


Ergebnisse österreichischer Aktivitäten im Internationalen Hydrologischen Programm (IHP) 1981–1990			Redaktion: Walter Kollmann & Albert Daurer	
	Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.	ISSN 0253-097X ISBN 3-912-300312-84-2	Band 14	S. 35–41
			Wien, Februar 1993	

## Langfristige Schwankungen des Niederschlags in Österreich\*)

Von OSKAR BEHR\*\*)

Mit 4 Abbildungen und 3 Tabellen

*Österreich  
Niederschlag  
Langfristige Schwankungen  
Regionale Verteilung*

### Inhalt

Zusammenfassung . . . . .	35
Abstract . . . . .	35
1. Einleitung . . . . .	35
2. Datengrundlage . . . . .	36
3. Mittleres langfristiges Verhalten . . . . .	37
3.1. Langfristiger Verlauf . . . . .	37
3.2. Jahresverlauf . . . . .	37
4. Regionale Verteilung der Niederschlagsentwicklung . . . . .	38
4.1. Auswertemethodik . . . . .	38
4.2. Ausgewählte Beispiele . . . . .	39
4.3. Zonen mit einheitlichen Niederschlagsschwankungen . . . . .	39
5. Schlußfolgerungen . . . . .	41
Literatur . . . . .	41

### Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts erfolgte eine umfassende Auswertung der monatlichen Niederschlagshöhen von Österreich ab 1881 bis 1980. Ziel war dabei auch die Entwicklung von digitalen Methoden der Auswertung.

Als Ergebnis zeigte sich eine gut definierbare zonale Gliederung der Niederschlagsschwankungen. Es zeigte sich auch, daß die Variabilität des Niederschlags beträchtlich groß ist und daher in wasserwirtschaftliche Planungen einzubeziehen wäre. Obwohl keine durchgehende Tendenz in der Niederschlagshöhe zu verzeichnen ist, sind gegen Ende des behandelten Zeitabschnitts geringere Niederschläge, vor allem im Osten Österreichs, zu verzeichnen.

### Long-term Fluctuation of Precipitation in Austria

#### Abstract

Within the framework of the project monthly precipitation depth for Austria from 1881 to 1980 was analysed. For doing this also software for precipitation analysis was developed.

The existence of well defined regions with similar precipitation fluctuations was shown. Furthermore, precipitation fluctuations turned out to be considerably high. Thus they should be considered in water resources management problems. Even though common precipitation trends cannot be detected, some decrease of precipitation towards the end of the series is evident. This especially is true for the eastern part of Austria.

### 1. Einleitung

Das Wissen um die Bedeutung des Niederschlags als prägende Kraft des Wasserdargebots ist ältestes Kulturgut. Systematische Meßnetze zur Registrierung des Niederschlags wurden ab Mitte des vorigen Jahrhunderts

eingerrichtet. Bis zur Mitte unseres Jahrhunderts standen bereits einige, mehr oder minder kontinuierliche und homogene Reihe von Meßwerten über ein ganzes Jahrhundert zur Verfügung.

Damals und auch später betrachtete man den Niederschlag als Prozeß, der – über längere Zeiträume gesehen –

\*) Auszug aus den Ergebnissen des Forschungsprojektes „Langfristige Schwankungen des Niederschlags in Österreich“ im Rahmen des Forschungsprogramms „Hydrologie Österreichs“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

\*\*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. techn. OSKAR BEHR, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Technische Universität Wien, Karlsplatz 13, A-1040 Wien.

einen nahezu stabilen Mittelwert aufweist. Diese praktisch bis in die heutige Zeit reichende Auffassung erfährt erst allmählich einen – jedoch ganz grundsätzlichen – Wandel. Wohl sind auch aus früheren Jahren eine Reihe von Arbeiten bekannt, die durchaus mit größeren, auch längerfristigen Schwankungen des Niederschlags rechnen oder diese sogar zum Gegenstand haben. Auch historische Klimavariationen sind längst bekannt und durchwegs gut belegt. Nie jedoch wurden daraus praktische, bis in Planung oder Durchführung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen reichende Konsequenzen gezogen.

Es bestand daher ausreichend Anlaß, die anstehenden Fragen im Rahmen eines Forschungsprojekts gründlich aufzuarbeiten. Dabei war es auch ein Ziel, die Problemstellung so zu behandeln, daß die Auswertung mit digitalen Methoden später einfach auf einem laufend aktuellen Stand gehalten werden kann.

## 2. Datengrundlage

Die vorliegenden Niederschlagsbeobachtungen sind die einzige, nicht ersetzbare Information über den langfristigen Prozeß des Niederschlagsgeschehens. Neuere Methoden der Fernerkundung und Radarmessung können in Zukunft vielleicht verlässlichere Daten liefern, keinesfalls jedoch die schon länger als ein Jahrhundert durchgeführten intensiven Messungen ersetzen. Trotz aller berechtigter Zweifel, die man an der Aussagekraft der Niederschlagsdaten haben kann, bleibt also kein anderer Weg als die sorgfältige Analyse und Auswertung des vorliegenden Beobachtungsmaterials.

