

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 50 (1973)

**Artikel:** Versuch einer vergleichend-ökologischen Analyse der Buchen-Tannen-Wälder des Schweizer Jura (Weissenstein und Chasseral)

**Autor:** Pfadenhauer, Jörg

**Kapitel:** 3: Ergebnisse

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308384>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Vegetation

#### 3.1.1 Weissenstein (Vegetationstabelle 1, hinten im Umschlag)

Das *Fagetum typicum* ist am Nordfuss des Weissenstein nur fragmentarisch ausgebildet. Die ausserordentlich flachgründigen Böden verhindern das Gedeihen der sonst auch in reinen Buchenwäldern vorkommenden anspruchsvolleren Arten der Trennartengruppe D1 (Vegetationstabelle 1). Ab 900 m NN tritt zu der bisher fast allein herrschenden Buche die Tanne und die Fichte hinzu und mit ihnen die Arten von D1 und D2. Hiervon ist die teilweise aspektbildende Art *Festuca sylvatica* erwähnenswert, nach der MOOR (1952) der Subassoziation der nordexponierten *Abieti-Fagetum* die Bezeichnung *festucetosum* gibt. Die Böden, die wegen der parallel zum Hang streichenden Schichten der kimeridgen und Portland-Kalke wie im *Fagetum typicum* sehr flachgründig sind, neigen leicht zur Verhagerung und besonders unter Fichtenschirm zur Versauerung. Geringe pH-Erniedrigung reicht aus, um grossflächig die Arten der Gruppe D3 mit *Vaccinium myrtillus* und einer Reihe azidophiler Moose zur Vorherrschaft gelangen zu lassen. Deshalb muss neben einer reinen Ausbildung eine solche mit *Vaccinium myrtillus* ausgeschieden werden. In höheren Lagen kommt noch eine dritte Ausbildung hinzu, und zwar dort, wo die Schichten des Dogger oder Braunen Jura und der Aargauer Kalkmergel mehr oder weniger senkrecht angeschnitten sind, also in Höhen zwischen 1000 und 1200 m NN. Verbunden mit einer deutlich erhöhten Luftfeuchtigkeit und höheren Niederschlägen (vgl. Abschnitt 3.3) wird hier die Voraussetzung für das Gedeihen einer *Adenostyles alliariae*-Ausbildung des *Abieti-Fagetum* geschaffen, die ausser dieser Hochstaude noch eine Reihe anderer hygrophiler, nährstoffliebender Pflanzen aufweist (Trennartengruppe D4). Bei rund 1250 m NN beginnt dann das *Aceri-Fagetum* mit seinen nitrophilen, breitblättrigen Stauden wie *Cicerbita alpina*, *Rumex arifolius* u. a. Arten der Gruppe D5. In der Baumschicht fehlt die Tanne vollständig, während der Bergahorn neben der Buche wesentlich den Aspekt bestimmt. Erwähnenswert sind auf der nur wenig geneigten Fläche kurz unterhalb des Dilitschkopfes (bei 1300 m NN) grosse Gebiete mit Herden von *Allium ursinum*, innerhalb deren die subalpinen Hochstaude etwas zurücktreten.

Die kontinuierliche Änderung der Vegetation, wie sie in der Tabelle naturgemäss trotz der entsprechenden Anordnung der Vegetationsaufnahmen nicht zum Ausdruck kommt, wird am ehesten durch das Transekt der Tafel 1 (Anhang) deutlich. Die Probeflächen sind in einer Linie vom *Fagetum typicum* bis zum *Aceri-Fagetum* des Gipfels angeordnet. Die maximalen pH-Werte liegen bei 7,5 im Bereich des *Abieti-Fagetum*; ein deutliches Minimum mit Werten

unter 6 ist im *Aceri-Fagetum* zu erkennen, was vermutlich mit einer stärkeren Entbasung durch höhere Niederschläge zu erklären ist. Sinngemäss nimmt auch der Wassergehalt von unten nach oben erheblich zu (von 40 auf über 150% TG). Der floristische Gradient wird vor allem deutlich bei der Betrachtung der Verteilung der Arten *Viola reichenbachiana* bis *Aconitum vulparia*. Charakteristisch ist das Maximum von *Adenostyles alliariae* in den Probeflächen 43 und 44, während eine Reihe von Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt an der (konstruierten) Grenze zwischen *Abieti-Fagetum* und *Aceri-Fagetum* haben (*Prenanthes purpurea*, *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum*, *Luzula sylvatica*, *Senecio fuchsii*).

### 3.1.2 Chasseral-Nordhang (Vegetationstabelle 2, hinten im Umschlag)

Der bis 860 m NN gedeihende, plenterwaldartig genutzte Buchen-Tannen-Fichten-Bestand auf alpiner Moräne nimmt eine klare Sonderstellung innerhalb der *Fageten* des Jura ein. Arten wie *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Carex digitata* und *Hedera helix* kennzeichnen seine submontane Lage, das Fehlen der Gruppen D2 und D3 des *Abieti-Fagetum* lassen Beziehungen zu artenarmen Kalk-*Fageten* erkennen. Ob die Begünstigung der Fichte und der Tanne und damit das Auftreten eines teilweise sehr dichten Moosteppichs aus azidophilen Arten (D6) anthropogen bedingt ist oder ob wegen der natürlichen Basenarmut (im Vergleich zu Jurakalken) und dem geringen Porenvolumen (vgl. MOOR 1952) das Substrat als nadelholzfördernd zu bezeichnen ist und diese Arten von Natur aus begünstigt hat, kann selbstverständlich auf Grund der geringen Aufnahmezahl nicht entschieden werden (vgl. Diskussion in Abschnitt 3.1.4.1 und 5).

Oberhalb 900 m NN stockt dann das *Abieti-Fagetum*, das hier aber bei weitem nicht so artenreich in Erscheinung tritt wie am Weissenstein. Trotz Nordlage fehlen *Festuca sylvatica*, *Mycelis muralis*, *Adenostyles glabra* u. a., die den flachgründigen, steinigen Boden im Schitterwald besiedelten. Dagegen treten eine Reihe von Arten auf, die auf tiefgründigen, lehmig-humosen Böden schliessen lassen, wie *Viola reichenbachiana* und *Polygonatum verticillatum*. Auch hier gibt es neben einer reinen Ausbildung eine solche mit *Adenostyles alliariae*, wobei die Pflanzen der Gruppe D3 als Trennarten fungieren. Unter Fichtenbeschränkung gelangen gelegentlich die Säurezeiger von D6 (*Vaccinium myrtillus*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*) zur Vorherrschaft, spielen aber flächenmässig nur eine geringe Rolle. Mit steigender Meereshöhe nimmt die Anzahl der hygrophilen Arten zu, bis ungefähr oberhalb 1250 m NN meist als Restbestände zwischen ausgedehnten Weideflächen, teilweise auch an steileren Hängen das *Aceri-Fagetum* die herrschende Pflanzengesellschaft wird. Hier fehlen die Arten der Gruppe D1, die die unteren Berglagen kennzeichnen; auch *Dryopteris filix mas*, *Polygonatum verticillatum* u. a. (D2) treten deutlich zurück. Überhaupt ist das geringe Vorhandensein von Ordnungs- bzw. Klassenkenn- und -trennarten der *Fagetalia* bzw. *Quercu-Fagetea* in diesem Gebiet auffallend.

Die Bestände selbst sind lückig, wobei sich an den freien Stellen eine fast undurchdringliche, nahezu mannshohe Krautschicht aus subalpinen Hochstauden der Gruppe D4 ausgebreitet hat. Dies erweckt mancherorts den Eindruck eines Mosaiks zwischen Gesellschaften der *Adenostyletalia* und undefinierbaren Fragmenten irgendwelcher Wälder. Überraschend ist nicht das zu erwartende Fehlen der Tanne (wie am Weissenstein), sondern das der Buche. Statt dessen ist der herrschende Baum die Fichte, deren Beständen vereinzelt der Bergahorn beigemischt ist. Inwieweit hierbei anthropogener Einfluss vorliegt, kann in diesem Rahmen nicht entschieden werden. Es ist aber anzunehmen, dass im Gefolge der jahrhundertealten Bewirtschaftung der Jurahochflächen die Fichte zuungunsten der Buche gefördert wurde (ausführliche Diskussion bei MOOR 1954). Besonders massives Auftreten von *Picea abies* begünstigt das Gedeihen der azidophilen Trennartengruppe D6, und zwar nicht nur auf normal drainierten Böden, sondern auch auf quelligen Stellen am Hangfuss über Aargauer Kalkmergel, wo ausserdem *Caltha palustris*, *Deschampsia caespitosa* u.a. Arten der Gruppe D5 gedeihen.

Aus der Vegetationskarte geht hervor, dass das obig beschriebene *Aceri-Fagetum* nur auf Nordhängen stockt. An südexponierten Stellen, etwa östlich von Le Houbel oder nördlich der Métairie du Milieu de Bienne, gedeiht ein in seinem Aufbau erheblich abweichender Bestand, der seinen Verbreitungsschwerpunkt auf dem Chasseral-Südhang hat. Er wird deshalb im folgenden Kapitel besprochen.

### 3.1.3 Chasseral-Südhang (Vegetationstabelle 3, hinten im Umschlag)

Die Vegetation des Südhangs unterscheidet sich erheblich von der des Nordhangs. Zunächst liegt die Grenze zwischen Buchen- und Buchen-Tannen-Wald höher, nämlich durchschnittlich bei knapp 1100 m NN. Das *Fagetum typicum* ist artenarm und seine Krautschicht lückig. Auffallend ist das stete Auftreten von *Cardamine heptaphyllos* und *Elymus europaeus*, die auf der Nordseite des Chasseral und am Weissenstein fast vollständig fehlen. Die Tanne ist der Baumschicht aus Buche beigemischt, spielt aber keine entscheidende Rolle. Der Boden ist skelettreich, flachgründig und nur dort etwas tiefgründiger, wo die Arten der Gruppe D2 auftreten. Relikte der tiefer liegenden *Carici-Fageten* (*Melica nutans*, *Euphorbia amygdaloides*, *Convallaria majalis* u.a.) kennzeichnen die Bestände, die zum Teil vom Weidevieh stark gestört sind. Deshalb ist auch die Fichte auf ausgedehnten Flächen und am Waldrand zur Vorherrschaft gelangt.

Auch das *Abieti-Fagetum* ist im unteren Hangdrittel nicht besonders üppig ausgebildet (*Abieti-Fagetum elymetosum*, reine Ausbildung). Typisch ist jedenfalls das Fehlen der Gruppe D1 und die Vorherrschaft der Gruppe D2. Das gehäufte Auftreten von *Elymus europaeus* berechtigt zur Bezeichnung «*elymentosum*» dieser Subassoziation. Säurezeiger fehlen ausser *Vaccinium myrtillus*, einer Spezies, die gleichmässig stetig in allen drei Vegetationseinheiten am Südhang gedeiht. Oberhalb von 1150 m NN ändert sich der Aspekt schlagartig.

