

**Ostbayernring – Ersatzneubau: 380/110-kV-
Höchstspannungsleitung Redwitz – Schwandorf
einschließlich Rückbau der Bestandsleitung.
Abschnitt Umspannwerk Etzenricht –
Umspannwerk Schwandorf (Ltg. B161)**
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht 8002-17-0080-G-004
Projekt 8002-17-0080
Revision 03
Datum 25.08.2021

Planfestgestellt mit Beschluss der
Regierung der Oberpfalz vom
29.07.2022,
Az. ROP-3321.0-2-31
Regensburg,
29.07.2022



gez. Dr. Rebler,
Oberregierungsrat

Auftraggeber

TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße. 70
95448 Bayreuth
www.tennet.eu



Erstellt von

GZP GbR
Schauenburgerstraße 116
24118 Kiel
www.gzp-kiel.de

T +49 (0) 431 5606-548
F +49 (0) 431 5606-295
E info@gzp-kiel.de



Datum Freigabe

Titel

Geprüft

Freigabe

25.08.2021

Ostbayernring – Ersatzneubau: 380/110-kV-Höchstspannungsleitung
Redwitz – Schwandorf einschließlich Rückbau der Bestandsleitung.
Abschnitt Umspannwerk Etzenricht – Umspannwerk Schwandorf
(Ltg. B161)
Hydrogeologisches Gutachten

M. Sc. Heindel

Dr. Gebhardt

INHALT

1	Veranlassung	4
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Zielsetzung.....	4
2	Vorgehensweise	5
2.2	Datengrundlage.....	5
3	Beschreibung des Bauvorhabens	6
4	Beschreibung der naturräumlichen Gegebenheiten	7
4.1	Geographische Lage	7
4.2	Klima	7
4.3	Geologie.....	8
5	Hydrogeologische Verhältnisse	8
5.1	Thüringisch–fränkisches Bruchschollenland	9
5.2	Oberpfälzer-Bayerischer Wald	11
5.3	Bodenwöhler Bucht.....	14
6	Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete.....	17
7	Potenzielle Auswirkungen.....	18
7.1	Darstellung bzw. Prognose der entnahmebedingten Veränderungen	18
7.1.1	Grundwasserabsenkung	18
7.1.2	Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete	20
7.2	Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit.....	21
7.2.1	Allgemeine Empfindlichkeit	21
7.2.2	Nitrateinträge	23
8	Fazit.....	31
8.1	Entnahmebedingte Veränderungen.....	31
8.2	Grundwasserbeschaffenheit.....	32
9	Literatur	33
9.1	Quellenverzeichnis	33
9.2	Juristische Veröffentlichungen.....	34

ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtskarte der Maststandorte für Neubau und Bestand
- Anlage 2: Tabellarische Zusammenfassung der hydrogeologischen Verhältnisse
- Anlage 3: LH-08-B100 – Schichtverzeichnisse der Baugrunduntersuchungen aus 1968
- Anlage 4: 110-kV-Anschlüsse – Schichtverzeichnisse der Baugrunduntersuchung
- Anlage 5: Karte 4.1 Zustandsbeurteilung Grundwasserkörper – Komponente Nitrat

1 VERANLASSUNG

Der Neubau der 380-kV-Höchstspannungsfreileitung Ostbayernring zwischen Redwitz a. d. Rodach in Oberfranken und Schwandorf in der Oberpfalz soll in Zukunft eine stabile Stromversorgung durch erneuerbare Energien in der Region gewährleisten.

Der Ostbayernring ist eine etwa 185 km lange, bereits bestehende Freileitungstrasse. Sie gerät aufgrund der Einspeisung von Strom aus regenerativen Energiequellen bereits heute zunehmend an ihre Kapazitätsgrenzen. Im Zuge der Energiewende sind die bestehenden 380/220-kV-Anlagen daher nicht mehr ausreichend. Um weiterhin die Stromversorgung in der Region gewährleisten zu können soll der Ostbayernring auf zwei 380-kV-Systeme erweitert werden, die ebenfalls als Freileitungen realisiert werden sollen. Aus statischen Gründen reichen die vorhandenen Masten nicht mehr aus. Daher sind der Bau von neuen Mastkonstruktionen und der anschließende Rückbau der bestehenden Masten geplant.

~~Hierfür ist das~~ Das Projekt Ostbayernring ist im ~~Netzentwicklungsplan (NEP) 2012~~ als Projekt 46 beziehungsweise Maßnahme 56 Bestandteil der ~~Netzentwicklungspläne (NEP) seit dem NEP 2012~~ und wurde fortlaufend durch die BNetzA bestätigt. Das Projekt ist als Vorhaben Nr. 18 in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) aufgeführt. ~~durch die Bundesnetzagentur (auf Grundlage des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPIG)) bestätigt worden und soll voraussichtlich 2023 in Betrieb gehen.~~ Die Gesamtmaßnahme ist in vier Abschnitte unterteilt (vgl. Kap.3).

Im Herbst 2017 hat die TenneT TSO GmbH die GZP GbR beauftragt, für den geplanten Ersatzneubau sowie den nach Inbetriebnahme geplanten Rückbau der Bestandsleitung (LH-08-B100) das vorliegende hydrogeologische Fachgutachten zu erstellen.

1.1 Aufgabenstellung

Dieses Gutachten ~~im Revisionsstand 3 mit Berücksichtigung der Einwendungen sowie des Planungsstandes gem. 1. Deckblattänderung~~ befasst sich mit dem Abschnitt vom Umspannwerk (UW) Etzenricht bis zum Umspannwerk Schwandorf (Ltg. Nr. B161).

Hierbei handelt es sich um ein umfassendes Fachgutachten, welches einen Überblick über die vorliegende Hydrogeologie im Kontext des Bauvorhabens im genannten Abschnitt anhand verfügbarer Datengrundlagen (vgl. Kap. 2.2) liefert und mittels dieser bewertet.

1.2 Zielsetzung

Im Ersten Schritt werden die hydrogeologischen Verhältnisse in den vom Vorhaben betroffenen Gebieten beschrieben, um im Anschluss eine Prognose zur Sensibilität gegenüber möglichen Veränderungen durch das Bauvorhaben zu treffen. Potenzielle Auswirkungen werden in einem Fazit bewertet.

Es sind folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Welche hydrogeologischen Verhältnisse sind im vom Vorhaben betroffenen Gebiet vorzufinden?

- Welche Bereiche sind möglicherweise von grundwasserentnahmebedingten (Bauwasserhaltung) Veränderungen betroffen?
- Gibt es gegenüber potentiellen Schadstoffeinträgen empfindliche Gebiete?
- Wie wirken sich Kahlschläge im Leitungsschutzstreifen auf den Zustand der Grundwasserkörper (GWK), Wasserschutzgebiete (WSG) und Grundwassereinzugsgebiete (GW-Ezg.) hinsichtlich der Nitratkonzentration aus?
- Welche Maßnahmen oder Untersuchungen werden für das weitere Vorgehen nötig bzw. empfohlen?

2 VORGEHENSWEISE

2.1 Methodisches Vorgehen

Dem vorliegenden hydrogeologischen Gutachten liegen folgende Prüfungsschritte zugrunde:

1. Beschreibung des Bauvorhabens
2. Beschreibung des Untersuchungsraumes (naturräumliche Gegebenheiten)
3. Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse
4. Darstellung der potenziellen Auswirkungen des Vorhabens im Bereich der verschiedenen betroffenen hydrogeologischen Einheiten und hier insbesondere den mengenmäßigen und chemischen Zustand der Grundwässer/Grundwasserkörper in Wasserschutzgebieten und Grundwassereinzugsgebieten
5. Fazit und Ausblick für das weitere Vorgehen

2.2 Datengrundlage

Die folgenden Daten wurden für die Auswertung verwendet:

- Geologische Übersichtskarte (GÜK) im Maßstab 1:500.000 (© Bayerisches Geologisches Landesamt, München 1996)
- Hydrogeologische Karte 1:100.000 (HÜK100) für Oberpfalz Nord (Reg06) (2014)
- Hydrogeologische Karte 1:200.000 (HÜK200 OGWL © BGR & SGD 2016)
- Hydrologischer Atlas von Deutschland: Tafel 5.5 - Mittlere jährliche Grundwasserneubildung 1:100.000: (BGR 2013)
- Geoinformationen zur zukünftigen Nutzung im Zuge der Maßnahmen aus der UVP (Arbeitsstand April 2018)
- Grundwassereinzugsgebiete (© Wasserwirtschaftsamt Weiden 2017)
- Wasserschutzgebiete (Bayerisches Landesamt für Umwelt [2017](#) [2020](#))

Zusätzlich wurden durch den Auftraggeber Planungsunterlagen hinsichtlich der Trassenverläufe und der Maststandorte zur Verfügung gestellt.

3 BESCHREIBUNG DES BAUVORHABENS

Der Ersatzneubau des Ostbayernringes soll weitestgehend parallel zu der bestehenden Freileitung errichtet werden und verläuft somit von Redwitz über Mechlenreuth und Etzenricht nach Schwandorf. Der genaue Verlauf der Leitung ist den Unterlagen zur Planfeststellung zu entnehmen. Das Gesamtvorhaben wird dabei in vier Abschnitte unterteilt, wobei die einzelnen Abschnitte jeweils an einem bereits bestehenden Umspannwerk (UW) oder der Regierungsbezirksgrenze zwischen Oberfranken und Oberpfalz beginnen bzw. enden. In jedem Abschnitt ist sowohl der Neubau, als auch der Rückbau der Bestandsleitung geplant. Die Abschnitte gliedern sich wie folgt:

1. Abschnitt Umspannwerk Redwitz – Umspannwerk Mechlenreuth
 - a. Neubau Leitung B159
 - b. Rückbau Bestandsleitung B112
2. Abschnitt Umspannwerk Mechlenreuth – Regierungsbezirksgrenze Oberfranken/Oberpfalz
 - a. Neubau Leitung B160
 - b. Rückbau Bestandsleitung B111
3. Abschnitt Regierungsbezirksgrenze Oberfranken/Oberpfalz – Umspannwerk Etzenricht
 - a. Neubau Leitung B160
 - b. Rückbau Bestandsleitung B111
4. Abschnitt Umspannwerk Etzenricht – Umspannwerk Schwandorf
 - a. Neubau Leitung B161
 - b. Rückbau Bestandsleitung B100

Das vorliegende hydrogeologische Gutachten betrifft die Rückbauleitung LH-08-B100 und der Neubauleitung B161 im Abschnitt UW Etzenricht bis zum UW Schwandorf. Diese verlaufen beginnend am UW Etzenricht (Gemeinde Etzenricht) in südliche Richtung durch Rothenstadt (Stadt Weiden i. d. OPf.), entlang der Verwaltungsgrenze zwischen Stadt Weiden i. d. OPf. und der Gemeinde Pirk, durch das Verwaltungsgebiet Markt Luhe-Wildenaau und der Stadt Schnaittenbach, durch Kettnitzmüchel (Markt Wernberg-Köblitz), entlang der Verwaltungsgrenzen zwischen der Gemeinde Schmidgaden und Stadt Nabburg, durch Gösselsdorf (Gemeinde Schmidgaden), Gemeinde Fensterbach, Markt Schwarzenfeld bis zum UW Schwandorf (Große Kreisstadt Schwandorf). Der Verlauf ist der Übersichtskarte in Anlage 1 zu entnehmen.

