

Grundwasser im Vogelsberg

Bernd Leßmann, Hans-Jürgen Scharpff, Angelika Wedel, Klaus Wiegand



Inhalt

Vorwort	3
1. Geographischer und geologischer Überblick	4
2. Klima	6
3. Grundwasserstockwerke	7
3.1. Grundwasser	7
3.2. Grundwasserstockwerksabfolge	7
3.3. Hydrogeologische Zonen	8
4. Hydrogeologische Kartierung	10
4.1. Grundwasseraustritte	10
4.1.1. Oberwaldzone	10
4.1.2. Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke	11
4.1.3. Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung	11
4.2. Abflußverhalten von Fließgewässern	14
4.3. Abflußpenden und Abflußabgaben	15
5. Grundwasserstockwerke und Grundwasserentnahme	18
5.1. Grundwasserstockwerksbau	18
5.2. Grundwasserentnahme	20
6. Wassergewinnung	25
7. Umweltverträgliche Grundwasserförderung	28
Impressum	32

Vorwort

Die Grundwasserentnahmen im Vogelsberg, neben dem Hessischen Ried die tragende Säule der öffentlichen Wasserversorgung im Ballungsraum Rhein-Main, waren vor wenigen Jahren noch heftig in der Diskussion. Die vielfach emotionalen Auseinandersetzungen zwischen der Bevölkerung sowie den Interessenverbänden im Vogelsberg und den überregionalen Versorgungsunternehmen wurden noch auf unzureichenden fachlichen Grundlagen geführt, bzw. wurden überhaupt erst dadurch ausgelöst.

Mit umfangreichen Untersuchungen, Dokumentationen und Handlungsanleitungen, wie dem „Übergreifenden Gutachten zur Wassergewinnung im Vogelsberg“, dem „Bericht zur Hydrogeologie des Vogelsberges“ und dem „Leitfaden zur umweltverträglichen Wassergewinnung im Vogelsberg“ konnte der Kenntnisstand über die Grundwasserverhältnisse, u.a. die Besonderheiten im vulkanischen Vogelsberg, deutlich verbessert werden. Damit wurde eine wesentliche Versachlichung, insbesondere in laufenden Wasserrechtsverfahren herbeigeführt.

Die Broschüre fasst die wesentlichen fachlichen Inhalte der nun vorliegenden wissenschaftlichen Grundlagenarbeiten in kurzer und allgemein verständlicher Form zusammen. Sie soll bei noch ausstehenden wasserrechtlichen Entscheidungen den am Verfahren Beteiligten die Beurteilung und Entscheidungsfindung erleichtern.



Wilhelm Dietzel
Staatsminister
Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und
Naturschutz

1. Geographischer und geologischer Überblick

Der Vogelsberg ist mit ca. 2.300 km² eines der größten zusammenhängend aufgeschlossenen Vulkangebiete des europäischen Festlands.

Er liegt in der Mitte Hessens (Abb. 1) im Hessischen Bruchschollen-Tafelland, das durch tektonische Störungen, Gräben und Horste gekennzeichnet ist.

Seine naturräumliche Gliederung umfasst den Oberwald, ein überwiegend bewaldetes Gebiet oberhalb von

Charakteristisch für den Vogelsberg ist ein radial-strahliges Flußsystem. Die Bäche und Flüsse haben sich im Süden und Südwesten besonders tief eingeschnitten. So ist eine Aufgliederung in Riedel (Höhenzüge) und Täler entstanden. Das Gefälle vom Oberwald zum Vogelsberggraben ist in den Tälern von Nidda und Nidder am größten.

Während des Tertiärs, dem geologischen Zeitabschnitt zwischen 65 und 2,5 Mio. Jahren vor heute, wurden über eine Zeitdauer von ca. 15 Millionen Jahren immer wieder, zeitlich unterbrochen, vulkanische Schmelzen zutage gefördert. Die Hauptförderphase lag zwischen 17 und 15 Mio. Jahren vor heute. Es sind hauptsächlich Basaltvarietäten (z.B. Basanite, Alkaliolivinbasalte), die mit vulkanischen Auswürflingen (Vulkanklastika) unterschiedlicher Körnung, hauptsächlich Tuffen, wechsellagern. Die Ablagerungen bilden einen schichtigen, linsig verzahnten Aufbau.

Die untere Begrenzung der vulkanischen Abfolge im Zentrum des Vogelsberges ist bisher nicht nachgewiesen. Die 1996 abgeteufte Forschungsbohrung Ulrichstein im Hohen Vogelsberg (669 m ü. NN) hat mit einer Endteufe von ca. 656 m unter der Geländeoberfläche die Basaltbasis nicht erreicht.

Am Rand des Vulkangebietes findet man neben jungen, unverfestigten Ablagerungen des Quartärs (ein geologischer Zeitabschnitt, der vor 2,5 Mio. Jahren begann und bis heute andauert) vor allem Schichten des Buntsandsteins im Süden und Osten sowie Muschelkalk im Südosten (Abb. 2).

In die vulkanischen Ablagerungen eingeschaltet sind vereinzelt geringmächtige Braunkohlevorkommen, die eine üppige Vegetation in warm-feuchtem Klima zur Zeit der Magmenförderung belegen. Kleinere Lagerstätten von Brauneisenerz und Bauxit (aluminiumhydroxidreiche Verwitterungsprodukte), der längere Trockenzeiten in wechselfeuchtem Klima zu seiner Entstehung

braucht, findet man vorwiegend im westlichen und nordwestlichen Vogelsberg.

Eine Besonderheit, die reliktsch noch im Westerwald, Taunus und Pfälzer Wald vorkommt, ihre größte Verbreitung aber im Vogelsberg hat, sind fossile lateritische (mit Eisenoxiden angereicherte) Roterden als Produkt der Basaltverwitterung im Tertiär. Gegenwärtig entstehen sie als typische, besonders tiefgründige Waldböden in den feuch-

ten Tropen. Fossile Roterden zeichnen durch ihre oberflächige Verkrustung alte Landoberflächen nach. Im heutigen Klima werden sie allerdings sehr schnell abgetragen.

Der Vogelsberg ist forst- und landwirtschaftlich geprägt. In den Hochlagen des Oberwaldes und auf hochgelegenen Hängen gibt es Lockerbraunerden. An exponierten Steillagen des vulkanischen Vogelsberges, wo die Erosion eine tiefgründige Bodenentwicklung verhindert, haben sich flachgründige Böden (Ranker) entwickelt. Diese

Lagen werden vorwiegend forstwirtschaftlich genutzt. Großflächig mittelgründige Braunerden auf den Plateaus dienen hauptsächlich der Landwirtschaft.

Außerdem gibt es z. B. im mittleren Niddatal oberhalb von Eichelsdorf und im Bereich des Hochwasserrückhaltebeckens Ulfa reliktsch Niedermoore. Zwischen Geiselstein und Taufstein im Oberwald hat sich über einer wasserstauenden Schicht ein Hochmoor gebildet, das 1974 zum Naturschutzgebiet erklärt wurde.

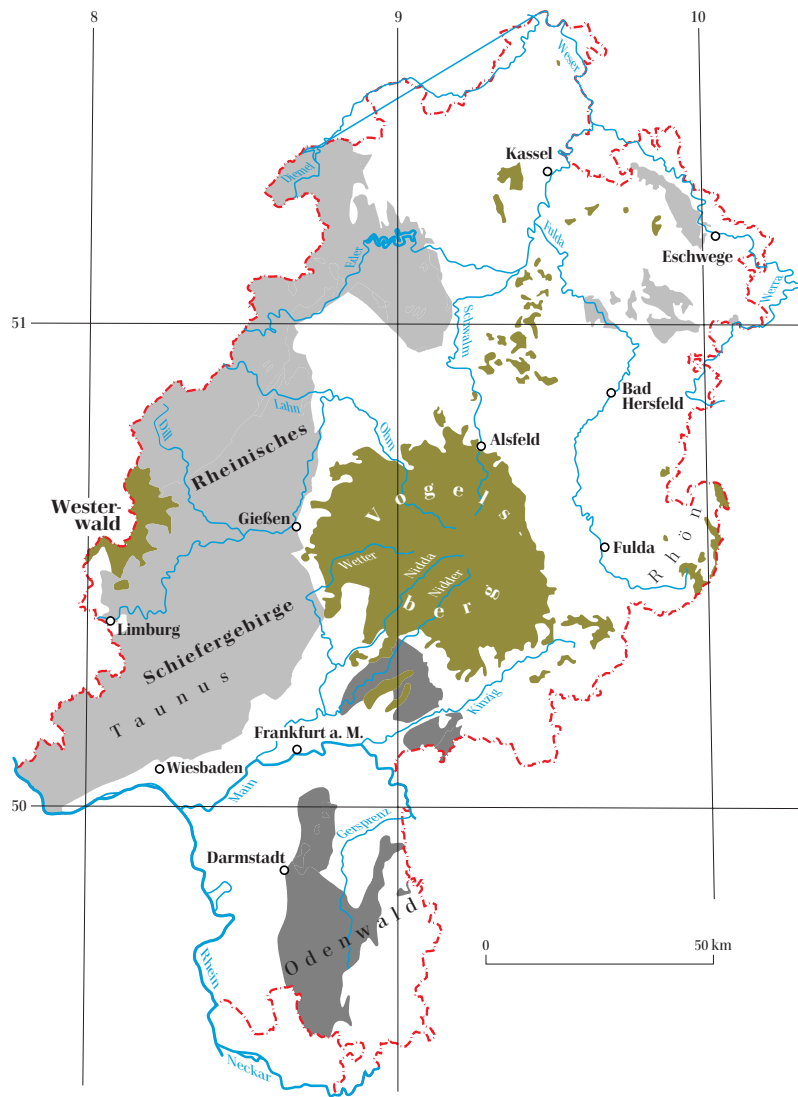


Abb. 1. Grofräumige Lage des Vogelsberges.

600 m ü. NN, den Hohen Vogelsberg, dessen Begrenzung nahezu der 500 m-Höhenlinie folgt, den Unteren Vogelsberg, der den Hohen Vogelsberg in einem bis zu 20 km breiten Ring umschließt und den Vorderen Vogelsberg, der die sich nach Nordwesten erstreckenden Basaltdecken umfaßt. Die höchsten Erhebungen sind der Taufstein (774 m ü. NN), der Hoherodskopf (764 m ü. NN) und der Sieben Ahorn (753 m ü. NN) (Abb. 2).

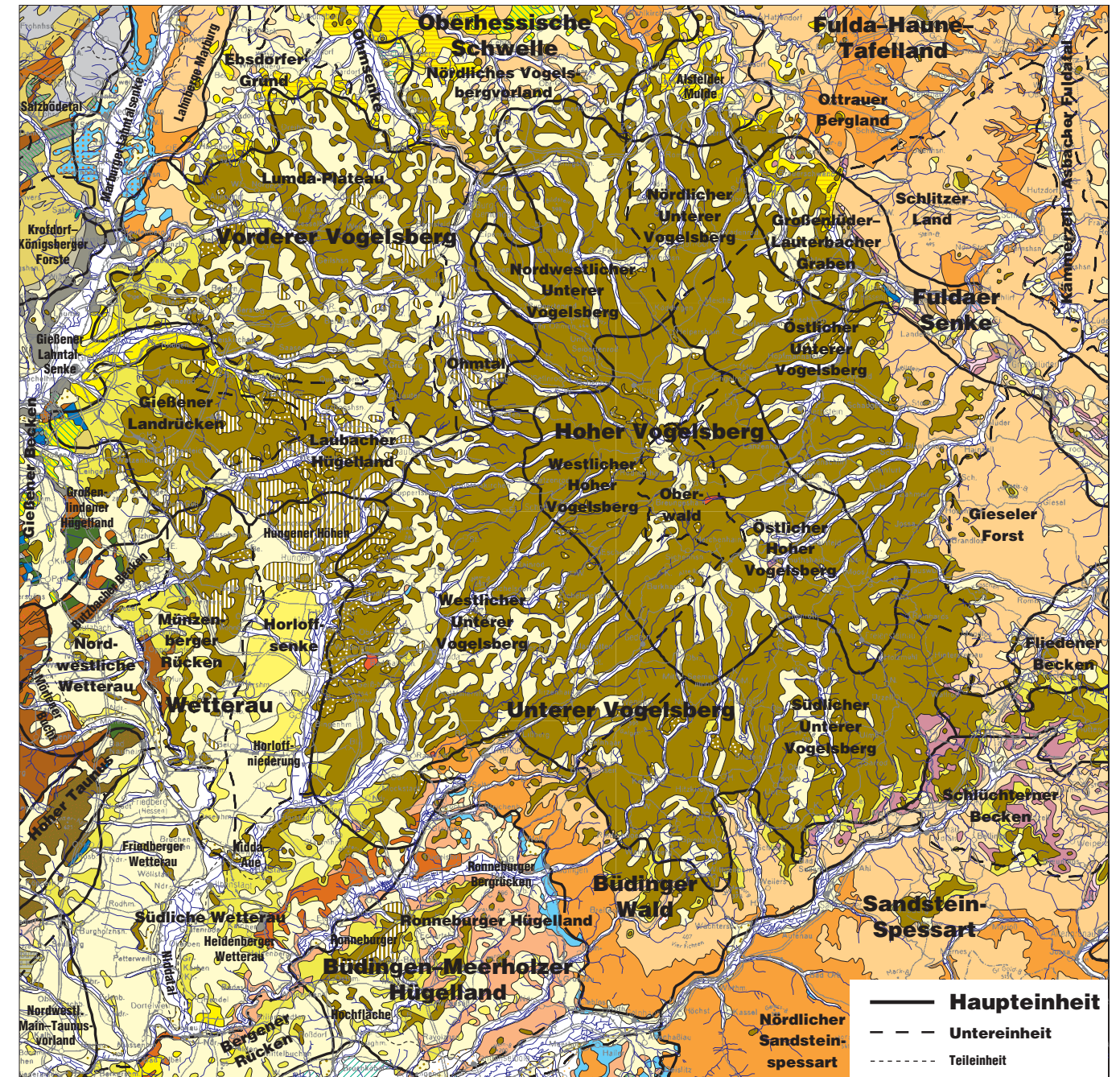


Abb. 2. Naturräumliche Gliederung und geologische Übersicht des Vogelsberges und seiner Umgebung.

2. Klima

Der Vogelsberg ist klimatisch durch hohe Niederschlagsmengen gekennzeichnet, bedingt durch die Steigungsregen, die in unseren Breiten in den Mittelgebirgslagen an Westhängen abregnen. Im Mittel werden im Hohen Vogelsberg von der Station Ulrichstein Niederschlagsmengen von rd. 1200 mm/Jahr gemessen (Abb. 3). Die Jahre 1976 mit weniger als 700 mm und 1994 mit weniger als 800 mm Jahresniederschlag sind seit 1960 die bis jetzt niederschlagsärmsten im Hohen Vogelsberg.

Im Vergleich zum Vogelsberg liegen die jährlichen

Niederschlagsmengen im Mittel in der wasserarmen Wetterau zum Teil bei lediglich ca. 500 mm/Jahr.

Im Vogelsberg lassen sich drei Niederschlagszonen unterscheiden:

- 1) Im Mittelgebirgsbereich oberhalb 600 m ü. NN fällt der Hauptanteil der Niederschlagsmenge im langjährigen Mittel während der Wintermonate, bildet aber noch ein sommerliches Nebenmaximum (z.B. Station Ulrichstein, Abb. 3).
- 2) Niederungen mit Höhenlagen zwischen 100 und 300 m

ü. NN sind durch niedrige Windgeschwindigkeiten, hohe Lufttemperaturen und geringe Niederschlagshöhen gekennzeichnet. Der Hauptanteil des Niederschlags fällt in den Sommermonaten (z. B. Station Villingen, Abb. 3).

- 3) In einem Übergangsbereich zwischen 300 und 600 m ü. NN treten Mischtypen auf. Sie weisen eine ausgegli-

chene Niederschlagsverteilung zwischen Sommer- und Wintermonaten auf (z.B. Station Bindsachsen, Abb. 3).

Die mittleren Niederschlagsmengen nehmen vom Fuß des Vogelsberges bis zum Oberwald zu.

3. Grundwasserstockwerke

3.1. Grundwasser

Die Nutzung des Wassers hat in der Geschichte schon früh erstaunliche Höhepunkte erzielt, denkt man nur an die geschickte Ausnutzung der jährlichen Nilhochwässer in Ägypten (ca. 3500 v. Chr.), den ausgeklügelten Kanaltbau der Sumerer in Mesopotamien um 3000 v. Chr. und schließlich die Aquädukte römischer Ingenieure um die Zeitenwende.

Ganz anders verhält es sich mit der Entwicklung der Wissenschaft vom Wasser, seinen Erscheinungsformen und Eigenschaften über und unter der Erdoberfläche. Bis zum Ende des 15. Jahrhunderts hielten sich Vorstellungen von unterirdischen Wasseradern, die den Erdkörper durchziehen, Quellen und Flüsse speisen.

Mit zunehmendem Verständnis geologischer und meteorologischer Vorgänge und mit der Entwicklung neuer Meß- und Untersuchungsmethoden entwickelte und bestätigte sich eine Vorstellung vom Kreislauf des Wassers, dessen Bestandteile mittlerweile begrifflich genormt sind. Die erste [D]eutsche [I]ndustrie [N]orm, die wasserwirtschaftliche und hydrologische Begriffe in ihrer Bedeutung zum besseren gegenseitigen Verständnis festlegt, erschien 1944, eine zweite 1954 und eine dritte 1979. In der DIN 4049 ist der Begriff Grundwasser definiert als unterirdisches Wasser (unterhalb der Bodendecke), das die Hohlräume der Erdkruste zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft bestimmt wird.

Hohlräume in der Erdkruste sind Porenräume in Lockergesteinen wie Sand oder Kies, sowie Klüfte in verfestigten, kompakten Gesteinen, wie Sandsteinen oder Basalten. Eine besondere Stellung nehmen Karsthohlräume in z. B. kalkigen Gesteinen ein. Je nach Art des Gesteins unterscheidet man Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter.

Der Vogelsberg ist ein Kluftgrundwasserleitersystem.

Niederschlagswasser aus Regen und Schnee, das in den klüftigen Schichten versickert, füllt die Hohlräume im Gestein mehr oder weniger, je nach dem, wie das Wasser an unterlagernde Schichten weitergegeben wird und wie groß die Hohlräume sind. Man unterscheidet grund-

wasserleitende, grundwassergeringleitende und grundwassernichtleitende Schichten. Durch feine Haarrisse, die kleiner als ca. 4/1000 mm (4µm) groß sind, dringt kein Wasser mehr. Schichten mit Kluftweiten in dieser Größenordnung sind grundwassernichtleitend bzw. grundwasserstauend. Die wasserleitenden Schichten (Grundwasserleiter) können vollständig mit Wasser gefüllt, wassergesättigt, sein. Sie können aber auch nur bis zu einer bestimmten Höhe durchgehend wassererfüllte Kluft Räume haben. Zwischen wasserleitenden und überlagernden Schichten befinden sich dann wasserungesättigte Bereiche.

3.2. Grundwasserstockwerksabfolge

Zwischen 1994 und 1999 wurden vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung (HLfB) hydrogeologische Geländeuntersuchungen und Datenrecherchen durchgeführt. Die Kenntnisse über die hydraulischen Zusammenhänge in der vulkanischen Grundwasserstockwerksabfolge zeigen, wo Beeinträchtigungen durch die Grundwasserförderung aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten möglich sind und wo sie ausgeschlossen werden. Die Untersuchungen bilden die hydrogeologische Grundlage für eine ökologische Grundwasserbewirtschaftung im Vogelsberg.

Die Schichtenverzeichnisse von über 6000 Bohrungen, die im Verlauf der letzten 100 Jahre im Vogelsberg niedergebracht wurden, und geophysikalische Bohrlochuntersuchungen bestätigen eine Wechsellagerung von klüftigen, manchmal auch sehr kompakten Basalten mit Tuffen und anderen geologischen Schichten wie fossilen Böden und geringmächtigen Lagerstätten. Mit wenigen Ausnahmen sind die klüftigen Basalte gute bis sehr gute Grundwasserleiter mit geringem Rückhaltevermögen, d.h. das zusicckernde Wasser wird in den Klüften nur bedingt zurückgehalten. Die Mächtigkeiten der einzelnen Gesteinslagen reichen von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Zehnermetern. Tuffe und stark verwitterte Basaltlagen mit einem hohen Anteil an feinkörnigem, tonig-lehmigem Material sind Grundwassergeringleiter, vereinzelt auch Grundwassernichtleiter.

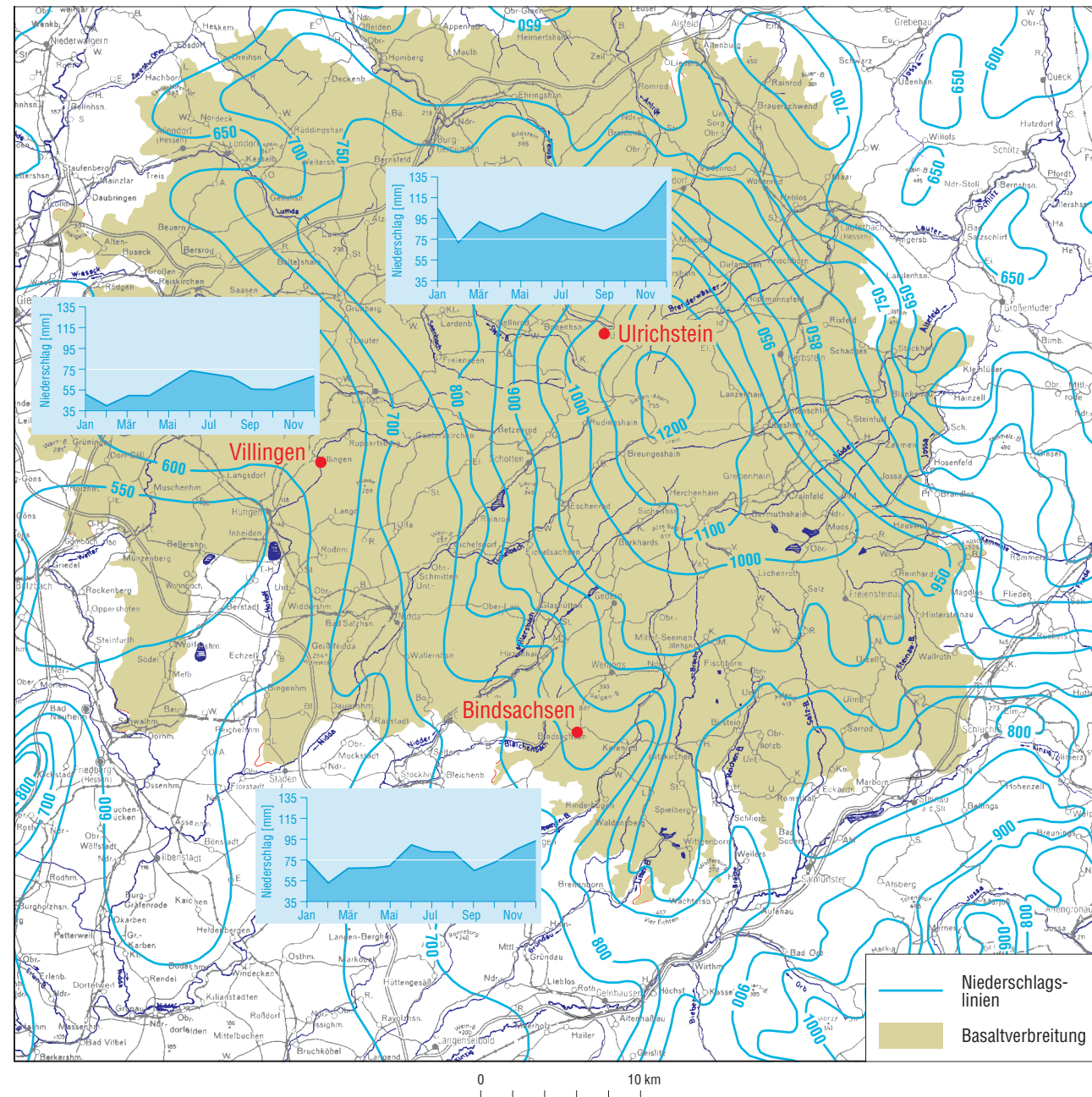


Abb. 3. Verteilung der jährlichen Niederschlagsmengen.

3.3. Hydrogeologische Zonen

Aufgrund der Wechsellagerung von grundwasserleitenden mit grundwassergeringleitenden und grundwassernichtleitenden Schichten sowie der geographischen und klimatischen Situation lassen sich im Vogelsberg drei hydrogeologische Zonen unterscheiden (Abb. 4):

- 1) die **Oberwaldzone**,
- 2) die **Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke**, die sich weiter unterteilen läßt in **2A-Typ**-Grundwasserstockwerke, die z.T. durch Grundwasser, das im Bereich des Oberwaldes gebildet wird, gespeist werden und

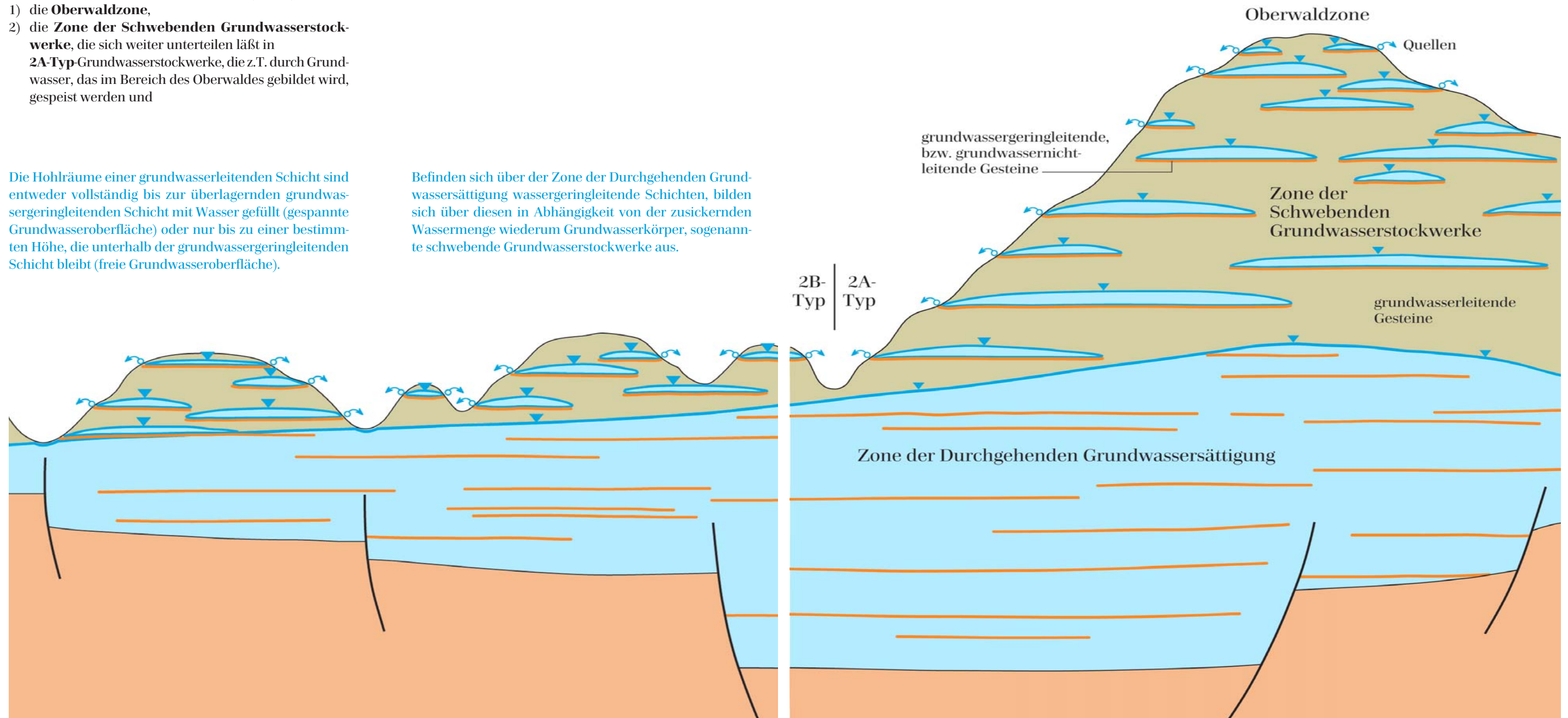
- 3) und die **Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung**.

Die Hohlräume einer grundwasserleitenden Schicht sind entweder vollständig bis zur überlagernden grundwassergeringleitenden Schicht mit Wasser gefüllt (gespannte Grundwasseroberfläche) oder nur bis zu einer bestimmten Höhe, die unterhalb der grundwassergeringleitenden Schicht bleibt (freie Grundwasseroberfläche).

Befinden sich über der Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung wassergeringleitende Schichten, bilden sich über diesen in Abhängigkeit von der zusickernden Wassermenge wiederum Grundwasserkörper, sogenannte schwebende Grundwasserstockwerke aus.

Der Wechsel von unterschiedlich durchlässigen Gesteinsschichten führt zu einer Grundwasserstockwerksgliederung.

Versickerndes Wasser trifft auf Gesteinsschichten, die eine Versickerung in unterlagernde Schichten zulassen (Grundwasserleiter), die eine Versickerung verzögern (Grundwassergeringleiter) oder das Wasser vollständig stauen (Grundwassernichtleiter).



Die hydrogeologische Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung ist wie die Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke in unterschiedlich durchlässige Gesteinsschichten untergliedert. Bohrungen in der tiefsten hydrogeologischen Zone zeigen, daß immer wieder hydraulisch eigenständige Grundwasserstockwerke angetroffen werden.

Abb. 4. Schematischer hydrogeologischer Schnitt durch den Vogelsberg.

4. Hydrogeologische Kartierung

Die hydrogeologische Geländeaufnahme im Vogelsberg umfaßte neben der Auswertung von Bohrungen die Aufnahme von Grundwasseraustritten, das Durchführen von Abflußmessungen in Fließgewässern und die Kartierung von trockenengefallenen Bächen (Trockenfallstrecken, Abb. 6 bis 9). Die Geländearbeiten wurden in niederschlagsarmen Spätsommern durchgeführt.

4.1. Grundwasseraustritte

4.1.1. Die Oberwaldzone

Im Bereich der Oberwaldzone gibt es im Vergleich zu den Hanglagen des Vogelsberges überdurchschnittlich viele Grundwasseraustritte, die mit wenigen Ausnahmen ganzjährig schütten. Einer der Gründe hierfür liegt in einer gehemmten Versickerung des Niederschlags durch mächtige vertonte Vulkaniklastika und verwitterte Basaltlagen. Aufgrund der hohen jährlichen Niederschlagsmengen von rd. 1200 mm/Jahr in diesen Höhenlagen bilden sich über grundwassergeringleitenden Horizonten schwebende Grundwasserstockwerke, die zu der Vielzahl von Grundwasseraustritten führen.

Ein weiterer Grund ist die Bodenvergesellschaftung im Oberwald. Die weitflächig auf Hochlagen vorherrschenden Lockerbraunerden sind Böden mit stabilem Gefüge und geringer Dichte, sodaß diese Böden sehr gut Wasser speichern. Die gute Wasserleit- und Speicherfähigkeit der Böden führt dazu, daß die Niederschläge auch als Sickerwasser den unterlagernden schwebenden Grundwasserstockwerken zufließen und so dazu beitragen, daß die Quellen in der Oberwaldzone selbst in Trockenphasen nur in Ausnahmefällen trockenfallen.

Das Schüttungsverhalten von Quellen, d.h. wie stetig und wieviel Wasser im Jahresmittel fließt, ist eine charakteristische Eigenschaft von Quellen. Es wird in Jahresganglinien graphisch aufgezeichnet. Über ihren Schüttungsquotienten, das Verhältnis des niedrigsten gemessenen Wertes NQ zum höchsten gemessenen Wert HQ in einem bestimmten Zeitraum, sind sie vergleichbar.

Die Hoherodskopfquelle bei Breungeshain (Abb. 5) zeigt eine für die Quellen im Oberwald typische Schüttungsganglinie mit steilen jahreszeitlichen Sprüngen. Die hohen Niederschläge im Winter wirken sich direkt auf die Quellschüttung aus. Sie zeigt auch, daß die gut bis sehr gut geklüfteten basaltischen Gesteine des Oberwaldes ein geringes Rückhaltevermögen für das zusickernde Wasser besitzen und gute Grundwasserleiter sind. Der Schüttungsquotient ($NQ=0,1l/s / HQ=9,3l/s$) beträgt 0,01. Die teilweise hohen Niederschläge im Sommer (Nebenmaximum des Niederschlags) machen sich in der Schüttungs-

Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte der hydrogeologischen Geländeaufnahme zeigen das in den drei hydrogeologischen Zonen typische hydrologische Verhalten der Grundwasserstockwerke und die Zusammenhänge zwischen geologischem Bau, Niederschlag und Grundwasserneubildung.

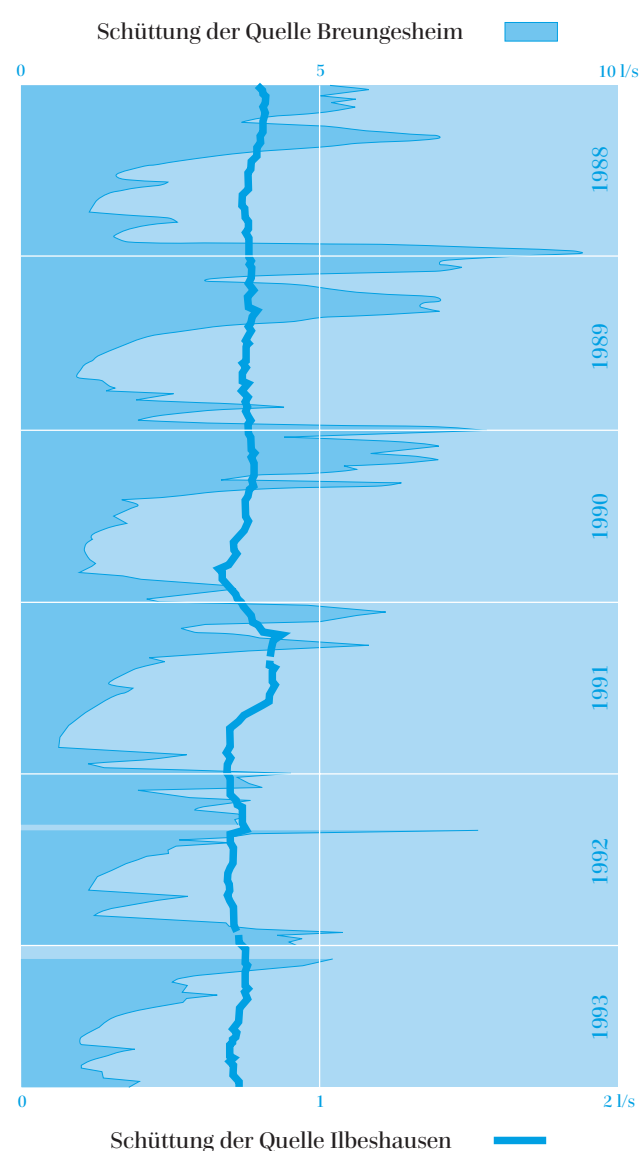


Abb. 5. Schüttungsganglinien unterschiedlicher Quelltypen.

ganglinie nicht bemerkbar, da das Wasser durch Verdunstung und den Verbrauch durch die im Oberwald reiche Vegetation (zusammengefaßt Evapotranspiration) der Atmosphäre wieder zugeführt wird.

Das geringe Rückhaltevermögen der Grundwasserleiter und damit verbunden die hohe Quellschüttung der Grundwasseraustritte in der Oberwaldzone kann dazu führen, daß selbst in Monaten mit gewöhnlich hoher Grundwasserneubildung (Winterhalbjahre) das Wasser in den betreffenden Vorkommen fast völlig aufgebraucht wird.

Die Reaktion der Quellschüttung auf die Niederschläge läßt den Schluß zu, das es sich im Oberwald nicht um ein zusammenhängendes schwebendes Grundwasserstockwerk handelt, sondern eher um mehrere kleine, unabhängige Grundwasserstockwerke.

4.1.2. Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke

Die Anzahl der Grundwasseraustritte in den Hanglagen des Vogelsberges, der Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke, ist deutlich geringer als in der Oberwaldzone, in der die Grundwasserstockwerke ebenfalls schwebend ausgebildet sind, aber nur über ein relativ kleines Einzugsgebiet verfügen.

In der Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke lassen sich zwei Typen von Grundwasserstockwerken unterscheiden. Schwebende Grundwasserstockwerke im Bereich des zentralen Teils des Vogelsberges können über eine Zusickerung aus den Schichten der Oberwaldzone verfügen. Die Quellen, die aus diesen Grundwasserstockwerken gespeist werden, zeigen im Gegensatz zu den Quellen der Oberwaldzone ein ausgeglichenes Schüttungsverhalten. Charakteristisch für diesen Quelltyp ist die Schüttungsganglinie der Heegholzquelle bei Ilbeshausen im östlichen Vogelsberg (Abb. 5). Sie zeigt kaum eine Niederschlagsabhängigkeit und keine großen Schüttungsschwankungen. Das von der Oberwaldzone in die unterlagernden Gesteinsschichten langsam versickernde

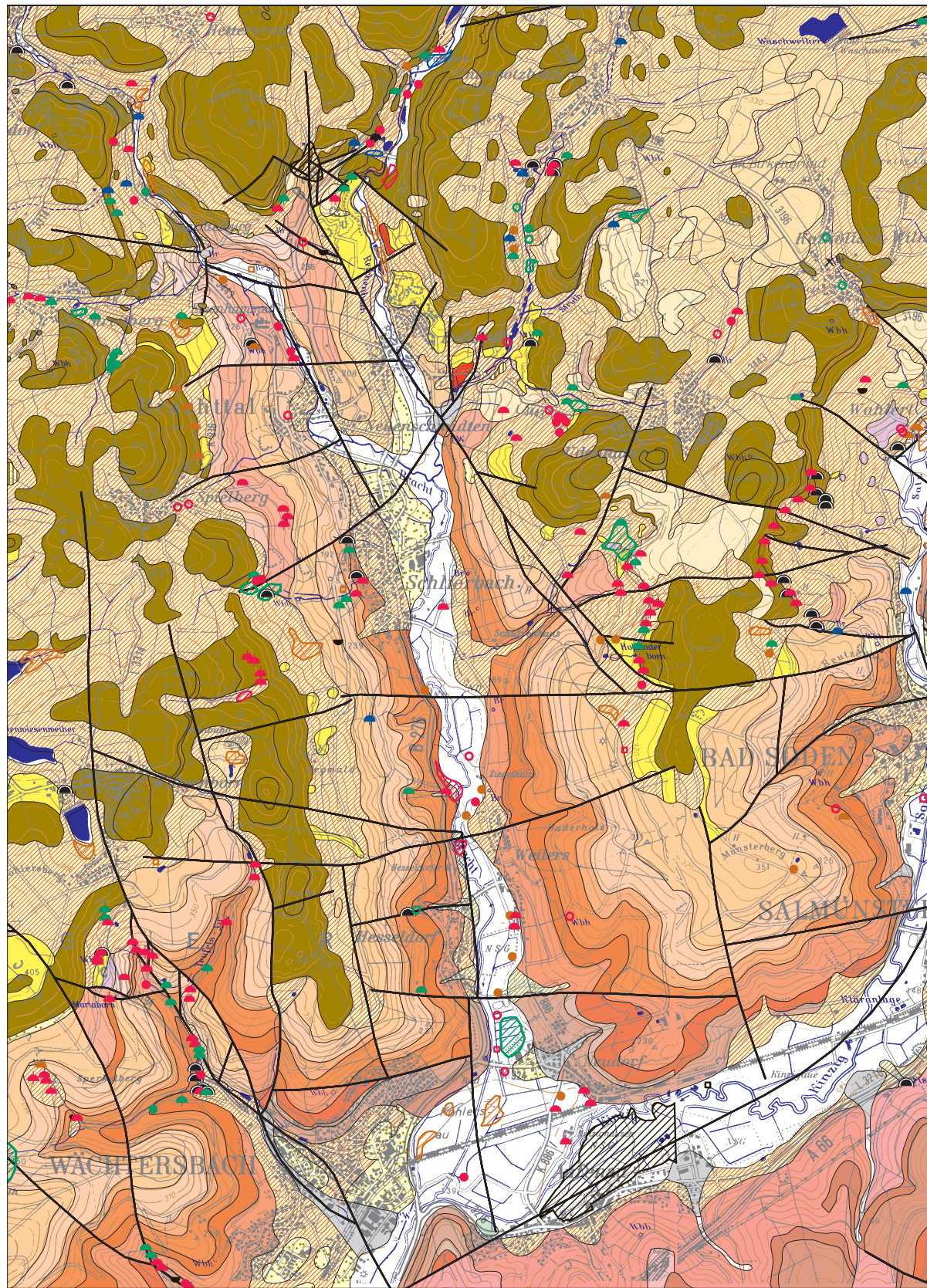
Wasser führt zu einer kontinuierlichen Wasserzufuhr in die darunter liegenden schwebenden Grundwasserstockwerke. Dies macht sich im Schüttungsverhalten der Quellen bemerkbar. Der Schüttungsquotient von 1,3 zeigt das ausgeglichene Verhältnis von niedrigstem zu höchstem gemessenen Schüttungswert. Diese Grundwasserstockwerke sind 2A-Typ-Grundwasserstockwerke (Abb. 4).

Die Grundwasserstockwerke, die in der horizontalen Ausdehnung weiter vom Kern der Vogelsberges entfernt sind, zeigen ein Schüttungsverhalten, das wieder dem der Quellen in der Oberwaldzone ähnelt, also große Schwankungen und starke Niederschlagsabhängigkeit aufweist. Diese Grundwasserstockwerke werden nicht mehr durch die Zusickerung aus den Grundwasserstockwerken der Oberwaldzone gespeist. Es sind 2B-Typ-Grundwasserstockwerke (Abb. 4).

4.1.3. Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung

Der schwebenden Ausbildung der Grundwasserstockwerke, d.h. die Unterlagerung einer wassergeringleitenden Schicht mit einer wasserleitenden, aber nicht wassergesättigten Schicht, in den höheren Regionen des Vogelsberges folgt zum Fuß des Vogelsberges die Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung.

Die Anzahl der Grundwasseraustritte nimmt zum Rand des Vogelsberges wieder zu, da die Einzugsgebiete der Quellen größer werden. Quellen mit hohen Schüttungen und ausgeglichenem Schüttungsverhalten sind typisch für diese Zone.



Quellen

Schüttung trocken	Quelle	Quellgruppe	Dränauslauf trocken
< 0,2 l/s	●	●	○
0,2 – 0,5 l/s	●	●	○
0,5 – 1,0 l/s	●	●	○
> 1,0 l/s	●	●	○

Naßstellen

Schüttung ohne Abfluß	punktuell	kleinflächig	großflächig
< 0,2 l/s	●	□	▨
0,2 – 0,5 l/s	●	□	▨
0,5 – 1,0 l/s	●	□	▨
> 1,0 l/s	●	□	▨

Gefäßte Quellen



Schwinden



Abschwemmassen					
Ablagerung in Tälern mit unebenem Talboden					
Ablagerung in Tälern mit unebenem Talboden (Auenlehm)					
Füllungen in Altläufen der Kinzig					
Hangrutschmassen (abgerutscht u. versteinete Schollen)					
Solifluktionsschutt					
Lößlehm, örtl. Löß					
Terrassen (ungegliedert)					
Verwitterungsbildungen der vulkanischen Gesteine					
Vulkanische Gesteine					
Tiefgründig zersetzte u. verwitterte Gesteine					
Wellenkalk (evtl. Rutschmassen)					
Bunte Tonsteinschichten; Quarzschichten					
Braunrote Tonsteinschichten					
Plattensandstein, Basiston					
Solling-Sandstein					
Hardegsener Wechselfolge					
Hardegsener Sandstein					
Detfurth-Wechselfolge					
Detfurth-Sandstein					
Volpriehausener Wechselfolge					
Volpriehausener Sandstein					
ungegliedert					
Grenzschichten					
Sandstein-Tonstein-Schichten					
Tonstein-Sandstein-Schichten					
Basis-Sandstein					
Tonstein-Sandstein-Schichten					
Dickbankige Sandstein-Schichten					
Sandstein-Tonstein-Schichten					
ECK'scher Geröllsandstein					

Röt4					
Röt 3					
Röt 1 + 2					
Solling-Folge					
Hardegsen-Folge					
Detfurth-Folge					
Volpriehausen-Folge					
Salmünster-Folge					
Gelnhausen-Folge					

Miozän					
Unterer					
Oberer					
Mittlerer					
Unterer					

Holozän					
Pleistozän					
Jungtertiär					
Muschelkalk					
Buntsandstein					
Trias					

Abb. 6. Geologische Karte des unteren Brachttales mit Grundwasseraustritten.

4.2. Abflußverhalten von Fließgewässern

Der Abfluß eines Gewässers setzt sich aus dem oberirdischen und dem grundwasserbürtigen Abfluß zusammen. Stellt man sich einen Fluß in einem völlig undurchlässigen Flußbett vor, so würde der gesamte Niederschlag eines heftigen Regens den Abfluß erst erhöhen, danach würde der Abfluß abklingen bis der Fluß kein Wasser mehr führt. Die meisten Flüsse in unserem Klimabereich führen aber auch in Trockenzeiten Wasser. Ein Teil des Jahresniederschlages versickert in den Untergrund und bildet Grundwasser, das als Quelle auch in niederschlagsarmen Phasen wieder zutage tritt. Dieser Abfluß wird als grundwasserbürtiger Abfluß bezeichnet.

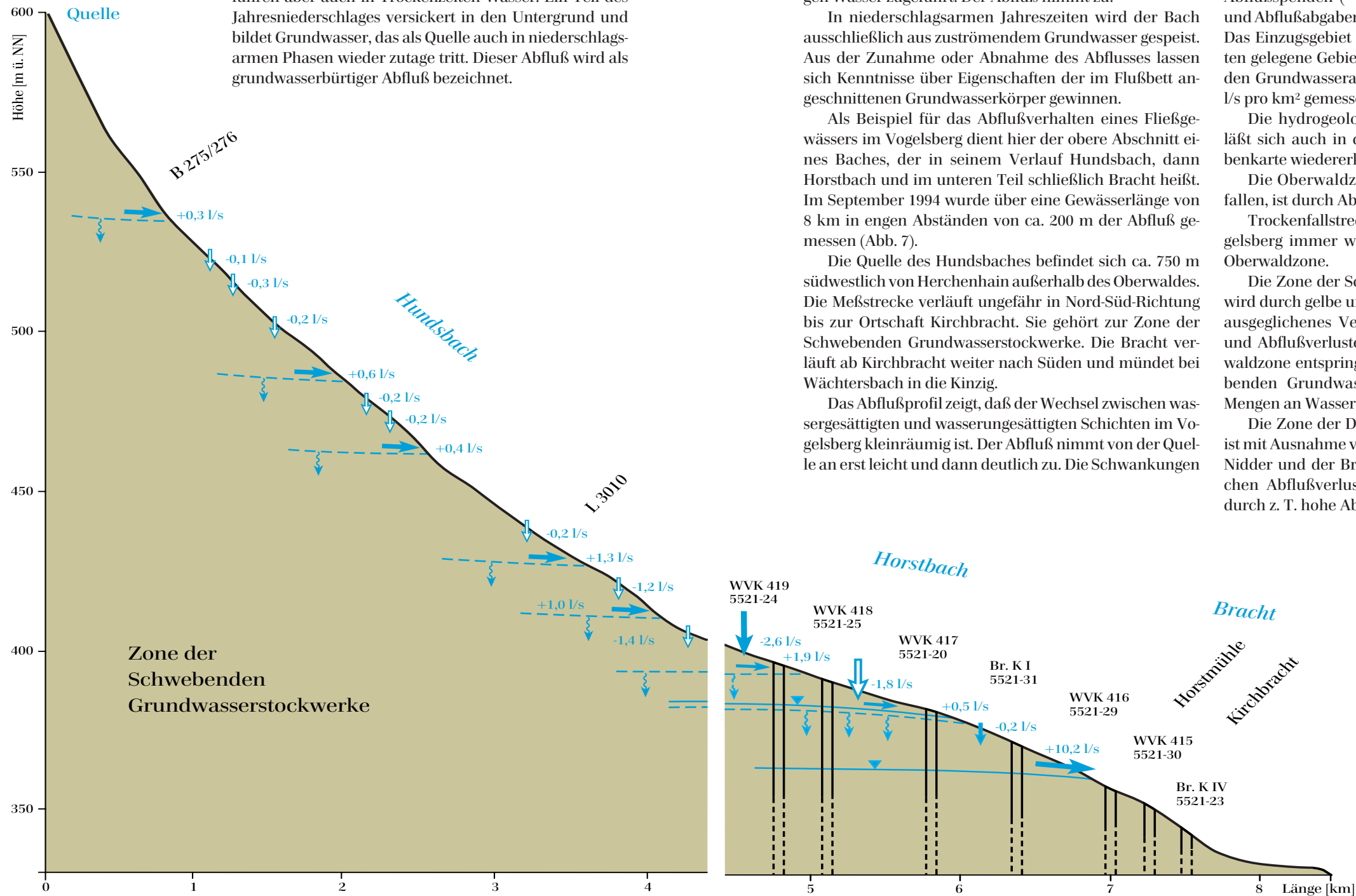


Abb. 7. Abflußzuwächse und Abflußverluste im Verlauf eines Fließgewässers.

Der schichtige Aufbau des Vogelsberges führt bei den Fließgewässern in der Region zu einer im Verlauf des Gewässers wechselnden Wasserführung. Verläuft der Bach durch eine klüftige, nicht wassergesättigte Zone, versickert das durchfließende Wasser. Der Abfluß nimmt in diesem Bereich ab. Ist der Abfluß des durch diese Zone fließenden Gewässers geringer als die Aufnahmefähigkeit der Gesteinsschicht, fällt der Bach trocken. Schneidet der Bach grundwassergesättigte Gesteinspartien, wird dagegen Wasser zugeführt. Der Abfluß nimmt zu.

In niederschlagsarmen Jahreszeiten wird der Bach ausschließlich aus zuströmendem Grundwasser gespeist. Aus der Zunahme oder Abnahme des Abflusses lassen sich Kenntnisse über Eigenschaften der im Flußbett angeschnittenen Grundwasserkörper gewinnen.

Als Beispiel für das Abflußverhalten eines Fließgewässers im Vogelsberg dient hier der obere Abschnitt eines Baches, der in seinem Verlauf Hundsbach, dann Horstbach und im unteren Teil schließlich Bracht heißt. Im September 1994 wurde über eine Gewässerlänge von 8 km in engen Abständen von ca. 200 m der Abfluß gemessen (Abb. 7).

Die Quelle des Hundsbaches befindet sich ca. 750 m südwestlich von Herchenhain außerhalb des Oberwaldes. Die Meßstrecke verläuft ungefähr in Nord-Süd-Richtung bis zur Ortschaft Kirchbracht. Sie gehört zur Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke. Die Bracht verläuft ab Kirchbracht weiter nach Süden und mündet bei Wächtersbach in die Kinzig.

Das Abflußprofil zeigt, daß der Wechsel zwischen wassergesättigten und wasserungesättigten Schichten im Vogelsberg kleinräumig ist. Der Abfluß nimmt von der Quelle an erst leicht und dann deutlich zu. Die Schwankungen

des Abflusses im Verlauf des Fließgewässers reichen von -2,6 l/s bis 10,2 l/s im Vergleich zum jeweils räumlich vorgegangenen Meßwert.

4.3. Abflußspenden und Abflußabgaben

Bezieht man die gemessenen Abflüsse auf das oberirdische Teileinzugsgebiet des Fließgewässers, erhält man Abflußspenden (= Abflußzuwächse pro Einzugsgebiet) und Abflußabgaben (= Abflußverluste pro Einzugsgebiet). Das Einzugsgebiet umfaßt das zwischen zwei Meßpunkten gelegene Gebiet, das das Wasser für den Abfluß aus den Grundwasseraustritten spendet. Der Abfluß wird in l/s pro km² gemessen.

Die hydrogeologische Dreiteilung des Vogelsberges läßt sich auch in der Abflußspenden- und Abflußabgabenkarte wiedererkennen (Abb. 8).

Die Oberwaldzone, deren Quellen fast nie trockenfallen, ist durch Abflußspenden gekennzeichnet.

Trockenfallstrecken, die im gesamten restlichen Vogelsberg immer wieder vorhanden sind, fehlen in der Oberwaldzone.

Die Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke wird durch gelbe und orange Farbtöne dominiert, die ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Abflußzuwächsen und Abflußverlusten bedeuten. Flüsse, die in der Oberwaldzone entspringen, verlieren in der Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke teilweise erhebliche Mengen an Wasser und fallen zeitweise trocken (Abb. 9).

Die Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung ist mit Ausnahme von Gebieten im Verlauf der Nidda, der Nidder und der Bracht, die Schwankungen mit erheblichen Abflußverlusten zu verzeichnen haben (Kap. 5) durch z. T. hohe Abflußzuwächse gekennzeichnet.

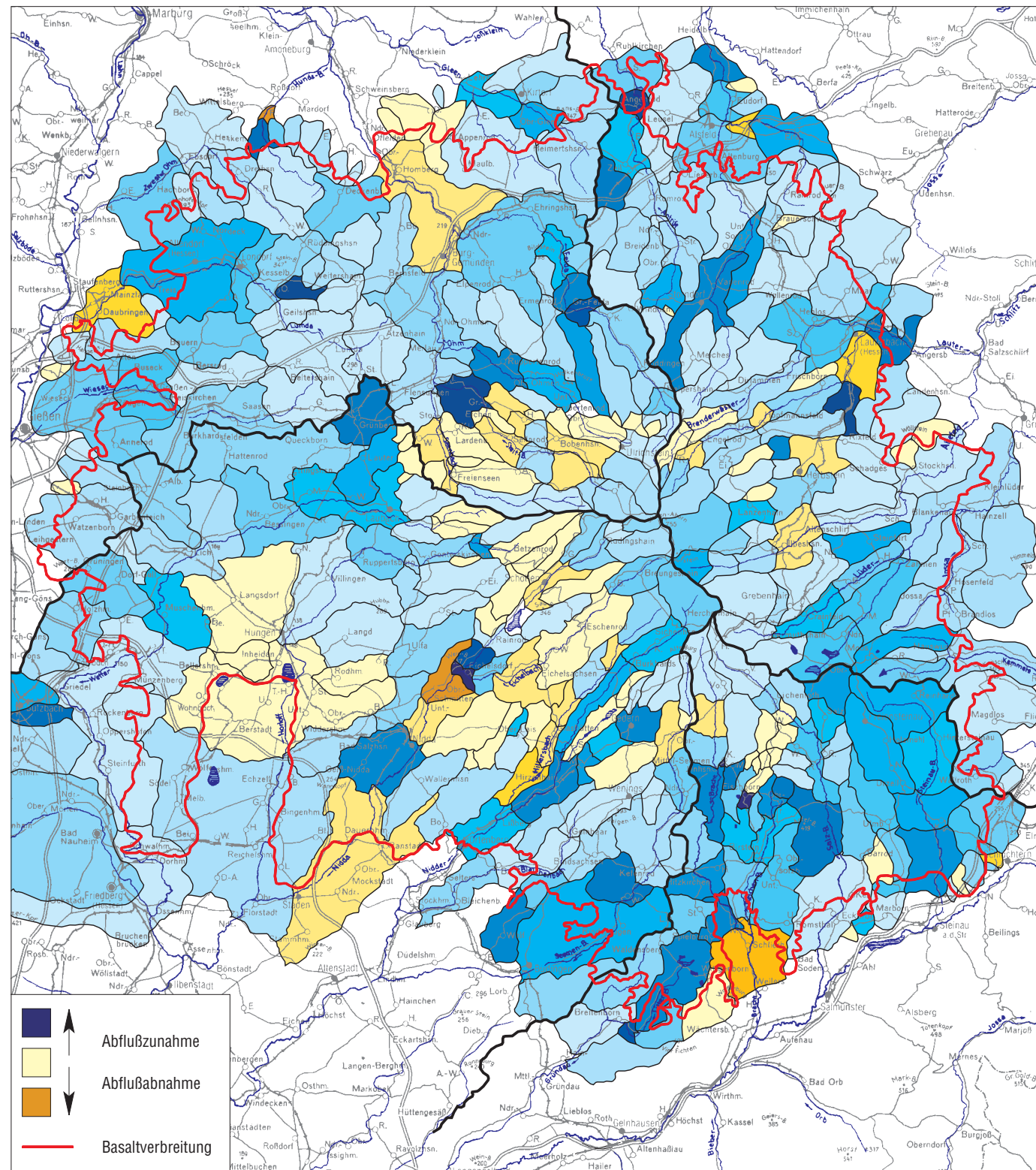


Abb. 8. Abflußverluste und Abflußzuwächse bei Fließgewässern bezogen auf die oberirdischen Einzugsgebiete.

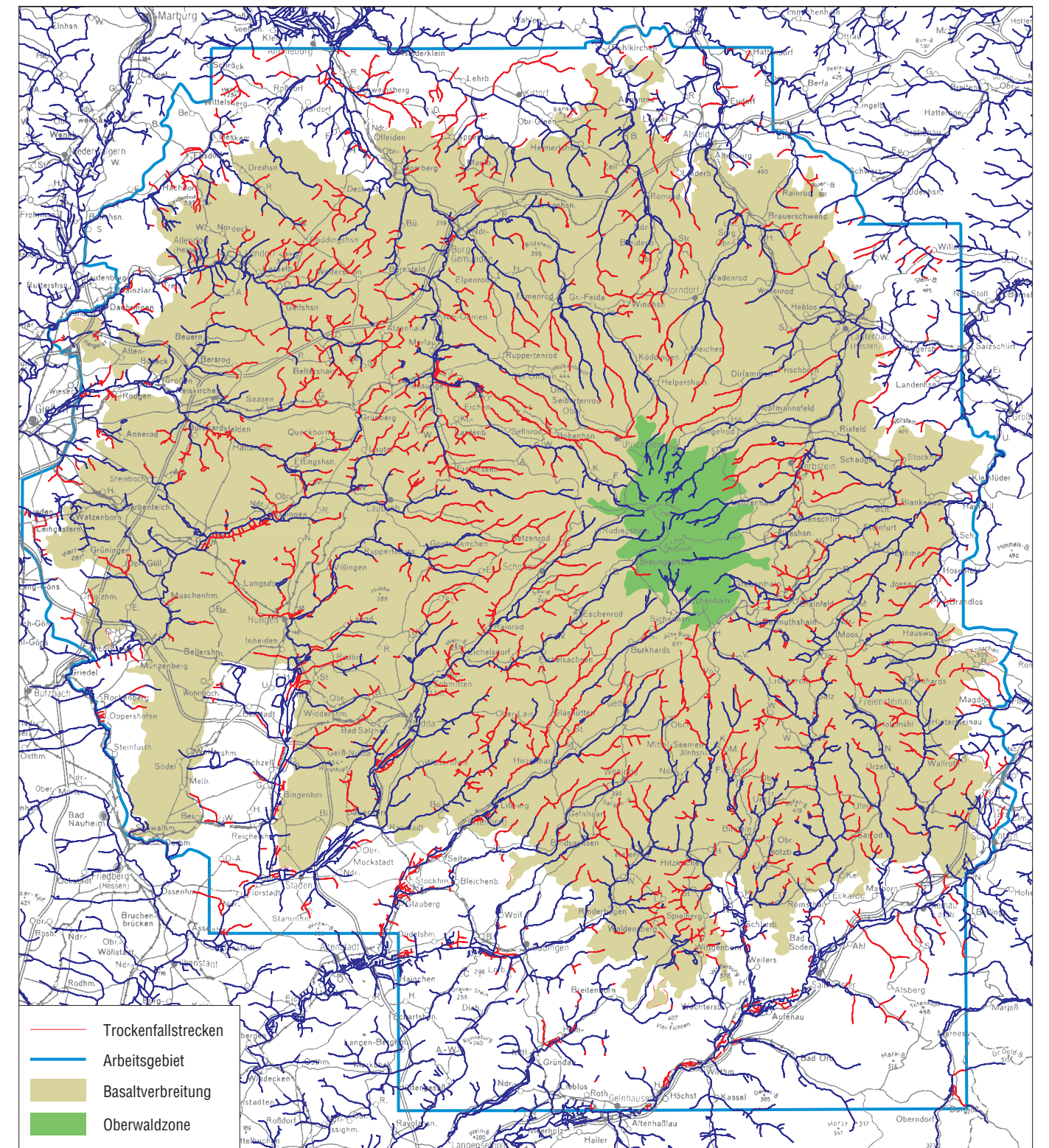


Abb. 9. Trockengefallene Fließgewässer im Spätsommer des Jahres 1976.

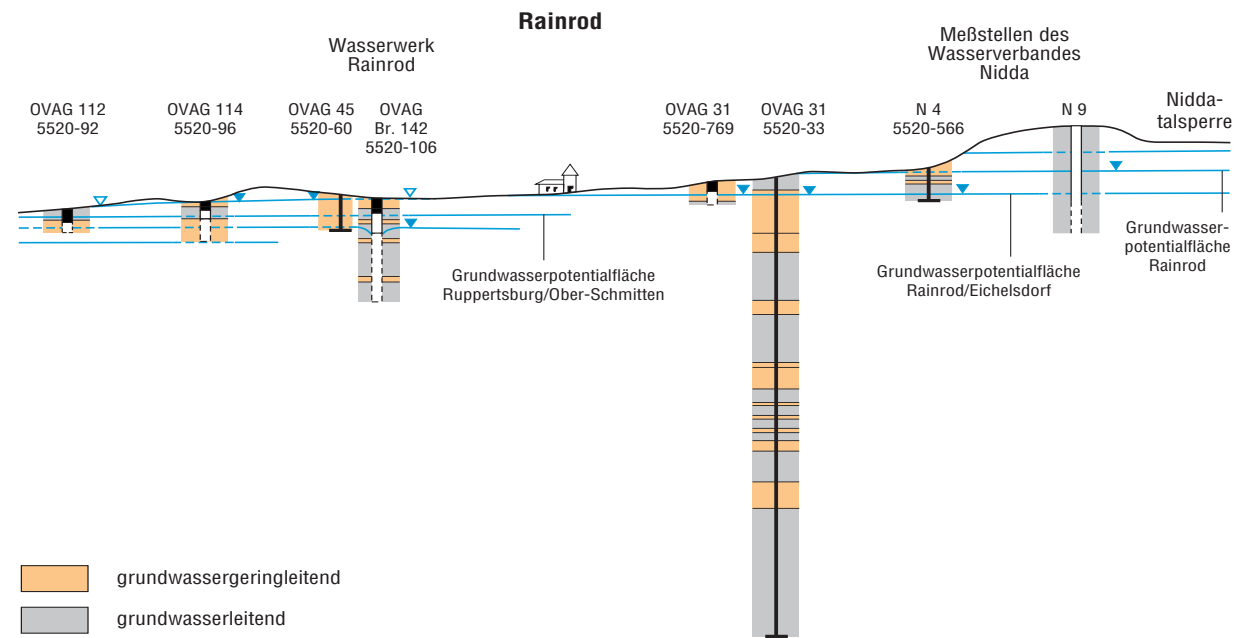


Abb. 10. Hydrogeologischer Schnitt mit Bohrungen und Grundwasserpotentialflächen.

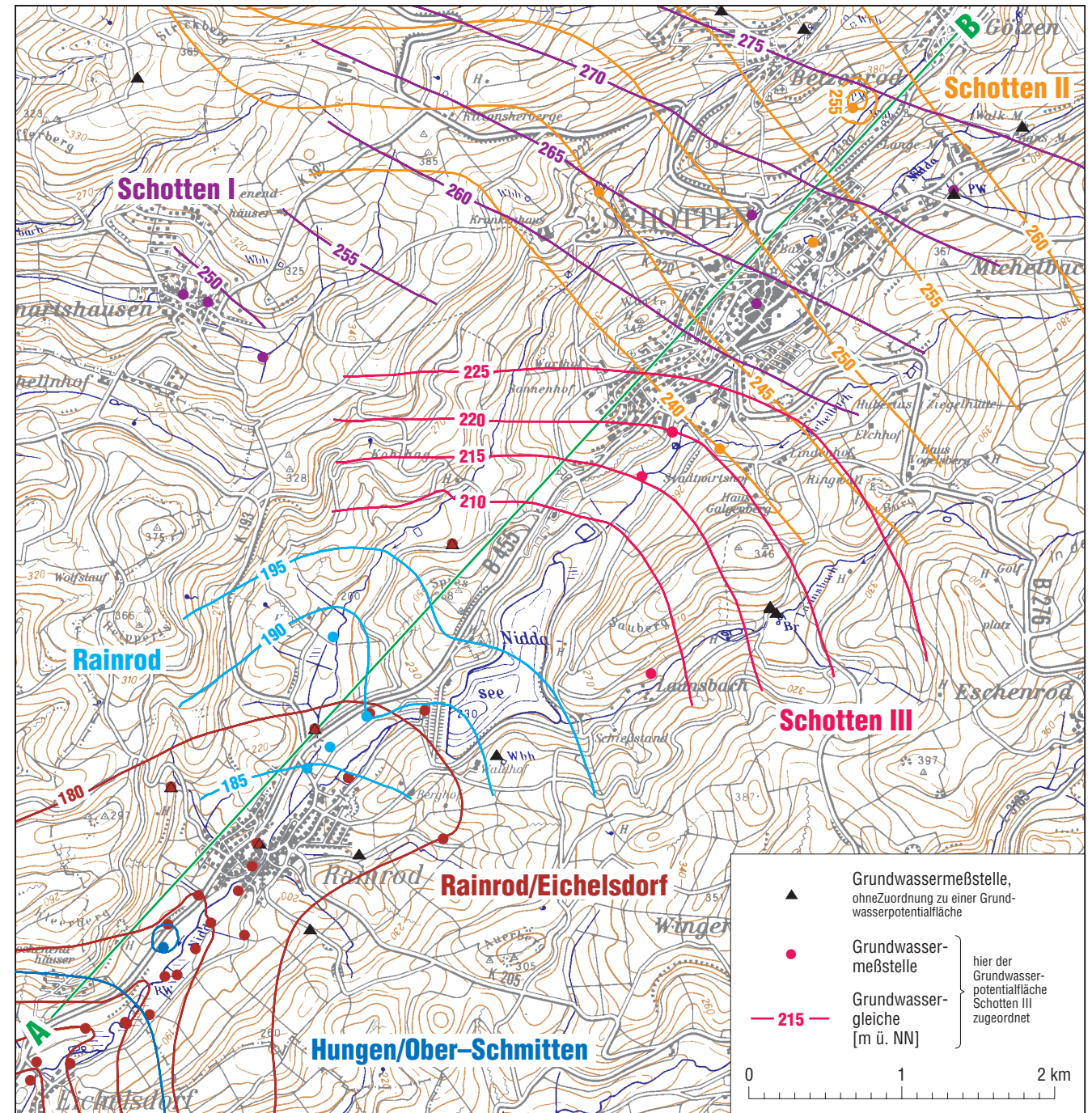
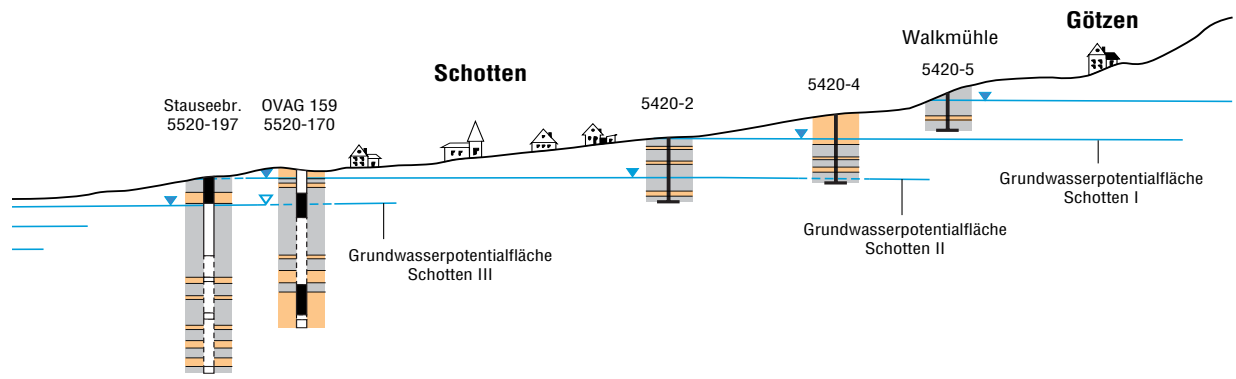


Abb. 11. Grundwasseroberflächen verschiedener Grundwasserkörper dargestellt als Grundwassergleichen. ►

5. Grundwasserstockwerke und Grundwasserentnahme

5.1. Grundwasserstockwerksbau

Hydrogeologische Schnitte zeigen den Grundwasserstockwerksbau in den drei hydrogeologischen Zonen des Vogelsbergs. Am Beispiel des Niddatals zwischen Rainrod und Feldkrücker Höhe sind die Grundwasseroberflächen der einzelnen Grundwasserstockwerke zu erkennen (Abb. 10).

Die Höhe der Grundwasseroberfläche der Grundwasserstockwerke wird durch die Höhe der Grundwasserspiegel in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermeßstellen ermittelt. Wenn mehrere Bohrungen das gleiche Grundwasserstockwerk durchteufen, lassen sich aus der Verbindung der zugehörigen Grundwasserspiegel Grundwassergleichen (= Linien gleicher Grundwasserhöhe) ermitteln. Nicht immer ist die Zuordnung eindeutig, besonders dann, wenn mehrere Grundwasserstockwerke durchteuft werden und sich Mischwasserspiegel einstellen.

Die Konstruktion der Grundwassergleichen ist eine Momentaufnahme, die sich auf aktuelle Messungen stützt. Grundwasserspiegelmessungen, die z.B. ein Jahr

später durchgeführt werden, können zu anderen Grundwassergleichen führen. Abb. 11 zeigt Niveaus verschiedener Grundwasserstockwerke für September 1994. Einen schematischen Überblick zum Verlauf von Grundwassergleichen und zu der Anordnung der dazugehörigen Grundwasserstockwerke gibt Abb. 14.

Der Grundwasserstand in den Meßstellen unterliegt natürlichen zeitlichen Schwankungen. Die Darstellung der Grundwasserstände und die zugehörigen Zeiten werden in einer Grundwasserganglinie, ähnlich der Schüttungsganglinie, dargestellt. Der Verlauf der Kurve ist charakteristisch für die Grundwasserstockwerke, die durch die Grundwassermeßstelle aufgeschlossen werden. Veränderungen des Kurvenverlaufs lassen Rückschlüsse auf Veränderungen der hydraulischen Situation zu. Wie auch in den Quellschüttungsganglinien zeigen die Grundwasserganglinien in der Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke eine starke Abhängigkeit von der Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr, während die Ganglinien in der Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung ein ausgeglichenes Verhalten zeigen.

5.2. Grundwasserentnahme

Grundwasserentnahmen führen im Entnahmestockwerk zu einer Absenkung der Grundwasseroberfläche. Es entsteht ein Absenktrichter, dessen Form abhängig von der entnommenen Wassermenge und von der Beschaffenheit der grundwasserleitenden Schicht ist. Die Absenkung in Brunnennähe kann mehrere Zehnermeter betragen. Je größer der Durchmesser des Trichters ist, und je näher die Grundwasseroberfläche unter der Geländeoberfläche ist, umso größer ist die Beeinflussungsmöglichkeit z. B. der Vegetation durch die Grundwasserentnahme.

In der Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke sind einzelne separate Grundwasserstockwerke ausgebildet, die keinen hydraulischen Kontakt untereinander haben. Wird aus einem dieser Grundwasserstockwerke Wasser entnommen, so ist nur dieses Grundwasserstockwerk betroffen. Eine Beeinflussung über- oder unterliegender Grundwasserstockwerke ist ausgeschlossen.

Die Stadt Schotten hat im Jahre 1990 eine 140 m tiefe Versuchsbohrung zur Sicherstellung der Wasserversorgung niederbringen lassen, die im Jahre 1997 zu einem 98,80 m tiefen Brunnen aufgeböhrt wurde (Abb. 12a).

Mit der Bohrung wurde ein schwebendes Grundwasserstockwerk in der Zone der Schwebenden Grundwasserstockwerke aufgeschlossen, das über einem mächtigen, zwischen 100-140 m Tiefe erbohrten Tuff entwickelt ist und in dem der Grundwasserspiegel ca. 36 m unter Gelände bzw. ca. 424 m ü. NN liegt. Rd. 500 m oberhalb des

Brunnens treten mehrere Quellen aus einem weiteren, höher gelegenen schwebenden Grundwasserstockwerk (Quellgebiet „Hundsborn“) in einem Niveau oberhalb 500 m ü. NN aus.

Zur Beweissicherung, daß beide Grundwasserstockwerke durch einen wasserungesättigten Gebirgsbereich getrennt sind und deshalb nicht in hydraulischer Verbindung miteinander stehen, wurde eine 21 m tiefe Grundwassermessstelle in diesem Grundwasserstockwerk abgeteuft. Diese wurde während eines Pumpversuches (Abb. 12b) nach Ausbau des Brunnens mit beobachtet. Die Grundwasserganglinien des Brunnens und der Messstelle zeigen während des Pumpversuches einen voneinander unabhängigen Verlauf. Die hydraulische Trennung der beiden Grundwasserstockwerke ist damit bewiesen. Auswirkungen der künftigen Grundwasserentnahme auf das höher gelegene Quellgebiet sind somit auszuschließen.

Ein Pumpversuch ist eine aufwendige Untersuchungsmethode, bei der aus einem oder mehreren Brunnen Grundwasser über eine längere Zeit gefördert und in separaten Meßstellen der Grundwasserstand beobachtet wird. Je nach Fragestellung gewinnt man aus den Änderungen der Wasserstände in den Brunnen bzw. der Meßstellen Informationen über die Eigenschaften der Grundwasserleiter und über die Leistungscharakteristika der Brunnen.

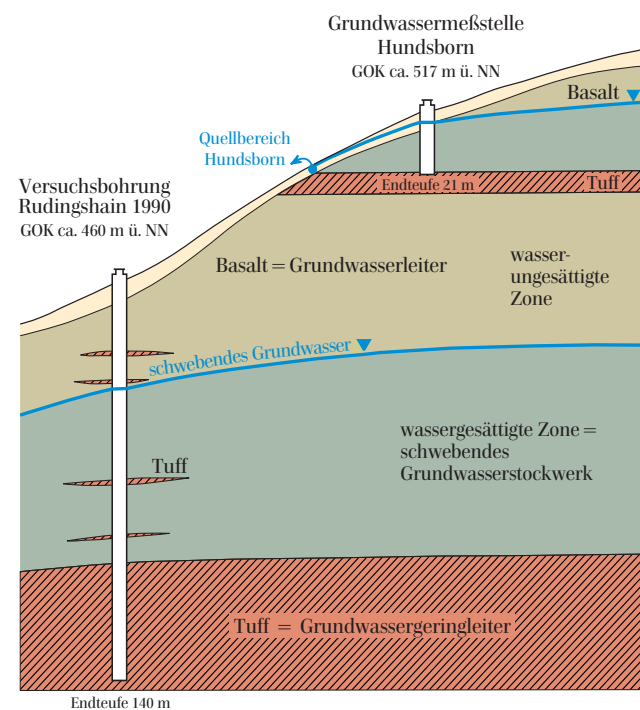


Abb. 12a. Grundwasserstockwerke und Grundwassermessstellen.

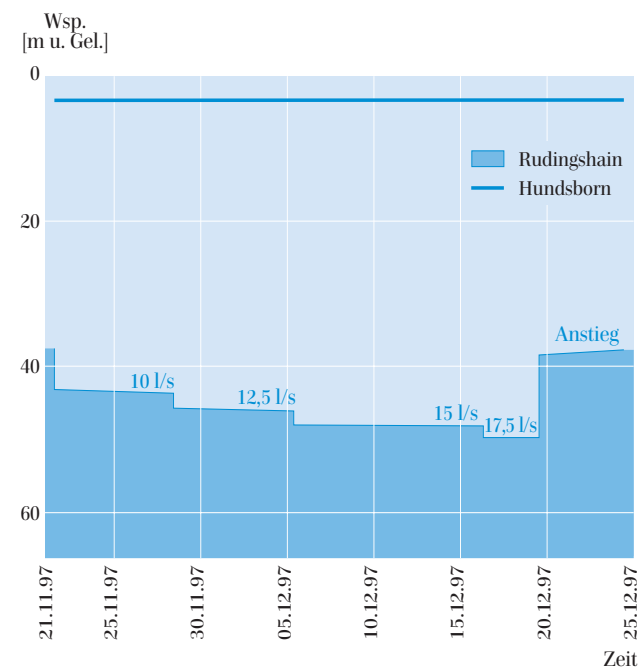


Abb. 12b. Ganglinienauswertung des Pumpversuches im Brunnen Rudingshain

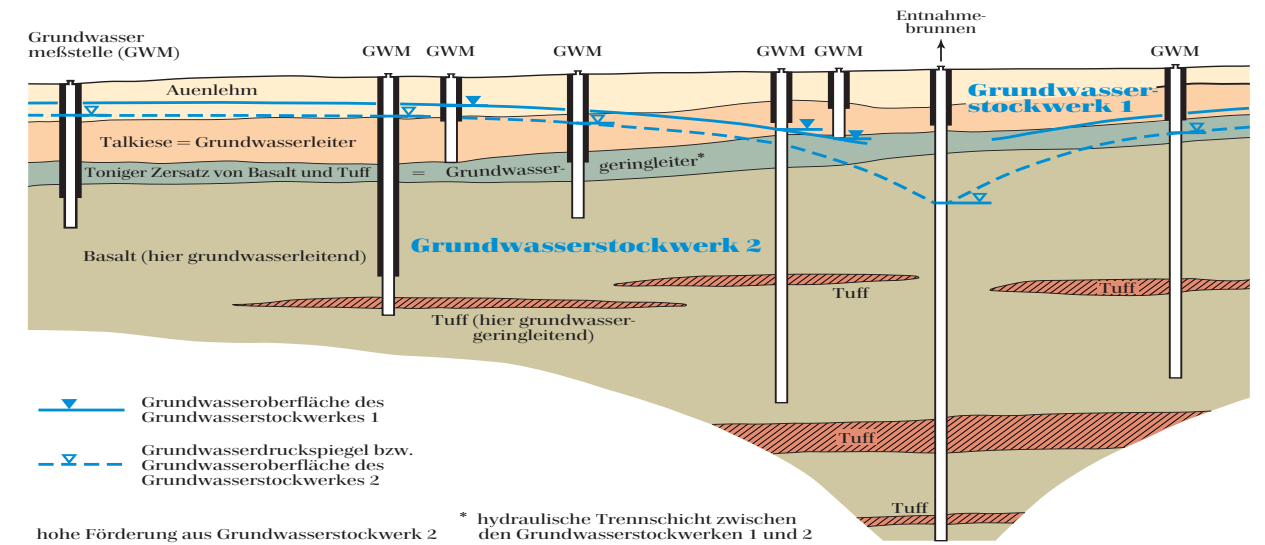


Abb. 13a. Schematischer hydrogeologischer Schnitt im Bereich des Wasserwerkes Kohden, Fördersituation 1976.

Bei tiefer Absenkung der Basalt-Grundwasseroberfläche (Grundwasserstockwerk 2) unter die Unterkante der quartären Talablagerungen und unter die Kies-Grundwasseroberfläche (Grundwasserstockwerk 1) sowie weiter Ausdehnung des Entnahmestockwerkes kann das im Talkies fließende Grundwasser aufgrund umgekehrter Druckverhältnisse in die Basalt-Folge versickern. Es bildet sich auch im Kies-Grundwasserleiter ein Absenktrichter aus, ähnlich dem im Basalt, jedoch flacher. Gelände- und Gebäudesetzungen sowie Biotopveränderungen sind dadurch möglich.

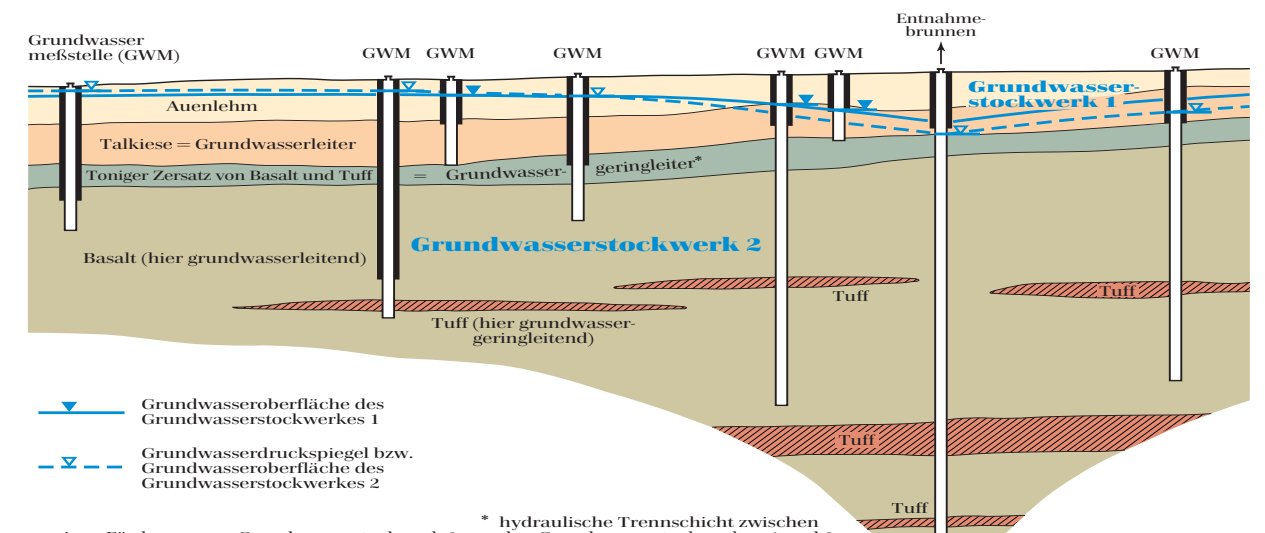


Abb. 13b. Schematischer hydrogeologischer Schnitt im Bereich des Wasserwerkes Kohden, Fördersituation 1994.

Bei Rücknahme der Wasserförderung mit entsprechender Verringerung der Absenkung der Basalt-Grundwasseroberfläche (Grundwasserstockwerk 2) verflacht und verkleinert sich der Absenktrichter sowohl im Basalt als auch im Talkies. Die Beeinflussung des Kies-Grundwassers (Grundwasserstockwerk 1) und damit mögliche Auswirkungen der Grundwasserentnahme werden erheblich reduziert.

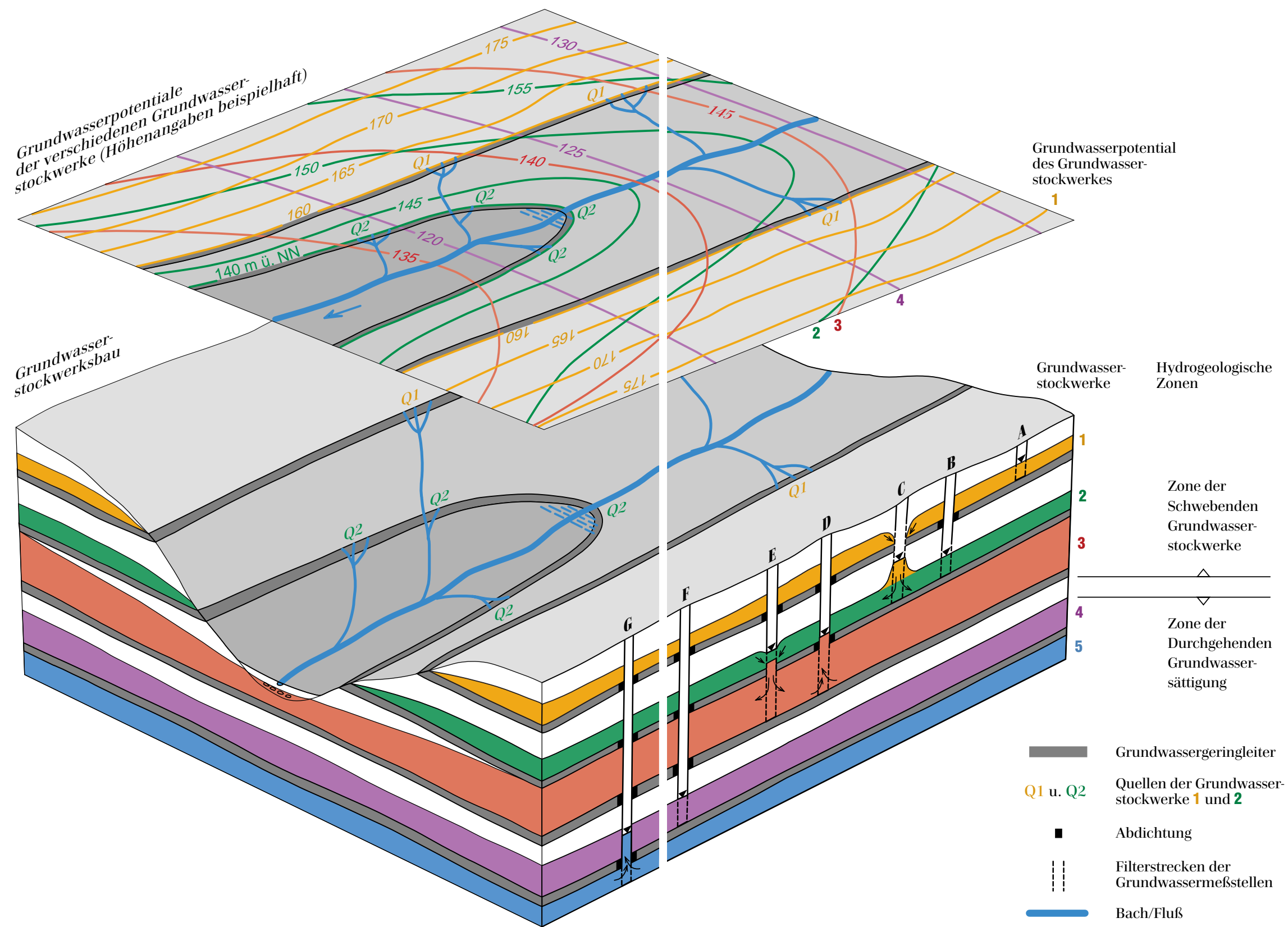


Abb. 14. Schematisches hydrogeologisches Blockbild eines mehrschichtigen Klufgrundwasserleitersystems.

Die Wassergewinnungsanlagen, die Wasser zur überregionalen Wasserversorgung fördern, beziehen das Grundwasser aus der Zone der Durchgehenden Grundwassersättigung (Abb. 14). Sie liegen in Gebieten mit potentiell hohen Abflußspenden (Quellgebiete). Die überwiegend geringe Ausdehnung der Absenktrichter und die geringen entnahmebedingten Absenkungen der Grundwasser Oberfläche in den Entnahmestockwerken weisen darauf hin, daß das Grundwasserangebot nur zu einem Teil ausgeschöpft wird.

Die erheblichen Abflußabgaben im Verlauf der Nidda (Abb. 8) sind jedoch auf die Grundwasserabsenkung im Bereich des Wasserwerkes Kohden und der Spezialpapierfabrik Oberschmitt zurückzuführen. Es kommt hier zu Abflußverlusten von bis zu -80 l/s. Durch die Grundwasserabsenkung infiltriert die Nidda große Mengen Wasser in den Untergrund. Analysen der elektrischen Leitfähigkeit des Grundwassers aus den Brunnen belegen, daß erhebliche Mengen Niddawasser gefördert werden.

Im Stadtgebiet Nidda waren Mitte der 70er Jahre Gebäudeschäden durch Setzungen zu beklagen. Durch eine kontrollierte Grundwasserentnahme, die Mindestgrund-

wasserspiegelstände nicht unterschreitet, wurden weitere Schäden vermieden (Abb. 13a u. b). Kontrolliert wird die Entnahme über drei Grundwassermeßstellen im Stadtgebiet.

Der größte Abflußverlust (bis zu -150 l/s) ist auf der Abflußspendenkarte (Abb. 8) am südöstlichen Rand des Vogelsberges zwischen Neuenschmidten und Hesseldorf zu verzeichnen. In diesem Gebiet befinden sich Brunnen des Wasserwerks Neuenschmidten, die 1995 im Mittel 45 l/s Grundwasser förderten. Ein Vergleich mit der mehr als dreimal so hohen versickernden Wassermenge zeigt, daß die Grundwasserentnahme durch das Wasserwerk als Ursache für die Wasserverluste der Bracht nicht der entscheidende Faktor sein kann. Dafür sind hier eher Nord-Süd verlaufende Störungen mit großer Kluftweite, die gute Wasserwegsamkeiten aufweisen, verantwortlich. Damit verbunden sind oft auch unterirdische Auspflungen, die kleinere Erdfälle bis zu einer Größe von ca. 1 m³ verursachen (Abb. 15). Die Erdfälle sind besonders für die Landwirtschaft unangenehme Erscheinungen, da sie für Landmaschinen gefährlich sein können.

6. Wassergewinnung

Der Vogelsberg dient aufgrund seiner klimatischen und geologischen Besonderheit seit über 150 Jahren der überregionalen Wassergewinnung. Während in den ländlichen Gebieten Hessens lange Zeit die Einzelwasserversorgung aus Haus- und Dorfbrunnen erhalten blieb, deckten die Städte schon sehr früh ihren Wasserbedarf aus zentralen Wasserversorgungen.

Die älteste noch erhaltene Wassergewinnungsanlage im Vogelsberg stammt aus dem Jahr 1858 und wird heute noch in Bad Salzhausen für Trinkkuren betrieben. Die erste Fernwasserleitung wurde 1872 vom Quellgebiet Fischborn nach Frankfurt gebaut. Das Wasserwerk Lauter versorgt seit 1906 Bad Nauheim. Seit 1912 beliefert das Wasserwerk Inheiden ebenfalls Frankfurt.

Die zentrale Wasserversorgung in Hessen erreichte 1920 bereits 54 % aller Gemeinden und ist heute nahezu abgeschlossen. Die zwischen 1960 und 1972 im Hessischen Ried und im Vogelsberg gebauten oder erweiterten großen Wasserwerke und Fernleitungen bilden die Grundlagen für ein heute weit verzweigtes Netz von Versorgungsunternehmen im Rhein-Main-Gebiet, die im Jahr ca. 200 Mio. Kubikmeter Wasser fördern. Schwerpunkt der Fernwasserversorgung und Mittelpunkt des Verbundnetzes ist die Stadt Frankfurt, die zusammen mit den Um-

landgemeinden rd. ein Drittel des gesamten Trinkwasserverbrauchs im Rhein-Main-Gebiet benötigt. In Frankfurt laufen die Fernleitungen aus den beiden ergiebigsten Förder- und Reservegebieten in Hessen, dem Hessischen Ried und dem Vogelsberg, zusammen (Abb. 17).

Heute gibt es 11 überregionale Wasserwerke im Vogelsberg, die 1995 zusammen 42 Mio. m³/a Wasser förderten (Abb. 16). Weit über 600 Anlagen dienen örtlich der öffentlichen und privaten Wasserversorgung. Die Wassergewinnungsanlagen förderten zwischen 1995 und 1997 im Mittel rd. 76 Mio. m³/a Grundwasser. Bei erteilten Wasserrechten von zusammen 120 Mio m³/a entspricht das einer Auslastungsrate von 63 %.

Seit 1990 sind sowohl die Fördermengen als auch die wasserrechtlichen Genehmigungen um durchschnittlich über 20 % zurückgegangen.

Die Förderleistungen der Brunnen im Vogelsberg sind allgemein hoch. Extreme Ergiebigkeiten von Brunnen bis zu 650 l/s sind jedoch Ausnahmen und werden lediglich in einem Brunnen des Wasserwerks Inheiden im westlichen Vogelsberg erreicht. Grund dafür sind die annähernd NNE-SSW gerichteten geologischen Störungen des Horloffgrabens, die gute Wasserwegsamkeiten bieten und daher wie ein Dränsystem wirken.



Abb. 15. Erdfall im Brachtal.

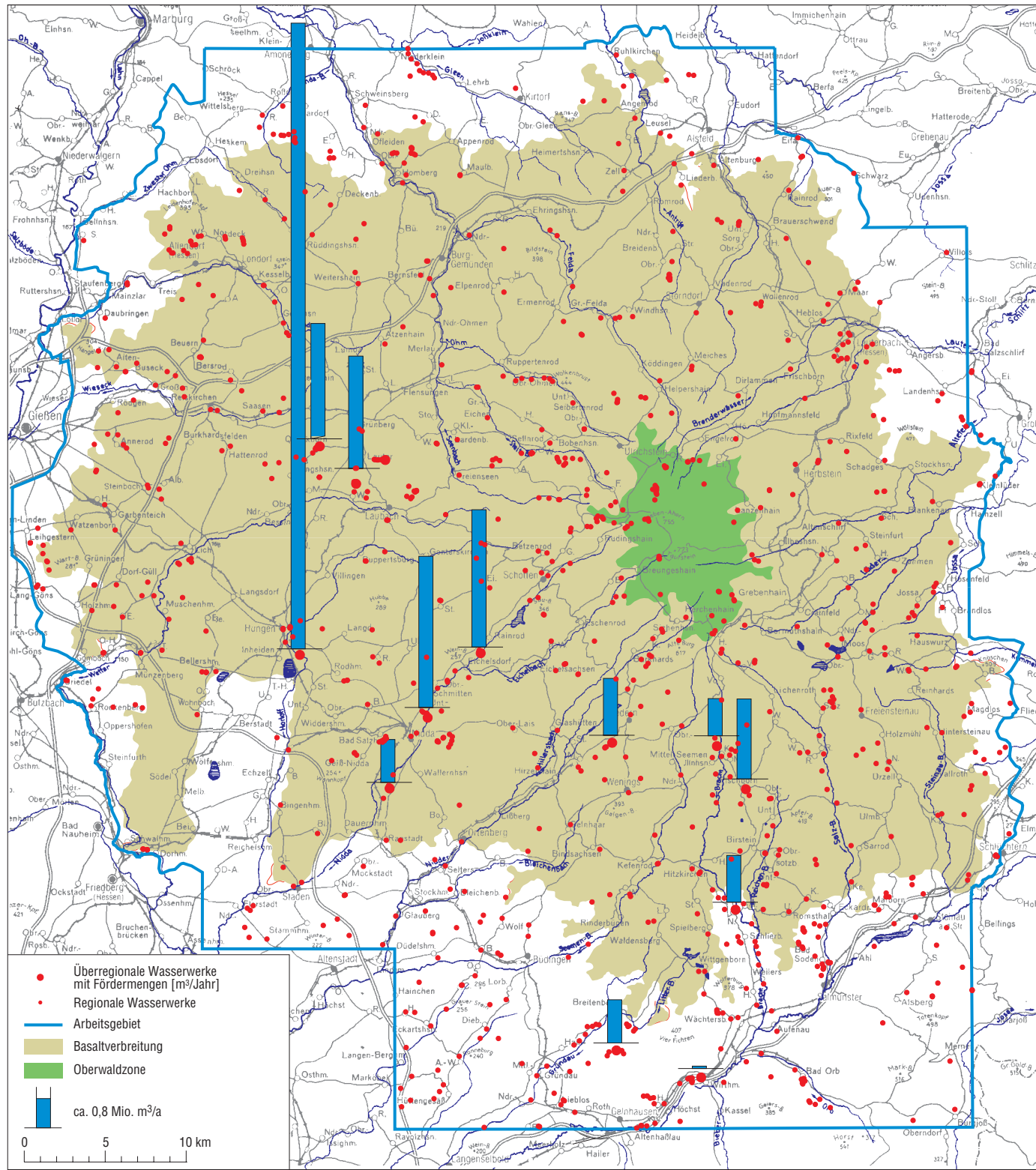


Abb. 16. Wassergewinnungsanlagen.

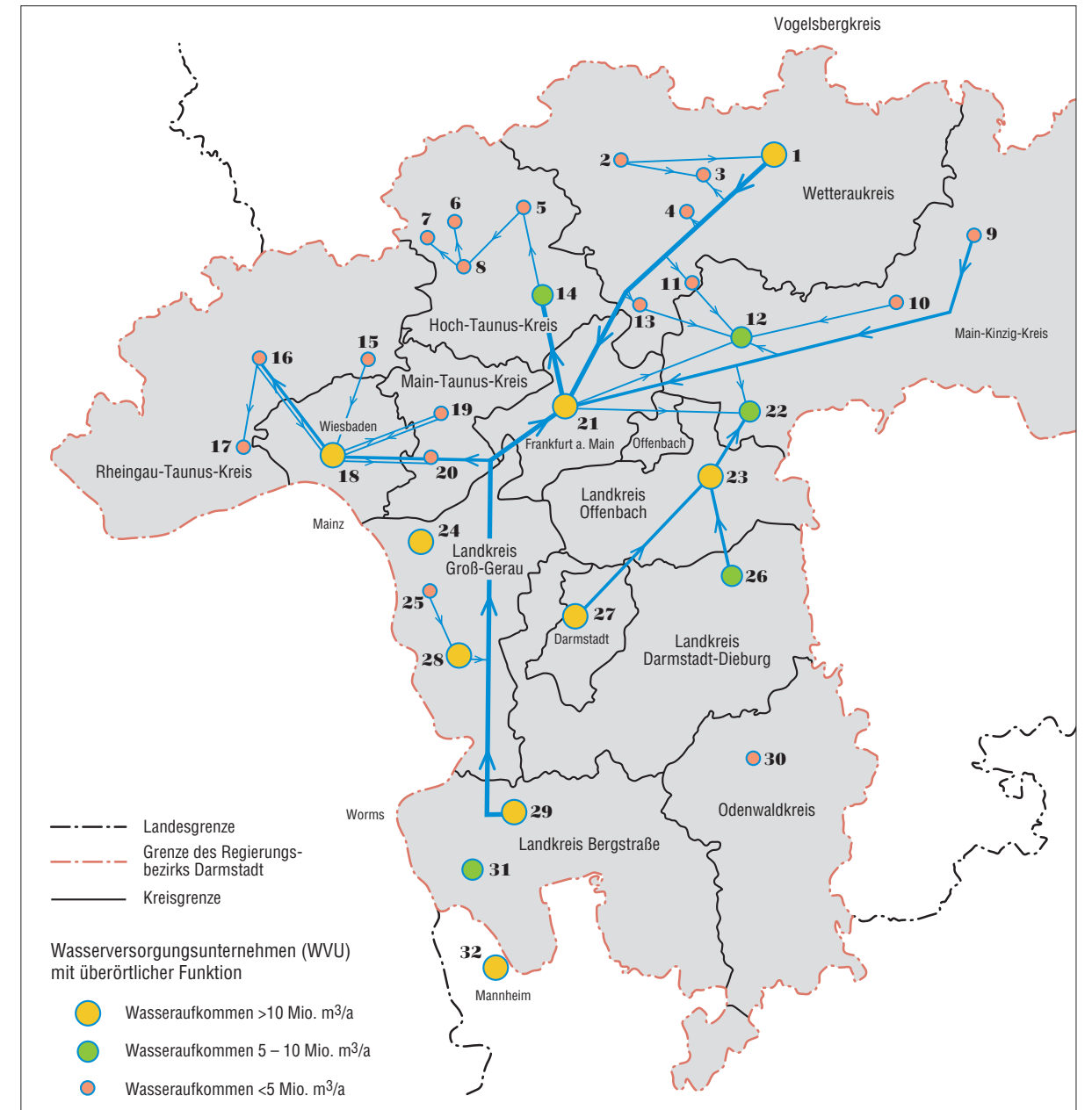


Abb. 17. Wasserverbund im Rhein-Main-Gebiet.

- | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 Oberhessische Versorgungsbetriebe AG (OVAG) | 17 Wasserbeschaffungsverband Oberer Rheingau |
| 2 Hessisches Staatsbad Bad Nauheim | 18 Stadtwerke Wiesbaden AG (ESWE) |
| 3 Wasserverband Horloffthal | 19 Wasserbeschaffungsverband Hofheim |
| 4 Wasserbeschaffungsverband Unteres Wettertal | 20 Wasserversorgungsverband Main-Taunus-West |
| 5 Wasserbeschaffungsverband Usingen | 21 Stadtwerke Frankfurt am Main GmbH (SWF) |
| 6 Wasserbeschaffungsverband Wilhelmsdorf | 22 Stadtwerke Hanau GmbH |
| 7 Wasserbeschaffungsverband Tenne | 23 Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach |
| 8 Wasserbeschaffungsverband Weil-Ems-Wiesbach | 24 Stadtwerke Mainz AG |
| 9 Wasserverband Kinzig | 25 Zweckverband Wasserwerk Gerauer Land |
| 10 Stadtwerke Gelnhausen GmbH | 26 Zweckverband Gruppenwasserwerk Dieburg |
| 11 Wasserversorgungsverband Kaichen-Heldenbergen-Burg Grafenrode | 27 Südhessische Gas und Wasser AG |
| 12 Kreiswerke Hanau GmbH | 28 Riedwerke Kreis Groß-Gerau |
| 13 Zweckverband für die Wasserversorgung des Unteren Niddaltals | 29 Wasserbeschaffungsverband Riedgruppe Ost |
| 14 Wasserbeschaffungsverband Taunus | 30 Wasserbeschaffungsverband Brombachtal/Bad König |
| 15 Wasserbeschaffungsverband Niedernhausen / Naurod | 31 Stadtwerke Worms |
| 16 Wasserbeschaffungsverband Rheingau-Taunus | 32 Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV) |

7. Umweltverträgliche Grundwasserförderung

Der Vogelsberg verfügt aufgrund seiner klimatischen und geologischen Voraussetzungen über eine Vielzahl schützenswerter Feuchtbiotope wie Niedermoore, Feuchtwiesen und naturnahe Auen, deren Existenz an oberflächennahes Grundwasser gebunden ist.

In den vergangenen Jahrzehnten sind viele dieser schwer bzw. z.T. nicht wieder regenerierbaren Biotope sehr stark zurückgegangen (Abb. 18 u. 19). Parallel dazu ist der Wasserbedarf und -verbrauch bis Mitte der 80er Jahre gestiegen. Zwischen 1960 und 1972 wurden große Wasserwerke und Fernwasserleitungen erweitert oder neu gebaut. Ab 1965 kamen die Wasserwerke Kohden, Orbes, Rainrod, Berstädter Markwald, Gedern/Merkenfritz, Gettenbach und Neuenschmidten zur Verbundversorgung hinzu.

Einerseits sind die hydrogeologischen Bedingungen im Vogelsberg so, daß Schwankungen im Bodenwasserhaushalt und Schwankungen in oberflächennahem Grundwasser ganz natürliche Ursachen haben, wie wir in den vorhergehenden Kapiteln gelesen haben (siehe z. B. Abb. 9, Trockenfallstrecken). Andererseits gibt es Grundwasserabsenkungen im Bereich der Entnahmebrunnen, die eine Ausdehnung von mehreren Kilometern Durchmesser haben können.

Die zunehmende Konkurrenz zwischen der Grundwasserentnahme aus dem Vogelsberg und anderen Nutzungsansprüchen, hauptsächlich Ansprüche des Umweltschutzes, gab Anfang der 90er Jahre Anlaß zu einem Gutachten, das vom Hessischen Umweltministerium in Auftrag gegeben wurde. Es sollte die Rahmenbedingungen für eine umweltschonende Wassergewinnung im Vogelsberg untersuchen. Darauf aufbauend wurde 1995 ein „Leitfaden zur Durchführung der Untersuchungen im Rahmen von Wasserrechtsanträgen“ im Vogelsberg entwickelt. Die Erteilung von neuen Wasserrechten wird zukünftig mit einer Reihe von Maßnahmen verbunden, die der Leitfaden vorsieht und die dem Umweltschutz dienen.

Mit dem Leitfaden sind neben der Entwicklung eines Konzeptes zur Verringerung des Wasserbedarfs, Instrumente geschaffen worden, die es ermöglichen, abzuschätzen, welche Auswirkungen Grundwasserentnahmen im Bezug auf ihre nächste Umwelt haben. Eine wesentliche Grundlage dafür ist die Kartierung von Feuchtbiotopen mit ihrer Pflanzen- und Tierwelt.

Es muß weiterhin untersucht werden, ob und wie die Biotope im Bereich einer Grundwasserabsenkung räumliche und zeitliche Veränderungen erfahren.

Daraus läßt sich die landschaftsökologische Empfindlichkeit eines Biotops bestimmen und die Möglichkeit abschätzen, wie weit es regenerationsfähig ist.

Die Basisdaten der Wasserwerke werden in Datenbanken erfaßt, die als eine der Grundlagen für die Be-

stimmung einer ökologisch gewinnbaren Wassermenge dienen. Diese Datenbanken sind für die Entwicklung einer einheitlichen Datenbasis unerlässlich. Unter anderem werden Daten wie die Dauer der Grundwasserförderung, die Fördermenge, Ergebnisse von Bohrlochuntersuchungen, Pumpversuchen, Abflußmessungen usw. in einheitlicher Form erfaßt.

Die Beurteilung der landschaftsökologischen Empfindlichkeit gründet sich auf Beobachtungen in Gebieten, in denen bereits über längere Zeiträume Grundwasser gefördert wird. Biotopspezifische Veränderungen in Abhängigkeit ihrer Lage im Entnahmebereich dienen als Grundlage zur Beurteilung der Entwicklung dieses Biotops. Eine Senkung der Fördermenge ist dann notwendig, wenn Schädigungen des Biotops durch zu niedrige Grundwasserstände wahrscheinlich sind.

Mit der Ermittlung der wasserwirtschaftlichen Eingriffsintensität (Abb. 20), die die Summe der Veränderungen im Bodenwasserhaushalt zusammenfaßt, und der landschaftsökologischen Empfindlichkeit kann beurteilt werden, in welchem Bereich ein ökologisches Risiko durch eine Grundwasserentnahme besteht oder erwartet wird (Abb. 21). Weiterhin werden Gebiete ermittelt, wo Regenerationsmöglichkeiten eines Biotops vorhanden sind und welche Auswirkungen verschiedene Förderhöhen auf die Grundwasserverhältnisse in den Feuchtgebieten haben oder haben können. Mindestgrundwasserstände, die zugehörigen Fördermengen und der maximale Absenkbereich werden wasserrechtlich aufgrund dieser Risikoanalysen festgelegt.



Abb. 18. Geländesenkung mit anschließender Überflutung.



Abb. 19. Mit Trockenrissen durchzogenes ehemaliges Niedermoor.

Zur Ermittlung der durch die Grundwasserentnahme bedingten Eingriffsintensität werden drei Zonen unterschieden (Abb. 20):

Zone A: Zone gleichbleibender Eingriffsintensität. Die Grundwasseroberfläche im Basalt ist in Brunnennähe selbst bei minimaler Fördermenge soweit abgesenkt, daß sie deutlich unter die Basis des oberflächennahen Grundwasserleiters (Talkiese) absinkt.

Zone B: Zone wechselnder Eingriffsintensität. Die Grundwasseroberfläche liegt in Höhe des oberflächennahen Grundwasserleiters, kann sich aber durch Trockenzeiten oder Schwankungen in der Fördermenge ändern.

Zone C: Zone ohne Eingriffsintensität. Die Grundwasserentnahme hat hier keinen Einfluß mehr auf den Bodenwasserhaushalt.

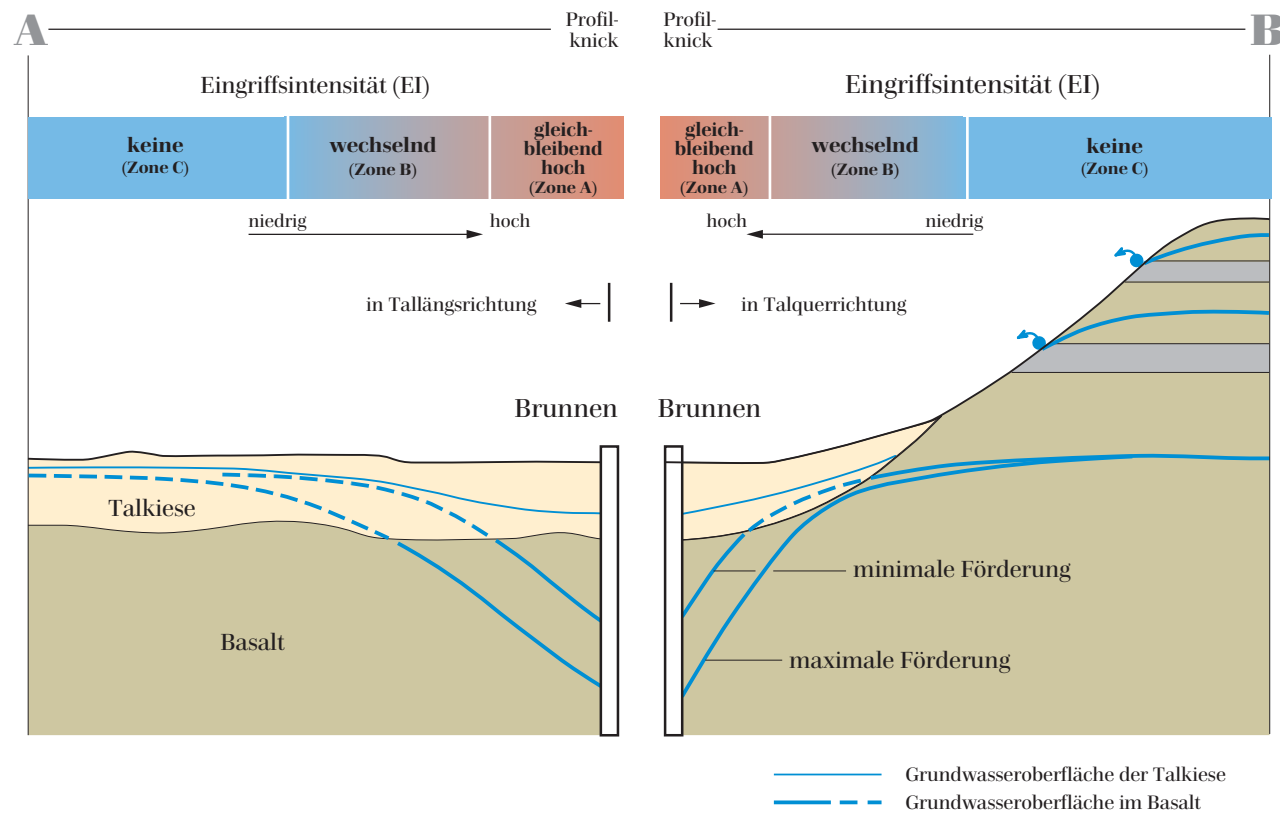


Abb. 20. Auswirkungen durch die Grundwasserförderung.

Die Beeinflussung der Biotope ist von der Lage in einer dieser Zonen abhängig und muß dementsprechend abgeschätzt werden.

Das Regenerationspotential ist die Fähigkeit eines Biotops, eine Störung – gemessen nach Dauer und Intensität – zu ertragen, ohne sich in ein anderes zu verwandeln. Es setzt sich zusammen aus der Fähigkeit, Veränderungen zu

widerstehen und aus der Fähigkeit, nach einer Störung in den Ausgangszustand zurückzukehren.

Der Zeitraum für eine mögliche Regeneration richtet sich nach dem Ausmaß der Zerstörung. Einige Biotope können sich nur nach geringfügiger Störung, wenn überhaupt, und nach langen Erholungszeiten wieder regenerieren.

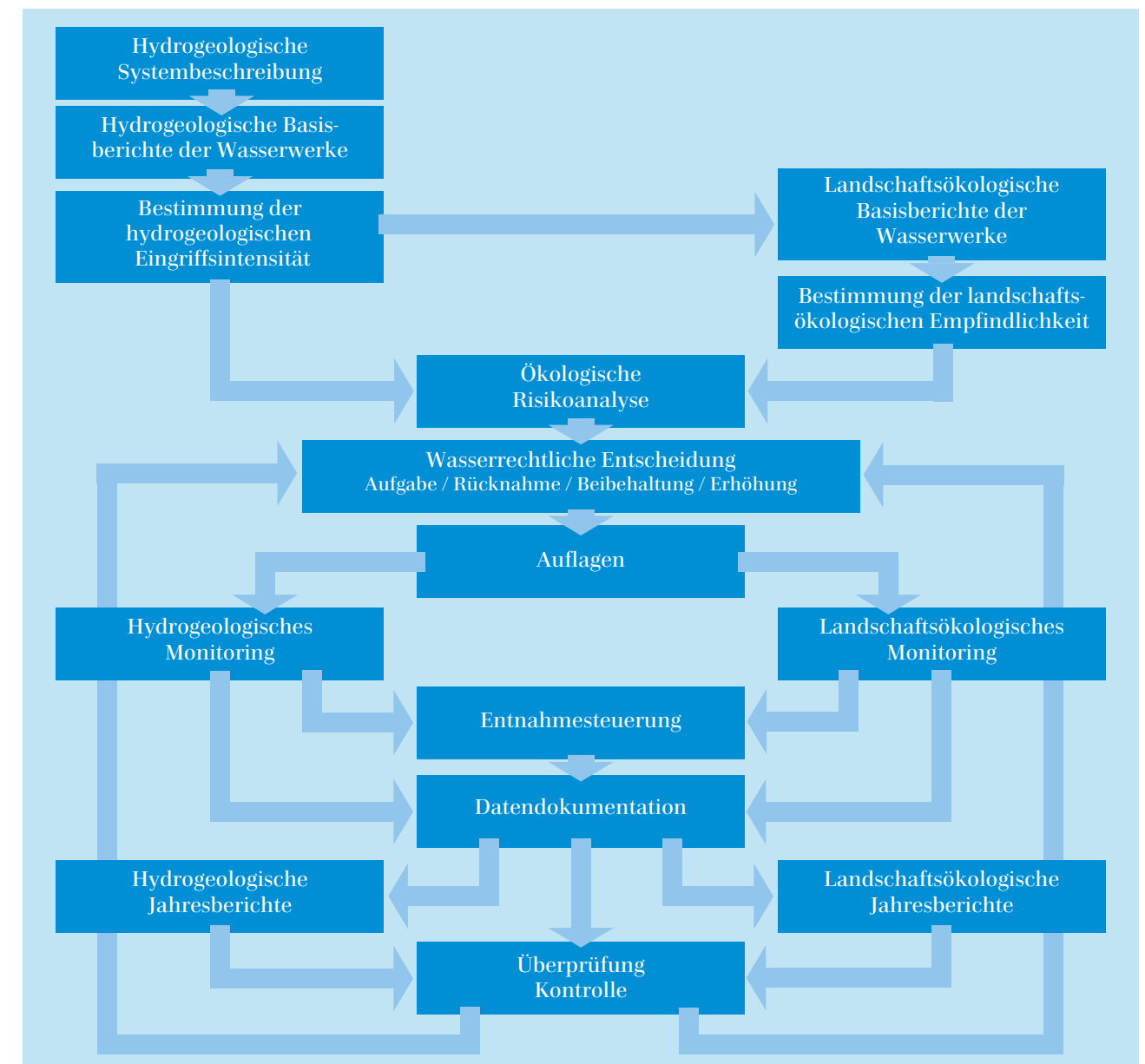


Abb. 21. Arbeitsschritte für eine umweltschonende Grundwassergewinnung.

Die Wasserversorgungsunternehmen sind verpflichtet, Datenbanken aufzubauen und zu pflegen. Diese dienen als Werkzeuge zur Erfassung, Dokumentation und zur Steuerung der umweltverträglichen Wassergewinnung. Ebenso sollen die Wasserversorgungsunternehmen die Landesfachbehörden und die Genehmigungsbehörden informieren und unterstützen.

Die Datensammlung, das Wasserinformationssystem

Vogelsberg, ist unerlässlich, um die Informationen, die für eine Beurteilung wasserwirtschaftlicher Eingriffe herangezogen werden, zu vervollständigen. Nur so können anhand der erfaßten Daten ökologische Entwicklungen verfolgt werden, sodaß erfolgte Abschätzungen überprüft und gegebenenfalls berichtigt werden können.

Das Gesamtsystem gewährleistet so eine umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung des Vogelsberges.

Impressum

ISBN 3-89274-206-5

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

Bearbeitung: Dr. Bernd Leßmann, Dr. Hans-Jürgen Scharpff, Dr. Angelika Wedel, Dr. Klaus Wiegand

Layout,
Kartografie,
Satz- und
Bildbearbeitung: Hermann Brenner, Michaela Hoffmann, Monika Retzlaff, HLUG

Druck: Druck- und Verlagshaus Chmielorz GmbH, Wiesbaden
Gedruckt auf Recycling-Papier

Ausgabe: 1. Auflage, Dezember 2000

Vertrieb:	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Postfach 3209, 65022 Wiesbaden Telefon: 0611/70 10 34, Telefax: 0611/9 74 08 13 e-mail: vertrieb@hlug.de	Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden Telefax: 0611/8 15 19 46 e-mail: oea@mulf.hessen.de
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anmerkung zur Verwendung

Diese Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Broschüre nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist.