

Talentwicklung und Grundwasserhaushalt im oberen Kampgebiet, Waldviertel, Niederösterreich

HUBERT NAGL, Wien, SPIROS VERGINIS, Wien

Mit 5 Abb. und 16 Tabellen

Inhalt

1. Zielsetzung der Untersuchungen und Arbeitsmethode	34
2. Die Talentwicklung und ihre Abhängigkeit vom Kluftnetz	35
3. Die klimatischen Voraussetzungen des Wasserhaushalts	38
4. Wasserhaushalt und Grundwasser — mengenmäßige Berechnungen und Ergebnisse der Bohrungen	45
Literaturauswahl	53

1. Zielsetzung der Untersuchungen und Arbeitsmethode

Die lokalen hydrologischen Gegebenheiten sind — wie viele andere geographische und ökologische Fragen in diesem Raum — nur zum Teil genauer bekannt und weichen lokal weit von den allgemein gültigen Vorstellungen ab. Dies geht wieder auf die unexakte Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse, der Infiltrationsraten, der periodischen Wasserrücklagen, der oberirdischen Abflüsse und vor allem der Grundwasserkörper und unterirdischen Abflüsse zurück.

Es hat sich gezeigt, daß in vielen Fällen die tertiäre und ältere Talentwicklung, bedingt durch die für Österreich einmaligen geologischen Verhältnisse und Verwitterungstypen, einen entscheidenden Einfluß auf die unterirdische Wasserzirkulation hat.

Im ersten Teil soll daher die Talentwicklung und ihre Abhängigkeit vom Kluftnetz im Bereich der Weinsberger Granite, die weite Teile des zentralen Waldviertels aufbauen, aufgezeigt werden. Die zahlreichen Kluftmessungen dafür wurden in dankenswerter Weise vom Mitautor DDr. Spiros VERGINIS durchgeführt und graphisch dargestellt.

Der zweite Teil ist den klimatischen Parametern gewidmet. Vor allem der Niederschlag als einziger Input der Wasserbilanzgleichung im geschlossenen Einzugsgebiet des oberen Kamp soll in seiner regionalen und jahreszeitlichen Verteilung sowie Variabilität erfaßt werden. Eine besondere Bedeutung hat auch die periodische Rücklage (Reserven) durch die Schneedecke, die insbesondere für die Grundwassererneuerung in Frage kommt.

Der dritte Teil faßt die Ergebnisse die Grundwasserverhältnisse betreffend zusammen. Nach einer Darstellung der Ausmaße der Grundwasserkörper *) folgen die Daten über die Grundwasserdurchflußmenge und die Grundwasserspende, verglichen mit den oberirdischen Abflüssen.

*) Für die Durchführung von vier Tiefbohrungen im Bereich des oberen Kampgebietes bin ich dem Amt der NÖ. Landesregierung, Abt. R/I, Herrn Hofrat Dipl.-Ing. W. KASPER, zu großem Dank verpflichtet.

Die Arbeitsmethodik ist durch langjährige Beobachtungen und Messungen geprägt, welche das amtliche Material des Hydrographischen Dienstes in NÖ, dessen Leiter, Herr Hofrat Dipl.-Ing. E. SCHULTHEIS, sowie Herrn Dr. A. DAMM von der Niederschlagsabteilung mein bester Dank für Bereitstellung von Daten und die Errichtung eines selbstschreibenden Pegels, der von Herrn E. BERGER mitbetreut wird, ausgesprochen werden muß, ergänzt haben. Daneben haben eine Klimastation und zahlreiche Niederschlagsmesser, Quell- und Brunnenbeobachtungen und Bohrungen das notwendige Zahlenmaterial geliefert.

Schließlich soll die Arbeit einen Hinweis auf die oft unterbewertete Bedeutung des Waldviertels für die regionalen Wasserreserven und die landwirtschaftliche Produktion geben, liegen doch hier die größten bergbäuerlichen Produktionsräume und die für diese absoluten Höhen ertragreichsten Ackergebiete Österreichs. Nur wenige alpine Zonen gleicher Höhe liegen günstiger, sind jedoch durch geringe Flächen gekennzeichnet.

2. Die Talentwicklung und ihre Abhängigkeit vom Kluftnetz

Wie bereits mehrfach erkannt wurde (1927, 1977), ist vor allem im Granitgebiet eine Anlehnung der Flußrichtung an vorhandene tektonische oder geologische Strukturen gegeben. Diese generelle Tatsache hat aber weitergehende Folgen, vor allem in Hinblick auf heute nicht mehr oder nicht mehr zur Gänze erkennbare Tiefenzonen, die aber ebenso wie die heutigen, oft verschütteten Täler Grundwasserbereiche darstellen. Das Alter der Talentwicklung und die spätere Verwitterungsart haben kryptogene Reliefbereiche geschaffen, die zwar die Hydrographie und Ökologie der Oberfläche stärkstens beeinflussen, von dieser her aber nicht unmittelbar erkannt werden können. So wurden im Bereich des oberen Kamp zwischen Arbesbach und Roiten 250 Kluftmessungen durchgeführt, welche ein Netz der Strukturen der Absonderungsklüfte im Weinsberger Granit ergaben. Diese sind jedoch nicht nur für den heutigen Talverlauf relevant, sondern auch für die tiefgreifenden Zersatzzonen der tropischen Tiefenverwitterung. Wenn diese oft kaolinitische Sedimente bergenden Bereiche ausgeräumt und später mit Grus (Solifluktion der Periglazialzeit) aufgefüllt wurden, so werden sie zu Leitlinien der unterirdischen Entwässerung, die temporär gleich hohe Wassermengen aufweist wie die minimalen oberirdischen Abflüsse.

Schließlich lassen sich aus den Messungen der Taldichte in Verbindung mit den Kluftuntersuchungen Hinweise bzw. Beweise von Talgenerationen bzw. von rein klimatisch bzw. tektonisch bedingter Flußdichte ableiten.

Die 250 Kluftmessungen zeigen vier verschiedene Kluftsysteme an:

1. NW-SE-Richtung
2. NE-SW-Richtung
3. NNW-SSE-Richtung
4. NNE-SSW-Richtung

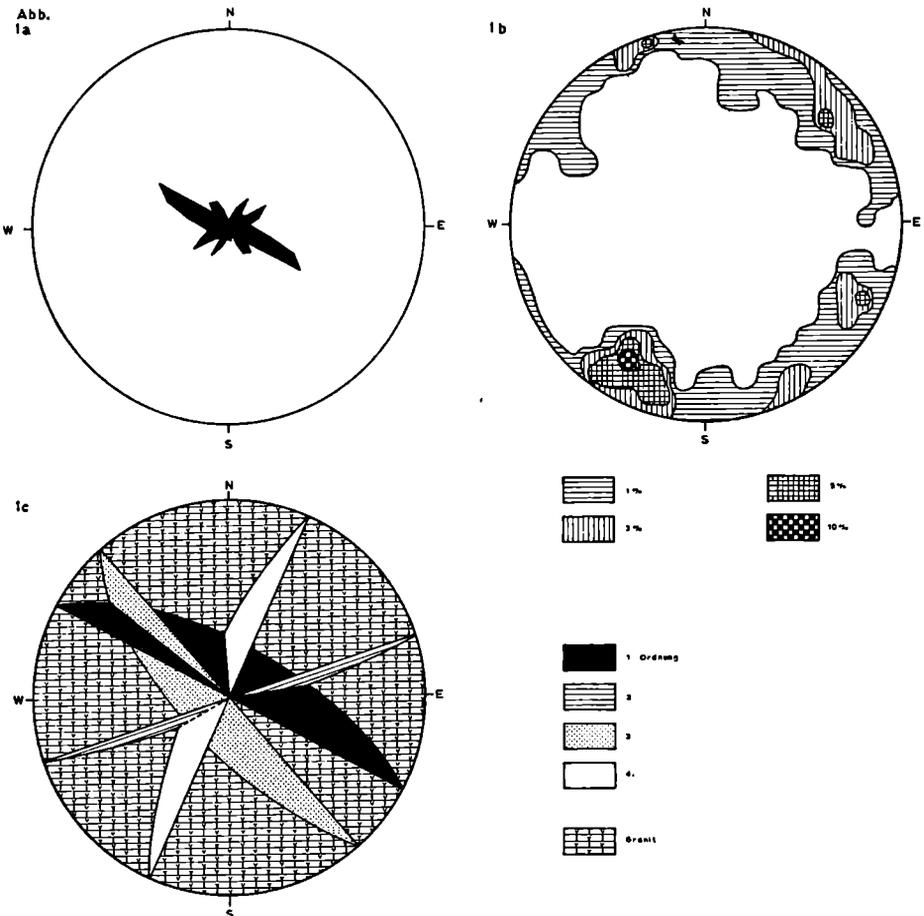
Demnach schneiden die 1. und 4. sowie die 2. und 3. Richtung einander rechtwinkelig (Abb. 1a).

Die Polhäufigkeit weist ebenfalls vier verschiedene Polzentren auf, drei mit 5% der Klüfte (Punkte) und eines mit 10% der Klüfte (Punkte). Die vier Polzentren bilden mit dem Zentrum vier verschiedene mittlere Flächen aus,

die stereographisch dargestellt sind. Sie werden als mittlere Flächen 1., 2., 3. und 4. Ordnung bezeichnet. Ihre Charakterisierung lautet (Abb. 1 b);

- Mittlere Fläche 1. Ordnung: Neigung 20° NE
Richtung N 62° W
- Mittlere Fläche 2. Ordnung: Neigung 6° SE
Richtung N 72° E
- Mittlere Fläche 3. Ordnung: Neigung 20° SW
Richtung N 40° W
- Mittlere Fläche 4. Ordnung: Neigung 14° NW
Richtung N 25° E

Die Stellung der mittleren Flächen zueinander (Abb. 1c) sowie die Lage der entsprechenden Talstücke zueinander ermöglicht eine Beurteilung der Talgeneration, welcher ein Abschnitt zuzurechnen ist. Aus der Analyse geht hervor, daß drei Generationen abzuleiten sind, wobei eine Datierung mangels geeigneter Sedimente vorerst nicht möglich ist; diese steht auch bei dieser Untersuchung nicht unmittelbar zur Diskussion.



gen Form) tritt die verzweigte Form auf. Zeigt erstere ebenfalls die deutliche Bindung an die Kluftsysteme an, so muß für das verzweigte Netz eine lokale epirogenetische Aufwölbung bzw. Einmuldung angenommen werden. Auf Grund der grusigen Verwitterung kann den Niederschlagsunterschieden eine geringe Bedeutung zugemessen werden, doch sind hier noch keine endgültigen Aussagen möglich. Nur in den höchsten Zonen (Weinsberger Wald usw.) ist eine Zunahme der Flußdichte auf die stark erhöhten Niederschlagsmengen zurückzuführen, wie auch Abflußmessungen zeigen konnten.

Bei der regionalen Betrachtung der Tal- bzw. Flußnetztypen können demnach drei Generationen abgeleitet werden, die sich mehr oder weniger als Altformen erwiesen haben, d. h., daß sie sich an geologische (Absonderungsklüfte) oder tektonische (Störungen) Linien anlehnen, die zur Zeit tropischer Tiefenverwitterung die Erosionsbereiche vorgezeichnet haben. Dazu tritt eine vierte, die das obere Kampgebiet nicht mehr erreicht hat: Die von der Donau oder dem Molassevorland im Osten durch Regression gebildeten Engtäler, die im Prinzip als konsequente Täler auf die regionale Erosionsbasis ausgerichtet sind.

Eine genauere Betrachtung und Analyse der Teilabschnitte des Kampales und seiner Nebentäler läßt den Schluß zu, daß im Bereich oberhalb Zwettl während des ganzen Quartärs, wahrscheinlich auch schon während des Pliozäns, keine nennenswerte Erosion stattgefunden hat. Auch die Steilstufen und Engtäler scheinen bereits präquartär angelegt zu sein. Einen Hinweis dafür liefern Aufschlüsse, die mit Ausnahme einer dünnen Solifluktsdecke und Hakenschlagen keinerlei Erscheinungen des Permafrostes aufweisen (Eiskeile, Kryoturbationen), obwohl sandige, tonige und grusige Materialien vorliegen. Selbst bei der Annahme der periglazialen Bildung von Blockanhäufungen in Engtalbereichen drängt sich die Frage auf, warum die darüber anschließenden Muldentalabschnitte keinerlei Anzeichen einer Regression oder Talverjüngung zeigen. Alleine der Richtungswechsel von der Klufttrichtung 1. Ordnung (Muldental) zur 4. Ordnung (Engtal mit Profilverteilung) scheint diese Gegensätze zu bedingen, die seit der Anlage nicht mehr verändert worden sind. Die Quellmulden selbst können als tropische Flachmuldentäler gedeutet werden; auch hier ist eine periglaziale Umbildung nur gering gewesen: Im Längsprofil schließen nach Richtungsänderung Engstrecken im Anstehenden an, die in den nächsten Muldentalbereich umbiegen.

Nach Ansicht der Verfasser liegt im Bereich der oberen Waldviertler Flüsse, d. h. oberhalb der plio/pleistozänen Taleintiefungen von der Donau bzw. vom Weinviertel aus, ein kaum verändertes tropisches Flachrelief vor. Dafür sprechen neben den Muldentälern und dem Wechsel von Flachstrecken und Steilstufen auch die Verwitterungsformen der großen Granitburgen („Gletschermühle“), welche in Richtung Basistafonierung („Schildkröten-schale“ i. S. H. WILHELMYS) deuten und mehrfach beobachtet werden konnten.

Diese Landformung ist auch für die Grundwasserverhältnisse von großer Bedeutung: Die Muldentalbereiche sind bis über 20 m tiefe, sand- und grusgefüllte Wannen, die nicht nur größere Wassermengen beinhalten, sondern auch die Grundwassererneuerung rasch und nahezu immer ermöglichen.

3. Die klimatischen Voraussetzungen des Wasserhaushalts

Wie schon angedeutet, ist von den klimatischen Parametern vor allem der Niederschlag für die Hydrographie von Bedeutung. Allerdings sind die

Temperatur- und Strahlungsverhältnisse für die Verdunstung nicht außer Acht zu lassen. Diese weisen, wie bereits gezeigt werden konnte (1978), eine dem kontinentalen Klimabereich ähnliche Entwicklung auf mit starker Abkühlung im Winter und hoher Erwärmung im Sommer bei gleichzeitig hohen Tagesamplituden: So liegen zwar die Tages- und Monatsmittel relativ niedrig, die Maximalwerte hingegen meist über dem alpinen Höhenmittel und erreichen vor allem in den höheren Zonen ab 700 m oft Werte, die jene Wiens übertreffen. Dies führt zu kurzfristig stark ansteigenden Verdunstungswerten sowohl der Transpiration als auch der Evaporation, die durch die grusigen Böden noch gefördert wird. Weiters ist eine jahreszeitliche Asymmetrie der Erwärmung besonders klar ausgebildet. Die langsame Frühjahrserwärmung führt zu einem Höchstwert meist erst im August — der September ist durchschnittlich um 10—13 Grad C wärmer als der März — und zu einem raschen Abfall der T-Werte im Spätherbst. Die niederschlagsarmen Herbstmonate sind daher noch durch relativ hohe Verdunstungswerte gekennzeichnet, was sich auch in den Wasserständen widerspiegelt.

Der entscheidende Faktor muß jedoch in der Verteilung der Niederschläge gesucht werden: Neben der generellen Niederschlagsarmut sind dabei die hohe Variabilität und die geringe Zunahme mit der Höhe zu besprechen. Bereits die Jahressummen der letzten 50 Jahre weisen Schwankungen auf, die in den Alpen nur von ganz wenigen Stationen (inneralpine Trockengebiete) erreicht werden: So wurden in Zwettl Stadt zwischen 400 mm und 1100 mm gemessen, ähnliche Werte in Rappottenstein, die Station Bärenkopf (1000 m) weist trotz der Höhenlage Schwankungen zwischen 600 mm und 1600 mm auf.

Ein Vergleich des Jahres 1973 (Trockenjahr) und eines Normaljahres (1974) möge die regionalen Unterschiede aufzeigen. Feuchte Jahre können ausgeschlossen werden, da dann auf jeden Fall genügend Wasser zur völligen Auffüllung der Grundwasserbereiche vorliegt; dies wird bereits in einem Normaljahr erreicht, wie im weiteren gezeigt werden kann.

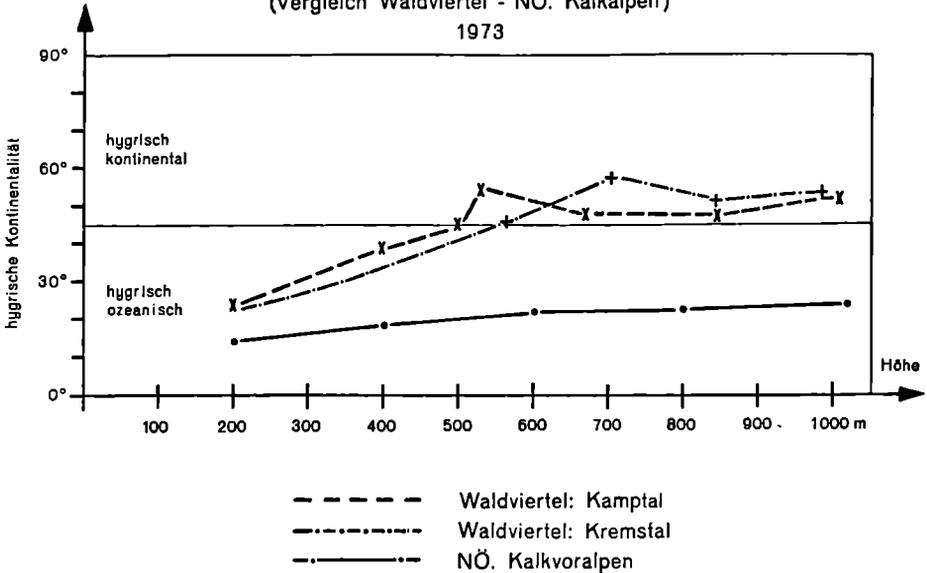
Tab. 1: Stationen und N-Mengen 1973/1974.

Kremsgebiet:			Kampgebiet:		
Ottenschlag	840 m	676/ 811 mm	Bärenkopf	1000 m	789/1025 mm
Gr. Heinrichsschlag	700 m	445/ 769 mm	Liebenau	985 m	865/1185 mm
Gföhl	560 m	586/ 571 mm	Arbesbach	850 m	754/ 996 mm
Krems	227 m	496/ 506 mm	Rappottenstein	670 m	608/ 842 mm
			Gr. Gerungs	675 m	619/ 929 mm
			Zwettl Stadt	625 m	414/ 719 mm
			Zwettl Stift	511 m	544/ 747 mm
			Grafenschlag	785 m	738/ 848 mm
			Ottenstein	400 m	500/ 609 mm
zum Vergleich:					
Langenlois	220 m	353/ 455 mm	Lackenhof	835 m	1899/2204 mm
Wien H. W.	202 m	620/ 589 mm	Lunz a. See	615 m	1474/1886 mm
Neuhaus	1010 m	2086/2187 mm	Waidhofen/Ybbs	365 m	1090/1358 mm

Besonders auffällig ist die Trockenheit zu erkennen, wenn der Raum nach der hygrischen Kontinentalität gegliedert wird. Im folgenden sind drei Profile tabellarisch zusammengestellt: Krems- und kampaufwärts sowie

ein W-E-Profil und Vergleichswerte aus angrenzenden Gebieten, Wien und gleich hohen Stationen der Kalkvorpalen (Abb. 3). Die Zahlen der hygrischen Kontinentalität sind der Übersichtlichkeit halber gerundet (auf 0,5°).

Abb. 3 Die Zunahme der hygrischen Kontinentalität mit der Seehöhe (Vergleich Waldviertel - NÖ. Kalkalpen) 1973



Tab. 2: Profile der hygrischen Kontinentalität und Niederschlagsmengen.

Kampgebiet:

1974	23,5°	33,0°	34,5°	41,0°	38,5°	36,0°	43,0°	40,5°	44,0°	44,5°	
1973	24,5°	39,0°	44,0°	56,5°	48,0°	47,5°	47,0°	48,5°	51,0°	51,0°	
1974	506	609	747	719	842	929	848	996	1185	1025	mm
1973	496	500	544	414	608	619	738	754	865	789	mm
SH	227	400	511	625	670	675	785	850	985	1000	m
Stat.	K.	Ost.	Z. St.	Z.	R.	G. G.	Gr.	A.	L.	B.	

Kremsgebiet:

1974	23,5°	45,5°	47,5°	46,0°	
1973	24,5°	46,0°	56,0°	51,0°	
1974	506	571	769	811	mm
1973	496	586	445	676	mm
SH	227	560	700	840	m
Station	K.	G.	G. H.	O.	

West-Ost-Profil:

1974	44,0°	38,5°	41,0°	34,5°	25,0°	
1973	51,0°	48,0°	56,5°	44,0°	32,0°	
1974	1185	842	719	571	455	mm
1973	865	608	414	586	353	mm
SH	985	670	625	511	220	m
Station	L.	R.	Z.	Z. St.	Lg.	

Abkürzungen: K. Krems, Ost. Ottenstein, Z. St. Zwettl Stift, Z. Zwettl, R. Rappottenstein, G. G. Großgerungs, Gr. Grafenschlag, O. Ottenschlag, Lg. Langenlois.

Hygrische Kontinentalität der Vergleichsstationen:

	1973	1974
Langenlois, 220 m	25°	32°
Wien Hohe Warte, 202 m	17°	16°
Neuhaus/Zellerain, 1010 m	26°	24°
Lackenhof, 835 m	23,5°	25,5°
Lunz am See, Biologische Station, 615 m	22,5°	18°
Waidhofen/Ybbs, 365 m	18,5°	15°

Eine Eigenart des Raumes in hygrischer Hinsicht tritt auch deutlich zutage, wenn die Zu- bzw. Abnahme der Niederschlagsmengen pro 100 m berechnet wird. Der große Gegensatz zu alpinen Räumen — vor allem Niederösterreichs — wird dadurch besonders deutlich.

Tab. 3: Niederschlagszu- bzw. -abnahme pro 100 m (Jahressummen).

Kampgebiet:

	K.	Ost	Z. St.	Z.	R.	G. G.	Gr.	A.	L.	B.
Δh	173 m	111 m	114 m	45 m	5 m	10 m	65 m	135 m	15 m	
1973	3,3	39,6	— 24,6	273,3	220,0	1190,0	24,6	82,2	506,7 mm	
1974	59,5	124,3	—114,0	431,1	174,0	—810,0	232,3	140,0	—1067,0 mm	

Kremsgebiet:

	K.		G.		G. H.	O.
			333 m		140 m	140 m
1973			27,0		—100,7	165,0 mm
1974			19,5		141,4	30,0 mm

West-Ost-Profil:

	L.		R.		Z.	Z. St.	Lg.
Δh			315 m		145 m	114 m	291 m
1973			108,6		173,3	— 24,6	39,9 mm
1974			81,6		431,1	—114,0	100,0 mm

Neben der Niederschlagsabnahme von Zwettl Stift zu Zwettl Stadt und anderen Gebieten fallen die großen Werte/100 m auf. Dies erschwert auch eine Berechnung der tatsächlichen Niederschlagsfrachten beträchtlich. Dazu kommen die hohen jährlichen Schwankungen.

Neben der Niederschlagsmenge und der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge, auf welche bereits eingegangen wurde (H. NAGL, 1978), sind die Häufigkeiten und Intensitäten der Niederschlagsereignisse für die versickernden bzw. zum Abfluß gelangenden Wassermengen von entscheidender Bedeutung.

Die Häufigkeiten weisen — wie auch die Jahresmengen und die Variabilität der Monatsmengen — eine Abnahme im zentralen und östlichen Waldviertel auf, die zwar selbst relativ großen Schwankungen gegenüber den Nachbargebieten unterliegt, die aber im Mittel geringere Werte als die niederschlagsärmsten Gebiete Niederösterreichs aufweisen. Vor allem kurze N-Perioden (2 Tage) sind dazu durch äußerst geringe N-Mengen gekennzeichnet, sodaß in den Granitgebieten die Niederschläge kaum wirksam werden und nur 1—2 cm tief in den Boden eindringen. Nachfolgende Tabelle (Tab. 4) bietet einen Überblick der Tage mit Niederschlag von Waldviertler Stationen und Vergleichsstationen.

Tab. 4: Anzahl der jährlichen Niederschlagstage (mind. 0,1 mm; nach den Hydrographischen Jahrbüchern).

Station	Seehöhe m	N — Tage (über 0,1 mm)		
		1973	1974	1961—1970 (Mittel)
Bärenkopf	1000	181	206	162,5
Liebenau	985	152	151	164,5
Arbesbach	850	160	168	155,8
Rappottenstein	670	137	151	142,7
Gr. Gerungs	675	137	145	123,0
Zwettl	625	84	143	169,4
Zwettl-Stift	511	179	207	166,6
Wappoltenreith	540	77	91	84,0
Retz	243	115	146	133,6
Krems	227	126	134	144,8

Während im Vergleich 1973 : 1974 zum Ausdruck kommt, daß das Jahr 1973 deutlich unternormal war (Zwettl 414 mm = 60% der NZ), ist der Vergleich mit den Mittelwerten etwas täuschend, da in trockenen Jahren vor allem die Zahl der Tage mit N-Mengen zwischen 0,1 und 1,0 mm eine zu hohe N-Häufigkeit vortäuscht.

Zur Verdeutlichung der N-Verhältnisse daher noch einige Tabellen.

Tab. 5: Standardabweichung und Variabilität der Niederschläge.

Station	langjähriges Mittel		langjähriges Mittel		Mittel der Jahressummen		
	der Jahressummen		der 10 größten		1951—1970		
	s	v	s	v	s	v	mm
Karlstift	167	18,2	64	23,2	137	14,9	920
Vitis	123	18,3	47	20,7	98	16,4	674
Weikertschlag	145	24,8	49	23,3	73	14,0	584
Rappottenstein	119	16,3	55	22,8	102	14,0	730
Maria Laach	110	17,1	54	23,4	98	14,7	644
Retz	94	19,5	46	24,1	53	12,1	481
Maissau	93	16,3	42	19,7	63	11,1	569
Langenlois	104	21,1	47	24,0	96	19,7	493

Tab. 6: Starkregen — Niederschlagsfracht.

Untersuchungsraum	Fläche	N	maximale			maximale	Tages-N-Fracht	Max.	
			N	Tages-N	Max.				
		1973	1974	1973	1974	1973	1974		
Komaubach	18,6	754	996	36,0	32,0	108,5	669.600	595.200	2.018.100
Hausbach	3,6	547	758	30,5	29,5	143,0	109.800	106.200	514.800
Gr. Kamp/Neustift	76,1	742	1007	35,7	30,9	99,5	2,511.300	2,206.900	4,457.800
Kl. Kamp/S. Pehendorf	2,3	608	842	30,5	29,5	143,0	70.150	67.850	328.900
Kl. Kamp/Penthon	122,4	717	954	35,7	30,0	143,5	4,369.680	3,782.160	12,178.800

Der Starkregen vom 5. Mai 1974 — 29,5 mm — wirkte sich auf den Kampdurchfluß wie folgt aus:

5. Mai 3,5 m³/s. Tagesmittel
 6. Mai 13,2 m³
 7. Mai 11,5 m³

der Starkregen vom 31. Mai 1974 — 32,0 mm:

31. Mai 5,9 m³
 1. Juni 14,6 m³
 2. Juni 21,0 m³
 3. Juni 13,1 m³

der Starkregen vom 7. Dezember — 30,9 mm hingegen stärker:

7. Dez.	13,0 m ³
8. Dez.	32,0 m ³
9. Dez.	51,2 m ³
10. Dez.	33,6 m ³

was einerseits auf die geringen Evapotranspirationswerte, andererseits auf die bereits aufgefüllten Grundwasserspeicher und die hohen Bodenfeuchtwerte zurückzuführen ist.

Klarer zeigen die maximalen Tagesniederschläge bzw. noch deutlicher die Starkniederschläge die relative N-Armut des zentralen Waldviertels an: Der Index $i = \text{mm/min}$ ergibt ein Bild der Intensitätszunahme nach allen Seiten hin: Die Extremwerte mehrerer Jahre betragen in

Liebenau (985 m) zwischen 0,28 und 1,25, in Großgerungs (675 m) 0,10, in Zwettl (625 m) 0,97 usw.; in Retz (243 m) hingegen fast immer über 1,0 bis 3,3 mm/min! Siehe auch Tab. 7.

Tab. 7: Veränderungen von Niederschlagsmaßzahlen vom Quellgebiet bis Zwettl (Stationsauswahl) I:

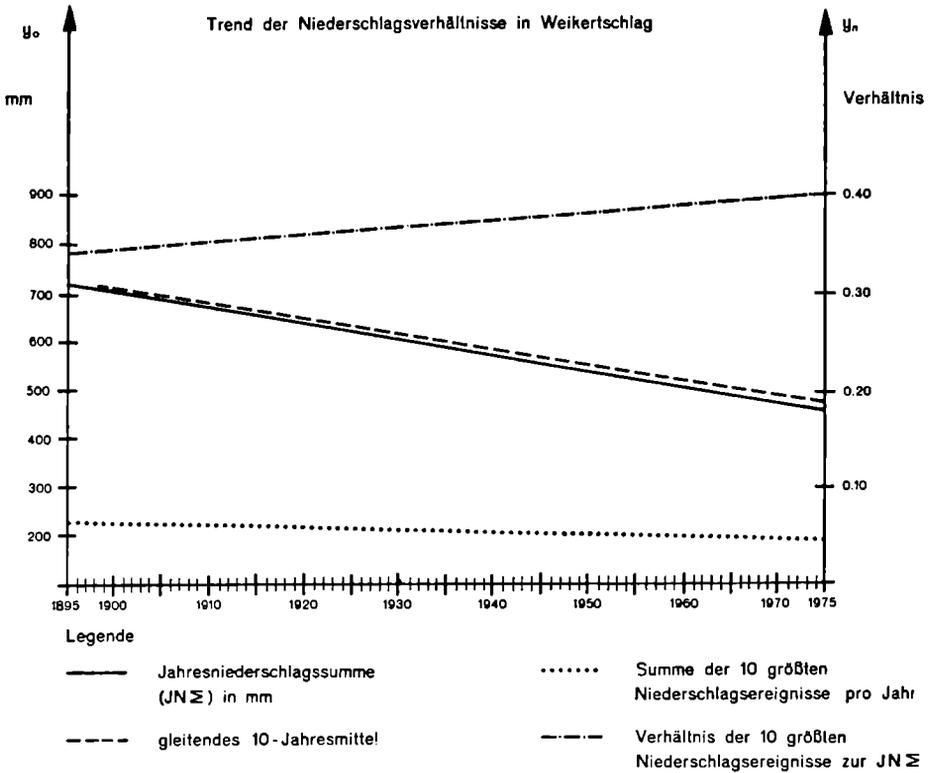
	Bärenkopf 1000 m	ΔH 150 m Diff./ 100 m	Arbes- bach 850 m	ΔH 180 m Diff. 100 m	Rappotten- stein 670 m	ΔH 45 m Diff./ 100 m	Zwettl Stadt 625 m
Zahl der Tage mit Niederschlag	181/206	14/25	160/169	13/10	137/151	118/147	84/85
N > 1,0 mm	136/150	1/6	134/141	12/11	112/121	104/104	65/74
davon IV—VIII	54/63		55/59		60/50		28/37
N > 20,0 mm	3/9	—1/1	4/8	—1/—1	6/6	9/—2	2/7
$\bar{\sigma}$ pro Monat > 1 mm	12,9	1	11,5	1	9,7	9	5,8
N-Summe mm							
IX—III	420/474	23/17*)	409/459	81/86*)	280/340	431/273*)	197/288
IV—VIII	369/548		345/537		328/502		217/431
N-Summe der N > 20 mm							
IX—III	23/31		21/49		44/34		0/25
IV—VIII	67/187		82/154		93/119		51/162
in % der Jahres- summe							
IX—III	5,6/6,5		5,0/10,8		15,6/10,0		0/8,8
IV—VIII	18,1/34,1		23,9/28,6		28,3/23,8		23,7/37,6

*) Bezogen auf die Jahressumme.

Vergleicht man letztlich den Trend der Niederschlagssummen mit dem Trend der Intensitäten, wie dies kürzlich bearbeitet wurde (A. DAMM—E. SCHULTHEIS, 1978), so kann für das Waldviertel mit Ausnahme der Randgebiete eine allgemeine Abnahme der Jahresmengen bei gleichzeitiger Zunahme der Intensitäten (Verhältnis der zehn größten N-Ereignisse zur Jahressumme) festgestellt werden. Abb. 4 (nach DAMM—SCHULTHEIS) zeigt die Verhältnisse am Beispiel Weikertschlag (450 m, NZ = 541 mm).

Alle die vorhin genannten Elemente des Niederschlags nehmen einen gewissen Einfluß auf die ober- und unterirdischen Abflußverhältnisse, für deren Berechnungen zahlreiche Modelle erstellt werden, bekannt z. B. ist der „unit hydrograph“. Alle diese Methoden erlauben jedoch nur für mehr

Abb. 4



oder minder homogenisierbare und mathematisierbare Gebiete die Abflussumengen anzugeben, zumindest in bestimmten Größenordnungen, sie ermöglichen jedoch keine Aussage über das ökologisch relevante Wasser in Boden und Untergrund zu machen. Dies beruht einerseits auf dem fehlenden Datenmaterial, andererseits aber auf der lokalen Vielfalt selbst kleiner Einzugsgebiete. Wie gezeigt werden konnte, ist diese in dem einheitlich scheinenden Waldviertel besonders groß und geht auf die durch das hohe Landschaftsalter bedingte eigenwillige Verteilung und unterschiedliche Mächtigkeit der Grusdecken sowie der verschiedenen Klüftigkeit der Granite zurück. Daneben kommt bereits der Wirkung der direkten Sonnenstrahlung wegen der gegebenen Seehöhe und der geringen mittäglichen relativen Feuchtwerte der Luft eine besondere Rolle für Verdunstung und Wasserverbrauch der Pflanzen zu; diese Evapotranspirationswerte (gemessen wurden in einigen Versuchen von einer freien Wasserfläche 2—3 mm pro Som-

Tab. 8: 14-Uhr-Temperatur (VI—VIII) und Maximum 1973/1974.

	Bärenkopf 1000 m	Arbesbach 850 m	Rappottenstein 670 m	Zwettl Stift 511 m
14h-Mittel	15,9/14,1	20,2/18,1	18,8/17,1	19,6/18,3
Maximum (abs.)	28,5/29,6	31,0/32,0	32,0/34,0	29,1/29,0
frostfreie Tage	173/158	179/178	181/186	181/193

mertag) werden in vielen Fällen durch Winde — vor allem im Bereich freier Hochflächen — merklich erhöht.

Tab. 9: 14-Uhr-Temperatur (a) und mittl. Maximum (b) in Rappottenstein (670 m) 1973—78 und Vergleiche mit Bärenkopf, Arbesbach und Zwettl 1973—74.

	Mai	Juni	Juli	August	September	Mittel (VI—VIII)
1973 a	16,3	17,4	19,5	22,6	18,3	18,8
b	27,6	26,0	26,4	32,0	29,8	28,5
1974 a	13,2	15,1	18,9	22,0	16,5	17,1
b	23,7	22,6	26,0	34,0	25,5	26,3
1975 a	15,7	16,7	20,5	20,4	20,5	18,8
b	24,0	27,0	27,0	25,0	28,6	26,3
1976 a	16,0	20,1	22,6	17,2	14,7	18,1
b	23,0	27,8	31,0	24,2	24,6	26,1
1977 a	15,7	19,5	21,0	19,0	13,7	17,8
b	27,0	26,6	28,0	26,8	24,4	26,6
1978 a	14,1	17,3	17,9	18,7	15,4	16,7
b	22,0	25,0	26,0	26,6	23,0	24,5
1973 a	13,3	14,9	16,3	19,8	15,2	15,9 Bärenkopf
b	23,6	23,4	22,5	28,5	26,4	24,9 (1000 m)
1974 a	10,1	12,4	15,7	18,4	14,1	14,1 Bärenkopf
b	20,6	21,8	25,0	29,6	23,2	24,0 (1000 m)
1973 a	15,9	19,3	21,3	25,2	19,3	20,2 Arbesbach
b	25,0	29,0	29,0	30,5	31,0	28,9 (850 m)
1974 a	14,0	15,9	19,2	23,8	18,0	18,1 Arbesbach
b	25,0	27,0	28,0	32,0	24,0	27,2 (850 m)
1973 a	17,2	18,3	20,4	23,3	19,0	19,6 Zwettl-Stift
b	25,0	27,9	27,3	32,1	31,0	28,6 (511 m)
1974 a	14,4	17,0	19,7	22,8	17,5	18,3 Zwettl-Stift
b	24,8	26,5	27,5	33,0	26,8	27,7 (511 m)

4. Wasserhaushalt und Grundwasser — mengenmäßige Berechnungen und Ergebnisse der Bohrungen

Die mehrjährige Beobachtung von Quellen und Brunnen gab im weiteren Hinweise auf die Verweildauer und Sickergeschwindigkeit des Niederschlagswassers in verschiedenen Räumen, die durch periodische Bodenfeuchteuntersuchungen ergänzt wurden. Dabei rundete sich ein Bild ab, welches eine nicht unwesentliche Wasserrücklage als Grundwasser andeutet, da zwischen den Wasserbilanzwerten (N , A_0 , Bodenfeuchte, Dauer von Trockenperioden, Verdunstung usw.) eine Lücke offen bleibt. Bevor nun das bei Tiefbohrungen, welche dankenswerter Weise das Amt der NÖ Landesregierung an vom Verf. vorgeschlagenen Punkten durchführte, gewonnene Material diskutiert wird, eine kurze Zusammenschau von hydrologischen Daten.

Wesentlich erscheint es, neben den großen Einzugsgebieten auch lokale zu erfassen (Hausbach, Komaubach, Roitenbach u. a.), welche die starke Differenzierung von lokalen Verhältnissen aufzeigen. Zusätzlich muß der Versuch unternommen werden, die Mengen der Versickerung (Bodenfeuchte- und Grundwasseranreicherung) in bezug auf die Niederschlags- und Abflußfracht zu erfassen, da die wechselnden Reliefverhältnisse immer wieder zu grundwassererfüllten Hohlformen, dann wieder in Engstrecken zu Austritten des Grundwassers in die Flüsse führen. Die hohe Durchlässigkeit der grusigen Böden und sandigen Sedimente lassen eine rasche Sickergeschwindigkeit erwarten, was in Laborversuchen, welche derzeit von Herrn DDR.

S. VERGINIS durchgeführt werden, auch nachgewiesen werden kann. Demnach kommt es nur bei gefrorenem Boden und starker Schneeschmelze zu höheren oberirdischen Abflüssen, im allgemeinen versickern die Niederschläge jedoch im Boden und fließen als „interflow“ den Grundwasserkörpern oder direkt den Bächen zu. Diese Fragen werden nach Auswertung aller Boden-, Sedi- ment- und Bohrproben eingehend in einer Publikation diskutiert werden.

Tab. 10: Vergleich einiger Waldviertler Flüsse.

Flußgebiet	EG km ²	Na mm	MQ m ³ /sek.	A-Höhe	Abfluß-	A-Spende
		1973/74	1973/74	mm/a	faktor	1973/74
		Gebiets-		1974/74	1973/74	
		mittel				
Kamp ² /Zwettl	621,8 ¹⁾	640/908	3,98/7,72	202/392	32/43	6,4/12,4
Kamp ¹ /Zwettl	312,6	695/936	2,5 /4,84	252/488	36/52	8,0/15,5
Krems/Imbach	305,9	573/702	1,5 /1,95	155/201	27/29	4,9/ 6,4
Lainsitz/Gmünd	284,1	675/970	1,75/3,82	194/424	29/44	6,2/13,5
Zwettlbach/Zwettl	269,1	558/867	1,3 /2,67	152/325	27/38	4,8/ 9,9
Weitenbach/Weitenegg	218,0	617/788	1,16/2,09	168/302	27/38	5,3/ 9,6
Dt. Thaya/Schwarzenau	175,5	703/970	0,57/1,32	102/237	15/25	3,3/ 7,5
Hausbach/Neustift	3,6	547/758	0,004/0,009	98/227	18/3	1,1/ 2,6

1) Bahnbrücke (+ Zwettlbach).

Flußgebiet	Extreme Durchflußmengen			Verh. NQ : HQ		
	(Minimum — Maximum)					
	1973	1974	Meßreihe	1973	1974	Meßreihe
Kamp 2	0,89—36,0	1,44—60,0	0,21—140,0	1: 41	1: 42	1: 666,7
Kamp 1	0,6 —26,0	1,0 —45,0	0,15—110,0	1: 32	1: 20	1: 733,3
Krems	0,27—24,0	0,25—27,0	0,12—210,0	1: 89	1: 108	1: 1750,0
Lainsitz	0,17—13,5	0,3 —22,0	0,17— 22,0	1: 79	1: 73	1: 129,4
Zwettl	0,08— 8,7	0,18—30,0	0,08— 35,0	1: 109	1: 167	1: 437,5
Weitenbach	0,21—21,0	0,2 —29,0	0,16— 55,0	1: 100	1: 145	1: 343,8
Dt. Thaya	0,06— 9,5	0,08—34,0	0,04— 65,0	1: 158	1: 425	1: 1625,0

Um die Wertigkeit der hydrographischen Daten als Funktion der Größe des Einzugsgebietes richtig zu erkennen, wurde neben einer Reihung der Flußgebiete nach deren Größe auch der Quotient zwischen dem Verhältnis NQ : HQ und der Fläche des Einzugsgebietes gebildet ($\frac{NQ : HQ}{EG}$); im allgemeinen müßte dieser bei Zunahme der EG-Fläche abnehmen. Betrachtet man Tabelle 11, so erkennt man deutliche Abweichungen:

Tab. 11: Quotienten NQ : HQ zu Einzugsgebietsgröße („Flächenquotient“).

Flußgebiet	Größe km ²	Flächen-	1974	Meßreihe
		Quotient 1973		(Extreme)
Dt. Thaya	176	0,9	2,4	9,3
Weitenbach	218	0,5	0,7	1,6*)
Zwettlbach	269	0,4	0,6	1,6*)
Lainsitz	284	0,3	0,3	0,4*)
Krems	306	0,3	0,4	4,4
Kamp/Waldbrücke	313	0,1	0,1	1,6*)
Kamp/Bahnbrücke	622	0,1	0,1	1,1

*) Meßreihe nur bis 10 Jahre!

Während die Zahlenreihe des trockenen Jahres 1973 eine gute Korrelation mit der Einzugsfläche ergibt (Abnahme des Quotienten bei Zunahme

der EG-Fläche), weist bereits das Normaljahr 1974 Sprünge und Unregelmäßigkeiten auf, die sich bei den Extremen der Meßreihen noch vergrößern. Besonders die Dt. Thaya und die Krems zeigen eine stark abweichende Verhältniszahl. Beide liegen bemerkenswerterweise im Gneisgebiet mit alten Verwitterungsdecken und lehmigen Braunerden. Ebenso fällt die Lainsitz aus der Reihe — die mächtigen Sande und Grusanhäufungen scheinen ebenfalls das allgemeine Bild zu stören. Da es erst nach jahrelangen Beobachtungen möglich sein wird, hier exakte Meßreihen zu erstellen, die den Anteil der Versickerung und des Grundwasserdurchflusses angeben, soll vorerst der Versuch für das obere Kampgebiet gemacht werden: Hier wird die Landschaft fast einheitlich von Weinsberger Granit aufgebaut und Voruntersuchungen ermöglichen einen gezielten Ansatz.

Besonders aussagekräftige Hinweise ermöglicht der Vergleich von Niederschlag und Abfluß während kurzzeitiger Regen- bzw. Starkregenperioden. Hierzu einige Beispiele aus dem Jahre 1974 (Kampgebiet bis Zwettl/Pegel Bahnbrücke, 621,8 km² Einzugsgebiet): Tab. 12:

Tab. 12:

Datum	Gebietsmittel des Tagesniederschlags mm ¹⁾	Tagesabflußhöhe in mm ²⁾	Abflußfaktor %
4. Mai	2,0	0,49	24,5
5.	23,0	0,49	1,75
6.	5,3	1,85	34,9
7.		1,61	
8.		0,99	
9.		0,75	
27.		0,72	
28. Mai	14,3	0,70	4,9
29.		1,54	
30.		1,02	
31.	18,8	0,83	4,4
1. Juni	16,7	2,04	12,2
2.		6,17	
3.		1,83	
4.		1,29	
11. Juli	22,6	1,07	4,7
12.	4,0	2,62	65,5
13.	10,3	2,28	22,1
14.	18,1	1,97	10,9
15.		4,51	
16.		2,06	
17.		1,62	
4. Dezember	1,4	1,78	121,4
5.	5,6	1,13	20,2
6.	16,4	1,16	7,1
7.	20,9	1,82	8,7
8.	14,6	4,51	30,9
9.	0,6	7,17	1195,0
10.		4,7	
11.		4,0	

Anmerkungen: 1. Die Niederschläge wurden nur angegeben, wenn in zumindest einer Station über 2,0 mm Niederschlag gemessen wurde; geringere Werte kommen überhaupt nicht zum Abfluß, sondern verdunsten bzw. infiltrieren in den Boden.

2. Nach Geschwindigkeitsmessungen in zahlreichen Flüssen und Bächen des oberen Kampgebiets kann als durchschnittliche Fließgeschwindigkeit 0,9 m/sek. angenommen werden (0,4 in Flachstrecken, 1,4 bis 2,0 in Engstrecken, längenproportional berechnet). Dies würde eine mittlere Abflußdauer eines Niederschlagsereignisses von 4,6 Stunden (von Quellbächen 9—11 Stunden) bedeuten.

Wie aus der Tabelle eindeutig hervorgeht, kommen im oberirdischen Abfluß bei weitem nicht die zu erwartenden Durchflußhöhen vor. Selbst unter Berücksichtigung von hohen Verdunstungswerten, die in Niederschlagsperioden aber fehlen, ist ein mengenmäßig großer Anteil dem unterirdischen Abfluß oder der Infiltration überhaupt zuzuschreiben.

Da die Verzögerung beim oberirdischen Abfluß zwischen 4 und (max.) 10 Stunden beträgt, muß sich ein Starkniederschlagsereignis oder beachtliche Tagesniederschlagshöhen im Tagesmittel des Niederschlagstages oder unmittelbar darauf auswirken. Wie die Beispiele zeigen, ist dies jedoch nicht der Fall. Die Ereignisse vom Mai 1974 kommen stark abgeschwächt ein, zwei oder drei Tage später zur Geltung, im Dezember sind die Relationen frostbedingt anders. Im Juli, in welchem die Rücklagen des Grundwassers besonders angesprochen werden, ist eine Beeinflussung der oberirdischen Abflüsse fast gar nicht gegeben, der mittlere Abflußfaktor wird nur einmal unwesentlich überschritten.

Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß ein Großteil der Niederschlagsmengen, die nicht verdunsten oder abfließen, der Bodenfeuchte zugute kommen oder in das Grundwasser infiltrieren. Bei den allgemein bekannten ungünstigen Bodenverhältnissen (Verdichtung an der Oberfläche, hohe Versickerungsrate in den grusigen Ausgangsmaterialien) dominiert wohl die Grundwassererneuerung. Die Unterschiede in Relief und Sedimentmächtigkeit (Grusdecken) werden jedoch diese Grundwassermengen lokal ansteigern.

Betrachtet man vorerst die Abflußspenden, so kann man aus Tab. 13 die großen Schwankungen leicht ablesen, nicht nur innerhalb eines Jahres, sondern vor allem auch in Jahresreihen. Zur gleichen Zeit schwankten jedoch die Brunnenwasserstände nur um 0,2—0,4 m in Talauen und Hangmulden, nur in kuppennahen Hanglagen kam es zu einer starken Absenkung 1973 um über 1,5 m (und damit zu kurzfristigem Trockenfallen).

Tab. 13: Die Höhe der Abflußspende (l/km² . sek).

Flußgebiet/Pegel	Fl. d. EG	1973			1974			Extreme	
		Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	abs. Min.	abs. Max.
Lainsitz/Gmünd	284,1	0,6	6,2	47,5	1,06	13,5	77,5	0,6	77,5
Dt. Thaya/Schwarzau	175,5	0,3	3,3	54,0	0,5	7,5	193,2	0,2	369,3
Zwettlbach/Sportpl. Br.	269,1	0,3	4,4	32,3	0,7	9,9	111,5	0,3	130,1
Kamp/Zwettl.-Waldbr.	621,8	1,4	6,4	57,9	2,3	12,4	96,5	0,3	225,1
Kamp/Zwettl.-Bahnbr.	312,6	1,9	8,0	83,1	3,2	15,5	143,8	0,5	351,4
Krems/Imbach	305,9	0,9	4,9	78,4	0,8	6,4	88,2	0,4	686,3
Weitenbach/Weiten	218,0	1,0	5,3	96,3	0,9	9,6	133,0	0,7	252,3
Hausbach/Neustift	3,6	0,1	1,1	22,5	0,2	2,6	36,0	—	—

Daraus läßt sich eine Abflußspende von 0,4—686,5 l/km² . sek. im Kremsgebiet, im ob. Kampgebiet von 0,3—225,0 l und im Lainsitzgebiet von 0,5—77,5 l ableiten. Auffällig ist der Gegensatz der maximalen Spenden, die nicht von der Größe des Einzugsgebietes abhängig sein können (Krems 306 km², Kamp 312 km², Lainsitz 284 km²), sondern — nachdem auch die maximalen Niederschläge (Tagesmengen, Starkniederschläge) und die Relief- und Höhenverhältnisse sehr ähnlich sind — auf die Untergrundverhältnisse zurückgeführt werden müssen. Hiebei zeigt sich die schon 1978 ausgesprochene Vermutung bestätigt (es wurden über 80 Proben aus den genannten Gebieten

untersucht, die von Bodenaufschlüssen, tiefen Anschnitten und Bohrungen stammen), daß Grundwasserkörper einen Großteil der kurzzeitigen beachtlichen Niederschlagsmengen im überwiegend mit Sand- und Grus bedeckten Lainsitzgebiet, einen großen Teil im Grusgebiet des Kamp und nur einen geringen Teil im Bereich der „Alten Verwitterungsdecken“ (nach J. FINK, 1958 ff) aufnehmen können. Die hier sich abzeichnenden Grundwassermengen werden im folgenden Kapitel genauer erörtert.

Für die Grundwasserverhältnisse sind auch die Rücklagen in Form von Schnee in ihrer regionalen und zeitlichen Verteilung von besonderem Einfluß. Die Angaben darüber sind jedoch vom Datenmaterial her noch nicht so zuverlässig (vor allem Schneedichtemessungen), um genaues Zahlenmaterial bieten zu können. So möge nur die Größenordnung als Richtwert genommen werden, damit im weiteren der Stellenwert der Schneeverhältnisse berücksichtigt werden kann.

Für die Zeit 1951—1970 ergeben sich folgende Mittelwerte der maximalen Wasserrücklage (für die Zeit XII—II):

Zwettlbach (269,8 km²): 99,6 Mill. m³

Großer Kamp (Rappottenstein, 106,4 km²): 46,5 Mill. m³

Kleiner Kamp (Rappottenstein, 154,6 km²): 100,6 Mill. m³

Die Schneedecke wurde als Mittel aller Messungen höhenäquivalenter Stationen zusätzlich zu den wenigen Waldviertler Daten genommen. Dieses Dreimonatsmittel kommt im Gegensatz zu den Starkniederschlägen meist in 2—3 Ereignissen zum überwiegend oberirdischen Abfluß, da die Bodengefrorenis eine Wasseraufnahme und Versickerung weitgehend verhindert. Wechselnde Witterung führt zum Aufbau von Eisstößen, welche oft in Tauperioden zu katastrophenartigen Hochwässern führen können.

Aus allem gehen weit größere Grundwassermengen als allgemein erwartet hervor. Berechnet man daher die infiltrierte Wassermenge und setzt sie in Relation zu vorhandenen möglichen Grundwasserkörpern, so läßt sich leicht der Grundwasserreichtum dieser erkennen. Ihn zu beweisen, dienen die eingangs erwähnten Bohrungen, von denen vier im Untersuchungsraum vorliegen. Vorerst die berechneten infiltrierten Wassermengen.

Tab. 14: Niederschlags- und Abflußfracht von Niederschlagsperioden im Mai und Juli 1974.

Zeit	Niederschlagsfracht in Mill. m ³	Abflußfracht in Mill. m ³	Defizit in Mill. m ³
4.— 6. Mai	22,0		
5.— 7. Mai		2,4	
8.—10. Mai ¹⁾		1,4	
5.—10. Mai		3,9	18,2
27. Mai—1. Juni	15,6		
28. Mai—2. Juni		5,2	
3. Juni—5. Juni ¹⁾		2,5	
28. Mai—5. Juni		7,7	7,9
11.—14. Juli	16,1		
12.—15. Juli		7,0	
16.—18. Juli ¹⁾		5,0	
12.—18. Juli ²⁾		12,0	4,1

Anmerkungen: 1. Nur mehr Grund- und Hangwasserzufluß.
2. Erst nach neun Tagen kommt die gesamte Niederschlagsfracht zum Abfluß, unter Berücksichtigung des normalen Grundwasserzuflusses erst nach 10—11 Tagen!

Von den 622 km² Einzugsgebiet kommt jedoch nur ein kleiner Teil für die Grundwasserrücklage in Frage; ebenfalls ist die Verzögerung außerhalb der Grundwassergebiete infolge des felsigen und reliefierten Geländes mit geringen Sedimentdecken gering. Unter Abzug von 20% (maximal) der infiltrierten Mengen für Verdunstung und Bodenfeuchte verbleiben 14,6 Mill m³, 6,3 Mill. m³ bzw. 3,3 Mill m³ für die Grundwasseranreicherung der lokalen Grundwassergebiete. Diese betragen nach eigener Schätzung *) 50 km² bei einer mittleren Mächtigkeit von 10 m. Je nach Auffüllungsgrad wird ein Teil der Erneuerung des Grundwasserkörpers dienen, der Rest kommt zum unterirdischen Abfluß. Vorsichtige Berechnungen ergeben hierfür eine Grundwasserspende von 10—50 l/km² . sek. in einem Raum, in welchem die Grundwasserspende sonst nur 1—3 l/km² . sek. an Sonn- und 2—5 l/km² . sek. an Schatthängen beträgt, eine beachtenswerte Größe. Hiezu kommt die rasche Erneuerung im Bereich von größeren Bächen. In diesem Zusammenhang sei auf die Pumpversuche (am Ende des Aufsatzes) aufmerksam gemacht, welche ebenfalls geringe Absenkwerte mit dann konstantem Grundwasserspiegel aufweisen. Bei einem Mittel von 23,5 l/km² . sek. lassen sich daher im gesamten oberen Kampgebiet aus den Grundwasserkörpern (unter Rücksichtnahme auf den mittleren Grundwasserzufluß) ca. 1 m³ oder 1000 l Wasser pro Sekunde gewinnen (d. i. etwas mehr als das Grundwasserwerk Moosbrunn liefern kann)!

Eindeutige Beweise können nur Bohrungen liefern; die vier vorliegenden Bohrungen weisen die Grundwasserbecken klar aus. Sie liegen im Schnittpunkt der anfangs angegebenen Kluftezonen und zeigen tiefe Verwitterung des Grundgesteins und sandig-grusige Beckenfüllungen auf. Dies hebt die Bedeutung der Kenntnis oft in den Felsburgen nicht klar aufscheinender Kluftrichtungen und Häufigkeiten hervor. Als Abschluß der Arbeit sollen die ersten Auswertungen der Bohrerergebnisse vorgelegt werden.

Die Bohrpunkte befinden sich in folgender Situation:

Kleinpertenschlag 767 m (oberstes EG des Kl. Kamp), Arbesbach 772 m (oberstes EG des Gr. Kamp), Pehendorf 648 m (beckenartige Talweitung des Kl. Kamp) und Roiten 570 m (beckenartige Talweitung des Kamp).

Die Bohrung Roiten hat leider nicht den Untergrund erreicht, da sie mit hoher Sicherheit in einem Block endet (unter den gegebenen Verhältnissen ist ein völlig unzersetztes Anstehendes in bereits 5 m Tiefe nicht vorstellbar). Sonst dominieren im Untergrund stark zersetzte Granite, bei Pehendorf mehrere Meter Mylonit (ein weiterer Hinweis auf die Kluffgebundenheit der Talbecken). Die Füllungen bestehen aus ca. 40% grobem Grus, der Feinbereich wird von 20—50% Grobsand, 12—35% Mittelsand, 19—26% Feinsand, 6—21% Schluff und 1—7% Ton abgebildet (siehe Tab. 15) und Abb. 5).

Da die Fraktionen wechseln, ist ein k-Wert für den gesamten Bohrereich schwer anzugeben. Doch ist der hohe Grus- und Sandanteil ein Hinweis für die Durchlässigkeit und das günstige Porenvolumen.

Wichtige Ergebnisse erbrachten die Pumpversuche (Fa. Reisinger, Ennsdorf) im Oktober 1978. Es zeigte sich anfänglich eine Absenkung um 1—5 m; vierstündige Dauerpumpversuche, bei welchen z. B. in Arbesbach 14.640 l Wasser gefördert wurden, jedoch von der 5. bis 240. Minute nur 3 cm, von

*) Genauere Berechnungen und Messungen sind für die Jahre 1979—1981 vorgesehen. Ebenso die Untersuchung der Verweildauer und des Grundwasseralters mit Hilfe von Umweltrisotopen.

Tab. 15: Korngrößenverteilung der Bohrkern.

Bohrung	Endteufe m	Gesamtsediment:		Feinsedimente:			
		prozentmäßiger Anteil von Grus (Kies)	Grob- sand	prozentmäßiger Mittel- sand	Fein- sand	Anteil von Schluff	Ton
Kl. Pertenschlag	7,5	40—44	20—39	12—24	19—24	10—21	4—7
Arbesbach (ø)	17,0	35	29	35	24	7	5
Pehendorf	24,0	1—10*)	28—50	26—30	21—26	6—14	1—4
Roiten (Anstehendes nicht erreicht)	6,0	0—33**)	2—44	21—45	8—34	3—37	1—8

*) Von 13,4—15,5 m kein Grusanteil (91% Sand).

***) Von 0,0—14 m bis 55% Mittel- und Feinsand und 37 % Schluff.

der 30.—240. Minute des Pumpvorganges überhaupt keine weitere Absenkung. Bei Grundwassermächtigkeiten von (5 m) 7 m—20 m scheint ein tieferer stabiler Grundwasserkörper von einem vom Fluß bestimmten seichteren zu trennen sein. Um eventuelle Grundwasserstockwerke trennen zu können, werden seit 1979 laufend Isotopenuntersuchungen (Niederschlag, Flußwasser, Grundwasser) durchgeführt (Untersuchung in der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Geotechnisches Institut, 1030 Wien).

Setzt man jene Wassermenge als entnehmbar an, welche keine weitere Absenkung mit sich bringt, so könnten aus den vier Bohrgebieten alleine täglich 297.600 l (rund 300 m³!) Grundwasser gewonnen werden. Selbst bei Halbierung dieses Wertes ist dies eine beachtenswerte Menge, obendrein würden die vernässten Wiesen melioriert werden, ohne den Landschaftscharakter durch Flußbegradigungen und Spiegelsenkungen zu zerstören (mäanderreiche Flußstrecken). Tab. 16 gibt einen Überblick der Pumpversuche.

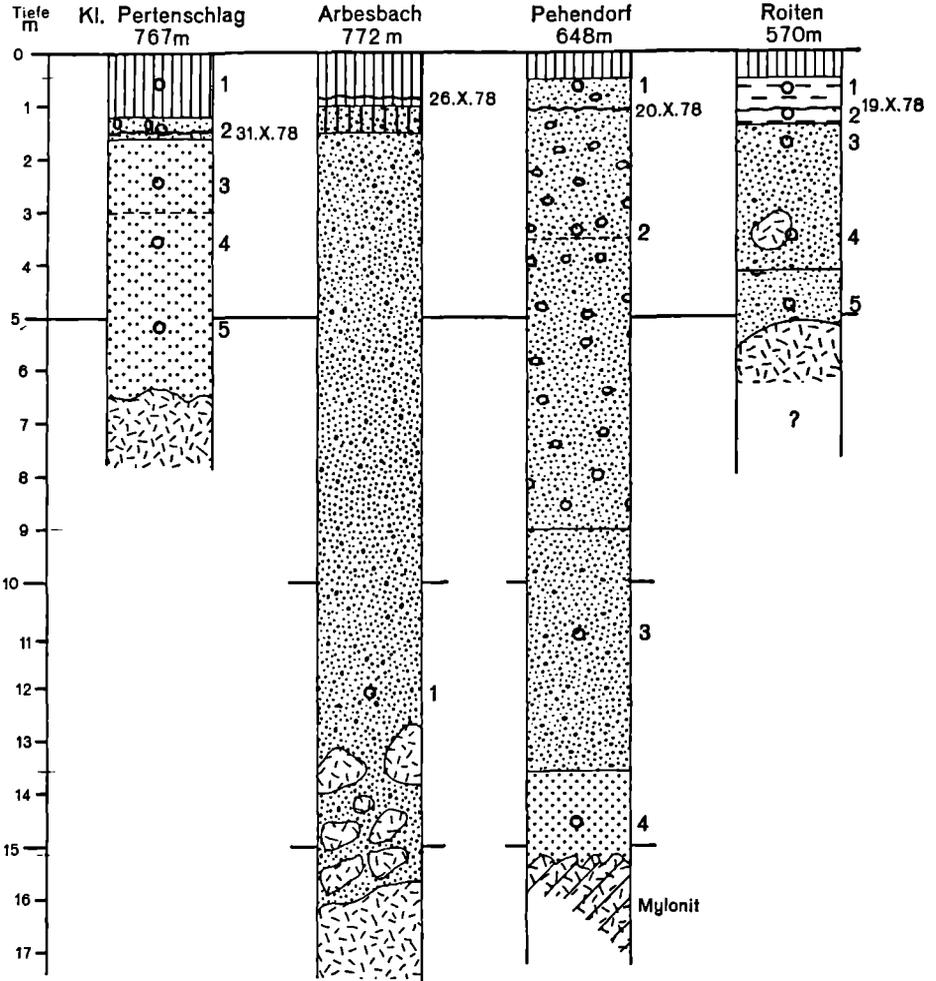
Tab. 16: Ergebnisse der Kurzpumpversuche der Fa. F. Resinger an den Bohrungen.

Bohrung Pumpversuch / Datum Roiten	Ruhe- wasser- spiegel	Bohr- tiefe*)	Absenkung nach		Pump- wasser- menge pro Min.	Aufspiegelung nach		
			1 Min.	20 Min.		30 Min.	60 Min.	120 Min.
1 / 19. 10. 1978	1,19	4,0	2,50	2,73	10 l	2,50	2,26	1,91
2 / 19. 10. 1978	1,10	6,0	2,30	2,60	63 l	1,52	1,35	1,19
Pehendorf								
1 / 20. 10. 1978	0,98	3,5	2,35	2,27	38 l	1,25	1,06	0,96
2 / 24. 10. 1978	0,89	26,0	2,73	2,77	63 l			
3 / 24. 10. 1978	0,89	26,0	5,57	5,95	109 l	1,01	0,90	0,86
Arbesbach								
1 / 25. 10. 1978	0,88	3,0	1,41	1,57	20 l	1,01	0,90	0,88
2 / 26. 10. 1978								
4 St. Dauer- pumpversuch	1,44	16,0	3,12	3,23**)	61 l	2,50	2,13	1,84
Kl. Pertenschlag								
1 / 31. 10. 1978								
4 St. Dauer- pumpversuch	1,56	8,0	2,16	2,37**)	7 l	2,19	2,12	2,07

*) Die Endteufe und die anderen Bohrkernanalysen siehe dort.

***) Bei Dauerpumpversuchen nach 4 Stunden Unterschied der Absenktiefe zwischen 20 Min. und 4 Stunden Pumpdauer 0 cm bzw. 2 cm!

Abb. 5



Aus all diesen Berechnungen, Untersuchungen und vor allem exakten Geländeanalysen ist eine weit höhere Bedeutung des Grundwassers für diesen relativ trockenen Raum zu erkennen. Weitere gezielte Untersuchungen und Analysen werden auch im hydrographischen und hydrologischen Bereich ein neues Bild vermitteln.

Literaturauswahl

- DIWALD, K. (1927): Talnetzstudien aus dem niederösterreichischen Waldviertel. In: Zeitschr. f. Geomorph. 2 (1926—27), 3 (1927). S. 6—28.
- FINK, J. (1958): Karte der Bodentypen Niederösterreichs. — Atlas von Niederösterreich und Wien, hgg. v. d. ÖAW, Wien 1951—1958.
- FINK, J. (1970): Österreichs Böden im Spiegel der bodenbildenden Faktoren. — In: In Memoriam N. C. CERNESCU et M. POPOVÁ. Geol. Inst. Ser. C. — Pedol. 8, Bucharest, p. 7—34.
- FISCHER, H. (1965): Geomorphologie des unteren Mühlviertels im Einzugsbereich der Naarn: In: Geogr. Jahresber. aus Österreich XXX (1963/64), Wien, S. 49—130.
- NAGL, H. (1978): Klima, Wasserbilanz und ökologische Differenzierung im zentralen Waldviertel. In: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung, Festschrift J. FINK, Wien, Vlg. Hirt, S. 365—402.
- Österreichischer Wasserkraftkataster, Kamp von Rappottenstein bis zur Mündung in die Donau. — Hgg. v. Ministerium f. Handel Wiederaufbau, Wien 1949.
- VERGINIS, S. (1977): Zur Abhängigkeit der Klamm-Bildung von der Kluffverwitterung am Beispiel von Klammern im Strudengau. In: Sitzungsberichte der Österr. Akademie der Wissenschaften, math.nat. Klasse, 1977. S. 110—115.