Die Umsetzung ist so geplant, dass zunächst jeweils die Neubauleitung errichtet bzw. in Betrieb genommen wird und anschließend der Rückbau der Bestandsleitung im jeweiligen Abschnitt erfolgt. Durch diese Vorgehensweise wird der Leitungsbetrieb weitestgehend durchgehend aufrechterhalten.

4 BESCHREIBUNG DER NATURRÄUMLICHEN GEGEBENHEITEN

4.1 Geographische Lage

Das vom Abschnitt UW Etzenricht bis UW Schwandorf betroffene Gebiet befindet sich in der Region Oberpfalz und dem gleichnamigen Regierungsbezirk im Nordosten Bayerns am Oberlauf der Naab (Nebenfluss der Donau). Die Region wird der Mittelgebirgsregion zugeordnet. Dabei verläuft der Abschnitt größtenteils durch die Landschaftseinheit des Oberpfälzer Waldes und passiert dabei im nördlichen Teil das Oberpfälzer Becken- und Hügelland. Die Maststandorte liegen in Höhen von ca. 300 bis 600 m über NN.

4.2 Klima

Im Gebiet warmgemäßigten Klimas, schwankt der mittlere Jahresniederschlag im Leitungsverlauf des Abschnittes UW Etzenricht – UW Schwandorf zwischen 708,6 mm im Norden (Abb. 1) bis 637,2 mm im südlichen Teil der Leitung (Abb. 2). Ergänzend beträgt die durchschnittliche Wasserbilanz im Jahr 132,0 mm (Almesbach; 1990–2016) und 8,8 mm (Irrenlohe; 1992–2016). Aus denselben Zeiträumen ergibt sich eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,1°C bei Almesbach ebenso wie bei Irrenlohe. Die klimatischen Verhältnisse sind z. T. variabel bei einem Höhenlagenunterschied der Wetterstationen um 57 m: In 420 m Höhe Almesbach und Irrenlohe in 363 m Höhe über NN.

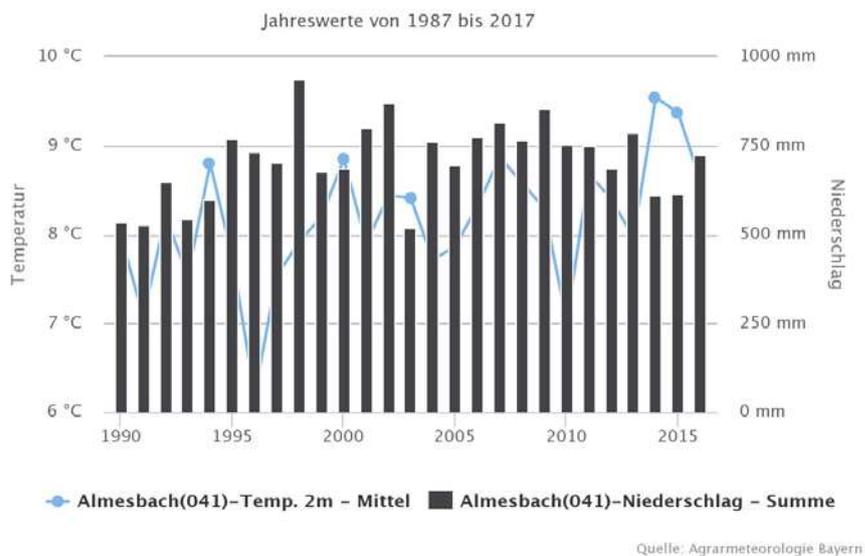


Abb. 1: Niederschlagsdiagramm Almesbach (Lfl.: AgrarMeteorologie Bayern. www.wetter-by.de)

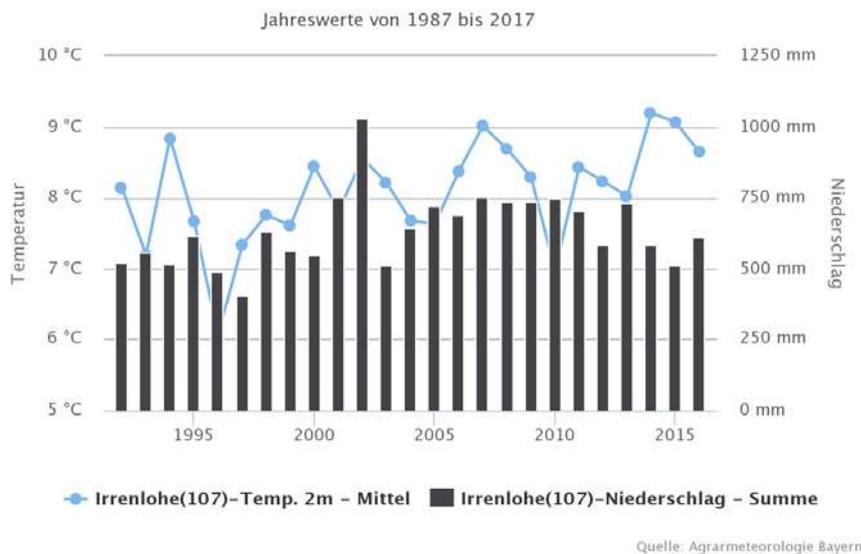


Abb. 2: Niederschlagsdiagramm Irrenlohe (Lfl.: AgrarMeteorologie Bayern. www.wetter-by.de).

4.3 Geologie

Das im Abschnitt vom UW Etzenricht bis zum UW Schwandorf betroffene Gebiet durchschneidet von Nord nach Süd zunächst das west- und süddeutsche Schichtstufen- und Bruchschollenland in dem weitflächig sedimentäre, mesozoische Gesteinseinheiten ausstreichen. Dieses wird im Verlauf Richtung Süden vom südostdeutschen Grundgebirge durchschnitten, welches durch anstehende magmatische und unterschiedlich stark metamorphe Gesteinseinheiten geprägt ist. Es liegen demnach neben den regionalen klimatischen Unterschieden auch heterogene geologische Verhältnisse vor.

5 HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Die hydrogeologische Raumgliederung in Großräume, Teilräume, Räume und Einheiten basiert auf den Strukturmerkmalen der HÜK200 (HÜK200 OGWL © BGR & SGD 2016) und HÜK100 (LfU 2007, 2014, 2017), dem Fachbericht Nr. 20 zur hydrogeologischen Raumgliederung Bayerns (Büttner *et al.* 2003) sowie dem Fachbericht Nr. 21 mit den hydrogeochemischen Hintergrundwerten der Grundwässer Bayerns (Wagner *et al.* 2003).

Die Einschätzung zum Schutz der Grundwasserleiter basiert auf der Auswertung der Grundwassergleichen aus der HÜK100 und den Beschreibungen zu hydrogeologischen Merkmalen aus der HÜK100 und HÜK200 bzw. der Erläuterung zu letzterer aus Wagner *et al.* (2003).

Die Zuordnung der Masten sowohl der Neubauleitung B161 als auch der Bestandsleitung LH-08-B100 zu hydrogeologischen Strukturen sowie die Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale ist Anlage 2 zu entnehmen.

Bei der Erläuterung der hydrogeologischen Verhältnisse in den nachfolgenden Kapiteln wurde wie folgt vorgegangen: Gemäß des Leitungsverlaufes wurden von Nord nach Süd die betroffenen hydrogeologischen Teilräume herausgearbeitet. Diese bilden die einzelnen Unterkapitel. Die zweite Stufe bilden die Gruppen der hydrogeologischen Einheiten aus Wagner *et al.* (2003). Auf der obersten Stufe werden die einzelnen hydrogeologischen Einheiten (HÜK200 & Wagner *et al.* 2003) dargestellt. In diesen – im weiteren Verlauf als Cluster bezeichneten Einheiten – wurden die Masten der Neubauleitung und Bestandsleitung zusammengefasst und die hydrogeologischen Verhältnisse näher beschrieben (vgl. Anlage 2).

Im Folgenden wird immer auf die nummerierten Cluster Bezug genommen. Diese sind unabhängig von den entsprechenden Teilräumen durchnummeriert (vgl. ebenfalls Anlage 2).

5.1 Thüringisch-fränkisches Bruchschollenland

Dieser hydrogeologische Teilraum liegt im süddeutschen Schichtstufen- und Bruchschollenland, welches durch das weitflächige Ausstreichen mesozoischer Gesteinseinheiten mit sedimentärer Genese geprägt ist.

Im Nachfolgenden sind die Gruppen der hydrogeologischen Einheiten gelistet und die jeweils zugehörigen Cluster genannt.

O: Perm ohne „Zechstein in salinärer Fazies“

Cluster O.1: Oberrotliegend

Im Gebiet des Oberrotliegenden sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 93–88, 77–75
- Neubauleitung: 1–6, 21–23

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Es liegt der Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter vor. Das Grundwasserstockwerk wird zum großen Teil durch die Permotrias (Bestand Nr. 93–89, 76, 75; Neubau Nr. 1–5, 22, 23), bei der die hydrogeologische Einheit hier gleichzeitig die Sohlschicht dieses Stockwerks bildet. Des Weiteren sind Maststandorte über den durch Quartär (Bestand Nr. 88; Neubau Nr. 6) sowie das Kristallin (Bestand Nr. 77; Neubau Nr. 21) gebildeten Grundwasserstockwerke verortet.

