

HGN Hydrogeologie GmbH
Niederlassung Schwerin,
Filiale Greifswald
Waldschulweg 5
D-19061 Schwerin
Tel.: 0385 - 39 55 00
Fax: 0385 – 39 20 00 1
E-Mail: schwerin@hgn-online.de
Internet: www.hgn-online.de

Bericht erstellt für:

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
Facharbeitsgruppe WRRL
Goldberger Straße 12
18273 Güstrow

Ergebnisbericht

**Ermittlung der Grundwasserneubildung
Mecklenburg-Vorpommerns**

Stand 2007

(Grundwasserneubildung M-V 2007 – 2.17.029.6.2)

Bearbeiter: Dipl.-Hydrol. Heiko Hennig
Dipl.-Ing. Toralf Hilgert
Dipl.-Geol. Dr. Carola Bönsch

Schwerin, den 23.01.2008

HGN Hydrogeologie GmbH



i. V. U. Ewert
Niederlassungsleiter

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
1.1	Veranlassung	6
1.2	Aufgabenstellung	7
2	Bearbeitungskonzept	8
2.1	Das Wasserhaushaltsverfahren BAGLUVA	8
2.2	Die Berücksichtigung von Direktabflüssen	9
2.3	Vorgehensweise bei der landesweiten Berechnung der Grundwasserneubildung ..	12
3	Datenbasis	14
4	Datenhaltung und rechentechnische Umsetzung	18
5	Ergebnisse	22
5.1	Analyse	22
5.2	Regionalisierung der Analyseergebnisse	24
5.3	Prognose	25
6	Diskussion der Ergebnisse	28
6.1	Wirkung von Landoberflächenabfluss	28
6.2	Vergleich mit den Grundwasserneubildungsberechnungen benachbarter Bundesländer	30
6.2.1	Schleswig-Holstein	30
6.2.2	Niedersachsen	34
6.2.3	Brandenburg	38
7	Grundwasserbilanz Mecklenburg Vorpommern	44
7.1	Nutzbares GW-Dargebot	44
7.2	GW-Nutzungen	45
7.2.1	Trinkwasser (TW)	45
7.2.2	Industrie / Gewerbe (IG)	45
7.2.3	Kies (KS)	46
7.2.4	Landwirtschaft Pflanzenproduktion (LP)	46

7.2.5	Landwirtschaft Tiere (LT)	47
7.2.6	Sonstige (SO).....	48
7.2.7	Privat (GA)	48
7.3	Ergebnis der Grundwasserbilanz	49
7.4	Beschreibung der Grundwasserkörper	52
8	Zusammenfassung / Ausblick	74
	Literaturverzeichnis	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vertikal-ebene Modellvorstellung von den regionalen Fließprozessen in Mecklenburg-Vorpommern	6
Abbildung 2: Wasserbilanzierung zur inversen Ermittlung des Direktabflusses	10
Abbildung 3: Analysegebiete	11
Abbildung 4: Funktionen Analyse-Tool	19
Abbildung 5: Eingabemaske GWN-Analyse	20
Abbildung 6: Eingabemaske GWN-Prognose	21
Abbildung 7: Direktabflussspende in Abhängigkeit vom Niederschlag	24
Abbildung 8: Mittlere Direktabflussspenden	26
Abbildung 9: Mittlere Grundwasserneubildung der Grundwasserkörper	26
Abbildung 10: Karte des potenziellen Landoberflächenabflusses	29
Abbildung 10: Karte der nutzungsbedingten Korrekturen der Klassen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 11: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein	31
Abbildung 12: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen	36
Abbildung 13: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – Westteil	39
Abbildung 14: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – mittlerer Bereich	41
Abbildung 15: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – Ostteil	43
Abbildung 16: Landschaftsökologischer Mindestabfluss	44
Abbildung 17: Mittleres nutzbares Grundwasserdargebot der Grundwasserkörper	50
Abbildung 18: Mittleres reduziertes nutzbares Grundwasserdargebot der Grundwasserkörper	51

Abbildung 19: Aktuell genutztes GW-Dargebot der Grundwasserkörper	51
--------------------------------------------------------------------------	-----------

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung und Parametrisierung der Mosaiktypen	16
Tabelle 2: Grundwasserflurabstände – Ableitung aus der Hydromorphie	16
Tabelle 3: Empirische Ermittlung des Anteils der Feldbewässerung	47
Tabelle 4: Viehbestände in Mecklenburg-Vorpommern	48

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Zusammensetzung und Parametrisierung der Bodenmosaiktypen	
Anlage 2:	Bearbeitungsschema der landesweiten Grundwasserneubildungsberechnung	
Anlage 3:	Ergebnisse der Analyse und der Prognose für die 28 Bilanzgebiete	
Anlage 4:	Übersichtskarte – Kreise, Grundwasserkörper, Trinkwasserfassungen	1:500.000
Anlage 5:	Grundwasserbilanzen	
Anlage 5.1	Bilanztabellen – Landkreise (14)	
Anlage 5.2	Gesamtübersicht Landkreise (1)	
Anlage 5.3	Gesamtübersicht Grundwasserkörper (1)	
Anlage 6:	Daten-CD	

1 Einführung

1.1 Veranlassung

Am 22.12.2000 trat die RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines einheitlichen Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik in Kraft (EU - Wasserrahmenrichtlinie [WRRL]). Im Rahmen der Umsetzung der WRRL ist u.a. die Einschätzung des wahrscheinlichen mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper gefordert.

Ein Grundwasserkörper im Sinne der WRRL ist als „abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter“ definiert. In Mecklenburg-Vorpommern ist eine hydraulisch bedingte Vertikalgliederung in drei Grundwasserleiterkomplexe (GWLK) entsprechend der Abbildung 2 zweckmäßig [HGN 2000/2001 und HENNIG et al. 2002]:

- GWLK 1: quartäre Sedimente; größtenteils unbedeckt
- GWLK 2: quartäre Sedimente; bedeckt; meist gespannte Grundwasserströmungsverhältnisse
- GWLK 3: tiefe quartäre und tertiäre Sedimente; ausgeglichene Hydrodynamik; Grundwasserscheiden, die sich in den Komplexen 1 und 2 ausbilden, werden teilweise unterströmt.

Nicht alle drei Grundwasserleiterkomplexe müssen an einem Standort vorhanden sein; teilweise ist nur ein Stockwerk nennenswert ausgebildet.

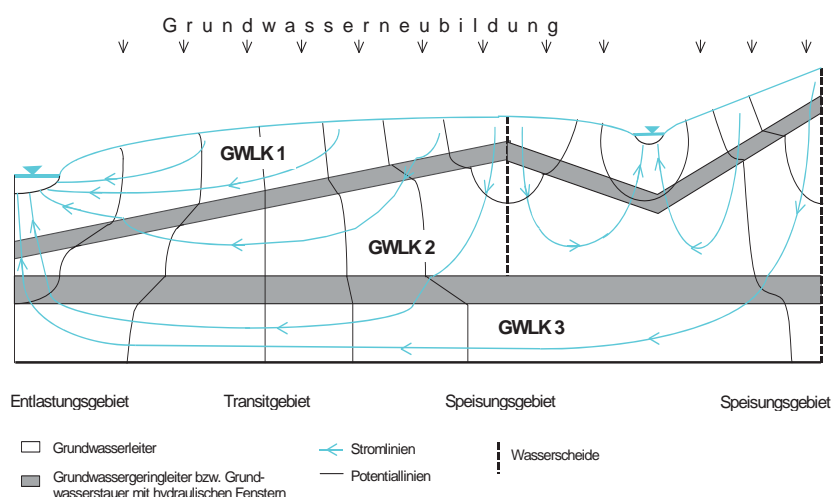


Abbildung 1: Vertikal-ebene Modellvorstellung von den regionalen Fließprozessen in Mecklenburg-Vorpommern

Vereinfachend erfolgte die Abgrenzung der Grundwasserkörper zunächst rein horizontal auf der Grundlage von Isohypsenplänen des obersten, flächenhaft verbreiteten Aquifers. Die Grenzen der Grundwasserkörper wurden so gelegt, dass kein horizontaler Grundwasserzufluss aus den quartären Grundwasserleiterkomplexen 1 und 2 auftritt (Abgrenzung entlang von Wasserscheiden und Randstromlinien). Bei Betrachtung langjähriger Mittelwerte (Vorratsänderung = 0) ergibt sich damit nachstehende Wasserbilanz für einen Grundwasserkörper (Begriffe laut DIN 4049).

<ul style="list-style-type: none">Grundwasserneubildung aus Niederschlag+ Grundwasserneubildung aus Influenz+ Grundwasserneubildung aus Seihwasser+ Grundwasserzufluss im GWLK 3+ anthropogene Versickerungen / Einleitungen	=	<ul style="list-style-type: none">Grundwasseraustritt als Effluenz+ Grundwasserentnahmen+ Grundwasserabfluss im GWLK 3
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.2 Aufgabenstellung

Mit dem Vertrag vom 11.08.2004 wurde die *HGN Hydrogeologie GmbH* vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) mit der landesweiten Berechnung der Grundwasserneubildung beauftragt. Grundlage war ein von der *HGN Hydrogeologie GmbH* vorgelegtes Konzeptpapier vom 14.06.2004. Die zu erbringenden Leistungen ergeben sich aus der Leistungsbeschreibung des LUNG i.V.m. dem Angebot der *HGN Hydrogeologie GmbH* vom 25.06.2004.

Der vorliegende Bericht ist Teil einer Überarbeitung auf der Grundlage aktualisierter Daten (vor allem zur Warnow) und wurde um eine Diskussion zur Wirkung potentieller Landoberflächenabflüsse und zu Sprüngen an den Grenzen zu benachbarten Bundesländern (andere Berechnungsverfahren) erweitert. Ferner sind Erkenntnisse berücksichtigt worden, die im Rahmen von Vorträgen / Publikationen zur Wasserbilanzierung in Mecklenburg-Vorpommern gewonnen wurden [HENNIG & HILGERT 2006, 2007].

Die Überarbeitung erfolgte auf der Grundlage des Leistungsangebotes vom 05.12.2006 und des Vertrages vom 04.05.2007 (09.05.2007).

2 Bearbeitungskonzept

2.1 Das Wasserhaushaltsverfahren BAGLUVA

Die Ermittlung der Grundwasserneubildung soll entsprechend der Aufgabenstellung auf der Grundlage des Wasserhaushaltsverfahrens BAGLUVA erfolgen. Dieses Verfahren basiert auf der BAGROV-GLUGLA-Beziehung und dient zur Bestimmung des langjährigen Mittels der realen Verdunstung. Diese wird u.a. in Abhängigkeit von der Bodenart, der vorhandenen Nutzung und des Grundwasser-Flur-Abstandes aus den klimatischen Größen Jahres- und Sommerniederschlag sowie der Grasreferenzverdunstung berechnet. Unter der Bedingung, dass kein Direktabfluss auftritt, kann die Grundwasserneubildung anschließend als Differenz aus Niederschlag und realer Verdunstung ermittelt werden.

Hauptvorteil der BAGROV-GLUGLA-Beziehung gegenüber anderen Verfahren zur Verdunstungs- bzw. Grundwasserneubildungsberechnung ist, dass über die Kopplung des Wasser- und Wärmehaushaltes die Grenzbedingungen exakt eingehalten werden:

begrenzte Wasserverfügbarkeit (Niederschlag $\rightarrow 0$) \Rightarrow Verdunstung \rightarrow Niederschlag

begrenzte Energieverfügbarkeit (Niederschlag $\rightarrow \infty$) \Rightarrow Verdunstung \rightarrow Maximalverdunstung

Dadurch wird gewährleistet, dass das Verfahren auch in Bereichen, in denen nur wenige Daten zur Kalibrierung des BAGLUVA-Verfahrens vorliegen (z.B. extrem niedriges oder extrem hohes Wasserdargebot), plausible Ergebnisse zu erwarten sind. Dies ist u.a. von Bedeutung, wenn der Niederschlag um hohe Anteile schneller Direktabflüsse, die nicht in die Verdunstungsberechnung einbezogen werden dürfen, verringert wird (siehe Abschnitt 2.2 sowie HENNIG & HILGERT 2006 und 2007).

Das Verfahren nach BAGROV-GLUGLA wird in Ostdeutschland seit den 1970er Jahren erfolgreich zur Bestimmung der Grundwasserneubildung im Lockergesteinsbereich eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt [siehe z.B. DVWK 238/1996]. Die aktuellste Version ist unter der Bezeichnung BAGLUVA im ATV-DVWK-Merkblatt M 504 [2002] dokumentiert.

2.2 Die Berücksichtigung von Direktabflüssen

Direktabflüsse sind Abflusskomponenten, die mit nur geringer Zeitverzögerung nach einem Niederschlagsereignis den Vorfluter erreichen. Nur unter der Bedingung, dass kein Direktabfluss auftritt, entspricht die Differenz aus Niederschlag und realer Verdunstung der Grundwasserneubildung. Diese Annahme ist im Lockergesteinsbereich häufig gerechtfertigt, da der Direktabflussanteil aufgrund der guten Wasserleitfähigkeit der Lockergesteine gering ist und überwiegend in lokalen Senken versickert (grundwasserdominierte Abflussbildung).

Für staunasse oder grundwasserbeeinflusste Böden, die nahezu vollständig melioriert sind, gilt die genannte Voraussetzung jedoch nicht. Durch den Einbau von Drainagen werden künstliche Abflussbahnen mit einem stetigen Gefälle bis zum Vorfluter geschaffen, die eine starke Erhöhung des Direktabflusses und somit eine Verringerung der Grundwasserneubildung und eine Erhöhung des Gesamtabflusses bewirken. Bei detaillierten Wasserbilanzierungen für Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern mit Flächengrößen von 200...400 km² (Barthe, Ostpeene, Wallensteingraben) hat sich die Bedeutung der dränagebedingten Direktabflüsse gezeigt. Da die Direktabflüsse kaum der Verdunstung unterliegen, sind die in die Verdunstungsberechnung eingehenden Niederschläge um den Direktabflussanteil zu reduzieren (dränungsdominierte Abflussbildung).

Nähere Ausführungen zur Klassifizierung der in Mecklenburg-Vorpommern vorherrschenden Abflussbildungsprozesse in einen grundwasserdominierten und einen dränungsdominierten Abflussbildungstyp enthalten MIEGEL & HENNIG [2006] und HENNIG & HILGERT [2007]. In Mecklenburg-Vorpommern überwiegt der dränungsdominierte Abflussbildungstyp; grundwasserdominierte Abflussbildungen herrschen in der Griesen Gegend südlich von Schwerin, der Mecklenburger Seenlandschaft dem Unterlauf von Ücker und Randow sowie auf den Inseln Darß und Usedom vor.

Eine Möglichkeit zur Identifizierung des mittleren Direktabflusses ist die inverse Ermittlung aus Wasserhaushaltsbilanzierungen. Das Prinzip ist in der Abbildung 2 verdeutlicht. Mit steigendem Direktabfluss vermindert sich die in die Verdunstungsberechnung eingehende Wassermenge, so dass sich die Grundwasserneubildung (aufgrund geringerer Verdunstung) nicht in gleichem Maße reduziert. Im Rahmen der Wasserbilanzierung wird der Direktabfluss auf dränierten Flächen sukzessiv erhöht bis der berechnete Gesamtabfluss dem gemessenen Mittelwasserabfluss entspricht.

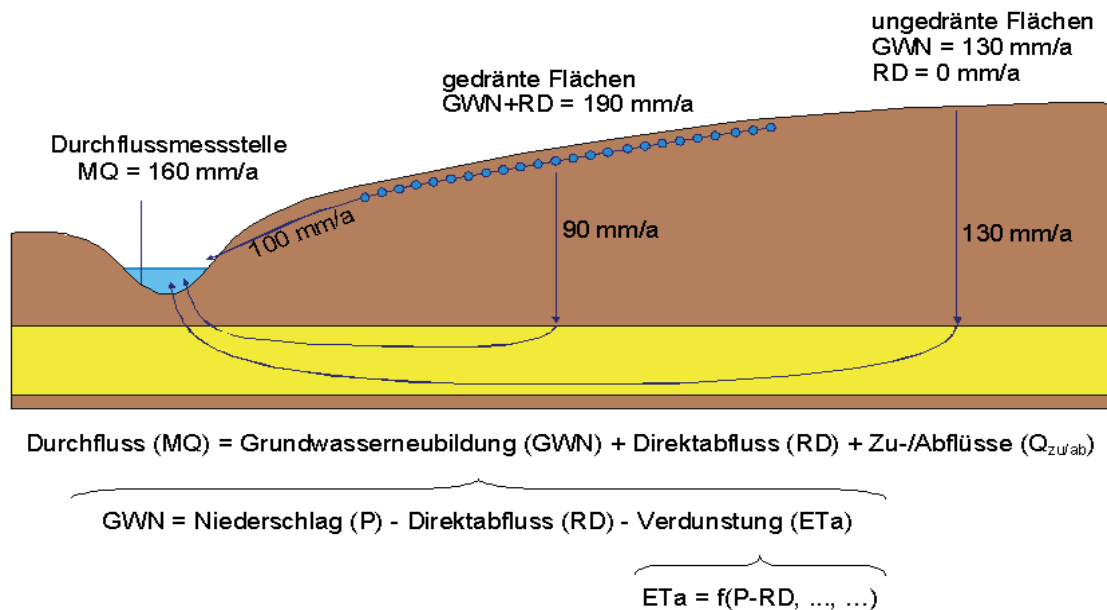


Abbildung 2: Wasserbilanzierung zur inversen Ermittlung des Direktabflusses
[aus HENNIG & HILGERT am 20.02.2003 in Neubrandenburg]

Die Voraussetzungen für die Identifizierung des Direktabflusses über Wasserhaushaltsbilanzierungen können für große Teile Mecklenburg-Vorpommerns erfüllt werden:

(1) langjährige kontinuierliche Abflussmessungen zur Bestimmung des Mittelwasserabflusses

Der mittlere Durchfluss und die mittleren Niedrigwasserdurchflüsse wurden durch die biota-GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie für die Jahresreihe 1971-2000 ermittelt. Langjährige Durchflussmessungen standen für 109 Einzugsgebiete zur Verfügung; Datenlücken wurden durch Regressionsrechnungen geschlossen [biota 2003].

(2) Kenntnis aller ober- und unterirdischen Zu- und Abflüsse zum Bilanzgebiet

Die 109 oberirdischen Einzugsgebiete können unter Nutzung des landesweiten Grundwasser-gleichenplanes für den obersten, flächenhaft verbreiteten Aquifers [HGN 2003] und nahezu flächendeckend vorliegender hydrogeologischer Erkundungen so zusammengefasst werden, dass die oberirdischen und unterirdischen Einzugsgebiete weitgehend übereinstimmen. Es ergeben sich 28 Einzugsgebiete für die vereinfachte Wasserbilanzen entsprechend der Abbildung 2 aufgestellt werden können. Dabei wird in erster Näherung unterstellt, dass

entnommenes Grundwasser im gleichen Bilanzgebiet in die Vorflut eingeleitet wird und keine weiteren Zu- und Abflüsse auftreten. Die Richtigkeit der Annahmen zu den Bilanzgebieten wird im zweiten Schritt geprüft (Abschnitt 2.3). In der Abbildung 3 sind die Bilanzgebiete dargestellt. Sie weisen Flächen von 15 km² bis >3000 km² auf.

(3) Validität des Verfahrens zur Verdunstungsberechnung

Das eingesetzte Verfahren BAGLUVA wurde durch seine Entwickler anhand von Lysimeterbeobachtungen und Vorflutabflüssen kalibriert und validiert, so dass a priori von einer hohen Qualität des Verfahrens ausgegangen werden kann. Die Parametrisierung für Mecklenburg-Vorpommern erfolgt entsprechend der in ATV-DVWK-M 504 dokumentierten Vorgehensweise.

(4) Kenntnis der direktabflussauslösenden Flächen

Die Flächen, für die zentrale Komplexmeliorationen projektiert wurden, liegen landesweit digital vor, wobei von einem sehr hohen Umsetzungsgrad der Projekte ausgegangen werden kann. Zur Erfassung dezentraler Meliorationen der Landwirtschaftsbetriebe können darüber hinaus Dränagen auf den landwirtschaftlich genutzten Lehmstandorten unterstellt werden.

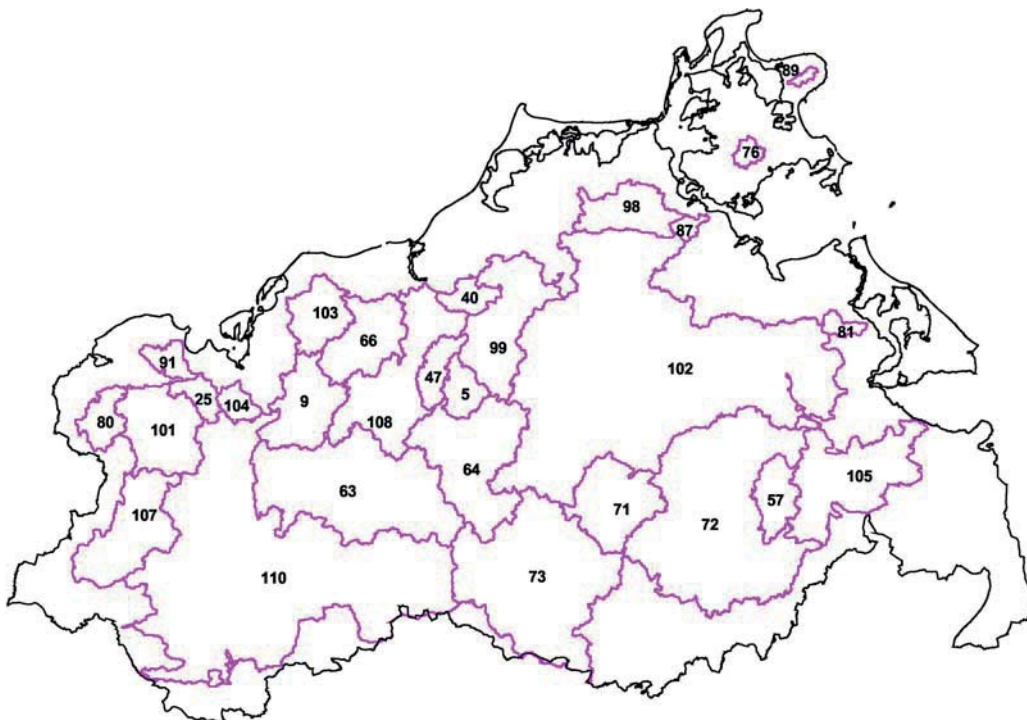


Abbildung 3: Analysegebiete

2.3 Vorgehensweise bei der landesweiten Berechnung der Grundwasserneubildung

Die landesweiten Berechnung der Grundwasserneubildung erfolgt in zwei Schritten, der Analyse und der Prognose.

Im Rahmen der **Analyse** erfolgen Wasserbilanzierungen für die 28 Bilanzgebiete. Eine hydrotoporientierte Berechnung gewährleistet eine hohe Transparenz der Rechenergebnisse und ermöglicht schnelle Änderungen der Eingangsparameter im Rahmen der Kalibrierung und Validierung.

Zunächst wird unterstellt, dass der Vorfluter vollständig grundwassergespeist ist (kein Direktabfluss). Damit gilt:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Grundwasser-} & & \text{mittlerer Abfluss} & & \text{Niederschlag} & & \text{Verdunstung} \\ \text{neubildung} & = & \text{im Vorfluter} & = & & - & \\ \text{GWN}_1 & & \text{MQ} & & \text{P} & & \text{ETa}_1 \end{array}$$

(₁ .. Erstschätzung)

Diese (teilweise fehlerhaften) Wasserbilanzen können folgendermaßen interpretiert und ggf. korrigiert werden:

$\text{GWN}_1 \approx \text{MQ}$ → Der Vorfluter ist grundwassergespeist und es tritt kein Direktabfluss auf. Der gesamte Niederschlag steht für die Verdunstung zur Verfügung.

Sollte das Einzugsgebiet dennoch einen großen Anteil dräniert Flächen aufweisen, ist zu prüfen, ob sich durchflusserhöhende Direktabflüsse und z.B. durchflusssmindernde Grundwassernutzungen oder unterirdische Abflüsse ausgleichen.

$\text{GWN}_1 > \text{MQ}$ → Verluste durch Wasserentnahmen oder Beregnungen sind zu berücksichtigen oder der Vorfluter wird teilweise unterströmt (Abweichungen zwischen ober- und unterirdischem Einzugsgebiet).

$\text{GWN}_1 < \text{MQ}$ → Ein Teil des Niederschlages fließt direkt ab und unterliegt nicht der Verdunstung oder / und es existieren ober- oder unterirdische Zuflüsse in das Bilanzgebiet.

Bei Ausschluss von Zuflüssen können für den Fall $GWN_1 < MQ$ entsprechend der oben beschriebenen Vorgehensweise die Direktabflussspenden der Einzugsgebiete identifiziert werden. Folgende Vergleiche dienen der Plausibilitätsprüfung:

- Die ermittelten Direktabflussspenden auf den dränierten Flächen sollten untereinander nur moderat schwanken.
- Die berechnete mittlere Grundwasserneubildung sollte größer sein als der mittlere Niedrigwasserdurchfluss, der von biota [2003] als 90 % - Überschreitungswert im (Niedrigwassermonat) August charakterisiert wurde.

