

Eine Karte der Vegetationszeit im Kanton Bern

Beitrag zur Problematik von phänologischen Netzbeobachtungen (mit Kartenbeilage)

Heinz Wanner

Seit 1970 betreibt das Geographische Institut der Universität Bern ein Sondernetz für klimatologische Grundlagenforschung. Im Rahmen des Sommerprogrammes führen die 200 Mitarbeiter auf dem Gebiet des Kantons Bern phänologische Beobachtungen durch, wobei im Normalprogramm das Datum des Phaseneintrittes von acht pflanzlichen Wachstumserscheinungen für möglichst unterschiedliche Meereshöhen, Expositionen und Hangneigungen festgehalten wird.

1. Zur Problematik der phänologischen Netzbeobachtung

Zahlreiche Autoren (Ellenberg 1951, Schnelle 1955, Witterstein 1960, Primault 1971 u. a.) erwähnen die faszinierende Idee, daß mit Hilfe der phänologischen Geländeaufnahme ein Abbild des klimatischen Summationseffektes gewonnen werden kann, der zusammen mit anderen Faktoren (Tab. 2) das Wachstum der Pflanze maßgeblich beeinflusst. Um dieses Bild zu gewinnen, werden heute außer der Phänometrie (laufende Überwachung des Pflanzenwachstums mit Hilfe von Messungen) vor allem zwei Methoden angewandt:

Bei der von Ellenberg (zit. in Schreiber 1968) entwickelten Methode wird vom Untersuchenden für verschiedene, möglichst weitverbreitete Pflanzen die Abfolge der «phänologischen Zustandsstufen» im jährlichen Vegetationszyklus (z. B. winterlich kahl – Knospen geschwollen – bis $\frac{1}{4}$ der Blüten geöffnet usw.) für den Untersuchungsraum definiert. Danach wird dieser Raum an bestimmten Stichtagen befahren, und die räumlich unterschiedlichen Zustandsstufen der verschiedenen Regionen werden kartiert. Diese «Messungen» münden schließlich in die Ausarbeitung einer Klimazonenkarte, wie sie in unserem Land von Schreiber (1968) für den Kanton Waadt ausgefertigt wurde (Wärmestufenkarte).

Die zweite, von den Wetterdiensten verschiedener Länder betriebene Methodik (vgl. Primault 1955, Schnelle 1966 u. a.) arbeitet mit dem Mittel der Netzbeobachtungen: Feste Mitarbeiter notieren an räumlich möglichst signifikanten Punkten des Untersuchungsgebietes das Eintrittsdatum fest fixier-

ter pflanzlicher Wachstumsphasen (Tab. 1). Die mehrjährigen Mittel werden später in einer Isophanenkarte (Isophanen = Linien gleichen Eintrittsdatums) räumlich dargestellt. Primault (1970) hat im Landesatlas auf diese Weise mit Hilfe der Löwenzahnblüte den Frühlingseinzug veranschaulichen können. Daß auch wir uns für die Netzbeobachtung entschieden haben, beruht auf den Vorteilen dieses Systems:

- Bildung mehrjähriger regionaler Mittelwerte gewährleistet
- Beschränkter Arbeitsaufwand und Eignung für quantitative Verarbeitung
- Möglichkeit der Korrelation phänologischer Daten mit den klimatologischen Meßdaten der MZA
- Untersuchung der Einflüsse von Meereshöhe, Hangneigung, Exposition, Schneebedeckung und Nebelbildung auf den phänologischen Jahresablauf

Unsere Erfahrungen zeigen nun, daß mit der Netzbeobachtung bedeutende Probleme verbunden sind. Primault (1955) erwähnt die vielen auftretenden Beobachtungslücken und den oft nachlassenden Eifer der Beobachter, was immer wieder zur erneuten Beobachtersuche veranlassen muß. Dickel (1966) vergleicht die Genauigkeit von Eigenbeobachtungen und Netzbeobachtungen. Er kommt in seiner Analyse zum Schluß, daß bei der Beobachtung nichtlandwirtschaftlicher Phasen (z. B. Löwenzahn, Huflattich) viele Fehlermöglichkeiten bestehen, wodurch ein Datenvergleich in Frage gestellt wird. Er findet, daß sich landwirtschaftliche Phasen (z. B. Roggenernte) viel eher für eine Netzbeobachtung eignen, da deren Deutung leichter vorgenommen werden kann. Wir möchten bei der Interpretation unseres Materials sicher nicht so weit gehen wie Marr (1970), der die phänologische Methode für seine geländeklimatischen Untersuchungen im Raume südlich von Basel abgelehnt hat. Immerhin zeigen uns die zahlreichen, oft schwer verifizierbaren Datendifferenzen innerhalb benachbarter Stationen, daß wir uns bei den phänologischen Netzbeobachtungen mit komplexen Fragen konfrontiert sehen. Diese sollen in der Folge speziell im Hinblick auf die Herstellung phänologischer Karten diskutiert werden.