Schutz des Grundwasserleiters

Es besteht nur bei Mast 93 der Bestandsleitung ein guter Schutz durch eine bindige Deckschicht mit äußerst geringer bis geringer Porendurchlässigkeit. An Mast 77 (Bestand) und 21 (Neubau) weisen die Deckschichten variable Porendurchlässigkeiten auf. Eine Deckschicht aus Lockergestein mit mäßiger bis mittlerer Porendurchlässigkeit ist an Mast 92A und 76 der Bestandsleitung sowie an Mast 1 und 2 des Neubaus vorhanden. Diese weist eine gelegentliche und unbedeutende Führung von Grundwasser, das mit dem Vorfluter im hydraulischen Kontakt

steht, auf. Darüber hinaus wurde in der BGU bei Endteufen von 4,0–6,2 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen (vgl. Anlage 3). Einzige Ausnahme stellt der Maststandort 92A dar: Hier wurde auf 2,6 m mit einem „Auftrieb“ bis 1,3 m Grundwasser erbohrt. Die obersten Substrate werden hier hauptsächlich aus Feinsand mit variierenden Schluff- oder Tonanteilen beschrieben. Den untersten Horizont ca. beginnend bei 2,5 m bilden Stein, Kies und entfestigter Sandstein. Aus den Grundwassergleichen geht für die Masten der Neubauleitung ein GW-Flurabstand < 10 m bis 20 m u. GOK hervor.

H: Quartärschotter mit vorwiegend silikatischer Zusammensetzung

Cluster H.2: Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär

Im Bereich der quartären Flussschotter sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 87–79, 74–71, 69–67
- Neubauleitung: 7–19, 25–33

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Lockergesteins-Grundwasserleiter (Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-4}$ bis 10^{-3} m/s mittel. Die Einheit fungiert als Grundwasserleiter. Größtenteils wird das Grundwasserstockwerk durch das Quartär gebildet, an einzelnen Maststandorten auch durch das Kristallin (Bestand Nr. 79; Neubau Nr. 18) oder die Permotrias (Bestand Nr. 67). Letztere ist von regionaler Bedeutung.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen vereinzelt und stark variierende Deckschichten vor: aus Lockergestein mit mittlerer bis sehr hoher Porendurchlässigkeit (Bestand Nr. 79) oder aus organischem Lockergestein bestehend mit geringer Porendurchlässigkeit bei hohem Wasserspeichervermögen (Bestand Nr. 74, 73; Neubau Nr. 25–27) sowie aus Lockergestein mit mäßiger bis mittlerer Porendurchlässigkeit bei gelegentlicher aber unbedeutender Führung von Grundwasser, welches mit dem Vorfluter im hydraulischen Kontakt steht (Bestand Nr. 67; Neubau Nr. 33). Entgegen der kartographischen Auswertung wurde an den Maststandorten 74 und 73 eine Substratzusammensetzung (hauptsächlich aus Fein–Grobsand bzw. Fein–Mittelsand) angetroffen, aus welcher eine eher höhere Porendurchlässigkeit resultiert (vgl. Anlage 3).

Gemäß der BGU der Bestandsleitung sind an allen Maststandorten geringe GW-Flurabstände zwischen GOK und 1,2 m u. GOK zu erwarten.

E: Buntsandstein

Cluster E.3: Unterer - Mittlerer Buntsandstein (ungegliedert) in Kaoline-Fazies

Innerhalb dieser Einheit liegen die folgenden Masten:

- Bestandsleitung: –
- Neubauleitung: 24

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Die vorliegende Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter mit Grundwasservorkommen von lokaler Bedeutung.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine schützenden Deckschichten vor. Die vorliegenden Grundwassergleichen des Permotrias sind gemäß HK100 oberflächennah verbreitet (≤ 10 m u. GOK). Das Grundwasserstockwerk bildet die Permotrias.

Cluster E.4: Mittlerer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies

Innerhalb dieser Einheit liegen die folgenden Masten:

- Bestandsleitung: 66, 65
- Neubauleitung: 34–36

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Die vorliegende Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter mit Grundwasservorkommen von z. T. lokaler Bedeutung (Bestand Nr. 66; Neubau Nr. 34, 35). Das Grundwasserstockwerk bildet die Permotrias (Bestand Nr. 66; Neubau Nr. 34, 35) bzw. das Kristallin (Bestand Nr. 65; Neubau Nr. 36).

Schutz des Grundwasserleiters

Am Mast Nr. 65 der Bestandsleitung tritt eine Deckschicht aus nicht bindigem Lockergestein mit mittlerer bis sehr hoher Porendurchlässigkeit auf. Die Maststandorte der Neubauleitung weisen eine gering mächtige und/oder lückenhafte Deckschicht aus Lockergestein mit einer mäßigen bis mittleren Porendurchlässigkeit und unbedeutender Führung von Grundwasser auf, welches mit der Vorflut in hydraulischem Kontakt steht. Die vorliegenden Grundwassergleichen des Permotrias sind gemäß HK100 oberflächennah verbreitet (≤ 10 m u. GOK). Allerdings wurde während der BGU der Bestandsleitung bei Bohrtiefen von 4 bis 6,2 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen.

5.2 Oberpfälzer-Bayerischer Wald

Dieser hydrogeologische Teilraum entspricht den Ausmaßen des gleichnamigen Raumes und grenzt im Westen an Bruchschollen- und Schichtstufenland, im Süden an das Molassenbecken. Vorherrschende Gesteine sind Granite und Gneise.

Im Nachfolgenden sind die Gruppen der hydrogeologischen Einheiten gelistet und die jeweils zugehörigen Cluster genannt.

K: Saure bis intermediäre Silikatgesteine des kristallinen Grundgebirges

Cluster K.7: Saure bis intermediäre metamorphe Einheiten des Oberpfälzer- und Bayerischen Waldes

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 64–62, 58–52, 50–47
- Neubauleitung: 37–41, 43–48, 50, 51, 53–56

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Metamorphite bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten kleiner 10^{-5} m/s gering bis äußerst gering. Die Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird vom Kristallin gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

An einzelnen Maststandorten sind außer im Hangfußbereich gering mächtige Deckschichten aus Lockergesteinen mit variablen Porendurchlässigkeiten vorzufinden (Bestand Nr. 50; Neubau Nr. 48, 50) sowie an Bestandsmast 63 eine ebenso gering mächtige Deckschicht aus Lockergestein mit mäßiger bis mittlerer Porendurchlässigkeit und gelegentlicher, unbedeutender Führung von Grundwasser, das mit der Vorflut in hydraulischem Kontakt steht.

Speziell bei Gneisen und Granitoiden kommt es in den oberflächennahen Bereichen aufgrund der in-situ-Verwitterung zur Bildung von Zersatz- und Vergrusungszonen mit lokal unterschiedlicher Mächtigkeit. Bei Ausbildung bindiger mächtiger Zersatzdecken ist von einem Schutz des sehr empfindlichen Grundwassers (fehlendes Rückhaltevermögen) auszugehen. Gemäß der BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) wurde mit maximal möglichen Bohrtiefen von 0,8 bis 6 m nur an Mast 63 bei 0,8 m u. GOK Grundwasser angetroffen.

Cluster K.8: Quarzführende Magmatite des Oberpfälzer- und Bayerischen Waldes

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 78, 61–59, 51
- Neubauleitung: 20, 42, 49, 52, 57

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Magmatite bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten kleiner 10^{-5} m/s gering bis äußerst gering. Die Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird vom Kristallin gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Eine Deckschicht aus nicht bindigen Lockergesteinen mit mittleren bis sehr hohen Porendurchlässigkeiten ist nur an Mast 59 der Bestandsleitung vorzufinden. Speziell bei Gneisen und Granitoiden kommt es in den oberflächennahen Bereichen aufgrund der in-situ-Verwitterung zur Bildung von Zersatz- und Vergrusungszonen mit lokal unterschiedlicher Mächtigkeit. Gemäß der BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) wurde mit maximal möglichen Bohrtiefen von 2,2 bis 4 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen.

H: Quartärschotter mit vorwiegend silikatischer Zusammensetzung

Cluster H.2: Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär

Im Bereich der quartären Flussschotter (silikatisch) sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 70
- Neubauleitung: –

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Lockergesteins-Grundwasserleiter (Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-4}$ bis 10^{-3} m/s mittel. Die Einheit fungiert als Grundwasserleiter. Die Permotrias bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegt keine schützende Deckschicht vor. Gemäß der BGU der Bestandsleitung ist ein geringer GW-Flurabstand von 0,5 m u. GOK zu erwarten.

L: Braunkohlentertiär

Cluster L1: Braunkohlen-Tertiär des Naab-Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges

Innerhalb dieser Einheit liegen folgende Masten:

- Bestandsleitung: 46–40, 38–34
- Neubauleitung: 58–66, 68–74

Die durch silikatischen Chemismus mit organischen Anteilen geprägten Sedimentgesteine bilden Lockergesteins-Grundwasserleiter (Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s mäßig bis gering. Die Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird überwiegend durch das Permotrias gebildet. Nur am Standort von Mast 24 (Bestand) und 74 (Neubau) ist das Kristallin als Grundwasserstockwerk anzutreffen.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen an keinem Maststandort schützende Deckschichten vor, sodass bei dem bestehenden geringen Rückhaltevermögen das Grundwasser sehr empfindlich gegenüber Schadstoffeinträgen ist. Zum großen Teil sind an den Standorten der Bestandsmasten Fein–Mittelsand mit Tonanteilen von mindestens 20 % bis hin zu ausschließlich aus Ton bestehenden Schichten von mindestens einem Meter Mächtigkeit vorzufinden.

Gemäß der BGU der Bestandsleitung wurden bei maximalen Bohrtiefen zwischen 2,2 m und 8 m nur am Standort von Mast 43 in 1,5 m u. GOK und von Mast 37 in 2,5 m u. GOK Grundwasser angetroffen.

O: Perm ohne „Zechstein in salinärer Fazies“

Cluster O.2: Unterrotliegend in kohligter Fazies

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 39
- Neubauleitung: 67

Die durch silikatischen Chemismus mit organischen Anteilen geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten kleiner 10^{-7} bis 10^{-5} m/s gering. Es liegt der Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter vor. Das Permotrias bildet das Grundwasserstockwerk. Im Liegenden bildet die hydrogeologische Einheit die Sohlschicht dieses Stockwerks.

Schutz des Grundwasserleiters

Es sind keine mächtigeren Deckschichten vorhanden, sodass je nach Flurabstand und Ausbildung der Gesteine die Grundwässer gering bis mäßig geschützt sind. Am Mast 39 der Bestandsleitung wurde gemäß der BGU kein Grundwasser angetroffen (maximale Bohrtiefe 2,5 m).

5.3 Bodenwöhrer Bucht

Im Norden grenzt dieser Teilraums an die Pfahlstörung, im Süden und Osten an das Grundgebirge – dem dieses randlich diskordant aufliegt – und im Westen an die Fränkische Alb. Die Bodenwöhrer Bucht stellt eine großräumig ausgebildete Muldenstruktur dar, welche in erster Linie von kretazischen und triassischen sowie in geringerem Umfang jurassischen und permischen Gesteinseinheiten geprägt ist.

