

Ergebnisse der **wissenschaftlichen** Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark
Herausgegeben von der Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks

Resultats des recherches **scientifiques entreprises** au Parc National **suisse**
Publiés par la Commission de la **Société Helvétique** des Sciences Naturelles pour les **études**
scientifiques au Parc National

Band X

56.

Lokalklimatische Untersuchungen
am Fuornbach (Ova dal Fuorn)
und am Spöl im schweizerischen Nationalpark

von

Werner Lüdi

Zollikon/Zürich

Druck Lüdin AG Lieatal 1966

Inhaltsübersicht

I. Einleitung und Zielsetzung	275
II. Untersuchungen an der Ova dal Fuorn bei Il Fuorn	276
1. Lokalität und Vegetation.	276
2. Lokalklimatische Messungen	279
Methodik, Beobachtungsstationen, Wetterlage	279
Temperatur	281
Relative Luftfeuchtigkeit.	284
Verdunstung	284
Taubildung	286
Zusammenfassung	286
III. Untersuchungen am Spöl bei Punt Periv	287
1. Lokalität und Vegetation.	287
2. Dauerbeobachtungsflächen	291
3. Lokalklimatische Messungen	305
Methodik, Beobachtungsstationen, Wetterlage	305
Sonnenstrahlung	310
Temperatur	310
Relative Luftfeuchtigkeit.	317
Verdunstung	326
Taubildung	328
IV. Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse	330
Vegetation	330
Allgemeinklima	331
Lokalklima	333
V. Zitierte Literatur	337

I. Einleitung

.	275
.	276
.	276
.	279
.	279
.	281
.	284
.	284
.	286
.	286
.	287
.	287
.	291
.	305
.	305
.	310
.	310
.	317
.	326
.	328
.	330
.	330
.	331
.	333
.	337

Die Erstellung der Spöl- und **Innkraftwerke** im **Unterengadin** betrifft in schwerwiegendem Masse den Schweizerischen Nationalpark, dem dadurch nach den ursprünglichen Plänen alles zur Erzeugung von elektrischem Strom benutzbare Wasser entzogen werden sollte. Die Naturfreunde wehrten sich für die integrale Erhaltung dieses **weitaus** bedeutendsten Naturschutzgebietes der Schweiz, und es kam zu heftigen Auseinandersetzungen zwischen ihnen und den Kraftwerkinteressenten. Das Bauvorhaben **wurde** durch die Referendum-Volksabstimmung über den Staatsvertrag zwischen der Schweiz und Italien über die Nutzung des Spöl am 7. Dezember 1959 vom Volke genehmigt. Allerdings hatten bei den Verhandlungen die Kraftwerke und die beteiligten Gemeinden Entgegenkommen gezeigt, auf die Nutzung des Fuornbaches verzichtet, im **Spöl** wesentliche Mengen von Restwasser zugesichert und gewisse **Vergrößerungen** des Nationalparkes **bewilligt**, so dass unter **Abwägung aller** Umstände auch die **Verwaltungskommission** des Nationalparkes und die Wissenschaftliche Parkkommission ihren Widerstand einstellten.

Ein **Haupteinwand** gegen den **Kraftwerkbau** war die Befürchtung, durch den Entzug des Wassers der **beiden** kleinen Flüsse Spöl und Ova **dal Fuorn** würden im **Parkgebiet** **starke** klimatische Veränderungen im **Sinne** einer **Austrocknung** eintreten, die als «Versteppung» bezeichnet wurden. Allerdings hörte man auch die entgegengesetzte Meinung, der im oberen Spöltal, **bis** unmittelbar an die Reservatgrenze geplante Stausee **würde** in seiner Umgebung und **weit** ins Reservat hinein eine Vernässung mit sich bringen.

Problem: Es erschien **wünschenswert**, in Hinsicht auf den geplanten Wasserentzug den gegenwärtigen Zustand von Klima und Vegetation am Spöl und an der Ova **dal Fuorn** näher zu prüfen und den **Einfluss** dieser **beiden** grössten Wasserläufe auf die Vegetation zu untersuchen. Dadurch konnte auch die Basis für die Bestimmung der nach dem Wasserentzug eintretenden Veränderungen geschaffen werden.

Dank. Im Einverständnis mit der Wissenschaftlichen Parkkommission hat der Unterzeichnete in den Jahren 1951 und 1952 einen solchen Versuch unternommen, wobei das Geobotanische Institut **RÜBEL** (jetzt Stiftung **Rübel** an der ETH) die Kosten übernahm. Als Assistenten **wirkten** mit die Herren H. **ZOLLER**, jetzt Prof. an der Universität Basel, und HANS **SIEGL**, jetzt **techn.** Gehilfe am Geobotanischen Institut ETH. Ein Teil der Materialien **wurde** von Dr. W. **ZELLER** verarbeitet. Die Moose **wurden** von Dr. F. **OCHSNER**, die Flechten von Dr. ED. **FREY** bestimmt oder kontrolliert. Ihnen allen sei nochmals für die Hilfe bester Dank ausgesprochen.

Mit der Veröffentlichung der Ergebnisse **wurde** bis jetzt zugewartet, um die Beruhigung der Gemüter abzuwarten. Das bot den Vorteil, dass Konstanz und Veränderung der **Pflanzenwelt** bei gleichbleibender **Wasserführung** der Bäche weiter verfolgt werden konnten.

Das Vorgehen war gegeben. Es bestand **darin:**

a) Die Vegetation an geeigneten Stellen am Spöl und Fuornbach zu untersuchen und aus ihrer Zusammensetzung und der Kenntnis der Standortsansprüche der einzelnen Arten Schlüsse zu ziehen, wie **weit** das Wasser, das die Bäche führen, von Einfluss auf die **Artenzusammensetzung** der Vegetation sei. Ausserdem sollten **Dauer**-beobachtungsflächen angelegt werden, mit genauer Aufnahme der Vegetation, um Veränderungen in der Arten- und **Individuenzahl** nach dem Wasserentzug statistisch erfassen zu können.

b) Die lokalklimatischen Werte an geeigneten Stellen unmittelbar am Fluss und mit steigender Entfernung von ihm (**hangaufwärts**) zu untersuchen. Da für diese Messungen nur eine kleine Folge von wenigen Tagen in Betracht kam, so schien es besonders wichtig, klimatische Extremwerte zu erfassen, also Tage mit vollständig klarem Himmel zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, die maximale Ein- und Ausstrahlungen ergeben mussten. Der Versuch gelang im Jahre 1951 am Fuornbach nur sehr unvollkommen, im folgenden Jahr am Spöl aber gut.

Die geeigneten Lokalitäten fanden sich am Fuornbach bei dem Forscherhaus in Il Fuorn (zirka 1780 m) und am Spöl oberhalb Punt Periv (zirka 1660 m). Beide Lokalitäten bieten die besten und vielgestaltigsten Talverbreiterungen des Gebietes.

II. Untersuchungen an der Ova dal Fuorn

1. Lokalität und Vegetation

Bei Il Fuorn liegt am **Fluss** eine junge, bei **Hochwasser überschwemmte** Alluvion aus Dolomit und **Kalkschutt**, deren Vegetation eine ganz **ähnliche** Zusammensetzung **besitzt**, wie an entsprechenden **Lokalitäten** der **Nordalpen**. Wir finden:

Rumex scutatus
Gypsophila repens
Saxifraga aizoides
Dryas octopetala
Epilobium fleischeri

Linaria alpina
Campanula cochlearifolia
Petasites paradoxus
Tussilago farfara
Hieracium staticifolium

Dazu kleine und meist sterile **kalkliebende Zwergweiden** (*Salix arbuscula* ssp. *waldsteiniana*, *S. caesia*, *S. retusa*) und **Keimpflanzen höherwüchsiger Weiden**, besonders *Salix purpurea*. Früher gab es in der Nähe **auch mehrere höchwüchsige** Weidenarten, die bereits **ein** späteres Stadium der **Überwachsung** repräsentierten (besonders *Salix purpurea*, ferner **auch** §. *elaeagnos* [= *S. incana*], *S. daphnoides*, *Salix hegetschweileri* [= *S. phyllicifolia*], *S. nigricans* ssp. *alpicola*). Eingestreut, **z.T.** sehr **reichlich** waren **junge Bergföhren** (*Pinus mugo*). Das **Hochgesträuch** wurde aber im Jahre 1951 durch eine Lawine, die vom P. Fuorn **herab** kam, **grösstenteils** zerstört.

Diese Vegetation der **jungen Alluvion** ist im **wesentlichen** vom Grundwasserstand des Flusses **abhängig** und würde beim Austrocknen des Flusses zum **grössten** Teil **verschwinden** und durch **trockenheitsliebende** Arten **ersetzt werden** (s. unten). Sie besitzt für unser **Problem keine** Beweiskraft.

Landeinwärts **schliesst** an diese junge Alluvion eine ältere **Alluvionsterrasse** an, **die** etwa **0,8–2 m** über der **Wasseroberfläche** des Baches liegt (s. Abb. 1). Sie ist dicht bewachsen mit einer Vegetation, **die sich** in zwei durch **Übergänge verbundene**, aber im **Extrem** scharf geschiedene **Vegetationsformen** gliedert. Die eine ist ein junger, offener Bergföhrenbestand, aus aufrechten (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) und **niederliegenden** (*P. mugo* ssp. *pumilio*) **Bergföhren**. *Salices*, meist von **krüppeliger** Gestalt, **finden sich verstreut beigemischt**. In der **Feldschicht** herrscht *Erica carnea* mit **reichlich** *Polygala chamaebuxus* und **stellenweise** dominanten **Rasenbildnern** (*Carex humilis*, *C. flacca*, *Sesleria coerulea*, *Calamagrostis varia*), und **beigemischt** finden sich:

Carex ericetorum
Saxifraga caesia
Epipactis atropurpurea
Gymnadenia conopea
Gymnadenia odoratissima
Dryas octopetala
Hippocrepis comosa
Euphrasia salisburgensis

Euphrasia rostkoviana
Plantago serpentina (reichlich auch gegen das Wasser hin)
Antennaria dioeca (sehr reichlich)
Leontodon hispidus var. *hyoseroides*
Hieracium glaucum
Hieracium staticifolium
 u.a. Arten

Ganz offensichtlich haben wir hier eine Vegetation vor uns, die zum xerischen **Bergföhrenwald** führt (Mugo-Ericetum carneae und seine Untertypen), der in der ganzen Umgebung herrscht (vgl. S. 330). Arten, die auf feuchteren Standort resp. direkten **Einfluss** von Bodenwasser hindeuten, sind nur die *Salices* und *Gymnadenia conopea*, die in Zusammenhang mit den gleich zu nennenden Sumpffluren zu bringen sind. *Calamagrostis varia* und *Carex flacca*, die vielleicht ähnlich gewertet werden könnten, sind in den trockenen Föhrenwäldern des Gebietes allgemein verbreitet, zwar meist steril.

Die Vegetation, die mit den Initialen des Bergföhrenwaldes den Raum der kleinen Ebene teilt, sind Sumpffluren. Kleine Quellbächlein entspringen am **Fuss** des nach oben anschliessenden Hanges, durchströmen die Terrasse und streben dem grossen Fuornbach zu. Am offenen, rasch fliessenden Wasser wachsen Quellfluren vom *Carex davalliana*-Typ mit

Agrostis alba
Carex davalliana
Carex dioeca
Carex fusca
Carex panicea
Carex flava und ssp. *oedocarpa*

Carex flacca
Juncus triglumis
Juncus alpinus
Triglochin palustris
Veronica beccabunga
Petasites paradoxus u. a.

Etwas vom offen fliessenden Wasser entfernt geht die Vegetation in kleine **Sumpffluren** über, und diese wiederum sind mit der **Trockenvegetation** überall auf **kleinem** und kleinstem Raume und bei kaum merklichen Niveauunterschieden in allen Übergängen verzahnt. Wir finden Bestände von *Carex fusca* und *C. flava* ssp. *oedocarpa* sowie vor allem die **zwerghigen** Sumpfbestände des Kobresietums *simpliciusculae* mit

Kobresia simpliciuscula
Equisetum variegatum
Carex microglochin
Carex bicolor (sehr selten)
Carex flava ssp. *oedocarpa*
Trichophorum atrichum
Trichophorum caespitosum
Eleocharis pauciflora
Tofieldia calyculata

Saxifraga aizoides
Saxifraga stellaris
Polygala amarella
Primula farinosa
Pinguicula alpina
Pinguicula leptoceras var. *variegata*
Campanula cochleariifolia
Bellidiastrum michelii

Diese ausgesprochene Hygrophytenvegetation wird von den kleinen Quellbächlein ermöglicht und unterhalten. Die Quellen stehen nicht mit dem Flusse in Verbindung, sondern bilden sich aus Hangwasser, das teilweise von oben her frei herunterfliesst, teilweise durch Änderung der **geologischen** Verhältnisse zum **Austreten** veranlasst wird. Der Wasserentzug im Flusse würde in dieser Vegetation kaum eine Änderung bewirken.

Der anstossende Berghang, unten von mässiger Steigung, wird zum **grössten** Teil von dem bereits erwähnten trockenen Bergföhrenwald bedeckt. Gerodete Teile tragen



Abb. 1 U Fuorn: Station 1 an der Ova dal Fuom. Links vom Alluvialterrasse mit Beobachtungshütte. Blick flussaufwärts gegen die grosse Fuornwiese, Bergföhrenwälder. Am Fluss hinten rechts die jetzt zerstörten Bergföhrenbestände und Weidengebüsche. Im Hintergrund Piz Nair (3010 m).
Phot. W. Lüdi, 26.VI.1951

Trockenwiesen (Abb. 2) mit dominanten *Briza media*, *Koeleria cristata*, *Carex ericetorum* und *C. verna* sowie häufigen

Avena pubescens
Arabis corymbiflora
Potentilla puberula
Sanguisorba minor
Trifolium montanum
Lotus corniculatus
Polygala chamaebuxus
Helianthemum nummularium

Pimpinella saxifraga
Plantago serpentina
Plantago media
Galium pumilum
Campanula rotundifolia
Achillea millefolium
Leontodon hispidus var. *hyoseroides*
Hieracium pilosella

Neuerdings sind häufig eingestreut Horste des ausgesprochenen Xerophyten *Festuca sulcata* var. *fuornensis* und *Elyna myosuroides* sowie kleine Flechtenräschen (*Cladonia*



Abb. 2 Il Fuorn: Untere und Mittlere Wiese. Vorn Station 2a, am Teich. Mitte links Station 3, Untere Wiese. Hinten oben Station 4, Mittlere Wiese. Hintergrund Bergföhrenwald.

Phot. W. LÜDI, 26.VI.1951

symphicarpia und häufig *C. pyxidata* var. *pocillum* und das Moos *Tortella tortuosa*). So vor allem in der ((Mittleren Wiesen).

Nach unten, näher gegen das Teich- und Sumpfgebiet hin, wird der Rasen deutlich mesophytischer; *Ranunculus montanus*, *Trifolium pratense*, *Gentiana verna*, *Cirsium acaule* werden häufig, ohne dass die xerischen Arten fehlen: «Untere Wiese» unserer Stationen. Die «Oberste Wiesen, die durch einen steilen Waldstreifen abgetrennt ist und zum Teil Kriegskulturland war, geht vom Xerischen bis zum Nassen (Wasseraustritt), und hier hat sich stellenweise die lokale Form der östlichen Steppenpflanze *Festuca sulcata* var. *fuornensis* sehr stark ausgebreitet.

Die Einwirkung des Flusses auf die ihn umgebende Vegetation geht so weit, wie sie als Bodenwasser einwirkt (junge Alluvion). Weiter weg scheint sie kaum wirksam zu sein. Das bleibt auch talaufwärts so, bis an die Bildungsstelle des Flüsschens in Buffalora. Die Trockenvegetation geht bis ans Ufer. Da und dort findet sich sehr lokal auch hygrophytische Vegetation, aber nur an Stellen, wo seitlich Wasser austritt, und das dürfte in der Regel Hangwasser sein.

2. Lokalklimatische Messungen in Il Fuorn, 23.–29. Juni 1951

Methodik, Beobachtungsstationen, Wetterlage. Für die Temperaturen über dem Boden gelangten Maximum-Minimum-Thermometer zur Verwendung. Ausserdem wur-

den drei Thermographen aufgestellt, davon **zwei** Thermo-Hygrographen. Zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit verwendeten wir Haarhygrometer sowie drei Hygrographen. Die Thermometer waren geeicht, und auf Grund der Eichung hatten wir Korrektionskurven für die erhaltenen Temperaturen erstellt. Viel **schwieriger** ist die Sache mit den Haarhygrometern und Hygrographen. Wir prüften und eichten sie in Zürich, kontrollierten sie vor dem Beginn und nach der Beendigung der Arbeit im Feld und **wieder** in Zürich. Alle Instrumente, die offensichtlich abweichend zeigten, wurden sogleich ersetzt. So glauben wir **grössere Fehlmessungen** ausgeschaltet zu haben, müssen aber doch mit Fehlern von einigen Prozenten rechnen.

Die Aufstellung der Thermometer und Hygrometer erfolgte in **weissgestrichenen** und lackierten Beobachtungshütten aus zwei Wänden von etwa 170 cm Höhe. Die Wände wurden durch Scharniere zusammengehalten und **konnten** in beliebigem Winkel zueinander gestellt werden. Sie bestanden aus zwei Pfösten, zwischen denen schmale Brettchen dachzieglig und offen für den freien Luftzug angebracht waren (**Abb. 1**). Die Wände wurden so aufgeklappt, dass die Hütte gegen Norden breit offen war, und die Sonne das Innere nicht bescheinen konnte. Auf der Innenseite befestigten wir in zirka ± 120 und ± 20 cm Höhe über dem Boden je ein Thermometer und ein Hygrometer in senkrechter Stellung. Die **Brettchenreihe** der Wände war im mittleren und obersten Teil unterbrochen. Es zeigte sich, dass die Sonne in der Zeit ihres Hochstandes von oben her Teile der Instrumente erreichen konnte, was durch das Anbringen eines Papierschutzes korrigiert wurde. Die freie **Luftzirkulation** blieb gewährleistet. Auch für die Thermo- und Hygrographen waren kleine, weiss gestrichene Hütten gebaut worden mit drei Wänden aus schmalen, schiefgestellten Brettchen. Die vierte Seite blieb offen. Die auf Temperatur resp. Luftfeuchtigkeit reagierenden Teile lagen bei den Hygrographen zirka 25 cm über dem Boden, bei den Thermographen der **Doppelinstrumente** und beim Einzelthermograph zirka 20 cm. **Ausserdem** wurden einzelne Hygrometer frei im Gelände aufgestellt, senkrecht oder horizontal. Es zeigte sich aber, dass sie nur zu gebrauchen waren, wenn sie in ein weisslackiertes Gehäuse eingeschlossen waren, und **auch** so gab es bisweilen Schwierigkeiten. Neben jeder Hütte, in ± 1 m Entfernung, gruben wir ein Bodenthermometer ein, das die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe anzeigte.

Ebenso kam neben jeder Hütte ein Kugel-Evaporimeter (Atmometer) nach B. E. **LIVINGSTON** in der einfachen Büretten-Montierung (vgl. z. B. W. **LUDI** 1925 und 1937) zur Aufstellung (vgl. weiteres auf S. 284). Und schliesslich wurden über Nacht Tauplatten nach E. **LEICK** zur **Taubestimmung** ausgelegt (vgl. S. 286).

Die Messungen von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Verdunstung begannen mit Ausnahme der selbstregistrierenden Instrumente in der Regel des Morgens in der Dämmerung; und **erfolgten** stündlich bis am Abend beim Einbruch der Dunkelheit. Aus den selbstregistrierenden Apparaten wurden die benötigten Stundenwerte entnommen.

Beobachtungsstationen. Die Aufstellung der Apparate an den verschiedenen Beobachtungsstationen geschah am 23. Juni, und die Messungen wurden vom 24. bis 29. Juni ausgeführt. **Übersicht** über die Beobachtungsstationen:

Station 1, Flussufer: auf niedriger, zirka 90 cm über dem Wasser liegender **Alluvialterrasse** direkt am Flusse, zirka 1 m vom Wasser entfernt (**Abb. 1**). Die nächste Umgebung war offen, ohne beschattende Baumpflanzen in der Nähe, und die Flora zeigte die Arten des offenen, xerischen **Bergföhrenwaldes** mit einem Einschlag von Hygrophyten. Der Boden war kiesig-sandig. – Die Station enthielt die beschriebene Beobachtungshütte und nebenan den Bodenthermometer und den Evaporimeter. Die Stelle, wo die Beobachtungshütte stand, erwies sich bei Nachprüfung im Herbst 1965 als vom seitlich erodierenden Fluss weggerissen. Der Fluss hat an dieser Stelle sein Bett um mindestens 1 m verbreitert. In unmittelbarer Wassernähe wurde noch ein weiterer Hygrometer aufgestellt.

Station 2a, Teich: Thermohygrograph an einem der kleinen Fischteiche, zirka 35 m vom Flusse entfernt und zirka 300 cm über dem Flusswasserspiegel, zirka 12 cm

über dem Wasserspiegel des Teiches. Die Umgebung war *Carex fusca-C. panicea*-Moor mit Moosdecken (vgl. Abb. 2 unten).

Station 2b, Quellbächlein: Thermohygrograph an einem der kleinen Bächlein in der Nähe von Station 2a, doch gegen den Fluss hin gerückt (zirka 25 m vom Fluss und zirka 200 cm über dem Flusswasser). Der Fuss des Gehäuses lag 3-4 cm über dem Bachwasser. Die Umgebung der Station zeigte geschlossenes Flachmoor vom *Kobresietum*-Typ mit dominanter *Carex oedocarpa* und am Bächlein Übergang zur Quellflur.

Station 3, Untere Wiese und Station 4, Mittlere Wiese: im unteren Teil des anstossenden Hanges in offener Lage auf dem Trockenrasen (vgl. S. 278), Station 3 gegen ein kleines Bächlein und Fischteich hin, 41 m vom Fluss entfernt und zirka 500 cm über dem Flussniveau, Station 4 weiter oben, zirka 54 m vom Fluss und zirka 10 m über dem Flussniveau. Die Ausrüstung war ganz gleich wie die der Station 1.

Station 5, Oberste Wiese: auf Trockenrasen oberhalb eines durchgehenden Waldstreifens zirka 100 m vom Fluss und 35 m über dem Flussniveau, auf flach geneigtem Boden (vgl. S. 279). Die Ausrüstung bestand aus Thermograph und Hygrograph in gesonderten Gehäusen.

Der Sonnenaufgang erfolgte am frühesten bei der Station 1 um zirka 5.30 Uhr und erlitt hangwärts eine bedeutende Verspätung (Station 3 zirka um 6 Uhr, Station 4 erst nach 7 Uhr, da der Zutritt der Sonne noch durch Baumschatten gehemmt war). Für Station 5 wurde er nicht beobachtet, doch dürfte er ähnlich wie in Station 1 sein. Der Sonnenuntergang fiel auf zirka 18.15 Uhr, ziemlich gleichzeitig für alle Stationen.

Die Wetterlage war für mikroklimatische Messungen mit der eingangs genannten Zielsetzung sehr ungünstig. Es gab alle Tage Sonnenschein, aber auch alle Tage Regen. Am 24. Juni setzte am Nachmittag starker und anhaltender Regen ein, der bald in Schnee überging. Am 25. lag am Vormittag 5 cm Schnee, der allerdings im Laufe des Nachmittages auftrocknete. Am 26. regnete es nur am frühen Morgen, am 27. in der Nacht und am frühen Morgen. Am 28. gab es vormittags einen Regenschauer und am Nachmittag starken Regen. Dazu kam starke Wolkenbildung.

Die Darbietung der Ergebnisse beschränken wir im wesentlichen auf den 26. und den 27. Juni. Am wertvollsten sind wohl die Zahlen des 27., da vom Vortage her bereits eine gewisse Erwärmung vorhanden war.

Die Untersuchungen in Il Fuorn wurden später nicht mehr aufgenommen, da der Fuornbach aus der Reihe der für das Spülwerk zu nutzenden Gewässer ausgeschaltet wurde.

Temperatur. Die Thermometer in 10 cm Bodentiefe zeigten am 27. Juni den normalen Gang der Bodentemperaturen (Abb. 3): kleine Tagesschwankung, relativ hohe Minima und niedrige Maxima, dazu Verspätung der Höchst- und Tiefstwerte verglichen mit den in der freien Luft gemessenen Temperaturen. Der Morgen- und Abendwert der Station Flussufer ist niedriger als auf der Wiese, und die vormittägliche Erwärmung am Fluss geht rascher vor sich, was jedenfalls auf den lockeren und relativ trockenen Sand-Kiesboden zurückzuführen ist, der das Eindringen der Luft sehr erleichtert. Die Bodenthermometerwerte der übrigen Tage schliessen sich an den 27. Juni an.

Von den Lufttemperaturen, gemessen im Schutzgehäuse, ist in Abb. 4 nur eine Auswahl aus den Werten vom 27. Juni dargestellt. Da die Thermographenwerte (Stationen Teich, Quellbächlein, Oberste Wiese) bodennah gewonnen wurden, benützen wir auch bei Station Flussufer und Untere Wiese die bodennahen Werte, dazu noch bei der Station Flussufer den bodenferneren Temperaturwert. Am Flussufer verlaufen die Temperaturen in Bodennähe und in 115 cm Höhe über dem Boden ziemlich parallel und nahe beieinander. Nur in den Mittagsstunden ist die bodennahe Station deutlich wär-

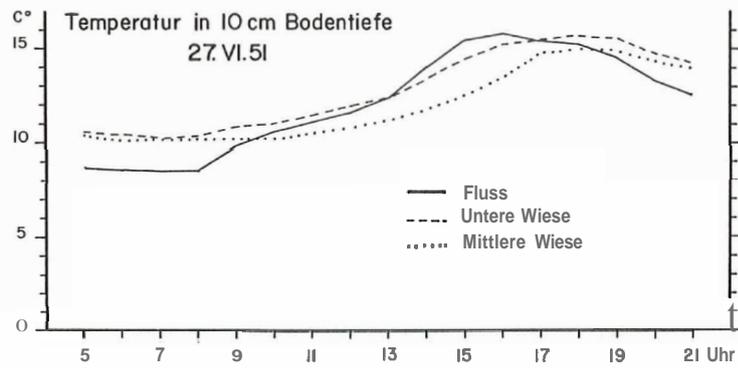


Abb. 3 II Fuorn: Bodentemperaturen vom 27.VI.1951.

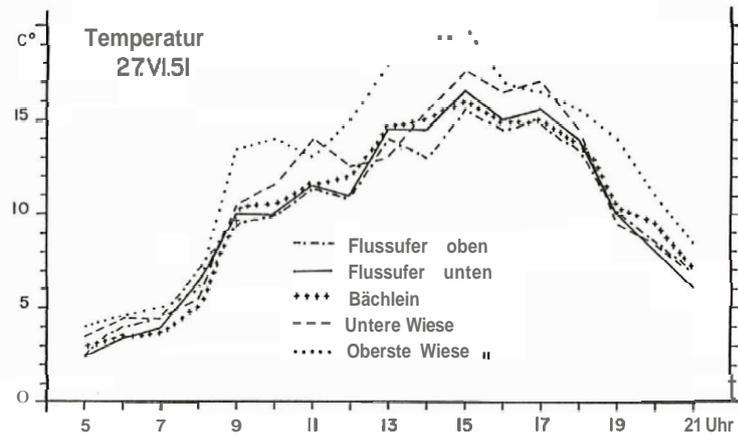


Abb. 4 II Fuorn: Temperaturen vom 27.VI.1951.

mer. Auch Teich und **Quellbächlein** sind wenig verschieden. Mit stärkeren Höchstwerten weicht die **Hangstation** Untere Wiese ab, besonders um 11, 15 und 17 Uhr. Die stärkste **Aufwärmung, z.T.** mit etwas selbständigem Verlauf, finden wir auf der Obersten Wiese.

An allen **Beobachtungstagen** zeigen die meisten Temperaturkurven **Unregelmässigkeiten** und **Mehrgipfeligkeiten**, bald schwach, bald stark, bald zu ungleicher Zeit, die vor allem durch **Besonnungsdifferenzen** zu erklären sind. Am 25. Juni zum Beispiel erfolgt von 9–11 Uhr ein starker Temperaturanstieg, der für die meisten Stationen bereits das **Tagesmaximum** der Temperatur bringt. Dann kommt ein starker **Temperaturabfall**, und von 14 Uhr an stehen die Thermometer in 10 cm Bodentiefe am Flussufer und auf der Untersten Wiese höher als die Luftthermometer. Die Erklärung dieses Temperaturlaufes ergibt sich aus dem Ablauf des Wetters: bis um 9 Uhr fiel leichter Regen; dann erfolgte Aufhellung mit Schneeschmelze, und gegen 14 Uhr setzte wieder vorübergehend Regen ein, der weitere Erwärmung der Luft verhinderte, aber den Boden wenig beeinflusste.

Instruktiv für abrupte Wechsel der Klimafaktoren ist auch der Nachmittag des 28. Juni: der Vormittag war windstill, zeitweise mit Sonne, um 12 Uhr vorübergehend Regen, dann sonnig um 14 Uhr, wieder Regen bis nach 16 Uhr und von neuem hell um 18 Uhr. Temperatur und Luftfeuchtigkeit reagierten wie folgt:

Flussufer, oben:	14 Uhr	16 Uhr	18 Uhr
Temperatur °C	17,5	8,5	10
Luftfeuchtigkeit %	38	93	74

In Tabelle 1 sind die höchsten **Stundenwerte** der Temperatur für die 4 **Beobachtungstage** zusammengestellt. Sie sind **infolge** des schlechten Wetters nicht repräsentativ, ergeben aber an **Fluss**, Teich und Bächlein deutlich etwas kleinere maximale Aufwärmung als auf den Wiesen, besonders auf den oberen Wiesen und scheinen, wie auch

Tabelle 1

Höchste **Stundenwerte** der Temperaturen bei den Beobachtungen in Il Fuorn, 25.–28. VI. 1951.

	Flussufer		Teich	Bächlein	Untere Wiese	Mittlere Wiese		Oberste Wiese	
	unten	oben	bodennah		unten	oben	unten	oben	
								bodennah	
25. VI.	12	11,5	12,5	12,5	16	12,5	16	15	17
26. VI.	14,5	13,5	15	14,5	14	13,5	14	15,5	18
27. VI.	16,5	15,5	17,5	15,5	17,5	15,5	17	17	20,1 (Max. = 21°)
28. VI.	18	17,5	17,0	16,0	19	17	19	18	20 (Max. = 20,5°)
Mittel	15,2	14,5	15,5	14,6	16,6	14,6	16,5	16,4	18,7

Abb. 4, anzudeuten, dass der Einfluss der Wasserläufe auf die Temperatur an diesen feuchten Tagen merklich über den Rand der Gewässer hinausreicht, **hangaufwärts** abnehmend. Regelmässig sind auch die maximalen Temperaturwerte in Bodennähe etwas höher als in 1,15 m darüber.

Relative Luftfeuchtigkeit. Wir betrachten wieder die Ergebnisse vom 27. Juni mit ähnlicher Auswahl der **Stationen** (**Abb. 5**). Im Gegensatz zu den Temperaturkurven sind diejenigen der relativen Luftfeuchtigkeit ziemlich ausgeglichen. Sie beginnen am Morgen mit voller Wasserdampfsättigung der Luft. Schon von 5–6 Uhr zeigt ein Teil der Stationen eine leichte Abnahme der Luftfeuchtigkeit. Nach 7 Uhr beginnt der starke allgemeine Morgenabfall; Rückschläge (9–10 Uhr) und Verlangsamung (11–12 Uhr) schalten sich ein. Von 13–18 Uhr pendeln die Stationen um den täglichen Mindestwert herum, und um 18 Uhr erfolgt ein rasches Ansteigen. Bereits um 21 Uhr sind am **Flussufer**, Bächlein und Teich Werte um 90% erreicht. Die Wiesenstationen bleiben wesentlich zurück (67–87%). Charakteristisch verschieden ist die Stellung der einzelnen Stationen zur **Zeit der starken Austrocknung** der Luft: die Station **Flussufer** gibt in der bodenfernen Beobachtungsstelle eine sehr kleine Luftfeuchtigkeit. Dann folgen in nicht zu **grossem** Abstand die Station Flussufer in Bodennähe und die Wiesenstationen, bei denen regelmässig die **bodennahen** Apparate eine wesentlich **grössere** Luftfeuchtigkeit aufweisen. Von **Einfluss** dürfte bei diesem Verhalten die durch das Regenwetter bedingte Bodennässe sein. Am feuchtesten bleiben den ganzen Tag durch die Stationen Bächlein und Teich mit einem Minimum von zirka 50%.

Andere Beobachtungstage: Auch der 26. Juni ergibt noch eine ziemlich regelmässige Feuchtigkeitskurve, während diese am 25. und 28. Juni einzelne scharfe, kurz dauernde Knicke nach oben aufweist. Doch **stellen** wir teilweise ein gegensätzliches Verhalten eines Teils der Instrumente fest, was wohl auf kurzfristigen Regen und Wind zurückzuführen ist. Eine allgemeine, scharfe **Regenwirkung ergibt sich** am 28. Juni zwischen 15 und 16 Uhr.

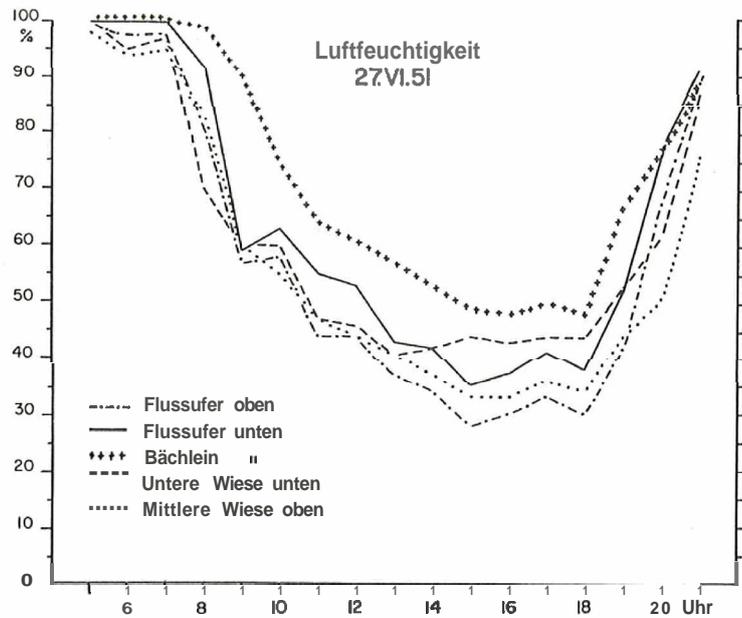


Abb. 5 II Fuorn: Luftfeuchtigkeit vom 27.VI.1951.

Gesamthaft betrachtet, bleibt die gegenseitige Lage der Luftfeuchtigkeitskurven alle Tage ungefähr gleich, wie oben für den 27. Juni angegeben. Bemerkenswert ist der tiefe Abfall der Luftfeuchtigkeit in den niederschlagsfreien Zwischenzeiten, besonders am 27. Juni. In einem humiden Gebiet ist so etwas kaum zu erwarten.

Verdunstung. Die Ergebnisse der **Verdunstungsmessung** an den Stationen Flussufer, Untere und Mittlere Wiese am 26. und 27. Juni sind dargestellt in den Abbildungen 6 und 7.

Die verdunstete Wassermenge wird immer in cm^3 pro Stunde angegeben, korrigiert auf den Standardwert der verwendeten Evaporimeter-Kugeln (Reduktionskoeffizient 0,78). Die Verdunstungswerte wurden in Säulen dargestellt, für jede Station vom Nullpunkt der Säule bis zu dem mit dem Stationszeichen bezeichneten Querstrich.

Beide Tage boten relativ normale Verdunstungsverhältnisse. Die verdunsteten **Wassermengen** steigen an allen Stationen von kleinen **Morgenwerten** zu relativ hohen Mittagswerten an und fallen im Laufe des Nachmittags wieder ab. Das geht, grob gesehen, parallel dem **Tageslauf** der Temperatur und umgekehrt proportional der Luftfeuchtigkeit.

Am 26. ist der vormittägliche Anstieg der Verdunstung besonders gut ausgebildet; der Abfall erfolgt an **beiden** Tagen zuerst sehr rasch nach dem Maximum (am 26. Juni zwischen 16 und 17 Uhr, am 27. **zwischen** 18 und 19 Uhr). **Unregelmässigkeiten** ergeben sich bei plötzlich veränderter **Sonnenstrahlung** oder Windstärke, so die **Einknickungen** am 26. Juni von 14–15 Uhr und am 27. bei 9–10 und 16–17 Uhr. Bei Regen hört die Verdunstung auf, und die Büretten-Apparate nehmen sogar Wasser auf, was am 27. dazu führte, dass die Messungen erst am Morgen um 7 resp. 8 Uhr beginnen konnten. Die Zeit der hohen Verdunstungswerte dauerte relativ lang, am 26. Juni von 11–16 Uhr und am 27. Juni von 13–18 Uhr. Beide Tage erreichen in dieser Zeit **Stundenwerte** bis $\pm 2 \text{ cm}^3$.

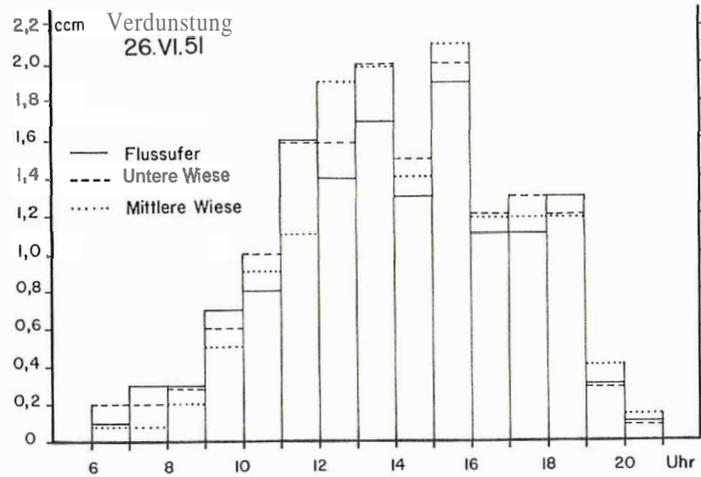


Abb. 6 Il Fuorn: Verdunstung vom 26.VI.1951.

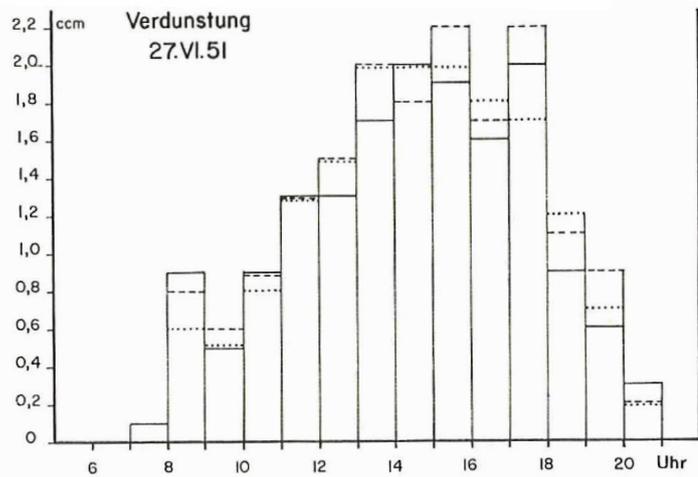


Abb. 7 Il Fuorn: Verdunstung vom 27.VI.1951 (für die Signaturen vgl. Abb. 6).

Am Vormittag zeigt die Flussufer-Station vorwiegend die höchste Verdunstung und die Mittlere Wiese die niedrigste; vom Mittag an bleibt die **Flussuferstation** zurück und zeigt die niedrigsten Werte, die Wiesenstationen die höchsten. Doch fallen immer einzelne Stunden aus dieser Regel heraus. Der Grund für dieses Verhalten dürfte in einer sehr lokal wirkenden Faktorenkombination zu suchen sein (vgl. S. 327). In der Gesamtverdunstung verhalten sich die 3 Stationen an den beiden zum Vergleich geeigneten Tagen (26. und 27. Juni) beinahe gleich:

	Flussufer		Untere Wiese		Mittlere Wiese	
	gesamt	pro Std.	gesamt	pro Std.	gesamt	pro Std.
26. VI.	14,0	0,93	15,0	1,00	14,6	0,97
27. VI.	16,0	1,00	17,2	1,14	16,3	1,18
Total	30,0	1,00	32,2	1,07	30,9	1,03

Taubildung: Die Tauplatten nach E. LEICK (1933) sind 1 dm² grosse und zirka 1 cm dicke Platten aus einer Mischung von Kieselgur und Gips, die das bei der Taubildung anfallende Wasser aufnehmen und festhalten. Sie wurden in eine Schale aus Zinn bis zum Rand hinauf fest eingegossen (vgl. LÜDI 1948, S. 364) und getrocknet. Vor dem Gebrauch brachten wir die Platten an die freie Luft, wo sie sich mit der Luftfeuchtigkeit sättigten. Dann wurden sie gegen Abend genau abgewogen und vor dem Beginn der Taubildung an die vorbestimmten Plätze ausgelegt. Über Nacht nahmen sie den fallenden Tau auf und am Morgen in der Dämmerung wurden sie heringenommen und gleich wieder gewogen. Die Gewichts-differenz zur abendlichen Wägung ergibt die Taumenge der Nacht. Tagsüber erfolgte Austrocknung bis auf die herrschende Luftfeuchtigkeit. Vorsicht ist geboten, damit weder Regen noch von überragenden Pflanzenteilen abfallende Tautropfen das Taubild verfälschen.

Leider ergab die Witterung nur eine einzige zuverlässige Taumessung in der Nacht vom 27. auf den 28. Juni. 12 Tauplatten wurden um 20 Uhr ausgelegt, verteilt auf die Stationen 1-6, in jede Station 2, nahe beisammen. Die Ablesung erfolgte morgens vor Sonnenaufgang (5 Uhr). Die Nacht war windstill und ohne Regen. Es ergaben sich folgende Tauniederschläge:

	einzelne Platten		Mittel	einzelne Platten		Mittel
Flussufer	0,55 g		0,47 g	Unterster Wiese	0,45 g	0,45 g
	0,40 g			Mittlere Wiese	0,52 g	
Teich	0,42 g		0,41 g		0,43 g	0,47 g
	0,40 g			Oberster Wiese	0,32 g	
Quellbächlein	0,30 g		0,29 g		0,48 g	0,40 g
	0,28 g					

Die beiden Tauplatten des gleichen Standortes stimmen in der Grösse des Tauniederschlags an Teich, Quellbächlein und auf Unterster Wiese gut überein. Bei den übrigen Stationen gehen sie zum Teil stark auseinander. In den Mittelwerten sind die Taubeträge am höchsten am Flussufer und auf der Mittleren und Untersten Wiese, auffallend niedrig am Quellbächlein, von mittlerer Grösse am Teich und auf der Obersten Wiese. Schlüsse auf gesetzmässige Unterschiede in der Taubildung an den verschiedenen Stationen lassen sich aus dieser einzigen Messung nicht ziehen. Die absoluten Taubeträge bewegen sich grob genommen, zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ cm³, sind also nicht gross. Da sie sich aber häufig wiederholen, so können sie doch auf die Vegetation von Einfluss sein (vgl. dazu die Diskussion der Ergebnisse in Punt Periv, S. 329).

Zusammenfassung. Die Untersuchungen am Fuornbach zeigen mit Bezug auf die Vegetation keine Begünstigung des ufernahen Gebietes. Die xerische Pflanzenwelt geht bis ans Ufer, falls die oberste Bodenschicht trocken ist. Die mikroklimatischen Messungen sind zu mangelhaft (nasses Wetter!), um Verschiedenheiten im Klimacharakter zwischen Flussufer und weiter entfernten Lokalitäten sicher feststellen zu können. Solche sind jedenfalls nicht wesentlich. Das Flussufer zeigt die grösste mittägliche Austrocknung der Luft und auch keine besondere Verkleinerung der Wasserverdunstung. Hingegen sind die Maximaltemperaturen am Flussufer und in dem benachbarten Sumpf-

gebiet deutlich kleiner als auf den am Hang anstossenden Wiesen, wo sie **hangaufwärts** merklich zunehmen. Die **Taubildung** ist im Sumpfgebiet ausgesprochen am kleinsten gewesen.

III. Untersuchungen am Spöl bei Punt Periv

1. Lokalität und Vegetation

Das geeignete Gelände wurde im Sommer 1951 bestimmt und die Vorbereitungen so getroffen, dass im Jahre 1952 eine zweckmässige Arbeit sichergestellt war.

Der Talboden ist hier, wie überall in der **Spölschlucht**, sehr schmal und wird durch steile Hänge **abgeschlossen**. Aber oberhalb der Brücke von Punt Periv (zirka 1660 m) ist auf eine kurze Strecke hin doch links und rechts eine gewisse Verbreiterung vorhanden, die zur Bildung kleiner **Alluvialterrassen** geführt hat.

Die **Talhänge** auf der rechten und linken Talseite tragen auf einer Bodenunterlage von Karbonat-, meist Dolomit-Schutt wie in Il Fuorn einen ausgesprochen xerischen **Bergföhrenwald**, das Mugo-Ericetum (vgl. S. 330).

Weiter oben am Hang wird der Wald vielgestaltiger und auch weniger ausgeprägt xerisch. **Engadinerföhren** (*Pinus silvestris* var. *engadinensis*) und einzelne typische **Waldföhren** (*Pinus silvestris*), ebenso **Larix** europaea und *Picea abies* mischen sich bei, und der Boden trägt **stellenweise** Hylocomien-Decken und etwas reichere phanerogame Vegetation, wie *Daphne striata*, *Rhododendron hirsutum*, **Pyrola uniflora**, **P. rotundifolia**, **P. secunda**, **Melampyrum pratense**, *Galiurnpumilum*, während z. B. **Dryas** und **Leontodon** zurückgehen oder verschwinden. Da und dort sind sogar **Pinus cembra** und **Übergänge** zur bodensauren **Zwergstrauchheide** zu finden mit:

Rhododendron ferrugineum
Vaccinium myrtillos
Vaccinium uliginosum
Deschampsia flexuosa

Luzula luzulina
Luzula silvatica
Linnaea borealis
Homogyne alpina

wobei sich **Erica carnea** meist erhält, ebenso **Juniperus**, **Vaccinium vitis idaea**, die **Pyrola**-Arten und **Melampyrum**. Ursache für diese Veränderungen mag meist der tiefgründigere, **gereifere** Boden sein; **Moräneneinlagerung** kam mitspielen und auf der linken Talseite, wo solche Veränderungen **häufiger** sind, auch die stärkere Beschattung.

Da und dort ist auch **Bodenwasser** vorhanden, das z. B. auf der rechten Talseite am Weg von La Drossa nach Punt dal Gall verschiedentlich austritt und kleine Sümpfchen mit **basiphilen** Arten bildet. In den mittleren Teilen dieses Hanges, gegen die Alp La Schera hin, macht der Wald den Eindruck eines richtigen **Urwaldes**, und hier sind auch an offenen flachen Stellen nicht selten Sumpfböden eingestreut mit charakteristischer Flachmoorvegetation. Wir geben aus einer **solchen** Fläche von etwa 15 a, in der auch eine **Hirschsuhle** liegt, eine Bestandaufnahme von 20 m², in 1840 m Meereshöhe, bei zirka 20° Westexpos., um die Möglichkeit zu bieten, festzustellen, ob der etwa in gleicher Höhe liegende Livigno-Stausee bei dieser Vegetation eine Veränderung bewirken wird. Die Aufnahme wurde am 26. Juni 1952 gemacht.

+	<i>Pinus mugo</i> (niederliegend)	1	<i>Tofieldia calyculata</i>
3	<i>Calamagrostis varia</i>	1	<i>Orchis cf. maculata</i>
2	<i>Sesleria coerulea</i>	+	<i>Salix cf. nigricans</i>
2	<i>Eriophorum latifolium</i>	+	<i>Parnassia palustris</i>
1	<i>Eleocharis pauciflora</i>	1	<i>Potentilla erecta</i>
3	<i>Carex davalliana</i>	2	<i>Primula farinosa</i>
1	<i>Carex flava</i> cf. ssp. <i>lepidocarpa</i>	1	<i>Pinguicula</i> sp.
2-3	<i>Carex panicea</i>		
+	<i>Carex flacca</i>	4	<i>Drepanocladus</i> sp.
+	<i>Juncus cf. articulatus</i>	1	<i>Chrysohypnum stellatum</i>

Der **xerische Bergföhrenwald** geht bis dicht an den Spöl heran, und auch die an den Fluss angrenzenden Terrassen sind von ihm bedeckt. Nur da, wo Hangwasser austritt oder hoher Grundwasserstand vorhanden ist, findet sich auch eine hygrophile Vegetation, z. B. mit

Carex davalliana
Carex flava ssp. *oedocarpa*
Carex flacca
Juncus alpinus

Tofieldia calyculata
Saxifraga aizoides
Campanula cochlearifolia
Bellidiastrum michelii

Ähnlich wie in Il **Fuorn** gibt es auch oberhalb **Punt Periv** am Fuss des Hanges, und zwar auf **beiden** Talseiten, grössere Wasseraustritte, die aber offensichtlich und auch nach dem Befund des Geologen Prof. Dr. H. **BOESCH** in Zürich mit dem Spölwasser in keinem Zusammenhang stehen. Auf der rechten **Flussseite** entspringt etwa 200 m oberhalb der Brücke und 5 m über dem Spöl ein Bächlein, das wohl als Seitenast eines anderen **Bächleins** zu werten ist, das ganz benachbart, hinter einem kleinen Geländevorsprung oberflächlich **herabfliesst** und direkt dem Spöl zuströmt. Das **Quellbächlein** dagegen **fliesst** durch eine Geländemulde parallel zum Spöl, bildet nach kurzem Laufe einen kleinen Tümpel («**Kolk**»), dann ein Flachmoor **und** versickert im Boden. Links und rechts dieser **Sumpfmulde** ist das Gelände **baumfrei** und trägt trockenen Rasen, wohl als Folge von Rodung und **Beweidung** in früherer Zeit. Hier wurden **Dauerbeobachtungsflächen** angelegt (s. S. 292).

Auf der linken **Talseite**, etwas flussaufwärts (\pm 400 m oberhalb der Brücke) **entspringen** am Fusse des Hanges mehrere Quellen, deren Wasser als Bächlein durch eine von **Flussalluvion** abgetrennte, ganz flache Mulde, nur etwa 1 m über dem Flussniveau fliesst und sich offen in den Fluss **ergiesst**. Soweit die Vegetation von diesen Bächlein direkt beeinflusst wird, sind kleine, mehr oder **weniger** sumpfige Rasen vorhanden, in denen 3 Dauerbeobachtungsflächen angelegt **wurden** (s. S. 298). Am Fusse des Hanges schliesst der trockene **Bergföhrenwald** an, auf grössere **Strecken** unterbrochen von einer mächtigen **Dolomitgeröllhalde**, die teilweise in **Überwachsung** mit Bergföhren, vorwiegend Krummholz, begriffen ist.

Den Abschluss der Quellmulde auf der linken **Flussseite** gegen den Spöl hin bildet eine junge, bis vor kurzem stark **bewachsene** Alluvion von zirka **200 m** Länge, am Fluss etwa **50 cm** über dem Wasser gelegen und gegen die Quellmulde auf zirka **1-1,5 m** über den gewöhnlichen Wasserspiegel ansteigend. Die Alluvion besteht im wesentlichen aus **Flussskies**, in den zentralen und landseitigen Teilen von Sand überschüttet. Massenhaft ist totes Holz aller Grössen zusammengeschwemmt. Die Vegetation zeigte 1948, 1951 und 1952 ein buntes Durcheinander, wie es **für** junge Alluvionen charakteristisch ist. Als hochwachsende Holzpflanzen fanden sich besonders **Bergföhren**, dann Weiden, doch nur in kleineren Exemplaren (*Salix* purpurea, *S. nigricans* ssp. *alpicola*, *S. daphnoides*,

S. grandifolia), des weiteren einige Krüppel von *Larix decidua*, *Picea abies*, *Betula tomentosa*, *Alnus incana*, *A. viridis*) und von niederem Gesträuch *Salices* (*S. hastata* u. a.), *Myricaria germanica* und vereinzelt *Juniperus communis* ssp. *nana*. Im flussfernsten Teil hatten diese Holzpflanzen höheren Wuchs (Bergföhren 2–5 m) und traten zu mehr oder weniger dichtem Hochgebüsch zusammen.

An Krautpflanzen notierten wir die folgenden Arten (systematisch, nicht ökologisch geordnet):

<i>Equisetum variegatum</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i> (Zwergform)
<i>Agrostis alba</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Agrostis tenuis</i>	<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivalis</i>
<i>Calamagrostis varia</i> (sehr reichlich)	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Trisetum distichophyllum</i>	<i>Anihyllis vulneraria</i>
<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Vicia cracca</i> (reichlich, aber steril)
<i>Sesleria coerulea</i> (reichlich)	<i>Epilobium fleischeri</i>
<i>Festuca trachyphylla</i> (sehr reichlich)	<i>Carum carui</i>
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>	<i>Primula farinosa</i>
<i>Agropyrum caninum</i>	<i>Thymus serpyllum</i>
<i>Carex ornithopoda</i>	<i>Euphrasia hirtella</i>
<i>Carex frigida</i>	<i>Plantago alpina</i> (u. <i>P. serpentina</i>)
<i>Carex flacca</i> (stw. reichlich)	<i>Campanula cochlearifolia</i>
<i>Tofieldia calyculata</i> (reichlich)	<i>Antennaria dioica</i>
<i>Silene acaulis</i>	<i>Tussilago farfara</i>
<i>Silene cucubalus</i>	<i>Petasites paradoxus</i>
<i>Gypsophila repens</i>	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> ssp. <i>montanum</i>
<i>Biscutella levigata</i>	<i>Leontodon hispidus</i> var. <i>hyoseroides</i> (reichlich)
<i>Saxifraga aizoides</i>	<i>Hieracium staticifolium</i>
<i>Dryas octopetala</i> (stw. deckend)	

Die Vegetation umfasste also xerophytische, mesophytische und hygrophytische Arten, die sich in erster Ausscheidung etwas nach der Entfernung der Wurzeln vom untenliegenden Flusswasser verteilten. Sie war somit in hohem Masse von den lokalen Standortverhältnissen abhängig. Immerhin zeigten manche dieser Arten eine weiter gespannte Lebensmöglichkeit, als man sie gewöhnlich kennt, woran wohl die geringe Wurzelkonkurrenz der meist in offenem Bestande stehenden Pflanzen ausschlaggebend beteiligt war. Bei der Tieferlegung des Bodenwassers würde eine ausgesprochen xerophytische Vegetation erhalten bleiben. Ihre Wertung für unser Problem ist also ähnlich derjenigen der Alluvionen von Il Fuorn (vgl. S. 276).

Diese grosse Alluvion wurde durch ein ungewöhnlich mächtiges Hochwasser im Herbst 1960 völlig zerstört, umgearbeitet und mit Ausnahme eines schmalen Saumes im flussfernsten Teil, also längs des Quellbächleins, bis in eine Tiefe von zirka 20–50 cm abgetragen, so dass sie in den flussnäheren Teilen jetzt bei jedem hohen Wasserstand überschwemmt wird. Nur ein schmaler Saum im flussfernsten Teil blieb von der Abtragung verschont und trägt weiterhin seinen Bestand von Bergföhren.

Im Jahre 1962 erschien diese abgetragene Alluvion noch pflanzenleer. Zwei Jahre später dagegen, bei unserem Besuche am 7. August 1964, spross aus dem mehr oder weniger feuchten Sand zwischen den grossen Steinen und Blöcken überall neues Pflanzenleben. Wir stellten die folgenden Arten fest (ein Kreuz bedeutet Arten, die reichlich vorkamen):

<i>Salix grandifolia</i>	} alle nur wenige Zentimeter hoch	<i>Ranunculus cf. montanus</i>
<i>Salix purpurea</i>		<i>Papaver raeticum</i>
<i>Salix cf. hastata</i>		<i>Arabis corymbiflora</i>
<i>Salix cf. arbuscula</i>		<i>Parnassia palustris</i>
<i>Myricaria germanica</i>		+ <i>Saxifraga aizoides</i>
+ <i>Equisetum variegatum</i>		<i>Saxifraga caesia</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		<i>Alchemilla vulgaris ssp. alpestris</i>
<i>Agrostis rupestris</i>		<i>Dryas octopetala</i>
+ <i>Agrostis alba</i>		<i>Sanguisorba officinalis</i>
+ <i>Deschampsia caespitosa</i>		<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Trisetum distichophyllum</i>		<i>Vicia cracca</i>
+ <i>Poa alpina</i>		<i>Hippocrepis comosa</i>
+ <i>Festuca rubra ssp. commutata</i>		<i>Helianthemum nummularium</i>
<i>Carex flacca</i>		<i>Epilobium Jleischeri</i>
<i>Luzula multiflora</i> -Typ		<i>Ligusticum muellina</i>
<i>Juncus alpinus</i>		<i>Primula farinosa</i>
<i>Tofieldia calyculata</i>		<i>Thymus serpyllum</i>
<i>Rumex cf. acetosa</i>		<i>Phyteuma orbiculare</i>
<i>Polygonum viviparum</i>		+ <i>Campanula cochleariifolia</i>
<i>Thesium alpinum</i>		+ <i>Tussilago farfara</i>
<i>Gypsophila repens</i>		<i>Chrysanthemum leucanthemum ssp. montanum</i>
+ <i>Silene cucubalus</i>		+ <i>Achillea millefolium</i>
<i>Cerastium triviale</i>		+ <i>Leontodon hispidus var. hyoseroides</i>
<i>Minuartia verna</i>		<i>Hieracium staticifolium</i>
<i>Ranunculus acer</i>		

Diese Liste von 50 Arten bietet ein Durcheinander von zufälligen Erstansiedlern. Neben Arten, die Feuchtigkeit lieben, haben sich auch bereits eine **Anzahl** von mehr **xerischer** Lebensweise angesiedelt. **Auffallend** ist das völlige Fehlen der Föhre, die ja ringsherum überall herrscht. Voraussichtlich wird die **Artenzahl** vorerst noch zunehmen, später abnehmen, und es werden sich, je nach den lokalen Standorten, einzelne **Pflanzen-gesellschaften** ausbilden. Es ist von Interesse, die Entwicklung dieser Vegetation, deren **Anfangszustand jetzt** erfasst ist, weiter zu verfolgen.

Die Vegetation der Hänge, Terrassen und Alluvionen in **Punt** Periv gibt keinen Anhaltspunkt für einen klimatischen **Einfluss** vom Fluss her auf ihre Zusammensetzung. **Oberhalb** Punt Periv wendet sich das Tal gegen die Landesgrenze bei Punt dal **Gall** hin zuerst nach Osten und dann nach Süden und wird sehr eng, **schluchtartig**. Mächtige Felswände **schliessen** es ab, besonders auf der linken **Talseite**, während auf der rechten Seite auf lange Strecken hin sehr steile **Geröllhalden** bis zum Fluss **hinabreichen**. Die Vegetation ändert sich hier entlang dem Fluss, indem im **Talgrund** die **Föhrenbestände** zurücktreten und Laubgehölze zur Ausbreitung kommen, die bemerkenswertesten im ganzen Nationalpark. Am Bachufer und zum Teil am **Fuss** der **Geröllhalden** sind es Weidengebüsche, neben den niedrigen auch recht **hochwüchsige**, gebildet von *Salix pentandra*, *S. purpurea*, *S. elaeagnos*, *S. nigricans ssp. alpicola*. Birken sind verbreitet. Auf der linken Talseite tragen schmale Terrassen, nur wenig über dem Wasser, Gehölze von hohen Weiden, Grauerlen (*Alnus incana*), Birken, allerdings auch **Bergföhren**, und in der **Begleitflora tritt Erica** sehr zurück, während *Sesleria coerulea* sich rasenartig ausbreitet und stellenweise auch *Brachypodium pinnatum* auftritt. Im **Ufergebüsch** finden wir reichlich **mesophytische** Hochstauden wie *Cirsium erisithales*, *Geranium silvaticum*, *Galium boreale*, *Peucedanum ostruthium*. Die xerische Flora ist allerdings nicht verschwunden, beschränkt sich aber auf felsige **Sonnenhänge** und enthält auch bemerkenswerte Arten wie *Heracleum pollinianum* und *Laserpitium gaudini*.

Diese reichere, mesophytisch gefärbte und üppig gedeihende Flora bildet eine kleine Insel in der **xerischen Regionalflora**. Sie lässt sich nicht nur durch das Bodenwasser erklären, sondern ist wohl der Ausdruck eines gemässigeren Klimas. Hauptursache dafür dürfte die starke Beschattung sein, und vielleicht ist auch der etwas stärkere Luftzug in dieser Schlucht von Bedeutung. Messungen darüber liegen leider keine vor. Da in unmittelbarer Nähe der Landesgrenze jetzt die grosse Staumauer des Spölwerkes errichtet wird, und in Verbindung damit die ökologischen Faktoren bedeutende Veränderungen erleiden werden (Entzug des Flusswassers bis auf einen mageren Rest; Entstehung eines Stausees in der Nähe, aber über 100 m höher; starke Zunahme der Beschattung im Vorgelände der Staumauer; Veränderung der Windverhältnisse), sollte ihre Einwirkung auf die Vegetation beobachtet werden. Voraussagen lässt sie sich im einzelnen nicht; sie **wird** aber wahrscheinlich sehr lokal bleiben.

2. Dauerbeobachtungseflächen

Vegetationsveränderungen im Kleinen kann man am sichersten mit **Dauerbeobachtungseflächen** erfassen. Diese werden so klein gewählt, dass die Vegetation völlig zu überblicken ist, jede Art in Individuenzahl, Deckung und Gedeihen zahlenmässig erfasst werden kann. In der Umgebung von **Punt Periv** wurden zu diesem Zwecke im Juni 1952 und mit Erweiterung in den Jahren 1960 und 1964 eine Reihe von Vegetationsflächen zur **Dauerbeobachtung** eingerichtet. In Il Fuorn wurde **darauf** verzichtet.

Alle Dauerbeobachtungseflächen in Punt Periv stehen in rasiger Vegetation und mit einer Ausnahme in Beständen, die sich durch reichlichen Wassergehalt des Bodens auszeichnen. Ganz allgemein gingen ja die Befürchtungen über die **Vegetationsveränderungen**, die im Nationalpark nach dem Entzug des Flusswassers zu erwarten seien, dahin, es werde eine allgemeine **Austrocknung** eintreten, und eine solche muss in Beständen mit reichlicher oder überschüssiger Wasserversorgung viel leichter zu erkennen sein, als in solchen auf trockenen Böden, die bereits von Xerophyten bewohnt sind.

Methodik der Untersuchung. Die Flächen **wurden** in der Regel 1 m² gross gewählt und mit **karbolinierten** Eckpflocken aus **Lärchenholz** markiert. Zur Untersuchung gelangte:

1. Die Artenzusammensetzung.
2. Der Deckungswert (Dominanz und Abundanz) jeder einzelnen Art im Bestand nach der Methode von Jos. **BRAUN-BLANQUET**, mit kleiner **Abänderung**, um die geringen **Deckungswerte** besser zu unterscheiden.
3. Die **Vitalität** jeder Art im Bestand, eventuell mit Berücksichtigung der nächsten Umgebung ausserhalb des Quadrates.

In den Tabellen 1-9 bedeuten die Zahlen folgende Werte:

- AD = Abundanz und Dominanz, vereinigt in eine Zahl:
 + = ganz vereinzelt auftretend
 1 = wenige Individuen, ohne merklichen Deckungswert
 2 = reichliche Individuen, Deckungswert kleiner als $\frac{1}{8}$ der Fläche
 3 = meist sehr viele Individuen oder Sprosse von stark verästelten Individuen, Deckungswert $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$ der Fläche
 4 = Deckungswert $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$
 5 = Deckungswert grösser als $\frac{1}{2}$ der Fläche
 5! = Deckungswert grösser als $\frac{3}{4}$ der **Fläche**

Vit. = Vitalität:

K = Keimpflanze

† = Gedeihen sehr schlecht

1 = Gedeihen schlecht, ohne Tendenz zur Vermehrung

2 = Gedeihen vegetativ gut, einschliesslich der vegetativen Vermehrung

3 = auch Blühen und Fruchten gut

Eingeklammert ist die Vitalität bei Arten, wo sie zur Zeit des Besuches nicht sicher beurteilt werden konnte (z. B. Früh- oder Spätblüher).

D = Deckung in % der Gesamtfläche

Nachstehend folgen **Beschreibung und Bestandesaufnahmen** der 10 **verpflochten** **Dauerbeobachtungsflächen**

D₁-D₄ wurden in dem **Quellsumpf** auf der Oberen Terrasse auf der rechten Seite des Spöl, zirka 160-150 m oberhalb der Brücke über den **Fluss** angelegt (s. S. 307). Der Sumpf beginnt mit dem **grossen Kolk**, in den das **Quellbächlein** nach **kurzem** Laufe einmündet. Er ist von **länglich-unregelmässiger** Gestalt, **zirka** 7 m lang, doch unterhalb der Mitte **ingeschnürt** und vermutlich **künstlicher** Entstehung aus früherer Zeit (**Viehtränke**). Am **Bächlein** wachsen

Equisetum palustre

Carex fusca

Carex davalliana

Thalictrum alpinum

Primula farinosa

Pinguicula leptoceras

im Wasser des Kolkes *Equisetum palustre*; am Rand dominant *Carex davalliana* und *Carex fusca*. eingestreut *Triglochin palustris*, *Deschampsia caespitosa*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Galium boreale*.

Der an den Kolk **anschliessende** Sumpf ist bis zum völligen Versickern des Wassers etwa 30 m lang und maximal **etwa** 7 m **breit**. Der mittlere Teil, in dem die D₁-D₄ in einer Reihe angelegt wurden, ist sehr nass, mit oberflächlich stehendem **Wasser**. Der Rand wird von Beständen mit dominanter *Deschampsia caespitosa* eingefasst, an die nach oben **Trockenwiese** **anschliesst**. Im Sumpf dominiert nächst dem **Kolk** meist *Carex fusca*, sonst *Carex panicea*, lokal auch *Carex dioeca*. Gegen unten hin, wo er austrocknet, geht er in einen hohen **Frischwiesenrasen** über mit *Deschampsia caespitosa*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Carex fusca*, *Ranunculus acer*, *Aconitum napellus*, *Potentilla anserina*.

D₁: *Carex fusca*-Bestand. Tabelle 2, 0,7 m vom unteren Ende des Kolkes. Angelegt am 27. Juni 1952, verpflockt und revidiert 7. August 1964.

Tabelle 2

Carex fusca - Dauerbeobachtungsfläche (D₁)

	27.6.1952		7.8.1964	
	AD	Vit.	AD	Vit.
Gefässpflanzen: D zirka 100%				
<i>Equisetum palustre</i>	+	2	+ -	2
<i>Triglochin palustris</i>	+	-3	+	2
<i>Carex fusca</i>	5!	3	5!	3
<i>Blysmus compressus</i>			+	-3
<i>Calliopsis palustris</i>	+ -1	2		
<i>Thalictrum alpinum</i>	+	2		
<i>Potentilla anserina</i>	+	2	1	2
<i>Viola palustris</i>			+	1
Moose (geschlossene Decke)	5!		5!	
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	5!	3	5!	
<i>Philonotis calcarea</i>	+		+	
<i>Climacium dendroides</i>	+			

D₂: *Equisetum*-*Triglochin*-Bestand. Tabelle 3, zirka 6,5 m unterhalb des Kolkes und 4,3 m vor D₁ etwas gegen die Hangseite hin verschoben. Angelegt am 24. August 1960.

Tabelle 3

Equisetum palustre - *Triglochin* - Dauerbeobachtungsfläche (D₂)

	24.8.1960		27.7.1962	
	AD	Höhe cm	AD	Vit.
Gefässpflanzen: D zirka 75%				
<i>Equisetum palustre</i>	3	35	2-3	3
<i>Equisetum variegatum</i>	1	10	1-2	-3
<i>Triglochin palustris</i>	2	25	1	2
<i>Agrostis alba</i>	1-2	20	+ -	2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	(+)	70	(+)	3
<i>Blysmus compressus</i>	2	10	1	2-3
<i>Carex davalliana</i>	1-	25-	1-2	3
<i>Carex dioeca</i>	1	-15	3-4	3
<i>Carex fusca</i>	1	10-13	2	2
<i>Carex panicea</i>	2	35	2-3	2-3
<i>Polygonum viviparum</i>	+			
<i>Calliopsis palustris</i>	1	5		
<i>Thalictrum alpinum</i>	+			
Moosdecke: D 100%				
<i>Drepanocladus revolvens</i>	5!		5!	

1960: Höhe der Blütenstengel angegeben. Rasen im allgemeinen \pm 15 cm. Vitalität im allgemeinen gut (3). *Caltha* blühend, Blätter auf dem Wasser liegend (erst 1964 verschwunden). Am Rand ausserhalb der Fläche *Deschampsia caespitosa* 70 cm hoch.

D₁: *Carex panicea*-*C. dioeca*-Bestand. Tabelle 4, Rechteckige Fläche von 2 m Länge (sumpfabwärts) und 1 m Breite, 0,6 m unter D₁. Angelegt und gleich verpflocht am 7. August 1964.

Tabelle 4

Carex panicea - *Carex dioeca* - Dauerbeobachtungsfläche (D₁)

	7.8.1964	
	AD	Vit.
Gefäßpflanzen: D 70%		
<i>Equisetum palustre</i>	1	2
<i>Equisetum variegatum</i>	2	2
<i>Triglochin palustris</i>	2	3
<i>Agrostis alba</i>	+	2-3
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	2-3
<i>Carex dioeca</i>	3-4	3
<i>Carex panicea</i>	3-4	3
<i>Blysmus compressus</i>	2	3
<i>Caltha palustris</i>	+	2
<i>Viola palustris</i>	+	1-2
Moose: D 30%		
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	3	
viel offenes Wasser		

D₁: *Carex panicea*-Bestand. Tabelle 5, Pfahl 5,85 m unterhalb D₁. Kreisförmig, gekennzeichnet durch einen Pfahl im Zentrum. Fläche mit 70 cm Radius um den Pfahl. Angelegt 24. August 1960.

Tabelle 5

Carex panicea - Dauerbeobachtungsfläche (D₁)

	24.8.1960		7.8.1964	
	AD	Vit.	AD	Vit.
Gefäßpflanzen: D 85%				
<i>Equisetum palustre</i>	1-2	2-3	1-	2
<i>Equisetum variegatum</i>			+	2
<i>Triglochin palustris</i>	-1	2-3	1	3
<i>Carex panicea</i>	5	3	5	3
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-2	3	2-3	3
<i>Ranunculus acer</i>	+	1	1	2-3
<i>Thalictrum alpinum</i>			+	1-2
<i>Potentilla erecta</i>	+	1	+	2-3
<i>Ligusticum mutellina</i>			+	2
<i>Galium boreale</i>	2	1-2	+ -1	1
<i>Cirsium cf. acaulon</i>	+	1	1-2	2
Moosdecke D: zirka 80% (ungleich verteilt)	ε		5	
<i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>polycarpus</i>			5	
<i>Campylium stellatum</i>			1	
viel offenes Wasser				

Aufnahme von 1964 durch caud. phil. EM, ZUBER, m: Moose bestimmt durch F. OCHSNER.

D₅ und D₆ in der gleichen flachen Mulde weiter abwärts, zirka 15 m unterhalb der Versickerungsstelle des Wassers, auf trockenem Boden, wo aber offensichtlich doch noch vom **Bodenwasser** eine wesentliche **Einwirkung** auf die Vegetation ausgeht. Die Umgebung ist von Pinus-mugo-Gebüsch bewachsen.

D₅: *Carex panicea-Deschampsia caespitosa*-Bestand. Tabelle 6. Angelegt 27. Juni 1952.

Tabelle 6

Carex panicea - Deschampsia caespitosa - Dauerbeobachtungsfläche (D₅)

	27.6.1952		23.8.1960		27.7.1962		7.8.1964	
	AD	Vit.	AD	Vit.	AD	Vit.	AD	Vit.
<i>Equisetum variegatum</i>	+	-	2	-	1	2	1	2
<i>Selaginella selaginoides</i>			+	3	+	3		
<i>Agrostis tenuis</i>	+1	3						
<i>Deschampsia caespitosa</i>	3-4	3	1	2-3	2	2	+	2
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>	1-2	3	-2	1-2	1	-2		
<i>Carex sempervirens</i>							1	(2)
<i>Carex ericetorum</i>					+	2-3	+	(2)
<i>Carex panicea</i>	45	5	5	2-3	45	2	2-3	2
<i>Polygonum viviparum</i>			+	1				
<i>Aconitum napellus</i>	-3	3	1-	2-	1	2	-1	-2
<i>Thalictrum alpinum</i>			+	1	2	2-3	1	-2
<i>Ranunculus acer</i>	+	1	1	2-3	2-3	3	1-2	2
<i>Parnassia palustris</i>	+	2						
<i>Potentilla erecta</i>	1	3	1-2	3	1-	3	2-3	3
<i>Potentilla anserina</i>	+	2						
<i>Alchemilla vulgaris</i> ssp. <i>alpestris</i>			+	-	2	1	3	+-
<i>Sanguisorba officinalis</i>	-1	2	1-	1-2	2	2	2-3	
<i>Vicia cracca</i>	-1	3	1	-2	2-3	2-3	+-1	2
<i>Polygala alpestris</i>					1	3	+	2
<i>Primula farinosa</i>			+-	2-3	1	-3	+-1	2
cf. <i>Prunella vulgaris</i>			+	1				
<i>Euphrasia montana</i>			3	3	1	3	2	3
<i>Galium pumilum</i>	+-	1	+	1-2	1	2-3		
<i>Plantago media</i>			+	1-2	+	2		
<i>Viola rupestris</i>					+	2		
Moose:			2-3		-3		3	
<i>Bryum capillare</i>							(1)	
<i>Campylium stellatum</i>							(1)	
<i>Ptychodium plicatum</i>							(1)	
<i>Tortella tortuosa</i>							(1)	
Nackter Boden					2-3		3-	

1952: Ziemlich geschlossener Rasen. Moose müssen jedenfalls spärlich gewesen sein, da sie bei der Aufnahme nicht beachtet wurden.

1962: *Carex panicea* zum **grossen** Teil am Absterben. Reichlich Hirschlosung über die Fläche verstreut.

1964: Allgemein schlechtes Gedeihen der Blütenpflanzen, grosse, offene Flächen (**inkl. Moose** 35%).

Carex sempervirens mncht Ausnahme (1 **grosses**, üppig wachsendes Exemplar). Die Einklammerung der Moose (1) bedeutet, dass die Anteile der einzelnen Arten nicht bekannt sind.

D,: *Deschampsia caespitosa*-*Thalictrum alpinum*-Bestand. Tabelle 7, zirka 70 cm hangwärts von D, und bereits am Rande von Pinus-Gebüsch, Rechteck von 90 auf 285 cm. Angelegt 28. Juni 1952. Jetzt sehr beschattet: Pinus-Äste decken 1-2 m über dem Boden zirka $\frac{3}{4}$ der Fläche (1965).

Tabelle 7

Deschampsia caespitosa - *Thalictrum alpinum* - Dauerbeobachtungsfläche (D₆)

	28.6.1952		23.8.1960		27.7.1962	
	AD	Vit.	AD	Vit.	AD	Vit.
Gefäßpflanzen: D 100%						
<i>Equisetum variegatum</i>	+-	2	1	-2	+-	2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	2	3	5	3	5!	3
<i>Poa pratensis</i>	+	2-3	-			
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>	2	3	2	+2	1-2	2-3
<i>Carex panicea</i>	-3	3	-2	2-3	1	1
<i>Polygonum viviparum</i>	+ -1	2	+ -1	3	1	3
<i>Aconitum napellus</i>	1	3	-1	-3	1	2
<i>Thalictrum alpinum</i>	4-5	2-3	5!	-3	5!	2-3
<i>Ranunculus acer</i>	1	3	+ -1	3	+	3
<i>Potentilla erecta</i>	+	2	2	-3	1-2	3
<i>Potentilla anserina</i>	1	2	+	1	+	1
<i>Potentilla crantzii</i>	+	2				
<i>Trifolium repens</i>					+	2
<i>Vicia cracca</i>	+	3	+ -1	2	1-2	2-3
<i>Polygala amarella</i>					+	2-3
<i>Primula farinosa</i>	+	2-3	+	1-2	+ -	3
<i>Thymus serpyllum</i>	+	2				
<i>Plantago media</i>	+	2-				
<i>Galium pumilum</i>	+	2-3				
<i>Phyteuma orbiculare</i>	+	2	+	1		
Hymenomyceten-Fremdkörper			1			
Moose:	+					
<i>Brachythecium salebrosum</i>	+					
<i>Bryum capillaceum</i>	+					

1960: Ausgesprochen zweischichtig: *Deschampsia* u.a. oben, *Thalictrum* unten. Obere Längshälfte stark im Schatten einer Föhre. *Euphrasia montana* am N-Rand bis an den Rand des Quadrates aber ohne einzutreten.

1962: Reichlich Tau, noch um 11.30 Uhr nass. Viel dürre Streue von *Deschampsia*. *Carex panicea* im Abgang. *Festuca* nur ganz schwache Horste.

1964: *Deschampsia caespitosa* sehr üppig, zirka 1 m hoch.

1952 (und später): *Carex ericetorum* gegenüber *C. verna* wahrscheinlich vorherrschend. Doch beide vorwiegend steril.

1960: In unmittelbarer Umgebung: reichlich blühende *Briza*, *Koeleria*, *Agrostis*; auf kleinen Erhöhungen grosse Bülden von *Carex sempervirens*, stellenweise viel *Elyna myosuroides*. Rasen im Quadrat generell mager, niedrig, ganz gleichmässig.

1962: Rasen 2-5 cm, sehr mager, abgefressen. Reichlich blühen nur *Thymus* und *Galium*. Dach auch verschiedene blühende *Agrostis* (15 cm hoch) und *Briza*. Keine blühende *Carex verna*, nur *C. ericetorum*. Rand aussen reichlich Hirschlosung.

7.8.1964: Zustand des Rasens wie 1962. Auffallend zurückgegangen: *Briza* (1), *Carex* cf. *panicea* (+), könnte z.T. auch *C. flacca* sein, stets steril. Aber Zunahme von *Trifolium repens* (-2); neu wieder *Trifolium pratense* (+).

22.9.1965: *Carex panicea*: ein kümmerlich fruchtendes Exemplar unmittelbar ausserhalb der Fläche. - Rasen maximal abgefressen. In der Nähe: 85 cm entfernt *Picea*-Grotze, 45 cm hoch; 325 cm eine *Pinus*-Grotze, 85 cm hoch.

D_8 - D_{10} befinden sich auf der linken Seite des Spöl, in zirka 1670 m Meereshöhe und zirka 400 m oberhalb der Brücke von Punt Periv, an dem kleinen Quellbächlein (vgl. S. 288), auf dem schmalen Rasenstreifen, der das Bächlein begleitet und unter starkem Einfluss des Bodenwassers steht (Abb. 11). Die Höhe der Bodenoberfläche über dem Wasserspiegel hat sich seit 1952 kaum geändert.

D₈: *Carex flacca*-*Festuca rubra* ssp. *commutata*-Bestand. Tab. 9, bei der ersten Aufnahme zirka 15 cm über dem Wasserspiegel. Boden etwas über 15 cm Sand und darunter Kies. Vegetation homogen, ziemlich **hochwüchsig**, 1 m². Angelegt 26. Juni 1952.

Tabelle 9

Carex flacca - *Festuca rubra* *commutata* - Dauerbeobachtungsfläche (D.)

	26.6.1952		23.8.1960		27.7.1962, ergänzt 7.8.1964	
	AD	Vit.	AD	Vit.	AD	Vit.
<i>Picea abies</i>					+	K
<i>Pinus</i> cf. <i>mugo</i>					+	K
<i>Equisetum variegatum</i>	2-3	3	2-3	2	2-3	-3
<i>Agrostis alba</i>			-1	2-3	+-	2
<i>Deschampsia caespitosa</i>			+ -1	2-3	+-	3
<i>Briza media</i>					+-	2-3
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>	3	2	2-3	2-3	3	2-3
<i>Carex incurva</i>	+-	3				
<i>Carex frigida</i>	+	3				
<i>Carex flacca</i>	4	3	3	2-3	4	2-3
<i>Salix</i> cf. <i>myrsinites</i>	+	K				
<i>Betula</i> cf. <i>pubescens</i>	+	K				
<i>Ranunculus acer</i>	+	1				
<i>Potentilla erecta</i>	+-	2-3	+	2	+	2-3
<i>Sanguisorba maior</i>	+-	2	2	2-3	2	2
<i>Trifolium repens</i>					+ -1	3
<i>Trifolium pratense</i> sp. <i>nivale</i>	+	2				
<i>Lathyrus pratensis</i>			1	2-3	+ -1	2-
<i>Vicia cracca</i>	+-	2-3	2	2	2	3
<i>Linum catharticum</i>	1	-3	2	2-3	+	3
<i>Polygala amarella</i>	+	3			+	2
<i>Helianthemum alpestre</i>					+	K
<i>Ligusticum mutellina</i>	+	2				
<i>Primula farinosa</i>	1	3			+	2
<i>Gentiana clusii</i>	+	2				
<i>Rhinanthus minor</i>					+	3
<i>Plantago alpina</i> (u. <i>P. serpentina</i>)	2-3	-3	3	2-3	2-3	3
<i>Tussilago farfara</i>	1	2	1	1-2	2	(2)
<i>Leontodon hispidus</i>	3	2	2	2	2	3
<i>Leontodon</i> cf. var. <i>crispatus</i>					+	K
<i>Leontodon autumnalis</i>	1-2	2	+	-2	+ -1	-2
<i>Hieracium</i> cf. <i>staticifolium</i>					+	2
offener Boden	2		3		4	

1952: Rasen ziemlich **hochwüchsig**: *Carex* - Halme bis 40 cm, Blätter bis 25 cm, *Sanguisorba* 27 cm, *Vicia* (unvollständig entwickelt) 22 cm, *Equisetum* 19 cm, *Plantago* bis 24 cm, *Potentilla* 12 cm.

1960: Etwas offener, zwergiger Rasen, mit vorragenden Stengeln oder Blütenständen von *Carex flacca*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Sanguisorba*, sowie einige von *Agrostis* und je 1 von *Deschampsia* und *Festuca*.

7.8.1964: Wenig verändert; neu gefunden und in Tabelle von 1962 eingetragen: *Pinus*, *Picea*, *Linum catharticum* (war 1962 **verschwunden**), *Helianthemum alpestre*, *Rhinanthus minor*, *Leontodon hispidus* var. *crispatus*.

D, : *Carex incurva*-*Eleocharis pauciflora*-Bestand. Tab. 10, ebenda, zirka 25 m oberhalb D. Oberfläche 15-20 cm über dem Wasserspiegel, aber der Boden zur Zeit der ersten Aufnahme ganz wassergetränkt, 15 cm Sand, dann Kies. Rasen zwerpig, homogen mit Bezug auf *Carex incurva*, *Eleocharis pauciflora* und *Tussilago*; übrige Arten unregelmässig eingestreut. 1 m². Angelegt 26. Juni 1952.

Tabelle 10

Carex incurva - *Eleocharis pauciflora* - Dauerbeobachtungsfläche (D.)

	26.6.1952		23.8.1960		7.8.1964			
	AD	Vit.	AD	Vit.	alte Oberfläche		auf aufgeschwemmtem Sand	
	AD	Vit.	AD	Vit.	AD	Vit.	AD	Vit.
Gefässpflanzen:								
D (1952,1960) zirka 100%								
<i>Equisetum palustre</i>			+	-3	+	1	1	1-2
<i>Equisetum variegatum</i>	2-	3	2-	3	3-	3	2	2
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	3	+	3				
<i>Agrostis alba</i>	+ -	(2)	1	3	2	3	1	9
cf. <i>Calamagrostis varia</i>	+	2						
<i>Deschampsia caespitosa</i>					+	2		
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>			+	3				
<i>Carex davalliana</i>					+	2		
<i>Carex incurva</i>	-4	3	-4	3	1	-3	1	3
<i>Carex bicolor</i>	+ -	3	+	3				
<i>Carex fusca</i>			1	3				
<i>Carex frigida</i>	+	3						
<i>Carex capillaris</i>	+	3						
<i>Carex sempervirens</i>	+	3	+	2				
<i>Carex flacca</i>	+	2	+	3				
<i>Eleocharis pauciflora</i>	4	3	-4	3	1	3		
<i>Juncus alpinus</i> u. <i>J. articulatus</i>	1	3	1	3	1	3		
<i>Tofieldia calyculata</i>	+	(2)	+	2-3				
<i>Salix</i> cf. <i>hastata</i>	+ -	K	+	1				
<i>Salix</i> sp.	+	K						
<i>Betula</i> cf. <i>pubescens</i>	+	K						
<i>Polygonum viviparum</i>	+ -1	3						
<i>Silene cucubalus</i>					+	2	+	-2
<i>Minuartia verna</i>							+	3
<i>Ranunculus acer</i>	+	1-2						
<i>Trifolium pratense</i> (ssp. <i>nivale</i>)			+	2-3				
<i>Saxifraga aizoides</i>	+	3						
<i>Parnassia palustris</i>	+	(2)						
<i>Potentilla erecta</i>	1	2-3	1	2	2	3		
<i>Vicia cracca</i>	+	(2)	+	2	+	3		
<i>Polygala amarella</i>	+	3						
<i>Linum catharticum</i>	+ -	3	+	3				
<i>Ligusticum mutellina</i>			+	3				
<i>Plantago alpina</i> (u. <i>P. serpentina</i>)	+	3	+ -1	3	+	3		
<i>Plantago media</i>	+	1-2						
<i>Plantago maior</i>	+	1-2						
<i>Tussilago farfara</i>	2	(2)	1	(2)	-4	2	3	2
<i>Achillea millefolium</i>							+	2
<i>Leontodon hispidus</i>	-	2-3	1	2-				
<i>Rhinanthus minor</i>			+	3				
Moose:	2		2					

zirka 25 m ober,
 en zur Zeit der
 vergig, homogen
 2 Arten unregel-

1952: Rasen zwergig, 4-12 cm hoch, mit einem grossen Horst von *Carex sempervirens* (Blätter 15-17 cm, Halme 37 cm). Moose klein und eher spärlich. Von H. ZOLLER bestimmt *Mörkia blyttii*, *Blasia pusilla*.

1960: Beide *Juncus* lassen sich infolge besserer jahreszeitlicher Entwicklung auseinanderhalten: *J. articulatus* scheint etwas weniger häufig zu sein, fruchtet aber besser. *Salix*. cf. *hastata* 15 cm hoch. Bodenoberfläche 10-15 cm über Wasser.

1962: Das Hochwasser von 1960 hat die Station so hoch mit Sand überführt, dass kein Pfahl mehr zu sehen war. Aus dem Sand wächst nur *Equisetum variegatum* hervor.

1964: Ein Teil der alten Oberfläche ist wieder hervorgekommen, nachdem der Sand abgeschwemmt ist. Drei Pfähle sind sichtbar. Die Vegetation auf der alten Oberfläche und auf dem Überschwemmungssand wurde getrennt aufgenommen.

Die Dauerfläche 9 ist durch das Hochwasser vom Herbst 1960 (s. S. 289) leider hoch mit Sand überführt und vollständig zerstört worden. Die Sandablagerung dieses Hochwassers längs dem Bächlein war sehr unregelmässig, da offenbar der Sand mit dem Wasser vom Fluss, also von der Seite her kam. Die Dauerfläche 7 zum Beispiel blieb ganz verschont.

Da im Sommer 1964 ein Teil des Sandes abgespült war und neues Pflanzenleben erschien, wurde die Fläche D, neu aufgenommen, das Stück alte Oberfläche und das noch mit Sand bedeckte Stück, die beide ungefähr gleich gross waren, getrennt (vgl. Tab. 10). Man sieht, dass eine Reihe von Arten die Sandbedeckung überstanden haben und sich auch durch die Sandschicht wieder an die neue Oberflächendurcharbeiteten. *Tussilago* und *Equisetum variegatum* haben sogar kräftig zugenommen, auf dem alten Boden auch *Agrostis alba* und *Potentilla erecta*, denen durch den Wegfall der Konkurrenz Platz frei wurde.

Längs des Bächleins sind noch ähnliche *Carex incurva*-Rasen erhalten geblieben. Im Jahre 1964 wurde in einem solchen Bestand eine neue Dauerfläche angelegt:

D₁₀, *Carex incurva*-*Eleocharis pauciflora*-Bestand. Tab. 11, 3 m oberhalb der zerstörten Fläche D₉, auf der linken Seite des Bächleins, von zirka 15 cm über dem Wasser bis ans Wasser reichend. 1 m². Angelegt 7. August 1964.

Tabelle 11

Carex incurva - *Eleocharis pauciflora* - Dauerbeobachtungsfläche (D₁₀)

		7.8.1964	
		AD	Vit.
Gefässpflanzen: D zirka 90%			
	<i>Equisetum variegatum</i>	3	3
	<i>Eleocharis pauciflora</i>	3 4	3
	<i>Triglochin palustris</i>	+	-3
	<i>Agrostis alba</i>	+ -	2-3
	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	2
	<i>Carex davalliana</i>	1-2	3
	<i>Carex incurva</i>	3-4	3
	<i>Carex flacca</i>	+	2-3
	<i>Saxifraga aizoides</i>	+ -	-3
	<i>Vicia cracca</i>	-1	2
	<i>Tussilago farfara</i>	+2	(2)
Moose Gesamtdeckung zirka 50%			
	<i>Cratoneuron commutatum</i>	4	
	<i>Cratoneuron filicinum</i>	2	
	<i>Philonotis calcarea</i>	3	3

e (D₉)

1964

auf aufge-
 schwemmtem Sand
 AD Vit.

1 1-2

2 2

+ 2

1 3

+ -2

+ 3

3 2

+ 2

Der sehr lange verzögerte **Kraftwerkbau** legte es nahe, bereits vor seinem Beginn die Dauerflächen auf etwa eintretende Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung zu prüfen. Nachdem kurze Besuche den Eindruck erweckt hatten, es seien Veränderungen wesentlicher Art eingetreten, **erfolgte im Jahre 1960** eine neue Bestandesaufnahme, wobei die Flächen in der Sumpfmulde **ergänzt** wurden. Neue Untersuchungen fanden in den Jahren 1962 und 1964 statt.

Da diese Ergebnisse auch für die richtige Beurteilung der nach dem Entzug des Spülwassers eventuell feststellbaren Vegetationsveränderungen von Bedeutung sind, so sind die späteren **Vegetationsaufnahmen** auch in die Tabellen eingetragen, und die **Veränderungen** seien nachstehend zusammengefasst.

Die Dauerflächen **1, 2, 4** in der Sumpfmulde lassen in den Jahren von 1952 (**resp.**, 1960) bis 1964 nur geringe Veränderungen **erkennen**, wahrscheinlich vor allem als das Ergebnis **von** individuellem Wachstum oder Rückgang einzelner Arten, ohne **wesentliche** Wandlung des Bestandes **als** ganzes. *Carex dioeca* wurde wiederholt in nicht fruchtendem Zustand angetroffen und anfänglich vermutlich übersehen oder **zu** niedrig eingeschätzt. Ferner scheint es, dass einzelne bestandesfremde Arten an einer für sie günstigen Stelle **im** Bestand keimen und sich entwickeln, aber bald wieder zurückgehen und verschwinden. Die Struktur des Bestandes als ganzes, hier das Herrschen von hygrophilen Arten mit einander ähnlichen Standortsansprüchen, **wird** dadurch nicht verändert. Eine Veränderung der ökologischen Verhältnisse innerhalb dieser **Sumpfgesellschaften** ist, soweit dies durch blosser Beobachtung feststellbar ist, nicht erfolgt.

Die Dauerflächen 4 und 5 stehen auf oberflächlich trockenem Boden, der aber, nach der Vegetation zu urteilen, in geringer Tiefe feucht oder **nass** sein muss; denn **es** herrschen oder herrschten doch Hygrophyten (*Carex panicea* und *Deschampsia caespitosa*, in D. auch *Thalictrum alpinum*). Auffallende Veränderungen sind in der Vegetation von Dauerfläche 5 innerhalb der 10 Jahre vor sich gegangen: *Agrostis tenuis*, *Parnassia palustris* und *Potentilla anserina*, alle drei allerdings bereits 1952 nur vereinzelt vorhanden, sind ganz verschwunden, die Subdominanten *Deschampsia caespitosa* und *Aconitum napellus* sind stark zurückgegangen und haben auch an Vitalität eingebüsst; *Carex panicea* als dominante Art hat neuerdings an Flächendeckung stark abgenommen und verlor sehr an Vitalität. 1962 machte ich sogar die Notiz **«befindet sich zum grossen Teil am Absterben»**, und bis 1964 ist **dies** in bedeutendem Umfang erfolgt. Andererseits sind neue Arten zugewandert oder haben sich ausgebreitet. Besonders auffallend sind in dieser **Hinsicht** *Potentilla erecta* und *Sanguisorba officinalis*. Andere Arten haben nach anfänglich starker Ausbreitung neuestens wieder stark **abgenommen**, so *Ranunculus acer*, *Thalictrum alpinum*, *Vicia cracca*, *Alchemilla vulgaris* ssp. *alpestris*. Eine klare Tendenz in der Richtung auf **Austrocknung** ist in diesen Veränderungen nicht vorhanden. Immerhin **könnte** die starke Abnahme von *Carex panicea* und der Rückgang von *Deschampsia caespitosa* mit einem **Tieferliegen** des **Bodenwassers**, das vom Sumpf herkommt, in Verbindung gebracht werden. Sehr wahrscheinlich ist aber die ausgesprochene Verschlechterung des Rasens und das ausgedehnte Auftreten von nacktem oder moosbewachsenem Boden in erster Linie durch den Fusstritt des **Hirschwildes** erfolgt, das seinen Weg über diese zwischen dem **Bergföhrengbüsch** liegende Enge nimmt. **Hirschlosung** war 1962 reichlich über die Fläche verstreut.

Auch die Dauerfläche 6 weist starke Veränderungen auf, die **teilweise** wohl durch die bedeutend stärker gewordene Beschattung hervorgerufen wurden. So sind 6 Arten verschwunden, von denen die Mehrzahl etwas xerischer Art oder doch schattenfliehend ist. Die bereits 1952 sehr spärlichen Moose sind verschwunden. Neu hinzu kamen vereinzelte Exemplare von *Trifolium repens* und *Polygala amarella*. Das bereits 1952 sehr häutige *Thalictrum alpinum* ist zu einem richtigen Bodenteppich geworden, allerdings

relativ wenig blühend. In der oberen Vegetationsschicht nahm *Carex panicea* sehr stark ab, während *Deschampsia caespitosa* zur absoluten Dominanz aufrückte und auch *Potentilla erecta* und *Vicia cracca* stark zunahmen.

Dauerfläche 6 ist besonders wichtig, da es sich um einen Weiderasen handelt, der sich seit 1952 sehr verändert hat. Leider wurde damals verfehlt, die Höhe des Grases und der Halme anzugeben. Der Rasen war aber meines **Erinnerns gutwüchsig**, und es fiel mir bei späteren Besuchen, besonders vom Ende der **50iger Jahre** an, immer sehr auf, dass er **auffallend** gleichmässig niedrig war, nur wenige Zentimeter hoch (1962 = 2-5 cm), mit niedrigen **Blütenstengeln** der Gräser und der **Krautpflanzen** (1962 *Agrostis tenuis* zirka 15 cm hoch). Auch die Zusammensetzung des Rasens hat sich wesentlich gewandelt: Verschwunden sind *Avena pubescens*, *Carex ornithopoda*, *Luzula multiflora*, *Trifolium pratense*, *Ligusticum mutellina*, *Veronica chamaedrys*, *Gentiana verna*, *Galium boreale*, die allerdings alle bereits vorher nur vereinzelt oder doch spärlich (*Trifolium pratense*, *Galium boreale*) vorhanden waren. Stark abgenommen haben *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Trifolium repens*. Eine Reihe von Arten haben deutlich an Vitalität eingebüsst, so *Agrostis tenuis*, *Koeleria pyramidata*, *Briza media*, *Festuca rubra* ssp. *commutata* (besonders deutlich!), *Ranunculus acer*, *Trifolium repens*, *Achillea millefolium*. Abgenommen hat auch der **Deckungsgrad** der Moose.

Andererseits haben mehrere Arten an Verbreitung in der **Beobachtungsfläche** bedeutend zugenommen, in starkem Masse *Carex ericetorum* und *C. verna* (vgl. Anmerkung Tab. 8), *Potentilla erecta* (vorübergehend), *Galium pumilum*, *Thymus serpyllum*, andere dagegen nur wenig wie *Carex flacca*, *Ranunculus acer*, *Plantago media*, *Campanula scheuchzeri*. Neu eingewandert sind 7 Arten, darunter eine gute Futterpflanze (*Poa alpina*), die **gleich** wieder verschwunden ist.

Wenn man **diese** Veränderungen, die auch im Rasen ringsum, soweit er trocken ist, sehr auffallen, überblickt, so ergeben sich folgende Hauptpunkte:

1. Quantitative Abnahme der organischen Stoffproduktion (Abnahme der Rasenhöhe).
2. Abnahme oder sogar Verschwinden der guten Futterpflanzen (*Agrostis*, *Avena*, *Festuca*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Ligusticum*).
3. Ausbreitung von Unkräutern oder schlechten Futterpflanzen, besonders stark von *Carex ericetorum*, *Potentilla erecta* (bis 1960), *Galium pumilum* und *Thymus serpyllum*.
4. Starker Wechsel von zufälligen Arten, die im Bestand nur in kleinster Menge auftreten.

Es ist also eine ausgesprochene Verschlechterung des Rasens mit Bezug auf seinen **Futterwert** eingetreten. Parallel geht aber auch eine Veränderung seiner Struktur nach der xerischen Seite hin. Der Hauptgrund dafür dürfte in der starken Beweidung durch die Hirsche liegen, deren Losung in der Beobachtungsfläche und im Rasen ringsum reichlich **liegt**, aber dem Anscheine nach wenig düngend wirkt.

Dauerfläche 8 (*Carex jlacca*-*Festuca rubra* ssp. *commutata*-Rasen). Das Aussehen dieses Rasens hat sich von 1952-1962 (1964) sehr verändert: Er war **hochwüchsig** und ist **zwergig** geworden (vgl. Anmerkung zu Tab. 9); er war dicht geschlossen und ist sehr offen geworden (1962 zirka 30% offener Boden), trotzdem er zwar an **Artenzahl** etwas zugenommen hat (8 verloren und 11 neu hinzugekommen).

Der Rasen hat sich aber trotzdem ökologisch nicht sehr verändert. Die herrschenden Arten (*Carex jlacca*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Equisetum variegatum*, *Plantago alpina*) haben an Häufigkeit kaum abgenommen. Alle Verschwundenen, mit Ausnahme von *Liriodendron catharticum*, waren bereits 1952 nur in vereinzelt Exemplaren

vorhanden, und für das einjährige *Linum*, das 1960 noch reichlich vorhanden war, kann als Ursache des Verschwindens im Jahre 1962 der sehr trockene Sommer betrachtet werden. 1964 war es wieder aufgetaucht. Aus dem Verschwinden der guten Futterpflanze *Trifolium pratense* kann kaum ein Schluss auf Vermagerung gezogen werden, da *Trifolium repens* neu auftauchte mit Vitalität 3 und andere Futterpflanzen sich mit guter Vitalität erhalten haben (jedoch Abnahme von *Leontodon*; Zunahme von *Sanguisorba* und *Tussilago*?). Ein tieferes Einschneiden des Quellbächleins, an dessen Ufer die D₈ liegt, in den 10 Beobachtungsjahren ist trotz der katastrophalen Störung der Alluvion kaum anzunehmen (s. S. 298). Ich sehe als Hauptursache für die Verschlechterung des Rasens den Tritt oder vielleicht auch die Lagerung der Hirsche, deren Weg zur Tränke gerade hier durchführt. Das Offenwerden des Bestandes, das Zusammengedrücktwerden der hochstengeligen *Carex flacca*, der Ersatz von *Trifolium pratense* durch *T. repens*, die starke Ausbreitung von *Plantago alpina* sprechen auch für diese Auffassung.

Dauerfläche 9 (*Carex incurva-Eleocharis paucijlora*-Bestand): Wie erwähnt (S. 301) ist diese Dauerfläche durch Hochwasser im Jahre 1960 zerstört worden. Die beiden Aufnahmen von 1952 und 1960 sind aber sehr instruktiv und lassen erkennen, dass diese Gesellschaft in den Hauptkonstituenten (*Carex incurva*, *Eleocharis paucijlora*, *Equisetum variegatum*) während 8 Jahren kaum geändert hat. Von den Nebenkongstituenten dagegen sind 12 Arten mit geringster Häufigkeit verschwunden, und 6 andere, ebenfalls mit geringster Häufigkeit, sind neu hinzugekommen. Diese sind aber alle im wesentlichen für die Gesellschaft Fremdlinge, zufällige und meist vorübergehende Einwanderer. Für den Bestandestypus des Caricetum *incurvae* ist von den verschwundenen wie von den neu hinzugekommenen Arten keine einzige charakteristisch. Es ist auffallend, dass mehrere Arten, die im Jahre 1952 normale Vitalität aufwiesen, sich unter den Verschwundenen befinden. Wesentlich abgenommen hat der Huflattich, *Tussilago farfara*, eine charakteristische Art der Erstbesiedlung auf solchen nassen Sandböden. Vielleicht ist er trotz der unterirdischen Ausläufer bei dichtem Bestandesschluss nicht mehr konkurrenzkräftig. Eine grössere floristische Veränderung im Bestand würde wohl nur bei bedeutender Änderung in den ökologischen Faktoren eintreten, vor allem bei oberflächlicher Austrocknung des Bodens.

Überblicken wir die Veränderungen unserer Dauerflächen zwischen den Jahren 1952 (1960) und 1962 (1964) gesamthaft, so lassen sich zwei Gruppen unterscheiden. In der ersten Gruppe, umfassend die Flächen in der Sumpfmulde und im Quellbach (D1, 2, 4, 9) ergeben sich in der Flora und in ihrem Gedeihen keine Veränderungen, die auf wesentliche ökologische Umstellungen hinweisen würden, weder im Gesamtaspekt noch in der floristischen Zusammensetzung, wobei allerdings von 2 dieser Flächen in Betracht zu ziehen ist, dass sie erst seit 1960 existieren. Die Bildung von organischer Substanz ist ungefähr gleich geblieben, ziemlich gross in der Sumpfmulde, klein im Quellbach. Einzelne Arten sind verschwunden, andere neu eingewandert, stets nur wenige Individuen. Diese Arten sind in der Gesellschaft unwichtige Begleiter oder bestandesfremd und für die Gesellschaft als ganzes ohne Bedeutung. Was nun die Arten anbetrifft, welche die Gesellschaft aufbauen und erhalten, so sind sie alle Hygrophyten, die ökologisch weitgehend übereinstimmen. Ihr Anteil hat sich teilweise auch verändert: einzelne haben sich ausgebreitet, andere sind etwas zurückgegangen. Hier handelt es sich wahrscheinlich zur Hauptsache um normale Vorgänge in einer festgefühten, mit ihren ökologischen Umweltsbedingungen in Harmonie stehenden Gesellschaft, und die Häufigkeits-Schwankungen werden vor allem durch natürliche Wachstums- und Absterbevorgänge hervorgerufen, obwohl kleine und vorübergehende Schwankungen ökologischer Faktoren, z. B. der Wasserversorgung, auch mitbestimmend sein können.

Ganz anders als diese hygrophytischen Gesellschaften verhalten sich die auf trockenem Boden stehenden (D 5, 7, 8). Hier sind die soeben für die hygrophytischen Gesellschaften genannten Veränderungen auch vorhanden, treten aber neben anderen wenig hervor. Was in erster Linie auffällt, ist der sehr starke Rückgang der organischen Stoffproduktion. Der anfänglich dicht geschlossene, ziemlich **hochwüchsige** Rasen ist niedrig geworden, in D 5 und 8 auch sehr offen, mit überall vortretendem nacktem Boden. Auch die floristische Zusammensetzung hat sich verändert und das nicht nur mit Bezug auf die bestandesfremden Einsprengsel. Es haben sich einzelne Arten, sogar neu eingewanderte, stark ausgebreitet, andere vorher **häufige**, sind zurückgegangen bis zur Bedeutungslosigkeit. Dabei ist ein Wechsel in der ökologischen Wertung der Flora eingetreten. Allgemein ist festzustellen, dass die anspruchsvolleren Arten, besonders die Futterpflanzen, zurückgegangen sind und an ihre Stelle Unkräuter traten, besonders auffällig in dem vordem stark mesophytischen Weiderasen der Dauerfläche 7. Hier haben sich offensichtlich die Umweltfaktoren geändert, und wir haben festgestellt, dass vor allem **Beweidung** und Fusstritt oder Lagerung durch das **Grosswild** (Hirsche) in Frage kommen.

Einzelne sehr trockene Sommer während der Beobachtungszeit können auch zur Xeromorphierung beigetragen haben. Wären diese Veränderungen in der **Rasenzusammensetzung** erst nach dem Wasserentzug im **Spül** durch den **Kraftwerkbau** festgestellt worden, so würden sie aber ohne Zweifel einer Klimaveränderung als Folge des **Werkbaues** zugeschrieben worden sein.

Zwischen **beiden** Gruppen steht die Dauerfläche 6. Starke Veränderungen sind eingetreten, und **zwei** Arten haben die Herrschaft ganz an sich gerissen: *Thalictrum alpinum* bildet eine geschlossene Bodenschicht, und darüber, ebenso geschlossen, steht eine **hochwüchsige**, üppige Schicht von *Deschampsia caespitosa*. Ein massgebender **Umweltfaktor** hat sich geändert, und das ist der Lichtgenuss. Der Bergföhrenbusch ist im Laufe der Jahre über die Fläche hinweggewachsen und übt Beschattung aus, verbunden mit sehr starker **Taubildung**. Da dieser Rasen keinen Futterwert besitzt, hat sich das **Grosswild** nicht veranlasst gesehen, ihn zu äsen. Und so steht er in voller Schönheit da. Auch der Rückgang der hygrophilen *Carex panicea* ist auf die starke Beschattung zurückzuführen.

Es zeigt sich an diesen Beispielen, dass Veränderungen **kleinräumiger** Art in der Vegetation recht leicht und unbeobachtet eintreten können. Somit ist es angezeigt, wenn durch den Menschen grössere Eingriffe **irgendwelcher** Art in die Natur vorgenommen werden sollen, die geeignet sind, auch die Vegetation zu beeinflussen, z. B. das **Lokalklima** zu ändern, jahrelang zum voraus Beobachtungen der Vegetation auszuführen, um die Wirkung der äusseren Eingriffe richtig erkennen zu können.

2. Lokalklimatische Messungen in Punt Periv, 25.–30. Juni 1952

Methodik, Beobachtungsstationen, Wetterlage. Für die lokalklimatischen Messungen **wurde** das Material von La Drossa her auf dem halbsbrecherischen **Livignoweg** in einem Karren mit Pferdévorspann bis in die Nähe gebracht und dann an den Fluss hinuntergetragen. Dort **wurden** die Stationen eingerichtet und auch ein Zelt zum **Übernachten** aufgestellt.

Zur Verwendung kam das gleiche Instrumentarium wie im Vorjahr in Il Fuorn, und auch die Arbeitsmethode blieb die gleiche (vgl. S. 279). Doch waren die **Beobachtungshütten** verbessert, so dass die Sonne jederzeit von den Instrumenten ferngehalten **wurde**. Neu gelangten einige Lichtmessungen zur Ausführung, und regelmässig, alle Stunden

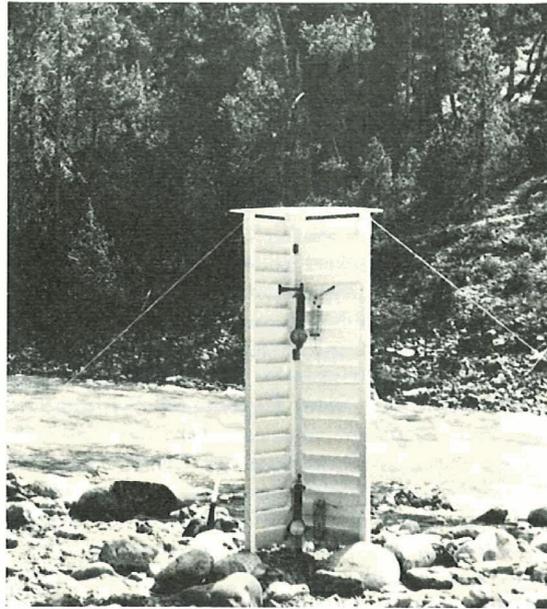


Abb. 8 Punt Periv: Station 1 auf der **Kiesinsel** im Spöl. Beobachtungshütte mit **Thermometern** und Hygrometern. Links **daneben** Bodenthermometer und **weiter** entfernt **Evaporimeter**. Jenseits des Spöl **Wald der aufrechten** Bergföhre bis ans Ufer.

Phot. W. LÜDT, VI, 1952

wurde die Temperatur der freien Luft auf der Oberen Terrasse mit dem **Schleuderthermometer** gemessen. Die **Beobachtungsstationen** wurden am 25. **Juni** 1952 angelegt und so verteilt, dass sie **einen** möglichst vielseitigen Einblick in die lokalklimatischen Verhältnisse bieten konnten:

Station 1, auf einer Flussinsel **des** Spöl, zirka 160 m oberhalb der Brücke von Punt Periv und in 1664 m **Meereshöhe**. Mehr oder **weniger** vegetationslose **Geröllbank** auf der **rechten** **Flussseite**, durch einen Wasserarm von 2 m Breite vom Ufer getrennt (**Abb. 8**). Beobachtungshütte 8 m vom **Ufer** und **3,4 m vom Hauptwasserlauf**. Boden 45 cm über **Wasser**. Bei hohem Wasserstand wird die ganze Insel **überschwemmt**.

Instrumente: in der Hütte Thermometer und Hygrometer zirka 20 und 120 cm über Boden. Bodenthermometer neben der **Hütte**, **10 cm** in Sand und **Feinkies**. **Livingstonsches** Atmometer in der Sonne neben der Hütte. In den Nächten Tauplatten von Leick (s. S. 286).

Station **1a**, Hygrometer aufgestellt am Rand der Flussinsel gegen den Fluss hin, 15 m von Station 1, zirka 50 cm **vom** Wasser und **10 cm** über dem Wasser.

Station 2, Untere **Flussterrasse**, **14,5 m** vom Flussufer und zirka **3,5 m** über dem Wasser. Merkllich beschattet und **windgeschützt**, da **randliche** Teile der Terrasse mit Legföhren bewachsen sind, doch mittlere Teile offen¹. **Mesophytischer** Rasen (dominant *Deschampsia caespitosa*, viel *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Carex flacca*, *Ranunculus acer* u. a.) auf anmoorigem Boden, Gleiche Ausrüstung wie Station 1.

¹ Beobachtung im Sommer 1965: **Bäume** sind **sehr** gewachsen. Jetzt Umrandung **geschlossen**.



Abb. 9 Punt Periv: Obere Terrasse. Vorn Sumpf mit Kolk. Mitte **Trockenwiese**. Hinten offener Bergföhrenwald. Auf der Wiese Station 3. Im Sumpf Hygrometer.
Phot. W. LÜDI, VI. 1952.



Abb. 10 Punt Periv: Station 4, Thermohygrograph am rechten Talhang **im** sehr offenen Bergföhrenwald, mit **Unterwuchs** von Erica und xerophytischen Gräsern.
Phot. W. LÜDI, VI. 1952.

Station 3, Obere, **grosse** Flussterrasse, 28 m landwärts von Station 2 und zirka 2,5 m höher; von der Sumpfmulde zirka 6 m **hangwärts** und 1,5 m **höher**. Freie Lage mit Neigung gegen SW (Abb. 9). Sandig-humoser Boden mit leicht **xerischem** Rasen, ähnlich der Dauerbeobachtungsfläche D, (vgl. Tab. 8, S. 297). Gleiche **Ausrüstung** wie Station 1.

Station 3a, Hygrometer in der Sumpfmulde, in der Nähe der **Dauerbeobachtungsfläche D**, (vgl. Tab. 2 und Abb. 9).

Station 4, **Mugo-Ericetum** am **rechten Talhang**, zirka 100 m vom **Fluss** und 36 m **höher**. **Steiler Sonnenhang** (zirka 45° SSW), **doch Besonnung** spät eintretend, locker bestanden mit *Pinus mugo* und **Bodenschicht** von *Ericetum carneae* (vgl. S. 330). **Thermohygrograph** in **Schutzhäuschen** (Abb. 10).

Die Stationen 1–4 liegen **annähernd** senkrecht übereinander.

Station 5, **Quellbächlein** am linken **Spölufer**, doch zirka 240 m oberhalb **Station 1**, hinter der mit *Pinus mugo* **bewachsenen Kiesalluvion**, 20 m vom Fluss und zirka 1 m über dem Spölwasserspiegel (Abb. 11). Für die Vegetation vgl. die **Dauerbeobachtungsflächen D₉** und **D₁₀**, Tab. 10 und 11. Thermograph und Hygrograph, als getrennte Apparate in Schutzhäuschen **auf** sumpfigem Grund, unmittelbar neben dem **Bächlein**, einige Meter voneinander. Etwas **oberhalb** und zwischen den **beiden** Häuschen **entspringen** kleine Quellen.

Station 6, Mugo-Ericetum, **Subass. hylacomietosum** am linken Talhang über der **Quellbachmulde** (zirka 80 m **WNW** von Station 5), Exp. zirka 30" E, zirka 25 m über dem Fluss und horizontal zirka 100 m von ihm **entfernt**. **Grosse Dolomitgeröllhalde**, hier bewachsen mit Zwerg- und **Spaliergesträuch**, z.T. offenes **Mugo-Ericetum**¹ (Krummholz). An der Stelle der **Station** Teppich von *Hylocomium splendens* und *Entodon schreberi* mit *Erica carnea*, *Rhododendron hirsutum*, *Vaccinium vitis idaea*, *V. uliginosum*, *Pyrola rotundifolia*.

Hygrometer und Thermometer, zirka 20 **cm** über dem Boden, durch Zeitungen **beschattet**. **Evaporimeter** 3 m entfernt auf *Dryas*-Teppich. Etwas abgelegene **Ergänzungstation**, **nur** in den **Mittagsstunden zweier Tage im Betrieb**.

Station 7. Alp la **Schera**, 2075 m, zirka 150 m südlich der Hütte, annähernd flacher Boden am **SV-Hang**, **schr offene**, freie Lage (Abb. 12). Weiderasen (Mischung von *Nardetum subalpinum* und *Festucetum rubrae commutatae*). Thermograph und Hygrograph in Schutzhütte.

Dauer der Messungen: 26. Juni morgens **bis** 29. Juni abends (**selbstregistrierende** Apparate **und Tauplatten bis** 30. Juni morgens).

Wetterlage. Das Wetter war für **meteorologische** Messungen **günstig**.

Himmelsbedeckung:

26. Juni	50–80% bedeckt , mittags stark aufhellend und nach 14 Uhr noeh 20–10% bedeckt
27. Juni	ganzer Tag wolkenlos
28. Juni	4–7 Uhr 40–70% bedeckt , von 8 Uhr an bis 14 Uhr wolkenlos und später nur noch vereinzelt kleine Wolken um 15 Uhr und 18 Uhr . Sonne nie verdeckt
29. Juni	ganzer Tag wolkenlos
30. Juni	morgens bewölkt , dann wieder ganz heii

Sonnenaufgang und -untergang: Die **Sonnenscheindauer** für Stationen 1–6 wurde durch die steilen **Talhänge** **ungünstig** beeinflusst. Für die Stellen, an denen die Instrumente aufgestellt waren, ergaben sich folgende **Annäherungswerte**:

¹ Beobachtung 2% September 1965: **Mugo-Ericetum** hat sich seit 1951 sehr **ausgebreitet**.

Station 2 und
m höher. Freie
icht xerischem
Gleiche Ausrü-

Dauerbeobach-

om Fluss und
pät eintretend,
ae (vgl. S. 330).

oberhalb Sta-
Fluss und zirka
Dauerbeobach-
t, als getrennte
dem Bächlein,
Häuschen ent-

hang über der
rka 25 m über
mitgeröllhalde,
turn¹ (Krumm-
Entodon schre-
V. uliginosum,

Zeitungen be-
e Ergänzungs-

te, annähernd
sen (Mischung
rmograph und

registrierende

nd nach 14 Uhr

14 Uhr wolken-
lken um 15 Uhr

Stationen 1-6
an denen die

usgebretet.

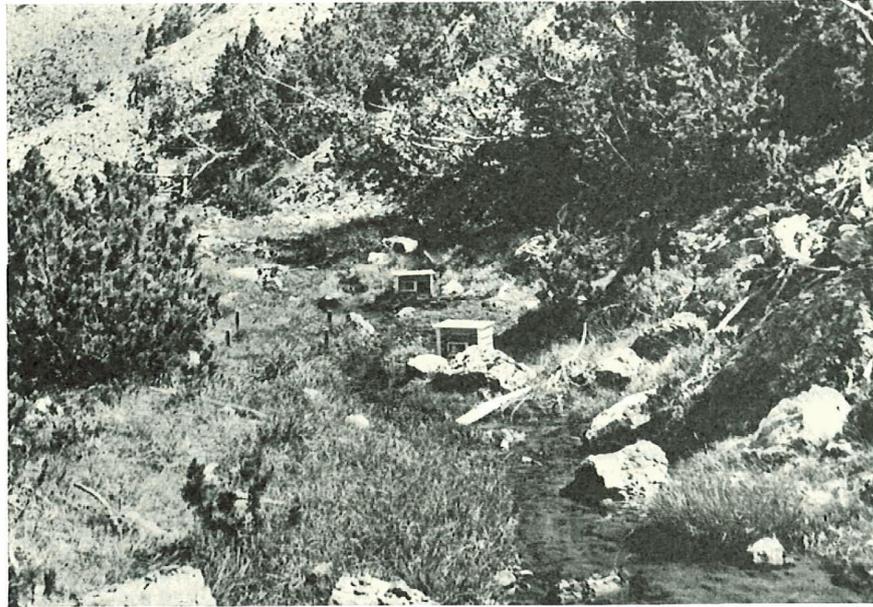


Abb. 11 Punt Periv: Station 5. Thermograph und Hygograph getrennt am Quellbächlein der linken Talseite. Rechts im Bild entspringen Quellen. Die zerstörte D-Fläche 9 Mitte links (Pflöcke). Die neue D 10 ungefähr da, wo der hintere Kasten steht.



Abb. 12 Alpweide La Schera: Station 7. Hinten Arven-Lärchenwald. Auf den randlichen Weideteilen aufwachsendes Nadelholz, vor allem Legföhren. Ganz rechts Spöltal. Hinten Blick gegen Val del Gallo. Beide Phot. W. Lüdt, VI. 1952.

Station	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang
1	7.45 Uhr	16.35 Uhr
2	7.45 Uhr	16.45 Uhr
3	8.45 Uhr	16.55 Uhr
4	8.05 Uhr	18.00 Uhr
5	6.40 Uhr	17.30 Uhr
6	6.30 Uhr	17.00 Uhr
7	Nicht beobachtet, aber nach der freien Lage jedenfalls von zirka 6 bis zirka 19 Uhr.	

Ergebnisse. Auch hier **können** wir die Ergebnisse von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Verdunstung nur in einer Auswahl bringen. Es ergibt sich aber ein repräsentatives Bild, besonders in Form von graphischen Darstellungen.

Sonnenstrahlung. Da die **Sonnenstrahlung** unsere Problemstellung nur am Rande berührt, so wurden nur ganz **vereinzelte Messungen** mit dem **Luxmeter** am 30. Juni gemacht. Verwendet wurde das Luxmeter mit **Sperrschichtzelle** nach B. LANGE, dessen Fehler zirka 3–8% betragen soll (vgl. W. MÖRIKOFER, 1940).

Um 9.25 Uhr massen wir auf der Alp La Schera, bei der Station 7, folgende Werte:

direkt gegen die Sonne (Maximalwert)	150 000	Lux
senkrecht von der Sonne weg	12 000–14 000	Lux
im Körperschatten des Messenden (bei ausgestrecktem Arm)	5 400	Lux

Anschliessend ergaben sich in Punt Periv bei Station 3 nachstehende Lichtstärken:

direkt gegen die Sonne	10.30 Uhr	173 000	Lux
	11.00 Uhr	196 000	Lux
Körperschatten (diffuses Licht, «Helligkeit»)	10.30 Uhr	8 100	Lux
	11.00 Uhr	8 700–8 800	Lux
senkrecht von der Sonne weg, talabwärts	10.30 Uhr	6 900	Lux
	11.00 Uhr	6 900	Lux
gegen den rechten Talhang	10.30 Uhr	6 500	Lux
	11.00 Uhr	6 500	Lux

Die Messungen fanden bei **völlig freier Sonne** statt. Die Zunahme der Lichtstrahlung von 9.25 bis 11 Uhr ist in **Beziehung** zu setzen zu dem Höheranstieg der Sonne. Wir verzichten auf eine Diskussion dieser wenigen Ergebnisse. Es sei **verwiesen** auf die vielen Messungen der Lichtstärke, die mit dem gleichen Instrument auf der **Schynigen Platts** bei **Interlaken** gemacht wurden (vgl. W. LÜDT 1948). Die **Gesamtstrahlung** war dort meist etwas kleiner ($\pm 150\,000$ Lux, vereinzelt aber auch 192 000 Lux). Die Helligkeit dagegen bleibt in Punt Periv gegenüber der auf der **Schynigen Platte** gemessenen wesentlich zurück. Das **Hanglicht** gibt an **beiden** Lokalitäten ähnliche Werte.

Temperatur. 26. Juni (Abb. 13 und 14). Die **Tageskurven** der Temperatur beginnen auf **Flussinsel** und Oberer **Terrasse** um 6 Uhr relativ hoch zwischen 10° und $11,5^\circ$ und steigen bis um 12 Uhr langsam und dann bis zum **Tagesmaximum** zwischen 14 und 16 Uhr rascher an, um gegen den Abend hin gleichmässig zu tieferen Werten als den morgendlichen abzufallen (um 20 Uhr = $7,5$ – $9,5^\circ$). Sie verlaufen sehr benachbart, und während des Vormittages überschneiden sie sich wiederholt, während vom Mittag an die Temperaturen auf der **Flussinsel** deutlich um 1 – 2° höher sind, als die der **Terrasse**, am tiefsten auf der Terrasse in **Bodennähe**, am höchsten auf der Flussinsel in

Bodennähe, was **wohl** auf die starke Erwärmung der kiesigen Bodenoberfläche durch die **Besonnung** zurückzuführen ist.

Die Thermographen haben den Vorteil, dass sie den ganzen **24stündigen** Tag umfassen. Die Vormittagswerte für **Quellflur** und Mugo-Ericetum sind tiefer als am Fluss und auf Oberer Terrasse, differenzieren sich **aber** gegen Mittag sehr stark, **wobei** Quellflur und Alp La Schera mit einem Maximum von 15° von allen Stationen am tiefsten bleiben, während das Mugo-Ericetum mit $21,5^{\circ}$ die weitaus höchste Erwärmung erreicht. Die mit dem Schleuderthermometer festgestellte Temperatur der freien Luft **zeigt** eine ziemlich ausgeglichene Kurve, die während drei Stunden, von 13–16 Uhr auf dem **Tagesmaximum** von 16° bleibt. Dieser Tagesverlauf der Temperatur ist das Ergebnis der **wechselnden Himmelsbedeckung** (vgl. S. 308).

27. Juni (Abb. 15 und 16). Im Gegensatz zum Vortag blieb der Himmel den ganzen Tag über wolkenlos. Die Morgentemperaturen waren sehr niedrig; auf Flussinsel und Oberer Terrasse **bodennah** und **bodenfern** in der Nähe des Nullpunktes, im Mugo-Ericetum -1° , in der freien Luft $-1,5^{\circ}$, und an der Quellflur sogar -2° mit dem Minimum zwischen 4 und 5 Uhr morgens. Auf der Alp La Schera betrug der Minimalwert der Temperatur **trotz** der 400 m höheren Lage nur 0° und **wurde** erst um 6 Uhr erreicht. Um 6 Uhr begann allgemein die **Aufwärmung**, **bis** um 7 Uhr nur schwach, dann aber sehr stark und ein hohes Mass erreichend (vgl. Tab. 12). Der Temperaturabfall erfolgte von zirka 16 Uhr an steil, bei dem am **stärksten** erhitzten **Mugo-Ericetum** am ausgeprägtesten bereits von 15 Uhr an. Die ausgeglichene Tageskurve der Luftstationen zeigt die Alp La Schera.

An diesem Tag und an den folgenden **wurden** die Werte der Bodentemperaturen in 10 cm Bodentiefe auf der Flussinsel und auf der Oberen Terrasse in die Kurvenzeichnung eingesetzt. Sie zeigen das charakteristische Verhalten der Bodentemperaturen im Vergleich zu denen der anstossenden Bodenoberfläche: verhältnismässig **schwache Abkühlung** über Nacht und verlangsamten Anstieg zu einem mässigen Tagesmaximum um 16 Uhr. Doch ist die Erwärmung des Bodens im Rasen der Terrasse wesentlich höher als im Kies der Flussinsel.

Das Tagesmaximum im Boden der Oberen Terrasse ist recht hoch, übersteigt es ja sogar die Lufttemperatur um $0,5^{\circ}$, allerdings 2–3 Stunden später eintretend. Nach 16 Uhr steht die Temperatur im Boden der Oberen Terrasse höher als an allen Luftstationen, um diese **Stellung**, vom späten Abend an zusammen mit den Bodentemperaturen auf Flussinsel und Unterer Terrasse, bis am andern Vormittag, etwa um 8 Uhr beizubehalten.

Die nicht in die graphische Darstellung einbezogene Untere Terrasse (Station 2) zeigt an diesem und den übrigen Beobachtungstagen das folgende Bild: Die Temperaturen über dem Boden schliessen sich mit geringen Abweichungen an die von Flussinsel und Oberer Terrasse an, im allgemeinen sind sie etwas tiefer als Flussinsel, aber etwas höher als Obere Terrasse.

28. und 29. Juni (Abb. 17–20). Die Temperatur-Diagramme dieser Tage schliessen sich eng an den 27. Juni an. Die **Bewölkung** am 28. macht sich nur wenig geltend. Die morgendlichen **Minimaltemperaturen** sind etwas gestiegen. Am 28. erreicht nur noch die Quellflur den Gefrierpunkt, während die übrigen Beobachtungsstationen sich zwischen $+1$ bis 4° verteilen. Am 29. treten die Minimalwerte später auf, **zwischen** 5 und 6 Uhr und sind wieder etwas tiefer als am Vortag, die Quellflur bei -1° , die freie Luft bei 0° , die übrigen **zwischen** $+0,5^{\circ}$ und $+2,5^{\circ}$. Die Maximaltemperaturen steigen vom 27. auf den 28. noch um wenig (zirka $1-1,5^{\circ}$) und bleiben am 29. gleich, oder verändern sich nur um $0,5-1^{\circ}$. Die höchste Temperatur wird am 29. im Mugo-Ericetum mit 30° gemessen, die höchste Temperatur der freien Luft am 28. mit $23,5^{\circ}$. Die Temperatur der

von zirka

Luftfeuchtigkeit
ein repräsent-

nur am Rande
er am 30. Juni
LANGE, dessen

Werte:

0 Lux
0–14 000 Lux
0 Lux

stärken:

0 Lux
0 Lux
0 Lux
0–8 800 Lux
0 Lux
0 Lux
0 Lux
0 Lux

Lichtstrahlung
der Sonne. **WIL**

auf die vielen
hynigen Platte
dung war dort
Die Helligkeit
ssen wesentlich

temperatur be-
schen 10° und
mum zwischen
ren Werten als
hr benachbart,
id vom Mittag
ls die der Ter-
r Flussinsel in

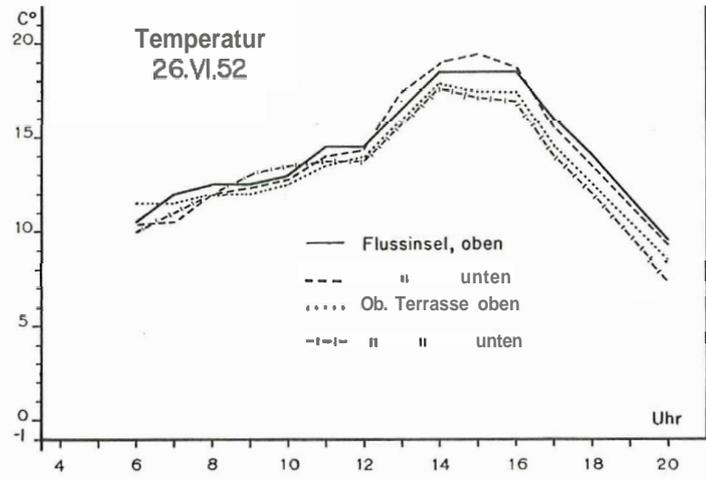


Abb. 13 Punt Periv: Temperaturen (Thermometer) vom 26.VI, 1952.

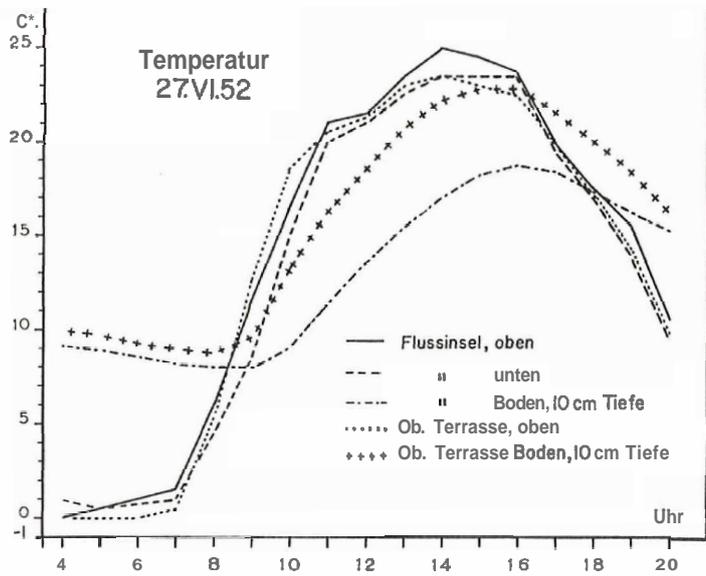


Abb. 15 Punt Periv: Temperaturen (Thermometer) vom 27.VI, 1952

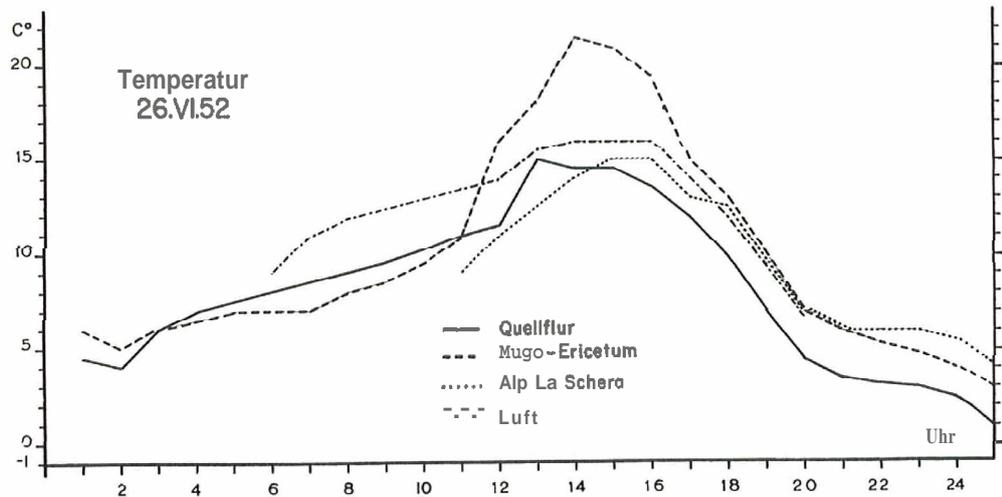


Abb. 14 Punt Periv: Temperaturen (Thermographen und freie Luft) vom 26.VI.1952.

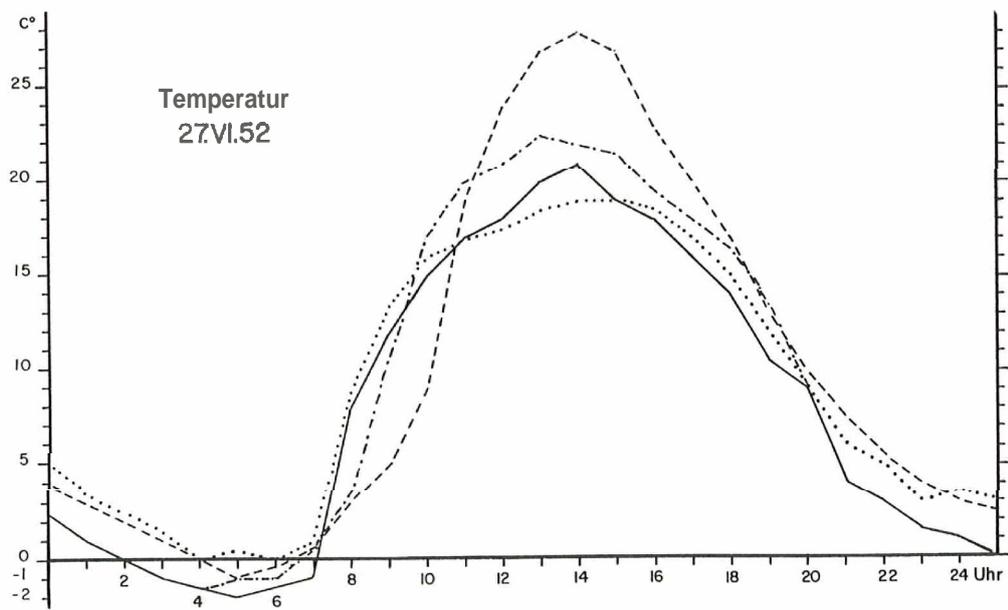


Abb. 16 Punt Periv: Temperaturen (Thermographen und freie Luft) vom 27.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 14).

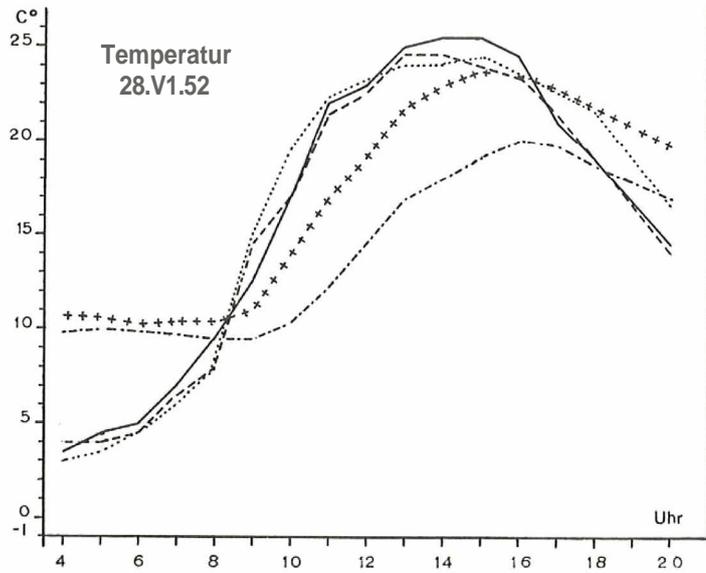


Abb. 17 Punt Periv: Temperaturen (Thermometer) vom 28.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 15).

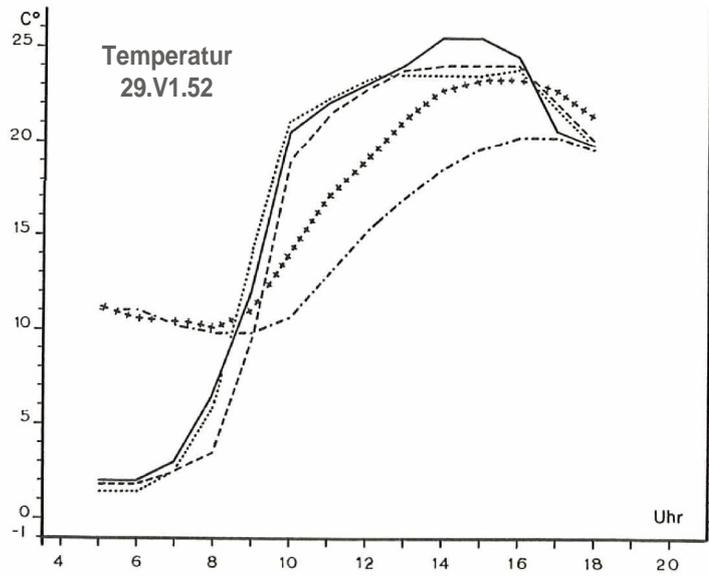


Abb. 19 Punt Periv: Temperaturen (Thermometer) vom 29.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 15).

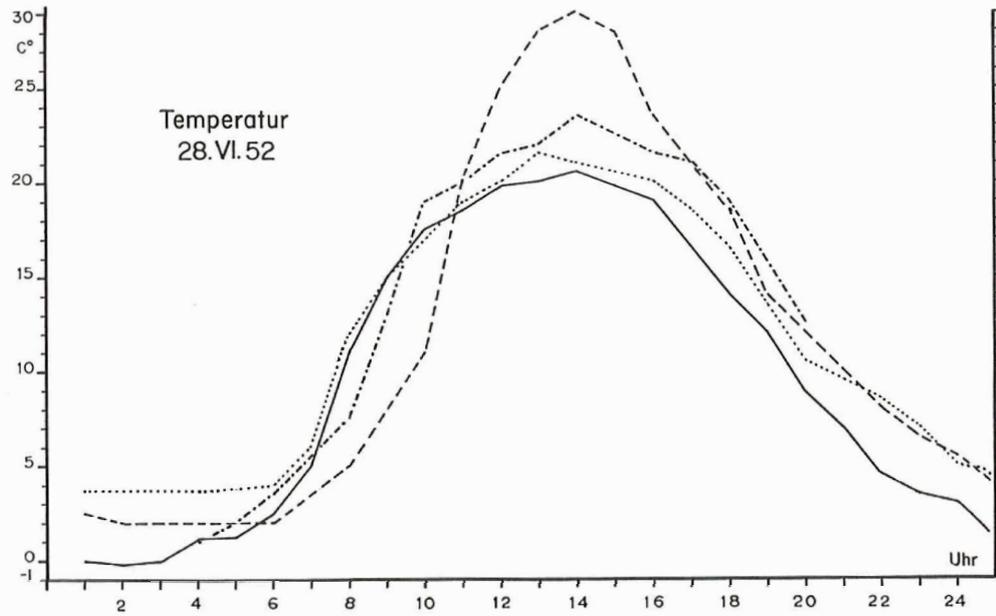


Abb. 18 Punt Periv: Temperaturen (Thermographen und freie Luft) vom 28.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 14).

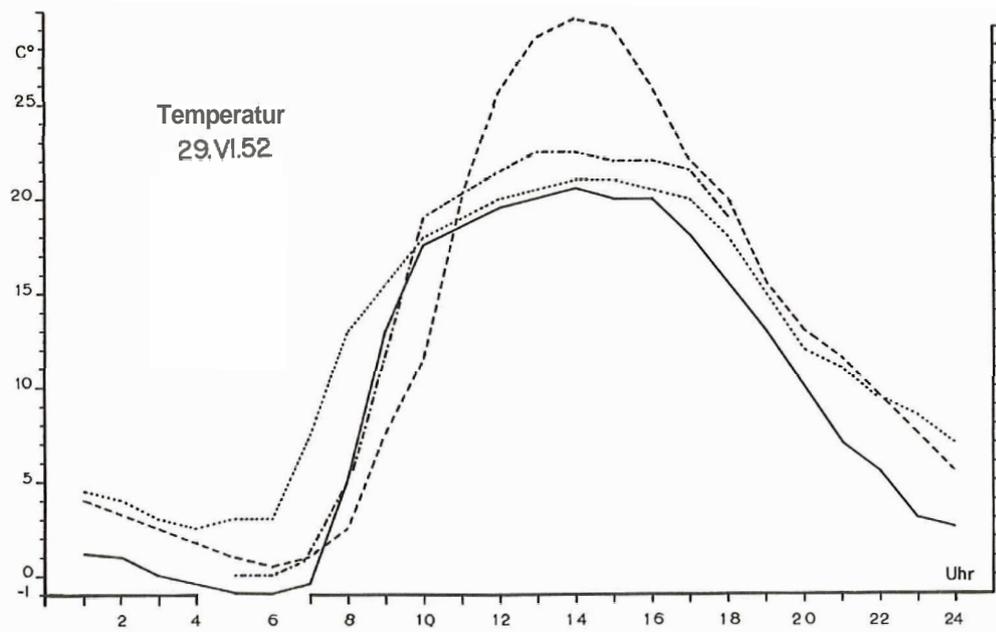


Abb. 20 Punt Periv: Temperaturen (Thermographen) vom 29.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 14).

Signaturen vgl.

Signaturen vgl.

Tabelle 12

Vergleich der Temperaturen aller Stationen in den Mittagsstunden des 27. und 28. Juni
Stundenwerte in °C

Tag u. Std.	Flussinsel (Station 1)			Untere Terr. (Station 2)		Obere Terr. (Station 3)		Talhang			
	freie Luft	bodennah	1 m über Boden	bodennah	1 m über Boden	bodennah	1 m über Boden	rechts (Station 4) bodennah	links (Station 6) bodennah	Quellbächlein (Station 5) bodennah	Alp La Schera (Station 7) bodennah
27. Juni											
11 Uhr	20	20	21	21,5	21	20,5	18,5	19	18,5	17,5	16,5
12 Uhr	21	21	21,5	22,5	22	21	20,5	24	22	20	18,5
13 Uhr	22,5	22,5	23,5	23,5	24	22,5	21	27	24,5	20,5	19
14 Uhr	22	23,5	24,5	23,5	24	22	23	28	24,5	21	19,5
15 Uhr	21,5	23,5	24	21,5	23	22	23,5	27,5	25,5	19	19,5
Tages-Min.	(-1,5)	1	0	-0,5	-0,5	-0,5	0	-0,5	-	-2	-0,5
Tages-Max.	(22,5)	24,5	25,5	24	24,5	23	24	28	26	21	19,5
28. Juni											
10 Uhr	19	17	18	20,5	20	20	19,5	11	21,5	17,5	16
11 Uhr	20	21,5	22	22	21,5	21,5	22	19	20,5	18,5	19
12 Uhr	21	22,5	23	23	23	22,5	23	25	22	19,5	20
13 Uhr	22	23,5	25	24	24,5	23	24	28	25,5	20,5	21,5
14 Uhr	23,5	24,5	25	24	25	23	24	29	25,5	21	21
15 Uhr	22,5	24	25,5	23,5	23	22,5	24,5	28	24,5	17,5	21
Tages-Min.	(+2)	+2,5	+3	+1	+1,5	+1,5	+2	+1,5	+1,5	-0,5	+3,5
Tages-Max.	(23,5)	24,5	25,5	25	26	24,5	25	30	26	21	21

Eingeklammert sind die unsicheren Maximum- und **Minimumwerte** der freien Luft. Am linken Talhang wurde am 27. Juni der **Minimalwert** nicht gemessen.

Tabelle 13

Mittel der Extremwerte der Temperatur für die ganze **Beobachtungsperiode** von 4 Tagen in °C

	Flussinsel			Unt. Terrasse		Ob. Terrasse		Quellbächlein bodennah	Mugo-Ericetum bodennah	Alp La Schera bodennah
	freie Luft	bodennah	1 m über Boden	bodennah	1 m über Boden	bodennah	1 m über Boden			
Maximum	21,1	23,5	24,0	23,0	23,8	22,5	23,0	19,6	27,8	19,3
Minimum	+3,0	3,0	3,1	1,6	1,7	1,9	2,8	0,1	1,6	ca. 2,5
Differenz zw. Max. u. Min.	18,1	20,5	20,9	21,4	22,1	20,6	20,2	19,5	26,2	16,8

und 28. Juni

Quellbächlein (Station 5) bodennah	Alp La Schera (Station 7) bodennah
17,5	16,5
20	18,5
20,5	19
21	19,5
19	19,5
-2	-0,5
21	19,5
17,5	16
18,5	19
19,5	20
20,5	21,5
21	21
17,5	21
-0,5	+3,5
21	21

Luft, Am linken

4 Tagen in °C

Mugo-Ericetum bodennah	Alp La Schera bodennah
27,3	19,3
1,6	ca. 2,5
26,2	16,8

Station auf der Alp La Schera steigt am 28. und 29. Juni während des ganzen Tages über diejenige des Quellbächleins.

In Tabelle 12 sind von allen Stationen die Temperaturwerte der mittleren Tagesstunden für den 27. und 28. Juni zusammengestellt, dazu die entsprechenden Tagesmaxima und -minima. Es ermöglicht sich so nähere Einsicht in das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Stationen. Und zur Ergänzung gibt die Tab. 13 die mittleren Extremwerte von 7 Stationen für die ganze Beobachtungsperiode von 4 Tagen, Werte, die durch den relativ kühlen ersten Beobachtungstag (26.6.) wesentlich **hinuntergedrückt** werden.

Die Messungen der Schattentemperatur im Spöltal ergibt bei klarem Himmel auch zur Zeit der kürzesten Nächte als vorstehendes Merkmal ausserordentlich **grosse** **Tageschwankungen**, wobei die Extremtemperaturen nahe der **Bodenoberfläche** von denen in 1 m Bodenhöhe auf Flussinsel, Unterer und Oberer Terrasse sehr wenig verschieden sind. Es verbindet sich eine sehr starke nächtliche **Abkühlung**, die auch zur Zeit des höchsten Sonnenstandes auf oder unter den Gefrierpunkt hinab gehen kann (auch einzelne Evaporimeterkugeln waren wiederholt am Morgen eisbedeckt, «Reif»), mit einer sehr starken Aufwärmung, die meist auf 23–24" hinauf reicht. Auch die Temperatur der freien Luft erreicht Höchstwerte von 23°, verbunden mit Minimalwerten um 0° Diese starken Schwankungen betreffen alle Stationen im Spöltal, auch die direkt am Fluss gelegenen. Die ausgleichende Wirkung des **Flusswassers** ist gering. Das mittlere Minimum ist am Fluss gegenüber den anstossenden Terrassen mit rasiger Vegetation um 0,1–1,4° höher, das mittlere Maximum um 0,2–1°, die Differenz zwischen mittlerem Minimum und mittlerem Maximum zum Teil höher zum Teil niedriger. Am Sonnenhang, der starker Insolation ausgesetzt ist, erreichen **Aufwärmung** und **Tagesschwankung** der Temperatur ihre höchsten Werte, während sie am **Quellbächlein** ausgesprochen am niedrigsten sind. Eine besondere Stellung nimmt die Alp La Schera ein, die zirka 400 m höher **liegt** als die übrigen Stationen. Hier ist das Tageamaximum relativ tief, das **Tagesminimum** relativ hoch, so dass die Tagesschwankung mit 16,8° für die ganze Beobachtungszeit gegenüber den am Spöl gelegenen Stationen mit einem Gesamtmittel von 21,4° ausgesprochen tiefer liegt. Das Temperaturklima scheint also dort «ozeanischer» zu sein.

Relative Luftfeuchtigkeit. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in gleicher Weise wie für die Temperatur. Die **Kurvenbilder** umfassen also alle Beobachtungstage.

26. Juni (Abb. 21 und 22). Dieser Tag zeigt trotz der wechselnden und zeitweilig starken Bewölkung den charakteristischen Tagesgang der relativen Luftfeuchtigkeit: hoch in der Nacht, starker Abfall über den Tag, mit Minimum in den späteren **Mittags-** bis frühen Nachmittagsstunden. Doch ist bereits am Morgen die Feuchtigkeit relativ gering; um 6 Uhr, bei der ersten Ablesung, zeigen die Hygrometer **55–65%**, und die Hygrographen in Quellflur und Mugo-Ericetum steigen im Verlauf der Nacht überhaupt nicht über 82 resp. 68%. Der tägliche Abfall ist bis zum Mittag nur schwach, **wird** sogar **zwischen** 8 und 9 Uhr von einem kleinen, aber deutlichen Anstieg unterbrochen. Erst nach Mittag wird die Lufttrockenheit grösser und erreicht ihren kleinsten Wert zwischen 15 und 16 Uhr, auf der Flussinsel, 125 cm, bereits eine Stunde früher. Nach 18 Uhr erfolgt ein sehr starker **Anstieg**, der zu weit höheren Werten führt, als sie am Morgen festgestellt **wurden**.

Was die einzelnen Beobachtungsstationen anbetrifft, so ist besonders der Vergleich der Quellflur mit dem Mugo-Ericetum instruktiv, In der Quellflur ist die Luftfeuchtigkeit immer am höchsten, und der kleinste Wert, um 16 Uhr, beträgt 54%. Im **Mugo-**

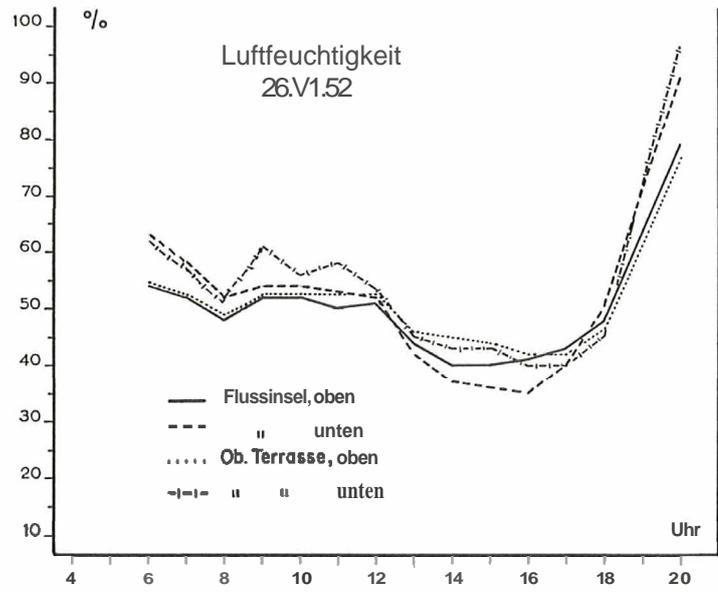


Abb. 21 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrometer) vom 26.VI.1952.

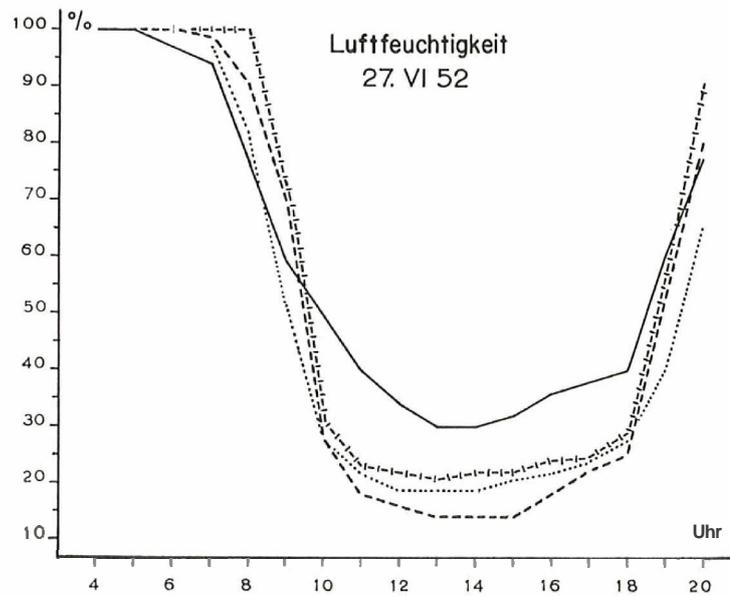


Abb. 23 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrometer) vom 27.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 21).

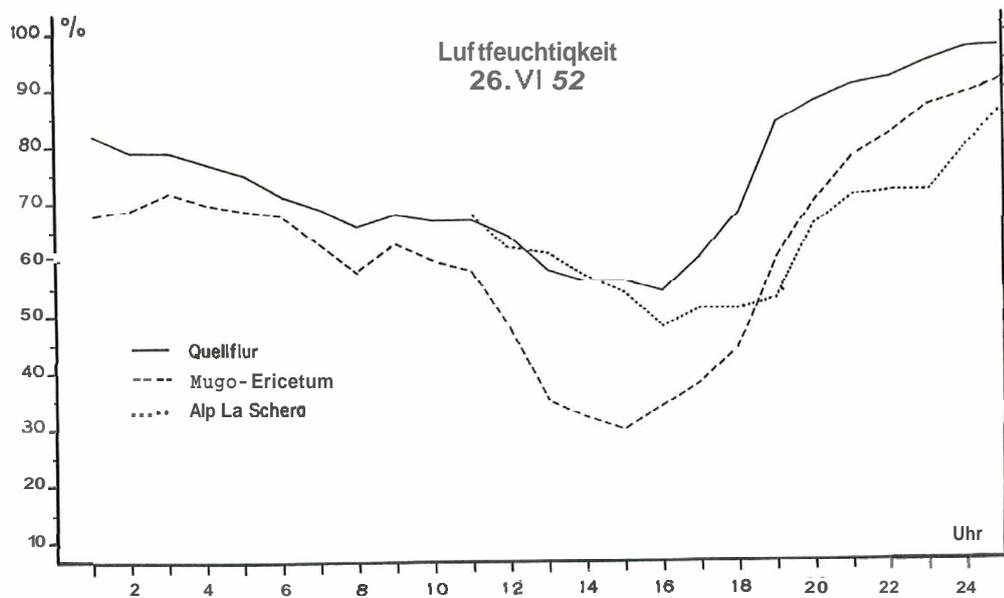


Abb. 22 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrographen) vom 26.VI.1952.

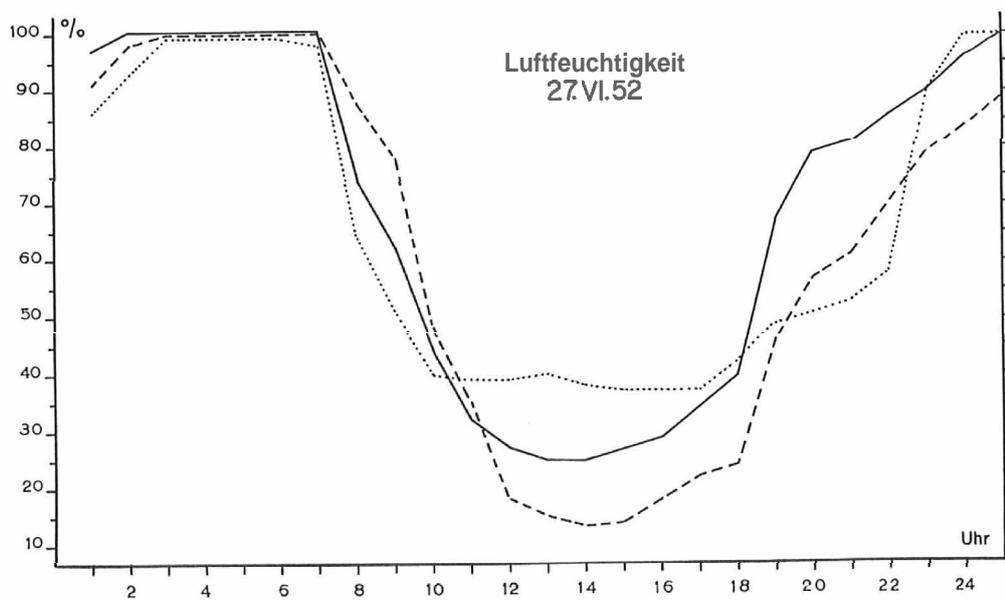


Abb. 24 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrographen) vom 27.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 22).

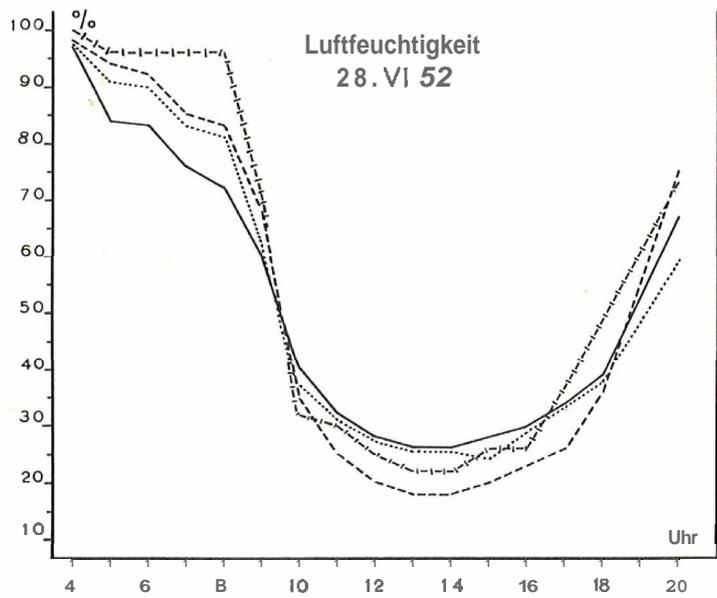


Abb. 25 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrometer) vom 28. VI. 1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 21).

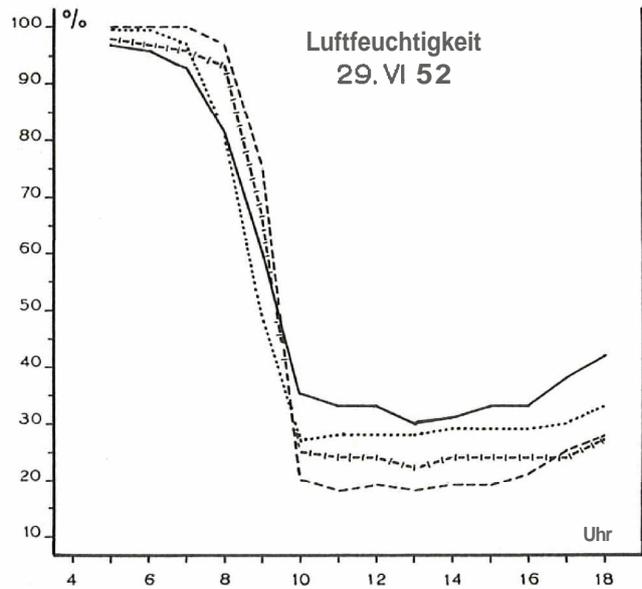


Abb. 27 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrometer) vom 29. VI. 1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 21).

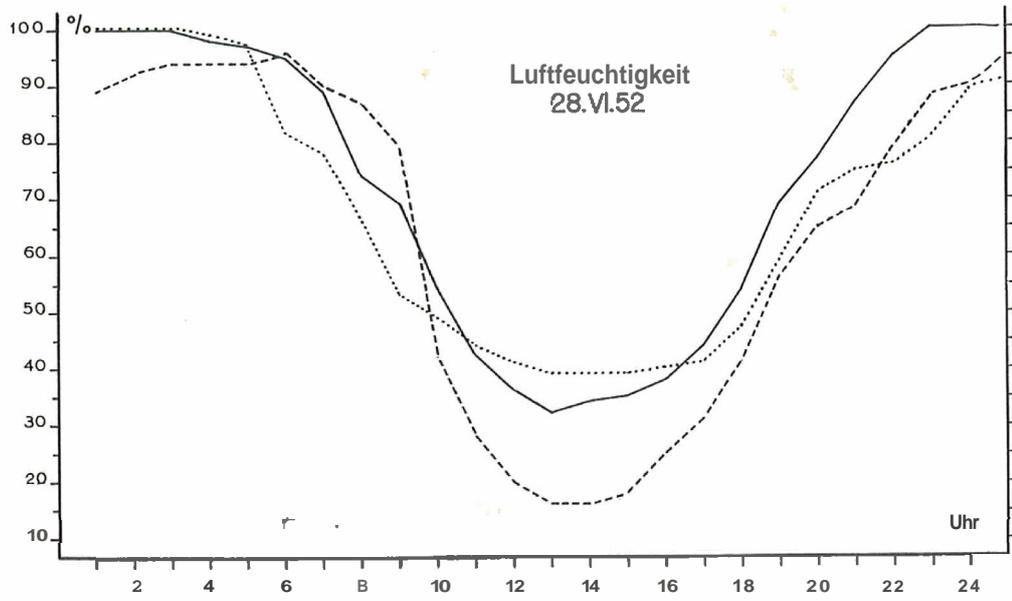


Abb. 26 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrographen) vom 28.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 22).

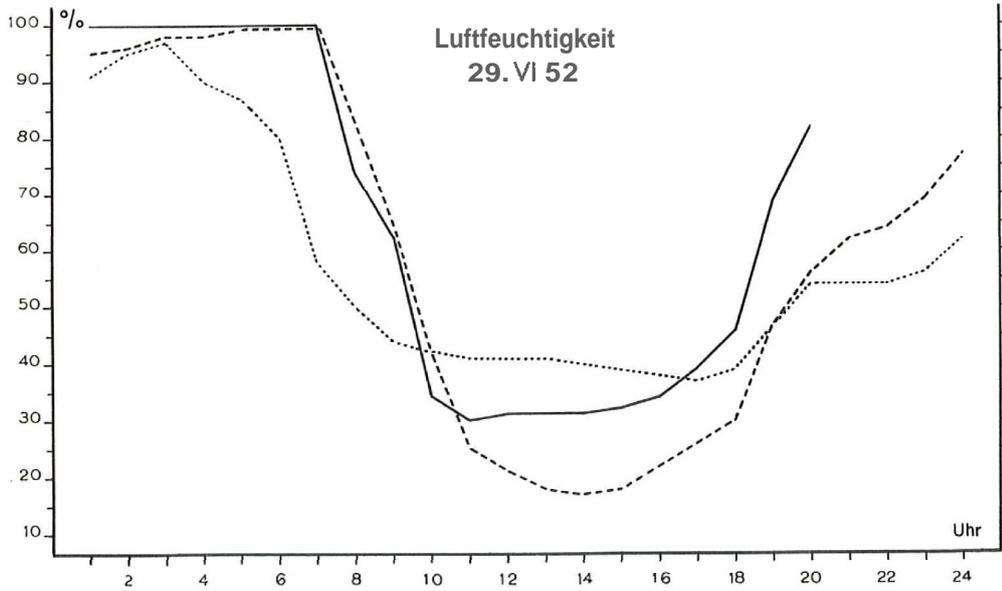


Abb. 28 Punt Periv: Relative Luftfeuchtigkeit (Hygrographen) vom 29.VI.1952 (für die Signaturen vgl. Abb. 22).

Uhr
20

2 (für die Signaturen

Uhr

2 (für die Signaturen

Ericetum beträgt das **Tagesminimum** nur 30%; aber der abendliche Anstieg geht doch rasch vor sich, so dass um Mitternacht 90% erreicht **wird**. Die Kurve der Alp La Schera, die erst um 9 Uhr einsetzt, nimmt einen etwas **besonderen** Weg; mit einem hohen **Minimalwert** (48%), der nur von der **Quellflur** übertroffen **wird**, verbindet sie den langsamsten abendlichen Anstieg (um 24 Uhr 80%). Von den Kurven der **beiden** Stationen mit je einer **Beobachtungsstelle** in Bodennähe und einer **zweiten** zirka 125 cm über dem Boden (Flussinsel und Obere Terrasse) ist zu erwähnen, dass am Morgen und am Abend einerseits die bodennahen und andererseits die bodenfernen Instrumente miteinander laufen, die bodennahen zeigen etwas feuchter als die bodenfernen, besonders auf der Oberen Terrasse. Vom Mittag an bis 16 Uhr ist die Flussinsel ausgesprochen trockener, besonders in Bodennähe.

27.–29. Juni (Abb. 23–28). Diese drei Tage zeigen ganz übereinstimmende Verhältnisse, so dass wir sie **gemeinsam** betrachten können. Entsprechend den Einwirkungen des **Strahlungswetters**, sind die täglichen Ausschläge viel **grösser**. In der Spätnacht **wird** der **Taupunkt** erreicht. Der Abfall der relativen Luftfeuchtigkeit setzt etwas **unregelmässig** ein. Doch erfolgt er spätestens **von 8 Uhr** an sehr rasch und führt innerhalb von 3–4 Stunden zu einer ausgesprochenen Lufttrockenheit. Die niedrigsten Werte erscheinen zu verschiedener Zeit, zwischen 10 und 16 Uhr, also früher als am 26. Juni, **wo sie infolge** verspäteter **Aufwärmung** erst um 14–17 Uhr eintrafen. Um 17 oder 18 Uhr beginnt der **rasche** Anstieg der Luftfeuchtigkeit. Die stärkste Austrocknung erfährt die Luft regelmässig im Mugo-Ericetum und auf der Flussinsel **in Bodennähe**, **wo** sie alle drei Tage unterhalb 20% liegt, am 27. sogar 13% (Mugo-Ericetum) und 14% (Flussinsel, Bodennähe) erreicht. Am feuchtesten bleibt die Luft im Maximum der täglichen Austrocknung am Quellbächlein (25–32%) und auf der Flussinsel 1 m über dem Boden (26–30%). Anders verhält sich die Alp La Schera. Die mittägliche Austrocknung der Luft ist dort **wesentlich** kleiner, Minimum 37–40%. Da in dieser Station auch der Beginn der Austrocknung früher einsetzt, am 28. **und** 29. bereits morgens vor 4 Uhr, so bekommt die Kurve der Lufttrockenheit tagsüber einen flacheren Gang, was sein Analogon im Gang der Temperaturen findet (s. S. 311).

Am 29. Juni erleidet die Zunahme der Auffeuchtung der Luft von 20 Uhr an bei den **beiden** einzig noch im Betrieb befindlichen Hygrographen Mugo-Ericetum und La Schera eine plötzliche Verlangsamung. Sie führte zwar im Mugo-Ericetum doch noch auf das Maximum von 100%, das aber erst mit Verspätung (6 Uhr) erreicht wurde, während die relative Luftfeuchtigkeit auf der Alp La Schera in dieser Nacht nur bis auf 76% stieg (4 Uhr morgens) und daraufhin gleich mit Rückschlägen wieder abzufallen begann. Vermutlich war eine trockene **Luftbewegung** die Ursache für diese Erscheinung, die nur vorübergehend in die Tiefe des Spöltals hineingriff.

Die relative Luftfeuchtigkeit auf der Unteren Terrasse, Station 2, zeigt in der **Bodennähe** deutlich eine geringere mittägliche Austrocknung, als auf der Flussinsel und auf der Oberen Terrasse. Diese Erscheinung auf der Unteren Terrasse ist wohl die Folge der **Abschliessung** durch das umgebende Gebüsch, während auf der Flussinsel und auf der Oberen Terrasse gerade die oberste Bodenschicht besonders stark erwärmt **wird** und dadurch auch die bodennahe **Luftschicht** stark austrocknet.

Was die im weissgestrichenen Gehäuse offen aufgestellten Hygrometer anbetrifft, **so** ergab das im Caricetum fuscae des Sumpfes aufgestellte Instrument (Station 3a) **grosse** Trockenheit der Luft **um** den Mittag, **Wasserdampfsättigung** in der Nacht. Das Hygrometer am Wasser des Spöl auf der **Flussinsel** (Station 1a) zeigte Minimalwerte der Luftfeuchtigkeit, die sich ungefähr in gleicher Höhe halten wie am Quellbächlein, aber wie an diesem doch deutlich höher sind als an den übrigen bodennahen Stationen. Immerhin erscheinen sie angesichts des unmittelbar daneben strömenden Wassers doch sehr

niedrig. Ein **versuchsweise im Mugo-Ericetum** auf der Schattenseite eines Baumes frei aufgestelltes Hygrometer ergab wesentlich höhere Feuchtigkeit als der daneben stehende Hygroph (vgl. Tab. 14).

Tabelle 14

Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit an verschiedenen Stationen in den Mittagsstunden

	Flussinsel Station 1			Unt. Terr.		Ob. Terr.		Talhang					
	bodennah	bodenfern	Am Wasser (bodennah)	bodennah	bodenfern	bodennah	bodenfern	rechte Seite bodennah	rechte Seite hinter Baum	linke Seite bodennah	Quellbach bodennah	Sumpf, r. Seite bodennah	Alp La Schera bodennah
27. Juni													
11 Uhr	18	38	34	28	21	19	27	25	36	32	31	21	39
12 Uhr	16	31	36	27	18	17	27	18	33	33	27	25	41
13 Uhr	14	29	29	26	17	16	19	15	29	26	25	16	39
14 Uhr	14	29	31	25	17	17	19	14	27	27	25	18	38
15 Uhr	14	30	30	26	18	17	19	14	26	28	27	18	38
Mittel 11–15 Uhr	15,2	31,4	32	26,4	18,2	17,2	22,2	17,2	30,2	29,2	27	19,6	39
Tagesminimum	14	29	27	25	17	16	19	13	26	24	25	16	35
Tagesmaximum	100	98	100	100	100	100	100	100	–	–	100	100	100
28. Juni													
10 Uhr	35	40	48	36	31	31	37	42	51	38	54	39	49
11 Uhr	25	32	39	32	26	30	32	28	38	36	42	33	42
12 Uhr	20	28	35	31	23	25	27	20	33	34	36	24	38
13 Uhr	18	26	33	32	21	22	26	17	30	27	32	24	36
14 Uhr	18	26	31	27	21	22	26	16	27	28	34	23	38
15 Uhr	20	28	34	31	25	26	24	18	29	32	35	22	39
Mittel 11–15 Uhr	20,2	28	34,4	30,6	23,2	25	27	19,8	31,4	31,4	35,8	25,2	38,6
Tagesminimum	18	24	31	27	21	22	26	16	27	27	31	22	35
Tagesmaximum	98	98	98	100	98	100	96	98	–	100	100	100	100
26.–29. Juni													
mittlere													
Minimumwerte	21	31	33	29,4	24,5	24,5	28,5	19	–	–	35	24	38,5

Tabelle 14 enthält auch eine Zusammenstellung der mittäglichen Werte aller Stationen für den 27. und den 28. Juni sowie die mittleren **Tagesminima** aller 4 Beobachtungstage. Sie zeigt, dass die Minima der Luftfeuchtigkeit am 28. wesentlich höher waren als am Vortag, was vermutlich zur Hauptsache durch die bis morgens 7 Uhr starke Bewölkung hervorgerufen wurde (nach 8 Uhr blieb der Himmel bis 14 Uhr wolkenlos, vgl. S. 308). Ob der **Windeinfluss** von Bedeutung war, bleibe dahingestellt (8–12 Uhr Windstille, dann ein leichter Talwind; am 27. vermutlich ganzer Tag **windstill**). Einen Alleingang macht das bodenferne Hygrometer auf der Flussinsel, das am 28. Juni etwas **grössere** Trockenheit anzeigt als am Vortag (Windströmung über dem Fluss?). Seine Einordnung in der Reihe der nach der mittäglichen Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit

geordneten Beobachtungsstellen verschiebt sich dadurch von einem Tag auf den andern Tag um 4 Stellen vorwärts, während die **Quellflur** um 4 Stellen nach hinten rückt und die übrigen Stationen ihre Stellung ganz oder annähernd beibehalten.

Zusammenfassend ergeben sich für die relative Luftfeuchtigkeit im Laufe von 24 Stunden **jeweilen** an allen Stationen sehr **grosse** Schwankungen, die über Mittag zu ungewöhnlich grosser **Luftaustrocknung** führen, in der Spätnacht und in den frühen Morgenstunden den Sättigungspunkt erreichen. Am trockensten waren die Mittagsstunden am 27. Juni, dem reinen Strahlungstag. Die starke mittägliche Austrocknung zeigt sich auch auf der Flussinsel und im Sumpf, ist allerdings direkt am fliessenden Wasser des Flusses und des Quellbächleinssichtlich geringer, als an den Stationen, die vom **fliessenden** Wasser entfernt sind. Die geringsten **Austrocknungswerte** bietet die hochgelegene Alp La **Schera**.

Verdunstung. Da wir nur drei dauernde Stationen hatten (Flussinsel, Untere und Obere Terrasse) und **zwei** weitere (rechter und linker Talhang), die nur in den **mittäglichen** Stunden des 26. und 27. Juni eingesetzt wurden, können wir in den **Abbildungen** die gesamten Ergebnisse bringen, dazu die Tagessummen, die Mittelwerte pro Tag in der Tab. 15 und schliesslich die stündlichen Werte der Mittagszeit in der Tab. 16.

26. Juni (Abb. 29). **Infolge** der starken und wechselnden Bewölkung (vgl. S. 308) sind keine Maximalwerte zu erwarten. Die Kurven sind unausgeglichen, und die **Verdunstungskurve** jeder Station steigt wiederholt auf und ab, **wobei** Zunahme und Abnahme bei den verschiedenen Stationen **jeweilen** sehr ungleiche Beträge **erreichen** können. Eine allgemeine starke Erhöhung der **Verdunstungswerte** ist **zwischen** 12 und 13 Uhr zu beobachten. Die kleinste Verdunstung finden wir stets auf der Unteren Terrasse, die einer leichten Beschattung durch Bergföhrengbüsche ausgesetzt ist, die grösste bald auf der Flussinsel, bald auf der Oberen Terrasse.

27. Juni (Abb. 30). Dieser **Strahlungstag** bietet im Aufstieg und Abstieg der **Verdunstungskurven** ein schönes Gesamtbild, wenn wir von den Morgenstunden absehen, in denen die teilweise eisbedeckten **Verdunstungskugeln** erst von 8 Uhr an messbare Werte aufzeigten. Der Tag brachte auch die höchsten beobachteten **Verdunstungswerte**. Aber im einzelnen ergeben sich doch zwischen den verschiedenen Stationen wesentliche Verschiebungen **in der Verdunstungsgrösse**. Am gleichmässigsten verläuft die Kurve auf der Oberen Terrasse, wo während der Aufstiegszeit nur ein einziger, kleiner Rückfall registriert wurde. Das Maximum der stündlichen Verdunstung verteilt sich je nach Station auf 11–12 bis 15–16 Uhr. Weit aus den höchsten **Stundenwert** zeigt die nur über die Mittagsstunden eingesetzte Mugo-Ericetum-Station auf dem rechten Spöhlhang. Diese Station verdunstet von 11–12 Uhr gleichviel wie die ebenso nur **mittagszeitlich** eingesetzte Station auf dem linken Talhang. Während aber ihre Werte in der Folge in jeder Stunde ansteigen, bis zum absolut höchsten beobachteten Betrag von **5,23 cm³ zwischen** 14 und 15 Uhr, geht die Verdunstung im Mugo-Ericetum auf der linken Spölseite unaufhaltsam zurück. Dieses Verhalten ist auf die Lage zur Sonne zurückzuführen; denn die linke Spölseite **geniesst** vor allem die Vormittagssonne, die rechte Seite die Nachmittagssonne. Das Evaporimeter registriert diesen Unterschied sehr schön. Von den Stationen mit ganztägigen Messungen zeigt die auf der Unteren Terrasse liegende von 11–12 Uhr an ausgesprochen die geringste Verdunstung, die auf der Oberen Terrasse liegende bis um 10–11 Uhr die höchste, während sie sich nachher mit der Flussinsel in die Höchstwerte teilt. Nach 17 Uhr erfolgt ein allgemeiner steiler Abfall der Verdunstung, wobei die Flussinsel unter den drei Stationen am höchsten bleibt. In den Gesamtwerten des Tages stehen Flussinsel und Obere Terrasse wie am Vortage nahe beieinander.

28. Juni (Abb. 31). Der Verlauf der **Verdunstungskurven** schliesst an den des Vortages an, wobei allerdings doch wesentliche Unterschiede festzustellen sind: Am Morgen beginnt die Verdunstung bereits nach 4 Uhr, als Folge der gegenüber dem Vortag etwas wärmeren Temperatur. Die Höchstwerte der stündlichen Verdunstung sind um wenig gesunken, mit **Ausnahme** der Unteren Terrasse, wo sie deutlich **gestiegen** sind. Das gilt auch für die Tagessummen, wobei allerdings die Unterschiede gegenüber dem 27. Juni klein sind. Der späte Anstieg der Kurve am rechtseitigen **Spöhlhang** spiegelt die späte **Aufwärmung** auf dem Westhang des Tales noch stärker als am Vortag, da die Messung eine Stunde früher einsetzte. Auf den Stationen Obere Terrasse und Flussinsel zeigt die **Verdunstungsgrösse** im Laufe des Tages einen klaren Wechsel: von 4-9 Uhr ist sie auf der Flussinsel grösser, von 9-11 Uhr auf der Oberen Terrasse, von 11-15 Uhr wieder auf der Flussinsel und von 15-20 Uhr auf der Oberen Terrasse.

29. Juni (Abb. 32). Die **beiden** Talhang-Stationen fallen wieder weg. Auffallend ist, wie an diesem **Strahlungstag** die Verdunstung auf der Oberen Terrasse sehr gleichmässig am **höchsten** ist, wobei zwar die Höchstwerte vom 27. Juni nicht erreicht werden.

Nur von 10-11 Uhr wird die Obere Terrasse von der Station Flussinsel erreicht und von 11-12 Uhr leicht überboten. Die Veränderungen, die das Verhältnis der Verdunstungsgrösse **zwischen** diesen **beiden** Stationen **im** Laufe der 4 Tage erfährt, sind schwer zu deuten (kleine, lokale **Windströmungen**?).

Vergleichen **wir** die Gesamtsummen der Verdunstung an den verschiedenen Tagen miteinander (Tab. 15), so ergibt sich für alle Tage im wesentlichen der gleiche Gang der Verdunstungskraft der Luft. Die von den Evaporimetern verdunstete Wassermenge ist am 26. Juni in allen drei Dauerstationen am kleinsten. Die drei folgenden Tage zeigen keine grossen Schwankungen in der täglichen Verdunstungssumme; doch fällt die **grösste** Tagessumme für jede Station auf einen anderen Tag. Das zeigt, dass sehr lokal wirkende Faktoren solche Unterschiede hervorgebracht haben. In der Gesamtsumme ist die Station Untere Terrasse weitaus am niedrigsten und die Station Obere Terrasse am

Tabelle 15

Verdunstungsmessung der Evaporimeter in Punt Periv im Juni 1952
Tagessummen der verschiedenen Stationen in Kubikzentimeter Wasser,
nach Standard-Koeffizientkorrigiert (0.78)

	Flussinsel	Unt. Terrasse	Ob. Terrasse	Summe aller Stationen
26. Juni	22,76	15,14	23,19	61,09
27. Juni	29,01	20,81	30,34	80,16
28. Juni	28,75	21,44	28,80	78,99
29. Juni	26,47	20,50	31,80	78,77
Summe aller Tage	106,99	77,89	114,13	299,01
Mittel pro Tag	26,75	19,47	28,53	74,75

höchsten. Die Wasserverdunstung der Luft geht **weitgehend** der relativen Luftfeuchtigkeit umgekehrt proportional resp. parallel dem Sättigungsdefizit der Luft. Je trockener die Luft, desto grösser ist die Verdunstung. Diese allgemein bekannte Erscheinung ergibt sich auch hier in unseren Untersuchungen. Allerdings liegen die Verhältnisse zum Vergleichen nicht ganz so einfach. Die Messung der Verdunstung gibt Gesamtwerte für eine bestimmte Zeitperiode, in unserem Fall für eine Stunde, während die Messung der relativen Luftfeuchtigkeit Momentanwerte aufzeigt, die im Laufe einer Stunde sehr schwanken können. Denn Luftfeuchtigkeit wie Verdunstung sind von einer ganzen

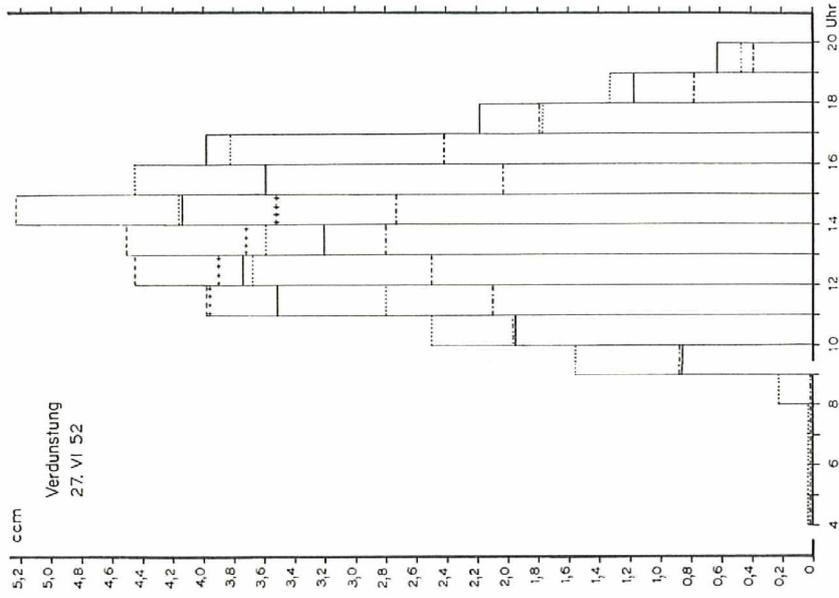


Abb. 30 Punt Periv: Verdunstung vom 27.VI.1952
(für die Signaturen vgl. Abb. 29).

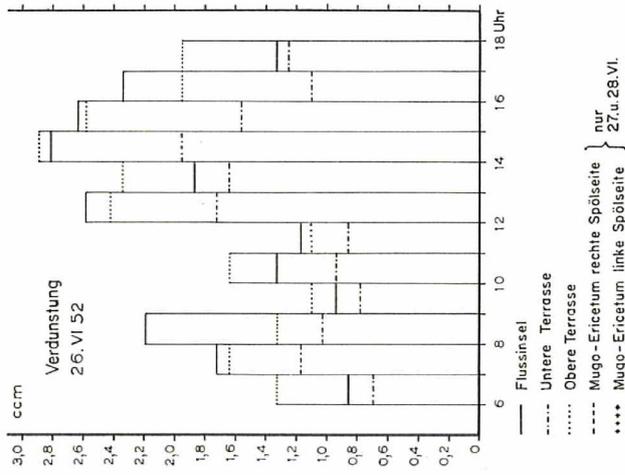


Abb. 29 Punt Periv: Verdunstung vom 26.VI.1952.

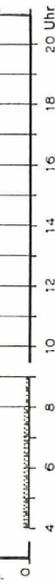


Abb. 30 Punt Periv: Verdunstung vom 27.VI.1952
(für die Signaturen vgl. Abb. 29).

..... Obere Terrasse
 - - - - Mugo-Ericetum rechte Spülseite } nur
 Mugo-Ericetum linke Spülseite } 27.u.28.VI.

Abb. 29 Punt Periv: Verdunstung vom 26.VI.1952.

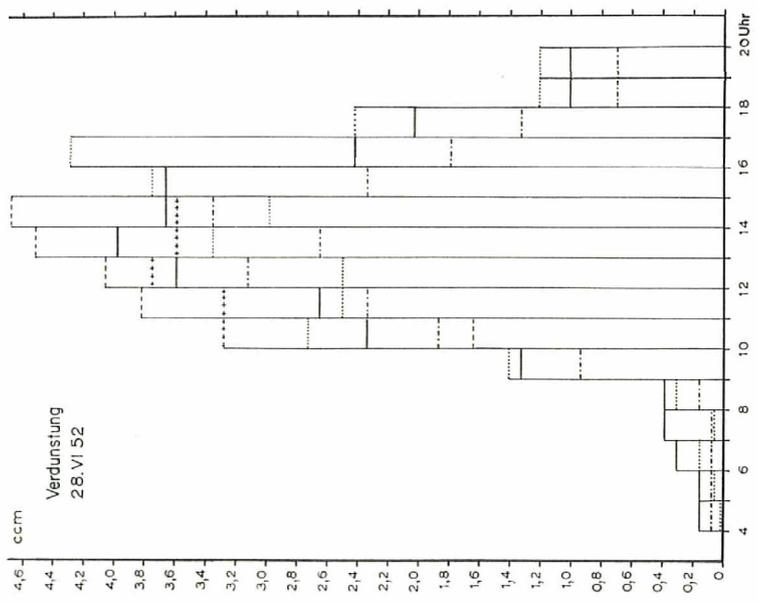


Abb. 31 Punt Periv: Verdunstung vom 28.VI.1952
(für die Signaturen vgl. Abb. 29).

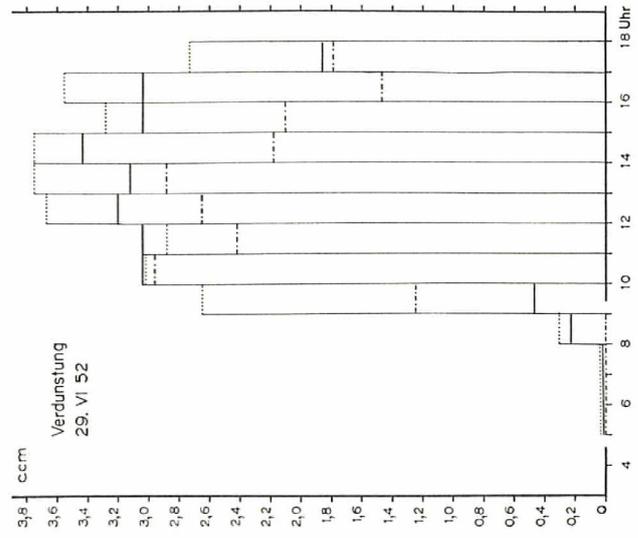


Abb. 32 Punt Periv: Verdunstung vom 29.VI.1952
(für die Signaturen vgl. Abb. 29).

Tabelle 16

Verdunstungsmessung der Evaporimeter in **Punt Periv** im Juni 1952
Stündliche Mittagswerte der verschiedenen Stationen am 27. und 28. Juni in Kubikzentimeter
Wasser, nach Standard-Koeffizientkorrigiert (0,78)

	Hang rechts	Hang links	Fluss- insel	Untere Terrasse	Obere Terrasse	alle Stationen Summe	Mittel
27. Juni 11-12 Uhr	3,98	3,98	3,51	2,10	2,80	16,37	3,27
12-13 Uhr	4,45	3,90	3,74	2,50	3,67	18,26	3,65
13-14 Uhr	4,52	3,74	3,20	2,80	3,59	17,85	3,57
14-15 Uhr	5,23	3,51	4,14	2,73	4,14	19,75	3,95
Summe 11-15 Uhr	18,18	15,13	14,59	10,13	14,20	72,23	
Mittel pro Std.	4,54	3,78	3,65	2,54	3,54		3,61
28. Juni 10-11 Uhr	1,64	3,28	2,39	1,87	2,73	11,91	2,38
11-12 Uhr	3,82	3,28	2,65	2,34	2,50	14,59	2,92
12-13 Uhr	4,06	3,74	3,59	3,12	2,50	17,01	3,40
13-14 Uhr	4,52	3,59	3,98	2,65	3,35	18,09	3,62
14-15 Uhr	4,68	3,59	3,66	3,35	2,88	18,16	3,63
Summe 10-15 Uhr	18,72	17,48	16,27	13,33	13,96	79,76	
Mittel pro Std. id. ohne 10-11 Uhr	3,74	3,49	3,25	2,66	2,79		3,19 3,39

Reihe von Faktoren abhängig, vor allem von der Temperatur, die ja im Laufe des Tages naturgemäss starken Schwankungen ausgesetzt ist, von Unterschieden und Wechseln in der Bewölkung oder der Beschattung, vom Wind, von der Exposition und den Bodenverhältnissen. Es handelt sich also um eine Resultante aus einer Reihe von **Ein-**zelfaktoren in teilweise sehr lokaler Kombination, die zudem auf Luftfeuchtigkeit und Evaporation verschieden einwirken können, so dass völliges Parallelgehen nicht zu erwarten ist.

Für unsere Problemstellung ergibt sich, dass die **Wasserverdunstung** bei vollständig freier **Sonnenlage** auf dem Flusse und auf dem Rasen der Oberen Terrasse nur **wenig** verschieden ist. Die Untere Terrasse scheidet dabei **infolge** Beschattung aus. Der Gesamtbetrag des verdunsteten Wassers während jedem der vier Beobachtungstage ist auf der Flussinsel um ein wenig kleiner als auf der Oberen Terrasse; in den Werten der mittäglichen Stunden dagegen steht die Flussinsel höher (Tab. 16). Der **Einfluss** des Flusses auf die **Verdunstungskraft** der Luft scheint also in keinem Sinne wesentlich zu sein. Dagegen ergeben die **Sonnenhänge**, insbesondere bei starker **Nachmittagsbeson-**nung entschieden die höchsten **Verdunstungswerte**. Die Unterschiede sind aber nicht so gross, dass anzunehmen wäre, der Wasserhaushalt der Pflanzen würde dadurch entscheidend **beeinflusst**.

Taubildung. Die Messung erfolgte in gleicher Weise wie am **Fuornbach** (vgl. S. 286). Nur waren die **Verhältnisse** sehr viel günstiger, und es konnte jede Nacht eine Messung ausgeführt werden. Der **Tauniederschlag** begann am Abend nicht vor dem **Dunkel-**werden.

Die 12 Tauplatten **wurden wie** folgt verteilt:

1. **Kiesbank** im Spöl, beim Hygrometer der Station 1a, 70 cm vom stark fliessenden Wasser, **zirka** 20 cm über dem Wasser auf **Sand**

2. Einige Meter nebenan, 50 cm vom reissenden Wasser entfernt, 40 cm über dem Wasserspiegel
3. **Kiesbank** auf dem Spöl, mittlerer Teil, nahe bei Station 1, auf Kies
4. **Ebenda**, doch zirka 2 m entfernt
5. **Ebenda**, doch 2 m vom Wasser
6. Uferrand des Spöl, bei Station 2
7. und 8. Untere Terrasse bei Station 2
9. und 10. Obere Terrasse bei Station 3
11. Obere Terrasse in der **Sumpfflur** bei Station 3a
12. **Ebenda**, beim **Einfluss** des Bächleins in den Wassertümpel

Die Ergebnisse der Taumessungen sind in der Tabelle 17 zusammengestellt. Mit Ausnahme der ersten Nacht sind die Mittelwerte der Tauniederschläge aller Stationen für jede Nacht von der gleichen **Grössenordnung** (0,44–0,65 g pro dm²). Insbesondere die **beiden** letzten Nächte ergaben sehr übereinstimmende Werte. In der ersten Nacht (26.127. Juni) war die Taubildung sehr klein, nur etwa 0,06 g pro dm². Der Grund für diese geringen **Tauwerte** mag **darin** liegen, dass in dieser **Nacht** der Umschlag zum Strahlungswetter erfolgte, mit relativ kleiner Luftfeuchtigkeit (vgl. die Morgenwerte der relativen Luftfeuchtigkeit vom 26. Juni, Abb. 23 und 24). Im übrigen variiert an den meisten Beobachtungsstellen, auch bei **Weglassung** der ersten Nacht, der **Tau-**niederschlag in teilweise beträchtlicher Weise, indem **eine** Nacht durch hohe oder tiefe Werte von den übrigen abweicht oder 2 Nächte hohe und 2 Nächte wesentlich geringere Taubildung aufweisen. Das liegt wahrscheinlich nicht an Untersuchungsfehlern, sondern an sehr feinen und lokalen Unterschieden in den Tau bewirkenden Faktoren, **z. B. Luftströmungen**, Unterschiede in der Bodenunterlage und dadurch bewirkte Erwärmung oder **Ausstrahlung**.

Die gleiche Erscheinung **wurde** auch in den sehr **vergleichbaren** Untersuchungen des Tauniederschlages auf der **Schnyigen** Platte beobachtet (vgl. W. LÜDI 1948, S. 363–373), wo zwar die Taumengen meist sehr viel grösser waren (bis über 4 g/dm² pro Nacht). Um **wirklich** vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, sollten immer Mittelwerte aus **vielen** nächtigen Beobachtungen und für jede Station von mehreren nebeneinander liegenden Tauplatten vorliegen. Auch nahe beieinander liegende Tauplatten können sehr **ver-**

Tabelle 17

Taumessungen in Punt Periv, 25.–30. Juni 1964
Tauniederschlag pro Nacht in g/dm²

Tauplatte	25./26.	26./27.	27./28.	28./29.	29./30.	Alle Tage Mittel pro Platte
1	0,07	0,62	0,56	0,67	0,82	0,55
2	0,08	0,58	0,58	0,70	0,75	0,54
3	0,00	0,30	0,32	0,43	0,45	0,30
4	0,01	0,70	0,40	0,71	0,71	0,51
5	0,04	0,79	0,35	0,70	0,50	0,48
6	0,00	0,28	0,47	0,49	0,42	0,33
7	0,12	0,38	0,36	0,39	0,54	0,36
8	0,17	0,66	0,51	0,86	0,72	0,58
9	0,06	0,56	0,45	0,73	0,69	0,50
10	0,12	0,57	0,48	0,73	0,93	0,57
11	0,04	0,50	0,49	0,59	0,50	0,42
12	0,00	0,43	0,32	0,83	0,68	0,49
Mittel pro Nacht	0,06	0,53	0,44	0,65	0,64	0,47

schiedene Taumengen ergeben, so die Platten 7 und 8 auf der Unteren Terrasse. Doch sind solche Unterschiede gerade auf der Unteren Terrasse zu erwarten, weil **infolge** der ringsum stehenden **Bergföhren** die kleinen Windströmungen wahrscheinlich viele lokale Abweichungen erfahren.

Es scheint aber doch aus den **Taumessungen** hervorzugehen, dass in offener Lage und am fließenden Wasser die **Taubildung** relativ hoch ist, an geschützten Lokalitäten (Stationen **Flussufer**, Untere Terrasse, **Sumpfmulde**) kleiner **wird**. Die zuverlässige Messung des **Tauniederschlags** ist immer ein recht schwieriges Unterfangen.

IV. Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse

Wir wiederholen nochmals die Problemstellung: Durch die Untersuchung von Vegetation und **Klima** soll versucht werden, die Abhängigkeit der Pflanzenwelt im schweizerischen Nationalpark im **Unterengadin** von den dort fließenden und durch die Erstellung von Kraftwerken vom Wasserentzug bedrohten kleinen Flüssen Ova dal Fuorn und Spöl **festzustellen**. Vielfach wird angenommen, dass die **grösseren** Wasserläufe einen Ausgleich der Klimagegensätze herbeiführen und das Klima feuchter machen. Die logische Folgerung dieser Annahme wäre, dass durch den Wegfall des **fließenden** Wassers eine **Klimaveränderung** eintreten müsse, ein **Rauherwerden** und besonders Trockenerwerden des Klimas, die ihren Ausdruck in einer ungünstigen Veränderung der Pflanzendecke, in einer «Verstepfung» finde.

Als die bestgeeigneten **Örtlichkeiten** erwiesen sich im Val **dal** Fuorn die Umgebung des **Laboratoriumshauses** in Il Fuorn (zirka 1790 m Meereshöhe) und im Val **dal** Spöl die Umgebung von Punt Periv (zirka 1660 m). Dort finden sich nahe beisammen relativ breite **Talböden** mit einer günstigen morphologischen Vielgestaltigkeit (Flussterrassen, kleine Rücken, Mulden mit **Wasseransammlung**, steil ansteigende Talhänge) und parallel dazu eine relativ vielseitige Pflanzenwelt (Wald, Trockenrasen, kleine **Quellbächlein**, Flachmoor, Alluvionen, **Geröllhalden**). Zur Ergänzung wurde im Spöltal auf der freien Bergterrasse der Alpweide La **Schera** in 2075 m Höhe, 400 m oberhalb Punt Periv, noch eine Station zur Beobachtung von Temperatur und relativer **Luft** feuchtigkeit eingerichtet.

Vegetation. Vegetationsklimax im Gebiet ist in der oberen subalpinen Stufe der **Arven-Lärchenwald** mit **Unterwuchs** von **azidophilem Zwerggesträuch** (Rhododendro-Vaccinietum cembretosum). Für die Ausbildung dieser Vegetation ist Voraussetzung ein gereifter, humoser, saurer Boden von Podsol-Charakter. Solcher Boden **fehlt** in typischer Ausbildung in der Umgebung der **beiden Untersuchungsstellen**, und somit ist auch die **Klimaxvegetation** auf schwache Andeutung beschränkt, als Rhododendro-Vaccinietum **mugetosum**. Im allgemeinen herrschen unreife Böden oder sogar Felsschutt von Dolomit oder Kalk. Diese sind für Wasser sehr durchlässig, **feinerde**-arm, alkalisch oder neutral, und die **Feinerde** präsentiert sich als dunkler, kolloidal abgesättigter Humus (**Humuskarbonatboden**). Ein mehr oder weniger offener Wald von Bergföhren (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) dem stellenweise Krummholz (*Pinus mugo* ssp. *pumilio*), Engadinerföhren (*Pinus silvestris* var. *engadinensis*), Fichten (*Picea abies*) und Lärchen (*Larix decidua*), höher oben auch Arven (*Pinus cembra*) beigemischt sind, bedeckt Berg und Tal. Stellenweise, besonders auf offenem Schutt und in den **Lawinenbahnen**, bildet die niederliegende **Bergföhre** dichte Bestände. Der überall in den Gehölzen herrschende **Waldtyp** ist das **Mugo-Ericetum**, anfänglich ohne Moosschicht, bei der Verbesserung der **Lebensverhältnisse** mit Decken von Hylocomien und

vielerorts, besonders an Schattenhängen, übergehend in den Bestandestyp der behaartblättrigen Alpenrosen (*Mugo-Rhodoretum hirsuti*) (vgl. dazu J. BRAUN-BLANQUET 1949 und J. BRAUN-BLANQUET und Mitarbeiter 1954, S. 35 ff). Floristisch sind diese Wälder ausgesprochen xerisch gebaut, artenarm, eintönig, was landschaftlich einen ganz eigenartigen Reiz bildet. Dominant ist im allgemeinen der weiche Teppich von *Erica carnea*, zusammen mit *Sesleria coerulea* und *Carex humilis*. Dazu kommen als Begleiter eine Reihe von Arten, die trockenes Klima lieben oder doch gut ertragen. Wir nennen als kleine Sträucher und Spaliersträucher *Juniperus montana* ssp. *nana* und var. *intermedia*, *Sorbus chamaemespilus*, *Dryas octopetala*, *Daphne striata*, *Polygala chamaebuxus*, *Rhododendron hirsutum*, *Vaccinium vitis idaea*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Thymus serpyllum* und als Gräser und Kräuter *Calamagrostis varia* (in der Regel steril, aber oft in Menge), *Carex alba*, *C. ornithopoda*, *C. flacca*, *Epipactis atropurpurea*, *Gymnadenia odoratissima*, *Hippocrepis comosa*, *Biscutella levigata*, *Pyrola rotundifolia*, *Euphrasia salisburgensis*, *Antennaria dioeca*, *Leontodon hispidus* und var. *hyoserooides*, *L. incanus*, *Crepis alpestris*, *Hieracium bifidum*. Dazu kommen Moose und Flechten.

Diese Vegetation, mit kleinen Abänderungen, herrscht absolut in der näheren und weiteren Umgebung unserer Untersuchungslokalitäten und geht direkt bis an die Flussufer. Auch die spärlichen, auf Rodung beruhenden Wiesen zeigen einen mehr oder weniger xerischen Habitus (vgl. Il Fuorn, S. 278, Punt Periv, S. 288).

Mesophytische Vegetation findet sich da und dort, in Schattenlagen oder auf feuchtem Boden, hygrophytische da, wo in Geländevertiefungen Wasser steht oder fliesst sowie an Stellen, wo Bodenwasser nahe an die Oberfläche reicht oder regelmässig austritt. Letztere ist gekennzeichnet durch Quellfluren oder Sümpfchen (s. S. 277, 287). Diese sind an den Hängen stellenweise nicht selten, aber meist winzig klein und tragen oft eine Mischvegetation von feuchtigkeitsliebenden und trockenheitsliebenden Arten. Auch auf Alluvionen (S. 276, 288) finden sich solche Mischungen. Sie besitzen stets einen Grundwasserhorizont in geringer Tiefe und trocknen oberflächlich bei niedrigerem Stande des Bodenwassers oft aus. Mesophytische Vegetation findet sich auch am Spöl im schluchtartigen Talhintergrund (S. 290). Hier herrscht ein etwas feuchteres Lokalklima nicht nur wegen des strömenden Flusses, sondern mehr noch infolge der starken Beschattung und wohl auch wegen des Windzuges in der engen Schlucht. Diese besonderen Vegetationstypen fallen für unsere Problemstellung nicht in Betracht. Die herrschende Vegetation dagegen deutet durch ihre floristische Zusammensetzung ein trockenes Klima an, das bis an die Flussufer reicht.

Man wird einwenden, der Schluss von der Vegetation auf den Klimacharakter sei nicht unbedingt beweisend. Die Trockenheit in der Wurzelschicht, die vor allem Ursache der xerischen Pflanzenwelt sein muss, könne im wesentlichen durch die grosse Durchlässigkeit des Bodens erzeugt werden. Dieser Einwand ist bis zu einem gewissen Masse einleuchtend, und eine Entscheidung – auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist zu berücksichtigen – ist nur durch nähere Abklärung des allgemeinen und lokalen Klimacharakters beizubringen. Für den ersteren geben die langjährigen meteorologischen Messungen Auskunft, für den letzteren haben wir versucht, durch die eigenen Messungen das nötige Material zu beschaffen.

Allgemeinklima des Unterengadins.¹ Die Niederschläge sind im Unterengadin, wie überall in den zentralen Alpen, beim Vergleich mit dem randlich gelegenen Alpen-

¹ Vgl. für diese allgemeinklimatischen Daten: ANNALEN der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. – J. MAURER, R. BILLWILLER, C. HESS, 1909. – Beihefte zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, bearbeitet von H. UTTINGER, 1965, H. SCHÜEPP 1960–1963. – W. MÖRKOEFER, 1966.

gebiet und dem Alpenvorland recht gering. Sie werden im Unterengadin an vier dem Nationalpark nahe gelegenen Stellen, zwei Stationen im **Inntal** und zwei in Nebentälern, gemessen und ergaben folgende jährliche Mittelwerte:

Buffalora	1968 m	974 mm	Zemez	1470 m	780 mm
Scarl	1810 m	780 mm	Schuls	1253 m	707 mm
Zum Vergleich	Zürich im nördlichen Alpenvorland (MZA)	569 m = 1149 mm			
	Adelboden in den Nordalpen	1340 m = 1332 mm			
	Braunwald in den Nordalpen	1190 m = 1890 mm			

Lange sommerliche Trockenperioden, die so weit gehen, dass die Wiesen mitten im Sommer braun werden und das Gras vertrocknet, sind nicht selten (z.B. 1963).

Die Sonnenstrahlung ist **im** Unterengadin sehr stark und reich an **ultravioletten** Strahlen, wie überall in unserem Hochgebirge. Doch ist auch die Bewölkung gering, die Sonnenscheindauer hoch, jährliches Mittel in Schuls 1783 Stunden, 51% der überhaupt **möglichen** (in Zürich 41%).

Die Lufttemperatur ist sowohl während des Tages als auch im Wechsel der Jahreszeiten aussergewöhnlich starken **Schwankungen** unterworfen. Der Winter ist sehr kalt, der Sommer **warm**, was folgender Vergleich mit einigen nordalpinen Stationen deutlich hervortreten lässt:

	Jahr	Mittelwerte in °C		Schwankung
		wärmster Monat	kältester Monat	
Buffalora im Nationalpark, 1977 m	-0,2	9,8	-10,5	20,3
Schuls im Unterengadin, 1253 m	4,8	14,9	- 5,8	20,7
Adelboden, Nordalpen, 1340 m	5,4	13,9	- 2,2	16,1
Braunwald, Nordalpen, 1190 m	5,7	13,8	- 1,9	15,7

Für die relative Luftfeuchtigkeit besitzen **wir** aus dem Unterengadin Beobachtungen aus Schuls, Buffalora und Scarl, denen wir einige Angaben aus dem Nordalpengebiet sowie aus Zürich **im** schweizerischen Mittelland gegenüber stellen. Es wurde für die **beiden** Jahre 1951 und 1952 **jeweilen** der Mittelwert des beobachteten monatlichen Minimums der relativen Luftfeuchtigkeit der drei Monate Mai, Juni und Juli eingesetzt (abgerundet auf ein ganzes Prozent). Dabei musste für Adelboden ein fehlender und ein offensichtlich unrichtiger Minimum-Wert interpoliert werden.

		Mittel des Minimums der Monate Mai-Juli % der relativen Luftfeuchtigkeit	
		1951	1952
Schuls	1253 m	13	13
Scarl	1810 m	15	15
Buffalora	1977 m	20	16
Adelboden	1340 m	40	37
Braunwald	1190 m	42	36
Zürich	569 m	37	34

Mögen auch diesen Zahlen bedeutende Fehler anhaften, so zeigt doch ihr **gesetz-**mässiges Auftreten in einer **grossen** Zahl von meteorologischen Beobachtungsstationen, dass sie grössenordnungsmässig richtig sind, also im Unterengadin in den Sommer-

monaten bei trockenem Wetter über Mittag eine ausserordentlich starke Austrocknung der Luft stattfindet.

Alle diese Werte zeigen, was auch frühere Forscher betont haben, dass im **Untere Engadin** das **Allgemeinklima** ausgeprägt kontinentale Züge aufweist: geringe und in den einzelnen Jahren sehr ungleich hohe Niederschläge, starke und reichliche **Sonnenstrahlung**, starke tägliche und jahreszeitliche **Temperaturschwankungen**, sehr weitgehende Austrocknung der Luft während der Mittagszeit in den Sommermonaten.

W. **MÖRIKOFER** (1966) findet sogar, das Klima sei im **Untere Engadin** noch kontinentaler als im Oberengadin.

Die Eigentümlichkeiten des Klimas werden jedem Besucher dieses Hochtales eindrucklich bemerkbar, wenn auch so extreme Fälle, **wie** wir sie im **Spöltal** fanden (s. unten) in den Siedlungsgebieten mit meteorologischen Stationen nicht **häufig** vorkommen werden.

Lokalklimatische Ergebnisse. Die Messungen wurden im Jahre 1951 in II Fuorn und im folgenden Jahr am Spöl bei Punt Periv, in der Zeit der längsten Tage durchgeführt (nach Mitte Juni), mit nur kurzen Nächten zur Abkühlung und dazu der stärksten täglichen Einstrahlung. Im Jahre 1951 waren die Witterungsverhältnisse ungünstig (vgl. S. 281), sehr günstig dagegen im Jahre 1952 (vgl. S. 308).

Die Messung der Lichtstrahlung mit dem Luxmeter im Jahre 1952 ergab hohe Strahlungswerte (vgl. S. 310). Solche sind überhaupt für die hohen Alpen charakteristisch, auch für die Nordalpen.

Temperaturen, relative Luftfeuchtigkeit, Verdunstung und **Taubildung** wurden in II Fuorn und bei Punt Periv an charakteristischen und freistehenden Lokalitäten gemessen, Temperaturen und Luftfeuchtigkeit stets im Sonnenschatten (Beobachtungshütten), ausgenommen die Temperaturmessung der freien Luft, die mit dem Schleuderthermometer erfolgte. Die Verdunstungsmesser dagegen standen in der vollen Sonne. Beobachtet wurde am Fluss, in zur Trockenwiese neigenden Rasenflächen am **Fusse** des **Berghanges** in verschiedener Höhe über dem Flusse, an **Quellbächen** und in Flachmoorsümpfen, im offenen Trockenwald und auf der Alpweide La **Schera** (s. S. 281–286, 310–330).

Die Temperaturen ergaben in II Fuorn keine besonders auffallenden Extremwerte. Die tägliche Aufwärmung ging von 2–5° am frühen Morgen auf 15–20° in der Mittagszeit (Max. meist um 15 Uhr), wobei die Wiesen die höchsten Werte **aufwiesen** (s. Abb. 4). Extremwerte konnten auch nicht erwartet werden, da Regenwetter herrschte mit Niederschlägen an allen Beobachtungstagen, zeitweise sogar Schneefall. Die **Bodentemperaturen** zeigten die normale Verspätung der maximalen Aufwärmung mit Tagesmaximum zwischen 16 und 18 Uhr und blieben in ihren Maximalwerten (27. Juni 15–16°) nicht weit hinter den Tagesmaxima der über dem Boden stehenden Apparate zurück (Abb. 3).

Ganz anders verhielten sich die Wärmeverhältnisse im folgenden Jahr in Punt Periv, wo mit Ausnahme des ersten Tages und einiger Morgenstunden der Himmel stets wolkenlos war (Abb. 13–20 und Tab. 12 und 13). Charakteristisch ist die starke tägliche Aufwärmung und Abkühlung. So entstehen sehr grosse **Tagesschwankungen**. Von $\pm 0^\circ$ (absolutes Min. -2°) am frühen Morgen stieg die Temperatur in den Mittagsstunden (Max. **zwischen** 13 und 16 Uhr) je nach der Station im Mittel der 4 Beobachtungstage auf 19,6–27,8°, wobei die mittleren Differenzen zwischen Tagesmaximum und Tagesminimum für die meisten Stationen nahe beisammen lagen. Im Mugo-Ericetum am intensiv besonnten rechten **Talhang** wurde das absolute Maximum von 30° gemessen (am 28.6.). Sehr viel ausgeglichener verlaufen die Kurven in 10 cm Bodentiefe. Sie erreichen zwar im täglichen Maximalwert (zirka 15–16 Uhr) auf der Oberen Terrasse

Höchstwerte von 23–24" und auf der **Flussinsel** 19–20", zeichnen sich aber stets durch einen recht hohen **nächtlichen Minimalwert** aus (8–10°).

Auffallend verschieden **von** der Sohle des **Spöltales** sind die **Temperaturverhältnisse** auf der hochgelegenen Alp La Schera: die **Abkühlung** ist nicht **grösser** als im Tal, aber die **Aufwärmung** ist wesentlich **kleiner**. So entsteht eine bedeutend kleinere mittlere tägliche **Temperaturschwankung** (16,8°), trotzdem man **sicher** nicht mehr mit dem **Einfluss** des **Spölwassers** zu rechnen hat.

Die Luftfeuchtigkeit. In **Il Fuorn** zeigte die relative **Luftfeuchtigkeit** trotz des regnerischen Wetters die charakteristische **Tageskurve** (Abb. 5): **Wasserdampfsättigung** der Luft in der **Spätnacht** und **am** frühen Morgen, tagsüber **ein** Abfall, der in **regenfreier** Mittagszeit **verhältnismässig** rasch auf 28–54% herunterging. Deutlich **am höchsten** blieb die Luftfeuchtigkeit **am** Bächlein, im Sumpfbereich sowie auf der Unteren Wiese, 25 cm vom **Boden**. Am niedrigsten sank sie **am Flussufer**, 125 cm vom Boden, während sich an der gleichen Lokalität, 25 cm vom Boden sowie auf der Mittleren Wiese, 125 cm vom Boden mittlere Werte ergaben.

In Punt Periv **verursachte** das **Strahlungswetter** eine mittlere **Austrocknung** **von** ganz anderer **Grössenordnung**. In der Nacht stieg im **allgemeinen** die Luftfeuchtigkeit bis zur Sättigung der **Luft** und tagsüber **erfolgte** ein **ausserordentlich** tief gehender Abfall. Abweichend war nur der erste **Beobachtungstag**, der in den **Minimalwerten** an **Il Fuorn** anschliesst (Abb. 21 und 22). Die folgenden drei Tage bieten mit kleinen Schwankungen ein **charakteristisches** und **gleichbleibendes** Bild (Abb. 23–28): **Am trockensten** werden an allen Tagen das **Mugo-Ericetum** und die **bodennahe** Station auf der **Flussinsel** mit **Minimalwerten** von 13–14%, also **einer** ganz enormen **Austrocknung** (vgl. Tab. 14) und **einem** mittleren Minimum der vier Tage von 19 resp. 21% (der feuchtere 26.6. **inbegriffen**). Die **übrigen** Stationen in Punt Periv **schwanken** mit ihren mittleren **Minimalwerten** zwischen 24 und 35%. **Im** allgemeinen ist die **Quellflur** am **feuchtesten**.

Die **beiden Beobachtungsstellen** der Flusstation verhalten sich mit Bezug auf die relative **Luftfeuchtigkeit** zur Zeit der höchsten täglichen **Austrocknung** in Punt Periv gerade **umgekehrt** als im Vorjahre in **Il Fuorn**: in **Il Fuorn** war die bodenferne **Beobachtungsstelle** trockener, in Punt Periv die bodennahe, und zwar regelmässig. Als **Einwirkende** Faktoren kommen in **Betracht** die **Bodenbeschaffenheit** und **Bodenerwärmung** sowie **Luftströmungen**. In Punt Periv und in **Il Fuorn** war die **Bodenunterlage** sandig kiesig, **wobei** in **Il Fuorn** der Sand **überwog**, in Punt Periv der **Kies**. Dazu war in **Il Fuorn** der Boden mehr oder weniger bewachsen mit **einer** sandig-humosen Deckschicht; in Punt **Periv** dagegen bestand er **oberflächlich** aus beinahe reinem Kies. Die nackte **Kiesoberfläche** erwärmte sich, trotzdem **das** Wasser in ganz geringer **Tiefe** lag, stärker als die **bewachsene** humose **Oberfläche**, was einen **aufsteigenden** warmen **Luftstrom** bewirkte. **Offenbar** können bereits kleine **Temperaturunterschiede** einen **wesentlichen** Effekt **ausüben**. Aber auch die **höhere** **Luftwärme** in Punt Periv und **vielleicht** kleine **Luftbewegungen** über **dem** Wasser **können** von **Einfluss** gewesen sein.

Eine **besondere Stellung** nimmt der Gang der relativen Luftfeuchtigkeit auf der Alp La Schera ein. Hier ist die Feuchtigkeit **tagsüber**, zum Teil in bedeutendem Masse, **grösser**, als in den Stationen **M Spöltal**, hat aber andererseits **gelegentlich** in der Nacht etwas **Schwierigkeit**, den Zustand der Sättigung zu erreichen und zu **behalten**. Also finden wir auch **mit Bezug** auf die Luftfeuchtigkeit auf der Alp La Schera ein ausgeglicheneres **Klima** als in der Tiefe des engen **Spöltals**.

Die Verdunstung. In **Il Fuorn** gibt die **Verdunstung** trotz des schlechten Wetters charakteristische, auf- und absteigende **Stundenkurven**, doch mit **einzelnen** starken **Rückschlägen**, die **vorübergehenden** **Wetterverschlechterungen** parallel gehen (Abb.

6–7). Zur Zeit der stärksten Verdunstung zeigen im allgemeinen die Wiesen die höchsten Werte; doch kommt dies vereinzelt auch dem Flussufer zu.

In Punt Periv sind die verdunsteten Wassermengen, entsprechend der starken alltäglichen **Austrocknung** der Luft, bedeutend **grösser** als in Il Fuorn (Abb. 29–32). Die höchsten Beträge in den mittäglichen Stunden finden sich an der rechtsseitigen **Hangstation** (Mugo-Ericetum) und vor dem Mittag auch im linksseitigen Mugo-Ericetum, entsprechend der starken Insolation. Von den übrigen Stationen steht deutlich am höchsten die Station auf der Flussinsel, zum Teil auch die Obere Terrasse, während die Untere Terrasse mit ihrer geschützten Lage stark zurück bleibt (vgl. auch Tab. 15 und 16). Auch hier dürften kleine Luftströmungen von Einfluss sein. Da die Verdunstung den Wasservorrat im Boden verkleinert, während sie von der Pflanze eine stärkere Wasserversorgung verlangt, so müssen die hohen Verdunstungswerte, falls nicht der Pflanze das Wasser in unbeschränkter Menge zur Verfügung steht, sich für ein **meso-**phytisches Pflanzenleben ungünstig auswirken.

Der Tau. In Il Fuorn war wegen des schlechten Wetters nur eine Messung möglich. In Punt Periv wurde jede Nacht gemessen, und es ergeben sich mit Ausnahme der ersten Nacht stets erhebliche Taumengen, die dem Pflanzenleben zugute kommen. Gesetzmässige Unterschiede im **Tauniederschlag**, die mit der Lage der **Beobachtungs-**orte gegenüber den Flüssen in Beziehung gebracht werden könnten, wurden nicht gefunden. Wahrscheinlich begünstigen offene Lagen sowie die unmittelbare Nähe von fließendem Wasser die Taubiidung. Es scheint jedoch, dass sehr lokale Einflüsse, die mit der **Beschaffenheit** der obersten Bodenschicht (**z. B.** Wärme, Durchlässigkeit, Ausstrahlung oder kleinen Luftströmungen u. a. m.) in Beziehung stehen, von beträchtlichem Einfluss sind.

Das Allgemeinklima des Nationalparkgebietes und auch das Lokalklima, wie wir es besonders am **Spöl** in Punt Periv festgestellt haben, besitzt also eine ausgesprochen kontinentale Tönung mit starker Sonnenstrahlung, hoher **Sonnenscheindauer**, kleinen Niederschlägen, hoher Verdunstung, hohen täglichen und jahreszeitlichen **Schwankungen** von Temperatur und **Luftfeuchtigkeit**. Das xerische Lokalklima geht direkt bis an die Ufer der **beiden** untersuchten Flüsse Spöl und Ova dal Fuorn, wahrscheinlich am Spöl stärker als an der Ova dal Fuorn, wie sich überall im Nationalparkgebiet kleinere Schwankungen in der Kontinentalität des Klimas geltend machen werden.

Wenn **wir** die Ergebnisse unserer lokalklimatischen Messungen **darauf** prüfen, ob sie Anhaltspunkte dafür geben, dass die **beiden** Flüsse Ova dal Fuorn und Spöl in wesentlichem Masse eine ausgleichende Wirkung auf den Klimacharakter ihrer Umgebung ausüben, so kommen **wir** zum Schlusse, dies sei nicht der Fall, auch nicht für das den Flüssen benachbarte Gelände. Es haben sich zwar verschiedentlich Messungsergebnisse gezeigt, die man als klimaausgleichend **wirksam** deuten könnte, aber sie werden durch Ausschläge in entgegengesetzter Richtung immer wieder kompensiert. So finden sich in Il Fuorn einerseits höhere Temperaturen der Wiesenstationen mit steigender Entfernung vom Flusse, während andererseits die Bodentemperaturen in 10 cm Bodentiefe nicht mitmachen und die Luftfeuchtigkeit zur Zeit der stärksten Luftaustrocknung gerade am Flussufer, sowohl in **Bodennähe** als besonders in der **bodenfernen Mess-**stelle am niedrigsten ist. Und die am **höchsten** am Hang liegende Station Oberste Wiese zeigte zugleich die höchsten Temperaturen und eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit. Doch herrschten angesichts des schlechten Wetters anormale Verhältnisse, die keine sicheren Schlüsse erlauben. – In Punt Periv sind die Spitzenwerte von Temperatur, Lufttrockenheit und **Verdunstungskraft** der Luft im Mugo-Ericetum des Steilhanges am höchsten, sind aber ohne **Zweifel** im **wesentlichen** durch **Insolationswirkung** bedingt und nicht durch die Abnahme der **Flusseinwirkung**. Die Obere Rasenterrasse dagegen

zeigt Spitzenwerte dieser Faktoren, denen die Flussinsel nicht nur nachkommt, **sondern** sie in der **bodennahen** Beobachtungsstelle **übersteigt**, woran vermutlich der **unbewachsene** Boden auch mitwirkt. Dass die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe auf der **Flussinsel** niedriger ist als auf der Oberen Rasenterrasse, dürfte die Folge davon sein, **dass** das kalte **Flusswasser** nur etwa 35 cm tiefer im kiesig-sandigen Boden frei zirkuliert.

Obschon wir durch **allgemeine Überlegungen** zur Ansicht kommen können, dass eine klimatische Einwirkung unserer **beiden** Flüsse auf die anstossende Umgebung **stattfinden** muss, so ergeben unsere **lokalklimatischen** Untersuchungen am Spöl und an der Ova **dal Fuorn** doch keinen klaren **Beweis dafür**. Sie sind zu kurzfristig und auch räumlich nicht genügend ausgedehnt. Aber sie zeigen mit Bestimmtheit, dass dieser **Einfluss** nur gering und räumlich sehr beschränkt sein **kann** und sicher nicht wesentlich auf die Vegetation einwirkt, mindestens nicht in der Zeit der langen Tage.

Der xerische Charakter der Vegetation, von dem wir ausgegangen sind, steht also in bester **Übereinstimmung** mit dem xerischen Charakter des Allgemein- und Lokalklimas. Allerdings hilft der feinerdearme, leicht **erwärmbare, durchlässige** Boden, wie er bei der Verwitterung von Dolomit und Kalkgestein entsteht, mit, die klimatisch bedingte xerische Ausprägung der Vegetation zu verschärfen.

Es ist deshalb anzunehmen, dass **nach** dem Wasserentzug durch den **Kraftwerkbau** der Wasserhaushalt der **Pflanzenwelt** des Gebietes als Ganzes betrachtet, abgesehen von kleinen Ausnahmen (**vgl.** S. 290) nicht verändert wird. Trotzdem **wird** es jeder Naturfreund immer wieder beklagen, dass die wundervolle, grossartig-harmonische Naturlandschaft des Spöl **durch** den **Entzug** des lebendigen und **rauschenden** Wassers einen tiefgehenden Schaden erleidet. Wissenschaftlich wird es von **grossem** Interesse sein, zu untersuchen, ob Veränderungen in **Lokalklima** und Vegetation doch eintreten und wie sie beschaffen sind. Dazu werden neue lokalklimatische Messungen dienen müssen. Aber auch die vielen Dauerbeobachtungsflächen im Nationalpark können zu solchen Studien beigezogen werden. Eine Erweiterung dieser Beobachtungsflächen an besonders geeigneten Lokalitäten ist **wünschbar**. Unter diesem **Gesichtspunkt** wurden in Punt Periv eine Reihe **neuer** Dauerbeobachtungsflächen angelegt, vorwiegend in feuchten oder nassen Böden. Sie sind auf Seite 291–305 dieser Arbeit näher beschrieben. Ihre wiederholte Beobachtung in Verbindung mit **pflanzensoziologischen Bestandaufnahmen** vor der verzögerten **Ausführung** des Kraftwerkes hat gezeigt, dass die auf trockenem oder leicht feuchtem Boden liegenden Dauerflächen-Rasenauch ohne **Wasserentzug** im Spöl im letzten Jahrzehnt bereits **wesentliche** Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung erlitten haben, die im Sinne der Rasenverschlechterung gehen. Sie können teilweise von extrem trockenen Sommern herrühren, müssen aber im wesentlichen auf Störung durch das **weidende** Wild, besonders die Hirsche, die in **grosser Überzahl** vorhanden sind, **zurückgeführt** werden (**Beweidung, Trittschäden, Lagerung?**). **Würde** man solche Veränderungen der Vegetation erst nach der Erstellung des Kraftwerkes festgestellt haben, so wären sie der **Austrocknung** des Spöl zugeschrieben worden.

Zitierte Literatur

- ANNALEN der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt, Zürich.
- BRAUN-BLANQUET, Jos. (1948/49): **Übersicht** der Pflanzengesellschaften Rätens. – Vegetatio *I* und *2*.
- BRAUN-BLANQUET, Jos., PALLMANN, H., BACH, R. (1954): Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (**Vaccinio-Piceetalia**). – Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des Schweizerischen Nationalparks NF 4.
- LEICK, E. (1933): Der Tau als Standortsfaktor. – Ber. Deutsch. Botan. Ges. *51*.
- LIVINGSTON, B.E. (1915): Atmometry and the porous cup Atmometer. – The Plant World *18*.
- LÜDI, W. (1925): Die Ergebnisse von Verdunstungsmessungen im **Lauterbrunnental** und in Bem in den Jahren **1917–1920**. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich *3*, Festschrift Carl Schröter.
- (1937): Mikroklimatische Untersuchungen an einem Vegetationsprofil in den Alpen von Davos. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich *1936*.
- (1948): Die Pflanzengesellschaften der **Schinige** Platte bei Interlaken und ihre Beziehungen zur Umwelt. Eine vergleichend-ökologische Untersuchung. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel *23*.
- MAURER, JUL., BILLWILLER, ROB. jr. und HESS, CLEM. (1909/110): Das Klima der Schweiz auf **Grund der 37jährigen** Beobachtungsperiode **1864–1900**. – 2 Bde., **Frauenfeld**.
- MÖRIKOFER, W. (1940): Meteorologische Strahlungsmessmethoden für biologische und ökologische Untersuchungen. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich, *1939*.
- (1966): Unter- und Oberengadin – Ein klimatologischer Kontrapunkt. – Ann. Schweiz. Ges. f. Balneologie und Bioklimatologie.
- SCHÜEPP, M. (1960–1963): Klimatologie der Schweiz. Beihefte zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt: Lufttemperatur 1960 und 1961; Sonnenscheindauer 1962; Bewölkung und Nebel 1963.
- UTTINGER, H. (1965): Klimatologie der Schweiz. E. Niederschlag. – Beihefte zu den Annalen der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt 1964.
- ZOLLER, HEINRICH (1964): Flora des Schweizerischen Nationalparkes **und** seiner Umgebung. – Ergebn. d. wiss. Untersuchungen im Schweiz. Nationalpark *9*, **Nr. 51**, Neuchâtel.