

Den höchsten Wert für die Grundwasserneubildung weist der Pegel Westerburg/Schafbach auf, in dessen Einzugsgebiet fast ausschließlich tertiäre Basalte, Tuffe und Fließerden anstehen. Bei den mit Lehm und Tuff bedeckten Flächen tritt nach stärkeren Niederschlägen ein erhöhter Oberflächen- bzw. Zwischenabfluss auf, während im Bereich der anstehenden Basalte der Direktabfluss als relativ gering anzunehmen ist. Bei gleichzeitig hohen Jahresniederschlägen ist daher auch ein erhöhter Basisabfluss im Verbreitungsgebiet der tertiären Vulkanite zu erwarten.

Der Flächenanteil der tertiären Vulkanite ist mit ca. 75 % der Gesamtfläche auch im Pegelinzugsgebiet Kautenmühle/Eisenbach relativ hoch. Der geringere Niederschlag führt zu einem geringeren Basisabfluss und somit zu einer niedrigeren Grundwasserneubildungshöhe.

Das Einzugsgebiet des Pegels Heimborn/Nister erfasst etwa zu gleichen Flächenanteilen tertiäre Vulkanite und Gesteine des Unterdevons. Die Niederschläge sind mit 1134 mm/a sehr hoch. Bei einer im Westerwaldkreis vergleichsweise geringen Verdunstung führt dies zu einem sehr hohen Gesamtabfluss, sodass trotz des hohen Direktabflusses der Basisabfluss immer noch relativ groß ist.

Eine ähnlich hohe durchschnittliche Niederschlagshöhe liegt auch im Pegelinzugsgebiet Lützelauer Mühle/Kleine Nister vor. Dennoch ist die Grundwasserneubildung aufgrund einer höheren Verdunstung und eines relativ hohen Direktabflusses, bedingt durch einen hohen Anteil devonischer Gesteine mit geringer Trennfugendurchlässigkeit, geringer.

Auch im Einzugsgebiet des Pegels Isenburg/Saynbach zeigen die oberflächennah anstehenden devonischen Gesteine eine große Verbreitung. Während im Bereich des Ems-Quarzites s. l. eine höhere Neubildungsrate zu erwarten ist, ist vor allem bei den devonischen Ton- und Siltschiefern von einer geringen Grundwasserneubildung auszugehen. Die Auswertung der Ganglinie liefert für das gesamte Einzugsgebiet einen niedrigen Neubildungswert. Die vergleichsweise geringe Niederschlagshöhe bei gleichzeitig hoher Verdunstung führt zu einem geringen Gesamtabfluss und bedingt somit eine niedrige Grundwasserneubildung.

Trotz der großflächigen Lössüberdeckung im zugehörigen Einzugsgebiet weist der Pegel Niederelbert/Niederelberter Bach einen höheren Basisabfluss auf.

Das Einzugsgebiet des Pegels Arzbach/Hollerer-Wald Bach, das ausschließlich Ton- und Siltschiefer sowie quarzitisches Sandsteine des Oberems erfasst, weist im Projektgebiet die niedrigste Grundwasserneubildung auf.

Grundwasserneubildung in Trocken- und Nassjahren

Zur beispielhaften Darstellung der Grundwasserneubildung in besonders niederschlagsarmen bzw. niederschlagsreichen Jahren wurden das hydrologische Nassjahr 1994 und das hydrologische Trockenjahr 1996 ausgewählt und für zwei Pegel verglichen.

Die Abbildungen 5.21 bis 5.24 visualisieren die unterschiedlichen Abfluss- und Niederschlagsverhältnisse während der Jahre 1994 und 1996 für die Pegelinzugsgebiete Westerburg/Schafbach und Heimborn/Nister.

Bei einer Niederschlagsmenge von 1302 mm (Wetterstation in Guckheim) für das hydrologische Nassjahr 1994 beträgt die Grundwasserneubildung für den Pegel Westerburg/Schafbach 205 mm. Im hydrologischen Trockenjahr 1996 mit einer Niederschlagsmenge von 790 mm sinkt die Neubildung auf 89 mm. Für den Pegel Heimborn/Nister beträgt die Grundwasserneubildung für das hydrologische Nassjahr 181 mm, für das Trockenjahr 71 mm, bei einer Niederschlagsmenge von 1247 mm für 1994 bzw. 851 mm für 1996 (Wetterstation in Bad Marienberg).

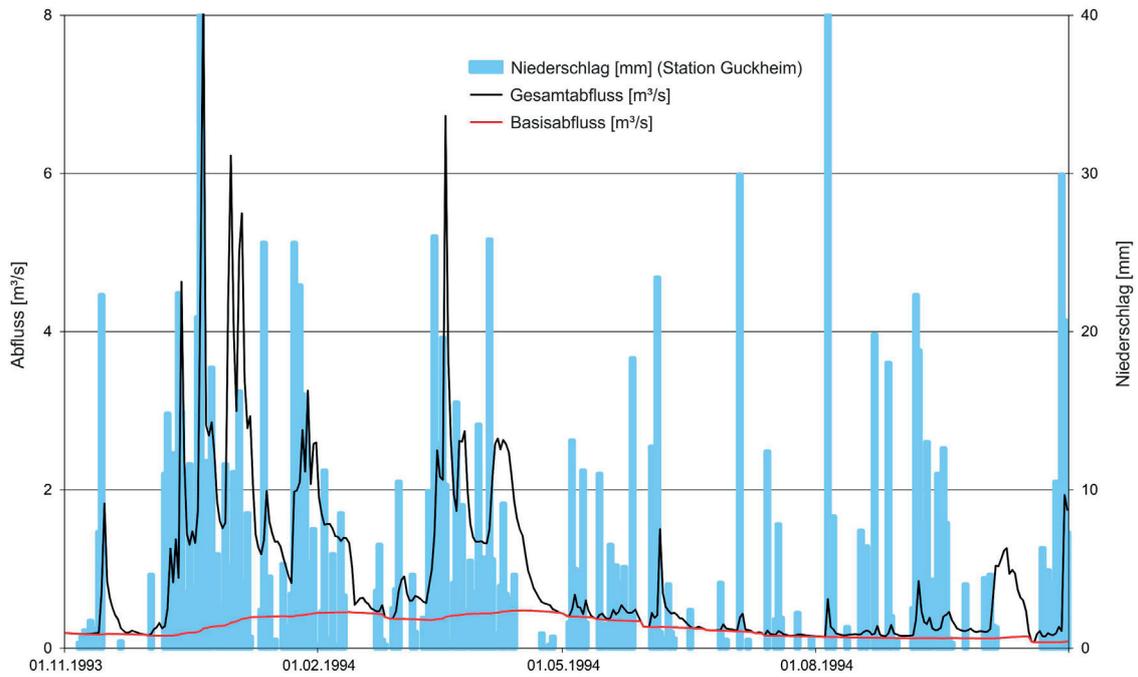


Abb. 5.21: Grundwasserneubildung im hydrologischen Nassjahr 1994 für das Pegelinzugsgebiet Westerburg/Schafbach.

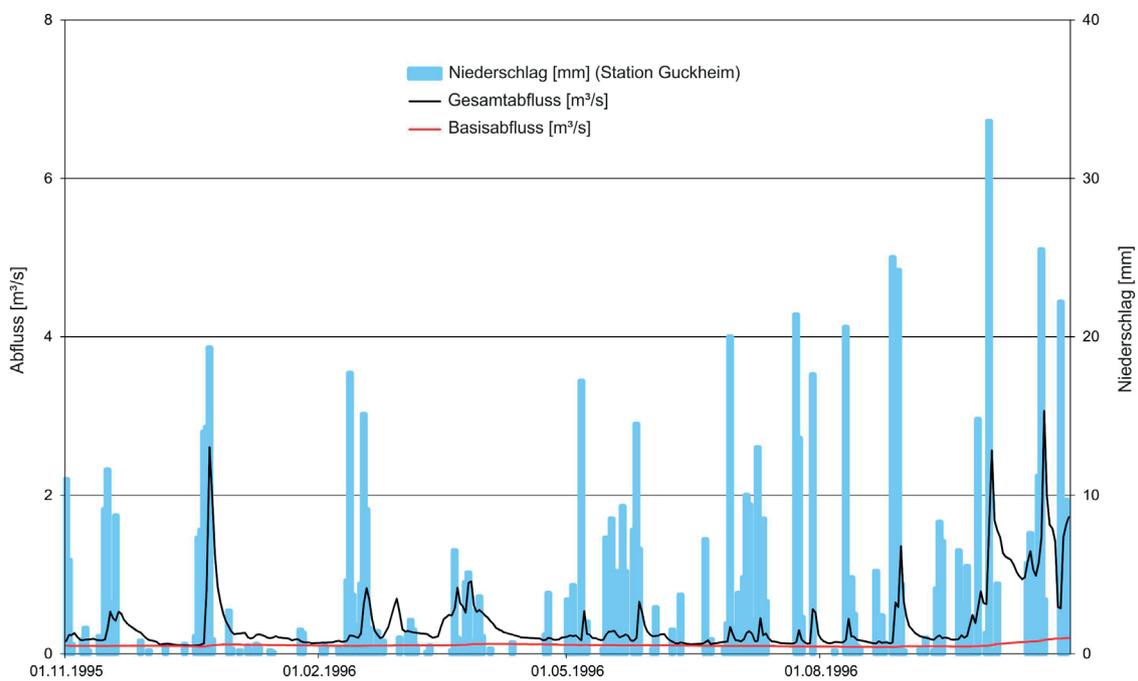


Abb. 5.22: Grundwasserneubildung im hydrologischen Trockenjahr 1996 für das Pegelinzugsgebiet Westerburg/Schafbach.

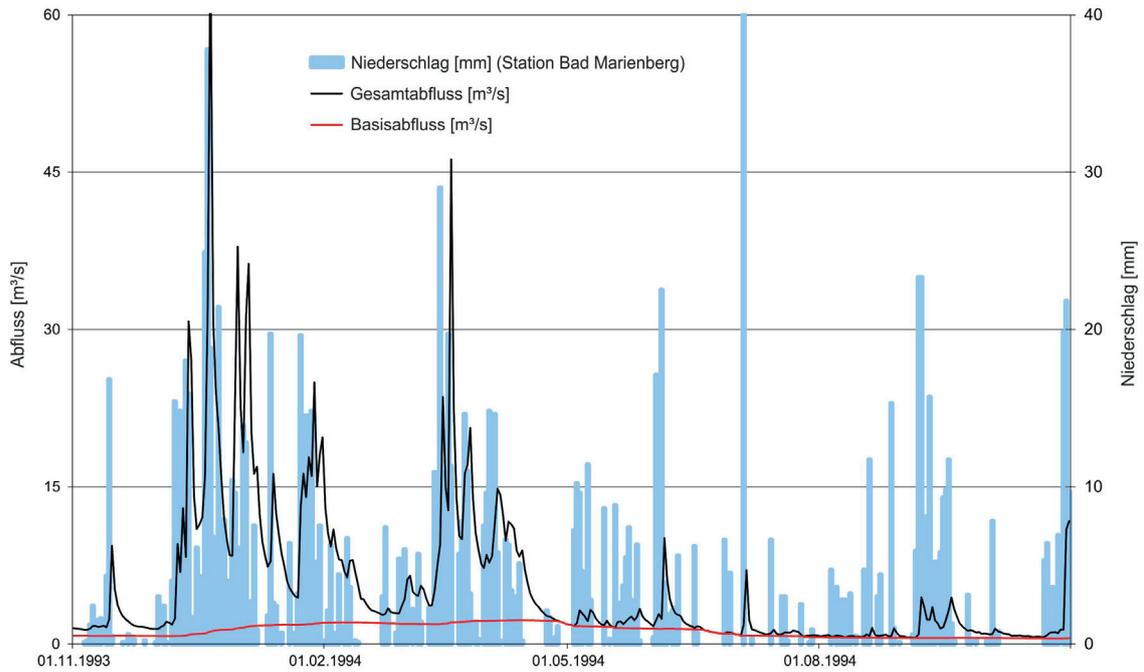


Abb. 5.23: Grundwasserneubildung im hydrologischen Nassjahr 1994 für das Pegelinzugsgebiet Heimborn/Nister.

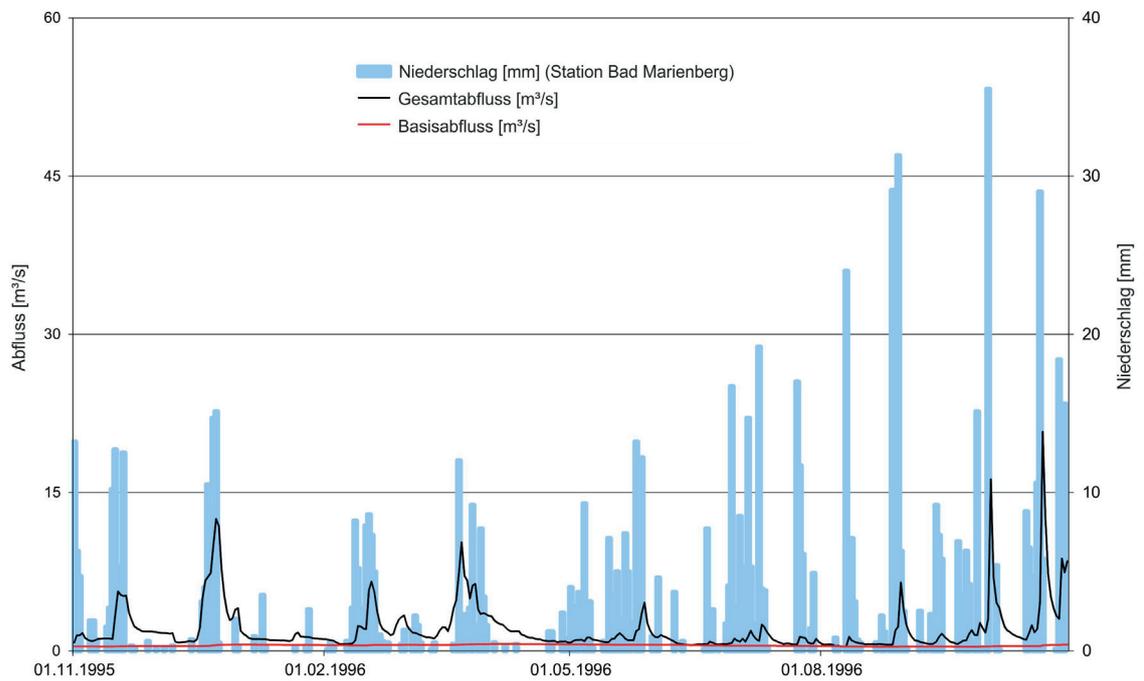


Abb. 5.24: Grundwasserneubildung im hydrologischen Trockenjahr 1996 für das Pegelinzugsgebiet Heimborn/Nister.

5.4.2. Grundwasserneubildung mittels rechnerischer Methoden

5.4.2.1 Regionalisierung des mittleren Niedrigwasserabflusses

Instrument für die Berechnung der Grundwasserneubildung ist das „Modell zur Regionalisierung des mittleren Niedrigwasserabflusses in Rheinland-Pfalz“ (LfW 2002). Die Ergebnisse des Modells dienen als Planungsgrundlage, um Belastungen von Gewässern durch Einleitungen öffentlicher und gewerblicher Kläranlagen besser abschätzen zu können. Mit dem Modell wird der an den Landespegeln ermittelte und um Messfehler korrigierte mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) nach hydrogeologischen Aspekten in die Pegel Einzugsgebietsfläche verteilt. Unter MNQ wird das arithmetische Mittel der niedrigsten Tagesmittelwerte des Abflusses jedes Jahres für die zu Grunde liegende Reihe verstanden. Zur Berechnung stehen das Gewässerkundliche Flächenverzeichnis (LUWG 2005) mit einer Untergliederung der Landesfläche in 7991 Gewässerabschnitte (Abb. 5.25) und MNQ-Werte von 118 Landespegeln für die Reihe 1979 bis 2008 zur Verfügung. Grundlage sind zudem die Hydrogeologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz (HÜK 300, LGB 2009) mit 26 hydrogeologischen Einheiten sowie dazugehörige, empirisch ermittelte Grundwasserneubildungsraten. Damit erhält man Werte für etwa drei Viertel der Landesfläche in den entsprechenden Pegel Einzugsgebieten. Um auch für die übrigen Gebiete Aussagen treffen zu können, wurden 23 Teilflächen (Übertragungsgebiete) nach hydrologischen und hydrogeologischen Gesichtspunkten abgegrenzt. Jeder Teilfläche sind ein oder mehrere gebietstypische Referenzpegel – meist in der Nachbarschaft – zugewiesen worden. Die Neubildungswerte in den Einzugsgebieten der Referenzpegel wurden damit als Eingangswerte für die Berechnung in den entsprechenden Teilflächen festgelegt.

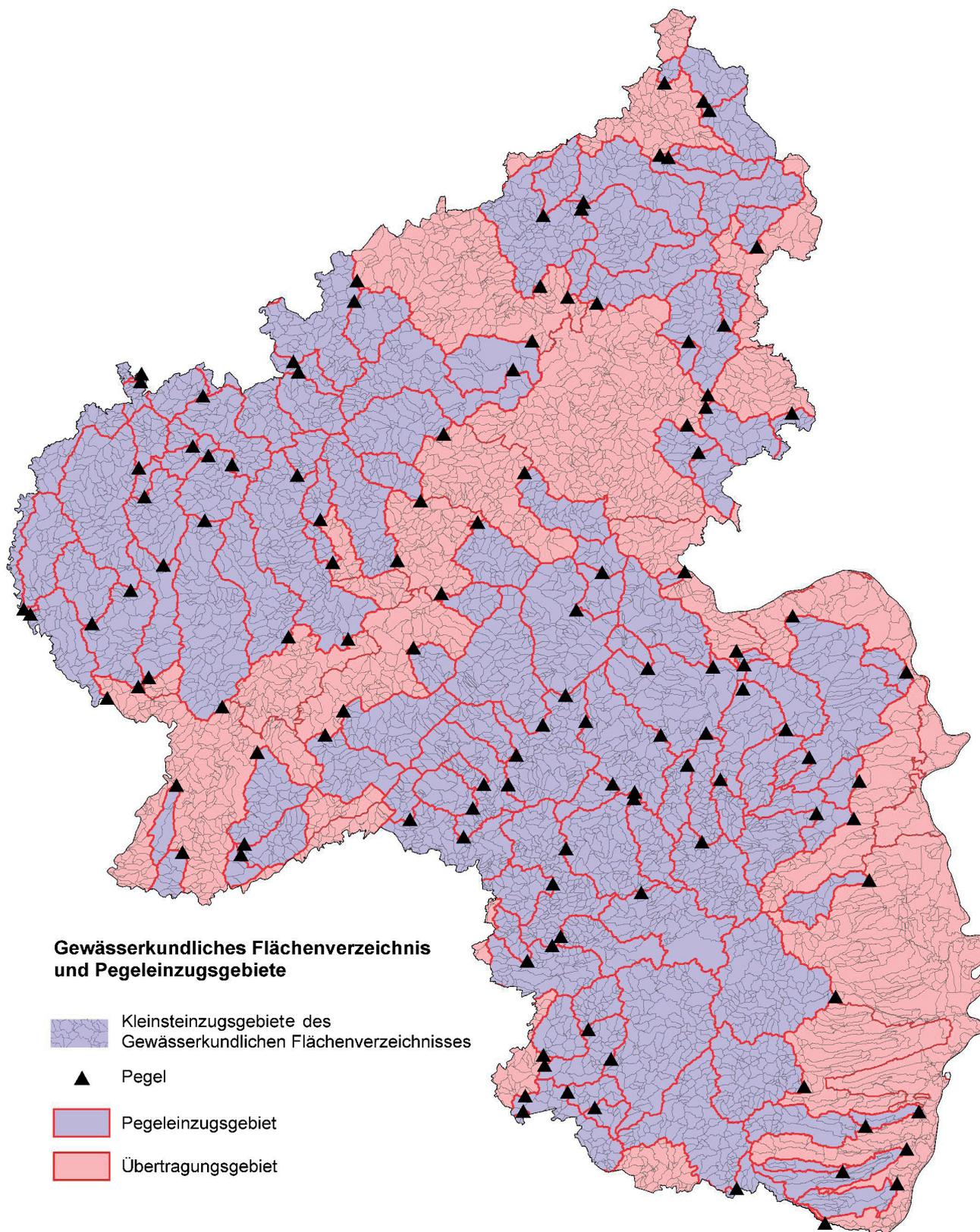
Nach der Verschneidung der Gewässerabschnitte mit den Flächenanteilen der hydrogeologischen Einheiten wird der Abfluss (MNQ) der Pegel zwischeneinzugsgebiete in die Gewässerabschnitte verteilt. Diese Verteilung erfolgt entsprechend der empirisch ermittelten Grundwasserneubildungsraten. Nach diesem Berechnungsschritt ergibt die Addition aller MNQ-Werte der Gewässerabschnitte im Einzugsgebiet den gemessenen MNQ-Wert am Pegel. Das Modell liefert mittlere Niedrigwasserabflusswerte für jeden Gewässerabschnitt wie auch für jedes frei gewählte Einzugsgebiet (Anlage 13).

Die Niedrigwasserabflusswerte können auch kumulativ dargestellt werden, d.h. die MNQ-Einzelwerte der Kleinst-einzugsgebiete sind entlang des Gewässerlaufs aufsummiert. Das kumulative MNQ zeigt damit den tatsächlichen Abflusswert für jedes Kleinst-einzugsgebiet des Gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses (Anlagen 14).

Die mittlere Niedrigwasserabflusshöhe beträgt für das Bearbeitungsgebiet 77 mm/a bzw. 76 Mio. m³/a. Da in die Berechnung nur die niedrigsten Tageswerte eines jeden Jahres (Reihe 1979 bis 2008) eingehen, liegt die mittlere Niedrigwasserabflusshöhe deutlich unter der mittleren Grundwasserneubildungsrate.

5.4.2.2 Grundwasserneubildung nach KILLE und WUNDT

Zur Berechnung der Grundwasserneubildungsraten im Untersuchungsraum wird das „Modell zur Regionalisierung des mittleren Niedrigwasserabflusses in Rheinland-Pfalz“ (LfW 2002) in modifizierter Weise verwendet. Hierzu werden die Abflussdaten von 14 Pegeln ausgewertet, wobei 5 Pegel im Bearbeitungsgebiet liegen. Um mit natürlichen Abflusswerten rechnen zu können, müssen die am Pegel gemessenen Abflusswerte in mehreren Schritten korrigiert werden. An einigen Pegeln sind die Niedrigwasserabflusswerte durch Verkrautung im Gerinne unplausibel hoch. Sie werden durch Vergleich mit unbeeinflussten Ganglinien benachbarter Pegel korrigiert. Zum anderen werden die Grundwasserentnahmen der öffentlichen und privaten Wasserversorgung als „abflussschwächende“ Komponente im Pegel Einzugsgebiet zum gemessenen Abfluss addiert und die Schmutzwassermengen der öffentlichen Kläranlagen sowie der Direkteinleiter als „abflusserhöhende“ Komponente vom gemessenen Abfluss subtrahiert.



Gewässerkundliches Flächenverzeichnis und Pegeleinzugsgebiete

- Kleinstzugsgebiete des Gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses
- Pegel
- Pegeleinzugsgebiet
- Übertragungsgebiet

Abb. 5.25: Gewässerkundliches Flächenverzeichnis und Pegeleinzugsgebiete in Rheinland-Pfalz.

Die mittlere jährliche Grundwasserneubildung wird im Projektgebiet mit zwei Verfahren berechnet. Dabei kommt in Gebieten mit einem Niederschlagsdargebot von weniger als 900 mm/a das MoMNQ_r-Verfahren nach KILLE (1970) zum Einsatz (Abb. 5.26).

Verfahrensbereiche zur Berechnung der Grundwasserneubildung

- 1 SoMoMNQ-Verfahren (WUNDT_{SOMMER})
in Festgesteinsgebieten mit mehr als
900 mm/a Niederschlag
- 2 MoMNQ_r-Verfahren (KILLE)
in Festgesteinsgebieten mit weniger als
900 mm/a Niederschlag

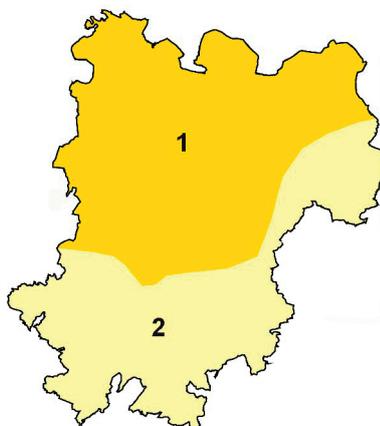


Abb. 5.26: Verfahrensbereiche zur Berechnung der Grundwasserneubildung im Westerwaldkreis.

Direktabfluss und verzögerter Zwischenabfluss werden bei diesem Verfahren durch Medianbildung von 360 monatlichen Niedrigstwerten (NQ) der Reihe 1979 bis 2008 eliminiert. Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes liegen die mittleren Niederschlagshöhen zum Teil deutlich über 900 mm/a. In diesen Gebieten mit stärkeren Reliefunterschieden macht sich der verzögerte Zwischenabfluss als Teil des Direktabflusses in den NQ-Werten der Winterhalbjahre stärker bemerkbar. Daher wird hier die Grundwasserneubildungshöhe nach dem SoMoMNQ-Verfahren nach WUNDT (1958) berechnet. Man erhält sie durch arithmetische Mittelung von 180 monatlichen NQ-Werten der hydrologischen Sommerhalbjahre der Reihe 1979 bis 2008. Zur Ermittlung der „natürlichen“ Grundwasserneubildung (GWNEU_{natürlich}) müssen in jedem Pegelzugsgebiet bzw. Pegelzweischenezugsgebiet die störenden Einflüsse von Grundwasserentnahmen (ENT) und Schmutzwassereinleitungen von Kläranlagen (EIN) nach der Formel

$$\text{GWNEU}_{\text{natürlich}} = \text{GWNEU}_{\text{Pegel}} + \text{ENT} - \text{EIN}$$

eliminiert werden.

Für das Bearbeitungsgebiet ergibt sich mit dieser Methode eine durchschnittliche Grundwasserneubildungshöhe von 129 mm/a bzw. 127 Mio. m³/a. In der Kartendarstellung (Anlage 15) hebt sich das tertiäre Vulkanfeld deutlich von den devonischen Grundgebirgsarealen ab. Im Verbreitungsgebiet der tertiären Vulkanite herrschen Grundwasserneubildungshöhen von 125 bis 200 mm/a vor. Auch die höchste Neubildung mit Werten zwischen 175 und 200 mm/a tritt im Nordosten des Untersuchungsgebietes in der Westerwälder Basalthochfläche auf. In den Grundgebirgsbereichen liegt die Grundwasserneubildungshöhe dagegen bei 75 bis 125 mm/a, bereichsweise auch darunter. Eine Ausnahme bildet das Umfeld der Montabaurer Höhe im Südwesten des Untersuchungsgebietes, das mit überwiegend 125 bis 175 mm/a eine relativ hohe Grundwasserneubildungsrate zeigt.

5.4.3 Vergleich der Methoden BOUGHTON/CHAPMAN und KILLE/WUNDT

Damit ein direkter Vergleich zwischen den beiden Methoden möglich ist, sind die rechnerisch ermittelten Grundwasserneubildungswerte für die Teileinzugsgebiete nach KILLE/WUNDT auf die Flächen der Pegelinzugsgebiete umgelegt worden (Abb. 5.27).

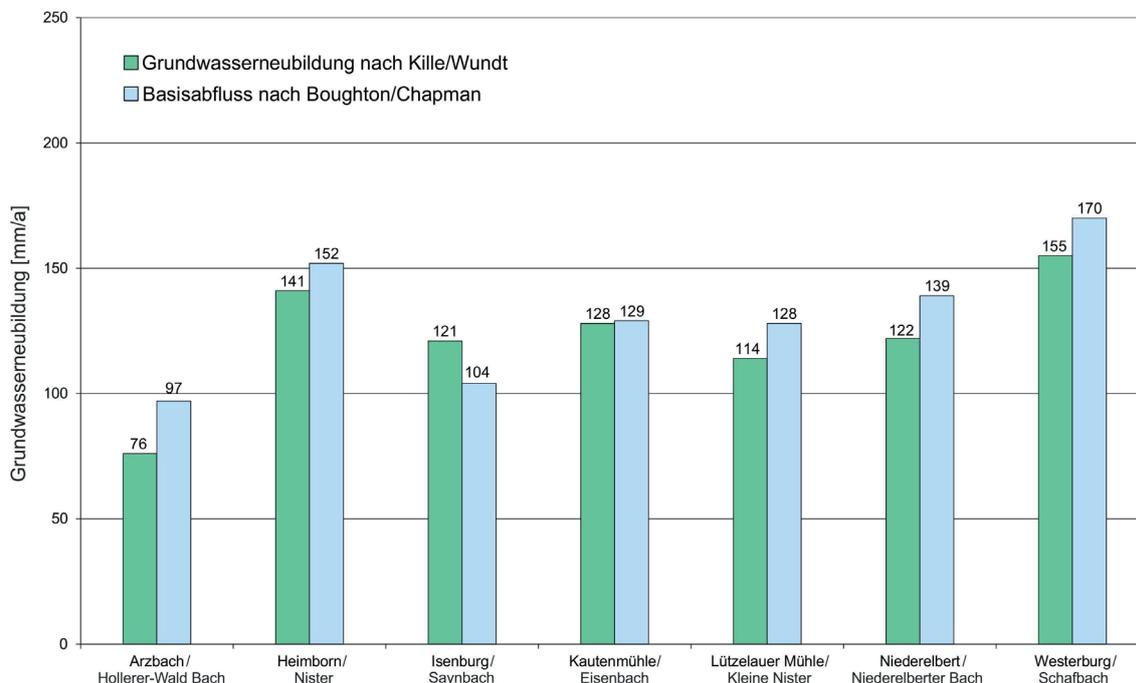


Abb. 5.27: Ergebnisse der beiden Methoden zur Ermittlung der Grundwasserneubildung.

Im direkten Vergleich der beiden Methoden zeigt sich im Allgemeinen eine gute Übereinstimmung der ermittelten Grundwasserneubildungsraten. Eine größere Differenz mit 22 % tritt nur bei dem Pegel Arzbach/Hollerer-Wald Bach auf, ansonsten liefert die rein rechnerische Methode einen zwischen 1 bis maximal 12 % niedrigeren Grundwasserneubildungswert als die grafische Methode. Ausnahme ist der Pegel Isenburg/Saynbach, bei dem der Wert nach BOUGHTON/CHAPMAN 14 % niedriger als der Vergleichswert nach KILLE/WUNDT liegt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Methode KILLE/WUNDT die Mindestmenge der Grundwasserneubildung erfasst. Diese Neubildungsraten sind für die Trinkwasserversorgung relevant, da sie auch in Trockenzeiten zur Verfügung stehen. Die Methode BOUGHTON/CHAPMAN liefert eine realistische Grundwasserneubildung unter Berücksichtigung von Nass- und Trockenjahren.

In Einzugsgebieten von Wasserfassungen (vorrangig Quellwasserfassungen), die einen gewissen Anteil an Direktabfluss – meist den langsamen Zwischenabfluss – mit erfassen, liegt die tatsächliche Grundwasserneubildung erfahrungsgemäß über den hier ermittelten Werten.

Bei Fragen der Bewirtschaftung des Grundwassers muss die hydrogeologische und hydrologische Situation im Einzelfall untersucht werden, wobei die vorliegenden Ergebnisse der Kartierung eine gute Orientierung bieten.