Im Nachfolgenden sind die Gruppen der hydrogeologischen Einheiten gelistet und die jeweils zugehörigen Cluster genannt

C: Dogger

Cluster C.3: Mittlerer Jura (ungegliedert)

Innerhalb dieser Einheit liegen folgende Masten:

- Bestandsleitung: 33, 27
- Neubauleitung: –

Die durch einen silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s mäßig bis gering. Die vorliegende Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Mesozoikum (ungegliedert, teilweise tektonisiert) bildet das Grundwasserstockwerk und die Sohlschicht des Eisensandsteins.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine schützenden Deckschichten vor. Gemäß BGU der Bestandsleitung wurden die erbohrten Substrate als Feinsand mit Lehmantteilen von 30–40 % angesprochen (maximale Bohrtiefen 4 und 6 m). Dies lässt auf eine von Wagner *et al.* (2003) beschriebene schützende Überdeckung aus Lösssand schließen. An beiden Masten wurde gemäß der BGU kein Grundwasser angetroffen (maximale Bohrtiefen 4 und 6 m).

N: Kreide

Cluster N.1: Cenoman – Campan (Normalfazies)

Innerhalb dieser Einheit sind die folgenden Masten verortet:

- Bestandsleitung: 32–30
- Neubauleitung: 75–78

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s mäßig bis gering. Es handelt sich um einen bedeutenden Grundwasserleiter. Die Roding-Formation (Oberes Grundwasserstockwerk der Bodenwöhrer Senke) bildet das Grundwasserstockwerk (überdeckt an Bestandsmast Nr. 30 und Neubaumast Nr. 78).

Schutz des Grundwasserleiters

An Mast 31 der Bestandsleitung liegt eine aus Lockergesteinen gebildete gering mächtige Deckschicht mit variablen Porendurchlässigkeiten vor. Eine weitere aus organischem Lockergestein bestehende Deckschicht ist am Neubaumast 78 vorzufinden und weist ein hohes Wasserspeichervermögen bei geringen Porendurchlässigkeiten auf (Moore). Mit Ausnahme von Mast 30 wurde gemäß der BGU der Bestandsleitung bis zur maximalen Bohrtiefe von 4,5 m kein Grundwasser angetroffen. Aus den Grundwassergleichen sind GW-Flurabstände von ≤ 10 m abzuleiten. An Mast 30 wurde ein GW-Stand von 1 m u. GOK angetroffen. Gemäß vorliegendem Schichtverzeichnis weist eine ca. 5,5 m mächtige Schicht aus „werdender Braunkohle“ auf das Vorkommen des Braunkohletertiärs hin. Nach Prüfung mittels HK 100 muss dies auch für Mast 78 der Neubauleitung angenommen werden.

L: Braunkohletertiär

Cluster L.1: Braunkohlen-Tertiär des Naab-Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 29, 28, 26–22, 26 (O6)
- Neubauleitung: 79–91, 26N

Die durch silikatischen Chemismus mit organischen Anteilen geprägten Sedimentgesteine bilden Lockergesteins-Grundwasserleiter (Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s mäßig bis gering. Die Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird zu Teilen aus dem Mesozoikum (ungeglie-

dert, teilweise tektonisiert) (Bestand Nr. 29, 28; Neubau Nr. 80, 81), der Roding-Formation (überdeckt, Oberes Grundwasserstockwerk der Bodenwöhler Senke) (Bestand Nr. 26, 25; Neubau Nr. 82), der Roding-Formation (Oberes Grundwasserstockwerk der Bodenwöhler Senke) (Neubau Nr. 83) und dem Quartär (Bestand Nr. 24–22, 26 (O6); Neubau Nr. 84–91, 26N) gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen bei bestehendem geringen Rückhaltevermögen nur z. T. gering mächtige Deckschichten aus Lockergestein mit sehr geringer bis geringer Porendurchlässigkeit vor (Bestand Nr. 23, 22, 26 (O6); Neubau Nr. 26N, 85–91). Gemäß der BGU der Bestandsleitung wurde mit Ausnahme von Mast 26 (maximale Bohrtiefe 4,5 m) an allen Masten der Bestandsleitung Grundwasser in Tiefen zwischen 0,6 und 1,8 m u. GOK (maximale Bohrtiefe von 6 bis 8,8 m) angetroffen.

H: Quartärschotter mit vorwiegend silikatischer Zusammensetzung

Cluster H.2: Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär

Im Gebiet der Quartären Flussschotter sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 21–11, 8–2, 25–14 (O6), 10–5 (O6)
- Neubauleitung: 92–99, 102–109, 17N, 5N

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Lockergesteins-Grundwasserleiter (Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-4}$ bis 10^{-3} m/s mittel. Die Einheit fungiert als Grundwasserleiter. Das Quartär bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Zum Teil liegen gering mächtige und/oder lückenhafte Deckschichten aus Lockergestein mit sehr geringen bis geringen Porendurchlässigkeiten vor (Bestand Nr. 8, 10 (O6); Neubau Nr. 102). Gemäß BGU wurden über alle Standorte der Bestandsleitung hinweg GW-Stände zwischen GOK und 2,2 m u. GOK (maximale Bohrtiefen von 0,6 bis 11 m u. GOK) angetroffen (vgl. Anlage 3 & 4).

C: Dogger

Cluster C.1: Mittlerer Jura (Opalinuston)

In der hydrogeologischen Einheit Mittlerer Jura (Opalinuston) sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 10, 13 (O6)
- Neubauleitung: 100

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-9}$ bis 10^{-7} m/s sehr gering. Die Einheit wird entsprechend als Grundwassergeringleiter einge-

stuft. Die Trias (überdeckt, unteres Grundwasserstockwerk der Bodenwöhler Senke) bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine Deckschichten vor. Wenn Ton im Ausstrich vorzufinden ist, bietet dieser einen Schutz vor Schadstoffeinträgen. Im Rahmen der BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) wurde an Mast 10 stark toniger Lehm bis 3 m u. GOK unterlagert von einer Tonschicht mit einer Mächtigkeit von ca. 2 m angetroffen. An den Masten der Bestandsleitung wurde kein Grundwasser angetroffen (maximale Bohrtiefen von 3,8 bis 6 m u. GOK) (vgl. Anlage 3 & 4).

A: Mittlerer und Oberer Keuper in klastischer Fazies

Cluster A.8 Mittlerer Keuper (ungegliedert)

Im Gebiet dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 9, 12 (O6), 11 (O6)
- Neubauleitung: 101

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die mäßige bis geringe Durchlässigkeit ist durch kf-Werte von $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s gekennzeichnet. Es handelt sich um einen wichtigen Grundwassergeringleiter. Die Trias (überdeckt, unteres Grundwasserstockwerk der Bodenwöhler Senke) bildet das Grundwasserstockwerk und die Sohlschicht des Rhätolias.

Schutz des Grundwasserleiters

An allen Maststandorten liegen Deckschichten aus Lockergestein mit variablen Porendurchlässigkeiten vor. An Mast 9 kann aufgrund einer ca. 4 m mächtigen Lehmschicht mit geringeren Porendurchlässigkeiten gerechnet werden (maximale Bohrtiefe 4 m; vgl. Anlage 3). Ergänzend wurde gemäß BGU bei maximalen Bohrtiefen von 4 bis 6 m u. GOK nur am Standort von Mast 12 (O6) Grundwasser angetroffen (ca. 3,2 m u. GOK) (vgl. Anlage 4).

6 WASSERSCHUTZGEBIETE UND GRUNDWASSEREINZUGSGEBIETE

In Tab. 1 sind die vom Vorhaben betroffenen Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete aufgelistet und jeweils den einzelnen Masten der Bestands- und Neubauleitung zugeordnet. Die Zuordnung unter „Hydrogeologie“ fußt auf den im vorangegangenen Kap.5 vorgestellten hydrogeologischen Clustern.

Tab. 1: Zuordnung der vom Vorhaben betroffenen Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete zu den hydrogeologischen Clustern und Masten für Neu- und Rückbaumaßnahme.

Hydrogeologie		Wasserschutzgebiet				Grundwassereinzugsgebiet		
Cluster	Name	Name	Zone	Masten		Name	Masten	
ID				Bestand	Neubau	Anlage	Bestand	Neubau
O.1	Oberrotliegend	–	–	–	–	Trinkwassererk. Neudorf	75	23
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	–	–	–	–	Trinkwassererk. Neudorf	74, 73	24–26
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	Neunaigen/ Wernberg	III	–	30, 31	Steinwaldgruppe; Neuersdorf; Wernbert; Neunaigen	72, 71, 69, 68	27–33
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	–	–	–	–	Trinkwassererk. Neudorf	70	–
E.4	Mittlerer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies	–	–	–	–	Steinwaldgruppe; Neuersdorf; Wernbert; Neunaigen	-	34
C.3	Mittlerer Jura (ungegliedert)	Irrenlohe/Stulln	III	27	–	Irrenlohe, Br. 2	27	–
N.1	Cenoman - Campan (Normalfazies)	–	–	–	–	Irrenlohe, Br. 2	30, 31	76–78
L.1	Braunkohlen-Tertiär des Naab-Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges	Irrenlohe/Stulln	III	29, 28, 26	80–82	Irrenlohe, Br. 2	29, 28, 26	82
L.1	Braunkohlen-Tertiär des Naab-Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges	Irrenlohe/Stulln	III	25	83, 84	Irrenlohe, Br. 1	24, 23	83–86
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	Krondorf	III	17, 23 (O6), 22 (O6)	92, 93	–	–	–

7 POTENZIELLE AUSWIRKUNGEN

7.1 Darstellung bzw. Prognose der entnahmebedingten Veränderungen

7.1.1 Grundwasserabsenkung

In der folgenden Tab. 2 sind alle hydrogeologischen Cluster aufgeführt, in welchen es zu entnahmebedingten Veränderungen kommen kann. Dabei sind auch die Gebiete einbezogen, bei denen der GW-Flurabstand nicht eingeschätzt werden kann und als unsicher beurteilt wird. Anschließend werden die Auswertungen mit den Informationen zu grundwasserbeeinflussten Böden aus dem Bodenschutzkonzept (Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 13.1) abgeglichen.

Eine Prognose der entnahmebedingten Veränderungen gründet sich auf der Annahme eines Worst-Case Szenarios, in dem baubedingt eine Grundwasserabsenkung erforderlich werden kann.

Tab. 2: Übersicht der vermutlich von entnahmebedingten Veränderungen betroffenen Clustern.

