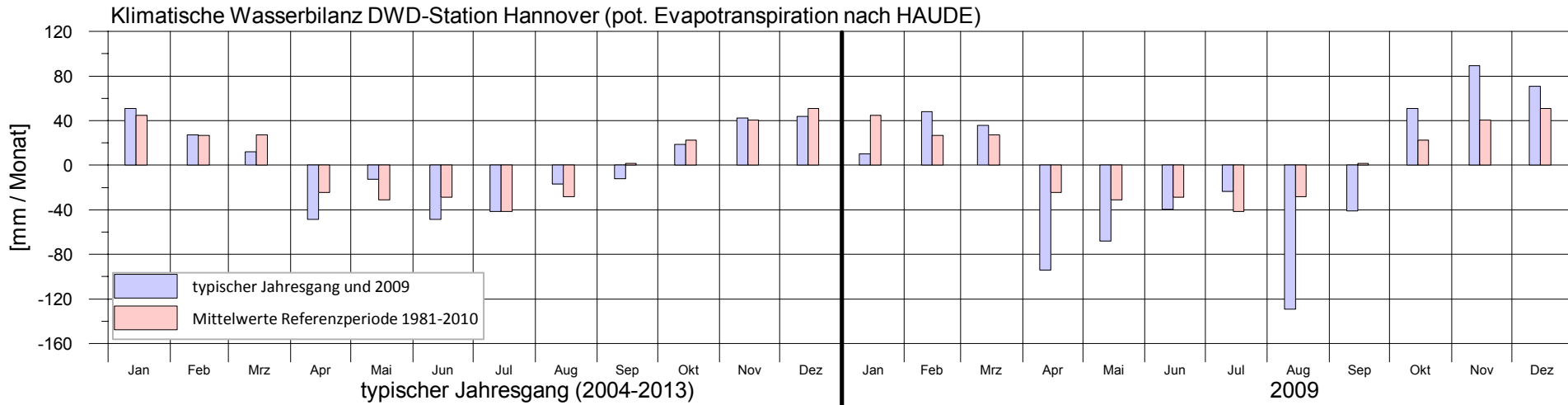




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20864 - Vergleich Messung / Rechnung -

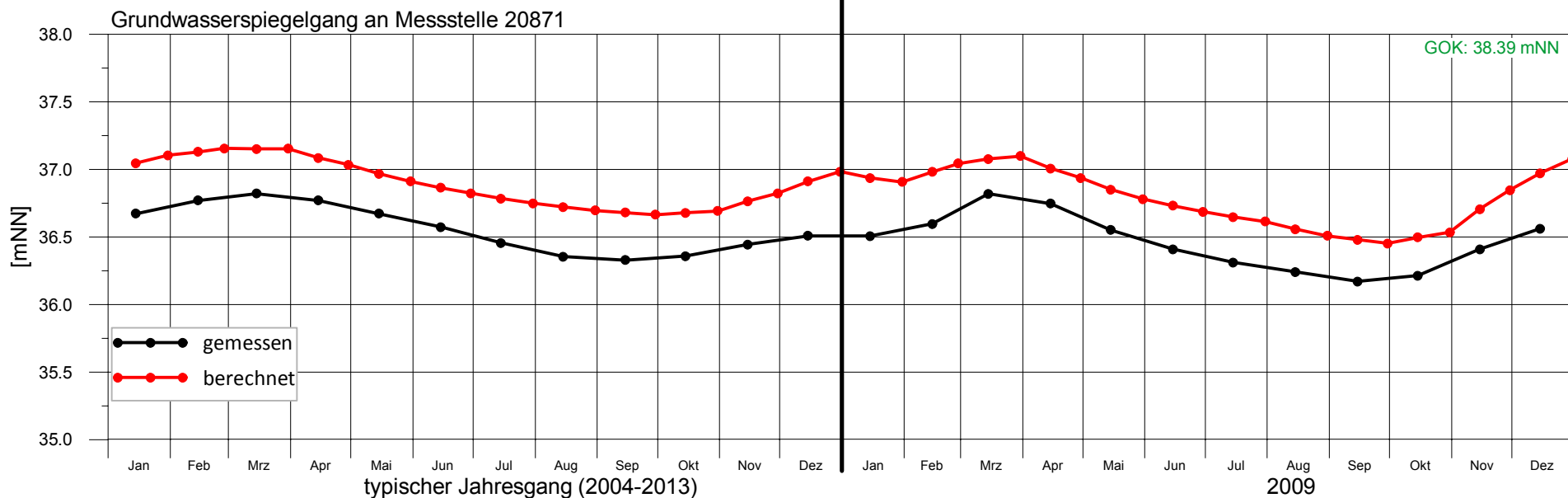
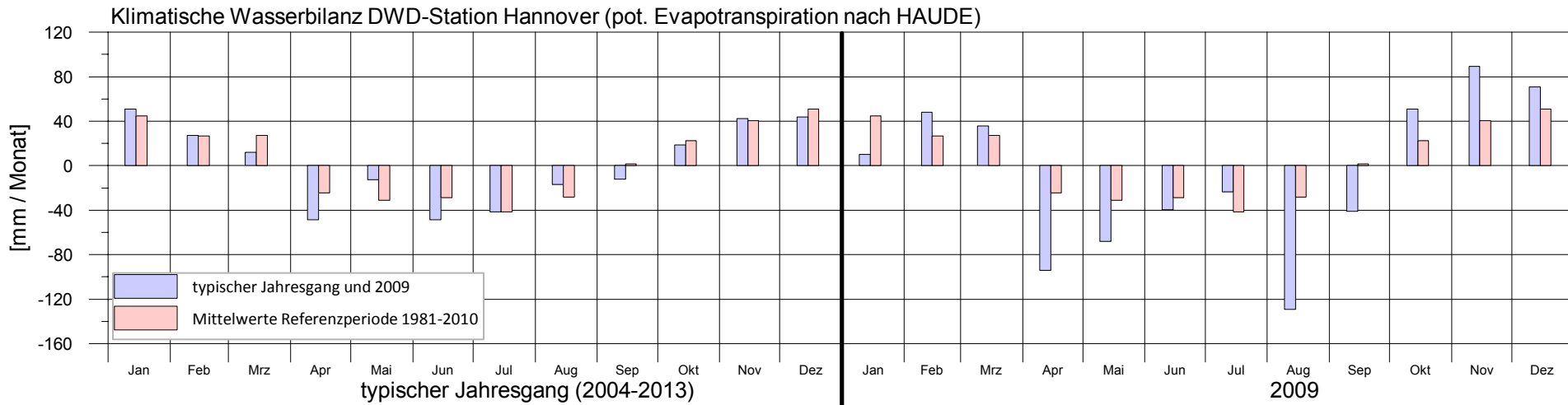
ca. 3,4 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -



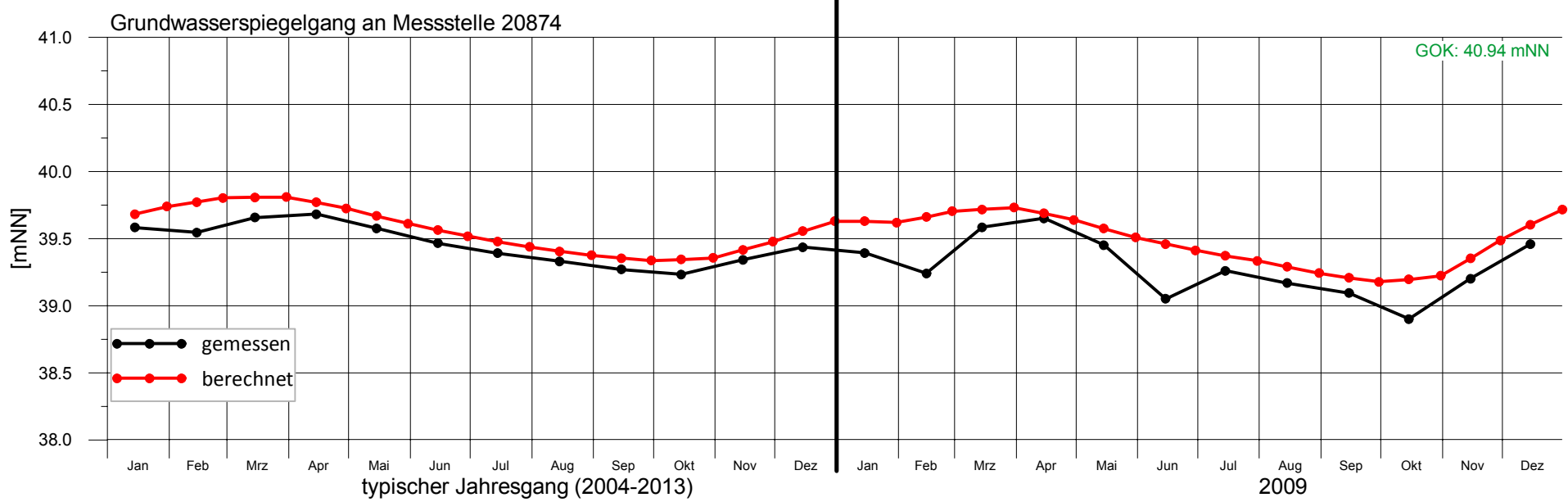
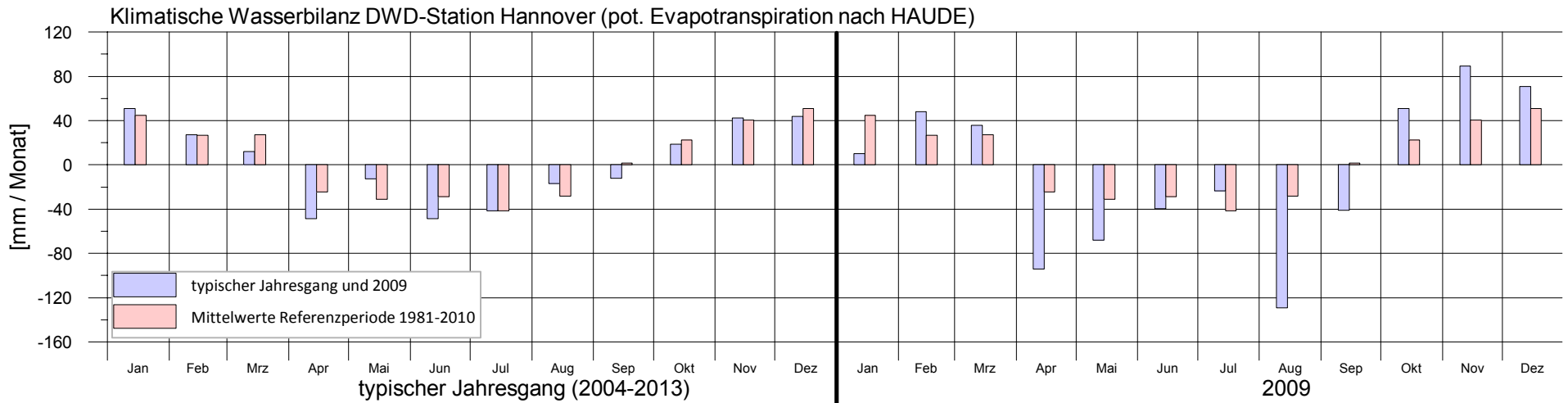


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20871 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2,5 km südöstlich Brunnen 12, Fassung Elze





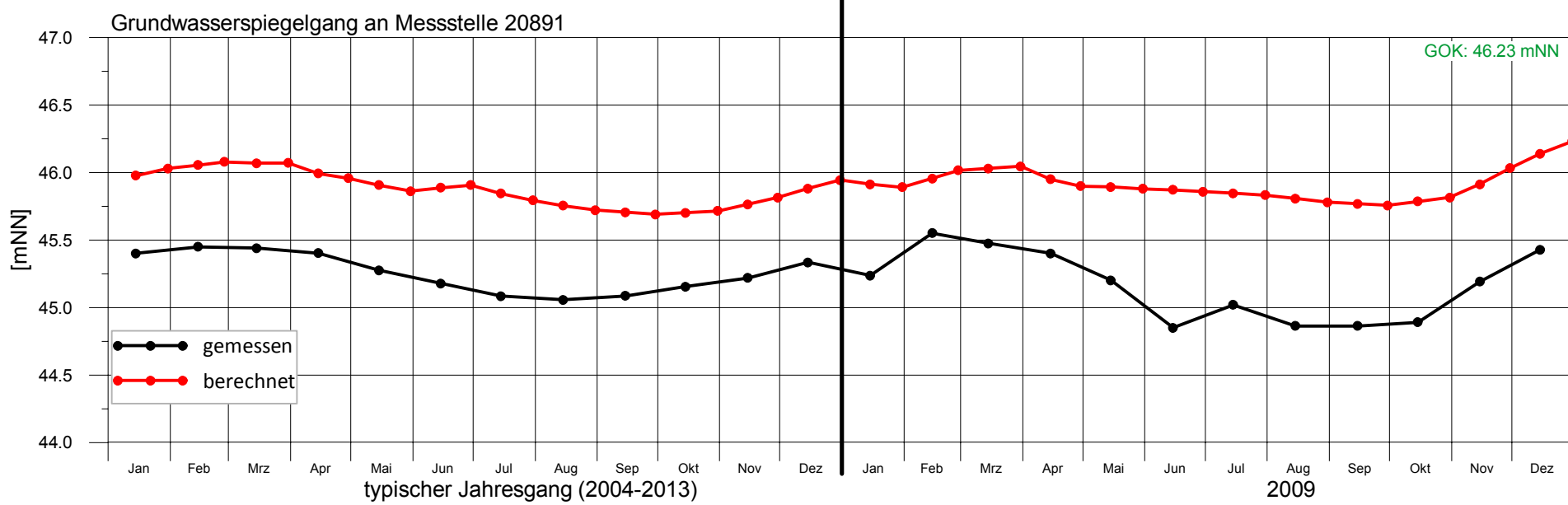
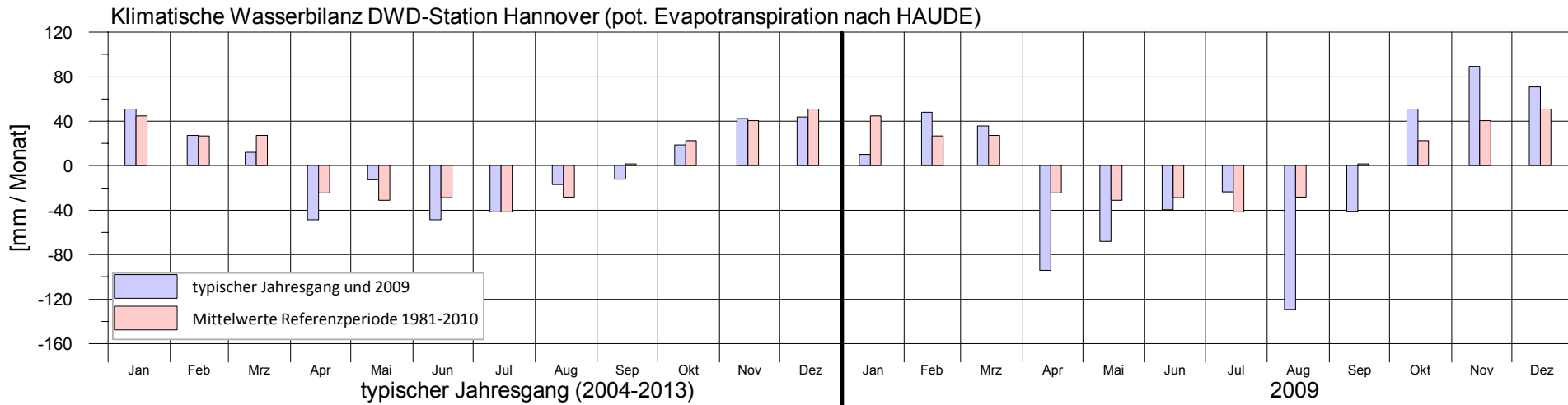
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20874 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 4,5 km südlich Brunnen 4, Fassung Fuhrberg





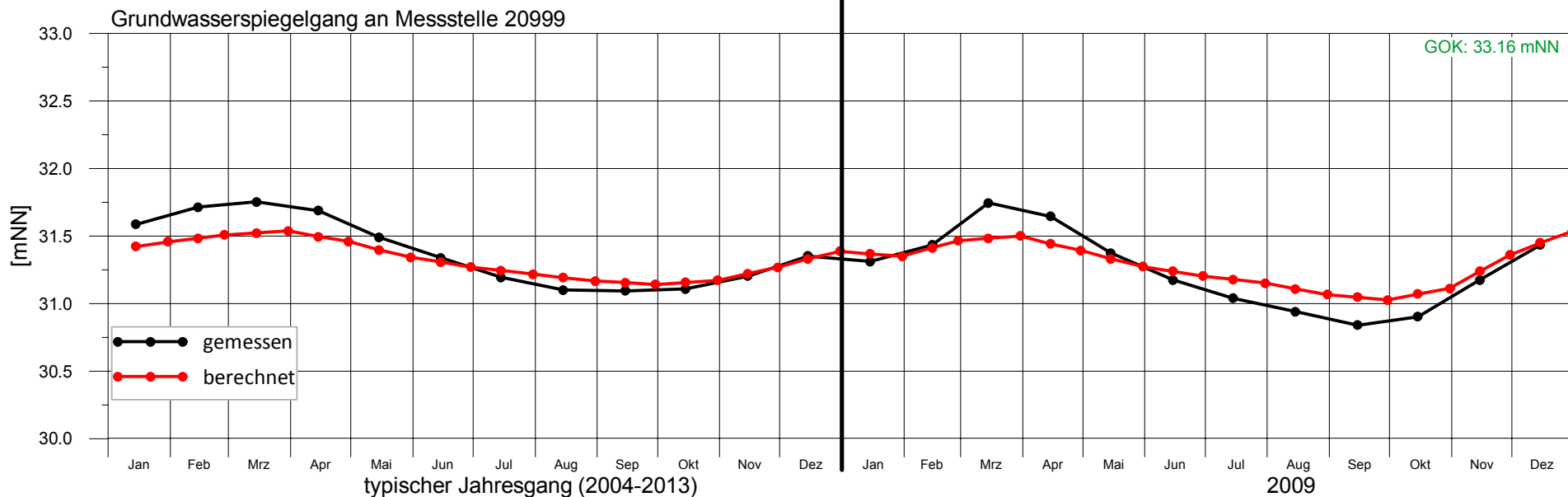
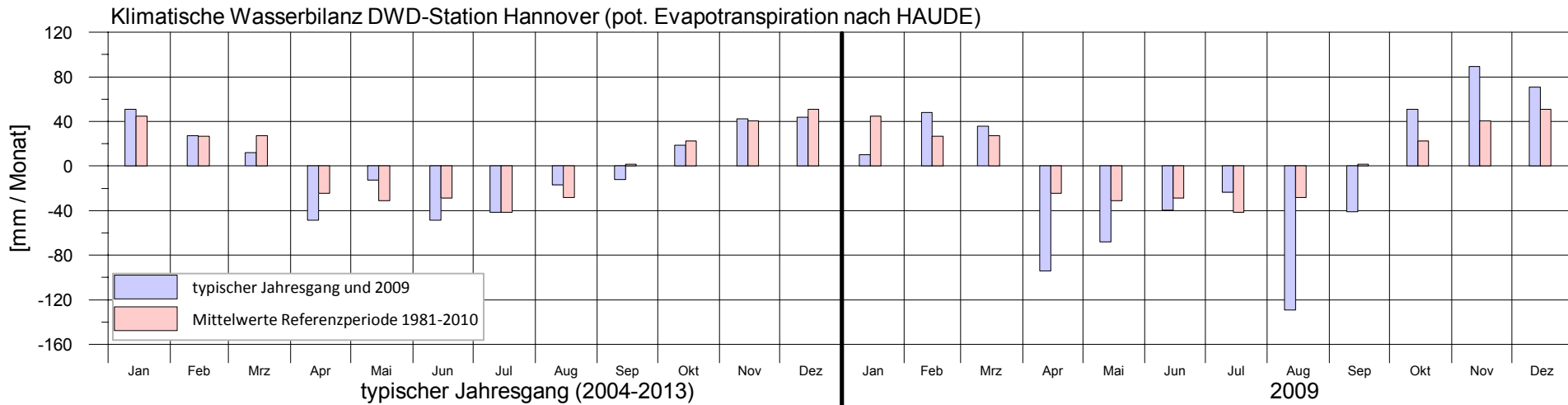
# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20891 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 6,1 km westlich Fassung Wettmar





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 20999 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 4,3 km südwestlich Brunnen 1, Fassung Lindwedel

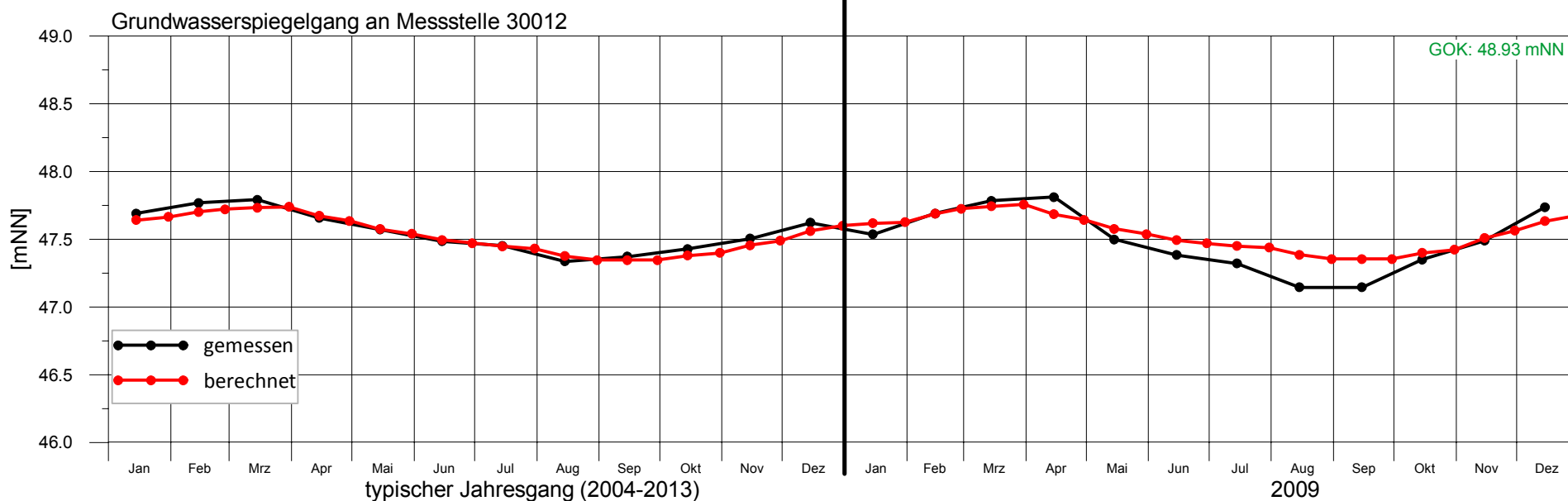
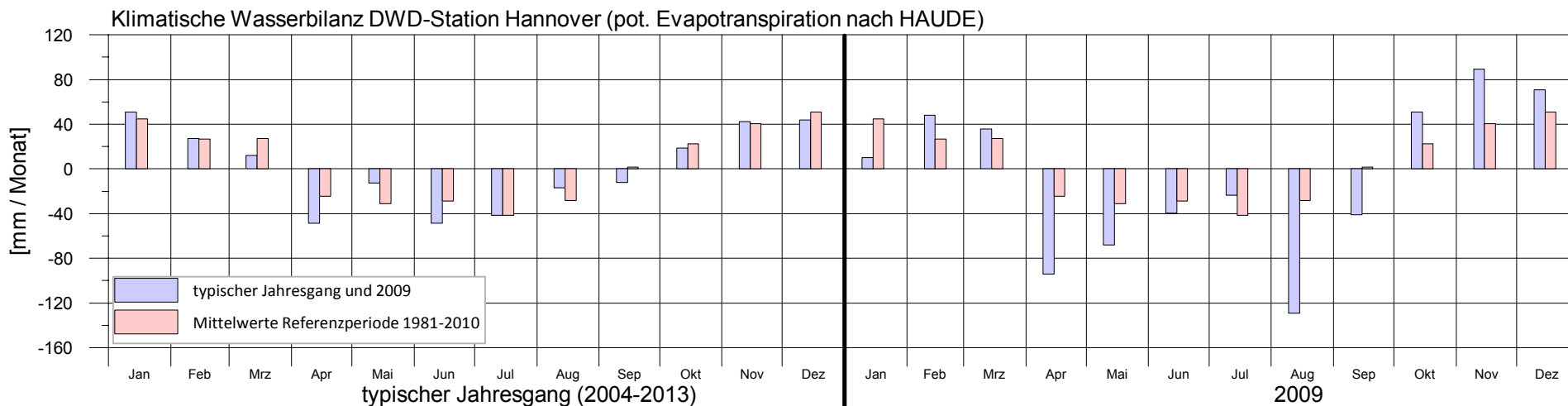




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30012

## - Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Festpotentialrand

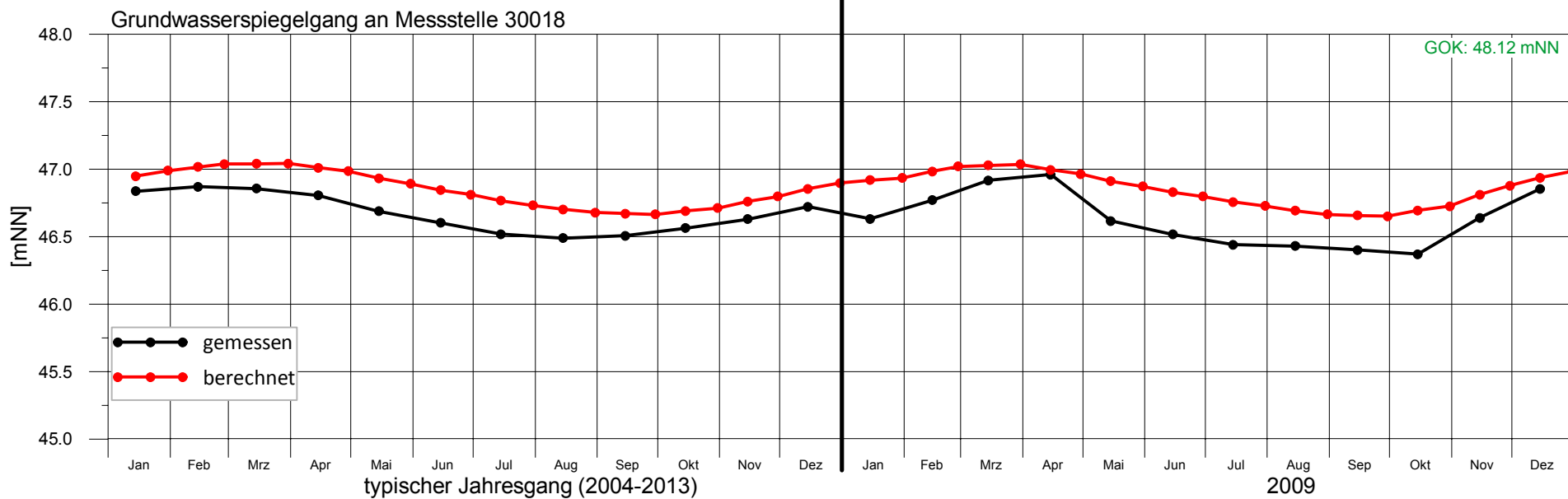
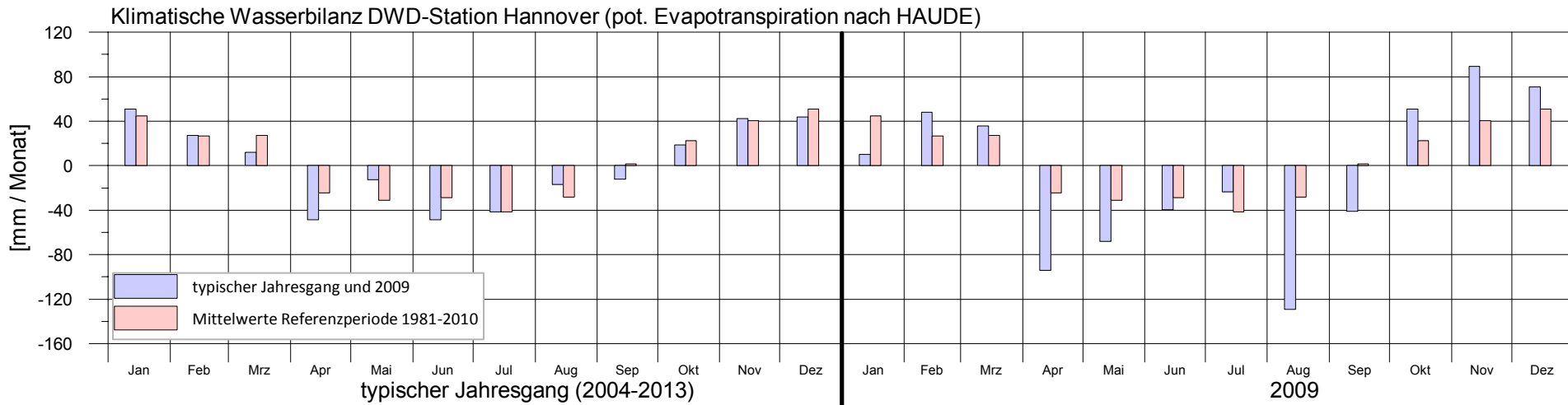




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30018

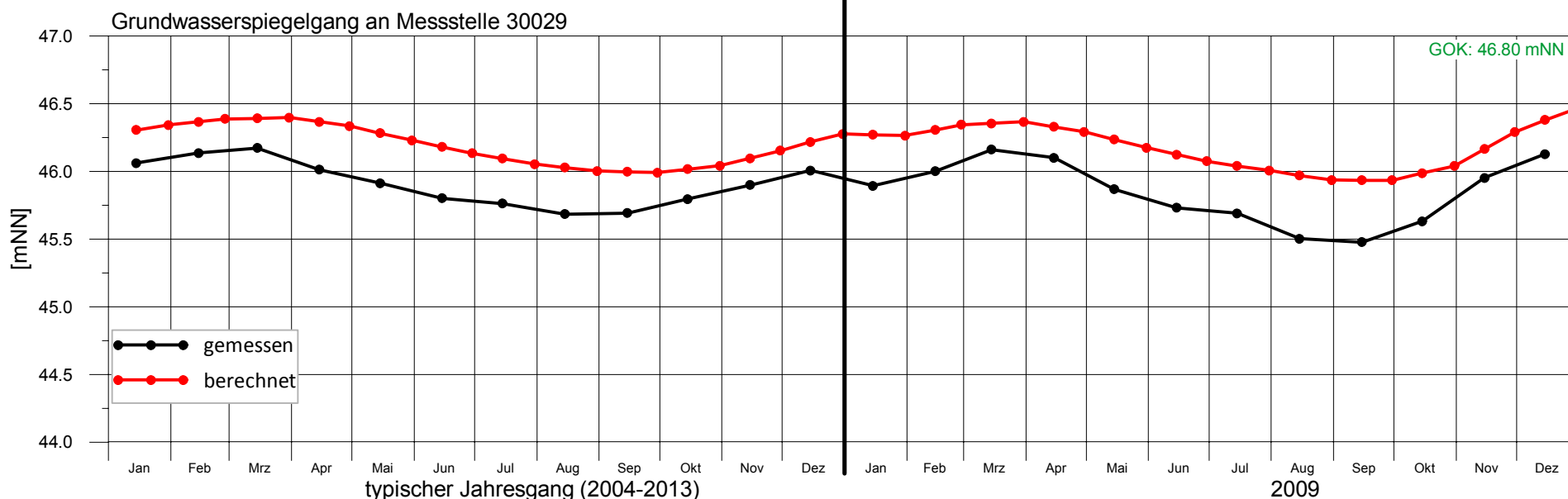
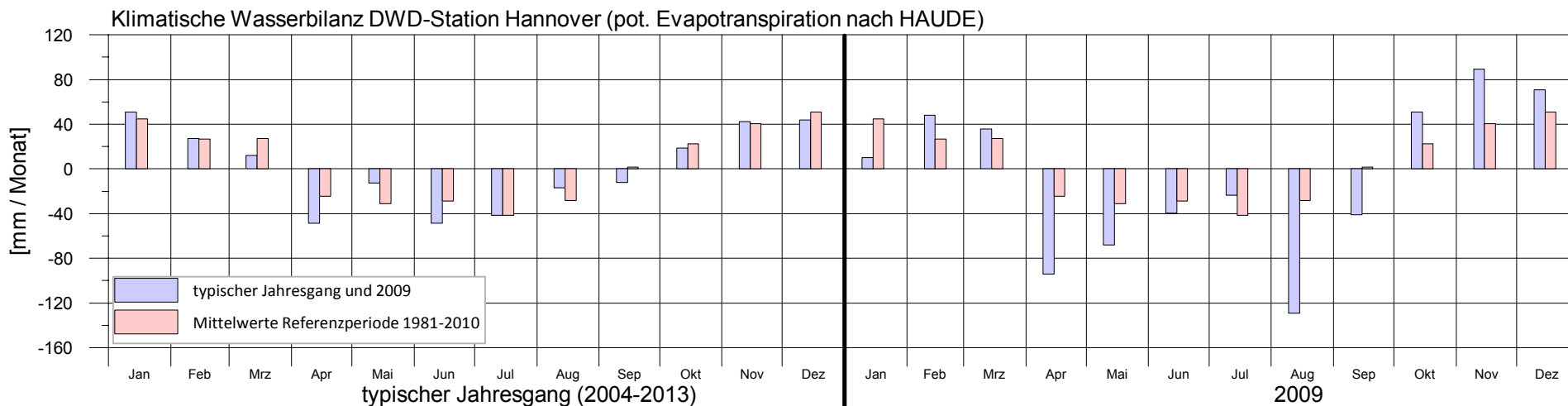
## - Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Festpotentialrand



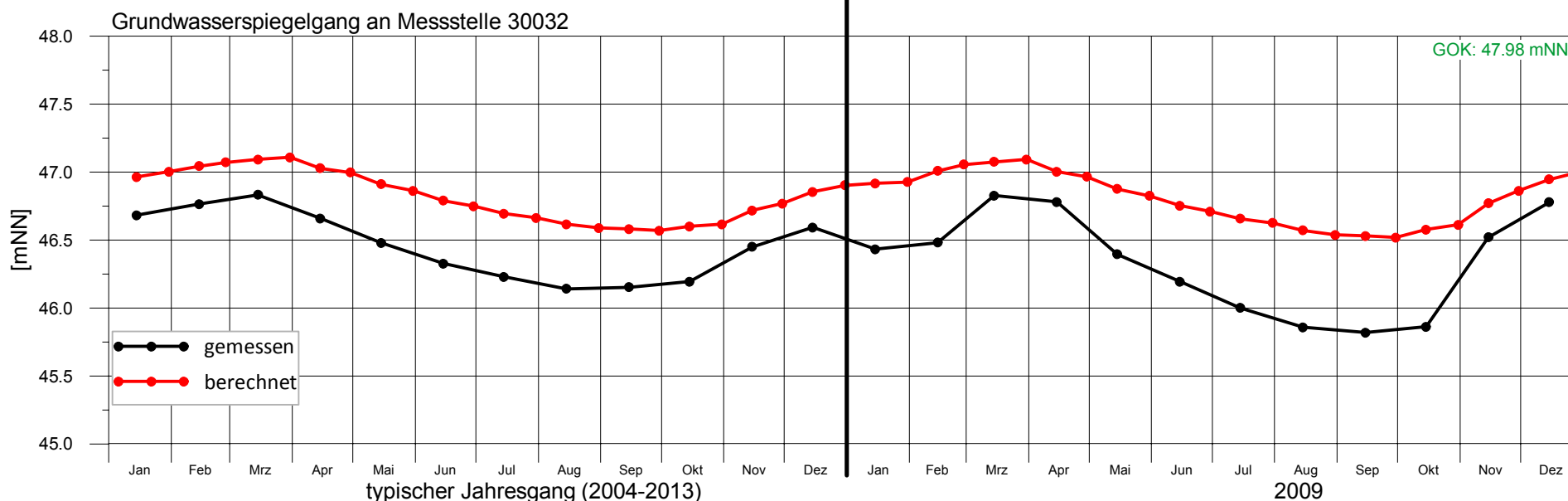
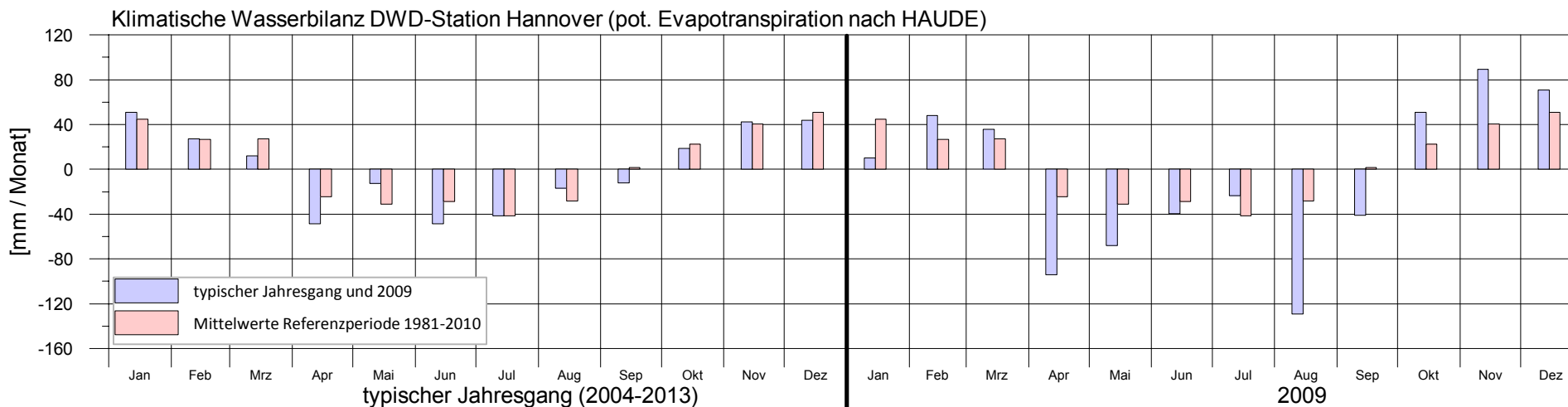


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30029 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 10,2 km südwestlich Fassung Wettmar





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30032 - Vergleich Messung / Rechnung - am südlichen Festpotentialrand

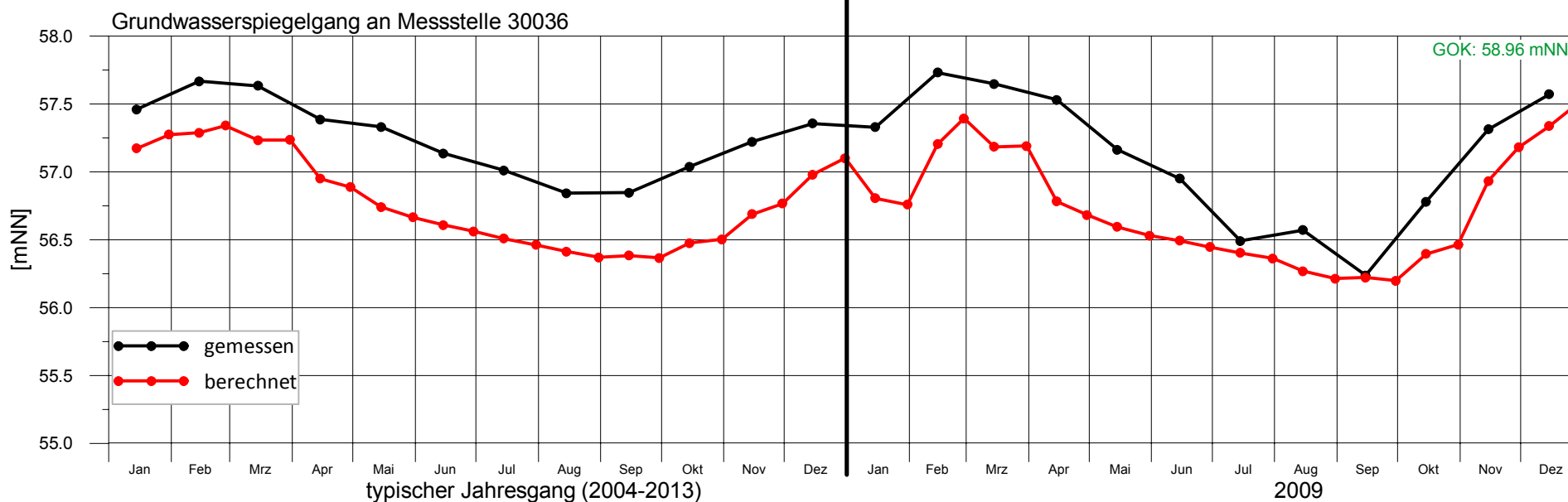
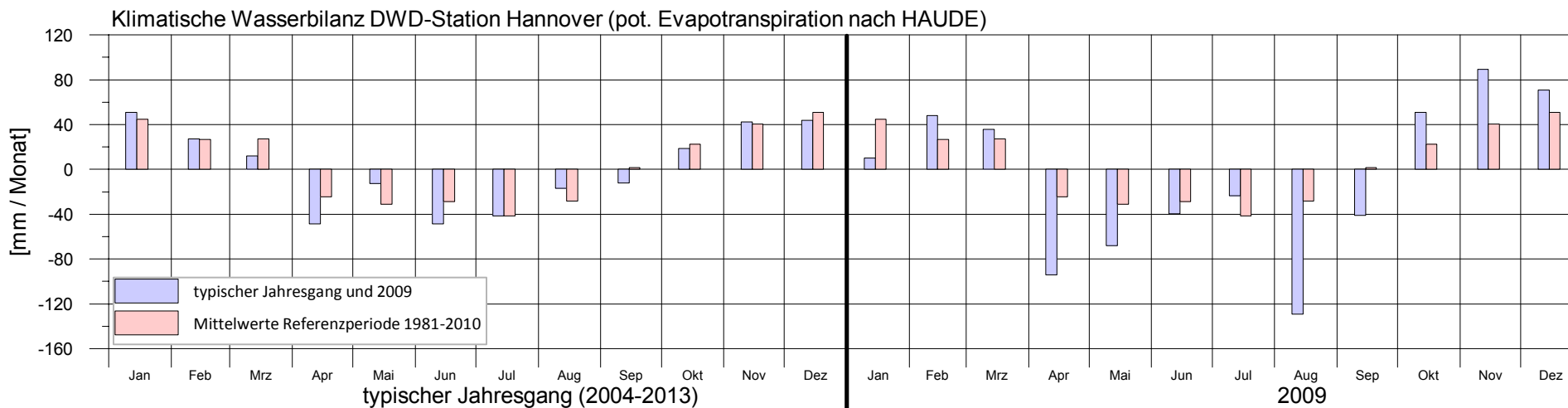




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30036

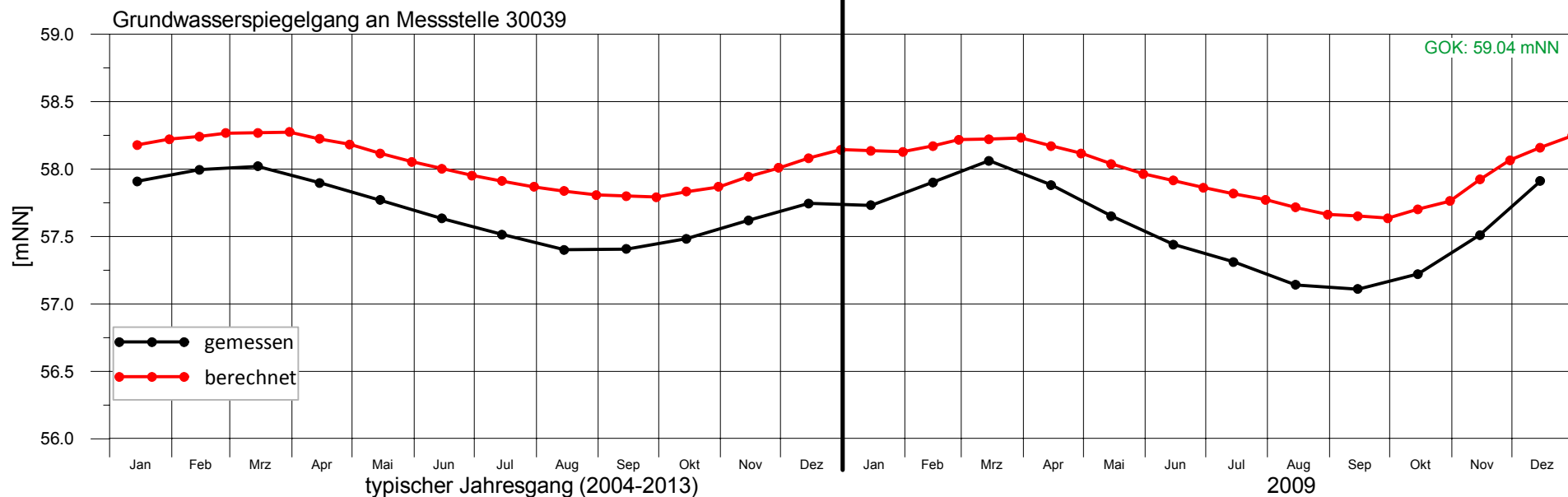
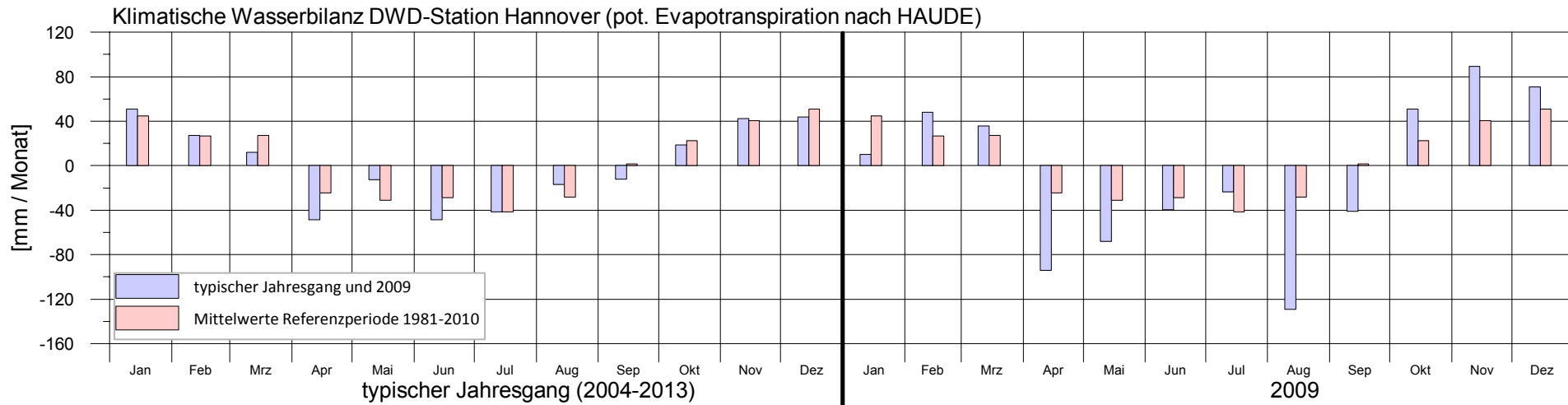
### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 5,6 km südwestlich Fassung Wettmar



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30039 - Vergleich Messung / Rechnung - am südlichen Modellrand

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**

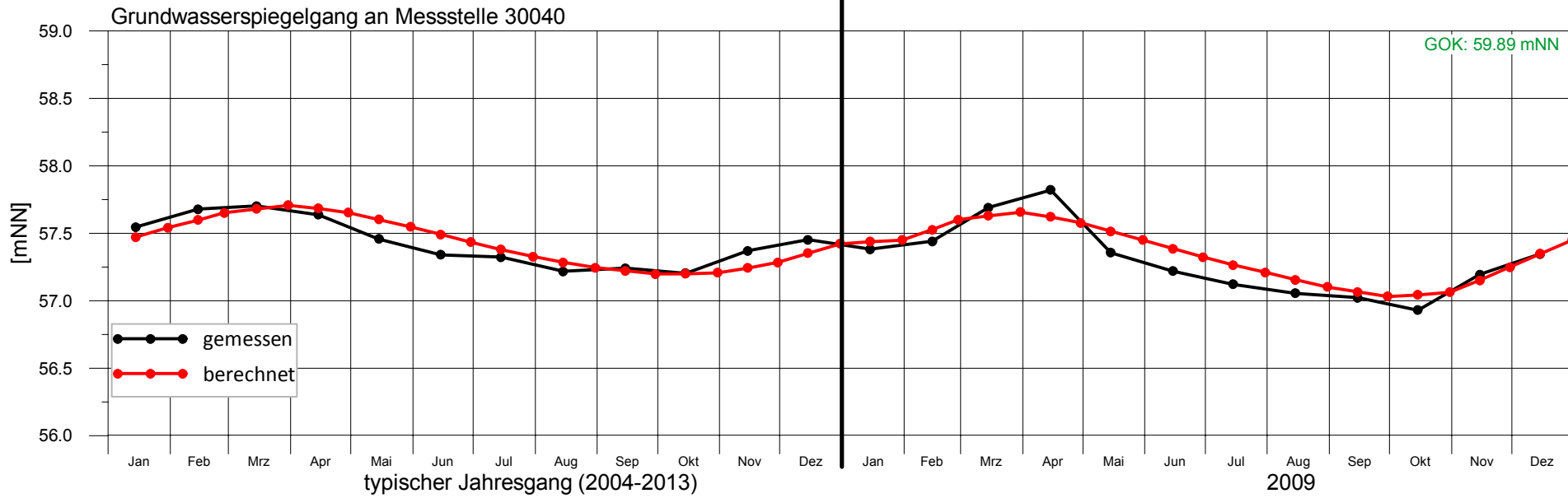
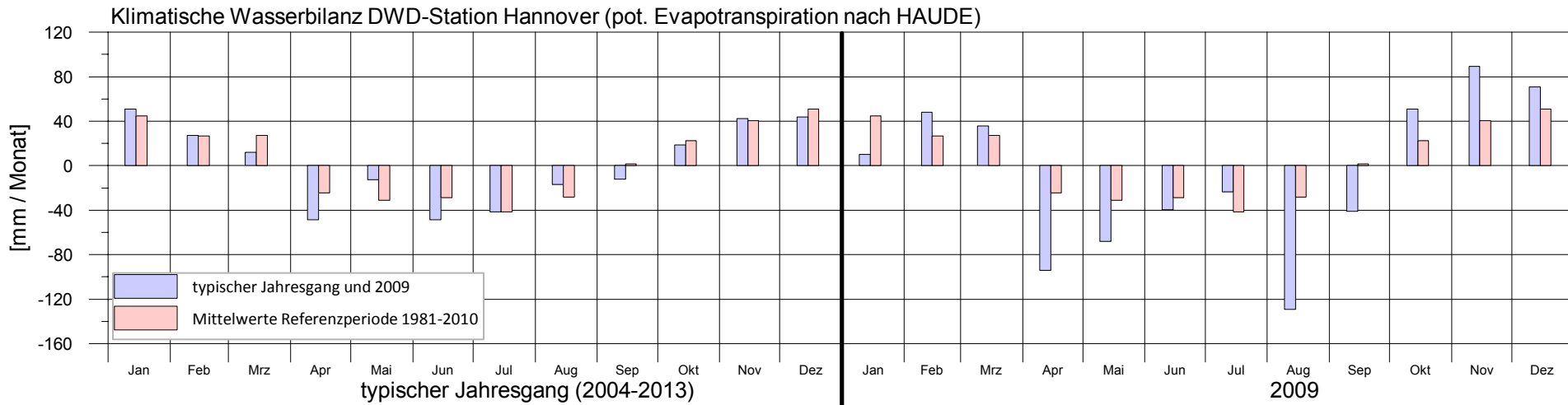




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30040

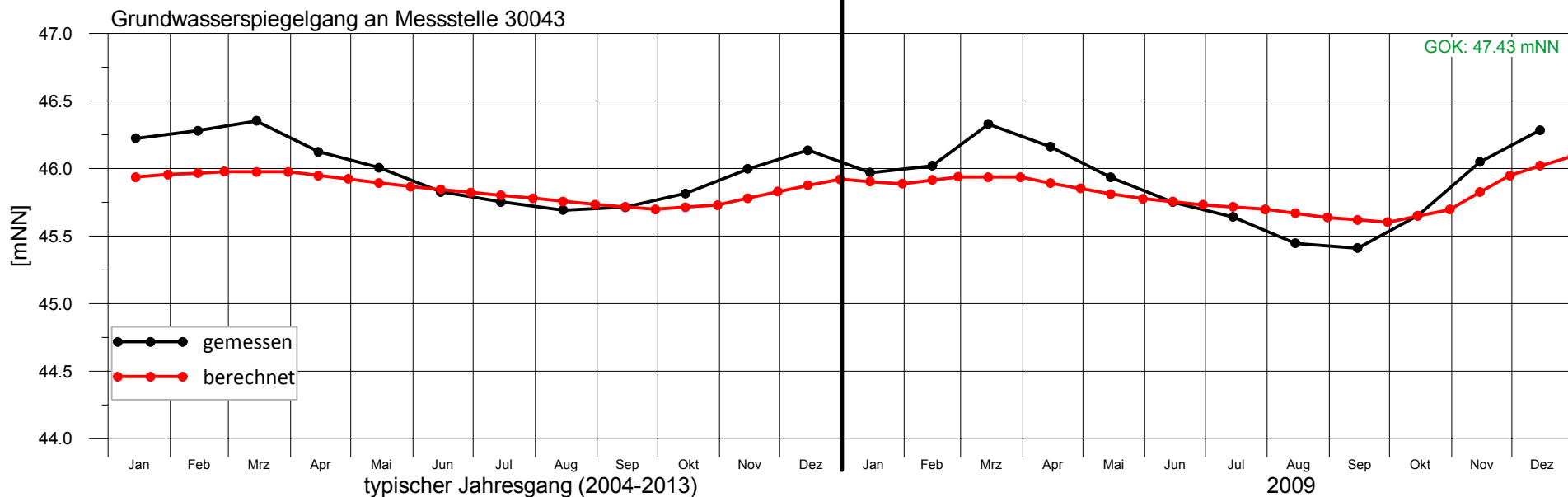
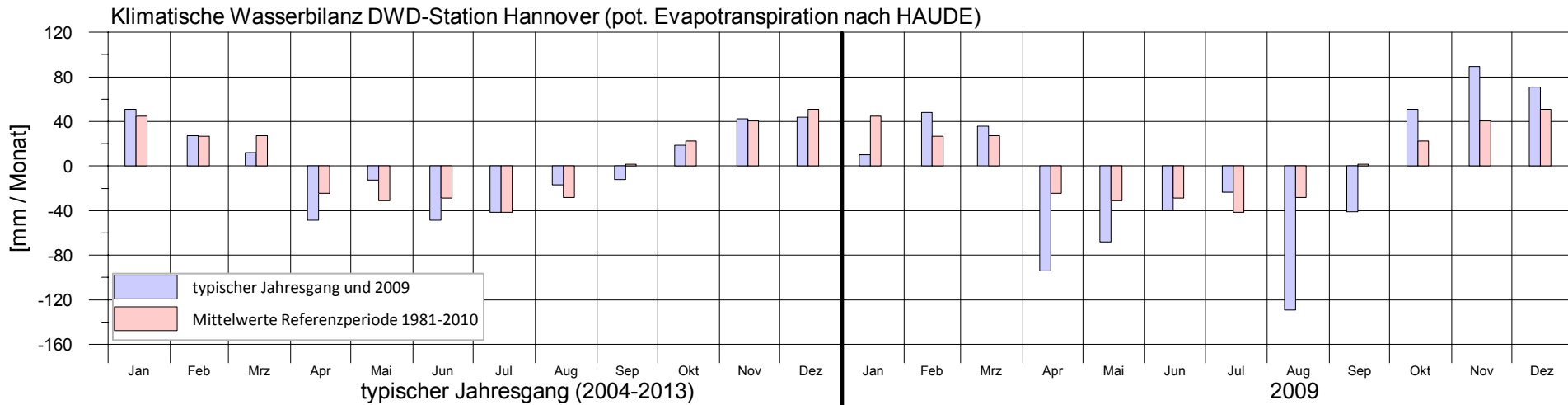
## - Vergleich Messung / Rechnung -

am südlichen Modellrand



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30043 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2 nördlich des südlichen Festpotentialrandes

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

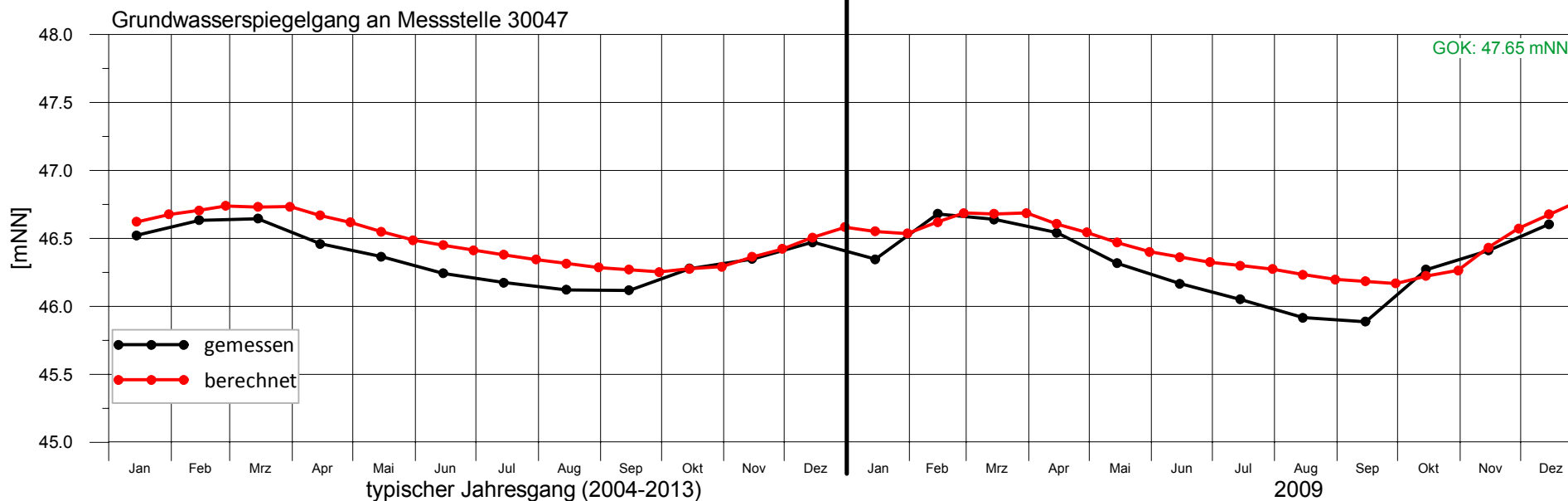
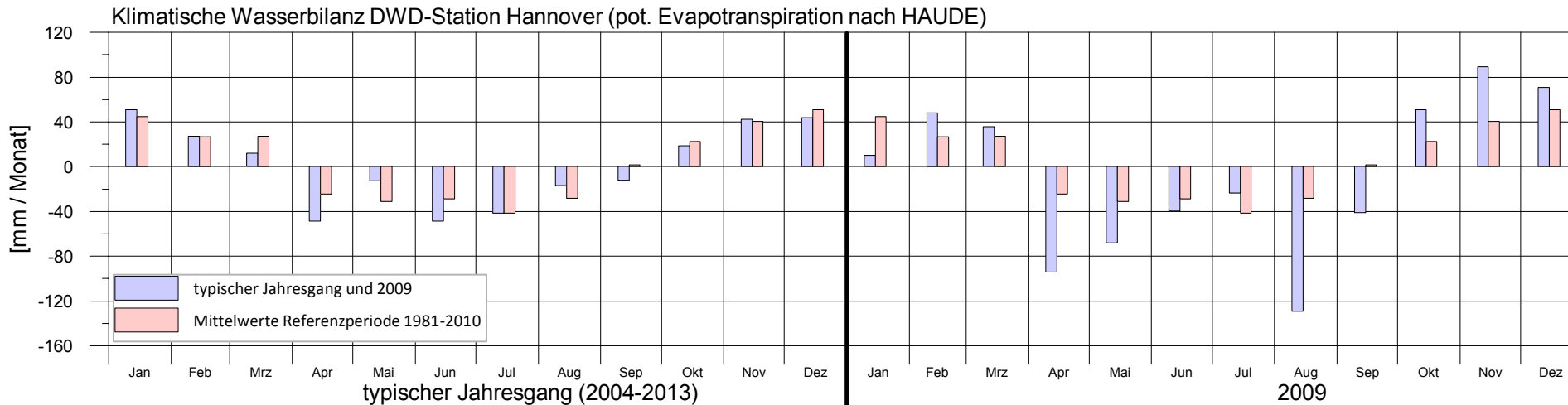




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 30047 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,7 km südwestlich Fassung Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell  
Hannover-Nord  
- Dokumentation -**

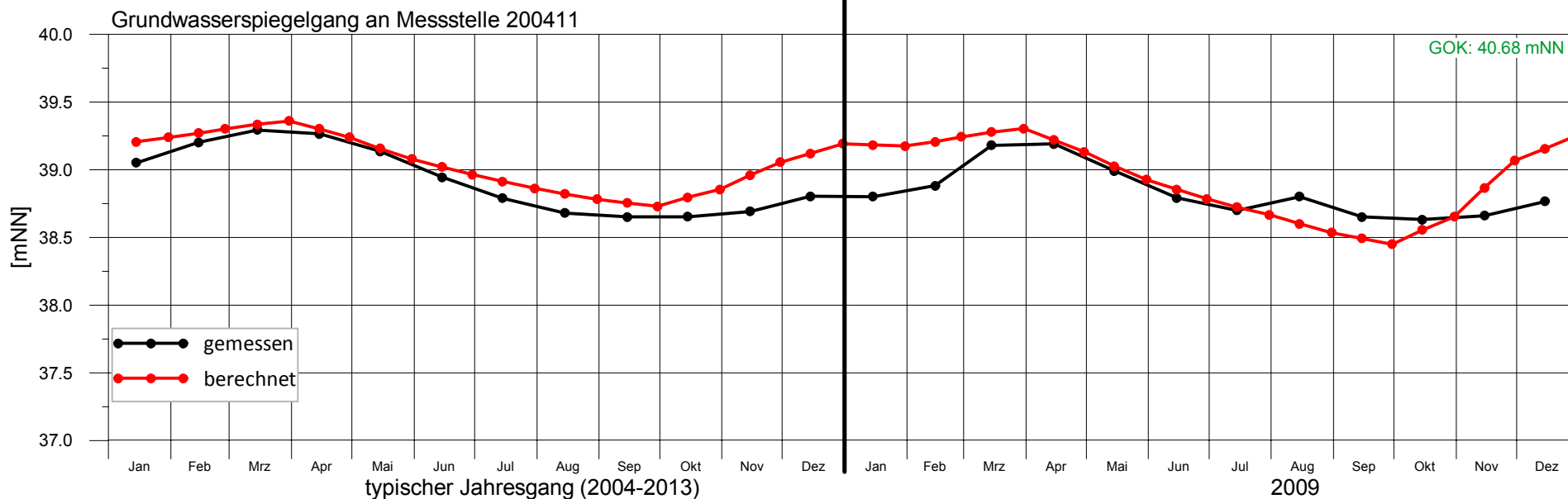
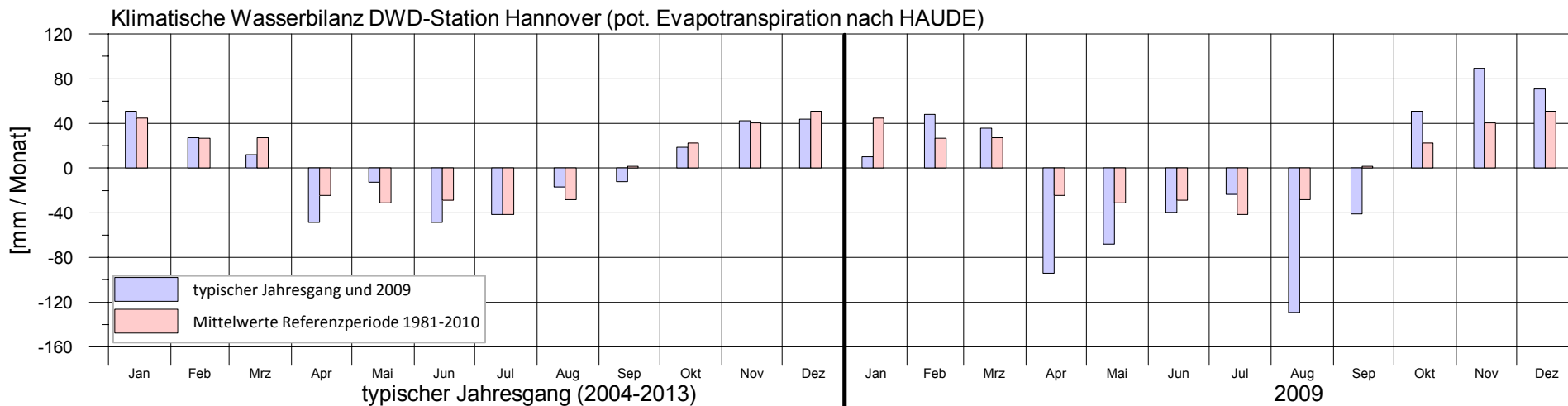


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle 200411

### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,0 km südwestlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberger Feld

**Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -**



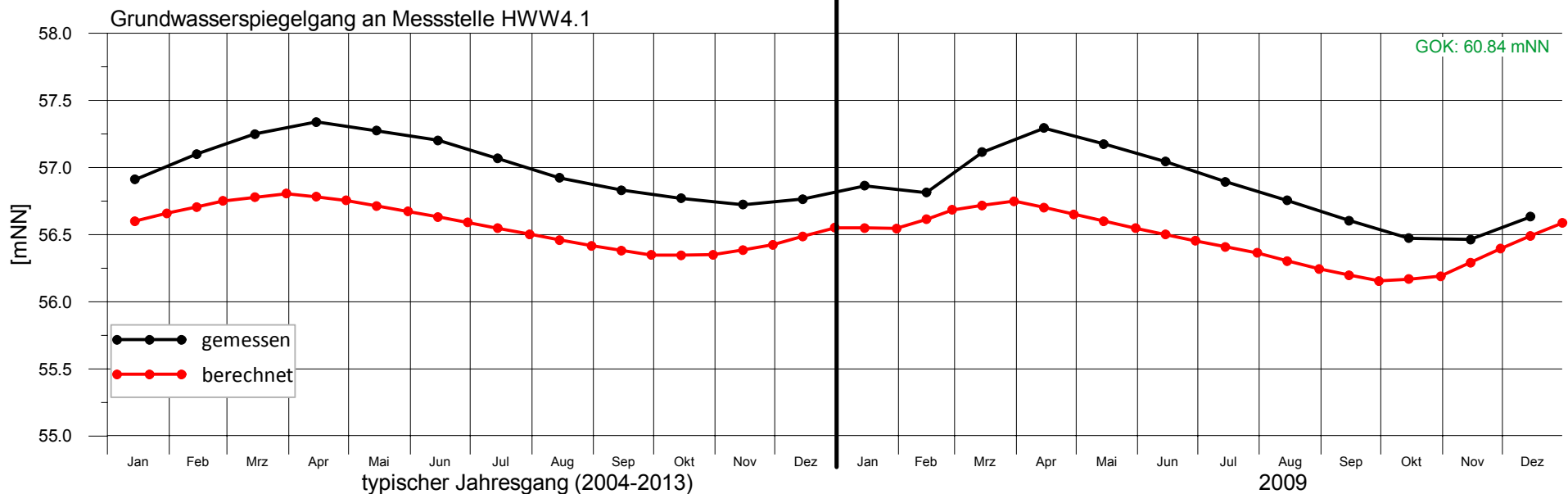
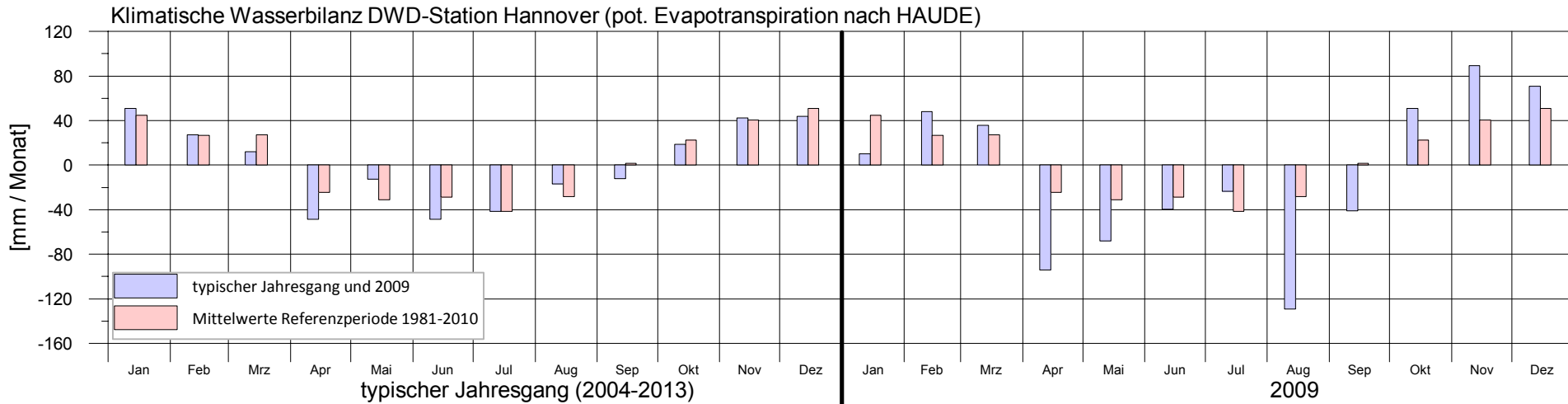


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW4.1

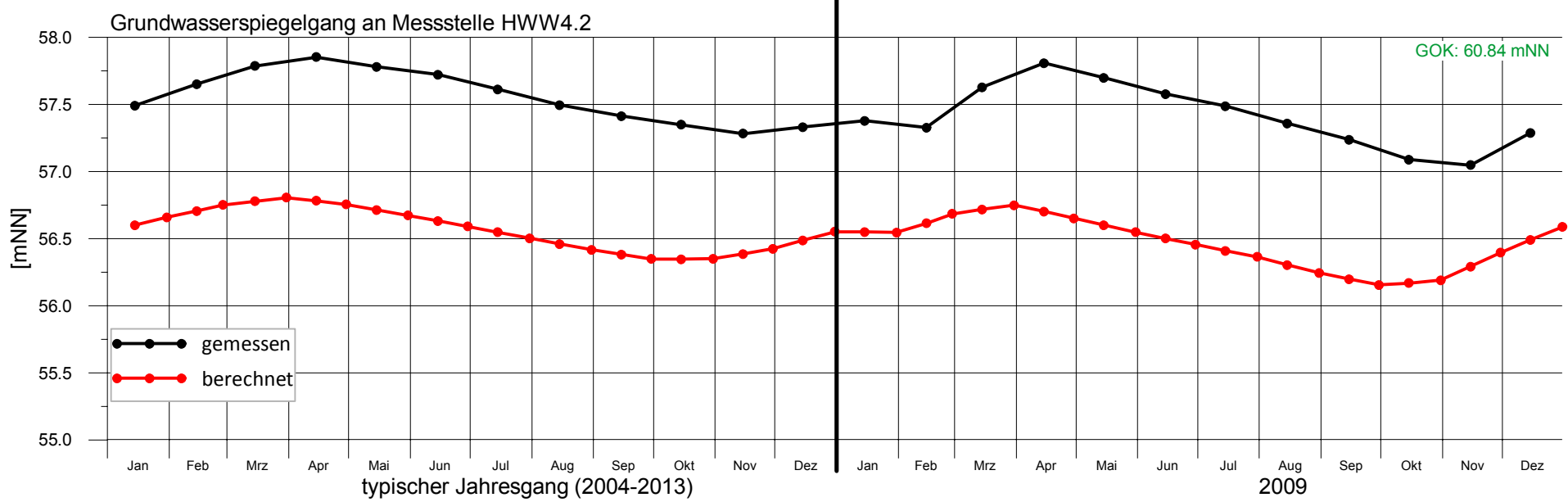
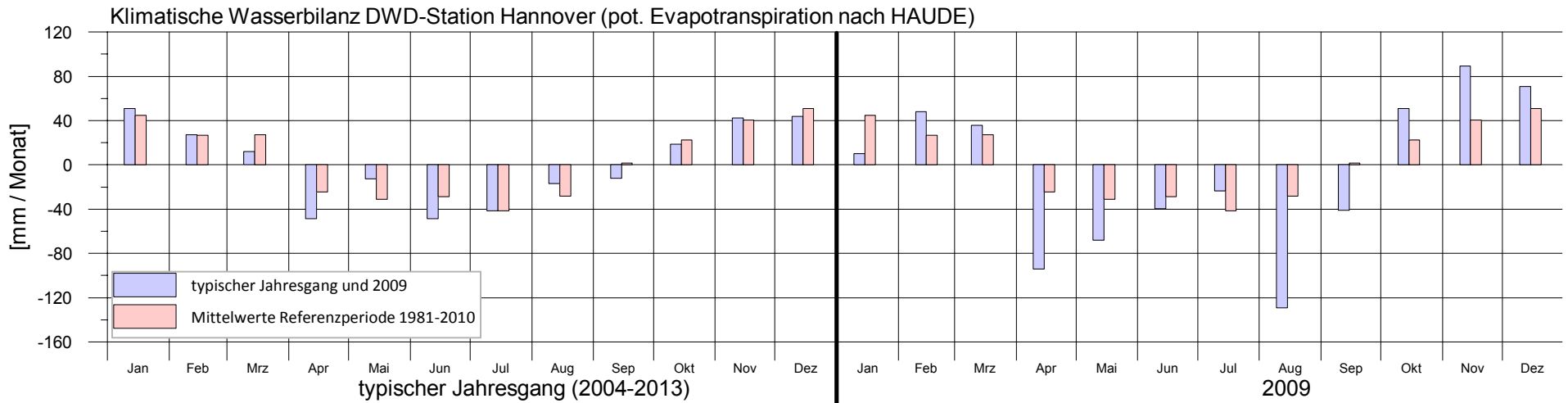
### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 7,1 km südlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

