

Ostbayernring – Ersatzneubau 380/110-kV- Höchstspannungsleitung Redwitz – Schwandorf einschließlich Rückbau der Bestandsleitung. Abschnitt Umspannwerk Redwitz – Umspannwerk Mechlenreuth (Ltg. B159) *Hydrogeologisches Gutachten*

Bericht 8002-17-0080-G-001
Projekt 8002-17-0080
Revision 04.01
Datum 15.12.2020

Planfestgestellt mit Beschluss der Regierung
von Oberfranken vom 08.11.2021,
Az. 22-3322-5/18
Bayreuth, 08.11.2021



gez.
Stadler
Regierungsdirektorin

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

15.12.2020

Ostbayernring – Ersatzneubau 380/110-kV-Höchstspannungsleitung
Redwitz – Schwandorf einschließlich Rückbau der Bestandsleitung.
Abschnitt Umspannwerk Redwitz – Umspannwerk Mechlenreuth (Ltg.
B159)
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	Ostthüringisch- fränkisch-vogtländischer Synklinalbereich	16
5.3	Münchberger Gneismasse	18
6	Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete.....	19
7	Potenzielle Auswirkungen.....	21
7.1	Darstellung bzw. Prognose der entnahmebedingten Veränderungen	21
7.1.1	Grundwasserabsenkung	21
7.1.2	Wasserschutzgebiete und Grundwassereinzugsgebiete	23
7.2	Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit	23
7.2.1	Allgemeine Empfindlichkeit	23
7.2.2	Nitrateinträge	25
8	Fazit.....	34
8.1	Entnahmebedingte Veränderungen.....	34
8.2	Grundwasserbeschaffenheit.....	35
9	Literatur	37
9.1	Quellenverzeichnis	37
9.2	Juristische Veröffentlichungen.....	37

ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtskarte der Maststandorte für Neubau und Bestand
- Anlage 2: Tabellarische Zusammenfassung der hydrogeologischen Verhältnisse
- Anlage 3: LH-07-B112 – Schichtverzeichnisse der Baugrunduntersuchungen aus 1971
- Anlage 4: 110-kV-Anschlüsse – Schichtverzeichnisse der Baugrunduntersuchungen
- 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 Projekt Ostbayernring im Netzentwicklungsplan (NEP) 2012 als Projekt 46 beziehungsweise Maßnahme 56 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-07-B112) das vorliegende hydrogeologische Fachgutachten zu erstellen.

1.1 Aufgabenstellung

Das Gutachten [im Revisionsstand 4.01 mit Berücksichtigung des Planungsstandes gem. 2. Deckblattänderung](#) befasst sich mit dem Abschnitt vom Umspannwerk (UW) Redwitz bis zum Umspannwerk Mechlenreuth (Ltg. Nr. B159).

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 Oberfranken West (Reg04) (2007), Oberfranken Ost (Reg05) (Entwurf 2017)
- Hydrogeologische Karte 1:200.000 (HÜK200 OGWL © BGR & SGD 2016)
- Hydrogeologische Karte von Bayern 1:500.000 (HK500 © Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009)
- Geoinformationen zur zukünftigen Nutzung im Zuge der Maßnahmen aus der UVP (Arbeitsstand ~~Juni 2018~~ Juli 2020)
- Grundwassereinzugsgebiete (© Wasserwirtschaftsämter Hof 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. 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-07-B112 und die Neubauleitung B159 im Abschnitt vom UW Redwitz bis zum UW Mechlenreuth. Beide Leitungsverläufe beginnen am UW Redwitz südlich von Redwitz a. d. Rodach (Verwaltungsgemeinschaften Redwitz a. d. Rodach und Hochstadt Marktzeuln) und verlaufen in westlicher Richtung durch Ebnetz (Stadt Burkunstadt), Burkersdorf (Markt Küps), Kirchlein (Stadt Burkunstadt), Schimmendorf (Markt Mainleus) bzw. in nordwestlicher Richtung durch Grafendobrach (Große Kreistadt Kulmbach), Stadt Stadtsteinach (Verwaltungsgemeinschaft Stadtsteinach), Weidmes (Markt Grafenhaig), Neuensorg (Verwaltungsgemeinschaft Marktkeugast), Hildbrandsgrün (Stadt Münchberg) bis zum UW Mechlenreuth südöstlich der Stadt Münchberg. 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.

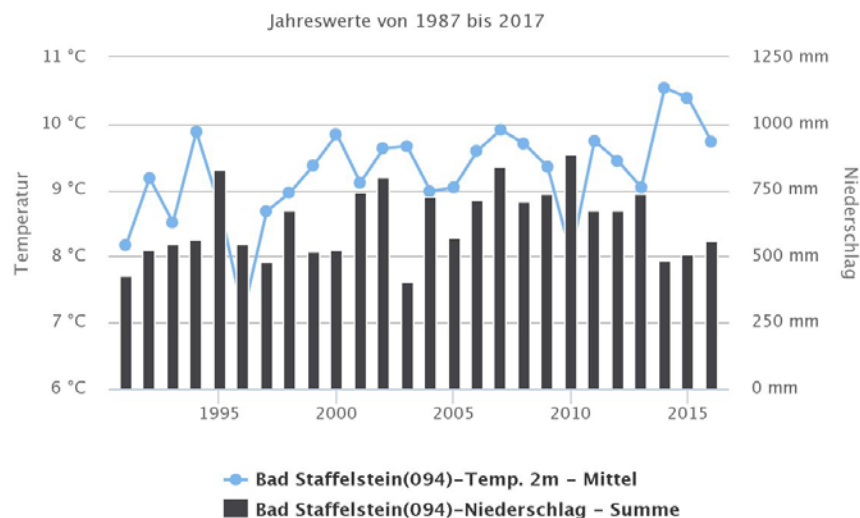
4 BESCHREIBUNG DER NATURRÄUMLICHEN GEGEBENHEITEN

4.1 Geographische Lage

Das vom Bauabschnitt UW Redwitz bis UW Mechlenreuth betroffene Gebiet befindet sich in der Region Franken im Regierungsbezirk Oberfranken im Norden Bayerns am Oberlauf des Mains. Die Region wird der Mittelgebirgsregion zugeordnet. Dabei verläuft der Abschnitt nördlich der Fränkischen Schweiz und passiert im Osten z. T. das Fichtelgebirge. Die Maststandorte liegen in Höhen von ca. 200 bis **500-600** m über NN.

4.2 Klima

Im Gebiet warmgemäßigten Klimas verortet, schwankt der mittlere Jahresniederschlag im Leitungsverlauf des Abschnittes UW Redwitz – UW Mechlenreuth zwischen 630 mm im Westen (Abb. 1) und 850 mm im Osten (Abb. 2). Ergänzend beträgt die durchschnittliche Wasserbilanz im Jahr -69,9 mm (Bad Staffelstein 1991–2016) und 253 mm (Markersreuth; 1997–2016). Aus denselben Zeiträumen ergibt sich eine Jahresdurchschnittstemperatur zwischen 9,2 °C bei Bad Staffelstein und 7,7 °C bei Markersreuth. Es zeigt sich eine starke Variabilität in den klimatischen Bedingungen bei jedoch ebenso unterschiedlicher Höhenlage der Wetterstationen: Bad Staffelstein 258 m und Markersreuth 556 m über NN.