Nr.	Cluster Bezeichnung	Masten im Cluster		Empfohlene Prüfung des GW-Flurabstandes
		Bestandsleitung	Neubauleitung	
O.1.2	Oberrotliegend	93–88, 77–75	1–6, 21–23	Rückbau (Mast 92A) und Neubau
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	87–79, 74–71, 69–67	7–19, 25–33	Rückbau und Neubau
E.3	Unterer - Mittlerer Buntsandstein (ungegliedert) in Kaoline-Fazies	–	24	Neubau
E.4	Mittlerer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies	66, 65	34–36	Neubau
K.7	sauere bis intermediäre metamorphe Einheiten des Oberpfälzer- und Bayerischen Waldes	64–62, 58–52, 50–47	37–41, 43–48, 50, 51, 53–56	Rückbau (Mast 63) und Neubau
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	70	–	Rückbau
L.1	Braunkohlen-Tertiär des Naab-Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges	46–40, 38–34	58–66, 68–74	Rückbau und Neubau
L.1	Braunkohlen-Tertiär des Naab-Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges	29, 28, 26–22, 26 (O6)	79–91, 26N	Rückbau und Neubau
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	21–11, 8–1, 25–14 (O6), 10–5 (O6)	92–99, 102–109, 17N, 5N	Rückbau und Neubau

Gemäß Auswertung der Böden im Bodenschutzkonzept (Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 13.1) ist in den Clustern O.1, H.2, E.4, K.7, L.1 und, N.1 mit Vorkommen von grundwasserbeeinflussten Böden zu rechnen. Dies betrifft die folgenden Masten:

- O.1: Mast 92A, 76 der Bestandsleitung; Mast 1, 2, 6, 21 der Neubauleitung
- H.2:
 - Thüringisch-fränkisches Bruchschollenland (Kap. 5.1): Mast 87–84, 81, 74, 72, 71, 69–67 der Bestandsleitung; Mast 7–17, 25, 26, 27, 29, 30, 33 der Neubauleitung
 - Oberpfälzer - Bayerischer Wald (Kap. 5.2): Mast 70 der Bestandsleitung
 - Bodenwöhrer Bucht (Kap. 5.3): Mast 20–11, 7–2, 24–19 (O6), 17–14 (O6), 9–5 (O6) der Bestandsleitungen und Mast 92–99, 109–103, 17N, 5N der Neubauleitung
- E.4: Mast 34–36 der Neubauleitung
- K.7: Mast 37, 51 der Neubauleitung

- L.1:
 - Oberpfälzer - Bayerischer Wald (Kap. 5.2): Mast 41, 38, 37 der Bestandsleitung und Mast 59, 64, 68, 69, 74 der Neubauleitung
 - Bodenwöhrer Bucht (Kap. 5.3): Mast 26–22, 26 (O6) der Bestandsleitungen und Mast 80, 81, 82, 84–87, 89, 90, 26N der Neubauleitung
- N.1: Mast 30 der Bestandsleitung und Mast 78 der Neubauleitung

An den vorgenannten Maststandorten ist von geringen Grundwasserflurabständen auszugehen. Im Falle der Bestandsleitung führte die Auswertung gem. Schichtverzeichnissen von 1968 (Anlage 3) zu teilweise abweichenden Ergebnissen: An den Masten 76, 41, 38, 26 wurde kein Grundwasser angetroffen (maximale Bohrtiefen von 5 m, 4,2 m, 4,5 m, 4,5 m). Zusätzlich ist am Standort von Mast Nr.63 der Bestandsleitung gemäß Schichtverzeichnis – bei einem angetroffenen GW-Stand von ca. 0,8 m – von einem grundwasserbeeinflussten Boden auszugehen. Die Auswertung der Bohrprofile der 110-kV-Anschlüsse ergab, dass abweichend zum Bodenschutzkonzept (Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 13.1) am Maststandort 10 (O6), bei einem geringen Grundwasserflurabstand von 0,6 m u. GOK, von einem grundwasserbeeinflussten Boden ausgegangen werden kann.

Für alle anderen in Tab. 2 aufgeführten Cluster deutet die Auswertung der Bodentypen und der BGU der Bestandsleitung nicht auf geringe Grundwasserflurabstände hin. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse sind entnahmebedingte Veränderungen jedoch nicht auszuschließen. Dies gilt insbesondere für die im nachfolgenden Kapitel behandelten Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete.

7.1.2 Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete

Von möglichen entnahmebedingten Veränderungen sind auch Maststandorte in Wasserschutzgebieten sowie Grundwassereinzugsgebieten betroffen. Diese sind bereits durch die Cluster in [Tab. 2](#) ~~Tab. 3~~ (Kap.7.1.1) erfasst. Als nicht betroffen von entnahmebedingten Veränderungen wurden folgende Standorte kategorisiert:

- Cluster O.1: GW-Einzugsgebiet Trinkwassererk. Neudorf
 - Masten 75 (Bestand) und 23 (Neubau)
- Cluster C.3: WSG Irrenlohe/Stulln, Zone III und GW-Einzugsgebiet Irrenlohe, Br. 2
 - Mast 27 (Rückbau)
- Cluster N.1: GW-Einzugsgebiet Irrenlohe, Br. 2
 - 30, 31 (Bestand) und 76–78 (Neubau)

Für alle übrigen betroffenen Masten und Gebiete sind entnahmebedingte Veränderungen nicht auszuschließen. Dies begründet sich hauptsächlich darin, dass aufgrund der Datenlage keine genaue Aussage zur Lage der Grundwasseroberfläche getroffen werden kann.

7.2 Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit

7.2.1 Allgemeine Empfindlichkeit

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Cluster aufgeführt, welche gegenüber Schadstoffen sensibel (unzureichendes Filter-/Rückhaltevermögen) bzw. vermutlich gering geschützt (s. Erläuterung zum Schutz des Grundwassers in Kap. 3 insbesondere zu Deckschichten, Zersatz- und Vergrusungszonen und Zwischenschichten) sind. Entsprechend wurde die Eigenschaft Filtervermögen ergänzend aufgeführt (vgl. Tab. 3). Es zeigt sich, dass dies auch innerhalb der Cluster sehr heterogen ausfällt.

Tab. 3: Übersicht der gegenüber Schadstoffeinträgen gering geschützten Grundwasserkörper der hydrogeologischen Cluster unter Angabe des Filtervermögens.

Cluster		Masten im Cluster		Filtervermögen
Nr.	Bezeichnung	Bestands- leitung	Neubau- leitung	
O.1	Oberrotliegend	93–88, 77–75	1–6, 21–23	sehr geringes bis geringes Filtervermögen, kaolinisierte Bereiche höheres Filtervermögen, Tonsteine hohes Filtervermögen (Bestand: 93–89, 76, 75; Neubau: 1–5, 22, 23) / in Zersatzzone wegen geringem Lehmanteil geringes bis mäßiges Filtervermögen; tiefere Bereiche sehr geringes Filtervermögen (Bestand: 77; Neubau: 21) / geringes Filtervermögen, bei höherem Schluffanteil auch höher (Bestand: 88)
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	87–79, 74–71, 69–67	7–19, 25–33	geringes Filtervermögen, bei höherem Schluffanteil auch höher (Bestand: 87, 85–80, 74–71, 69, 68; Neubau: 7–17, 25–33) / sehr geringes bis geringes Filtervermögen, kaolinisierte Bereiche höheres Filtervermögen, Tonsteine hohes Filtervermögen (Bestand: 79, 67; Neubau: 18, 19)
E.3	Unterer - Mittlerer Buntsandstein (ungegliedert) in Kaoline-Fazies	–	24	sehr geringes bis geringes Filtervermögen, tonreiche und kaolinisierte Bereiche höheres Filtervermögen
E.4	Mittlerer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies	66, 65	34–36	sehr geringes bis geringes Filtervermögen, tonreiche und kaolinisierte Bereiche höheres Filtervermögen (Bestand: 66; Neubau: 34, 35) / in Zersatzzone wegen geringem Lehmanteil geringes bis mäßiges Filtervermögen; tiefere Bereiche sehr geringes Filtervermögen (Bestand: 65; Neubau: 36)
K.8	quarzführende Magmatite des Oberpfälzer- und Bayerischen Waldes	78, 61–59, 51	20, 42, 49, 52, 57	in Zersatzzone wegen geringem Lehmanteil geringes bis mäßiges Filtervermögen; tiefere Bereiche sehr geringes Filtervermögen (Bestand: 78, 61–59, 51; Neubau: 20, 42, 49, 52) / mäßiges bis hohes Filtervermögen, in sandigen Partien geringes Filtervermögen (Neubau: 57)
H.2	Quartäre Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	70		sehr geringes bis geringes Filtervermögen, tonreiche und kaolinisierte Bereiche höheres Filtervermögen
K.7	sauere bis intermediäre metamorphe Einheiten des Oberpfälzer- und Bayerischen Waldes	64–62, 58–52, 50–47	37–41, 43–48, 50, 51, 53–56	in Zersatzzone wegen geringem Lehmanteil geringes bis mäßiges Filtervermögen; tiefere Bereiche sehr geringes Filtervermögen (Bestand: 64–62, 58–52, 50–47; Neubau: 37–41, 43–48, 50, 53–56)
L.1	Braunkohlen- Tertiär des Naab- Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges	46–40, 38–34	58–66, 68–74	mäßiges bis hohes Filtervermögen, in sandigen Partien geringes Filtervermögen (Bestand: 46–40, 38, 36, 34; Neubau: 58–63, 66, 68, 70–74) / geringes bis mäßiges Filtervermögen, bei höherem Feinkornanteil und/oder Organikanteil hohes Filtervermögen (Bestand: 37; Neubau: 64) / geringes Filtervermögen, bei höherem Schluffanteil auch höher (Neubau: 65, 69) / in Zersatzzone wegen geringem Lehmanteil geringes bis mäßiges Filtervermögen; tiefere Bereiche sehr geringes Filtervermögen (Bestand: 35)
O.2	Unterrotliegend in kohliger Fazies	39	67	sehr geringes bis geringes Filtervermögen, kaolinisierte Bereiche höheres Filtervermögen, Tonsteine hohes Filtervermögen
N.1	Cenoman - Campan (Normalfazies)	32–30	75–78	in Mergel- und Tonlagen hohes Filtervermögen, in kalkigen Lagen sehr geringes, insgesamt überwiegend geringes Filtervermögen (Bestand: 32; Neubau: 75, 77) / überwiegend geringes Filtervermögen (Bestand: 31; Neubau: 76) / mäßiges bis hohes Filtervermögen, in sandigen Partien geringes Filtervermögen (Bestand: 30; Neubau: 78)
L.1	Braunkohlen- Tertiär des Naab- Gebietes, des Bayerischen Walds und des Fichtelgebirges Quartäre	29, 28, 26–22, 26 (O6)	79–91, 26N	geringes bis mäßiges Filtervermögen, bei höherem Feinkornanteil und/oder Organikanteil hohes Filtervermögen (Neubau: 79) / mäßiges bis hohes Filtervermögen, in sandigen Partien geringes Filtervermögen (Bestand: 26, 25; Neubau: 80–82) / sehr geringes Filtervermögen, bei erhöhtem Feinkornanteil auch hohes Filtervermögen (Bestand: 24–22; Neubau 85–91) / auf Grund der unterschiedlichen Gesteine stark wechselndes Filtervermögen (Bestand: 29, 28) in Zersatzzone abhängig vom Lehmanteil geringes bis mäßiges Filtervermögen; tiefere Bereiche und Quarzite ohne Zersatzdecke mit sehr geringem Filtervermögen (Bestand: Mast 5) / sehr geringes Filtervermögen, bei erhöhtem Feinkornanteil auch hohes Filtervermögen (Bestand: 21–11, 8–0, 25–14, 9–5; Neubau: 92–99, 103–109, 5N) / geringes Filtervermögen, bei höherem Schluffanteil auch höher (Bestand: 10 (O6); Neubau: 102)
H.2	Flussschotter (silikatisch): Niederterrassen des Rheins, Maintalquartär	21–11, 8–1, 25–14 (O6), 10–5 (O6)	92–99, 102–109, 17N, 5N	

