

<b>Zeitschrift:</b>	Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
<b>Herausgeber:</b>	Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
<b>Band:</b>	31 (1990)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Messungen und Kartierungen zur Kaltluftverteilung und Frostgefährdung : Vergleiche im Hinblick auf deren Erfassung im Rahmen der KA GÖK 25
<b>Autor:</b>	Joss, Ulrich
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1088711">https://doi.org/10.5169/seals-1088711</a>

### 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:** 16.01.2026

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

# Messungen und Kartierungen zur Kaltluftverteilung und Frostgefährdung

Vergleiche im Hinblick auf deren Erfassung im Rahmen der KA GÖK 25

Ulrich Joss

## Zusammenfassung

*Im Testgebiet Feuerbachtal werden die Ergebnisse eines Punktbewertungsverfahrens nach der "Kartieranleitung Geoökologische Karte" mit gemessenen Temperaturwerten verglichen. Es zeigt sich, dass die Punktbewertung die Kaltluftverteilung eines Gebietes im wesentlichen wiedergibt, aber keine Angaben über die Frostgefährdung zulässt. Der Autor plädiert für ein Verfahren, das dank statistischer Analyse von Messdaten mit vertretbarem Aufwand eine solider begründete Prognose über die Frostgefährdung ermöglichen soll.*

Etude comparative des mesures et des levés de la répartition de l'air froid et des risques de gel

## Résumé

*Dans la région témoin du Feuerbachtal, il a été procédé à la comparaison entre les résultats obtenus par une méthode d'évaluation ponctuelle prévue par les "Instructions Carte géo-écologique 1/25 000" et les valeurs thermiques obtenues par mesure. Il en résulte que la méthode ponctuelle révèle assez bien la distribution de l'air froid d'une région, mais ne peut pas fournir d'indications relatives au risque de gel. L'auteur propose un procédé qui permettrait, à partir de l'analyse statistique de données mesurées, assez facilement réalisable, une prévision plus sûre de la répartition de la température et du risque de gel.*

---

Anschrift des Autors: Dipl.geogr.Ulrich Joss, Geographisches Institut der Universität, Forschungsgruppe Geoökologie, Klingelbergstr.16, CH-4056 Basel

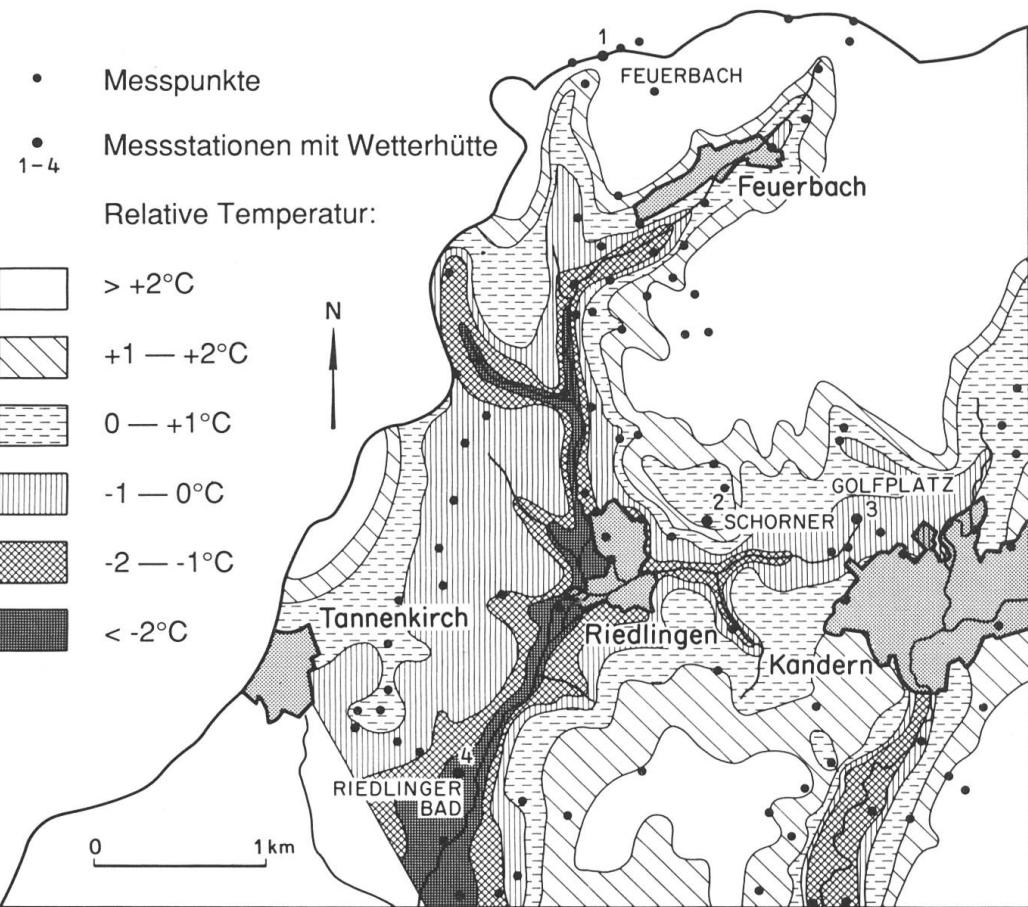


Abb. 1 Untersuchungsgebiet, Lage der Messstationen und -punkte, sowie gemessene Temperaturverteilung.

## 1. Einleitung

Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse einer weiteren, im Feuerbach-Gebiet durchgeföhrten Diplomarbeit zusammen, welche sich, wie diejenige von *Hosang* (1989), auch mit dem "Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1 : 25 000 (KA GÖK 25)" (*Leser & Klink* 1988) befasst (*Joss* 1989). Allerdings geht es nur um das Kapitel über die Aufnahmemethodik von Kaltluft- und Frostmerkmalen: Dieses hatte während einem Praktikum des Instituts im WS 87/88, dessen Ziel es war, erste Erfahrungen bei der Anwendung der KA GÖK 25 zu sammeln, einen unbefriedigenden Eindruck hinterlassen.

Ziel der KA GÖK 25 ist es, mit einem Minimum an instrumentellen Messungen eine möglichst umfassende und quantitative Gebietsgliederung vornehmen zu können (siehe *Leser & Klink* 1988). Aus dieser Gewichtung ist die Übernahme von sogenannten Punktbewertungsverfahren zur Erfassung der Kaltluft- und Frostmerkmale, im Rahmen der Kartierung der Geoökofaktoren, zu verstehen. Sie sollen prognostische Aussagen über die Kaltluftverteilung und die Frostgefährdung in erster Linie aufgrund der Geländeform und der Oberflächenbeschaffenheit ermöglichen. Im Rahmen der hier zu diskutierenden Diplomarbeit ging es also darum, einerseits die genannten (visuellen)



Abb. 2 J. Hosang an der Ankunft nach einer frühmorgendlichen Temperaturmessung, beim Sprechen der Ankunftszeit auf das Diktaphon. Am Vorderrad ist die Temperatursonde sichtbar, auf dem Gepäckträger befindet sich das Registriergerät.

Aufnahmeverfahren in einem für Mittelgebirge typischen Gebiet vollständig anzuwenden, damit die Ergebnisse dann mit denen instrumenteller Messungen verglichen werden konnten, mit dem Ziel, für die KA GÖK 25 nützliche Schlüsse zu ziehen. Damit kommen in diesem Beitrag sowohl methodische als auch regionale Aspekte zur Sprache.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Für die Abgrenzung des Untersuchungsgebiets (vgl. Abb. 1 in *Fröhlich et al.* 1990) spielten verschiedene Überlegungen mit. Raum-zeitliche Phänomene sind meistens einfacher zu verstehen, wenn man sich in funktional abgeschlossenen Raumeinheiten bewegt, deshalb wurde die Grenze womöglich auf die Wasserscheiden gelegt, welche das Feuerbachtal umranden. Andererseits war das Untersuchungsgebiet von *Hosang* (1989) wegen der thematischen Überlappung vollständig miteinzubeziehen. Daraus ergab sich das auf Abb. 1 sichtbare, etwa  $23 \text{ km}^2$  grosse Gebiet. Das Einzugsgebiet des Feuerbaches nimmt den westlichen, grösseren Teil der Fläche ein, in südöstlicher Richtung schliesst ein Abschnitt des Kandertals an.

## 3. Methodik

### 3.1 Instrumentell

Für die instrumentelle Aufnahme der Kaltluftverteilung, sowie zu deren Überführung in eine Frostgefährdungsprognose wurde zunächst ein Sondermessnetz, bestehend aus vier Messstationen in 50 cm über Boden, aufgebaut; an der sogenannten Basisstation auf dem Golfplatz von Kandern wurde zum Vergleich mit der Klimastation Basel-Binningen auch in 2 m über Boden gemessen. Tab. 1 und Abb. 1 geben einen Überblick über die Lage und die Geräteausstattung an den Messstationen.

An sechs Terminen bei geeigneter Wetterlage wurden kurz vor Sonnenaufgang Messfahrten durchgeführt, mittels welchen die frühmorgendliche, kleinräumige Temperaturverteilung zu ermitteln war. Mit zwei Fahrrädern wurde die Lufttemperatur und -feuch-

tigkeit entlang festgelegter Routen in 50 cm über Boden gemessen (vgl. Abb. 2); alle zehn Sekunden wurde ein Wert gespeichert und an festgelegten Punkten wurde mit Hilfe einer Stirnlampe die genaue Uhrzeit abgelesen und auf Diktaphon gesprochen. 103 Messpunkte verteilen sich auf 48 km Fahrstrecke, welche in etwa 90 Minuten abgefahren wurden.

Mit den Stationsregistrierungen konnte die Temperaturänderung während der Messfahrt für verschiedene Höhenlagen ermittelt werden, damit wurden die mobil gemessenen Temperaturwerte auf einen einheitlichen Zeitpunkt umgerechnet. Anschliessend wurden die synchronisierten Werte gegenüber der an der Basisstation herrschenden Temperatur relativiert; dieser Schritt ist notwendig, damit Messungen aus verschiedenen Jahreszeiten verglichen und gemittelt werden können. Die so erhaltenen Werte werden als durchschnittliche relative Temperaturverteilung zur Zeit des morgendlichen Temperaturminimums angenommen und sind in Abb. 1 dargestellt.

Um von einer Temperaturverteilung zu einer Aussage über die Verteilung der zu erwartenden Frostgefährdung<sup>1</sup> zu gelangen, ist noch ein weiterer Arbeitsschritt notwendig, der auf *Franken* (1970) zurückgeht. Dafür muss die durchschnittliche Temperaturabweichung der Geländebasisstation (Golfplatz 50 cm) von der Bezugsklimastation (hier Basel-Binningen) bei Strahlungswetter bekannt sein. Dieser, Transformationskonstante  $k$  genannte Wert beträgt aufgrund der Stationsregistrierungen in unserem Falle  $-2.2^{\circ}\text{C}$  (d.h. am Ende einer Strahlungsnacht ist es am Golfplatz um diesen Betrag kälter als am Observatorium von Basel). Anschliessend ist über eine 30-jährige Normalperiode die Verteilung der Termine derjenigen Temperaturschwellenwerte auszuzählen, an denen im Frühjahr zum letzten Mal auf den Isothermen im Untersuchungsgebiet die Temperatur von  $-2^{\circ}\text{C}$  noch unterschritten wird; siehe Abb. 3.

### 3.2 Visuell

In der KA GÖK 25 werden zwei Punktbewertungsverfahren zur Erfassung der Kaltluftverteilung übernommen: das eine, für Mittel- und Hochgebirge, geht auf *Uhlig* (1954) zurück, während das andere, für Tieflandbereiche, von *Simon* (1985) stammt. Im Untersuchungsgebiet wurde also das erstgenannte Verfahren angewendet. Es gliedert sich in 5 Abschnitte: A) allgemeine Geländecharakteristika (z.B.: "Kurzes Tal mit schwachem Gefälle"), B) nähere Standortsbeschreibung (z.B.: "Hanglage mit mässigem Gefälle ober- und unterhalb des Standortes"), C) relative Höhe über Talgrund, D) Oberflächenbeschaffenheit am Standort (z.B.: "Umgebung nur Wiese und Ackerland"), E) weitere spezielle Lokaleffekte (z.B.: "Staustufe der Kaltluft...unterhalb des Standortes"). Jeder zu kartierende Standort erhält von jedem Abschnitt eine Punktzahl, die aufsummiert einen Wert ergeben, der um so höher ist, je stärker die erwartete Frostgefährdung ausfällt. Auf diese Weise wurde jedem Geländemesspunkt, für den ein instrumenteller Messwert vorlag, eine Punktsumme zugeordnet. Die Punktsummen werden anschliessend in Frostgefährdungsklassen unterteilt, die der Legende der Tab. 2 entnommen werden können.

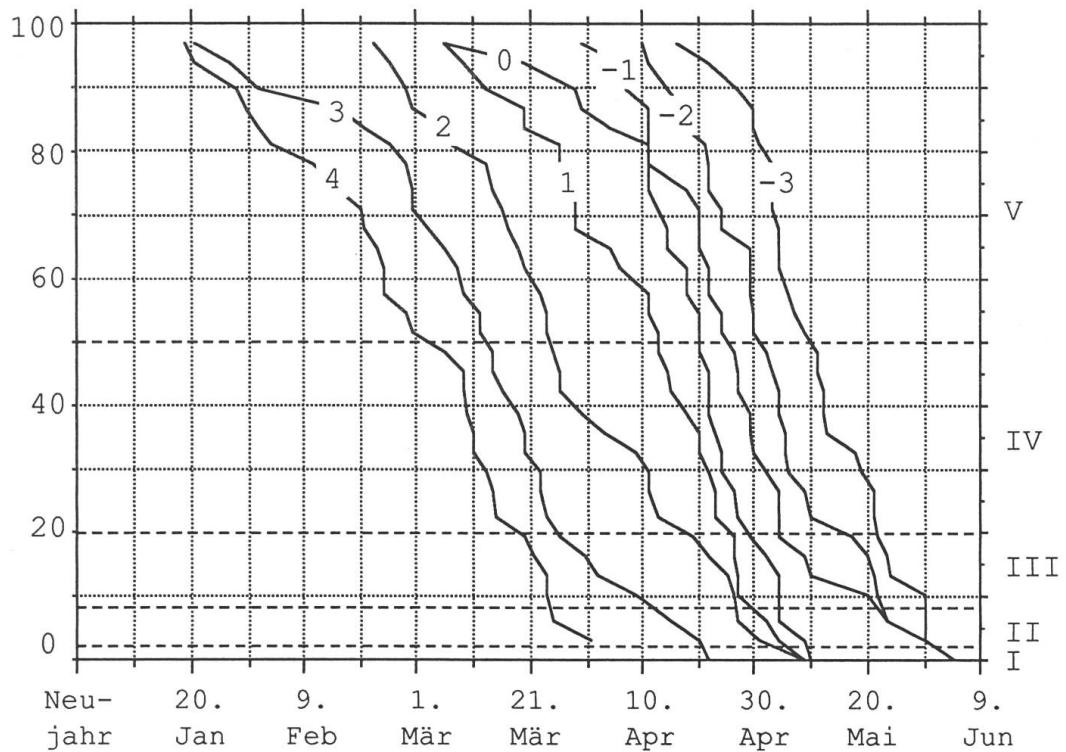


Abb. 3 Wahrscheinlichkeit des Unterschreitens der Minimumtemperatur von  $-2^{\circ}\text{C}$  an der Station Golfplatz 50 cm, aufgrund von Auszählungen für die Station Basel-Binningen über die Jahre 1955-1985.

Legende: Horizontale Achse: Zeit in Tagen; vertikale Achse: Wahrscheinlichkeit des Unterschreitens von  $-2^{\circ}\text{C}$  nach dem entsprechenden Datum in 50 cm über Boden; die Zahlen bei den Kurven bezeichnen die Temperatur-Isolinie (dargestellt in Abb. 1), für welche die Kurve gilt; die römischen Zahlen rechts beziehen sich auf die Frostgefährdungsklassen (gemäß KA GÖK 25, 178), deren Grenzen die getrichelten, horizontalen Linien angeben. Beispiele: An der Station Golfplatz 50 cm muss damit gerechnet werden, dass die Temperaturminima nach dem 10. April noch in etwa 80 von 100 Jahren unter  $-2^{\circ}\text{C}$  sinken: Beginnt die Kirschblüte im allgemeinen zu diesem Datum, dann ist die Basisstation als "sehr stark gefährdet" einzustufen; zehn Tage später beträgt die Wahrscheinlichkeit desselben Ereignisses noch 50 %, am 30. April noch 20 %. An Stellen, deren Minimumtemperatur diejenige des Golfplatzes um  $2^{\circ}\text{C}$  übertrifft, beträgt die Wahrscheinlichkeit am 10. April nur 30 %.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Temperaturverteilung

Während die Stationen zwischen Juli 1988 und April 1989 in Betrieb waren, konnten mobile Messungen nur an sechs Terminen zwischen November 1988 und April 1989 durchgeführt werden, also fast nur während der laubfreien Zeit. Vor allem organisatorische und gerätetechnische Aspekte verhinderten einen grösseren Umfang der Messungen und einen früheren Beginn im Herbst 1988. Trotzdem lässt sich folgern, dass die ermittelte Temperaturverteilung die Verhältnisse während Strahlungsnächten recht gut wiederspiegelt, denn zwischen den Messstationen herrschen während den Messfahrten dieselbe Temperaturdifferenzen wie während den übrigen Strahlungsnächten.

Ortsbezeichnung und Messhöhe	Lage	Geräteausstattung
Golfplatz 2 m	Mittlere Hangzone, schwache Hangmulde, "Normal-Standort", 361 m NN, Hangneigung 4°, SW-exponiert, Rasen und hochstämmige Obstbäume.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermohygrograph SIAP 7006</li> <li>- Squirrel-Data-Logger für Lufttemperatur</li> <li>- Woelfle-Windschreiber</li> <li>- Hellmann-Regensammler</li> <li>- Extrem-Thermometer</li> </ul>
Golfplatz 50 cm	wie Golfplatz 2 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermohygrograph SIAP 7006</li> <li>- Squirrel-Data-Logger für Luft- und Bodentemperatur</li> <li>- Extrem-Thermometer</li> </ul>
Schorner 50 cm	Mittelhohe Kuppenlage, 405 m NN, Hangneigung 8°, S-exponiert, Buchenwald.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermohygrograph SIAP 7006</li> <li>- Squirrel-Data-Logger für Luft- und Bodentemperatur</li> <li>- Hellmann-Regensammler</li> <li>- Extrem-Thermometer</li> </ul>
Feuerbach 50 cm	Höhere Hanglage, 442 m NN, Hangneigung 8°, W-exponiert, Obstkultur.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermohygrograph SIAP 7006</li> <li>- Squirrel-Data-Logger für Lufttemperatur, Windschwindigkeit und -richtung</li> <li>- Extrem-Thermometer</li> </ul>
Riedlinger Bad 50 cm	Talstandort, 297 m NN, Hangneigung 6°, E-exponiert, Acker / Grünland.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermohygrograph SIAP 7006</li> <li>- Extrem-Thermometer</li> </ul>

Tab. 1 Lage und Geräteausstattung der Messstationen.

Die durchschnittliche Temperaturverteilung am frühen Morgen bei Strahlungswetter zeigt Abb. 1. Auf den ersten Blick fällt auf, dass die Talbereiche negative Abweichungen gegenüber der Nulllinie aufweisen, während es in höheren Lagen deutlich wärmer ist. Diese Beobachtung erstaunt nicht, denn es ist ja seit einiger Zeit bekannt, dass sich abkühlende Luft mit Vorliebe in Tälern und Ebenen ansammelt und dort (in der kalten Jahreszeit machmal tagelang) liegenbleibt, was besonders in Ballungsgebieten zu lufthygienischen Belastungen führen kann. Die Differenz zwischen dem wärmsten Punkt im Gebiet (auf Rüttenen, höchste Hügelkuppe) und dem kältesten (Dösslingen, Talboden) erreicht fast 8°C. Mittels einer linearen Regression der Temperatur über die Höhenlage lässt sich eine durchschnittliche Temperaturzunahme von 3.1°C pro 100 m Höhenzunahme errechnen. Der auffallend enge Zusammenghang zwischen der Temperatur und der Höhe (Bestimmtheitsmaß = 78%), deutet darauf hin, dass die anderen Einflüsse der Topographie und der Oberflächenbeschaffenheit stark in den Hintergrund treten bzw. nur bei einzelnen Punkten deutlich ins Gewicht fallen. Darunter fallen vor

allem ausgesprochene Mulden- bzw. Kuppenlagen, wo es gegenüber den Messpunkten gleicher Höhenlage deutlich kälter bzw. wärmer ist; auch Wald- und Waldrandstandorte fallen als wärmer auf.

Da sich die beiden Einzugsgebiete (Feuerbach- und Kandertal) in der Temperaturschichtung praktisch nicht unterscheiden, ist anzunehmen, dass die beiden Täler Teile desselben, übergeordneten Kaltluftsees des Oberrheingrabens waren.

## 4.2 Vergleich der Temperaturen mit den Punktsummen

Die gewählte Darstellungsart der gemessenen Temperaturen zeigt nur ihre relative Verteilung innerhalb des Gebietes, und auch Punktsummen sind keine absoluten Angaben. Stimmt ihre Verteilung mit den Messungen überein, dann hat man Grund zur Annahme, das Punktbewertungsverfahren berücksichtige die im Gelände auf die Temperaturverteilung wirkenden Faktoren in der richtigen Gewichtung. Dieser Vergleich, der mit dem Punktbewertungsverfahren von *Uhlig* (1954) bereits von *Simon* (1985) durchgeführt wurde, ist also eine Möglichkeit um einen Eindruck über die Tauglichkeit des Verfahrens zu erhalten. Über lineare Korrelationsrechnungen erhielt *Simon* dabei unbefriedigende Bestimmtheitsmasse zwischen 0.2 - 0.7 (*Simon* 1985, 177); mit der hier vorliegenden Datengrundlage beträgt derselbe Wert 0.48 und liegt damit ebenso unter den Erwartungen. Die schlechte Übereinstimmung ist v.a. darauf zurückzuführen, dass das Verfahren von *Uhlig* weit grössere Bedeutung den lokalen Einflüssen der Morphologie und Oberflächenbeschaffenheit zumisst, als sich dies mit den hier durchgeföhrten Messungen bestätigen liesse<sup>2</sup>.

Es stellt sich die Frage, ob die vorrangige Bedeutung der Schichtung im gemessenen Datenkollektiv eine Folge davon ist, dass das Gebiet massgebend vom Kaltluftsee des Oberrheingabens beeinflusst wird, den ein Punktbewertungsverfahren dann auch berücksichtigen müsste, oder ob das Verfahren die Schichtung tatsächlich, und dann auch in anderen Landschaftstypen, unterbewertet. Ähnliche Gegenüberstellungen von gemessenen und kartierten Ergebnissen in anderen Gebieten könnten diese Frage beantworten.

## 4.3 Vergleich der Frostgefährdungsklassen

Die Gegenüberstellung von Punktsummen und Temperaturwerten gestattete im vorhergehenden Abschnitt ein relativer Vergleich der Differenzierung im Gebiet. Stellt man hingegen die visuell und die instrumentell ermittelten Frostgefährdungsklassen (diese siehe Legende von Tab. 2) einander gegenüber, dann können die beiden Methoden absolut verglichen werden, da nun beide Größen dieselben Einheiten haben. So zumindest erscheinen sie in der KA GÖK 25 (*Leser & Klink* 1988, Tab. 31, 178), wo dem Kartierer die Wahl gelassen wird, nur visuell oder auch instrumentell vorzugehen und den Ergebnissen danach dieselbe Bedeutung zugemessen wird.

Eine solche Gleichstellung kommt jedoch einer Verkennung der Methoden gleich: Während die (vermeintlichen) Frostgefährdungsklassen der Punktbewertungsverfahren nur eine Klasseneinteilung der Punktsummen, d.h. der möglichen Differenzierung der Frostgefährdung innerhalb des Gebietes, darstellen, so wird mit dem anderen Weg eine

		visuell				
		I	II	III	IV	Summe:
instrumentell	I	6	1	0	0	7
	II	8	0	0	0	8
	III	10	0	0	1	11
	IV	13	7	3	0	23
	V	13	17	22	2	54
	Summe:	50	25	25	3	103

Tab. 2 Vergleich der mit Punktbewertungssystem und mit Messungen ermittelten Frostgefährdungsklassen an den Messpunkten, umgerechnet auf die Höhe von 2 m über Boden.

Legende: Zeilen : instrumentell ermittelte Frostgefährdungsklassen; Spalten: mit dem Punktbewertungsverfahren von *Uhlig* visuell ermittelte Frostgefährdungsklassen; I = "Frostschäden sehr selten", 0-2 % der Jahre; II = Frostschäden 1-2mal pro Generation", 2-8 %; III = "Frostschäden 1-2mal pro Jahrzehnt", 9-20 %; IV = "Frostschäden sehr häufig", 20-50 %; V = "Frostschäden fast in jedem Jahr", 50-100 %; Beispiel: Bei 8 Messpunkten wurde mit dem Punktbewertungsverfahren Klasse I, über die Messungen II ermittelt (1. Spalte, 2. Zeile).

weitere, für die Frostgefährdung grundlegende Dimension miteinbezogen: die Zeit. Nur wenn langjährige Stationsregistrierungen (s. 3.1) über das letzte Unterschreiten bestimmter Temperaturschwellenwerte im Frühjahr (bzw. das Gegenteil im Herbst) mitberücksichtigt werden, können echte Angaben über die Frostgefährdung gemacht werden, die dann auch grossräumig vergleichbar sind. Darauf wurde bereits in den "Richtlinien für die Kartierung der Frostgefährdung durch Dienststellen des Deutschen Wetterdienstes" (*Schnelle* 1963, 425 ff) hingewiesen<sup>3</sup>.

Die Ergebnisse mit Einbezug der Zeit zeigen in unserem Falle eine allgemein viel höhere bis rätselhaft hohe Frostgefährdung, die durch das Punktbewertungsverfahren verständlicherweise nicht bestätigt wird, wie anhand der Tab. 2 entnommen werden kann: an 54 Messpunkten müsste demnach in 2 m über Boden fast jährlich mit dem Unterschreiten von -2°C nach dem 10.April gerechnet werden. Das sind, von Ausnahmen abgesehen, Gebiete unterhalb 430 m NN. In der Höhe von 50 cm über Boden, wo das Temperaturminimum in Strahlungsnächten etwa 0.9°C tiefer als in 2 m war, müsste sogar mit einer etwa um 10% höheren Frostgefährdung gerechnet werden. Angesichts der weiten Verbreitung der Obstkulturen (s. *Fröhlich et al.* 1990) erstaunen diese Folgerungen nicht wenig; sie wären z.B. mittels Befragungen der Landwirte verifizierbar, was aber im Rahmen der Diplomarbeit nicht durchführbar war. Die Datengrundlage andererseits ist in ihrem Umfang zwar eher zu gering, doch die Qualität und die Repräsentativität machen einen guten Eindruck.

## 5. Folgerungen

Fassen wir zunächst die Ergebnisse kurz zusammen. Zwei Ebenen sind zu unterscheiden: Diejenige der Gebietsgliederung (Abschnitt 4.2) und diejenige der grundsätzlichen Aussagekraft der beiden Methoden (Abschnitt 4.3).

Bei der Gebietsgliederung stellte sich heraus, dass im Punktbewertungsverfahren von *Uhlig* (1954) die Schichtung weniger stark gewichtet wird, als es die Messungen bestätigen würden; vermutlich ist dies eine Folge der Lage des Gebiets am Rande aber noch innerhalb des Kaltluftsees des Oberrheingrabens. Ein solcher Einfluss von ausserhalb des Untersuchungsgebietes sollte vom Verfahren berücksichtigt werden können.

Versucht man die beiden Methoden anhand der den Messpunkten zugewiesenen Frostgefährdungsklassen zu vergleichen, dann zeigt sich an der schlechten Übereinstimmung bald, dass ein solcher Vergleich eher nicht vorgenommen werden sollte, dass man bei der Punktbewertung gar nicht von Frostgefährdung sprechen kann, da sie nur die Differenzierung im Gebiet wiedergibt, eine Angabe über die Häufigkeit der zu erwartenden Frostschäden hingegen nicht möglich ist. Dafür müssten langjährige Registrierungen einer benachbarten Klimastation über das letzte bzw. erste Unterschreiten bestimmter Temperaturschwellenwerte miteinbezogen werden.

Die visuelle Erfassung der Kaltluftverteilung in der KA GÖK 25 weist aber noch zwei weitere Schwierigkeiten auf. Einmal soll je nach Gebiet eines von zwei Bewertungsverfahren (*Uhlig* 1954 und *Simon* 1985) zur Anwendung kommen; das wird zwangsläufig zu Schwierigkeiten bei der Abgrenzung deren Geltungsbereiche und an den Berührungsgebieten führen. Schliesslich wären im Verfahren von *Uhlig*, sollte es im Aufbau beibehalten werden, zumindest mehrere Prädikate (z.B. "langes Tal", "mässiges Gefälle") genauer zu definieren; Vorschläge wurden diesbezüglich gemacht (*Joss* 1989, 61).

Die bestehenden Punktbewertungsverfahren wurden in einem Gebiet entworfen und dort nur in beschränktem Rahmen verifiziert (insbesondere das von *Uhlig* 1954). Bei einem so komplexen und durch viele Faktoren bestimmten Phänomen wie der Verteilung von Frostschäden, die nicht nur im Raum, sondern auch in der Zeit stark variiert, sind Prognosen grundsätzlich heikel. Trotzdem scheint die Methode von *Simon* (1985) eine brauchbare Richtung aufzuzeigen. Dieser kartierte zunächst eine Vielzahl von Geländemerkmalen, damit dann, aufgrund einer möglichst umfassenden Datengrundlage, deren Einfluss auf die gemessene Temperaturverteilung mittels Varianzanalysen bestimmt werden konnten. Ich möchte also vorschlagen, auf dem selben Weg ein neues Verfahren für die KA GÖK 25 zu entwerfen, das jedoch nicht nur für Tieflandbereiche Gültigkeit besitzt.

In verschiedenen Landschaftstypen wären dazu für jeweils etwa 300 Messpunkte die in Frage kommenden Geländemerkmale (Höhe über Meer und über Tiefenlinie, Hangneigung, Änderungen derselben in der näheren Umgebung, Hangquerprofil, Oberflächenbeschaffenheit, Grösse der Kaltluftentstehungsgebiete, Talform, usw.) zu kartieren, wobei darauf zu achten wäre, dass die Merkmale genau und einheitlich definiert werden. Multivariate statistische Auswertungen würden zeigen, wie gross der Einfluss welcher Geländemerkmale auf die Temperaturverteilung in welchem Landschaftstyp letztlich ist, ausgedrückt in einer die Temperaturverteilung wiederspiegelnden Punktsumme. Das Ergebnis wäre also eine solide begründete Prognose über die Temperaturverteilung. Um die relative Verteilung innerhalb des Gebietes in eine grossräumig vergleichbare Prognose der Frostgefährdung, bei gleichzeitiger Minimierung des Messaufwandes, zu überführen, müsste der Kartierer eines GÖK-25-Blattes eines oder mehrere Minimum-

thermometer, unter vergleichbaren Bedingungen wie an der Bezugsklimastation, ins Gebiet setzen. Nach etwa 20-30 Strahlungsnächten könnte für jedes eine Transformationskonstante (siehe 3.1) berechnet werden, welche, mit dem letzten Schritt der Auszählung (Abb. 3), zur Verteilung der zu erwartenden Frostgefährdung führen würde.

## Anmerkungen

- 1 Unter Frostgefährdung wird die Wahrscheinlichkeit verstanden, dass die Lufttemperatur nach Beginn der Kirschblüte noch unter -2°C sinkt (vgl. Schnelle 1963, 432). Der durchschnittliche Beginn der Kirschblüte wird in Anlehnung an Bider et al. (1984, 71) auf den 10. April angesetzt.
- 2 Zählt man alle Punktsummen der 103 Messpunkte zusammen, dann entfallen davon nur 26% auf die Schichtung (Teil C des Uhlig schen Verfahrens), während die Höhenlage bei den Messungen 78% der Temperaturvariabilität zu erklären vermag (ausführlicher bei Joss 1989, 66).
- 3 "Die von verschiedenen Autoren vorgeschlagenen Punktwertungsverfahren zur visuellen Beurteilung der Frostgefährdung bedürfen noch einer weiteren Überarbeitung. Sie können noch nicht für den praktischen Einsatz empfohlen werden. Fest steht, daß diese Verfahren auch nach ihrem weiteren Ausbau nur Hilfsmittel darstellen und *für sich allein nicht* als Kartierungsverfahren anwendbar sein werden." (Schnelle 1963, 429, kursiv im Original).

## Literatur

- Bider M., Herrenschneider A., Von Rudloff H. & Schüepp W. 1984. Die klimatischen Verhältnisse in der weiteren Basler Region. *Regio Basiliensis* 25/1, 53-83.
- Franken E. 1970. Geländeklimakartierung eines Messtischblattes am Beispiel der Frostgefährdung des Bereiches Ahrensburg. *Ber.Dt.Wetterdienst* (Offenbach a.M.) 119.
- Fröhlich J., Hosang J., Joss U. & Rüttimann M. 1990. Das Feuerbachtal - Eine einführende Gebietsbeschreibung. *Regio Basiliensis* 31(1), 13-16.
- Hosang J. 1989. *Die Anwendung der Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25000 (KA GÖK 25) und der Vergleich mit geoökologischen Messungen auf einem Ausschnitt des Blattes 8211 Kandern der TK 25 (Südbaden)*. Diplomarbeit Geogr. Inst. der Universität Basel.
- Joss U. 1989. *Meso- und Mikroklimatische Messungen und Kartierungen auf einem Ausschnitt des Blattes 8211 der TK 25 (Markgräfler Hügelland, Südbaden)*. Diplomarbeit Geogr. Inst. der Universität Basel.
- Leser H. & Klink H.-J. (Hrsg.) 1988. *Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1 : 25 000 (KA GÖK 25)*. Forschungen zur Deutschen Landeskunde (Trier) 228.
- Schnelle F. 1963. *Frostschutz im Pflanzenbau, Bd. I: Die meteorologischen und biologischen Grundlagen der Frostschadensverhütung*. München.
- Simon K.H. 1985. Zur Abschätzung der Spätfrostgefährdung von landwirtschaftlichen Nutzflächen. *Pet.Geogr.Mitt.* 129, 177-179.
- Uhlig S. 1954. Beispiel einer kleinklimatischen Geländeuntersuchung. *Zeitschr.f.Meteorologie* Nr.8, 66-75.