Quelle: Agrarmeteorologie Bayern

Abb. 1: Niederschlagsdiagramm Bad Staffelstein (LfL: AgrarMeteorologie Bayern. www.wetter-by.de)

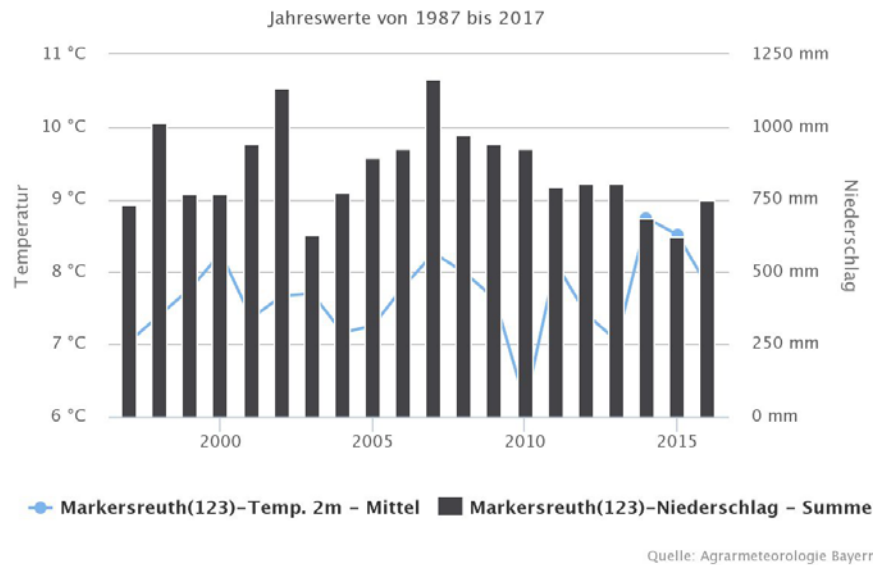


Abb. 2: Niederschlagsdiagramm von Markersreuth (LfL: AgrarMeteorologie Bayern, www.wetter-by.de).

4.3 Geologie

Das im Abschnitt vom UW Redwitz bis zum UW Mechlenreuth betroffene Gebiet durchschneidet von West nach Ost zunächst das west- und süddeutsche Schichtstufen- und Bruchschollenland in dem weitflächig sedimentäre, mesozoische Gesteinseinheiten ausstreichen. Östlich davon schließt sich das südostdeutsche Grundgebirge an, 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 B159 als auch der Bestandsleitung LH-07-B112 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 West nach Ost bzw. 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 Einheiten – im weiteren Verlauf als Cluster bezeichnet – 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.

A: Mittlerer und Oberer Keuper in klastischer Fazies

Cluster A.1: Burgsandstein in sandig-toniger Fazies (mit Heldburger-Fazies)

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 108–103
- Neubauleitung: 1–8, 1 (159A)

Die Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter) mit einem silikatischen Chemismus. Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Die vorliegende Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter und ist regional von Bedeutung. Überdeckter Sandsteinkeuper (ungegliedert) bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Zum größten Teil liegen Deckschichten aus Lockergesteinen vor, die bei flurnahen Grundwasserständen nur einen geringen Schutz bieten. Insbesondere bei fehlenden Deckschichten erfüllen tonige Zwischenschichten bei großen GW-Flurabständen eine Schutzfunktion. Aus den Grundwassergleichen geht ein Flurabstand von ca. 20–40 m hervor.

Cluster A.2: Feuerletten (Knollenmergel)

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 102
- Neubauleitung: 9

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten

$> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Die Schicht der Feuerletten wirkt als Grundwassergeringleiter. Innerhalb des Grundwasserstockwerks Sandsteinkeuper (ungegliedert) verortet, bildet diese auch die Sohlschicht zum Rhätolias-Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Aufgrund der Feuerletten-Überdeckung ist der Grundwasserleiter vor Schadstoffeinträgen gut geschützt. Zudem sind gemäß der Grundwassergleichen Flurabstände zwischen 50 und 60 m zu erwarten.

Cluster A.3: Oberer Keuper (Rhät und Rhät-Lias)

Innerhalb dieser hydrogeologischen Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 101, 98–94, 69 (E40)
- Neubauleitung: 10, 13–20

Die Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter) mit einem silikatischen Chemismus. Die Durchlässigkeit wird bei kf-Werten $> 10^{-5}$ bis 10^{-4} m/s als mäßig eingestuft. Der Grundwasserleiter ist von lokaler Bedeutung. Überdeckter Sandsteinkeuper (ungegliedert) bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Der vom Vorhaben betroffene Bereich wird zum größten Teil durch eine Deckschicht aus Lockergesteinen mit geringer bis sehr geringer Porendurchlässigkeit geschützt. Abseits der Vorfluter treten tonige Zwischenschichten auf, die einen guten Schutz bieten. Zudem kann ausgehend von den Grundwassergleichen mit GW-Flurabständen zwischen 80 und 130 m gerechnet werden.

Cluster A.4: Myophorien- und Estheriensichten (ungegliedert)

Im Bereich der Myophorien- und Estheriensichten (ungegliedert) sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 57, 56
- Neubauleitung: 62, 63

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 Myophorien- und Estheriensichten werden als Grundwassergeringleiter eingestuft. Der Benker Sandstein im Liegenden bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen Bereiche mit Deckschichten vor, die bei hohen GW-Flurabständen einen guten Schutz bieten. Sie stellen jedoch keine geschlossenen Deckschichten dar und bieten bei flurnahen Grundwasservorkommen nur geringen Schutz. Gemäß der BGU wurde an Mast 56 der Bestandsleitung ein Grundwasserstand von 1,2 m u. GOK angetroffen.

Cluster A.5: Lehrberg-Schichten in toniger Fazies

Innerhalb dieser hydrogeologischen Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 55
- Neubauleitung: 64

Die durch sulfatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die geringe Durchlässigkeit ist durch k_f -Werte $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gekennzeichnet. Die vorliegende Einheit fungiert entsprechend als Grundwassergeringleiter.

Verortet im Grundwasserstockwerk Benker Sandstein (ungegliedert) bildet die Einheit die Grundwassersohlschicht des Sandsteinkeuper-Grundwasserstockwerks.

Schutz des Grundwasserleiters

Eine Deckschicht aus Lockergesteinen liegt lediglich bei Mast 55 der Bestandsleitung vor. Bei flurnahen Grundwasservorkommen bietet die Grundwasserüberdeckung eine geringe Schutzfunktion.

B: Lias

Cluster B.1: Hettang- bis Untere Pliensbach-Schichten in tonig-mergeliger Fazies

Im Bereich der Hettang- bis Untere Pliensbach-Schichten sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 100, 99, 93, 91
- Neubauleitung: 11, 12

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Die Hettang- bis Untere Pliensbach-Schichten wirken als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter.

Schutz des Grundwasserleiters

Zum größten Teil liegen Deckschichten aus Lockergestein vor. Gemäß BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) sind bis mindestens ca. 5 m Tiefe u. GOK lehmige und/oder tonige Schichten vorzufinden.

Auch in den Bereichen ohne Deckschichten sind gemäß der Grundwassergleichen GW-Flurabstände zwischen 80 und 140 m zu erwarten.