7.2.2 Nitrateinträge

Im Rahmen des Neubauvorhabens lassen sich Durchschneidungen von Waldflächen nicht vollständig vermeiden. In den betroffenen Waldflächen muss ein Kahlschlag durchgeführt werden, bei dem die Wurzelstöcke nicht aus dem Boden entfernt werden. Der in der pflanzlichen (insbesondere im Boden vorliegenden) Biomasse enthaltene Stickstoff führt infolge von Mineralisierung im Anschluss an den Kahlschlag zu einem temporären Anstieg des Nitrats im Sickerwasser. Zudem nimmt die Stickstoffdeposition zu, da die Waldfläche als Senke entfällt.

Generell fällt die Nitratbilanz je nach Waldzusammensetzung unterschiedlich aus, da unter Nadelwaldbestand allgemein höhere Nitratkonzentrationen im Sickerwasser als unter Laubbäumen vorzufinden sind und auch das Bestandsalter eine wichtige Rolle spielt (NLWKN 2010). Weitere Einflussfaktoren sind u. a. anthropogene Stickstoffemissionen sowie Bodentyp und Niederschlagsmengen (vgl. Spangenberg *et al.* 2002, NLWKN 2010). Aufgrund dieser Komplexität stellt die nachfolgende Nitratbilanzierung eine Vereinfachung dar und basiert auf vorliegenden Daten zu den Grundwasserkörpern sowie Kahlschlagflächen und stützt sich auf Literaturangaben zu Nitratkonzentrationen in Bayern. Sie ist als Worst-Case Szenario unter Zugrundelegung von mittleren Bedingungen und Annahmen innerhalb bestimmter Grundwasserkörper und Waldbereichen zu verstehen und kann nicht die kleinräumigen realen Bedingungen und Werte abbilden.

Nitratsituation Oberpfalz

Die Nitratbelastung in Bayern ist auf regionaler Ebene zu betrachten und wird hauptsächlich von den Faktoren Klima, Bodenbeschaffenheit und der Landnutzung bestimmt.

Mit Werten über 37,5 mg/l gilt im Regierungsbezirk Oberpfalz 10 % der entnommenen Wassermenge (Wassergewinnungsanlagen) als stark belastet. Der Anteil ohne Belastung oder geringer Belastung (≤ 25 mg/l) liegt zwischen 65 und 79 % (LfU 2017).

Nitratbilanzierung

Für die Nitratbilanzierung wurden die Auswirkungen der erforderlichen Kahlschläge auf die Nitratkonzentrationen in den betroffenen Grundwasserkörpern, Wasserschutzgebieten sowie Grundwassereinzugsgebieten abgeschätzt, um über den Einfluss des Nitrats auf den chemischen Zustand eine Aussage über eine mögliche Belastung zu treffen. Dazu wurden jeweils die Flächendaten herangezogen und die gemäß der UVP ausgewiesenen Kahlschlagflächen **abgeschätzt verwendet**. Diese Methodik erfasst alle hydrogeologischen Cluster, die von einem Kahlschlag im Bereich des Schutzstreifens **und der Arbeitsflächen** betroffen sind.

Aus dem Datensatz der hydrogeologischen Karte (HAD) 1:100.000 wurden die mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsraten entnommen und für den jeweiligen zugrundeliegenden Grundwasserkörper gemittelt. Ebenso wurde mit den in Wagner *et al.* (2003) angegebenen Nitratkonzentrationen der hydrogeologischen Einheiten verfahren (vgl. Anlage 2). Da zum Zeitpunkt dieser Ausarbeitung keine Daten zu konkreten Sickerwasserkonzentrationen für Nitrat vorlagen, wird der Grundwasserkörper im Folgenden als geschlossenes System ohne weitere

Nitratquellen (wie z. B. Zuflüsse über den äußeren Rand des GW-Körpers; N-Salden) sowie Stickstoffverluste durch gasförmiges Entweichen in die Atmosphäre (vgl. Schmidt *et al.* o. J.) betrachtet, in dem die mittlere Konzentration an Nitrat im Sickerwasser der mittleren Nitratkonzentration im jeweiligen Grundwasserkörper gleichgesetzt wurde.

Aufgrund der Heterogenität der Waldbestände wurde zur Vereinfachung für die Nitratkonzentration des Sickerwassers unter Waldbestand ein mittlerer Wert angenommen, welcher ein Worst-Case Szenario abbildet. Es wurde die Annahme eines jungen Laub-Nadel-Mischwaldes getroffen und eine aus Spangenberg *et al.* (2002) abgeleitete mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser von 6 mg/l unter Waldbestand verwendet.

Für die Kahlschlagflächen wurde aus der Literatur (Puhlmann *et al.* 2016, Spangenberg *et al.* 2002) das Worst-Case Szenario eines Kahlschlages mit einer resultierenden Sickerwasserkonzentration von 70 mg/l angenommen. Dieser liegt demnach 40 % über dem gesetzlichen Nitrat-Trinkwassergrenzwert, welcher gemäß der Zustandsbeurteilung der betrachteten Grundwasserkörper eingehalten wird (Anlage 5).

Tab. 4 umfasst alle betroffenen Grundwasserkörper, die Summe der von einem Kahlschlag betroffenen Waldflächen innerhalb der jeweiligen Grundwasserkörper, die jeweiligen Eingangsparmeter sowie die berechneten Parameter Wassermenge und Nitratfracht. Beim Vergleich vom gesamten Grundwasserkörper und Wald zeigt sich erwartungsgemäß, dass in Abhängigkeit von der Flächengröße die Nitratfrachten pro Jahr unterhalb der Waldflächen deutlich geringer ausfallen.

Tab. 4: ~~Eingangsdaten Nitratbilanzierung im Gebiet der GWK: Berechnete Wassermengen, mittlere Nitratkonzentrationen und Nitratfrachten vor Kahlschlag.~~

Grundwasserkörper							Gesamte betroffene Waldfläche			
ID	Name	Fläche	GW-Neubildung	Wassermenge	Nitratkonz.	Nitratfracht	Fläche	Nitratkonz.	Wassermenge	Nitratfracht
		[km ²]	[mm/a]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[m ²]	[mg/l]	[m ³ /a]	[kg/a]
1_G067	Bruchschollenland - Grafenwöhr	560,00	113	63.000.000	20,60	1.297.800	10.740	6	1.208	7
1_G071	Bruchschollenland - Schaittenbach	152,80	118	18.008.571	16,49	296.961	174.657	6	20.585	124
1_G073	Kristallin - Schönsee	828,30	106	88.006.875	20,60	1.812.942	43.989	6	4.674	28
1_G072	Kristallin - Nabburg	752,70	102	76.614.107	14,30	1.095.773	167.139	6	17.012	102
1_G070	Bodenwöhrer Bucht - Schwandorf	270,10	126	34.159.706	16,77	572.722	64.416	6	8.147	49

Tab. 4: Eingangsdaten Nitratbilanzierung im Gebiet der GWK: Berechnete Wassermengen, mittlere Nitratkonzentrationen und Nitratfrachten vor Kahlschlag.

Grundwasserkörper							Gesamte betroffene Waldfläche			
ID	Name	Fläche	GW-Neubildung	Wassermenge	Nitratkonz.	Nitratfracht	Fläche	Nitratkonz.	Wassermenge	Nitratfracht
		[km ²]	[mm/a]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[m ²]	[mg/l]	[m ³ /a]	[kg/a]
1_G067	Bruchschollenland - Grafenwöhr	560,00	113	63.000.000	20,60	1.297.800	11.595	6	1.304	8
1_G071	Bruchschollenland - Schaittenbach	152,80	118	18.008.571	16,49	296.961	249.589	6	29.416	176
1_G073	Kristallin - Schönsee	828,30	106	88.006.875	20,60	1.812.942	9.491	6	1.008	6
1_G072	Kristallin - Nabburg	752,70	102	76.614.107	14,30	1.095.773	159.477	6	16.232	97
1_G070	Bodenwöhrer Bucht - Schwandorf	270,10	126	34.159.706	16,77	572.722	51.334	6	6.492	39

In Tab. 5 sind die Ergebnisse der Nitratbilanzierung direkt nach Durchführung der Kahlschläge für die betroffenen Waldflächen dargestellt. Hierfür wurden jeweils die Flächenanteile der Waldflächen von der Gesamtfläche der Grundwasserkörper abgezogen und anschließend die Nitratfrachten der Teilflächen berechnet, um letztlich über die Summe der Flächen und der Frachten die resultierende Nitratkonzentration im Grundwasserkörper zu berechnen.

