

Meteorologie 1996

Teil 7:

Die Häufigkeit von Starkniederschlägen aus den
Daten des Niederschlagsmaßnetzes

Mag. Günter Mahringer
Manfred Bogner
Thomas Lehner

Jahresberichte 1996

Für den Inhalt verantwortlich:

Mag. Manfred Bogner
Bogner & Lehner OEG
Gruberstraße 18/26
4020 Linz

Mag. Günther Mahringer
Lärchenauerstraße 57
4020 Linz

Thomas Lehner
Bogner & Lehner OEG
Gruberstraße 18/26
4020 Linz

Impressum:

Projekt Nationalpark Kalkalpen
Endbericht 1601-04/96

Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung
Nationalparkplanung
im Verein Nationalpark Kalkalpen
Obergrünburg 340
4592 Leonstein

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie

Die zur Verfügung gestellte Infrastruktur
im Forschungszentrum Molln
wurde gefördert aus Mitteln des Landes Oberösterreich

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert werden.

Forschungsprojekt "Meteorologie im Nationalpark Kalkalpen"

**Die Häufigkeit von Starkniederschlägen
aus den Daten des Niederschlagsmeßnetzes**

**Endbericht 1996
Teil 7**

**Günter Mahringer
Manfred Bogner
Thomas Lehner**

Linz, Dezember 1996

Anschrift der Verfasser:

Mag. Manfred Bogner
Bogner & Lehner OEG
Gruberstraße 18/26
A - 4020 Linz

Thomas Lehner
Bogner & Lehner OEG
Gruberstraße 18/26
A - 4020 Linz

Mag. Günter Mahringer
Lärchenauerstraße 57
A - 4020 Linz

Der Endbericht Fachbereich METEOROLOGIE 1996 gliedert sich in folgende Teilberichte:

Teil 1: Übersicht über die meteorologischen Daten aus der Region des Nationalparks
Kalkalpen und Dokumentation der Datenkorrektur der nationalparkeigenen
Meßstationen

Teil 2: Kontrolle und Wartung der meteorologischen Stationen im Nationalpark Kalkalpen

Teil 3: Tagesdokumentationen der Wetterlagen, meteorologischen Vorgänge und Kenndaten
in der Region des Nationalparks Kalkalpen

Teil 4: Niederschlagsmeßnetz in der Region des Nationalparks Kalkalpen

Teil 5: Konzeption einer flächendeckenden Erfassung der Schneebedeckung

Teil 6: Besonnung und Strahlungsangebot im Nationalpark Kalkalpen

Teil 7: Die Häufigkeit von Starkniederschlägen aus den Daten des Niederschlagsmeßnetzes

Teil 8: Öffentlichkeitsarbeit Meteorologie im Nationalpark Kalkalpen

Teil 9: Programmierarbeiten zur Datenaufbereitung und Datenkontrolle

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Was versteht man unter Starkniederschlag	4
3. Daten des Niederschlagsmeßnetzes im Nationalpark Kalkalpen	5
4. Methodik zur Identifikation von Starkniederschlägen	7
5. Ergebnisse: Starkniederschlagsereignisse im Zeitraum 19. Juli bis 3. November 1996	7
5.1. Gewitter am 28. Juli 1996	8
5.2. Gewitter am 2. August 1996	10
5.3. Gewitter am 12. August 1996	12
5.4. Gewitter am 13. August 1996	14
5.5. Gewitter am 17. August 1996	16
5.6. Gewitter am 21. August 1996	18
5.7. Gewitter am 22. August 1996	20
5.8. Kaltfront am 5. September 1996	22
5.9. Höhentief 13. bis 15. September 1996	24
5.10. Nordwestwetterlage von 19. bis 22. Oktober 1996	25
5.11. Stationsbezogene Auswertung	27
6. Zusammenfassung	28
7. Literatur	30

1. Einleitung

So wichtig Niederschläge an sich für Ökosysteme sind, so groß ist andererseits ihre Schädigung, wenn sich des Guten zu viel vom Himmel ergießt. Starkniederschläge stellen daher eine große Belastung für den Naturraum und seine Lebenswelt dar, wenngleich sich die Systeme bis zu einem gewissen Grad auf Extremereignisse einstellen können, wenn diese nicht allzu selten sind. Besonders in den Bereichen, in welchen sich das abfließende Wasser sammelt, führt es durch seine erodierende Wirkung zumindest lokal zu teils irreversiblen oder nur sehr langsam sich zurückbildenden Veränderungen im Bodenaufbau. Welche Dauerstufen und räumlichen Ausdehnungen jeweils für ein System besonders belastend sind, ist durch Systemparameter wie Einzugsgebietsgröße, Wasserrückhaltevermögen, Bodenaufbau, Hangneigung etc. bestimmt. So werden kleine Einzugsgebiete und solche mit geringem Rückhaltevermögen vermutlich eher von kurzdauernden Ereignissen stärker betroffen, auch wenn sie lokal sehr begrenzt sind. Größere Flußgebiete reagieren dagegen erst bei länger anhaltenden, großflächigen Starkniederschlägen nennenswert.

Dies bedeutet jedoch nicht, daß solche in einem Naturraum wie dem Nationalpark Kalkalpen von vornherein unbedeutend sind, zumal die Ergiebigkeit der Niederschläge gerade hier oftmals durch die Orographie verstärkt wird, etwa bei den häufigen Nordwestwetterlagen mit Stauniederschlägen am Alpennordrand.

In der vorliegenden Untersuchung sind alle Starkniederschlagsereignisse dokumentiert, die während der Betriebszeit des dichten Niederschlagsmeßnetzes in seiner ersten Ausbaustufe (15 Stationen) in Betrieb war. Dies ist der Zeitraum von 19.07. bis 03.11.1996.

2. Was versteht man unter Starkniederschlag

In der österreichischen Fachliteratur werden zur Definition von Starkniederschlagskriterien verschiedene Ansätze verwendet. Eine gebräuchliche Formel geht auf Wussow zurück (Mahringer W., 1996). Sie wird in zwei Formen benutzt. Die komplexere Form ist eine Ellipsengleichung:

$$E = \sqrt{5t - (t/24)^2} \quad (1)$$

E bzw. P (mm = l/m²): Kriterium für Starkniederschläge der Zeitdauer t (min).

Diese Formel hat im Gebrauch einige Nachteile. Sie ist nur bis zu einer Zeitdauer von 24 Stunden sinnvoll, da E für längere Zeiträume wieder abnimmt und der Ausdruck unter der Wurzel schließlich bei t > 48 Stunden negative Werte annimmt.

Vermutlich aus diesem Grund wird in vielen Arbeiten (z.B. des Hydrographischen Dienstes und teilweise der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) die einfachere Form der Gleichung (2) verwendet, die prinzipiell für beliebige Zeiträume berechenbar ist:

$$P = \sqrt{5t} \quad (2)$$

Diese Formel ergibt für konkrete Zeitperioden die Werte des Kriteriums P der Tabelle 1. Für die vorliegende Untersuchung wurde dieses Kriterium verwendet.

Tabelle 1: Starkniederschlagskriterien für verschiedene Zeitperioden.

Zeit (min)	Zeit (Std.)	Zeit (Tage)	Kriterium P nach Gl. (2), mm
10	0,17		7,1
20	0,5		10,0
60	1		17,3
240	4		34,6
1440	24	1	84,9
2880	48	2	120,0
4320	72	3	147,0
7200	120	5	189,7

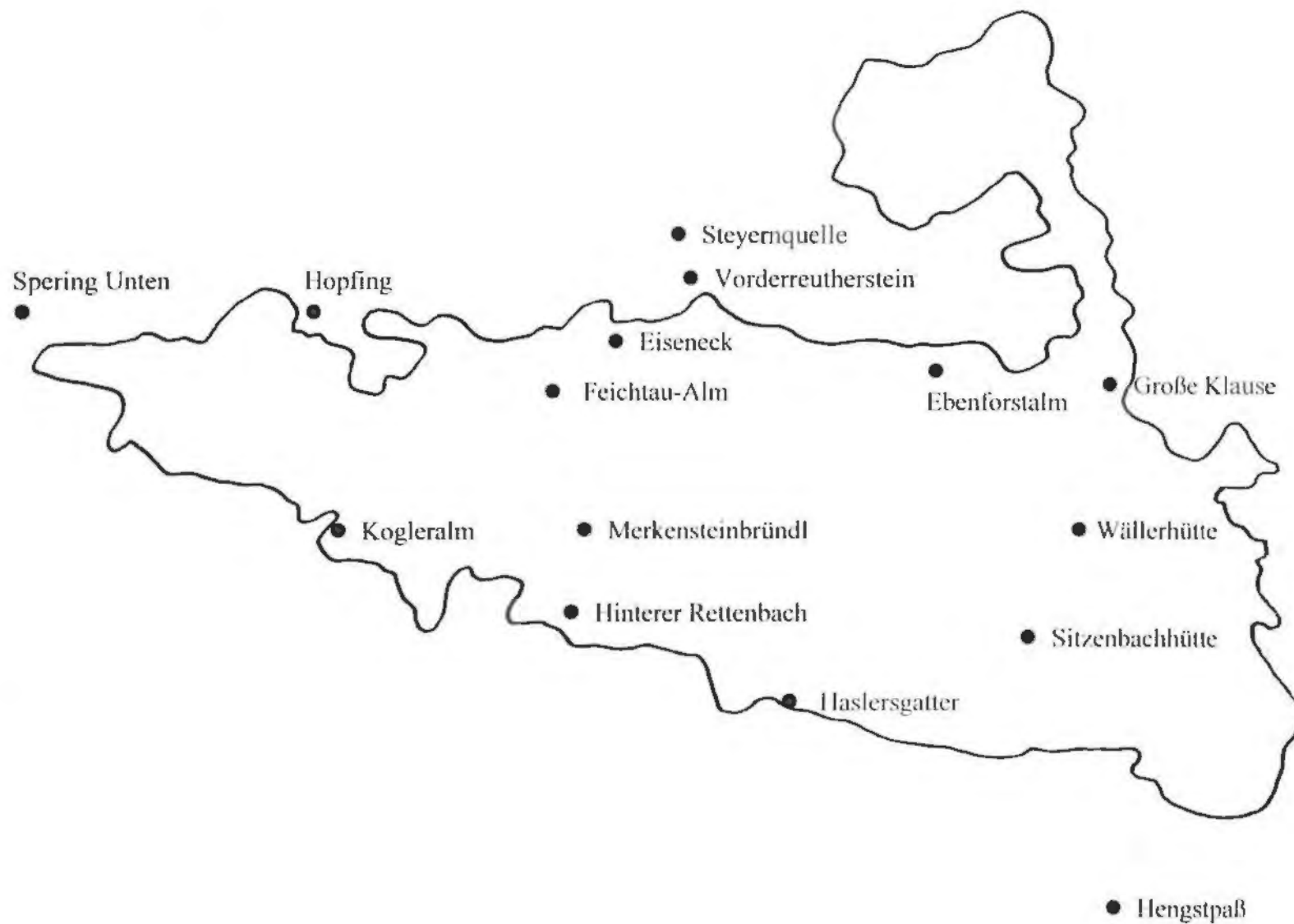
Diese Art der Definition ermöglicht es, auch mit kürzeren Datenreihen nach einem einheitlichen Standard Untersuchungen vorzunehmen. Stehen längere Reihen zur Verfügung, kann man auch für bestimmte Gebiete und einzelne Stationen Wiederkehrzeiten für Ereignisse bestimmter Dauerstufen und Intensitäten zu bestimmen, ähnlich wie dies im Bereich der Hochwasserstatistik durchgeführt wird. Derartige Projekte werden derzeit national und international durchgeführt. Das Datenmaterial des Niederschlagsmeßnetzes im Nationalpark Kalkalpen ist dafür noch nicht geeignet.

Die Niederschläge der verschiedenen Dauerstufen entsprechen bestimmten Ereignistypen. Kurze Ereignisse (bis etwa 2 oder 3 Stunden) sind konvektiven Phänomenen (Gewitter, starke Regen- oder Hagelschauer) zuzurechnen, allenfalls in Verbindung mit Kaltfrontdurchgängen. Ereignisse mittlerer Dauer (bis etwa 24 Stunden) sind großskaligen Ereignissen zuzurechnen (z.B. Passage von Warmfronten, evtl. mit nachfolgender Kaltfront), noch längere Episoden treten in Verbindung mit länger anhaltenden niederschlagsreichen Wettersituationen auf (z.B. Nordstaulagen, stationäre Tiefdruckgebiete).

3. Daten des Niederschlagsmeßnetzes im Nationalpark Kalkalpen

Das Niederschlagsmeßnetz im Nationalpark Kalkalpen war im Sommer 1996 erstmals in Betrieb. Die erste Ausbaustufe umfaßte 15 Stationen, die zwischen 19. Juli und 3. November 1996 kontinuierlich registrierten. Die Station Haslersgatter nahm am 21. August den Betrieb auf. Das Stationsnetz ist in Karte 1 dargestellt und in Bogner, Lehner und Mahringer (1996, Teil 4) beschrieben. Die Registrierung erfolgt mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Minuten. Das bedeutet, daß die Dauer von Starkniederschlagsereignissen mit einer Genauigkeit von ± 10 Minuten bestimmt werden kann. So kann es im Extremfall passieren, daß sich ein 2-minütiges Ereignis auf zwei Meßintervalle aufteilt. Es ist daher z.B. sinnvoll, ein Ereignis, das 2 Meßzeiträume umfaßte, als 10 ± 10 - minütiges Ereignis aufzufassen. Eine noch genauere Kenntnis der Dauer eines Ereignisses spielt aber wahrscheinlich für die Beurteilung seiner Auswirkungen keine wesentliche Rolle.

In der Diskussion der Ereignisse werden die Dauerstufen entsprechend den Erfassungszeiträumen angegeben. Es ist daher jeweils zu berücksichtigen, daß die tatsächliche Ereignisdauer um bis zu 20 Minuten kürzer als die angegebene Dauerstufe gewesen sein kann. Diese entspricht jedoch sicher die maximale Ereignisdauer, wodurch das Vorliegen eines Starkniederschlagsereignisses gesichert nachgewiesen werden kann.



Karte 1: Niederschlagsmeßnetz im Nationalpark Kalkalpen, Sommer 1996

4. Methodik zur Identifikation von Starkniederschlägen

Im Gegensatz zu anderen Arbeiten wurde hier ein zeitlich gleitendes Verfahren verwendet. Über die Zeiträume 10 Minuten, 20 Minuten, 1 Stunde, 4 Stunden, 1 Tag, 2 Tage und 3 Tage wurden gleitende Niederschlagssummen berechnet. Durch das zeitlich gleitende Verfahren wird die Identifizierung von Ereignissen gewährleistet, die sich auf zwei Zeiteinheiten aufteilen (z.B. muß ein 1-tägiges Ereignis nicht an einem Kalendertag oder zwischen 7 und 7 Uhr stattfinden, sondern kann auch von 11.30 bis 11.30 Uhr dauern. Ein einstündiges Ereignis wurde nicht nur zwischen 11.00 und 12.00 Uhr gesucht, sondern auch zwischen 11.10 und 12.10 Uhr, 11.20 und 12.20 Uhr etc.

Alle Ereignisse, an denen an mindestens eine Station das Starkniederschlagskriterium der betreffenden Dauerstufe überschritten wurde, wurden näher untersucht. Die Ergebnisse werden in zwei Richtungen diskutiert:

- a) ereignisbezogen, das bedeutet, daß für jedes identifizierte Ereignis die typische Dauerstufe identifiziert wird und die Verteilung der Maximalniederschläge dieser Dauerstufe für alle Stationen dargestellt wird, sowie
- b) stationsbezogen, wobei hier die Häufigkeit von Starkniederschlägen verschiedener Dauerstufen für jede Station tabelliert wird.

5. Ergebnisse: Starkniederschlagsereignisse im Zeitraum 19. Juli bis 3. November 1996

Die Ereignisse lassen sich in zwei Gruppen gliedern. Im Juli und August traten sieben Starkniederschlagsereignisse in Verbindung mit Gewittern auf. Diese brachten maximale Niederschlagsmengen bis 22,8 mm und sind daher in keinem Fall als katastrophale Unwetter einzustufen (an der Station Schoberstein wurden in den vergangenen Jahren schon ergiebigere Gewitterniederschläge registriert). Im September und Oktober gab es drei länger andauernde Starkniederschlagsphasen, darunter jene im Oktober 1996, die zu einer Überschwemmung der Stadt Steyr führte.

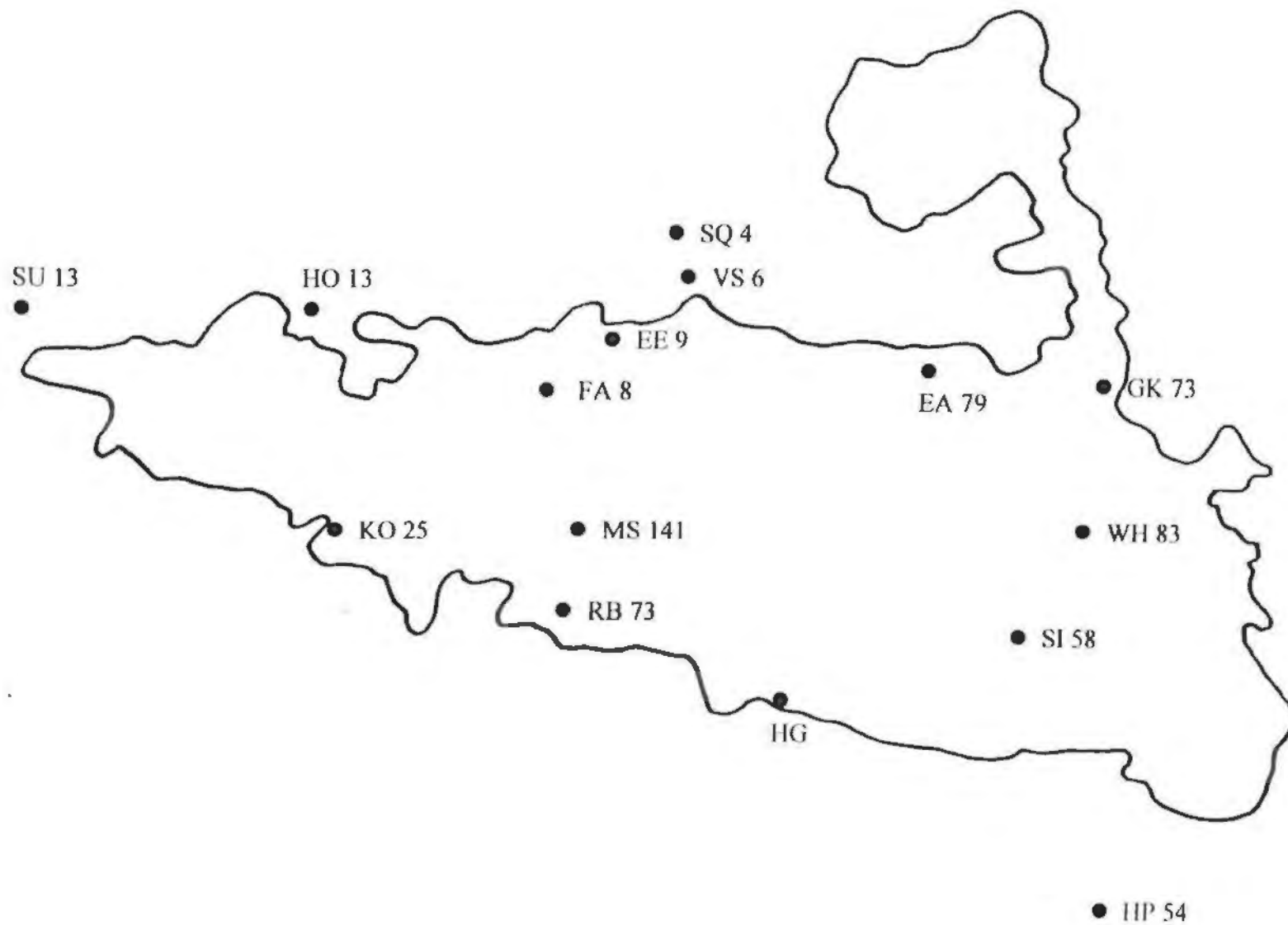
In diesem Abschnitt werden die Niederschlagsereignisse in Karten- und Tabellenform dargestellt und kurz beschrieben. Für eine ausführlichere Beschreibung der meteorologischen Situation und die Dokumentation der übrigen meteorologischen Kenngrößen sei Bogner und Mahringer, 1996, Teil 3 verwiesen.

5.1. Gewitter am 28. Juli 1996

Mit westsüdwestlicher Strömung wurden feuchte und labile Luftmassen herangeführt. Zwischen 15 und 16 Uhr entluden sich heftige Regenschauer in Verbindung mit Gewittern. Die heftigen Niederschläge dauerten etwa 20 Minuten. Das Kriterium für 10- und 20-minütige Starkniederschläge wurde nur an der Station Merkensteinbründl überschritten, wo innerhalb von 10 Minuten 10,9 mm und innerhalb von 20 Minuten 14,1 mm fielen. Für die Dauerstufe 60 Minuten wurde das Kriterium auch an dieser Station knapp verfehlt. Der Schwerpunkt der Niederschlagsaktivität lag im Südosten der Region. Tabelle 2 enthält die Meßwerte für die Dauerstufen 10, 20 und 60 Minuten, die 20-minütigen Niederschläge sind in Karte 2 dargestellt.

Tab. 2: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 28.07.1996 um ca. 15 - 16 Uhr für die Dauerstufen 10, 20 und 60 Minuten

Station	10 min	20 min	60 min
Ebenforstalm	4,4	7,9	8,9
Eiseneck	0,5	0,9	1,2
Feichtaualm	0,5	0,8	1,2
Große Klause	4,1	7,3	9,2
Haslersgatter	-	-	-
Hopfing	0,8	1,3	1,5
Hengstpaß	3,5	5,4	8,4
Kogleralm	0,8	2,5	2,7
Merkensteinbründl	10,9	14,1	16,8
Hinterer Rettenbach	5,0	7,3	8,9
Vorderreuterstein	0,4	0,6	0,9
Wällerhütte	4,8	8,3	11,2
Steyernquelle	0,3	0,4	0,8
Spering unten	0,9	1,3	2,9
Sitzenbachhütte	3,2	5,8	9,2



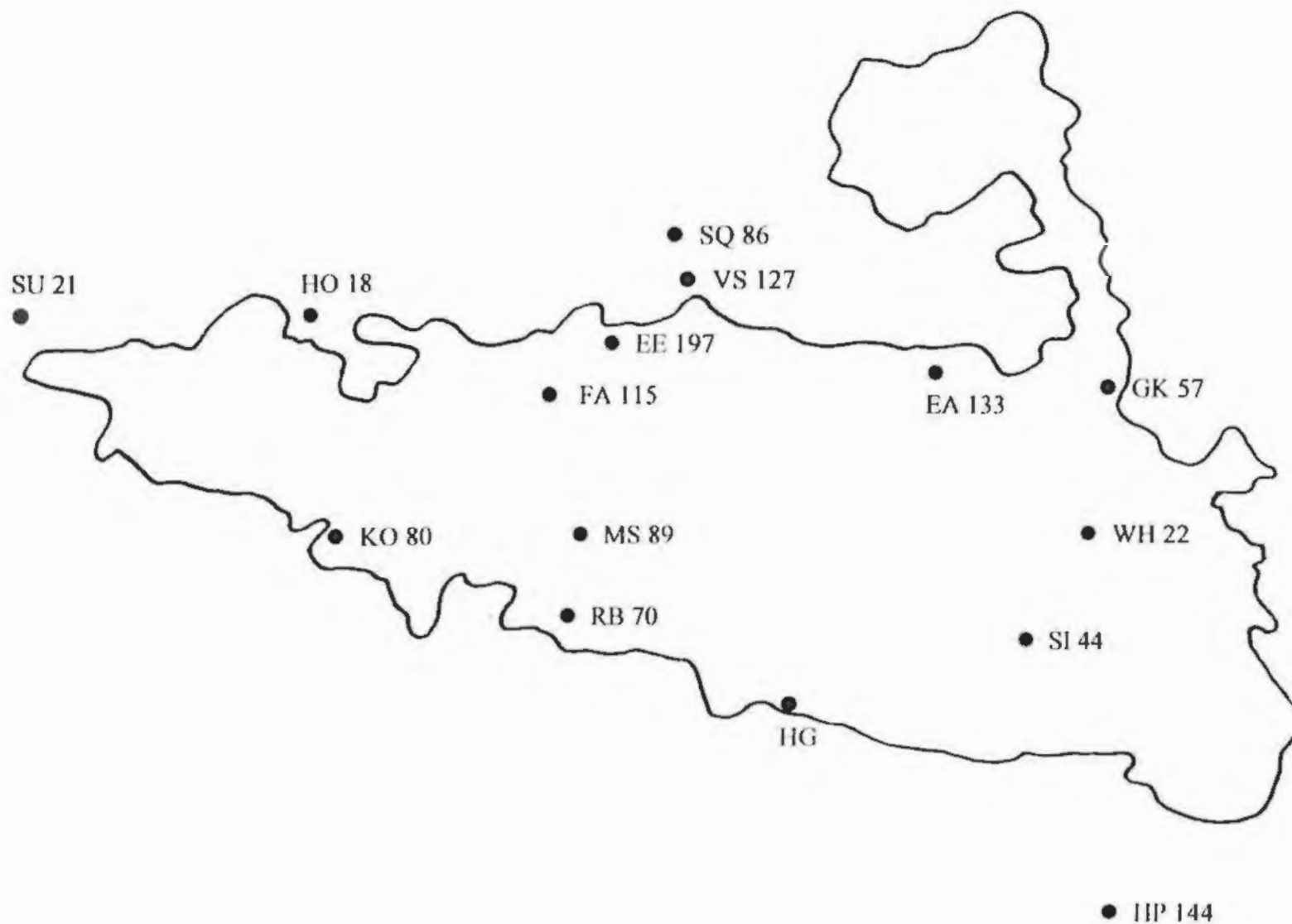
Karte 2: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 28.07.1996 um ca. 15 - 16 Uhr für die Dauerstufe 20 Minuten

5.2. Gewitter am 2. August 1996

Wieder brachte die Südwestströmung feuchte und labile Luftmassen, die sich um etwa 17 Uhr in heftigen Gewittern entlud. Die höchsten Niederschlagsmengen wurden an der Station Eiseneck registriert: 12,1 mm in 10 Minuten, 19,7 mm in 20 Minuten und 22,7 mm innerhalb einer Stunde (Tab. 3). Das Starkniederschlagskriterium wurde an 5 Stationen überschritten. Karte 3 zeigt die Niederschlagsverteilung für die Dauerstufe 20 Minuten, die das Ereignis am besten charakterisiert.

Tab. 3: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 02.08.1996 um ca. 17 Uhr für die Dauerstufen 10, 20 und 60 Minuten

Station	10 min	20 min	60 min
Ebenforstalm	7,7	13,3	15,6
Eiseneck	12,1	19,7	22,7
Feichtaualm	7,4	11,5	14,3
Große Klause	2,9	5,7	7,5
Haslersgatter	-	-	-
Hopfing	1,0	1,8	4,7
Hengstpaß	8,4	14,4	17,0
Kogleralm	6,2	8,0	12,0
Merkensteinbründl	6,9	8,9	11,9
Hinterer Rettenbach	5,8	7,0	9,2
Vorderreuterstein	8,9	12,7	15,1
Wällerhütte	1,8	2,2	3,3
Steyernquelle	4,4	8,6	10,6
Spering unten	1,3	2,1	4,4
Sitzenbachhütte	2,8	4,4	6,7



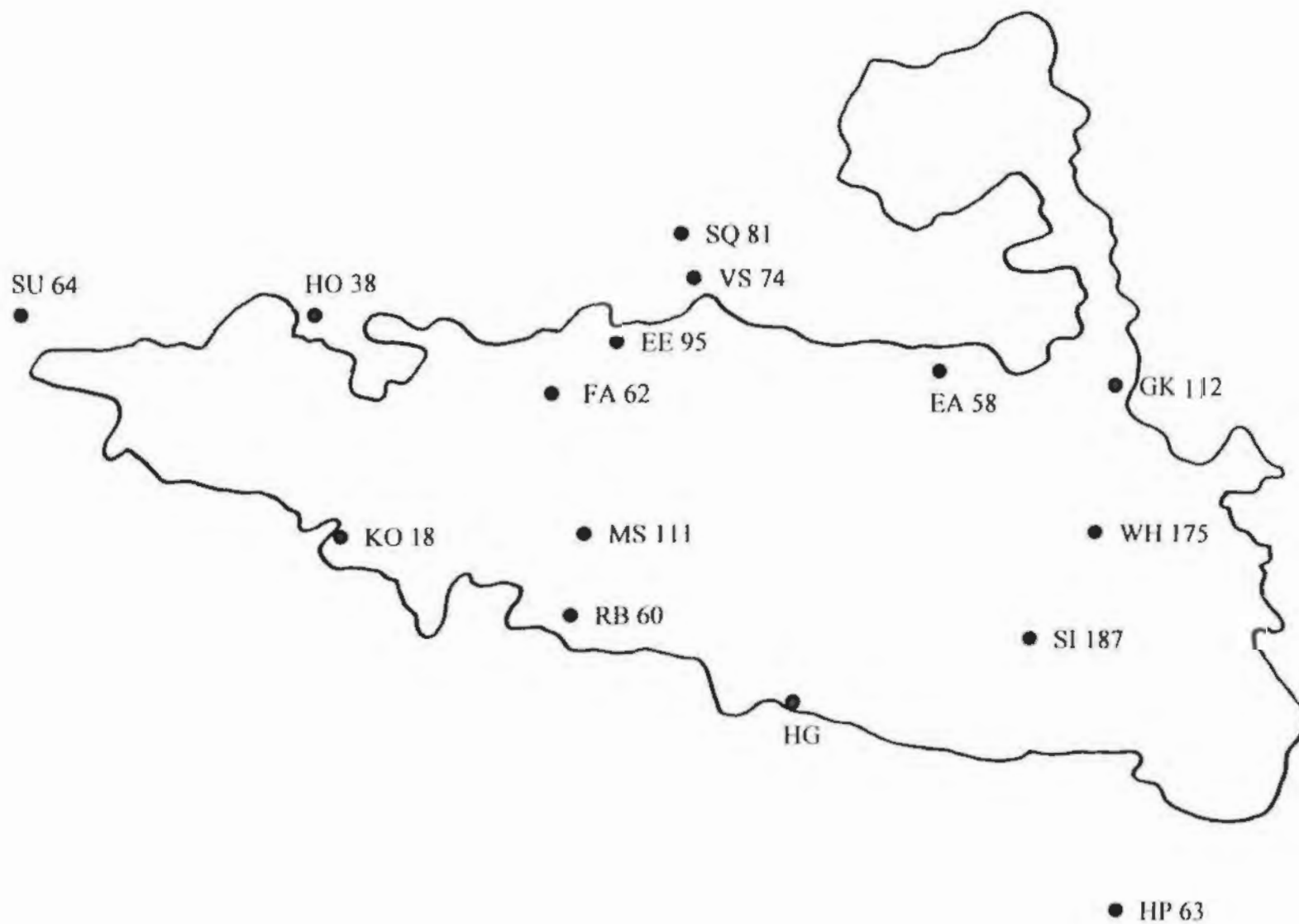
Karte 3: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 02.08.1996 um ca. 17 Uhr für die Dauerstufe 20 Minuten

5.3. Gewitter am 12. August 1996

Eine südliche Strömung sowie sehr feuchte und labile Luft prägte an diesem Tag das Wettergeschehen. Gewittrige Schauer traten am mittleren Nachmittag auf. Das Kriterium für Starkniederschläge wurde an den beiden Stationen Sitzenbach und Wällershütte überschritten. Tab. 4 zeigt, daß bei vielen Stationen zwischen der maximalen 20-minütigen und den einstündigen Mengen größere Unterschiede liegen, daß dort also der Niederschlag länger andauerte. Daher wird in Karte 4 die Niederschlagsverteilung der Dauerstufe 60 Minuten dargestellt.

Tab. 4: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 12.08.1996 um ca. 15 - 16 Uhr für die Dauerstufen 10, 20 und 60 Minuten

Station	10 min	20 min	60 min
Ebenforstalm	1,2	2,1	5,8
Eiseneck	3,0	3,8	9,5
Feichtaualm	3,0	3,3	6,2
Große Klause	6,2	8,8	11,2
Haslersgatter	-	-	-
Hopfing	1,4	2,2	3,8
Hengstpaß	2,0	3,7	6,3
Kogleralm	0,6	1,2	1,8
Merkensteinbründl	3,2	5,2	11,1
Hinterer Rettenbach	1,7	2,7	6,0
Vorderreuterstein	1,9	3,2	7,4
Wällershütte	6,6	11,6	17,5
Steyernquelle	2,0	3,7	8,1
Spering unten	2,0	2,9	6,4
Sitzenbachhütte	9,6	17,7	18,7



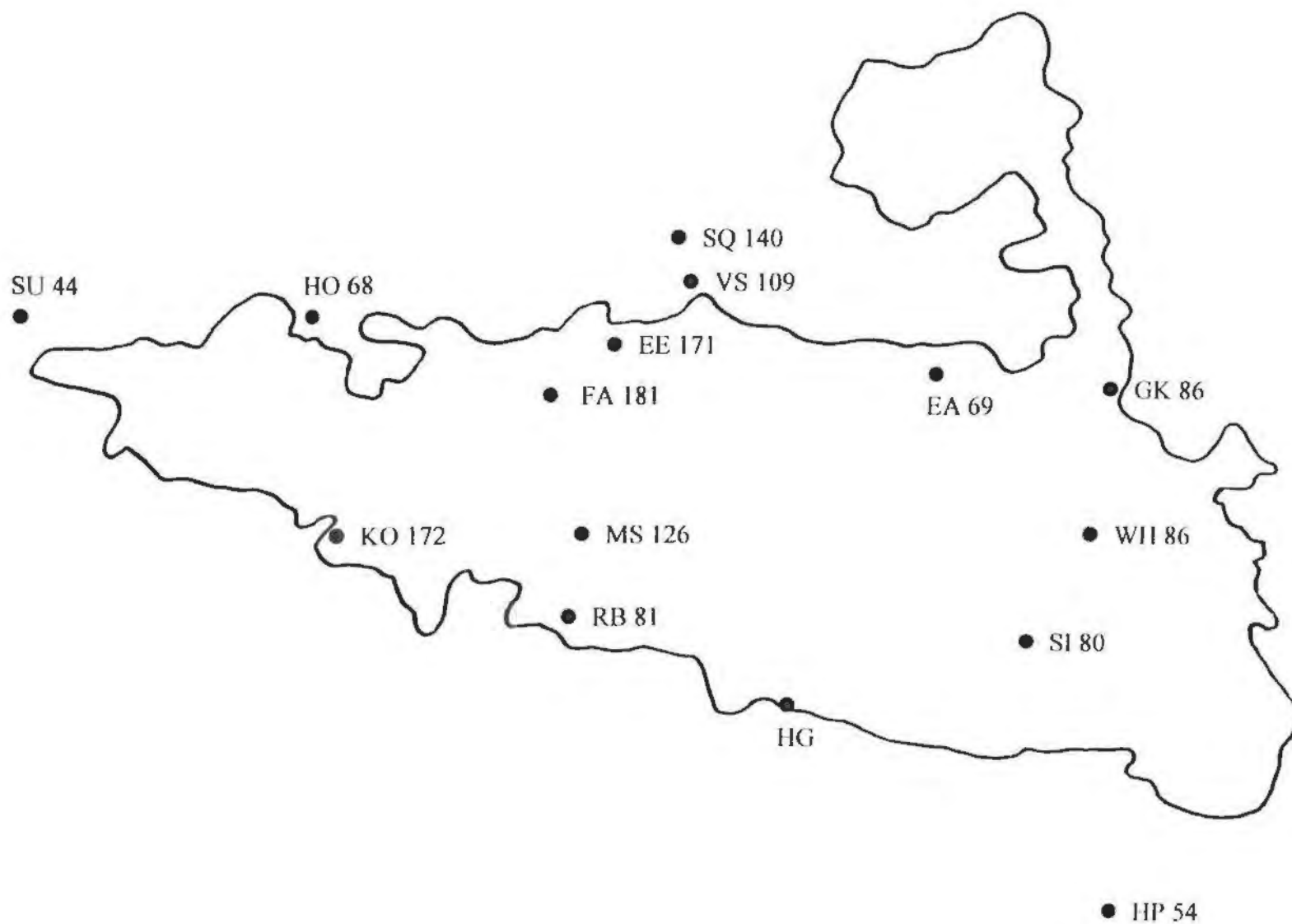
Karte 4: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 12.08.1996 um ca. 15 - 16 Uhr für die Dauerstufe 60 Minuten

5.4. Gewitter am 13. August 1996

An der Vorderseite eines Tiefs über Deutschland gelangten mit südwestlicher Strömung feuchte und labile Luft an die Alpennordseite. Am späten Nachmittag kam es zu gewittrigen Schauern. Das Kriterium für Starkniederschläge wurde an der Station Feichtaualm für die Dauerstufen 10 und 60 Minuten knapp überschritten, für 20 Minuten knapp verfehlt. Dies läßt sich dadurch erklären, daß innerhalb des Ereignisses mehrere mäßig ergiebige Regenschauer auftraten, die je etwa 4 bis 7 mm Niederschlag innerhalb von 10 Minuten brachten. Tab. 5 zeigt die Meßwerte, Karte 5 die Niederschlagsverteilung der Dauerstufe 60 Minuten.

Tab. 5: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 13.08.1996 um ca. 17 Uhr für die Dauerstufen 10, 20 und 60 Minuten

Station	10 min	60 min
Ebenforstalm	2,1	6,9
Eiseneck	4,3	17,1
Feichtaualm	7,2	18,1
Große Klause	4,0	8,6
Haslersgatter	-	-
Hopfing	2,2	6,8
Hengstpaß	1,6	5,4
Kogleralm	5,1	17,2
Merkensteinbründl	3,9	12,6
Hinterer Rettenbach	3,1	8,1
Vorderreuterstein	4,6	10,9
Wällerhütte	3,3	8,6
Steyernquelle	5,1	14,0
Spering unten	1,6	4,4
Sitzenbachhütte	3,5	8,0



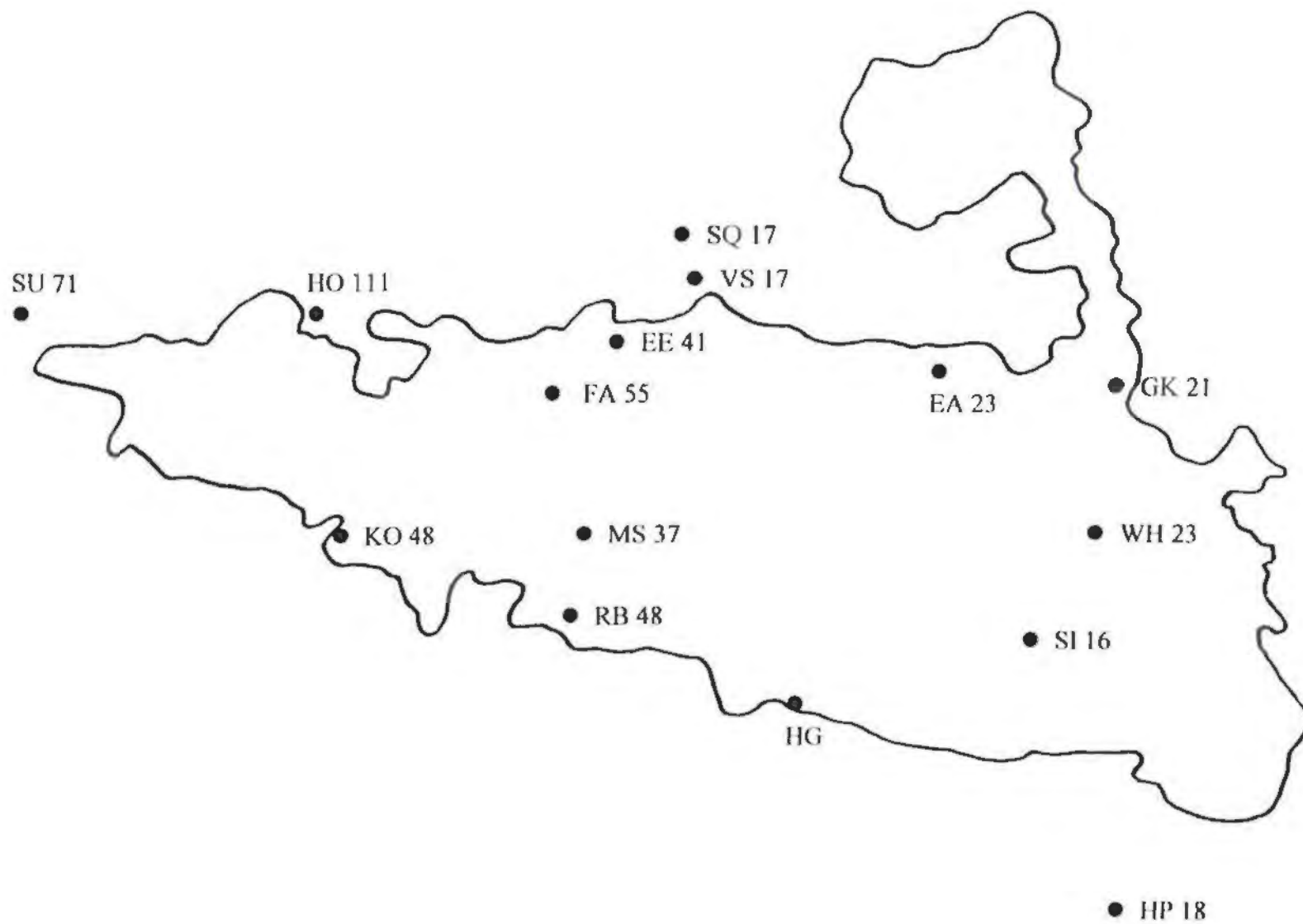
Karte 5: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 13.08.1996 um ca. 17 Uhr für die Dauerstufe 60 Minuten

5.5. Gewitter am 17. August 1996

Diesmal kam die labile Luft aus Nordosten. An der Station Hopfing wurde am Spätnachmittag das 20-minütige Kriterium mit 11,1 mm überschritten. Die Verteilung der maximalen 20-minütigen Niederschläge ist in Karte 6 dargestellt, die Meßwerte sind in Tab. 6 nachzulesen.

Tab. 6: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 17.08.1996 um ca. 17 - 18 Uhr für die Dauerstufe 20 Minuten

Station	20 min
Ebenforstalm	2,3
Eiseneck	4,1
Feichtaualm	5,5
Große Klause	2,1
Haslersgatter	-
Hopfing	11,1
Hengstpaß	1,8
Kogleralm	4,8
Merkensteinbründl	3,7
Hinterer Rettenbach	4,8
Vorderreuterstein	1,7
Wällerhütte	2,3
Steyernquelle	1,7
Spering unten	7,1
Sitzenbachhütte	1,6



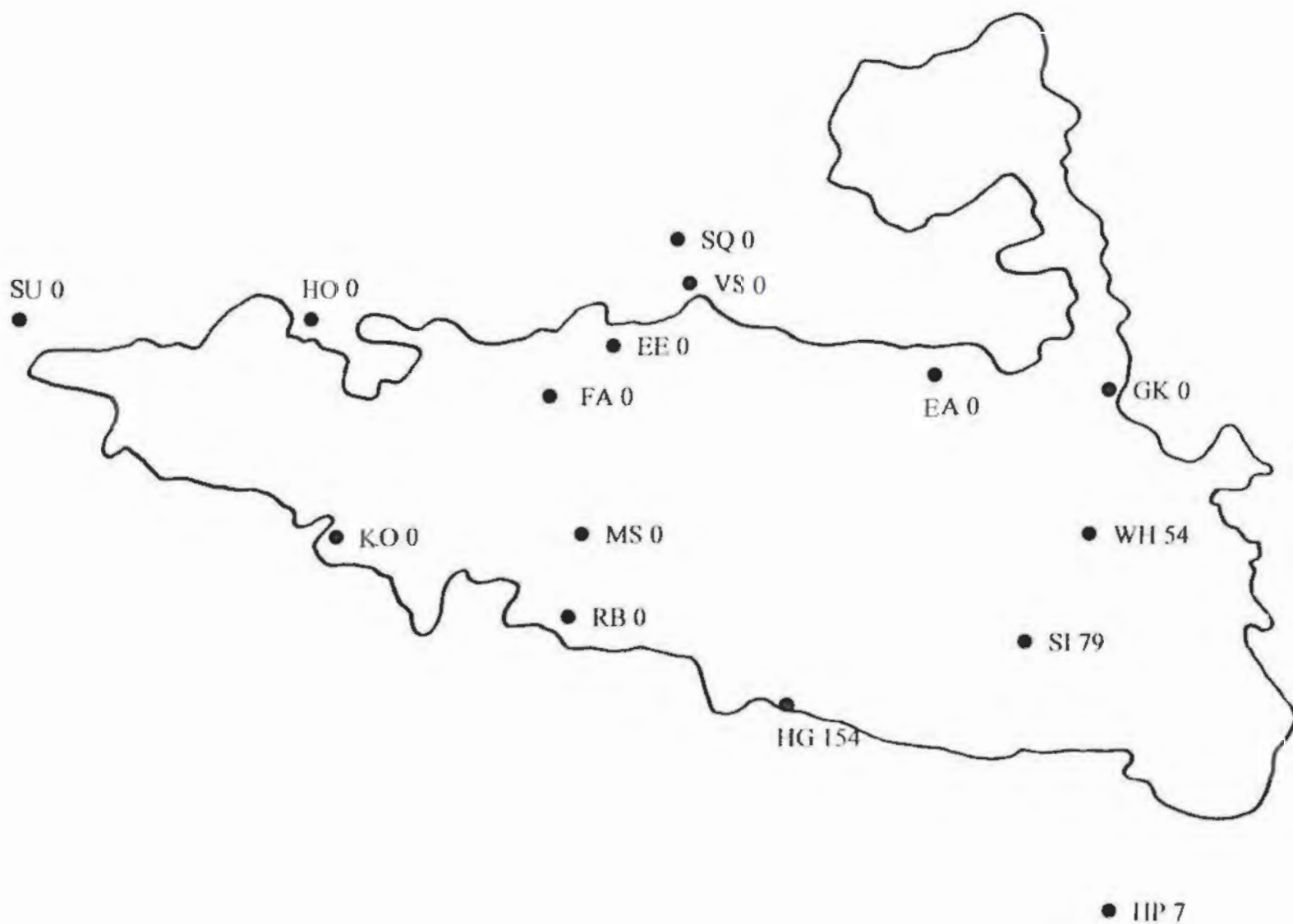
Karte 6: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 17.08.1996 um ca. 17 - 18 Uhr für die Dauerstufe 20 Minuten

5.6. Gewitter am 21. August 1996

Die flache Druckverteilung bei schwacher südöstlicher Höhenströmung bewirkte die Ausbildung einzelner Gewitter in der mäßig feuchten, labilen Luftmasse. Ein sehr kleinräumiges zog um 19 Uhr von Süden her über die Stationen Haslersgatter, Sitzenbach und Wällershütte. An der erstgenannten wurden die Starkniederschlagskriterien überschritten (vgl. Tab. 7). Die Verteilung der maximalen 20-minütigen Niederschlagsmengen (Karte 7) zeigt die schmale Zugbahn des Gewitters. An 11 der 15 Stationen wurde keine meßbare Niederschlagsmenge registriert.

Tab. 7: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 21.08.1996 um ca. 19 Uhr für die Dauerstufen 10 und 20 Minuten

Station	10 min	20 min
Ebenforstalm	0	0
Eiseneck	0	0
Feichtaualm	0	0
Große Klause	0	0
Haslersgatter	8,5	15,4
Hopfing	0	0
Hengstpaß	0,5	0,7
Kogleralm	0	0
Merkensteinbründl	0	0
Hinterer Rettenbach	0	0
Vorderreuterstein	0	0
Wällershütte	4,5	5,4
Steyernquelle	0	0
Spering unten	0	0
Sitzenbachhütte	5,0	7,9



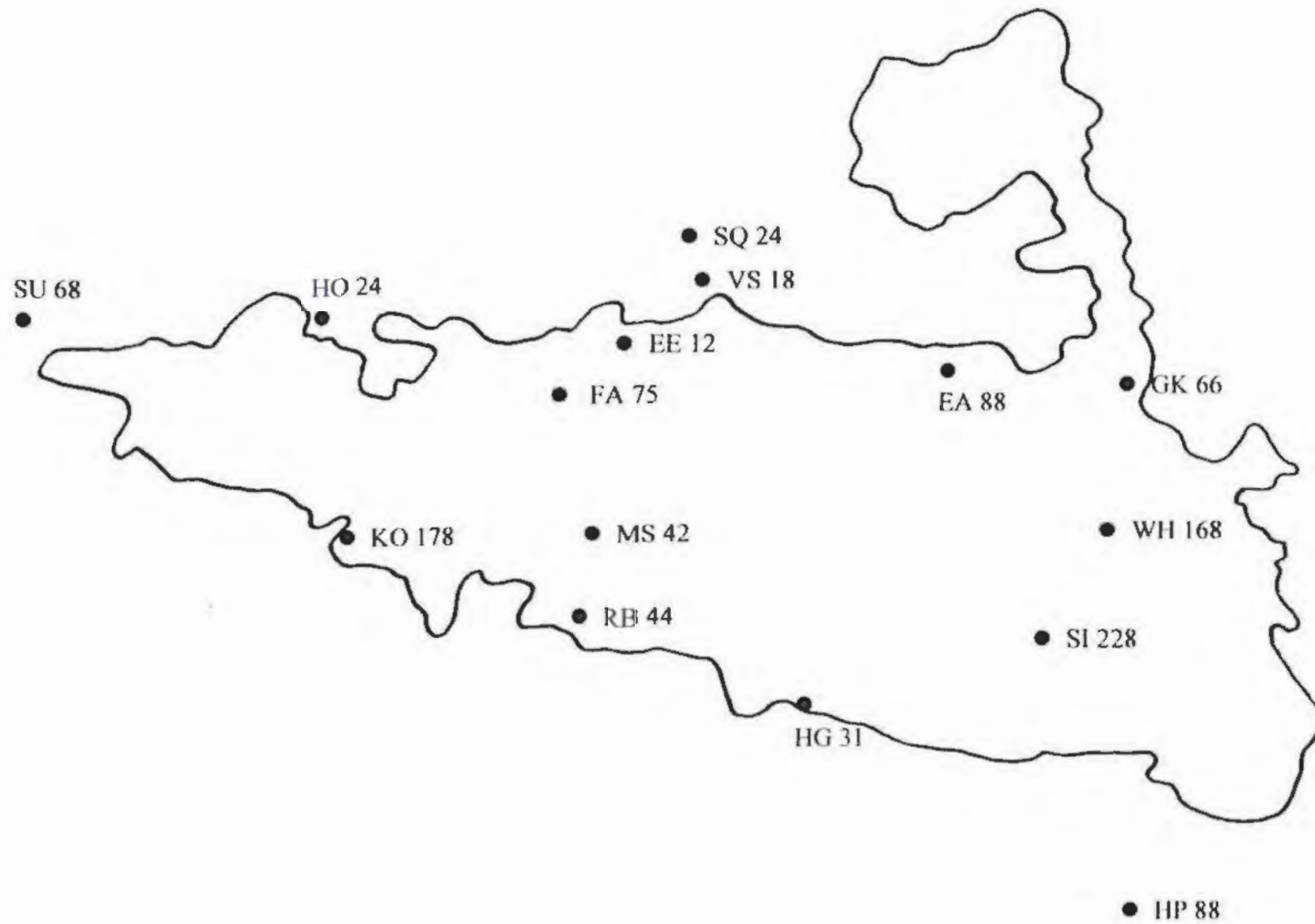
Karte 7: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 21.08.1996 um ca. 19 Uhr für die Dauerstufe 20 Minuten

5.7. Gewitter am 22. August 1996

Durch Anfeuchtung im Vergleich zum Vortag (siehe 5.6.) wurden die Gewitter häufiger. Zwischen 14 und 17 Uhr entluden sich mehrere kräftige Regenschauer über der Nationalparkregion. Manche Stationen wurden nur von einem überquert, manche verzeichneten innerhalb des Zeitraumes bis zu drei heftige Regenschauer. An der Station Sitzenbachhütte wurde mit 22,8 mm der höchste einstündige Niederschlagswert des Untersuchungszeitraumes gemessen. Starkniederschlagskriterien verschiedener Dauerstufen wurden an vier Stationen überschritten.

Tab. 8: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 22.08.1996 um ca. 14 - 16 Uhr für die Dauerstufen 10, 20 und 60 Minuten

Station	14.40	10 min	16.30	20 min	60 min
Ebenforstalm	0	8,3	8,5	8,8	
Eiseneck	0,2	0,7	0,9	1,2	
Feichtaualm	3,9	0,8	4,8	7,5	
Große Klause	5,2	3,5	6,3	6,6	
Haslersgatter	0,5	1,1	2,2	3,1	
Hopfing	0,4	1,1	1,4	2,4	
Hengstpaß	4,0	2,1	6,0	8,8	
Kogleralm	5,9	0,4	11,4	17,8	
Merkensteinbründl	2,3	0,8	2,8	4,2	
Hinterer Rettenbach	0,9	2,9	3,6	4,4	
Vorderreuterstein	0,5	0,8	1,4	1,8	
Wällerhütte	11,5	0,5	14,0	16,8	
Steyernquelle	0,6	1,4	1,9	2,4	
Spering unten	0	1,8	2,9	6,8	
Sitzenbachhütte	8,2	1,2	12,1	22,8	



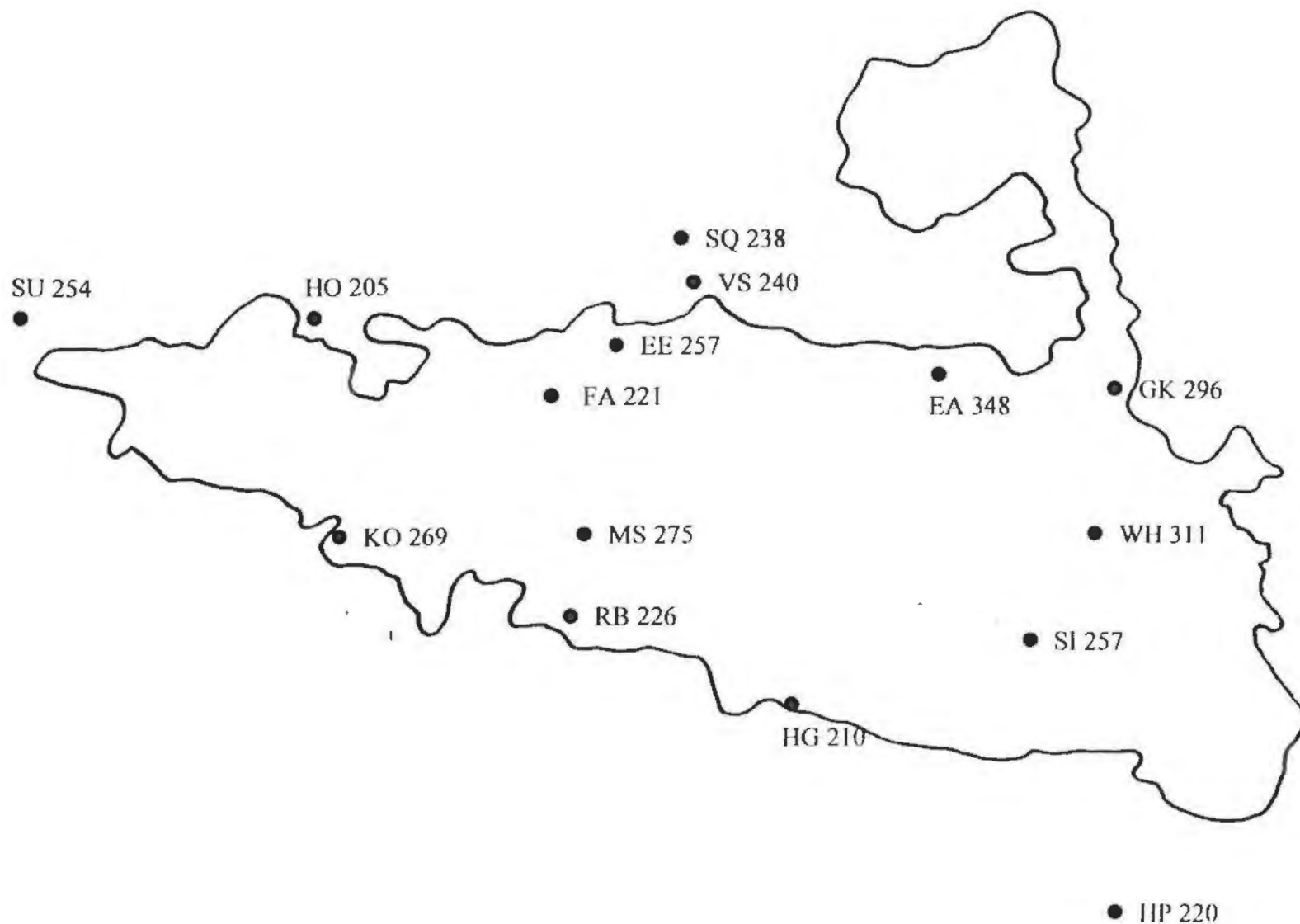
Karte 8: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 22.08.1996 um ca. 15 Uhr für die Dauerstufe 60 Minuten