Mit einer Regionalisierung der identifizierten Direktabflussspenden ist die Voraussetzung für die **Prognoserechnungen** auf der Basis des BAGLUVA -Verfahrens gegeben. Berechnet werden die mittlere Grundwasserneubildung und der Gesamtabflusses in unbeobachteten Gebieten sowie die räumliche Differenzierung der Grundwasserneubildung in den 28 Bilanzgebieten.

3 Datenbasis

Niederschlag

Mittlere Jahres-, Sommer- und Winterniederschläge für die Jahresreihe 1971-2000 wurden von der biota GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Geologie und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern flächendifferenziert ermittelt. Ausgangsdaten waren Messreihen an 115 in Mecklenburg-Vorpommern und 38 in benachbarten Bundesländern gelegenen Stationen des Deutschen Wetterdienstes. Unvollständige Reihen von 34 Messstationen wurden durch Regressionsrechnungen ergänzt. Die räumliche Interpolation erfolgte nach der „Nearest Neighbor“-Methode. Detaillierte Angaben enthält der Ergebnisbericht biota [2003].

Zur Berücksichtigung von Wind-, Benetzungs- und Verdunstungsfehlern wurden die Niederschläge einheitlich nach RICHTER [zitiert in DVWK 238, 1996 und HAD 2000-2003] für das Gebiet „Östlicher Teil des Norddeutschen Tieflandes“ unter Annahme mäßig geschützter Stationslagen korrigiert.

Gras-Referenzverdunstung

Die mittlere jährliche potentielle Verdunstungshöhe als Gras-Referenzverdunstung wurde dem Hydrologischen Atlas [HAD 2000-2003] entnommen. Berechnungsgrundlage ist die Jahresreihe 1961-1990; die Verdunstungsklassen sind im Bereich Mecklenburg-Vorpommerns in 25 mm - Klassen dokumentiert.

Wasserflächenverdunstung

Die Wasserflächenverdunstung wurde für die Stationen Schwerin, Rostock, Greifswald und Neuruppin nach PENMAN [DVWK 238, 1996] aus den täglichen Klimawerten berechnet. Sie ist durchschnittlich 17 % höher als die Gras-Referenzverdunstung. Die räumliche Differenzierung erfolgte entsprechend der Verteilung der Gras-Referenzverdunstung.

Landnutzung

CORINE-Landnutzungsdaten dienen zur Ableitung der Bodenbedeckung bzw. der Landnutzung. Sie basieren auf LANDSAT-Satellitendaten aus dem Jahr 2000. Die räumliche Auflösung beträgt 0,25 km². Für die Grundwasserneubildungsberechnung wurden die CORINE-Daten entsprechend dem Merkblatt ATV-DVWK-M 504 [2002] in sieben Landnutzungs- bzw. Bedeckungseinheiten generalisiert und parametrisiert: versiegelte Fläche, vegetationslose Fläche, Grünland, Ackerland, Laubwald, Nadelwald, Gewässer.

Diskutiert wurde auch die Verwendung von ATKIS- oder BNTK-Daten, die eine größere räumliche Auflösung aufweisen (Maßstab 1:10.000 bzw. 1:25.000). Der Vergleich mit den CORINE-

Landnutzungsdaten zeigte, dass die Abweichungen sich nur bei Detailbetrachtungen (Gebiete von wenigen km²) auswirken, bei Wasserbilanzierungen für die Grundwasserkörper (100-200 km²) jedoch keine signifikanten Genauigkeitszuwächse zu erwarten wären. Demgegenüber haben die CORINE-Daten den Vorteil einer günstigeren Datenstruktur (z.B. keine eindeutige Objektbelegung der ATKIS-Daten) und der Möglichkeit der Parametrisierung nach dem Merkblatt ATV-DVWK-M 504 [2002], die sich auch bei der Bearbeitung im Rahmen des Hydrologischen Atlases von Deutschland [HAD 2000-2003] bewährt hat.

Boden

Die Bodeneigenschaften wurden aus der digitalen Naturraumkarte für Mecklenburg Vorpommern im Maßstab 1:25.000 abgeleitet. Sie basiert auf der Forstlichen Standortkartierung (Maßstab 1:10.000) und der mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (Maßstab 1:25.000) sowie – in Bereichen, die land- und forstwirtschaftlich nicht genutzt wurden – der Geologischen Karten für Preußen (Maßstab 1:100.000).

Gegenüber der Geologischen Karte von Mecklenburg-Vorpommern (Maßstab 1:100.000), die auf den Geologischen Karten für Preußen basiert, hat die Naturraumkarte die Vorteile der besseren räumlichen Auflösung und genaueren Digitalisierung. Der entscheidende Vorteil ist jedoch, dass sie Informationen zum Grundwassereinfluss enthält.

Die Naturraumkarte weist Bodenmosaiktypen aus, z.B. Sand- oder Geschiebelehm-Mosaik (Hauptanteil Sand bzw. Geschiebelehm), Geschiebelehm-Sand-Mosaik (Mischfläche aus Geschiebelehm und Sand, wobei der Geschiebelehm überwiegt). Der Flächenanteil der Substratgruppen am Mosaiktyp wurde anhand der Anleitung zur Anfertigung der Naturraumkarte [KOPP & SCHULTZE 1990] und nach mündlichen Mitteilungen von Herrn Brandt (Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern) abgeschätzt. Entsprechend der KA 4 [1995] sind den Substratgruppen nutzbare Feldkapazitäten (nFk) zugeordnet worden, die dann flächengewichtet in die mittlere nutzbare Feldkapazität des Mosaiktyps eingingen. Die Zusammensetzung und die Parametrisierung der Mosaiktypen dokumentiert die Anlage 1.

Nach einer Ordnung der Mosaiktypen mit steigender nutzbarer Feldkapazität und der Ermittlung der flächenhaften Verbreitung der Bodenmosaiktypen zeigte sich, dass fünf Mosaiktypen in Mecklenburg-Vorpommern dominieren. Diesen Mosaiktypen wurden die übrigen Bodenmosaiken entsprechend ihrer nutzbaren Feldkapazität zugeordnet. In der Tabelle 1 sind die generalisierten Mosaiktypen und die ihnen zugeordneten Parameter sowie die für die Ermittlung der kapillaren Aufstiegsraten angesetzten Bodenarten enthalten.

Tabelle 1: Zusammensetzung und Parametrisierung der Mosaiktypen

Substratgruppen:		Sand S	Geschiebe- lehm L	Ton T	Torf H				
nFk - Minimum [Vol.-%]		8,0	16,0	14,0	30,0				
nFk - Erwartungswert [Vol.-%]		12,0	20,0	15,0	35,0				
nFk - Maximum [Vol.-%]		16,0	22,0	16,0	40,0				
Mosaiktyp		Flächenanteil der Substratgruppen am Mosaiktyp				nFk - Minimum [Vol.-%]	nFk - Erwartungs- wert [Vol.-%]	nFk - Maximum [Vol.-%]	kapillare Aufstiegsraten nach KA 4 für die Bodenarten
		S	L	T	H				
Sand-Mosaik	S	97,00%	1,50%	1,50%		8,2	12,2	16,1	mS
Sand-Geschiebelehm-Mosaik	SL	70,00%	28,00%	2,00%		10,4	14,3	17,7	fS
Geschiebelehm-Sand-Mosaik	LS	38,00%	60,00%	2,00%		12,9	16,9	19,6	l'S, t'S
Geschiebelehm-Mosaik	L	10,00%	88,00%	2,00%		15,2	19,1	21,3	IS
Moor	O	2,50%	2,50%		95,00%	29,1	34,1	39,0	Hn; z3; SV% 7,5-12

Grundwasserflurabstand

Der mittlere sommerliche Grundwasserflurabstand kann aus dem Hydromorphiegrad des Bodens abgeleitet werden. In der Naturraumkarte enthalten sind

- der primär natürliche Hydromorphiegrad als Maß für den mittleren Grundwasserflurabstand im Frühjahr und
- die sekundäre (meist anthropogen verursachte) Entwässerung in Hydromorphiestufen [KOPP & SCHULZE 1990, S. 25].

Die Summe beider Eigenschaften ergibt den aktuellen Hydromorphiegrad als Maß für den mittleren Grundwasserflurabstand im Frühjahr. Daraus wurde nach LFG [1999] der mittlere sommerliche Flurabstand unter folgender Annahme abgeleitet: Der Grundwasserflurabstand steigt vom frühjährlichen Hochstand bis zum Spätsommer / Frühherbst um zwei Hydromorphiestufen; der mittlere sommerliche Grundwasserflurabstand liegt eine Stufe unter dem Hydromorphiegrad im Frühjahr. Damit ergeben sich nach LFG [1999], S. 312 folgende mittleren sommerlichen Grundwasserflurabstände:

Tabelle 2: Grundwasserflurabstände – Ableitung aus der Hydromorphie

Bezeichnung in der Naturraumkarte	Hydromorphiegrad im Frühjahr	mittlerer sommerlicher Hydromorphiegrad	mittlerer sommerlicher Grundwasserflurabstand
O - Moor	2,0	3,0	0,35 m
	2,5	3,5	0,55 m
V - vollhydromorph	3,0	4,0	0,75 m
N - stark hydromorph	3,5	4,5	1,15 m
M - mäßig hydromorph	4,0	5,0	1,40 m
W - wenig hydromorph	4,5	5,5	1,90 m
	5,0	6,0	2,40 m
A - anhydromorph	> 5	grundwasserunbeeinflusst	

4 Datenhaltung und rechentechnische Umsetzung

Die Datenhaltung und rechentechnische Umsetzung erfolgte im Verbund mit der Standardsoftware Arcview 3.2 und MS Excel 2000. Die Abbildung in der Anlage 2 dokumentiert die Datenstruktur im erarbeiteten ArcView-Projekt (Anlage 4) nebst den Operationen und Rechenwegen bis zum Ergebnisthema, der Bilanz für die Grundwasserkörper Mecklenburg-Vorpommerns. Eine Beschreibung der jeweiligen Feldinhalte ist in der Anlage 4 enthalten.

Zur im Abschnitt 3.4 beschriebenen Analyse für die 28 Bilanzgebiete wurde ein Excel-Tool verwendet (GWN-Analyse.xls – Anlage 4). Grundlage ist das BAGLUVA -Verfahren mit dem in der ATV-DVWK-M 504 beschriebenen Formalismus.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind Beispielaufrufe und die entsprechende Beschreibung der Eingabegrößen der enthaltenden Funktionen dargestellt.

Beispiele für Funktionsaufrufe

GWN(Pk, PkS, ET0, Ew, Rd, B, Nutz, Boden, zg)

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
mittlere Jahresniederschlagssumme	Pk	[mm/a]	620 korrigiert auf Bodenniveau (z.B n. RICHTER)
mittlere Sommerniederschlagssumme	Pks	[mm/a]	300 korrigiert auf Bodenniveau (z.B n. RICHTER)
Gras-Referenzverdunstung	ET0	[mm/a]	540 entspr. ATV-DVWK-M 504 Anhang C
Gewässerverdunstung	Ew	[mm/a]	650 entspr. DVWK 238/1996 (z.B. nach PENMAN)
Direktabfluss	Rd	[mm/a]	200 z.B. durch Melioration
mittlere Beregnung im Jahr	B	[mm/a]	0 mittlere sommerliche Menge
CORINE-Nomenklatur (z.B. 111, 511)	Nutz	[-]	211 Aufteilung auf Nutzungstypen siehe ATV-DVWK-M 504 S. 95
Bodenart	Boden	[-]	SL s. Tabelle (Bodenart, nFK) in Blatt 'Para'
Grundwasserflurabstand	zg	[dm]	18 mittlerer im Sommer
Grundwasserneubildung	GWN	[mm/a]	106

ETa(Pk, PkS, ET0, Ew, Rd, B, Typ, zb, UA, Boden, zg)

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
mittlere Jahresniederschlagssumme	Pk	[mm/a]	620 korrigiert auf Bodenniveau (z.B n. RICHTER)
mittlere Sommerniederschlagssumme	Pks	[mm/a]	300 korrigiert auf Bodenniveau (z.B n. RICHTER)
Gras-Referenzverdunstung	ET0	[mm/a]	540 entspr. ATV-DVWK-M 504 Anhang C
Gewässerverdunstung	Ew	[mm/a]	650 entspr. DVWK 238/1996 (s B. n. PENMAN)
Direktabfluss	Rd	[mm/a]	0 z.B. durch Melioration
mittlere Beregnung im Jahr	B	[mm/a]	100 mittlere sommerliche Menge
Landnutzungseinheit	Typ	[-]	4 1: versiegelte Fläche; 2: vegetationslose Fläche; 3: Grünland; 4: Ackerland; 5: Laubwald; 6: Nadelwald; 7: Gewässer
Vegetationshöhe	zb	[cm]	0 bei Typ 3
Umtriebsalter des Waldes	UA	[a]	0 bei Typ 5 und 6
Bodenart	Boden	[-]	S s. Tabelle (Bodenart, nFK) in Blatt 'Para'
Grundwasserflurabstand	zg	[dm]	20 mittlerer im Sommer
reale Verdunstung	ETa	[mm/a]	410

zusätzliche Funktionen

FK(Boden)

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Bodenart	Boden	[-]	LS s. Tabelle (Bodenart, nFK) in Blatt 'Para'
nutzbare Feldkapazität	nFK	[%]	17

fak(typ, zb, UA, nFK)

s. ATV-DVWK-M 504 Anhang D S. 141

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Landnutzungseinheit	Typ	[-]	6 1: versiegelte Fläche; 2: vegetationslose Fläche; 3: Grünland; 4: Ackerland; 5: Laubwald; 6: Nadelwald; 7: Gewässer
Vegetationshöhe	zb	[cm]	0 bei Typ 3
Umtriebsalter des Waldes	UA	[a]	10 bei Typ 5 und 6
nutzbare Feldkapazität	nFK	[%]	17 berechenbar mit Funktion FK
Parameter f = Emax/ET0	fak	[-]	1.043

We(typ, zb, UA, nFK)

s. ATV-DVWK-M 504 Anhang D S. 142

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Landnutzungseinheit	Typ	[-]	6 1: versiegelte Fläche; 2: vegetationslose Fläche; 3: Grünland; 4: Ackerland; 5: Laubwald; 6: Nadelwald; 7: Gewässer
Vegetationshöhe	zb	[cm]	bei Typ 3
Umtriebsalter des Waldes	UA	[a]	100 bei Typ 5 und 6
nutzbare Feldkapazität	nFK	[%]	22 berechenbar mit Funktion FK
Ausschöpfungstiefe	We	[dm]	1.408

nBG(typ, zb, UA, nFK)

s. ATV-DVWK-M 504 Anhang D S. 142

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Landnutzungseinheit	Typ	[-]	5 1: versiegelte Fläche; 2: vegetationslose Fläche; 3: Grünland; 4: Ackerland; 5: Laubwald; 6: Nadelwald; 7: Gewässer
Vegetationshöhe	zb	[cm]	0 bei Typ 3
Umtriebsalter des Waldes	UA	[a]	100 bei Typ 5 und 6
nutzbare Feldkapazität	nFK	[%]	22 berechenbar mit Funktion nFK
Effektivitätsparameter n	nBG	[-]	2.219

KR(za, Boden)

(eigene empirische Beziehung aus DVWK 238/1996)

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Abstand zwischen GW-Oberfläche und der Untergrenze von We	za	[dm]	10 za = zg - b*We s. ATV-DVWK-M 504 S. 97
Bodenart	Boden	[-]	S für die Bodenarten in Tabelle (Bodenart, nFK) in Blatt 'Para'
kapillare Aufstiegsrate	KR	[mm/d]	0.034

Bagrov(x, n)

numerische Lösung der BAGROV-Beziehung

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
Pk/ETmax	x	[-]	1.7
Effektivitätsparameter	n	[-]	0.4
ETa/ETmax	y	[-]	0.600

Abbildung 4: Funktionen Analyse-Tool

Die Abbildung 5 stellt die Eingabemaske des EXCEL-Tools „GWN-Analyse.xls“, Tabelle „Para“ dar. Farblich gelb hinterlegt sind die Eingabefelder, magenta die Ergebnisfelder. Neben den bekannten Meliorationsflächen (die als Shape-File vom LUNG übergeben wurden) können auch für weitere landwirtschaftlich genutzte Flächen Direktabflüsse berücksichtigt werden (dezentrale, nicht erfasste Meliorationsprojekte). Dies erfolgt entsprechend der anstehenden Bodenart über Wichtungsfaktoren zwischen 0 und 1, wobei der Hydromorphiegrad der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Corine ≥ 200 und < 300) kleiner sein muss als der unter der Tabelle definierte. Doppelbeachtung von landwirtschaftlichen Flächen und Meliorationsflächen wird rechentechnisch

Analyse Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommern									
Pfad	C:\GWN_MV\SHAPE								
Einzugsgebiet	25	Daten neu lesen			Korrektur P-Jahr	1.14			
					P-Sommer	1.11			
Fläche ges.	79.2 km²	Landw.-Flächen	Meliorationsflächen						
		55.2	0.0	0.0					
Direktabfluss	200.0 mm/a	Direktabfluss	Direktabfluss	Bewässerung	Bodenart	nFK [%]			
Bewässerung	0.0 mm/a	0	0	0	S	12			
		0	0	0	SL	14			
		1	0	0	LS	17			
Zufluss	0.0000 m³/s	1	0	0	L	19			
		0	0	0	O	34			
					W	100			
Ablfluss									
GW-Neubildung	0.1960 m³/s	5	>= Hydromorphie						
Direktabfluss	0.3497 m³/s								
Zufluss	0.0000 m³/s								
MQ (HGN)	0.5457 m³/s								
Bilanzfehler:	-0.05%								
MQ (Mehl)	0.5460 m³/s								
Spenden									
GW-Neubildung	2.4751 l/(s*km²)	78.1	mm/a						
Direktabfluss	4.4160 l/(s*km²)	139.4	mm/a						
Zufluss	0.0000 l/(s*km²)	0.0	mm/a						
MQ (HGN)	6.8910 l/(s*km²)	217.5	mm/a						

Hydromorphie	GW-FLA [dm]
2	3.5
2.5	5.5
3	7.5
3.5	11.5
4	14.0
4.5	19.0
5	24.0
6	100.0
10	100.0

Nachdem das zu analysierende Einzugsgebiet angegeben wurde, werden durch Betätigung des Buttons „Daten neu lesen“ Datenbankabfragen generiert, die entsprechenden Datensätze der Shapes „Test_04“ und „Ao_Test_Daten“ (s. Anlage 4) in das Tabellenblatt „HT“ geschrieben und dort die Berechnungsformeln automatisch angepasst. Die Ergebnisse der Analyse sind im Shape „Ao_Test_Berechnung“ und der Tabelle in der Anlage 3 dokumentiert.

Mit Hilfe der aus der Analyse gewonnen Regressionsbeziehung für die Regionalisierung der Direktabflüsse (Erläuterungen im Abschnitt 5) erfolgte die Berechnung der Grundwasserneubildung für die Bilanzgebiete der Analyse sowie die landesweite Bearbeitung („GWN_Prognose.xls“). Für bebaute Flächen (Corinenutzungstypen <200) wurde entsprechend den im Regelwerk ATV-DVWK-M 504 (Tabelle 7.1, S. 95) angegebenen Anteilen der halbe korrigierte Jahresniederschlag als Direktabfluss in Ansatz gebracht.

Prognose Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommern		
Pfad	C:\GWN_MV\SHAPE	
Shape	GWN001	
Korrektur P-Jahr	1.14	
Korrektur P-Sommer	1.11	
Parameter A für RD	540	
<i>RD auf landw. Nutzung</i>	<i>Bodenart</i>	<i>nFK [%]</i>
0	S	12
0	SL	14
1	LS	17
1	L	19
0	O	34
	W	100
5	>= Hydromorphie	
<i>Hydromorphie</i>	<i>GW-FLA [dm]</i>	
2	3.5	
2.5	5.5	
3	7.5	
3.5	11.5	
4	14.0	
4.5	19.0	
5	24.0	
6	100.0	
10	100.0	
<div>Prognose rechnen</div> <div>0.4% fertig</div> <div>Abbruch</div>		

Abbildung 6: Eingabemaske GWN-Prognose

5 Ergebnisse

5.1 Analyse

Bei der detaillierten Betrachtung der 28 Bilanzgebiete zeigte sich, dass die kartierten Projekte zentraler Komplexmeliorationen den tatsächlichen Anteil der Drainageflächen z.T. deutlich unterschätzen. Flächen mit staunassen oder grundwasserbeeinflussten Böden, die nach Aussagen der Wasser- und Bodenverbände drainiert sind, sind in den Meliorationsprojekten nicht erfasst. Als Ursache werden ältere und / oder dezentrale Meliorationen durch die Landwirtschaftsbetriebe vermutet.

Im Sinne einer landesweit einheitlichen Regelung für die Grundwasserneubildungsberechnung wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber daher festgelegt, dass alle landwirtschaftlich genutzten, hydromorphen Lehm- und Lehm-Sand-Mosaik als drainiert betrachtet werden. Damit wird die Verbreitung der Drainageflächen möglicherweise etwas überschätzt, was zur Folge hätte, dass die identifizierten Direktabflussspenden dieser Flächen kleiner wären. Der Einfluss auf die Grundwasserneubildung und den Gesamtwasserhaushalt der Bilanzgebiete und Grundwasserkörper ist jedoch gering, wie Vergleichsrechnungen zeigten.

Die Tabelle in der Anlage 3 zeigt die Ergebnisse der Wasserbilanzierungen für die 28 Gebiete.

Zunächst wurde die Differenz aus dem Niederschlag und der realen Verdunstung ohne Beachtung von Direktabflüssen berechnet. Diese Erstschätzung (GWN_1) unterstellt, dass der gesamte Niederschlag der Verdunstung unterliegt. In 21 von den 28 Gebieten waren die so ermittelten Abflüsse niedriger als die an den Vorflutern gemessenen Mittelwasserdurchflüsse (MQ). Bei der Wertung dieses Ergebnisses ist zu beachten, dass Abflussmessungen im Tiefland mit relativ großen Ungenauigkeiten behaftet sind. Nach Einschätzung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Herr Klitzsch) muss mit Messfehlern von mindestens 10 % gerechnet werden. Trotz dieser Unsicherheit zeigt die Vielzahl der Fälle mit $GWN_1 < MQ$ deutlich den Einfluss der dränagebedingten Direktabflüsse, zumal davon auszugehen ist, dass sich Über- und Unterschätzungen der Mittelwasserdurchflüsse landesweit ausgleichen.

Im Weiteren sind unter Beachtung von dränagebedingten Direktabflüssen und ggf. von unterirdischen Zu- oder Abflüssen mittlere Wasserbilanzen aufgestellt worden, wobei ein Bilanzfehler von 10 % toleriert wurde. Ziel war die Identifizierung der Direktabflussspenden.

In einigen Gebieten sind unterirdische Zu- oder Abflüsse nicht auszuschließen. Wenn keine näheren Untersuchungen (z.B. im Ergebnis hydrogeologischer Erkundungen) vorlagen, ist deren Größenordnung über Plausibilitätsbetrachtungen eingegrenzt worden:

- Bei möglichen Abweichungen zwischen ober- und unterirdischem Einzugsgebiet entspricht der unterirdische Zu- oder Abstrom der Grundwasserneubildung der Differenzfläche.
- Bei einer möglichen Unterströmung des Vorfluters ergibt sich der maximal mögliche Abstrom aus der Profildurchlässigkeit und dem Grundwassergefälle.

Aufgrund des zusätzlichen Freiheitsgrades konnten fünf Gebiete mit unterirdischen Zu- oder Abflüssen nicht für die Identifizierung des Direktabflusses herangezogen werden.

Für vier Gebiete, deren Abflüsse deutlich von denen der Nachbarregionen abwichen, konnte bei der Bearbeitung im Jahr 2004 keine abschließende Interpretation gefunden werden. Diese Gebiete werden nachstehend nochmals bewertet.

Warnow (Bilanzgebiete der Analyse 66, 47, 108): Die benannten Bilanzgebiete zeigten schon in der Erstschatzung (GWN-Berechnung ohne die Berücksichtigung eines Direktabflusses) eine erhebliche Abweichung zu den von biota [2003] angegebenen mittleren Abflüssen. Zum Teil ergaben sich Unterschiede von mehr als 60 %. Während die Differenzen bei den Bilanzgebieten 47 und 66 wahrscheinlich mit nicht näher bezifferbaren unterirdischen Abflüssen erklärbar sind, kann ein natürlicher Grund für die erheblichen Abweichung des Gebietes 108 (Warnow) bisher nicht angegeben werden. Für sich genommen wird im Gebiet 108 bei der Erstschatzung ein ca. $3 \text{ m}^3/\text{s}$ höherer mittlerer Abfluss berechnet. Nach Rücksprachen mit Herrn Klitsch (LUNG) ergaben Durchflussmessungen mit Ultraschall an der unteren Warnow nach ersten Auswertungen eine systematische Abweichung in gleicher Größenordnung zu den parallel auf Grundlage der entsprechend Durchflusstafel ermittelten Abflüsse. Die korrigierten Abflusszahlen der Warnow werden als MQ 1989/2006 am Pegel Geinitzbrücke in Rostock mit $16,5 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben. Im Modell ergibt sich für das Einzugsgebiet des Pegels ein MQ von $22,9 \text{ m}^3/\text{s}$ und damit immer noch eine Abweichung von 39 %. Die einzelnen Abflusskomponenten im Einzugsgebiet der Warnow sollten einer separaten detaillierten Analyse unterzogen werden, um die Ursachen für diese großen Abweichungen zu klären.