Tabelle 1. *Eignung der Beobachtungsobjekte für die Netzbeobachtung*

Pflanze	Phase	Eignung für die Netzbeobachtung	Auftretende Schwierigkeiten	Dient als möglicher Indikator für
Coryllus Avellana (Haselstrauch)	Vollblüte (Pollenabgabe)	bedingt geeignet	starke Witterungsabhängigkeit, oft explosionsartig eintretend, schwer abschätzbar für Nichtbotaniker	— wärmere Hangzonen
Taraxacum officinale (Löwenzahn)	Vollblüte (50%)	geeignet	formenreiche Art, Reaktion auf Mikroklima- und Kleinreliefunterschiede sowie Bodenfeuchtigkeit, Schätzfehler	— Vegetationsbeginn — Gunstlagen mit viel Frühlingssonnenschein und wenig Nebel
Pyrus malus (Apfelbaum)	Vollblüte (50%)	gut geeignet	Sortenunterschiede, Schätzfehler	— warme Hangzonen und kaltluftgefährdete Muldenlagen
Heuernte	Beginn und Ende	bedingt geeignet	Bodenbeschaffenheit und -kultivierung entscheidend, abhängig von menschlichen Entscheidungen, breite Datenstreuung	— Schön- und Schlechtwetterperioden des Frühsommers
Tritium vulgare (Weizen, Sorte Probus)	Mittlerer Beginn der Ernte	gut geeignet	schwer abschätzbar, Einfluß von Mensch und Maschine bedeutend, Sortenunterschiede (Achtung: Bindemahd bei Gelbreife, Mähdrusch bei Totreife)	— Beginn des Hochsommers
Fagus silvatica (Buche)	Blattverfärbung (50%)	bedingt geeignet	sehr schwer abschätzbar, große individuelle Unterschiede, reagiert auf trockene Böden (Dürreblattverfärbung)	— Warme Hangzonen und kaltluftgefährdete Muldenlagen (Inversionserscheinungen) — Trockene Böden
Larix decidua (Lärche)	Nadelabfall (50%)	ungeeignet	sehr schwer abschätzbar, starke Witterungsabhängigkeit	

2. Die Eignung der Beobachtungsobjekte für die Netzbeobachtung

Die Aussagekraft phänologischer Daten hängt in einem hohen Maße von der Eignung der verwendeten Beobachtungsobjekte ab. Dickel (1966) empfiehlt wie erwähnt die Verwendung landwirtschaftlicher Beobachtungsobjekte (einheitliche genetische Struktur des Beobachtungsmaterials, Standorte außerhalb der Beeinflussung durch die Siedlung). Freitag (1965) stellt im Gegensatz dazu fest, daß auch Wildpflanzen Vorteile aufweisen, weil sie entschieden weniger dem Einfluß des Menschen unterliegen. Verschiedene Autoren lehnen insbesondere die Beobachtungen an Krautpflanzen (Löwenzahn, Huflattich) ab, da dieselben allzu stark auf feinste Veränderungen ihrer Umgebung (Ausaperung, Schattenwurf, Bodenfeuchtigkeit usw.) reagieren. Schnelle (1966) betont, daß namentlich Blühstadien eine sehr klare Deutung zulassen. Primault (1970/71) spricht auch vom entscheidenden Einfluß der genetischen Anpassung (z. B. Lärche, Löwenzahn) eines Pflanzenbestandes.

Die genannten Tatsachen haben uns seinerzeit da-

zu veranlaßt, das Beobachtungsprogramm recht heterogen zu gestalten. Da die ausgewählten Beobachtungsobjekte erstens sehr differenziert auf die verschiedenen Beeinflussungsfaktoren (vgl. Tab. 2) reagieren und zweitens vom Mitarbeiter mit unterschiedlicher Schwierigkeit erhoben werden können, wurden sie einer Eignungsbewertung unterzogen (siehe obenstehende Tabelle 1).

Auf die Veröffentlichung bereits durchgeführter statistischer Untersuchungen im Zusammenhang mit der Eignung der Objekte wurde hier bewußt verzichtet (vgl. auch Wanner 1972).

Aus der Tabelle 1 sei aber eine Tatsache noch speziell herausgestrichen: Phänologische Netzbeobachtungen lassen sich in der ersten Hälfte der Vegetationszeit (Frühling bis Frühsommer) in sinnvoller Weise verwenden. Geeignete Beobachtungsobjekte für Spätsommer und Herbst existieren jedoch kaum, was auch von Witterstein (mündl. Mitteilung) bestätigt wird. Unsere Versuche mit dem Vogelbeerbaum (Fruchtreife) und der Kartoffel (Ende der Ernte) zeitigten ebenfalls höchst fragliche Ergebnisse, lediglich das ebenfalls problematische Phänomen der Buchenblattverfärbung ließ in unserem Fall einigermaßen greifbare Schlüsse zu.

3. Der Aussagewert phänologischer Karten

Neuere Arbeiten in der Schweiz (Primault 1964/70/71/72, Schreiber 1968, Haeberli 1971, Jeanneret 1971, Wanner 1972 u. a.) mögen unterstreichen, daß der Phänologie vor allem in Fragen der Ökologie, der Agrarklimatologie sowie der Mikro- und Mesoklimatologie ein bedeutender Stellenwert zukommt. In allen Publikationen wird betont, daß die phänologische Karte in erster Linie als Klimaindikator Bedeutung erlangt (vgl. Tab. 1 und 2), wobei Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer als wichtigste beeinflussende Faktoren zu nennen sind. Bei der Beurteilung phänologischer Karten dürfen wir jedoch nie der Gefahr unterliegen, in diesen nun eine reine Klimateignungskarte zu sehen. Schnelle (1955) betont, daß es sich bei phänologischen Daten um biologisches Material handelt, das von äußerst vielen Einflüssen geprägt wurde. Deshalb müßte der Interpret phänologischer Erhebungen neben der Klimatologie auch in den Fachgebieten der Geobotanik, der Vegetationsgeographie und der Pedologie Kenntnisse aufweisen. Gerade aus diesen Gründen wird es durchaus verständlich, daß phänologische Karten oft mit einem Gefühl der Unsicherheit betrachtet werden. Diese Tatsache muß uns dazu bewegen, die Grenzen der Interpretierbarkeit des phänologischen Materials klar zu erkennen.

Die komplexe Aussage einer phänologischen Karte (vgl. Beilage) fußt wie erwähnt auf der Vielzahl der pflanzenphänologischen Abhängigkeitsfaktoren. Schnelle (1955) hat den Einfluß derselben ausreichend diskutiert. Auch Primault (1971) bemerkt dazu, daß die Pflanze einen Parameter von wichtigen Faktoren liefern kann (meteorologische, pedologische und orographische Einflüsse). Zur weiteren Verdeutlichung der Problematik wurde in Tabelle 2 eine Auswahl wichtiger Abhängigkeitsfaktoren zusammengestellt:

Tabelle 2. Wichtige pflanzenphänologische Abhängigkeitsfaktoren

a) Meteorologische Faktoren

- Allgemeiner Witterungsverlauf einer bestimmten Zeitspanne
- Besonnung
- Temperatur (Lufttemperatur, Bodentemperatur, Einfluß besonderer Temperaturschranken oder -summen)
- Niederschläge
- Luftfeuchtigkeit, Bodenfeuchtigkeit
- Wind
- Verdunstung
- Zeitpunkt der Schneeausaperung
- Andauer der Nebeldecke

b) Pedologische Faktoren

- Bodeneigenschaften
- Wasserversorgung der Pflanze aus dem Boden

c) Orographische Faktoren

- Höhenlage
- Exposition
- Hangneigung

d) Botanische Faktoren

- Anpassungsformen
- Genetische Unterschiede, Sortenunterschiede
- Abweichungen innerhalb der einzelnen Pflanzenindividuen (z. B. Altersabhängigkeit)

e) Einfluß des Menschen

- Maschinelle Dispositionen (Aussaat-, Erntezeiten usw.)
- Düngung und Bewässerung

f) Andere Einflüsse

- Luftverschmutzung (Rauchgasschäden, Staubeinfluß)
- Schädlingsbefall
- Einfluß nahestehender Siedlungsgebiete

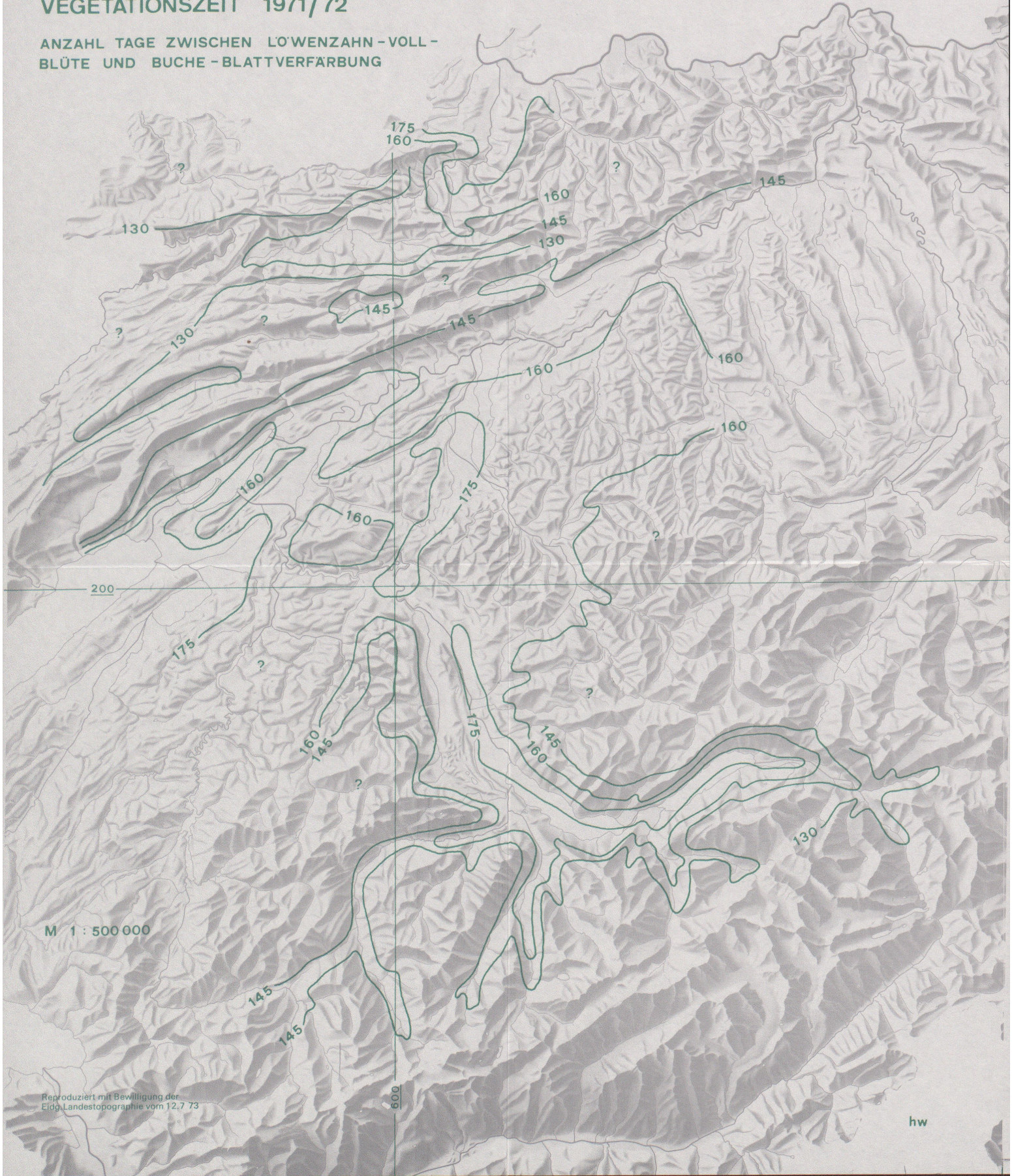
Man kann bei der Beurteilung des phänologischen Materials deutlich feststellen, daß diese Faktoren je nach Pflanze und beobachtetem Ereignis ganz unterschiedlich ins Gewicht fallen (Wichtigkeit der Schneeschmelze bei frühblühenden Krautpflanzen, Einfluß der Niederschläge in Trockenräumen, Frostbedrohung bei blühenden Obstbäumen usw.). Viele Faktoren stehen gegenseitig in einem starken Abhängigkeitsverhältnis (z.B. Orographie – Temperatur). Es wäre daher aufschlußreich, statistisch zu untersuchen, wie maßgebend sich die einzelnen Faktoren auf die Eintrittsdaten der Ereignisse auswirken.

4. Karte der Vegetationszeit im Kanton Bern (vgl. Beilage)

Daten aus den beiden gut vergleichbaren Jahren 1971 und 1972 (Abweichungen der Vegetationszeit am gleichen Standort selten über 6 Tage) wurden zur vorliegenden Karte verarbeitet. Die Bestimmung der Länge der Vegetationszeit wurde mit Hilfe zweier Ereignisse vorgenommen, welche erstens besonders verbreitet sind und zweitens im Gelände markant hervortreten, was auch von Gensler (1946) als vorteilhaft bezeichnet wird. Die Löwenzahnblüte kann dabei bestimmt nicht als

VEGETATIONSZEIT 1971/72

ANZAHL TAGE ZWISCHEN L'OWENZAHN-VOLL-
BLÜTE UND BUCHE-BLATTVERFÄRBUNG



Repräsentant des vegetativen Jahreserwachens angesehen werden. Sie gilt viel eher als ein Anzeiger des eintretenden Vollfrühlings. Auch für das Ende der Vegetationszeit wurde bewußt ein phänologisches und nicht ein klimatologisches Ereignis gewählt, obschon der Buchenblattverfärbung die bereits erwähnten Mängel einer Herbstphase anhaften.

Gensler (1946) und Primault (1972) wählten zur Abgrenzung der Vegetationszeit sowohl für den Beginn als auch für deren Ende andere Bestimmungsfaktoren, was denn auch zu unterschiedlichen Zahlenwerten führte.

Beim Entwurf der Karte wurde von Isolinie zu Isolinie ein Intervall von 15 Tagen gewählt. Mit dieser Maßnahme konnte vermieden werden, daß ein bestimmtes Gebiet mit inhomogenem Datenmaterial (Beobachterfehler, andere Gründe) in die nächsthöhere oder nächsttiefere Zone fiel. Bestimmt enthält die Karte noch einige Mängel:

- Sie erfaßt bloß die Teile des bewohnten Kantonsgebietes
- Die verarbeitete Datenzahl (105) erlaubt keine Feindifferenzierung
- Die Erfahrungen von zwei Beobachtungsjahren dürfen nicht zu endgültigen Schlüssen verleiten
- Der verwendete Maßstab entspricht kaum den von der Planung geforderten Bedingungen

Man darf aber behaupten, daß mit der gewählten Methode dennoch eine Gliederung des Raumes erreicht werden konnte, die uns für ähnliche Arbeiten als Diskussionsgrundlage dienen kann:

- a) Räume mit einer langen Vegetationszeit treten deutlich hervor: Jurasüdhang im Gebiet Bieler- und Neuenburgersee sowie Großes Moos, Raum Bern–Moossee–Utzenstorf, Aaretal Münsingen–Thun inklusiv der Südhänge an Thuner- und Brienersee
- b) Die kurzen Extremwerte des Beobachtungsgebietes stammen aus zentralen Regionen des Juras, (Oberes Birstal, St. Immortal, Freiberge, Clos du Doubs) und der Alpen (Haslital)
- c) Eine Zone mit 160–175 Tagen tritt sehr häufig auf; sie reicht vom Jurarand bis hinein in die Alpentäler und gilt vor allem für weite Räume des Mittellandes als repräsentativ

Das Kartenbild bestätigt eine Reihe bereits gemachter Feststellungen bezüglich der regionalen Differenzen. Enthält es auch Aspekte, die vermehrt unsere Aufmerksamkeit verdienen?

