

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 27 (1986)
Heft: 3

Artikel: Meso- und Mikroklima eines Einzugsgebietes im Faltenjura
Autor: Eggenberger, Christa
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088705>

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: 11.12.2025

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

MESO- UND MIKROKLIMA EINES EINZUGSGEBIETES IM FALTEN-JURA

CHRISTA EGGENBERGER

1 Einleitung

Den thematischen Rahmen für die vorliegende klimatische Geländeuntersuchung bildet das Projekt Passwang. Dabei geht es um eine Beschreibung des Landschaftshaushaltes des schweizerischen Kettenjuras mit besonderer Berücksichtigung der bioökologischen Verhältnisse.

Der Bericht basiert auf einer Diplomarbeit und dokumentiert die Resultate der im Zeitraum vom 15.7.84 bis zum 28.2.85 durchgeführten meso- und mikroklimatischen Messungen.¹

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt ca. 20 km südlich von Basel im Kettenjura und umfasst eine Fläche von ca. 3 km² (Abb. 1). Die Begrenzung erfolgte nach hydrologischen Gesichtspunkten: Es handelt sich um das Einzugsgebiet des Schwangbaches (Entwässerungssystem Birs). Dessen Einmündung ins Lüsseltal bildet die Nordostgrenze des Gebietes und ist mit 594 m ü.M. der tiefstliegende Bereich. Von dort steigt das Gebiet in südwestlicher Richtung gegen die Hohe Winde auf 1 154 m ü.M. an. Mit einer mittleren Gebietslage von 874 m ü.M. und einer Höhendifferenz von 560 m stellt das Untersuchungsgebiet einen für den Faltenjura repräsentativen Ausschnitt dar.

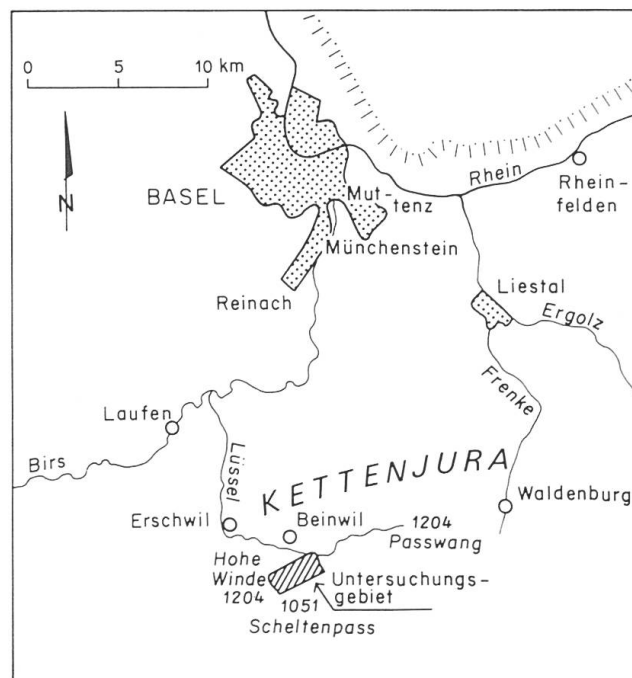


Abb. 1 Lage des Untersuchungsgebietes.

Dipl. geogr. Christa Eggenberger, Geographisches Institut der Universität Basel, Klingelbergstrasse 16, 4056 Basel

