Hydro-Geologie-Nord PartGmbB
Diplomingenieure Hilgert & Ewert

Antragsunterlagen
zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes
für die Wasserfassung Carlow

- Zusammenfassung Hydrogeologisches Gutachten -

Auftraggeber:	Zweckverband Radegast Trinkwasser - Schmutzwasser Schloßplatz 7 19217 Holdorf
Auftragnehmer:	Hydro-Geologie-Nord PartGmbB Hagenower Straße 73 19061 Schwerin
Bearbeiter:	Dip.-Ing. Toralf Hilgert (Modellierung) Dipl.-Ing. Manuel Strehl (Projektleiter)
Projektnummer:	250073
Datum:	Schwerin, 17.09.2025
bestätigt:	Hydro-Geologie-Nord PartGmbB ..... Dipl.-Ing. Ullrich Ewert Geschäftsführer
Verteiler:	1 x StALU WM, 1 x Hydro-Geologie-Nord PartGmbB

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB
Hagenower Str. 73
19061 Schwerin
Diplomingenieure Hilgert & Ewert

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB
Diplomingenieure Hilgert & Ewert
Hagenower Straße 73
19061 Schwerin

Geschäftsführende Gesellschafter
Toralf Hilgert, Ullrich Ewert
SteuerNr.: 090/155/02174
Ust.-IdNr.: DE 310 898 054

DKB - Deutsche Kreditbank
BIC: BYLADEM1001
IBAN: DE03120300001056212903

Telefon: 0385 3993377
Telefax: 0385 3993180
info@h-g-nord.de
www.h-g-nord.de

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung 7

2 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse 7

2.1 Wasserwirtschaftlicher Anlagenbestand 7

2.2 Wasserrechtliche Entscheidungen 8

2.2.1 Benutzungen 8

2.2.2 Bestehende Wasserschutzgebiete 9

3 Behördlich abgestimmte Auswahl des Bemessungsverfahrens 10

4 Auswertung zur Wasserfassung Carlow 10

4.1 Geographische Gegebenheiten 10

4.1.1 Landschaftliche Gliederung und Morphologie 10

4.1.2 Flächen- und Bodennutzung 10

4.1.3 Klima und Niederschlag 11

4.1.4 Hydrographische Verhältnisse und Grundwasserkörper nach WRRL 12

4.2 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse 13

4.2.1 Allgemeiner Überblick 13

4.2.2 Hydrogeologischer Aufbau der Grundwasserleiter und -stauer 13

4.2.3 Grundwasserflurabstand 15

4.3 Geohydraulische Bedingungen, Wasserhaushalt und Modellierung 15

4.3.1 Geohydraulische Kenndaten 15

4.3.2 Unbeeinflusste Grundwasserverhältnisse und Wasserstand 16

4.3.3 Grundwasserverhältnisse unter Betriebsbedingungen 16

4.3.4 Hydraulische Beziehungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser 17

4.3.5 Grundwasserneubildung 17

4.3.6 Wasserhaushaltsbilanz 17

4.3.7 Nachweis des nutzbaren Dargebotes 18

4.4 Wasserbeschaffenheit 19

4.4.1 Oberflächenwasser 19

4.4.2 Grundwasser 19

4.4.3 Reinwasser 21

5 Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung 22

6 Vorschlag zur Ausweisung der Schutzzonen 22

6.1 Schutzzone I (Fassungsbereich) 22

6.2 Schutzzone II (Engere Schutzzone) 23

6.3 Schutzzone III (Weitere Schutzzone) 23

7 Empfehlungen für Verbote und Nutzungsbeschränkungen 24

8 Vorschläge zur Überwachung des Wasserschutzgebietes 25

9 Literatur- und Quellenverzeichnis 26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kurzauswertung der Klimastation Schwerin 12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stamm- und Bewegungsdaten der Brunnen der WF Carlow 7

Tabelle 2: Stamm- und Bewegungsdaten der Grundwassermessstellen der WF Carlow 8

Tabelle 3: Förderstatistik der WF Carlow im Zeitraum 2014 – 2023 9

Tabelle 4: Geologisches Normalprofil im Bearbeitungsgebiet des Pleistozäns gemäß HK50 [27] 14

Tabelle 5: Grundwasserdargebot und Nutzungsgrad GWK Stepenitz/ Maurine gemäß [6] 18

Tabelle 6: Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet 18

Tabelle 7: Konzentrationen an Brunnen und Vorfeldmessstellen der WF Carlow in mg/l 19

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtskarte ..... Maßstab 1 : 60.000

Anlage 2 Grundwassergleichen Hauptgrundwasserleiter GWL 3..... Maßstab 1 : 25.000

Anlage 3 Vorgeschlagene Wasserschutzzonen WF Carlow ..... Maßstab 1 : 25.000

Abkürzungsverzeichnis

B	
Br.	Brunnen
D	
DN	Nennweiter in mm
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
E	
E	Eisvorstoß der Elsterkaltzeit
En	Nachschüttbildungen der Elsterkaltzeit
ET	Endteufe
G	
GGB	Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung
GOK	Geländeoberkante
GOW	gesundheitlicher Orientierungswert
GWK	Grundwasserkörper
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWS	Grundwasserstauer
H	
Ho	Ablagerungen des Holozäns
L	
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
M	
Mittl. Wst.	mittlerer Wasserstand
MP	Messpunkt
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
N	
NatSchAG	Naturschutzausführungsgesetz
NSG	Naturschutzgebiet
Nwg	Nachweisgrenze
P	
PVC	Polyvinylchlorid
Q	
Q	Förderleistung
Q_{dmax}	maximale Tagesmenge
$Q_{dmittel}$	mittlere Tagesmenge
Q_x	mittlere tägliche Entnahme an x Tagen
S	
S1n	Nachschüttbildungen der 1. Saalekaltzeit
S1v	Vorschüttbildungen der 1. Saalekaltzeit
S2n	Nachschüttbildungen der 2. Saalekaltzeit
S2v	Vorschüttbildungen der 2. Saalekaltzeit
SI	1. Eisvorstoß der Saalekaltzeit
SII	2. Eisvorstoß der Saalekaltzeit
spez. Erg.	spezifische Ergiebigkeit
T	
TFA	Trifluoressigsäure
TWSZ	Trinkwasserschutzzone
U	
UBA	Umweltbundesamt
UP	Unterpegel
W	
W1v	Vorschüttbildungen der 1. Weichselkaltzeit
WF	Wasserfassung
WI	1. Eisvorstoß der Weichselkaltzeit
Wn	Nachschüttbildungen der Weichselkaltzeit
WW	Wasserwerk
Δ	
ΔS	Absenkungsbetrag

1 Veranlassung

Der Zweckverband (ZV) Radegast betreibt die Wasserfassung (WF) Carlow zur Versorgung der angeschlossenen Ortschaften mit Trink- und Brauchwasser. Das derzeit gültige Wasserschutzgebiet wurde im Jahr 1978 beschlossen. Die damalige Schutzzonenbemessung entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen nach DVGW-Regelwerk W 101 [2] und des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern [15]. Um den nachhaltigen Schutz der Grundwasserressource in den Einzugsgebieten der Betriebsbrunnen zu gewährleisten, ist eine Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes für die WF Carlow geplant.

Die vorliegende Zusammenfassung basiert auf dem Hydrogeologischen Gutachten [20] als Hauptbestandteil der Antragsunterlagen für die Neuausweisung des Wasserschutzgebietes der WF Carlow dar. Dessen Gliederung basiert auf dem Erlass zur Festsetzung und Änderung von Wasserschutzgebieten vom 23.01.2014 [15]. Für die WF Carlow wurde gemeinsam mit der WF Rehna und Benziner Tannen ein geohydraulisches 3D-Modell erstellt. Die Ausweisung der Schutzzonen und die Empfehlungen für Verbote und Nutzungsbeschränkungen erfolgt separat für jede Wasserfassung.

2 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

2.1 Wasserwirtschaftlicher Anlagenbestand

Das Wasserwerk (WW) Carlow befindet sich südöstlich des gleichnamigen Ortsteils der Gemeinde Carlow im Landkreis Nordwestmecklenburg. Zur Wassergewinnung werden derzeit vier Brunnen betrieben, von denen sich zwei auf dem Wasserwerksgelände befinden und zwei 100 bzw. 200 m südwestlich davon auf Wiesenflächen gelegen sind. Außerdem existieren zwei Grundwassermessstellen (GWM) zur Vorfeldüberwachung. Tabelle 1 und Tabelle 2 vermitteln einen Überblick über die grundlegenden Stamm- und Bewegungsdaten.

Tabelle 1: Stamm- und Bewegungsdaten der Brunnen der WF Carlow

	GOK	ET	MP	Filterlage	Leistung*	Q**	ΔS**	spez. Erg.**
	[mNHN]	[m]	[mNHN]	[m u. GOK]	[m³/h]	m³/h	[m]	[m³/(h·m)]
Br. 1/1972	+32,40	39,0	+32,90	23,5 – 36,5	68	100,9	2,40	42,04
Br. 4/1988	+31,40	41,0	+31,90	30,8 – 38,8	52	118,3	3,53	33,51
Br. 5/2007	+29,88	48,0	+30,38	25,0 – 35,0	68	90,0	2,68	33,58
Br. 6/2018	+27,00	77,0	28,10	62,0 – 71,0	50	90,0	11,08	8,12

* installierte Pumpenleistung; ** Daten vom Neubau

Die auf dem Wasserwerksgelände gelegenen Betriebsbrunnen der WF Carlow wurden in den Jahren 1972 (Br. 1/1972) und 1988 (Br. 4/1988) errichtet und in den Jahren 2001 respektive 2003 mittels PVC-Einschub saniert. Die 13 bzw. 8 m langen Filterrohre haben Nennweiten DN250 respektive DN200. Die Brunnen 5/2007 und 6/2018 wurde außerhalb des Wasserwerksgeländes mit 10 bzw. 9 m langen Wickeldrahtfilter in DN300 aus Edelstahl errichtet. Die Brunnen 1/1972, 4/1988 und 5/2007 erschließen mit Filterlagen zwischen rund 25 und 40 m unter Gelände den pleistozänen Hauptgrundwasserleiter, der am Standort des Brunnen

6/2018 in reduzierter Mächtigkeit angetroffen wurde. Am Brunnen 6/2018 werden Sande in einer Tiefe zwischen 62 und 71 m erschlossen, die vermutlich dem Tertiär zuzuordnen sind. Der im Anschluss an den Brunnenbau durchgeführte Leistungspumpversuch deutete auf eine Fließbehinderung zwischen dem pleistozänen und dem tertiären Grundwasserleiter hin [19].

Die Vorfeldmessstellen Hy Car 1/2005 und 2/2005 wurden im Anstrom rund 1,2 bzw. 1,8 km süd- bis südöstlich der Wasserfassung errichtet. Beide Vorfeldmessstellen sind mit PVC-Rohren DN115 und jeweils 2 m langen Filterstrecken ausgebaut. Mit Filterlagen zwischen 47,0 und 50,0 m unter Gelände erschließen sie den pleistozänen Hauptgrundwasserleiter.

Tabelle 2: Stamm- und Bewegungsdaten der Grundwassermessstellen der WF Carlow

	GOK	ET	MP	Filterlage	Mittl. Wst.*	Lage zur Wasserfassung
	[mNHN]	[m]	[mNHN]	[m u. GOK]	[mNHN]	
Hy Car 1/2005	+42,45	57,0	+43,35	48,0 – 50,0	+28,04	1,2 km südlich vom WW
Hy Car 2/2005	+51,32	51,0	+52,22	47,0 – 49,0	+28,94	1,8 km südöstlich vom WW

* Mittlerer Wasserstand der Messreihe 2006 - 2023

Östlich der Ortslage Carlow, rund 1,7 km vom Wasserwerksgelände entfernt, befindet sich die Landesgrundwassermessstelle Carlow mit der Messstellenkennzahl 22310004. Sie ist Bestandteil des Mengen- und Gütemessnetzes [18]. Die Messstelle erschließt den obersten bedeckten Grundwasserleiter in rund 20 m unter Gelände, was einer absoluten Geländehöhe von +17 mNHN entspricht. Sie liegt stromseitlich zur WF Carlow.

2.2 Wasserrechtliche Entscheidungen

2.2.1 Benutzungen

Die bestehende, bis zum 31.03.2034 befristete Wasserrechtliche Erlaubnis vom 31.03.2009 (Aktenzeichen 66.11-10/50-20-58018-001-09) berechtigt an der WF Carlow zur Entnahme von Grundwasser in folgenden Mengen:

mittlere tägliche Entnahme an 365 Tagen Q_{365}: 2.000 m³/d
maximale tägliche Entnahme Q_{dmax}: 2.250 m³/d

Auf Grundlage der mittleren täglichen Entnahme ergibt sich eine maximale Jahresmenge von 730.000 m³.

Eine aktuelle, von der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Nordwestmecklenburg bestätigte Wasserbedarfsprognose (s. weitere Antragsunterlagen), die im Zuge der vorliegenden Bearbeitung für das Versorgungsgebiet des WW Carlow durchgeführt wurde, ergab folgenden Wasserbedarf:

Jahresmenge Q_a: 681.000 m³/a
mittlere Tagesmenge $Q_{dmittel}$: 1.860 m³/d
maximale Tagesmenge Q_{dmax}: 2.610 m³/d

Für die Schutzzonenbemessung wurde der mittlere Tagesbedarf auf die Brunnen der WF Carlow aufgeteilt. Auf eine Anpassung der wasserrechtlichen Erlaubnis wird aufgrund der im Vergleich zum Wasserrecht nur

geringfügig niedrigeren Bedarfsmenge verzichtet. Eine Anpassung des Wasserrechts auf den Wasserbedarf erfolgt im Rahmen des Verlängerungsantrags zum Ablauf der Befristung.

Tabelle 3 zeigt die Förderdaten der WF Carlow für den Zeitraum 2014 – 2023. Die Jahresfördermengen für das WW Carlow reichen von 425.831 m^3 im Jahr 2015 bis 585.782 m^3 im Jahr 2018. Daraus ergeben sich mittlere Tagesentnahmen (Q_{365}) zwischen 1.167 und 1.605 m^3. Die durchschnittliche Jahresentnahme betrug in den vergangenen zehn Jahren 478.910 m^3, was einer durchschnittlichen Tagesleistung (Q_{365}) von 1.311 m^3 entspricht.

Tabelle 3: Förderstatistik der WF Carlow im Zeitraum 2014 – 2023

Jahr	Q_a	Q_{365}
	[m^3/a]	[m^3/d]
2014	444.864	1.219
2015	425.831	1.167
2016	438.978	1.199
2017	556.618	1.525
2018	585.782	1.605
2019	453.568	1.243
2020	463.684	1.267
2021	467.845	1.282
2022	462.604	1.267
2023	489.327	1.341

2.2.2 Bestehende Wasserschutzgebiete

Im Jahr 1978 wurden für die WF Carlow die Trinkwasserschutzzonen II und III mit der Nummer MV_WSG_2231_02 [11] beschlossen. Der Beschluss läuft unter der Nummer 231/28/78.

Das bestehende Schutzgebiet umfasst

- die TWSZ II: rund 120 m breiter und 290 m langer Streifen um das Wasserwerksgelände. Die Brunnen 1/1972 und 4/1988 sind innerhalb der Schutzzone II gelegen.
- die TWSZ III: Abgrenzung bis rund 300 m nördlich und 1,2 km südlich des Wasserwerksgeländes. Die West-Ost-Ausdehnung der weiteren Schutzzone liegt zwischen ca. 900 und 1,8 km. Alle aktuellen Betriebsbrunnen befinden sich innerhalb der Schutzzone III.

Im Zuge der vorliegenden Bearbeitung erfolgte nach den Grundsätzen des DVGW-Regelwerks W 101 [2] und auf Grundlage der aktuellen Wasserbedarfszahlen im Versorgungsgebiet des WW Carlow eine Neubemessung des Wasserschutzgebiets. Zur Abgrenzung der Schutzzonen wurden mit dem aufgebauten geohydraulischen 3D-Modell Strombahnlinien für die nachgewiesenen Bedarfsmengen berechnet.

3 Behördlich abgestimmte Auswahl des Bemessungsverfahrens

Zur Ermittlung der Auswirkungen und der Einzugsgebiete der Grundwasserentnahme an der WF Carlow sowie der benötigten Fließzeitisochronen zur Schutzzonen-Bemessung wurde ein numerischer Ansatz und der Aufbau eines geohydraulischen 3D-Simulationsmodells vorgeschlagen. Das gewählte Simulationsmodell kann nach der Kalibrierung nicht nur die hydrogeologischen und hydraulischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet wiedergeben, sondern gewährleistet durch die Einbeziehung der Grundwasserneubildung auch Bilanztreue hinsichtlich des Wasserhaushalts.

Das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern folgte dem vorgeschlagenen Bemessungsansatz, sodass ein geohydraulisches 3D-Simulationsmodell als Grundlage für die Ausweisung des Wasserschutzgebietes Carlow verwendet wurde.

Aufgrund der mit den Antragsunterlagen für die Wasserschutzgebiete an den Wasserfassungen Rehna und Benziner Tannen zeitgleichen Bearbeitung erfolgte die Simulation in einem die drei Wasserfassungen umfassenden Modell. Die Auswertungen für die WF Carlow beziehen sich auf den westlichen Teil des Modellgebiets.

4 Auswertung zur Wasserfassung Carlow

4.1 Geographische Gegebenheiten

4.1.1 Landschaftliche Gliederung und Morphologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im westlichen Teil des Landkreises Nordwestmecklenburg. Es erstreckt sich zwischen den Städten Gadebusch im Osten und Ratzeburg im Westen sowie zwischen der Bundesautobahn A20 im Norden und dem Schaalsee im Süden. Auf der Übersichtskarte in Anlage 1 ist das gesamte Modellgebiet dargestellt, das neben dem Untersuchungsgebiet für die WF Carlow auch den Bearbeitungsraum für die Wasserfassungen Rehna und Benziner Tannen, östlich der Radegast umfasst. Nachfolgende Beschreibungen beziehen sich auf den westlichen Teil des Modellgebietes.

Geomorphologisch wird das Bearbeitungsgebiet durch eine kuppige Grundmoränenlandschaft des Frankfurter Stadiums der Weichselkaltzeit mit Geländehöhen geprägt, die westlich und südwestlich von Carlow überwiegend zwischen rund +30 und +40 mNHN liegen. In Richtung Osten und Südosten steigt das Gelände auf über +60 mNHN im Raum Demern und über +90 mNHN nordwestlich von Roggendorf an. Unmittelbar nördlich der WF Carlow, im Bereich der Niederung des Stover Mühlenbachs und der Maurine fällt das Gelände auf unter +30 mNHN ab.

4.1.2 Flächen- und Bodennutzung

Der Bearbeitungsraum ist durch landwirtschaftliche und Grünlandnutzungen gekennzeichnet, die ländliche Siedlungen umgeben. Die größten Siedlungsgebiete sind die Ortslagen Carlow im Norden und Roggendorf im Südosten. Südlich der Vorfeldmessstelle Hy Car 2/2005 beginnt das Forstgebiet „Röggeliner Holz“, das bis zur Bundesstraße B 208, rund 5 bis 6 km südlich von Carlow reicht. Nördlich von Schaddingsdorf befindet sich ein Kiessandtagebau.

Die WF Carlow befindet sich im Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Biosphärenreservat Schaalsee“ (LSG 65), das sich westlich von Carlow sowie in Richtung Süden erstreckt und im Osten in das LSG 130 „Schaalsee-Landschaft (Nordwestmecklenburg)“ übergeht. Das Röggeliner Holz ist zusammen mit dem westlich anschließenden Röggeliner Sees und dem Kuhlrader Moor als Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung (GGB) „Wald- und Moorlandschaft um den Röggeliner See“ ausgewiesen, dass auch das Naturschutzgebiet (NSG) „Kuhlrader Moor und Röggeliner See (NSG 63) beinhaltet.

Die Grundmoränenflächen sind vor allem durch Lehm-, Tieflehm- und Parabraunerde-Pseudogley mit starkem Stauwassereinfluss auf den vorherrschenden Geschiebemergelablagerungen geprägt. Westlich und nordwestlich von Carlow sind in der Bodenübersichtskarte [11] Lehm- und Pseudogley-Parabraunerden mit Stauwassereinfluss auf der Grundmoränenfläche eingezeichnet. Zwischen Carlow und Rehna sind Lehm-Parabraunerden, Pararendzina, Kolluvisole und Parabraunerde-Pseudogleye mit mäßigem Stauwassereinfluss in einem Bereich mit starkem Relief ausgewiesen.

4.1.3 Klima und Niederschlag

Der Betrachtungsraum gehört zum Bereich des Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklimas mit marinem Einfluss [21], der sich aus westlicher Richtung auswirkt. Die herrschenden Bedingungen am Standort können durch die etwa 33 km südöstlich des WW Carlow gelegene Klimastation Schwerin des Deutschen Wetterdienstes [3] wiedergegeben werden. Die Auswertung der für die Station vorliegenden Zeitreihe der Klimadaten (1994 – 2023) ergab folgende Werte:

mittlere Jahrestemperatur	9,6	°C
mittlerer Jahresniederschlag[1)]	712	mm/a
Grasreferenzverdunstung (Eto)[2)]	607	mm/a
Gewässerverdunstung (Ew)[3)]	737	mm/a

[1)] korrigiert nach RICHTER (Gebiet II, Stationslage c) [1]
[2)] nach PENMAN-MONTEITH [1]
[3)] nach PENMAN [1]

Abbildung 1 stellt die Niederschlags- und Verdunstungsmengen einschließlich der Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz für die 30-jährige Reihe sowie die daraus zu ermittelnde Grundwasserneubildung und Grundwasserzehrung graphisch gegenüber. Eine langfristig einheitliche Entwicklung ist innerhalb der Zeitreihe nicht zu erkennen. Im Jahr 2017 haben sehr hohe Niederschläge zu einem maximalen Dargebot aus der klimatischen Wasserbilanz geführt, wohingegen im Folgejahr 2018 das größte Defizit der 30-jährigen Beobachtungsreihe auftrat. Seit dem Jahr 2018 ist die klimatische Wasserbilanz mit Ausnahme des Jahres 2019 niedriger als das langjährige Mittel der Zeitreihe 1994 bis 2023 von 105 mm.

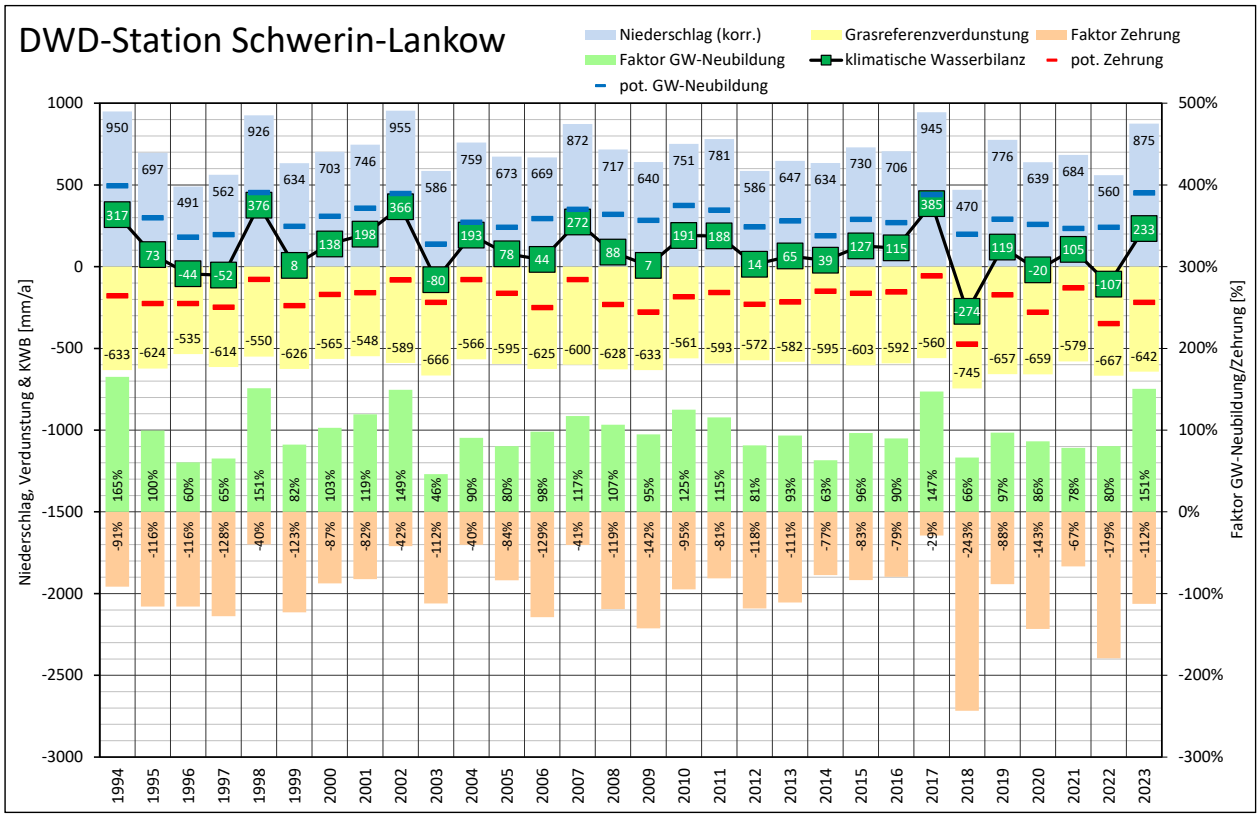


Abbildung 1: Kurzauswertung der Klimastation Schwerin

4.1.4 Hydrographische Verhältnisse und Grundwasserkörper nach WRRL

Das unterirdische Einzugsgebiet liegt am Oberlauf des Vorfluters Maurine, die im Löwitzer Holz nordöstlich von Groß Rünz entspringt. Nach zunächst südwestlichem Verlauf biegt sie ab der Ortschaft Carlow nach Nordwesten und fließt in einem schmalen Einschnitt rund 300 m vom Wasserwerksgelände. Nördlich von Carlow mündet der aus westlicher Richtung kommende Stover Mühlenbach in die Maurine. Der Stover Mühlenbach wird unter anderem von der Schoorbeck gespeist und stellt damit den Abfluss aus dem Röggeliner See dar, der an einem Wehr nordwestlich von Klocksdorf geregelt wird. Westlich der WF Carlow fließt der Stover Mühlenbach durch ein Feucht- und Niederungsgebiet. Die Maurine mündet nördlich von Schönberg in die Stepenitz, die danach über den Dassower See nach Norden in die Ostsee entwässert.

Der Röggeliner See ist mit einer Fläche von rund 1,8 km² das größte stehende Gewässer im Untersuchungsgebiet. Er befindet sich rund 1,9 km südlich des Wasserwerksgeländes zwischen Kuhlrade im Norden und Dechow im Süden. Das mit einer mittleren Tiefe von 2,9 m als Flachsee eingestufte Gewässer erstreckt sich auf rund 2,2 km in Nord-Süd- und rund 1,2 km in Ost-West-Richtung. Die maximale Tiefe beträgt 6,8 m [22].

In dem Niederungs- und Feuchtgebiet westlich der WF Carlow, dass sich zwischen dem Röggeliner See und der Ortschaft Stove erstreckt, sind mit dem Mühlenteich, dem Wiensee und dem Schwarzen See weitere kleine Standgewässer gelegen.

Der überwiegende Teil des Untersuchungsgebiets ist im Grundwasserkörper (GWK) Stepenitz/ Maurine (ST_SP_1_16) gelegen, der südlich von Gadebusch beginnt und sich bis nördlich von Grevesmühlen erstreckt. Im Osten reicht der Grundwasserkörper bis Bobitz und im Westen bis Roggendorf und Schlagsdorf.

Die WF Carlow befindet sich im westlichen bis südwestlichen Teil des GWK Stepenitz/ Maurine. Südlich von Roggendorf beginnt der GWK Schaale/ Schaalsee.

4.2 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

4.2.1 Allgemeiner Überblick

Die Lagerungsverhältnisse in der präquartären Schichtenfolge werden im Untersuchungsraum durch die Salinarstruktur Rehna – Rüting im Nordosten geprägt. Der Untersuchungsraum liegt in der sich westlich anschließenden präpleistozänen Randsenke dieser Struktur. Durch eine pleistozäne Rinnenstruktur nördlich von Carlow liegt die Quartärbasis lokal tiefer als -150 mNHN. In Richtung Südosten steigt die Quartärbasis auf höher als -50 mNHN an, womit eine Tertiärmächtigkeit von stellenweise über 150 m zu erwarten ist. Am Brunnen 6/2018 der WF Carlow wurden ab ca. -10 mNHN glimmerhaltige schluffige Sande sowie vereinzelt Braunkohlenschluffe aufgeschlossen, die stratigrafisch vermutlich den unteren Mölliner Schichten zuzuordnen sind. Im Liegenden stehen gemäß HK50 [27] die Brooker Schichten, eine Wechsellagerung aus Feinsanden und Schluffen, in einer Mächtigkeit von über 50 bis 100 m an.

Der vor geogenen Tiefenwässern abschirmende grundwasserstauende, mitteloligozäne Rupelton ist im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Seine Oberkante wird im Raum Carlow bei ca. -200 bis -150 mNHN erwartet [27]. Die Süß- / Salzwassergrenze befindet sich gemäß HK50 [27] ca. 20 bis 30 m oberhalb der oligozänen Rupeltonoberkante.

Während in der pleistozänen Rinne im nördlichen Untersuchungsgebiet eine Gesamtmächtigkeit der quartären Schichtenfolge von über 200 m auftritt und Ablagerungen der Elsterkaltzeit aufgeschlossen wurden, stehen im Raum Carlow sowie südlich davon ausschließlich saale- und weichselzeitliche Sedimente an. Die Quartärmächtigkeit beträgt in dem Bereich zwischen rund 40 und 80 m.

4.2.2 Hydrogeologischer Aufbau der Grundwasserleiter und -stauer

Der hydrogeologische Aufbau ist mithilfe von sechs geologischen Schnitten durch das Modellgebiet und ein Profil durch die Wasserfassung in [20] visualisiert. Die stratigrafische Zuordnung auf den Profilschnitten und die Zusammenstellung des geologischen Normalprofils des Pleistozäns in Tabelle 4 erfolgte anhand der Angaben im Hydrogeologischen Kartenwerk HK50 [27] und der Lithofazieskarte Quartär LKQ [13]. Die Grundwasserleiternummerierung entspricht dabei der Einteilung auf dem Kartenblatt Carlow (0403-4) der HK50.

Die ältesten pleistozänen Schichten der Elsterkaltzeit beschränken sich auf die eiszeitliche Rinnenstruktur im nördlichen Untersuchungsgebiet. Neben elsterzeitlichem Geschiebemergel wurden an der Bohrung Hy SoebGv 111/1986 überwiegend stark schluffige Feinsande aufgeschlossen, die in die Elsterkaltzeit einzustufen sind. Ebenfalls auf die Rinne begrenzt, sind die zwischen dem elsterzeitlichen und dem ersten saalezeitlichen Eisvorstoß abgelagerten Schmelzwassersande (E-S1v) und glazilimnischen Bildungen.

Der Geschiebemergel des ersten saalezeitlichen Eisvorstoßes SI wurde im Untersuchungsgebiet bisher nur in der pleistozänen Rinne eindeutig identifiziert, was auch mit den zu geringen Bohrungsteufen im südlichen

Untersuchungsgebiet zusammenhängen kann. An der Archivbohrung Hy SoebGv 111/1986 trat der SI-Geschiebemergel ab ca. -25 mNHN in einer Mächtigkeit von rund 5 m auf.

Tabelle 4: Geologisches Normalprofil im Bearbeitungsgebiet des Pleistozäns gemäß HK50 [27]

GWL / GWS	Petrografie / Stratigrafie	Verbreitung	Mächtigkeit
GWL 1	fluviatile/ glazifluviatile Sande Wn-Ho	lokal auf der Grundmoränenhochfläche und in Niederungen, meist ohne oder saisonaler Wasserführung	2 – 5 m
GWS 1	Geschiebemergel WI	regional verbreitet	In der Regel 10 – 20 m, lokal bis 30 m
GWL 2	glazifluviatile Sande S2n-W1v	flächenhaft im Untersuchungsgebiet verbreitet	5 – 10 m
GWS 2	Geschiebemergel SII	regional verbreitet	10 – 20 m
GWL 3	glazifluviatile Sande S1n-S2v	regional verbreitet	10 – 20 m stellenweise >20 m
GWS 3	Geschiebemergel, lokal glazilimisch SI	in der pleistozänen Rinne im nördlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen, sonst keine Aufschlüsse	2 – 5 m
GWL 4	glazifluviatile Sande En-S1v	in der pleistozänen Rinne im nördlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen, sonst keine Aufschlüsse	5 – 10 m
GWS 4	Geschiebemergel, an der Rinnenbasis glazilimnisch E	in der pleistozänen Rinne im nördlichen Untersuchungsgebiet nachgewiesen, sonst keine Aufschlüsse, an der	>20 m

Die im Hangenden anstehenden saalezeitlichen Schmelzwassersande (S1n-S2v) stellen aufgrund ihrer regionalen Verbreitung, der Mächtigkeit und der günstigen petrographischen Ausbildung den Hauptgrundwasserleiter GWL 3 im Untersuchungsgebiet dar. An den Brunnen der WF Carlow wurden sie meistens ab ca. +10 bis +15 mNHN in einer mittel- bis grobsandigen, zum Teil feinkiesigen Körnung aufgeschlossen. Die Mächtigkeit beträgt stellenweise mehr als 20 m. Am Brunnen 6/2018 standen grobkörnige Sande erst ab -1,4 mNHN in einer Mächtigkeit von unter 5 m an, sodass der GWL 3 an dem Standort nicht ausbauwürdig war und deutlich geringer ergiebige, tertiäre Sande erschlossen werden mussten, die aus wasserwirtschaftlicher Sicht bisher nicht von Bedeutung sind.

Der Hauptgrundwasserleiter wird vom weitgehend flächenhaft im Untersuchungsgebiet verbreiteten Geschiebemergel SII des zweiten Eisvorstoßes der Saalekaltzeit bedeckt, der in der Regel zwischen 10 und 20 m mächtig ist.

Die zwischen dem jüngeren saalezeitlichen und dem weichselzeitlichen Geschiebemergel abgelagerten Schmelzwassersande (S2n-W1v) stellen den GWL 2 dar, der im Untersuchungsgebiet ebenfalls weit verbreitet ist und im Vergleich zum Hauptgrundwasserleiter mit meistens zwischen 5 und 10 m eine geringere Mächtigkeit aufweist.

Der weichselzeitliche Geschiebemergel des Frankfurter Stadium WI ist in weiten Teilen des Untersuchungsgebiets die jüngste Schicht. Die Mächtigkeit beträgt im Allgemeinen zwischen 10 und 20 m. Lokal können

Schmelzwassersande (Wn-Ho) auf der Grundmoränenfläche auftreten, die dann meistens ohne bzw. mit saisonabhängiger Wasserführung sind.

4.2.3 Grundwasserflurabstand

Die mit dem geohydraulischen 3D-Simulationsmodell berechneten Flurabstände für die mittleren Verhältnisse der Jahre 2012 – 2021 (KAL-Zustand vgl. Anhang 3 in [20]) und bei einer Entnahme des Wasserbedarfs sind in Anlage 7 in [20] für die oberste Modellschicht (Layer 01) und für den an der WF Carlow genutzten Hauptgrundwasserleiter (Layer 02) dargestellt. In weiten Teilen des Untersuchungs- und des Einzugsgebiets der WF Carlow betragen die Flurabstände mehr als 5 m. Im Geländeeinschnitt der Maurine südlich von Carlow gehen die Flurabstände stellenweise auf 2 bis 3 m zurück und auch in der unmittelbar nördlich der Wasserfassung treten geringere Flurabstände mit einem zum Teil flurgleichen bis artesischen Druckpotenzial des Grundwassers auf.

Unterschiede zwischen dem Flurabstand in der obersten Modellschicht und dem Hauptgrundwasserleiter treten nur im Nahbereich der Wasserfassung durch die Grundwasserentnahme auf. Sie bewegen sich zwischen 10 und 20 cm. Im weiteren Einzugsgebiet sind die Differenzen geringer, da der für den genutzten Hauptgrundwasserleiter repräsentative Layer 02 unmittelbar unter der obersten Modellschicht folgt und annähernd die gleichen Grundwasserstände zu beobachten sind.

Bei einer Entnahme der Bedarfsmengen an der WF Carlow verändert sich der Flurabstand in der obersten Modellschicht gegenüber den mittleren Verhältnissen der vergangenen Jahre um maximal 10 bis 20 cm im Brunnenumfeld. Die mittlere Grundwasserentnahme in den letzten Jahren betrug bereits mehr als zwei Drittel des angesetzten Wasserbedarfs, wodurch die Grundwasserstandsänderungen gering ausfallen. Außerdem wird der Wasserhaushalt der oberflächennahen Schichten insbesondere in der nördlich gelegenen Niederung mit flurnahem Grundwasser überwiegend durch den Oberflächenabfluss in umliegenden Vorflutern gesteuert.

4.3 Geohydraulische Bedingungen, Wasserhaushalt und Modellierung

4.3.1 Geohydraulische Kenndaten

Der durch die WF Carlow erschlossene Hauptgrundwasserleiter GWL 3 ist weiträumig im Untersuchungsgebiet in einer Mächtigkeit von meistens über 10 m verbreitet. Von lokalen hydraulischen Verbindungen zu dem durch den Brunnen 6/2018 erschlossenen tertiären Grundwasserleiter ist im Untersuchungsgebiet auszugehen. An den Brunnen 1/1972, 4/1988 und 5/2007 ist der GWL 3 mittel- bis grobsandig und zum Teil auch feinkiesig ausgebildet. Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden im Bereich der WF Carlow Transmissivitäten zwischen 2 und $9 \cdot 10^{-3}$ m²/s ermittelt. Die Durchlässigkeitsbeiwerte liegen damit zwischen rund 2 und $6 \cdot 10^{-4}$ m/s, was gut zu dem im Zuge des Neubaus des Brunnens 6/2018 anhand von Siebanalysen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert von $2{,}3 \cdot 10^{-4}$ m/s passt.

Im Einzugsgebiet südlich der Vorfeldmessstellen gehen die Transmissivitäten auf stellenweise unter 10^{-3} m²/s und der Durchlässigkeitsbeiwert auf rund $2 \cdot 10^{-5}$ m/s zurück, was mit einer feinkörnigeren Ausbildung des Hauptgrundwasserleiters zusammenhängt.

4.3.2 Unbeeinflusste Grundwasserverhältnisse und Wasserstand

In Anlage 2 sind die mit dem 3D-Modell für den Hauptgrundwasserleiter GWL 3 berechneten Hydroisohypsen für die mittleren Verhältnisse der Jahre 2012 bis 2021 und für den Wasserbedarf an der WF Carlow (Wasserrechtszustand) dargestellt. Signifikante Abweichungen vom unbeeinflussten Zustand, ohne Förderung an der Wasserfassung treten nur im unmittelbaren Brunnenumfeld auf.

Das allgemeine Grundwasserfließgeschehen im Untersuchungsgebiet ist durch den Abstrom von einer im östlichen Untersuchungsgebiet überwiegend Nord-Süd verlaufende Grundwasserscheide gekennzeichnet. Sie reicht von Bülow über Nesowdorf, Breesen bis Roggendorf. Eine weitere Grundwasserscheide erstreckt sich südlich bis südwestlich von Carlow entlang der Ortslagen Groß Molzahn, Dechow, Neu Thurow und Roggendorf. Das Grundwasser fließt damit im Untersuchungsgebiet überwiegend in westlicher bis nordwestlicher Richtung. Nördlich von Carlow stellt die Maurine die Vorflut für den Hauptgrundwasserleiter GWL 3 dar.

Im Bereich der östlichen Grundwasserscheide werden Grundwasserhöhen von über +40 mNHN erreicht, die auf rund +27 mNHN an der WF Carlow und unter +20 mNHN an der Maurine nördlich von Carlow zurückgehen. Das Grundwassergefälle ist im südlichen Einzugsgebiet der WF Carlow aufgrund der geringeren Transmissivitäten mit rund 3 m/km höher als im Bereich der Wasserfassung, wo es bei etwa der Hälfte liegt.

Die langjährigen Wasserstandsmessungen an den Vorfeldmessstellen der WF Carlow und an den Landesgrundwassermessstellen im Modellgebiet zeigen weitgehend plausible Wasserstände (vgl. Ganglinienüberprüfung im Anhang 2 in [20]), die dem Dargebot aus der klimatischen Wasserbilanz folgen. Rückläufige Trends der Wasserstände, die auf zu hohe Grundwasserentnahmen zurückgeführt werden könnten, sind nicht zu beobachten. Ein nachhaltig nachteiliger Einfluss der Grundwasserförderung an der WF Carlow auf die Grundwasserstände im Einflussbereich ist aus den vorliegenden Grundwasserstandsganglinien nicht abzuleiten.

4.3.3 Grundwasserverhältnisse unter Betriebsbedingungen

Die in Anlage 2 dargestellten Grundwassergleichen für die mittleren Verhältnisse der Jahre 2012 bis 2021 und für eine Förderung des prognostizierten Wasserbedarfs zeigen an der WF Carlow keine signifikanten Unterschiede, da bereits bei mittleren Verhältnissen die Grundwasserentnahme an der Wasserfassung über zwei Drittel des angesetzten Wasserbedarfs beträgt. Entsprechend der Änderung des Flurabstands (vgl. Abschnitt 4.2.3) liegen die Grundwasserstände im Brunnenumfeld bei einer Förderung des prognostizierten Wasserbedarf im Vergleich zu den mittleren Verhältnissen maximal 10 bis 20 cm niedriger. Gegenüber dem Zustand ohne Förderung an der WF Carlow werden die Grundwasserstände im GWL 3 bei einer Förderung des angesetzten Wasserbedarfs um maximal 80 cm im unmittelbaren Brunnenumfeld abgesenkt. Für die oberste Modellschicht werden Wasserstandsänderungen von maximal 40 cm prognostiziert.

Entlang des unbefestigten Weges vom Wasserwerkgelände zum Brunnen 6/2018 sind Hecken als Gehölzbiotope nach §20 des Naturschutzausführungsgesetz Mecklenburg-Vorpommern (NatSchAG M-V) [14] ausgewiesen. Der Flurabstand liegt im Bereich des Biotops über einem Meter und steigt in Richtung des Wasserwerks auf rund 4 m an. Ein signifikante Grundwasserabhängigkeit der naturnahen Feldhecken ist nicht

zu erwarten, sodass die gegenüber den mittleren Verhältnissen der letzten Jahre prognostizierte zusätzliche Grundwasserabsenkung von maximal 10 bis 20 cm bei einer Entnahme des Wasserbedarfs zu keinem nachhaltig nachteiligen Einfluss auf das Biotop führen wird. Der oberflächennahe Wasserhaushalt in der nördliche anschließenden Niederung wird vor allem durch versickernde Niederschläge und den Oberflächenabfluss reguliert. Ein erheblich nachteiliger Einfluss der Grundwasserentnahme an der WF Carlow auf umliegenden grundwasserabhängige Landökosysteme ist nicht zu besorgen.

4.3.4 Hydraulische Beziehungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser

Die Anbindung der Oberflächengewässer an das Grundwasser wird durch den Leakage-Faktor beschrieben, der Ziel der Modellkalibrierung war. Für das Modellgebiet beträgt er $5 \cdot 10^{-5}$ /s. Durch die in weiten Teilen des Untersuchungsgebiets mehrere 10-er Meter mächtige Geschiebemergelbedeckung bzw. die lokal auftretenden flacheren Grundwasserleiter oberhalb des genutzten Rinnengrundwasserleiters werden die förderbedingten Grundwasserstandsänderungen abgepuffert und wirken sich in reduziertem Ausmaß, durch einen geringfügig verminderten Basisabfluss auf die Vorfluter aus. Der Wasserhaushalt der Oberflächengewässer wird maßgeblich durch den Direktabfluss im oberirdischen Einzugsgebiet nach Niederschlagsereignissen bestimmt.

Im Niederungsbereich nördlich der WF Carlow stabilisiert die Wasserführung in den Oberflächengewässern den Wasserstand in der obersten Modellschicht. Wasserstandsänderungen von mehr als 40 cm sind auf einen Umkreis von 100 m um die Brunnen 5/2007 und 6/2018 beschränkt. Die 30 cm-Absenkungsisolinie verläuft in maximal 300 m Entfernung nördlich der Wasserfassung. Im Bereich des Grabensystems ist auch bei einer langjährigen Entnahme der Wasserbedarfsmenge ein artesisches Druckpotenzial in der obersten Modellschicht zu erwarten, so dass weiterhin Grundwasser die Oberflächengewässer in Form eines Basisabflusses speist.

4.3.5 Grundwasserneubildung

Zur geohydraulischen 3D-Simulation der Strömungsverhältnisse im Bearbeitungsgebiet wurden die Grundwasserneubildungsraten aus einer aktuellen landesweiten Bearbeitung [26] herangezogen, die hydrotopori-entiert auf Grundlage eines an Abflüssen kalibrierten, modifizierten BAGLUVA-Verfahrens berechnet wurden. Die Grundwasserneubildung variiert im Untersuchungsgebiet zwischen negativen Werten und stellenweise über 400 mm/a. Geringe Neubildungsraten sowie eine Grundwasserzehrung mit negativen Werten sind an Niederungsbereiche und Vorflutgewässer gebunden. Die mittlere Grundwasserneubildung beträgt im Untersuchungsgebiet 228 mm/a und im Einzugsgebiet der WF Carlow 207 mm/a.

4.3.6 Wasserhaushaltsbilanz

Die WF Carlow befindet sich im GWK Stepenitz/ Maurine mit der Kennung ST_SP_1_16. Zum Zeitpunkt der mengenmäßigen Grundwasserkörperbilanzierung durch HENNIG & HILGERT im Jahr 2012 [6] gab es eine etwas abweichende Abgrenzung der Grundwasserkörper, wobei die Unterschiede zum alten Grundwasserkörper nur kleine Randbereiche betreffen. Der im Jahr 2016 abgegrenzte GWK Stepenitz/ Maurine (ST_SP_1_16) hat eine Fläche von 750 km² und ist damit rund 20 km² kleiner als der bilanzierte

Grundwasserkörper. Tabelle 5 enthält das im Jahr 2012 ausgewiesene Grundwasserdargebot und den Nutzungsgrad des GWK Stepenitz/ Maurine.

Tabelle 5: Grundwasserdargebot und Nutzungsgrad GWK Stepenitz/ Maurine gemäß [6]

Grundwasserkörper	Fläche	Gesamt-dargebot	genutztes Dargebot	Nutzungsgrad
Stepenitz/ Maurine ST_SP_1	771,7 km²	227,9 Tm³/d	26,1 Tm³/d	11,5 %

Bei der Bilanzierung ist die WF Carlow mit ihrem Wasserrecht von insgesamt 730.000 m³/a (2.000 m³/d) eingegangen. Der prognostizierte Wasserbedarf ist mit 681.000 m³/a etwas niedriger, sodass das Grundwasserdargebot im Bereich der Wasserfassung weniger ausgenutzt wird. Der gemäß europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) zur Sicherung eines mengenmäßig guten Zustandes vorgeschriebene maximale Nutzungsgrad eines Grundwasserkörpers von 30% wird im GWK Stepenitz/ Maurine problemlos eingehalten. Der mengenmäßig gute Zustand ist im Grundwasserkörper sicherstellt.

Im Umfeld der Wasserfassung und deren Einzugsgebiet sind entsprechend der Grundwasserressourcenkarte [6] Flächen mit nutzbarem Dargebot ausgewiesen. Das Einzugsgebiet kann sich weitgehend unbeeinflusst durch andere Grundwasserentnahmen auf diesen Flächen ausbreiten. Insgesamt ist nach den Modellergebnissen aus wasserhaushaltlicher Sicht einzuschätzen, dass ein hinreichendes Neubildungs- bzw. Speisungsgebiet vorhanden ist, um die Entnahme des Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet des WW Carlow bilanzseitig auszugleichen. Der landschaftsökologische Mindestabfluss ist sichergestellt und es sind keine negativen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt durch die Grundwasserentnahme zu erkennen bzw. zukünftig zu erwarten.

4.3.7 Nachweis des nutzbaren Dargebotes

Mit Hilfe des geohydraulischen 3D-Simulationsmodells wurden rückwärtsgerichtete Strombahnlinien für die Entnahme des prognostizierten Wasserbedarfs berechnet. Die Umhüllende der Strombahnlinien stellt das Einzugsgebiet dar. An der WF Carlow ziehen sie sich in südsüdöstlicher Richtung auf. In Tabelle 6 ist die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Wasserfassung den bei der Modellierung angesetzten Grundwasserentnahmen gegenübergestellt. Der Anteil der Förderung an der Grundwasserneubildung beträgt 94 %, sodass der größte Teil des im Einzugsgebiet der WF Carlow neugebildeten Grundwassers den Brunnen zufließt.

Tabelle 6: Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet

Wasserfassung	Carlow
Fläche Einzugsgebiet	3,5 km²
Grundwasserneubildung	207 mm
Jahresmenge GWN	722.200 m³
Jahresentnahme WF	681.000 m³
Anteil Entnahme zu GWN	94,3 %

Die Förderung des Wasserbedarfs an der WF Carlow ist durch die Grundwasserneubildung im berechneten Einzugsgebiet gedeckt. Auch unter Berücksichtigung der vorliegenden konkurrierenden Grundwassernutzungen befinden sich im Umfeld der Wasserfassung große Flächen ungenutzten Grundwasserdargebots, sodass aus wasserhaushaltlicher Sicht eine nachhaltige Grundwassergewinnung an der WF Carlow vorliegt.

4.4 Wasserbeschaffenheit

4.4.1 Oberflächenwasser

Die Brunnen der WF Carlow fördern das Grundwasser aus einem bedeckten Grundwasserleiter in rund 30 bis 70 m Tiefe. Die Grundwasserentnahme wirkt sich nicht auf die qualitative Beschaffenheit von Oberflächenwasser aus und auch die hydrochemische Zusammensetzung des Oberflächenwassers hat keinen Einfluss auf die Rohwasserbeschaffenheit an den Wasserfassungen. Eine hydrochemische Betrachtung des Oberflächenwassers wird somit in der vorliegenden Bearbeitung nicht notwendig.

4.4.2 Grundwasser

Die Wasseranalysen der Betriebsbrunnen und Vorfeldmessstellen der WF Carlow sind in [20] tabellarisch zusammengestellt. Die daraus ermittelten minimalen und maximalen Konzentrationen der Hauptparameter sind in Tabelle 7 enthalten.

Tabelle 7: Konzentrationen an Brunnen und Vorfeldmessstellen der WF Carlow in mg/l

		Na	K	Ca	Mg	Cl	SO_4	HCO_3	NO_3	NH_4	Fe_{ges}
Br. 1/1972	min.	10,8	1,5	107	10,5	21,1	28,9	336	<Nwg	0,18	3,34
	max.	13,6	3,6	131	13,1	32,6	69,0	357	0,3	1,00	4,58
Br. 4/1988	min.	11,1	1,7	106	9,8	18,2	15,7	339	<Nwg	0,19	3,51
	max.	13,3	2,0	116	12,1	24,3	43,1	370	0,5	0,33	5,73
Br. 5/2007	min.	12,1	1,6	118	10,0	22,3	39,2	351	<Nwg	0,16	3,22
	max.	13,4	2,1	126	12,2	27,4	53,1	370	1,2	0,24	4,50
Br. 6/2018	min.	13,2	1,6	116	11,0	19,1	9,9	388	<Nwg	0,22	3,14
	max.	16,9	2,2	124	12,3	27,7	19,6	398	0,1	0,30	4,73
Hy Car 1/2005	min.	11,0	1,6	107	9,5	14,0	19,9	348	<Nwg	<Nwg	2,14
	max.	14,0	2,5	123	11,5	20,5	37,6	403	0,5	0,26	3,78
Hy Car 2/2005	min.	12,8	1,9	95	8,0	21,0	7,5	337	<Nwg	<Nwg	0,37
	max.	34,0	3,2	127	23,7	39,8	75,0	416	0,6	0,32	6,01

Die Rohwasserbeschaffenheit an der WF Carlow ist durch überwiegend stabile Verhältnisse mit für den erschlossenen Grundwasserleiter erwartbaren Parameterkonzentration gekennzeichnet, die zum größten Teil innerhalb der natürlichen Hintergrundwerte von pleistozänem Grundwasser in einem Durchflussgebiet in Mecklenburg-Vorpommern [10] liegen. Nur die Calciumkonzentrationen sowie einzelne Eisen- und Nitratgehalte überschreiten die natürlichen Hintergrundwerte zeitweise.

Das Rohwasser der flachen Brunnen 1/1972, 4/1988 und 5/2007 ist im Piper-Diagramm nach LÖFFLER [9] als ein junges bis normales gespanntes Grundwasser zu typisieren, wobei die Sulfatwerte von über 60 mg/l am Brunnen 1/1972 und über 50 mg/l am Brunnen 5/2007 seit 2018 zu einer jüngeren Alterseinstufung führen. Am Brunnen 4/1988 ist seit 2009 eine ansteigende Tendenz der Sulfatkonzentration von unter 20 mg/l auf über 40 mg/l im Jahr 2023 zu beobachten, wodurch sich die Analysen im Piper-Diagramm in Richtung eines jüngeren Grundwasseralters bewegen. Neben Sulfat ist auch für Chlorid ein tendenzieller Anstieg in den Messreihen an allen drei flacheren Brunnen zu erkennen, wobei die Konzentrationsänderungen nur wenige mg/l betragen.

An dem etwas tiefer, in tertiären Sanden verfilterten Brunnen 6/2018 tritt ein im Vergleich zu den flacheren Brunnen älteres, normales gespanntes Grundwasser auf, das durch Sulfatwerte von unter 20 mg/l gekennzeichnet ist. Alle Konzentrationen der Hauptparameter verhalten sich am Brunnen 6/2018 seit Betriebsbeginn im zweiten Halbjahr 2018 stabil auf einem unauffälligen Niveau.

Die Sulfatwerte von über 40 mg/l an den flacheren Brunnen deuten einen höheren, zum Teil steigenden (Brunnen 4/1988) Neubildungsanteil im Brunnenrohwasser an. Am Brunnen 1/1972 werden seit 2018 nicht relevante Metaboliten des Herbizidwirkstoffs Metazachlor in Konzentrationen von bis zu 0,18 µg/l nachgewiesen, die eine anthropogene Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit durch landwirtschaftliche Einträge im Einzugsgebiet der WF Carlow anzeigen. Der vom Umweltbundesamt (UBA) für die Stoffe ermittelte gesundheitliche Orientierungswert (GOW) [25] von 3 µg/l wird nicht überschritten. Weiterhin wurde im Jahr 2023 am Brunnen 1/1972 erstmalig die sehr persistente Trifluoressigsäure (TFA) in einer Konzentration von 0,16 µg/l nachgewiesen. Neben der Entstehung als Abbauprodukt von Pflanzenschutzmitteln kann Trifluoressigsäure auch durch atmosphärische Deposition eingetragen werden. Der vom Umweltbundesamt veröffentlichte Trinkwasserleitwert [24] beträgt 60 µg/l und wird nicht überschritten.

Am Brunnen 5/2007 trat im Jahr 2023 erstmalig der Süßstoff Saccharin in einer Konzentration von 2,2 µg/l auf, die ein Hinweis auf Einträge aus Abwässern oder auch mit landwirtschaftlichen Einträgen zusammenhängen kann. Um einen Messfehler oder eine Probenverunreinigung auszuschließen wird der Stoff in den kommenden Analysenkampagnen genau beobachtet.

An allen drei flacheren Brunnen wird wiederholt Arsen in einer Konzentration von bis zu 3 µg/l nachgewiesen, die auf einen geogenen Ursprung zurückgeführt werden kann. Die im Jahr 2023 am Brunnen 1/1972 festgestellte Bleikonzentration von 1,1 µg/l ist im Zuge der nächsten Untersuchungen zu überprüfen.

Am Brunnen 6/2018 wurden bisher keine metallischen oder organischen Spurelemente und Schadstoffe nachgewiesen.

An den Vorfeldmessstellen der WF Carlow sind etwas unterschiedliche hydrochemische Verhältnisse zu beobachten. Während die Parameterkonzentration an der westlich gelegene Messstelle Hy Car 1/2005 weitgehend stabil sind, treten an der Messstelle Hy Car 2/2005 stärkere Schwankungen auf. Insgesamt liegt eine für den erschlossenen Grundwasserleiter erwartbare und im Vergleich zu den Brunnen ähnliche Grundwasserbeschaffenheit vor. An der Messstelle Hy Car 1/2005 sind die Grundwasseranalysen im Piper-Diagramm als ein normales gespanntes Grundwasser zu typisieren mit Chlorid- und Sulfatgehalten von unter 20 bzw. 30 mg/l. Das aus den Parameterkonzentrationen abgeleitete Grundwasseralter entspricht in etwa dem

Rohwasseralter am Brunnen 6/2018. Mit Ausnahme vereinzelter Nachweise von Arsen in einer geogen bedingten Konzentration sind keine weiteren metallischen oder organischen Spurenelemente oder Schadstoffe an der Messstelle Hy Car 1/2005 nachweisbar.

Die Grundwasserbeschaffenheit der Messstelle Hy Car 2/2005 weist einen höheren Neubildungsanteil mit rund 10 bis 20 mg/l höheren Sulfat- und Chloridwerten als an der Messstelle Hy Car 1/2005 auf. Ähnlich wie das Rohwasser der flacheren Brunnen plotten die Analysen der Messstelle Hy Car 2/2005 im Piper-Diagramm im Übergangsbereich eines normalen zu einem jungen gespannten Grundwasser. Ein anthropogener Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit durch landwirtschaftliche Einträge wurde im Jahr 2023 erstmalig in Form eines Nachweises von nicht relevanten Metaboliten des Herbizidwirkstoffs Metazachlor festgestellt. Die Konzentrationen von rund 0,1 µg/l liegen unter den gesundheitlichen Orientierungswerten des UBA. Weiterhin wurde im gleichen Jahr TFA in einer Konzentration von 0,23 µg/l festgestellt. Der Trinkwasserleitwert des UBA wird nicht überschritten. Mit Ausnahme vereinzelter Nachweise von Arsen in einer geogen bedingten Konzentration sind keine weiteren metallischen oder organischen Spurenelemente oder Schadstoffe an der Messstelle Hy Car 2/2005 nachweisbar.

Sowohl im Einzugsgebiet als auch im Rohwasser der WF Carlow ist eine nachteilige anthropogene Beeinflussung durch Metabolite von Pflanzenschutzmittel nachweisbar. Es besteht die Gefahr eines zunehmenden anthropogenen Einflusses, der mithilfe der Neufestsetzung des Wasserschutzgebiets zum Schutz der genutzten Grundwasserressource reduziert werden soll. Grenzwertüberschreitungen nach Trinkwasserverordnung [23] treten nur für die Parameter Eisen, Mangan und Ammonium auf, was mit den Redoxverhältnissen im erschlossenen tiefen Rinnengrundwasserleiter zusammenhängt und die oxidative Aufbereitung im WW Carlow erfordert.

4.4.3 Reinwasser

Das Reinwasser des WW Carlow ist hinsichtlich der Hauptelemente weitgehend unauffällig, wobei durch die Einspeisung von verschiedenen Brunnen mit unterschiedlicher Rohwasserbeschaffenheit schwankende Gehalte insbesondere für Sulfat zu beobachten sind. Nachdem die Sulfatkonzentrationen bis 2018 meistens über 40 mg/l lag, ist sie mit der Inbetriebnahme des Brunnens 6/2018 auf überwiegend unter 30 mg/l zurückgegangen. Durch die Oxidation von Ammonium nimmt die Nitratkonzentration auf rund 0,5 bis 1 mg/l zu, wohingegen Ammonium nicht mehr nachweisbar ist. Die im Rohwasser erhöhten Eisen- und Mangankonzentrationen werden ebenfalls mittels oxidativer Aufbereitung auf das für eine Abgabe als Trinkwasser erforderliche Niveau reduziert. Die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung [23] werden im Reinwasser des Wasserwerks Rehna überwiegend eingehalten. Vereinzelt waren Mangan und Eisen im Reinwasser nachweisbar, konnten aber durch eine Anpassung der Aufbereitung in der Folgeanalysen wieder unter die Nachweisgrenze gesenkt werden.

Im Jahr 2023 wurde eine Urankonzentration von 20 µg/l im Reinwasser angegeben, die vor dem Hintergrund fehlender Nachweise im Rohwasser der in das WW Carlow einspeisenden Brunnen nicht plausibel ist.

Die Nachweise der Metazachlorsulfonsäure im Reinwasser in den Jahr 2018 und 2023 zeigen die hohe Persistenz der Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln. Die Konzentration betrug maximal 0,134 µg/l, sodass der gesundheitliche Orientierungswert des UBA [25] von 3 µg/l eingehalten wird.

Alle im Reinwasser analysierten mikrobiologischen Parameter halten die Anforderungen der Trinkwasserverordnung ein.

5 Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

In Anlage 5 des Hydrogeologischen Gutachtens [20] ist die aus dem Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern [11] übernommene Grundwasserüberdeckung, die auf den Angaben der HK50 [27] basiert und sich auf den obersten Grundwasserleiter bezieht, dargestellt. In weiten Teilen des Untersuchungsgebiet beträgt die Grundwasserüberdeckung über 10 m. In der nördlich der Wasserfassung gelegenen Niederung sowie am südöstlichen Rand des Einzugsgebiets in Woitendorf und im Woitendorfer Moor tritt zum Teil aufgrund von oberflächennah ausgebildeten Sanden lokal eine reduzierte Grundwasserbedeckung auf. Der Entnahmehorizont ist in diesem Bereich auch durch mehrere 10-er Meter mächtigen Geschiebemergel überdeckt, sodass dort ebenfalls eine gute Geschütztheit des genutzten Grundwasserleiters gemäß Einteilung im Kartenportal Umwelt [11] besteht.

Im Zuge der 3D-Simulation der Strömungsverhältnisse wurden Fließzeiten von der Neubildungsfläche bis zum Brunnenfilter und das hydraulische Grundwasseralter der Einzelbrunnen bestimmt. An den Brunnen der WF Carlow bewegt sich der Median des Rohwasseralters zwischen rund 25 Jahren am Brunnen 5/2007 und über 130 Jahren am Brunnen 6/2018. Insbesondere an den flacheren Brunnen der Wasserfassung treten damit trotz der mächtigen Geschiebemergelbedeckung des genutzten Grundwasserleiters kurze Fließzeiten und ein hoher, potenziell anthropogen beeinflusster Neubildungsanteil auf, die in der hydrochemischen Rohwasserzusammensetzung erkennbar und in den Pflanzenschutzmittelbefunden nachweisbar sind. Zur Verhinderung der weiteren Gefährdung der Grundwasserressource ist daher die Unterschutzstellung des Einzugsgebiets der WF Carlow erforderlich.

6 Vorschlag zur Ausweisung der Schutzzonen

6.1 Schutzzone I (Fassungsbereich)

„Die Schutzzone I muss den Schutz der Wassergewinnungsanlage und ihrer unmittelbaren Umgebung vorjeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten.“ „Sie muss von einem Brunnen allseitig mindestens 10 m […] betragen.“ „Die Schutzzone I ist, z. B. durch Einzäunung, gegen unbefugtes Betreten zu schützen.“ [2]

Die Brunnen 1/1972 und 4/1988 sind auf dem Wasserwerksgelände in Carlow gelegen (Gemarkung Carlow, Flur 1, Flurstück 166/6). Der Brunnen 5/2007 befindet sich auf dem Flurstück 172/4 und der Brunnen 6/2018 auf dem Flurstück 172/6 der Flur 1 in der Gemarkung Carlow. Alle Brunnenstandorte sind umzäunt und mit Ausnahme der östlichen Einzäunung des Brunnens 5/2007 verlaufen die Zäune in mindestens 10 m Entfernung zu den Brunnen, sodass die Anforderungen des Regelwerks [2] weitgehend eingehalten werden. Am Brunnen 5/2007 war aufgrund der Topografie eine regelwerkskonforme Umzäunung östlich des Fassungsstandortes nicht möglich.

6.2 Schutzzone II (Engere Schutzzone)

„Die Schutzzone II muss […] den Schutz des genutzten Grundwassers vor Verunreinigungen, insbesondere durch Krankheitserreger, und vor Beeinträchtigungen, die die Wassergewinnungsanlage aufgrund geringer Fließdauer oder -strecke erreichen können, gewährleisten." „Die Schutzzone II muss von der Grenze der Schutzzone I mindestens bis zu der Linie reichen, von der aus das Grundwasser eine Fließzeit von 50 Tagen bis zur Fassungsanlage benötigt […]. Dabei sollte im Zustrombereich eine Mindestreichweite von 100 m zur Fassung nicht unterschritten werden. Diese Festlegung soll das Grundwasser im Nahbereich einer Fassung vor einem Eintrag von Krankheitserregern und sonstigen hygienischen Beeinträchtigungen schützen, die ansonsten aufgrund der geringen Fließzeit nicht zurückgehalten werden können." [2]

Zur Ausweisung der Schutzzone II wurden die 50-Tage-Isochronen für die Förderbrunnen mit dem geohydraulischen 3D-Modell ermittelt. Als Entnahmemenge diente der prognostizierte maximale Tagesbedarf von 2.610 m³/d am WW Carlow. Jeweils ein Drittel der Fördermenge wurde an dem Brunnen 5/2007, dem Brunnen 6/2018 und an den Brunnenstandorten auf dem Wasserwerksgelände angesetzt.

Fließzeiten von weniger als 50 Tagen treten demnach in einem Umkreis von deutlich unter 100 m um die Brunnen auf. Wegen dieser nur geringen Ausdehnung wurde der 100 m-Radius um die Brunnenstandorte zur Abgrenzung der Schutzzone II herangezogen. Die Grenzziehung erfolgte maßgeblich anhand von Flurstücksgrenzen im Bereich der 100 m-Linie, die insbesondere im westlichen und östlichen Bereich mit topografischen Merkmalen wie Grabenverläufen sowie Wegen und Straßen zusammenfallen. Nördlich des Wasserwerkgeländes sowie südlich der Wasserfassung befinden sich Grünlandflächen, auf denen Flurstücksgrenze oder topographische Merkmale in einem verhältnismäßigen Abstand zum 100 m-Radius fehlen. Die Schutzzonengrenze verläuft hier ohne konkreten Bezug zu Flurstücksgrenzen oder topographischen Merkmalen in der erforderlichen Entfernung zu den Brunnen.

Neben Grünlandflächen im Umfeld der WF Carlow sind auch die nördlich und östlich an das Wasserwerksgelände angrenzenden Grundstücke der Ortslage Carlow innerhalb der vorgeschlagenen engeren Schutzzone II gelegen.

6.3 Schutzzone III (Weitere Schutzzone)

„Die Schutzzone III muss den Schutz des genutzten Grundwassers vor weitreichenden Verunreinigungen und Beeinträchtigungen, insbesondere durch nicht oder nur schwer abbaubare Stoffe, gewährleisten." Die Schutzzone III umfasst in der Regel den gesamten Bereich zwischen der Grundwasserfassung und der unterirdischen Einzugsgebietsgrenze, soweit dieser nicht in der Schutzzone I oder II liegt […]. Oberirdisch dort hinein entwässernde Flächen können zusätzlich einbezogen werden […]." „Die Schutzzonen II und III sind durch entsprechende Beschilderung ausreichend zu kennzeichnen." [2]

Die Schutzzone III soll gemäß DVGW-Regelwerk W 101 [2] bis an die Grenzen des unterirdischen Einzugsgebiets der Wasserfassung reichen. Oberirdisch dorthinein entwässernde Flächen können mit einbezogen werden. Im Erlass zur Festsetzung und Änderung von Wasserschutzgebieten [15] in Mecklenburg-Vorpommern werden bedeckte und unbedeckte Einzugsgebiete unterschieden, wobei in bedeckten Einzugsgebieten mindestens die 30-Jahre-Isochrone heranzuziehen ist. Die Grenzziehung der weiteren Schutzzone III sollte

möglichst anhand von charakteristischen Geländemerkmalen oder, wenn keine topografisch definierte Grenzangaben möglich sind, entlang von Gemarkungen und Flurstücken umgesetzt werden.

Auf Grundlage der Ergebnisse der geohydraulischen Modellierung wurde in Abstimmung mit dem ZV Radegast die 100-Jahre-Isochrone als maßgebend für die Abgrenzung gewählt. Mit E-Mail vom 12.07.2023 befürwortete das LUNG M-V die vorgeschlagene Grenzziehung. Der Schutzzonenverlauf ist an Flurstücksgrenzen ausgerichtet, wobei Flurstücke, die mit mehr als 50 % innerhalb der 100-Jahre-Isochrone gelegen sind, in das Wasserschutzgebiet aufgenommen wurden, sodass ein eindeutig nachvollziehbares Abgrenzungskriterium angewandt wurde. Lokal konnten Straßen- und Wege- sowie Wald- und Siedlungsflurstücke als markante topografische Merkmale herangezogen werden.

Das unterirdische Einzugsgebiet der WF Carlow erstreckt sich in südöstlicher Richtung bis zur Ortslage Breesen in rund 7 km Entfernung. Die maximale Breite des Einzugsgebiets beträgt ca. 1 km, südlich der Vorfeldmessstellen. Während der Nahbereich der Wasserfassung überwiegend durch landwirtschaftliche Nutzungen geprägt ist, erfolgt der weiter entfernte Brunnenanstrom aus dem Bereich des Röggeliner Holzes. Die 100-Jahre-Isochrone verläuft innerhalb des Waldgebiets, das als ein Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung unter Schutz gestellt ist. Aufgrund der fehlenden topografischen Merkmale entlang der zum Teil sehr kleinteiligen Flurstücksabgrenzungen im Waldgebiet sowie der in Hinblick auf den Grundwasserschutz wenig sensiblen Flächennutzung wurde auf eine Ausweisung der weiteren Schutzzone III innerhalb des Röggeliner Holzes verzichtet. Der südöstliche Schutzzonenrand verläuft damit entlang der Waldgrenze.

Im weiteren östlichen Schutzzonenverlauf quert die Schutzzonengrenze ausgedehnte Ackerfläche ohne topografischen Merkmalen entlang von Flurstücksgrenze. Südlich der Ortslage Carlow stellt das Westufer der Maurine ein gut nachvollziehbares topografisches Merkmal dar, bevor innerhalb von Carlow die Flurstückgrenze des Pappelweges zur Abgrenzung herangezogen werden konnte.

Am westlichen Einzugsgebietsrand dienten überwiegend ein unbefestigter Weg in Richtung Klocksdorf sowie die Kreisstraße 9 der Grenzziehung. Mit Ausnahme des südöstlichen Teils von Klocksdorf befindet sich die Ortslage außerhalb der weiteren Schutzzone III.

7 Empfehlungen für Verbote und Nutzungsbeschränkungen

Zum Schutz der Grundwasserressourcen der WF Carlow vor einer zunehmenden anthropogenen Beeinträchtigung ist die Neuausweisung eines Wasserschutzgebiets und die Regelung von Verboten und Nutzungsbeschränkungen innerhalb der Schutzzonen erforderlich. Die auf Grundlage der aktuellen Standort- und perspektivischen Förderbedingungen vorgenommene fachgerechte Ausweisung der Trinkwasserschutzzonen bietet Rechtssicherheit und ermöglicht mit dem vorgeschlagenen Katalog eine Prüfung von Handlungen und ggf. Ahndung von Verstößen durch den Wasserversorger bzw. die Untere Wasserbehörde.

Der individuell auf die Wasserfassung angepasste Katalog der Verbote und Nutzungsbeschränkungen basiert primär auf der aktuell geltenden Musterverordnung [15] und einer Abwägung des Ministeriums für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern vom 28.09.2022 zur Änderung/ Festsetzung eines Wasserschutzgebiets in Westmecklenburg [17]. Außerdem wurden ggf.

präziserer oder weiterführender Formulierung aus einer vorliegenden unveröffentlichten Entwurfsfassung der neuen Musterverordnung vom 05.07.2021 berücksichtigt.

8 Vorschläge zur Überwachung des Wasserschutzgebietes

Der vom Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern veröffentlichte Rohwassererlass [16] sieht für Wasserfassungen mit Entnahmemengen von größer als 1.000 m³/d oder bei einer Gefährdung durch anthropogene oder geogene Einflüsse im Einzugsgebiet die Selbstüberwachung mit einer Vorfeldmessstelle vor. Der WF Carlow sind zwei im genutzten Hauptgrundwasserleiter GWL 3 verfilterte Vorfeldmessstellen zugeordnet, die sich etwas außerhalb des für die prognostizierte Bedarfsmenge ermittelten Einzugsgebiets befinden. Innerhalb des Einzugsgebiets sind in der Entfernung der Messstellen zur Wasserfassung Fließzeiten von etwas über 10 Jahren an der Messstelle Hy Car 1/2005 und rund 30 Jahren an der Messstelle Hy Car 2/2005 zu erwarten. Aufgrund der Nähe zum Einzugsgebiets und der mit dem Einzugsgebiet vergleichbaren Flächennutzung im Anstrom der Messstellen können die Vorfeldmessstellen als repräsentativ für den Anstrom der Wasserfassung betrachtet werden. Eine Erweiterung der Vorfeldüberwachung um eine neue innerhalb des Einzugsgebiets gelegenen Messstelle ist aus gutachterlicher Sicht nicht zwingend erforderlich. Die einzigen möglichen, gut erreichbaren Standorte befinden sich an der Kreisstraße 9, nördlich der Messstelle Hy Car 1/2005, an denen allerdings keine grundlegend neuen Erkenntnisse zu den hydrochemischen Verhältnissen im Einzugsgebiet der WF Carlow zu erwarten sind.

Die Messstellen werden im Rahmen der Eigenüberwachung mindestens ein Mal jährlich beprobt und nach den Vorgaben des Rohwassererlasses untersucht. Außerdem erfolgen vierteljährliche Stichtagsmessungen der Grundwasserstands, um entnahme- von klimabedingten Veränderungen unterscheiden zu können. Die regelmäßige fachgutachterliche Auswertung der Monitoringdaten wird weiterhin empfohlen.



.....
Dipl.-Ing. Manuel Strehl
Projektleiter

9 Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] ATV-DVWK (2002): ATV-DVWK-Regelwerk Merkblatt M 504: Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden.- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef, September 2002.

[2] DVGW (2021): Technische Regel Arbeitsblatt W 101 – Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn, April 2021.

[3] DWD (2024): Klimadaten der Messstation Schwerin.- Climate Data Center (CDC) des Deutschen Wetterdiensts, www.dwd.de.

[4] GLA (1994): Geologische Karte Mecklenburg-Vorpommern. Themen: An der Oberfläche und am angrenzenden Ostseegrund auftretende Bildungen; Böden.- Herausgebung des Geologischen Landesamtes MV, Schwerin, 1994.

[5] HENNIG, H. & HILGERT, T. (2007): Ermittlung der Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommerns Stand 2007.- *HGN* Hydrogeologie GmbH, Schwerin, letzte Aktualisierung 2009.

[6] HENNIG, H. & HILGERT, T. (2012): Mengenmäßige Bilanzierung der Grundwasserkörper nach WRRL auf Grundlage der im LUNG vorhandenen Daten zu den Grundwasservorräten – Reg. Nr. 30.42/12.- Bietergemeinschaft Fugro Consult GmbH, Büro Schwerin, und UmweltPlan GmbH Stralsund im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.

[7] HENNIG, H. & HILGERT, T. (2016): Regionalisierung der landesweiten Grundwasserdynamik - Abschlussbericht (J30.07/14).- UmweltPlan GmbH Stralsund und Fugro Consult GmbH Schwerin, 31.05.2016.

[8] HENNIG, H. & HILGERT, T. (2018): Speisung bedeckter Grundwasserleiter im norddeutschen Lockergestein – Eine Auswertung für Mecklenburg-Vorpommern.- Brandenburger geowissenschaftliche Beiträge 25 (2018), 1/2, S. 27–37.

[9] LÖFFLER, H. (1972): Typisierung von Grundwässern im Lockergesteinsbereich.- unveröff. Arbeit VEB Hydrogeologie, Schwerin, 1972.

[10] LUNG M-V (1996): Bewertung der Analysenergebnisse aus den hydrogeologischen Ergebnisberichten des Landes M-V – Heft 2/97.- Hrsg.: Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow, November 1996.

[11] LUNG M-V (2024): Kartenportal Umwelt Mecklenburg – Vorpommern.- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, www.umweltkarten.mv-regierung.de, Güstrow.

[12] MEYER, G. (2008): Festsetzung von Trinkwasserschutzzonen Wasserfassung Carlow - Teil F: Hydrogeologisches Gutachten.- HGN Hydrogeologie GmbH, Schwerin, 02.12.2008.

[13] MÜLLER, U. (1976): Lithofazieskarten Quartär, Blatt 1463 Grevesmühlen.- wissenschaftliche Redaktion: Zentrales Geologisches Institut Berlin, VEB GFE Halle, AS Schwerin.

[14] NatSchAG M-V (2010): Gesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes (Naturschutzausführungsgesetz - NatSchAG M-V) vom 23. Februar 2010, letzte berücksichtigte Änderung: zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. März 2023 (GVOBl. M-V S. 546).

[15] PRÖHL, K. (2014): Erlass zur Festsetzung und Änderung von Wasserschutzgebieten (WSG).- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 23.01.2014, Musterverordnung aktualisiert am 28.12.2016.

[16] PRÖHL, K. (2019): Hinweise zum Vollzug des § 50 Absatz 5 Wasserhaushaltsgesetz zur Durchsetzung der Selbstüberwachung (Rohwassererlass).- Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, Rohwassererlass vom 15.07.2019, aktualisiert am 05.08.2020.

[17] PRÖHL, K. (2022): Abwägung zur Änderung/Festsetzung des Wasserschutzgebietes (WSG) Ventschow (Aktenzeichen: VI-523-50010-2017/005-001).- Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 28.09.2022.

[18] RÖPKE, DR. A. (2022): Gewässerüberwachung in Mecklenburg-Vorpommern 2022, hier: Fortschreibung des Erlasses vom 05. März 2021.- Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 21.09.2022.

[19] STREHL, M. (2018): Neubau Brunnen 6 Wasserfassung Carlow – Dokumentation zu den Bohr- und Ausbauarbeiten.- Hydro-Geologie-Nord GbR, Schwerin, 27.11.2018.

[20] STREHL, M. (2024): Antragsunterlagen zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wasserfassung Carlow - Hydrogeologisches Gutachten.- Hydro-Geologie-Nord PartGmbB, Schwerin, 11.12.2024.

[21] SCHWARZ, J. (1975): Ergebnisbericht Gadebusch 1968 (Überarbeitung).- VEB Hydrogeologie, Schwerin, 20.09.1975.

[22] THIELE, V. DR. (2010): Managementplan für das FFH-Gebiet DE 2231-304 Wald- und Moorlandschaft um den Röggeliner See.- Institut biota, IHU Geologie & Analytik GmbH, Grünspektrum-Landschaftsökologie, Bützow, 03.12.2010.

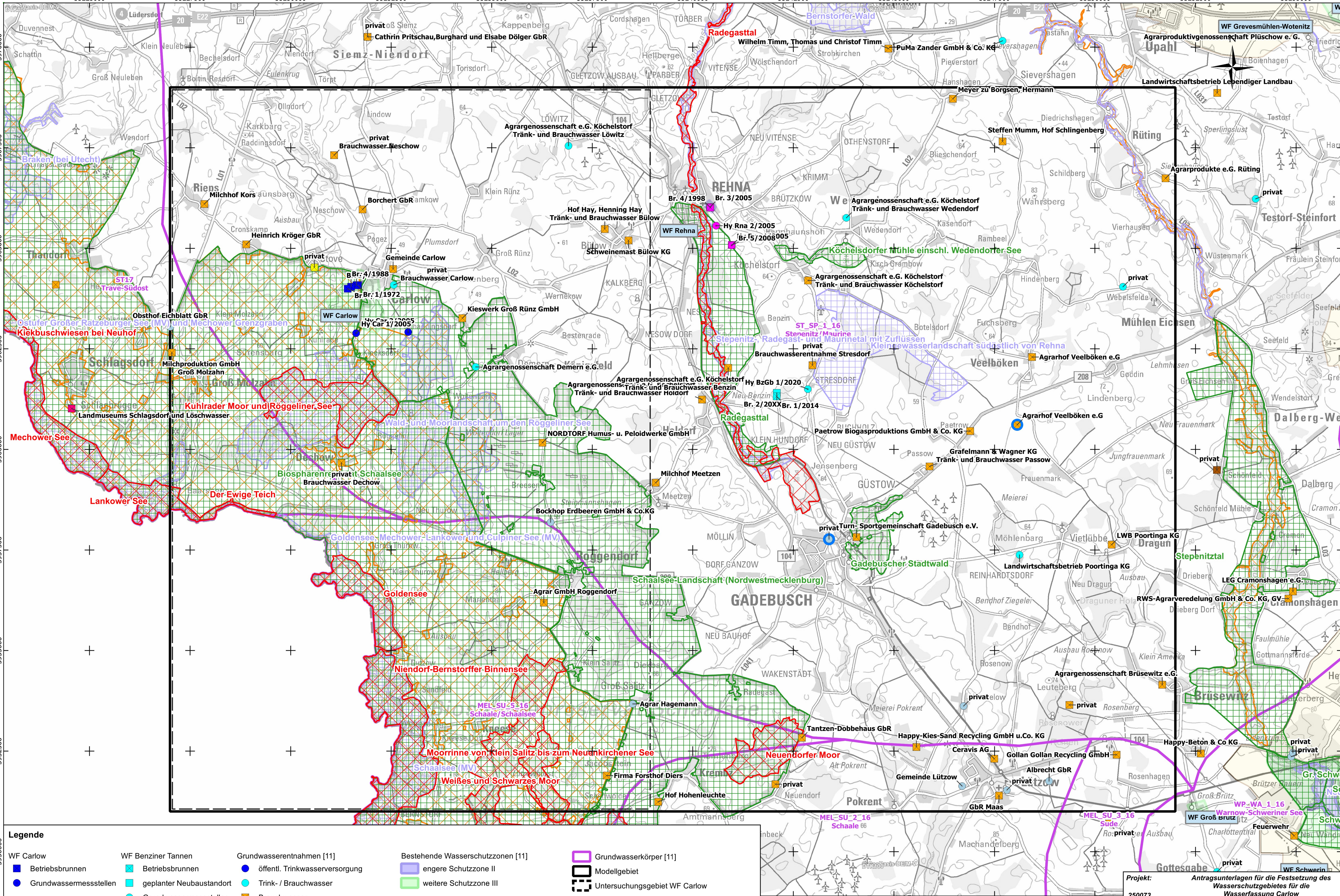
[23] TrinkwV (2023): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159).

[24] UBA (2020): Trifluoressigsäure (TFA) – Gewässerschutz im Spannungsfeld von toxikologischem Leitwert, Trinkwasserhygiene und Eintragsminimierung - Erläuterungen zur Einordnung des neuen Trinkwasserleitwerts von 60 µg/L.- Umweltbundesamt, Stand: 20. Oktober 2020.

[25] UBA (2021): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM).- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Fortschreibungsstand: November 2021.

[26] UmweltPlan & HGNord (2024): Berechnung der Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommerns. UmweltPlan GmbH und Hydro-Geologie-Nord PartGmbB im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie. Berechnung der Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommerns.

[27] VOIGT ET AL. (1984): Hydrogeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik 1:50.000 – Blatt 0403-4 Carlow, VEB Hydrogeologie Nordhausen.



Legende

WF Carlow
- Betriebsbrunnen
- Grundwassermessstellen

WF Rehna
- Betriebsbrunnen
- Grundwassermessstellen

WF Benziner Tannen
- Betriebsbrunnen
- geplanter Neubaustandort
- Grundwassermessstellen

Grundwasserentnahmen [11]
- öffentl. Trinkwasserversorgung
- Trink- / Brauchwasser
- Brauchwasser
- Wasserkraft
- Fischproduktion
- Bewässerung
- Beregnung
- Entnahme aus oberirdischen Gewässern

Bestehende Wasserschutzzonen [11]
- engere Schutzzone II
- weitere Schutzzone III

weitere Schutzgebiete [11]
- Naturschutzgebiete
- Landschaftsschutzgebiete
- Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung
- Europäische Vogelschutzgebiete

- Grundwasserkörper [11]
- Modellgebiet
- Untersuchungsgebiet WF Carlow

Maßstab: 1 : 60 000

1cm auf der Karte entspricht 600 m in der Natur

600 0 600 1.200 1.800 2.400 m

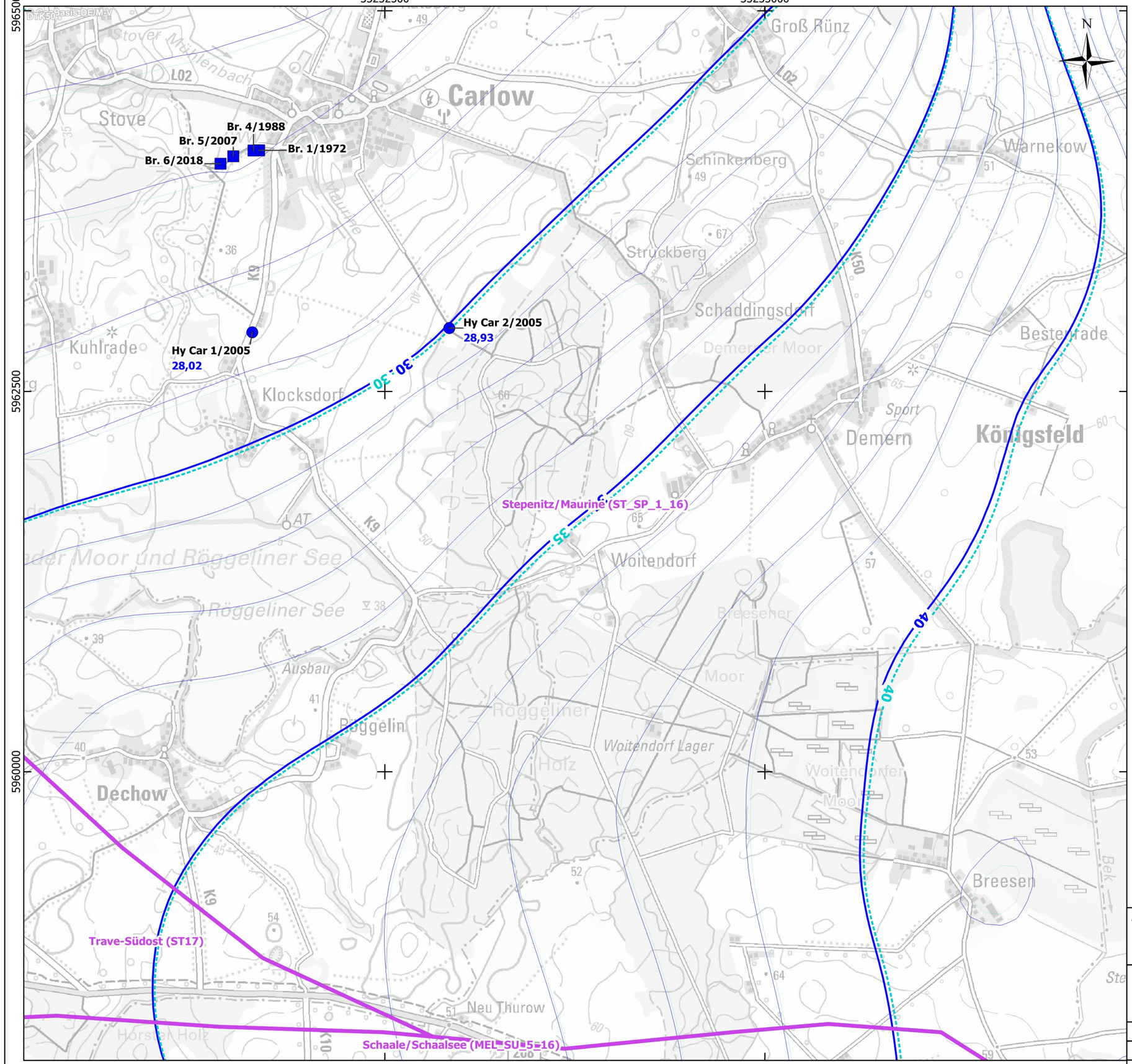
Kartengrundlage:
GeoBasis-DE/MV 2025
Koordinatensystem: EPSG 5650

HG Nord

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB - Hagenower Straße 73, 19061 Schwerin

+49 385 3993 377 / www.h-g-nord.de

Projekt: 250073	*Antragsunterlagen für die Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Wasserfassung Carlow - Zusammenfassung Hydrogeologisches Gutachten -*		
Übersichtskarte			
	Datum	*Name*	*Anlage 1*
gezeichnet	12.09.2025	Pfefferkorn	
geprüft	12.09.2025	Strehl	



HGNord

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB - Hagenower Straße 73, 19061 Schwerin

Maßstab: 1 : 25 000

1 cm auf der Karte entspricht 250 m in der Natur

250 0 250 500 750 1.000 m

Kartengrundlage:
GeoBasis-DE/MV 2025
Koordinatensystem: EPSG:5650

Legende

WF Carlow

- Betriebsbrunnen
- Grundwassermessstellen

28,02 Mittlere Grundwasserstände verwendbarer Grundwasserganglinien im Modellgebiet

Grundwassergleichen [m NHN]
im genutzten Hauptgrundwasserleiter (Layer 02)

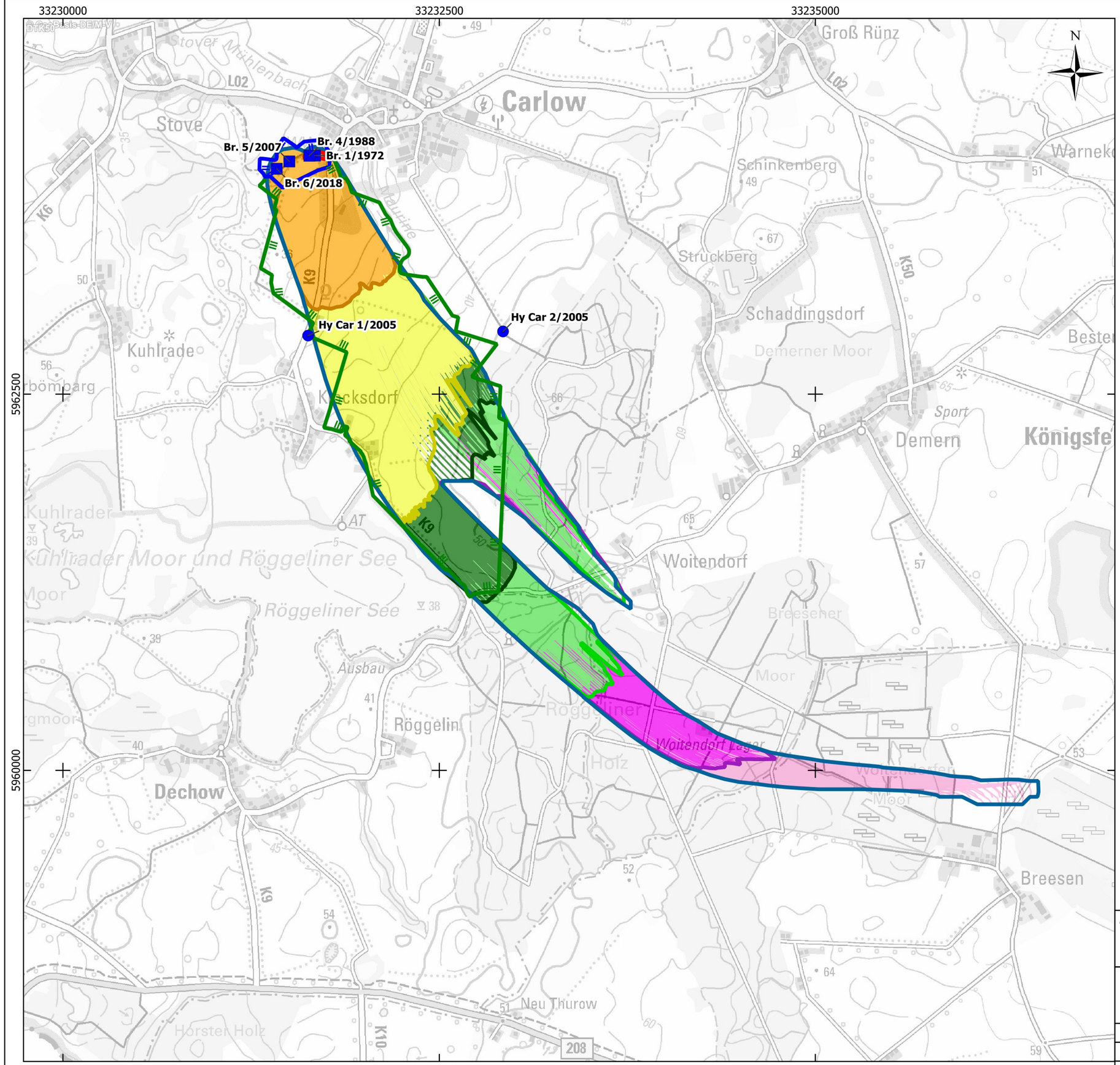
- Wasserrechtlich beantragte Entnahmemenge
- Mittlere Verhältnisse 2012-2021

Grundwasserkörper [11]

Projekt:	***Antragsunterlagen zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Wasserfassung Carlow - Zusammenfassung Hydrogeologisches Gutachten -***
250073	

Grundwassergleichen genutzter Hauptgrundwasserleiter

	Datum	Name	
gezeichnet	*12.09.2025*	*Pfefferkorn*	***Anlage 2***
geprüft	*12.09.2025*	*Strehl*	



HGNord

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB - Hagenower Straße 73, 19061 Schwerin

Maßstab: 1 : 25 000

1 cm auf der Karte entspricht 250 m in der Natur

250 0 250 500 750 1.000 m

Kartengrundlage:
GeoBasis-DE/MV 2025
Koordinatensystem: EPSG:5650

Legende

WF Carlow
- Betriebsbrunnen
- Grundwassermessstellen

vorgeschlagene Wasserschutzzonen WF Carlow
- Zone I Fassungsbereiche
- Zone II engere Schutzzone
- Zone III weitere Schutzzone

Strombahnlinien
Perspektivischer Gesamtbedarf 2050 einschließlich Reserve
WF Carlow 681.000 m³/a (1.860 m³/d)

Fließzeiten
- ≤10 Jahre
- ≤30 Jahre
- ≤50 Jahre
- ≤100 Jahre
- ≤200 Jahre
- >200 Jahre

Isochronen
- 10 Jahre
- 30 Jahre
- 50 Jahre
- 100 Jahre
- 200 Jahre

- Unterirdisches Einzugsgebiet WF Carlow

Projekt:	***Antragsunterlagen zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Wasserfassung Carlow - Zusammenfassung Hydrogeologisches Gutachten -***
250073	

Vorgeschlagene Wasserschutzzonen WF Carlow

	Datum	Name	
gezeichnet	12.09.2025	Pfefferkorn	***Anlage 3***
geprüft	12.09.2025	Strehl	