Cluster B.2: Obere Pliensbach- und Toarc-Schichten

Innerhalb dieser Einheit liegen folgende Masten:

- Bestandsleitung: 92, 90–88, 83
- Neubauleitung: ~~21–28~~ 21–24, 26–28, 33, 34

Die durch silikatisch-karbonatischen 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 wird als Grundwassergeringleiter bewertet. Als Grundwasserstockwerk liegen überdeckter Sandsteinkeuper und Rhät bis Lias vor.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine schützenden Deckschichten vor. Jedoch ist gemäß Grundwassergleichen mit GW-Flurabständen zwischen 60 und 120 m zu rechnen. Zudem kann mit tonigen Zwischenschichten gerechnet werden (vgl. Anlage 3). Zumeist beschränken sich die Grundwasservorkommen auf Kalkbänke.

C: Dogger

Cluster C.1: Mittlerer Jura (Opalinuston)

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

- Bestandsleitung: 87–84, 82, 81
- Neubauleitung: 25, 29–32, 35

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-9}$ bis 10^{-7} m/s sehr gering. Die Einheit wird entsprechend als Grundwassergeringleiter eingestuft. Die Einheit bildet als Teil des Grundwasserstockwerkes Rhät bis Lias Gamma die Grundwassersohlschicht des Doggersandstein-Grundwasserstockwerkes.

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) wurden hier Tonschichten mit einer Mächtigkeit von ca. 5 m und mehr angetroffen. Gemäß Grundwassergleichen sind GW-Flurabstände zwischen 60 und 80 m zu erwarten.

Cluster C.2: Mittlerer Jura (Eisensandstein – Ornatenton)

In der hydrogeologischen Einheit Eisensandstein – Ornatenton sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 80
- Neubauleitung: 36

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s als mäßig bis gering zu bewerten. Die vorliegende Einheit fungiert als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter mit lokal bedeutendem Grundwasservorkommen. Das zugrundeliegende Grundwasserstockwerk ist der Dogger.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine Deckschichten vor. Bei Ausstrich von Ornatenton ist das Grundwasser dennoch vor Schadstoffeinträgen gut geschützt.

D: Unbedeckter bis teilbedeckter Malm und vollständig überdeckter Malm

Cluster D.1: Oxford-Schichten

Im Bereich Oxford-Schichten sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 79
- Neubauleitung: 37

Die durch karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Karst-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-5}$ bis 10^{-3} m/s mittel bis mäßig. Die Oxford-Schichten wirken als Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasservorkommen ist von überregionaler Bedeutung. Der Malm bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Aufgrund fehlender Deckschichten ist von einem geringen Schutz auszugehen, da die Malmeinheiten selbst kein Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen bieten. Zudem muss je nach örtlichen Karstvorkommen auch mit hohen Gebirgsdurchlässigkeiten gerechnet werden.

Cluster D.2: Unteres Kimmeridge in kalkiger Fazies

In der hydrogeologischen Einheit Unteres Kimmeridge in kalkiger Fazies sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 78, 77
- Neubauleitung: 38, 39

Die durch karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Karst-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-5}$ bis 10^{-3} m/s mittel bis mäßig. Die Einheit fungiert als Grundwasserleiter. Die Grundwasservorkommen sind von überregionaler Bedeutung. Das Grundwasserstockwerk wird vom Malm gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Aufgrund fehlender Deckschichten ist von einem geringen Schutz auszugehen, da die Malmeinheiten selbst kein Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen bieten. Zudem muss je nach örtlichen Karstvorkommen auch mit hohen Gebirgsdurchlässigkeiten gerechnet werden.

Cluster D.3: Mittlere Kimmeridge- bis Tithon-Schichten

Im Bereich der Mittleren Kimmeridge- bis Tithon-Schichten sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 76
- Neubauleitung: 40

Die durch karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Die Oxford-Schichten wirken als Grundwasserleiter/-geringleiter mit Grundwasservorkommen von überregionaler Bedeutung. Der Malm bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Aufgrund fehlender Deckschichten ist von einem geringen Schutz des Grundwasserkörpers auszugehen, da die Malmeinheiten selbst kein Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen bieten. Zudem muss je nach örtlichen Karstvorkommen auch mit hohen Gebirgsdurchlässigkeiten gerechnet werden.

E: Buntsandstein

Cluster E.1: Oberer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies (Süddeutscher Buntsandstein)

Innerhalb dieser Einheit liegen die folgenden Masten:

- Bestandsleitung: 74, 73, 70
- Neubauleitung: 42–47

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 lokaler Bedeutung. Das Grundwasserstockwerk bildet der Buntsandstein

Schutz des Grundwasserleiters

Lediglich Mast 70 ist durch eine Deckschicht geschützt, mit unbedeutender Führung von Grundwasser (gemäß BGU Bestandsleitung bei ca. 3,5 m u. GOK), welches mit der Vorflut in hydraulischem Kontakt steht. Vermutlich erfüllen tonige Zwischenschichten auch für Bereiche ohne Deckschichten eine Schutzfunktion (vgl. Anlage 3). Während der Sondierungen wurde ansonsten kein Grundwasser angetroffen, wobei die Aufschlusstiefen mit 0,3–3,5 m stark variieren.

F: Muschelkalk in karbonatische-klastischer Fazies

Cluster F.1: Unterer Muschelkalk in kalkiger Fazies

Im Gebiet des Unteren Muschelkalkes in kalkiger Fazies sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 72, 71, 69–66
- Neubauleitung: 48–50

Die durch karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Karst-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten

$> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s mäßig bis gering. Die Schichten fungieren als Grundwasserleiter. Das Grundwasserstockwerk wird durch den Muschelkalk gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Es besteht nur bei Mast 72 der Bestandsleitung ein guter Schutz durch Deckschichten mit unbedeutender Führung von Grundwasser (gemäß BGU Bestandsleitung bei ca. 3,0 m u. GOK), welches mit der Vorflut in hydraulischem Kontakt steht. Darüber hinaus wurde bei Endteufen von 1,1–3,2 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen (vgl. Anlage 3). Die obersten Substrate wurden je nach Standort als Ton oder Schluff beschrieben. Insbesondere die Tonschichten variieren stark in ihren Mächtigkeiten (Ton: 0,10–2,5 m, Schluff: 1 m). Die maximalen Sondiertiefen schwanken zwischen 1,1 und 2,5 m u. GOK. Dort stießen sie auf Kalkstein/-fels, -Sand- oder Tonstein.

Cluster F.2: Muschelkalk (ungegliedert) in kalkiger Fazies

Innerhalb dieser hydrogeologischen Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 75
- Neubauleitung: 41

Die durch karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-5}$ bis 10^{-4} m/s mäßig. Es handelt sich um einen Grundwasserleiter. Der Muschelkalk bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine schützenden Deckschichten vor. Jedoch sind gem. BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) lehmige Schichten mit Felseinlagerungen bis ca. 5 m u. GOK bei Mast 75 vorzufinden und es wurde bis zu dieser Tiefe kein Grundwasser angetroffen. Zudem lassen Grundwassergleichen des unteren und mittleren Buntsandsteins GW-Flurabstände von ca. 100 m erwarten.

Cluster F.3: Oberer Muschelkalk in kalkiger Fazies

Im Bereich des Oberen Muschelkalkes in kalkiger Fazies sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 64–59
- Neubauleitung: 54–60

Die durch karbonatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Karst-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-5}$ bis 10^{-4} m/s mäßig. Die Schichten fungieren als Grundwasserleiter.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine schützenden Deckschichten vor. Bei starker Variation von örtlich hohen bis sehr hohen Gebirgsdurchlässigkeiten ist die Einheit überwiegend grundwasserfrei. Aufgrund der vorliegenden Daten wird vermutet, dass die Grundwasserströmung südlich ausgerichtet ist. Es sind GW-Flurabstände von mind. 80 m zu vermuten.

G: Mittlerer Muschelkalk in salinärer Fazies

Cluster G.1: Mittlerer Muschelkalk in verkarsteter Salinarfazies

Innerhalb dieser hydrogeologischen Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 65
- Neubauleitung: 51–53

Die durch sulfatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Karst-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-5}$ bis 10^{-4} m/s als mäßig einzustufen. Es handelt sich um einen Grundwasserleiter. Das Grundwasserstockwerk wird durch den Muschelkalk gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Es liegen keine schützenden Deckschichten vor. Bei starker Variation von örtlich hohen bis sehr hohen Gebirgsdurchlässigkeiten ist die Einheit größtenteils grundwasserfrei. Aufgrund der vorliegenden Daten wird vermutet, dass die Grundwasserströmung südlich ausgerichtet ist. Es sind GW-Flurabstände von mind.80 m zu vermuten.

H: Quartärschotter mit vorwiegend silikatischer Zusammensetzung

Cluster H.1: Quartäre Flusssedimente (silikatisch)

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

- Bestandsleitung: 58
- Neubauleitung: 61

Die durch silikatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Lockergesteins-Grundwasserleiter (Poren-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit k_f -Werten $> 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s mäßig bis gering. Die Einheit fungiert als Grundwasserleiter/-geringleiter. Im Bereich der Neubauleitung wird das Grundwasserstockwerk durch Muschelkalk gebildet, während im Raum der Bestandsleitung Unterer Keuper im Liegenden anzutreffen ist (hier auch Kluft (-Poren)-Geringwasserleiter möglich).

Schutz des Grundwasserleiters

Mast 58 der Bestandsleitung ist durch eine Deckschicht aus nicht bindigem Lockergestein und durch eine 2 m mächtige Lehmschicht geschützt (vgl. Anlage 3). Im Fall von Mast 61 der Neubauleitung ist von einer nicht bindigen Deckschicht auszugehen. Gemäß Wagner *et al.* (2003) bzw. Hydrogeologischer Karte 1:200.000 können geringe Grundwasserflurabstände vorliegen.

5.2 Ostthüringisch-fränkisch-vogtländischer Synklinalbereich

Dieser hydrogeologische Teilraum ist dem südostdeutschen Schiefergebirge untergeordnet. Er wird definiert durch eine Muldenstruktur des Fränkischen Schiefergebirges mit jüngeren paläozoischen Gesteinseinheiten des Devons und Karbons.

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

I: Paläozoikum ohne Perm

Cluster I.1: Paläozoikum (ungegliedert)

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 54, 53, 45
- Neubauleitung: 65, 66, 74

Die durch sulfatischen Chemismus geprägten Sedimentgesteine bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit schwankt mit kf-Werten $> 10^{-9}$ bis 10^{-5} m/s zwischen sehr gering bis gering. Es handelt sich um den Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird durch das Paläozoikum gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Aufgrund des Fehlens mächtiger bindiger Deckschichten ist das Grundwasser sehr verschmutzungsempfindlich. Im Fall der Bestandsleitung wurde bei maximal möglichen Sondiertiefen von 2,3 bis 5,5 m u. GOK an allen Standorten kein Grundwasser angetroffen (vgl. Anlage 3).

Cluster I.2: Metamorphes Paläozoikum des Thüringischen Schiefergebirges und Frankenwaldes

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 52
- Neubauleitung: 67

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 Grundwassergeringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird vom Paläozoikum gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Aufgrund des Fehlens mächtiger bindiger Deckschichten ist das Grundwasser sehr verschmutzungsempfindlich. Gemäß der BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) wurde bis mind. 1,4 m u. GOK kein Wasser angetroffen (tiefere Sondierungen nicht möglich). Das Auftreten von Versatz- und Störungszonen führt zu geringen Gebirgsdurchlässigkeiten.

J: Basische bis ultrabasische Silikatgesteine des Kristallinen Grundgebirges

Cluster J.1: Paläozoische Vulkanite des Thüringischen Schiefergebirges und Frankenwaldes

Im Bereich der paläozoischen Vulkanite des Thüringischen Schiefergebirges und Frankenwaldes sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 51–46, 49 (E74), 50 (E74)

- Neubauleitung: 68–73

Die durch silikatisch-karbonatischen Chemismus geprägten Magmatite bilden Festgesteins-Grundwasserleiter (Kluft-Grundwasserleiter). Die Durchlässigkeit ist mit kf-Werten $> 10^{-7}$ bis 10^{-5} m/s gering. Es handelt sich um den Mischtyp Grundwasserleiter/-geringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird vom Paläozoikum gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

Es fehlen bindige Zersatzdecken, sodass eine generelle Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffen besteht. Ausnahme bildet gem. BGU (Anlage 3) Mast 51 der Bestandsleitung, da hier Ton- und Lehmschichten bis mind. 3 m u. GOK sondiert wurden. Darüber hinaus finden sich zumeist Sande oder Sande mit Steinen vermischt über dem Ausgangsgestein. An den Masten der Bestandsleitung wurde bis zur jeweiligen größtmöglichen Bohrtiefe (zwischen 0,5 und 3 m) kein Grundwasser angetroffen (Anlage 3 & 4). Zudem sind je nach Verwitterung Zersatz- und Vergrusungszonen als schützende Schichten vorzufinden.

5.3 Münchberger Gneismasse

Ebenso wie in Kap. 5.2 ist die Münchberger Gneismasse im hydrogeologischen Raum des Südostdeutschen Schiefergebirges verortet und wird vollständig vom Ostthüringisch-fränkisch-vogtländischen Synklinalbereich umschlossen. Es finden sich höhere bis hoch anstehende metamorphe paläozoische Einheiten, welche als tektonische Deckschicht dem schwach metamorphen Paläozoikum auflagern.

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.1: Saure bis intermediäre Metamorphite der Münchberger Gneismasse

Innerhalb dieser Einheit sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 44–41, 34, 33, 28, 27, 22, 20, 17–15, 13, 8
- Neubauleitung: ~~75–78~~ 75–79, 80, 81, 86, 87, 93–95, 98, 99, 103, 107, 108, 110–112, 114, 117, 119, 125

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 Grundwassergeringleiter. Das Grundwasserstockwerk wird durch das Kristallin gebildet.

Schutz des Grundwasserleiters

An einzelnen Maststandorten sind Deckschichten aus Lockergesteinen 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 Mäch-

tigkeit. 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 maximalen Bohrtiefen von 1,2 bis 7 m bei keinem Maststandort Grundwasser angetroffen.

