

GEWÄSSER UND GEWÄSSERHAUSHALT IN DEN REGIONEN 1 UND 2

Klaus Gießner

1. Der Main - die hydrogeographische Lebensader einer Landschaft

Der Natur- und Wirtschaftsraum der Planungsregionen "Bayerischer Untermain" und "Würzburg (Region 1 u. 2)" wird - wie das gesamte Mainfranken - in ganz entscheidender Weise von den hydrogeographischen Gegebenheiten bestimmt. Der Main als große Sammelader des Oberflächenabflusses und als morphologische Leitlinie des Reliefs prägt hier in seinem verschlungenen Lauf im Maindreieck und im Mainviereck und mit seiner charakteristischen Abfolge von Talweitungen und Engtalstrecken den mainfränkischen Raum stärker als alle anderen Teile Frankens. Die Natur- und Kulturlandschaft Mainfrankens ist zunächst einmal die seines Maintales. Darüber hinaus setzt sich aber diese typische Mainlandschaft quasi als verkleinertes Spiegelbild auch in den wichtigsten Nebentälern fort. Die Tallandschaften der unteren Saale, der unteren Sinn und der unteren Tauber zeigen in vielen Punkten Maintalzüge. Auf diese Weise wird der mainfränkische Kernraum mit den angrenzenden Randlandschaften der Mittelgebirgsschwelle und der Gäuplattenregionen landschaftlich verbunden (vgl. hierzu HEROLD, A., 1968). Diese prägende, zentrale Bedeutung des Mains und seiner wichtigsten Zubringer für die geographischen Grundstrukturen Mainfrankens geht aber weit über den hydrogeographisch-morphologischen Aspekt hinaus. Die deutlichen klimaökologischen und pedologischen Unterschiede zwischen den Tal- und Beckenlandschaften des Mains und den höheren Randlandschaften der Maintalumrahmung sind mit der morphologisch-hydrogeographischen Ausgangssituation genauso ursächlich verknüpft wie die gesamte siedlungsgeographische und industrielle Entwicklung. Siedlungen, Verkehrswege und wirtschaftliches Leben in Unterfranken sind seit alters her auf den Main hin orientiert. Das Maintal stellt

die wichtigste Entwicklungsachse und Lebensader des unterfränkischen Raumes dar. Mit dem Ausbau und der Kanalisation der Mainwasserstraße in der jüngeren Entwicklung wurde das Maintal zusätzlich "ökonomisch vitalisiert" und den Planungsregionen 1 und 2 neue wirtschaftliche Impulse gegeben (SCHÄFER, D. 1977).

2. Die hydrogeographische Sonderstellung des Mains

Die überragende Stellung des Maintals für die Natur- und Kulturlandschaft Unterfrankens wird durch die hydrogeographische Sonderstellung des Mains im Bereich der beiden Planungsregionen 1 und 2 noch unterstrichen und problematisiert.

Sowohl hydrologisch-ökologisch als auch wasserwirtschaftlich ist der Main zwischen Schweinfurt und Aschaffenburg ein "problematisches" Gewässer. Verglichen mit den Abflußsystemen der benachbarten Planungsregionen (z.B. Main-Rhön) oder den übrigen Mainabflußgebieten auf bayerischem Gebiet stellt vor allem die Region Würzburg (Planungsregion 2) ein ausgesprochenes "Wassermangelgebiet" dar (vgl. Tab. 1):

Tab. 1: Wasserhaushaltsbilanz der Planungsregion 2 im Vergleich mit den anderen Regionen Bayerns:

Hydrol. Variabl.	Region 2 "Würzburg"	Region 3 "Main-Rhön"	Bayerischer Anteil d. Maingeb.
Einzugsgebiet	$F_E = 3118 \text{ km}^2$	$F_E = 3990 \text{ km}^2$	$F_E = 19720 \text{ km}^2$
Mittlerer Jahresniederschl.	$N = 674 \text{ mm}$	$N = 700 \text{ mm}$	$N = 715 \text{ mm}$
Mittlere Jahresverdunst.	$V = 480 \text{ mm}$	$V = 480 \text{ mm}$	$V = 485 \text{ mm}$
Mittlere Abflußhöhe	$A = 194 \text{ mm}$	$A = 220 \text{ mm}$	$A = 230 \text{ mm}$

Quelle: Wasserwirtschaftsämter Würzburg und Schweinfurt

Auch im Bereich der Planungsregion 1 liegt das Maintal noch im Regenschatten der hessischen Mittelgebirge bzw. des Odenwaldes. Allerdings wird dort die Wasserhaushaltsbilanz durch die Zubringer aus dem stärker beregneten Vorspessart (Rottenberg 850 mm) und

aus dem sehr feuchten Hochspessart (Rohrbrunn 1127 mm) merklich verbessert.

Nach längeren Trockenperioden kommt es aber auch hier zu einer deutlich herabgesetzten Wasserführung. Diese führt wiederum sekundär zu einer ganz erheblichen Beeinträchtigung der Wassergüte. Bei der geringen Fließgeschwindigkeit (zahlreiche Stautufen) vor allem bei erniedrigtem Abfluß bleibt der Sauerstoffeintrag insgesamt unbefriedigend. Die thermischen und stofflichen Belastungen, verbunden mit den Abwassereinleitungen, werfen daher ernstliche Probleme für die Selbstreinigungskraft des Mains auf.

Auf Grund der Wasserhaushaltsbilanz (vgl. Tab. 1) kann es nicht überraschen, daß es vor allem in "Trockenjahren" immer wieder zu spürbaren Engpässen in der Wasserversorgung der Region 1 und 2 kommt. In Extremjahren wie im Trockenjahr 1976 werden dabei bereits die hydrologischen Grenzen der wirtschaftlichen Entwicklung dieses Raumes angedeutet. Noch deutlicher zeigt sich in solchen Trockenjahren der Wassermangel, wenn man nicht die Gesamtregionen sondern einzelne Teilbereiche betrachtet.

Insbesondere das mittlere Maintal im Bereich des Würzburger und Schweinfurter Beckens sowie die Wern - Lauer - Platte und das Steigerwaldvorland werden als "Trockeninseln" dann rasch zu "hydrologischen Katastrophengebieten".

Die hydrogeographische Sonderstellung des Mains in den Regionen 1 und 2 läßt sich aber nicht nur aus der Wasserhaushaltsbilanz ableiten. Auch einige hydrologische Kennwerte sind bemerkenswert: verglichen mit seinem relativ großen Einzugsgebiet von $F_E = 27\,205 \text{ km}^2$ und einer Gesamtlaufstrecke von 530 km ist der Main durch niedrige Abflußwerte und einer unterdurchschnittlichen Wasserführung gekennzeichnet. Hinzu kommen zwar nur seltene, aber dann sehr starke Hochwasser, die das Mainabflußregime kennzeichnen. So wurde z.B. am Main-Pegel Kleinheubach (im westl. Mainviereck bei Würth in der Region 1 gelegen) im Zeitraum von 1959 - 1969 eine höchste Abflußmenge von $HQ = 1050 \text{ m}^3/\text{sec}$ (im Dez. und Jan. 1968) gemessen; die mittlere Abflußmenge betrug im Vergleich dazu für den gleichen Zeitraum $MQ = 154 \text{ m}^3/\text{sec}$. Für den Main-Pegel Schweinfurt (Neuer Hafen) wurde im Zeitraum 1951 - 1970 eine höchste Abflußmenge von $HQ = 1350 \text{ m}^3/\text{sec}$ während des Februar-Hochwassers 1970 registriert, der mittlere Jahresabfluß 1951 - 1970 betrug vergleichsweise

dazu nur $MQ = 100 \text{ m}^3/\text{sec}$. Da die Retentionswirkung innerhalb der engbegrenzten Überschwemmungsflächen des Maintales mit seiner durchschnittlichen Breite von 250 - 300m gering bleibt und durch eine zunehmende Bebauung des Talbodens weiter herabgesetzt wird, führen solche Hochwasserabflüsse vor allem nach langanhaltenden Niederschlägen und nach der Schneeschmelze zu landschaftsgefährdenden Überschwemmungen.

Den Hochwasserabflüssen stehen sehr geringe Niedrigabflüsse nach Trockenperioden gegenüber. So wurde am Pegel Kleinheubach im Zeitraum 1959 - 1969 der niedrigste Abfluß mit $NQ = 13,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ im Juli 1964 gemessen. Am Pegel Schweinfurt liegt der Minimalabfluß für die gleiche Periode bei $NQ = 11,0 \text{ m}^3/\text{sec}$, im Juni 1964 registriert. Vor allem diese sommerlichen Niedrigabflüsse kennzeichnen die hydrogeographische Sonderstellung des mittleren Maintalabschnittes besonders deutlich. Ein Vergleich mit den bisher gemessenen Niedrigabflüssen vergleichbar großer Abflußsysteme in Deutschland bei KELLER, R. (Hrsg.), 1979, S. 346 weist den Wert $NQ = 11,0 \text{ m}^3/\text{sec}$ für den Pegel Schweinfurt als einen sonst kaum noch unterschrittenen Minimalwert aus. Auch in den Jahresabflußhöhen der Gesamtregion dokumentiert sich die Wassermangelsituation sehr deutlich: mit einer mittleren jährlichen Abflußhöhe von unter 100 mm im Maintalabschnitt von Schweinfurt bis Ochsenfurt werden, zusammen mit der Rednitzfurche, die niedrigsten Abflußhöhen in ganz Bayern erreicht. Die Kleinstabflußspenden, die ja in Trockenperioden gewissermaßen als "hydrologische Mindestreserven" von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung sind, liegen im Fränkischen Gäuland im Mittel bei nur 3 - 4 $\text{l}/\text{sec}/\text{km}^2$. Sie werden in Trockenjahren in einzelnen Regionen sogar noch deutlich unterschritten. Im Vergleich dazu liegen die Kleinstabflußspenden in den sich nach Osten anschließenden thüringisch-fränkischen Mittelgebirgsregionen bei weit über 10 $\text{l}/\text{sec}/\text{km}^2$. Für jeden Einwohner stehen in den beiden Planungsregionen 1 und 2 nur etwa 1/3 der durchschnittlichen Wassermenge zur Verfügung, mit der z. B. das bayerische Donaugebiet rechnen kann. Auch die Abflußverluste, also die Differenz zwischen der jährlichen Niederschlagsspende und der jährlichen Abflußhöhe, liegen sowohl im bayerischen als auch im bundesdeutschen Durchschnitt relativ hoch. Sie liegen für die beiden Regionen bei 70 - 80 %; z.T. liegen sie sogar darüber; d.h. der Abflußfaktor erreicht im Mittel nur 20 - 30 %

und liegt damit weit unter den Durchschnittswerten, die etwa in den anderen bayerischen Abflußsystemen, vor allem des alpinen und voralpinen Bereiches erreicht werden. So hat z.B. das Lech-Abflußsystem einen Abflußfaktor von über 66 %, in den anderen nival gesteuerten Gebirgsabflußsystemen des Alpenbereiches liegen die Abflußfaktoren noch darüber.

Bereits diese wenigen hydrologischen Angaben reichen aus, um Mainfranken als ein "Wassermangelgebiet" und den Main mit seinen Nebenflüssen als ein problematisches Abflußsystem zu kennzeichnen.

Die geringen Abflußwerte von unter 200 mm Abflußhöhe für die Planungsregion 2 und von unter 100 mm für den Maintalbereich zwischen Schweinfurt und Ochsenfurt sind zwar primär durch die sehr geringe Niederschlagsspende bedingt, hängen aber sekundär auch mit der bedonderen hydrogeologischen Grundwassersituation im Bereich der Mainfränkischen Muschelkalkplatte zusammen. Die vergleichsweise geringen Kleinstabflußspenden sowie die hohen Abflußverluste und die niedrigen Abflußfaktoren haben diesen hydrogeologischen Zusammenhang bereits angedeutet. Die hydrogeographische Problematik Mainfrankens bezieht sich daher sowohl auf den Oberflächenwasserhaushalt als auch auf die Grundwasser-
verhältnisse. Beide Komponenten verstärken sich gegenseitig und verursachen die quantitativen Wasserhaushaltsprobleme, mit denen die beiden Planungsregionen zunehmend konfrontiert werden.

In Kenntnis dieser hier¹⁾ kurz angedeuteten hydrogeographischen Sonderstellung Mainfrankens und der damit verbundenen wasserwirtschaftlichen Entwicklungsstörung ist im Planungskonzept des Landesentwicklungsprogrammes die Einspeisung von 15 m³/sec Wasser aus dem Donau - Altmühlssystem über den Rhein-Main-Donaukanal in das Regnitz - Main - Gebiet vorgesehen. Für die problematische Trinkwasserversorgung des mainfränkischen Wirtschaftsraumes wird bereits seit 1973 eine Wassermenge von bis zu 2 m³/sec aus dem Grundwasserpotential im Donaugebiet übergeleitet.

Beide Maßnahmen dienen nicht nur der Aufhöhung der problematischen Niedrigwasserabflüsse und damit der Verbesserung der
Brauch- und Trinkwasserversorgung, sondern auch gleichzeitig der bereits stark reduzierten Selbstreinigungskraft des Mains.

Welche Folgen sich aber für den Wasserhaushalt des Mainabflußsystems nach 1985, also nach Inbetriebnahme des Überleitungssystems, ergeben, hängt in erster Linie mit dem Kühlwasserbedarf

der Wärmekraftwerke in diesen Planungsregionen zusammen. Wird die projektierte Steigerung der Gesamtleistung der Wärmekraftwerke auf 7 500 MWe tatsächlich erreicht, dann bedeutet dies eine Verdreifachung des Kühlwasserbedarfs gegenüber heute (vgl. WAGNER, H.-G., 1977, S. 34).

Das Mainabflußsystem würde dann trotz Überleitung an die Grenze seiner thermischen Belastbarkeit gelangen. Die quantitativen Wasserhaushaltsprobleme würden damit durch zusätzliche qualitative Probleme verstärkt werden.

In beiden Planungsregionen ist bereits heute auf Grund der thermischen und stofflichen Belastung das Mainwasser für eine Trinkwasserversorgung nicht geeignet. Im Bereich der Planungsregion 2 schwankt der Gütezustand des Maines zwischen den Güteklassen II (mäßig belastet) und IV (übermäßig verschmutzt). In der Planungsregion 1 belasten abwasserintensive Industriebetriebe wie die Zellstoffwerke in Aschaffenburg und Stockstadt die Wasserqualität noch stärker: ab Aschaffenburg werden nur noch die Güteklassen III und IV erreicht. Auch das Kühlwasserproblem und die damit zusammenhängenden thermischen Belastungen könnten in der Region "Bayerischer Untermain" in Zukunft noch verschärft werden, da der Raum Aschaffenburg als Verbrauchsschwerpunkt für elektrische Energie als möglicher Standort zur Erreichung eines Großkraftwerkes diskutiert wird (vgl. Regionalbericht "Region Bayerischer Untermain", 1975, S. 10).