Es kommen die Arten *Adenostyles alliariae*, *Primula elatior*, *Polystichum aculeatum*, *Sanicula europaea*, *Lysimachia nemorum*, *Athyrium filix femina* und *Festuca sylvatica* (D3) hinzu. Die Krautschicht wird artenreich und üppig; Farne und grossblättrige Stauden beherrschen das Bild (*Adenostyles alliariae*-Ausbildung). Die Artengruppe D4 mit *Bromus benekeni*, *Carex montana*, *Brachypodium sylvaticum* und *Geum urbanum* ist charakteristisch für einen süd-exponierten Bestand auf der Nordseite des Chasseral (südlich Piénibon), erreicht aber keine grössere Flächendeckung und soll deshalb hier nicht weiter behandelt werden.

Knapp unterhalb 1300 m NN kann die Grenze zum *Aceri-Fagetum* der Südlage gezogen werden. Dieser hochstaudenreiche Buchenwald unterscheidet sich von den bisher beschriebenen sehr deutlich. Zunächst ist die krüppelige Wuchsform der Buche erwähnenswert, die die herrschende Baumart darstellt und durch zum Teil niederliegenden Wuchs und gebüschartige Formen ein Begehen der Bestände erheblich erschwert. Fichte und Tanne, soweit sie noch vereinzelt vorkommen, sind ebenfalls klein, zum Teil krüppelig ausgebildet und tragen dichten Flechtenbewuchs. Der grobblockige Boden ist dicht mit den Arten der Gruppe D5 bewachsen. Es fehlen zum Teil die als Trennarten des Unterverbandes *Aceri-Fagion* angesehenen hygrophilen Hochstauden wie *Chaerophyllum hirsutum* und *Cicerbita alpina*. Statt dessen treten einige wärmeliebende Arten wie *Centaurea montana*, *Valeriana montana*, *Daphne mezereum* u.a. auf, die Beziehungen zum *Seslerio-Fagetum* erkennen lassen. Aspektbildend sind *Adenostyles alliariae*, *Senecio fuchsii*, *Prenanthes purpurea*, *Polygonatum verticillatum*, *Cardamine heptaphyllos* und *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum*. Wie bereits erwähnt, gedeiht die «Südlagen»-Ausbildung des *Aceri-Fagetum* auch auf südwestorientierten Hängen des Chasseral-Nordabfalls. Dort gibt es an quelligen Stellen (Aargauer Kalkmergel) eine «Südlagen»-Ausbildung mit *Geum rivale* (D6), die am Chasseral-Südhang aus geologischen Gründen fehlt.

Das Transekt der Tafel 2 lässt die Verteilung der einzelnen Arten noch deutlicher hervortreten. Von den Baumarten ist die Buche die einzige, die in allen drei Vegetationseinheiten gleichmässig vorkommt, wenn auch im *Aceri-Fagetum* mit reduzierter Vitalität. Dies gilt ebenso für *Galium odoratum*, *Solidago virgaurea*, *Cardamine heptaphyllos* u.a., die am Ende von Tafel 2 unter der Bezeichnung «indifferente Arten» zusammengefasst sind. Die Fichte und die Tanne dagegen fehlen im *Aceri-Fagetum*, der Bergahorn im *Fagetum typicum*. Die übrigen Pflanzen gruppieren sich zu einem floristischen Gradienten, der nicht linear, sondern entsprechend der Anordnung der einzelnen Arten ähnlich einer Neutralisationskurve verläuft. Ihre steile Stelle markiert den Übergang zwischen der reinen und der *Adenostyles alliariae*-Ausbildung des *Abieti-Fagetum elymetosum*; hier erreichen *Lamiastrum montanum*, *Geranium robertianum*, *Oxalis acetosella*, *Viola reichenbachiana*, *Senecio fuchsii* und Keimlinge von *Fagus sylvatica* sehr rasch ihr optimales Vorkommen. pH und Wassergehalt geben keinen Aufschluss über etwaige Unterschiede.

### 3.1.4 Vegetationskundlicher Vergleich zwischen den Untersuchungsgebieten

#### 3.1.4.1 *Fagetum typicum*

Ein Vergleich zwischen den *Fageten* der drei Untersuchungsgebiete Weissenstein, Chasseral-Nord und Chasseral-Süd zeigt gemäss der Teilstetigkeitstabelle (Tab. 3) eine hohe Uneinheitlichkeit dieses Vegetationstyps. Für eine genaue Interpretation der Unterschiede reicht natürlich das Aufnahmematerial nicht aus; dazu kommt, dass die Gesellschaft hier nur fragmentarisch ausgebildet und vielfach durch Beweidung gestört ist. Sehr artenarm bietet sich der Buchenwald am Fuss des Weissenstein-Nordhangs dar, wo gelegentlich durch Femelschlag auftretende Bestandeslücken kurzfristig von Eschenkeimlingen besiedelt werden. Die artenreicheren *Fageten* gedeihen auf den besseren Böden des Chasseral. Nord- und Südhang sind hier durch die Artengruppe D3 gekennzeichnet, die ausser *Vaccinium myrtillus*, das am Weissenstein wahrscheinlich nur wegen der geringen Aufnahmezahl nicht mit erfasst wurde, wärmeliebende (im Vergleich zu *Abieti-Fagetum* und *Aceri-Fagetum*) und mässig nährstoffreiche Böden bevorzugende Arten enthält. Signifikant ist der Unterschied zwischen Chasseral-Nord- und Chasseral-Südhang. Das *Fagetum* auf alpiner Rissmoräne, die etwa zur Hälfte aus basischem (kalkalpinem), zur Hälfte aus silikatischem (zentral-alpinem) Material besteht und oberflächlich entbast ist, im Vallon de St-Imier stellt auf Grund der Artengruppe D3 ein montanes *Luzulo-Fagetum* dar (vgl. RICHARD 1961), in dem die Tanne von Natur aus beteiligt ist, während die Buchenwälder der Südseite bei Nods im Untersuchungsgebiet bereits auf Jurakalken stocken und deshalb einen völlig anderen Charakter tragen. Sie sind nach OBERDORFER et al. (1967) als *Cardamino heptaphyllae-Fagetum* (MOOR 1952, TH. MÜLLER 1966) zu bezeichnen, gehören damit in den (umstrittenen) Verband *Daphno-Fagion* und stehen dem *Lathyro-Fagetum* (HARTMANN 1954; = *Cephalanthero-Fagetum* OBERD. 1957 p. p.) der Schwäbischen Alb als montane Rasse nahe. Eine systematische Einordnung der *Fageten* am Weissenstein ist auf Grund der geringen Aufnahmezahl nicht möglich.

#### 3.1.4.2 *Abieti-Fagetum*

Auch hier bestehen zwischen den untersuchten Jurahängen grosse floristische Unterschiede, nicht nur zwischen Süd- und Nordlage, was an sich verständlich ist, sondern vor allem auch zwischen den Nordlagen am Weissenstein und am Chasseral (Tab. 4). Die Arten der Gruppe D1 kennzeichnen die flachgründigen Böden des Schitterwaldes mit *Festuca sylvatica* (vgl. MOOR 1952), *Mycelis muralis* und *Adenostyles glabra*. Tiefgründigere Böden verursachen dagegen das Auftreten von *Viola reichenbachiana*, *Polygonatum verticillatum* und *Adenostyles alliariae* (D3) im Buchen-Tannen-Wald des Chasseral. Die Nordlage wird angedeutet durch *Rubus idaeus*, *Heracleum sphondylium ssp. montanum* und die

Tabelle 3 Trennarten innerhalb des *Fagetum typicum* (b = Weissenstein-Nordhang, a = Chasseral-Nordhang, c = Chasseral-Südhang)

	b	a	c
D1 <i>Fraxinus excelsior</i> Kml. ....	3	.	.
D2 <i>Hedera helix</i> .....	2	V	I
<i>Oxalis acetosella</i> .....	1	V	II
<i>Fragaria vesca</i> .....	2	IV	I
<i>Geranium robertianum</i> .....	1	III	I
<i>Rubus idaeus</i> .....	1	III	I
D3 <i>Hylocomium splendens</i> .....	.	III	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> .....	.	III	.
<i>Rubus spec.</i> .....	.	III	.
<i>Melampyrum pratense</i> .....	.	II	.
<i>Pyrola secunda</i> .....	.	II	.
<i>Primula elatior</i> .....	.	II	.
<i>Polystichum aculeatum</i> .....	.	I	.
<i>Actaea spicata</i> .....	.	I	.
<i>Adenostyles alliariae</i> .....	.	I	.
<i>Dicranum scoparium</i> .....	.	I	.
D4 <i>Viola reichenbachiana</i> .....	.	V	IV
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	.	IV	V
<i>Lamiaeum montanum</i> .....	.	V	III
<i>Lathyrus vernus</i> .....	.	IV	IV
<i>Paris quadrifolia</i> .....	1	IV	III
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	.	III	IV
<i>Corylus avellana</i> .....	.	IV	II
<i>Hieracium sylvaticum</i> .....	.	III	III
<i>Ajuga reptans</i> .....	.	III	II
<i>Phyteuma spicatum</i> .....	.	II	III
<i>Neottia nidus avis</i> .....	.	II	II
<i>Dryopteris filix mas</i> .....	.	I	II
<i>Lilium martagon</i> .....	.	I	II
<i>Carex sylvatica</i> .....	.	I	I
D5 <i>Cardamine heptaphyllos</i> .....	1	II	V
<i>Polygonatum verticillatum</i> .....	.	.	V
<i>Anemone nemorosa</i> .....	.	.	IV
<i>Melica nutans</i> .....	.	.	IV
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	2	II	IV
<i>Rosa pendulina</i> .....	1	II	IV
<i>Elymus europaeus</i> .....	.	I	IV
<i>Euphorbia amygdaloides</i> .....	.	.	III

Tabelle 4 Trennarten innerhalb des *Abieti-Fagetum* (e = Weissenstein-Nordhang, *A.-F. festucetosum*, d = Chasseral-Nordhang, *A.-F. typicum*, f = Chasseral-Südhang, *A.-F. elymetosum*)

	e	d	f
D1 <i>Festuca sylvatica</i> .....	IV	.	I
<i>Mycelis muralis</i> .....	IV	II	I
<i>Adenostyles glabra</i> .....	IV	.	.
<i>Carex digitata</i> .....	III	.	.
<i>Lonicera alpigena</i> .....	III	I	.
<i>Dicranum scoparium</i> .....	III	.	I
<i>Hylocomium splendens</i> .....	III	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	II	.	.
<i>Cephalanthera alba</i> .....	II	.	.
<i>Ctenidium molluscum</i> .....	II	.	.
<i>Plagiochila asplenioides</i> .....	II	.	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> .....	II	I	.
<i>Pleurozium schreberi</i> .....	I	.	.
D2 <i>Rubus idaeus</i> .....	III	IV	I
<i>Heracleum sphondylium</i> ssp. <i>montanum</i> .....	III	II	I
<i>Actaea spicata</i> .....	II	I	.
<i>Aruncus dioicus</i> .....	II	II	.
D3 <i>Viola reichenbachiana</i> .....	II	V	V
<i>Polygonatum verticillatum</i> .....	II	V	V
<i>Adenostyles alliariae</i> .....	II	IV	III
D4 <i>Sanicula europaea</i> .....	.	I	III
<i>Cardamine heptaphyllos</i> .....	.	I	V
<i>Carex sylvatica</i> .....	II	II	IV
<i>Ajuga reptans</i> .....	II	II	IV
<i>Elymus europaeus</i> .....	II	I	III
<i>Lathyrus vernus</i> .....	.	II	III
<i>Primula elatior</i> .....	.	II	III

Schluchtwaldarten *Actaea spicata* und *Aruncus dioicus* (D2), Südlage mit lehmigen, stark verwitterten Böden durch *Cardamine heptaphyllos*, *Carex sylvatica* u. a. sowie vor allem durch *Elymus europaeus* (D4). Wenn man die in Tabelle 4 klar hervortretenden Einheiten benennen will, könnte man analog MOOR (1952) von einem *Abieti-Fagetum festucetosum* (Weissenstein-Nord) und *elymetosum* (Chasseral-Süd) sprechen. Konsequenterweise wäre der trennartenlose Buchen-Tannen-Wald des Chasseral-Nordhangs als *Abieti-Fagetum typicum* zu bezeichnen.

Insgesamt gesehen, entsprechen die *Abieti-Fageten* des Schweizer Jura wohl am ehesten dem *Lathyro-Abietetum* (OBERDORFER Mskr.) der Schwäbischen Alb,

also montanen, tannenreichen Formen des *Lathyro-Fagetum* (einschl. *Elymo-Fagetum* KUHN 1937). Es wurde von OBERDORFER (1957) *Abieti-Fagetum jurasicum* (montane und hochmontane Kalk-Tannen-Buchen-Wälder) genannt. Arten wie *Lonicera nigra*, *Rosa pendulina*, *Epipactis helleborine*, *Adenostyles alliariae*, *Heracleum sphondylium ssp. montanum*, *Vaccinium myrtillus*, gelegentlich auch *Cardamine heptaphyllos*, die im *Abieti-Fagetum* des Schweizer Jura im Gegensatz zu dem der Schwäbischen Alb gedeihen, kennzeichnen die grösseren Höhen und trennen es vom *Lathyro-Abietetum*. Es erscheint jedenfalls gerechtfertigt, den Buchen-Tannen-Wäldern des Schweizer Jura den Rang einer eigenen Gebietsassoziation zuzugestehen. Zweifellos vermitteln sie in ihrer Artengarnitur zu den *Abieti-Fageten* der Schweizer Voralpen (KUOCH 1954).

#### 3.1.4.3 *Aceri-Fagetum*

Dass sich auch die hochstaudenreichen Buchenwälder der drei untersuchten Hänge wesentlich voneinander unterscheiden, ist nach Kenntnis der übrigen Vegetationseinheiten fast zu erwarten. Tatsächlich gibt es bei den Trennartengruppen alle möglichen Kombinationen, wie aus Tabelle 5 hervorgeht. Klar ist die Unterscheidung der *Aceri-Fageten* der Nordhänge durch D2 (*Cicerbita alpina* usw.) von denen des Südhangs durch D5 (*Knautia sylvatica*, *Centaurea montana* usw.). Das Auftreten azidophiler Moose (D1) und das Fehlen der Trennartengruppe D4 (*Fagus sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Galium odoratum* u. a.) am Chasseral-Nordhang ist durch die bereits erwähnte starke Vorherrschaft der Fichte bedingt, während am Weissenstein die Anwesenheit von *Festuca sylvatica* durch den intensiven Kontakt mit dem *Abieti-Fagetum festucetosum* und von *Fraxinus excelsior* durch die geringe Höhenlage und das Vorhandensein leicht quelliger Stellen (auch *Geum rivale*) eine Erklärung findet (D3).

Die systematische Stellung des *Aceri-Fagetum* ist in den vergangenen Jahren ziemlich geklärt worden. Es gehört als selbständige Assoziation in den Unterverband *Aceri-Fagion* (ELLENBERG 1963), der mit einigen hygrophilen Arten zum Verband *Tilio-Acerion* vermittelt (PFADENHAUER 1969).

#### 3.1.4.4 *Zusammenfassung der besprochenen Vegetationseinheiten*

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass sich Buchen-, Buchen-Tannen- und hochstaudenreicher Buchenwald durch eine Reihe von Trennartengruppen gut voneinander unterscheiden. D1 kennzeichnet mit *Hedera helix*, *Convallaria majalis*, *Lathyrus vernus* u. a. die am tiefsten gelegenen *Luzulo-* und *Cardamine heptaphyllae-Fageten*. *Abies alba* und andere Pflanzen der Gruppe D2 haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im *Abieti-Fagetum* und fehlen im *Aceri-Fagetum*. Arten mit höheren Ansprüchen an Luftfeuchtigkeit (Farne) und Nährstoffverhältnissen (*Dryopteris filix mas*, *Athyrium filix femina*, *Polygonatum verticillatum*, *Adenostyles alliariae* u. a. von D3) gedeihen im Buchen-Tannen-Wald und im hochstaudenreichen Buchenwald, während die Hochstauden der Gruppe D4 ausschliesslich letzterem vorbehalten bleiben.

Tabelle 5 Trennarten innerhalb des *Aceri-Fagetum* (g = Chasseral-Nordhang, h = Weissenstein-Nordhang, i = Chasseral-Südhang)

	g	h	i
D1 <i>Saxifraga rotundifolia</i> .....	IV	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i> .....	III	.	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> .....	II	.	I
<i>Plagiochila asplenioides</i> .....	II	I	.
<i>Ctenidium molluscum</i> .....	II	I	.
<i>Dicranum scoparium</i> .....	II	.	.
<i>Petasites albus</i> .....	II	.	.
<i>Cardamine pratensis</i> .....	II	.	.
<i>Aconitum napellus</i> .....	II	I	.
<i>Anthriscus sylvestris</i> .....	II	.	.
D2 <i>Cicerbita alpina</i> .....	V	IV	.
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> .....	IV	II	I
<i>Veratrum album</i> .....	IV	II	I
<i>Aconitum vulparia</i> .....	III	IV	I
D3 <i>Geum rivale</i> .....	I	III	I
<i>Festuca sylvatica</i> .....	.	III	I
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	.	III	.
<i>Silene dioica</i> .....	.	II	.
<i>Allium ursinum</i> .....	.	II	.
<i>Luzula sylvatica</i> .....	.	II	.
<i>Fissidens taxifolius</i> .....	.	II	.
D4 <i>Fagus sylvatica</i> .....	II	V	IV
<i>Galium odoratum</i> .....	I	V	IV
<i>Viola reichenbachiana</i> .....	II	V	IV
<i>Polygonatum verticillatum</i> .....	I	IV	V
<i>Carex sylvatica</i> .....	.	III	IV
<i>Mercurialis perennis</i> .....	.	III	II
<i>Sanicula europaea</i> .....	.	III	II
<i>Geranium robertianum</i> .....	.	II	II
D5 <i>Knautia sylvatica</i> .....	II	I	V
<i>Solidago virgaurea</i> .....	I	.	IV
<i>Centaurea montana</i> .....	.	.	IV
<i>Fragaria vesca</i> .....	.	.	III
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	.	I	III
<i>Valeriana montana</i> .....	.	.	III
<i>Cardamine heptaphyllos</i> .....	II	.	III
<i>Elymus europaeus</i> .....	.	I	II
<i>Melampyrum sylvaticum</i> .....	.	.	II
<i>Carduus personata</i> .....	.	.	II
<i>Lathyrus vernus</i> .....	.	.	I

Tabelle 6 Assoziationstrennarten des *Fagetum typicum* (a, b, c), *Abieti-Fagetum* (d, e, f) und *Aceri-Fagetum* (g, h, i) am Weissenstein und am Chasseral

Nummer der Assoziation	a	b	c	d	e	f	g	h	i
D1 <i>Melica nutans</i> .....	.	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i> .....	.	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i> .....	.	.	III	.	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i> .....	V	2	I	.	.	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i> .....	II	1	II	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus vernus</i> .....	IV	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	III	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum sylvaticum</i> .....	II	.	I	.	.	.	.	.	.
D2 <i>Abies alba</i> .....	V	3	IV	V	V	V	I	I	II
<i>Epipactis helleborine</i> .....	I	2	I	II	III	II	.	.	.
<i>Neottia nidus avis</i> .....	II	.	II	II	III	II	.	.	.
<i>Carex digitata</i> .....	III	1	II	.	III	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i> .....	IV	.	II	II	.	I	.	.	.
D3 <i>Dryopteris filix mas</i> .....	I	.	II	V	IV	V	II	V	III
<i>Epilobium montanum</i> .....	.	1	.	I	II	I	I	II	II
<i>Athyrium filix femina</i> .....	.	.	.	II	II	II	IV	IV	III
<i>Polygonatum verticillatum</i> .....	.	.	V	V	II	V	I	IV	V
<i>Adenostyles alliariae</i> .....	I	.	.	IV	II	III	V	V	IV
<i>Primula elatior</i> .....	II	.	.	II	.	III	V	III	V
<i>Heracleum montanum</i> .....	.	.	.	II	III	I	IV	III	V
<i>Lonicera alpigena</i> .....	.	.	.	I	III	.	II	II	II
<i>Lysimachia nemorum</i> .....	.	.	.	.	.	II	I	I	I
D4 <i>Senecio fuchsii</i> .....	.	.	.	I	I	I	IV	V	IV
<i>Knautia sylvatica</i> .....	I	.	.	.	.	I	II	I	V
<i>Ranunculus lanuginosus</i> .....	.	.	.	.	.	II	IV	V	III
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> .....	.	.	.	.	.	.	IV	II	I
<i>Rumex arifolius</i> .....	.	.	.	.	.	.	IV	IV	III
<i>Veratrum album</i> .....	.	.	.	.	.	.	IV	II	I
<i>Crepis paludosa</i> .....	.	.	.	.	.	.	III	III	II
<i>Aconitum vulparia</i> .....	.	.	.	.	.	.	III	IV	I
<i>Ranunculus platanifolius</i> .....	.	.	.	.	.	.	II	I	III
<i>Geranium sylvaticum</i> .....	.	.	.	.	.	.	II	II	III
<i>Geum rivale</i> .....	.	.	.	.	.	.	I	III	I
<i>Cicerbita alpina</i> .....	.	.	.	.	.	.	V	IV	.

### 3.2 Phänologie

Die Kartierung der phänologischen Zustandsstufen ergab Wuchsklimakarten der Untersuchungsgebiete, die die mögliche landwirtschaftliche Nutzung angeben (vgl. dazu ELLENBERG 1954). Wir folgen bei dieser Einteilung der Arbeit von SCHREIBER (1968). Am Weissenstein und am Chasseral kommen insgesamt

8 Stufen vor, die in Tabelle 7 zusammengestellt und erklärt sind. Aus Tabelle 8 geht hervor, wie gross der vertikale Bereich der einzelnen Wärmestufen ist. Erwartungsgemäss liegen die Grenzen am Nordhang über 100 Höhenmeter tiefer als am Südhang.

Tabelle 7 Relative Wärmestufen am Weissenstein und am Chasseral (Bezeichnung nach SCHREIBER 1968)

Stufe Nr.	Relative Wärmestufe	Landwirtschaftliche Klimastufe	Erläuterung
4	ziemlich kühl	untere Ackerbaustufe	Grenzklima des erwerblichen Obstbaus
3	kühl	mittlere Ackerbaustufe	
2	sehr kühl	obere Ackerbaustufe	
1	ziemlich rauh	untere Berggrünlandstufe	Grenzklima des Sommergetreideanbaus
0	rauh	mittlere Berggrünlandstufe	Grenzklima für zweischürige Wiesennutzung
—1	sehr rauh	obere Berggrünlandstufe	
—2	ziemlich kalt	untere Alpengrünlandstufe	
—3	kalt	mittlere Alpengrünlandstufe	

Tabelle 8 Bereich der kartierten Wärmestufen an den untersuchten Hängen des Weissenstein und des Chasseral in m NN

Stufe Nr.	Weissenstein	Chasseral-Nord	Chasseral-Süd
4	? – 790	? – 790	? – 900
3	790 – 900	790 – 900	900 – 1000
2	900 – 990	900 – 1000	1000 – 1090
1	990 – 1040	1000 – 1160	1090 – 1250
0	1040 – 1300	1160 – 1310	1250 – 1410
—1	1300 – ?	1310 – 1410	1410 – 1550
—2		1410 – 1550	1550 – ?
—3		1550 – ?	

### 3.3 Klima

#### 3.3.1 Regenniederschlag

Trotz eines relativen Höhenunterschiedes von über 500 m vom Talgrund bis zum Gipfel (Dilitschkopf) konnte eine Differenzierung des Regenniederschlags bei den Summenwerten der Vegetationszeit (Juni–Oktober) 1970 am Weissen-

stein nicht festgestellt werden (Abb. 3). Aus Tabelle 9 ist dagegen zu entnehmen, dass in den Monaten Juni–August eine Minderung der Regenmengen mit zunehmender Meereshöhe stattfand, während im September und Oktober eine geringe Zunahme zu erkennen ist. Der erheblich über dem der Station 2 liegende Wert der Station 3 im Gipfelbereich gleicht die Gesamtsumme aus.

Ganz anders liegen die Verhältnisse am Chasseral. Im Jahr 1970 war die Niederschlagsverteilung an den sechs Stationen dergestalt, dass die grössten Regenmengen mit 592 mm (Juni–Oktober) in etwa 1200 m Meereshöhe am südostexponierten Hang fielen (Abb. 4). Die Stationen 4 und 6, deren Höhendifferenz 420 m betrug, erhielten gleich viel Niederschlag (rund 457 mm). Auf der Nordseite dagegen wurde am meisten an der höchstgelegenen Station Nr. 9 (498,9 mm), am wenigsten an der Talstation Nr. 7 (449,1 mm) gemessen. Im Jahr 1971 fiel zwischen dem 1. Juni und dem 11. Oktober insgesamt erheblich mehr Regen an allen Stationen, wobei das Maximum mit 647,5 mm bei Station 6, das Minimum mit 471,1 mm bei Station 7 auf der Nordseite lag (Abb. 5). Ein Vergleich der Abbildungen 4 und 5 zeigt, dass während beider Jahre der Südhang des Chasseral mehr Niederschlag erhielt als der Nordhang. Wir werden auf die Deutung dieses Phänomens und seine Wirkung auf die Vegetation noch zurückkommen.

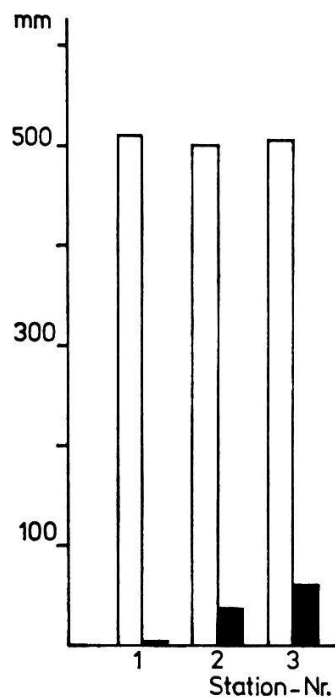


Abb. 3 Regen- (weiss) und Horizontalniederschlag (schwarz) als Summen der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 an den Stationen 1–3 am Weissenstein

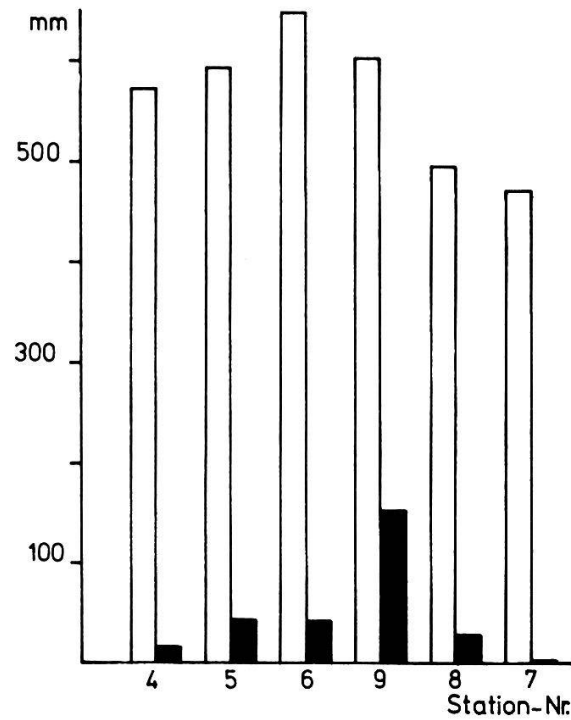


Abb. 4 Regen- (weiss) und Horizontalniederschlag (schwarz) als Summen der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 an den Stationen 4–9 am Chasseral

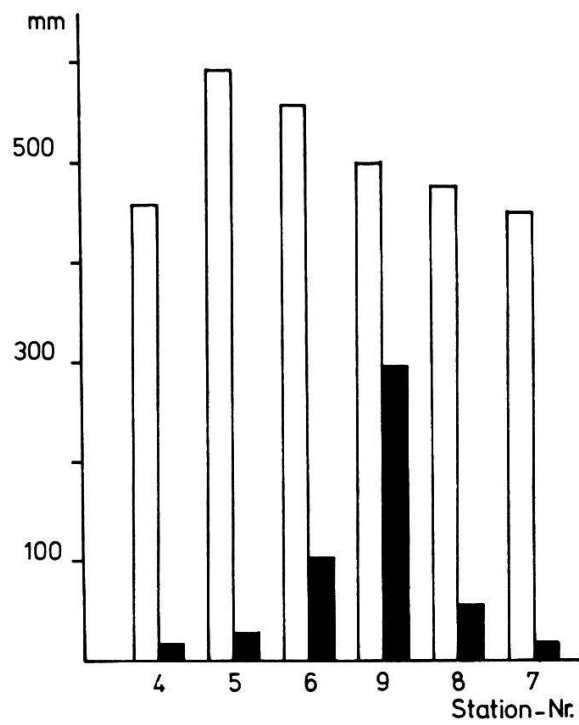


Abb. 5 Regen- (weiss) und Horizontalniederschlag (schwarz) als Summen der Vegetationszeit Juni–Oktober 1971 an den Stationen 4–9 am Chasseral

### 3.3.2 Horizontalniederschlag

Die Differenz zwischen den Werten, die in den ohne und in den mit Nebelfanggitter versehenen Regenmessern gemessen wurden, ergibt die von 200 cm<sup>2</sup> Drahtnetz aufgefangene Menge Horizontalniederschlag. Man misst nicht nur den treibenden Nebel, sondern erhält auch einen höheren Anteil Regenniederschlag, der dadurch zustande kommt, dass durch Windeinwirkung der Regenfall nicht mehr senkrecht, sondern schräg oder bei sehr starkem Wind horizontal einfällt. In tieferen Lagen oder bei geringen Regenfällen kann obige Differenz auch negativ sein, weil die Auffangfläche der Regenmesser durch das Drahtnetz abgeschirmt wird und an diesem anhaftende Tropfen wieder verdunsten, ehe sie in das Sammelgefäss abfließen können. Die Bezeichnung «Nebelniederschlag» ist deshalb ungenau. In dieser Arbeit soll nur von «Horizontalniederschlag» gesprochen werden (zur Kritik des Nebelfanggitters vgl. GRUNOW 1954, 1955, 1958). Eine Zunahme des Horizontalniederschlags mit steigender Meereshöhe war deshalb zu erwarten, nicht nur weil in den Kammlagen besonders häufig dichter Nebel auftritt, sondern auch weil die Windgeschwindigkeit grösser wird. Am Weissenstein ist eine Erhöhung von 3,7 mm (Station 1) über 36,9 mm (Station 2) auf 60,4 mm (Station 3) zu verzeichnen (Abb. 3, Tab. 10). Das sind

Tabelle 9 Monatliche Niederschlagssummen der Messstellen 1–9 am Weissenstein und am Chasseral. Da die Ablesungen wöchentlich erfolgten, ist die tatsächliche Messzeit für 1970: Juni: 15.6.–29.6., Juli: 29.6.–27.7., August: 27.7.–31.8., September: 31.8.–28.9., Oktober: 28.9.–19.10.; für 1971: Juni: 31.5.–28.6., Juli: 28.6.–2.8., August: 2.8.–3.8., September: 30.8.–27.9., Oktober: 27.9.–11.10.

Ort	Weissenstein			Chasseral SE-Hang		Chasseral NW-Hang			
	1	2	3	4	5	6	9	8	
Station Nr. ....	1	2	3	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN .....	810	925	1305	990	1245	1411	1398	1139	800
1970 Juni .....	121,4	119,6	114,9	75,0	131,9	95,5	108,0	103,3	106,2
Juli .....	83,1	90,3	78,5	99,0	110,8	125,6	120,1	104,1	99,6
August .....	196,8	184,3	172,5	151,5	201,2	189,1	173,1	156,0	127,5
September .....	21,6	23,9	24,9	30,8	54,2	58,3	31,8	38,7	37,5
Oktober .....	88,4	82,1	114,5	89,1	93,7	88,3	65,9	72,4	78,3
Summe .....	511,3	500,2	505,3	457,4	591,8	556,8	498,9	474,5	449,1
1971 Juni .....				158,6	175,0	184,0	152,2	117,6	120,0
Juli .....				130,4	138,1	158,7	135,9	153,2	127,1
August .....				227,2	236,9	256,5	241,0	194,8	189,9
September .....				36,3	35,0	42,8	48,0	23,9	28,5
Oktober .....				1,0	9,0	6,1	6,4	5,4	5,6
Summe .....				573,5	594,0	647,6	603,5	494,9	471,1

Tabelle 10 Monatliche Summen des Horizontalniederschlags der Messstellen 1–9 am Weissenstein und am Chasseral (tatsächliche Messzeit s. Tab. 7)

Ort		Weissenstein			Chasseral SE-Hang		Chasseral NW-Hang			
Station Nr. ....		1	2	3	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....		810	925	1305	990	1245	1411	1398	1139	800
1970	Juni .....	2,4	–	2,8	–	1,6	8,7	16,0	9,5	7,3
	Juli .....	–	0,1	32,4	–	13,9	46,0	91,7	4,9	–
	August .....	1,0	10,5	24,2	1,6	5,4	12,0	69,0	7,2	9,7
	September .....	–	–	–	–	1,4	34,1	42,5	2,1	0,8
	Oktober .....	0,3	26,3	–	15,6	5,8	2,1	74,3	31,0	0,9
	Summe .....	3,7	36,9	60,4	17,2	28,1	103,1	294,5	54,7	18,7
1971	Juni .....				9,0	24,1	17,1	78,8	11,1	–
	Juli .....				3,0	2,9	9,4	41,0	9,6	3,2
	August .....				1,0	7,0	4,9	28,4	7,3	0,1
	September .....				3,0	4,3	8,5	3,7	0,4	0,2
	Oktober .....				1,0	4,8	–	–	–	–
	Summe .....				17,0	43,1	41,5	151,9	28,4	3,5

bei Station 3 im Bereich des *Aceri-Fagetum* immerhin knapp 10% der Summe des Regenniederschlags während der Vegetationszeit.

Am Chasseral sind diese Verhältnisse erheblich klarer ausgeprägt. Die Daten des Horizontalniederschlags stehen fast in umgekehrtem Verhältnis zu den Regenmengen. Durchschnittlich die höchsten Werte konnten auf der Nordseite des Chasseral festgestellt werden, wobei das Maximum mit 294,5 mm an Station 9 gemessen wurde. Das entspricht etwa 34% des Regenniederschlags während der Vegetationszeit. Am Südhang betrug der Horizontalniederschlag in einer Höhe von 1400 m NN bei Station 6 103,9 mm, das entspricht 16% des Regenniederschlags an dieser Stelle, während die Stationen 4, 5, 7 und 8 im Vergleich dazu nur mehr geringe Werte erhielten (Abb. 4).

Auch im Jahr 1971 lag das Maximum mit 159,9 mm bei Station 9 (Abb. 5). Aus dem Rahmen dagegen fielen die Daten bei Station 6 mit nur 41,5 mm, während auf halber Hanghöhe der Südostseite immerhin schon 43,1 mm gemessen wurden. Im Vergleich erhalten die unteren Hangteile des Südhangs mehr Horizontalniederschlag als die des Nordhangs.

### 3.3.3 Wind

Die wöchentliche Ablesung der Windwegmesser ergab durchschnittliche Windgeschwindigkeiten für die Monate Juni–Oktober der Jahre 1970 und 1971, wie sie in Tabelle 11 aufgeführt sind. Da nur vier Schalenwindwegmesser zur Ver-

fügung standen, konnte in jedem Jahr nur eine Hangseite und zu Vergleichszwecken die mittlere Station des Gegenhangs untersucht werden.

Danach sind die Werte am Chasseral-Nordhang verhältnismässig hoch, vor allem an der frei stehenden Station 9, wo im Juli und Oktober durchschnittlich über 14 km/h gemessen wurden. Überhaupt scheint der Nordhang erheblich windausgesetzter zu sein als der Südhang. Vergleicht man die Werte der Station 5 (maximal 0,6 km/h) auf 1200 m NN auf der Südseite mit denen der Station 7 auf 800 m NN, also 400 m tiefer gelegen, im Tal bei Courtelary, so sind die Windgeschwindigkeiten hier noch über sechsmal so hoch (rund 3,5 km/h).

Ähnliche Ergebnisse vermittelt das Jahr 1971, wo die drei Stationen auf der Südseite und die Station 8 auf der Nordseite mit Windwegmessern ausgerüstet waren. Die Werte dieser Station lagen im Durchschnitt um etwa 1 km/h niedriger als im Vorjahr, während die der Station 5 etwa gleich hoch waren (1970: 0,535 km/h, 1971: 0,526 km/h). Aus Abbildung 6, wo die Ergebnisse beider Jahre miteinander vergleichbar dargestellt sind, geht hervor, dass in gleicher Höhe (z. B. bei 1400 m NN) am Nordhang im Mittel dreizehnmal höhere Windgeschwindigkeiten auftraten als am Südhang. Für die Niederschlagsverteilung ist dieses Ergebnis von erheblicher Bedeutung.

Die Beobachtung der Windrichtung während der Monate Mai–Oktober 1970, deren Daten mir freundlicherweise von der Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich zur Verfügung gestellt wurden, erfolgte nicht am Chasseral, sondern an

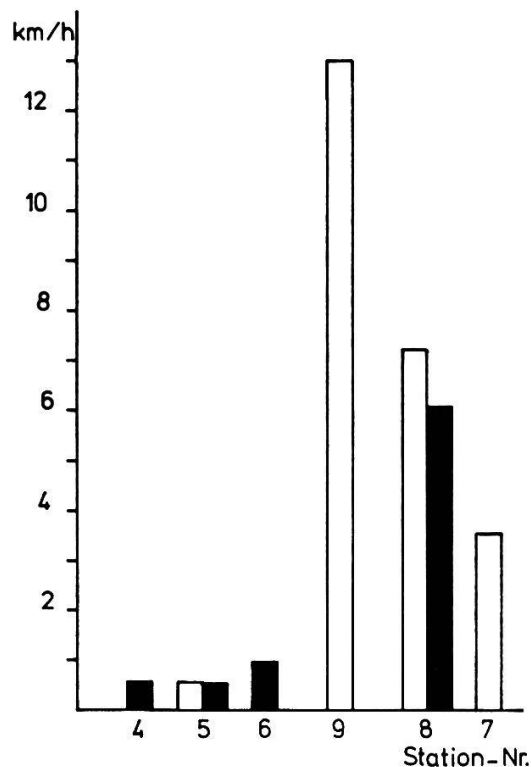


Abb. 6 Mittlere Windgeschwindigkeit (km/h) während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 (weiss) und 1971 (schwarz) an den Stationen 5, 9, 8 und 7 (1970) und 4, 5, 6 und 8 (1971)

Tabelle 11 Durchschnittliche Windgeschwindigkeit (in km/h) an den Stationen 4–9 (Chasseral) während der Vegetationszeit 1970 und 1971 (tatsächliche Messzeit s. Tab. 7)

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
1970 Juni .....		0,537		12,982	4,755	2,818
Juli .....		0,558		14,427	7,819	4,201
August .....		0,465		10,483	4,187	2,952
September .....		0,611		12,029	8,602	3,676
Oktober .....		0,504		14,989	8,270	3,269
Mittel Juni–Oktober .....		0,535		12,982	7,220	3,522
1971 Juni .....	0,634	0,565	0,967		6,576	
Juli .....	0,613	0,491	0,838		5,247	
August .....	0,579	0,481	0,864		6,526	
September .....	0,652	0,567	1,012		6,106	
Oktober .....	0,481	0,524	1,086		5,858	
Mittel Juni–Oktober .....	0,592	0,526	0,953		6,063	

dem nordwestlich gelegenen Mont-Soleil auf der anderen Seite des Vallon de St-Imier (1180 m NN) und kann auch als typisch für das Gebiet des Chasseral angenommen werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt. Danach fallen von insgesamt 552 Daten (täglich dreimalige Beobachtung der Windrichtung um 7<sup>00</sup>, 13<sup>00</sup> und 21<sup>00</sup> h vom 1. Mai–31. Oktober 1970) = 100% 225 (= 40,8%) auf windstilles und 327 (= 59,2%) auf windbewegtes Wetter. Am häufigsten wehte der Wind aus südwestlicher Richtung (17,9%), am zweithäufigsten aus Nordost (11,9%) und am dritthäufigsten aus Südost (10,2%).

### 3.3.4 Relative Luftfeuchtigkeit

Die Registrierung der rel. Luftfeuchtigkeit durch den Hygrographen in 120 cm über dem Boden wurde für alle zwei Stunden (2<sup>00</sup>, 4<sup>00</sup>, 6<sup>00</sup>, ... 24<sup>00</sup> h) ausgewertet. Daraus wurden mittlere monatliche Tagesgänge, mittlere Tagesgänge während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970, Tages- und Monatsmittel sowie mittlere Tagesschwankungen abgeleitet. In Tabelle 12 und in Abbildung 8 sind die mittleren Tagesgänge dargestellt. Danach ist das Gangniveau, also der Bereich, in dem sich die Luftfeuchtigkeit im Laufe des Tages bewegt (gilt sinngemäss auch für die Lufttemperatur, s. Kap. 3.3.5), bei nahezu allen Stationen sehr unterschiedlich. Lediglich Nr. 6 und Nr. 9 auf 1400 m NN liegen in einem ähnlichen Bereich von 76–86%.

Die mittlere Tagesschwankung ist eine bevorzugte Grösse, um die vertikale Gliederung eines Hangs zu kennzeichnen. Die in Tabelle 13 angegebenen Mittelwerte der Tagesschwankungen (für 1970) verdeutlichen die Unterschiede zwischen den Stationen 4 und 7, deren Höhendifferenz fast 300 m beträgt. Die Werte sind desto geringer, je höher die Stationen über dem Talgrund standen.

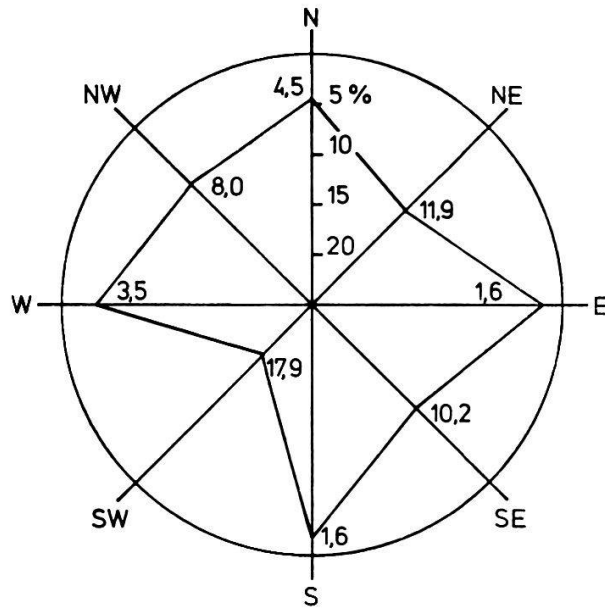


Abb. 7 Prozentuale Verteilung der Windrichtung am Mont-Soleil (1180 m NN,  $\lambda = 7^{\circ}00'$ ,  $\varphi = 47^{\circ}10'$ ), beruhend auf 552 (= 100%) Beobachtungen (täglich  $7^{00}$ ,  $13^{00}$  und  $21^{00}$ ) während der Vegetationszeit Mai–Oktober 1970 (59,2% windbewegt, 40,8% windstill)

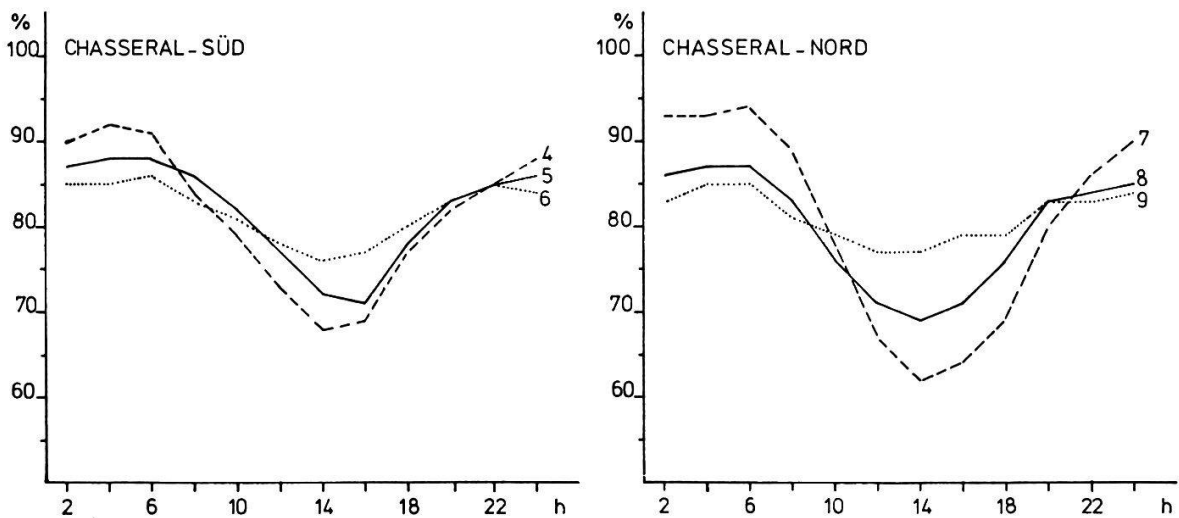


Abb. 8 Mittlere Tagesgänge der rel. Luftfeuchtigkeit während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 an den Stationen 4–6 (Südhang) und 7–9 (Nordhang) am Chasseral

Tabelle 12 Mittlere Tagesgänge der rel. Luftfeuchtigkeit für die Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 am Chasseral

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	890	1245	1411	1398	1139	800
Uhrzeit 2 .....	90	87	85	83	86	93
4 .....	92	88	85	85	87	93
6 .....	91	88	86	85	87	94
8 .....	84	86	83	81	83	89
10 .....	79	82	81	79	76	78
12 .....	73	77	78	77	71	67
14 .....	68	72	76	77	69	62
16 .....	69	71	77	79	71	64
18 .....	77	78	80	79	76	69
20 .....	82	83	83	83	83	80
22 .....	85	85	85	83	84	86
24 .....	88	86	84	84	85	90
Mittel .....	81	82	82	81	80	80

Tabelle 13 Mittelwerte der Tagesschwankung der rel. Luftfeuchtigkeit (%) in den Monaten Juni–Oktober und in der Vegetationszeit 1970 am Chasseral

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
Juni.....	26	19	10	8	20	33
Juli .....	26	22	16	14	23	32
August .....	25	22	12	13	20	35
September .....	25	18	8	9	21	38
Oktober .....	16	10	7	7	11	22
Mittel Juni–Oktober .....	24	17	10	10	18	32

Tabelle 14 Monatsmittel der rel. Luftfeuchtigkeit (%) in den Monaten Juni–Oktober und in der Vegetationszeit 1970 am Chasseral

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
Juni.....	81	86	88	87	83	76
Juli .....	79	84	85	85	82	77
August .....	83	85	84	83	82	82
September .....	79	78	76	75	75	80
Oktober .....	85	77	76	81	78	87
Mittel Juni–Oktober .....	81	82	82	82	80	80

So kommt es, dass der Verlauf der rel. Luftfeuchtigkeit an den Talstationen 4 und 7 alle von den übrigen Registrierungen eingenommenen Bereiche überstreicht. Am Tag war es deshalb im Durchschnitt trockener, nachts feuchter als an den übrigen Messstellen. Dies gilt sinngemäss auch für die Station 5 bzw. 8 gegenüber 6 bzw. 9.

Die jahreszeitliche Periodik der mittleren Tagesschwankung ist an den Stationen 6 und 9 sowie in etwas abgeschwächter Form an 5 und 8 zu ersehen. Die grössten Schwankungen treten im Juli, die geringsten im Oktober auf. Zum Herbst hin verkleinert sich die Tageswelle. Die talnahen Stationen verhalten sich dagegen anders. So zeigt Nr. 7 bei Courtelary ein Maximum von 38% im September.

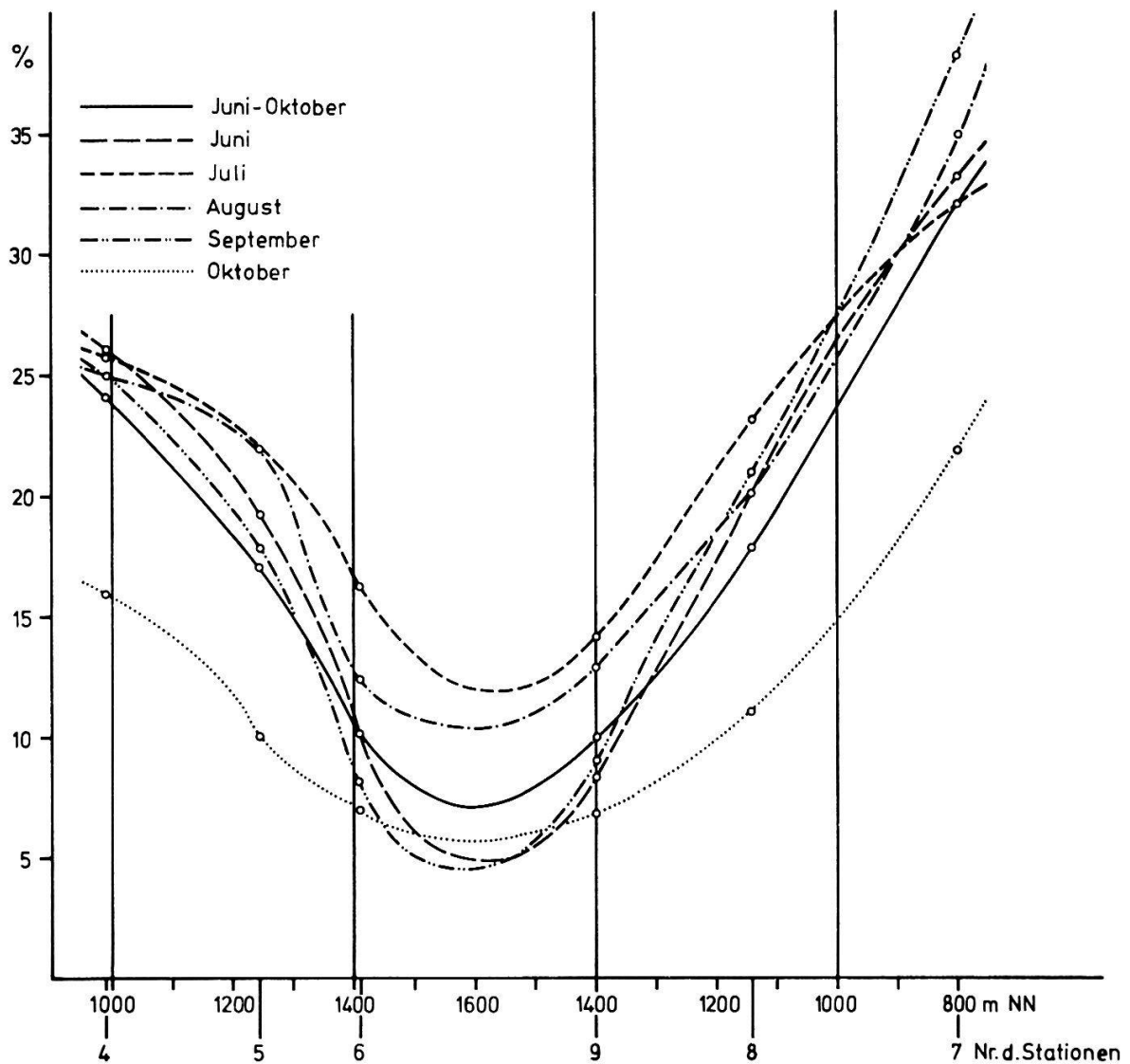


Abb. 9 Vertikale Verteilung der mittleren Tagesschwankung der rel. Luftfeuchtigkeit am Chasseral während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970

In Abbildung 9 ist die vertikale Verteilung der Tagesschwankung in den Monaten Juni, Juli, August, September und Oktober sowie im Mittel der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 aufgetragen. Die Abszisse stellt eine Linie von Nods über den Gipfel (1600 m NN) bis Courtelary ohne Berücksichtigung der horizontalen Entfernung dar, wobei nur die Höhenstufen und die Lage der Stationen angegeben sind (vgl. die gleiche Darstellung der Abszisse in den Abb. 10, 12 und 13). Die Tagesschwankungen betragen danach bei 1000 m NN auf der Südseite etwa 24%, auf der Nordseite 23,5%, bei 1400 m NN auf der Südseite 10,5%, auf der Nordseite 10%. Signifikante Unterschiede zwischen gleichen Höhenlagen der beiden verschiedenen Expositionen bestehen also nicht. Die Schwankung nimmt im Verlauf eines Aufstiegs von 1000 m bis 1600 m NN durchschnittlich um etwa 17% ab, das entspricht einer Minderung von 3%/100 m Höhe.

Von diesen sehr typischen Verhältnissen unterscheidet sich der Verlauf der Mittelwerte der rel. Luftfeuchtigkeit grundsätzlich. Die Monatsmittel sowie die Mittelwerte Juni–Oktober 1970 sind in Tabelle 14 wiedergegeben. Eine Übersicht über die vertikale Verteilung der Monatsmittel gibt Abbildung 10. Die zwischen den Werten der einzelnen Stationen im Jahresablauf interpolierten Linien gleicher rel. Luftfeuchtigkeit zeigen eine bestimmte Gesetzmässigkeit. So ist im Frühjahr (Juni, Juli) der Nordhang eindeutig feuchter als der Südhang; im Herbst (September) bildet sich auf der nordwestexponierten Seite des Chasseral eine «Trockeninsel» aus (75%), die der südostexponierten Seite fehlt. In den mittleren und oberen Hanglagen ist, erkenntlich an der Häufung der Linien gleicher Luftfeuchtigkeit, zwischen Sommer und Herbst (August/September) ein rascheres «Austrocknen» der Luft festzustellen als in den unteren Hanglagen.

### 3.3.5 Lufttemperatur

Die Registrierungen der Lufttemperatur durch die Thermographen mit Bimetall-Messfühlern in 120 cm Höhe über dem Boden wurden wie bei der rel. Luftfeuchtigkeit alle zwei Stunden ausgewertet. Auch hier sind aus diesem Material mittlere monatliche Tagesgänge, mittlere Tagesgänge während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970, Tages- und Monatsmittel sowie Temperatursummen gewonnen worden. In Tabelle 15 und Abbildung 11 sind die mittleren Tagesgänge der Vegetationszeit dargestellt.

Das Gangniveau (s. Kap. 3.3.4) und die Tagesschwankung kennzeichnen die einzelnen Geländeteile, für die die Klimastationen repräsentativ sind, sehr gut. Am Südhang des Chasseral ist das Gangniveau, also der Temperaturbereich, in dem sich die einzelnen Kurven bewegen, verschieden, die Tagesschwankungen dagegen fast gleich. Am Nordhang sind Gangniveau und Tagesschwankung vertikal sehr verschieden, wobei der Temperaturverlauf an der Station 9 die von den übrigen Registrierungen eingenommenen Bereiche überstreicht. Hier war es nachts also wärmer, unter Tags kälter als an den übrigen Messstellen.

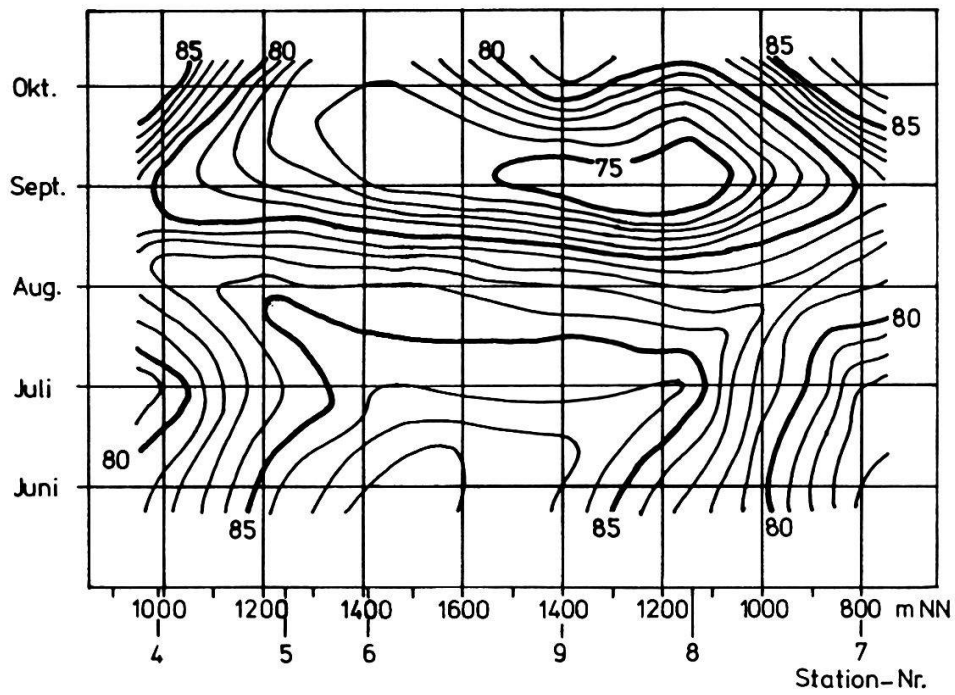


Abb. 10 Vertikale Verteilung der Monatsmittel der rel. Luftfeuchtigkeit während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 am Chasseral

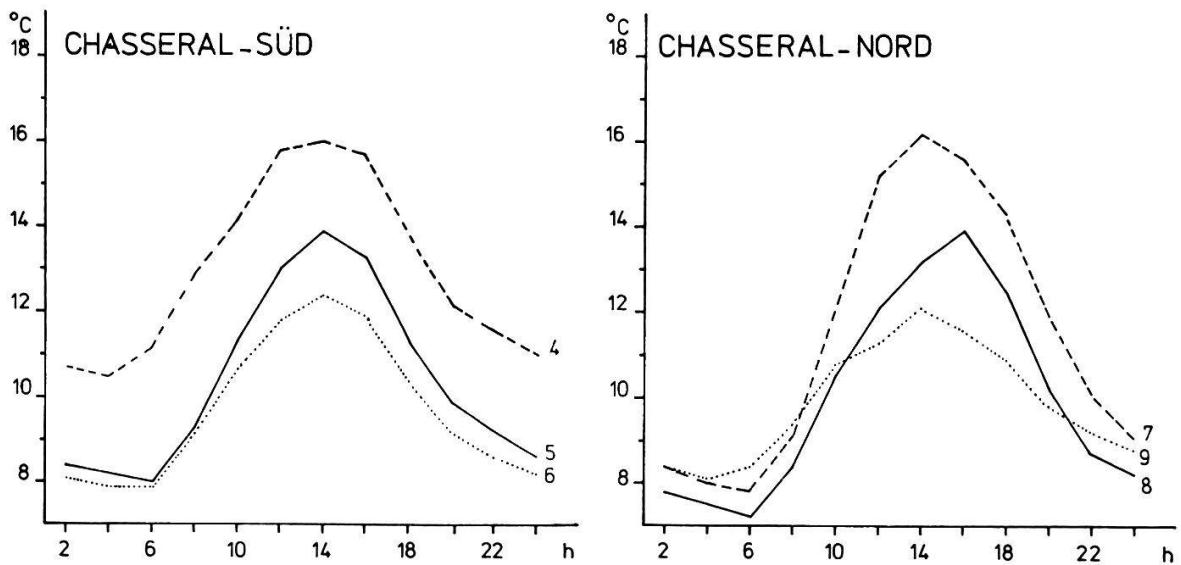


Abb. 11 Mittlere Tagesgänge der Lufttemperatur während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 an den Stationen 4–6 (Chasseral-Südhang) und 7–9 (Chasseral-Nordhang)

Tabelle 15 Mittlere Tagesgänge der Lufttemperatur für die Vegetationszeit Juni–Oktober 1970 am Chasseral

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
Uhrzeit 2 .....	10,7	8,4	8,1	8,4	7,8	8,4
4 .....	10,5	8,2	7,9	8,1	7,5	8,0
6 .....	11,2	8,0	7,9	8,4	7,2	7,8
8 .....	12,9	9,3	9,2	9,4	8,4	9,1
10 .....	14,2	11,3	10,7	10,8	10,5	12,0
12 .....	15,8	13,0	11,8	11,3	12,1	15,2
14 .....	16,0	13,9	12,4	12,1	13,2	16,2
16 .....	15,7	13,3	11,9	11,6	13,9	15,6
18 .....	13,8	11,3	10,4	10,9	12,5	14,3
20 .....	12,2	9,9	9,2	9,8	10,2	11,9
22 .....	11,6	9,2	8,6	9,2	8,7	10,1
24 .....	11,0	8,6	8,2	8,8	8,2	9,1
Mittel .....	13,0	10,3	9,7	9,9	10,0	11,5

Tabelle 16 Mittelwerte der Tagesschwankung der Lufttemperatur (°C) in den Monaten Juni–Oktober 1970 am Chasseral

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
Juni.....	5,9	5,4	3,8	3,1	5,7	7,7
Juli .....	5,7	6,3	5,1	4,8	7,7	8,0
August .....	6,0	6,5	5,0	4,4	8,7	9,5
September .....	6,2	6,9	5,3	4,4	7,4	10,9
Oktober .....	4,3	4,7	3,5	2,4	4,2	6,6
Mittel Juni–Oktober .....	5,5	5,9	4,5	4,0	6,7	8,4

Tabelle 17 Monatsmittel der Lufttemperatur am Chasseral (Juni–Oktober 1970)

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
Juni.....	14,7	11,3	10,8	9,8	11,7	13,2
Juli .....	14,1	11,4	10,3	11,6	11,6	13,1
August .....	14,8	12,5	11,6	12,2	12,9	14,7
September .....	13,2	11,0	10,5	10,5	11,1	11,6
Oktober .....	8,1	5,5	5,3	5,3	2,7	5,0
Mittel Juni–Oktober .....	13,0	10,3	9,7	9,9	10,0	11,5

Die Mittelwerte der Tagesschwankung der Lufttemperatur in den Monaten Juni–Oktober 1970 sind in Tabelle 16 angegeben. Hieraus ist klar ersichtlich, dass mit Ausnahme der Station 8 (August) die höchsten Werte im September, die niedrigsten im Oktober auftraten. Damit unterliegt auch die Tagesschwankung der Lufttemperatur einem jahreszeitlichen Rhythmus.

Die Vertikalprofile der Tagesschwankung in den Monaten Juni, Juli, August, September und Oktober sowie das Mittel der Vegetationszeit sind in Abbildung 12 aufgetragen. Ein Vergleich zwischen den Werten der Südseite und denen der Nordseite in gleicher Meereshöhe zeigt erhebliche Unterschiede. So beträgt die durchschnittliche Tagesschwankung der Lufttemperatur bei 1000 m NN am Südhang 5,5 °C, am Nordhang 7,7 °C, bei 1400 m NN am Südhang nur mehr 4,6 °C, am Nordhang 4,0 °C. Während in höheren Lagen oberhalb 1300 m NN auf der Nordseite der tägliche Temperaturgang ausgeglichener verläuft als auf der Südseite, sind in tieferen Lagen die Schwankungen auf der Nordseite wesentlich geringer als auf den südexponierten Hängen.

Über die Monatsmittel der Lufttemperatur an den verschiedenen Messstellen des Chasseral unterrichtet Tabelle 17, eine Übersicht über die vertikale Verteilung vermittelt Abbildung 13. Die Linien gleicher Temperatur sind Isothermen, mit deren Hilfe für jeden Punkt entlang der Messstrecke am Süd- und Nordhang

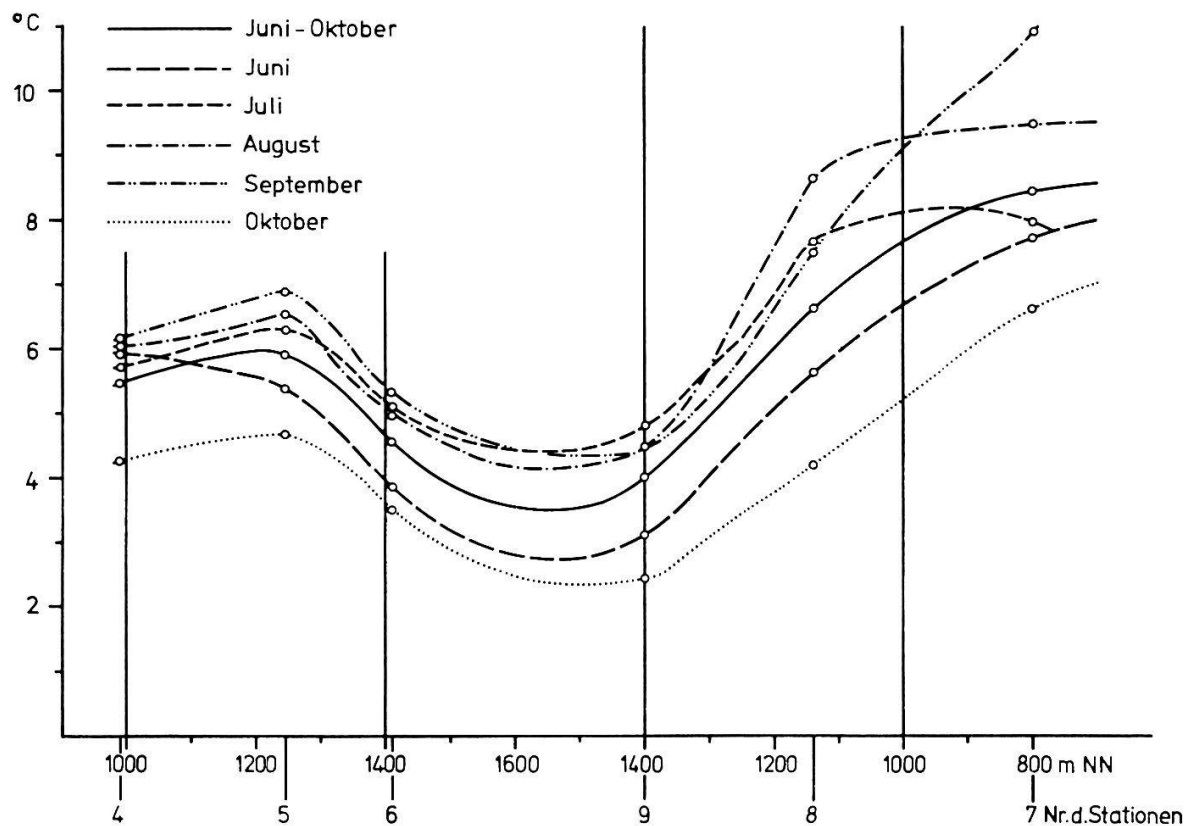


Abb. 12 Vertikale Verteilung der Tagesschwankungen der Lufttemperatur am Chasseral während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970

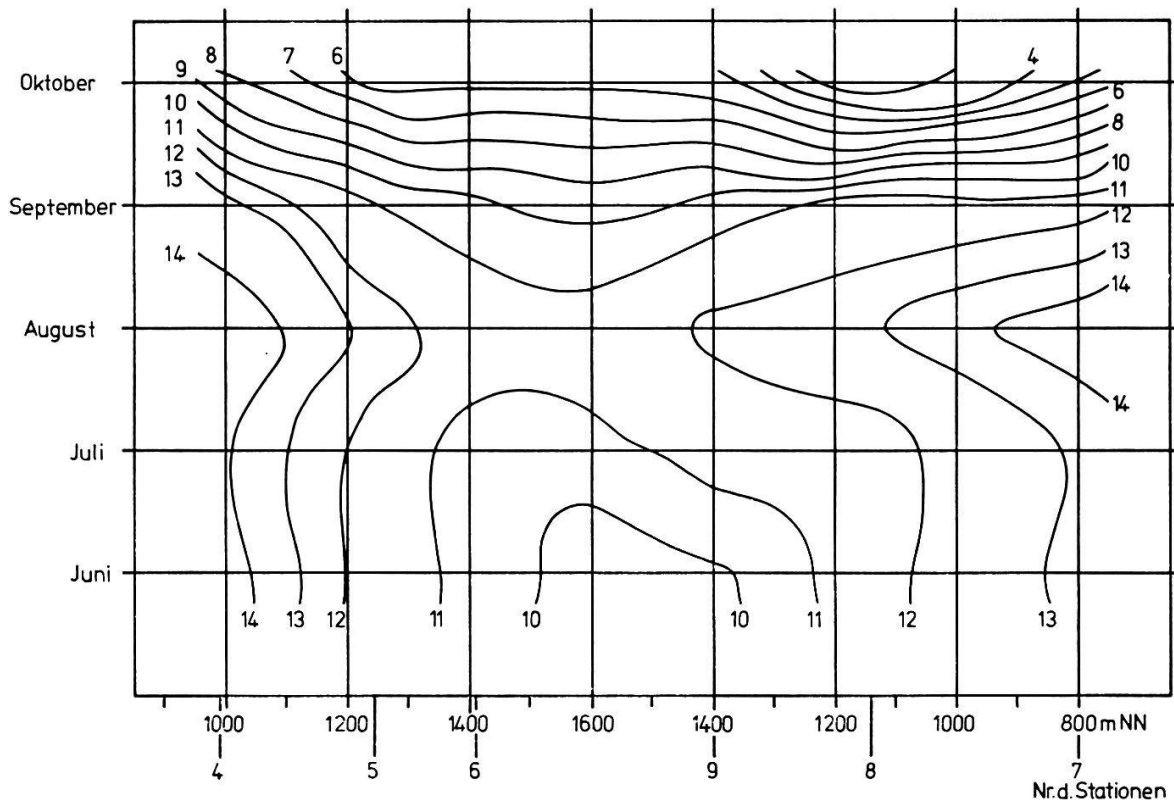


Abb. 13 Vertikale Verteilung der Monatsmittel der Lufttemperatur am Chasseral während der Vegetationszeit Juni–Oktober 1970

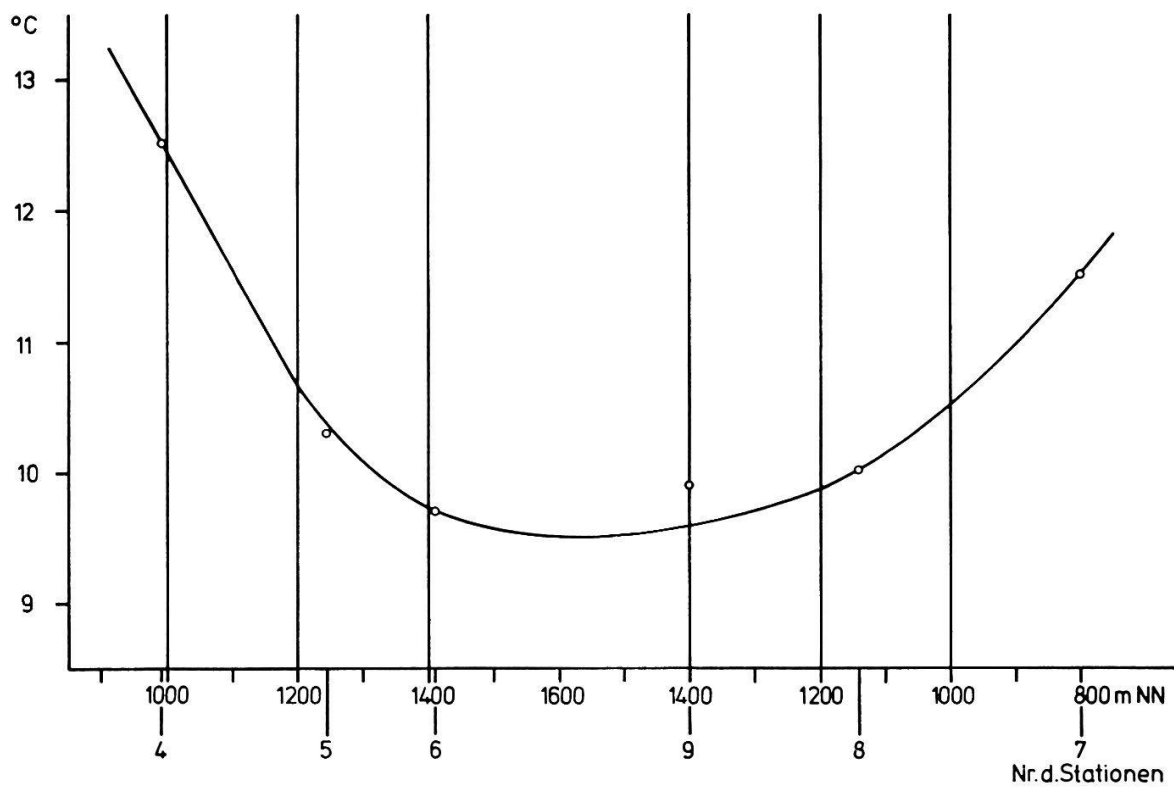


Abb. 14 Vertikale Verteilung der mittleren Lufttemperatur in der Vegetationszeit 1970 am Chasseral

Tabelle 18 Fortlaufende Temperatursummen von Juni–Oktober 1970 am Chasseral

Station Nr. ....	4	5	6	9	8	7
Höhe m NN.....	990	1245	1411	1398	1139	800
Juni.....	2 646	2 034	1 944	1 764	2 106	2 376
Juli.....	7 891	6 275	5 776	6 079	6 421	7 249
August.....	13 397	10 925	10 091	10 618	11 220	12 718
September.....	18 149	14 885	13 871	14 398	15 216	16 894
Oktober.....	21 162	16 931	15 842	16 369	16 220	18 745

des Chasseral die entsprechenden Mitteltemperaturen abgelesen werden können. Der zu erwartende rasche Temperaturanstieg dürfte im April/Mai erfolgen und ist wegen der jahreszeitlich späten Installation der Stationen nicht mehr erfasst. Im Juni, Juli und August verlaufen die Temperaturen ziemlich gleichmässig. Auffallend ist die stärkere Erwärmung des Nordwesthangs im August, wo die mittlere Lufttemperatur in 1400 m NN auf über 12 °C steigt, während sie in derselben Höhe am Südosthang bei 11,5 °C liegt. Rascher Temperaturabfall erfolgt zwischen September und Oktober, kenntlich an der Drängung der Isothermen, wobei die niedrige Mitteltemperatur von 2,7 °C für Oktober an Station 8 mit Kaltluftbildung auf Plateaulage zusammenhängen dürfte. Eine raschere Abkühlung der talnahen Station Nr. 7 bei Courtelary ist nicht festzustellen.

Die vertikale Verteilung der mittleren Lufttemperatur während der Vegetationszeit 1970 zeigt Abbildung 14. Demgemäss ist der gesamte Chasseral-Nordhang im Mittel kühler als der Südhang, auch wenn kurzfristig im August eine stärkere Erwärmung erfolgt (Abb. 13). So differieren die Mitteltemperaturen in 1000 m Meereshöhe zwischen Nord- (10,5 °C) und Südhang (12,4 °C) um 1,9 °C,