J: Basische bis ultrabasische Silikatgesteine des Kristallinen Grundgebirges

Cluster J.2: Metabasite der Münchberger Gneismasse

Im Gebiet der Metabasite der Münchberger Gneismasse sind folgende Masten verortet:

- Bestandsleitung: 40–35, 32–29, 26– 23, 21, 19, 18, 14, 12–9, 7–2
- Neubauleitung: 79, 82–85, 88–92, 96, 97, 100–102, 104–106, 109, ~~113–116~~ 110A, 111A, 113, 115, 116, ~~118–124~~ 118, 120–124

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 Grundwassergeringleiter. Das Kristallin bildet das Grundwasserstockwerk.

Schutz des Grundwasserleiters

An einigen Maststandorten der Neubauleitung sowie der Bestandsleitung sind Deckschichten aus Lockergestein vorzufinden, teilweise sind diese jedoch lückenhaft.

Bei Ausbildung mächtiger Zersatz- und Vergrusungszonen ist von einem Schutz des sehr empfindlichen Grundwassers (fehlendes Rückhaltevermögen) auszugehen.

Gemäß der BGU der Bestandsleitung (Anlage 3) wurde an Mast 36, 34 und 11 nur eine wasserführende Schicht (Hangwasser) auf 1,5 m, 2,3 m bzw. 1,7 m erbohrt. Grundwasser wurde an Mast 38 (5,5 m u. GOK), Mast 23 (0,8 m u. GOK) und Mast 21 (0,8 m u. GOK) angetroffen. An allen anderen Maststandorten der Bestandsleitung wurde bei maximalen Bohrtiefen von 1,0 bis 7,2 m kein Grundwasser erbohrt.

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		Wasserschutzgebiete				Grundwassereinzugsgebiet		
Cluster	Name	Name	Zone	Masten		Name	Masten	
ID				Bestand	Neubau	Anlage	Bestand	Neubau
A.1	Burgsandstein in sandig-toniger Fazies (mit Heldburg-Fazies)	WSG Marktzeuln, Zettlitz/Horb TB	III	106, 105	–	Marktzeuln - Horb TB	106, 105	4, 5
B.1	Hettang- bis Untere Pliensbach-Schichten in tonig-mergeliger Fazies	Redwitz, Quellen Ebnetter Berg	III	–	11	–	–	–
A.3	Oberer Keuper (Rhät und Rhät-Lias)	–	–	–	–	Burgkunstadt TB 3	96–94	17–20
B.1	Hettang- bis Untere Pliensbach-Schichten in tonig-mergeliger Fazies	–	–	–	–	Burgkunstadt TB 3	93	–
B.2	Obere Pliensbach- und Toarc-Schichten	–	–	–	–	Burgkunstadt TB 3	–	21
E.1	Oberer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies (Süddeutscher Buntsandstein)	–	–	–	–	ohne Name (Nähe zu TWSG Untersteinach)	70	47
F.1	Unterer Muschelkalk in kalkiger Fazies	–	–	–	–	ohne Name (Nähe zu TWSG Untersteinach)	71, 69–66	48–50
G.1	Mittlerer Muschelkalk in verkarsteter Salinarfazies	–	–	–	–	ohne Name (Nähe zu TWSG Untersteinach)	65	51-53
F.3	Oberer Muschelkalk in kalkiger Fazies	–	–	–	–	ohne Name (Nähe zu TWSG Untersteinach)	64-59	54–60
H.1	Quartäre Flusssedimente (silikatisch)	–	–	–	–	ohne Name (Nähe zu TWSG Untersteinach)	58	61 –
K.1	sauere bis intermediäre Metamorphite der Münchberger Gneismasse	–	–	–	–	TB III und IV Vordere Horlachen	–	110, 111, 111A
J.2	Metabasite der Münchberger Gneismasse	Münchberg, St.	III	11	114, 115	TB I Hintere Horlachen	13–11	112–115 113, 114
						TB II Hintere Horlachen	–	115
J.2	Metabasite der Münchberger Gneismasse	Münchberg, St.	II	10	-	TB I Hintere Horlachen	10	–

Zusätzlich zu den in Tab. 1 aufgeführten Gebieten ist das Wasserschutzgebiet „~~Redwitz Obfristfeld Quellen 1–3~~ 1–2“ „Redwitz Obfristfeld Quellen 1–2“ vom Vorhaben betroffen. Dieses WSG ist jedoch nicht direkt von Maststandorten der Bestands- oder Neubauleitung berührt, sondern

durch eine größere Arbeitsfläche, die außerhalb dieses Wasserschutzgebietes auch den Bestandsmast 101 erfasst. Für das Errichten dieser ca. ~~3380~~ 4000 m² großen Fläche ist ein Kahlschlag notwendig, sodass eine Betrachtung in Kap. 8.2 notwendig ist. Die betroffene Waldfläche befindet sich innerhalb der Schutzzone II.

7 POTENZIELLE AUSWIRKUNGEN

7.1 Darstellung bzw. Prognose der entnahmebedingten Veränderungen

7.1.1 Grundwasserabsenkung

In der folgenden Tabelle 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.

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	
B.2	Obere Pliensbach- und Toarc-Schichten	92, 90–88, 83	21–28 21–24, 26–28, 33, 34	Neubau
C.2	Mittlerer Jura (Eisensandstein-Ornatenton)	80	36	Neubau
D.1	Oxford-Schichten	79	37	Bestand und Neubau
D.2	Unteres Kimmeridge in kalkiger Fazies	78, 77	38, 39	Bestand und Neubau
D.3	Mittlere Kimmeridge- bis Tithon-Schichten	76	40	Bestand und Neubau
E.1	Oberer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies (Süddeutscher Buntsandstein)	74, 73, 70	42–47	Bestand und Neubau
G.1	Mittlerer Muschelkalk in verkarsteter Salinarfazies	65	51–53	Bestand und Neubau
F.3	Oberer Muschelkalk in kalkiger Fazies	64–59	54–60	Bestand und Neubau
H.1	Quartäre Flusssedimente (silikatisch)	58	61	Neubau
A.4	Myophorien- und Estherienschichten (ungegliedert)	57, 56	62, 63	Bestand und Neubau
A.5	Lehrberg-Schichten in toniger Fazies	55	64	Neubau
I.1	Paläozoikum (ungegliedert)	54, 53, 45	65, 66, 74	Neubau
I.2	Metamorphes Paläozoikum des Thür. Schiefergebirges u. Frankenwaldes	52	67	Neubau
J.1	Paläozoische Vulkanite des Thür. Schiefergebirges und Frankenwaldes (ungegliedert)	51–46, 49 (E74), 50 (E74)	68–73	Neubau
K.1	Sauere bis intermediäre Metamorphite der Münchberger Gneismasse	44–41, 34, 33, 28, 27, 22, 20, 17–15, 13, 8	75–78 75–79, 80, 81, 86, 87, 93–95, 98, 99, 103, 107, 108, 110–112, 114, 117, 119, 125	Neubau
J.2	Metabasite der Münchberger Gneismasse	40–35, 32–29, 26–23, 21, 19, 18, 14, 12–9, 7–1	79, 82 - 85, 88–92, 96, 97, 100–102, 104–106, 109, 110A, 111A, 443–446 113, 115, 116, 118, 418–424 120–124	Bestand und Neubau