Tab. 5: Ergebnisse der Nitratbilanzierung bei Kahlschlag der Waldflächen im Gebiet des jeweiligen Grundwasserkörpers

GWK	Flächenbezug	Fläche	Wassermenge	Nitratkonz. im Sicker-wasser	Nitratfracht	Resultierende Nitratkonz. im Grundwasser
		[m²]	[m³/a]	[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
Bruchschollenland - Grafenwöhr	GWK – Kahlschlag	559.989.260	62.998.792	20,60	1.297.775	
	Kahlschlag	10.740	1.208	70	85	
	Gesamt	560.000.000	63.000.000		1.297.860	20,60
Bruchschollenland - Schaittenbach	GWK – Kahlschlag	152.625.343	17.987.987	16,49	296.622	
	Kahlschlag	174.657	20.585	70	1.441	
	Gesamt	152.800.000	18.008.571		298.063	16,55
Kristallin - Schönsee	GWK – Kahlschlag	828.256.011	88.002.201	20,60	1.812.845	
	Kahlschlag	43.989	4.674	70	327	
	Gesamt	828.300.000	88.006.875		1.813.173	20,60
Kristallin - Nabburg	GWK – Kahlschlag	752.532.861	76.597.095	14,30	1.095.530	
	Kahlschlag	167.139	17.012	70	1.191	
	Gesamt	752.700.000	76.614.107		1.096.721	14,31
Bodenwöhrrer Bucht - Schwandorf	GWK – Kahlschlag	270.035.584	34.151.559	16,77	572.585	
	Kahlschlag	64.416	8.147	70	570	
	Gesamt	270.100.000	34.159.706		573.155	16,78

Tab. 5: Ergebnisse der Nitratbilanzierung bei Kahlschlag der Waldflächen im Gebiet des jeweiligen Grundwasserkörpers.

GWK	Flächenbezug	Fläche	Wassermenge	Nitratkonz. im Sickerwasser	Nitratfracht	Resultierende Nitratkonz. im Grundwasser
		[m ²]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
Bruchschollenland - Grafenwöhr	GWK – Kahlschlag	559.988.405	62.998.696	20,60	1.297.773	
	Kahlschlag	11.595	1.304	70	91	
	Gesamt	560.000.000	63.000.000		1.297.864	20,60
Bruchschollenland - Schaittenbach	GWK – Kahlschlag	152.550.411	17.979.156	16,49	296.476	
	Kahlschlag	249.589	29.416	70	2.059	
	Gesamt	152.800.000	18.008.571		298.535	16,58
Kristallin - Schönsee	GWK – Kahlschlag	828.290.509	88.005.867	20,60	1.812.921	
	Kahlschlag	9.491	1.008	70	71	
	Gesamt	828.300.000	88.006.875		1.812.991	20,60
Kristallin - Nabburg	GWK – Kahlschlag	752.540.523	76.597.875	14,30	1.095.541	
	Kahlschlag	159.477	16.232	70	1.136	
	Gesamt	752.700.000	76.614.107		1.096.677	14,31
Bodenwöhrer Bucht - Schwandorf	GWK – Kahlschlag	270.048.666	34.153.214	16,77	572.613	
	Kahlschlag	51.334	6.492	70	454	
	Gesamt	270.100.000	34.159.706		573.067	16,78

Die fast 12-fach höhere Nitratkonzentration im Sickerwasser unterhalb der Kahlschlagflächen spiegelt sich in der Zunahme der Nitratfracht deutlich wieder (vgl. Tab. 4 & Tab. 5). Da jedoch die Flächenanteile gegenüber der Gesamtflächen der GWK sehr gering sind, ist diese Erhöhung in der resultierenden Nitratkonzentration kaum mehr erkennbar. Beim Vergleich der Ausgangskonzentrationen der Grundwasserkörper aus Tab. 4 mit denjenigen direkt nach Kahlschlag in den GWK resultierenden Konzentration aus Tab. 5 zeigt sich eine minimale Steigerung der Nitratkonzentration zwischen rund 0,004 0,003 und 0,4 0,5 Prozent.

Eine zweite Bilanzierung erfolgt im Folgenden für die Grundwassereinzugsgebiete und Wasserschutzgebiete, um die Vereinbarkeit mit dem Trinkwasserschutz zu prüfen. Entsprechend wurden anstelle der Grundwasserkörper die Flächen der jeweils innerhalb liegenden GW-Ezg. und WSG betrachtet und nur die jeweils innerhalb der GW-Ezg. und WSG liegenden und von Kahl-

schlägen betroffenen Waldflächen ausgewählt (Tab. 6). Die Resultate sind Tab. 7 zu entnehmen. Für die Mittelung der Nitratkonzentration in den GW-Ezg./WSG wurden nur die Werte der von diesen Gebieten betroffenen Cluster ausgewählt (vgl. Anlage 2 & Tab. 1). Ebenso wurde mit der mittleren Grundwasserneubildungsrate verfahren.

Tab. 6- Eingangsdaten Nitratbilanzierung im Gebiet der GW-Ezg. und WSG: Berechnete Wassermengen und Nitratfrachten vor Kahlschlag.

Wasserschutzgebiet/Grundwassereinzugsgebiet					Gesamte betroffene Waldfläche				
Name	Fläche	GW-Neubildung	Wassermenge	Nitrat-Konz.	Nitrat-fracht	Fläche	Nitrat-konz.	Wassermenge	Nitrat-fracht
	[km ²]	[mm/a]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[m ²]	[mg/l]	[m ³ /a]	[kg/a]
Trinkwassererk. Neudorf	13,73	92	1.258.675	20,60	25.929	59.783	6	5.480	33
Steinwaldgruppe; Neuersdorf; Wernbert; Neunaigen	26,71	104	2.782.604	17,23	47.930	49.702	6	5.177	31
Irrenlohe, Br. 2	5,08	150	762.300	14,33	10.920	24.908	6	3.736	22
Irrenlohe, Br. 1	2,15	106	228.438	14,09	3.219	4.217	6	448	3
Irrenlohe/Stulln	2,74	128	228.438	14,09	4.158	10.908	6	1.398	14

Tab. 6: Eingangsdaten Nitratbilanzierung im Gebiet der GW-Ezg. und WSG: Berechnete Wassermengen und Nitratfrachten vor Kahlschlag

Wasserschutzgebiet/Grundwassereinzugsgebiet					Gesamte betroffene Waldfläche				
Name	Fläche	GW-Neubildung	Wassermenge	Nitrat-Konz.	Nitrat-fracht	Fläche	Nitrat-konz.	Wassermenge	Nitrat-fracht
	[km ²]	[mm/a]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[m ²]	[mg/l]	[m ³ /a]	[kg/a]
Trinkwassererk. Neudorf	13,73	92	1.258.675	20,60	25.929	99.195	6	9.093	55
Steinwaldgruppe; Neuersdorf; Wernbert; Neunaigen	26,71	104	2.782.604	17,23	47.930	73.851	6	7.693	46
Irrenlohe, Br. 2	5,08	150	762.300	14,33	10.920	26.576	6	3.986	24
Irrenlohe, Br. 1	2,15	106	228.438	14,09	3.219	4.389	6	466	3
Irrenlohe/Stulln	2,74	128	351.500	14,09	4.953	13.792	6	1.767	11
Neunaigen/Wernberg	1,99	63	124.329	21,30	2.648	8.070	6	504	3

Tab. 7: Ergebnisse der Nitratbilanzierung nach Kahlschlag der Waldflächen im Gebiet des jeweiligen GW-Ezg. und WSG.

GW-Ezg./WSG	Flächenbezug	Fläche	Wassermenge	Nitratkonz. im Sickerwasser	Nitratfracht	Resultierende Nitratkonz. im Grundwasser
		[m ²]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
Trinkwassererk. Neudorf	GW-Ezg. – Kahlschlag	13.671.217	1.253.195	20,60	25.816	
	Kahlschlag	59.783	5.480	70	384	
	Gesamt	13.731.000	1.258.675		26.199	20,82
Steinwaldgruppe; Neuersdorf; Wernbert; Neunaigen	GW-Ezg. – Kahlschlag	26.663.298	2.777.427	17,23	47.841	
	Kahlschlag	49.702	5.177	70	362	
	Gesamt	26.713.000	2.782.604		48.204	17,32
Irrenlohe, Br. 2	GW-Ezg. – Kahlschlag	5.057.092	758.564	14,33	10.866	
	Kahlschlag	24.908	3.736	70	262	
	Gesamt	5.082.000	762.300		11.128	14,60
Irrenlohe, Br. 1	WSG – Kahlschlag	2.145.783	227.989	14,09	3.212	
	Kahlschlag	4.217	448	70	31	
	Gesamt	2.150.000	228.438		3.244	14,20
Irrenlohe/Stulln	WSG – Kahlschlag	2.732.509	350.103	14,09	4.933	
	Kahlschlag	10.908	1.398	70	98	
	Gesamt	2.743.417	351.500		5.031	14,31

Tab. 7: Ergebnisse der Nitratbilanzierung nach Kahlschlag der Waldflächen im Gebiet des jeweiligen GW-Ezg. und WSG.

GW-Ezg./WSG	Flächenbezug	Fläche	Wassermenge	Nitratkonz. im Sickerwasser	Nitratfracht	Resultierende Nitratkonz. im Grundwasser
		[m ²]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
Trinkwassererk. Neudorf	GW-Ezg. – Kahlschlag	13.631.805	1.249.582	20,60	25.741	
	Kahlschlag	99.195	9.093	70	637	
	Gesamt	13.731.000	1.258.675		26.378	20,96
Steinwaldgruppe; Neuersdorf; Wernbert; Neunaigen	GW-Ezg. – Kahlschlag	26.639.149	2.774.911	17,23	47.798	
	Kahlschlag	73.851	7.693	70	538	
	Gesamt	26.713.000	2.782.604		48.336	17,37
Irrenlohe, Br. 2	GW-Ezg. – Kahlschlag	5.055.424	758.314	14,33	10.863	
	Kahlschlag	26.576	3.986	70	279	
	Gesamt	5.082.000	762.300		11.142	14,62
Irrenlohe, Br. 1	GW-Ezg. – Kahlschlag	2.145.611	227.971	14,09	3.212	
	Kahlschlag	4.389	466	70	33	
	Gesamt	2.150.000	228.438		3.245	14,20
Irrenlohe/Stulln	WSG – Kahlschlag	2.729.625	349.733	14,09	4.928	
	Kahlschlag	13.792	1.767	70	124	
	Gesamt	2.743.417	351.500		5.051	14,37
Neunaigen/ Wernberg	WSG – Kahlschlag	1.981.192	123.825	21,30	2.637	
	Kahlschlag	8.070	504	70	35	
	Gesamt	1.989.263	124.329		2.673	21,50

Der Vergleich von Waldbestand und Kahlschlag aus Tab. 6 & Tab. 7 zeigt, dass in Bezug auf die GW-Ezg. und WSG die fast 12-fach höhere Nitratkonzentration im Sickerwasser in der Nitratfracht deutlichere Auswirkungen auf die resultierenden Nitratkonzentrationen hat. Beim Vergleich der Ausgangskonzentrationen der GW-Ezg. bzw. WSG aus Tab. 6 mit den direkt nach Kahlschlag resultierenden Nitratkonzentrationen aus Tab. 7 liegt eine Steigerung zwischen rund 0,6 0,8 und 2,0 Prozent vor. Erwartungsgemäß wird deutlich, dass auch aufgrund der geringe-

ren Flächengrößen der GW-Ezg. und WSG der Kahlschlag der Waldflächen z T. einen größeren Einfluss auf die Nitratkonzentrationen im betroffenen Grundwasserkörper hat als es bei Zugrundelegung der gesamten GWK der Fall ist.

Auf Basis der vorangegangenen Ergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein stärkerer temporärer Nitratanstieg infolge der Kahlschläge an den Entnahmebrunnen zu verzeichnen sein wird. Der zu erwartende tatsächliche Anstieg der Nitratkonzentrationen hängt u. a. von den Strömungsverhältnissen in den relevanten Grundwasserleitern, der Lage der Entnahmebrunnen, der Entnahmetiefe bzw. Überdeckung des genutzten Grundwasserleiters sowie der Reichweite bzw. Entnahmemenge des Brunnens ab. Eine genaue Aussage über die Höhe und Dauer einer möglichen Nitratzunahme der Wasserentnahmen lässt sich aufgrund der vorliegenden Daten nicht treffen. Das weitere Vorgehen hierzu wird im nachfolgenden Fazit erläutert.

8 FAZIT

8.1 Entnahmebedingte Veränderungen

Aus den Ergebnissen (vgl. Kap.7) lässt sich schlussfolgern, dass für alle in Tab. 2 gelisteten Maststandorte entnahmebedingte Veränderungen (infolge einer Grundwasserhaltung für die Mastgründung) möglich sind. Eine konkrete Beurteilung aller vom Vorhaben betroffenen Cluster bzw. Maststandorte ist erst nach Durchführung der Baugrundhauptuntersuchung [und der Ableitung der Fundamentdimensionierung und Fundamentart möglich und wird im Zuge der Anträge auf wasserrechtliche Erlaubnis für die Entnahme von Grundwasser berücksichtigt-möglich](#). Im Rahmen der Rückbaumaßnahme der Bestandsleitung kann auf die vorliegende Baugrunduntersuchung, welche im Zuge des damaligen Baus [der aktuellen Bestandsleitung](#) durchgeführt wurde, zurückgegriffen werden. Ein vollständiger Fundamentrückbau ist nicht vorgesehen, so dass der Eingriff verhältnismäßig klein ist und [vgl.](#) weitgehend ohne Wasserhaltungsmaßnahmen erfolgen kann. Für diejenigen Maststandorte, an denen in Abhängigkeit von den erfassten Grundwasserflurabständen (Bemessungswasserstände) und der vorgesehenen Art der Mastgründung Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden können, werden im Rahmen der Erarbeitung der Erläuterungsberichte zur wasserrechtlichen Erlaubnis auch mastspezifische Berechnungen zu den Wasserentnahmemengen, -raten und Reichweiten der Absenkung durchgeführt. In den Erläuterungsberichten müssen in Abhängigkeit von der jeweiligen (hydro-)geologischen Situation entsprechende Minderungs- oder Vermeidungsmaßnahmen zur schadlosen Entnahme und Wiedereinleitung des Grundwassers, des Betriebs der Wasserhaltungsanlage sowie zur Beweissicherung, Bauüberwachung und Wiederherstellung erfolgen. Erfahrungsgemäß sind die Grundwasserentnahmemengen und -raten bei erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen zur Realisierung von Mastgründungen aufgrund der relativ geringen Einbindetiefen der Fundamente, der geringen Dauer der Arbeiten und des lediglich lokalen Eingriffs an den Maststandorten eher gering und haben keinen relevanten Einfluss auf den mengenmäßigen Zustand der betroffenen Grundwasserkörper.

8.2 Grundwasserbeschaffenheit

Die Auswertung der Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit zeigt, dass an einigen Standorten – speziell in Gebieten quartärer Flussschotter und Kohlevorkommen– mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffeinträgen zu rechnen ist (vgl. Kap. 7.2 & Tab. 2). Folglich müssen im Rahmen des Vorhabens entsprechende Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers umgesetzt werden. Insbesondere der Umgang mit gewässergefährdenden Stoffen im Rahmen der Baumaßnahme ist in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung (vgl. § 62 WHG bzw. entsprechende allgemeine schutzgutbezogene Vermeidungsmaßnahmen – Schutzgut Wasser – in: Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Teil C, Unterlage 11.1, Kap. 7.2.2); bzw. Maßnahmen gem. Bodenschutzkonzept (Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 13.1)).

Die durch Kahlschläge verursachte Zunahme der Nitratkonzentrationen in Bezug auf den chemischen Zustand der Grundwasserkörper ist vermutlich gering und führt – unter Einhaltung des entsprechenden Grenzwertes von 50 mg/l gemäß der Richtlinie 2006/118/EG und Grundwasserverordnung (GrwV) – nicht zu einer Verschlechterung des Zustandes. Die prognostizierten temporären maximalen Zunahmen der Nitratkonzentrationen bezogen auf die jeweils gesamten betroffenen Grundwasserkörper bewegen sich in einem Bereich von 0,004 bis 0,4 %. Diese Aussage lässt sich jedoch nicht ohne weiteres auf die Grundwassereinzugsgebiete und Wasserschutzgebiete übertragen. Ein temporärer spürbarer Nitratanstieg im Bereich von Wasserfassungen ist nicht auszuschließen, wenn nitratbelastete Sickerwässer entsprechend der Strömungsverhältnisse dem jeweiligen Brunnen unterirdisch zufließen. Da diese Besorgnis, wie bereits in Kap. 7.2.2 ausgeführt, nicht anhand der vorliegenden Daten ableitbar ist, muss auch hier auf die Baugrundhauptuntersuchung verwiesen werden, die insbesondere an den relevanten hydrogeologisch sensiblen Maststandorten neben der geotechnischen Beantwortung der Frage nach der Art der Mastgründung auch die spezifische hydrogeologische Situation mit erfassen sollte. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob zusätzlich zu den Sondierungen weitere Verfahren, wie beispielsweise dreidimensionale Modellierungen der Grundwasserströmungsverhältnisse, zur Beantwortung der Frage nach möglichen Stoffflüssen zu Entnahmebrunnen erfolgen sollten.

Die angenommenen hohen Nitratfrachten nach Kahlschlag stellen diesbezüglich den zu erwartenden Maximalwert dar. Es ist davon auszugehen, dass die Nitratgehalte im Sickerwasser der Kahlschlagflächen innerhalb von zwei bis vier Jahren nach Kahlschlag auf ca. 20-40 mg/l sinken, wobei die Stärke der Abnahme von diversen Faktoren abhängt (vgl. Puhmann *et al.* 2016 & Weis *et al.* 2008). Zudem gilt es – gemäß den allgemeinen Vermeidungsmaßnahmen für die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt – die Gehölzentnahmen und -rückschnitte bei der Anlage des Schutzstreifens der Neubauleitung auf das absolut notwendige Maß zu beschränken (vgl. landschaftspflegerische Maßnahmen in: Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Teil C Unterlage: 11.1, Kap. 7.2.2 & Kap. 7.2.3 Vermeidungsmaßnahme V2; Teil B Unterlage 5.2 Maßnahmenblätter). Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, dass die vom Kahlschlag betroffenen Waldflächen im Anschluss an den Neubau nicht vegetationsfrei bleiben, sondern im Zuge von Kompensationsmaßnahmen ([AW-L113](#), [AW-L522](#), [A-N113](#), [AW-W12](#), A-

W21a und A-W21b, vgl. landschaftspflegerische Maßnahmen in: Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Teil B Unterlage 5.2 Maßnahmenblätter) gezielt wiederbegrünt werden sollen.

Bei einer typischen Wuchshöhe von etwa 10 m im Bereich des Schutzstreifens wird der sich entwickelnde Pflanzenbestand erneut Stickstoff binden. Insbesondere die schnelle Wiederbegrünung bei günstiger Stickstoffverfügbarkeit kann aufgrund des starken Stickstoffbedarfs des jungen Bestandes zu einer beschleunigten Reduzierung der zunächst hohen Nitratfrachten in das Grundwasser beitragen (~~vgl. Landschaftspflegerische Maßnahmen in: Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 5.2 Maßnahmenblätter: Vermeidungsmaßnahme V5).~~

Bei längerfristiger Betrachtung ist auch zu berücksichtigen, dass bestehende Waldschneisen der Bestandsleitung nach Rückbau weitgehend ökologisch hochwertig wieder aufgeforstet werden sollen. Durch den sich hier entwickelnden Bestand werden diese Bereiche mittel- bis langfristig erneut zu Nitratsenken.

9 LITERATUR

9.1 Quellenverzeichnis

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2017): Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung: Nitrat und Pflanzenschutzmittel. Berichtsjahre 2013 bis 2015.

NLWKN (Hrsg.) (2010): Nitratausträge unter Wald. Untersuchungen auf Standorten mit hohen luftbürtigen Stickstoffeinträgen.

Schmidt, T., Volk, M., Neubert, M. (o. j.): Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung im Torgauer Raum. Nitratkonzentration im Sickerwasser.

Büttner, G., Pamer, R., Wagner, B. (2003): Hydrogeologische Raumgliederung von Bayern. In: GLA-Fachberichte Nr. 20. München.

Puhlmann, H., Hölscher, A., Hein, F. (2016): Ökosystemstudie Conventwald. Exkursion im Rahmen der Forstwissenschaftlichen Tagung 2016 in Freiburg.

Spangenberg, A., Faißt, G., Kölling, C., Mellert, K.-H. (2002): Das Nitrataustragsrisiko in Bayerns Wäldern. In: LWF aktuell Nr. 34. 9 – 14.

Wagner, B., Töpfer, C., Lischeid, G., Scholz, M. (2003): Hydrogeochemische Hintergrundwerte der Grundwasser Bayern. In: GLA-Fachberichte Nr. 21. München.

Weis, W., Huber, C., Göttlein, A. (2008): Waldverjüngung und Wasserqualität. Je größer die Lücke, desto höher die Nitratkonzentration im Sickerwasser. In: LWF aktuell, Nr. 4. 9-12.

LfU(Hrsg.): AgrarMeteorologie Bayern. www.wetter-by.de. Letzter Zugriff: 26.04.2018.

9.2 Juristische Veröffentlichungen

Richtlinie 2006/118/EG Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (ABl. L 372 vom 27.12.2006, S.19).

Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist.