

Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommern 2009 - Aktualisierung und ergänzende Beschreibung -

Sitz der Gesellschaft:
Grimmelallee 4
99734 Nordhausen

Geschäftsführer:
Dr. Uta Alisch
Dr. Volker Ermisch
Ralf Trapphoff

Telefon 03631 657-0
Telefax 03631 657400
info@fugro-hgn.de
www.fugro-hgn.de

Amtsgericht Jena
HRB-Nr. 400576

Finanzamt Mühlhausen
Steuernummer
157/108/09108

Ust-IdNr.: DE 150 375 679

Deutsche Bank AG
Nordhausen
Konto Nr. 2207 355
BLZ 820 700 00
BIC: DEUTDE8E
IBAN: DE 74 8207 0000 0220 7355 00

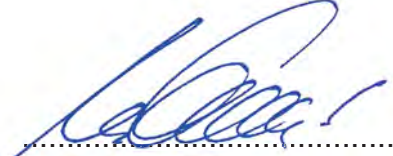
Commerzbank Nordhausen
Konto Nr. 600 64 64
BLZ 820 400 00
BIC: COBADEFF33
IBAN: DE 17 8204 0000 0600 6464 00

Auftraggeber: Staatliche Amt für Umwelt und Natur Schwerin
Bleicherufer 13
19053 Schwerin

Auftragnehmer: FUGRO-HGN GmbH
Waldschulweg 5
19061 Schwerin

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Toralf Hilgert

Komm.-Nr.: 1.17.017.9.2

Bestätigt: FUGRO-HGN GmbH

i. V. Dipl.-Ing. Ullrich Ewert
Niederlassungsleiter

Datum: Schwerin, 03.12.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung / Vorgang.....	3
2	Grundlagen	5
3	Datenhaltung, -modell	6
4	Änderungen im Berechnungsverfahren	12
5	Ermittlung der mittleren Sickerwasserraten für des Winterhalbjahr	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Beschreibung der Datenfelder der Tabelle [ZWERTE].....	7
---	---

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Datenmodell Dokumentation GWN-Berechnung	6
Abbildung 3-2: 1km ² -Rasterung von MV	8
Abbildung 3-3: Korrigierte Jahresniederschlagssumme PKJ	9
Abbildung 3-4: Mittlerer Direktabfluss RD.....	9
Abbildung 3-5: Mittlere Reale Verdunstung ETA.....	10
Abbildung 3-6: Mittlere Grundwasserneubildung GWN.....	10
Abbildung 3-7: Gesamtabflusssspende MQ.....	11
Abbildung 3-8: Grundwasserneubildung qGWN.....	11
Abbildung 5-1: Mittlere Sickerwasserrate für das Winterhalbjahr GWN_w	14
Abbildung 5-2: Mittlere Sickerwasserrate für das Sommerhalbjahr GWN_s	15

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Feldbeschreibung [GWN2009] und [RASTERMV]
Anlage 2	Daten-CD

1 Veranlassung / Vorgang

Am 06.08.2009 wurde die FUGRO-HGN GmbH vom Staatliche Amt für Umwelt und Natur Schwerin beauftragt, ergänzende Beschreibungen zur Grundwasserneubildungsermittlung für MV von HGN [2007] durchzuführen. Folgende Leistungsbeschreibung des LUNG-MV wurde den Arbeiten zugrunde gelegt:

„ENTWURF Leistungsbeschreibung

Die von HGN 2007 ermittelte Grundwasserneubildung von MV soll im Kartenportal des LUNG anderen Benutzern zugänglich und verständlich gemacht werden. Zur Berechnung der Grundwasserneubildung nach dem ATV-Regelwerk M 504 werden eine ganze Reihe von Eingansparametern und Ableitungen benötigt. Diese müssen nachvollziehbar beschrieben werden. Ziel der Bearbeitung ist es, Empfehlungen für die Größenordnung der eingesetzten Parameter abzugeben.

Hierzu sind folgende Schritte notwendig:

- 1. Die Datei gwn2007.dbf ist um weitere Felder zu ergänzen, die in der beigefügten Tabelle (Anlage) im Entwurf aufgelistet sind. Hierfür muss die beigefügte Tabelle zuerst auf Vollständigkeit und Machbarkeit geprüft werden, schriftliche Abstimmung mit dem AG ist erforderlich*
- 2. Neben einer allgemeinen Beschreibung des Inhaltes und der Datenherkunft ist jeder mögliche Eintrag in das Feld aufzuführen (Legende). Bei abgeleiteten Daten ist eine Empfehlung abzugeben, welcher Wert benutzt werden sollte (z.B. . „Als Korrekturfaktor für den Niederschlag wird empfohlen, ... (Verfahren/Wert)... zu benutzen“). Hierfür ist dem AG ein Beispiel zuzusenden, um Einverständnis über den Umfang zu Erreichen. Die Arbeit ist in Excel/Word auszuführen.*
- 3. Aufrasterung der Karte auf eine Rastergröße von 1 km². Übergabe als shapefile mit der erweiterten .dbf.“*

Aus der o.a. Leistungsbeschreibung wurden im Vertrag nachstehende Arbeiten fixiert:

1. Prüfung der Leistungsbeschreibung auf Vollständigkeit und Machbarkeit
 - Erarbeitung einer Beispieltabelle inkl. der Datenstruktur als Tischvorlage
 - Abstimmung mit dem AG (Beratung)
 - Protokollierung des abgestimmten Feinkonzeptes
2. Ergänzung der Attributtabelle "gwn2007.dbf"
 - Ermittlung der geforderten Zwischenwerte, Programmierung
 - erneute Berechnung der GWN für MV → GWN2009
 - Ergänzung allg. Beschreibung, Datenherkunft, Wertebereich bzw. Legende
3. Aufrasterung der GWN
 - Rastergröße 1 km²
 - Erstellung Shape-File
4. Ergebnisbericht/Datenübergabe

Vertragsgemäß erfolgte am 09.09.2009 beim LUNG-MV eine Vorstellung des Bearbeitungskonzeptes insbesondere über die Inhalte, die Datenhaltung bzw. das vorgesehene

Datenmodell sowie die ersten Ergebnisse durch FUGRO-HGN. Die vorgestellte Konzeption der Bearbeitung, insbesondere die Inhalte und die Form der Datenhaltung, -modell wurden vom LUNG-MV als fachlich sinnvoll anerkannt. Die Übergabe der Daten soll neben den geforderten Shape-Files hydrotopscharf sowie als 1km² Raster für die GWN2009 und in Form einer ACCESS-Datenbank erfolgen. Die Feldbeschreibung mit den Inhalten (Wertebereich, Legende) sowie deren Datenherkunft wird als EXCEL-Datei übergeben. Die angesprochenen Änderungen im Berechnungsalgorithmus zur Bearbeitung HGN [2007] und die sich daraus ergebende Wasserbilanz für MV sind schriftlich zu erläutern.

Am 28.09.2009 wurde der Vertrag um die Prüfung der Machbarkeit einer Ausweisung der mittleren Sickerwasserraten für das Winterhalbjahr auf Grundlage der Ergebnisse der Neuberechnung GWN-MV 2009 sowie Dokumentation erweitert.

2 Grundlagen

Folgende Daten und Gutachten liegen der Bearbeitung zugrunde:

- ATV-DVWK-M 504 [2002]: 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)
- HENNIG & Hilgert [2007]: Dränabflüsse – Der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im nordostdeutschen Tiefland. Hydologie und Wasserbewirtschaftung, 51. Jahrgang · Heft 6 · Dezember 2007 · Seite 248 - 257
- HGN [2007] Ermittlung der Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommerns
Stand 2007, unveröfftl. HGN Hydrogeologie GmbH, Schwerin, 2008

3 Datenhaltung, -modell

Die Beschreibung der Dateninhalte und die Dokumentation der Berechnungsgrundlagen und der geforderten Zwischenergebnisse der Grundwasserneubildungsberechnung erfolgt mit Hilfe einer Access-Datenbank. Nachfolgend ist das verwendete Datenmodell aufgeführt.

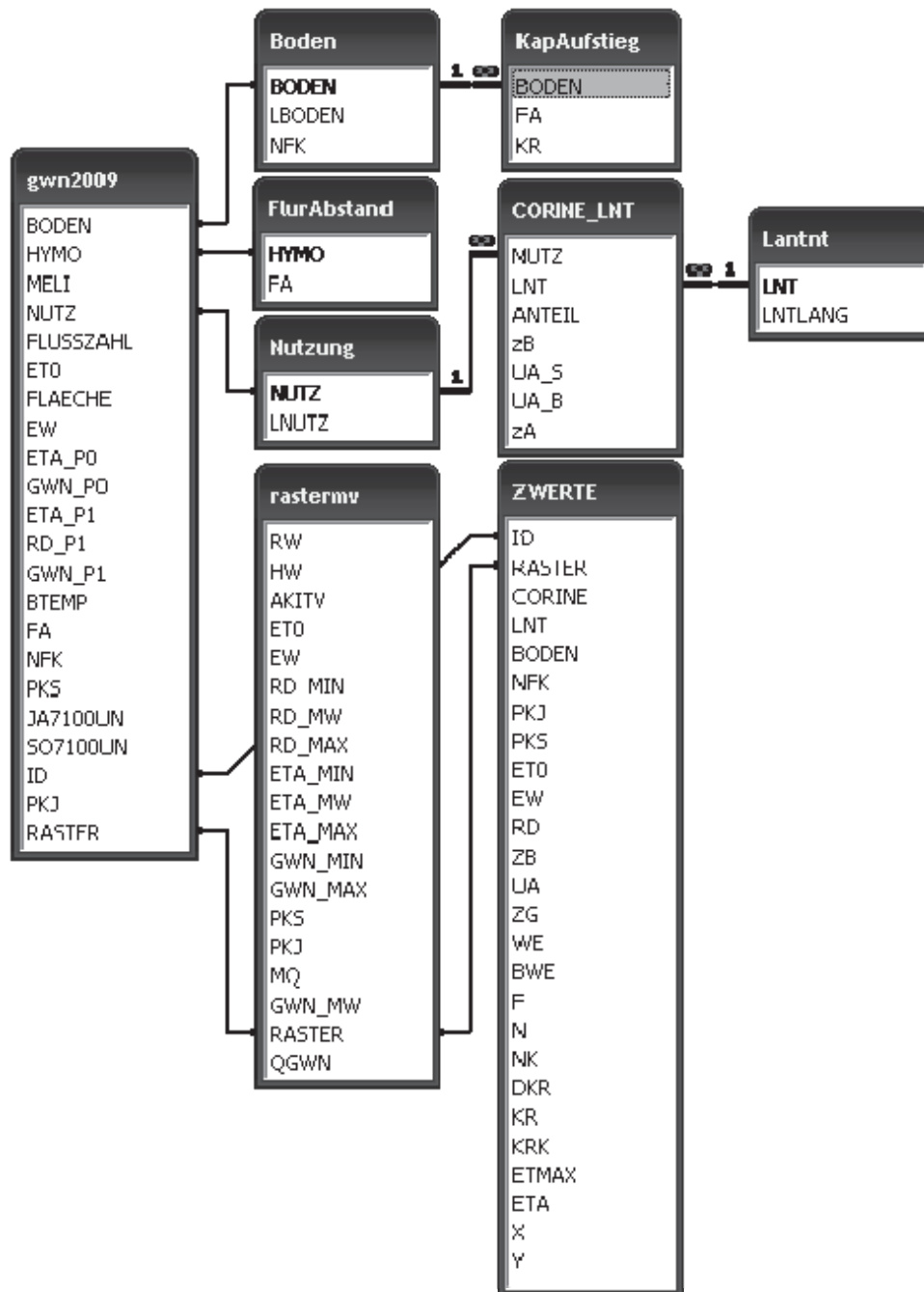


Abbildung 3-1: Datenmodell Dokumentation GWN-Berechnung

Die Tabelle [GWN2009] ist die Attributtabelle des gleichnamigen ArcView-Polygon-Shapes. Sie dokumentiert hydrotopscharf (insgesamt sind es 371.945 Hydrotöpfe) die für die GWN-Berechnung verwendeten Eingangsdaten sowie die Ergebnisse der Berechnung. Die Zwischenergebnisse werden in der Tabelle [ZWERTE] gehalten. Da entsprechend der ATV-DVWK 504 für ein Hydrotopf

durchaus mehrere Rechenläufe notwendig werden können, stellt jeder Datensatz (Gesamt: 731.870) dieser Tabelle die Eingangswerte, Teil und Endergebnisse eines einzelnen Rechenlaufes dar. Über das Schlüsselfeld ID kann die Verknüpfung zur Tabelle [GWN2009] hergestellt werden. In der nachfolgenden Zusammenstellung sind die Datenfelder der Tabelle [ZWERTE] näher beschrieben.