Zwar kann der Trink- und Brauchwasserbedarf z.Z. noch aus dem vorhandenen Quell- und Grundwasserpotential in Normaljahren gedeckt werden, aber bei der zu erwartenden Steigerung des spezifischen Wasserbedarfs auf ca 300 l/Kopf in naher Zukunft werden doch beträchtliche Wasserdefizite zu erwarten sein. Die dann auftretenden Engpässe in der Trinkwasserversorgung könnten sicher nicht mehr alleine durch Grundwasseranreicherung im Maintal selbst ausgeglichen werden. Nach Unterlagen des Bayerischen Landesamtes für Wasserversorgung und Gewässerschutz ist damit zu rechnen, daß bereits in den 80iger Jahren in beiden Regionen der Trinkwasserbedarf nicht mehr allein aus der Nutzung des vorhandenen Grund- und Quellwassers gedeckt werden kann. Spätestens bis zum Jahre 2000 wird der Wasserbedarf die gewinnbaren Grundwasser- und Quellwasserpotentiale in der Größenordnung von 15 000-20 000 m³/Tag übersteigen. Verstärkte künstliche Grundwasseranreicherung und Aufbereitung im Infiltrationsbereich

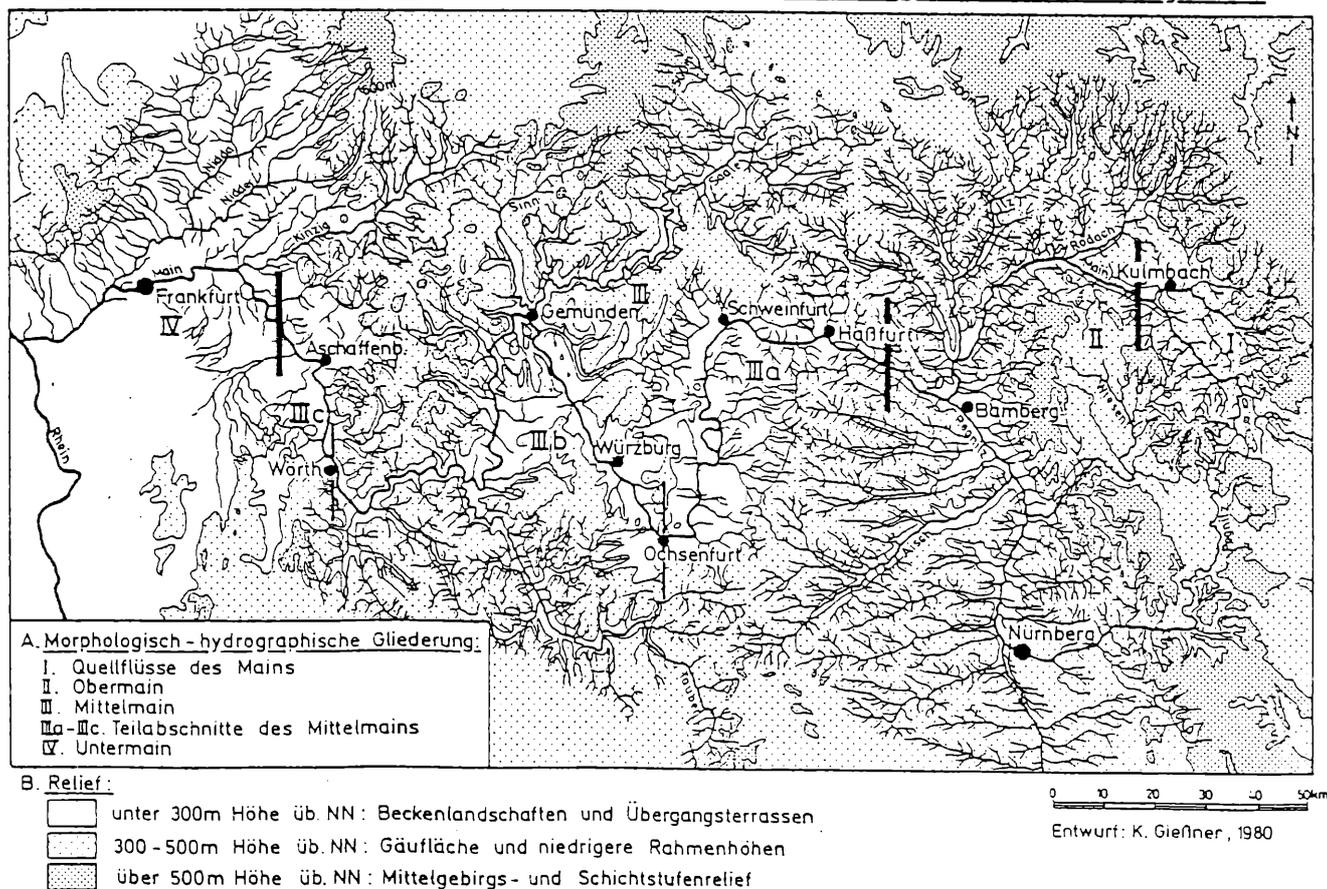
des Maintales, intensive Suche nach neuen Grundwasserpotentialen und zunehmende Rückhaltung und Aufbereitung des Oberflächenwassers im Bereich von Staudämmen werden die zwangsläufigen Folgen einer sowohl quantitativ wie auch qualitativ ungünstigen hydrologischen Ausgangssituation sein. Vor diesem Hintergrund muß m.E. die Diskussion des Wasser- und Gewässerhaushaltes in den Planungsregionen 1 und 2 gesehen werden. Nachfolgend sollen nur ein paar Grundzüge des Oberflächen- und Grundwasserhaushaltes vornehmlich in quantitativer Sicht herausgestellt werden. Die zunehmend sich verschärfenden qualitativen Wassergüteprobleme werden dabei weitgehend ausgeklammert. Sie würden den vorgegebenen Rahmen bei weitem übersteigen.

Der hydrologischen Kurzanalyse sind ein paar Bemerkungen zur Gliederung, Anlage und Entwicklung des Maintales vorangestellt. Sie erleichtern das Verständnis für die hydrogeographischen Gesamtverhältnisse im Mainfränkischen Raum.

3. Hydrogeographische Gliederung, Anlage und Entwicklung des Gewässernetzes

Der Mainlauf läßt sich morphologisch-hydrologisch in 4 große Abschnitte gliedern (vgl. Fig. 1):

Fig.1 Gewässernetz und morphologisch-hydrographische Gliederung des Main-Abflußsystems



Der erste Abschnitt reicht vom Fichtelgebirge bis zum Kulmbacher Becken und wird von den Quellflüssen des Roten und des Weißen Main gebildet. Der "Weiße Main" gilt dabei als der eigentliche Quellfluß des Main-Abflußsystems. Mit der Vereinigung der beiden Quellflüsse beginnt der zweite Abschnitt, der sogen. "Obermain". Dessen Tal stellt landschaftlich die unmittelbare Fortsetzung des Kulmbacher Beckens dar. Dieser "Obermain", der bis zum Steigerwalddurchbruch bei Zeil reicht, läßt sich in zwei Teilabschnitte noch untergliedern, die durch die Regnitzmündung und das Bamberger Becken getrennt werden. Beiden Talabschnitten gemeinsam ist die verhältnismäßig breite ebene Talsohle, in der der Fluß bis zu seiner Begradigung im Laufe des 19. Jhd. in freien Mäandern floß. Nach dem engen Durchbruchstal durch die Keupersandsteinstufe des Steigerwaldes und der Haßberge öffnet sich das Maintal sehr weit und bildet mit dem "Haßfurter Becken" die oberste Beckenlandschaft des "Mittelmain". Dieser 3. Abschnitt umfaßt das Maindreieck und reicht mit fast 300 km Lauflänge bis zum Aschaffener Becken. Von da ab beginnt als 4. Abschnitt der "Untermain", der bis zur Mündung in den Rhein bei Mainz reicht.

Die beiden Planungsregionen "Bayerischer Untermain" und "Würzburg" liegen also im Bereich des Mittelmainabschnittes, der keineswegs morphologisch-hydrologisch einheitlich gestaltet ist. Vom Kartenbild ausgehend werden im allgemeinen drei unterschiedliche Teilabschnitte ausgegliedert: der "Schweinfurt-Haßfurter-Bogen", das "Maindreieck" und das "Mainviereck". Morphologisch-hydrologisch ist jedoch eine davon abweichende Gliederung vorzuziehen: der obere Abschnitt vom Haßfurter Becken bis nach Ochsenfurt/Marktbreit (Abschnitt III a in Fig. 1) ist der landschaftlich differenzierteste Teil des "Mittelmain". Hier wechseln mehrfach breite, beckenartige Talweitungen mit nebentalfreien Engtalabschnitten ab. Die typische Abfolge von Becken und Engtalstrecken ist geologisch-petrographisch durch den Wechsel von weichen Keupergesteinen zu härteren Muschelkalkschichten vorgezeichnet. Wie die alten, sehr breit angelegten Mäander- und Talrandbogen deutlich erkennen lassen, wurden diese petrographischen Unterschiede im Verlauf der langen Entstehungsgeschichte des Maintales morphologisch-hydrogeographisch nachgezeichnet.

Der mittlere Abschnitt des Mittelmaintales (III b in Fig. 1)

reicht von Ochsenfurt bis Würth/Klingenberg. In ihm liegt der Hauptflächenanteil der Regionen 1 und 2. Morphologisch-hydrographisch ist der mittlere Teil recht einheitlich aufgebaut: bis auf einige Talweitungen und Talbuchten ist hier das Maintal sowohl im Bereich der Muschelkalkplatten als auch im Bereich des Buntsandsteines relativ eng und kastenförmig eingeschnitten. Die Sohlenbreite beträgt 300 - 600 m, die Eintiefungsbeträge liegen im Bereich des Muschelkalkes bei 100 - 120 m, im Bereich des Sandsteinspessarts 300 - 400 m. Diese Talmorphologie hat zur Folge, daß das Mesoklima im Bereich dieses mittleren Mittelmainabschnittes ganz entscheidend durch die Reliefgegebenheiten beeinflußt wird. Ein typisches trocken-warmes Talklima steht dem feuchteren und kühleren Klima der Maintalumrahmung gegenüber. Hydrologisch von Bedeutung ist die Tatsache, daß der südliche und westliche Abschnitt des Maindreiecks fast frei von Nebenflüssen ist und die Flußdichte in diesem Bereich auf unter 0,6 km (Flußlänge pro km²-Gesamtfläche) fällt. Selbst die generalisierte Übersichtsskizze über das Gesamtgewässernetz des Mains zeigt diese hydrologische Besonderheit recht deutlich (vgl. Fig. 1). Dies bedeutet wiederum, daß der Oberflächenwasserhaushalt im Bereich der Muschelkalkplatten (Region 2) vornehmlich durch die klimatisch-hydrologischen Bedingungen des Obermains gesteuert wird. Erst mit dem Zusammenfluß des wasserreichen Sinn-Saale-Abflusssystemes aus der niederschlagsreichen Rhön sowie der ergiebigen Spessart- und Odenwaldabflüsse wird das Abflußregime des Obermains überlagert durch die hydrologischen Einflüsse der angrenzenden Mittelgebirgsregion.

Ein wesentliches Kennzeichen der Planungsregion 2 ist daher der klimatisch-hydrologische Gegensatz zwischen den trockenen, abflußarmen Talebenen und Talbecken und den feuchteren, abflußreicheren Rahmenhöhen. Dieser landschaftsbestimmende Gegensatz läßt sich über die Hydrogrammanalyse an den Main-Hauptpegeln (etwa am Pegel Schweinfurt/Neuer Hafen oder Kleinheubach) nur sehr schwer herausarbeiten. Hier überlagern sich verschiedene Steuerungsfaktoren der Einzugsgebiete, so daß nur das Summenbild am Pegel abzulesen ist. Erst die flächenhafte Analyse der Wasserhaushaltskomponenten Niederschlag, Verdunstung und Abfluß für den Gesamtbereich sowie die exemplarische Vergleichsanalyse der Nebenpegel lassen diese Unterschiede offenkundig werden (vgl. weiter unten).

Der hier kurz skizzierte Mainlauf ist das Ergebnis einer höchst wechselvollen, komplexen Entwicklungsgeschichte. Sie wurde sowohl geologisch-tektonisch als auch klimamorphologisch im Laufe der tertiären und quartären Entwicklungsphasen gesteuert. Für die Ausbildung des heutigen Gewässernetzes besonders wichtig sind dabei die weitgespannten tertiären Rumpfflächensysteme des Gäulandes sowie die tektonischen und klimatischen Impulse am Ende des Tertiärs und zu Beginn des Quartärs. Da die tertiären Rumpfflächen nach Osten zu in Form von sogen. "Dreiecksbuchten" in das angrenzende Keuperberg- und -schichtstufenland eingreifen, ergeben sich natürliche Durchgangspforten, die in den früheren Phasen der Talentwicklung dieses Raumes als Entwässerungstore benutzt wurden. Von großer Bedeutung ist dabei die "Iphöfer-Scheinfelder Pforte" zwischen dem Schwanberg und dem Scheinberg und deren südöstliche Fortsetzung als Talgasse zur Rednitzfurche. Bis zum Ende des Tertiärs, noch im Oberpliozän, erfolgte die Entwässerung des gesamten Urmains östlich der Keuperstufe und auch größerer Teile des mainfränkischen Gäulandes durch diese Pforte hindurch zur Donau. Die damalige europäische Wasserscheide zwischen der rhenanischen und danubischen Entwässerung lag im Bereich der heutigen Keuperstufe. Der "Urmain" war also der Donau tributär. An der Wende Plio-/Pleistozän und im Ältestpleistozän erfolgte dann die etappenweise Anzapfung des Mainabflußsystems durch das rückschreitende Rheinsystem. Es begann der hydrologische Kampf um die Wasserscheide. Mit dem Durchbruch durch den Steigerwald im Bereich von Eltmann/Zeil erfolgte am Ende des Ältestpleistozän die endgültige Umlenkung des "Urmains" in seine heutige Richtung zum Rhein hin. Die mehrfache Verlagerung der Wasserscheide seit der Wende Plio-/Pleistozän und das etappenweise Anzapfen durch das Rheinabflußsystem sind die Gründe dafür, daß heute der Main einen so verschlungenen Lauf nimmt und nach Westen zu gegen das SE - Einfallen des mesozoischen Schichtkomplexes fließt. Das erosive Eintiefen des Gesamtsystems in die tertiären Rumpfflächensysteme begann mit der Heraushebung der Spessart-Rhön-Wölbungsachse im Mittelpliozän und erreichte vor allem unter den kaltzeitlichen Bedingungen des Altquartärs seinen maximalen Betrag. Weitere Einzelheiten zur Flußgeschichte des Main-Systems siehe bei KÖRBER, H., 1962; RUTTE, E., 1971 und BRUNNACKER, K., SCHIRMER, W. u.a., 1978.

4. Die Wasserhaushaltskomponenten des Oberflächenabflusses

Die aktuellen Verhältnisse des Oberflächenwasserhaushaltes in den beiden Regionen sind primär das hydrologische Äquivalent der klimatischen Bedingungen.

Gehen wir zunächst von der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung

$$\begin{aligned} \text{Abfluß} &= \text{Niederschlag minus Verdunstung} \\ A &= N - V \end{aligned}$$

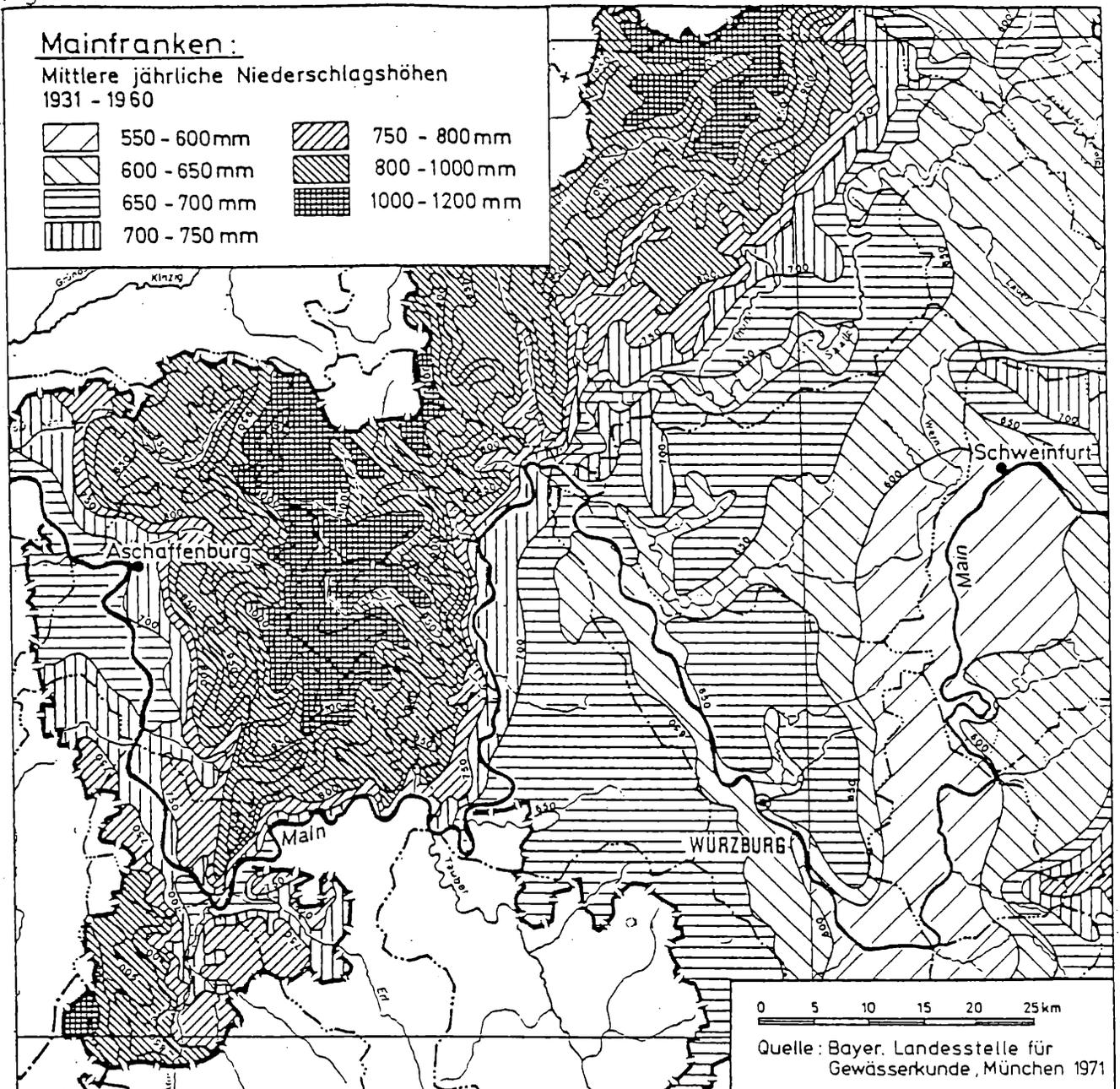
aus und vernachlässigen wir dabei den unterirdischen Abfluß über Infiltration und Perkolatation sowie die Wasserspeichermenge im Boden, dann läßt sich eine einfache Bilanzierung des Oberflächenabflusses über die Ausgangsgrößen "Niederschlagsspende" und "Verdunstungshöhe" kalkulieren.

Für die sog. "internationale Normalperiode" von 1931 - 1960 liegt für ganz Bayern eine fundierte Analyse der Wasserhaushaltskomponenten "Niederschlagsspende", "Verdunstungshöhe" und "Abflußhöhe" durch die Arbeiten von KERN, H. (1934, 1954, 1973, 1975) vor. Aus den dort publizierten Verteilungskarten sind die entsprechenden Ausschnitte für die Planungsregionen 1 und 2 herausgenommen und in den Fig. 2 - 6 dargestellt worden. Damit kann ein räumliches Bild von den regionalen Unterschieden und ihren Ursachen im Oberflächenhaushalt vermittelt werden.

4.1. Die annuellen und saisonalen Niederschlagshöhen

Die Niederschlagsspende, nach Höhe, räumlicher und zeitlicher Verteilung differenziert, hat ohne Zweifel den größten Einfluß auf die unterschiedlichen Abflußverhältnisse in den beiden Regionen. Analysieren wir zunächst den Gesamtjahresniederschlag in beiden Regionen im Vergleich zu den Niederschlagsverhältnissen in anderen Regionen Bayerns, dann stellen wir fest, daß die Planungsregionen "Bayerischer Untermain" und "Würzburg" ausgesprochene Trockeninseln in ganz Bayern darstellen. Mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen unter 700 mm, im Bereich des östlichen Maindreiecks sogar unter 600mm, wird der statistische Mittelwert für Gesamtbayern von 880 - 900mm Jahresniederschlag beträchtlich unterschritten. Noch etwas differenzierter werden die Aussagen, wenn wir diese Niederschlagsverteilungskärtchen für die beiden Planungsregionen analysieren (Fig. 2 - 4).

Fig. 2



Auf der Karte der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen (Fig. 2) fällt besonders der markante hygrische Unterschied zwischen der feuchten, mit über 900 mm, in den Höhenlagen sogar mit über 1000 mm, gut beregneten Mittelgebirgsregion der Odenwald - Spessart - Rhön - Aufwölbung im NW und den trockenen Talbeckensregionen im SE auf. Im Regenschatten der Mittelgebirgsschwelle gelegen, wird der mainfränkische Raum um Würzburg mit Niederschlägen um 650 mm nur sehr spärlich beregnet. In den abge-

schirmten Talbereichen des östlichen Maindreiecks sowie im gesamten Ochsenfurter und Gollach-Gau erreichen die annuellen Niederschläge im Mittel sogar nur 550 - 600 mm. Damit gehört dieser Bereich mit zu den niederschlagsärmsten Regionen Deutschlands. Das Aschaffenburg-Becken, ebenfalls noch z.T. im Regenschatten der hessischen Mittelgebirge, ist zwar mit 650 - 700 mm etwas feuchter, erreicht aber den statistischen Mittelwert für Bayern auch nicht. Zwischen diesen beiden Trockeninseln kommt es bei den vorherrschenden, regenbringenden Westwinden im Bereich des Hochspessarts und der Hohen Rhön zu einem ausgesprochenen Regenstau, so daß die Niederschlagshöhen auf über 1000 mm im Jahr ansteigen. Dieser deutliche Gegensatz zwischen den sehr trockenen Becken- und Tallandschaften Mainfrankens und den sehr feuchten Rahmenhöhen der sich anschließenden Mittelgebirgsschwelle bestimmt nicht nur das Oberflächenabflußbild, sondern auch alle anderen Partialkomplexe des Naturlandschaftshaushaltes. Auch das agrargeographische Nutzungsgefüge wird entscheidend von diesem Gegensatz geprägt (vgl. HEROLD, A., 1966, 1968).

Wichtig für diese Abflußverhältnisse sind, neben den annuellen Niederschlagshöhen, vor allem die saisonale Verteilung und die interannuellen Schwankungen. Über die jahreszeitliche Verteilung der Niederschlagsspende für vier ausgewählte Räume gibt die Tab. 2 Auskunft:

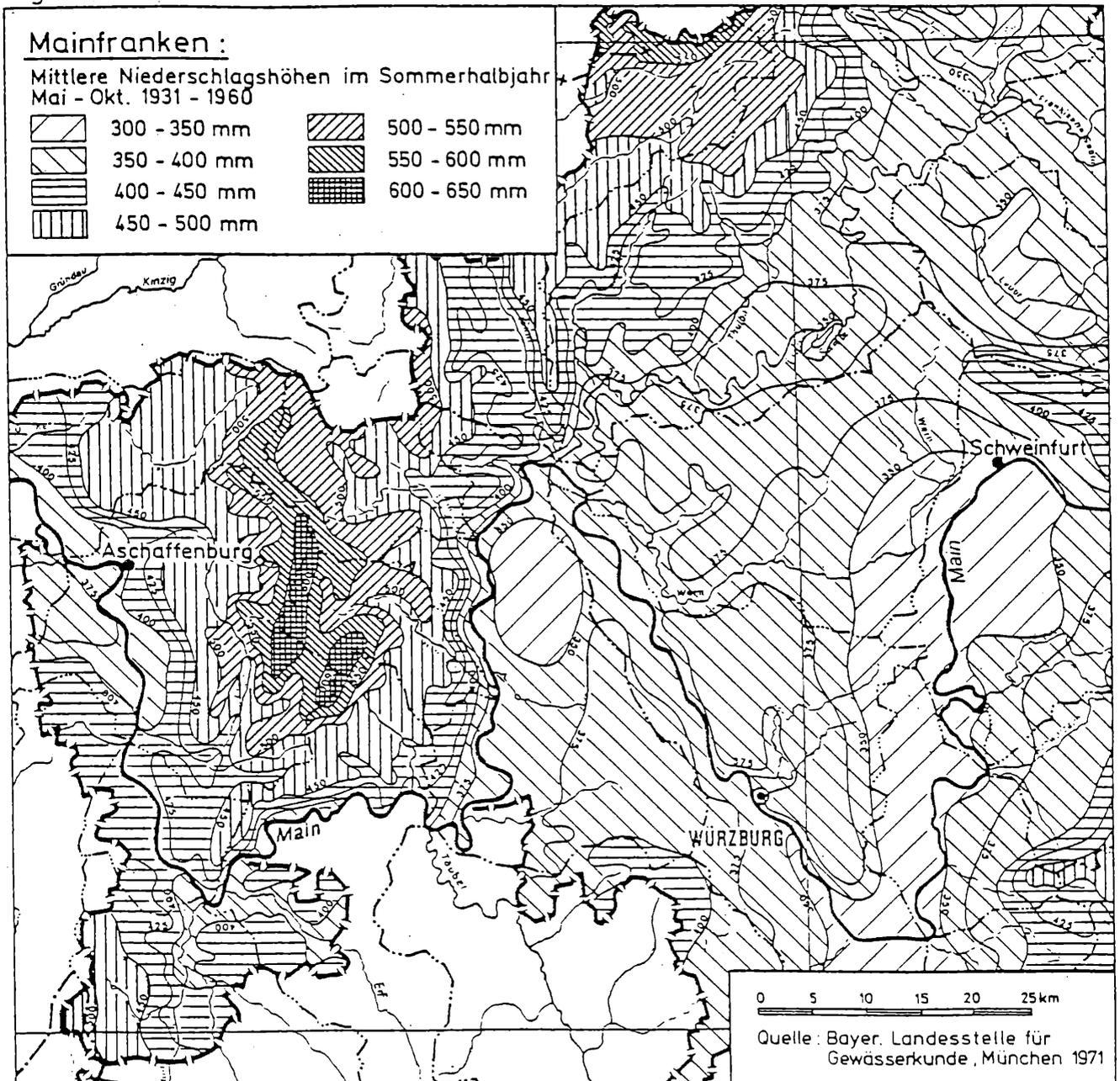
Tab. 2: Jahreszeitliche Verteilung der mittleren Niederschlagsspende in mm:

Station/Monat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Raum Hohe Rhön	104	84	79	85	83	92	115	102	88	99	93	115	1139
Raum Hoher Spessart	110	70	80	78	75	77	105	105	80	76	92	112	1060
Raum Würzburg	42	32	36	41	51	59	63	56	48	44	41	47	560
Raum Kitzingen	37	30	39	40	55	58	68	67	50	40	45	46	575

Auch hier wird der Gegensatz zwischen der Mittelgebirgsregion und den Becken- und Talregionen deutlich: die Rhön und der Spessart besitzen ein pluviales Mittelgebirgsregime, bei dem die winterlichen Niederschläge mit dem Maximum im Dezember etwa die gleiche Gesamtmenge wie die sommerlichen Regen erreichen oder sogar knapp darüberliegen (Spessart: Dez., Jan., Febr. = 292 mm; Jun., Jul., Aug. = 287 mm). Im Raume Würzburg und Kitzingen liegt dagegen das Niederschlagsmaximum im Juli und die sommerlichen Niederschläge sind deutlich ergiebiger als die winterlichen (Raum Würzburg: 178 zu 121 mm!).