Die ersten regelmäßigen instrumentellen Niederschlagsbeobachtungen auf österreichischem Gebiet reichen etwa 300 Jahre zurück. In Wien werden seit dem Jahre 1775 regelmäßige instrumentelle meteorologische Beobachtungen durchgeführt. Die längste durchgehend vorhandene Beobachtungsreihe stammt aus dem Benediktinerstift Kremsmünster, wo die Beobachtungen im Jahre 1763 begonnen wurden und seit 1791 in ununterbrochener Reihenfolge dreimal täglich durchgeführt werden.

Im Jahre 1851 wurde mit der Gründung der Zentralanstalt für Meteorologie ein meteorologisches Beobachtungsnetz eingerichtet, im Zuge dessen auch regelmäßige Niederschlagsbeobachtungen größeren Umfangs begonnen wurden. Mit der Gründung des Hydrographischen Zentralbüros im Jahre 1893 wurde das Beobachtungsnetz wesentlich erweitert. Seit dieser Zeit werden die Niederschlagsbeobachtungen von den beiden genannten Stellen durchgeführt.

Österreich besitzt eines der dichtesten langjährig beobachteten Niederschlagsnetze in Europa. Betrachtet man die langfristig einigermaßen vollständigen Beobachtungsreihen, so ergeben sich etwa:

ab 1881	10 Stationen
ab 1891	25 Stationen
ab 1901	380 Stationen
ab 1931	500 Stationen
ab 1951	900 Stationen

Mit dem Stand 1980 waren etwa 970 Niederschlagsstationen im Einsatz. Das bedeutet, daß im Durchschnitt auf etwa 85 km<sup>2</sup> Fläche eine Beobachtungsstation entfällt.

Die einzelnen Gerätetypen waren mit dem Stand 1980 etwa in folgendem Umfang vertreten:

200 Niederschlagsschreibgeräte
710 täglich beobachtete Niederschlagssammler
60 Totalisatoren

Ein besonderes Problem stellt in Österreich die naturgemäß schwierige Erfassung des Niederschlags in größeren Seehöhen dar. Um einen Einblick in diese Problematik zu geben, erfolgte eine Auswertung der Höhenverteilung der Meßstationen für die ausgewählten Stichjahre 1920, 1950 und 1980. Zu diesem Zweck wird der gesamte Seehöhenbereich in 13 Seehöhenintervalle geteilt, für die jeweils die Anzahl der Niederschlagsstationen ermittelt wird. Tab. 1 zeigt die Anzahl der Niederschlagsstationen in den gewählten Intervallen der Seehöhe für die Jahre 1920, 1950 und 1980. Die größte Anzahl von Stationen ist für alle drei gewählten Termine zwischen 400 und 600 m Seehöhe gegeben.

Die Art der Meßgeräte, ihre Aufstellung und die Beschaffenheit der Umgebung der Meßstellen können die

**Tabelle 1.**  
**Seehöhenverteilung der Niederschlagsstationen.**  
**1 = Anzahl der Stationen; 2 = Prozentueller Anteil an Stationen; 3 = Anzahl der Stationen je 1000 km<sup>2</sup>.**

Höhenstufe [m. ü. A.]	1920			1950			1980		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
< 200	19	4,41	5,2	50	7,21	8,4	99	8,49	14,2
200– 400	96	22,32	5,6	136	19,62	8,9	218	18,71	14,7
400– 600	110	25,58	5,5	166	23,95	8,8	241	20,68	14,8
600– 800	71	16,51	4,4	108	15,58	7,4	170	14,59	13,2
800–1000	53	12,32	3,6	85	12,26	6,3	123	10,55	11,8
1000–1200	40	9,30	2,7	62	8,94	5,0	102	8,75	10,6
1200–1400	25	5,81	1,7	42	6,06	3,6	60	5,13	9,0
1400–1600	6	1,39	0,9	17	2,50	2,4	39	3,34	8,6
1600–1800	5	1,16	0,7	15	2,16	2,0	34	2,91	8,4
1800–2000	3	0,69	0,4	5	0,72	1,1	25	2,14	7,2
2000–2500	1	0,23	0,3	6	0,86	0,9	28	2,40	7,5
2500–3000	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	24	2,06	1,0
> 3000	1	0,23	1,1	1	0,14	1,1	2	0,17	2,0

Vergleichbarkeit der Messungen erheblich beeinflussen. Einigermaßen lückenlose Aufzeichnungen über die Meßgeräte und die sonstigen Beobachtungscharakteristika sind erst ab etwa 1945 vorhanden.

Die monatlichen Niederschläge von Österreich aller Dienststellen seit Beginn der Beobachtungen wurden gesammelt vom Hydrographischen Dienst von Österreich publiziert (Hydrographisches Zentralbüro, Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Hefte 10, 27, 39, 43).

Ausgehend von vorhandenen Teildatenbeständen erfolgte eine Neuorganisation, Kontrolle und Ergänzung der Daten. Dabei wurde ein Verfahren entwickelt und zur Anwendung gebracht, das rechnergestützt vorhandene Datenlücken schließt. Auf dieser Datenbank setzt die entwickelte Software zur Auswertung auf, die sowohl Zeitreihen- auswertungen wie auch flächendetaillierte Auswertungen gestattet.

### 3. Mittleres langfristiges Verhalten

#### 3.1. Langfristiger Verlauf

Zunächst soll ein genereller Überblick über die Zeitreihen der Niederschläge gegeben werden. Der Einfachheit halber wurden dazu die Stationsmittel der monatlichen Beobachtungswerte ab 1901 bestimmt.

Die mittleren Jahressummen der Jahrzehnte finden sich in Tab. 2. Es wurden sämtliche Stationen des Bundesgebiets verwendet, für welche die Daten der Jahresreihe 1901–80 vollständig oder nur mit geringen Lücken vorhanden sind.

Die angeführten Summen stellen natürlich keine Gebietsniederschläge dar, sondern geben als Mittelwerte der Stationen nur einen generellen Überblick über das Langzeitverhalten der Niederschläge. In Abb. 1 sind die mittleren Jahressummen der genannten 331 Stationen als Ganglinie dargestellt. Ein Trend läßt sich aus diesen Ergebnissen nicht nachweisen. Einen etwas detaillierteren Einblick in das Schwankungsverhalten geben die einzelnen mittleren Jahressummen der Jahresreihe. Der höchste Jahresmittelwert ist im Jahre 1910 mit 1331 mm zu verzeichnen, der niedrigste Wert im Jahre 1971 mit 807 mm. Diese Extrema sind jedoch nicht besonders

charakteristisch. Jahre mit nahezu gleichen Niederschlagssummen treten jeweils mehrmals auf. Die mittlere Abweichung der einzelnen Jahressummen von ihrem Mittelwert beträgt 91 mm, die Standardabweichung 115 mm. Der maximale Schwankungsbereich zwischen dem feuchtesten Jahr (1910, 1331 mm) und dem trockensten Jahr (1971, 807 mm) beträgt 524 mm.

Die Schwankungsbreite der Mittelwerte der Jahrzehnte ist entsprechend geringer als jene der Jahreswerte. Die Differenz zwischen dem maximalen Wert von 1110 mm (1911–20) und dem minimalen Wert von 1019 mm (1971–80) beträgt jedoch immerhin noch 91 mm oder etwa 8 % des Mittelwerts der gesamten Jahresreihe 1901–80.

#### 3.2. Jahresverlauf

Sind in der Reihe der Jahressummen des Niederschlags im gesamten gesehen praktisch keine Tendenzen vorhanden, so zeigt die Aufschlüsselung nach den Kalendermonaten doch, daß im Laufe der Zeit merkbare Umlagerungen des Niederschlagsgeschehens innerhalb des Jahres stattgefunden haben. In Tab. 2 sind die mittleren 10-Jahressummen der Niederschläge, nach Kalendermonaten getrennt, sowie der Gesamtmittelwert und die Mittelwerte der ersten und zweiten Hälfte der Jahresreihe einschließlich ihrer Differenz dargestellt.

Ein genereller Trend zur Veränderung der Sommerniederschläge oder Winterniederschläge ist kaum zu erkennen. Einzelne Monate zeigen jedoch ein ganz charakteristisches Verhalten. Auffallend ist die merkbare Zunahme der Niederschläge in den Monaten Februar und Juni, und die markante Abnahme der September- bzw. etwas schwächer der Oktoberniederschläge. Am ehesten kann die Umlagerung als eine Verschiebung der Herbstniederschläge auf das Frühjahr und den Frühsommer charakterisiert werden.

Weiteren Aufschluß über das Verhalten der Niederschläge gibt auch das Ausmaß der Schwankungen der Monatswerte um ihren Mittelwert. In Tab. 3 und Abb. 2 sind die Mittelwerte, die mittleren absoluten Abweichungen vom Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient für die einzelnen Kalendermonate ausgewiesen. Grundlage für die Auswertung sind wiederum die Mittelwerte von 331 langjährig beobachteten Stationen.

**Tabelle 2.**  
Mittlere 10-Jahressummen der Niederschläge der Kalendermonate.  
Mittelwerte von 331 Stationen.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
Jahresreihe	1901–1910	62	63	66	88	95	119	141	134	99	72	74	71	1084
	1911–1920	74	43	65	78	97	125	160	122	112	78	68	87	1110
	1921–1930	62	54	47	90	98	131	125	134	103	83	70	65	1050
	1931–1940	61	63	59	68	119	118	142	138	99	95	64	55	1080
	1941–1950	68	70	62	71	104	125	149	120	79	69	86	66	1057
	1951–1960	68	65	62	76	96	146	162	127	87	78	59	69	1097
	1961–1970	55	64	67	80	119	124	135	145	77	66	78	73	1086
	1971–1980	61	49	60	82	88	138	139	109	81	65	84	65	1019
Mittel	1901–1980	64	59	61	79	102	128	144	129	92	76	73	69	1076
	1901–1940	65	56	59	81	102	123	142	132	103	83	69	70	1081
	1941–1980	64	62	63	77	102	133	146	125	81	70	77	68	1064
	Differenz	-1	+6	+4	-4	0	+10	+4	-7	-22	-12	+8	-2	-17

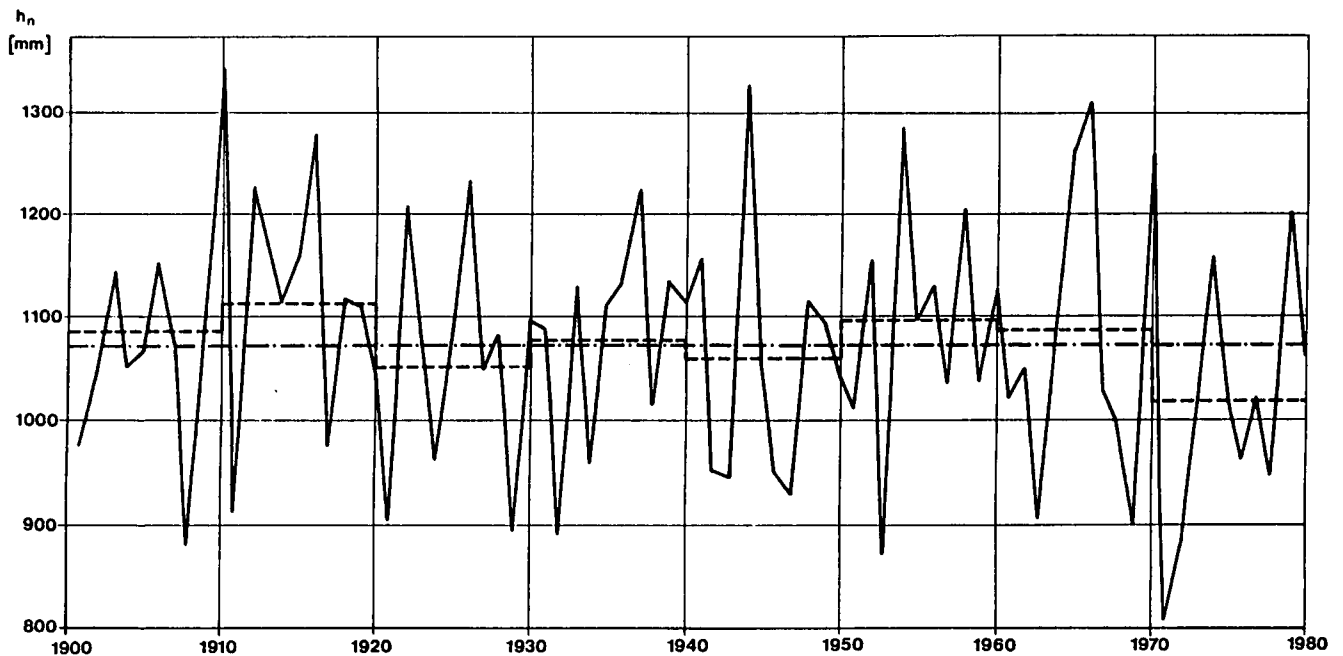


Abb. 1. Mittlere Jahressummen der Niederschläge von Österreich (Mittelwerte von 331 Stationen).

Neben dem bereits aus der vorhergehenden Tabelle ersichtlichen mittleren Jahresgang der Niederschläge zeigt sich, daß die mittlere absolute Abweichung vom Mittelwert zwischen 20 und 30 mm liegt, d. h. für die einzelnen Monate nicht sehr unterschiedlich ist. Die größten Werte sind in den Monaten Juli und Oktober zu verzeichnen.

Etwas akzentuierter ist der Jahresverlauf der Standardabweichung. Die größten Werte sind wieder für die Monate Juli und Oktober gegeben. Der Variationskoeffizient hingegen weist einen deutlichen Jahresgang auf.

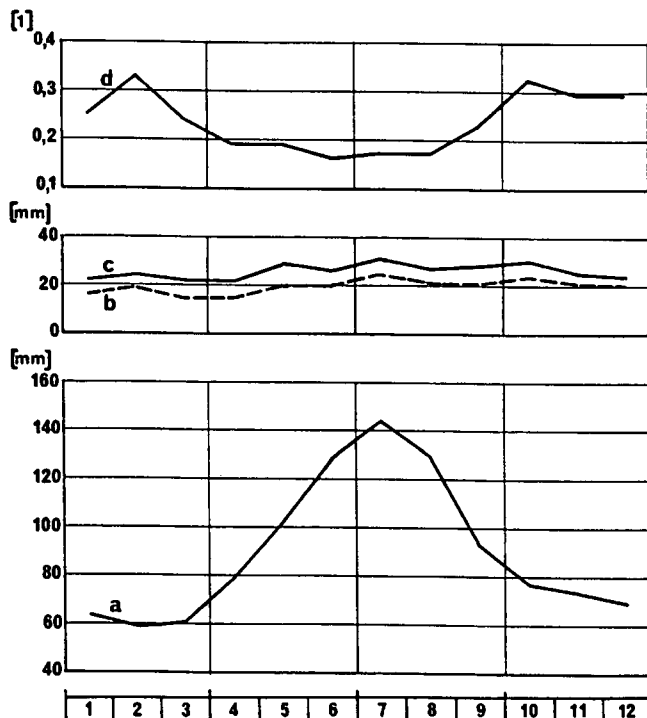


Abb. 2. Kennzeichnende Parameter der Variabilität des Niederschlages im Jahresverlauf (Jahresreihe 1901-1980; Mittelwerte von 331 Stationen). a: Mittelwert; b: mittlere absolute Abweichung vom Mittelwert; c: Standardabweichung; d: Variationskoeffizient.

Tabelle 3. Kennzeichnende Parameter der Variabilität der Monatsniederschläge (Jahresreihe 1901-1980; Mittelwerte von 331 Stationen).

Monat	Mittelwert [mm]	Mittlere absolute Abweichung [mm]	Standardabweichung [mm]	Variationskoeffizient [1]
1	64	21,8	16,2	0,25
2	59	23,9	19,3	0,33
3	61	21,8	14,6	0,24
4	79	21,9	14,7	0,19
5	102	28,9	19,4	0,19
6	128	25,8	20,0	0,16
7	144	30,7	24,5	0,17
8	129	27,3	21,4	0,17
9	92	28,2	21,3	0,23
10	76	30,1	24,2	0,32
11	73	25,0	20,8	0,29
12	69	23,5	19,8	0,29
Jahr	1076	91,0	115,0	0,11

Es zeigt sich, daß in den Wintermonaten die Schwankungen im Verhältnis zur absoluten Größe des Niederschlags wesentlich größer als in den Sommermonaten sind.

## 4. Regionale Verteilung der Niederschlagsentwicklung

### 4.1. Auswertemethodik

Da die benötigten Daten in Form einer Datenbank organisiert sind, können sich die Auswertungen zur Gänze auf rechen-technische Methoden stützen. Bezüglich der Auswertung von charakteristischen Niederschlagsgrößen sind die folgenden Optionen der Berechnung und lagerechten Darstellung gegeben:

- ▶ Mittelwerte vorgegebener Zeitspannen
- ▶ Differenz der Mittelwerte vorgegebener Zeitspannen
- ▶ Statistische Parameter (absolute Abweichung vom Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Maximum und Minimum, Autokorrelationskoeffizienten).

Die Zeitspannen werden durch das Jahr des Beginns und des Endes sowie durch Selektion von Monaten angegeben. Damit ist eine Fülle von Auswertemöglichkeiten gegeben. Da eine umfassende Darstellung der Ergebnisse in diesem Rahmen nicht möglich ist, erfolgt die Erläuterung des Auswertepinzips und der Ergebnisse an einigen Beispielen.

## 4.2. Ausgewählte Beispiele

Erste umfassende Informationen über die Niederschlagsverhältnisse lassen sich durch Betrachtung von Differenzen des Niederschlags zu einem langfristigen Mittelwert gewinnen. Um die Vergleichbarkeit mit Auswertungen in den Nachbarländern sicherzustellen, wurde als Bezugsperiode die Jahresreihe 1931–60 verwendet. Folgende Auswertungen wurden für das gesamte Bundesgebiet durchgeführt:

- ▶ Differenz der mittleren Niederschlagssummen (1971–80 minus 1931–60) für die Kalendermonate
- ▶ Differenz der mittleren Jahressummen des Niederschlags (1971–80 minus 1931–60)
- ▶ Differenz der mittleren Jahressummen des Niederschlags (1971–80 minus 1931–60), ausgedrückt in Prozentwerten
- ▶ Differenz der mittleren Niederschlagssummen (1971–80 minus 1931–60) während der Wintermonate (Oktober bis März)
- ▶ Differenz der mittleren Niederschlagssummen (1971–80 minus 1931–60) während der Sommermonate (April bis September).

Aus der Differenz der mittleren Jahressummen war zu erkennen, daß im Zeitabschnitt 1971–80 für das gesamte Bundesgebiet, mit Ausnahme flächenmäßig unbedeutender Teilgebiete, die Niederschläge durchwegs geringer gewesen sind als im Vergleichsabschnitt 1931–60. Die Abnahme des Niederschlags beträgt im Mittel etwa 100 mm. Zum Vergleich wurde zusätzlich dieselbe Differenz, ausgedrückt in Prozentwerten, bearbeitet. Dieser Vergleich zeigt, daß die Niederschlagsdifferenz eher zu gleichverteilten absoluten Differenzbeträgen als zu gleichverteilten prozentuellen Differenzbeträgen neigt.

Es läßt sich daher zunächst als markante Eigenschaft von längerfristigen Niederschlagsveränderungen festhalten:

- ▶ Die längerfristige Veränderung der Niederschlagssummen erfolgt – wenn auch selbstverständlich regional unterschiedlich – im gesamten Bundesgebiet in ähnlichen Größenordnungen.
- ▶ Dies hat zur Folge, daß in Gebieten mit geringerem Niederschlag die langfristigen Veränderungen relativ stärker zur Geltung kommen (so z.B. in Ostösterreich). Verstärkt wird dies noch dadurch, daß Gebiete mit geringem Niederschlag auch geringere kurzfristige Schwankungen haben, wodurch längerfristige Schwankungen deutlicher zum Ausdruck kommen.

Weiters zeigt die Differenz der mittleren Niederschlagssummen 1971–80 minus 1931–60m, daß großräumige

orographische Effekte in den Vordergrund treten. Kleinräumige Strukturen, sofern diese überhaupt aufgrund der Datenunsicherheit als real angesehen werden können, spielen augenscheinlich keine bedeutende Rolle. Anders ausgedrückt, die näherliegende Abschirmung (etwa durch enge Täler etc.) wirkt nicht auf die absolute Größe längerfristiger Niederschlagsveränderungen.

In weiterer Folge zeigt sich, daß die orographischen Effekte auf Niederschlagsveränderungen im Jahresverlauf sehr unterschiedlich sein können. Es ist daher für das weitere Verständnis der Niederschlagsveränderungen unumgänglich, die Veränderungen für die einzelnen Kalendermonate zu betrachten. Um den Vergleich der Niederschlagsveränderungen in den einzelnen Kalendermonaten untereinander zu erleichtern, erfolgte die Darstellung von maßgebenden Schnitten:

- ▶ Schnitte, die etwa senkrecht zum Alpenhauptkamm gerichtet sind („Querschnitte“)
- ▶ Schnitte, die etwa parallel zum Alpenhauptkamm verlaufen („Längsschnitte“).

Aus den Schnitten kann die Verteilung der Niederschlagsveränderungen im Jahresverlauf sehr anschaulich abgelesen werden. Die Querschnitte zeigen deutlich die unterschiedliche Wirkung des Alpenhauptkammes im Jahresverlauf. Die Längsschnitte geben im Prinzip die Verhältnisse nördlich und südlich des Alpenhauptkammes wieder.

Es zeigte sich, daß für die Wintermonate die Orographie das Bild der Niederschlagsveränderungen stärker prägt als für die Sommermonate. Deutlich war der Alpenhauptkamm als maßgebende Grenze zu erkennen.

In mancher Hinsicht anders verhalten sich die Niederschlagsschwankungen der Sommermonate. Als Beispiel einer Auswertung in Längs- und Querschnitten ist in Abb. 3 und Abb. 4 der Vergleich des Jahrzehnts 1971–1980 mit 1931–1960 für die Sommermonate dargestellt. Bemerkenswert ist zunächst, daß generell für sämtliche Sommermonate die Niederschläge für 1971–80 unterdurchschnittlich sind. Eine gewisse Ausnahme bildet hier der Juni, der über dem Durchschnitt liegt. Für Ostösterreich und das Alpenvorland gilt jedoch auch dies nicht. Für diese Gebiete sind sämtliche Sommermonate, bezogen auf 1931–60, unterdurchschnittlich. Weiters sind überdurchschnittliche Niederschläge noch für den Juli – allerdings beschränkt auf die Südsteiermark und Teile Kärntens – zu verzeichnen.

Die absolute Größe der Niederschlagsabnahme liegt für die einzelne Monate bei etwa 10–30 mm und erreicht nur in wenigen Regionen 40–50 mm. Deutlich zeigt sich hier nochmals, daß die betrachteten Niederschlagsdifferenzen kaum mit der absoluten Größe des Niederschlags korrespondieren. Interessant ist jedoch, daß sich im nördlichsten Niederösterreich ein Bereich mit geringen Niederschlagsschwankungen abzeichnet. Die Interpretation solcher Erscheinungen würde jedoch großräumigere Auswertungen voraussetzen. Die geringsten Niederschläge im langjährigen Vergleich treten in den meisten Gebieten Österreichs im August auf. Auch die Monate Mai und Juli sind eher niedrig.

## 4.3. Zonen mit ähnlichen Niederschlagsschwankungen

Zusammenfassend läßt sich – mit dem Vorbehalt, daß die Niederschlagsschwankungen großräumig zielsicherer interpretiert werden können – vom Standpunkt der Nieder-

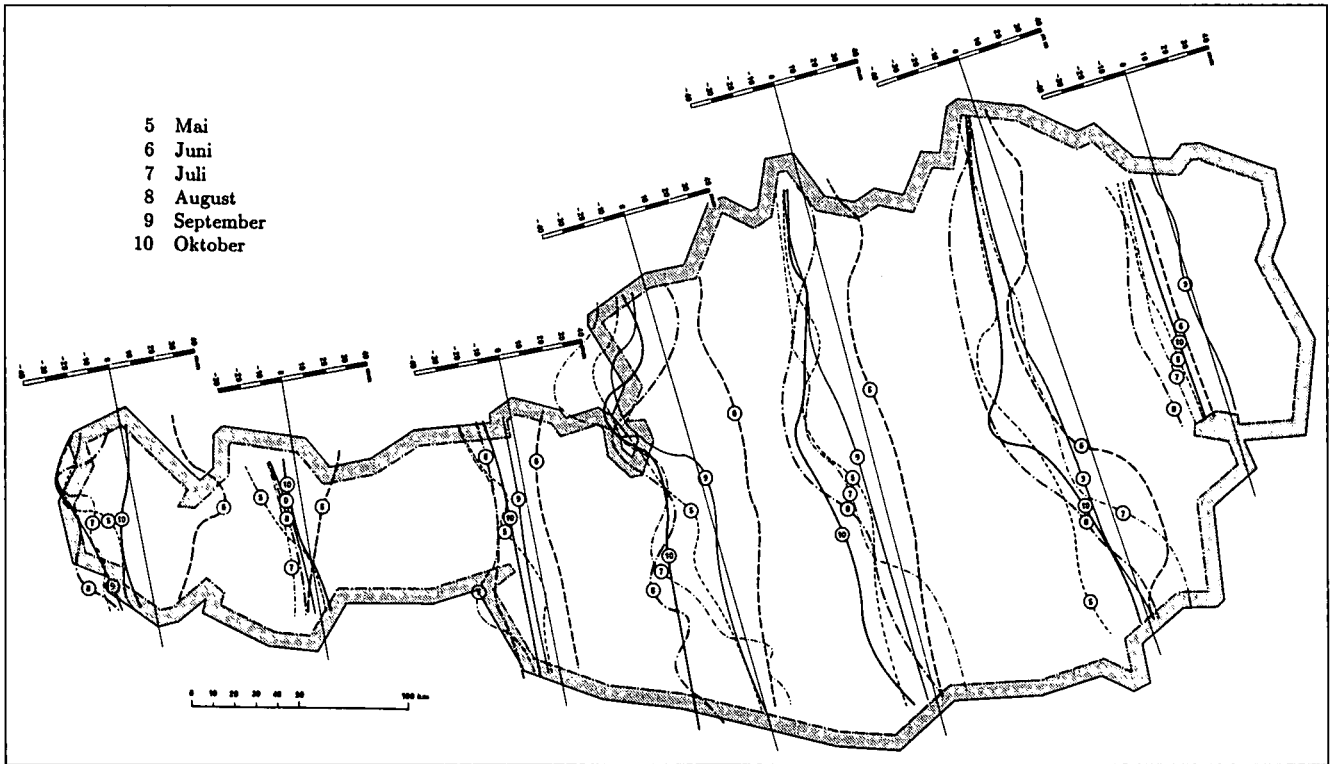


Abb. 3.  
Differenz [mm] der mittleren Sommerniederschläge 1971–1980 minus 1931–1960 („Querschnitte“).

schlagsschwankungen in Österreich die folgende regionale Gliederung in vergleichbare Zonen treffen:

- Ostösterreich (Beckenlandschaften, Burgenland, Voralpengebiet bis etwa Mariazell, Teile von Oberösterreich)
- Nordstaugebiet der Alpen (Salzkammergut, Teile von Oberösterreich)
- Nordteil von Nieder- und Oberösterreich

- Kärnten, Osttirol, Weststeiermark
- Oststeiermark
- Salzburg westlich der Salzach, Tirol
- Vorarlberg.

In diesen Großzonen muß i.a. mit unterschiedlichen Niederschlagsveränderungen gerechnet werden.

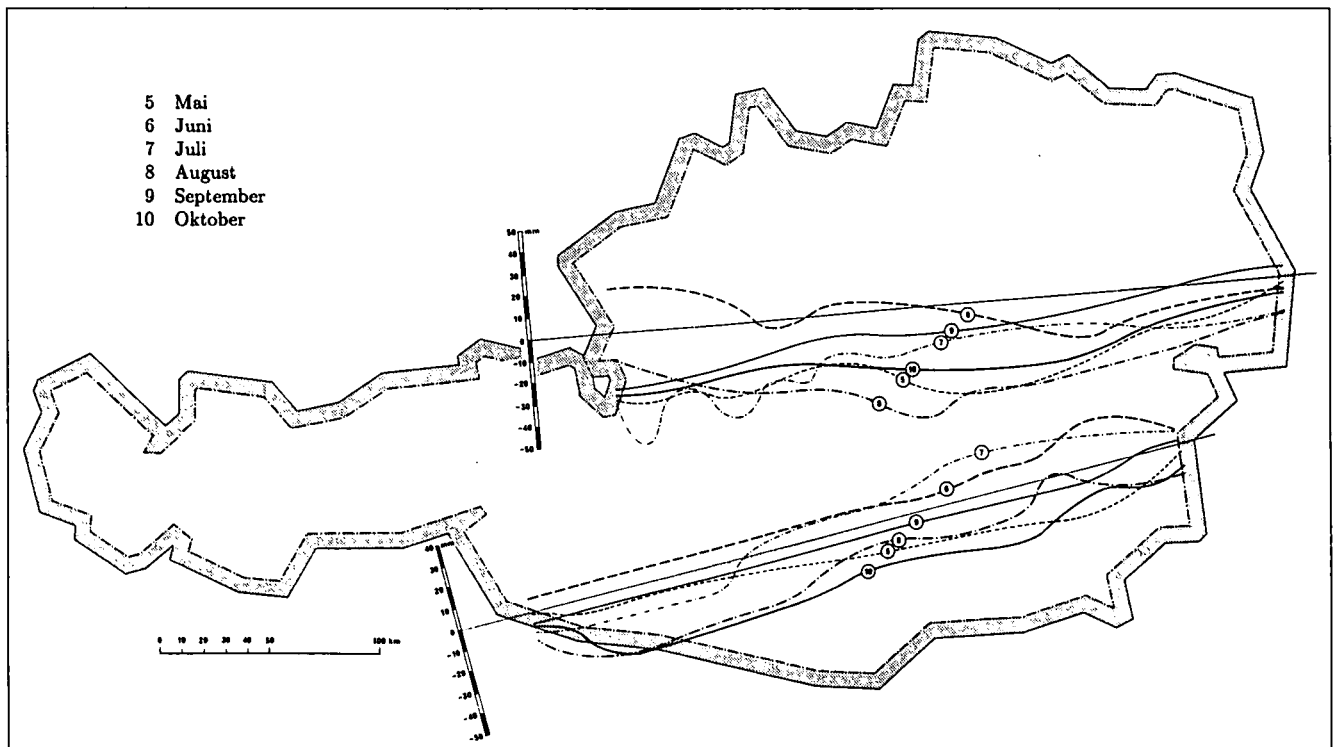


Abb. 4.  
Differenz [mm] der mittleren Sommerniederschläge 1971–1980 minus 1931–1960 („Längsschnitte“).

## 5. Schlußfolgerungen

Wasserwirtschaftliche Maßnahmen werden entsprechend der in der Regel sehr hohen Investitionskosten auf langfristige Funktionstüchtigkeit ausgelegt. Dabei wird bewußt oder stillschweigend angenommen, daß die der Bemessung zugrundegelegten hydrologischen Daten im Sinne der Statistik „stochastische“ Prozesse beschreiben, die auf „zufällige“ Weise um einen stabilen Mittelwert schwanken.

Nun zeigten die Projektergebnisse aber deutlich, daß gerade diese Voraussetzung beim Niederschlag nicht gegeben ist. Da der Niederschlag aber sehr wesentlich den gesamten Wasserkreislauf beeinflußt, gilt dies sinngemäß für alle hydrologischen Prozesse.

Abgesehen von diesen an sich schon gegebenen, in der Art des Niederschlagsprozesses begründeten beträchtlichen und langfristigen Schwankungen der Niederschlagsmengen ist in jüngerer Zeit als zusätzlicher Variabilitätsfaktor die zu erwartende Beeinflussung der Atmosphäre durch den Treibhauseffekt getreten. Dies macht erneut eine Projizierung der bisherigen Erkenntnisse über den Niederschlagsprozeß in die Zukunft schwierig oder sogar unmöglich.

Für die wasserwirtschaftliche Planung wäre die vorhandene Sachlage etwa wie folgt zu berücksichtigen:

- Σ Der für die hydrologischen Grundlagen wasserwirtschaftlicher Maßnahmen sind mögliche Schwankungsbereiche des Dargebots auszuweisen. Diese können im Gegensatz zu der früheren und auch heutigen Vorgangsweise nicht an Hand der an Ort vorhandenen Daten allein abgeleitet werden. Es sind Informationen über die generellen klimatischen und hydrologischen Schwankungsbereiche der Region einzubeziehen.
- Σ Die regionale klimatische und hydrologische Entwicklung hat Rückwirkungen auf die Bedarfsfunktionen der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, sodaß auch von dieser Seite große Unsicherheiten entstehen. Dies gilt somit auch ohne jegliche Berücksichtigung einer Bevölkerungsveränderung oder regionalen Umschichtung.

Σ Der Zeithorizont möglicher Wasserdargebotsänderung ist jedenfalls kürzer als der üblicherweise veranschlagte Funktionshorizont wasserwirtschaftlicher Maßnahmen.

Bei Planungen sind daher deutlich verbesserte Informationen nötig, um der geänderten Situation wenigstens einigermaßen gerecht werden zu können. Der Aufbau und die Wartung von wasserwirtschaftlichen Informationssystemen ist dafür unumgänglich. Eine selbstverständliche Forderung ist auch die Aufarbeitung sämtlicher vorhandener historischer Beobachtungsreihen.

Abgesehen von Detailplanungen wären generelle wasserwirtschaftliche Strategien für verschiedene Varianten hydrologischer Entwicklung auszuarbeiten. Nach Maßgabe der tatsächlich eintretenden Entwicklung müßten die zutreffenden oder wahrscheinlicheren Varianten weiter entwickelt werden.

Bezüglich der Niederschlagsentwicklung selbst wäre die Kenntnis großräumiger Strukturen von Niederschlagsentwicklungen, etwa für größere Regionen oder Kontinente, von Bedeutung. Die Untersuchung langfristiger Strukturen der täglichen Niederschlagswerte wie etwa die Entwicklung von Niederschlagshäufigkeit, Niederschlagsintensität, Länge von Feucht- und Trockenperioden, wäre von großer praktischer Bedeutung.

### Literatur

- BEHR, O.: Long-term variability of precipitation in Austria. – Conference on Climate and Water, Vol. 1, 93–102, The Publications of the Academy of Finland 9/90, Helsinki 1989.
- BEHR, O.: Erfassung hydrometeorologischer Elemente in Österreich im Hinblick auf den Wasserhaushalt. – Wiener Mitteilungen Wasser – Abwasser – Gewässer, 98, 250 S., 71 Abb., Wien 1991.
- BEHR, O.: Long-term fluctuations of precipitation in the Danube River Basin. – IAHS Symposium on Hydrology of Large River Basins, Vienna Symposium August 1991, IAHS Publ. no. 201, 83–91, 1991.
- EHRENDORFER, M.: Hauptkomponentenanalyse des Niederschlags in Österreich. – Dissertation, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien, 1985.