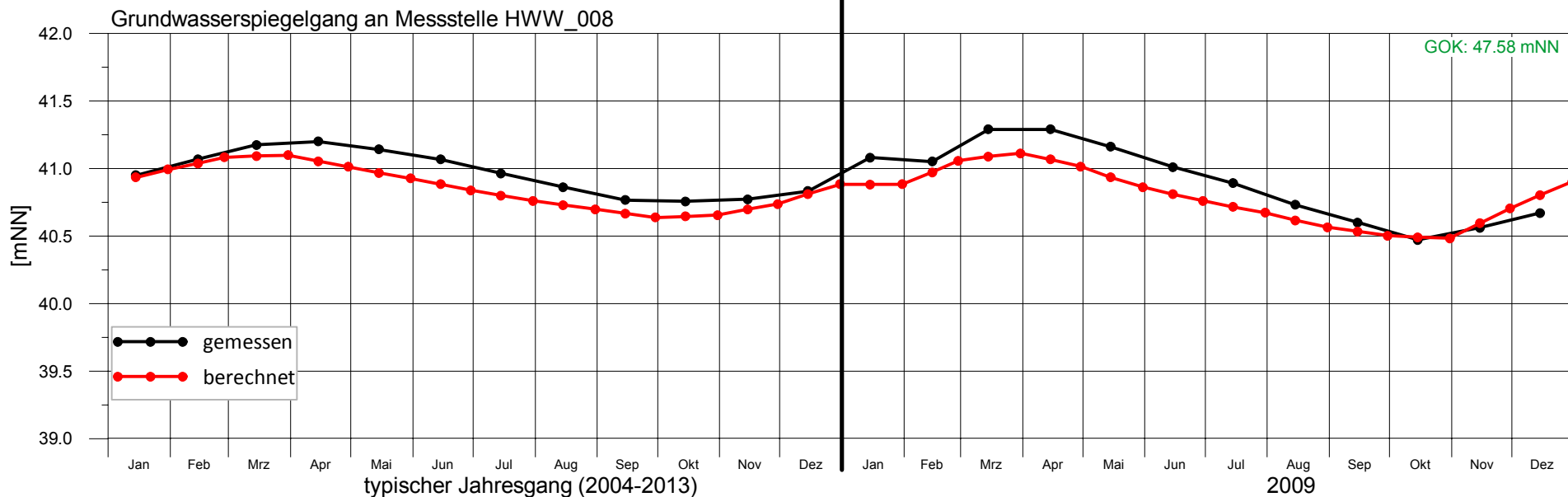
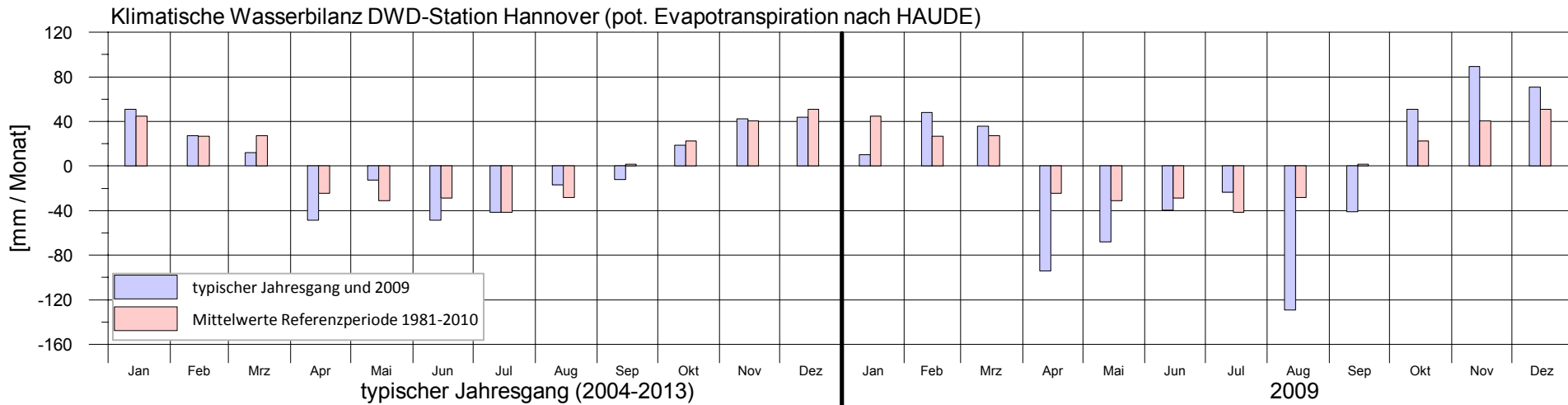


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW4.2 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 7,1 km südlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen



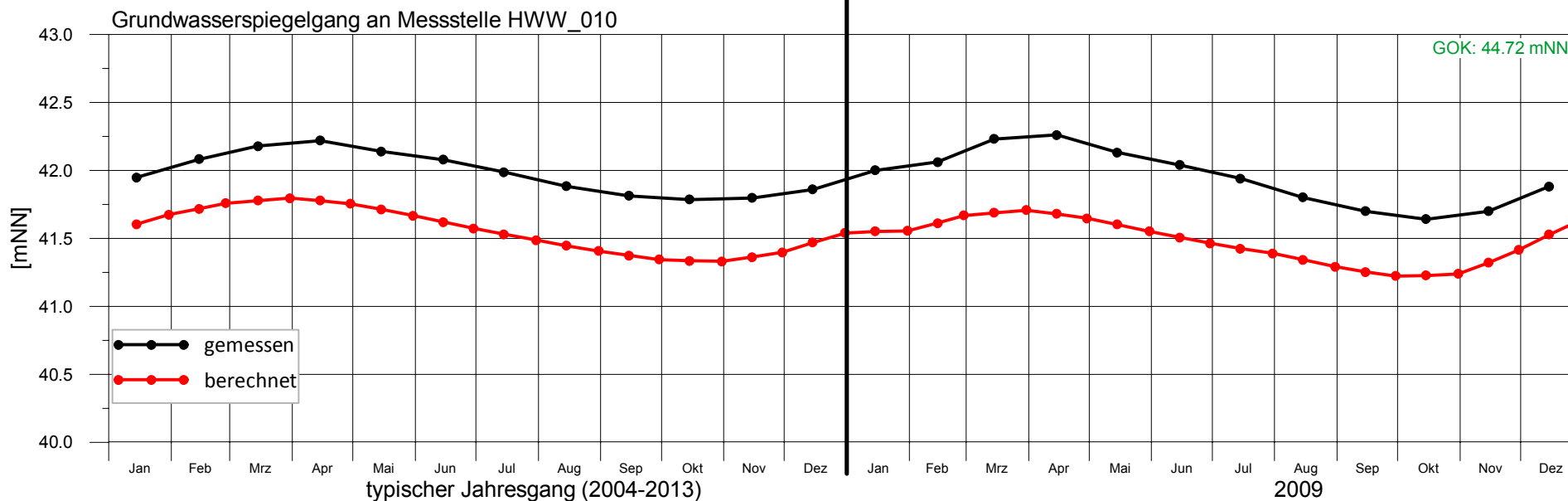
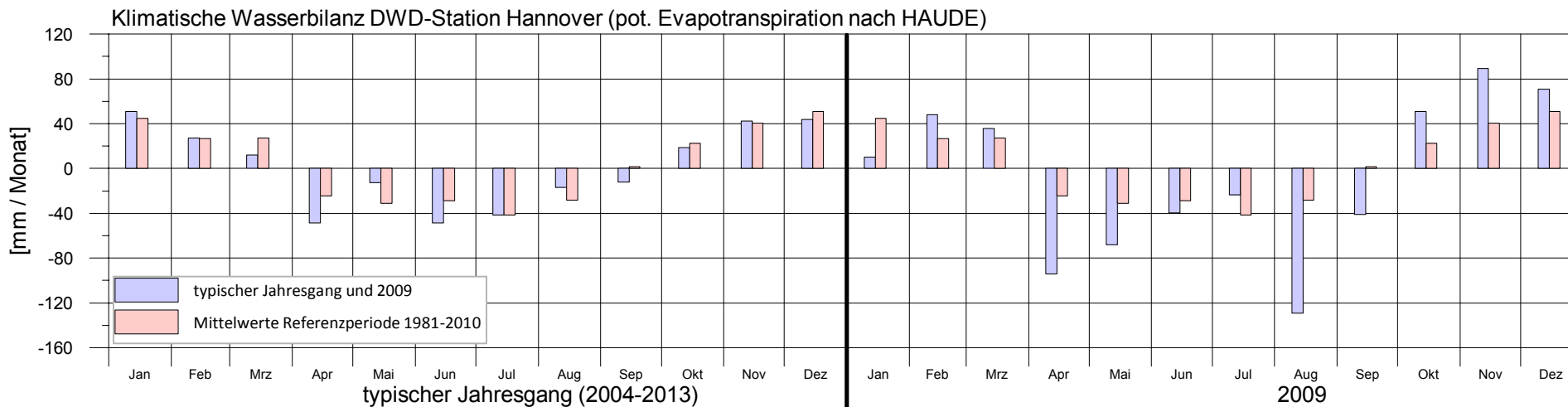


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW008 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 500 m südöstlich Brunnen 2, Fassung Ramlingen



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW010 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 900 m südlich Brunnen 4, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

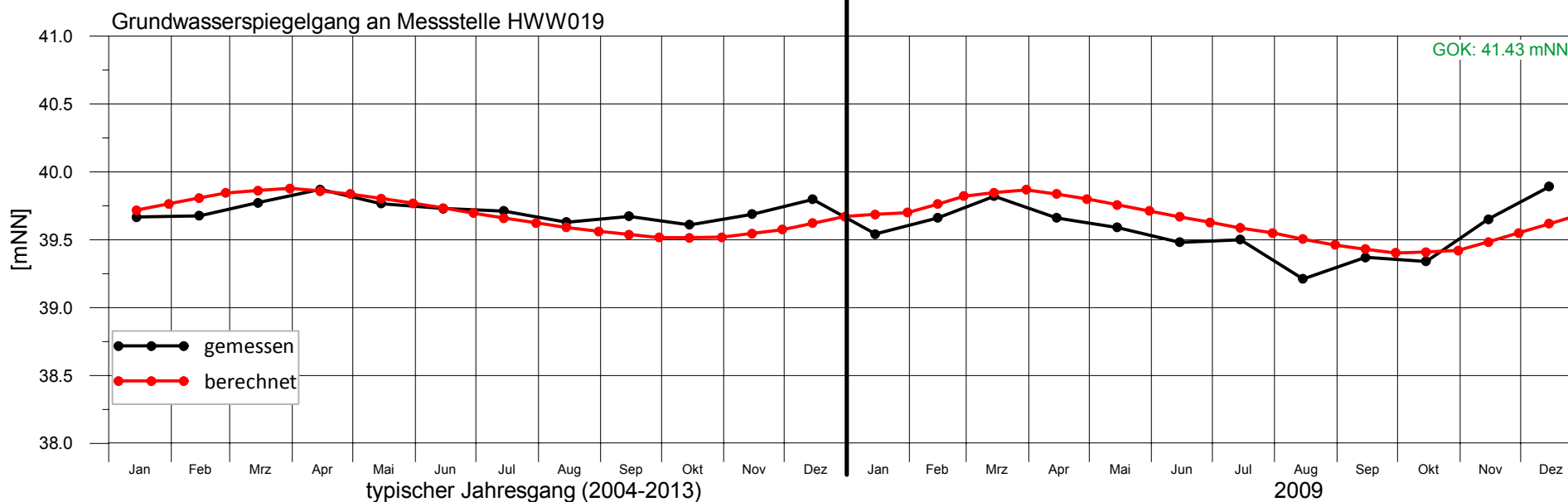
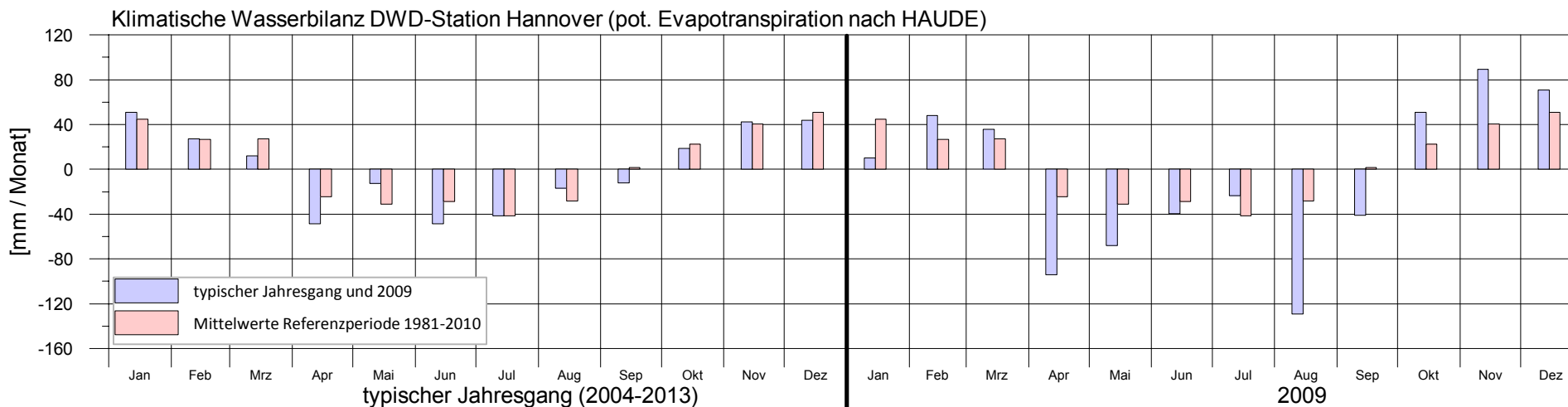




# Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW019

## - Vergleich Messung / Rechnung -

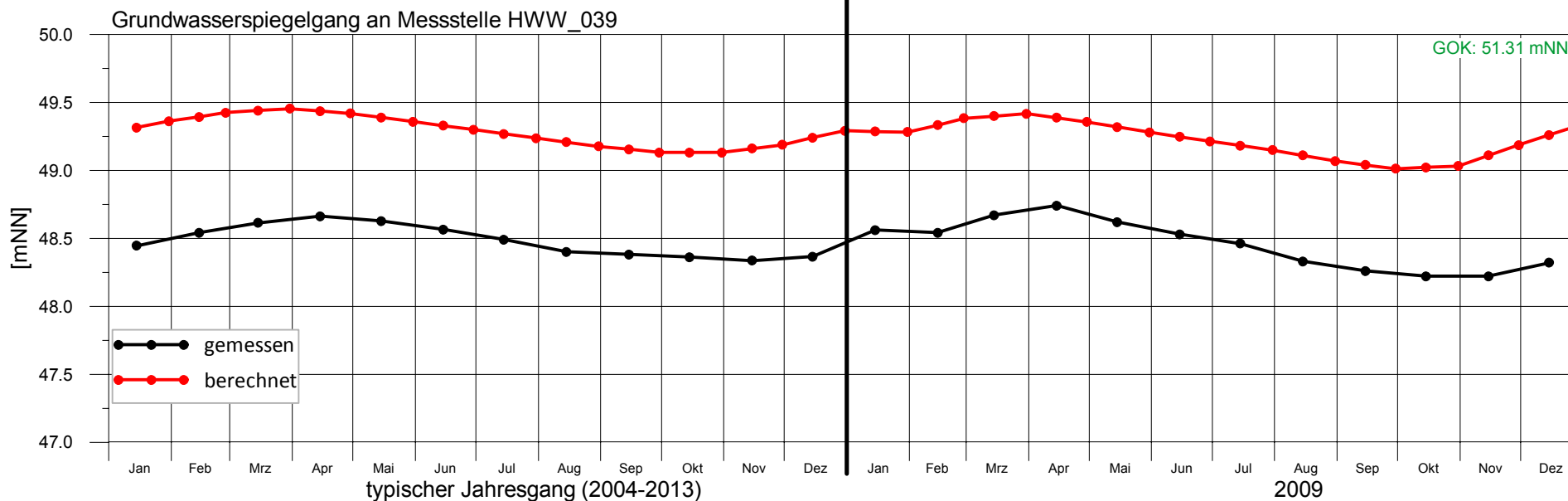
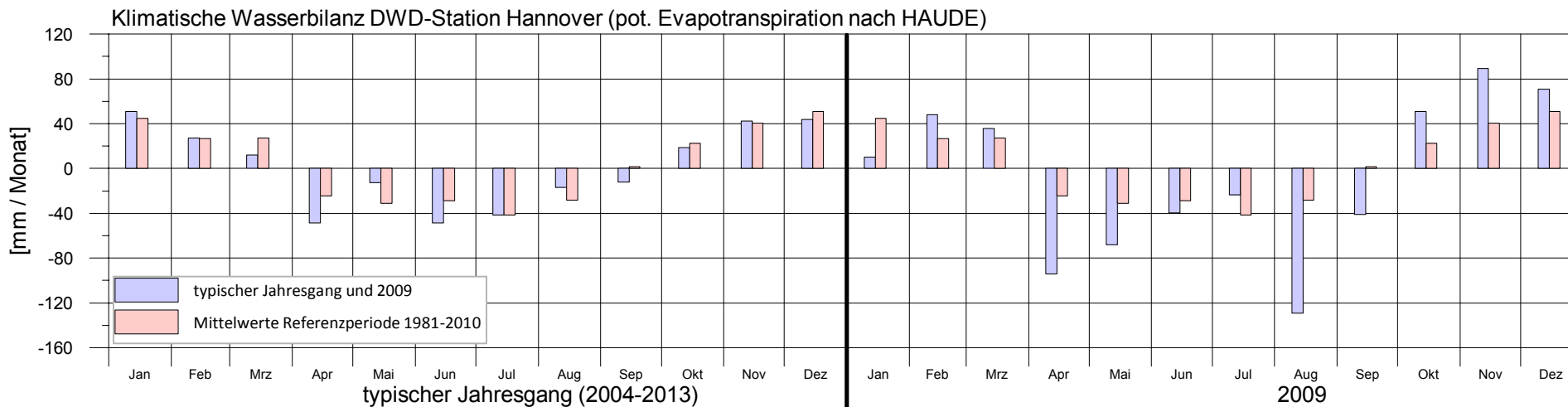
ca. 1,1 km nordöstlich Brunnen 3, Fassung Ramlingen



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW039 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,8 km südöstlich Fassung Wettmar

**Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -**

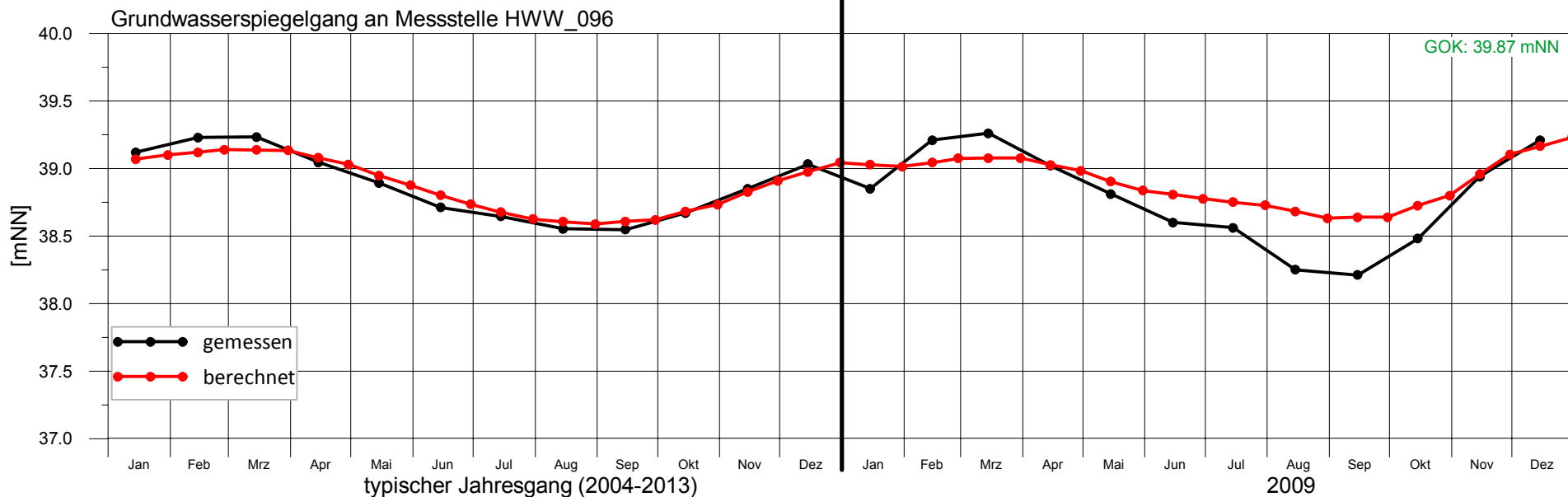
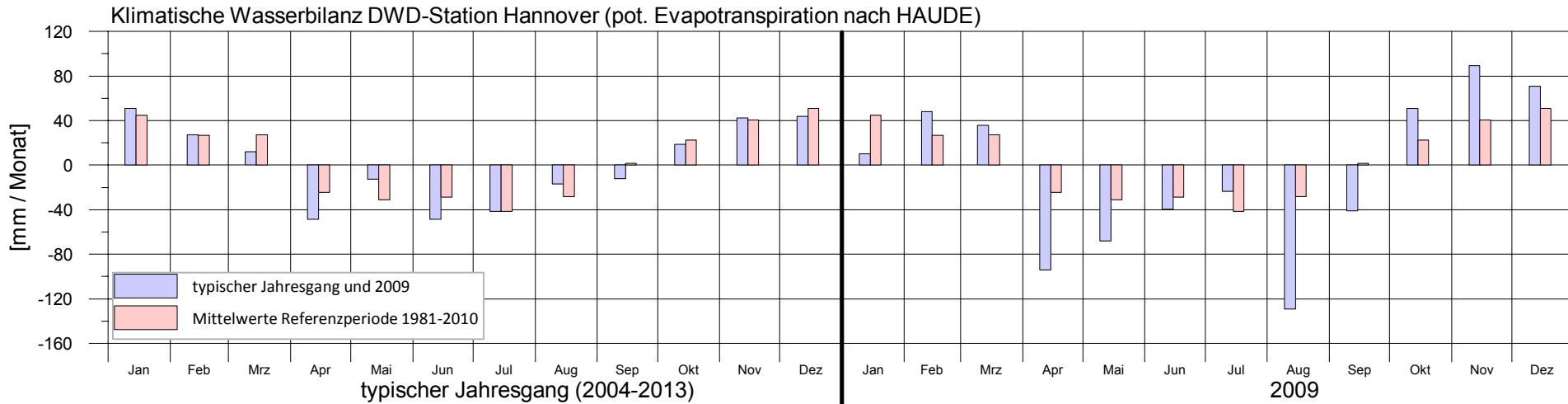