Gemäß Auswertung der Böden im Bodenschutzkonzept (Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 13.1) ist nur in den Clustern ~~H.1~~, B.2, A.4, K.1 und J.2 mit Vorkommen von grundwasserbeeinflussten Böden zu rechnen. Dies betrifft die folgenden Masten:

- B.2: Mast 34 der Neubauleitung
- ~~H.1: Mast 61 der Neubauleitung~~
- A.4: Mast 56 der Bestandsleitung; Mast 63 der Neubauleitung
- K.1: Mast 44 der Bestandsleitung; Mast 86, 98, 99, 112, 114, 117 der Neubauleitung
- J.2: Mast 36, 35, 34, 32, 23, 21, 11, 5 der Bestandsleitung; Mast 85, 89, 96, 97, ~~113–114~~ 113, 120, 121 der Neubauleitung

An den vorgenannten Maststandorten ist von geringen Grundwasserflurabständen auszugehen. Im Falle der Bestandsleitung wurden gem. Schichtverzeichnis von 1971 (Anlage 3) für die Masten 56, 36, 23 und 21 höhere Grundwasserflurabstände angetroffen. An Mast 36 und 34 wurden die wasserführenden Schichten als Hangwasser (Schichtenwasser oder Stauwasser) eingeordnet. Zudem wurde gem. BGU an Mast 5 bei einer maximalen Bohrtiefe von 5 m kein Grundwasser angetroffen. Zusätzlich wurden an den nicht aufgeführten Masten Nr. 72, 70 und 38 der Bestandsleitung gemäß Schichtverzeichnis Wasser bei ca. 3,5 m, 3,0 m und 5,5 m angetroffen. Die Auswertung im Bodenschutzkonzept (Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 13.1) lässt an Maststandort 72 Stauwasser vermuten.

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 (Kap. 8.1.1) erfasst. Als nicht betroffen von entnahmebedingten Veränderungen wurden folgende Standorte kategorisiert:

- Cluster A.3: GW-Einzugsgebiet Burgkunstadt TB 3
 - Masten 96–94 (Bestand) und 17–12 (Neubau)
- Cluster B.2: GW-Einzugsgebiet Burgkunstadt TB 3
 - Mast 21 (Neubau)
- Cluster F.1: GW-Einzugsgebiet u.a. des TWSG Untersteinach
 - 71, 69–66 (Bestand) und 48–50 (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).

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

Cluster		Masten im Cluster		Filtervermögen
Nr.	Bezeichnung	Bestandsleitung	Neubauleitung	
A.1	Burgsandstein in sandig-toniger Fazies (mit Heldburg-Fazies)	108–103	1–8, 1(B159A)	i. d. R. gering, in mergeliger & toniger Fazies höher
B.1	Hettang- bis Untere Pliensbach-Schichten in tonig-mergeliger Fazies	100, 99, 93, 91	11, 12	i. d. R. gering, in toniger Fazies höher
C.1	Mittlerer Jura (Opalinuston)	87–84, 82, 81	25, 29–32, 35	überwiegend hoch, in Kalksteinbänken gering
C.2	Mittlerer Jura (Eisensandstein - Ornatenton)	80	36	sehr gering bis gering, im Bereich von Tonsteineinlagerungen höher
D.1	Oxford-Schichten	79	37	sehr gering bis gering (Verkarstung)
D.2	Unteres Kimmeridge in kalkiger Fazies	78, 77	38, 39	sehr gering bis gering (Verkarstung)
D.3	Mittlere Kimmeridge- bis Tithon-Schichten	76	40	sehr gering bis gering (Verkarstung)
E.1	Oberer Buntsandstein in sandig-toniger Fazies (Süddeutscher Buntsandstein)	74, 73, 70	42–47	gering
G.1	Mittlerer Muschelkalk in verkarsteter Salinarfazies	65	51–53	sehr gering bis gering (Verkarstung)
F.3	Oberer Muschelkalk in kalkiger Fazies	64–59	54–60	sehr gering bis gering (Verkarstung)
H.1	Quartäre Flusssedimente (silikatisch)	58	61	gering, bei höherem Feinkonranteil höher, insbesondere bei Tonstein mäßiges bis hohes
A.4	Myophorien- und Estherienschiefer (ungegliedert)	57, 56	62, 63	überwiegend hoch
A.5	Lehrberg-Schichten in toniger Fazies	55	64	überwiegend hoch
I.1	Paläozoikum (ungegliedert)	54, 53, 45	65, 66, 74	gering bis mäßig (abhängig vom Verwitterungsgrad und Ausgangsgestein), in tieferen Bereichen gering
I.2	Metamorphes Paläozoikum des Thür. Schiefergebirges u. Frankenwaldes	52	67	überwiegend gering, bei starker Verwitterung höher
J.1	Paläozoische Vulkanite des Thür. Schiefergebirges und Frankenwaldes (ungegliedert)	51–46, 49 (E74), 50 (E74)	68–73	überwiegend gering, bei starker Verwitterung höher
K.1	sauere bis intermediäre Metamorphite der Münchberger Gneismasse	44–41, 34, 33, 28, 27, 22, 20, 17–15, 13, 8	75–78 75–79, 80, 81, 86, 87, 93–95, 98, 99, 103, 107, 108, 110–112, 114, 117, 119, 125	in der Zersatzzone gering bis mäßig in Abhängigkeit vom Lehmanteil, in tieferen Bereichen und Quarziten mit Zersatzdecke sehr gering
J.2	Metabasite der Münchberger Gneismasse	40–35, 32–29, 26–24, 23, 21, 19, 18, 14, 12–9, 7–1	79–82 82 - 85, 88–92, 96, 97, 100–102, 104–106, 109, 110A, 111A, 443–446-113, 115, 116, 118, 448–424 120–124	in der Zersatzzone gering bis mäßig in Abhängigkeit vom Lehmanteil, in tieferen Bereichen und bei Quarziten mit Zersatzdecke sehr gering

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 basiert 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 Oberfranken

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 Oberfranken 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 UVS ausgewiesenen Kahlschlagflächen abgeschätzt. 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 Bayerns 1:500.000 wurden die 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 (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. Diese 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 dem 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]
2_G041_TH	Bruchschollenland - Kronach	295,60	167	49.365.200	24,16	1.192.416	28.443	6	4.750	28
2_G079	Bruchschollenland - Burgkunstadt	117,10	150	17.565.000	18,68	328.149	75.263	6	11.289	68
2_G030	Bruchschollenland Bayreuth	679,00	206	139.874.000	19,45	2.720.083	148.524	6	30.596	184
2_G034	Paläozoikum - Stadtsteinach	90,20	125	11.275.000	16,37	184.534	54.093	6	6.762	41
2_G032	Kristallin - Gefrees	206,30	200	41.260.000	14,91	614.980	137.201	6	27.440	165
5_G005	Kristallin Münchberg	318,80	200	63.760.000	14,91	950.343	93.238	6	18.648	112

