

**Zeitschrift:** Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern  
**Herausgeber:** Geographische Gesellschaft Bern  
**Band:** 53 (1977)

**Artikel:** Klima und Wetter von Biel  
**Autor:** Hansruedi, Egli / Wanner, Heinz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-960297>

### **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:** 28.01.2026

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

# Klima und Wetter von Biel

Hansruedi Egli und Heinz Wanner\*

## 1. Einleitung und Zielsetzung

Wer etwas über das Klima der Region Biel erfahren möchte, bekommt in der Regel zwei gegensätzliche Meinungen zu hören: Optimisten rühmen das herrlich warme Frühlings- und Sommerklima der Südhänge entlang des Jurasüdfusses. Sie schwärmen von der ausgleichenden Wirkung des Sees, der die Temperaturextreme dämpft und speziell an heissen Sommertagen eine angenehme Kühlung bewirkt. Pessimisten jammern über die grosse Nebelhäufigkeit im Herbst und Winter. Sie weisen darauf hin, dass die hartnäckigen Nebelmeere oft tagelang erhalten bleiben und den Strassenverkehr durch Glatteis und schlechte Sicht beeinträchtigen! Die folgenden Ausführungen haben zum Ziel, diese unterschiedlichen Meinungen zu prüfen, damit ein objektiveres Bild über Klima und Wetter der Region Biel-Seeland entsteht.

Vorgängig soll an die Definitionen der beiden Begriffe Klima und Wetter erinnert werden:

KÖPPEN (zit. in BORCHERT 1978: 10) versteht unter Klima den «mittleren Zustand und gewöhnlichen Verlauf der Witterung an einem gegebenen Ort». HEYER (1972: 10) bezeichnet mit Wetter den «augenblicklichen Zustand der Atmosphäre, wie er durch die Grösse der meteorologischen Elemente – wie Luftdruck, Temperatur, Wind, Bewölkung, Niederschlag – und ihr Zusammenwirken gekennzeichnet ist».

Wenn sich also die Wetterkunde mit kurzzeitigen, dynamischen Vorgängen beschäftigt, so studiert die Klimatologie vor allem mittlere Zustände oder Abläufe; sie ist somit auf die Existenz langjähriger Messreihen angewiesen. Es war unser erklärtes Ziel, sowohl die mittleren Abläufe als auch typische, kurzzeitige Wetterereignisse in ihrem räumlichen Erscheinungsbild zu beschreiben. Dabei mussten zwei gravierende Nachteile in Kauf genommen werden: zum ersten standen uns nur relativ kurze Messreihen zur Verfügung, so dass einzelne Mittelwerte (z.B. Wind) kaum als gesichert gelten können. Zum zweiten stützt sich ein Grossteil der Schlussfolgerungen auf punktuelle Messungen ab, welche eine Extrapolation in den Raum nur bedingt zulassen.

\* Hansruedi EGLI und Dr. Heinz WANNER, Geographisches Institut, Hallerstr. 12, 3012 Bern

Folgenden Herren möchten wir ganz herzlich danken:

- Herrn Dr. W. Kirchhofer von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich für die Bereitstellung des Datensatzes der Station Biel sowie für die Mithilfe bei den aufgetauchten EDV-Problemen.
- den Herren E. Bandi und J. Frank vom Lebensmittelinspektorat der Stadt Biel für die Überlassung der SO<sub>2</sub>-Daten sowie für die Beratung in lufthygienischen Fachfragen.
- den Herren R. Aeschbacher und R. Meli für den grossen Einsatz bei der Auswertung und Interpretation der SO<sub>2</sub>-Daten.

## **2. Zur Signifikanz des verwendeten Datenmaterials**

### *2.1 Die SMA-Station*

Erst im Jahre 1952, als in vielen Schweizer Städten schon seit Jahrzehnten tägliche Wettermessungen und -beobachtungen gemacht wurden, richtete das Statistische Amt der Stadt Biel an die Schweizerische Meteorologische Anstalt in Zürich (SMA) das Gesuch, in Biel eine Station einzurichten. Um die finanzielle Entschädigung des Beobachters zu sparen, wurde die Station auf den 1. Januar 1953 ins Gaswerkareal der Stadt aufgenommen und durch Gaswerkangestellte betreut. Der Standort erwies sich aber als denkbar schlecht: die Asphaltplätze, die Industriegebäude und die Gaswerköfen verfälschten die meteorologischen Daten. Zudem wurde die Station zeitweise von bis zu zehn verschiedenen Angestellten betreut, was zu uneinheitlichen Ablesungen und Beobachtungen führte. In all den Jahren war die Bieler Station denn auch ein «Sorgenkind» der SMA. Am 22. November 1965 wurde dann die ganze Station vom Stadtzentrum an die südliche Peripherie in die Stadtgärtnerei verlegt. Von diesem Zeitpunkt an sind die Messungen zuverlässig, aber nicht mehr unbedingt vergleichbar mit den vorher erhobenen Daten. Dies zeigt sich eindrücklich beim Vergleich der mittleren Jahrestemperaturen von Neuenburg, Solothurn und Biel (Abb. 1).

Der parallele Verlauf der Kurven der drei Jurasüdfuss-Städte zeigt deren Vergleichbarkeit. Die Stationsverlegung in Biel hatte eine um 1°C tiefere mittlere Jahrestemperatur zur Folge, was ausreichte, um diese im Vergleich mit Neuenburg und Solothurn von der «wärmsten» zur «kältesten» Station werden zu lassen (bis 1972).

Gemessen wurden seit 1953 der Luftdruck, die Lufttemperatur, die relative Feuchtigkeit und der Niederschlag; zudem wurden die Beobachtungen über Bewölkung, Nebel, Gewitter, Windrichtung und Windstärke aufgezeichnet, und zwar täglich zu den üblichen Terminen um 07.30 Uhr, 13.30 Uhr und 21.30 Uhr. 1971 wurden die Beobachtungszeiten auf 08.00 Uhr, 13.00 Uhr und 19.00 Uhr festgelegt.

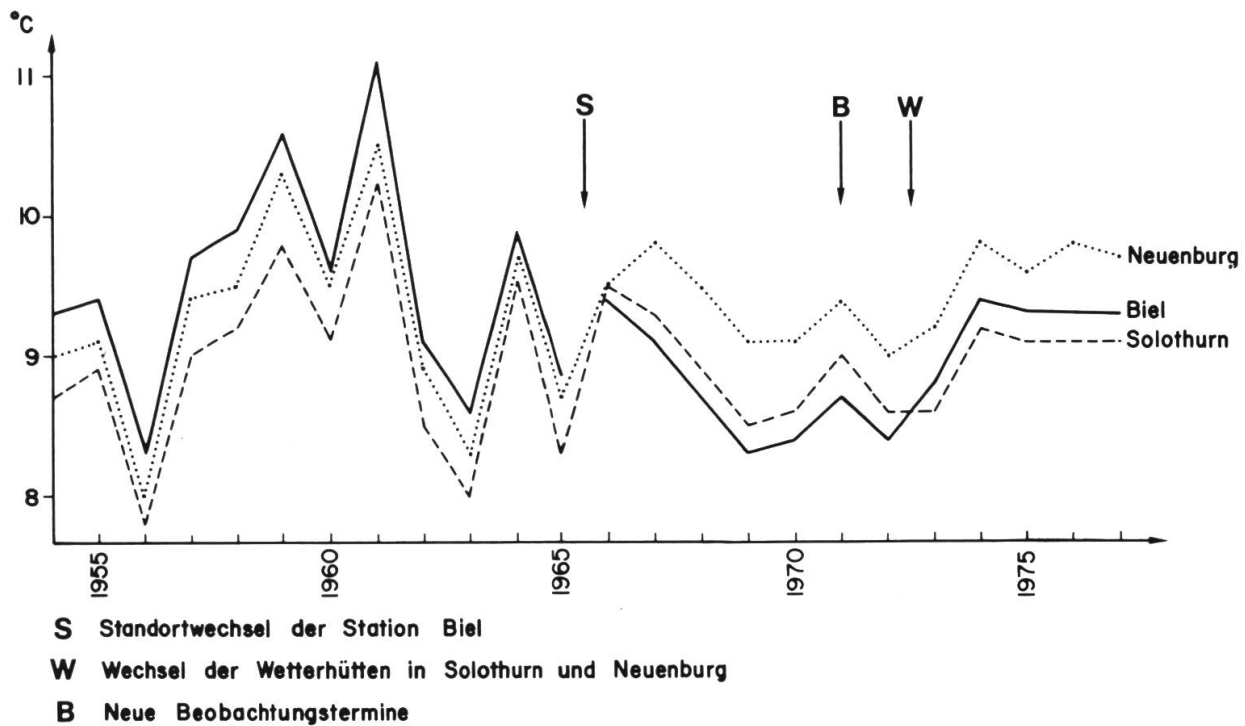


Abbildung 1 Die mittleren Jahrestemperaturen von Neuenburg, Biel und Solothurn und der Einfluss der Stationsverlegung vom Stadtzentrum an den Stadtrand von Biel im Herbst 1965

## 2.2 Das Messnetz des Geographischen Instituts der Universität Bern

Das Geographische Institut der Universität Bern betreibt im Kanton Bern seit 1970 ein Netz mit über 200 freiwilligen Beobachtern (MESSERLI 1978: 11). Das Seeland ist mit mehreren Stationen an diesen Beobachtungen beteiligt (u.a. Gals, Ins, Erlach, Lüscherz, Täuffelen, Gerolfingen, Biel, Magglingen, Busswil, Wiler b. Seedorf, Schüpfen, Rüti b. Büren, Lengnau). Folgende Phänomene werden in der Form von Augenbeobachtungen erhoben:

Sommer: Phänologische Beobachtungen (Beobachtung des Eintrittsdatums):

- Haselnuss: Vollblüte (Pollenabgabe)
- Löwenzahn: Vollblüte
- Apfelbaum: Vollblüte
- Weizenernte
- Buche: Blattverfärbung

Winter: Tägliche Schnee- und Nebelbeobachtungen

- Schnee:
  - Horizontale Probestfläche: Messung der Schneehöhe in cm
  - Geneigte Probestflächen (je eine Fläche in Nord- und Südexposition): Beobachtung der Schneebedeckung
- Nebel:
  - Registrierung der Tage mit Nebel
  - Angabe der Auflösungszeit, falls am Morgen Nebel registriert wurde.



### *2.3 Das Lufthygiene-Messnetz des Bieler Lebensmittelinspektorates*

Das Lebensmittelinspektorat der Stadt Biel führt seit 1968 im Stadtgebiet (inklusive Peripherie) lufthygienische Messungen durch. An 10 Stationen werden der Staubfall und die Schwefeldioxydbelastung (Liesegang-Glocke-Verfahren) registriert. Die Resultate werden alljährlich in den Lokalzeitungen publiziert (AESCHBACHER und MELI 1977: 1).

### **3. Verarbeitung des Datenmaterials**

Die täglich aufgezeichneten 34 Wetterparameter der SMA – Station Biel ergaben in den bisherigen 26 Jahren rund 320'000 Daten. Davon werden lediglich die Monats- und Jahreswerte regelmässig publiziert (ANNALEN DER SCHWEIZERISCHEN METEOROLOGISCHEN ZENTRALANSTALT, STATISTISCHE CHRONIK DER STADT BIEL). Die Tagesdaten der Bieler Station stehen ab 1959 auf Magnetband zur Verfügung. Dabei müssen die erwähnten Inhomogenitäten (Stationswechsel 1965 und Änderung der Beobachtungszeit 1971) berücksichtigt werden. Der Einfluss der veränderten Beobachtungszeit ab 1971 wurde nachträglich korrigiert.

Als weiterer Datensatz stand uns der Kalender der Wetter- und Witterungslagen im zentralen Alpengebiet zur Verfügung (SCHÜEPP 1968). Die Daten der Jahre 1959–1970 wurden ab Lochkarten verarbeitet. Dieser Wetterlagenkalender, der dauernd nachgeführt wird, definiert für ein fest vorgegebenes Gebiet täglich 24 charakteristische Parameter der momentan herrschenden Wetter- und Witterungslage. Das erwähnte Gebiet umfasst einen Kreis mit 222 km Radius, dessen Zentrum im Rheinwaldgebiet liegt. Biel liegt im peripheren Bereich des nordwestlichen Quadranten dieses Kreises. Dies hat zur Folge, dass mit diesem System gewisse Lokalwetterlagen (z.B. bei starker Scherung der Isobaren entlang der Alpennordseite) nur bedingt beschrieben werden können.

Die Ergebnisse der Auswertungen des Berner Messnetzes des Geographischen Institutes (VOLZ 1978, WITMER 1978, WANNER 1978) wurden nach Möglichkeit in die vorliegende Studie einbezogen. So leistete vor allem das vorhandene Kartenmaterial recht gute Dienste.

Die Daten der SO<sub>2</sub>-Messungen konnten aus dem Journal des Lebensmittelinspektorates kopiert werden. Pro 14 Tage liegt für jede Station ein Messwert vor (umgerechnet in mg SO<sub>2</sub> pro 100 Std.). Das Datenmaterial wurde anschliessend von Hand ausgewertet.

### **4. Geographisch-topographische Voraussetzungen des Seeländer-Klimas**

Das Klima einer Region wird ganz entscheidend durch die Topographie und die Bodenbedeckung (Verhältnis zwischen Stadtgebieten, Landgebieten, Wald- und Seeflächen) geprägt. Für die Region Seeland lassen sich folgende, wichtige Konsequenzen ableiten:

- Die herrschende Topographie (Jurasüdhang, flache Mulde des tieferen Mittellandes) zwingt die bodennahen Winde in zwei Hauptströmungsrichtungen (NE- und SW-Wind).
- Im Bereich der Jurasüdhänge treten tagesperiodische Lokalwinde auf (Hangaufwinde bei Tag, Hangabwinde bei Nacht).
- Die tiefliegende Ebene im Bereich der drei Seen und des Aarelaufes stellt ein ideales Sammelbecken für die durch die nächtliche Abkühlung spezifisch schwerer gewordene und hangabwärts abfliessende Kaltluft dar.
- Die Seen dämpfen mit ihrer hohen spezifischen Wärmekapazität den Jahresgang der Temperatur recht beträchtlich, indem sie im Herbst und Winter Wärme an die Umgebung abgeben und umgekehrt im Sommer für einen Wärmestrom von der umgebenden Land- und Luftmasse Richtung Seewasser sorgen.
- Das Stadtgebiet bewirkt eine lokal verstärkte Produktion von Luftschadstoffen (Industrie, Hausbrand, Verkehr) sowie von Wärme. Letztere kann möglicherweise eine Hebung der bodennahen Reibungsschicht bewirken, welche durch den Anstieg winterlicher Dunstschichten oder Nebeldecken im Gelände deutlich sichtbar gemacht wird. Die dichte Überbauung ruft normalerweise eine Herabsetzung des Wasserdampfgehaltes der Luft hervor, was eher zu einer Verbesserung der Sichtweite im Stadtbereich bei winterlichen Bodennebelsituationen führt (WANNER 1978: 140).
- Die Schwemmland- und Schottergebiete im Bereich der Flussläufe und der drei Seen verdunsten grosse Mengen von Wasserdampf. Sie sind die eigentlichen Bildungsgebiete winterlicher Bodennebel (WANNER 1978: 140).

## 5. Beschreibung ausgewählter Wetterelemente

### 5.1 Mittlere und extreme Monatstemperaturen der Jahre 1966–1978

Die mittleren Monatstemperaturen sind ausgesprochen rechnerische Werte. Sie zeigen den mittleren Jahresgang am betreffenden Ort und weisen unter anderem auf den Grad der Kontinentalität dieses Ortes hin (siehe Abb. 2). In Biel beträgt die mittlere Januar-Temperatur 0°C, und die mittlere Juli-Temperatur liegt ungefähr bei 18°C. Da bei allen SMA-Stationen auch die täglichen Maxima und Minima gemessen werden, können für jeden Monat die mittleren Tagesmaxima und Tagesminima berechnet werden, die für den einzelnen Menschen von grösserer Bedeutung sind, da sie die täglichen Temperaturdifferenzen aufzeigen, denen wir in den verschiedenen Jahreszeiten ausgesetzt sind. Während diese Differenz im Winter im Mittel etwa 5°C beträgt, macht sie im Sommer rund 11°C aus.

Im weiteren wurden aus jeder monatlichen Höchst- und Tiefsttemperatur die mittleren Maxima und Minima für jeden Monat gerechnet. Für den Januar ergab dies für die 13jährige Periode eine mittlere Tiefsttemperatur von –10°C und eine mittlere Höchsttemperatur von +8°C, für den Juli liegen die entsprechenden Werte bei +9°C und +31°C (Abb. 2). Schliesslich wurden noch monatlich die als Einzelereignisse vorgekommenen Extremtemperaturen aufgezeichnet, so zum Beispiel –18,8°C im Januar 1968, –13,0°C im März 1971 und 34,5°C im August 1974 (die höchste Temperatur liegt erstaunlicherweise nicht in einem Juli!).

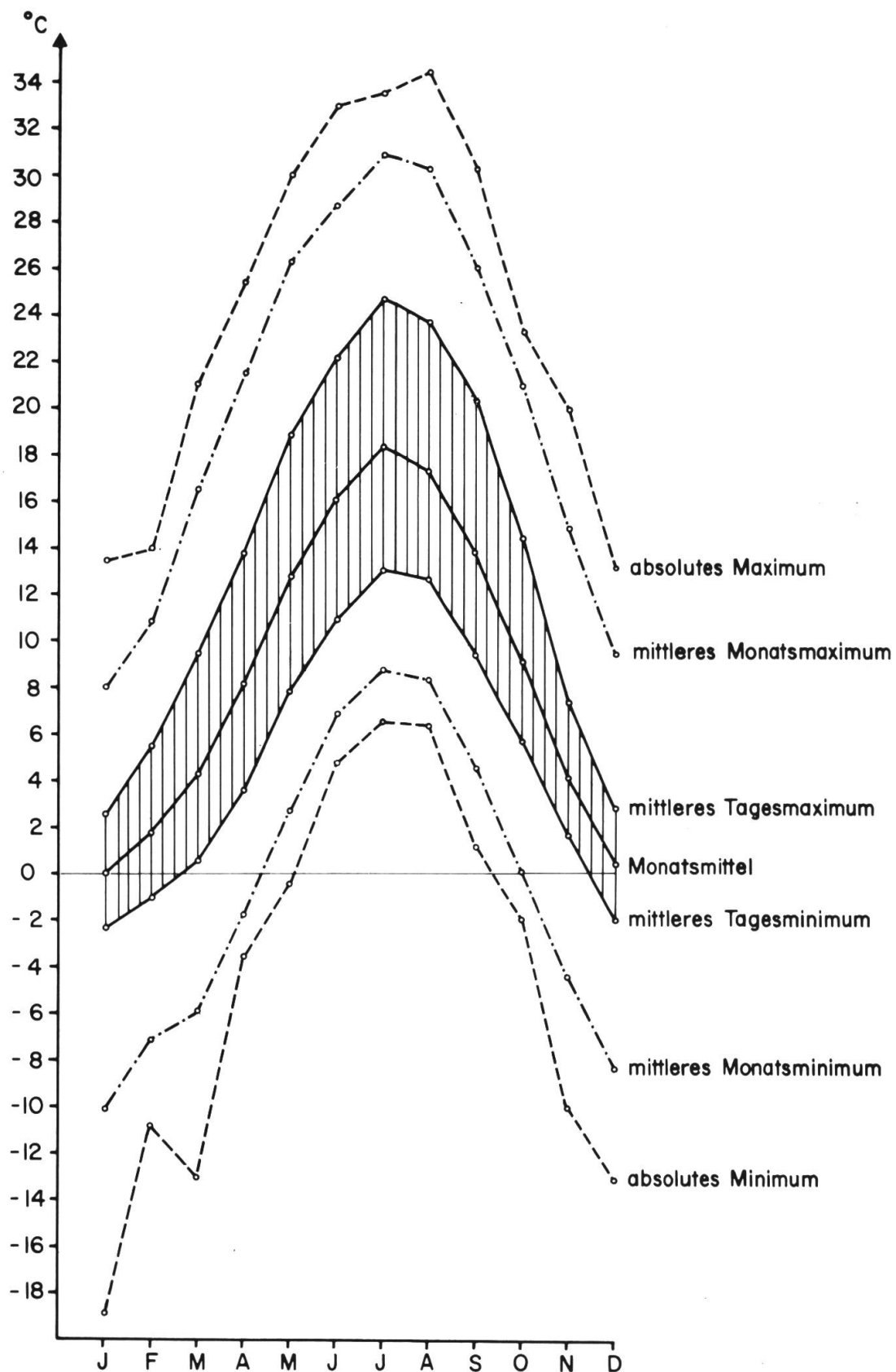


Abbildung 2 Die Monatstemperaturen der SMA-Station Biel 1966–1978

## 5.2 Die Frostperioden 1959–1970

Die Null-Grad-Grenze, d.h. der Gefrierpunkt, ist wohl der wichtigste Schwellenwert der Temperatur. Deshalb wurden sämtliche Frosttage, d.h. die Tage mit einem Temperaturminimum unter  $0^{\circ}\text{C}$ , der Jahre 1959–1970 einzeln dargestellt (Abb. 3). Daraus ergeben sich im untersten Teil (a) dieser Figur die einzelnen Frostperioden der 12 Jahre, die insbesondere für den Pflanzenbau von ausserordentlicher Bedeutung sind. Im mittleren Teil (b) wurde die unklassierte Häufigkeitsverteilung der Frosttage aufgezeichnet, d.h. die einzelnen Daten mit ihrer Tendenz zu Frost, und als oberster Teil (c) erscheinen die Frosttage der 12 Jahre zusammengefasst in Klassen zu 10 Tagen.

Aus der Darstellung kann entnommen werden, dass in der untersuchten Periode der früheste Frost am 29. Oktober (1963), der späteste am 24. April (1967) verzeichnet wurde, und dass beispielsweise ab Anfang November alljährlich mit Nachtfrost zu rechnen ist, im Mai dagegen in unserer Region in diesen 12 Jahren kein einziges Frostereignis eintrat.

Aus der klassierten Häufigkeitsverteilung ist unter anderem das Weihnachtstauwetter, d.h. die leichte Erwärmung in den letzten Dezembertagen und eine als normal zu bezeichnende erneute Frosthäufigkeit Mitte Februar ersichtlich.

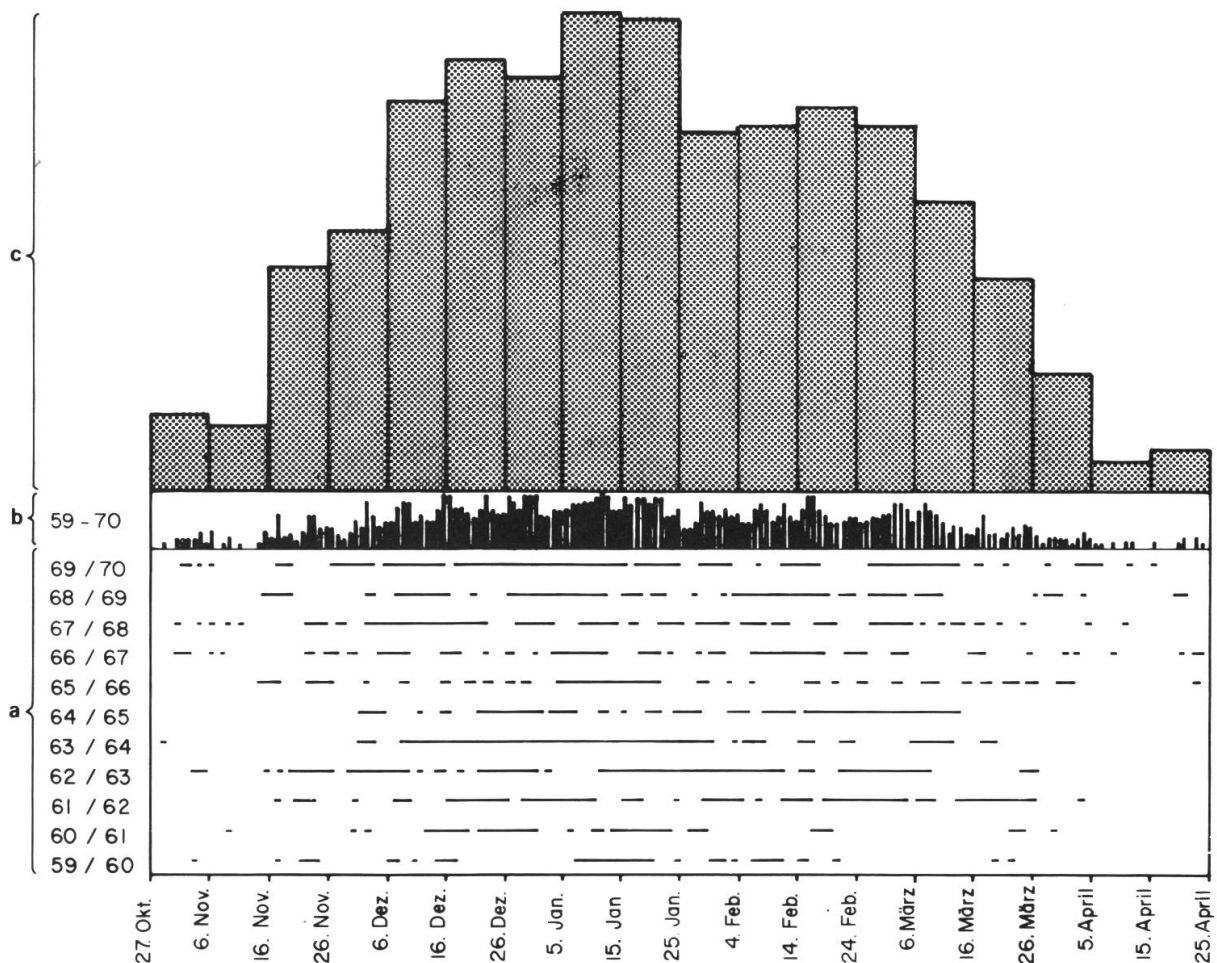
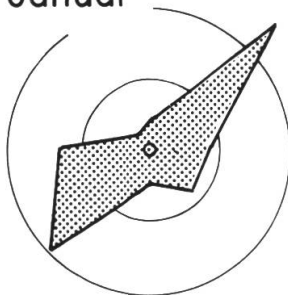


Abbildung 3 Die Frostperioden und Häufigkeitsverteilungen der Frosttage 1959–1970

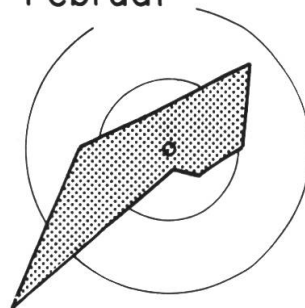
Dezember



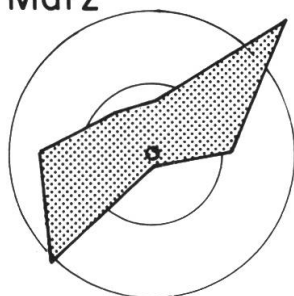
Januar



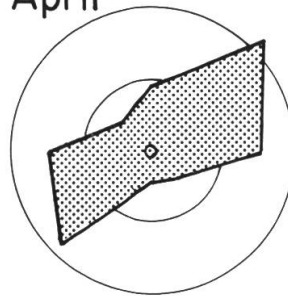
Februar



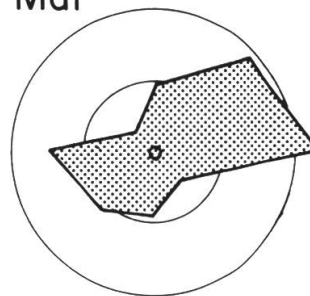
März



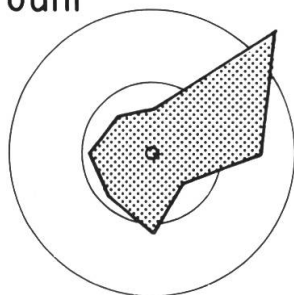
April



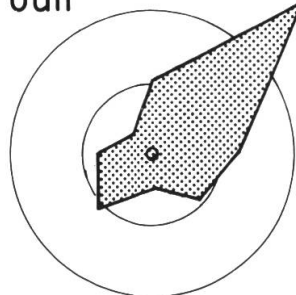
Mai



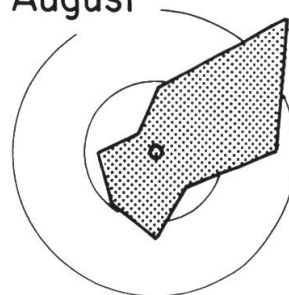
Juni



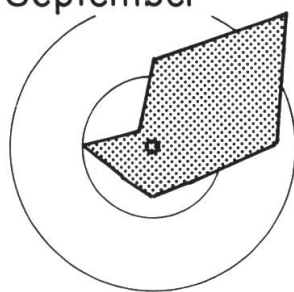
Juli



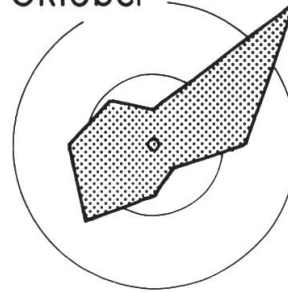
August



September



Oktober



November

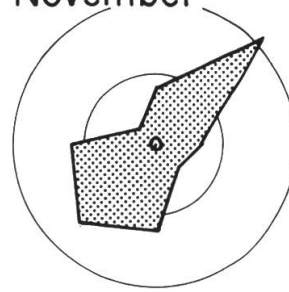


Abbildung 4 Die relativen Häufigkeiten der Windrichtungen als monatliche Windrosen aus den 07.30-Uhr-Beobachtungen der Jahre 1966–1970

### 5.3 Die monatlichen Windrosen

Der Wind war das am schwierigsten zu interpretierende Klimaelement, da er nur mit Windfahne und Stärkeklappe geschätzt und nicht gemessen wurde (seit Mai 1978 ist ein Schiltknecht-Windmesser mit Anzeigegerät eingerichtet). Zudem wurde auch der Wind nur an den drei Beobachtungsterminen aufgezeichnet, obschon er seine Stärke und seine Richtung innert kürzester Zeit völlig ändern kann. Für die folgende Darstellung wurden deshalb nur die acht Hauptwindrichtungen dargestellt.

Da die Winde stark vom Standort und dessen Umgebung abhängen, ist es ganz ausgeschlossen, Häufigkeitsverteilungen aus den Beobachtungen verschiedener Standorte darzustellen. Es wurden deshalb nur die Beobachtungen der Jahre 1966–1970 berücksichtigt, die somit wegen der relativ kurzen Periode noch keine endgültigen Schlüsse zulassen.

In Abb. 4 wurde die prozentuale Windherkunft der Morgenbeobachtungen (07.30 Uhr) monatlich dargestellt. Die Spitze, welche im Dezember bei der Nordostrichtung fast bei 30 % liegt, bedeutet, dass in diesem Monat im Durchschnitt am Morgen 30 % aller Winde aus Nordosten wehten. Auffallend ist die Dominanz der Hauptwindrichtungen NE und SW. Da im Abschnitt 5.5 noch besonders darauf eingegangen wird, beschreiben wir sie an dieser Stelle nicht näher.

Die Ostwinde treten in den Monaten April bis September vermehrt auf, in den Herbst- und Wintermonaten dagegen die Westwinde. Bei den Südwinden zeichnet sich ein gewisser Jahresgang ab mit einem Minimum im März (1 %) und einem Maximum im August (12 %). Eine Häufigkeitsspitze scheinen die Nordwinde in den Monaten April bis September zu haben, gesamthaft spielen sie aber nur eine kleine Rolle, wie auch die Nordwest- und Südostwinde.

### 5.4 Die monatlichen Niederschlagsmengen (1954–1978)

Die Niederschlagsmessung hat den Vorteil, dass auch mit verhältnismässig einfachen Mitteln der gesamte Niederschlag, d.h. die Niederschlagssumme (Regen, Hagel, Schnee) ungefähr erfasst werden kann. Dagegen schwanken die einzelnen Monats- wie auch die Jahressummen ausserordentlich stark (1972: 802 mm, 1965: 1564 mm), so dass in unserer Region für gültige Aussagen mindestens 40 Jahre lange Messreihen verlangt werden (SCULTETUS 1969: 80). Die Bieler Reihe ist demnach zu kurz. Da der Niederschlag aber ein ausserordentlich wichtiger Klimafaktor ist, wurden die durchschnittlichen Monatssummen dennoch dargestellt (Abb. 5). Um aber auch die grossen Schwankungen innerhalb der einzelnen Monatswerte zu zeigen, wurden die in den Jahren 1954–1978 vorgekommenen Monatshöchstwerte bzw. -tiefstwerte ebenfalls eingetragen.

Mit 1136 mm mittlerem Jahresniederschlag weist Biel einen für das schweizerische Mittelland charakteristischen Wert auf. Im Jahresgang fällt allerdings nebst dem Sommermaximum die Winterspitze mit der grossen Variabilität der Februarniederschläge auf. Damit ist angezeigt, dass Biel (wie auch andere Jurasüdfussstationen) im Grenzbereich zwischen einem kontinentalen (Sommermaximum) und



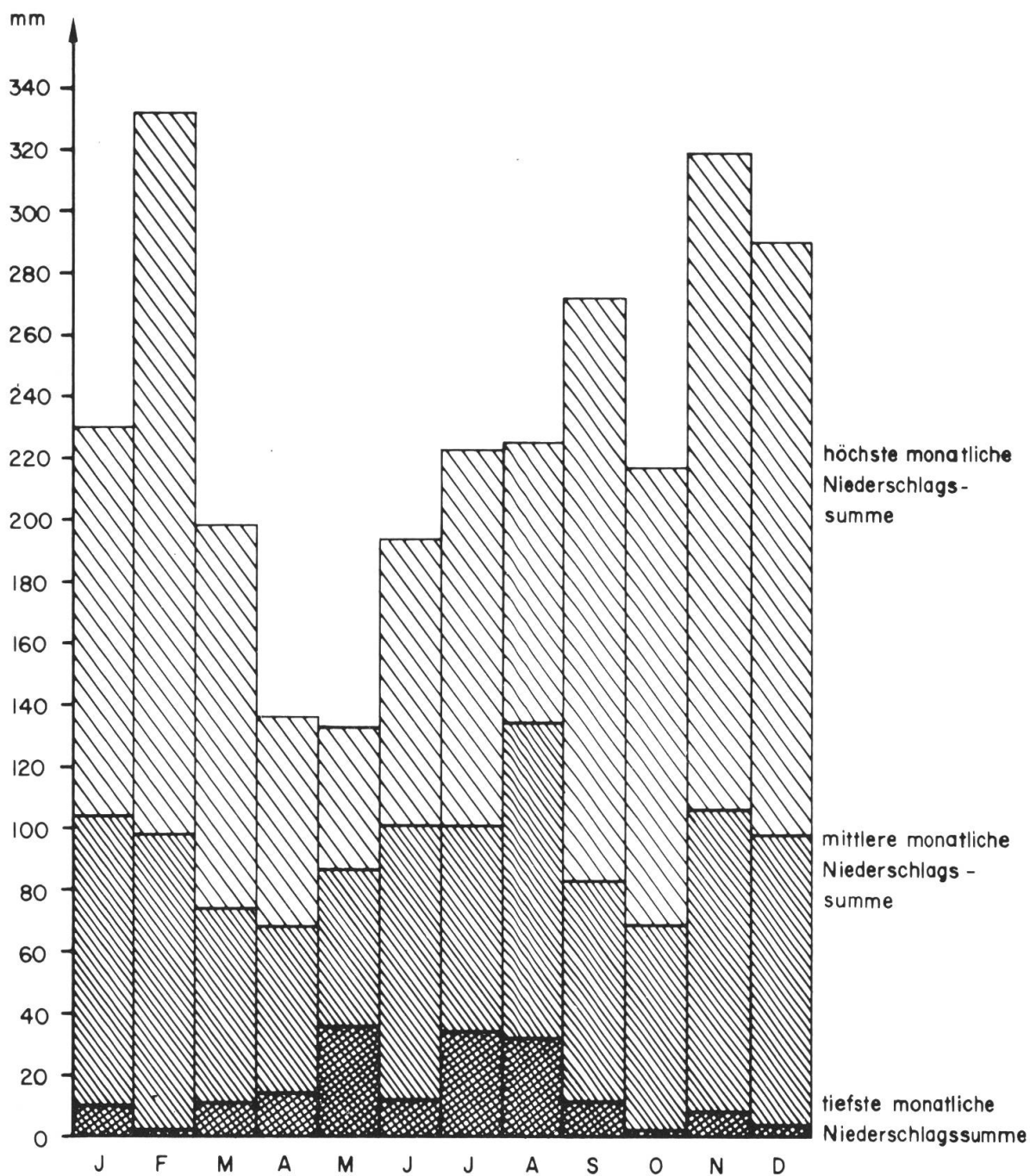


Abbildung 5 Tiefste, mittlere und höchste monatliche Niederschlagssummen in Biel in den Jahren 1954–1978

einem maritimen (Wintermaximum) Niederschlagsregime liegt (FLIRI 1974: 24–26, SCHÜEPP et al. 1978: 212–215).

Die Untersuchung der Extremniederschläge hat gezeigt, dass über Biel im Mittel pro Jahr 12 Gewitter niedergehen (meistens in den Monaten Juni, Juli und August). Die Stadt liegt demnach in einer gewitterarmen Zone (SCHÜEPP et al. 1978: 17). Zudem traten in den 12 Untersuchungsjahren bloss fünf Hagelschläge mit Eiskorndurchmessern über 5 mm auf.

## 5.5 Seeluft und Bise

Zwar wurden auch für die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Hauptwindrichtungen, Windstärken und ihren Niederschlagsanteilen nur die 07.30 Uhr-Beobachtungen der Jahre 1966–1970 betrachtet. Da aber die Südwest- und die Nordostwinde, eindeutig durch das Relief bedingt, in allen Monaten 30 bis 45 % sämtlicher Winde ausmachen, können damit Aussagen gemacht werden. Als erstes wurden in Abb. 6 die monatlichen Häufigkeiten der Hauptwindrichtungen in Prozent des gesamten Windgeschehens dargestellt. In diese hinein wurden je die entsprechenden relativen Häufigkeitsverteilungen der Windstärken nach der halben Beaufortskala eingezeichnet, d.h. der ganze Balken entspricht jeweils 100% der Windstärken. Als drittes wurden noch die jeweiligen Niederschlagsanteile in Prozent der gesamten Monatssummen berechnet, die bei Seeluft bzw. Bise fielen.

Beim Südwestwind (Seeluft) kann eindeutig ein Jahreszyklus mit einem Häufigkeitsmaximum im Februar und einem -minimum im September festgestellt werden. Die Windgeschwindigkeiten über 2 m/s machen in fast allen Monaten mehr als 50 % aus, in den Wintermonaten Dezember bis Februar sind sogar Windgeschwindigkeiten von über 13 m/s verhältnismässig häufig. Der Niederschlag kommt im Winter sehr häufig aus SW, im Sommer dagegen in weniger als 20 % der monatlichen Niederschlagssumme. Dies dürfte auf die Gewitter zurückzuführen sein, bei welchen häufig turbulente Strömungsverhältnisse vorherrschen.

Auffallend beim Nordostwind, der Bise, ist der grosse Anteil der sehr schwachen Winde; ein Jahresgang ist nicht ersichtlich, dagegen zeigt der Niederschlagsanteil ein deutliches Maximum im Juli und ein Minimum im Februar.

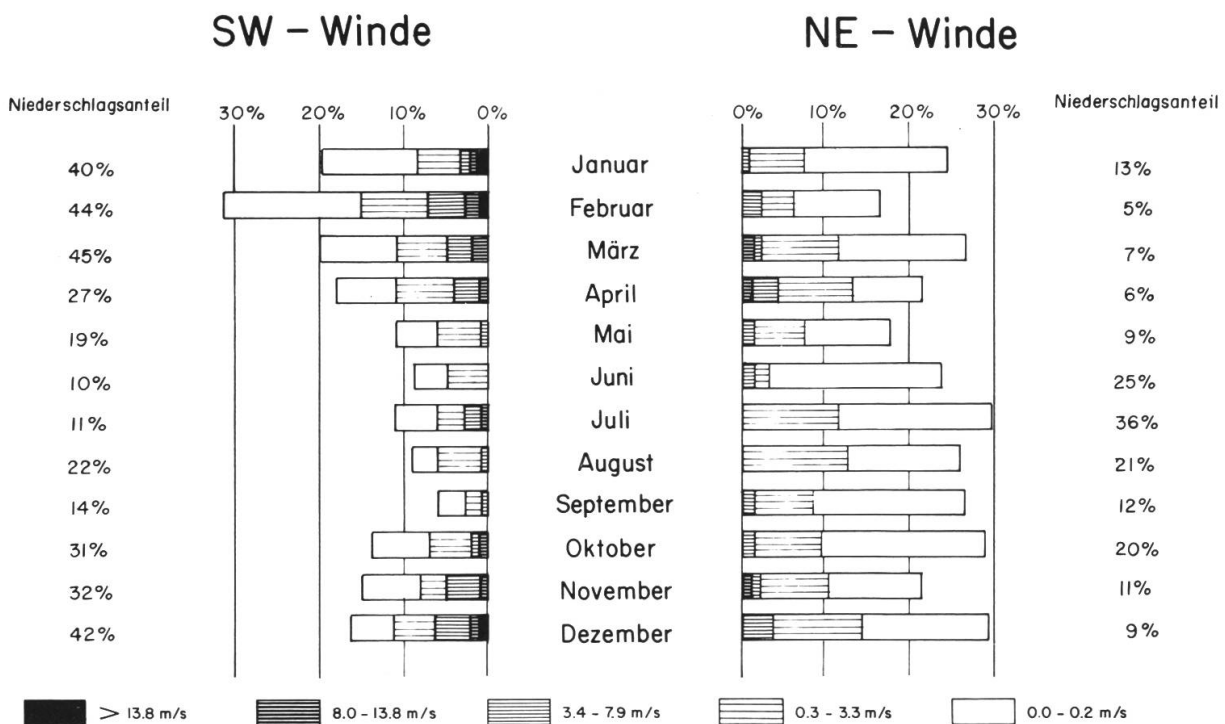


Abbildung 6 Jahresgang der Hauptwindrichtungen mit Windstärken und Niederschlagsanteilen 1966–1970



## 5.6 Der Nebel

Der Nebel steht nicht umsonst am Schluss der besprochenen meteorologischen Elemente. Durch sein häufiges Auftreten bei Hochdrucklagen des Winterhalbjahres stellt er jenes Wetterelement dar, das in der Region Biel-Seeland die negativsten Auswirkungen zeigt. Satellitenbilder dokumentieren immer wieder, dass das Gebiet des Aarelaufes zwischen Biel und Baden auch im Vergleich mit andern ausgesprochenen Nebelzonen Mitteleuropas (Saône-Rhone-Senke, Oberrheinische Tiefebene, westlicher Donaauraum, Poebene) als sehr nebelreich bezeichnet werden darf (WANNER 1979). Aus diesem Grunde wurde untersucht, inwiefern der Nebel von regionalen oder grossräumigen Wetterbedingungen abhängig ist.

Zu diesem Zweck wurden die Nebelvorkommen der SMA-Station Biel einerseits mit den dort gemessenen Winden und andererseits mit vier im folgenden genannten Parametern des Wetterlagenkalenders (SCHÜEPP 1968) in Beziehung gebracht:

- A) Wettercharakter (Hochdruck, indifferent, Tiefdruck)
- B) Aus der Bodenwetterkarte berechnete Winde
- C) Aus der Höhenwetterkarte berechnete Winde (500 mb-Niveau)
- D) Höhenwindstärke

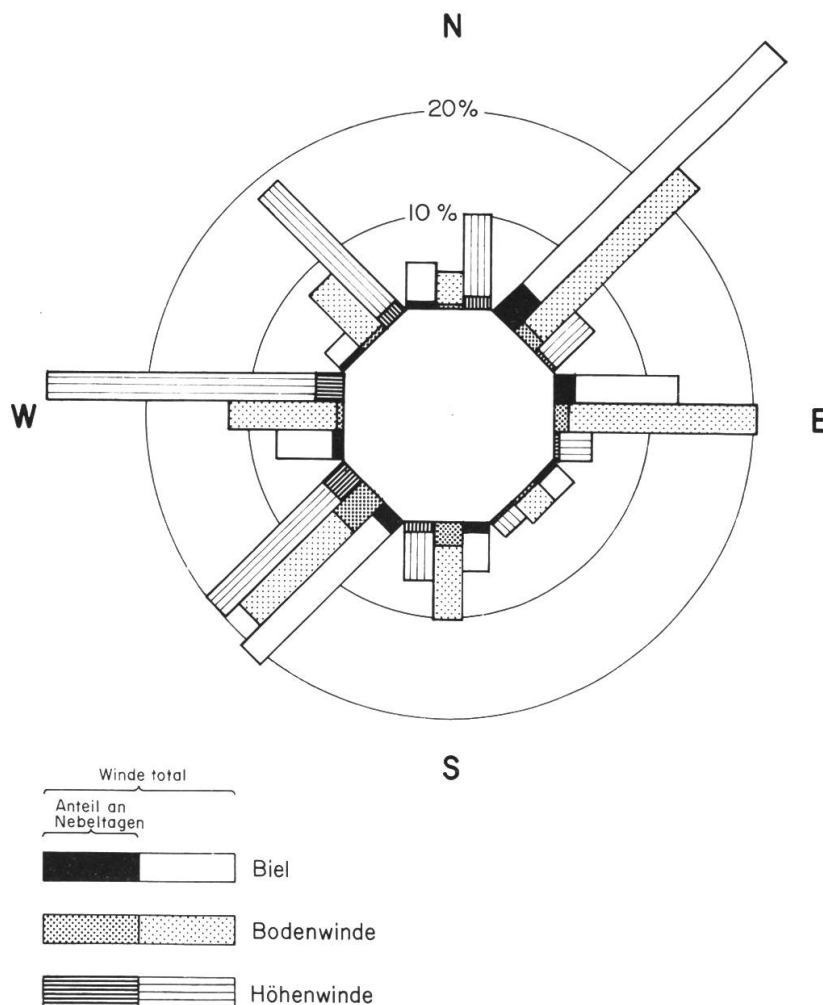


Abbildung 7 Nebeltage und Windrichtungen 1959–1970

Dabei zeigt sich, dass Biel bei 17,6 % aller Hochdrucklagen, dagegen nur bei 9,4 % der indifferenten und bei 8,2 % der Tiefdrucklagen Nebel aufweist. Im weiteren tritt der Nebel nur bei schwachen bis mittleren Windgeschwindigkeiten auf. Starke Winde lösen den Nebel auf. Tritt praktisch kein Wind auf, so schlägt sich der in der bodennahen Luftschicht vorhandene Wasserdampf am Boden als Tau nieder, und die Nebelbildung bleibt ebenfalls unterbunden.

In Abb. 7 ist nur optisch die Abhängigkeit des Nebels von der lokalen Windrichtung in Biel sowie von der Boden- und Höhenwindrichtung (auf Grund des Wetterlagenkalenders) dargestellt. Die Balkenlängen entsprechen der gesamten Häufigkeit des Auftretens einer Windrichtung. Die Signaturen im Balkeninnern stellen dagegen die Häufigkeit von Nebel bei der entsprechenden Windrichtung dar. Als Nebeltage sind dabei diejenigen Tage bezeichnet, bei denen an mindestens einem der drei Beobachtungstermine die Sichtweite weniger als 1 km betrug. Dies ergab für die Jahre 1959–1970 total 498 Nebeltage (= 11,4 %). Aus der Figur lassen sich die folgenden Erkenntnisse herauslesen:

- Lokalwinde von Biel: Bei allen acht Windrichtungen können Nebelereignisse beobachtet werden. Die Mehrzahl der Fälle tritt jedoch bei Nordost, Ost- oder Südwestwind auf.
- Aus der Bodenwetterkarte berechnete Winde (geostrophisch): Hier sind bei den Südwest- und Südwinden eindeutige Maxima zu erkennen. Dabei dürfte es sich um Fälle handeln, wo die Nebelobergrenze relativ tief liegt (WANNER 1978: 127–128). Auch bei Ost- oder Nordostwind treten Nebelereignisse auf. Diese dürften eher auf hochliegende Nebelobergrenzen zurückzuführen sein (800 bis 1200 m ü. Meer). Häufig wird dabei die Hochnebeldecke vom Boden abgehoben und das Stadtgebiet erscheint nebelfrei. In einigen Fällen kann sich jedoch eine derart dicke Nebelschicht bilden, dass sie auch im Raum Biel dem Boden aufliegt (WANNER 1979: 128–129).
- Aus der Höhenwetterkarte berechnete Winde: Hier überwiegen eindeutig die Windrichtungen von Südwest bis Nordwest. Damit bestätigt sich die Tatsache, wonach im westlichen bis zentralen Schweizer Mittelland innerhalb der Nebeldecke in Bodennähe sehr oft eine schwache Bisenströmung auftritt, die in der Höhe von westlichen Winden überlagert wird.

## **6. Witterungsklimatologische Betrachtungen und Versuch einer regionalen Klima- charakterisierung**

Im ersten Teil der Arbeit wurden die Mittel- und Extremwerte einzelner Wetterelemente diskutiert, teilweise wurden zwei Wetterelemente miteinander in Beziehung gebracht. Im zweiten Teil soll eine Übersicht über das Zusammenwirken der verschiedenen Wettererscheinungen gegeben werden, an die sich eine kurze Charakterisierung des regionalen Klimas anschliesst.

Tabelle 1: Die 30teilige Wetterlagen-Klassifikation als Grundlage für die synoptischen Klimadiagramme von Biel

Zyklonale Wetterlagen		Indifferente Wetterlagen		Antizyklonale Wetterlagen	
Nordostströmung, zyklonal	NE–	Nordostströmung, indifferent	NE	Nordostströmung, antizyklonal	NE+
Ostströmung, zyklonal	E–	Ostströmung, indifferent	E	Ostströmung, antizyklonal	E+
Südostströmung, zyklonal	SE–	Südostströmung, indifferent	SE	Südostströmung, antizyklonal	SE+
Südströmung, zyklonal	S–	Südströmung, indifferent	S	Südströmung, antizyklonal	S+
Südwestströmung, zyklonal	SW–	Südwestströmung, indifferent	SW	Südwestströmung, antizyklonal	SW+
Westströmung, zyklonal	W–	Westströmung, indifferent	W	Westströmung, antizyklonal	W+
Nordwestströmung, zyklonal	NW–	Nordwestströmung, indifferent	NW	Nordwestströmung, antizyklonal	NW+
Nordströmung, zyklonal	N–	Nordströmung, indifferent	N	Nordströmung, antizyklonal	N+
Wirbel (uneinheitlich), zyklonal	Wi–	Wirbel (uneinheitlich), indifferent	Wi	Wirbel (uneinheitlich), antizyklonal	Wi+
flach (schwach), zyklonal	F–	flach (schwach), indifferent	F	flach (schwach), antizyklonal	F+

## 6.1 Witterungsklimatologische Betrachtungen

In der Witterungsklimatologie wird das Datenkollektiv der einzelnen Tagesmessungen nach dem Ordnungsprinzip der Wetterlagen zerlegt. Die pro Wetterlage berechneten, charakteristischen Masszahlen der einzelnen Wetterelemente werden mit Vorteil in einem Klimadiagramm graphisch dargestellt, das uns eine Gesamtschau der für die betreffende Region charakteristischen synoptischen Zusammenhänge vermittelt (FLIRI 1967).

Als Grundlage diente der Kalender der Wetter- und Witterungslagen (SCHÜEPP 1968). Aus diesem wurden die zwei Parameter Wettercharakter und Richtung des geostrophischen Windes in der Bodenwetterkarte herausgegriffen. Aus der Kombination dieser beiden Wetterlagenparameter ergeben sich die in Tabelle 1 gezeigten 30 Wetterlagen.

Diese 30 Wetterlagen wurden nun mit den täglichen Messwerten der Bieler SMA-Station (Jahre 1959–1970) in Beziehung gebracht. Pro Jahreszeit und Wetterlage wurden die folgenden Masszahlen berechnet:

- A) Zahl der Tage, an denen die betreffende Lage aufgetreten ist
- B) Mittlere Abweichung der Lufttemperatur vom jahreszeitlichen Tagesmittelwert (in °C)
- C) Niederschlagsbereitschaft (Prozentanteil der Tage mit einer Niederschlagsmenge von 1 mm oder mehr)
- D) Mittlere Niederschlagsmenge pro Lagentag (in mm)
- E) Mittlere Bewölkung (in Prozent)
- F) Nebelbereitschaft (Prozentanteil der Tage mit Nebel)

In Anlehnung an FLIRI (1967) wurden die berechneten Werte in einem synoptischen Klimadiagramm dargestellt. Die Abb. 8 a–d zeigen uns diese jahreszeitlich gezeichneten synoptischen Klimadiagramme der Station Biel: Das Skelett des Diagrammes besteht aus einem orthogonalen Koordinatensystem. Auf der Horizontalen ist die Niederschlagsbereitschaft und auf der Vertikalen die Abweichung vom jeweiligen Jahreszeitenmittel der Lufttemperatur dargestellt. In dieses Koordinatensystem wurden nun die Wetterlagen mit Kreisen eingetragen, deren Fläche proportional zur Häufigkeit des Auftretens ist. Wetterlagen, die im Mittel weniger als einmal pro Jahreszeit vorkamen, wurden nicht ins Diagramm aufgenommen. Die Bewölkung wurde flächenproportional zur Wetterlagenhäufigkeit als innerer Kreis eingetragen und gerastert dargestellt. Als weiteres Element wurde die Nebelbereitschaft in Form eines schwarzen Sektors in den Bewölkungskreis eingezeichnet (als Anteil an der Gesamtbewölkung in %). Schliesslich wurden die pro Lagentag gefallenen Niederschlagsmengen als Orientierungslinien eingetragen.

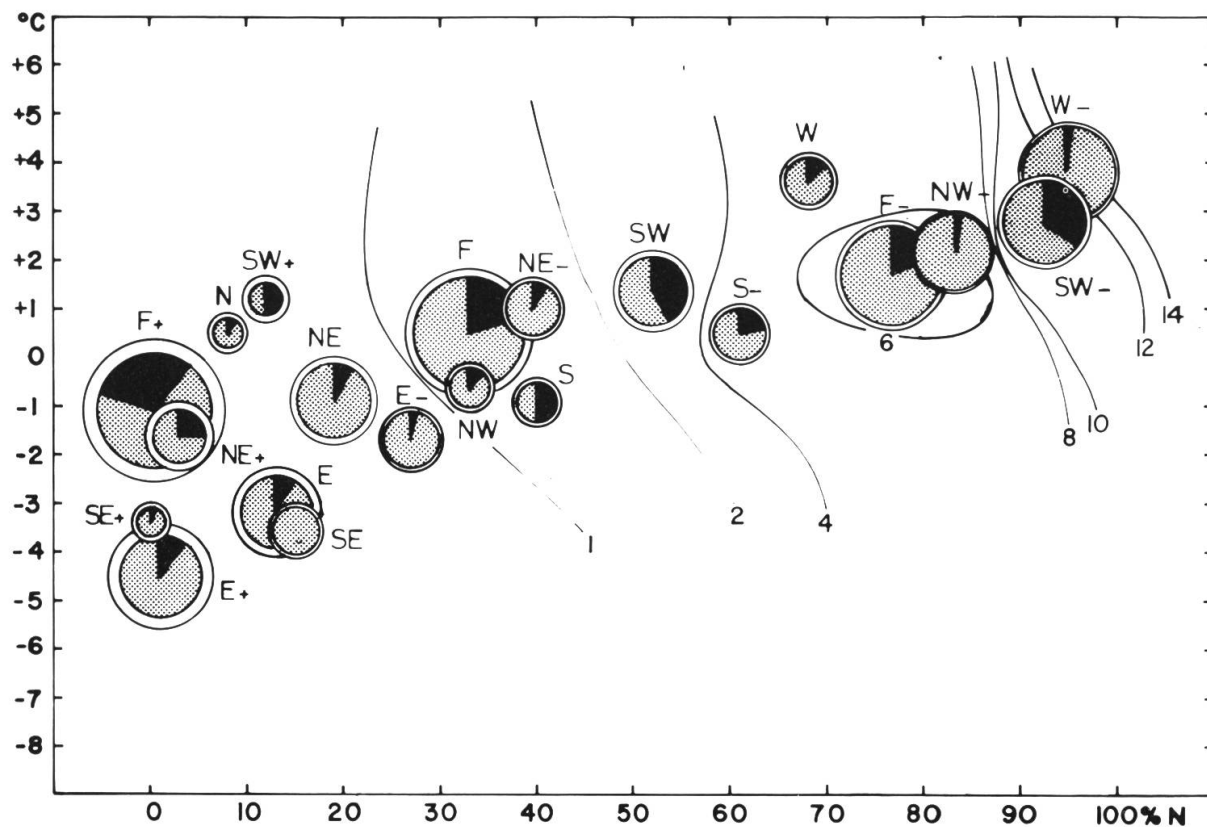
Die einzelnen Jahreszeiten lassen sich wie folgt charakterisieren:

### Winter

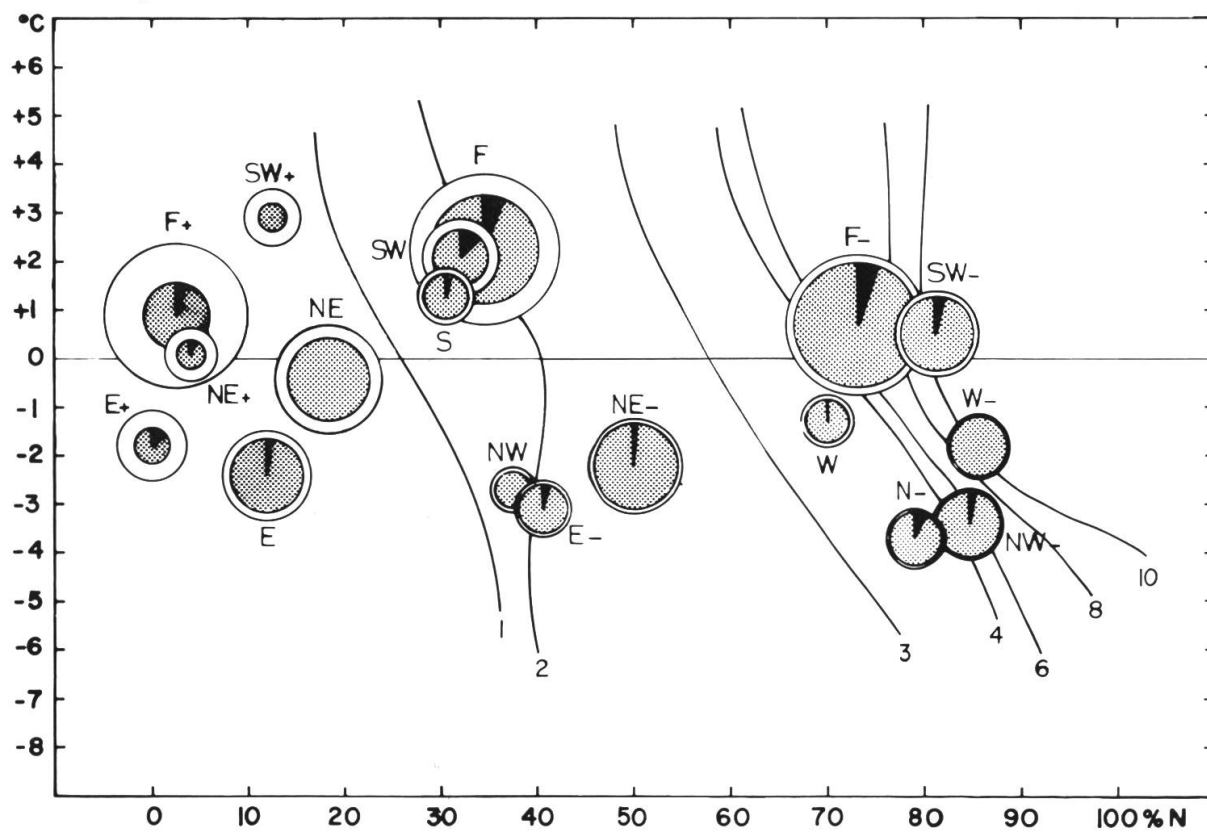
Die Anordnung der Kreise zeigt schön den typischen Wechsel zwischen trockenkalten, kontinentalen Luftmassen mit Bise (E+, E, NE+, NE) und feuchtwarmen, maritimen Luftmassen mit westlichen Winden (NW–, SW–, W–). Die zyklonalen West- und Südwestlagen sind zudem sehr niederschlagsreich. Die antizyklonalen

Abbildung 8 Synoptische Klimadiagramme von Biel, Mittel 1959–1970

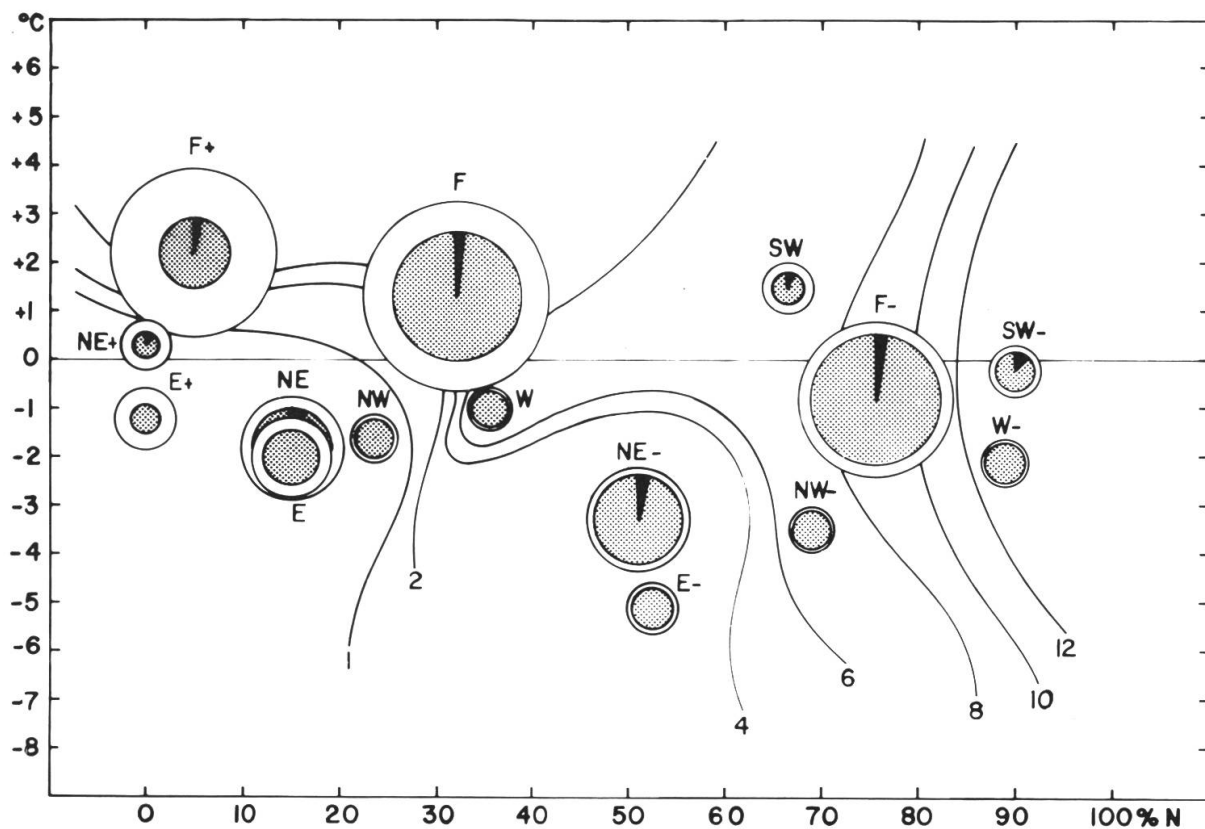
a) Winter



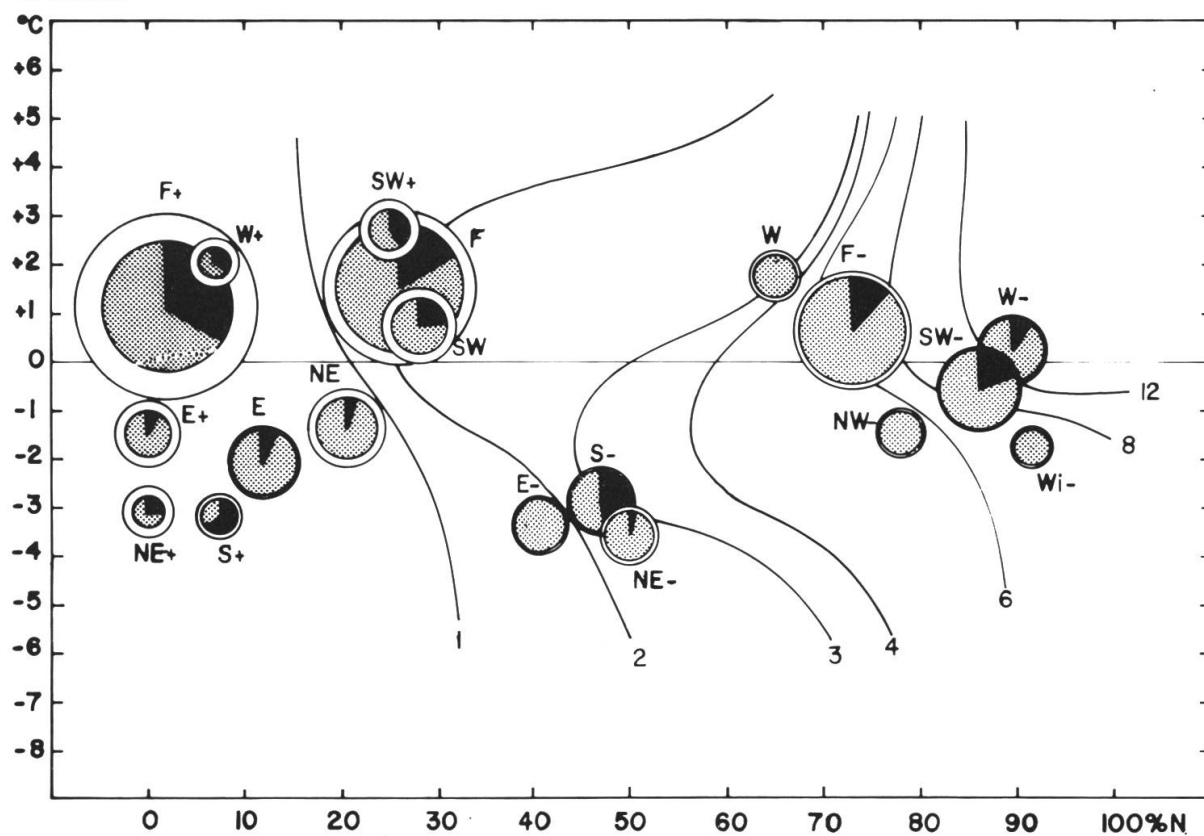
b) Frühling



c) Sommer



d) Herbst



Flachdrucklagen reihen sich als ausgesprochene Nebellagen ebenfalls unter die trockenkalten Wetterlagen ein.

#### Frühling

Im Frühling gruppieren sich die Wetterlagen enger um den Mittelwert. Mit Ausnahme der Ostlagen erweisen sich die antizyklonalen Lagen (F+, SW+) bereits als warm und nebelarm. Im Gegensatz zum Winter treten ausgesprochen feuchtkalte Wetterlagen auf (N-, NW-, W-).

#### Sommer

Im Sommer ordnen sich die Wetterlagen erwartungsgemäss zwischen dem trockenwarmen und dem feuchtkalten Quadranten des Koordinatensystems an. Die häufigste Wetterlage (indifferente Flachdrucklage) steht fast im Zentrum der Lagenkreise. Als sehr niederschlagsreich erweisen sich die zyklonalen Südwest- und Westlagen sowie die indifferenten Flachdrucklagen (Gewitter!).

#### Herbst

Der Herbst zeigt ein ähnliches Bild wie der Frühling. Ein markanter Unterschied lässt sich bloss bei der Nebelbereitschaft feststellen. Damit zeigt sich einmal mehr, dass Biel sehr stark von den bodennahen Nebeln bei Hochdrucklagen betroffen wird.

### 6.2 Versuch einer regionalen Klimacharakterisierung

Am auffälligsten tritt beim Klima des Raumes Biel-Seeland der gewaltige Gegensatz zwischen Frühling und Sommer einerseits sowie Herbst und Winter andererseits in Erscheinung:

- Frühling und Sommer dürfen als warm und sehr bewölkungsarm bezeichnet werden. Zusammen mit der relativ geringen Spätfrostgefährdung (JEANNERET 1975) sind dies günstige Voraussetzungen für Vegetation und Landwirtschaft (JEANNERET und VAUTHIER 1977, VOLZ 1978). Der See dämpft ausgesprochene Temperaturspitzen und ist zusammen mit der guten Durchlüftung mitverantwortlich für ein Klima, das auch für den Menschen äusserst angenehm ist.
- In einem krassen Gegensatz dazu stehen Herbst und Winter. Bei Tiefdrucklagen weist der Raum entlang des Jurasüdfusses recht beträchtliche Niederschläge auf. Ganz stark fällt jedoch ins Gewicht, dass Biel auch bei winterlichen Hochdrucklagen schlechtes Wetter aufweist. Die in die Mulde entlang des Jurasüdfusses abfliessenden Kaltluftmassen verhindern eine genügende Durchlüftung und stellen eine günstige Voraussetzung für die Bildung von Nebelmeeren dar, welche bei herrlichem Wetter in höheren Regionen oft über eine Woche oder mehr andauern können (WANNER 1979: 221–226). Das spärliche Angebot an Sonnenschein, die stark reduzierte Sichtweite und die Anreicherung von Luftschadstoffen mögen zusätzliche Hinweise auf die Aussage von Bieler Ärzten geben, wonach in diesen Zeiten sowohl physische (Bronchialleiden oder durch Mikroorganismen hervorgerufene epidemische Krankheiten) als auch psychische Leiden vermehrt auftreten.



## 7. Die Schwefeldioxyd-Belastung der Bieler Stadtluft

### 7.1 Bedeutung der Schwefeldioxyd-Messungen

Die am Schluss des letzten Kapitels gemachten Feststellungen lassen es als gerechtfertigt erscheinen, dass der Bericht über das Bieler Klima mit Hinweisen auf die lufthygienische Belastung des Raumes ergänzt wird. In Kapitel 2.3 wurde auf das Lufthygiene-Messnetz des städtischen Lebensmittelinspektorates hingewiesen. Das an 10 Stationen gemessene Schwefeldioxyd ( $\text{SO}_2$ ) stellt einen geeigneten Indikator für die lufthygienische Belastung dar. Es wird sehr oft als Leitgas für die Abschätzung der winterlichen Nebel- und Smogbelastung benützt (KUTTLER 1979). Wenn das  $\text{SO}_2$  in stärkerer Konzentration auftritt, so kann es verschiedene Schäden verursachen (z.B. Zunahme der Atemerkrankungen bei Menschen, Wachstumsveränderungen bei Pflanzen). Als Hauptquellen für das in der Luft vorhandene  $\text{SO}_2$  gelten vor allem die Industrie- und Hausfeuerung sowie verschiedene industrielle Produktionsverfahren. Auch die Auspuffgase der Motoren enthalten  $\text{SO}_2$ . Als Beispiel mag der folgende Richtwert genannt werden: Bei der Verbrennung von 1'000 kg Heizöl «extra leicht» werden zirka 3–5 kg  $\text{SO}_2$  freigemacht. Neben der Anzahl, der Grösse und der Verteilung der Emittenten müssen wir vor allem die meteorologischen Verhältnisse beachten, die für die Verdünnung und den Transport von Luftschadstoffen verantwortlich sind. Sie entscheiden zusammen mit der emittierten Schadstoffmenge über die an einem bestimmten Punkt registrierten Immissionen.

### 7.2 Der Jahresgang des Schwefeldioxyds an vier ausgewählten Standorten

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die in Biel gemessenen  $\text{SO}_2$ -Mengen einen Mittelwert darstellen, der in der Regel aus einer 14tägigen Dauermessung ermittelt wird. Die in der Folge dargestellten Kurven sind deshalb mit Vorbehalt zu betrachten, da ein kurzzeitiger, intensiver Ausstoss von  $\text{SO}_2$  in der Nähe des Messgerätes (Liesegang-Glocke) den 14tägigen Mittelwert verfälschen kann. Bei der Aufstellung der Messgeräte wurde jedoch darauf geachtet, dass derartige Effekte möglichst vermieden werden.

Abb. 9 zeigt uns den Jahresgang des  $\text{SO}_2$ , wie er sich in einem Jahr mit hoher Winterbelastung (1971/72) an vier ausgewählten Stationen zeigte. Folgende Merkmale sind zu erwähnen (AESCHBACHER UND MELI 1977):

- Tiefen Sommerwerten stehen hohe Winterwerte gegenüber. Vor allem bei tiefen Temperaturen (z.B. 19.1.–1.2.72) sind infolge der starken Raumbeheizung Spitzenwerte zu verzeichnen.
- Die Station Zentralplatz weist Spitzenwerte auf, die neben der Raumheizung und der Industriefeuerung wohl auch auf die Dieselbusse zurückzuführen sind, welche dort anhalten (laut Angabe von Herrn Schuler von den Städtischen Verkehrsbetrieben waren dies an Werktagen zu diesem Zeitpunkt 348 Dieselbusse).
- Die Stationen Stadtbibliothek (Postgebäude) und Spital Vogelsang weisen ähnliche Werte auf. Dies erstaunt eigentlich, da das Spital Vogelsang an einem er-



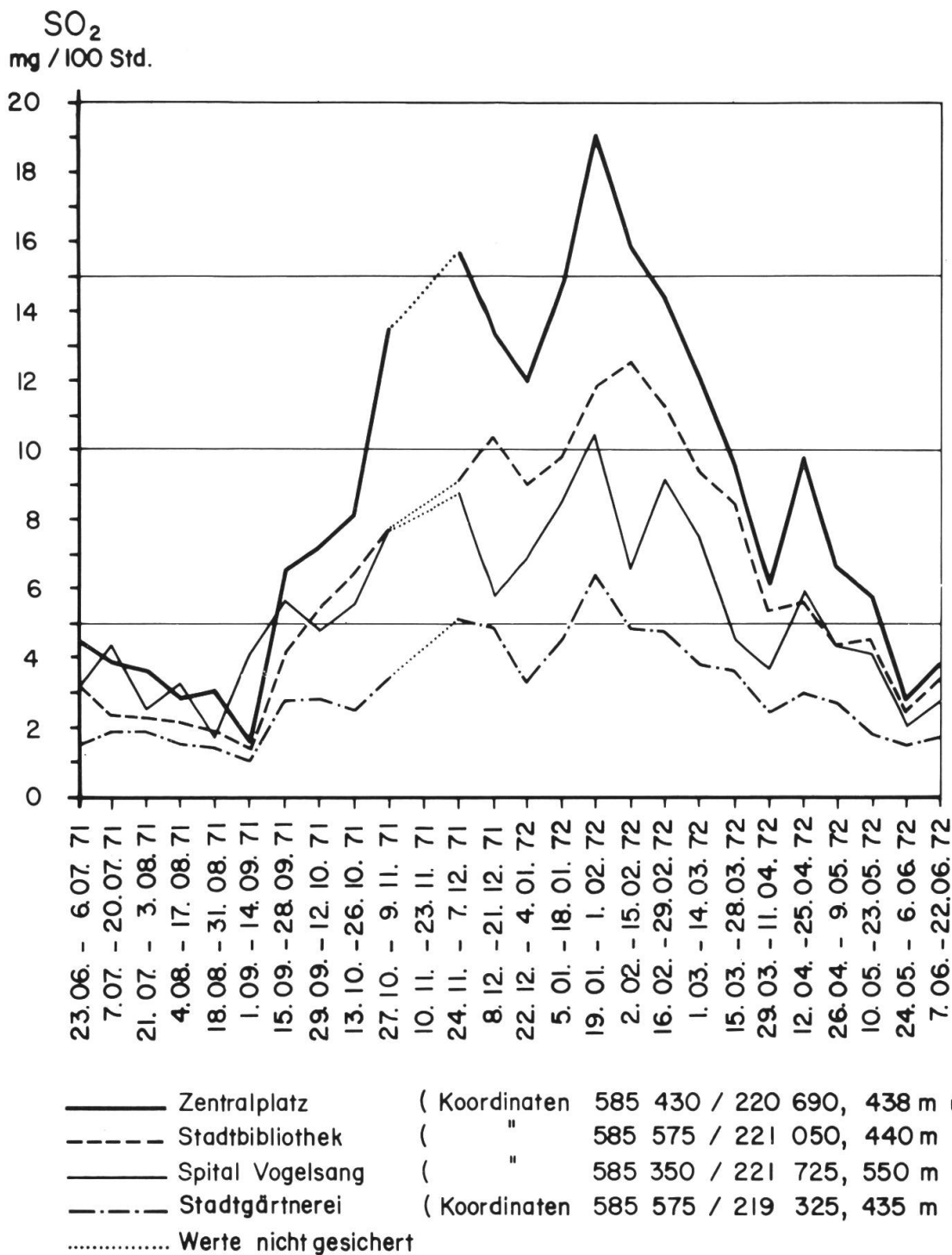


Abbildung 9 Der Jahresgang des SO<sub>2</sub> an vier ausgewählten Stationen in einem Jahr mit hoher Winterbelastung (1971/72)

höhten Standort am Stadtrand liegt. Hier dürften die meteorologischen Verhältnisse eine wichtige Rolle spielen (siehe Kap. 7.4).

- Die Station Stadtgärtnerei (Brüggmoos) weist erwartungsgemäss tiefe Messwerte auf, wobei die Differenzen vor allem im Winterhalbjahr recht beträchtlich sind.

### 7.3 Der langjährige Gang des Schwefeldioxyds

Abb. 10 zeigt uns den Verlauf der Jahresmittelwerte, dargestellt in Form des arithmetischen Mittels aller zehn vorhandenen Messstationen. Aus der Kurve lassen sich die folgenden Merkmale herauslesen: Der höchste Mittelwert wurde 1972 registriert (5.2 mg/100 Std.). Seither schwanken die Mittelwerte zwischen 3.9 mg/100 Std. (1974) und 4.8 mg/100 Std. (1976). Schwankungen, welche von Jahr zu Jahr auftraten, sind wohl eher auf die meteorologischen Verhältnisse zurückzuführen (siehe Kapitel 7.4). Beim langjährigen Trend dürfte sich der vom Städtischen Lebensmittelinspektorat mehrmals erwähnte Einfluss der zunehmenden Ölverknappung abzeichnen, welcher gesamthaft eher zu einer Abnahme der SO<sub>2</sub>-Belastung führt!

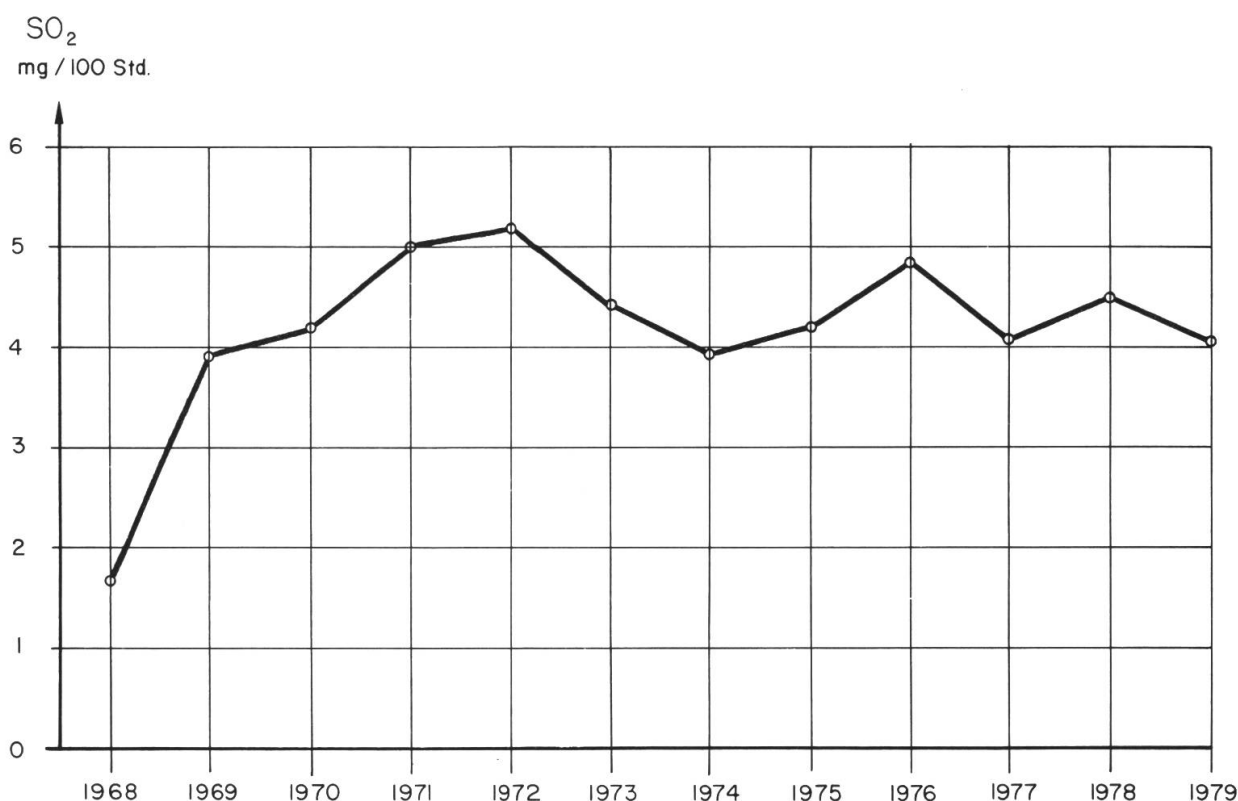


Abbildung 10 Die SO<sub>2</sub>-Belastung der Bieler Stadtluft in den Jahren 1968–1979. Mittelwert von 10 Messstationen (nach Angaben des Städtischen Lebensmittelinspektorates Biel)

### 7.4 SO<sub>2</sub> und Wetter

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass neben der emittierten Schadstoffmenge das Wetter als Transmissionsfaktor für die an einem bestimmten Punkt gemessene Immission eine wichtige Rolle spielt. Zunächst kann man sich die Frage stellen, wie weit die gemessenen SO<sub>2</sub>-Werte mit einzelnen Wetterelementen korreliert werden können. Tabelle 2 zeigt, ob diese Korrelationen positiv oder negativ ausfallen.

Tabelle 2: Korrelation der Schwefeldioxyd-Belastung mit einzelnen im Stadtgebiet gemessenen oder geschätzten Wetterelementen

Wetterelement	Korrelation	Begründung
Windgeschwindigkeit	negativ	Bei hoher Windgeschwindigkeit werden die in die Luft emittierten Schadstoffe stark verdünnt.
Temperatur	negativ	Bei tiefen Temperaturen wird die Heizleistung und somit die emittierte Schadstoffmenge sehr gross. Zudem treten tiefe Temperaturen sehr oft in Verbindung mit Inversionen und Schwachwinden auf.
Nebel, Sichtweite	positiv	Starke Nebel und schlechte Sicht weisen hohe Korrelationen mit austauscharmen Wetterlagen auf (schwache Winde, Bildung von Kaltluftseen).
Niederschlag	negativ	Bei Niederschlag wird die Luft «reingewaschen». Zudem findet bei Niederschlag in der Regel ein guter Luftaustausch statt.

Es leuchtet ein, dass die Ausbreitung (Verdünnung und Transport) der lufthygienischen Schadstoffe mit einem Wetterelement nicht hinreichend erklärt werden kann. Entscheidend ist das Zusammenwirken aller Elemente in Form der Wetterlagen. Dabei dürfte vor allem die Frage interessieren, bei welchen Wetterlagen der Schadstoffanfall besonders gross ist: Generell handelt es sich um Hochdrucklagen mit schwachen Winden. Wie in Kapitel 6.2 bereits erwähnt wurde, fliessen die durch die nächtliche Abkühlung spezifisch schwerer gewordenen Kaltluftmassen im Bereich der Mulde am Jurasüdfuss zusammen. Innerhalb der trägen Kaltluftmasse erfolgt nur ein geringer Luftaustausch, und in der Regel bildet sich eine kompakte Nebeldecke, die sich bei tiefem Sonnenstand auch tagsüber nicht auflöst. Als ganz entscheidend erweist sich nun die Tatsache, dass der Luftaustausch nicht nur horizontal, sondern auch vertikal unterbunden bleibt. Die bei Hochdrucklagen vorhandenen Temperaturinversionen (Temperaturumkehr, d.h. Temperaturzunahme mit zunehmender Höhe) verhindern ein Ausweichen der ausgestossenen Luftschadstoffe nach oben, und es kommt zu extremen Schadstoffimmissionen im Stadtgebiet oder seiner Umgebung. Dabei muss bemerkt werden, dass im Verlaufe des Winterhalbjahres zwei verschiedene Inversionswetterlagen auftreten, die eine unterschiedliche Verteilung der SO<sub>2</sub>-Immissionen hervorrufen. Die beiden Fälle sind in Abb. 11 sehr schematisch dargestellt.

Sie lassen sich wie folgt charakterisieren:

#### Typ 1: Bodeninversion

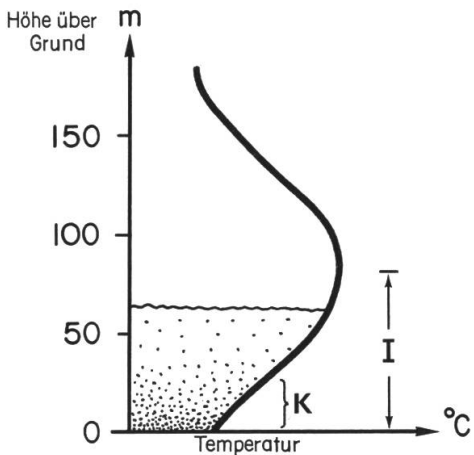
Im Herbst und im Frühwinter treten sehr oft Hochdrucklagen mit leichten West-, Südwest- oder Südwinden auf. Bei derartigen Situationen liegt die Inversion (Temperaturumkehr) direkt dem Boden auf, und es bilden sich sehr oft dichte Bodennebel. Da die Kaltluftschicht nur eine geringe Mächtigkeit aufweist, ist das für die Verdünnung des SO<sub>2</sub> zur Verfügung stehende Luftvolumen ebenfalls klein. Das Kärtchen mit der Verteilung der SO<sub>2</sub>-Werte einer derartigen Wetterperiode (28.10.–11.11.75) zeigt, dass die gemessenen Werte im Bereich des Stadtzentrums

## Typ 1

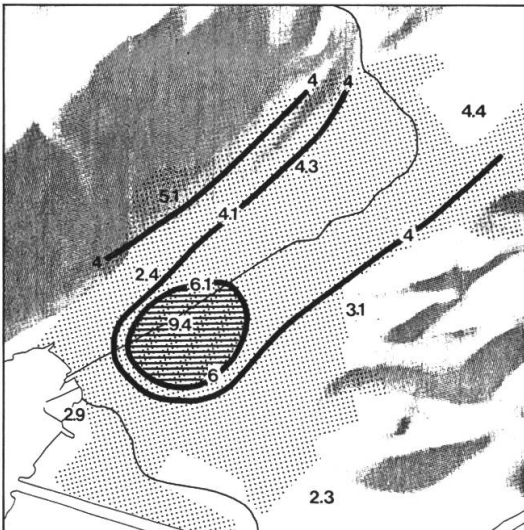
Bodeninversion (Nebel und Schadstoffanreicherung in Bodennähe)

I : Inversionsschicht

K : Kaltluftbereich



Auftreten: vor allem im Herbst und Frühwinter bei Hochdrucklagen mit leichten West-, Südwest- oder Südwinden.



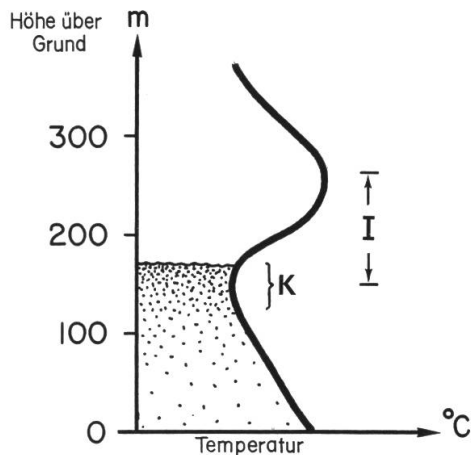
SO<sub>2</sub>- Verteilung in einer entsprechenden Wetterperiode: 28.10. – 11.11.1975

## Typ 2

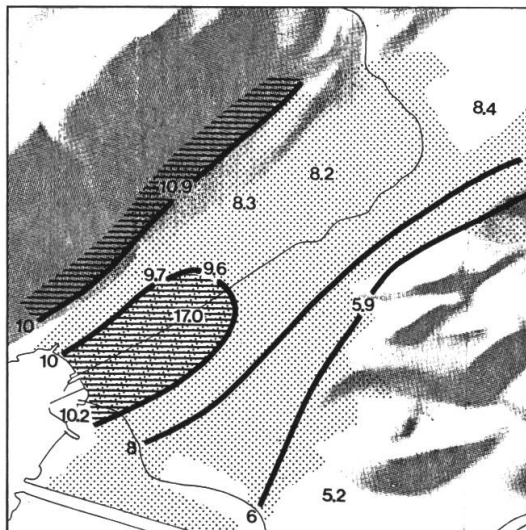
Höheninversion (Nebel und Schadstoffanreicherung an der Untergrenze der abgehobenen Inversionsschicht)

I : Inversionsschicht

K : Kaltluftbereich



Auftreten: vor allem im Winter bei Hochdrucklagen mit leichten bis mittleren Nordostwinden ("Bise").



SO<sub>2</sub>- Verteilung in einer entsprechenden Wetterperiode: 1. – 16.1.1973

- bewohntes Gebiet
- hypothetische Isolinien gleicher SO<sub>2</sub>- Häufigkeit (mg / 100 Std.)
- Zone grösster SO<sub>2</sub>- Häufigkeit

Abbildung 11 Die zwei wichtigsten Inversionstypen des Winterhalbjahres und ihre entsprechende SO<sub>2</sub>-Verteilung im Stadtgebiet von Biel (Kartenausschnitte reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 23.1.1980)

recht hoch liegen. Sie nehmen vor allem gegen das Seeufer und das Bruggmoos sehr rasch ab (Windeinfluss?). Typ 1 bietet den Vorteil, dass sich die bodennahe Inversion infolge des hohen Sonnenstandes tagsüber noch auflösen kann, so dass meistens ein Vertikalaustausch erfolgt, der dann zu einer Verdünnung des SO<sub>2</sub> führt.

#### Typ 2: Höheninversion

Mit dem tiefer werdenden Sonnenstand nehmen im Winter die Höheninversionen zu. Bei diesem Inversionstyp, der vor allem bei Hochdrucklagen mit nordöstlichen bis östlichen Winden (Bise) auftritt, wird die Inversion vom Boden abgehoben. Die ausgestossene Abluft der Kamine steigt dadurch bis gegen die Inversionsuntergrenze auf, wo in der Regel auch das Dichtemaximum des häufig vorhandenen Hochnebels liegt. An dieser «Sperrschicht» wird ein weiterer Vertikalaustausch verhindert. Das Kärtchen mit einer typischen SO<sub>2</sub>-Verteilung während einer Bisenperiode (1.–16.1.73) zeigt, dass im Stadtzentrum sehr hohe Konzentrationen auftreten können (Zentralplatz: 17 mg/100 Std.). Diese Werte gehen bei dieser Wetterlage auch gegen das Seeufer hin nur unwesentlich zurück. Sehr deutlich fällt auf, dass auch die als ideal geltende Wohnlage im Gebiet des Regionalspitals Vogelsang hohe Werte aufweist. Der genannte «Sperrschicht-Effekt» wirkt sich also auf die Gebiete am Jurasüdhang sehr negativ aus.

Obschon bei diesem Inversionstyp das für die Verdünnung des SO<sub>2</sub> zur Verfügung stehende Luftvolumen grösser ist, muss dieser als gefährlicher eingestuft werden. Der Grund liegt darin, dass sich die Höheninversionen des Winters tagsüber recht selten auflösen, so dass der Austausch horizontal und vertikal über mehrere Tage oder sogar Wochen unterbunden bleibt!

### 7.5 Schlussbemerkungen

Mit Nachdruck muss zum Schluss wiederholt werden, dass der Raum Biel im Winterhalbjahr sehr oft durchlüftungsarme Wetterlagen aufweist. Die im Winter 1979/80 erneut aufgetretenen, extremen Smogbelastungen der Städte Madrid und Berlin weisen darauf hin, dass die meteorologisch-lufthygienischen Verhältnisse in dieser Jahreszeit besonders genau verfolgt werden müssen.

Gewiss wurde mit dem Schwefeldioxyd ein wichtiger Luftschadstoff untersucht. Die Resultate liegen aber nur in Form von 14tägigen Summenwerten vor! Die gemachten Aussagen über Kurzzeitwerte stehen folglich noch auf schwachen Füßen, und zukünftige Untersuchungen müssten nach Antworten auf die folgenden Fragen suchen:

1. Wie hoch ist die Grundbelastung durch andere Luftschadstoffe (z.B. Kohlenmonoxyd, Stickoxyde)?
2. Welche Spitzenwerte kann man werktags bei austauscharmen Wetterlagen des Winterhalbjahres registrieren?
3. Wo befindet sich am Jurasüdfuss bei Höheninversionen die Zone mit einer grossen Nebel- und Luftschadstoffbelastung?
4. Sind bereits heute Auswirkungen auf die Biosphäre zu beobachten (z.B. Zunahme der Bronchialleiden oder Schäden an Pflanzenbeständen)?

Immerhin werden bereits heute am Zentralplatz Konzentrationen von über 20 mg/100 Std. gemessen. Wenn wir bedenken, dass der Langzeit-Schwellenwert maximaler Arbeitskonzentration (deutsche Norm) mit 28 mg/100 Std. angegeben wird, so mag dies darauf hindeuten, dass den winterlichen Inversionslagen und ihren lufthygienischen Auswirkungen auch im Raum Biel zukünftig grösste Beachtung geschenkt werden muss!

## 8. Literaturverzeichnis

### 8.1 Statistische Nachschlagwerke

- ANNALEN DER SCHWEIZERISCHEN METEOROLOGISCHEN ZENTRALANSTALT
- STATISTISCHE CHRONIK DER STADT BIEL

### 8.2 Bücher und Zeitschriften

- AESCHBACHER, R. und MELI, R., 1977: Die Schwefeldioxyd-Belastung der Bieler Stadtluft. Unveröff. Hausarbeit, Geogr. Institut Bern, 56 S.
- BORCHERT, B., 1978: Klima – Geographie in Stichworten. Hirts Stichwörterbücher, Kiel, 152 S.
- FLIRI, F., 1967: Einführung in das synoptische Klimadiagramm. Veröffentl. d. Sz. Met. Zentralanstalt, Nr. 4: 220–229
- FLIRI, F., 1974: Niederschlag und Lufttemperatur im Alpenraum. Wiss. Alpenvereinshefte, Heft 24, Innsbruck, 111 S.
- HEYER, E., 1972: Witterung und Klima. Verlag Teubner, Leipzig, 458 S.
- JEANNERET, F., 1975: Die Verteilung der Spätfrostschäden in der Schweiz im Frühling 1974. Inform. u. Beiträge zur Klimaforschung, Nr. 13, 14 S.
- JEANNERET, F. und VAUTIER, P., 1977: Klimaeignungsdaten für die Landwirtschaft in der Schweiz. Grundlagen für die Raumplanung, Bern, 47 S.
- KUTTLER, W., 1979: London-Smog und Los Angeles-Smog. Erdkunde, Bd. 33: 236–240.
- MESSERLI, B., 1978: Klima und Planung – Ziele, Probleme und Ergebnisse eines klimatologischen Forschungsprogrammes im Kanton Bern. Beiträge zum Klima des Kantons Bern, Jahrbuch d. Geogr. Ges. v. Bern, Bd. 52/1975–76: 11–22.
- SCHÜEPP, M., 1968: Kalender der Wetter- und Witterungslagen im zentralen Alpengebiet. Veröffentl. d. Sz. Met. Zentralanstalt, Nr. 11, 43 S.
- SCHÜEPP, M., BOUËT, M., BIDER, M. und URFER, Ch., 1978: Regionale Klimabeschreibungen, 1. Teil. Klimatologie der Schweiz, Bd. II, Beiheft z.d. Annalen d. Sz. Met. Zentralanstalt, 245 S.
- SCULTETUS, H.R., 1969: Klimatologie – Praktische Arbeitsweisen. Das Geogr. Seminar, Verlag Westermann, Braunschweig, 163 S.
- VOLZ, R., 1978: Phänologische Karten von Frühling, Sommer und Herbst als Hilfsmittel für eine klimatische Gliederung des Kantons Bern. Beiträge zum Klima des Kantons Bern, Jahrbuch d. Geogr. Ges. v. Bern, Bd. 52/1975–76: 23–58.
- WANNER, H., 1978: Die Nebelverhältnisse der Kantone Bern und Solothurn. Beiträge zum Klima des Kantons Bern, Jahrbuch d. Geogr. Ges. v. Bern, Bd. 52/1975–76: 113–148.
- WANNER, H., 1979: Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage winterlicher Nebel im Querschnitt Jura-Alpen. Geographica Bernensia, Heft G7, 240 S.
- WITMER, U., 1978: Die mittleren Schneehöhen und die Schneesicherheit im Kanton Bern. Beiträge zum Klima des Kantons Bern, Jahrbuch d. Geogr. Ges. v. Bern, Bd. 52/1975–76: 59–112.