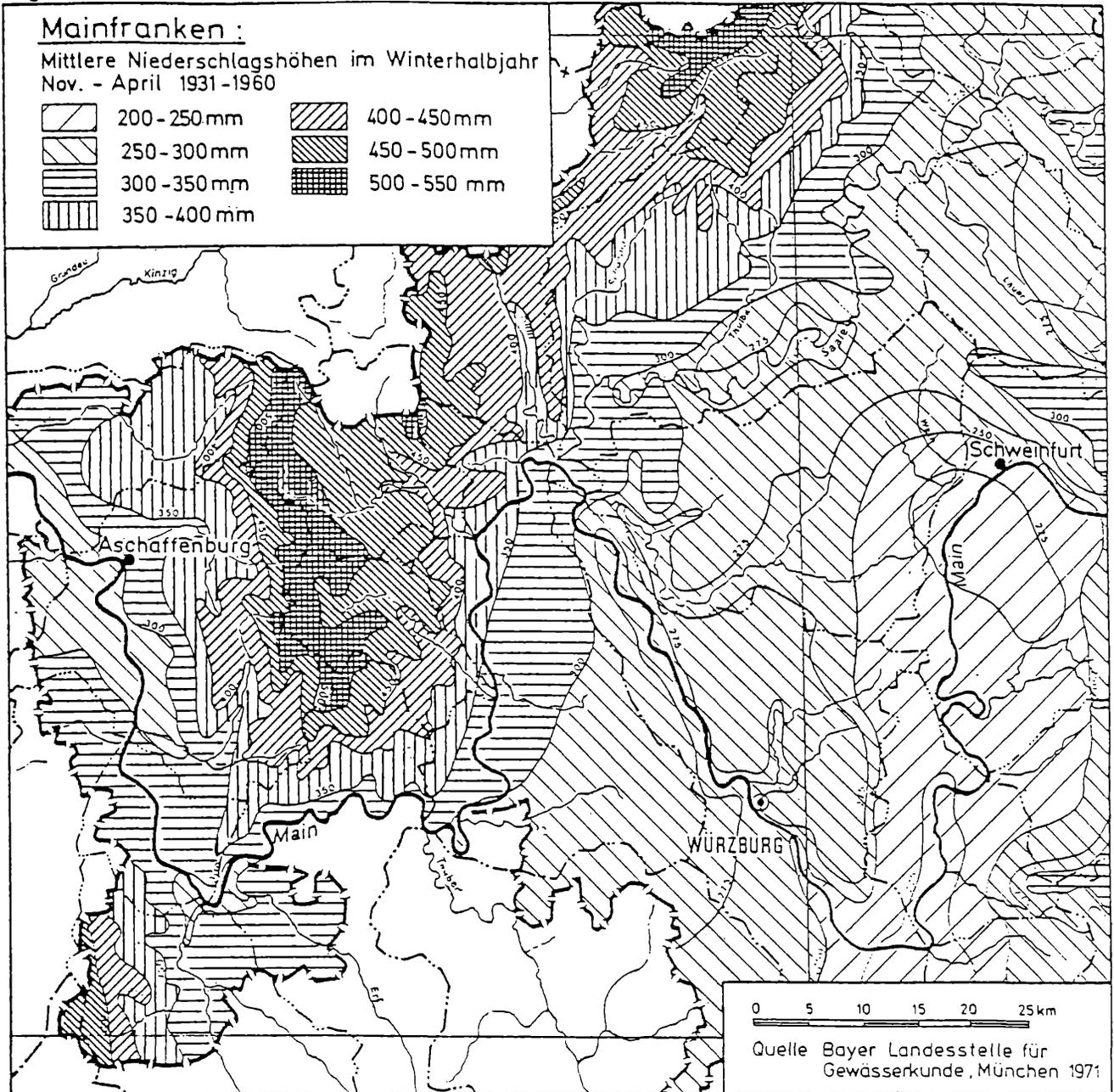
Diese typische saisonale Verteilung zeigen auch die entsprechenden Halbjahreskarten im Vergleich (Fig. 3 u. Fig. 4).

Fig.3



Im Sommerhalbjahr fallen in den trockenen Tal- und Beckenregionen 300 - 350 mm Niederschlag, während der Hochspessart 550 - 650 mm erhält.

Fig.4



Die Verteilung im Winterhalbjahr zeigt hingegen eine deutliche Niederschlagsreduzierung in den Beckenlagen: jetzt fallen nur noch 200 - 250 mm, also insgesamt 100 mm weniger als im Sommer, während die Mittelgebirgsschwelle etwa die gleichen Niederschlagshöhen wie im Sommer verzeichnet.

Der jährliche Abflußgang folgt weitgehend dieser saisonalen Verteilung der Niederschlagsspende, wobei natürlich das sommerliche Niederschlagsmaximum in den Beckenregionen durch die dann höhere Verdunstungsrate in seinen hydrologischen Auswirkungen abgeschwächt wird. Nicht nur die geringen Niederschlagshöhen, sondern auch deren ungünstige jahreszeitliche Verteilung bedingen daher die Abflußarmut in den zentralen Teilen Mainfrankens. Erschwerend für die Wasserhaushaltssituation kommt noch die hohe interannuelle Schwankung der Niederschlagsspende hinzu. Für die Station Würzburg Stein beträgt die mittlere Variabilität immerhin 15,9 %. Verglichen mit dem für mitteleuropäische Niederschlagsverhältnisse gültigen Wert von ca. 7 % stellt diese hohe Schwankung einen Sonderfall dar. Solch hohe Schwankungen der Niederschläge kennzeichnen ebenfalls die hygrischen Ausnahmebedingungen in den mainfränkischen Beckenlagen. Auf die hydrologische Bedeutung von "Feucht- und Trockenjahren" wird weiter unten noch näher einzugehen sein.

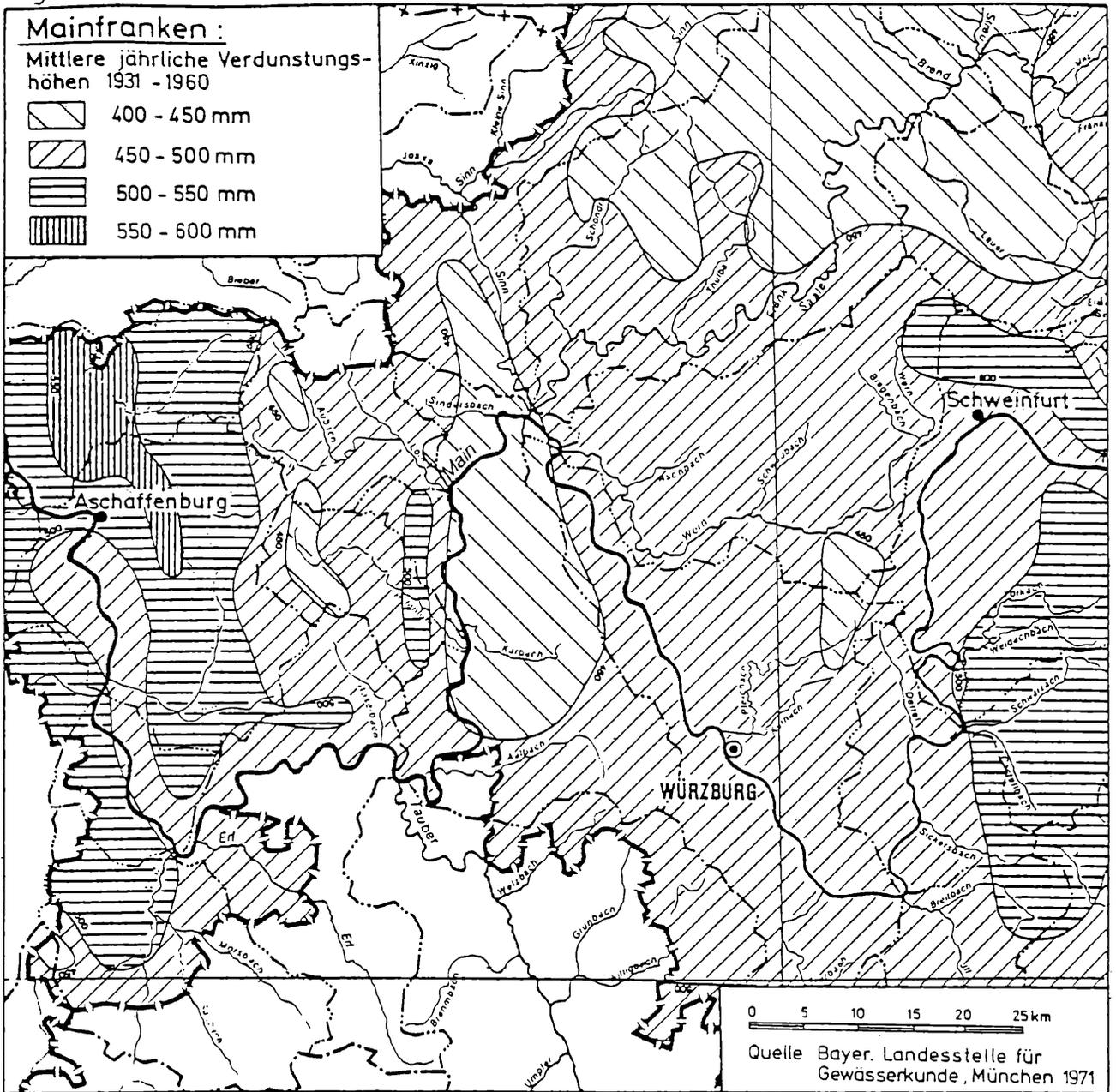
4.2. Die mittleren jährlichen Verdunstungshöhen

Die zweitwichtigste Wasserhaushaltskomponente des Oberflächenwasser stellt die Verdunstung dar. Generell gilt dabei, daß das räumliche Verteilungsbild der mittleren jährlichen Verdunstungshöhe in wesentlich engeren Grenzen schwankt als der Niederschlag und daß bei gleichen Niederschlagshöhen und gleichen Lufttemperaturen die Verdunstung umso höher ist - und damit der Abfluß umso geringer - je größer der Anteil der Sommerniederschläge am Gesamtniederschlag ist.

Auf der anderen Seite erlauben die relativ geringen Sommerniederschläge im Bereich des mittleren Mittelmainalabschnittes (zwischen Gemünden und Wertheim) nur jährliche Verdunstungsraten von 400 - 450 mm. Auch in den Hochlagen der Rhön werden infolge der niedrigen Sommertemperaturen nur etwa die gleichen Verdunstungshöhen erreicht (um 400 mm).

Etwas anders liegen die Verhältnisse auf der West- und Südabdachung des Spessarts und damit in der Planungsregion 1. Hier kommt es auch im Sommer infolge des Regenstaus und sommerlicher Gewitter zu höheren Niederschlägen, ohne daß dies mit einem wesentlichen Temperaturrückgang gekoppelt ist. Die jährlichen Verdunstungswerte steigen daher bis auf 550 - 600 mm an (vgl. Fig. 5):

Fig. 5

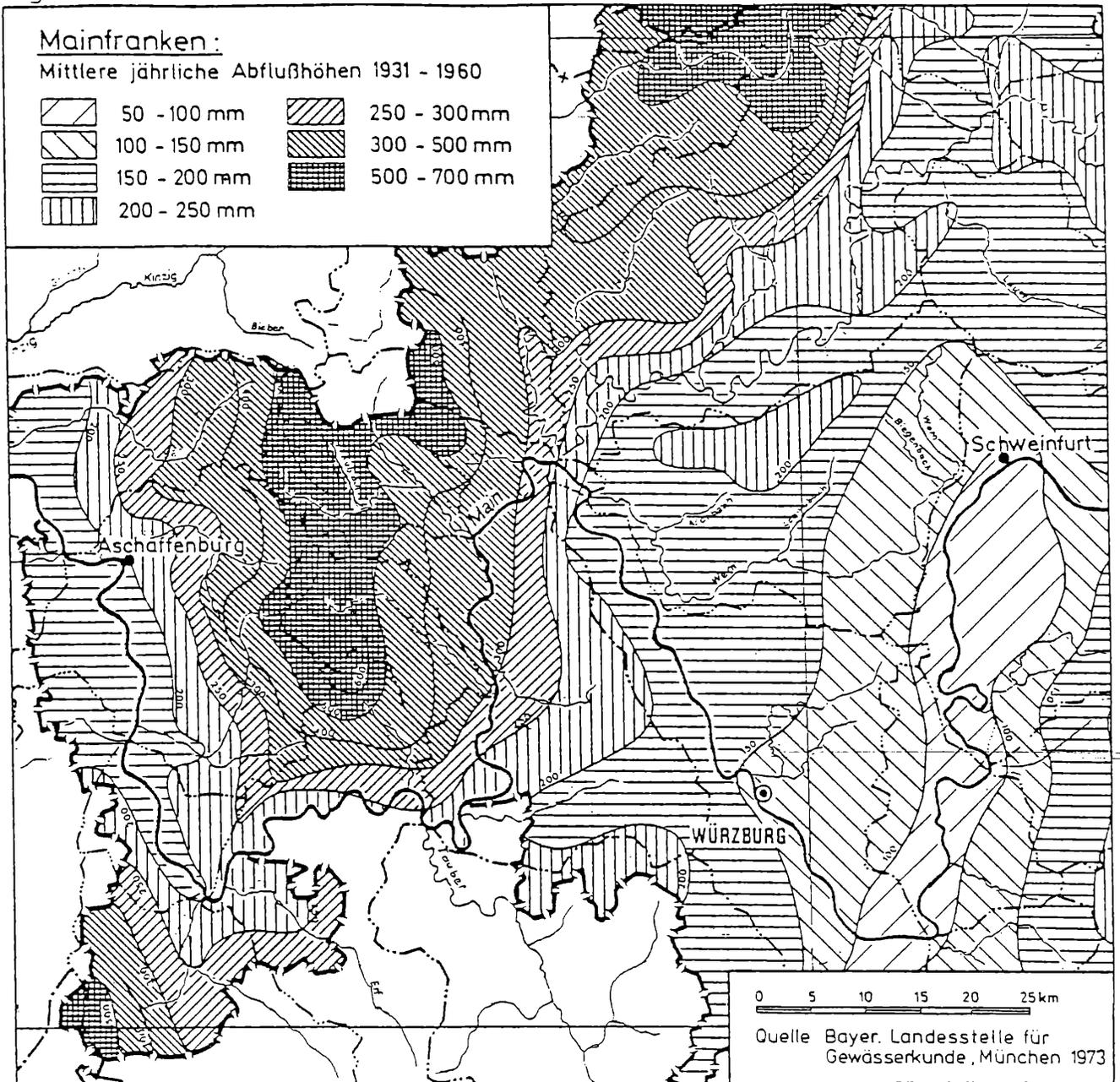


4.3. Die mittleren jährlichen Abflußhöhen

Aus der Bilanz zwischen der Niederschlagsspende und der Verdunstungshöhe ergibt sich letztendlich die Abflußhöhe. Deren regionale Verteilung (vgl. Fig. 6) zeigt noch deutlicher als die Verteilung der Niederschlags- und Verdunstungshöhen den

hygrischen und hydrologischen Unterschied zwischen den Becken- und Tallandschaften und der Mittelgebirgsumrahmung.

Fig. 6



Für den Hochspessart und für die Hohe Rhön kalkuliert H. KERN (1973) die Abflußhöhen mit 500 - 700 mm/Jahr. Im Bereich des östlichen Maindreiecks sinken dagegen die Werte auf unter 100 mm/Jahr. Die Gegenüberstellung dieser sehr unterschiedlichen

Abflußhöhen könnte zu der Überlegung führen, daß die Zubringer aus der abflußreichen Mittelgebirgsregion die geringen Abflußhöhen im Maintal selbst mehr als ausgleichen könnten. Dies vor allem bei sommerlichen Engpässen.