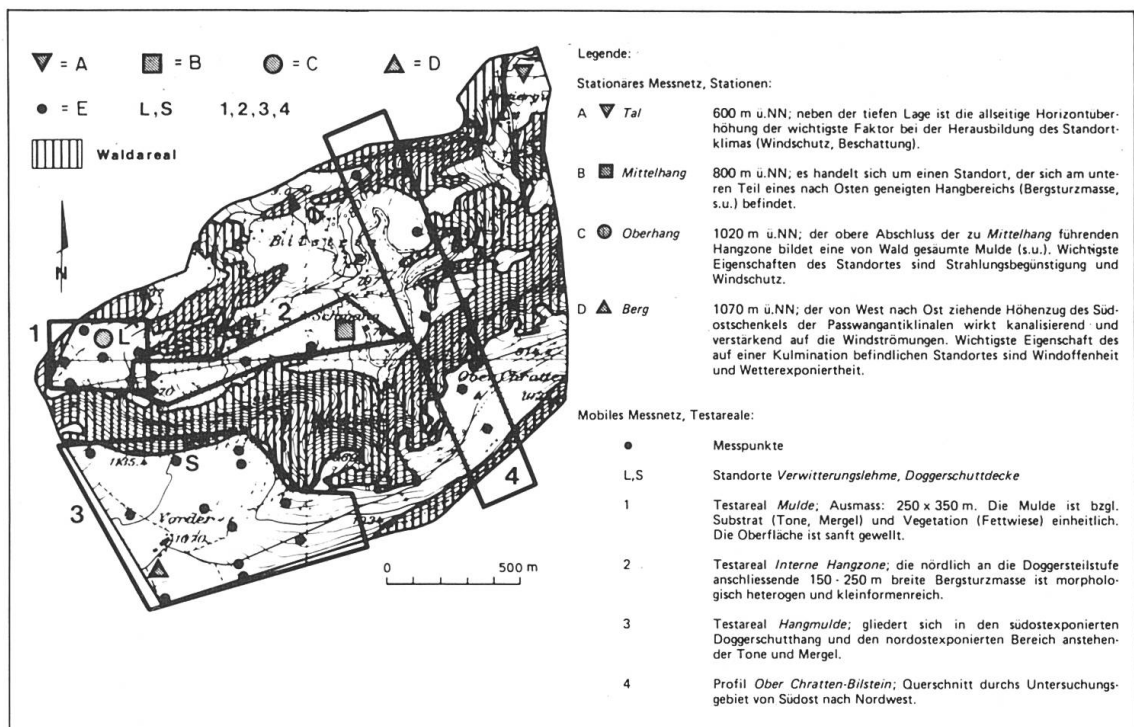


Abb. 2 Messnetze

Die Passwang-Antiklinale ist für das Georelief dieser Mittelgebirgslandschaft bestimmend: Die langgezogenen, von West nach Ost verlaufenden Kalkrippen bilden Steilstufen und sind bewaldet. Die mit diesen in Wechsellagerung anstehenden Tone und Mergel sind zu sanftwelligen Mulden ausgeräumt.

Der im Untersuchungsgebiet liegende Abschnitt des Südost-Schenkels der Passwang-Antiklinale ist im Bereich der anstehenden Tone und Mergel stark vernässt. Juraverwitterungslehmdecken bilden weitverbreitet den oberflächennahen Untergrund. Dabei handelt es sich um gelockerte und im Schichtverband abgerutschte Sackungsmassen, um Bergsturz- und Gehängeschutt und um andere quartär-umgelagerte Massen; charakteristisch ist die kleinformenreiche, kuppige Oberfläche.

Im Untersuchungsgebiet überwiegen stark ($11 - 15^\circ$) nach Osten und Südosten geneigte Hangflächen. Die bewaldeten Kalkwandstufen sind steil ($60 - 90^\circ$) nach Norden, Nordwesten und Nordosten gerichtet. Dieses Expositionsmuster hat Folgen für die Strahlungsgeometrie. So belaufen sich die Jahresbeträge der potentiellen Besonnung auf minimal ca. 70 kcal/cm^2 an nordexponierten, horizontüberhöhten Lagen und maximal auf $140 - 150 \text{ kcal/cm}^2$ an bevorzugten südexponierten Lagen. Mehrheitlich kommen den Hangflächen im Untersuchungsgebiet potentielle Besonnungsbeträge zwischen 110 und 140 kcal/cm^2 pro Jahr zu (nach W. Kämpfert und A. Morgen 1952).

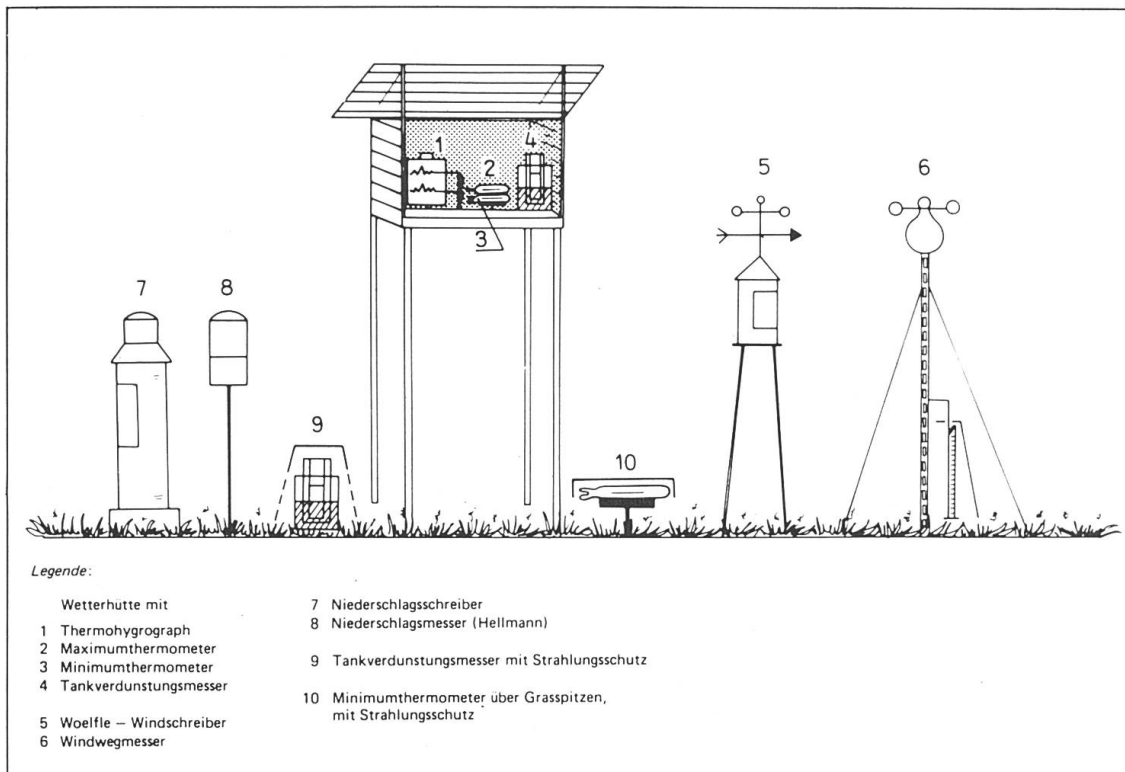


Abb. 3 Ausrüstung der Messstationen

3 Methode

3 1 Datenerhebung

Es ist versucht worden, die Wirkung der für das Meso- und Mikroklima des Untersuchungsgebietes (exkl. Wald) verantwortlichen Faktoren in ihrer Witterungsabhängigkeit zu erfassen. Dazu sind zwei verschiedene Messnetze eingerichtet worden: ein stationäres und ein mobiles (Abb. 2).

3 1 1 Stationäres Messnetz

Das stationäre Messnetz bildet das Gerüst der Untersuchung. Abb. 3 zeigt schematisch den Prototyp der Messstationen bezüglich Ausrüstung. Die vier Standorte sind nach Gesichtspunkten der Lage über Meer und der Lage im Relief gewählt worden. Sie sind für die Verhältnisse der weiteren Umgebung und der betreffenden Höhenstufe repräsentativ.

3 1 2 Mobiles Messnetz

Dieses Messverfahren wurde in das stationäre Messnetz integriert. An ausgewählten Tagen wurden Messreihen erhoben, um die kleinräumigere meso- und mikroklimatische Differenzierung zu erfassen. Die Testareale wurden einer Höhenstufe bzw. einer Station zu-

geordnet und anhand thematischer Schwerpunkte gewählt. Dabei wurden berücksichtigt: Expositionsgegensätze, Höhenunterschiede, Kleinformen, spezielle Eigenschaften und Zustände des oberflächennahen Untergrundes.

Zur Messung der oberflächennahen Boden- und Luftschichten ist ein digitaler Messfühler verwendet worden. Das oberflächennahe nächtliche Temperaturminimum wurde – knapp über den Grasspitzen – mittels Minimumthermometer in Strahlenschutzgehäusen ermittelt.

3 2 Datenverarbeitung

Alle auf Band oder Streifen registrierten Aufzeichnungen sind mit einem in BASIC programmierten PC Commodore 64 ausgewertet worden. Für jeden Tag wurde eine Datenmatrix von 5 Werten für die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Windrichtung und -geschwindigkeit auf Floppydisks gespeichert. Für die Lufttemperatur und die Windgeschwindigkeit sind Wochen-, Monats- und Jahreszeitenmittelwerte gebildet worden. Die Luftfeuchtigkeit und die Windrichtung sind als Häufigkeitsverteilungen von Feuchte- bzw. Richtungsklassen wiedergegeben worden.

Aus den Daten des mobilen Messnetzes wurden, gleichbleibende Witterung vorausgesetzt, 3 - 4-tägige Mittelwerte gebildet. Dabei sind die Abweichungen zur jeweiligen Bezugsstation für die Gesamtbewertung ausschlaggebend.

4 Messergebnisse

4 1 Übersicht

Das Untersuchungsgebiet wurde in 3 verschiedene Klimaräume gegliedert. Die Messstationen *Tal*, *Mittelhang-Oberhang* und *Berg* sind namensgebend für das ihnen jeweils zugeordnete Klimaareal bzw. für den entsprechenden Klimatyp:

4 2 Tal

In Abhängigkeit von der tiefen Lage und vom geringen Austausch (s.u.) wurden bei Tal in der Regel *die höchsten Temperaturen* gemessen (Ausnahme: während Hochdrucklage mit ausgeprägter Inversion im Herbst). Mehr als 60% aller Tageshöchsttemperaturwerte (7 tägige Mittel) wiesen eine positive Abweichung von mehr als 2 °C, verglichen mit *Mittelhang*, auf; 38% der Werte wichen mehr als 3 °C positiv von *Berg* ab. Das absolute Temperaturmaximum wurde anfangs August gemessen und betrug 30,5 °C. Nachts bildet sich innerhalb der Grenzschicht eine Inversion (*T.R. Oke*, 1978). Die *Frostgefährdung* bei Tal ist bei Strahlungswetter besonders gross, wenn sich die aus der Umgebung abfließende Kaltluft zu einem *Kaltluftsee* sammelt (*A. Vaupel*, 1959). 54% aller Tagestiefsttemperaturwerte (7 tägige Mittel) waren mehr als 1 °C kälter als die entsprechenden Werte bei *Mittelhang*; 20% der Werte wichen sogar mehr als 2 °C ab. Der tiefste Wert wurde anfangs Januar gemessen und betrug -22,5 °C.

Die relative Luftfeuchtigkeit ist in der Regel direkt und ausschliesslich von der Temperatur abhängig und zeigt einen entsprechend extrem ausgeprägten Tagesgang. Auch dies weist auf ein Standortklima i.e.S. bzw. die geringe Durchlüftung (s.u.) bei Tal hin. In mehr als 90% aller Nächte war die Luft während mehrerer Stunden gesättigt. Die trockensten Luftzustände wurden im Sommer – nachmittags – gemessen. Werte, die eine Luftfeuchtigkeit von 40% unterschritten, waren jedoch selten.

Die wichtigste Eigenschaft des Klimaraumes Tal ist die *geringe Durchlüftung*. Daraus folgt ja das charakteristische *Standortklima*, wobei alle klimatischen Eigenschaften des autochthonen Luftkörpers einen den Strahlungsverhältnissen entsprechenden *ausgeprägten Tagesgang* aufweisen. Der Gesamtluftumsatz während der Messperiode betrug 30% des Betrages von *Berg* (s.u.). Insbesondere nachts herrscht Windstille, wobei der Verdunstungsanspruch der Luft auf ein Minimum reduziert wird. Im Sommer stellen sich nachmittags thermisch verursachte, ungeordnete Luftbewegungen ein. Geschwindigkeiten von über 2 m/s wurden jedoch selten registriert. Bei strömungsstarken Wetterlagen zeigte das Richtungsmuster bei *Tal* in Anlehnung an das Relief Verwirbelungs- und Ablenkungseffekte, vorzugsweise in südliche Richtungen.

4.3 Mittelhang-Oberhang

In Bezug auf die tägliche Erwärmung nimmt der Raum *Mittelhang-Oberhang* eine Zwischenstellung zwischen *Berg* und *Tal* ein. Dabei zeigte die Station *Oberhang* bei mehr als 65% aller Tage (7-tägige Mittel) eine Begünstigung von mehr als 0,5 °C (Strahlungsgunst und Windschutz). Nachts kann der Raum *Mittelhang-Oberhang* als *warme Hangzone* beschrieben werden. Es handelt sich dabei um eine Luftzelle, die kontinuierlich durch von oben subsidierende Warmluft genährt wird, während die bodennahe Kaltluft abfließt (nach H.G. Koch, 1961). 54% aller Werte (7-tägige Mittel) wichen mehr als 1 °C positiv von *Tal* ab. Gegen den Herbst stieg die Obergrenze der Kaltluft, das nächtliche Wärmeoptimum verschob sich entsprechend gegen die höheren Lagen hin. Bei strömungsschwachen Wetterlagen bricht dieses gebietsinterne Austauschsystem zusammen.

Die Expositionsgegensätze der die Hangzone abschliessenden Mulde (Station *Oberhang*) kommen in der unterschiedlichen täglichen Erwärmung zum Ausdruck. Die Lufttemperatur war an der nordostexponierten Flanke während der betreffenden Stichtage maximal um 4 °C, die Bodentemperatur (gemittelter Betrag Oberfläche bis 20 cm Tiefe) sogar bis 6 °C kälter im Vergleich mit der südexponierten Flanke. Nachts fand sich das Wärmeoptimum in den höhergelegenen Bereichen, mit besonderer Begünstigung der südexponierten Flanke, was sich aus der tagsüber gespeicherten Bodenwärme erklärt (positive Abweichung zur Station *Oberhang* maximal 3,5 °C).

Das gut entwickelte *Hangwindssystem* wirkte vor allem während des Sommers ausgleichend auf die Lufttemperaturen im gesamten Hangbereich. Hingegen wurde bei den Bodentemperaturen an besonders flachgründigen, steinigen Standorten der Bergsturmzone eine positive Abweichung von bis zu 2 °C gemessen. Nachts wurde während der betreffenden Stichtage eine deutliche Temperaturdifferenzierung in Funktion der Höhe über Meer, der Inklination und der Hangform beobachtet. An steilen, konvexgeformten, höher gelegenen Standorten wurden nächtliche Temperaturminima abgelesen, die mehr als 4 °C positiv von ihrer nächsten Umgebung abwichen.