Zarow: Durchflussmessungen in der rückstaubeinflussten Zarow erfolgen seit 1999. Durch eine Extrapolation über das Verhältnis zum Niederschlag wurde 2004 ein mittlerer Durchfluss von $0,83 \text{ m}^3/\text{s}$ geschätzt, der deutlich zu gering erschien und daher nicht in die Analyse einbezogen wurde.

Der mittlere Durchfluss der nunmehr siebenjährigen Reihe (1999-2006) beträgt $1,76 \text{ m}^3/\text{s}$ und ordnet sich gut in die Wasserbilanzierung ein. Das Flussgebiet wurde daher auch in die Analyse einbezogen (nunmehr 18, statt zuvor 17 Gebiete).

5.2 Regionalisierung der Analyseergebnisse

In der Abbildung 7 sind die ermittelten Direktabflussspenden der dränierten Flächen in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag dargestellt. Beide Größen sind positiv korreliert bei einem empirischen Bestimmtheitsmaß von 0,73.

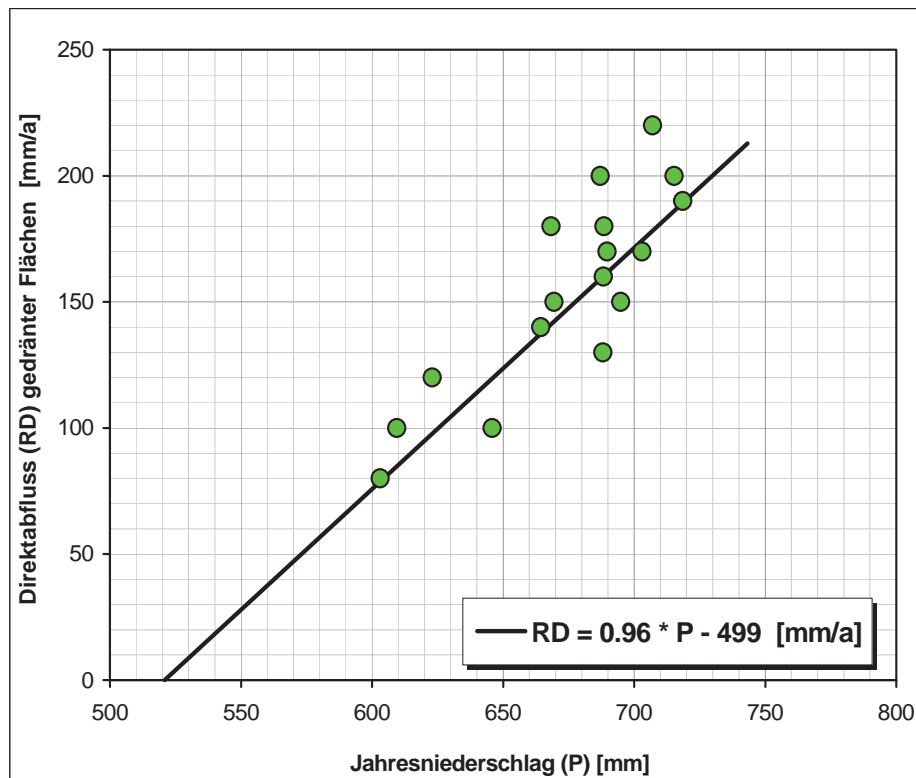


Abbildung 7: Direktabflussspende in Abhängigkeit vom Niederschlag

Es wurde ein linearer Zusammenhang angenommen. Damit erhält man folgendes Parametermodell:

$$RD_{Prognose} = A \cdot P_{Jk} - B$$

mit	RD	Direktabfluss [mm]
	P _{Jk}	Jahresniederschlagssumme, korrigiert [mm]
	A	Anstieg der Regressionsgerade
	B	Regressionskonstante

Durch die Wichtung über den mittleren Abfluss wurden die Regressionsparameter so bestimmt, dass sowohl die Abweichungen von den in der Analyse ermittelten Direktabflüssen als auch der Fehler des Gesamtabflusses möglichst gering sind:

$$\sum_{i=1}^n \frac{MQ_i}{\sum_{j=1}^n MQ_j} \cdot (RD_{i,Analyse} - RD_{i,Prognose})^2 \rightarrow \min$$

mit MQ mittlerer gemessener Durchfluss [m³/s]
 n Anzahl der Bilanzgebiete

Die Optimierung ergab einen Anstieg der Regressionsgerade von $A = 0,96$ und eine Regressionskonstante von $B = 499 \text{ mm/a}$. Die Bilanzfehler, die sich bei Anwendung des Regionalisierungsansatzes für die Analysegebiete ergeben, sind in der Tabelle in der Anlage 3 dokumentiert.

5.3 Prognose

Unter Verwendung der Regressionsbeziehung für den Direktabfluss wurden landesweit die Grundwasserneubildungsraten und die Gesamtabflüsse berechnet. In den nachfolgenden Abbildungen sind die räumliche Verteilung der Direktabflüsse und der Grundwasserneubildung dargestellt.

Die Direktabflussspenden (Abbildung 8) verringern sich von den niederschlagsreichen Küstengebieten im Nordwesten hin zu den niederschlagsärmeren Gegenden im Südosten des Landes. Im Südwestteil (Griese Gegend, Mecklenburger Seenlandschaft), auf dem Darß und auf Usedom sowie im Unterlauf von Zarow, Ücker und Randow sind aufgrund der anstehenden Sandböden kaum Direktabflüsse zu erwarten.

Die Grundwasserneubildung Abbildung 9 ist im Südwesten mit teilweise über 200 mm/a am höchsten (hohe Niederschläge verbunden mit geringen Direktabflüssen). Im Südosten sind mit unter 100 mm/a wesentlich geringere Neubildungsraten zu verzeichnen.

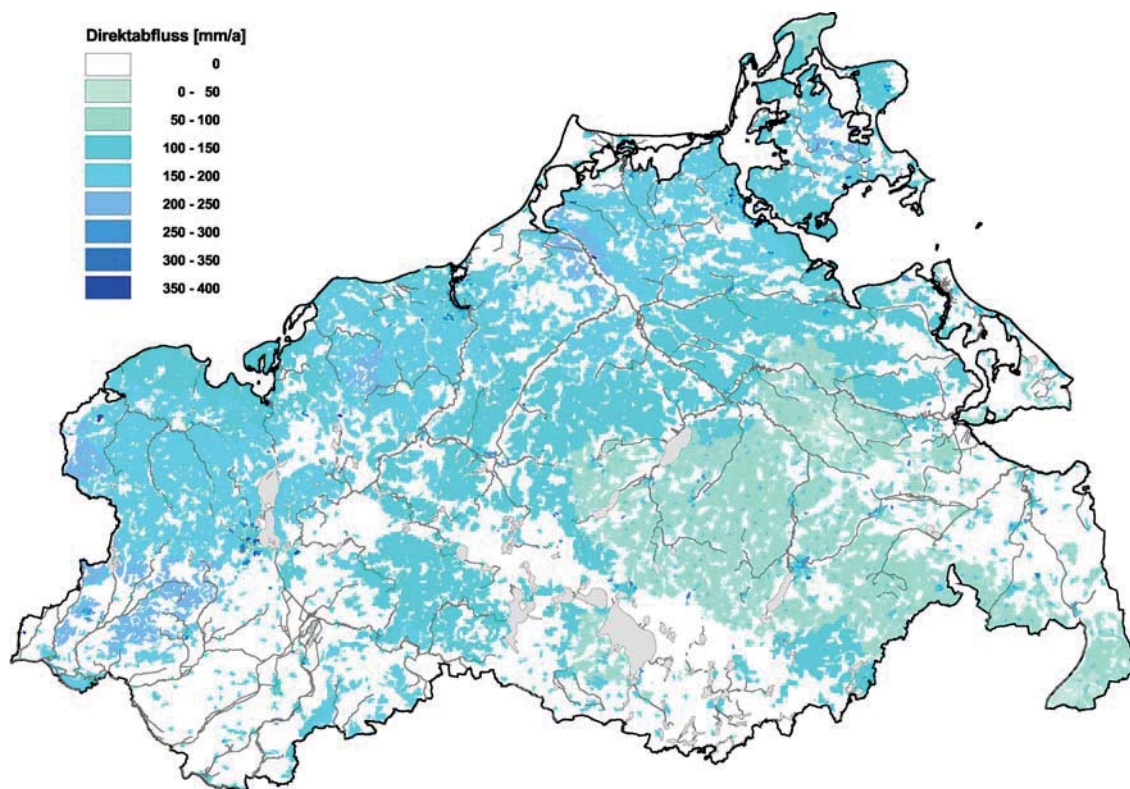


Abbildung 8: Mittlere Direktabflussspenden

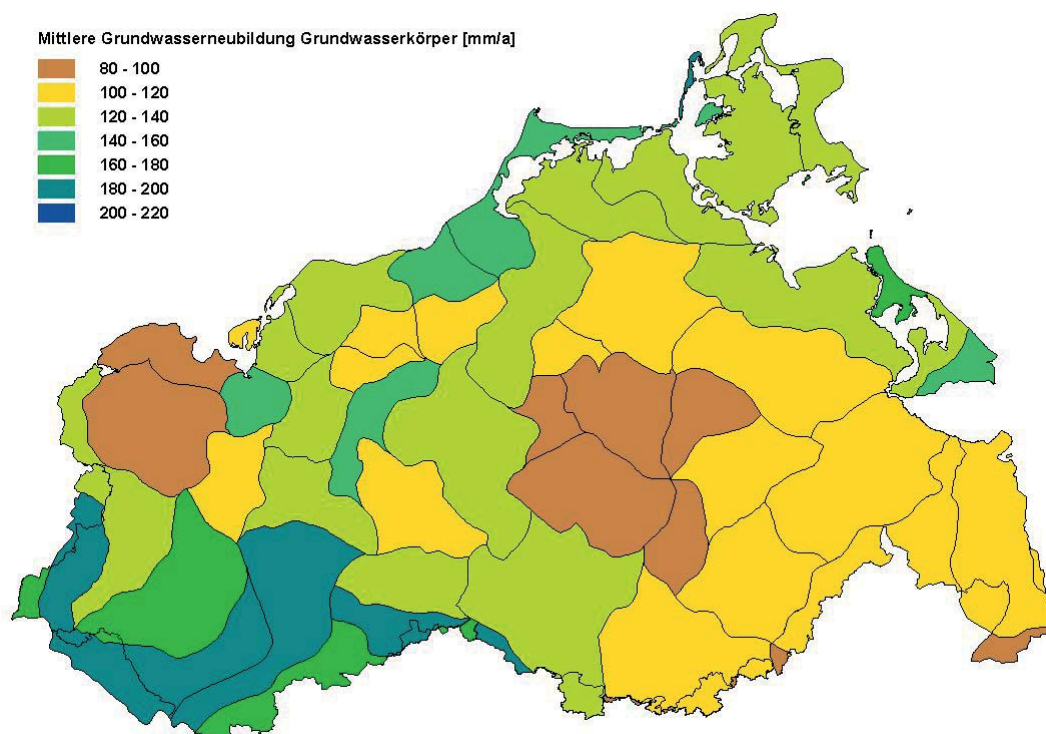


Abbildung 9: Mittlere Grundwasserneubildung der Grundwasserkörper

Eine Überprüfung der Neubildungsraten anhand der Ergebnisse von lokalen Wasserbilanzierungen und hydrogeologischen Erkundungen zeigte, dass in einigen Fällen der kapillare Aufstieg deutlich überschätzt wurde, was eine hohe Verdunstung und somit geringe Neubildungsraten bewirkt. Dieses Problem tritt bei Anwendung des „alten“ BAGROV-GLUGLA-Verfahrens entsprechend der DVWK 238 [1996] nicht auf. Im überarbeiteten BAGLUVA -Verfahren des ATV-DVWK-Merkblattes 504 [2001] ist die Ausschöpfungstiefe bei landwirtschaftlicher Nutzung gegenüber dem alten Formalismus zu verdoppeln, was häufig zur Folge hat, dass die Wassernachlieferung aus dem Grundwasser nur durch den Wärmehaushalt (klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode) begrenzt ist. Möglicherweise wird die Anwendung der verdoppelten Ausschöpfungstiefe den Verhältnissen in Mecklenburg-Vorpommern nicht gerecht, so dass eine Überarbeitung der Grundwasserneubildungsberechnung ohne diesen Faktor zu empfehlen ist.

Für Mecklenburg-Vorpommern ergibt sich folgende mittlere Wasserbilanz:

$$0 = 670 \text{ mm} - 508 \text{ mm} - 59 \text{ mm} - 103 \text{ mm}$$

Niederschlag P	Verdunstung ETa	Direktabfluss RD	grundwasserbürtiger Abfluss GWN
-------------------	--------------------	---------------------	------------------------------------

6 Diskussion der Ergebnisse

6.1 Wirkung von Landoberflächenabfluss

In Übereinstimmung mit der Fachliteratur [z.B. JANKIEWICZ et al. 2005, HAD 2000-2003, KUNKEL & WENDLAND, 1998] wurde davon ausgegangen, dass bilanzwirksame Landoberflächenabflüsse vernachlässigbar sind. Die bilanzseitige Wirkung potentiellen Oberflächenabflusses auf landwirtschaftlich genutzten Lehmböden wurde über das phänomenologische Vorgehen bei der Analyse ohnehin beachtet, da keine Unterteilung des Direktabflusses in Oberflächen- und Zwischenabfluss (hier vorwiegend Dränabfluss) erfolgte. Dennoch sind auch in Mecklenburg-Vorpommern lokal Landoberflächenabflüsse zu erwarten. Als Grundlage einer Bewertung und Diskussion werden Flächen potentiellen Landoberflächenabflusses dargestellt.

Die Vorgehensweise bei der Erstellung von Karten der Erosionsgefährdung [LUNG 2002] kann auf die Kartierung von Flächen potentiellen Landoberflächenabflusses übertragen werden, da Landoberflächenabflüsse und wasserbedingte Bodenerosion auf die gleichen auslösenden Faktoren zurückzuführen sind.

Wesentliche auslösende Faktoren sind Niederschlag, Hangneigung, -länge und -form, Korngrößenzusammensetzung und Strukturstabilität des Bodens, langfristige Nutzung und Bodenbedeckungsgrad, Oberflächenrauigkeit, aktuelle Bodenfeuchte und Infiltrationskapazität.

Aus den sechs Gefährdungsklassen der Wassererosion werden Wahrscheinlichkeitsklassen für das Auftreten von Landoberflächenabfluss abgeleitet:

- Oberflächenabfluss sehr unwahrscheinlich	R _O 0
- Oberflächenabfluss unwahrscheinlich	R _O 1
- Oberflächenabfluss wenig wahrscheinlich	R _O 2
- Oberflächenabfluss lokal zu erwarten	R _O 3
- Oberflächenabfluss wahrscheinlich	R _O 4
- Oberflächenabfluss sehr wahrscheinlich	R _O 5

Auf Waldflächen erfolgte eine Reduzierung um eine Stufe, auf versiegelten Flächen eine Erhöhung um zwei (teilweise versiegelte Flächen) bis drei Stufen (stark bis völlig versiegelte Flächen). Als Grundlage für die Korrektur wurden die Corine-Daten [Umweltbundesamt 2000] herangezogen.

In nachfolgender Abbildung 10 ist die resultierende Verteilung der Klassen des potentiellen Landoberflächenabflusses dargestellt. Die potentiell stärker gefährdeten Gebiete liegen im Gebiet des Nördlichen Landrückens (Endmoräne des Pommerschen Stadiums) und im östlichen Teil der Insel Rügen.

Die Darstellung beruht auf dem vom LUNG zur Verfügung gestellten ArcView-Shape-File der Erosionsgefährdung, in dem für einige Flächen keine Gefährdungsklasse ausgewiesen ist, weshalb auch die Wahrscheinlichkeitsklassen des Landoberflächenabflusses nicht flächendeckend für das Land Mecklenburg-Vorpommern dargestellt werden können (z.B. Jasmund, Raum Torgelow, zwischen Ribnitz-Damgarten und Rostock, Teile der Griesen Gegend, Teile der Seenplatte).

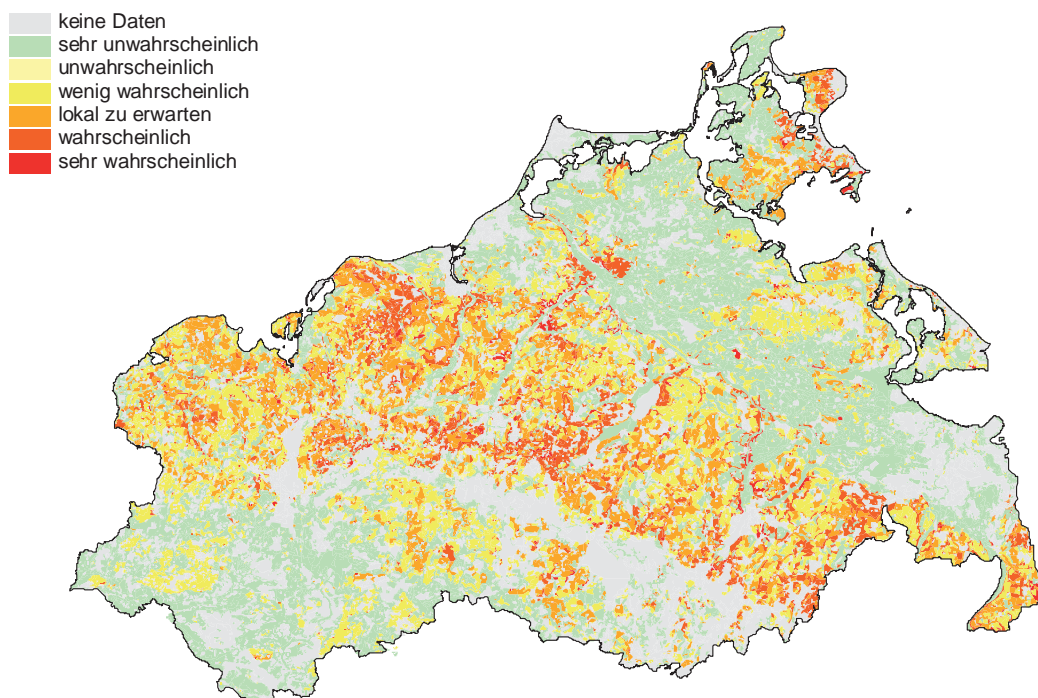


Abbildung 10: Karte des potenziellen Landoberflächenabflusses

Die Bewertung des Landoberflächenabflusses auf Grundlage der Karte der Erosionsgefährdung ist nicht zuletzt aufgrund der Datenlücken im Bereich nicht landwirtschaftlich genutzter Flächen nicht zufriedenstellend. Die Abschätzung des Landoberflächenabflusses könnte z. B. mit dem international anerkannten SCS-Verfahren erfolgen. Danach ist der Oberflächenabfluss eine Funktion vom täglichen Niederschlag und gebietsspezifischer Parameter für Boden und Vegetation unter Berücksichtigung des Bodenfeuchtezustandes (vgl. Ergebnisbericht: „Bilanzierung diffuser Belastungen mit dem Ziel der Ableitung von Maßnahmen zur Reduzierung stofflicher Einträge in die Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern“, HGN 2007).

6.2 Vergleich mit den Grundwasserneubildungsberechnungen benachbarter Bundesländer

In den benachbarten Bundesländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Brandenburg wurden ebenfalls Grundwasserneubildungsberechnungen durchgeführt. Die unterschiedlichen Methoden und Berechnungsverfahren führen teilweise zu Sprüngen an den Landesgrenzen, die nachfolgend diskutiert werden. Bei der Diskussion konnte auf vergleichende Untersuchungen in HYDOR [2005] aufgebaut werden, in denen auch die Berechnungsmethoden der Nachbarländer dargelegt wurden.

Einschränkend wird darauf hingewiesen, dass die quantitativen Aussagen des nachfolgenden Vergleiches mit Unsicherheiten behaftet sind, da für die Nachbarländer nur das Endergebnis „Grundwasserneubildung“ und keine Ausgangsdaten / Teilergebnisse zur Verfügung standen.

6.2.1 Schleswig-Holstein

Die Grundwasserneubildungsberechnung in Schleswig-Holstein basiert auf dem Verfahren zur Berechnung der realen Verdunstung nach Renger & Wessolek. Das Verfahren ist u.a. im DVWK-Merkblatt 238 [1996] dokumentiert.

Den beiden Verfahren zur Verdunstungsberechnung BAGLUVA und Renger & Wessolek liegen unterschiedliche konzeptionelle Ansätze zugrunde; großräumig liefern sie jedoch ähnliche Ergebnisse. Beide Verfahren wurden bei der Erstellung des HAD [2000-2003] angewandt; eine Gegenüberstellung enthält Jankiewicz et al. [2005]. Bei Abflusshöhen bis 300 mm/a wird die Verdunstung nach Renger & Wessolek etwas niedriger und der Abfluss somit etwas höher berechnet, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, dass beim BAGLUVA-Verfahren bei Niederschlagsarmut und grundwassernahen Standorten der kapillare Aufstieg berücksichtigt wird. Die Differenzen sind jedoch zu gering, um allein die Unterschiede zwischen den berechneten Grundwasserneubildungsraten in einigen Bereichen zu erklären. Als Ursache hierfür sind vielmehr die differierenden Ansätze zur Abschätzung von Direktabflüssen anzusehen. Während im Ansatz für Mecklenburg-Vorpommern die verdunstungsmindernde Wirkung des (vorwiegend dränungsbedingten) Direktabflusses beachtet und der Direktabfluss über Wasserbilanzierungen abgeschätzt wurde, erfolgte die Berücksichtigung der Direktabflüsse in Schleswig-Holstein entsprechend der „klassischen“ Methode: Zunächst wird der Gesamtabfluss als Differenz aus Niederschlag und Verdunstung ermittelt und anschließend eine Trennung von Basis- und Direktabfluss vorgenommen. Der Basis- / Direktabfluss wurde in Schleswig-Holstein nach Wundt [1958] geschätzt.

Eine umfassende Diskussion und Begründung des in Mecklenburg-Vorpommern gewählten Verfahrensweges enthält HENNIG & HILGERT [2007]. Nach Meinung der Autoren sollte die verdunstungsmindernde Wirkung der dränungsbedingten Direktabflüsse auch in den benachbarten Bundesländern beachtet werden. Hauptvorteil des in Mecklenburg-Vorpommern gewählten Verfahrensweges ist, dass die langjährige Wasserbilanz zwingend erfüllt wird. Ferner können die Direktabflussflächen hydrotoporientiert (landwirtschaftlich genutzte, bindige Böden) berücksichtigt werden, was als weiterer Vorteil anzusehen ist.

Bei der in Schleswig-Holstein gewählten, „klassischen“ Vorgehensweise werden die geschätzten Direktabflussspenden hingegen pauschal für gesamte (Teil-)Einzugsgebiete angesetzt, was eine räumliche Vergleichmäßigung bewirkt. Die Abbildung 11 zeigt die Neubildungsraten im Bereich der Landesgrenze.

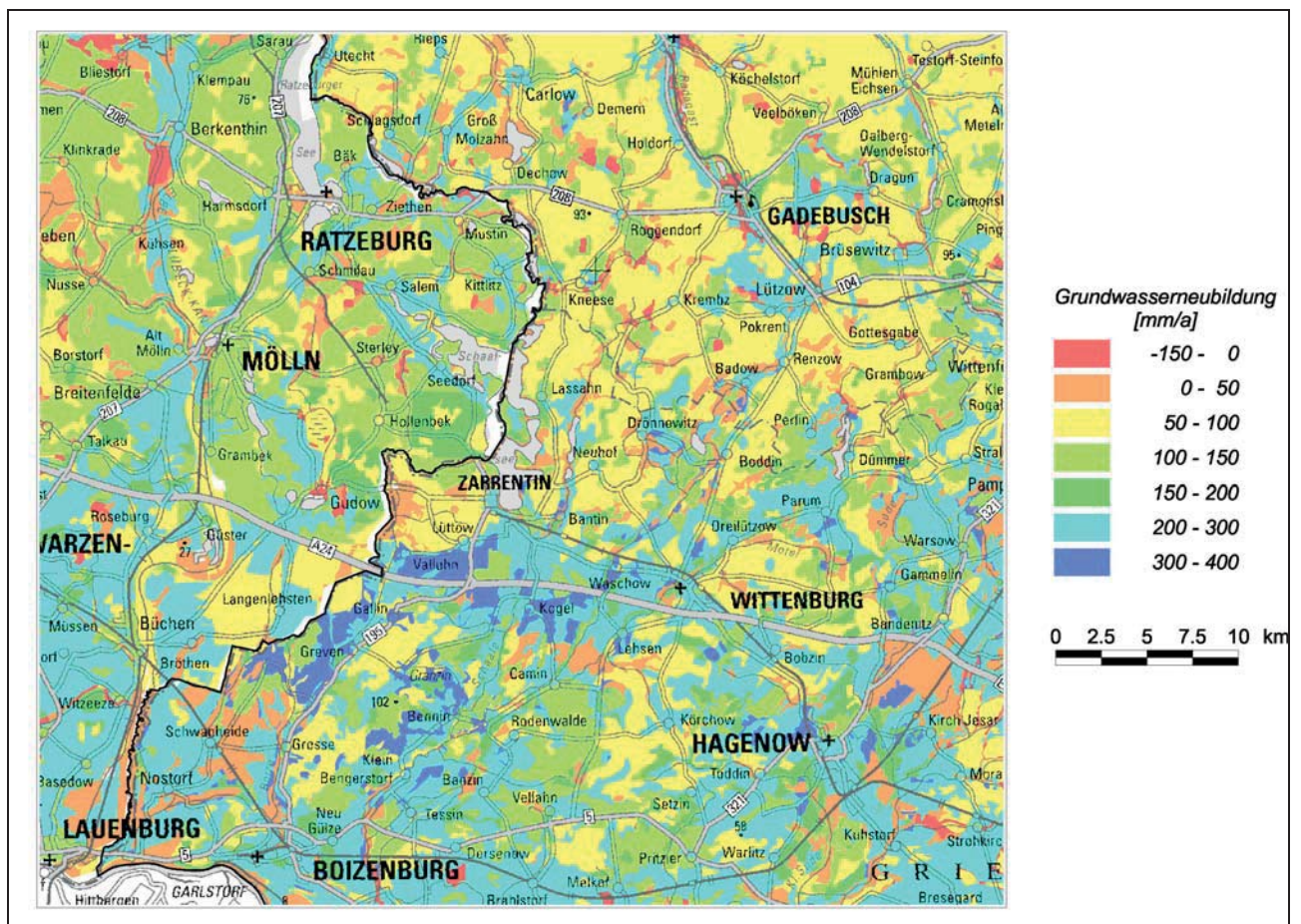


Abbildung 11: Grundwasserneubildung im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein

Nachstehend werden die Sprünge an Beispielhydrotopen diskutiert. Die Zahlenwerte sind gerundet. Es gilt folgende Nomenklatur:

- GWN₁: Erstschtzung in Mecklenburg-Vorpommern ohne Beachtung von verdunstungs-mindernden Direktabflüssen (siehe Abschnitt 2.3); entspricht verfahrenstechnisch R_{gesamt} in Schleswig-Holstein
- GWN: Grundwasserneubildung (Endergebnis)
- R_{direkt}: Direktabfluss
- R_{gesamt}: Gesamtabfluss

• **Gebiet um Ratzeburg: landwirtschaftlich genutzte Lehm Böden**

Mecklenburg-Vorpommern		Schleswig-Holstein	
GWN ₁ :	200 mm/a	R _{gesamt} :	270 mm/a
GWN:	50 mm/a	GWN:	140 mm/a
R _{direkt} :	180 mm/a	R _{direkt} :	130 mm/a
R _{gesamt} :	230 mm/a		

Hauptursache für die Abweichung ist, dass nach BAGLUVA eine höhere Verdunstung – und somit ein niedrigerer verbleibender Abfluss – berechnet wird, wie der Vergleich von GWN₁ und R_{gesamt}(SH) zeigt. Um dennoch den hohen (gemessenen) Gesamtabfluss abbilden zu können, ist ein hoher (verdunstungsmindernder) Direktabfluss erforderlich, was die verbleibende Grundwasserneubildung weiter reduziert.

• **zwischen Zarrentin und Lauenburg: landwirtschaftlich genutzte Sandböden**

Mecklenburg-Vorpommern		Schleswig-Holstein	
GWN ₁ :	280 mm/a	R _{gesamt} :	350 mm/a
GWN:	280 mm/a	GWN:	220 mm/a
R _{direkt} :	0 mm/a	R _{direkt} :	130 mm/a
R _{gesamt} :	280 mm/a		

Nach BAGLUVA wird eine höhere Verdunstung berechnet, wie der Vergleich von GWN₁ und R_{gesamt}(SH) zeigt. Da auf den ungedrännten Sandböden keine verdunstungsmindernden Direktabflüsse zu erwarten sind, in Schleswig-Holstein jedoch der regionalisierte R_{direkt}-Wert angesetzt wurde, erhält man ähnlich hohe Grundwasserneubildungsraten.

• **zwischen Zarrentin und Lauenburg: forstwirtschaftlich genutzte Sandböden**

Mecklenburg-Vorpommern		Schleswig-Holstein	
GWN ₁ :	100 mm/a	R _{gesamt} :	190 mm/a
GWN:	100 mm/a	GWN:	90 mm/a
R _{direkt} :	0 mm/a	R _{direkt} :	100 mm/a
R _{gesamt} :	100 mm/a		

Nach BAGLUVA wird eine höhere Verdunstung berechnet, wie der Vergleich von GWN₁ und R_{gesamt}(SH) zeigt. Da auf den waldbedeckten Sandböden keine verdunstungsmindernden Direktabflüsse zu erwarten sind, in Schleswig-Holstein jedoch ein regionalisierter R_{direkt}-Wert angesetzt wurde, erhält man ähnlich hohe Grundwasserneubildungsraten.

• **zwischen Zarrentin und Lauenburg: vertorfte Stecknitzniederung mit Grünlandbewirtschaftung**

Mecklenburg-Vorpommern		Schleswig-Holstein	
GWN ₁ :	10 mm/a	R _{gesamt} :	150 mm/a
GWN:	10 mm/a	GWN:	30 mm/a
R _{direkt} :	0 mm/a	R _{direkt} :	120 mm/a
R _{gesamt} :	100 mm/a		

Nach BAGLUVA wird durch die Beachtung des kapillaren Aufstiegs eine höhere Verdunstung berechnet, wie der Vergleich von Vergleich GWN₁ und R_{gesamt}(SH) zeigt. Da auf den ungedrängten Torfböden keine verdunstungsmindernden Direktabflüsse (der schnelle Abfluss erfolgt auch über den Grundwasserpfad und ist laut Definition daher Grundwasserneubildung) zu erwarten sind, in Schleswig-Holstein jedoch ein regionalisierter R_{direkt}-Wert angesetzt wurde, erhält man ähnliche Grundwasserneubildungsraten.

6.2.2 Niedersachsen

In Niedersachsen erfolgte die Grundwasserneubildungsberechnung nach dem Verfahren GROWA98 [KUNKEL & WENDLAND 2002], das bereits bei der Berechnung des Landschaftswasserhaushaltes im Elbeeinzugsgebiet zum Einsatz kam [KUNKEL & WENDLAND 1998].

Auch hier basiert die Grundwasserneubildungsberechnung auf dem Verfahren zur Berechnung der realen Verdunstung nach RINGER & WESSOLEK [DVWK-Merkblatt 238]. Das Verfahren wurde jedoch modifiziert, um die Hangneigung, den Grundwassereinfluss und die verdunstungsmindernde Wirkung versiegelter Flächen berücksichtigen zu können. Für die Diskussion der Neubildungssprünge an der Landesgrenze ist vor allem die Modifikation für grundwassernahe Standorte von Bedeutung. Es wurde angenommen, dass bei bestehendem Grundwassereinfluss die reale Verdunstung der potentiellen Verdunstung entspricht, was gegenüber dem stetigen / verschleifenden Übergang des BAGLUVA-Verfahrens zu etwas höheren Verdunstungsbeträgen (und somit niedrigerer Neubildung) führen kann.

Die Beachtung von Direktabflüssen erfolgte in Niedersachsen ebenfalls nach der „klassischen“ Methode. Es wurde unterstellt, dass die Differenz aus dem Niederschlag und der (nach dem modifizierten RINGER-WESSOLEK-Verfahren berechneten) realen Verdunstung dem Gesamtabfluss entspricht. Dieser ist anschließend durch „base-flow Indizes“ in Direkt- und Basisabfluss aufgeteilt worden ($\text{base-flow Index} = \text{relativer Anteil des Basisabflusses am Gesamtabfluss}$). Der Basisabflussanteil wurde in Abhängigkeit von der Hangneigung und dem Grundwassereinfluss geschätzt: eine große Hangneigung und ein geringer Grundwasserflurabstand bewirken einen kleinen Basis- und einen hohen Direktabfluss. Dadurch wurde der Direktabfluss wie in Mecklenburg-Vorpommern (und anders als in Schleswig-Holstein) hydrotoporientiert beachtet. Es verbleiben jedoch zwei wesentliche Unterschiede.

- (1) Die verdunstungsmindernde Wirkung schneller, dränungsbedingter Direktabflüsse wurde in Niedersachsen vernachlässigt.
- (2) Direktabflüsse wurden auf anderen Hydrotopen als in Mecklenburg-Vorpommern (wo nur gedrännte Flächen als direktabflusswirksam betrachtet wurden) angenommen. So ist eine Abhängigkeit des Direktabflusses von der Hangneigung zugrundegelegt worden, was aus der Entwicklung des Verfahrens für das Elbeeinzugsgebiet (das auch Festgesteinsbereiche mit stärkerem Landoberflächenabfluss beinhaltet) herrührt.

Gravierender für die Sprünge der Neubildungsberechnung an der Landesgrenze ist jedoch, dass in Niedersachsen Direktabflüsse auch bei hohen Grundwasserständen angenommen wurden, in Mecklenburg-Vorpommern jedoch nur bei einer Dränung der Gebiete. Hier zeigen sich leicht abweichende Definitionen der Größen Direktabfluss und Grundwasserneubildung:

Niedersachsen	Mecklenburg-Vorpommern
<p><i>Grundwasserneubildung</i></p> <p>entspricht dem <i>grundwasserbürtigen Abfluss</i> = Teil des Basisabflusses, der dem Vorfluter aus dem Grundwasser zufließt [DIN 4049-3, Abschnitt 2.2 Wasserstand, Abfluss, Modelle]</p> <p><i>Direktabfluss</i></p> <p>Abflusskomponenten, die mit nur geringer Zeitverzögerung nach einem Niederschlagsereignis den Vorfluter erreichen [DIN 4049-3]</p>	<p>Zugang von infiltriertem Wasser zum Grundwasser [DIN 4049-3, Abschnitt 3.6 Grundwasserbewegung und -bilanzierung]</p> <p>Abflusskomponenten, die mit nur geringer Zeitverzögerung nach einem Niederschlagsereignis den Vorfluter erreichen ohne zuvor neubildungswirksam zu werden [DIN 4049-3, erweitert]</p>

In Niedersachsen wurden die Abflusskomponenten stärker phänomenologisch, in Mecklenburg-Vorpommern stärker geohydraulisch definiert. Beide Definitionsarten haben ihre Berechtigung und sind Ausdruck der unterschiedlichen Verfahrensweise bei der Direktabflussermittlung: Ganglinienseparation in Niedersachsen, Erfüllung der Wasserbilanz in Mecklenburg-Vorpommern.

Die Abbildung 12 zeigt die Neubildungsraten im Bereich der Landesgrenze.

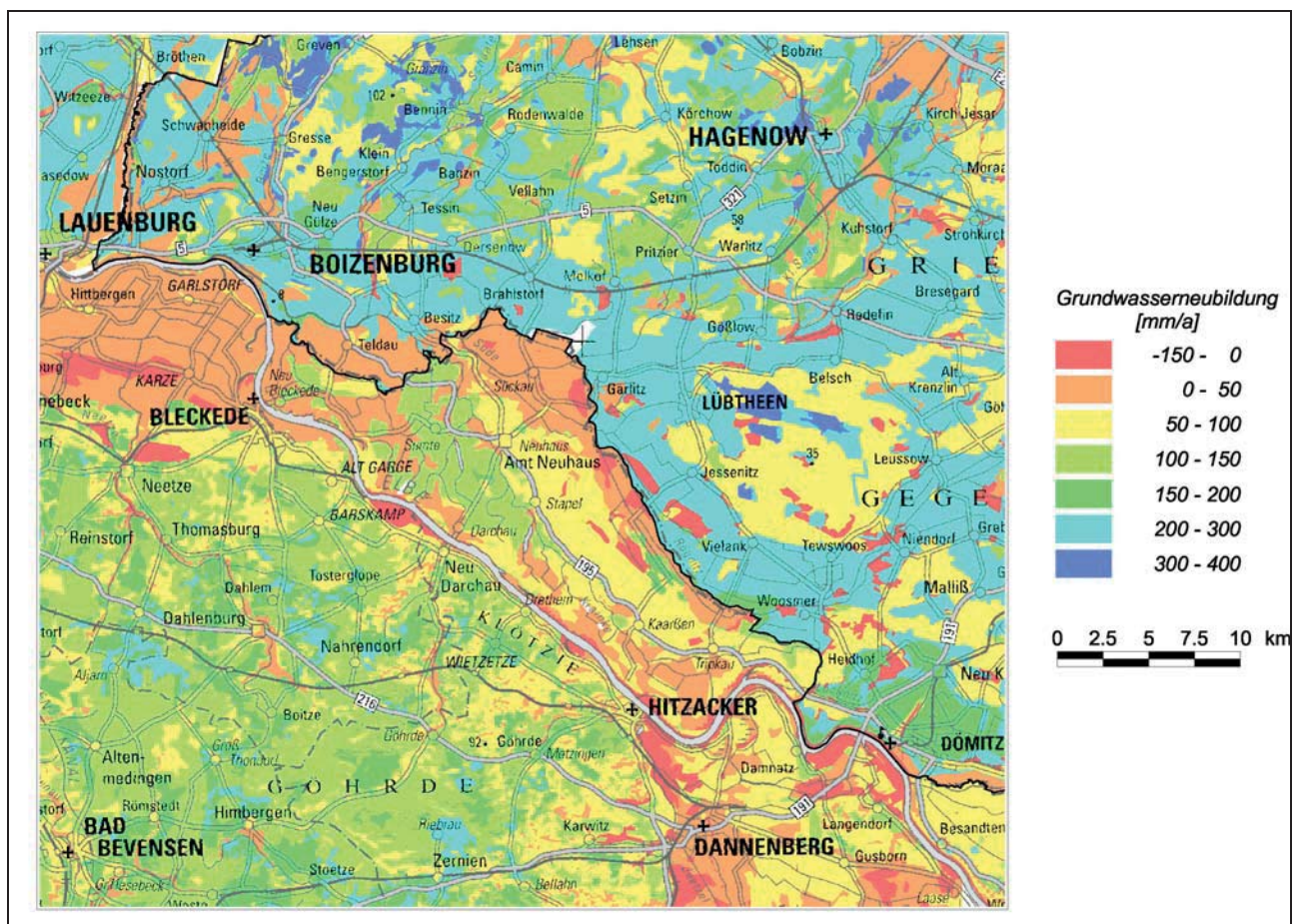


Abbildung 12: Grundwasserneubildung im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen

Nachstehend werden die Sprünge an Beispielhydrotopen diskutiert. Für Niedersachsen stand nur das Endergebnis, die Grundwasserneubildung, zur Verfügung. Die Zahlenwerte sind gerundet. Es gilt folgende Nomenklatur:

- GWN₁: Erstschtzung in Mecklenburg-Vorpommern ohne Beachtung von verdunstungs-mindernden Direktabflüssen (siehe Abschnitt 2.3)
- GWN: Grundwasserneubildung (Endergebnis)
- R_{direkt}: Direktabfluss
- R_{gesamt}: Gesamtabfluss

• ***Elbe- und Sudeniederung zwischen Lauenburg und östlich Teldau: landwirtschaftlich genutzte Lehm Böden***

Mecklenburg-Vorpommern		Niedersachsen	
GWN ₁ :	150 mm/a		
GWN:	50 mm/a	GWN:	0-25 mm/a
R _{direkt} :	160 mm/a		
R _{gesamt} :	210 mm/a		

Die Unterschiede im Ergebnis sind gering. Mögliche Ursachen für die in Niedersachsen etwas geringer berechnete Grundwasserneubildung sind eine höher angenommene Verdunstung (potentielle Verdunstung) und ein höherer geschätzter Direktabfluss auf den grundwasserbeeinflussten Böden.

• ***Niederung im Bereich der Rögnitz / Griesse Gegend: landwirtschaftlich genutzte Sandböden***

Mecklenburg-Vorpommern		Niedersachsen	
GWN ₁ :	240 mm/a		
GWN:	240 mm/a	GWN:	0-25 mm/a
R _{direkt} :	0 mm/a		
R _{gesamt} :	240 mm/a		

Der Grund für die stark abweichenden Neubildungsraten sind die unterschiedlichen Definitionen. Die grundwasserbeeinflussten Sandböden werden überwiegend durch offene Gräben, weniger durch Dräne, entwässert. Infolge des dichten Grabennetzes und der guten Durchlässigkeit des Untergrundes treten schnelle Abflüsse mit nur geringer Zeitverzögerung zum auslösenden Niederschlagsereignis auf. Entsprechend der Definition in Niedersachsen sind sie dem Direktabfluss zuzuordnen (phänomenologische Betrachtung); in Mecklenburg-Vorpommern wurden sie dem (schnellen) Grundwasserabfluss zugeordnet und sind somit als Grundwasserneubildung des obersten Grundwasserleiters zu werten (geohydraulische Betrachtung).

6.2.3 Brandenburg

Für Brandenburg wurde der Gesamtabfluss als Differenz aus dem Niederschlag und der Verdunstung berechnet (ohne Beachtung verdunstungsmindernder Direktabflüsse) und als unterirdischer Abfluss / Grundwasserneubildung angesehen. Eine Unterteilung in Grundwasser- und Direktabfluss ist in den übergebenen Daten nicht vorgenommen worden.

Die Verdunstungsberechnung erfolgte über das BAGROV-GLUGLA-Verfahren unter Nutzung des Programms ABIMO. Der Entwicklungsstand des verwendeten Programms ist nicht bekannt. Es wird vermutet, dass es weitgehend auf dem DVWK-Merkblatt 238 [1996] beruht, was Ergebnisunterschiede im Vergleich mit dem in Mecklenburg Vorpommern angewandten, neueren Verfahren [ATV-DVWK-M 504, 2001] zur Folge haben kann.

Die Brandenburger Berechnungsergebnisse entsprechen verfahrenstechnisch der Erstschätzung GWN_1 für Mecklenburg-Vorpommern. Unterschiede in der ausgewiesenen Neubildung sind somit vor allem in Bereichen mit dränungsbedingten Direktabflüssen zu erwarten.

Nachstehend erfolgt ein Vergleich anhand von Beispielhydrotopen. Die Zahlenwerte sind gerundet. Es gilt folgende Nomenklatur:

- GWN_1 : Erstschätzung in Mecklenburg-Vorpommern ohne Beachtung von verdunstungsmindernden Direktabflüssen (siehe Abschnitt 2.3); entspricht GWN in Brandenburg
GWN: Grundwasserneubildung (Endergebnis)
 R_{direkt} : Direktabfluss
 R_{gesamt} : Gesamtabfluss

• **bei Lenzen: Nadelwald auf Sandböden (Abbildung 13)**

Mecklenburg-Vorpommern		Brandenburg	
GWN_1 :	70 mm/a	GWN:	80 mm/a
GWN:	70 mm/a		
R_{direkt} :	0 mm/a		
R_{gesamt} :	70 mm/a		

Da kein Direktabfluss auftritt und in beiden Fällen das BAGROV-GLUGLA-Verfahren zur Anwendung kam, stimmen die Grundwasserneubildungsraten erwartungsgemäß gut überein.

• **südöstlich von Grabow: landwirtschaftlich genutzte, bindige Böden (Abbildung 13)**

Mecklenburg-Vorpommern

Brandenburg

GWN₁: 210 mm/a

GWN: 220 mm/a

GWN: 115 mm/a

R_{direkt}: 160 mm/a

R_{gesamt}: 275 mm/a

Erwartungsgemäß stimmt die (theoretische) Größe GWN₁ gut überein. Durch die Berücksichtigung dränungsbedingter Direktabflüsse werden für Mecklenburg-Vorpommern jedoch eine geringere Grundwasserneubildung und ein höherer Gesamtabfluss berechnet.

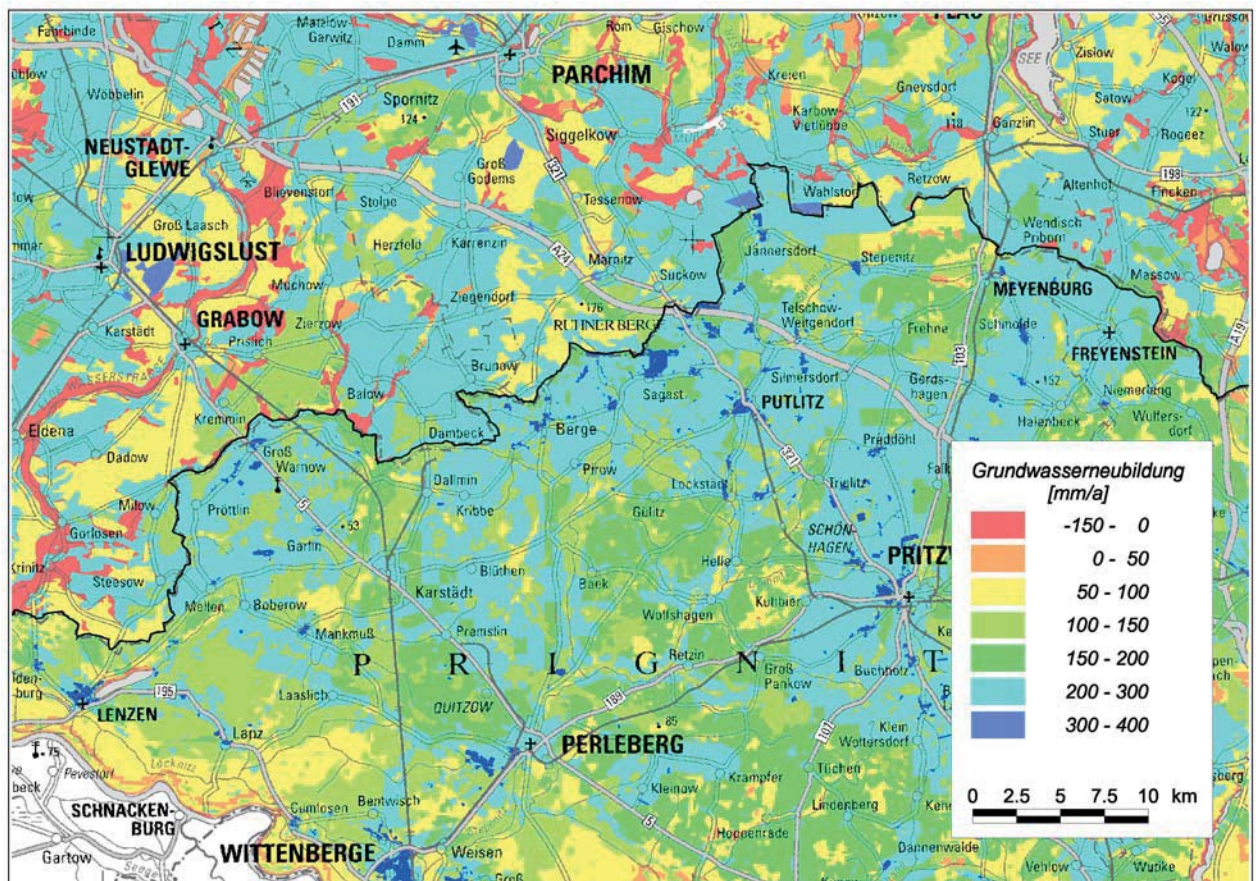


Abbildung 13: Grundwasserneubildung im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – Westteil

• ***Dambeck bis zur A19: landwirtschaftlich genutzte, vorwiegend sandige Böden (Abbildung 13)***

Mecklenburg-Vorpommern		Brandenburg	
GWN ₁ :	220-250 mm/a	GWN:	220-280 mm/a
GWN:	220-250 mm/a		
R _{direkt} :	0 mm/a		
R _{gesamt} :	220-250 mm/a		

Da kein Direktabfluss auftritt und in beiden Fällen das BAGROV-GLUGLA-Verfahren zur Anwendung kam, stimmen die Grundwasserneubildungsraten erwartungsgemäß gut überein.

• ***A 19 bis Feldberg: vorwiegend Nadelwald auf Sandböden (Abbildung 14)***

Mecklenburg-Vorpommern		Brandenburg	
GWN ₁ :	60 mm/a	GWN:	100-120 mm/a
GWN:	60 mm/a		
R _{direkt} :	0 mm/a		
R _{gesamt} :	60 mm/a		

Da kein Direktabfluss auftritt und in beiden Fällen das BAGROV-GLUGLA-Verfahren zur Anwendung kam, wurde eine gute Übereinstimmung der Grundwasserneubildungsraten erwartet. Eine mögliche Ursache für die dennoch deutlichen Abweichungen ist, dass ABIMO (vermutlich) noch keine Unterscheidung in Laub- und Nadelwald vornimmt. Laubwald ergäbe nach BAGLUVA eine Neubildungsrate von 130 mm/a.

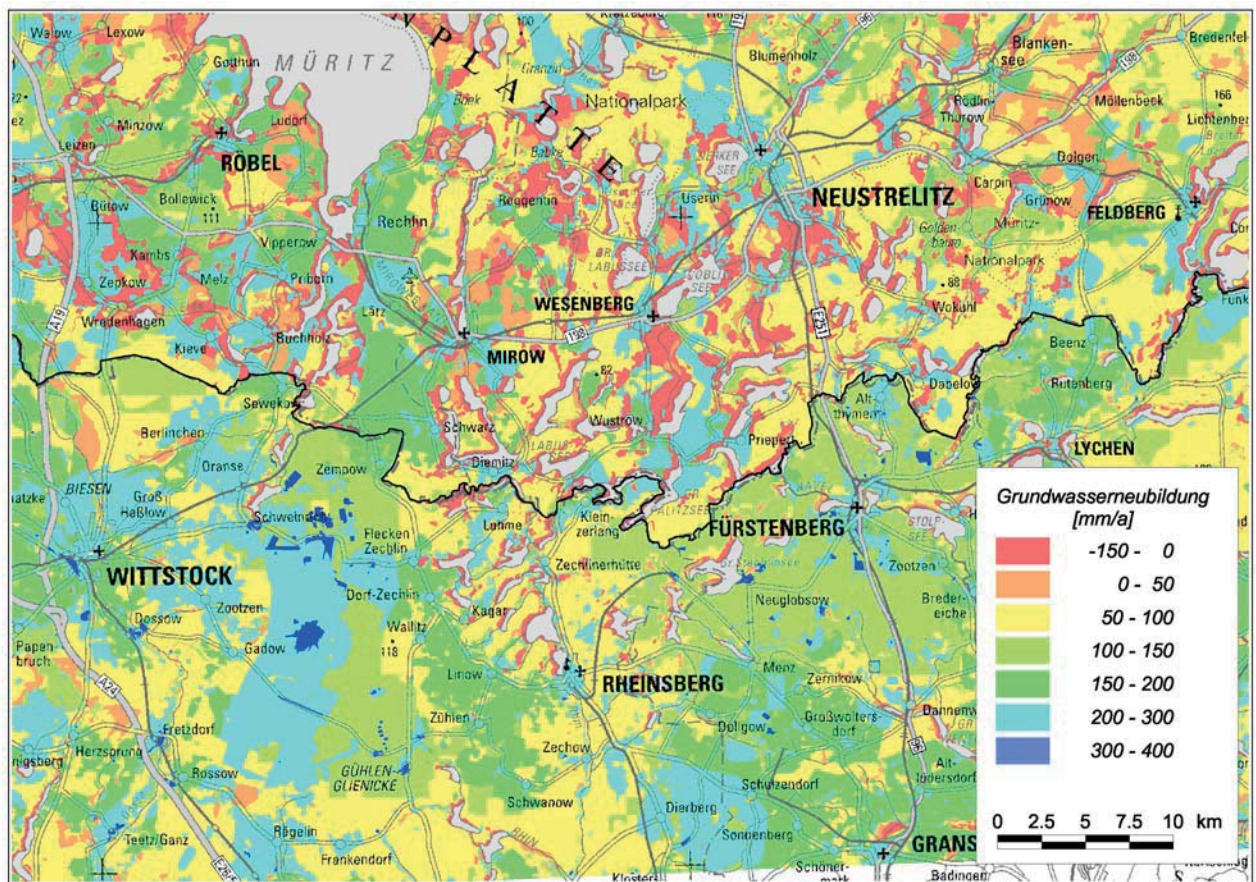


Abbildung 14: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – mittlerer Bereich

• **Feldberg bis Penkun mit Ausnahme des Randowbruchs: landwirtschaftlich genutzte, bindige Böden (Abbildung 15)**

Mecklenburg-Vorpommern		Brandenburg	
GWN ₁ :	120-140 mm/a	GWN:	170-210 mm/a
GWN:	90 mm/a		
R _{direkt} :	70-100 mm/a		
R _{gesamt} :	160-190 mm/a		

Trotz der gleichen Verfahrensgrundlage differieren die Größen GWN₁(MV) und GWN(BB). Durch die Berücksichtigung dränungsbedingter Direktabflüsse verringert sich die für Mecklenburg-Vorpommern berechnete Grundwasserneubildung weiter. Überraschenderweise gibt es eine gute Übereinstimmung zwischen dem Gesamtabfluss in Mecklenburg-Vorpommern und dem für Brandenburg berechneten Abflusswert.

In LUA [2000] ist eine Kalibrierung / Validierung von ABIMO anhand mittlerer Abflüsse der Uecker (Pegel Pasewalk) und der Oberen Dahme dokumentiert. Wenn dieses angepasste Modell auch für die aktuelle Berechnung Anwendung fand, wäre das eine mögliche Erklärung für die (zu) hohen berechneten Abflussraten in Brandenburg.

• **Randowbruch: Grünlandnutzung auf Torfböden (Abbildung 15)**

Mecklenburg-Vorpommern		Brandenburg	
GWN ₁ :	-140 mm/a	GWN:	200 mm/a
GWN:	-140 mm/a		
R _{direkt} :	0 mm/a		
R _{gesamt} :	-140 mm/a		

Das Randowbruch wird durch offene Gräben künstlich entwässert; im Sommer ist häufig ein Wassermangel zu verzeichnen. Möglicherweise sind der kapillare Aufstieg und damit die sommerliche Grundwasserzehrung bei der Mecklenburg-Vorpommern-weiten Berechnung etwas überschätzt worden. Ein positiver Abfluss von ca. 200 mm/a, wie er über ABIMO ausgewiesen wurde, ist jedoch wenig plausibel. Eine Ursache für die so stark abweichenden Ergebnisse konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht identifiziert werden.

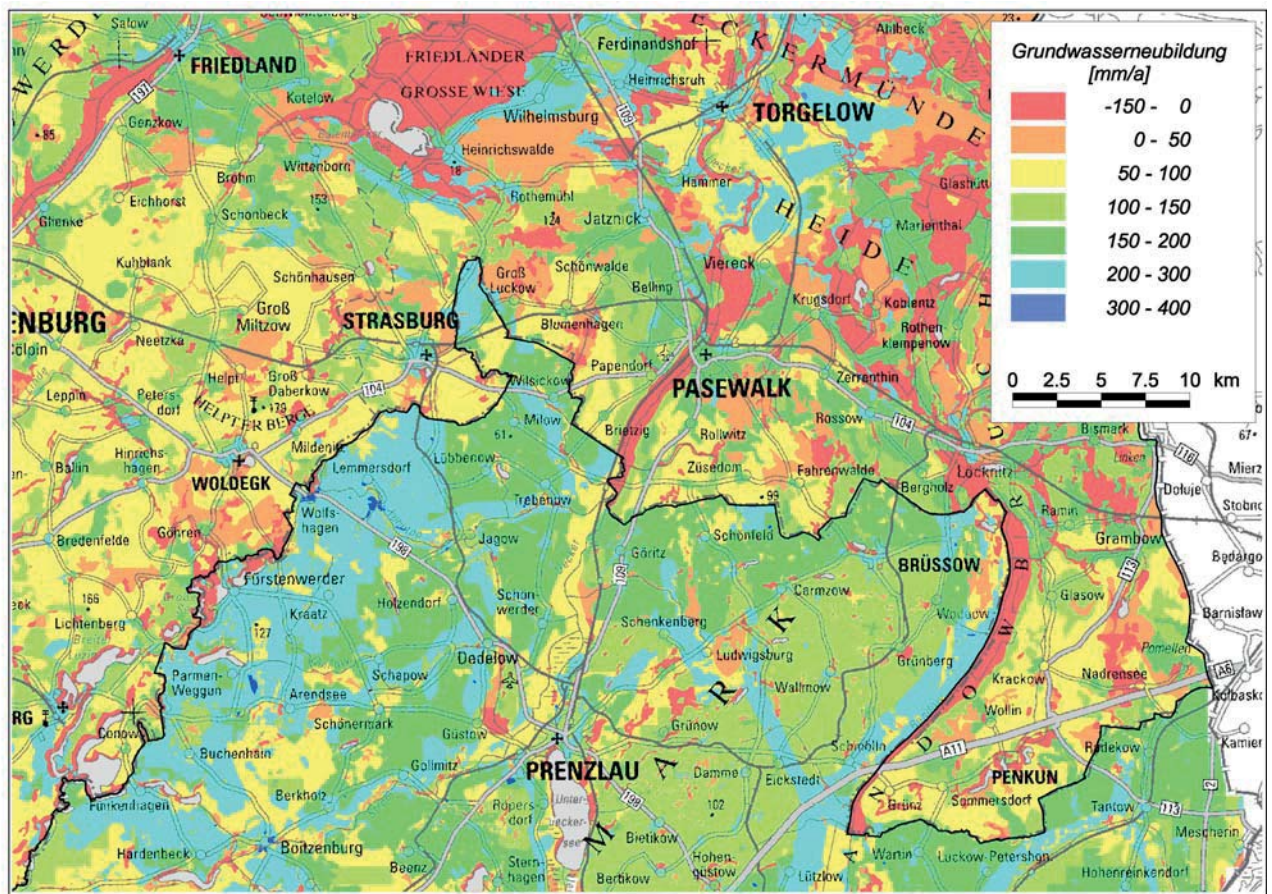


Abbildung 15: Grundwasserneubildung im Grenzbereich im Grenzbereich zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – Ostteil

7 Grundwasserbilanz Mecklenburg Vorpommern

7.1 Nutzbares GW-Dargebot

Das Grundwasserdargebot wurde aus der Berechnung der Grundwasserneubildung nach BAGROV-GLUGLA bestimmt (vgl. Abschnitt 5). Zur Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebotes wurden die Kennziffern zur Grundwasserbewirtschaftung der Wasserwirtschaftsdirektion Küste [Kaiser et al. 1988] herangezogen und die Dargebotsmenge um den angegebenen landschaftsökologischen Mindestabfluss reduziert. Der landschaftsökologische Mindestabfluss ist ein für eine vorgegebene Fließgewässerstrecke festgelegter Mindestabfluss, der zur Erhaltung der natürlichen biologischen Verhältnisse des Wasserlaufes und der Landschaft im Uferbereich notwendig ist. Ferner werden Erfordernisse von Gewässerbenutzungen (Binnenfischerei, Schifffahrt) berücksichtigt. Die Ermittlung beruht im wesentlichen auf Erfahrungswerten [Kaiser et al. 1988]. Der landschaftsökologische Mindestabfluss ist bisher in Mecklenburg-Vorpommern mit 0,2 bis 0,5 l/s*km² angegeben. Die Grundwasserkörper wurden den in den Grundwasservorratsprognosen ([Heerdt, 1989], [Trömel, 1990] und [Albrecht, 1990]) ausgehaltenen Einzugsgebieten entsprechend ihrer Lage zugeordnet und der landschaftsökologische Mindestabfluss für den jeweiligen Grundwasserkörper übernommen. Die nutzbare Abflussspende der einzelnen Hydrotöpfe wurde mit der Fläche multipliziert und für die einzelnen Grundwasserkörper des Landes Mecklenburg-Vorpommern aufsummiert.

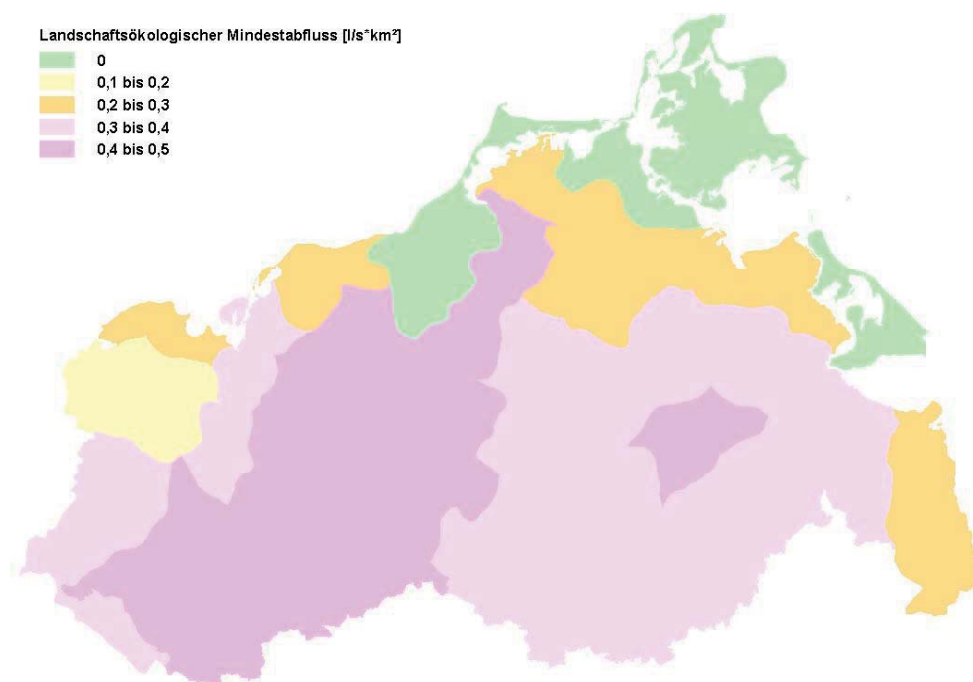


Abbildung 16: Landschaftsökologischer Mindestabfluss

7.2 GW-Nutzungen

7.2.1 Trinkwasser (TW)

Vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) wurden Daten (Wasserrecht und gemeldete Fördermengen) zu bekannten Trinkwassergewinnungen bereit gestellt. Teilweise sind die Daten offenbar unvollständig bzw. fehlerbehaftet. Einige Wasserwerke werden unter verschiedenen Nummern, teilweise mit abweichenden Koordinaten und Wassermengen, doppelt geführt. Wegen der landkreisweisen Bearbeitung wurden diese unplausiblen Daten erst im Zuge der endredaktionellen Bearbeitung deutlich. Die Korrektur ist nur unter erheblichem Zeitaufwand durch Prüfung jeder einzelnen Wasserfassung bezüglich ihrer Lage, administrativen Zuordnung sowie gemeldeten / genehmigten Wassermengen möglich und kann im Rahmen dieser Bearbeitung nicht erfolgen. Eine Aktualisierung der Grundwasserbilanzierung ist deshalb nach einer Aktualisierung der Datengrundlage dringend erforderlich.

Teilweise mussten die Koordinaten der Wasserfassungen recherchiert werden, um eine Zuordnung zu den einzelnen Grundwasserkörpern zu ermöglichen. Die Ermittlung der Koordinaten erfolgte nach der topographischen Karte 1:25.000. Wenn in der Karte kein Wasserwerksstandort verzeichnet war, wurden die Koordinaten der Ortsmitte verwendet.

Für die Landkreise Ludwigslust und Nordwestmecklenburg liegen detailliertere Daten vor [Schröder 2002]. Der Vergleich der vorliegenden Daten beider Quellen zu bestehenden Trinkwasserfassungen der oben genannten Landkreise zeigt einige Differenzen zu den vom LUNG übergebenen Daten. Eine Einzelfallprüfung konnte im Rahmen dieser Bearbeitung nicht erfolgen. Es ist jedoch auch für die anderen Landkreise davon auszugehen, dass die durch das LUNG zur Verfügung gestellten Daten teilweise nicht mehr aktuell sind. Erfahrungsgemäß entsprechen jedoch auch die Daten der Wasserbehörden nicht immer den tatsächlichen Wasserentnahmen.

7.2.2 Industrie / Gewerbe (IG)

Bestehende Wasserrechte von Industrie- und Gewerbebetrieben konnten nur teilweise berücksichtigt werden. Daten liegen nur für die Landkreise Ludwigslust und Nordwestmecklenburg [Schröder 2002] sowie teilweise Güstrow, Wismar und Schwerin vor. Eine empirische Abschätzung ist nicht möglich.

7.2.3 Kies (KS)

Grundwasserdargebotsverluste aus Kiesseen und Fördermengen der Brunnen der Kiesabbaubetreiber konnten nur in den Landkreisen Ludwigslust und Nordwestmecklenburg berücksichtigt werden, für die Archivdaten vorlagen [Schröder 2002]. Aufgrund der nach Beendigung des Nassschnittes verbleibenden Baggerseen, kommt es zu einer erhöhten Verdunstung über der offenen Wasserfläche. In Abhängigkeit der Größe des Sees kann der Grundwasserdargebotsverlust berechnet werden. Die berücksichtigte Menge entspricht den Kiesabbauen (nur Landkreise Ludwigslust und Nordwestmecklenburg) im Nassschnitt Stand 2002.

7.2.4 Landwirtschaft Pflanzenproduktion (LP)

In Mecklenburg-Vorpommern werden nach [Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2006] etwa 1,14 % der Ackerflächen bewässert. Unter der Annahme, dass nur Ackerflächen auf Sandböden eine Bewässerung erforderlich machen, wurden die möglichen Beregnungsflächen durch Verschneidung der Nutzungsarten mit den Bodenarten bestimmt. Soweit keine Daten vorlagen wurde mit einer mittleren Entnahmemenge von 135 l/m²*a (Gemüse und Kartoffeln) die Beregnungswassermenge für die Ackerflächen innerhalb der einzelnen Einzugsgebiete empirisch bestimmt. Die Verteilung der so ermittelten Wassermengen erfolgte entsprechend ihrer Flächenanteile auf die Grundwasserkörper.

In nachfolgender Tabelle sind die empirisch ermittelten Anteile bewässerten Ackerlandes und die sich ergebende Beregnungswassermenge für die Landkreise und kreisfreien Städte zusammengestellt:

Tabelle 3: Empirische Ermittlung des Anteils der Feldbewässerung

	Ackerfläche			Bewässerung
	bewässert	unbewässert	gesamt	135 l/m²
	[km²]	[km²]	[km²]	[m³/a]
Bad Doberan	10,4	898,2	908,5	1.398.251
Demmin	14,3	1.238,9	1.253,2	1.928.667
Greifswald, Hansestadt	0,2	17,0	17,2	26.532
Güstrow	14,3	1.237,3	1.251,5	1.926.101
Ludwigslust	14,2	1.234,2	1.248,5	1.921.366
Mecklenburg-Strelitz	11,7	1.010,5	1.022,1	1.573.082
Müritz	9,4	811,3	820,6	1.262.939
Neubrandenburg, Stadt	0,2	17,9	18,1	27.788
Nordvorpommern	14,4	1.248,1	1.262,4	1.942.910
Nordwestmecklenburg	17,3	1.497,9	1.515,1	2.331.807
Ostvorpommern	11,9	1.035,3	1.047,2	1.611.717
Parchim	14,1	1.224,8	1.238,9	1.906.643
Rostock, Hansestadt	0,3	29,5	29,8	45.861
Rügen	6,9	599,1	606,0	932.630
Schwerin, Landeshauptstadt	0,2	20,7	20,9	32.211
Stralsund, Hansestadt	0,2	14,0	14,2	21.845
Uecker-Randow	6,7	585,3	592,0	911.157
Wismar, Hansestadt	0,2	17,8	18,0	27.702
	146,9	12.737,6	12.884,5	19.829.210

7.2.5 Landwirtschaft Tiere (LT)

Die Fördermengen landwirtschaftlicher Hofbetriebe wurden anhand der beim Statistischen Amt Mecklenburg-Vorpommern erfassten Viehbestände (Stand 2003) empirisch ermittelt. Da die genaue Lage der einzelnen Hofbetriebe innerhalb der Landkreise nicht bekannt ist und bekannte Hofbetriebe in Ludwigslust und Nordwestmecklenburg relativ gleich verteilt sind, erfolgte die Verteilung der so ermittelten Wassermengen entsprechend ihrer Flächenanteile auf die Grundwasserkörper.

In nachfolgender Tabelle sind die gemeldeten Viehbestände und die empirisch ermittelten Fördermengen landwirtschaftlicher Hofbetriebe für die Landkreise und kreisfreien Städte zusammengestellt:

Tabelle 4: Viehbestände in Mecklenburg-Vorpommern

Gebiet	Rinder		Pferde		Schweine		Schafe		Geflügel		Summe
	Anzahl	[m³/a]	Anzahl	[m³/a]	Anzahl	[m³/a]	Anzahl	[m³/a]	Anzahl	[m³/a]	[m³/a]
Bad Doberan	54.730	1.399.309	1.372	30.067	56.267	184.964	8.466	6.184	861.313	62.919	1.683.444
Demmin	68.051	1.739.894	771	16.896	61.433	201.946	4.245	3.101	1.019.679	74.488	2.036.325
Güstrow	82.276	2.103.592	1.252	27.438	153.576	504.843	7.914	5.781	209.050	15.271	2.656.924
Ludwigslust	110.961	2.836.995	3.584	78.543	100.398	330.033	21.858	15.967	435.430	31.808	3.293.347
Mecklenburg-Strelitz	44.889	1.147.700	864	18.935	28.105	92.388	9.044	6.607	625.831	45.717	1.311.346
Müritz	49.140	1.256.387	1.033	22.638	49.931	164.136	5.388	3.936	483.391	35.312	1.482.408
Nordvorpommern	82.750	2.115.711	1.141	25.005	36.297	119.317	13.537	9.889	758.877	55.436	2.325.358
Nordwestmecklenburg	67.819	1.733.962	1.051	23.033	145.519	478.357	9.335	6.819	204.752	14.957	2.257.129
Ostvorpommern	63.643	1.627.192	940	20.600	26.406	86.803	7.897	5.769	611.669	44.682	1.785.047
Parchim	86.071	2.200.620	1.425	31.229	84.192	276.760	10.833	7.914	1.302.025	95.113	2.611.636
Rügen	26.450	676.260	724	15.866	8.994	29.566	7.533	5.503	361.025	26.373	753.568
Uecker-Randow	75.844	1.939.141	527	11.549	14.911	49.016	2.828	2.066	423.602	30.944	2.032.717
kreisfreie Städte	2.304	58.908	263	5.764	691	2.271	363	265	876	64	67.272
M.-V.	814.928	20.835.672	14.947	327.564	766.720	2.520.400	109.241	79.801	7.297.520	533.084	24.296.520

Quelle: Gemeldete Viehbestände 2003, Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern

<u>Wasserbedarf:</u>	1 Rind	70 l/d
	1 Pferd	60 l/d
	1 Schwein	9 l/d
	1 Schaf	2 l/d
	1 Geflügel	0,2 l/d

7.2.6 Sonstige (SO)

Sonstige GW-Entnahmen wurden nur soweit bekannt berücksichtigt. Eine empirische Abschätzung ist nicht möglich.

7.2.7 Privat (GA)

Die Menge der privaten Grundwasserentnahmen wurde empirisch aus der Einwohnerzahl ermittelt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass in Gebieten mit sandigen bzw. anmoorigen Böden etwa 60 % und im Bereich des Geschiebemergels etwa 10 % aller Haushalte einen eigenen Brunnen betreiben. Die Entnahmemenge pro Haushalt wird mit 25 m³/a angenommen. In den kreisfreien Städten ist davon auszugehen, dass kaum Eigenwasserversorgungen betrieben werden. Die aus der Bevölkerungszahl und den oberflächlich anstehenden Böden ermittelte Menge wurde entsprechend ihrer Flächenanteile auf die einzelnen Grundwasserkörper verteilt.

7.3 Ergebnis der Grundwasserbilanz

Dem mittleren nutzbaren Grundwasserdargebot (vgl. Abbildung 17) der Grundwasserkörper wurden die bekannten und empirisch ermittelten Grundwassernutzungen gegenübergestellt, wobei für die GW-Nutzung der jeweils größere Wert verwendet wurde. Dabei ist anzumerken, dass nur die GW-Nutzungen in Mecklenburg-Vorpommern berücksichtigt wurden. In grenznahen Grundwasserkörpern bzw. solchen, die nur teilweise in Mecklenburg-Vorpommern liegen, kann das genutzte Grundwasserdargebot ggf. erheblich größer sein (z.B. polnische Wasserfassungen im Bereich Usedom).

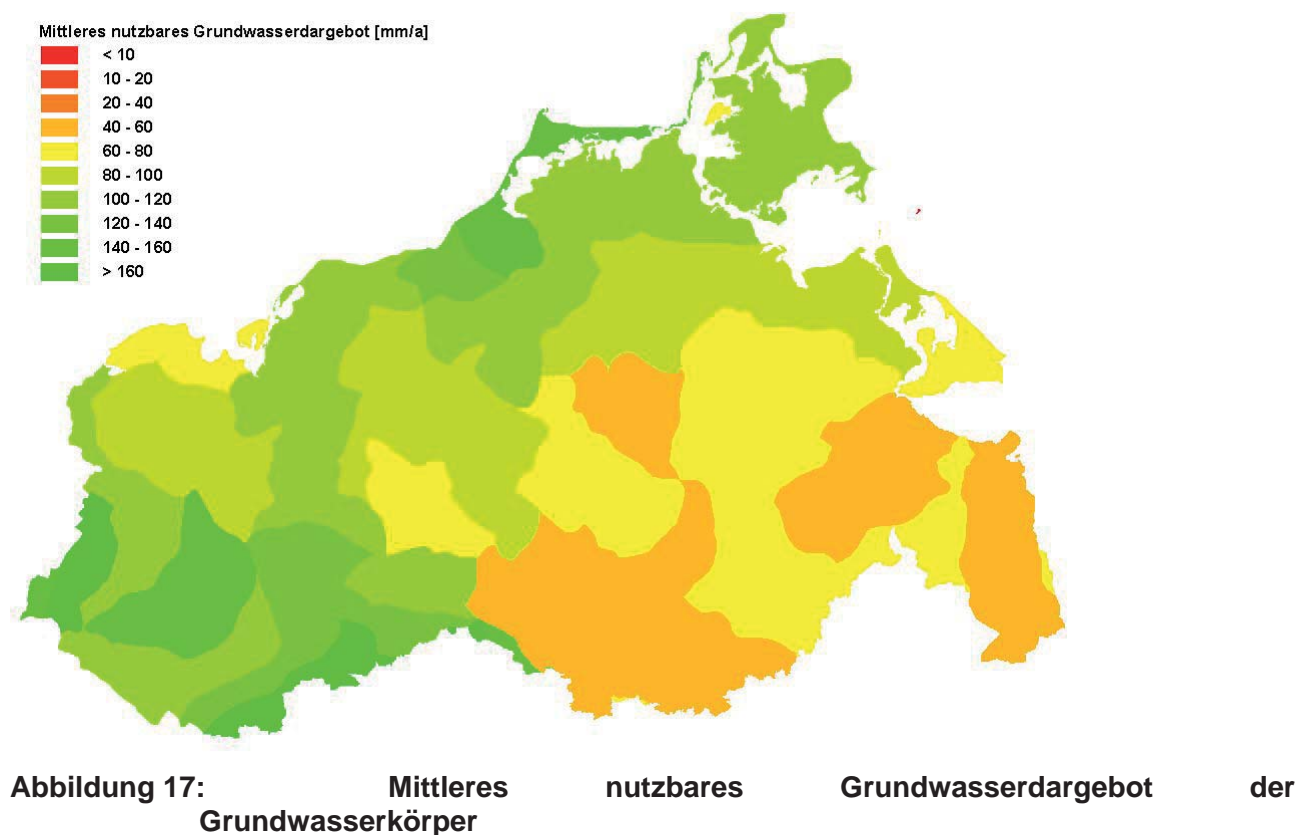
Für die landkreisbezogene Bilanzierung (vgl. Anlage 5.2) wurde bei Grundwasserkörpern, die in mehreren Landkreisen liegen, nur die dem Flächenanteil im jeweiligen Landkreis entsprechende mittlere Grundwasserneubildung berücksichtigt. Der aktuell genutzte prozentuale Anteil des Grundwasserdargebotes ist in Abbildung 19 dargestellt. In Mecklenburg-Vorpommern beträgt das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot unter Vernachlässigung eventueller qualitativer Einschränkungen (Wasserqualität, ungünstige Grundwasserleiterverhältnisse) ca. 5.762.000 m³/d. Davon werden aktuell etwa 11 % genutzt.

In den Tabellen in Anlage 5 sind für die bessere Übersichtlichkeit die genutzten Grundwasservorräte farblich wie folgt gekennzeichnet:

- blau 0-10 %
- grün 10-20 %
- gelb 20-30 %
- orange 30-50 %
- magenta 50-80 %
- rot 80-100 %

Die Auswirkungen des Klimawandels für die Wasserwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern wurden in [Hilgert et al. 2007] untersucht. Dabei wurde in Beispielgebieten eine Verringerung des Grundwasserdargebotes infolge von Klimaänderung zwischen 10 % im Westen des Landes (Einzugsgebiet westlicher Schweriner See) und 55 % im Osten Mecklenburg-Vorpommerns (Ostusedom) prognostiziert. Da eine landesweite Betrachtung nicht vorliegt, wurde für die Betrachtung der Auswirkung einer Klimaveränderung deshalb das nutzbare Grundwasserdargebot pauschal um 20 % reduziert (Abbildung 18). Zur Bilanzierung wurde dabei von einer gleichbleibenden Nutzung ausgegangen.

Die vorgelegte Bilanzierung kann aufgrund der unterschiedlichen Qualität der Eingangsdaten nur als Übersicht der Situation im Land Mecklenburg-Vorpommern dienen. Für den Landkreis Ludwigslust existiert z.B. eine datenbank-gestützte GIS-Anwendung, die der Wasserbehörde eine fortlaufende Aktualisierung der Grundwasserbilanz auf Grundlage aller genehmigten und gemeldeten GW-Entnahmen ermöglicht. Ähnliche Lösungen sind als Planungs- und Entscheidungsgrundlage auch für die anderen Landkreise in Mecklenburg-Vorpommern zu empfehlen. Trotz ihrer im Vergleich zu bestehenden Arbeiten [z.B. HAD 2000-2003] höheren Genauigkeit der Berechnung der Grundwasserneubildung ersetzt die landesweite Bilanzierung keine umfassenden Wasserhaushaltsbetrachtungen bei lokalen Problemstellungen (z.B. Dargebot einer Wasserfassung).



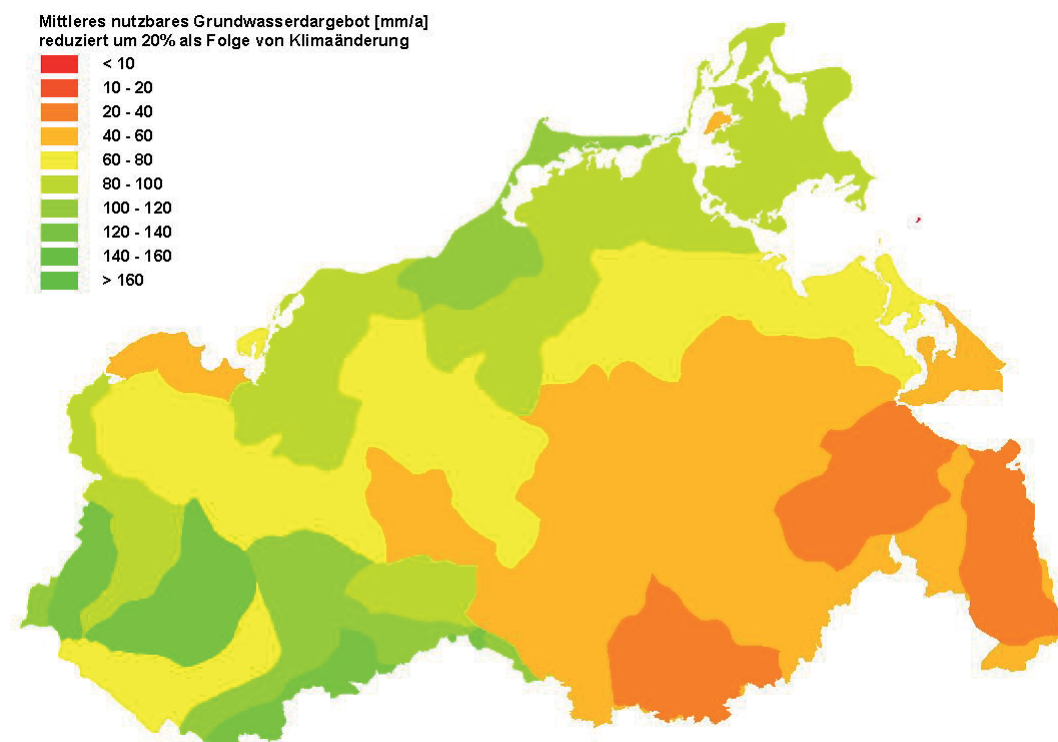


Abbildung 18: Mittleres reduziertes nutzbares Grundwasserdargebot der Grundwasserkörper

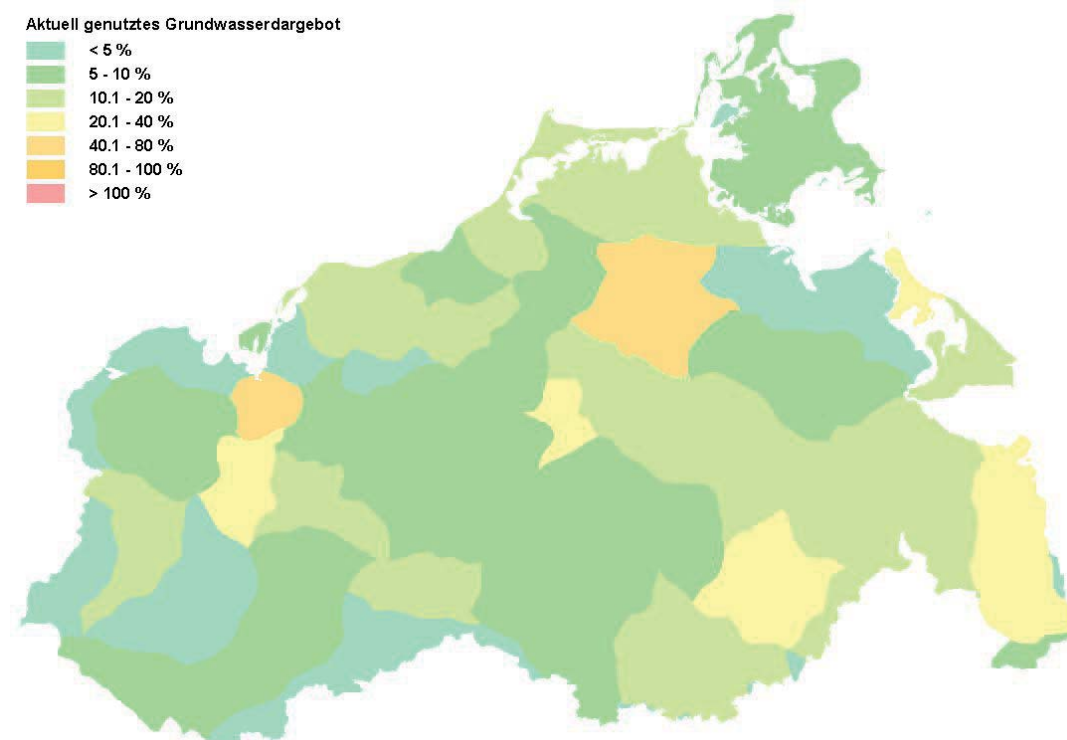


Abbildung 19: Aktuell genutztes GW-Dargebot der Grundwasserkörper

7.4 Beschreibung der Grundwasserkörper

Nachfolgende Beschreibung der Grundwasserkörper basiert auf den Grundwasservorratsprognosen der Bezirke Schwerin [Heerdt 1989], Rostock [Trömel 1990] und Neubrandenburg [Albrecht 1990] sowie den Berichten zur Grundwasserbilanzierung der Landkreise Ludwigslust und Nordwestmecklenburg [Schröder 2002].

WP_KO_1:

Dieser Grundwasserkörper (Recknitz) gehört zum Flussgebiet Warnow-Peene und erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von 684 km² von Pölitz im Süden bis nach Damgarten im Norden. Davon befinden sich 197 km² im Landkreis Bad Doberan, 201 km² im Landkreis Güstrow und 186 km² im Landkreis Nordvorpommern. Der Grundwasserkörper WP_KO_1 entspricht dem Flussgebiet 9652(u). Hauptvorfluter ist die Recknitz. Das Gebiet wird überwiegend ackerbaulich genutzt, vor allem entlang der Vorfluter kommen auch Grünland und Wald vor.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen dominiert. Entlang der Vorfluter und umfangreichen Grabensysteme treten holozäne Ablagerungen auf, vor allem im Westen des Einzugsgebietes stehen Hochflächensande an. Die Mächtigkeit des Pleistozäns beträgt 100 bis 150 m, wobei bis zu 3 Grundwasserleiter ausgebildet sein können. Die pleistozänen Schichten werden von jurassischen, in Strukturbereichen (Grimmener Wall) von kreidezeitlichen bzw. in Randbereichen von tertiären Sedimenten unterlagert. Vor allem im Raum Tessin führen Störungszonen zum Aufstieg von salzhaltigen Wässern. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 114 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 7 % genutzt.

WP_KO_2

Dieser Grundwasserkörper (Darß-Zingst) gehört zum Küstengebiet und erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von 409 km² von Dänschenburg im Süden bis zur Küste und umfasst die Halbinsel Darß-Zingst und die Insel Bock. Davon befinden sich 118 km² im Landkreis Bad Doberan bzw. Hansestadt Rostock und 291 km² im Landkreis Nordvorpommern. Der Grundwasserkörper WP_KO_2 entspricht dem Flussgebiet 9651(u) Küstengebiet Ost. Das Gebiet ist überwiegend forstwirtschaftlich genutzt, daneben kommen auch Grünland und im Bereich Ahrenshoop sowie im Süden des Gebietes Ackerbauliche Nutzung vor.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Dünensanden entlang der Küste, Holozän sowie älteren Beckenbildungen geprägt. Bei Ahrenshoop und im Süden des Gebietes treten Grundmoränenablagerungen auf, im Süden des Einzugsgebietes stehen Hochflächensande an. Der Hauptgrundwasserleiter ist nicht flächendeckend ausgebildet. Das Liegende der

pleistozänen Schichtenfolge bilden eozäne Tone. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 143 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 16 % genutzt.

WP_KO_3

Dieser Grundwasserkörper (Barthe) gehört zum Küstengebiet und erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von 441 km² von Ahrenshagen bzw. Franzburg im Süden bis zur Küste zwischen Langendamm und Barth. Der Grundwasserkörper WP_KO_3 liegt vollständig innerhalb des Landkreises Nordvorpommern und entspricht dem Flussgebiet 9653(u) Barthe. Das Gebiet ist überwiegend landwirtschaftlich (Acker und Grünland) und forstwirtschaftlich genutzt.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse von Geschiebemergel (Grundmoräne) geprägt. Im Nordosten des Gebietes sind zwischen Lüdershagen und Velgast Endmoränenablagerungen (Velgaster Staffel) ausgebildet, untergeordnet treten Hochflächensande auf. In Küstennähe stehen holozäne Ablagerungen und pleistozäne Beckensedimente an. Nordöstlich der Linie Tempel – Hessenburg – Hermannshof keilt der sonst 5 bis 15 m mächtige Grundwasserleiter teilweise aus und führt im Bereich des Salzkissens Hermannshagen chloridhaltiges Grundwasser. Auch im Osten des Gebietes ist bei einer Quartärmächtigkeit von 60 bis 70 m kein nutzbarer pleistozäner Grundwasserleiter ausgebildet. Die größte flächenhafte Verbreitung hat der bis zu 10 mächtige Grundwasserleiter zwischen Lüdershagen und Schlemmin. Im Liegenden des Pleistozäns stehen Gesteine des Lias und der Oberkreide an. Lokal treten an der Quartärbasis paläogene glimmerführende Tone auf. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 111 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 11 % genutzt.

WP_KO_4

Dieser Grundwasserkörper (Stralsund) gehört zum Küstengebiet und erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von 415 km² von Kirchdorf bzw. Behnkendorf im Süden bis zu Küste (Kubitzer Bodden und Grabow). Der Grundwasserkörper WP_KO_4 liegt innerhalb des Landkreises Nordvorpommern und umfasst das gesamte Stadtgebiet von Stralsund. Er entspricht dem Flussgebiet 9655(u) Stralsund. Das Gebiet ist überwiegend ackerbaulich, im Westen auch forstwirtschaftlich genutzt. Grünland kommt nur untergeordnet vor.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse sind von Geschiebemergel (Grundmoräne) geprägt. Im Westen des Gebietes sind bei Velgast Endmoränenablagerungen ausgebildet, untergeordnet treten Hochflächensande auf. In Niederungsbereichen stehen oberflächennah holozäne Ablagerungen und im Bereich des Greifswalder Boddens im Osten pleistozäne Beckensedimente an. Das Liegende der pleistozänen Schichtenfolge bilden kreidezeitliche Ablagerungen, die durch tektonische Störungen gekennzeichnet sind. Der über einem mächtigen

Geschiebemergel folgende Grundwasserleiter ist meist in zwei Stockwerke aufgespaltet. Im Südosten des Gebietes ist die Mächtigkeit der GWL geringer und von Geschiebemergel durchsetzt. Bei Niepars und Hohendorf sind pleistozäne Becken mit größeren Grundwasserleitermächtigkeiten ausgebildet. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 116 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 20 % genutzt.

WP_KO_5

Dieser Grundwasserkörper (Ryck / Ziesebach) mit einer Gesamtfläche von 806 km² reicht von der Peene bis an die Linie Behnkendorf – Kirchdorf und erstreckt sich nach Westen fast bis Grimmen. Er entspricht den beiden Flussgebieten 9655 Ryck und 9656 Ziesebach. Der überwiegende Teil (666 km²) liegt im Landkreis Ostvorpommern bzw. im Stadtgebiet Greifswald, ein kleiner Teil (139 km²) im Landkreis Nordvorpommern. Die Hauptvorfluter sind Ziese und Ryck.

Das Gebiet ist von einer abwechslungsreichen Geologie gekennzeichnet. Grundmoränenablagerungen wechseln sich mit Hochflächensanden ab. Westlich von Lassan – Wolgast ist ein Endmoränenzug (Eisrandlage des Pommerschen Stadiums) ausgebildet. Holozäne Ablagerungen und pleistozäne Beckensedimente kommen in Flussniederungen und entlang der Küste vor. Der pleistozäne Grundwasserleiter wird durch einen Geschiebemergel in zwei Stockwerke geteilt. Der im Osten des Gebietes ausgebildete unbedeckte Grundwasserleiter ist wegen des niedrigen Wasserspiegels nur lokal nutzbar. An der Pleistozänbasis stehen vorwiegend kreidezeitliche Ablagerungen an. Der herzynisch streichende Grabenbruch im mittleren Teil des Gebietes ist mit tertiären Sedimenten gefüllt. Nordwestlich von Wolgast haben die Wealdensande (Unterkreide), die nach Süden jedoch rasch in größere Tiefen abtauchen, Bedeutung für die Wassergewinnung. Südlich von Greifswald befinden sich ausgedehnte Waldgebiete, sonst dominiert ackerbauliche Nutzung, Grünland kommt in der Regel nur in den Niederungsbereichen vor. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 71 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 5 % genutzt. Nördlich der Stadt Greiswald ist das Grundwasser in allen Stockwerken meist stark chloridhaltig.

WP_KO_6

Dieser Grundwasserkörper (Usedom-Mitte) mit einer Fläche von 142 km² liegt vollständig im Landkreis Ostvorpommern und entspricht dem Flussgebiet 9697(u) Usedom-Mitte. Das Gebiet reicht von Zecherin im SW bis zur Pommerschen Bucht zwischen Zempin und Bansin. Im Norden stehen oberflächennahe holozäne Ablagerungen sowie pleistozäne Beckensedimente an, die restliche Fläche wird von Hochflächensanden dominiert. Geschiebemergel der Grundmoränen treten im Norden und SW auf. Im Raum Morgenitz sind Endmoränenablagerungen (Rückzugsstapfen des Spätglazials) ausgebildet. Im Norden des Gebietes erfolgt überwiegend

eine Nutzung als Grünland und Wald, im Süden als Acker und Wald. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 61 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 13 % genutzt.

WP_KO_7

Dieser Grundwasserkörper (Ummanz) mit einer Fläche von 19 km² umfasst die Insel Ummanz (Flussgebiet 9678(u)) und liegt vollständig im Landkreis Rügen. Etwa die Hälfte des Gebietes ist durch oberflächennah anstehende, pleistozäne Beckensedimente gekennzeichnet, im Osten der Insel stehen dagegen weichselzeitliche Hochflächensande und Geschiebemergel an. Die Nutzung erfolgt überwiegend landwirtschaftlich (Acker und Grünland). Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 71 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 3 % genutzt.

WP_KO_8

Dieser Grundwasserkörper (Vilm) entspricht dem Flussgebiet 9672(u) und umfasst mit einer Fläche von nur 0,9 km² die Insel Vilm im Landkreis Rügen. Die höheren Lagen sind durch oberflächennah anstehenden Geschiebemergel gekennzeichnet, in den morphologisch niedrigeren Lagen durch Holozän. Der überwiegende Teil ist Wald und wird als Naturschutzgebiet genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 103 mm/a, davon wird zur Zeit entsprechend den empirischen Ansätzen etwa 1 % genutzt.

WP_KO_9

Dieser Grundwasserkörper (Mittelrügen) mit einer Fläche von 585 km² entspricht einem Teil der Flussgebiete 9675-2 und 9677-1 Mittelrügen und Rügen-Nordost und gehört ebenfalls zum Küstengebiet-West. Er erstreckt sich vom Strelasund bis nach Neuendorf (Greifswalder Bodden) und wird im Nordosten vom Jasmunder Bodden und im Nordwesten vom Kubitzer Bodden begrenzt.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse sind durch Grundmoränenablagerungen und Hochflächensande gekennzeichnet. In Niederungsbereichen treten holozäne Sedimente auf. An der Pleistozänbasis treten kreidezeitliche (Campan bis Maastricht) Sedimente auf. Der pleistozäne Grundwasserleiter ist mit Mächtigkeiten zwischen 5 und 20 m ist zwischen zwei Geschiebemergeln ausgebildet. Die Landnutzung erfolgt überwiegend ackerbaulich, Grünland ist in der Regel an die Niederungsbereiche gebunden. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 105 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 7 % genutzt.

WP_KO_10

Dieser Grundwasserkörper (Rügen-Nordost) mit einer Fläche von 340 km² liegt im Osten der Insel Rügen und erstreckt sich von Thiessow bis Putgarden. Er entspricht den Flussgebieten 9675-2

und 9677-1 Mittelrügen und Rügen-Nordost. Im Bereich von Tromper und Prorer Wiek stehen Dünensande an. Im Norden und zentralen Teil des Grundwasserkörpers dominieren Geschiebemergel, im Süden Hochflächensande. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind sehr kompliziert. Die pleistozänen Sedimente sind stark mit kreidezeitlichen verschuppt. Im Süden ist die Mächtigkeit der pleistozänen Sedimente durch Grabensysteme und Störungszonen stark reduziert. Im Raum Sargard – Sassnitz stehen prätertiäre Sedimente (Oberkreide) an. Vor allem entlang der Ostküste und des Jasmunder Boddens sind ausgedehnte Waldgebiete vorhanden, im zentralen Teil und im Süden des Gebietes findet auch landwirtschaftliche Nutzung statt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 102 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 9 % genutzt.

WP_KO_11

Dieser Grundwasserkörper (Insel Hiddensee) mit einer Fläche von 17 km² entspricht dem Flussgebiet 9677(u). Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von holozänen Ablagerungen geprägt, im Norden der Insel treten Hochflächensande zutage. Südlich von Kloster streicht der Geschiebemergel im Hangenden und Liegenden des Grundwasserleiters aus und der Grundwasserleiter geht in die holozänen Seesande über. Die Nutzung erfolgt überwiegend als Grünland, im Norden untergeordnet auch ackerbaulich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 121 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 7 % genutzt.

WP_KO_12

Dieser Grundwasserkörper (Usedom-Nord) mit einer Fläche von 101 km² entspricht dem Flussgebiet 9697(u) Usedom-Nord. Er beinhaltet das Gebiet nördlich von Krummer Wiek und Achterwasser. Im Osten und Norden stehen überwiegend holozäne Sedimente sowie Dünensande an, lokal treten im Norden Grundmoränenablagerungen an die Oberfläche. Südlich der Linie Trasseneide – Zinnowitz dominieren neben Holozän Geschiebemergel und Hochflächensande. Das Liegende der pleistozänen Schichtenfolge wird vorwiegend von Sedimenten des Campan gebildet. Die Landnutzung erfolgt entlang der Küste forst- und im Südwesten landwirtschaftlich (vorwiegend Acker). Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 89 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 25 % genutzt.

WP_KW_1

Dieser Grundwasserkörper (Klütz / Wismar) im Landkreis erstreckt sich entlang der Ostseeküste westlich von Wismar bis nach Pötenitz und reicht im Süden etwa bis Warnow. Er umfasst eine Fläche von 286 km² im Landkreis Nordwestmecklenburg und etwa 3 km² im Stadtgebiet Wismar und entspricht einem Teil des Flussgebietes 9635(u). Die oberflächennahen geologischen

Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen dominiert, daneben treten Hochflächensande und südlich der Linie Pötenitz – Kalkhorst auch Endmoränenablagerungen auf. Lokal stehen bei Grundshagen prätertiäre Sedimente an. Für die Grundwassergewinnung besitzen die tertiären Sande, die teilweise in hydraulischem Kontakt zum Pleistozän stehen, eine große Bedeutung. Glaziale Rinnen sind überwiegend mit älteren Geschiebemergel gefüllt. Der Rupelton ist im Liegenden der 50 bis 70 m mächtigen Tertiärsande flächendeckend verbreitet. Im Strukturbereich des Salzkissens Klütz ist mit Halokinese im Untergrund zu rechnen. Die Landnutzung erfolgt überwiegend ackerbaulich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 72 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 4,5 % genutzt.

WP_KW_2

Dieser Grundwasserkörper (Wallensteingraben) entspricht einem Teil des Flussgebietes 9635(u). Er erstreckt sich südlich von Wismar bis nach Bad Kleinen, bzw. von Zurow im Osten bis nach Gressow im Westen.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen dominiert, im Osten treten Hochflächensande auf. Zwischen Beidendorf und Zurow verläuft ein Endmoränenzug (Eisrandlage des Pommerschen Stadiums). Die quartären Sande lagern meist ohne Zwischenstauer auf dem tertiären Grundwasserleiter auf. Die Mächtigkeit kann in einigen Schmelzwasserrinnen bis zu 60 m erreichen. Im Hangenden folgt eine bis 40 m mächtige Geschiebemergel-, Schluff- und Tonüberdeckung. Die Landnutzung erfolgt überwiegend ackerbaulich, im Süden des Gebietes auch forstwirtschaftlich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 116 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 42 % genutzt.

WP_KW_3

Der Grundwasserkörper WP_KW_3 (Neuburger Graben) gehört ebenfalls zum Küstengebiet-West und umfasst eine Fläche von 135 km² im Landkreis Nordwestmecklenburg, 23 km² im Landkreis Bad Doberan und 5 km² im Stadtgebiet Wismar. Er entspricht einem Teil des Flussgebietes 9635(u) und erstreckt sich östlich von Wismar entlang der Küste bis nach Teßmannsdorf und nach Süden etwa bis Höhe Goldenbee.

Entlang der Küste stehen oberflächennahe Holozän, bzw. pleistozäne Beckensedimente und Geschiebemergel an. Der mittlere Teil wird von Hochflächensanden dominiert, während im Osten und Südosten überwiegend Grundmoränenablagerungen, im Bereich Züssow Endmoränenablagerungen auftreten. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind wegen der heterogenen Lagerungsverhältnisse und dem durch Stauchungen erzeugten Falten- und Schuppenbau im Grenzbereich Tertiär / Pleistozän sehr komplex. Horizontbeständige

Grundwasserleiter wurden nicht nachgewiesen. Die Landnutzung erfolgt überwiegend ackerbaulich, im Süden des Gebietes auch forstwirtschaftlich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 116 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 4 % genutzt.

WP_KW_4

Dieser Grundwasserkörper (Hellbach) liegt im Küstengebiet-West zum größten Teil im Landkreis Bad Doberan (444 km²) und teilweise im Landkreis Nordwestmecklenburg (11 km²). Er entspricht dem Flussgebiet 9636(u) Hellbach.

Es überwiegen Grundmoränenablagerungen, entlang des Hellbaches kommen auch Sande vor. Im Raum Heiligendamm / Bad Doberan sind oberflächennah Beckensedimente ausgebildet. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind wegen der heterogenen Lagerungsverhältnisse und dem durch Stauchungen erzeugten Falten- und Schuppenbau im Grenzbereich Tertiär / Pleistozän sehr komplex. Im Bereich Neubukow sind bis zu fünf Sandhorizonte anzutreffen, im östlichen Teil fehlt jedoch den Geschiebemergeln unterschiedlichen Alters ein sandiges Zwischenmittel. In den Niederungsbereichen und nördlich Bad Doberan wird das Gelände als Grünland genutzt, sonst überwiegt ackerbauliche Nutzung. Waldgebiete spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 113 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 13 % genutzt.

WP_KW_5

Dieser Grundwasserkörper (Poel) umfasst mit 33 km² die Insel Poel im Landkreis Nordwestmecklenburg und gehört zum Küstengebiet-West. Oberflächennah stehen überwiegend Geschiebelehme und Geschiebemergel an. Das Gebiet wird landwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 80 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 7 % genutzt.

WP_PT_1

Dieser Grundwasserkörper (Ostpeene) umfasst Flächen der Landkreise Demmin (315 m²), Müritz (316 km²) und Güstrow (99 km²). Er erstreckt sich nördlich der Müritz bis nach Malchin / Stavenhagen bzw. von Langhagen im Osten bis nach Rosenow im Westen. Er entspricht dem Flussgebiet Ostpeene 9662(u).

Der größte Teil der Fläche wird von Ablagerungen der Grundmoränen mit lokalen Hochflächensanden eingenommen. Im Südwesten befinden sich Endmoränensedimente (Pommersche Hauptendmoräne) und daran anschließende Sander. Aufgrund der auftretenden Salzstrukturen (Hinrichshagen, Gielow, Malchin) fehlen teilweise die tertiären Grundwasserleiter

und die Süß-Salzwassergrenze liegt etwa bei –50 mNN. Das Gebiet wird größtenteils land- und forstwirtschaftlich genutzt, wobei Ackerflächen dominieren. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 62 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 10 % genutzt.

WP_PT_2

Dieser Grundwasserkörper (Teterower See) umfasst Flächen der Landkreise Güstrow (183 km²) und Demmin (0,7 km²). Er erstreckt sich von Poggelow im Norden bis nach Langhagen im Süden, bzw. von Pölitz im Westen nach Alt Sührkow im Osten und entspricht damit einem Teil des Flussgebietes 9663(u)-1.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoräne dominiert. Bei Teterow ist ein etwa Nord-Süd verlaufender Endmoränenzug jüngerer Stauchendmoränen ausgebildet. Die präquartäre Schichtenfolge ist von den Salzkissenaufwölbungen Malchin und Tützpatz bestimmt. Miozäne Grundwasserleiter sind nur lokal vorhanden., die pleistozäne Schichtenfolge ist sehr heterogen aufgebaut. In der Peene-Niederung finden sich vor allem Flächen mit holozänen Ablagerungen, die überwiegend als Grünland genutzt werden. Der Rest des Gebietes mit Ausnahme des Stadtgebietes von Teterow wird überwiegend ackerbaulich bzw. als Wald genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 65 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 22 % genutzt.

WP_PT_3

Dieser Grundwasserkörper (Mittlere Peene) erstreckt sich nördlich Malchin / Stavenhagen bis nach Dölitz / Dargun. Er schließt sich östlich an den Grundwasserkörper WP_PT_2 an und reicht etwa bis Demmin. Damit umfasst er den östlichen Teil des Flussgebietes 9663(u)-1 und nimmt Flächen der Landkreise Demmin (415 km²) und Güstrow (134 km²) ein.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoräneablagerungen dominiert. Im Bereich des Kummerower Sees treten Stauchendmoränen auf, die Peeneniederung ist von pleistozänen Beckensedimenten und Sanden sowie holozänen Ablagerungen gekennzeichnet. Die präquartäre Schichtenfolge ist von den Salzkissenaufwölbungen Malchin und Tützpatz bestimmt. Miozäne Grundwasserleiter sind nur lokal vorhanden, die pleistozäne Schichtenfolge ist sehr heterogen aufgebaut. Die Landnutzung ist überwiegend landwirtschaftlich geprägt, wobei in den Niederungsbereichen Grünlandflächen überwiegen. Daneben kommen auch Waldgebiete vor. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 56 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 12 % genutzt.

WP_PT_4

Dieser Grundwasserkörper (Warbel)) schließt sich nach Nordwesten an WP_PT_3 an und reicht bis nördlich von Gnoien. Der größte Teil befindet sich im Landkreis Güstrow (145 km²), ein kleinerer Teil im Landkreis Bad Doberan (14 km²). Er entspricht damit dem Flussgebiet 9666(u)-1.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von weichselzeitlichen Grundmoränenablagerungen und Hochflächensanden dominiert. Die quartären Ablagerungen weisen sehr heterogene Lagerungsverhältnisse auf. Im Raum Gnoien ist ein tertiärer Grundwasserleiter ausgebildet. Das Gebiet wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 91 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 10 % genutzt.

WP_PT_5

Dieser Grundwasserkörper (Trebel) erstreckt sich von Richtenberg / Franzburg im Norden bis nach Demmin im Süden. Er umfasst Flächen der Landkreise Nordvorpommern (591 km²), Demmin (138 km²), Güstrow (59 km²) und Bad Doberan (8 km²). Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoräneablagerungen dominiert, daneben kommen Hochflächensande und in den Flussniederungen holozäne Ablagerungen vor. Die quartären Ablagerungen weisen sehr heterogene Lagerungsverhältnisse auf, tertiäre Grundwasserleiter fehlen größtenteils vollständig. Die Flächen in den Flussniederungen werden überwiegend als Grünland genutzt, sonst überwiegen Ackerbau und Forst. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 89 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 67 % genutzt.

WP_PT_6

Dieser Grundwasserkörper (Peene) umfasst Flächen in den Landkreisen Ostvorpommern (578 km²) und Demmin (327 km²) und Nordvorpommern (7 km²). Er erstreckt sich von Demmin bis zur Peenemündung und entspricht dem Flussgebiet 9667(u). In der Peeneniederung dominieren holozäne Ablagerungen, in den restlichen Bereichen Grundmoräne und Hochflächensande der Velgaster Staffel. Im Norden des Gebietes bei Karlsberg kommen lokal pleistozäne Beckensedimente vor. Tertiäre Grundwasserleiter fehlen. Die quartären Ablagerungen beschränken sich auf weichselzeitliche Grundwasserleiter. Das Gebiet wird in Nord-Südrichtung von der Dargibell-Möckower-Störungszone durchzogen. Damit verbunden sind Salzstrukturen (Dargibell, Neetzow), die teilweise zu Salzgehalten zwischen 100 und 500 mg/l im Grundwasser führen. Die Nutzung des Gebietes erfolgt überwiegend landwirtschaftlich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 66 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 7 % genutzt.

WP_TO_1

Dieser Grundwasserkörper (Tollensesee) erstreckt sich von Neustrelitz / Feldberg im Süden bis nach Neubrandenburg im Norden. In Ost-West-Richtung reicht das Gebiet vom Tollensesee bis Woldegk. Er umfasst Flächen in den Landkreisen Mütz (16 km²) und Mecklenburg-Strelitz (647 km²), wobei ein Teil dieser Fläche vom Stadtgebiet Neubrandenburg eingenommen wird. Im Bereich der Tollenseniederung verläuft eine tiefe Quartärrinne, die einen Kontakt der pleistozänen Grundwasserleiter mit dem tieferen tertiären Stockwerk herstellt. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden vor allem durch weichselzeitliche Geschiebemergel der Grundmoränen dominiert, im SW des Gebietes stehen Endmoränenablagerungen an. Das Gebiet wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt, im Südwesten befinden sich ausgedehnte Waldgebiete. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 66 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 22 % genutzt.

WP_TO_2

Das Gebiet (Tollense / Penzlin) umfasst Flächen in den Landkreisen Mütz (148 km²), Demmin (83 km²) und Mecklenburg-Strelitz bzw. der Stadt Neubrandenburg (34 km²) und entspricht dem südlichen Teil des Flussgebietes 9664(u)-3.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden im wesentlichen von Ablagerungen der weichselzeitlichen Grundmoräne gebildet. An der südlichen Grenze des Gebietes stehen Ablagerungen der Pommerschen Hauptendmoräne an. Im Untergrund sind zahlreiche Salzstrukturen vorhanden, eine Versalzung des Grundwassers ist nur vereinzelt nachgewiesen. Für die Nutzung zur Wassergewinnung kommt den tertiären Grundwasserleitern größere Bedeutung als den pleistozänen zu. Das Gebiet ist hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 55 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 8 % genutzt.

WP_TO_3

Dieser Grundwasserkörper (Augraben) befindet sich mit einer Fläche von 329 km² vollständig innerhalb des Landkreises Demmin. Er entspricht dem nördlichen Teil des Flussgebietes 9664(u)-3. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse sind durch nahezu flächendeckende Ausbildung des Geschiebemergels gekennzeichnet. Im Bereich der Mündung der Tollense in die Peene stehen Hochflächensande an, die Niederungsbereiche weisen moorige Talbildungen auf. Die Grundwassergewinnung kann nur aus den pleistozänen GWL erfolgen, da tertiäre Sande fehlen. Die Quartärbasis liegt mit ca. -50 mNN hier sehr hoch. Das Gebiet ist hauptsächlich

landwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 66 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 13 % genutzt.

WP_TO_4

Dieser Grundwasserkörper (Tollense) umfasst Flächen der Landkreise Demmin (322 km²), Mecklenburg-Strelitz einschließlich Stadt Neubrandenburg (161 km²) und Müritz (3 km²) und entspricht damit dem östlichen Teil des Flussgebietes 9664(u)-3. Oberflächennah stehen vor allem Geschiebemergel an. Lokal treten Hochflächensande und in den Flussniederungen holozäne Ablagerungen auf. Die quartären Ablagerungen sind sehr heterogen ausgebildet, so dass keine Gewinnung größerer Wassermengen an einem Fassungsstandort möglich ist. Das Gebiet ist hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt, wobei im Bereich der Tollenseniederung Grünland vorherrscht. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 62 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 10 % genutzt.

WP_WA_1

Dieser Grundwasserkörper (Warnow – Schweriner See) umfasst Flächen der Landkreise Nordwestmecklenburg (166 km²), Ludwigslust (38 km²) und Parchim (23 km²) sowie der Stadt Schwerin (112 km²). Er entspricht dem Flussgebiet 5920(u)-1, welches sich von Boldela bis in den Raum Bad Kleinen / Hohen Viecheln nach Süden erstreckt.

Südlich des Schweriner Sees stehen überwiegend Hochflächensande, im übrigen Teil Grundmoränen an. Lokal treten Endmoränenablagerungen der Frankfurter Eisrandlage auf. Im Pleistozän sind bis zu vier Grundwasserleiter ausgebildet, wobei die beiden oberen nur lokal auftreten. Der dritte GWL steht teilweise mit den Seen in hydraulischem Kontakt und wird vom liegenden tieferen GWL in der Regel nur durch einen etwa 10 m mächtigen Stauer getrennt. Der tiefe pleistozäne GWL ist mit einer Mächtigkeit bis 50 m flächenhaft verbreitet und steht mit den neogenen Sanden im Liegenden in direktem Kontakt. Die Flächen außerhalb des Stadtgebietes werden im nördlichen Teil überwiegend landwirtschaftlich genutzt, südlich Schwerin kommen auch ausgedehnte Waldgebiete vor. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 89 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 27 % genutzt.

WP_WA_2

Dieser Grundwasserkörper (Warnow / Göwe) umfasst Flächen des Landkreises Parchim (407 km²) und der Stadt Schwerin (13 km²). Er entspricht dem Flussgebiet 5941(u), welches sich von Brüel bis in den Raum Crivitz / Granzin nach Süden erstreckt. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden im Nordwesten und Südosten von Grundmoränenablagerungen dominiert. Zwischen Liessow, Kritzow und Jülchendorf befinden sich die Endmoränenablagerungen des

Pommerschen Hauptvorstoßes. Dem hangenden pleistozänen Grundwasserstockwerk kommt die größte Bedeutung für die Grundwassergewinnung zu, tieferes Pleistozän und Tertiär sind aufgrund ihrer lithofaziellen Ausbildung für die Grundwassergewinnung weniger geeignet. Zwischen Schwerin und Crivitz erfolgt überwiegend forstwirtschaftliche Nutzung, im NW und SE werden die Flächen landwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 102 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 15 % genutzt.

WP_WA_3

Dieser Grundwasserkörper (Radebach) umfasst Flächen der Landkreise Nordwestmecklenburg (200 km²), Parchim (86 km²) und Güstrow (27 km²). Er erstreckt sich von Mulsow im Norden bis Brül im Süden sowie von Jabelitz im Osten nach Zurow / Jesendorf im Westen und entspricht dem Flussgebiet 9642(u).

Im zentralen Teil stehen überwiegend Hochflächensande, im Norden und Süden Geschiebemergel an. Die Endmoränenablagerungen zwischen Liessow und Thurow gehören zur Frankfurter Randlage, die im Norden und Osten des Gebietes zur Pommerschen Eisrandlage. Der Raum Brül ist oberflächennah durch Beckensedimente gekennzeichnet. Holozäne Bildungen sind nur lokal zu finden. Die quartäre Schichtenfolge erreicht eine Mächtigkeit von 100 bis 150 m. Der bedeckte Hauptgrundwasserleiter weist einen relativ hohen Schluffanteil auf. Der hangende unbedeckte Grundwasserleiter wird teilweise zur Kiessand-Gewinnung genutzt. Auf den sandigen Flächen ist überwiegend Wald zu finden, während die Grundmoränenflächen überwiegend landwirtschaftlich genutzt werden. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 111 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 5 % genutzt.

WP_WA_4

Dieser Grundwasserkörper (Mittlere Warnow) umfasst die Flussgebiete 9643 und 9644-1. Er umfasst Flächen in den Landkreisen Güstrow (182 km²), Parchim (91 km²) und Bad Doberan (56 km²) und erstreckt sich entlang der Warnow von Schwaan / Hohensprenz im Norden bis etwa nach Sternberg im Süden. Im Norden des Gebietes stehen überwiegend Hochflächensande, im Süden vorwiegend Geschiebemergel an. Entlang der Warnow kommen holozäne Ablagerungen vor. Die sandig-kiesigen Endmoränenlagen südlich Sternberg und zwischen Mankmoos und Groß Raden gehören beide zum Pommerschen Stadium. Im Raum Bützow wird eine tief eingeschnittene pleistozäne Rinne zur Grundwassergewinnung genutzt. Im übrigen Gebiet sind die flächenhaft verbreiteten Schmelzwassersande für die Wassergewinnung geeignet. Die Landnutzung erfolgt überwiegend land- und forstwirtschaftlich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 100 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 9 % genutzt.

WP_WA_5

Dieser Grundwasserkörper (Mildenitz) erstreckt sich von Groß Raden im Norden bis etwa Granzin / Plauerhagen im Süden bzw. Sternberg im Westen bis nach Nossentinerhütte im Osten. Er umfasst dabei Flächen von 437 km² im Landkreis Parchim, 77 km² im Landkreis Güstrow und 8 km² im Landkreis Müritz und entspricht dem Flussgebiet 9644(u)-3. Die beiden Endmoränenzüge im Norden des Einzugsgebietes gehören zum Pommerschen, die Endmoränenablagerungen südlich des Goldberger Sees zum Brandenburger Stadium. An die beiden Endmoränen schließen sich Sanderschüttungen an, während der Süden des Gebietes von Grundmoräneablagerungen dominiert wird. Im Raum Goldberg sind Beckensedimente und lokal Dünensande ausgebildet. Die pleistozäne Schichtenfolge erreicht eine Mächtigkeit bis zu 100 m, westlich von Dobbartin liegen jedoch für die Grundwassergewinnung ungünstige lithofazielle Verhältnisse vor. Das pleistozäne und tertiäre Grundwasserstockwerk sind durch einen flächenhaft verbreiteten Stauer voneinander getrennt. Die Landnutzung erfolgt in erster Linie durch Forstwirtschaft und Ackerbau. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 71 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 7 % genutzt.

WP_WA_6

Der Grundwasserkörper (Nebel) umfasst Flächen von 847 km² im Landkreis Güstrow, 100 km² im Landkreis Müritz und 6 km² im Landkreis Parchim. Er schließt sich nördlich an den Grundwasserkörper der Mildenitz an und erstreckt sich von Bützow im Westen nach Teterow im Osten bzw. Cammin im Norden bis Nossentiner Hütte im Süden. Er entspricht dem Flussgebiet Nebel (9646(u)-2). Der Süden des Gebietes ist überwiegend durch Hochflächensande und Beckensedimente gekennzeichnet. Nördlich der Endmoränenablagerungen dominieren Geschiebemergel. Entlang der Vorfluter (Nebel und Recknitz) sind holozäne Sedimente abgelagert. Die pleistozäne Schichtenfolge ist durch stark wechselnde Mächtigkeiten und gestörte Lagerungsverhältnisse gekennzeichnet. Neogene Sedimente sind nur südlich der Nebel verbreitet. Trotz des flächenhaft verbreiteten Rupeltons gibt es verbreitete Salzwasseraufstiege. Es dominieren land- und forstwirtschaftliche Nutzung. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 92 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 9 % genutzt.

WP_WA_7

Dieser Grundwasserkörper (Seebach) entspricht dem Flussgebiet Seebach 9648(u). Er erstreckt sich von Babst / Glasin bis Letschow und umfasst 87 km² im Landkreis Güstrow, 36 km² im Landkreis Bad Doberan und 21 km² im Landkreis Nordwestmecklenburg. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen des Hinterlandes der Pommerschen Endmoräne dominiert. Die Lagerungsverhältnisse sind gestört, so dass die GWL nicht flächenhaft aushalten. Auch die lithofaziell ungünstige Ausbildung der Grundwasserleiter ist

für konzentrierte Grundwasserentnahmen eher ungeeignet. Es erfolgt land- und forstwirtschaftliche Nutzung des Gebietes. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 97 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 4 % genutzt.

WP_WA_8

Dieser Grundwasserkörper (Tessnitz-Waidbach) grenzt nördlich an das Flussgebiet Seebach, reicht von dort im Norden bis Hanstorf und umfasst Flächen im Landkreis Bad Doberan (145 km²), Güstrow (19 km²) und Nordwestmecklenburg (0,1 km²). Er entspricht dem Flussgebiet Tessnitz-Waidbach 9648(u). Es stehen überwiegend weichselzeitliche Grundmoränenablagerungen an, im Westen wird eine Endmoräne des Pommerschen Stadiums erreicht. Es sind in der Regel 2 pleistozäne Grundwasserleiter ausgebildet, von denen der tiefere als Hauptgrundwasserleiter genutzt wird. Die Verhältnisse an der Pleistozänbasis werden von halokinetischen Bewegungen bestimmt, so dass die quartären Schichten teilweise triassische, kreidezeitliche und tertiäre Sedimente überlagern. Die Landnutzung erfolgt überwiegend ackerbaulich, nur in den Niederungsbereichen liegt Grünland vor. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 86 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 15 % genutzt.

WP_WA_9

Dieser Grundwasserkörper (Warnow / Kösterbeck) entspricht einem Teil des Flussgebietes 9647(u) und erstreckt sich von Buchholz im Westen bis nach Sanitz im Osten und reicht im Norden bis nach Rostock und Thulendorf. Dabei umfasst es Flächen im Landkreis Bad Doberan bzw. der Hansestadt Rostock (244 km²) und Güstrow (8 km²).

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen dominiert. Es treten lokal Hochflächensande, im Warnowtal und lokalen Senken holozäne Sedimente auf. Im Bereich Rostock ist die Mächtigkeit des pleistozänen GWL stark reduziert, in den übrigen Bereichen sind in der Regel zwei pleistozäne Grundwasserleiter vorhanden. Die Verhältnisse an der Pleistozänbasis werden von halokinetischen Bewegungen bestimmt, so dass die quartären Schichten teilweise triassische, kreidezeitliche und tertiäre Sedimente überlagern. Ein Teil des Gebietes wird vom Stadtgebiet Rostock eingenommen, in den übrigen Bereich erfolgt eine land- bzw. forstwirtschaftliche Nutzung, wobei Ackerflächen überwiegen. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 105 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 19 % genutzt.

WP_WA_10

Dieser Grundwasserkörper (Warnow / Rostock) mit einer Gesamtfläche von 240 km² gehört zum Flussgebiet der Warnow (9647(u)), er erstreckt sich entlang der Küste von Warnemünde bis östlich von Markgrafenheide, im Südosten bis Thulendorf. Er ist von einer abwechslungsreichen Geologie

gekennzeichnet. Geschiebemergel wechseln sich mit Hochflächensanden und Beckensedimenten an, entlag der Küste herrschen holozäne Ablagerungen vor. Im Bereich Rostock ist die Mächtigkeit des pleistozänen GWL stark reduziert, in den übrigen Bereichen sind in der Regel zwei pleistozäne Grundwasserleiter vorhanden. Die Verhältnisse an der Pleistozänbasis werden von halokinetischen Bewegungen bestimmt, so dass die quartären Schichten teilweise triassische, kreidezeitliche und tertiäre Sedimente überlagern. Der Teil des Gebietes, der nicht im Stadtgebiet von Rostock liegt, wird landwirtschaftlich genutzt (Acker und Grünland). Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 139 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 5 % genutzt.

HAV_DJ_1

Dieser Grundwasserkörper (Dosse / Jäglitz) umfasst in Mecklenburg-Vorpommern eine Fläche von 37 km² im Landkreis Müritz und 10 km² im Landkreis Parchim, der größte Teil liegt im Land Brandenburg. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden in dem in Mecklenburg-Vorpommern liegenden Teil von Hochflächensanden und Endmoränenablagerungen dominiert. Die Nutzung erfolgt land- bzw. forstwirtschaftlich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 147 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 2 % genutzt.

HAV_OH_3

Dieser Grundwasserkörper (Havel Oberlauf) umfasst in Mecklenburg-Vorpommern nördlich von Lychen eine Fläche von 25 km² im Landkreis Mecklenburg-Strelitz, der größte Teil liegt im Land Brandenburg. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse des in Mecklenburg-Vorpommern liegenden Teils des Grundwasserkörpers werden durch Grundmoränenablagerungen und Hochflächensanden dominiert. Der größte Teil des Gebietes ist von Wald bedeckt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 57 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 3 % genutzt.

HAV_OH_4

Dieser Grundwasserkörper (Havel Oberlauf) entspricht dem Flussgebiet 5811(u)-2 und umfasst Flächen im Landkreis Mecklenburg-Strelitz (687 km²) und Müritz (76 km²). Er erstreckt sich von der Landesgrenze bis nordöstlich Neustrelitz und nach Norden bis Ankershagen. An der Oberfläche stehen überwiegend Sander der Pommerschen Eisrandlage und die dazu gehörigen Endmoränenablagerungen an. Südöstlich werden pleistozäne Beckensedimente angetroffen, Grundmoränenablagerungen kommen nur lokal vor. Das Gebiet wird durch die Friesacker, Plauer und Neuruppiner Störungen beeinflusst. Miozäne Sande fehlen im Bereich des Salzstockes Wesenberg. Der größte Teil des Gebietes ist von Wald bedeckt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 49 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 13 % genutzt.

HAV_RH_1

Nur ein kleiner Teil dieses Grundwasserkörpers (Rhin) liegt nördlich von Flecken Zechlin in Mecklenburg-Vorpommern, davon etwa 3 km² im Landkreis Müritz und 2 km² im Landkreis Mecklenburg-Strelitz. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse des in Mecklenburg-Vorpommern liegenden Teils des Grundwasserkörpers werden von Hochflächensanden und Endmoränenablagerungen dominiert. Das Gebiet ist zum größten Teil bewaldet. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 70 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 4 % genutzt.