Eine Analyse der monatlichen Verteilung der Abflußhöhen zweier bedeutender Mainnebenflüsse aus der Rhön (Fränkische Saale und Sinn) zeigt aber nun, daß der prozentuale Anteil des Sommerabflusses am Gesamtabfluß nicht einmal halb so hoch ist wie der winterliche Abflußanteil (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Mittlere monatliche und halbjährliche Abflußhöhen
1931 - 1960 in % der jährlichen Abflußhöhen
(nach KERN, H., 1973, S. 9/10):

Abflußgebiet/ Hydrol. Jahr	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	Apr.	Winter
Fränk. Saale b. Kissingen	7,9	9,2	13,4	14,4	15,5	9,7	69,8
Sinn bei Mittelsinn	8,1	11,4	13,0	12,3	12,9	11,4	69,1

Abflußgebiet/ Hydrol. Jahr	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Sommer
Fränk. Saale b. Kissingen	5,9	5,3	5,1	4,7	4,1	5,1	30,2
Sinn bei Mittelsinn	7,1	5,9	4,9	4,2	3,8	5,0	30,9

Für diesen typischen Jahresgang der Abflußhöhen muß, neben den bereits erläuterten Ursachen (Niederschlagsspende und Verdunstungshöhe) auch das geringe Retentionsvermögen des nicht sehr ergiebigen Grundwasserspeicherraumes dieses Gebietes verantwortlich gemacht werden.

Dies führt dazu, daß das winterliche Niederschlags- und Schneeschmelzwasserdargebot rasch zum Abfluß kommen kann (Abflußspitze im März!). Es steht damit für die sommerliche Versorgung

im Maintal selbst nicht mehr zur Verfügung. Durch den wenig gedämpften Hochwasserabfluß aus diesen Nebenflüssen wird vielmehr die Hochwassergefährdung noch erhöht.

Trotz dieser Beeinträchtigung ist das Saale-Sinn-Abflußsystem aus der regenreichen Rhön der wichtigste Zufluß des Mains im nördlichen Teil des Regierungsbezirkes Unterfranken. Dieses Teilabflußsystem hat damit auch entscheidenden Einfluß auf die Wasserhaushaltsverhältnisse in den beiden Planungsregionen. Nachfolgend soll daher kurz die Wasserbilanz dieses Sinn-Saale-Gebietes vorgestellt werden.

5. Wasserhaushaltsbilanz des Sinn - Saale - Systems

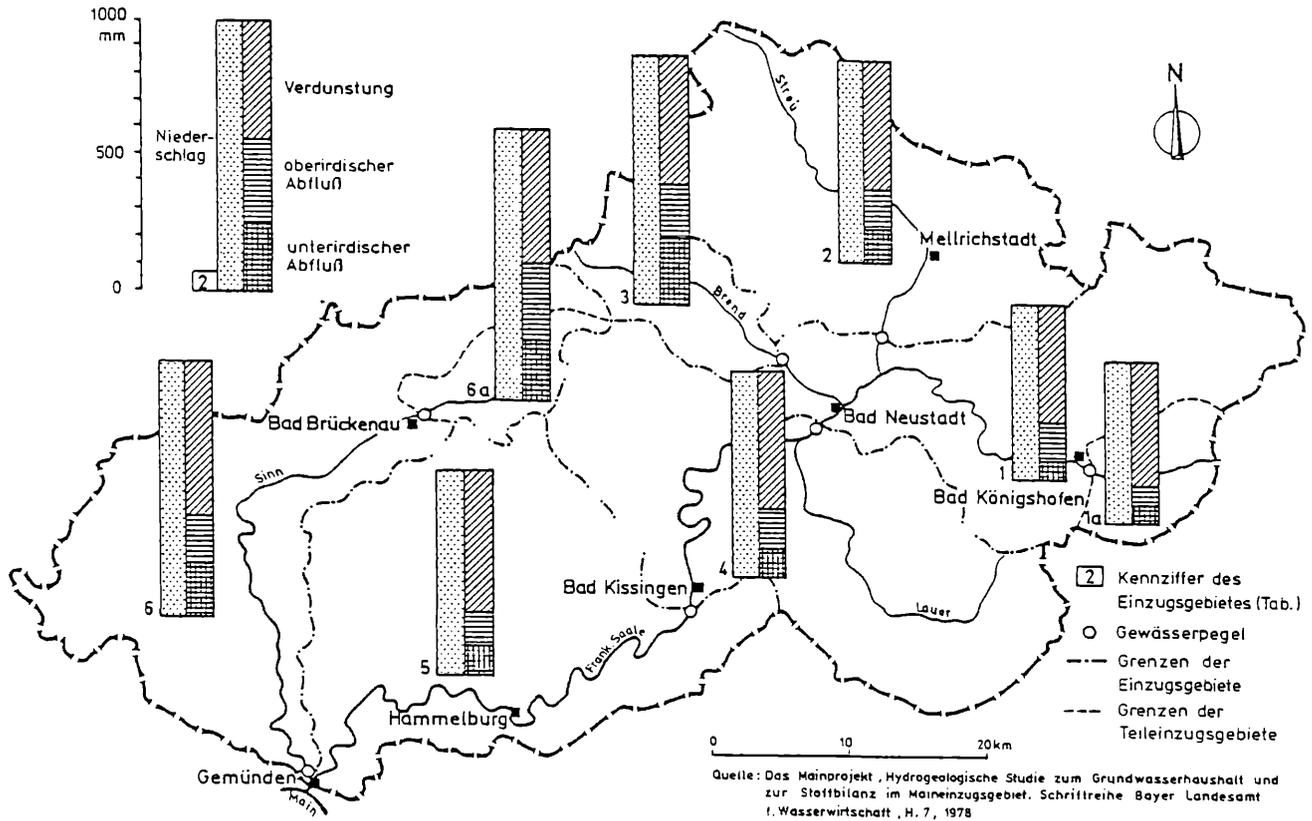
Der in Fig. 7 und in Tab. 4 dargestellten Wasserhaushalte des Sinn - Saale - Systems als dem hydrologisch wichtigsten Mainzuflusses in den beiden Planungsregionen liegen langjährige Niederschlags- und Abflußmessungen sowie Berechnungen der potentiellen Verdunstung zu Grunde.

Auf dieser Basis haben GEORGOTAS, N. und UDLUFT, P., 1978, S. 75/76 die hier wiedergegebenen Teilbilanzen aufgestellt. Die Aufschlüsselung des Gesamtabflusses A in den oberirdischen und unterirdischen Teil (A_o und A_u) sowie die Kalkulation der Grundwasserneubildung (G) erfolgte nach verschiedenen Verfahren. Aus den Gesamtbilanzen geht zunächst hervor, daß die Sinn als der Vorfluter für die regenreiche Nordwestabdachung der Südrhön trotz des viel kleineren Einzugsgebietes hydrologisch bedeutsamer ist als das Saaleabflußsystem. Sowohl die Abflußhöhen als auch die Grundwasserneubildung liegen deutlich über denen der Saale. Lediglich das Einzugsgebiet der Brend zeigt vergleichbare Werte wie das obere Sinneinzugsgebiet. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang noch der Befund, daß von den 242 mm/Jahr Grundwassererneuerung im Sinngebiet 33 mm/Jahr unterirdisch an fremde Gebiete abgegeben werden. Im Saalegebiet betragen dagegen die Grundwasserabgaben 15 mm/Jahr, so daß die Grundwassererneuerung auf 125 mm/Jahr kalkuliert wird (vgl. Tab. 4).

Der Zahlenvergleich beweist, daß den hydrogeologischen Ausgangsbedingungen eine besondere Bedeutung für die Gewässer- und Wasserhaushaltssituation zukommt. Dies gilt nicht nur für die Main-Nebenflüsse aus der Mittelgebirgsregion, sondern in gesteigertem Maße auch für die hydrologischen Verhältnisse des Gesamt- raumes.

Fig.7

Wasserhaushaltsbilanz des Sinn - Saale - Gebietes



Quelle: Das Mainprojekt, Hydrogeologische Studie zum Grundwasserhaushalt und zur Stoffbilanz im Mainzugsgebiet. Schriftreihe Bayer Landesamt f. Wasserwirtschaft, H. 7, 1978

Tab. 4 : Wasserbilanz des Sinn-Saale-Gebietes

Saalegebiet	Fläche km ²	%	Mittl. Höhe in m über NN	Bilanzgrößen in mm/a					
				N	V	A	A ₀	A ₁	G
1 obere Saale	493	23	330	649	435	217	137	80	77
1a Quellgebiet	78	4		600	450	138	60	78	90
2 Streu	451	21	431	742	467	272	149	124	127
3 Brend	112	5	518	920	463	449	205	244	252
4 mittlere Saale	540	25	366	762	463	252	141	111	158
5 untere Saale	546	26	343	745	516	223	126	97	103
Saale-gesamt	2142	100	373	735	470	250	140	110	125
Singebiet									
6a obere Sinn	91	15	580	997	456	511	280	231	261
6 Sinn-gesamt	610	100	380	912	504	375	166	209	242

- 1 Fränk. Saale von der Quelle bis zum Pegel Salz, 1961–1975 (SCHMITT 1978) (ohne Streu und Brend)
- 1a Fränk. Saale von der Quelle bis zum Pegel Bad Königshofen, 1970–1975 (SCHMITT 1977)
- 2 Streu bis Pegel Heustreu (Unsleben), 1961–1975 (BITTERSÖHL 1978)
- 3 Brend bis Pegel Schweinhof, 1961–1975 (BITTERSÖHL 1978)
- 4 Fränk. Saale von Pegel Salz bis Pegel Bad Kissingen, 1960–1970 (GEORGOTAS 1972)
- 5 Fränk. Saale von Pegel Bad Kissingen bis Pegel Wolfsmünster, 1961–1975 (MÄRZ 1977)
- 6a Sinn von der Quelle bis Pegel Bad Brückenau, 1954.–1966 (UDLUFT 1969)
- 6 Sinn bis Pegel Gemünden (Lachsfangsteg), 1961–1975

Quelle: Georgotas, N. u. Udluft, P., 1978

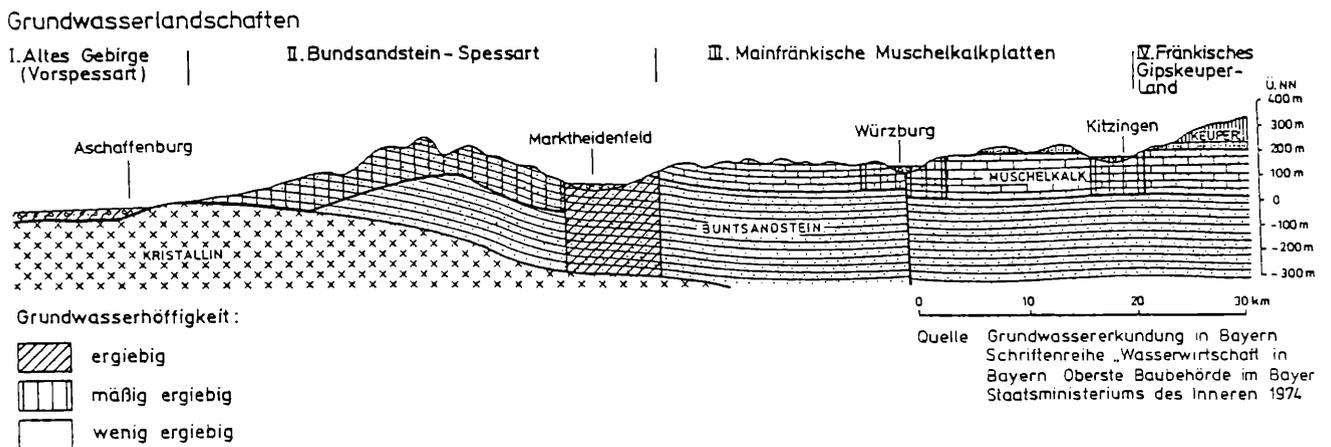
6. Die Grundwasserverhältnisse in den beiden Planungsregionen

Der Trink- und Brauchwasserbedarf beider Regionen wird z.Z. noch aus dem vorhandenen Grundwasserpotential gedeckt. Die sehr geringen Kleinstabflußspenden von 3 - 4 l/sec/km² und darunter in den mainfränkischen Beckenlandschaften deuten aber bereits an, daß in beiden Regionen problematische Grundwasserverhältnisse vorliegen.

Generell muß man festhalten, daß in den Regionen 1 und 2 die Ausbildung von ergiebigen Grundwasserkörpern, die Grundwasserhöflichkeit und die Möglichkeiten der Grundwasserneubildung eng begrenzt sind und daß zusätzlich die Grundwasserbeschaffenheit und Nutzbarkeit ernsthafte Probleme aufwerfen.

Dies liegt zunächst daran, daß der zentrale und östliche Teil der Planungsregion "Würzburg" im Bereich der mainfränkischen Muschelkalkplatten und des fränkischen Gipskeupers liegt. Das hydrogeologische Profil gibt uns darüber Auskunft (vgl. Fig. 8).

Fig.8 Hydrogeologisches Profil durch die Planungsregionen I u. II



Beide Regionen sind als ausgeprägte Grundwassermangelgebiete gekennzeichnet, da bei den gegebenen hydrogeologischen Ausgangsbedingungen die Möglichkeiten zur Grundwasserspeicherung sehr gering sind. Hinzu kommt noch eine, durch die petrographischen Ausgangsbedingungen verursachte hohe Kalkkarbonat- und Gips-härte.

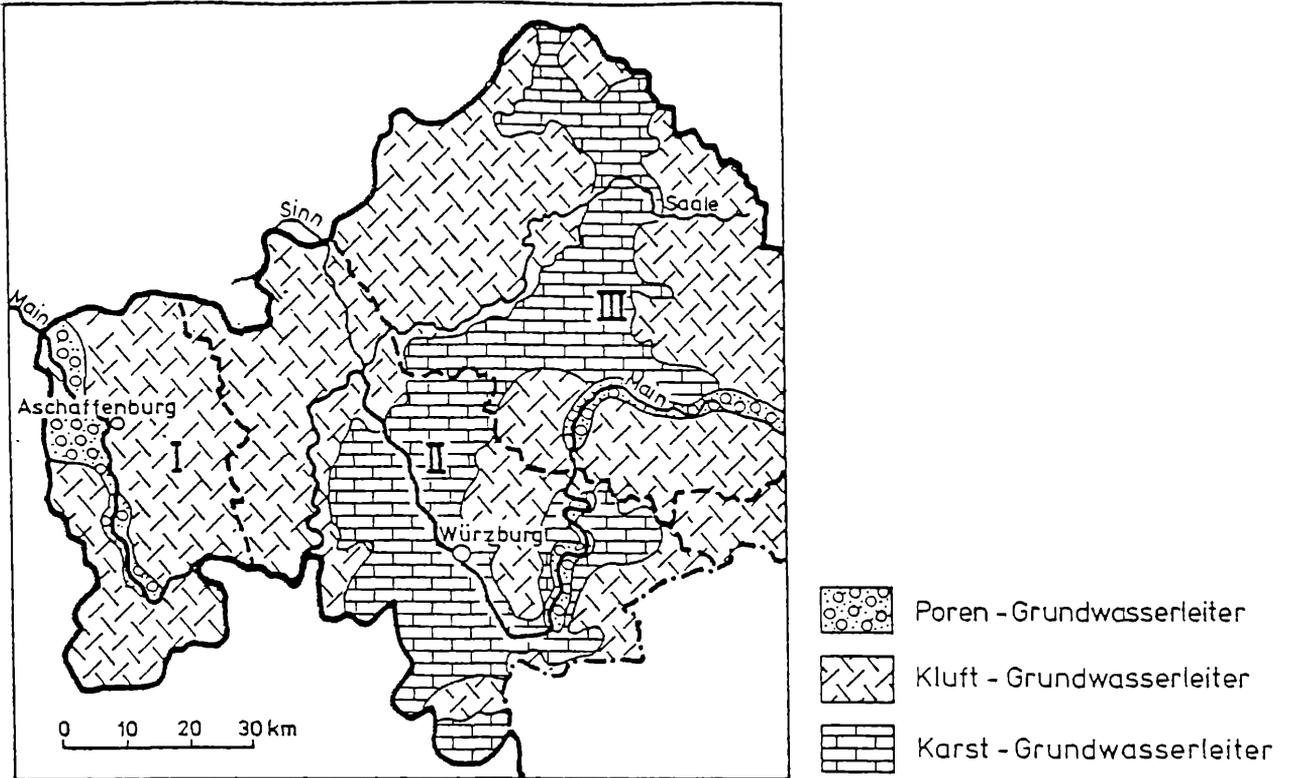
Neben den quantitativen kommen also auch noch qualitative Grundwasserprobleme hinzu. Die wenig ergiebige, nur im Maintalbereich mäßig ergiebige Grundwasserhöffigkeit (vgl. Fig.8) der anstehenden mesozoischen Schichten im Bereich der Planungsregion Würzburg führte zu einer intensiven Suche nach neuen potentiellen Möglichkeiten der Grundwasseranreicherung und Grundwasserneubildung. Im Rahmen eines detaillierten Grundwassererkundungsprogrammes, das 1984 abgeschlossen sein soll, werden den Deckschichten und Flußalluvionen im Maintal selbst eine entscheidende Schlüsselrolle zuerkannt. Auf Grund ihrer Permeabilität sind diese alluvialen Talfüllungen besonders begünstigte Gebiete der potentiellen Grundwasserneubildung. Das absolute Speichervermögen dieser Deckschichten beträgt 45 % des Gesamtvolumens, während ein Vergleich dazu die Speicherkapazität der Bundsandsteinschichten in der Rhön und im Spessart nur bei 15 % des Gesamtvolumens liegt.

Zur Sicherung des Grundwasserdargebotes ist es daher besonders wichtig, daß die potentiellen Grundwassererschließungsgebiete in den Maintalauen und in den Talgründen der wichtigsten Nebenflüsse nicht durch die weitere Ausdehnung des Kies- und Sandabbaus und durch zusätzliche Bebauung und Erschließung neuer Verkehrswege noch weiter belastet werden. Diese grundwasserhöffigen Gebiete sind daher unter Landschaftsschutz zu stellen und als Wasserschutzgebiete auszuweisen.

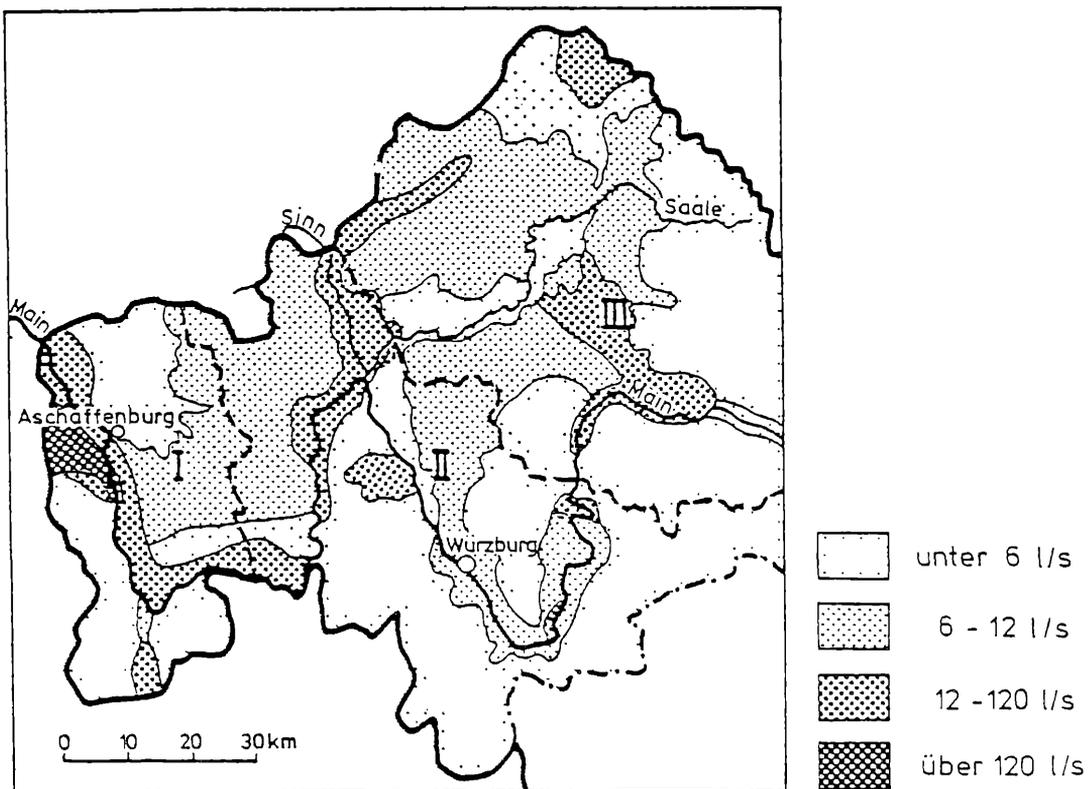
Die Region "Bayerischer Untermain" hat im Nordosten noch Anteil am Buntsandsteinspessart, in dem die Grundwasserhöffigkeit insgesamt noch mäßig ergiebig ist. Im kristallinen Vorspessart bieten sich wiederum kaum nennenswerte Grundwassererschließungsmöglichkeiten an. Die Höffigkeit bleibt insgesamt wenig ergiebig (vgl. Fig. 8).

Die Grundwasserverhältnisse in beiden Planungsgebieten (vgl. Fig.9) sind vor allem an die Ausbildung von Kluft- und Karstgrundwasserleiter gebunden. Porengrundwasserleiter treten nur eng begrenzt in den Talbecken und Talweitungen des Maintales auf. Die Grundwasserhöffigkeit der Kluftgrundwasserleiter im Bereich der östlichen Muschelkalkplatten und des Gipskeupers liegt unter 6 l/sec. Sie steigt im Bereich des Buntsandsteines in der Rhön und im Spessart auf 6 - 12 l/sec an. Diesen geringen Werten steht eine erhöhte, aber räumlich eng begrenzte Höffigkeit von 12 - 120 l/sec, z.T. über 120 l/sec in den Porengrundwasserleitern der Maintalniederungen entgegen.

Fig. 9
Grundwasserverhältnisse der Planungsregionen I und II



Art der Grundwasserleiter



Grundwasserhöflichkeit

Quelle: Grundwassererkundung in Bayern ;
Schriftenreihe „Wasserwirtschaft in
Bayern“ Oberste Baubehörde im Bayer
Staatsministeriums des Inneren 1974

Wie UDLUFT, P. (1979) in seiner Arbeit: "Das Grundwasser Frankens und angrenzender Gebiete" herausstellt, kann man das Grundwasserpotential in ein "höheres" und ein "tieferes" Stockwerk gliedern und das oberflächennahe Grundwasser je nach geologischer Herkunft noch in 15 Typen weiter differenzieren. Der Nutzung des tieferen Grundwasserstockwerkes steht meist ein zu hoher Salzgehalt entgegen. Bei dem oberen Stockwerk ist der anthropogen bedingte Stoffeintrag ein wichtiger mitprägender Faktor. Sowohl aus quantitativer wie aus qualitativer Sicht bleibt daher die Versorgungslage der Regionen 1 und 2 mit Grundwasser sehr angespannt.

7. Das Abflußregime des Mains an den Pegeln Schweinfurt und Kleinheubach

7.1. Das mittlere Abflußverhalten - Abflußdauerlinien

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Abflußmessungen an den Hauptpegeln des Mains die tatsächlichen Wasserhaushaltsverhältnisse und das kausale Zusammenspiel der verschiedenen hydrologischen Variablen (wie z.B. Niederschlagsspende, Verdunstungshöhe u.s.w.) in den beiden Planungsregionen nur sehr indirekt widerspiegeln. Die Schwierigkeit besteht darin, daß sich in den Abflußwerten der Pegelmessungen alle Einflüsse und die klimatisch-hydrologischen Parameter des gesamten Einzugsgebietes oberhalb des Pegels summieren und überlagern. Die Meßwerte sind daher nicht repräsentativ für die Wasserhaushaltsverhältnisse der unmittelbar angrenzenden Planungsregionen.

Um jedoch den Main im Bereich der beiden Regionen 1 und 2 auch hydrologisch einordnen zu können, sollen kurz die Abflußverhältnisse des Mains an den Pegeln Schweinfurt und Kleinheubach angesprochen werden. Dabei repräsentiert der Pegel Schweinfurt die Abflußverhältnisse des Mains vor dem Durchfluß durch die beiden Planungsregionen, der Pegel Kleinheubach die hydrologische Situation nach dem Durchfluß. Im prinzipiellen Abflußverhalten bestehen aber, wie der Vergleich in den Fig. 10 bis 12 zeigt, keine entscheidenden Unterschiede an beiden Pegeln. Der hydrologischen Kennzeichnung des Mains und seines mittleren Abflußverhaltens dienen zunächst die Angaben des Abflusses und die Dauerlinien der Abflüsse und Abflußspenden (vgl. Fig. 10 u. 11).

Fig.10

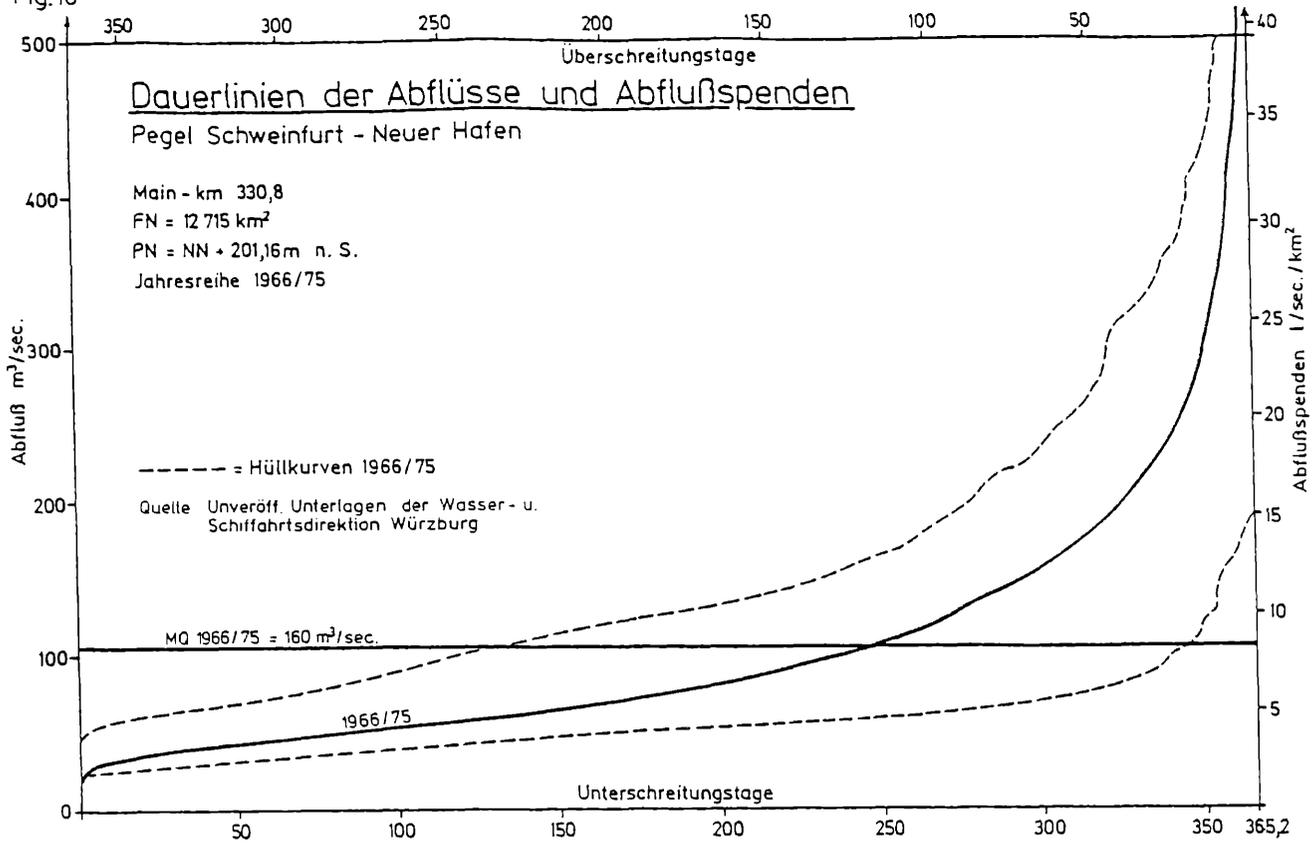
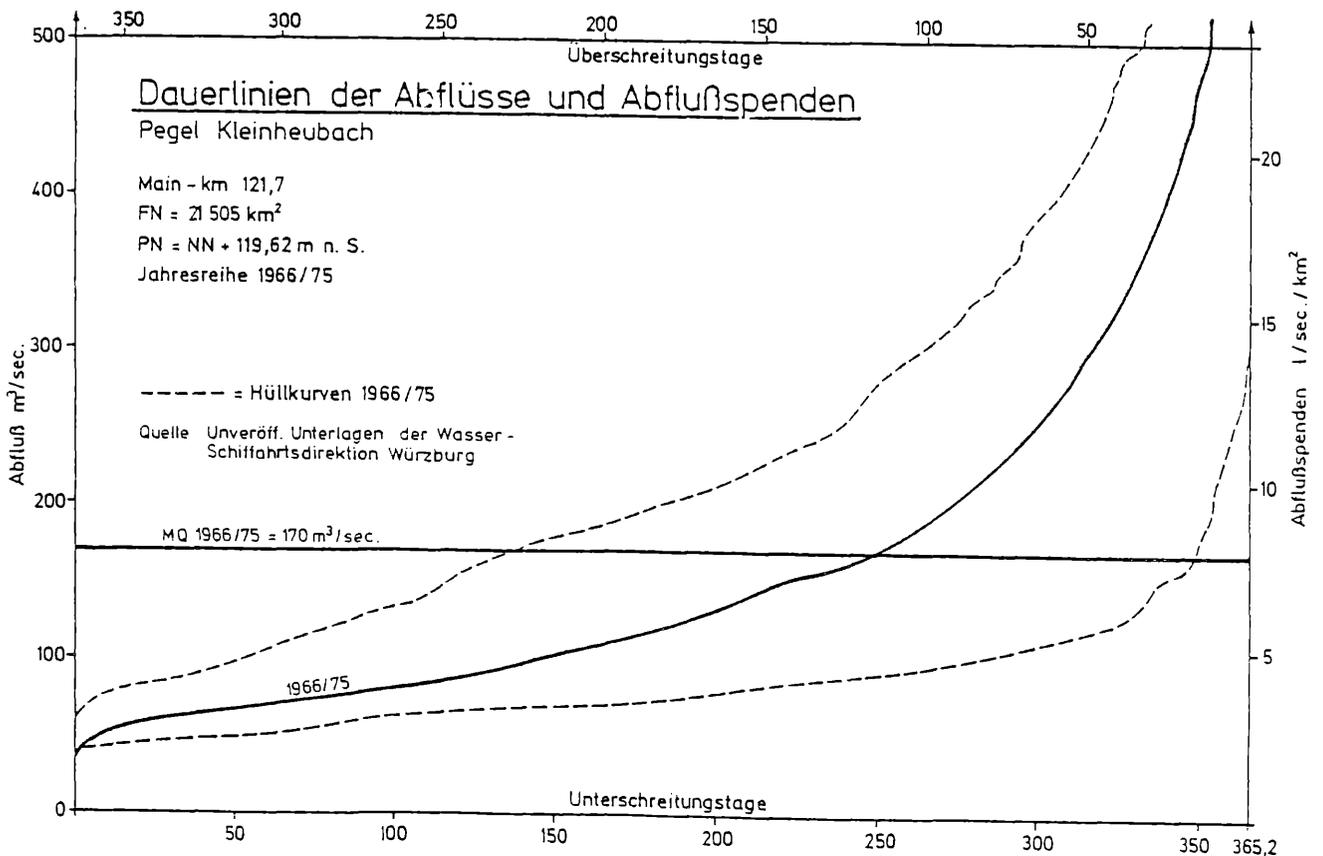