Tab. 4: Eingangsdaten Nitratbilanzierung im Gebiet der GWK: Berechnete Wassermengen, mittlere Nitratkonzentrationen und Nitratfrachten vor dem 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]
2_G041_TH	Bruchschollenland - Kronach	295,6	167	49.365.200	24,16	1.192.663	99.575	6	16.629	100
2_G079	Bruchschollenland - Burgkunstadt	117,1	150	17.565.000	18,68	328.149	33.467	6	5.020	30
2_G030	Bruchschollenland Bayreuth	679,0	206	139.874.000	19,45	2.720.549	125.734	6	25.901	155
2_G034	Paläozoikum - Stadtsteinach	90,2	125	11.275.000	16,37	184.572	48.534	6	6.067	36
2_G032	Kristallin - Gefrees	206,3	200	41.260.000	14,91	614.980	162.965	6	32.593	196
5_G005	Kristallin Münchberg	318,8	200	63.760.000	14,91	950.343	100.133	6	20.027	120

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
		[m ²]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
Bruchschollenland - Kronach	GWK – Kahlschlag	295.571.557	49.360.450	24,16	1.192.302	
	Kahlschlag	28.443	4.750	70	332	
	Gesamt	295.600.000	49.365.200		1.192.634	24,16
Bruchschollenland - Burgkunstadt	GWK – Kahlschlag	117.024.737	17.553.711	18,68	327.938	
	Kahlschlag	75.263	11.289	70	790	
	Gesamt	117.100.000	17.565.000		328.729	18,71
Bruchschollenland - Bayreuth	GWK – Kahlschlag	678.851.476	139.843.404	19,45	2.719.488	
	Kahlschlag	148.524	30.596	70	2.142	
	Gesamt	679.000.000	139.874.000		2.721.630	19,46
Paläozoikum - Stadtsteinach	GWK – Kahlschlag	90.145.907	11.268.238	16,37	184.424	
	Kahlschlag	54.093	6.762	70	473	
	Gesamt	90.200.000	11.275.000		184.897	16,40
Kristallin - Gefrees	GWK – Kahlschlag	206.162.799	41.232.560	14,91	614.571	
	Kahlschlag	137.201	27.440	70	1.921	
	Gesamt	206.300.000	41.260.000		616.492	14,94
Kristallin Münchberg	GWK – Kahlschlag	318.706.762	63.741.352	14,91	950.065	
	Kahlschlag	93.238	18.648	70	1.305	
	Gesamt	318.800.000	63.760.000		951.370	14,92

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 - Kronach	GWK – Kahlschlag	295.500.425	49.348.571	24,16	1.192.261	
	Kahlschlag	99.575	16.629	70	1.164	
	Gesamt	295.600.000	49.365.200		1.193.426	24,18
Bruchschollenland - Burgkunstadt	GWK – Kahlschlag	117.066.533	17.559.980	18,68	328.056	
	Kahlschlag	33.467	5.020	70	351	
	Gesamt	117.100.000	17.565.000		328.407	18,70
Bruchschollenland Bayreuth	GWK – Kahlschlag	678.874.266	139.848.099	19,45	2.720.046	
	Kahlschlag	125.734	25.901	70	1.813	
	Gesamt	679.000.000	139.874.000		2.721.859	19,46
Paläozoikum - Stadtsteinach	GWK – Kahlschlag	90.151.466	11.268.933	16,37	184.472	
	Kahlschlag	48.534	6.067	70	425	
	Gesamt	90.200.000	11.275.000		184.897	16,40
Kristallin - Gefrees	GWK – Kahlschlag	206.137.035	41.227.407	14,91	614.495	
	Kahlschlag	162.965	32.593	70	2.282	
	Gesamt	206.300.000	41.260.000		616.776	14,95
Kristallin Münchberg	GWK – Kahlschlag	318.699.867	63.739.973	14,91	950.044	
	Kahlschlag	100.133	20.027	70	1.402	
	Gesamt	318.800.000	63.760.000		951.446	14,92

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 Steigerung der Nitratkonzentration zwischen rund ~~0,01 bis 0,2~~ **0,05 und 0,29** %.

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 Kahlschlägen 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 dem 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]
Redwitz, Obristfeld Quellen 1–2	0,18	125	22.500	17,98	405	3.380	6	423	3
Burgkunstadt TB 3	3,70	150	554.670	24,16	13.398	2.592	6	389	2
ohne Namen (Nähe zu TWSG Untersteinach)	40,99	238	9.734.935	24,60	239.479	57.199	6	13.585	82
TB I Hintere Horlachen	1,65	150	247.696	18,20	4.508	21.885	6	3.283	20
St. Münchberg	0,67	150	100.972	18,20	1.838	21.885	6	3.283	20

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

Grundwassereinzugsgebiet/Wasserschutzgebiet								Gesamte betroffene Waldfläche			
Name	Kategorie	GWK	Fläche	GW-Neubildung	Wassermenge	Nitrat-Konz.	Nitrat-fracht	Fläche	Nitrat-konz.	Wasser-menge	Nitrat-fracht
		ID	[km ²]	[mm/a]	[m ³ /a]	[mg/l]	[kg/a]	[m ²]	[mg/l]	[m ³ /a]	[kg/a]
Burgkunstadt TB 3	GW-Ezg.	2_G041_TH	3,70	150,00	554.670	24,16	13.401	29.368	6	4.405	26,43
Marktzeuln - Horb TB	GW-Ezg.	2_G079	0,35	100,00	35.050	17,98	630	523	6	52	0,31
Unbenannt (gehört zu TWSG Untersteinach)	GW-Ezg.	2_G030	40,99	237,50	9.734.935	24,60	239.479	78.809	6	18.717	112,30
TB I Hintere Horlachen	GW-Ezg.	5_G005	1,65	150,00	247.696	18,20	4.508	1.591	6	239	1,43
TB II Hintere Horlachen	GW-Ezg.	5_G005	0,82	150,00	122.829	18,20	2.235	1.091	6	164	0,98
TB III und IV Vordere Horlachen	GW-Ezg.	5_G005	1,05	150,00	157.837	14,91	2.353	711	6	107	0,64
Redwitz, Obristfeld Quellen 1-2	WSG	2_G041_TH	0,18	125,00	22.329	17,98	401	4.220	6	528	3,17
Marktzeuln, Zettlitz/Horb TB	WSG	2_G079	0,37	100,00	36.526	17,98	657	1.037	6	104	0,62
St. Münchberg	WSG	5_G005	0,67	150,00	100.986	18,20	1.838	1.123	6	168	1,01

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]
Redwitz, Obristfeld Quellen 1-2	WSG – Kahlschlag	176.620	22.078	17,98	397	
	Kahlschlag	3.380	422,5	70	30	
	Gesamt	180.000	22.500		427	18,96
Burgkunstadt TB 3	GW-Ezg. – Kahlschlag	3.695.208	554.281	24,16	13.389	
	Kahlschlag	2.592	388,8	70	27	
	Gesamt	3.697.800	554.670		13.416	24,19
ohne Namen (Nähe zu TWSG Untersteinach)	GW-Ezg. – Kahlschlag	40.932.001	9.721.350	24,60	239.145	
	Kahlschlag	57.199	13.585	70	951	
	Gesamt	40.989.200	9.734.935		240.096	24,66
TB I Hintere Horlachen	GW-Ezg. – Kahlschlag	1.629.423	244.413	18,20	4.448	
	Kahlschlag	21.885	3.283	70	230	
	Gesamt	1.651.308	247.696		4.678	18,89
St. Münchberg	WSG – Kahlschlag	651.261	97.689	18,20	1.778	
	Kahlschlag	21.885	3.283	70	230	
	Gesamt	673.146	100.972		2.008	19,88

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]
Burgkunstadt TB 3	GW-Ezg. – Kahlschlag	3.668.432	550.265	24,16	13.294	
	Kahlschlag	29.368	4.405	70	308	
	Gesamt	3.697.800	554.670		13.603	24,52
Marktzeuln - Horb TB	GW-Ezg. – Kahlschlag	349.977	34.998	17,98	629	
	Kahlschlag	523	52	70	4	
	Gesamt	350.500	35.050		633	18,06
Unbenannt (gehört zu TWSG Untersteinach)	GW-Ezg. – Kahlschlag	40.910.391	9.736.673	24,60	239.522	
	Kahlschlag	78.809	18.757	70	1.313	
	Gesamt	40.989.200	9.755.430		240.835	24,69
TB I Hintere Horlachen	GW-Ezg. – Kahlschlag	1.649.717	247.457	18,20	4.504	
	Kahlschlag	1.591	239	70	17	
	Gesamt	1.651.308	247.696		4.520	18,25
TB II Hintere Horlachen	GW-Ezg. – Kahlschlag	817.770	122.666	18,20	2.233	
	Kahlschlag	1.091	164	70	11	
	Gesamt	818.861	122.829		2.244	18,27
TB III und IV Vordere Horlachen	GW-Ezg. – Kahlschlag	1.051.534	157.730	14,91	2.351	
	Kahlschlag	711	107	70	7	
	Gesamt	1.052.245	157.837		2.358	14,94
Redwitz, Obristfeld Quellen 1-2	WSG – Kahlschlag	174.415	21.802	17,98	392	
	Kahlschlag	4.220	528	70	37	
	Gesamt	178.635	22.329		429	19,21
Marktzeuln, Zettlitz/Horb TB	WSG – Kahlschlag	364.220	81.777	17,98	1.470	
	Kahlschlag	1.037	104	70	7	
	Gesamt	365.257	81.881		1.478	18,05
St. Münchberg	WSG – Kahlschlag	672.115	100.817	18,20	1.835	
	Kahlschlag	1.123	168	70	12	
	Gesamt	673.238	100.986		1.847	18,29

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 **nur vereinzelt** deutliche 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 ~~0,4 bis 9~~ **0,3 und 6,8** % vor. Erwartungsgemäß wird deutlich, dass auch aufgrund der geringeren 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. ~~Dies gilt insbesondere für das Wasserschutzgebiet „Redwitz Oberistfeld Quellen 1–3“ und das WSG „St. Münchberg“ mit dem zugehörigen GW-Ezg. „TB I Hintere Horlachen“.~~ Dies gilt für das Wasserschutzgebiet „Redwitz Oberistfeld Quellen 1–2“ und das Grundwassereinzugsgebiet „Burgkunstadt TB 3“. Aufgrund der überwiegend kleinen bzw. wenigen Kahlschlagsflächen, liegt der berechnete Anstieg der Nitratkonzentrationen an allen anderen betroffenen WSG und GW-Ezg. unter einem Prozent.

Auf Basis der vorangegangenen Ergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden, dass ~~insbesondere im WSG „Redwitz Oberistfeld Quellen 1–3“, im Grundwassereinzugsgebiet „TB I Hintere Horlachen“ bzw. im Wasserschutzgebiet „St. Münchberg“ im WSG „Redwitz Oberistfeld Quellen 1–2“ und im GW-Ezg. „Burgkunstadt TB 3“ ein stärkerer temporärer Nitratanstieg infolge der Kahlschläge an den Entnahmebrunnen zu verzeichnen sein wird.~~ Zumal sich das betroffene Waldstück im WSG „~~Redwitz Oberistfeld Quellen 1–3~~“, ~~Redwitz Oberistfeld Quellen 1–2~~“ ca. 200 m nördlich der Zone I erstreckt. ~~und sich im Falle des GW-Ezg. „TB I Hintere Horlachen“/WSG „St. Münchberg“ die Kahlschlagsflächen sogar direkt an der Grenze zur Zone I, südlich des Brunnens befinden.~~ Im Falle des GW-Ezg. „Burgkunstadt TB3“ befindet sich das zugehörige Wasserschutzgebiet „Burgkunstadt IV“ und in ca. 3,4 km Entfernung. Aufgrund der größeren Entfernung ist von einem geringen bis nicht spürbaren Einfluss durch den Anstieg der Nitratkonzentration auszugehen.

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.8) 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 des Antrags auf wasserrechtliche Erlaubnis für die Entnahme von Grundwasser berücksichtigt](#). Im Rahmen der Rückbaumaßnahme der Bestandsleitung kann auf die vorliegende Baugrunduntersuchung, welche im Zuge des damaligen Baus durchgeführt wurde, zurückgegriffen werden. Ein vollständiger Fundamentrückbau ist nicht vorgesehen, so dass der Eingriff verhältnismäßig klein ist und 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 den Karstgebieten – mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffeinträgen zu rechnen ist (vgl. Kap. 8.2 & 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 Maßnahmenblätter der UVS 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 ~~0,01 bis 0,2~~ [0,06 bis 0,29](#) %. Diese Aussage lässt sich jedoch nicht ohne weiteres auf die Grundwassereinzugsgebiete und Wasserschutzgebiete übertragen. Insbesondere im ~~WSG „Redwitz Obristfeld Quellen 1–3“ und~~ [WSG „St. Münchberg“](#) [WSG „Redwitz Obristfeld Quellen 1–2](#) ist ein temporärer spürbarer Nitratanstieg im Bereich von Wasserfassungen nicht auszuschließen, wenn nitratbelastete Sickerwässer entsprechend der Strömungsverhältnisse dem jeweiligen Brunnen unterirdisch zufließen. Da

diese Besorgnis, wie bereits in Kap. 8.2.2 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 – Unterlage 11.1, Kapitel 7.2.2). 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 (A-W21a und A-W21b, vgl. landschaftspflegerische Maßnahmen in: Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 5) 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 Wiederbegrü-
nung 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: Vermeidungsmaßnahme V5).~~

Bei längerfristiger Betrachtung ist auch zu berücksichtigen, dass bestehende Waldschneisen der Bestandsleitung nach Rückbau weitgehend ökologisch hochwertig wieder aufgeforstet werden sollen. Hierbei sind für das WSG „~~Redwitz Obristfeld Quellen 1–3~~“ „Redwitz Obristfeld Quellen 1–2“ und das WSG „St. Münchberg“ sowie das GW-Ezg. „Hintere Horlachen“ (Bereich TB 1 + TB 2) spezielle Kompensationsmaßnahmen vorgesehen (vgl. landschaftspflegerische Maßnahmen in: Planfeststellungsunterlagen Ostbayernring – Unterlage 5: Kompensationsmaßnahmen ~~A-L233~~ A-L113 (WSG Redwitz Obristfeld Quellen 1–3), A-L243 und A-W12 (WSG St. Münchberg und GW-Ezg. Hintere Horlachen TB 1 + 2)). 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., Töpfner, 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: 05.02.2018.

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.