MEL_EO_1

Dieser Grundwasserkörper (Elde) umfasst Flächen in den Landkreisen Ludwigslust (417 km²) und Parchim (392 km²) und entspricht dem Flussgebiet 5929(u). Er erstreckt sich von Schwerin / Crivitz im Norden bis zur Elbe. Die Landnutzung wird im Norden des Gebietes landwirtschaftlich (Grünland und Acker), im Süden forstwirtschaftlich dominiert.

Die nördliche Begrenzung des Gebietes stellen die Ablagerungen der Frankfurter Endmoräne dar. Im Osten des Gebietes und im Raum Ludwigslust stehen oberflächennah warthezeitliche Grundmoränenablagerungen an. Der größte Teil wird jedoch von Schmelzwassersedimenten (Sander und Talsande) mit teilweiser Torfüberdeckung eingenommen. Wegen der stark schwankenden Quartärbasis und der Ausbildung des Neogens (Wechselagerung von Schluffen, Braunkohleschluffen und Sanden sowie Kohleflözen) sind die hydrogeologischen Verhältnisse als relativ kompliziert einzuschätzen. Zwischen den quartären und tertiären Grundwasserleitern bestehen hydraulische Kontakte. Ein bedeckter pleistozäner GWL ist nicht überall ausgebildet. Der Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 140 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 6 % genutzt.

MEL_EO_2

Dieser Grundwasserkörper (Mittellelde-Nord) liegt mit einer Fläche von 399 km² im Landkreis Parchim. Er erstreckt sich von östlich Spornitz / Domsühl bis etwa zum Plauer See und umfasst einen Teil des Flussgebietes 5928(u)-2.

Der größte Teil des Gebietes wird vom Stauchendmoränenkomplex und der Frankfurter Grundmoräne bzw. deren Hinterland eingenommen. In der Lewitzniederung stehen oberflächennah Sandersande an. Im Untergrund überwiegen im Pleistozän und Neogen bindige Ablagerungen, die vorhandenen Grundwasserleiter halten in horizontaler Richtung nicht weit aus. Mit einem nutzbaren tertiären Grundwasserleiter ist nur im Raum Parchim / Lübz zu rechnen. Das Gebiet wird überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 106 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 14 % genutzt.

MEL_EO_3

Dieser Grundwasserkörper (Mittelelde-Süd) liegt mit einer Fläche von 215 km² im Landkreis Parchim. Er erstreckt sich von östlich Spornitz zwischen Müritz-Elde-Wasserstraße und der Landesgrenze zu Brandenburg und umfasst einen Teil des Flussgebietes 5928(u)-2. Südlich der Kreisstadt Parchim liegt ein größeres Waldgebiet, der Osten des Gebietes wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von den Sandersanden der Lewitz dominiert. Im Untergrund überwiegen aufgrund der Struktur Marnitz im Pleistozän und Neogen bindige Ablagerungen, die vorhandenen Grundwasserleiter halten in horizontaler Richtung nicht weit aus. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 138 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 2 % genutzt.

MEL_EO_4

Dieser Grundwasserkörper (Elde-Oberlauf) umfasst Flächen in den Landkreisen Müritz (1013 km²), Parchim (64 km²) und Mecklenburg-Strelitz (4,5 km²). Er erstreckt sich vom Plauer See bis zur Müritz und reicht im Norden bis Waren, im Süden bis zur Landesgrenze bzw. grenzt dort an die Grundwasserkörper HAV_DJ_1 und HAV_RH_1.

Der südliche Rand des Gebietes wird von der Endmoräne des Frankfurter Stadiums, der nördliche Rand von der Frankfurter Eisrandlage gebildet. Dazwischen sind Grund- und Endmoränenablagerungen mehrerer Vorstöße des Brandenburger Stadiums vorherrschend. Der Norden und Westen des Gebietes wird von Sandersanden dominiert. Der präquartäre Untergrund ist von den Strukturen Wredenhagen (Salzstock), Malchow und Bock (Salzkissen) beeinflusst. Dennoch sind tertiäre Sande fast flächendeckend verbreitet. Mit einer Versalzung der tieferen Grundwasserleiter ist zu rechnen. Nördlich von Müritz und Kölpinsee besteht ein großes zusammenhängendes Waldgebiet, südlich überwiegt landwirtschaftliche Landnutzung gegenüber Waldflächen. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 59 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 5 % genutzt.

MEL_SL_1

Dieser Grundwasserkörper (Stepenitz / Löcknitz) umfasst Flächen der Landkreise Ludwigslust (235 km²) und Parchim (115 km²). Er erstreckt sich von der Elbe zwischen Dömitz und Lenzen bis nach Marnitz. Das Gebiet wird forst- und landwirtschaftlich genutzt, wobei Waldgebiete vor allem Süden überwiegen.

Im Nordosten des Gebietes bilden Altmoränenablagerungen eine Hochfläche, nach Süden schließen sich Sander und Talsande an. In der Regel sind 2 pleistozäne Grundwasserleiter ausgebildet, wobei der obere meist unbedeckt ist. Eine etwa 3 km breite und 300 m tiefe, mit

elsterzeitlichen Schluffen und Tonen gefüllte Rinne folgt etwa dem Verlauf der Löcknitz. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind zudem von der Struktur Karstädt beeinflusst, so dass die Sedimente der Mallißer Folge und Teile der Mölliner Schichten bereichsweise erodiert sind. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 163 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 2 % genutzt.

MEL_SU_1

Der Grundwasserkörper (Boize / Schaale-West) liegt mit einer Fläche von 233 km² vollständig im Landkreis Ludwigslust und entspricht dem Flussgebiet 5937(u)-1. Er erstreckt sich westlich der Schaale von Boizenburg bis Zarrentin und wird überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt. Im Norden des Gebietes stehen weichselzeitliche Sandersande, im mittleren und südwestlichen Teil Talsande an. Im Osten ist eine saalezeitliche Grundmoränenhochfläche ausgebildet. Pleistozäne Rinnen verlaufen etwa in Nord-Süd-Richtung und reichen teilweise bis zum Rupelton. Die pleistozänen und tertiären Grundwasserleiter stehen in hydraulischer Verbindung. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 163 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 3 % genutzt.

MEL_SU_2

Dieser Grundwasserkörper (Schaale-Ost) erstreckt sich östlich der Schaale bzw. des Schaalsees von Boizenburg bis Lützow und umfasst dabei Flächen in den Landkreisen Ludwigslust (341 km²) und Nordwestmecklenburg (115 km²). Im Südwesten des Gebietes erfolgt größtenteils forstwirtschaftliche Nutzung, im übrigen Teil haben Acker- und Grünlandflächen den größeren flächenmäßigen Anteil. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden im Norden des Gebietes durch weichselzeitliche Grundmoränenablagerungen sowie die Pommersche Endmoräne dominiert. Die südlich angrenzenden Sander gehen in Richtung der Sude in Talsande über. Im Westen ist eine Altpleistozänhochfläche ausgebildet, deren Geschiebemergel teilweise flächenhaft von Sanden überdeckt sind. Der Rupelton ist flächenhaft verbreitet, die pleistozänen und tertiären Grundwasserleiter haben im Bereich der Struktur Camin die geringsten Mächtigkeiten. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 109 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 10 % genutzt.

MEL_SU_3

Dieser Grundwasserkörper (Sude) umfasst Flächen in den Landkreisen Ludwigslust (750 km²) und Nordwestmecklenburg (30 km²). Er erstreckt sich beiderseits der Sude von Lübbtheen bis Schwerin und entspricht etwa dem Flussgebiet 5936(u)-2. Die Landnutzung wird im Süden des Gebietes von Wald, im Norden von Acker und Grünland dominiert. Im Norden des Gebietes stehen Grundmoränen des Hinterlandes der Frankfurter Endmoräne an, im Westen Altmoränen mit warthestadialen Endmoränenresten. Die Sülstorfer Sander im Osten des Gebietes gehen nach

Süden in Talsande über. Durch die gestörte Lagerung des Pleistozäns im Norden sind die Sedimente hier lithofaziell horizontal und vertikal stark differenziert. Die pleistozänen GWL sind überwiegend als schluffige Feinsande ausgebildet und stehen mit den tertiären in hydraulischem Kontakt. Westlich von Hagenow ist in einer mit bindigen elsterzeitlichen Sedimenten gefüllten Rinne, die von der Struktur Schlieven im Norden bis nach Neuhaus / Elbe reicht, das Tertiär erodiert. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 155 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 3 % genutzt.

MEL_SU_4

Dieser Grundwasserkörper (Rögnitz / Amt Neuhaus) umfasst eine Fläche von 443 km² im Landkreis Ludwigslust. Er erstreckt sich von Lübtheen / Woosmer entlang der Rögnitz bis nach Uelitz und entspricht dem Flussgebiet 5936(u)-3. Die Landnutzung erfolgt überwiegend forst- und landwirtschaftlich, wobei entlang der Rögnitzniederung Grünland dominiert.

Die Sandersande im Norden des Gebietes gehen nach Süden in Tal- und Flugsande über. Lokal treten inselartige Aufragungen saalezeitlicher Grundmoränen auf. Hydrogeologisch relevant sind die Salzstöcke Conow und Lübtheen. Zur Grundwassergewinnung ist nur der mächtige unbedeckte Grundwasserleiter geeignet. In die tieferen überwiegend bindigen pleistozänen Sedimente eingelagerte GWL führen wie das Tertiär überwiegend Salzwasser. Das flächenhaft verbreitete Neogen ist lithofaziell stark differenziert. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 103 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 8 % genutzt.

ODR_OD_1

Dieser Grundwasserkörper (Oder) umfasst in Mecklenburg-Vorpommern eine Fläche von 80 km² im Landkreis Uecker-Randow und erstreckt sich östlich der Randow bis östlich Penkun. Oberflächennah steht überwiegend Geschiebemergel an, lokal treten Endmoränenablagerungen des Pommerschen Stadiums auf. Die Landnutzung erfolgt landwirtschaftlich im Bereich der Randow-Niederung als Grünland in den übrigen Bereichen als Acker. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 56 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 8 % genutzt.

ODR_OD_2

Nur ein kleiner Teil mit einer Fläche von 19 km² dieses Grundwasserkörpers (Westoder) befindet sich in Mecklenburg-Vorpommern. Er erstreckt sich von Bismark bis zur polnischen Grenze. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen und Hochflächensanden dominiert. Die Landnutzung erfolgt im Wesentlichen als Acker und Wald. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 65 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 5 % genutzt.

ODR_OF_1

Dieser Grundwasserkörper (Datze-Zarow) umfasst Flächen in den Landkreisen Mecklenburg-Strelitz (446 km²), Ostvorpommern (316 km²) und Uecker-Randow (279 km²). Er entspricht dem Flussgebiet 5812(u), welches sich östlich von Neubrandenburg bis nach Ueckermünde, im Norden bis zur Peenemündung und im Süden bis nach Woldegk erstreckt. Die Stauchendmoräne im Süden des Gebietes ist mit Schollen turoner Kreide, und tertiären Tonen durchsetzt. Im nördlichen Teil des Gebietes stehen vor allem Hochflächensande und pleistozäne Beckensedimente an. Der obere meistens unbedeckte GWL ist durch die landwirtschaftliche Nutzung stark kontaminiert. Der flächenhaft verbreitete bedeckte Grundwasserleiter ist zumindest teilweise versalzen. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 52 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 11 % genutzt.

ODR_OF_2

Dieser Grundwasserkörper (Uecker) umfasst Flächen in den Landkreisen Uecker-Randow (396 km²) und Mecklenburg-Strelitz (166 km²). Er erstreckt sich entlang der Uecker von der Landesgrenze zu Brandenburg bis nach Ueckermünde. Das Gebiet ist überwiegend landwirtschaftlich genutzt, in den Niederungsbereichen dominiert Grünland.

Im Osten des Gebietes kommen ausgedehnte Waldgebiete vor. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden im Osten von Beckensedimenten, im Westen von Grundmoränen und Hochflächensanden dominiert. Im Süden des Gebietes stehen Endmoränenablagerungen (Haupteisrandlage des Pommerschen Stadiums) an. Die Ablagerungen von Pleistozän und Tertiär sind größtenteils sehr inhomogen, so dass die Entnahme größerer Mengen nur im Osten der Ueckerniederung möglich ist (miozäner Grundwasserleiter). Im Raum Pasewalk ist wegen der Salzstrukturen im Untergrund (z.B. Spiegelberg) mit höheren Salzgehalten im Grundwasser der tieferen GWL zu rechnen. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 68 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 12 % genutzt.

ODR_OF_3

Dieser Grundwasserkörper (Randow) erstreckt sich östlich von Pasewalk / Torgelow entlang der Randow bis zur polnischen Grenze und umfasst eine Fläche von 695 km² im Landkreis Uecker-Randow. Er entspricht dem Flussgebiet 9699(u).

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden im Norden von Beckensedimenten und holozänen Ablagerungen, im Süden von Grundmoränenablagerungen dominiert. Daneben stehen im Süden Hochflächensande und Ablagerungen der Endmoränen an. Im mittleren Bereich der Randow befindet sich die Salzkissenaufwölbung Löcknitz. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 43 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 21 % genutzt. Die

geologischen Verhältnisse im Pleistozän ermöglichen aufgrund nur lokal ausgebildeter Grundwasserleiter keine Förderung größerer Mengen an einem Fassungsstandort. Lediglich im Raum Krackow-Storkow ermöglicht die Nutzung des tertiären Grundwasserleiters die Entnahme größerer Grundwassermengen. Lokal ist mit erhöhten Salzgehalten im Grundwasser zu rechnen.

ODR_OF_4

Dieser Grundwasserkörper (Usedom-Süd) erstreckt sich vom Stettiner Haff bis Heringsdorf und umfasst eine Fläche von 125 km² im Landkreis Ostvorpommern. Er entspricht dem Flussgebiet 9697(u).

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Hochflächensanden und dem Endmoränenzug der Nordrügen-Ostusedom-Staffel geprägt. Der Grundwasserkörper liegt nördlich der Verbreitungsgrenze miozäner Grundwasserleiter. Lokal ist mit dem Auftreten erhöhter Chloridwerte zu rechnen. Das Gebiet wird überwiegend landwirtschaftlich (Grünland und Acker), teilweise auch forstwirtschaftlich genutzt. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 72 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 10 % genutzt.

SH_EI19

Ein Teil dieses Grundwasserkörpers (Elbe-Lübeck-Kanal) liegt mit einer Fläche von 59 km² im Landkreis Ludwigslust zwischen Lauenburg und Boize. Der größte Teil befindet sich außerhalb von Mecklenburg Vorpommern. Die Nutzung des Gebietes erfolgt forst- und landwirtschaftlich.

Im Nordosten des Gebietes stehen weichselzeitliche Sandersande, im mittleren und südwestlichen Teil Talsande an. Die Ostgrenze bildet eine saalezeitliche Grundmoränenhochfläche. Pleistozäne Rinnen verlaufen etwa in Nord-Süd-Richtung und reichen teilweise bis zum Rupelton. Die pleistozänen und tertiären Grundwasserleiter stehen in hydraulischer Verbindung. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 153 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 2 % genutzt.

SH_ST-f

Dieser Grundwasserkörper (Trave - östliches Hügelland) umfasst in Mecklenburg Vorpommern im Landkreis Nordwestmecklenburg eine Fläche von 135 km². Er erstreckt sich von der westlichen Landesgrenze bis Groß Molzahn / Sülsdorf vom Lankower See im Süden bis zum Dassower See im Norden. Er nimmt einen Teil des Flussgebietes 9628(u)-2 ein.

Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränen und Hochflächensanden dominiert, die zwischen dem Endmoränenzug des Pommerschen Stadiums und Zwischenstaffeln im Norden und der Seenstaffelzone des Frankfurter Stadiums im Süden liegen. Im liegenden des Pleistozäns ist der tertiäre Grundwasserleiter flächenhaft verbreitet.

Quartäre Rinnen sind in der Regel vorwiegend mit Geschiebemergel gefüllt. Die Landnutzung erfolgt land- und forstwirtschaftlich. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 117 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 2 % genutzt.

ST_SP_1

Dieser Grundwasserkörper (Stepenitz-Maurine) umfasst mit einer Fläche von 771 km² den zentralen Bereich des Landkreises Nordwestmecklenburg entlang von Maurine, Radegast und Stepenitz. Er nimmt damit einen Teil des Flussgebietes 9628(u)-2 ein. Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse werden von Grundmoränenablagerungen des Hinterlandes der Frankfurter Haupteisrandlage mit Zwischenstaffeln und den zugehörigen Sanderschüttungen dominiert. Die nördliche Begrenzung des Gebietes bildet die Endmoräne des Pommerschen Stadiums. Die Entwässerung erfolgt durch das Durchbruchstal bei Dassow in Richtung Ostsee. Im Bereich der Salzkissenstruktur Rehna-Rüting ist der miozäne Grundwasserleiter teilweise versalzen, in den übrigen Bereichen verhindert die mächtige Ausbildung des Rupelton Salzwasseraufstiege. Für die Grundwassergewinnung können die pleistozänen und tertiären Grundwasserleiter genutzt werden, die häufig in hydraulischem Kontakt stehen. Im Bereich Holdorf fehlt der tertiäre GWL. Das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beträgt 87 mm/a, davon werden zur Zeit etwa 5 % genutzt.

8 Zusammenfassung / Ausblick

Die Bedeutung des Direktabflusses für den Wasserhaushalt hat sich sowohl bei detaillierten Wasserhaushaltsbilanzierungen im lokalen Maßstab (Ostpeene, Barthe, Wallensteingraben) als auch bei der landesweiten Betrachtung gezeigt.

Unsicherheiten bestehen hinsichtlich der Höhe des Direktabflusses in unbeobachteten Gebieten, da der verwendete Regionalisierungsansatz lediglich eine grobe Näherung darstellt. Als Hauptfehlerquelle bei der Regionalisierung wird die Verbreitung der Drainageflächen eingeschätzt. Durch detaillierte Wasserhaushaltsbilanzierungen für alle Analysegebiete könnte die Datenbasis der Regionalisierung deutlich verbessert werden. Besonderes Augenmerk ist auf die Recherche der dränierten Flächen, die Unterschiede zwischen ober- und unterirdischen Einzugsgebieten sowie die Fehlerbereiche der Durchflussmessungen zu richten.

Problematisch sind auch die noch bestehenden Unsicherheiten bei der Bestimmung des mittleren Durchflusses MQ der großen Küstenzuflüsse (vor allem Warnow und Peene), die einen großen Einfluss auf den Gesamtwasserhaushalt Mecklenburg-Vorpommerns besitzen. Hier ist in den nächsten Jahren eine verbesserte Datenbasis zu erwarten, da der Durchfluss in den rückstaubeinflussten Bereichen seit kurzem kontinuierlich über Ultraschall-Messanlagen erfasst wird.

Die vorgelegte Berechnung der Grundwasserneubildung dient der Einschätzung des mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper gemäß der EU-WRRL. Trotz ihrer im Vergleich zu bestehenden Arbeiten [z.B. HAD 2000-2003] höheren Genauigkeit ersetzt sie keine umfassenden Wasserhaushaltsbetrachtungen bei lokalen Problemstellungen (z.B. Dargebot einer Wasserfassung). Ferner ist zu beachten, dass die ausgewiesene Grundwasserneubildung nicht generell dem Grundwasserdargebot gleichgesetzt werden darf.

.....
Dr. Carola Bönsch (Dipl.-Geol.)
Heiko Hennig (Dipl.-Hydrol.)
Toralf Hilgert (Dipl.-Ing.)
Projektteam

Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, M. [1990] Grundwasservorratsprognose Bezirk Neubrandenburg, unveröff. Bericht VEB Geothermie Neubrandenburg.
- ATV-DVWK-M 504 [2001]: Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. Merkblatt der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. ATV-DVWK (Hrsg.), H. M 504, 144 S., Wirtschafts- und Verl.-Ges. Gas und Wasser, Bonn
- biota [2003]: Entwicklung von Karten der Mittelwasserdurchflüsse sowie der mittleren Niedrigwasserdurchflüsse in den Flussgebieten Mecklenburg-Vorpommern.
biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, unveröffentlicht, Bützow.
- DVWK 238 [1996]: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Merkblätter zur Wasserwirtschaft des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (Hrsg.), H. 238, 135 S., Wirtschafts- und Verl.-Ges. Gas und Wasser, Bonn
- HAD [2000-2003]: Hydrologischer Atlas von Deutschland.
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Bonn / Berlin, 2000 (1. Lieferung), 2001 (2. Lieferung), 2003 (3. Lieferung)
- HEERDT, S. [1989]: Vorratsprognose Bezirk Schwerin, unveröff. Bericht Hydrogeologie GmbH NL Schwerin.
- HENNIG & Hilgert [2006]: H. Hennig, T. Hilgert:
Dränabflüsse – Der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im nordostdeutschen Tiefland.
In: Dresdener Schriften zur Hydrologie, H. 5, S. 151-159
- HENNIG & Hilgert [2007]: H. Hennig, T. Hilgert:
Dränabflüsse – Der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im nordostdeutschen Tiefland.
In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, H. 6, im Druck
- HENNIG et al. [2002]: H. Hennig, T. Hilgert, R. Kolbe, M. Lückstädt:
Optimierung des Grundwasserstandsmessnetzes Mecklenburg-Vorpommern – Eine Methodik auch für andere Flächenländer.
In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 46, H. 3, S. 117-124
- HGN [2000/2001]: Optimierung des Landesmessnetzes Grundwasserstand Mecklenburg-Vorpommern – Teile 1-3.
HGN Hydrogeologie GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, unveröffentlicht, Schwerin
- HGN [2003]: Überarbeitung der Karte der Grundwasserdynamik Mecklenburg-Vorpommerns.
HGN Hydrogeologie GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, unveröffentlicht, Neubrandenburg
- HYDOR [2005]: Keilig, I., Reinhardt, S., Hannappel, S.:

- Regionalisierung von stofflichen Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern.
HYDOR Consult GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, unveröffentlicht, Berlin
- JANKIEWICZ et a. [2005]: Jankiewicz, P., Neumann, J., Duijnsveld, W.H.M., Wessolek, G., Wycisk, P., Hennings, V.:
Abflusshöhe - Sickerwasserrate - Grundwasserneubildung - Drei Themen im Hydrologischen Atlas von Deutschland.
In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 49, H. 1/2005, S. 2-13
- KA 4 [1995]: Bodenkundliche Kartieranleitung.
Arbeitsgruppe Bodenkunde der geologischen Landesämter und der Bundesanstalt f. Geowiss. u. Rohstoffe, 4. Auflage, Hannover
- KAISER ET AL. [1988]: Kennziffern zur Grundwasserbewirtschaftung nach Menge und Beschaffenheit für das Einzugsgebiet der
Wasserwirtschaftsdirektion Küste, Stralsund 1988.
- KOPP & SCHULZE [1990] D. Kopp, G. Schulze:
Anleitung zum Anfertigen der Naturraumkarte im Maßstab 1:25.000.
Landesamt für Forstplanung Mecklenburg-Vorpommern
- KUNKEL & WENDLAND [1998]: R. Kunkel, F. Wendland:
Der Landschaftswasserhaushalt im Flusseinzugsgebiet der Elbe.
In: Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt / Environment, Band 12
- KUNKEL & WENDLAND [2002]: R. Kunkel, F. Wendland:
The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins.
In: Journal of Hydrology 259, p. 152-162
- Landwirtschaftskammer
Niedersachsen [2006]: Landwirtschaftliche Bewässerung – ein Beitrag zur Ertragssicherung, Wasser, 2006.
- LFG [1999] Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern: Erläuterungen zu den forstlichen Standortskarten des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Teil B: Standortsformen und Standortsformengruppen.
- LUA [2000] R. Schenk, W. Lahmer, R. Dannowski, J. Steidl, B. Pfützner:
Flächendeckende Modellierung von Wasserhaushaltsgrößen für das Land Brandenburg.
In: Schriftenreihe des Landesumweltamtes Brandenburg, Band 27, Potsdam
- LUNG [2003]: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern:
Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern – Bodenerosion.
- MIEGEL & HENNIG [2006]: K. Miegel, H. Hennig:
Probleme der Niederschlag-Abfluss-Modellierung im nordostdeutschen Tiefland.
In: Dresdener Schriften zur Hydrologie, H. 5, S. 271-280

- SCHRÖDER, U. [2002]: Abschlussbericht Grundwasserbilanzierung Landkreis Ludwigslust, unveröff. Bericht Hydrogeologie GmbH NL Schwerin.
- SCHRÖDER, U. [2002]: Abschlussbericht Grundwasserbilanzierung Landkreis Nordwestmecklenburg, unveröff. Bericht Hydrogeologie GmbH NL Schwerin.
- TRÖMEL, G. [1990]: Grundwasservorratsprognose des Bezirkes Rostock, unveröff. Bericht Hydrogeologie GmbH NL Schwerin Filiale Greifswald.
- Umweltbundesamt [2000]: CORINE Land Cover; Bodenbedeckung CD-ROM
- WUNDT, W. [1958]: Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen.
In: R. Grahmann (Ed.): Die Grundwässer der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung. S. 47-54, Remagen