Fig.11



Wie der Vergleich des mittleren Abflusses MQ an den beiden Pegeln für die Periode 1966/75 zeigt (Fig. 10/11), ist der Mainabfluß am Pegel Kleinheubach durch die Zuflüsse im Bereich des Maindreiecks und Mainvierecks nur um $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ angestiegen (Pegel Schweinfurt: $160 \text{ m}^3/\text{sec}$, Pegel Kleinheubach: $170 \text{ m}^3/\text{sec}$). Das Einzugsgebiet hat sich aber auf diesen hydrologischen Längsschnitt von Schweinfurt bis Kleinheubach fast verdoppelt (FN $12\,715 \text{ km}^2$ zu $21\,505 \text{ km}^2$). Die geringe Abflußzunahme von nur $6,25 \%$ bei einer Einzugsenerweiterung um $69,1 \%$ belegt sehr deutlich die Abflußarmut und die hohen Abflußverluste im Bereich der zentralen mainfränkischen Beckenlagen. Diese hydrologische Problematik wird noch durch die mittlere Dauerlinie sowie durch die Hüllkurven (maximale und minimale Dauerlinie) unterstrichen. An beiden Pegeln wird der mittlere Abfluß an etwa 250 Tagen im Jahr unterschritten (Schweinfurt 247, Kleinheubach 248). Die maximale Unterschreitung (minimale Dauerlinie) betrug sogar fast 350 Tage (Schweinfurt 345, Kleinheubach 348) und die minimale Unterschreitung (maximale Dauerlinie) ca. 130 Tage (Schweinfurt 130, Kleinheubach 135).

7.2. Die Abflußganglinien der Dekade 1961 - 1971 - abflußreiche und abflußarme Jahre

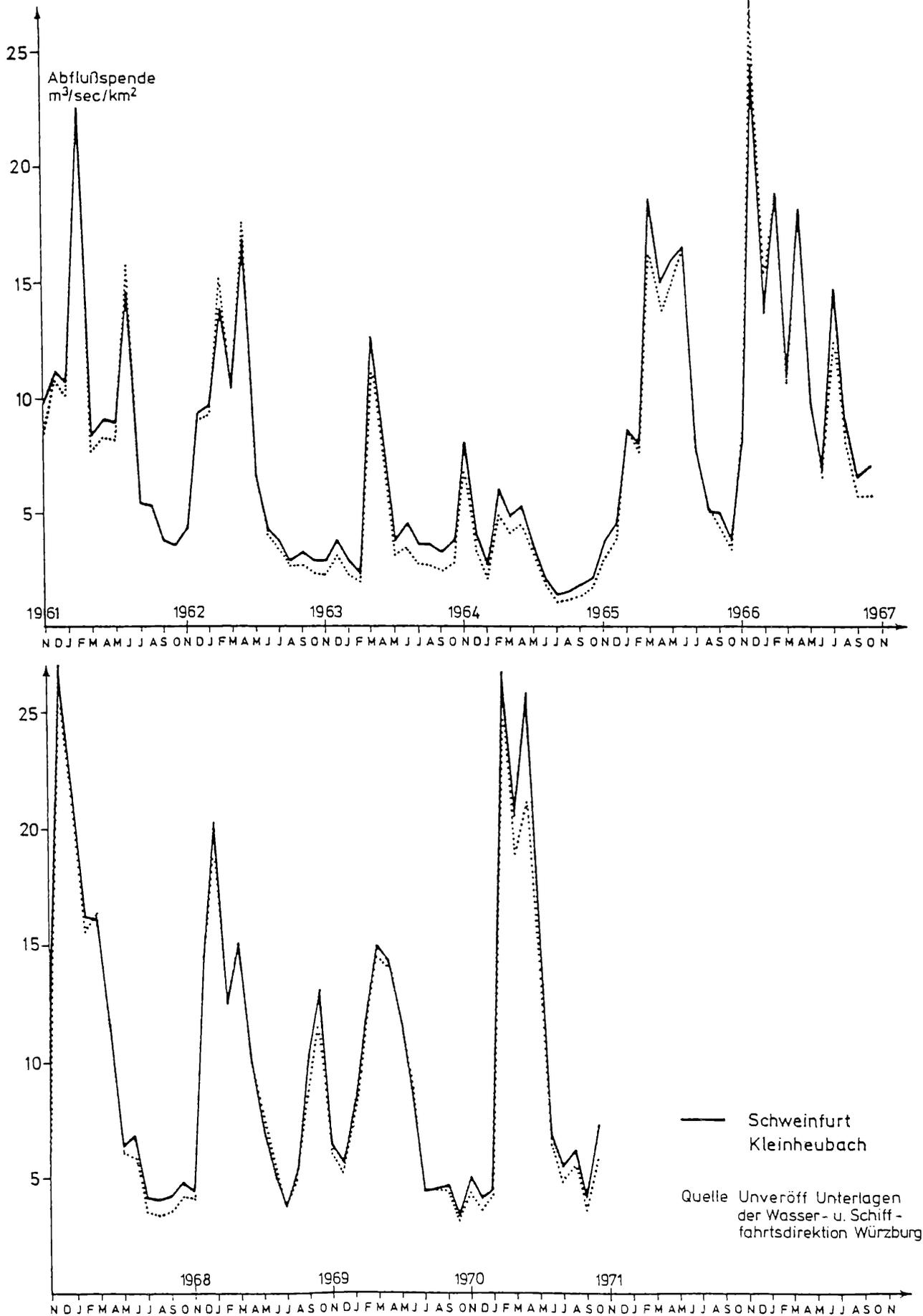
Noch deutlicher wird das Abflußregime des Mains durch die monatlichen Abflußspenden in der Dekade 1961 - 1971 gekennzeichnet (vgl. Fig. 12).

Die für beide Pegel fast gleichlaufende Abflußspendenganglinie zeigt sehr deutlich, daß das Abflußregime des Mains vor allem durch die winterlichen und frühjahrszeitlichen Abflußspitzen gekennzeichnet ist. Die niedrigsten Abflußspenden werden generell in den Sommer- und Herbstmonaten (September !) erreicht. Daneben fällt die hohe interannuelle Schwankung auf. Besonders abflußreiche (1966, 1970) stehen abflußarmen Jahren (1963, 1964) gegenüber. Das abflußreiche Jahr 1970 brachte mit dem Februarhochwasser (Pegel Schweinfurt: HQ $1350 \text{ m}^3/\text{sec}$; Pegel Kleinheubach HQ $1800 \text{ m}^3/\text{sec}$) den höchsten Abfluß der Periode 61/70; er liegt nur unwesentlich unter dem absoluten Maximum der Periode 1911 - 1970 (HHQ für Pegel Schweinfurt: $1370 \text{ m}^3/\text{sec}$ im Dez. 1947). Nach Streil, J. (1960, S. 33) liegen darüber nur noch die Scheitelabflußwerte der Rekordhochwasser vom März 1845 (HQ: $1750 \text{ m}^3/\text{sec}$), Februar 1848 (HQ $1610 \text{ m}^3/\text{sec}$) und

Fig.12

Hydrogramm des Mains bei Schweinfurt und Kleinheubach

Monatliche Abflußspenden an den Pegeln Schweinfurt und Kleinheubach
in der Dekade 1961 - 1971



Februar 1909 (HQ: 1550 m³/sec).

Die niedrigsten Abflußwerte in der dargestellten Dekade 1961-1971 liegen beim Pegel Schweinfurt bei 11,0 m³/sec (Juni 1964; dieser Wert ist allerdings künstlich beeinflusst). Gleichzeitig ist dies auch der absolute Minimalwert der Periode 1911-1970. Für Kleinheubach liegt der entsprechende NNQ bei 13,8 m³/sec (Juni 1964). Diese extremen Niedrigwerte wurden im Sommer des Trockenjahres 1976 nahezu erreicht: Schweinfurt: NQ=14,5 m³/sec; Kleinheubach: NQ=12,9 m³/sec (Wert künstlich beeinflusst).

Die Gegenüberstellung der Extremwerte verdeutlicht sehr anschaulich, daß der mittlere Abfluß des Mains bei Aschaffenburg mit 162 m³/sec, bei Kleinheubach mit 170 m³/sec oder bei Schweinfurt mit 160 m³/sec nur statistischen Aussagewert besitzt. Entscheidend sind die Abflußschwankungen von Jahr zu Jahr, wobei gerade die Trockenjahre die wasserwirtschaftliche Problematik Mainfrankens besonders gravierend zeigen.

Die Trockenheit der Jahre 1964 und 1976 mit ihren Höhepunkten während der Hitzeperiode im Juni/Juli stellten das Konzept der Wasserversorgung Mainfrankens vor einer ernsten Bewährungsprobe. Wie stark in diesen Extremjahren die Niederschlagsspenden und die Abflüsse das langjährige Mittel unterschritten haben, zeigen die Tab. 5 und die Fig. 13 und 14:

Tab. 5 Abflußwerte der sommerlichen Trockenperiode 1976 und 1964 in % des langjährigen Durchschnittswertes (Quelle: Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, 1/77):

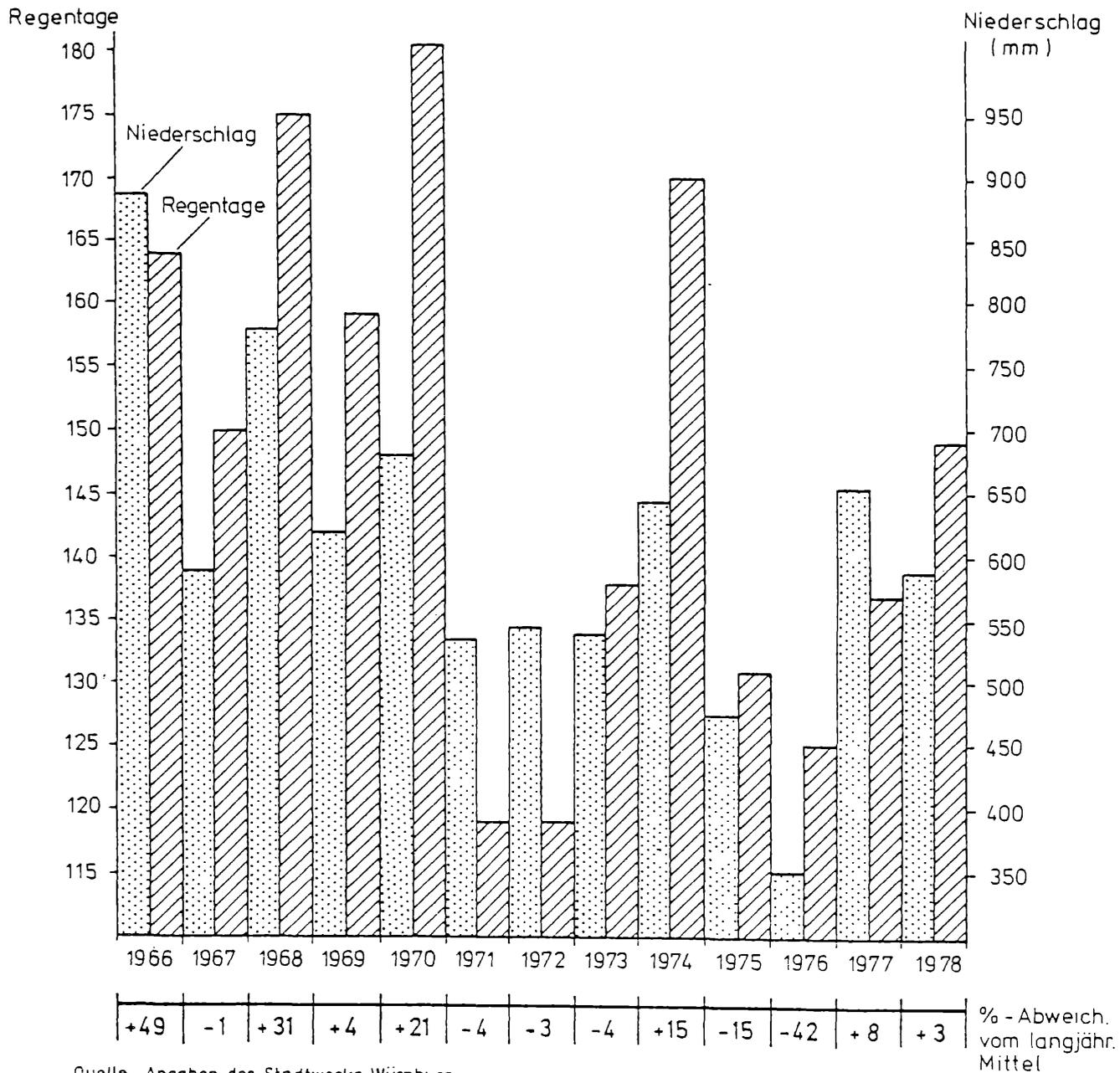
Pegel	April		Mai		Juni		Juli		August	
	1976	1964	1976	1964	1976	1964	1976	1964	1976	1964
Schweinfurt	41	50	45	51	47	35	37	26	37	31
Kleinheub.	33	40	34	40	34	29	23	17	23	19

Ausgelöst wurden diese extrem niedrigen Abflußwerte durch eine längere Trockenperiode. Die Niederschlagsbilanzen der Stadt Würzburg für die Zeit von 1966 - 1978 zeigen recht deutlich das Ausmaß der negativen Abweichung der Niederschlagsspende in solchen Trockenjahren. Die Werte können als repräsentativ für den mainfränkischen Kernraum angesehen werden (vgl. Fig. 13).

Im Trockenjahr 1976 fielen in Würzburg an 125 Regentagen nur 352 mm Gesamtniederschlag. Solche Niederschlagshöhen sind für mitteleuropäische Verhältnisse außerordentlich selten. Sie kommen eigent-

lich erst in den semiariden Steppenregionen Nordafrikas vor. Dieser Wert bedeutet im Vergleich zum langjährigen Mittel der Normalperiode 1931 - 1960 ein Defizit von 42,3 %. Ihm steht ein Regenüberschuß von 49 % im Feuchthajr 1966 gegenüber (vgl. Fig. 13):

Fig.13 Niederschlagsbilanzen der Stadt Würzburg
Interannuelle Niederschlagsschwankungen 1966-1978



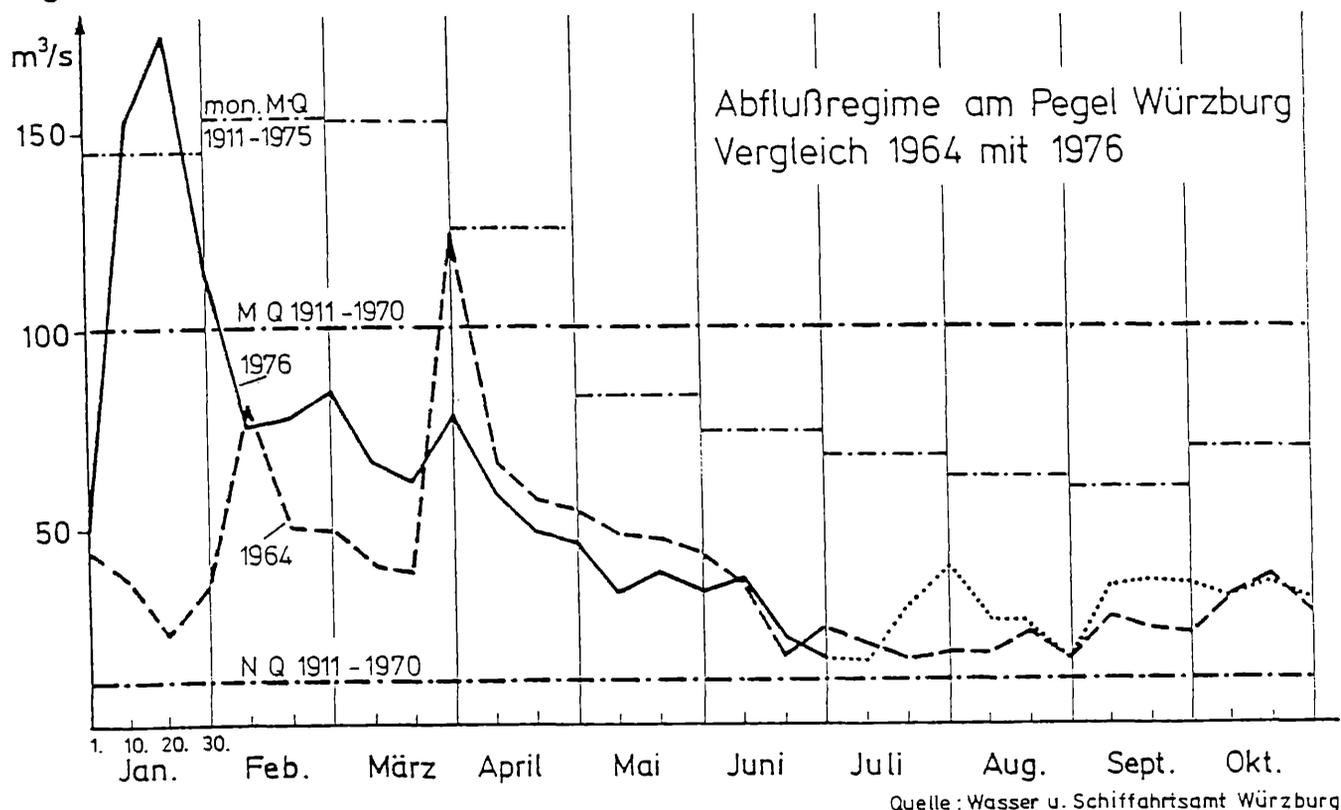
Die defizitäre Niederschlagsbilanz wird noch größer, wenn man nicht das Kalenderjahr, sondern die hydrologisch relevante Zeit von November 1975 - August 1976 zu Grunde legt:

Für die Klimastation Würzburg Stein wurden in diesen 10 Monaten

nur 276 mm Niederschlag registriert (= 51 % Defizit!).

Wie sich solche niedrigen Niederschlagsspenden auf den Abfluß des Mains auswirken, zeigen die Abflußganglinien der Trockenjahre 1964 und 1976 am Pegel Würzburg im Vergleich (vgl. Fig. 14):

Fig. 14



Die sehr geringe mittlere Abflußspende der Monate April bis August 1976 mit nur $2,8 \text{ l/sec/km}^2$ (und darunter!) wurde in ihren schweren Auswirkungen für die mainfränkischen Becken- und Tallagen noch durch die starke Wasserentnahme für landwirtschaftliche Zwecke und durch das sprunghafte Ansteigen des spezifischen Wasserbedarfs der Bevölkerung in diesen heißen Sommermonaten der Jahre 1964 und 1976 erheblich verstärkt. Hinzu kam ein äußerst kritischer Gewässergütezustand infolge hoher industrieller Abwassereinleitungen bei Wassertemperaturen bis zu 29°C und einem Minimalabfluß unter $15 \text{ m}^3/\text{sec}$. Auf dem Höhepunkt der Hitzewelle war der Main im Sommer 1976 im Bereich der Talbecken von Würzburg und Aschaffenburg für mehrere Tage lang ein "hydrologisch stehendes" und ein "biologisch totes" Gewässer. Sofortmaßnahmen im Vollzug des vorläufigen "Alarm-

und Einsatzplanes Untermain" mußten eingeleitet werden, um die kritische Situation nicht zu einer verheerenden Katastrophe werden zu lassen. Die Auswirkungen dieser Trockenperiode, auch auf den Grundwasserhaushalt, den Bodenwasserhaushalt und auf die Landwirtschaft wurden erst im folgenden Jahr 1977 in ihrem vollen Umfang erkannt.

Auch wenn die Trockenperioden von 1964 und 1976 statistisch als ein "Jahrhundertereignis" eingestuft werden müssen, so haben sie doch das mögliche Ausmaß des drohenden Wassermangels für die Planungsregionen 1 und 2 drastisch unterstreichen können. Nur ein überregionaler Mengenausgleich durch den Ausbau großer Fernwasserversorgungen und eine sinnvolle Wasserverbundwirtschaft wird langfristig die problematische Wasserhaushaltssituation in den beiden Regionen verbessern und die Wasserversorgung sicherstellen können. Von Natur aus bleibt Mainfranken dagegen ein ausgesprochenes "Wassermangelgebiet". Gewässer und Wasserhaushalt stellen daher ein schwerwiegendes quantitatives und qualitatives Problem der weiteren wirtschaftlichen Gesamtentwicklung dar.

LITERATURVERZEICHNIS

- BRUNNACKER, K., SCHIRMER, W.,
SPOERER, H. u. TILLMANN, W. (1978): Das Mainprojekt. Hydrogeologische Studie zum Grundwasserhaushalt und zur Stoffbilanz im Main Einzugsgebiet. Kap.: Flußgeschichte, S. 26-31. Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, H. 7, Sonderheft: "Das Mainprojekt"
- GEORGOTAS, N. u. UDLUFT, P. (1978): Das Mainprojekt. Hydrogeologische Studie zum Grundwasserhaushalt und zur Stoffbilanz im Main Einzugsgebiet. Kap.: Sinn und Fränkische Saale, S. 65-84. Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, H. 7, Sonderheft: "Das Mainprojekt"
- Gust, B. (1978): Hydrologische Analyse des Abflusses des Mains anhand der Pegel Schweinfurt und Kleinheubach. Unveröff. Hausarbeit z. Zulass. z. Wiss. Prüfung f. das Lehramt an den Gymnas. in Bayern (Betreuer: K. Gießner, Würzburg)
- HEROLD, A. (1964): Das Fränkische Gäuland. Preisarbeit 1963, in: Berichte z. dt. Landeskunde, 32. Bd., Bad Godesberg

- HEROLD, A. (1966): Die Rhön. - Eine geographische Skizze.
In: Bayernland, H.2/3, München
- HEROLD, A. (1968): Mainfranken. Geographische Wesenszüge einer süddeutschen Beckenlandschaft.
Geograph. Rundsch., H.6, Juni 1968, S.2-16
- KELLER, R., Hrsg. (1979) Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. Textband
- KERN, H. (1934): Die Beziehung zwischen Niederschlag und Abfluß im Maingebiet.
Rhein-Main. Forsch., H.8
- KERN, H. (1954): Niederschlags-, Verdunstungs- und Abflußkarten von Bayern (Jahresmittel 1901-1951)
Veröffentl. aus dem Arbeitsbereich der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde München
- KERN, H. (1975): Mittlere jährliche Verdunstungshöhen 1931-1960. Karte von Bayern im Maßstab 1:500 000 mit Erläuterungen.
Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, H.2
- KERN, H. (1973): Mittlere jährliche Abflußhöhen 1931-1960. Karte von Bayern im Maßstab 1:500 000 mit Erläuterungen.
Schriftenreihe der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde München, H.5
- KÖRBER, H. (1962): Die Entwicklung des Maintales.
Würzburger Geogr. Arbeiten, H.10
- MÜLLER, S. (1979): Wasserversorgung und Wassernutzprobleme der Stadt Würzburg.
Unveröff. Hausarbeit z. Zulass. z. Wiss. Prüf. f. das Lehramt an Realschulen in Bayern (Betreuer: K. Gießner, Würzburg)
- RUTTE, E. (1965): Mainfranken und Rhön.
Sammlung geologischer Führer, Bd.43
- RUTTE, E. (1971): Pliopleistozäne Daten zur Änderung der Hauptabdachung im Main-Gebiet, Süddeutschland.
Zeitschr. f. Geomorphologie, NF, Supplementbd. 12, S.51-72
- SCHÄFER, D. (1977): Main und Maintal als Gegenstand wirtschaftlicher Entwicklungspolitik.
In: Das Maintal: Entwicklungssachse und Lebensader einer Landschaft. Schriftenreihe der IHK Würzburg-Schweinfurt, Nr.9, S.7-28
- SPÄTH, H. (1978) Das Mainprojekt. Hydrogeologische Studie zum Grundwasserhaushalt und zur Stoffbilanz im Main Einzugsgebiet.
Kap.: Hydrogeographie, S.31-32.
Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, H.7, Sonderheft "Das Mainprojekt"
- STREIL, J. (1960): Ermittlung des langjährigen Abflusses im Main bei Schweinfurt 1845-1955.
Besondere Mitteil. zum Dt. Gewässerkundl. Jahrbuch Nr.22

- UDLUFT, P. (1979): Das Grundwasser Frankens und angrenzender Gebiete. Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, Jg.1979, Bd.31, S.5-128
- WAGNER, H.-G. (1977): Sozioökonomische Wandlungen, Veränderungen Tendenzen. In: Das Maintal: Entwicklungsachse und Lebensader einer Landschaft. Schriftenreihe der IHK Würzburg-Schweinfurt, Nr.9, S.29-47
- o.Verf. (1972): Gewässerschutz in Bayern. Bestandsaufnahme und Sanierungsprogramm. Bayer. Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz. Hrsg.v.Bayer. Staatsminis f. Landesentwicklung und Umweltfragen.
- o.Verf. (1974): Sanierungsprogramm 1974-1989. Abwasserbeseitigung und -reinigung in den Entwicklungsachsen Main und Regnitz. Wasserwirtschaft in Bayern. Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Inneren, München
- o.Verf. (1974): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet, Abschnitt Main. Abflußjahr 1970. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München
- o.Verf. (1974): Grundwassererkundung in Bayern. Wasserwirtschaft in Bayern, Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsminist. des Inneren, München
- o.Verf. (1975): Regionalbericht "Region Bayerischer Untermain". Bezirksplanungsstelle bei der Reg.v.Unter Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. Regionaler Planungsverband Würzburg
- o.Verf. (1976): Regionalbericht "Region Würzburg". Bezirksplanungsstelle bei der Reg.v.Unter Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. Regionaler Planungsverband Würzburg
- o.Verf. (1977): Die Trockenperiode des Jahres 1976. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München

Anschrift des Verfassers:

Prof Dr. Klaus Gießner
Geographisches Institut der
Universität Würzburg
Am Hubland
8700 Würzburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [3_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Gießner Klaus

Artikel/Article: [GEWÄSSER UND GEWÄSSERHAUSHALT IN DEN REGIONEN 1 UND 2 47-80](#)