Tabelle 3-1: Beschreibung der Datenfelder der Tabelle [ZWERTE]

FELD	TYP	LAENGE	STELLEN	EINHEIT	BESCHREIBUNG
ID	ZAHL	10	0	-	Identifikationsnummer des Hydorrops gemäß [gwn2009]
RASTER	ZAHL	10	0	-	Identifikationsnummer des Rasters gemäß [rastermv]
CORINE	ZAHL	6	0	-	Flächennutzung nach CORINE-Nomenklatur
LNT	ZAHL	4	0	-	Landnutzungstyp ATV-DVWK-M 504
BODEN	ZEICHEN	4	-	-	Kürzel Bodenart der Ausschöpfungszone
NFK	ZAHL	8	1	%	nutzbare Feldkapazität
PKJ	ZAHL	8	1	mm/a	korrigierte Jahresniederschlagssumme
PKS	ZAHL	8	1	mm/a	korrigierte Niederschlagssumme Sommerhalbjahr
ET0	ZAHL	8	1	mm/a	Grasreferenzverdunstung
EW	ZAHL	8	1	mm/a	Gewässerverdunstung
RD	ZAHL	8	1	mm/a	Direktabfluss
ZB	ZAHL	8	1	cm	Pflanzenhöhe Grünland
UA	ZAHL	8	1	a	Umtriebsalter Wald
ZG	ZAHL	8	1	dm	Grundwasserflurabstand des Sommerhalbjahres
WE	ZAHL	8	1	dm	mittlere Tiefe der Ausschöpfungszone
BWE	ZAHL	8	1	dm	mittlere Tiefe der Ausschöpfungszone, bezogen auf die Saugspannung an der Untergrenze dieser Zone für den Kapillarwasseraufstieg
F	ZAHL	8	3	-	Faktor zur Berechnung der maximalen Verdunstung $ET_{MAX} = F \cdot ET_0$
ETMAX	ZAHL	8	1	mm/a	maximale Verdunstung
DKR	ZAHL	8	2	mm/d	mittlere kapillare Aufstiegsrate
KR	ZAHL	8	1	mm/a	mittlerer kapillarer Wasseraufstieg im Sommerhalbjahr
KRK	ZAHL	8	1	mm/a	mittlere kapillare Aufstiegsrate korrigiert nach FHGN2009
N	ZAHL	8	3	-	Effektivitätsparameter
NK	ZAHL	8	3	-	korrigierter Effektivitätsparameter gemäß ATV-DVWK-M 504 Abschnitt 7.2.1
ETA	ZAHL	8	1	mm/a	reale Verdunstung (tatsächliche Verdunstungshöhe)
X	ZAHL	8	3	-	Abszisse Bagrov-Diagramm $X = (PKJ + KRK) / ET_{MAX}$
Y	ZAHL	8	3	-	Ordinate Bagrov-Diagramm $Y = ETA / ET_{MAX}$

Zusätzlich zur Bearbeitung HGN [2007] erfolgte eine 1km²-Rasterung der Tabelle [GWN2009]. Für MV ergeben sich insgesamt 255 x 177 Elemente. Die Elementgrenzen entsprechen dem Raster des Koordinatenbezugssystems: GAUSS-KRÜGER, BESSEL, 3°, 4. STREIFEN (vgl. Abbildung 3-2). Das Raster hat folgende Eckkoordinaten:

NW: RW= 4406000; HW= 6063000

SE: RW= 4661000; HW= 5886000.

Nach Abzug aller außerhalb von MV gelegenen Elemente besteht das Raster aus 24.254 aktiven Zellen.



Abbildung 3-2: 1km²-Rasterung von MV

Die Zuweisung z.B. der für ein Rasterelement gültigen Grundwasserneubildung erfolgte durch eine von den Flächengrößen der im Raster liegenden Hydrotöpfe abhängig gewichteten Wertbildung. Für alle zu aggregierenden Wasserhaushaltsgrößen wurde mindestens der Mittelwert bestimmt und in der Tabelle [RASTERMV] dokumentiert.

Die komplette Feldbeschreibung der Attributtabeln der Shape-Files [GWN2009] und [RASTERMV] erfolgt in der Anlage 1 mit Angaben zur Datenherkunft und dem Wertebereich bzw. Legende.

Die nachfolgenden Abbildungen sollen einen Überblick über die Berechnungsergebnisse geben.

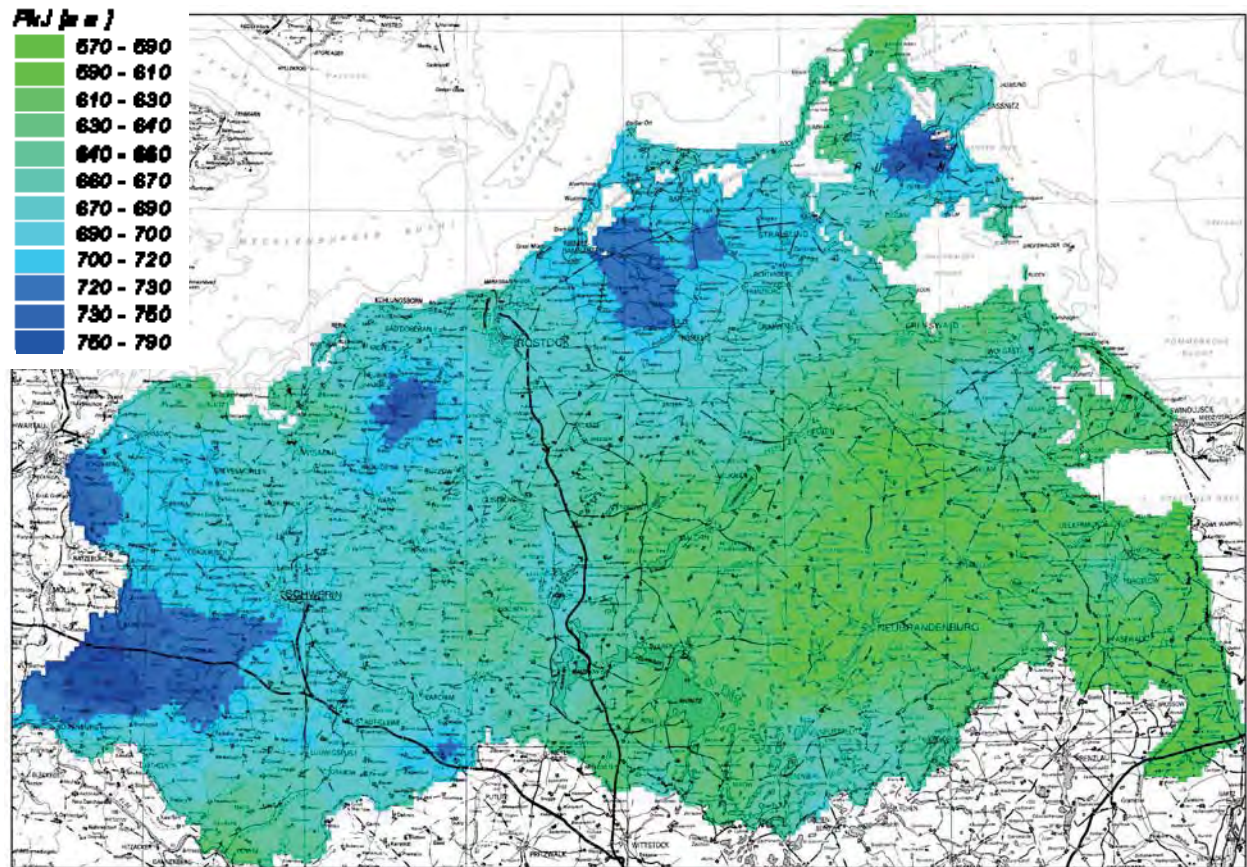


Abbildung 3-3: Korrigierte Jahresniederschlagssumme PKJ

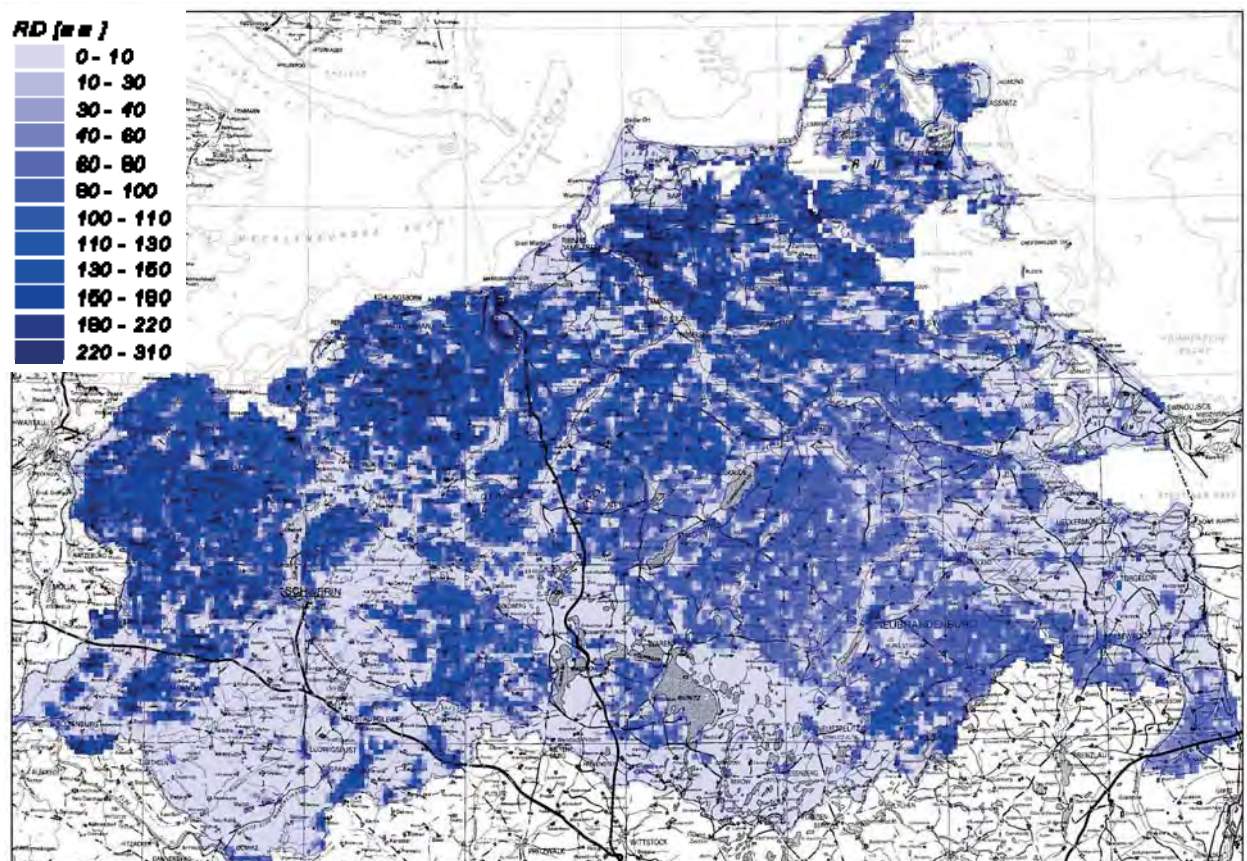


Abbildung 3-4: Mittlerer Direktabfluss RD

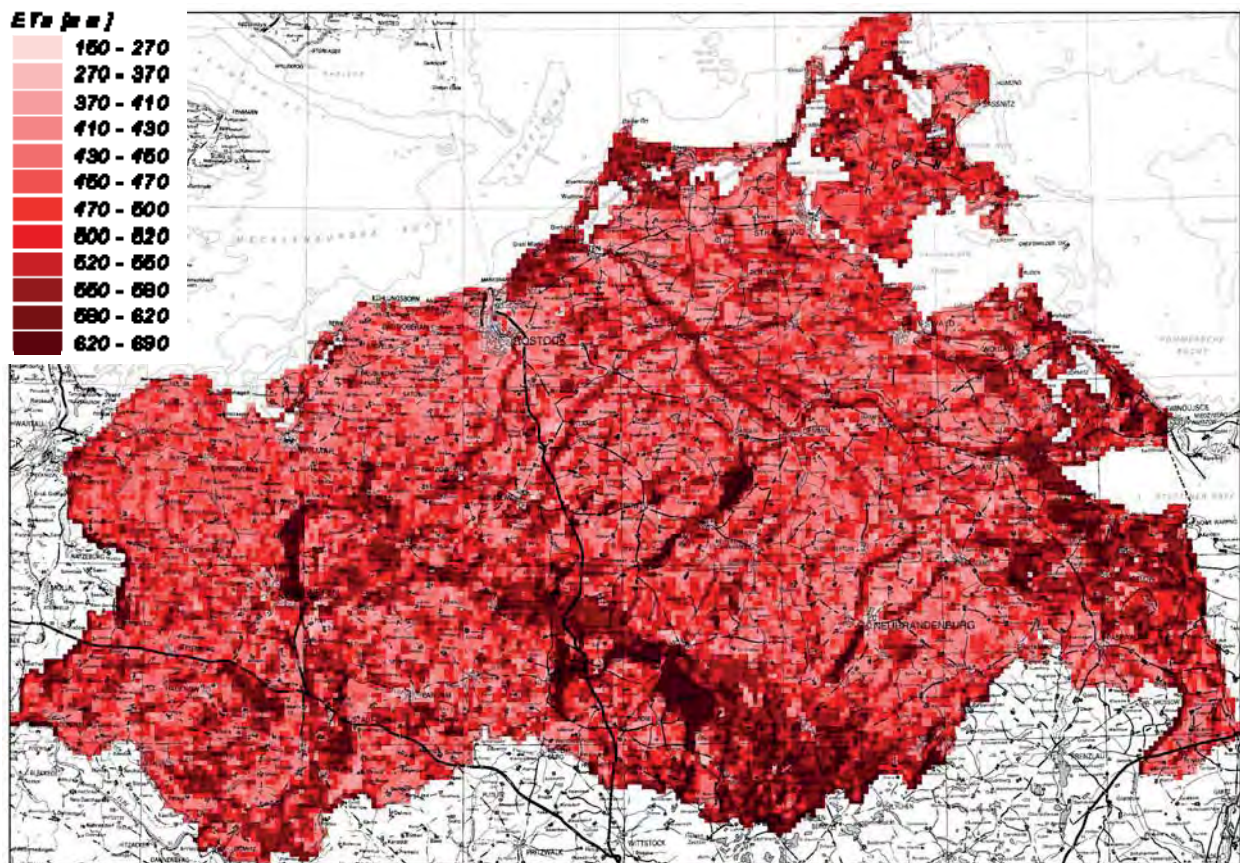


Abbildung 3-5: Mittlere Reale Verdunstung ETA

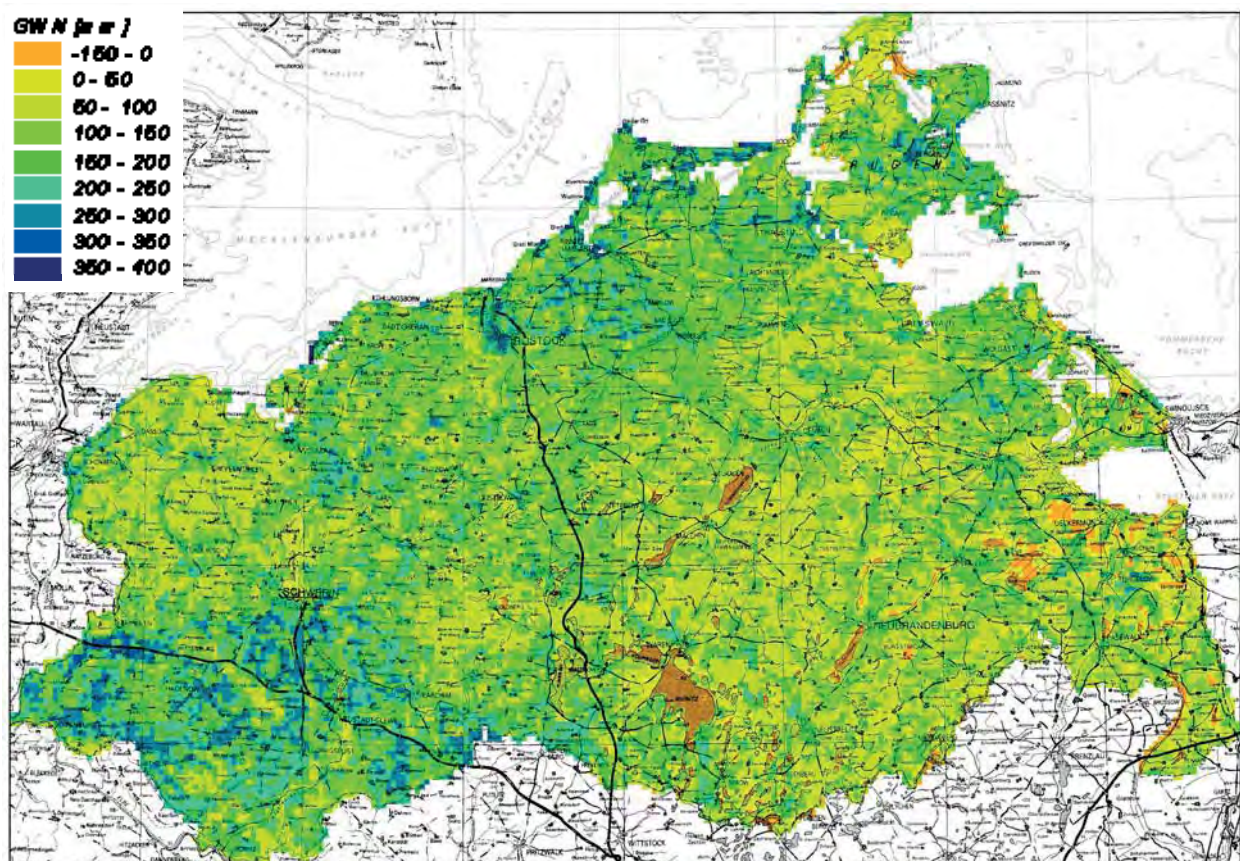


Abbildung 3-6: Mittlere Grundwasserneubildung GWN

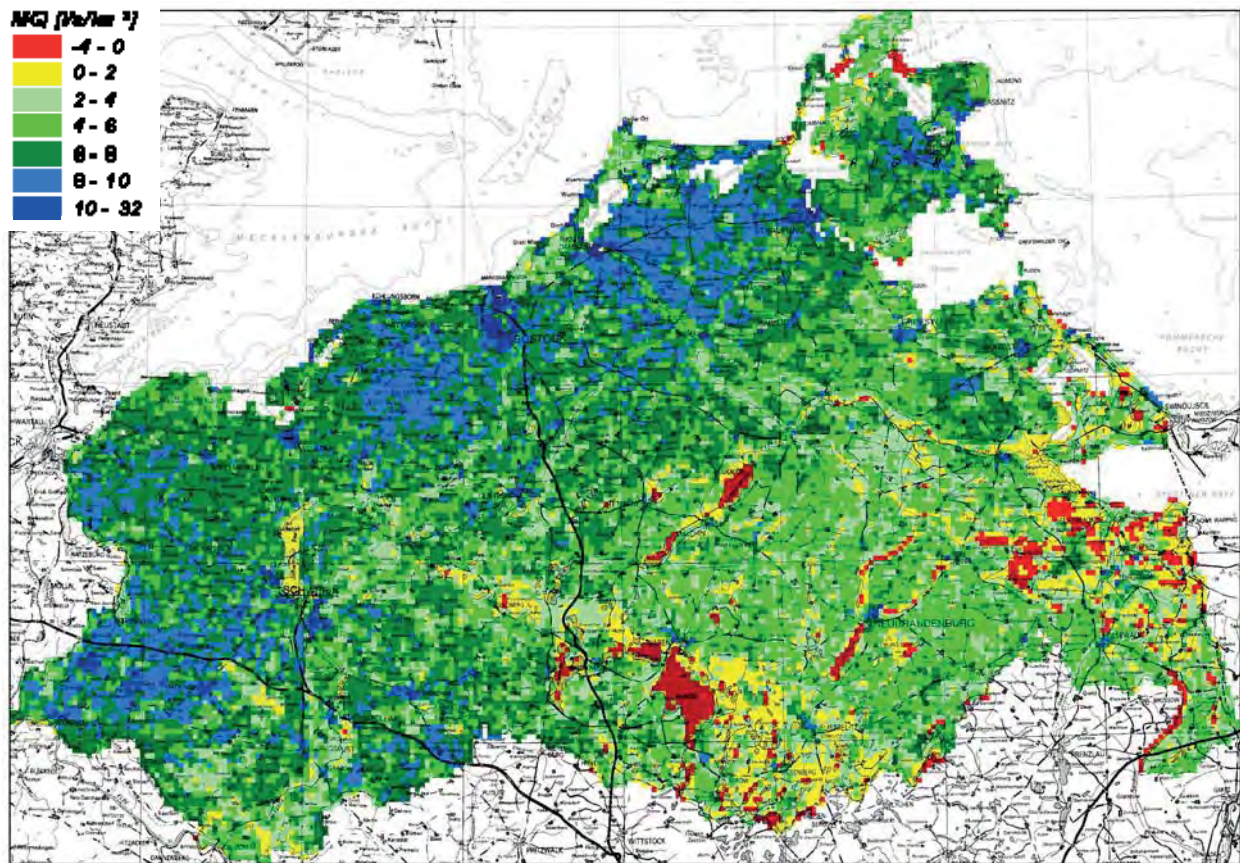


Abbildung 3-7: Gesamtabflusspende MQ

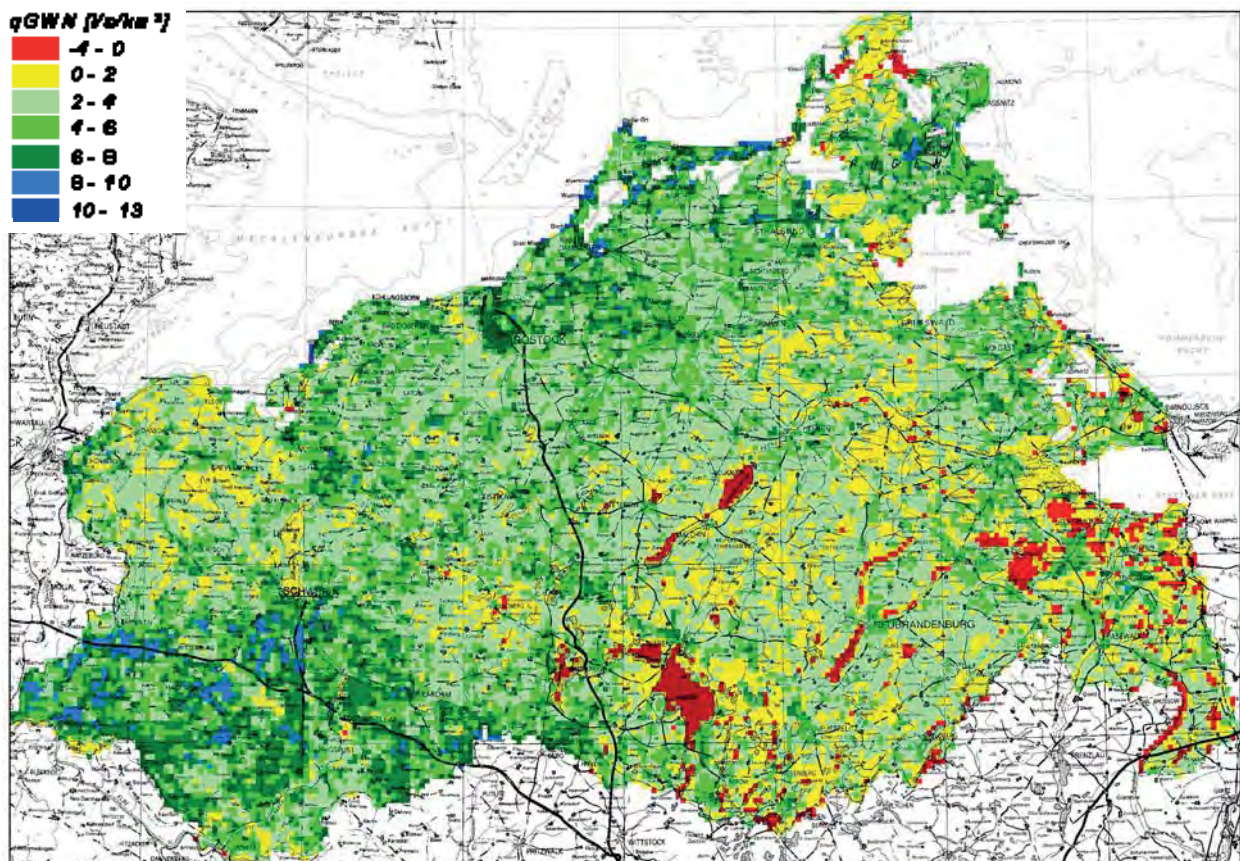


Abbildung 3-8: Grundwasserneubildung qGWN

4 Änderungen im Berechnungsverfahren

In Erläuterungsbericht HGN [2007] wurde zum Einfluss des kapillaren Wasseraufstieges auf die Grundwasserneubildungsraten folgendes ausgeführt:

„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 [2002] 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.“

Der o.a. Empfehlung wurde in der aktuellen Bearbeitung nachgekommen. In Abweichung zum ATV-DVWK-Merkblatt 504 wurde der kapillare Aufstieg auf die Summe der sommerlichen klimatischen Wasserbilanz entsprechend folgender Beziehung begrenzt.

$$KWB_{\text{Sommer}} = ET_{\text{MAX}} * (ET0_{\text{Sommer}} / ET0) - P_{\text{Sommer}}$$

KWB_{Sommer}	klimatische Wasserbilanz im Sommer
ET_{MAX}	maximale Standortverdunstung
$ET0_{\text{Sommer}}$	Grasreferenzverdunstung im Sommerhalbjahr
$ET0$	Grasreferenzverdunstung
P_{Sommer}	Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr (korrigiert)

Das Verhältnis $(ET0_{\text{Sommer}} / ET0)$ kann mit ca. **0,77** für Mecklenburg-Vorpommern angegeben werden. Es ergibt sich aus den Klimareihen (1971-2000) der Stationen Schwerin, Rostock-Warnemünde, Neuruppin und Greifswald.

Weiterhin erfolgte gegenüber der Bearbeitung HGN [2007] für den Direktabfluss eine Anpassung des Berechnungsalgorithmus. Der Direktabfluss wird jetzt ausgehend vom Regionalisierungswert sukzessive reduziert bis die Bedingung $GWN \geq 0$ erfüllt ist. Das heißt, auf Flächen, auf denen Direktabflüsse auftreten, wird keine Grundwasserzehrung zugelassen.

Für Mecklenburg-Vorpommern kann folgende mittlere Wasserbilanz angegeben werden:

$$0 = 666,5 \text{ mm} - 485,8 \text{ mm} - 58,3 \text{ mm} - 122,4 \text{ mm}$$

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

Die Begrenzung des kapillaren Wasseraufstieges auf die Wasserbilanz in der Sommerperiode bewirkt gegenüber den Berechnungen von HGN [2007] eine Verringerung der realen Verdunstung um ca. 20 mm. Die mittlere Grundwasserneubildung ist ca. 18% größer.

5 Ermittlung der mittleren Sickerwasserraten für des Winterhalbjahr

Auf Grundlage der aktuellen Grundwasserneubildungsberechnung erfolgte vertragsgemäß eine Prüfung der Machbarkeit einer Ausweisung der mittleren Sickerwasserraten für des Winterhalbjahr.

Folgende Berechnungsvorschrift wurde empirisch abgeleitet und mit dem LUNG abgestimmt:

Wenn **GWN > 0** dann **$GWN_W = \min\{GWN; (PKJ - PKS) - 0,6 \cdot RD - 0,28 \cdot ETa\}$**
 sonst **$GWN_W = 0$**

Die mittlere Sickerwasserrate für das Winterhalbjahr **GWN_W** ergibt sich aus der Wasserbilanzgleichung des Winterhalbjahres (**$GWN_W = (PKJ - PKS) - 0,6 \cdot RD - 0,28 \cdot ETa$**). Maximal jedoch kann die berechnete Grundwasserneubildung des Jahres (GWN) im Winter versickern, weshalb eine entsprechende Begrenzung erfolgte. Der Term **$0,6 \cdot RD$** ist ein Schätzwert und berücksichtigt die Erfahrung, dass der Direktabflusses im Winterhalbjahr allgemein größer ist. Es wird empfohlen, später hier eine Präzisierung anhand von Durchflussganglinien vorzunehmen. Weiterhin findet im Winter **28%** der realen Jahresverdunstung **ETa** statt (s. DVWK 238 [1996]: Tabelle 6.6). Grundwasserzehrung erfolgt entsprechend dem Gang der klimatischen Wasserbilanz nur im Sommerhalbjahr (Fall: $GWN \leq 0$).

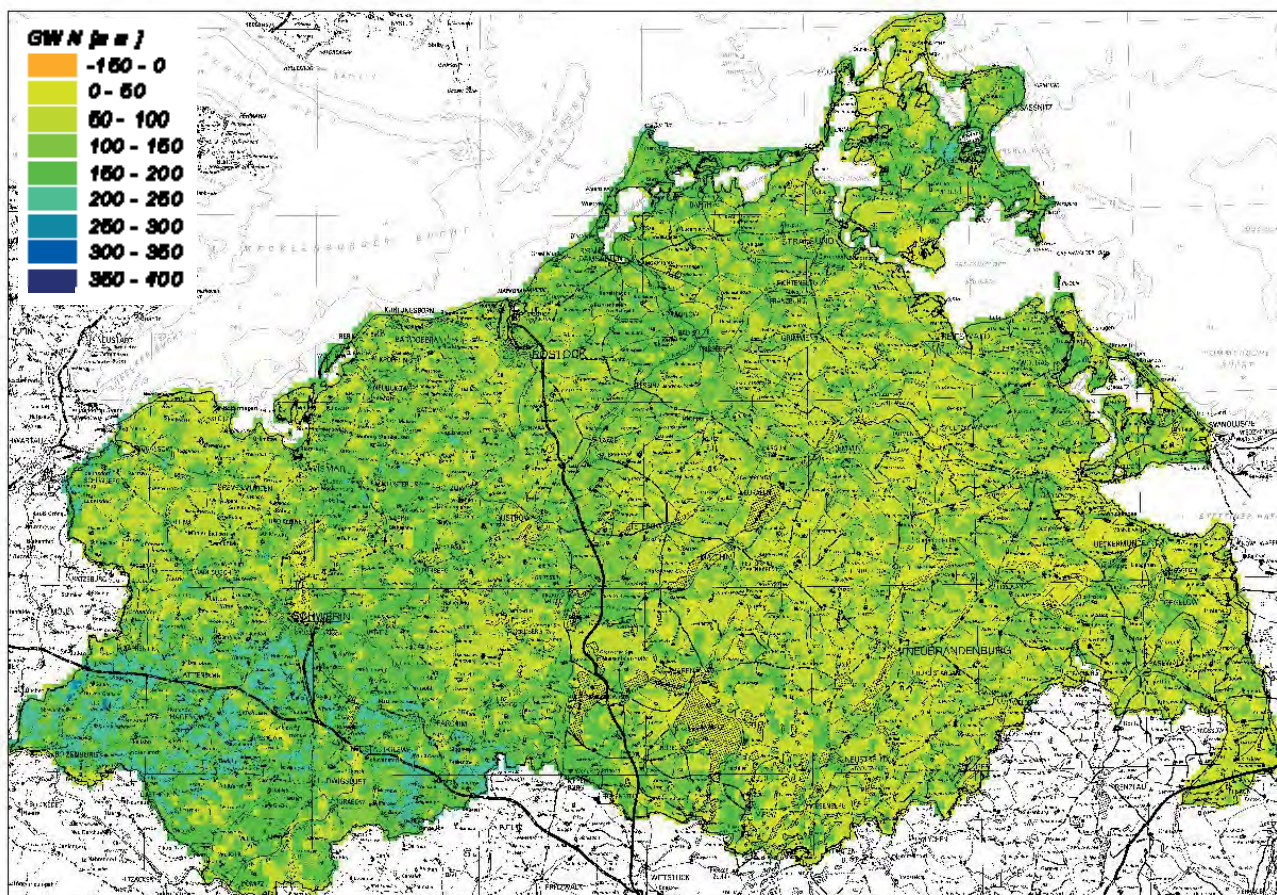


Abbildung 5-1: Mittlere Sickerwasserrate für das Winterhalbjahr GWN_W

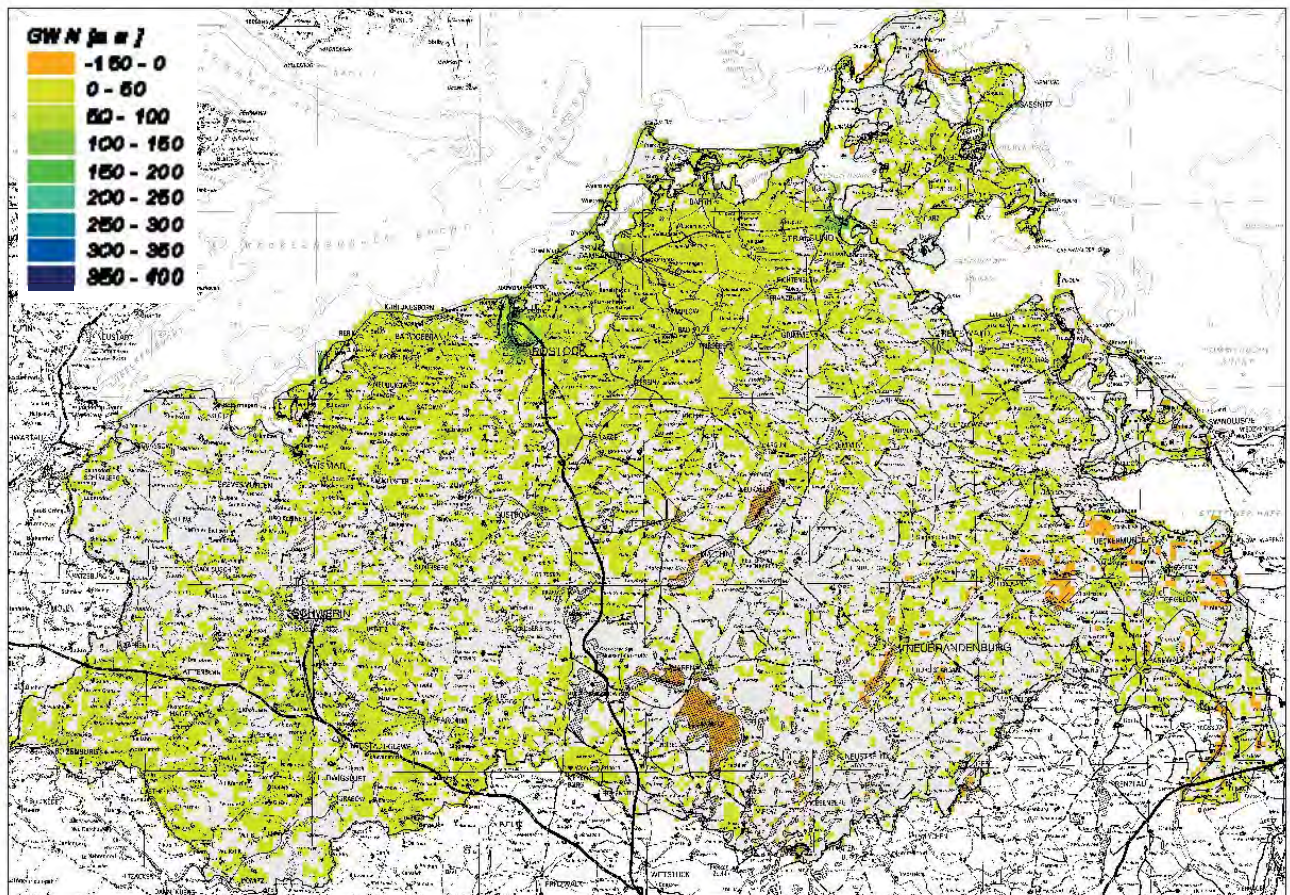


Abbildung 5-2: Mittlere Sickerwasserrate für das Sommerhalbjahr GWN_s

Die Berechnung der mittleren Sickerwasserrate für das Winterhalbjahr für Mecklenburg-Vorpommern erfolgte nach o.a. Algorithmus auf Grundlage der im Shape [RASTERMV] zusammengefassten und dokumentierten Wasserhaushaltsgrößen. Sie beträgt 111,2 mm.


.....
Dipl.-Ing. Toralf Hilgert
Projektleiter