5.8. Kaltfront am 5. September 1996

In den Morgenstunden zog eine Kaltfront aus Nordwesten durch. Das Kriterium für vierstündige Starkniederschläge wurde an der Station Ebenforstalm knapp überschritten. Diese Dauerstufe ist für den Verlauf des Ereignisses charakteristisch. Karte 9 zeigt, daß die höchsten Niederschlagsmengen im Nordostteil des Nationalparks auftraten.

Tab. 8: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 05.09.1996 zwischen 5 und 10 Uhr für die Dauerstufe 4 Stunden

Station	4 Std.
Ebenforstalm	34,8
Eiseneck	25,7
Feichtaualm	22,1
Große Klause	29,6
Haslersgatter	21,0
Hopfing	20,5
Hengstpaß	22,0
Kogleralm	26,9
Merkensteinbründl	27,5
Hinterer Rettenbach	22,6
Vorderreuterstein	24,0
Wällerhütte	31,1
Steyernquelle	23,8
Spering unten	25,4
Sitzenbachhütte	25,7



Karte 9: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes am 05.09.1996 zwischen 5 und 10 Uhr für die Dauerstufe 4 Stunden

5.9. Höhentief 13. bis 15. September 1996

Ein Höhentief, das langsam nach Osten abzog, bestimmte das Wettergeschehen. Die rückseitige Nordwestströmung führte zu Nordstauerscheinungen. In der Zeit von 13. September, 18 Uhr bis 14. September, 22 Uhr kam es zu anhaltendem Starkregen. Die Nullgradgrenze lag für die Jahreszeit extrem tief in etwa 1500 m, so daß bis 1000 m herab Schnee fiel. Die Niederschlagsregistrierungen der höhergelegenen Stationen sind daher für die Starkregenauswertung nicht verwendbar, weshalb auf eine Kartendarstellung verzichtet wurde. Das Ereignis wird am besten durch die Dauerstufe 24 Stunden charakterisiert, obgleich an der Station Hopfing auch das 1-, 4- und 48-stündige Kriterium überschritten wurde. An sieben der acht Stationen unterhalb der Schneefallgrenze wurde das 24-stündige Kriterium erreicht (Tab. 10), weshalb man sicher von einem mehr als bloß lokalen Ereignis sprechen kann.

Tab. 10: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes von 13. bis 15.09.1996 für die Dauerstufen 1, 4, 24 und 48 Stunden (nur Stationen unterhalb der Schneefallgrenze)

Station	1 Std	4 Std	24 Std	48 Std
Ebenforstalm	14,8	40,6	111,6	130,4
Große Klause	11,9	34,1	97,1	110,3
Hopfing	18,5	49,8	126,4	144,7
Hinterer Rettenbach	10,7	36,0	99,9	115,9
Vorderreuterstein	9,7	30,9	90,8	104,9
Wällerhütte	15,2	39,6	108,9	120,4
Spering unten	8,2	23,5	79,4	93,6
Sitzenbachhütte	13,1	38,1	107,0	121,0

5.10. Nordwestwetterlage von 19. bis 22. Oktober 1996

In dieser 3-tägigen Wetterphase überquerten mit lebhafter Nordwestströmung mehrere Frontensysteme die Nordalpen. Bis zum 20. Oktober fiel in Höhen ab etwa 1400m Schnee, im Niederschlagsmeßnetz war aber nur die Station Merkensteinbründl davon betroffen. Die Nullgradgrenze lag bei etwa 1600m, auf der Feichtaualm (1350m) hatte es +2°C. Am 21. führte Warmluftzufuhr und Regen wieder zum Abschmelzen des Schnees, wodurch an der Station Merkensteinbründl der zuvor gefallene Schnee verzögert registriert wurde. Für diese Station kann daher nur eine Niederschlagssumme über die gesamte Periode angegeben werden.

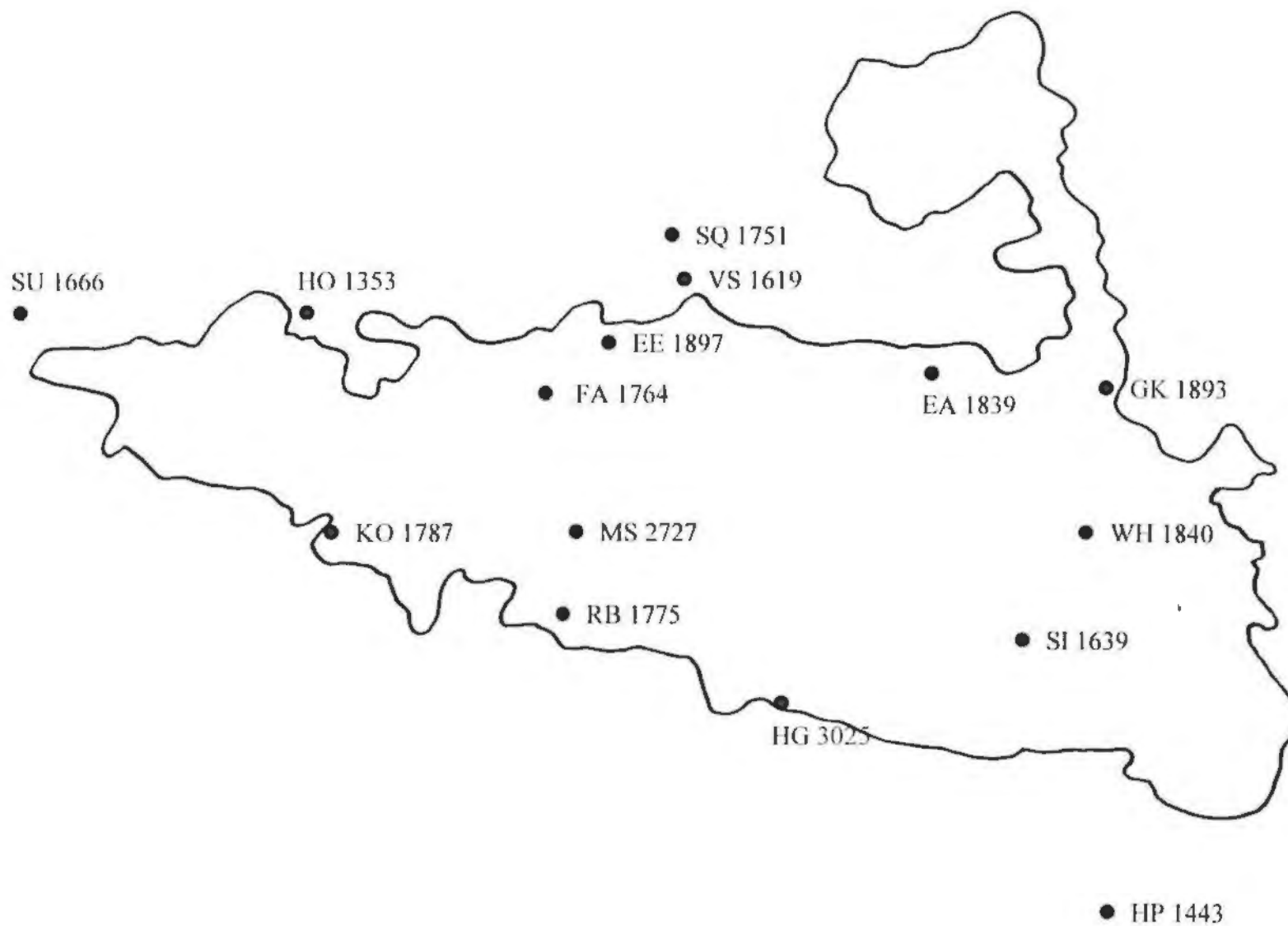
Die Starkniederschlagskriterien wurden in allen Dauerstufen ab einer Stunde überschritten, am deutlichsten für jene zwischen 24 und 72 Stunden. Tab. 11 zeigt die Niederschlagsmengen für die Dauerstufen 1 und 4 Stunden sowie 1, 2 und 3 Tage, Karte 10 die Verteilung der Niederschlagssummen über die 3-tägige Periode.

Es ist anzumerken, daß nach den Registrierungen des Hydrographischen Dienstes OÖ zwischen 1971 und 1990 in der Nationalparkregion nur einmal eine höhere Dreitagessumme registriert wurde als in dieser Phase an der Station Haslersgatter.

Tab. 11: Maximale Niederschlagsmengen (mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes von 19. bis 22.10.1996 für die Dauerstufen 1, 4, 24, 48 und 72 Stunden

Station	1 Std 21., 00h	4 Std. 21., 00h	4 Std. 21., 22h	24 Std.	48 Std	72 Std
Ebenforstalm	8,5	28,7	35,8	142,6	155,1	183,9
Eiseneck	10,0	32,8	30,0	119,3	157,6	189,7
Feichtaualm	10,0	30,8	24,5	109,8	148,2	176,4
Große Klause	8,1	28,9	36,8	130,2	163,9	189,3
Haslersgatter	18,1	55,5	32,7	172,4	244,6	302,5
Hopfing	4,3	10,6	33,8	94,1	116,5	135,3
Hengstpaß	7,5	24,6	24,1	92,4	120,5	144,3
Koglernalm	6,4	20,4	38,3	113,8	150,8	178,7
Merkensteinbründl*	(11,3)	(33,9)	(57,1)	(192,9)	(234,0)	272,7*
Hinterer Rettenbach	5,9	21,1	36,3	111,0	148,8	177,5
Vorderreuterstein	8,4	29,2	27,6	108,0	138,3	161,9
Wällershütte	6,6	22,0	38,5	120,8	154,1	184,0
Steyernquelle	8,9	31,4	29,7	118,8	151,1	175,1
Spering unten	10,9	34,6	22,1	107,0	138,5	166,6
Sitzenbachhütte	6,1	21,0	30,2	105,6	136,0	163,9

* zeitweise Schneefall, daher verzögerte Registrierung



Karte 10: Maximale Niederschlagsmengen (1/10 mm) an den Stationen des Niederschlagsmeßnetzes von 19. bis 22.10.1996 für die Dauerstufe 72 Stunden

Obgleich an allen Stationen sehr hohe Niederschlagsmengen verzeichnet wurden, liegen die Werte der beiden Stationen Merkensteinbründl und Haslersgatter nochmals deutlich darüber. Dies geht vermutlich darauf zurück, daß der in größerer Höhe durch Hebung der anströmenden Luft an den höchsten Gipfeln des Sengsengebirges entstandene Schnee vom Nordwestwind einige Kilometer ins Lee abgetragen wurde und dort in die windgeschützteren Mulden fiel. Dieser Effekt wurde von den Autoren bereits im Zusammenhang mit den beiden Meßkampagnen 1993 und 1994 diskutiert. Eine bessere Abklärung dieser Hypothese wird ab 1997 möglich sein, wenn das Meßnetz auf 30 Stationen verdichtet wird.

5.11. Stationsbezogene Auswertung

In Tab. 12 sind die Häufigkeiten zusammengestellt, mit denen an den einzelnen Stationen die Starkniederschlagskriterien überschritten wurden. Im Anbetracht des (in klimatologischer Hinsicht) sehr kurzen Meßzeitraumes kann man daraus allerdings noch keine Aussagen über Häufigkeitsverteilungen von Starkniederschlägen in der Nationalparkregion ableiten.

Tab. 12: Häufigkeit der Überschreitung der Starkniederschlagskriterien an den einzelnen Stationen des Meßnetzes für alle untersuchten Dauerstufen (Zeitraum: 19.07. bis 03.11.1996)

Station	10 min 7,2 mm	20 min 10,0 mm	1 Std 17,3 mm	4 Std 34,6 mm	24 Std 84,9 mm	48 Std 120 mm	72 Std 147 mm
Ebenforstalm	2	1	0	3	2	2	1
Eiseneck	1	1	1	1	2	1	1
Feichtaualm	2	1	1	0	1	1	1
Große Klause	0	0	0	1	2	1	1
Haslersgatter*	1	1	1	2	2	1	1
Hopfing	0	1	1	1	2	1	0
Hengstpaß	1	1	0	0	1	1	1
Kogleralm	0	1	1	2	2	2	1
Merkensteinbründl	1	1	0	1	1	1	1
Hinterer Rettenbach	0	0	0	2	2	1	1
Vorderreuterstein	1	0	0	0	2	1	1
Wällerhütte	1	3	1	2	2	2	1
Steyernquelle**	0	0	0	0	1	1	1
Spering unten	0	0	0	1	1	1	1
Sitzenbachhütte	2	2	2	1	2	2	1

* erst ab 21.08.; ** Ausfall 12.-18.09.

6. Zusammenfassung

Starkniederschläge stellen eine große Belastung für den Naturraum und seine Lebenswelt dar. Besonders in den Bereichen, in welchen sich das abfließende Wasser sammelt, führt es durch seine erodierende Wirkung zumindest lokal zu teils irreversiblen oder nur sehr langsam sich zurückbildenden Veränderungen im Bodenaufbau. Welche Dauerstufen und räumlichen Ausdehnungen jeweils für ein System besonders belastend sind, ist durch Systemparameter wie Einzugsgebietsgröße, Wasserrückhaltevermögen, Bodenaufbau, Hangneigung etc. bestimmt.

Als Starkniederschlagskriterium wurde die Formel $P = \sqrt{5t}$ nach Wussow verwendet. Diese wurde bzw. wird auch an der Zentralanstalt für Meteorologie und beim Hydrographischen Dienst angewandt. Die Überschreitung dieses Kriteriums wurde für die Dauerstufen 10 min, 20 min, 1 Std, 4 Std, 1 Tag, 2 Tage und 3 Tage durch zeitlich gleitende Summation überprüft.

Die Niederschläge der verschiedenen Dauerstufen entsprechen bestimmten Ereignistypen. Kurze Ereignisse (bis etwa 2 oder 3 Stunden) sind konvektiven Phänomenen (Gewitter, starke Regen- oder Hagelschauer) zuzurechnen, allenfalls in Verbindung mit Kaltfrontdurchgängen. Ereignisse mittlerer Dauer (bis etwa 24 Stunden) sind größerskaligen Ereignissen zuzurechnen (z.B. Passage von Warmfronten, evtl. mit nachfolgender Kaltfront), noch längere Episoden treten in Verbindung mit länger anhaltenden niederschlagsreichen Wettersituationen auf (z.B. Nordstaulagen, stationäre Tiefdruckgebiete).

In der vorliegenden Untersuchung sind alle Starkniederschlagsereignisse dokumentiert, die während der Betriebszeit des dichten Niederschlagsmeßnetzes in seiner ersten Ausbaustufe (15 Stationen) in Betrieb war. Dies ist der Zeitraum von 19.07. bis 03.11.1996.

Alle Ereignisse, an denen an mindestens eine Station das Starkniederschlagskriterium der betreffenden Dauerstufe überschritt, wurden näher untersucht. Die Ergebnisse werden in zwei Richtungen diskutiert:

- a) ereignisbezogen, das bedeutet, daß für jedes identifizierte Ereignis die typische Dauerstufe identifiziert wird und die Verteilung der Maximalniederschläge dieser Dauerstufe für alle Stationen dargestellt wird, sowie
- b) stationsbezogen, wobei hier die Häufigkeit von Starkniederschlägen verschiedener Dauerstufen für jede Station tabelliert wird.

Die Ereignisse lassen sich in zwei Gruppen gliedern. Im Juli und August traten sieben Starkniederschlagsereignisse in Verbindung mit Gewittern auf. Diese brachten maximale Niederschlagsmengen bis 22,8 mm und sind daher in keinem Fall als katastrophale Unwetter einzustufen (an der Station Schoberstein wurden in den vergangenen Jahren schon ergiebigere Gewitterniederschläge registriert). Im September und Oktober gab es drei länger andauernde Starkniederschlagsphasen, darunter jene im Oktober 1996, die zu einer Überschwemmung der Stadt Steyr führte.

7. Literatur

Bogner M., Lehner Th., Mahringer G. (1996): Niederschlagsmeßnetz im Nationalpark Kalkalpen, Endbericht 1996, Teil 4

Bogner M., Mahringer G. (1996): Tagesdokumentationen der Wetterlagen, meteorologischen Vorgänge und Kenndaten in der Region des Nationalparks Kalkalpen, Oberösterreich. Endbericht 1996, Teil 3 (in Arbeit).

Hader F., Durchschnittliche extreme Tagesniederschlagshöhen in Österreich (1901-1950). Arbeiten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Heft 5, Publikation Nr. 191, Wien, 1969.

Hydrographischer Dienst in Österreich: Die Niederschläge, Schneesverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971 - 1980. BMLF, Wien, 1983

Hydrographischer Dienst in Österreich: Die Niederschläge, Schneesverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981 - 1990. BMLF, Wien, 1993

Mahringer G., Bogner M. (1993): Meteorologische Meßkampagne im Planungsgebiet Nationalpark Kalkalpen. Endbericht 1993, Teil 2.

Mahringer G., Bogner M. (1994): Meteorologische Meßkampagne im Planungsgebiet Nationalpark Kalkalpen. Endbericht 1994, Teil 2.