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW096

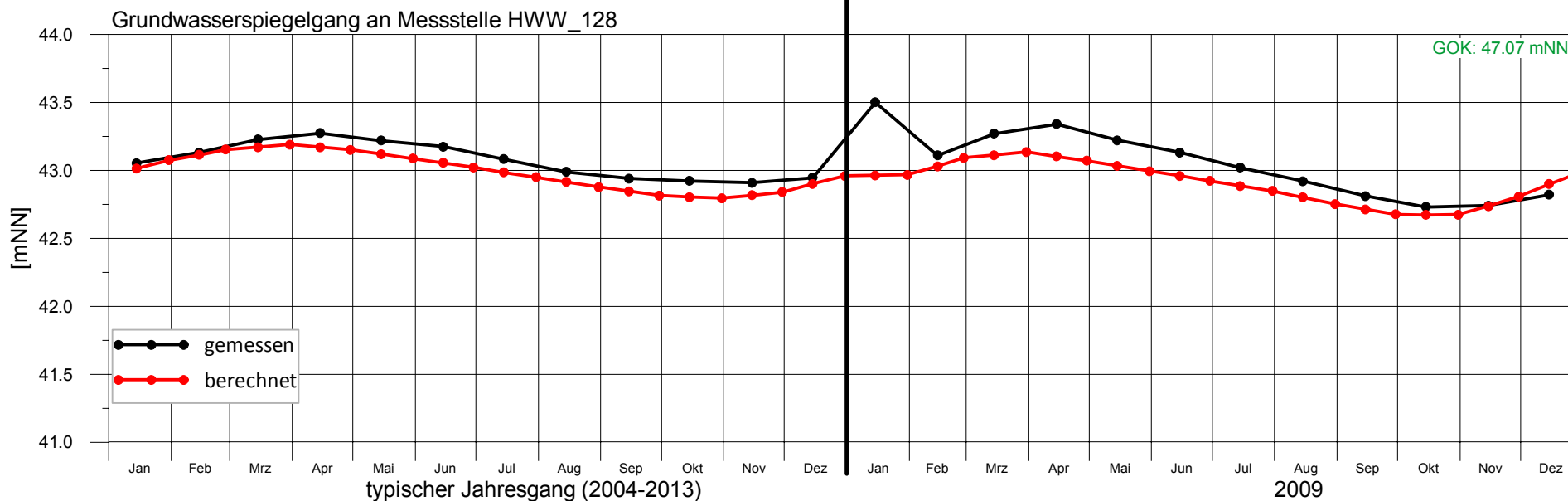
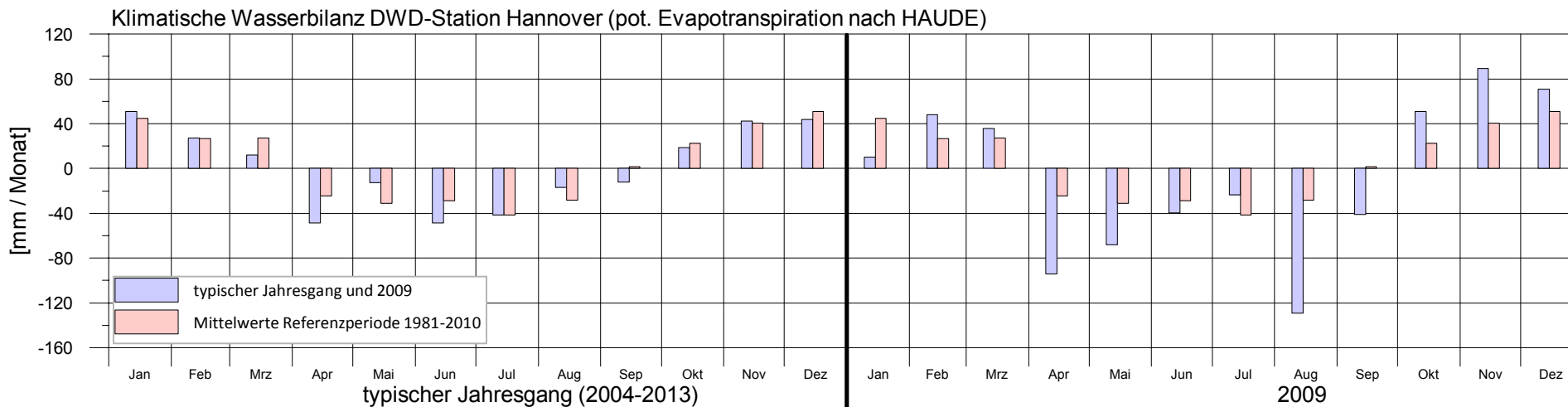
### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,3 km nördlich Brunnen 6, Fassung Ramlingen



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW128 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2,6 km südlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

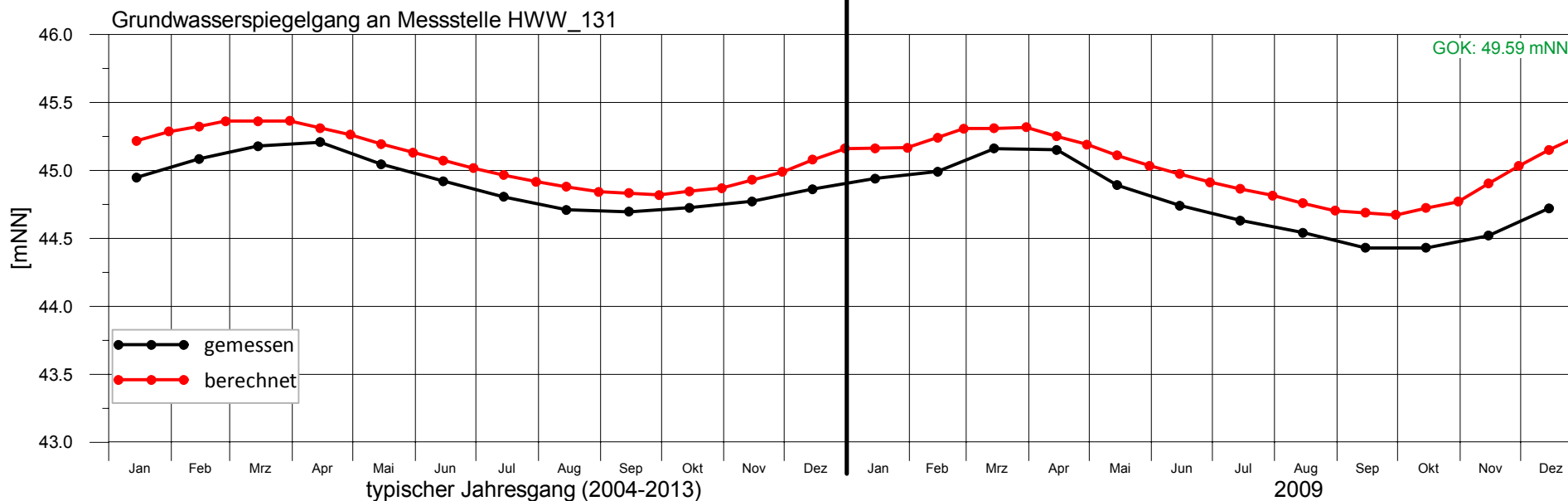
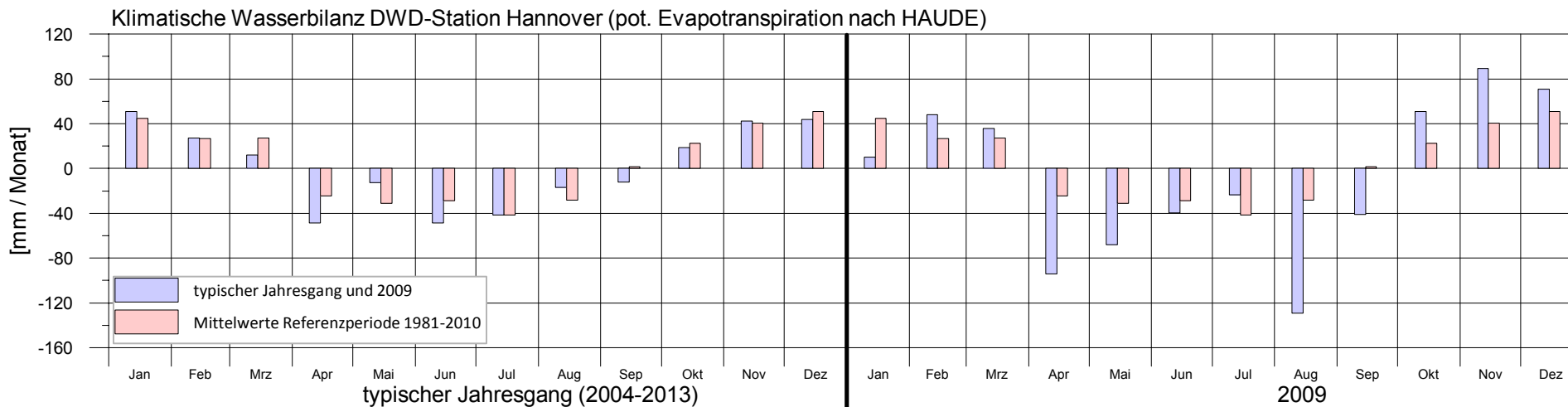
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW131 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 5,2 km südlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

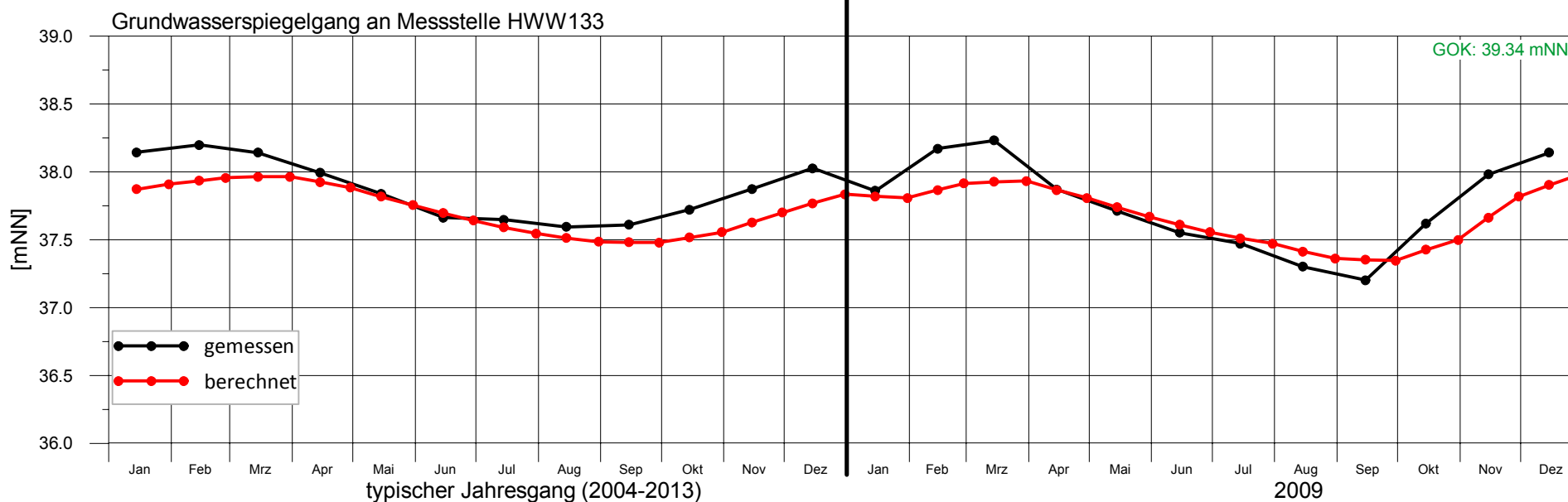
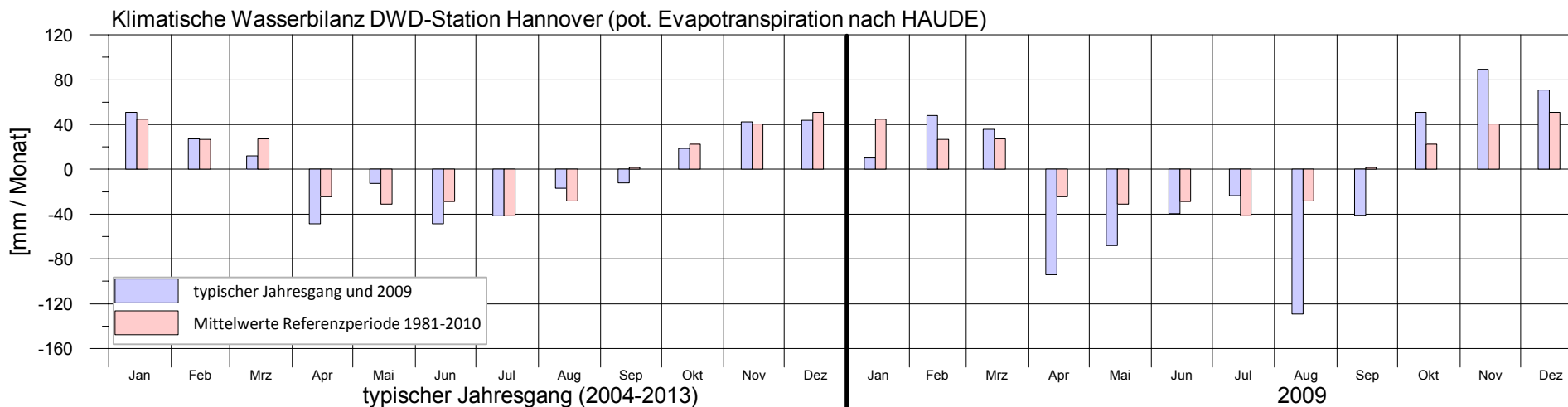
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -



# Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW133

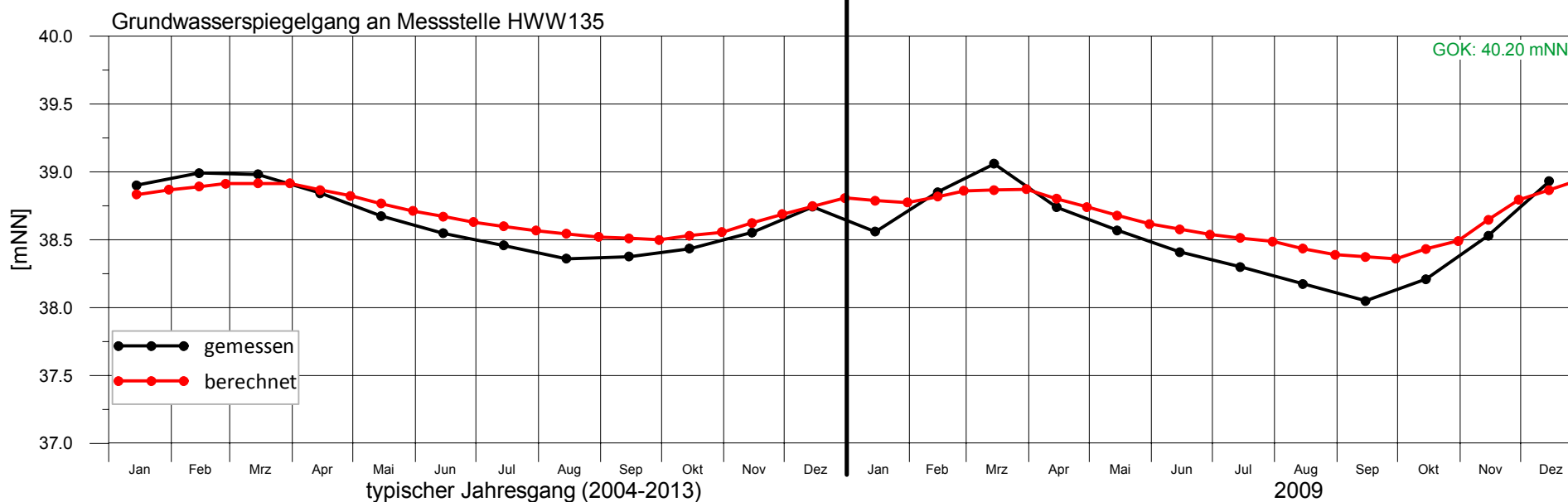
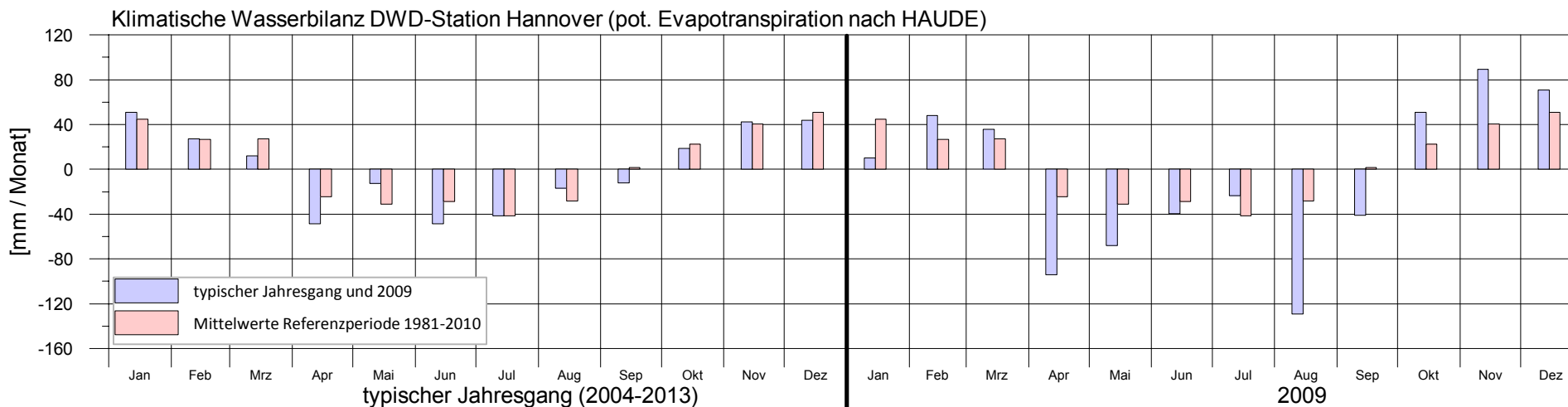
## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,3 km nördlich Brunnen 4, Fassung Ramlingen



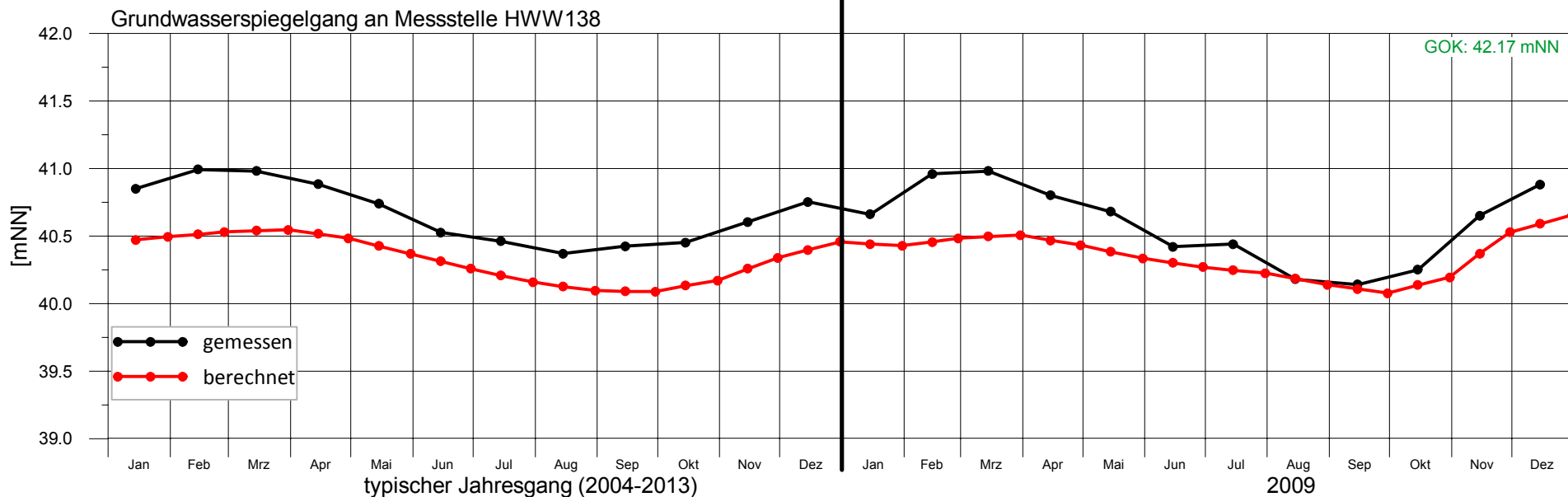
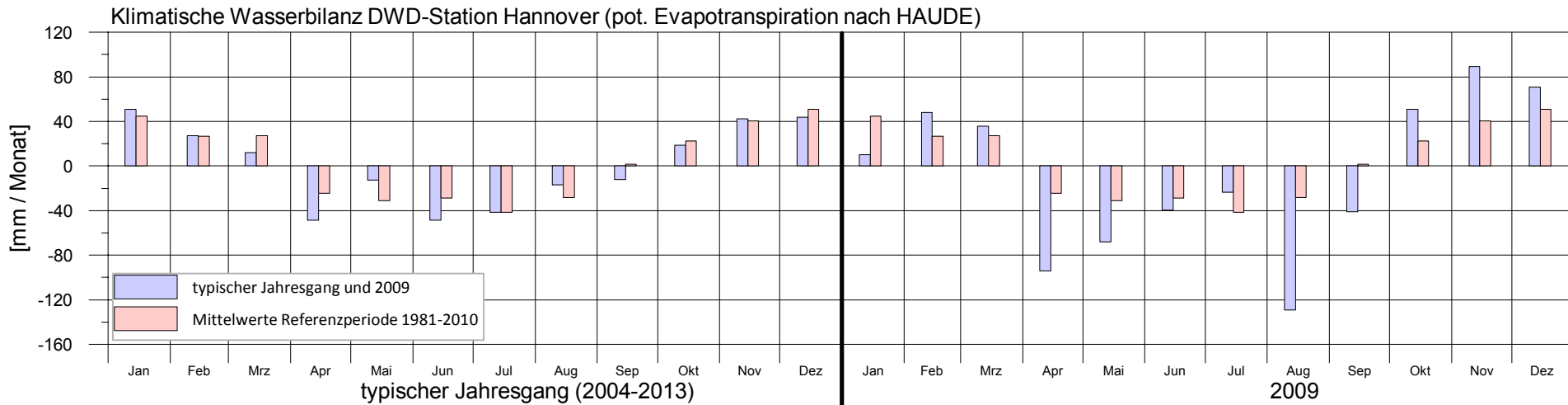


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW135 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 3,9 km nördlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen



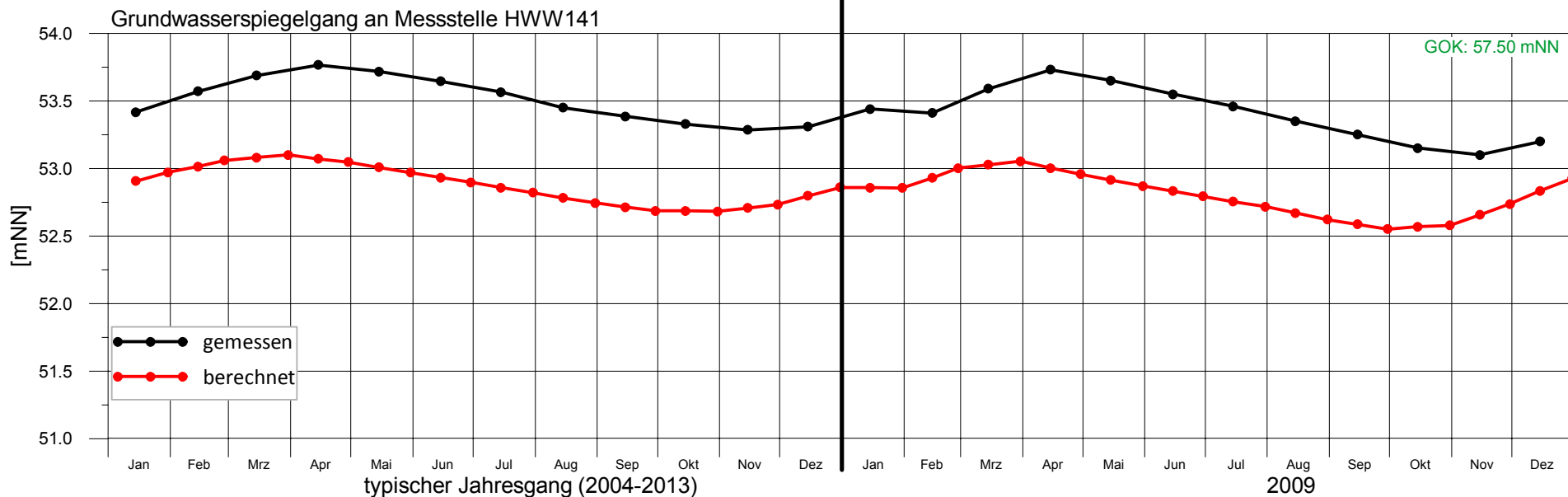
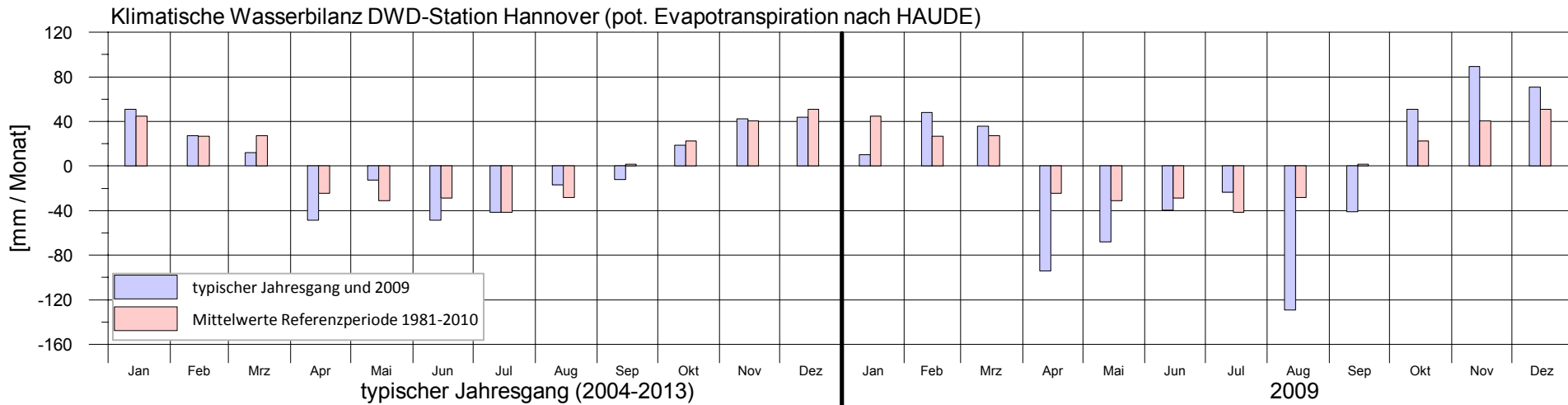
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW138 - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 1,0 km südwestlich Brunnen 6, Fassung Ramlingen

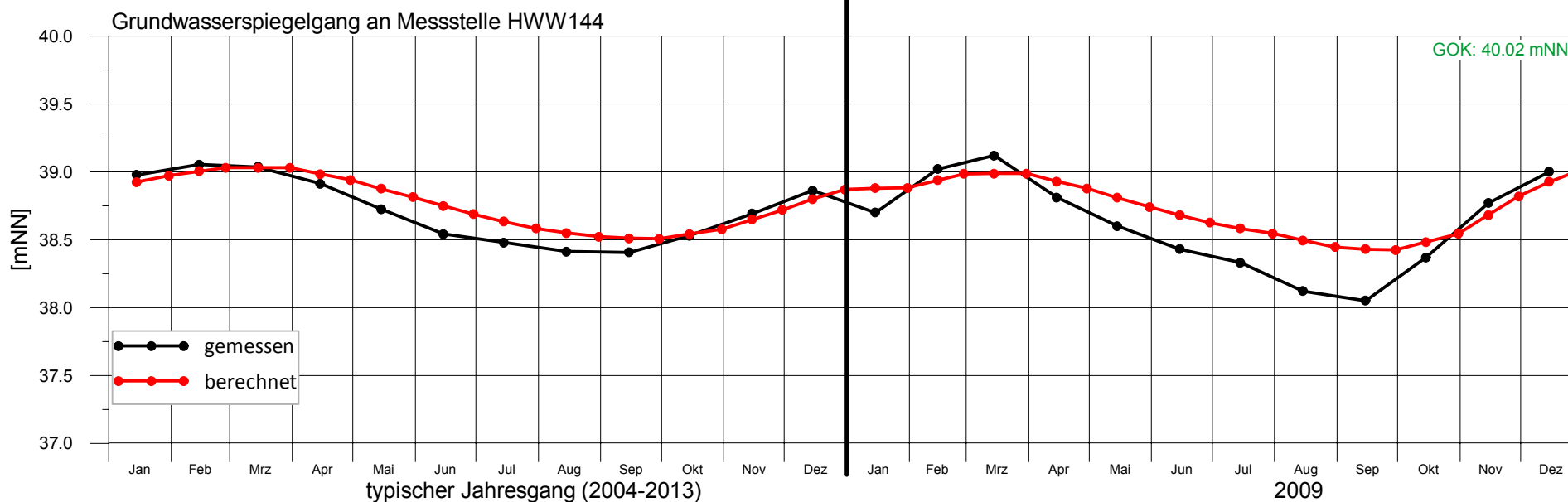
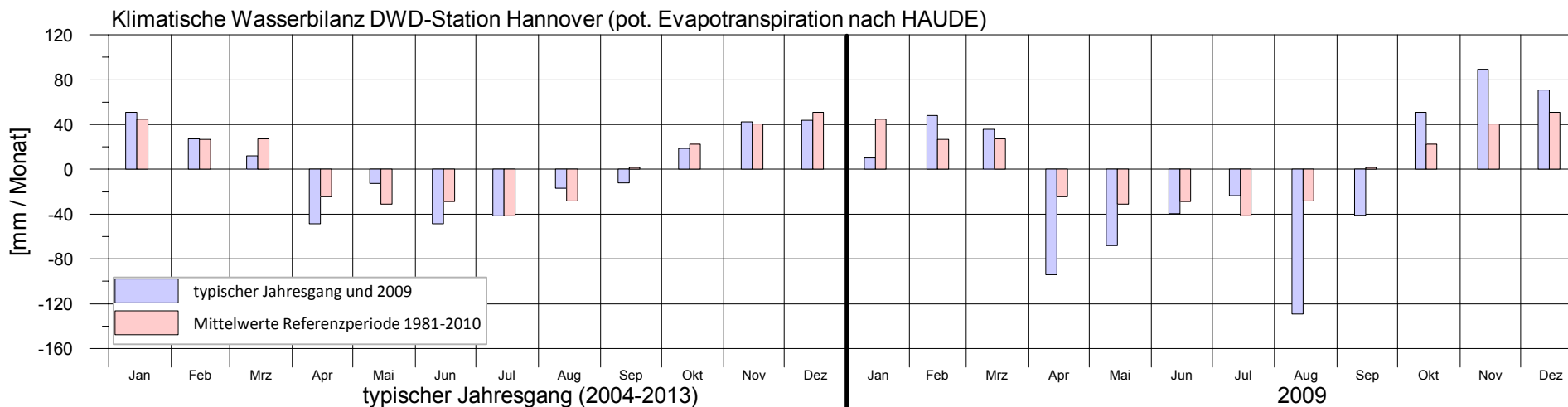




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW141 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 3,7 km südlich Fassung Wettmar



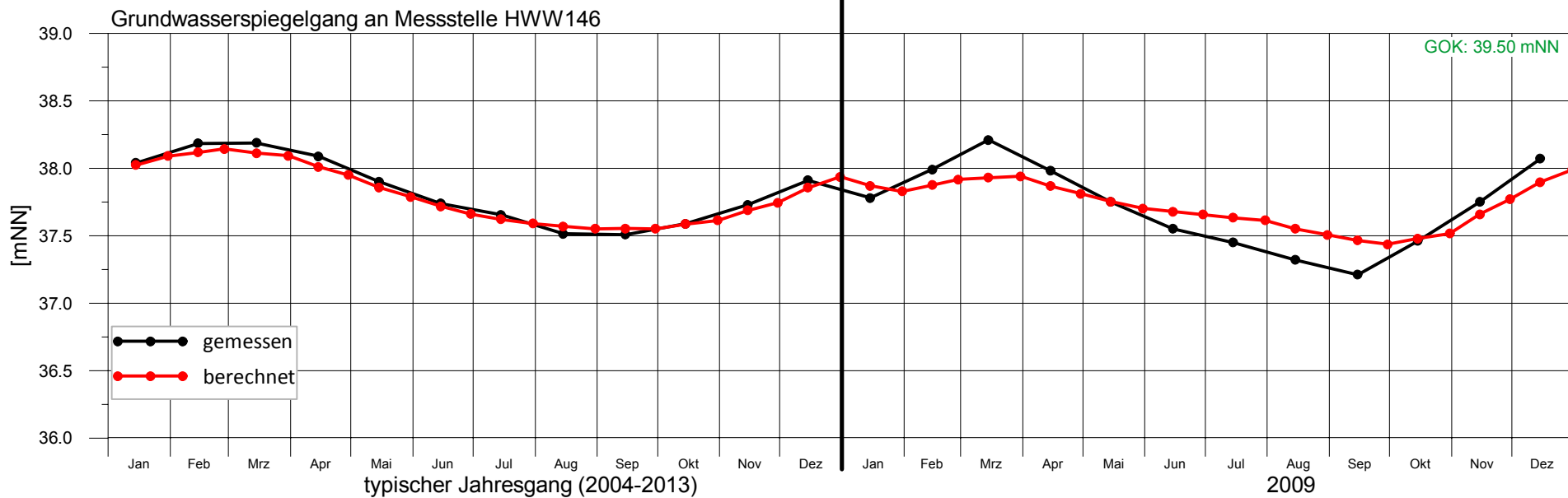
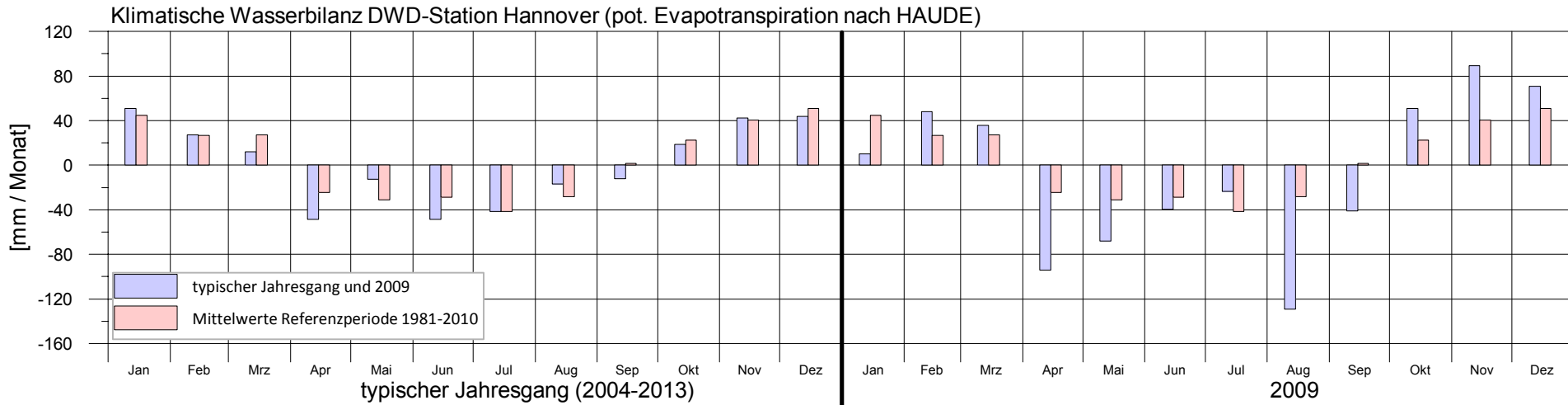
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW144 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2,0 km nördlich Brunnen 5, Fassung Ramlingen





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW146 - Vergleich Messung / Rechnung -

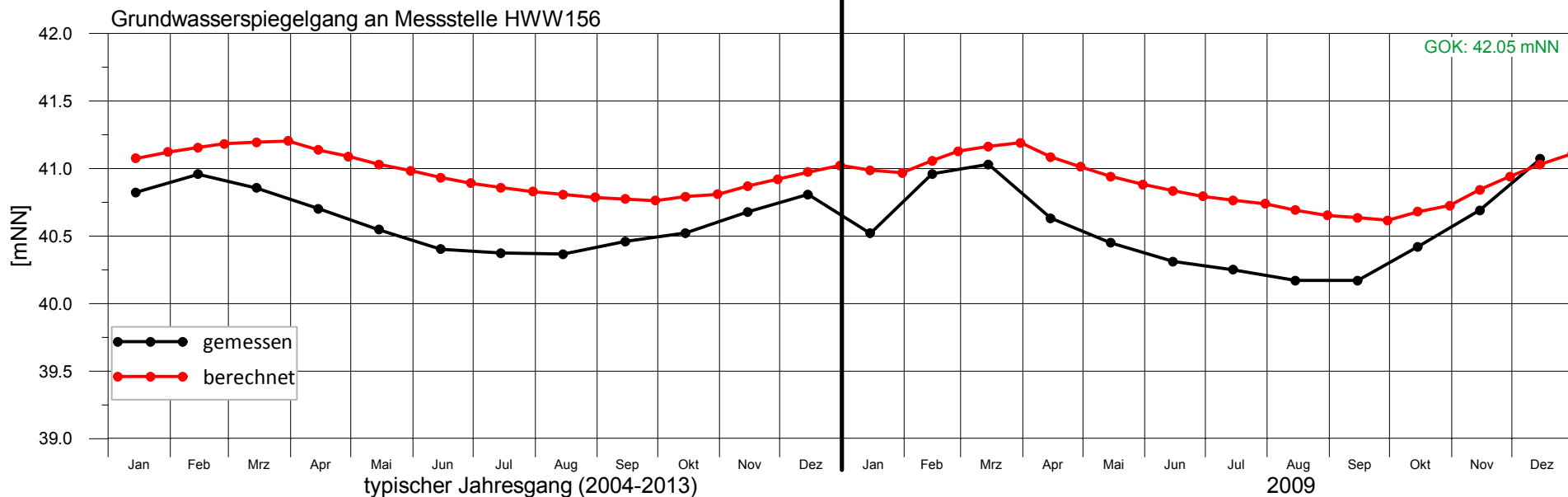
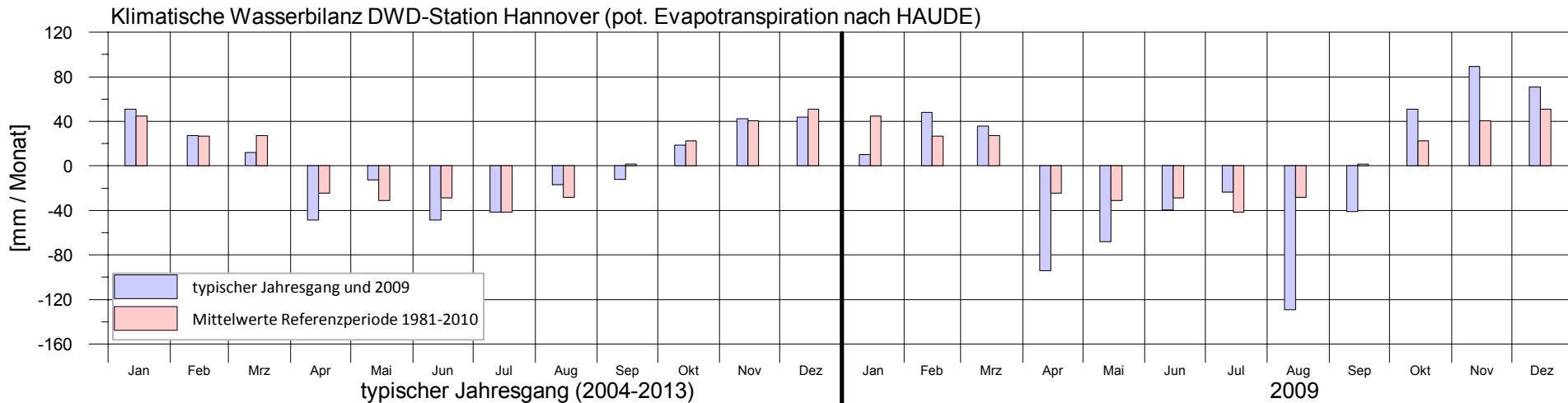
ca. 3,7 km südöstlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberger Feld (an der Wulbeck)



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW156 - Vergleich Messung / Rechnung -

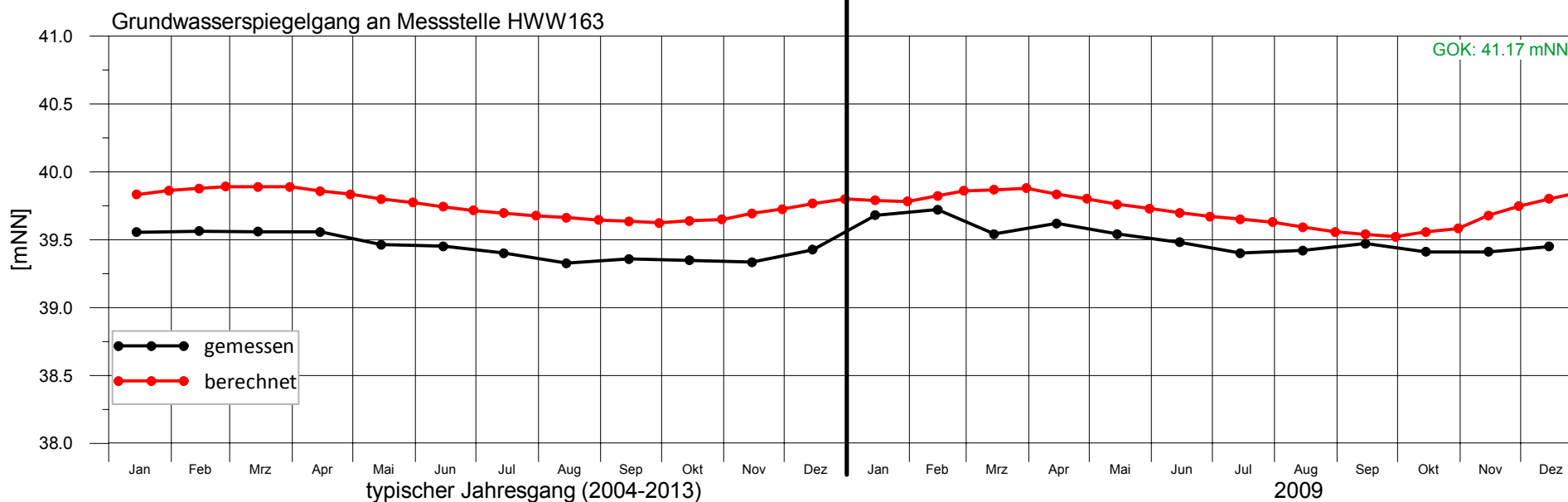
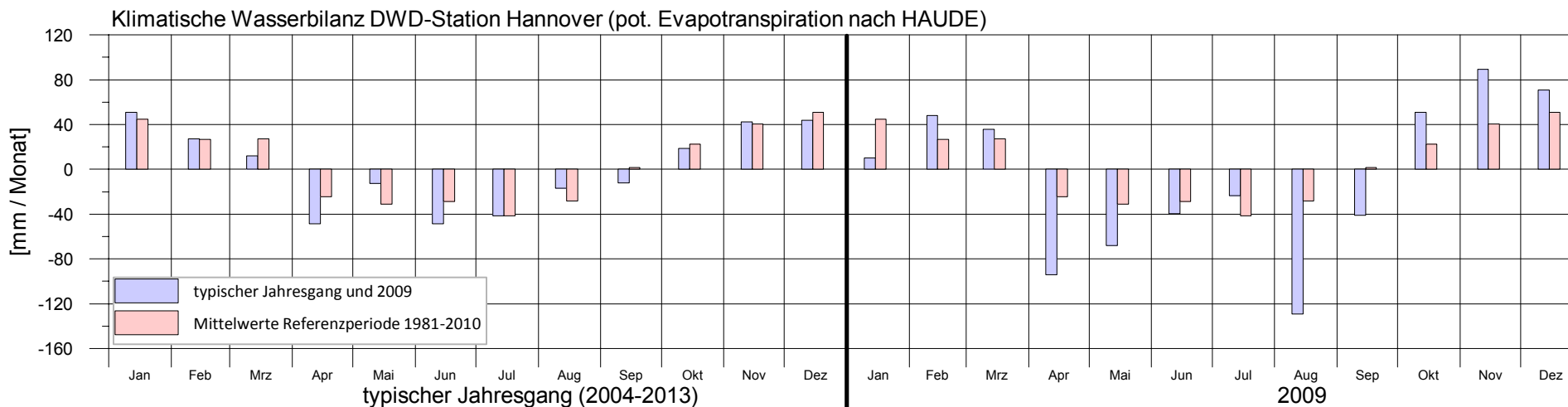
ca. 2,2 km südöstlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





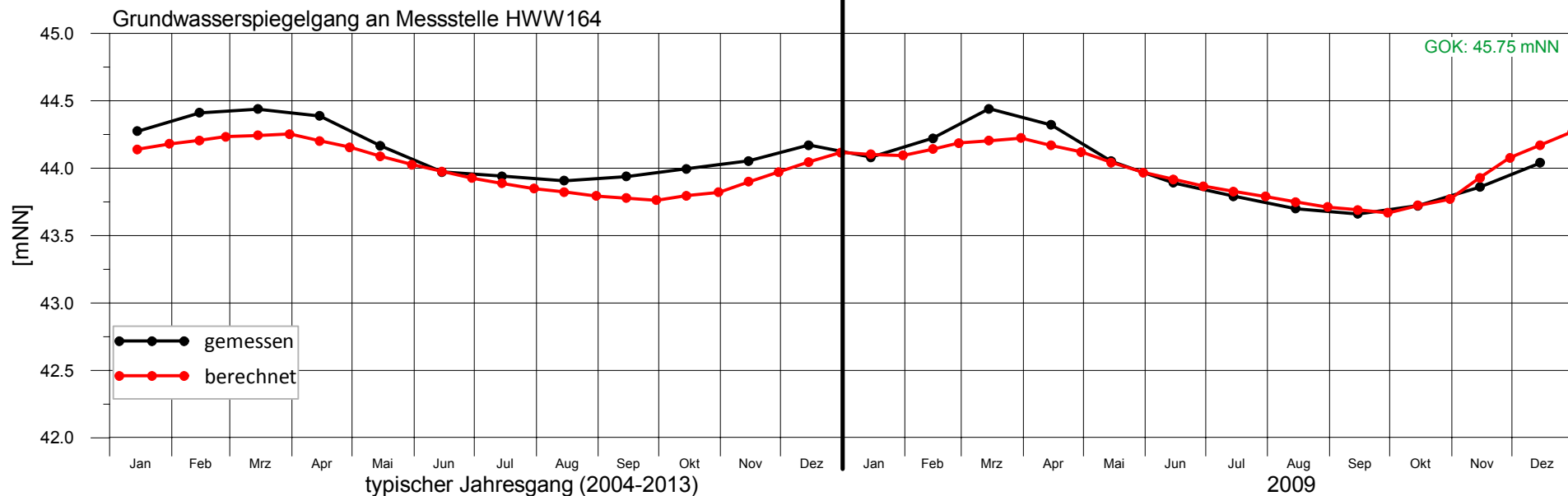
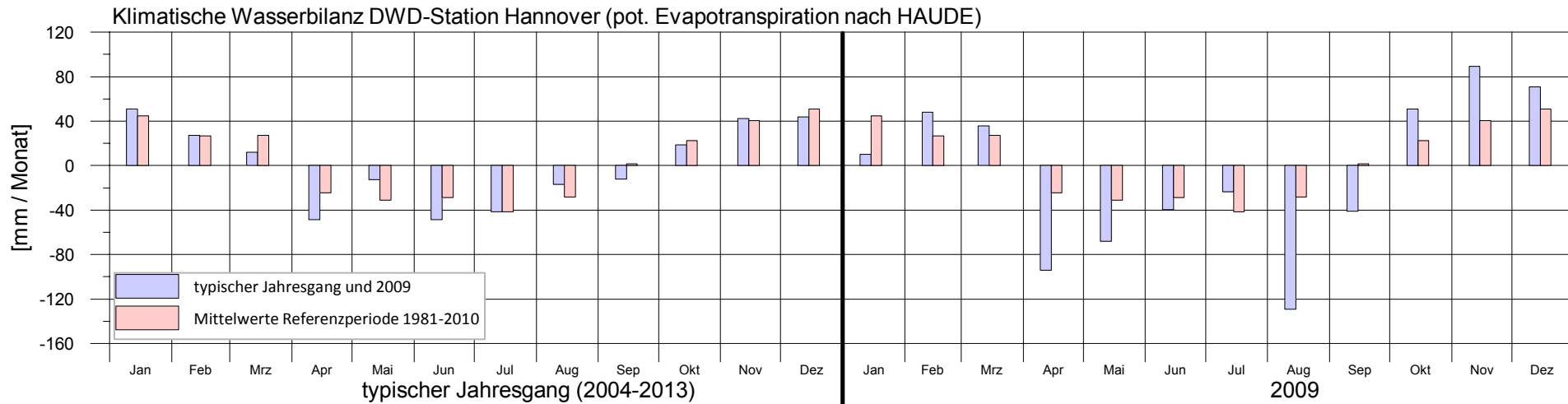
## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW163 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 2,3 km nordöstlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen



## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW164 - Vergleich Messung / Rechnung -

6,2 km südöstlich Brunnen 1, Fassung Ramlingen (an der Aue)

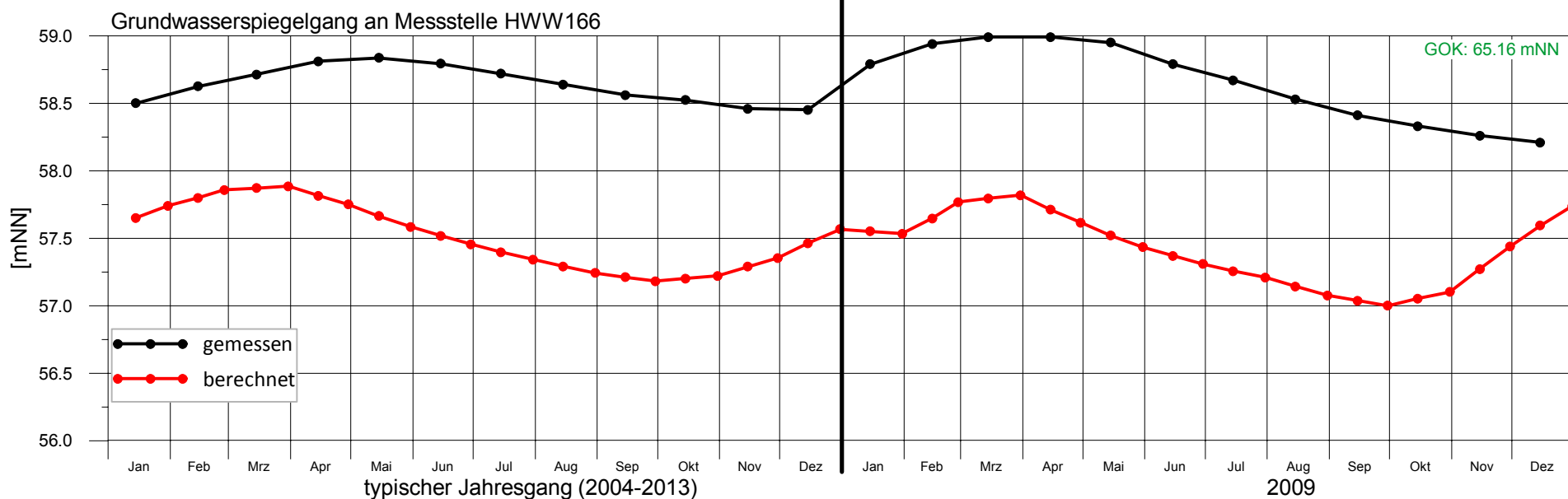
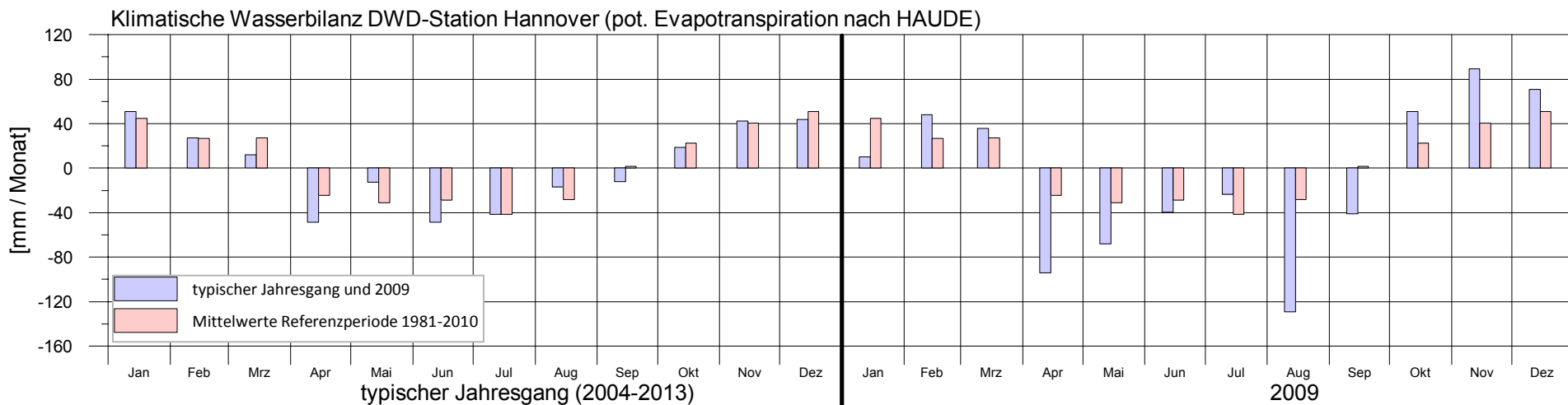
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW166 - Vergleich Messung / Rechnung -

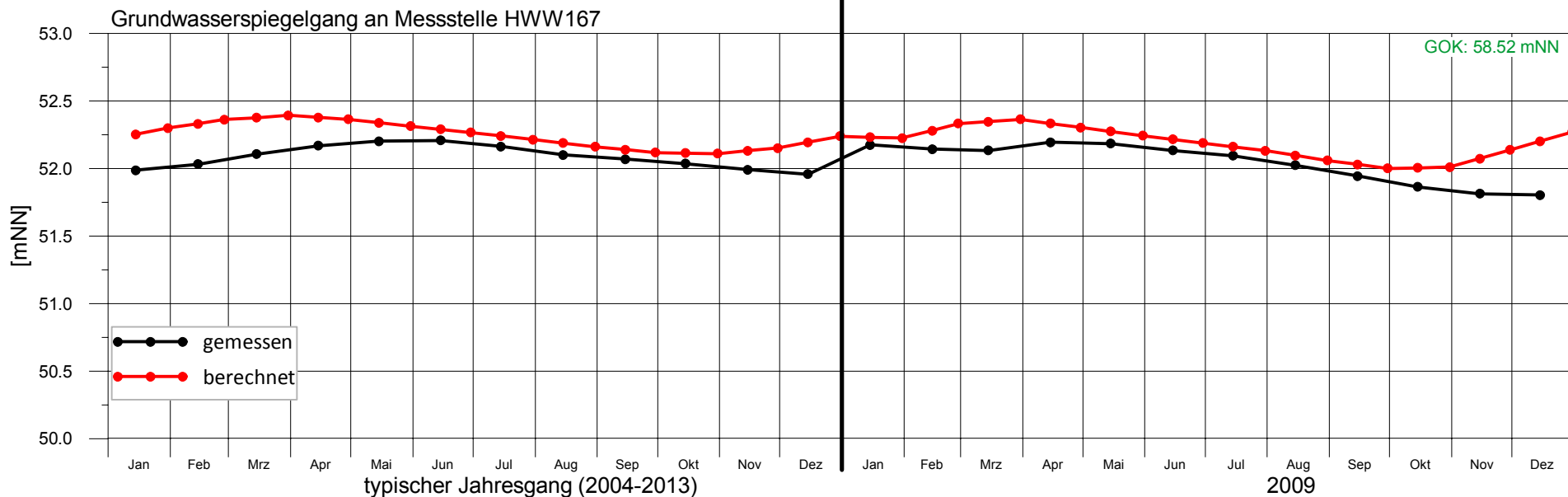
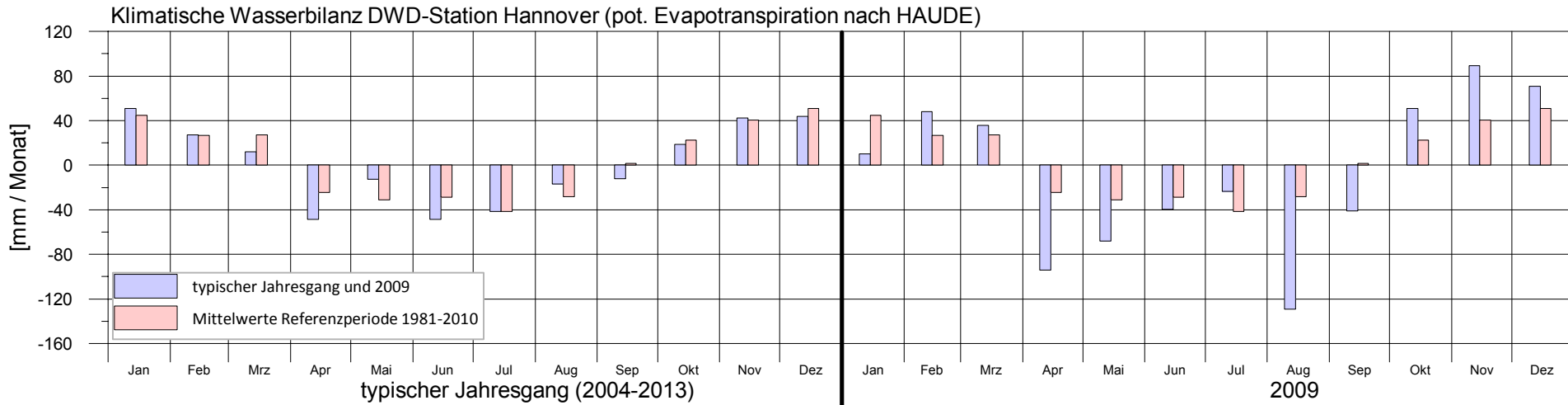
ca. 5,3 km südlich Fassung Wettmar (im Oldhorster Moor)



# Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW167

## - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 3,1 km südlich Fassung Wettmar

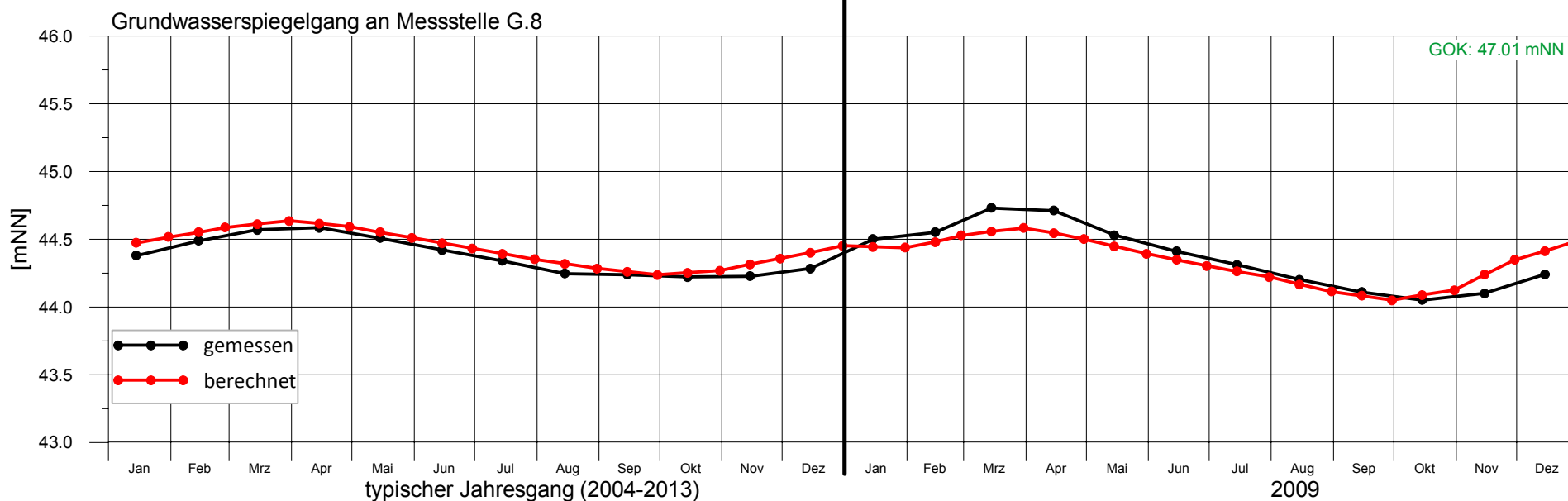
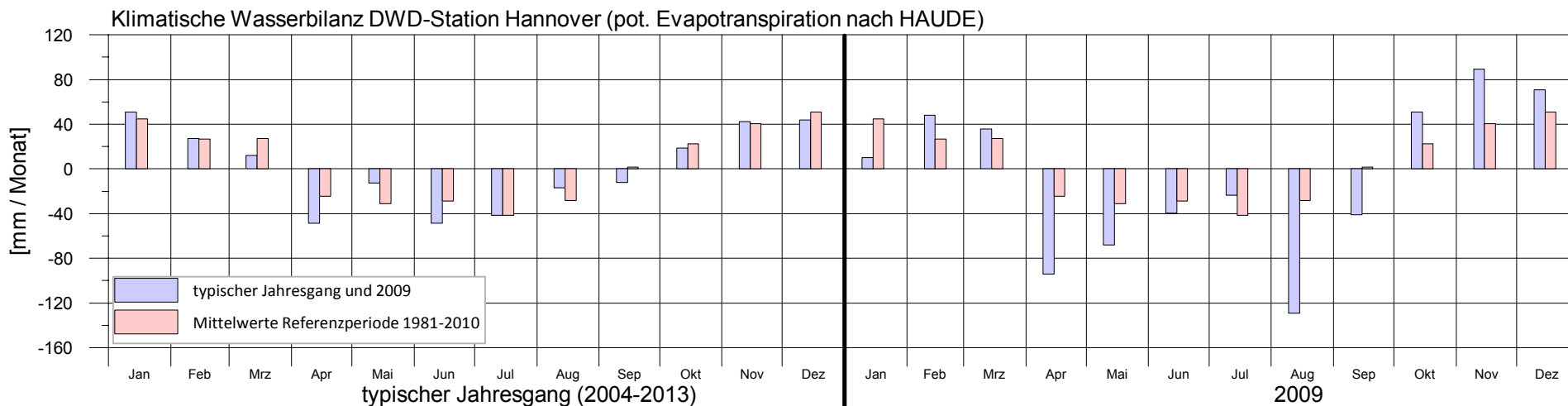




## Gw-spiegel Kontrollmessstelle G.8

### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 2,8 km südlich Brunnen 4, Fassung Ramlingen

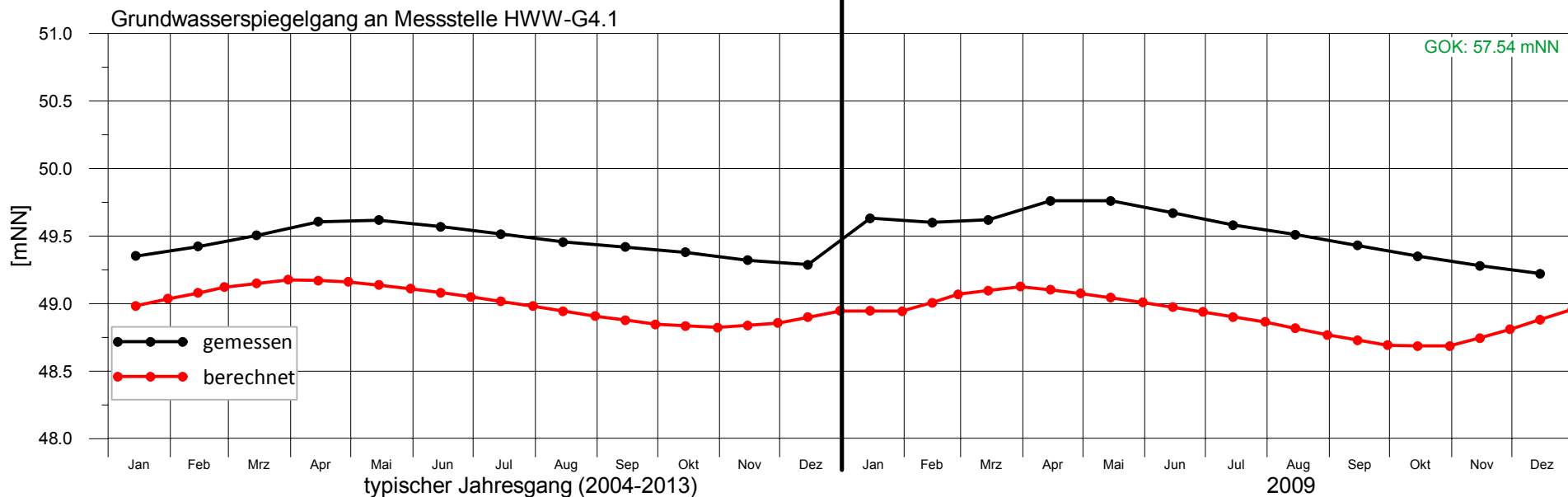
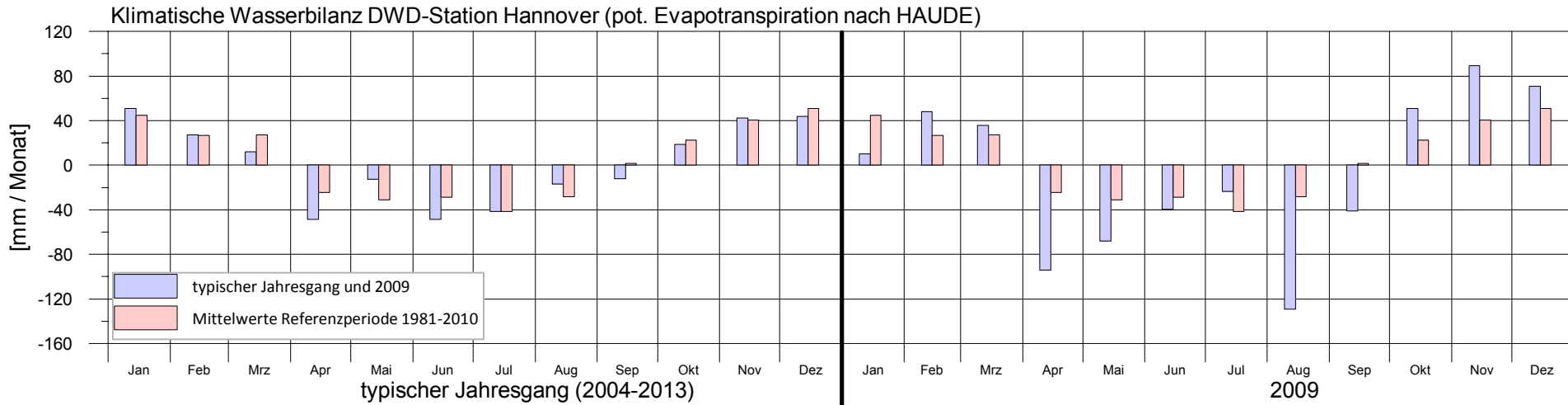


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle HWW-G4.1

### - Vergleich Messung / Rechnung -

ca. 4,8 km südlich Brunnen 3, Fassung Ramlingen

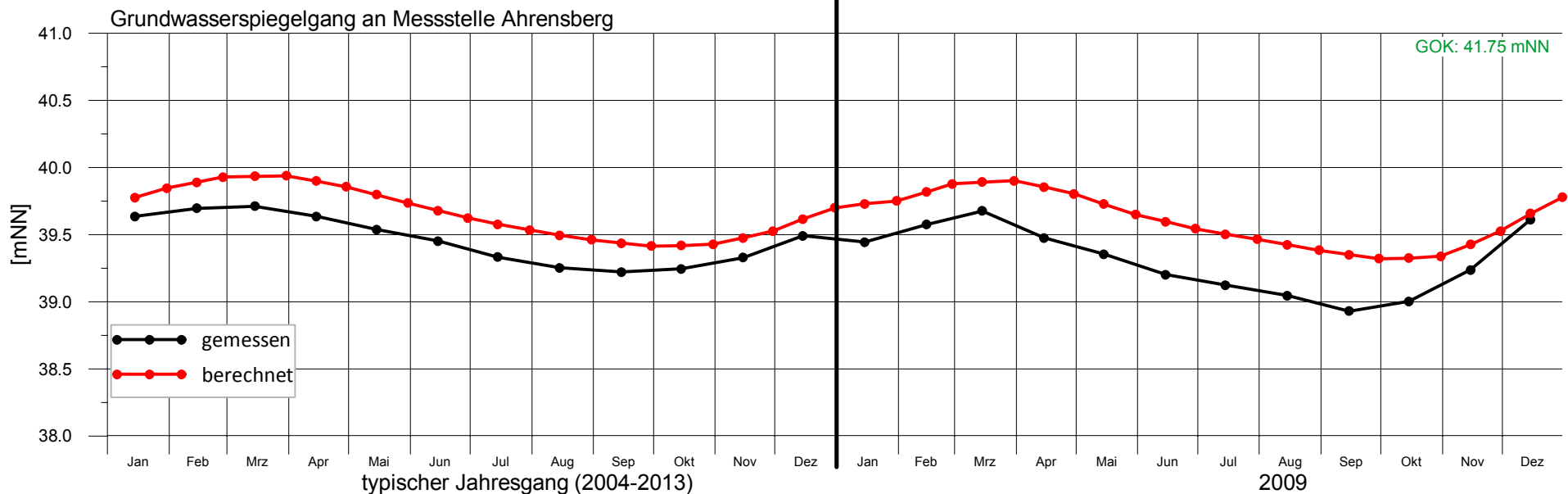
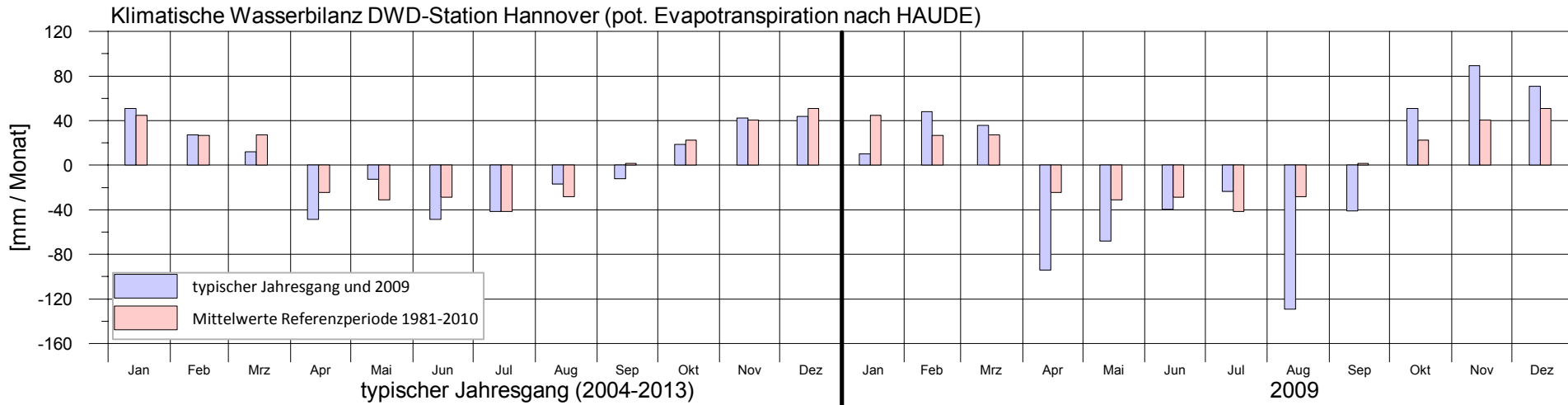
Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -





## Gw-spiegel Kontrollmessstelle Ahrensberg - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 3,6 km südlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -

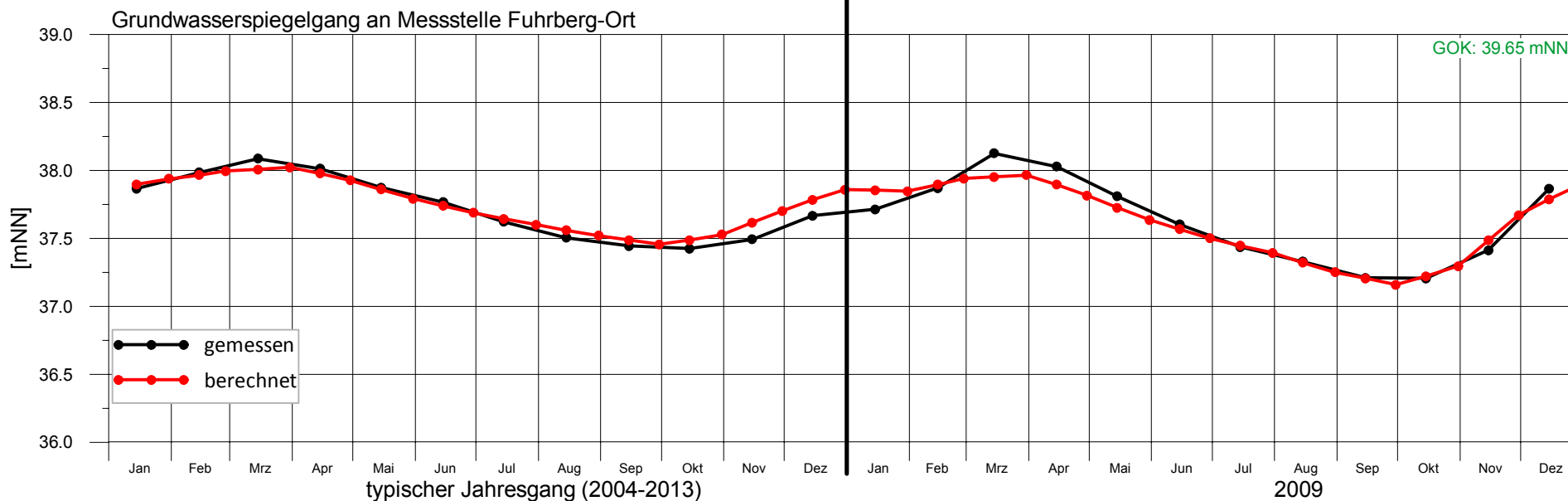
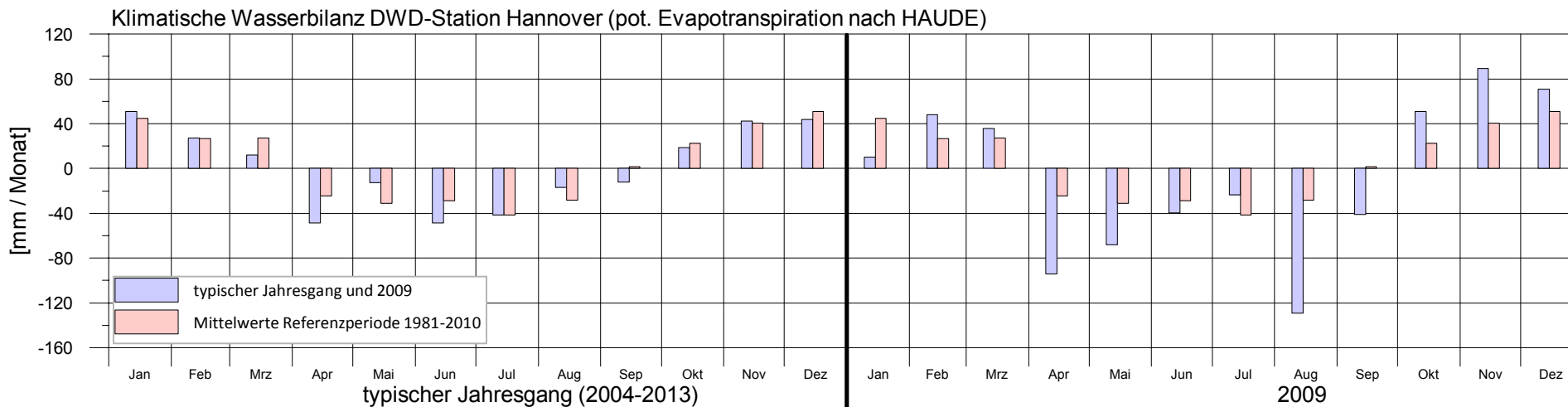


## Gw-spiegel Kontrollmessstelle Fuhrberg Ort

### - Vergleich Messung / Rechnung -

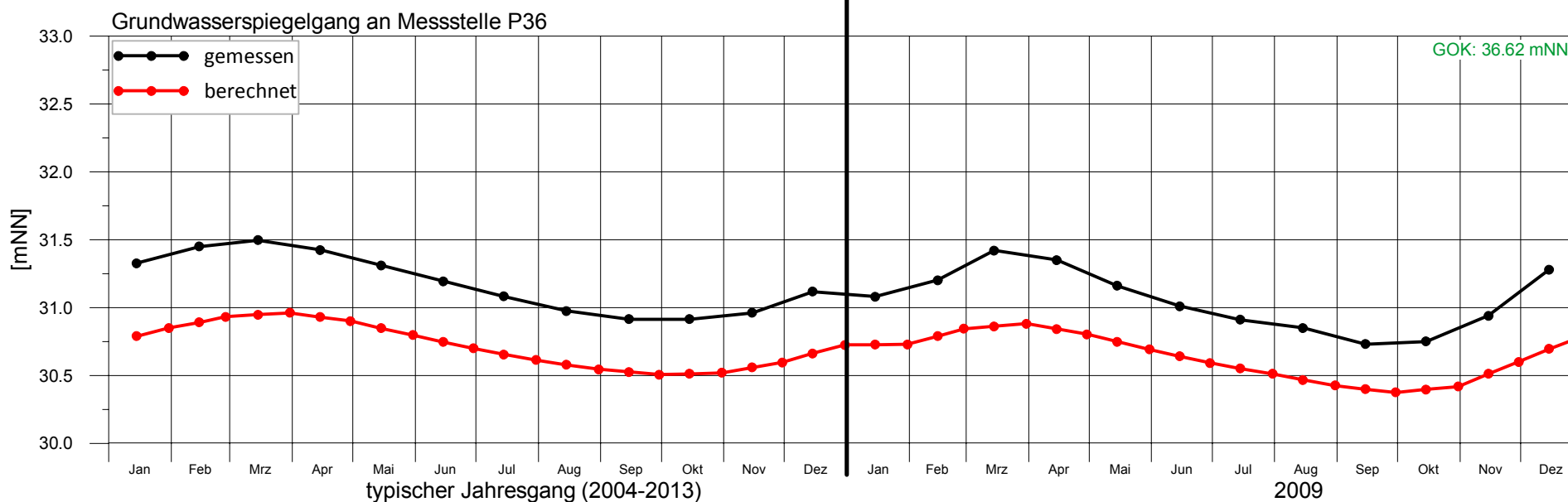
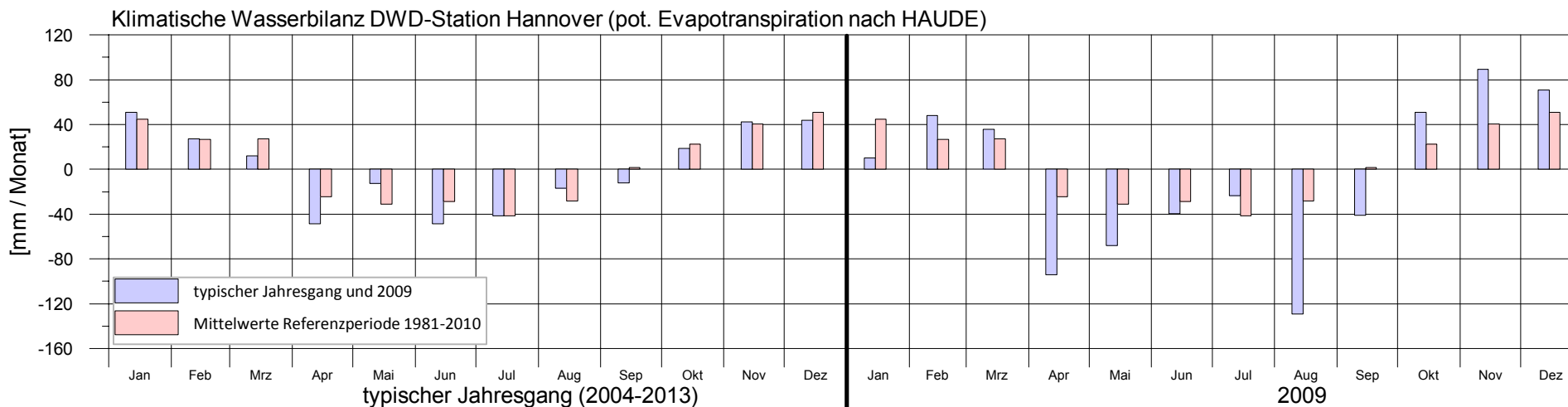
ca. 2,7 km südwestlich Brunnen 5, Fassung Fuhrberg

Grundwasserströmungsmodell  
 Hannover-Nord  
 - Dokumentation -



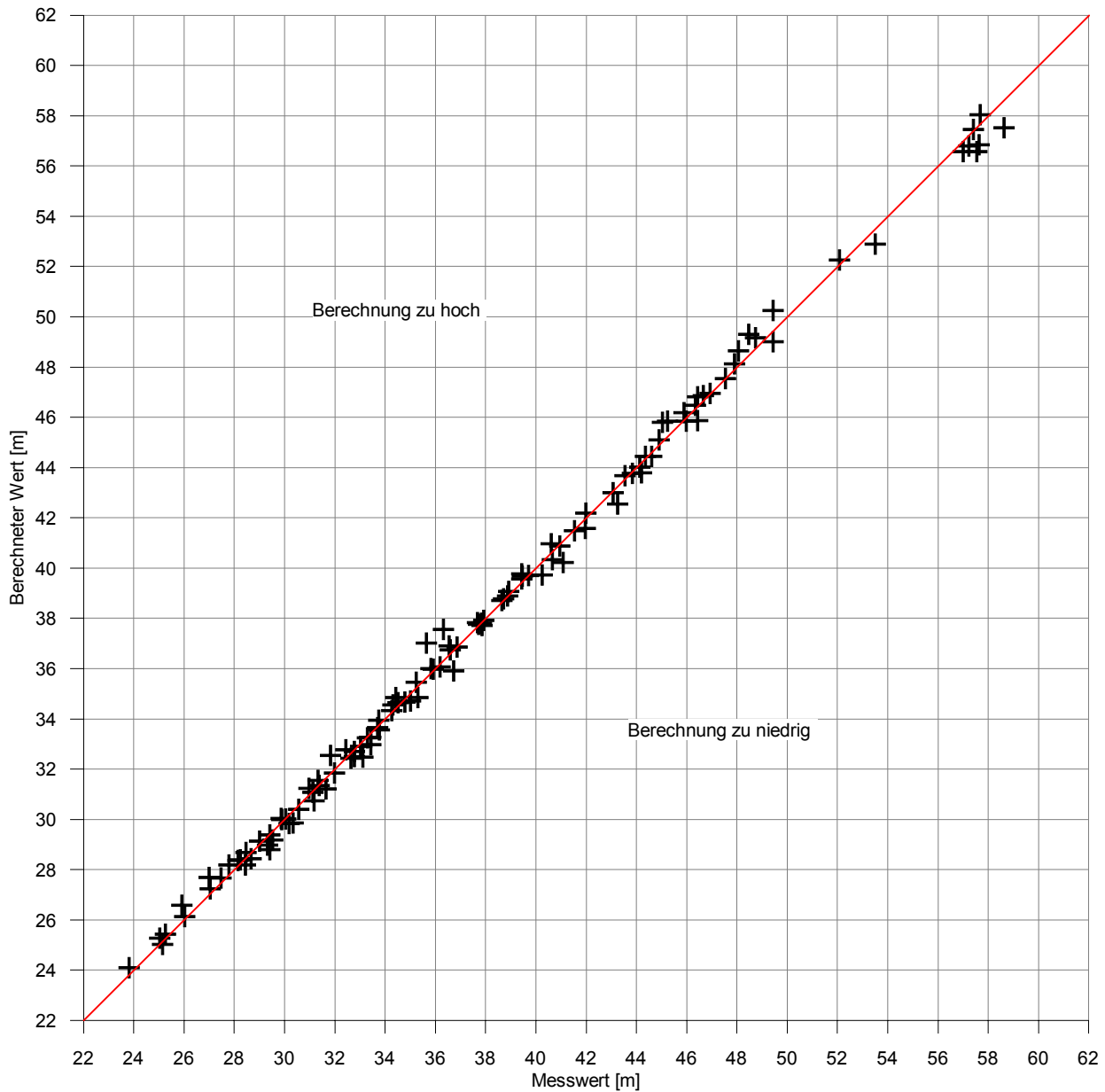


# Gw-spiegel Kontrollmessstelle P36 - Vergleich Messung / Rechnung - ca. 5,4 km nördlich Brunnen 3, Fassung Fuhrberg



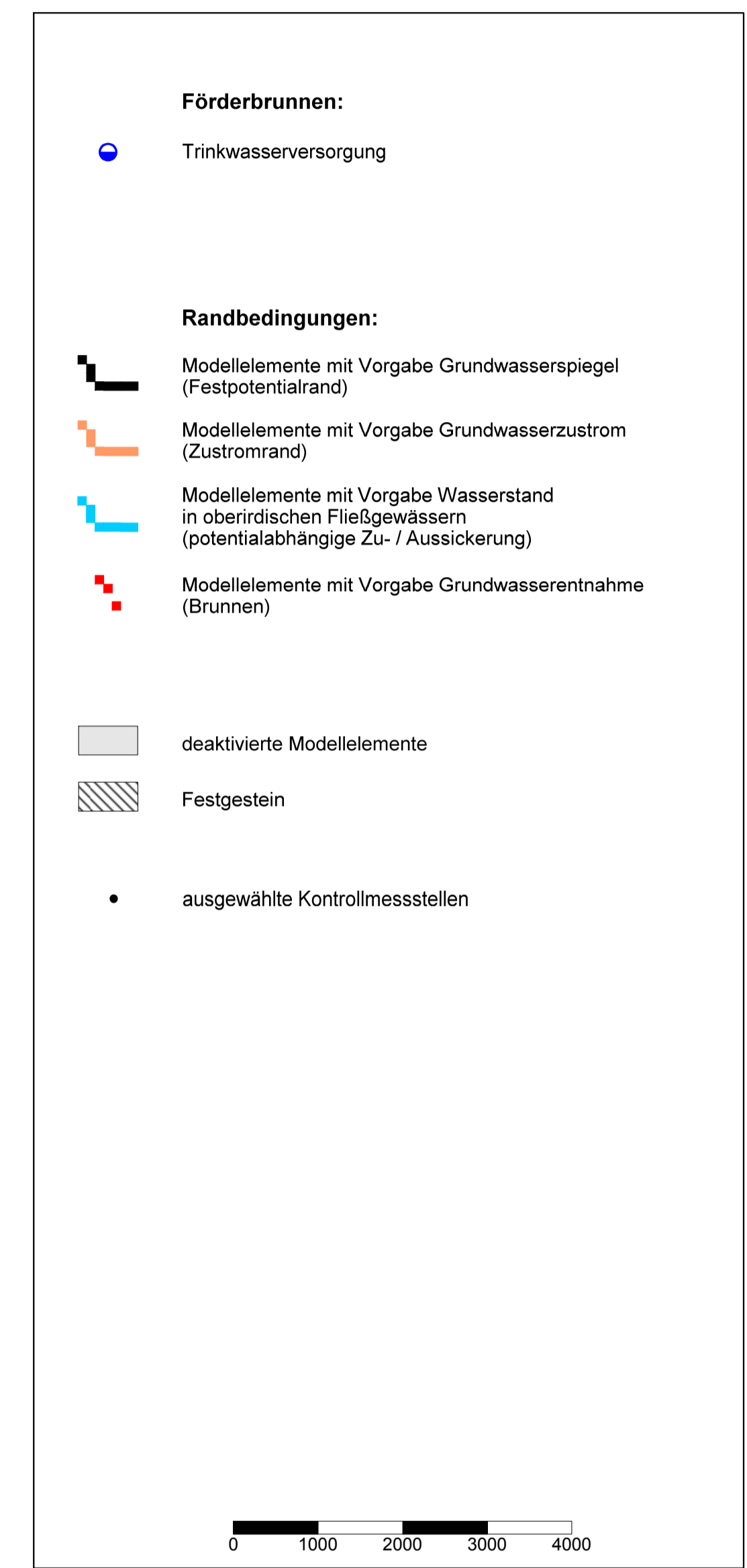
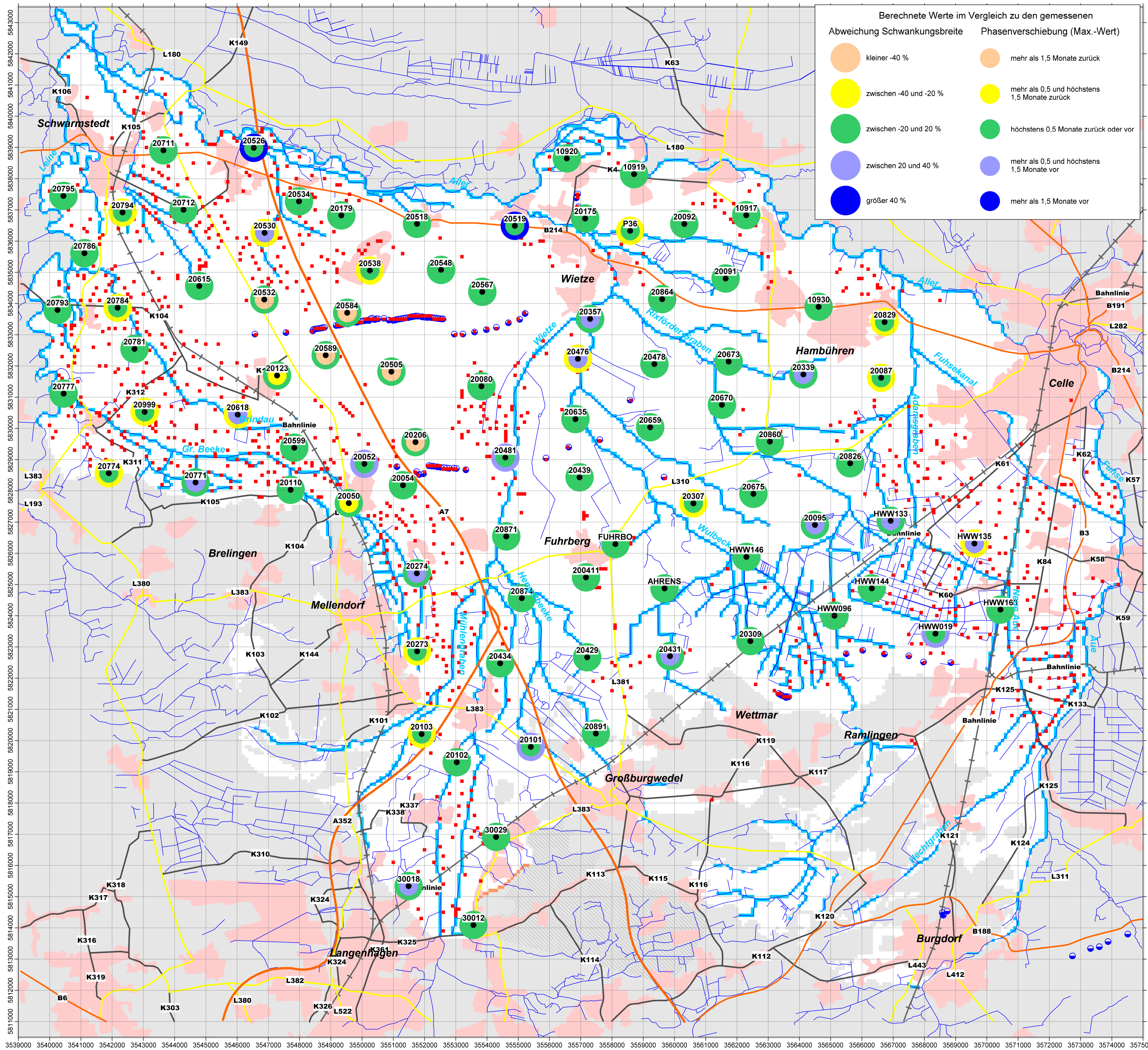
## Grundwasserströmungsmodell Hannover-Nord

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 [-]





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)

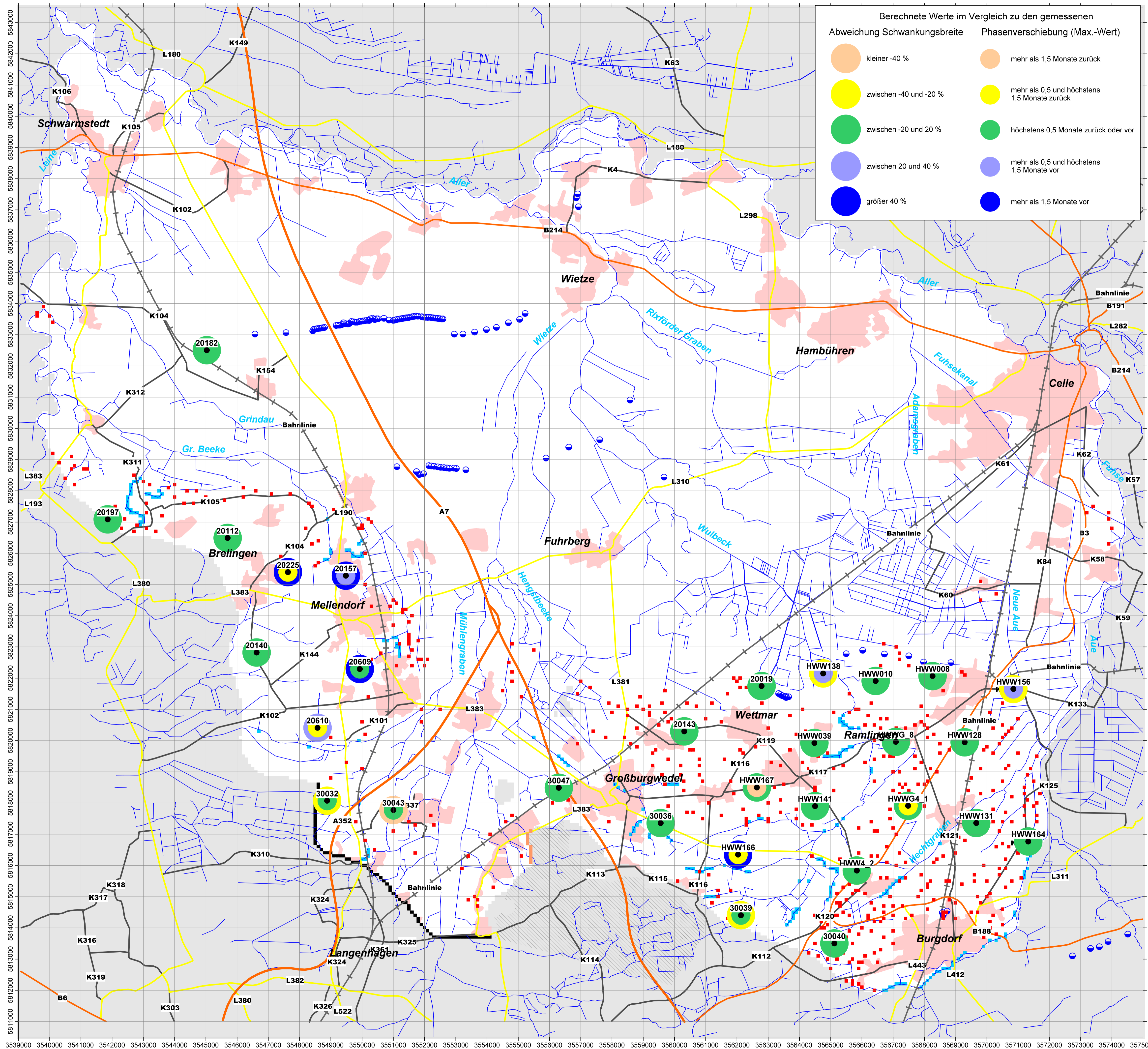
Modellstand: Juli 2020

**Anlage 16.2**

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

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





**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 <small>(bei Ausdruck auf DIN A1)</small>	Modellstand: Juli 2020	<b>Anlage 16.3</b>
---	------------------------	--------------------

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