4.3 Berg

Der Gang der Temperatur ist auf *Berg* sehr gemässigt. Die Tageshöchsttemperaturen waren gegenüber *Tal* vor allem an Sommertagen und während niederschlagsreicher Frontalereignisse stark reduziert (Mittlerer Gebietsgradient zur Zeit der Tageshöchsttemperaturen im Sommer $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, im September $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$).

Einer der wichtigsten Lagefaktoren von *Berg* ist die *Wetterexponiertheit*. Entsprechend ist *Berg* häufig die kälteste Region im Untersuchungsgebiet. Frostgefährdung besteht jedoch – im Unterschied zu *Tal* – hauptsächlich durch *Advektivfröste*, d.h. vor allem während *Kaltlufteinbrüchen* (A. Vaupel, 1959). Während des Septembers waren die Minima im Mittel mehr als $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ kälter als im *Tal*. Bei strömungsschwachen Hochdrucklagen liegt die Region *Berg* oberhalb der *Inversion* und ist somit begünstigt. Vom 28.10. bis zum 11.11. waren die nächtlichen Tiefsttemperaturen auf *Berg* im Mittel mehr als $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ wärmer als im *Tal*. Station *Berg* ist eine ausgesprochen *trockene Lage*. Gang und Zustand der relativen Luftfeuchtigkeit werden praktisch ausschliesslich durch den Luftmassenwechsel reguliert. Der potentielle Verdunstungsverlust war auf *Berg* doppelt so gross wie im *Tal*, mit einer deutlichen Steigerung des Verdunstungsanspruches der Luft im Herbst. An nur 35% aller Tage wurde der Sättigungswert registriert. Im Herbst sank die relative Luftfeuchtigkeit mehrmals unter 10%.

Windoffenheit und *Windstärke* sind das effiziente Merkmal von Station *Berg*. Die *austrocknende Wirkung des Windes* ist oben beschrieben worden. Durch den pausenlosen Luftmassenwechsel kann sich an Station *Berg* in der Regel *kein Standortklima i.e.S.* herausbilden. Spitzenwindgeschwindigkeiten von über 100 km/h sind keine Seltenheit. Kalmen stellen sich nur ausnahmsweise ein. Eine thermisch verursachte Lokalzirkulation stellt sich auch an austauscharmen Sommertagen nur andeutungsweise ein (ungeordnete Zusatzbewegungen, nachmittags). Bestimmend für Station *Berg* ist jedoch die Höhenströmung, wobei eine *Kanalisation* der Richtungen erfolgt: mehr als 50% aller beobachteten Richtungen waren West, mehr als 20% waren Ost.

Das Areal *Berg* umfasst einerseits die nordostexponierte Fettwiese im Bereich anstehender, vernässter Tone und Mergel und andererseits den südostexponierten, trockenen und steinigen Doggerschutthang. Die Lufttemperaturgegensätze waren während der betreffenden Stichtage gering (Austausch). Hingegen zeichnete sich das *Besonnungsdefizit der vernässten Tonzone* in den Bodentemperaturen deutlich ab (Differenz bis $4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ein Trend zur Begünstigung höher gelegener Standorte nachts zeigte sich nur schwach während austauscharmer Witterungen.

In Tab. 1 sind die Temperaturmittelwerte für *Tal*, *Mittelhang*, *Oberhang* und *Berg* zusammengestellt. Abb. 4 zeigt die unterschiedlichen Windklimata von *Berg* und *Tal*. Abb. 5 zeigt Eigenschaften und innere Differenzierung der Klimaräume *Tal*, *Mittelhang-Oberhang* und *Berg*.

Tab. 1 Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet (16.7.84 - 31.1.85).

a) Mittlere Tageshöchsttemperaturen in °C

Monat/Station	Tal	Mittelhang	Oberhang	Berg
Juli (16.-31.)	22.0	19.5	-	17.8
August	20.3	17.8	-	17.7
September	15.0	13.2	12.6	9.9
Oktober	13.3	11.0	11.7	11.2
November	10.3	9.6	-	9.3
Dezember	3.5	3.9	-	3.5
Januar	-	-6.8	-	-

b) Mittlere Tagestiefsttemperaturen in °C

Monat/Station	Tal	Mittelhang	Oberhang	Berg
Juli (16.-31.)	10.8	11.5	-	10.5
August	11.4	12.4	-	11.7
September	8.8	8.5	6.7	5.3
Oktober	5.4	6.0	6.1	6.0
November	3.0	4.8	-	4.4
Dezember	-1.5	-1.0	-	-1.4
Januar	-	-11.8	-	-

c) Monatsmittelwerte in °C

Monat/Station	Tal	Mittelhang	Oberhang	Berg
Juli (16.-31.)	16.4	15.5	-	14.2
August	15.9	15.1	-	14.7
September	11.9	10.8	9.7	7.3
Oktober	9.4	8.5	8.9	8.6
November	6.7	7.2	-	6.8
Dezember	1.0	1.5	-	1.1
Januar	-	-9.3	-	-

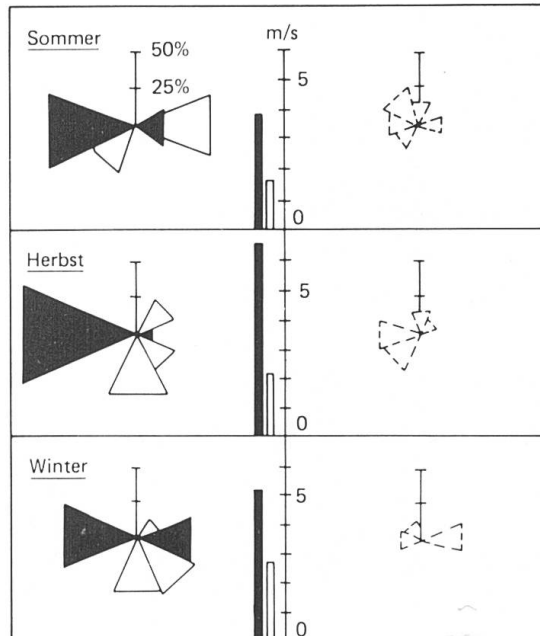
d) Mittlere Tagesamplitude in °C

Monat/Station	Tal	Mittelhang	Oberhang	Berg
Juli (16.-31.)	11.2	8.0	-	7.3
August	8.9	5.4	-	6.0
September	6.2	4.7	5.1	4.6
Oktober	7.9	4.5	5.6	5.2
November	7.3	4.8	-	4.8
Dezember	5.0	4.9	-	4.9
Januar	-	5.0	-	-

□ Tal, ■ Berg, □ Höhenströmung (Wetterlage nach SMA)

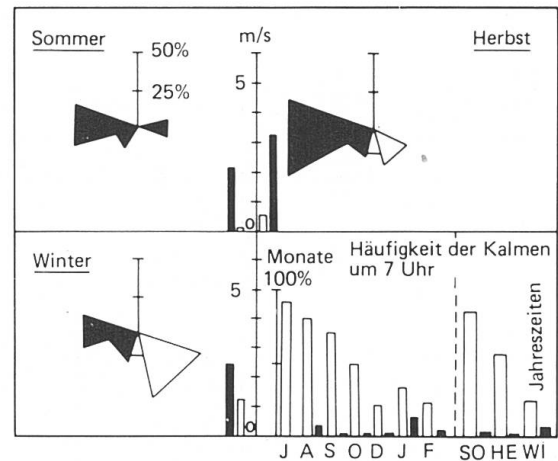
Mittlere Windgeschwindigkeit
in m/s

Tägliche Windstärkespitzen

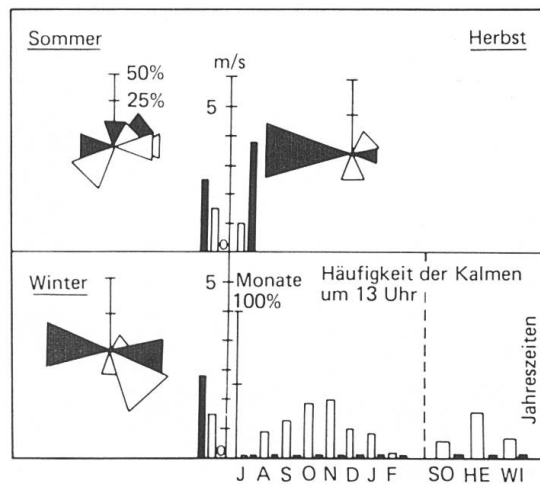


Monat/Station	Tal	Berg
Juli	0.9	2.6
August	1.1	2.5
September	0.7	4.3
Oktober	0.9	4.0
November	1.2	4.3
Dezember	1.2	2.9
Januar	1.1	2.8
Februar	1.7	3.9

7 Uhr MEZ



13 Uhr MEZ



19 Uhr MEZ

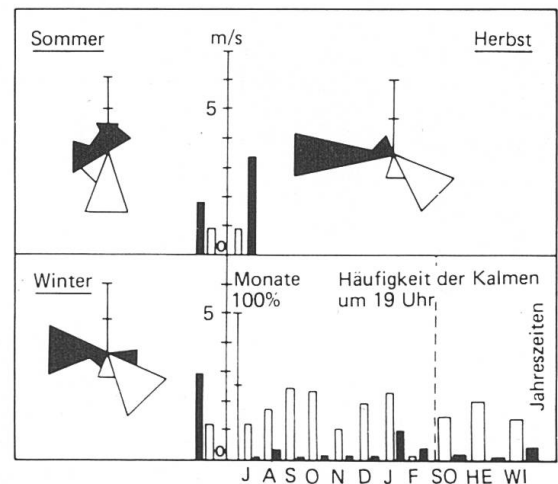
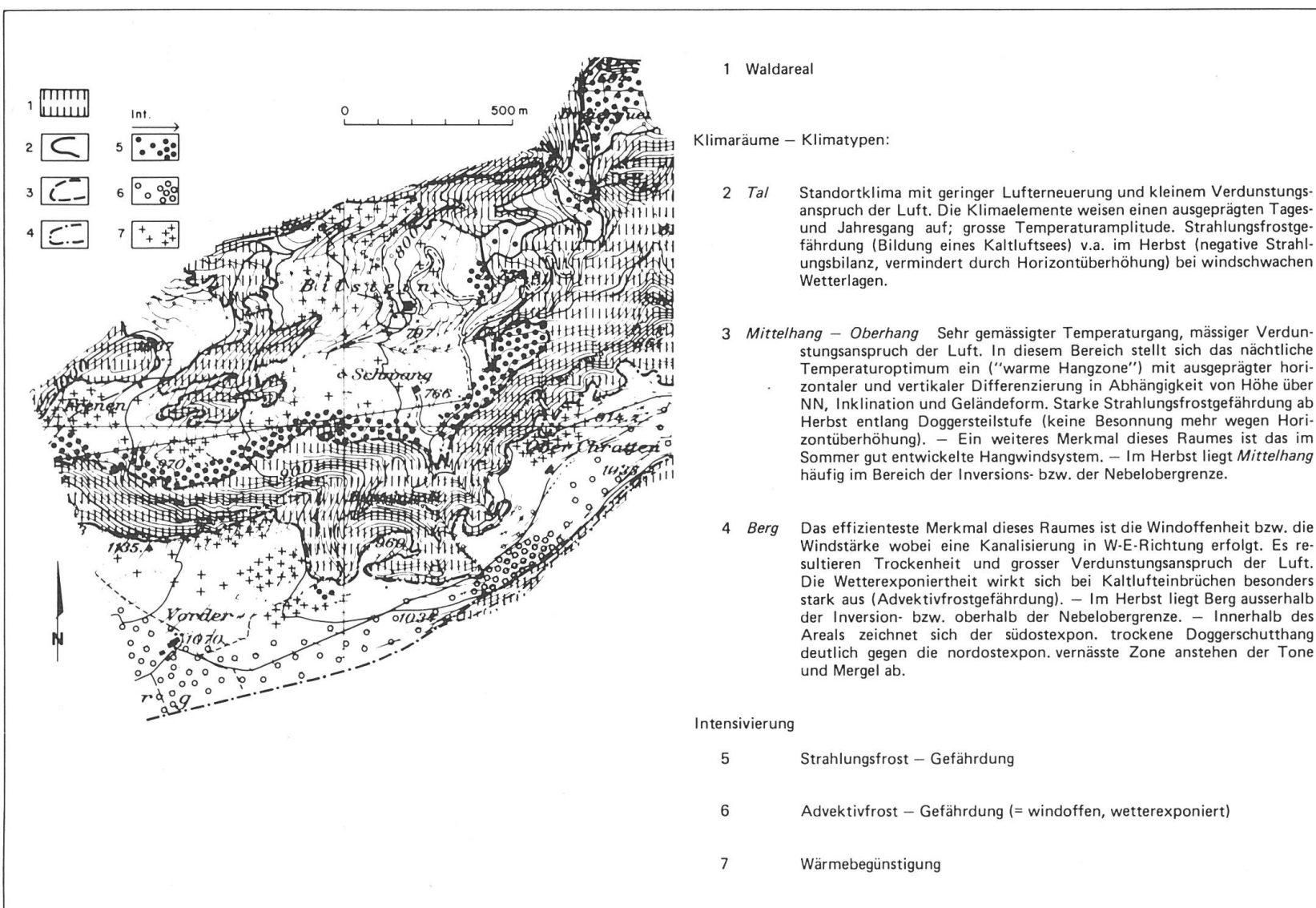


Abb. 4 Windverhältnisse. Bevorzugte Richtungen, mittlere Geschwindigkeiten und Kalmen.



1 Waldareal

Klimaräume – Klimatypen:

- 2 Tal** Standortklima mit geringer Lufterneuerung und kleinem Verdunstungsanspruch der Luft. Die Klimaelemente weisen einen ausgeprägten Tages- und Jahresgang auf; grosse Temperaturamplitude. Strahlungsfrostgefährdung (Bildung eines Kaltluftsees) v.a. im Herbst (negative Strahlungsbilanz, vermindert durch Horizontüberhöhung) bei windschwachen Wetterlagen.
- 3 Mittelhang – Oberhang** Sehr gemässiger Temperaturgang, mässiger Verdunstungsanspruch der Luft. In diesem Bereich stellt sich das nächtliche Temperaturoptimum ein ("warme Hangzone") mit ausgeprägter horizontaler und vertikaler Differenzierung in Abhängigkeit von Höhe über NN, Inklination und Geländeform. Starke Strahlungsfrostgefährdung ab Herbst entlang Doggersteilstufe (keine Besonnung mehr wegen Horizontüberhöhung). – Ein weiteres Merkmal dieses Raumes ist das im Sommer gut entwickelte Hangwindssystem. – Im Herbst liegt *Mittelhang* häufig im Bereich der Inversions- bzw. der Nebelobergrenze.
- 4 Berg** Das effizienteste Merkmal dieses Raumes ist die Windoffenheit bzw. die Windstärke wobei eine Kanalisierung in W-E-Richtung erfolgt. Es resultieren Trockenheit und grosser Verdunstungsanspruch der Luft. Die Wetterexponiertheit wirkt sich bei Kaltlufteinbrüchen besonders stark aus (Advektivfrostgefährdung). – Im Herbst liegt Berg ausserhalb der Inversions- bzw. oberhalb der Nebelobergrenze. – Innerhalb des Areals zeichnet sich der südostexpon. trockene Doggerschutthang deutlich gegen die nordostexpon. vernässte Zone anstehen der Tone und Mergel ab.

Intensivierung

- 5** Strahlungsfrost – Gefährdung
- 6** Advektivfrost – Gefährdung (= windoffen, wetterexponiert)
- 7** Wärmebegünstigung

5 Verdankungen

Danken möchte ich Herrn Prof. *H. Leser*, der mir diesen Aufsatz ermöglicht hat, Frau *L. Baumann* für die Reinzeichnung aller Skizzen und Karten, sowie Herrn Dr. *W.J. Ziegler*, Institut für Forschungs- und Studienplanungen in Riehen/Basel, für die grosszügige Bereitstellung des betriebseigenen Textsystems.

RÉSUMÉ

L'étude des phénomènes climatiques dans le Jura plissé montre, qu'à côté des facteurs d'exposition et des différences d'altitude, ce sont les conditions d'échanges (exposition aux vents, abri du vent, micro-systèmes d'échanges) qui sont déterminants. Les caractères essentiels des micro-climats (coefficient d'évaporation, risque de gel) se trouvent largement déterminés par les conditions des vents. C'est dans ce sens qu'on a distingué, à l'intérieur du terrain d'étude, 3 espaces climatiques. Par ailleurs on a démontré, que dans un micro-climat, il existe, des gradients horizontaux, en fonction du sol sous-jacent, du micro-relief, de l'exposition, et qui dépassent de loin les différences d'ordre vertical dûes à l'altitude.

Résumé: *Ch. Eggenberger*

Traduction: *P. Meyer*

ANMERKUNGEN

- ¹ Diplomarbeit unter Leitung von Herrn Prof. Dr. *H. Leser* und Dr. *H.-R. Moser* am Geogr. Institut der Universität Basel.

LITERATUR

- Enders, G.* (1979): Theoretische Topoklimatologie. In: Forschungsberichte, Bd. 1, Berchtesgaden, 92 S.
- Geiger, R.* (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Braunschweig, 567 S.
- Kämpfert, W. und Morgen, A.* (1952): Die Besonnung. In: Zeitschrift für Meteorologie, 5, 138-147
- Knoch, K.* (1963): Die Landesklimaaufnahme. Wesen und Methodik. In: Bericht des deutschen Wetterdienstes, Bd. 12, 64 S.
- Koch, H.G.* (1961): Die warme Hangzone. In: Zeitschrift für Meteorologie, 15, 151-177
- Moser, H.-R.* (1979): Geländeklimatologische Untersuchung auf dem Möhlener Feld. In: Meteorologische Rundschau, 32, 150-159
- Mosimann, T.* (1980): Boden, Wasser und Mikroklima in den Geosystemen der Löss-Sand-Mergel — Hochfläche des Bruderholzgebietes. In: Physiogeographica, Basler Beiträge zur Physiogeographie, 3, Basel, 267 S.
- Oke, T.R.* (1978): Boundary Layer Climates. — London, 372 S.
- Uhlig, S.* (1954): Beispiel einer kleinklimatischen Geländeuntersuchung. In: Zeitschrift für Meteorologie, 8, 66-75
- Vaupel, A.* (1959): Advektivfrost und Strahlungsfrost. In: Mitteilungen des deutschen Wetterdienstes. Bd. 17, 31 S.
- Wilmers, F.* (1969): Klima und Wetter als Standortfaktoren. In: Land und Stadt, 2, 79-87