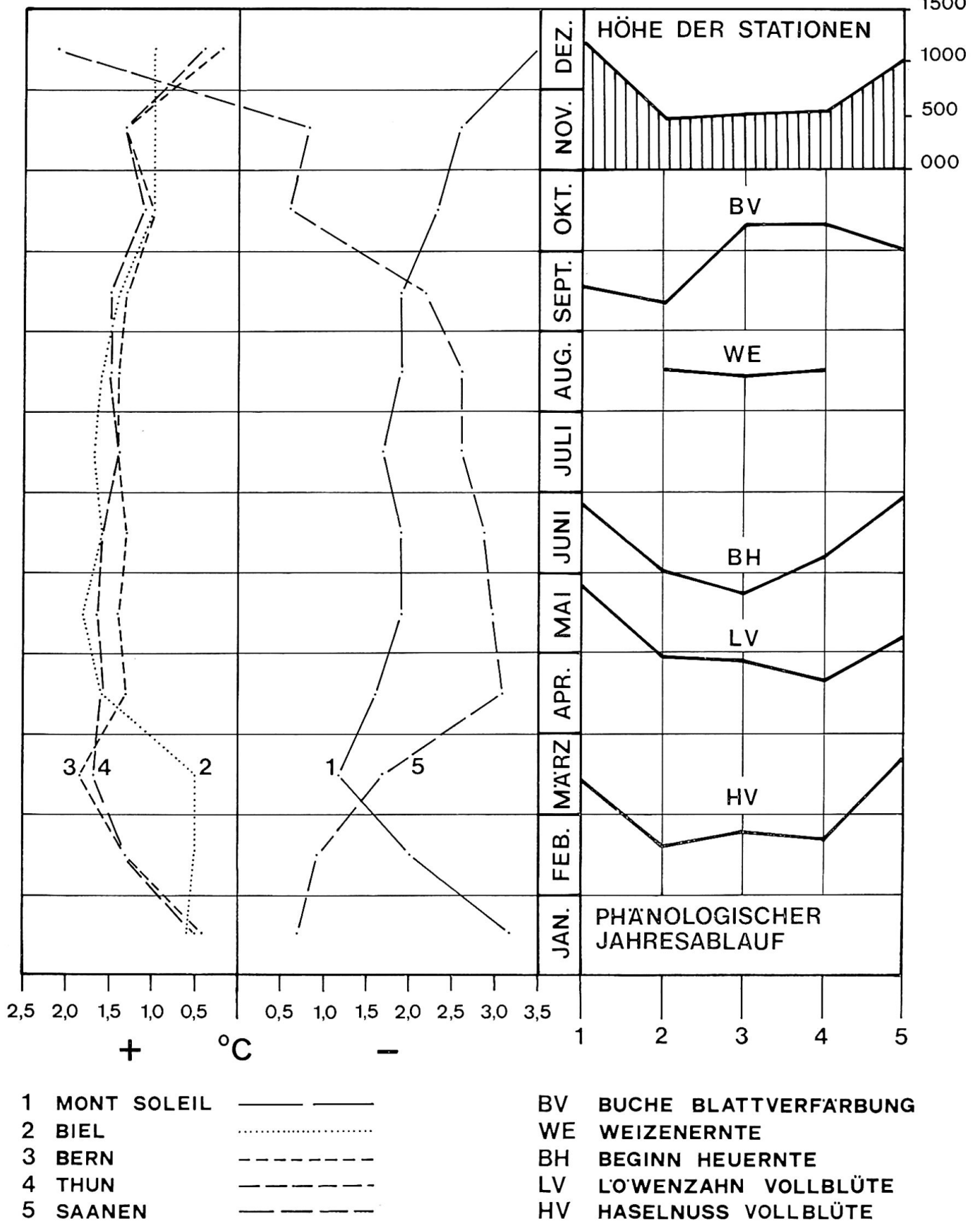
- Weite Gebiete des zentralen Juras weisen im Vergleich zu ebenso hoch gelegenen Räumen der Alpen erstaunlich tiefe Werte auf. Am Jurasüdfuß

östlich Solothurns liegt eine breitere Zone, deren Vegetationszeit deutlich unter dem Durchschnitt des Mittellandes liegt

- Die Zone der normalen Mittelwerte (160–175 Tage) erfaßt auch den Großteil der Alpentäler
- Der Raum Münsingen–Thunersee–Brienersee weist sehr hohe Zeitintervalle auf (vgl. auch Primault 1970)
- Der Höhengradient der zeitlichen Abnahme der Vegetationszeit verläuft kaum linear: Höher gelegene Zonen weisen eine erstaunlich lange Vegetationszeit auf (vgl. Alpentäler)

Um erste Aufschlüsse über derartige regionale Unterschiede im phänologischen Bild zu erhalten, wurden für 1972 die Daten mehrerer Beobachtungsereignisse aus der Umgebung der fünf MZA-Stationen Mont Soleil, Biel, Bern, Thun und Saanen im Zusammenhang mit den beiden einflußreichen Abhängigkeitsfaktoren Meereshöhe und Temperatur dargestellt (Fig. 1). Damit die Vergleichbarkeit gewährleistet bleibt, wurden weitere Einflußfaktoren möglichst ausgeschaltet: gleiche Exposition und Hangneigung, gleiche Weizensorte, pro Region nur Daten auf gleicher Meereshöhe. Wir erkennen aus der Figur den naturgemäß starken Einfluß der Meereshöhe der einzelnen Stationen. Diese Tatsache geht auch aus dem Kartenbild (vgl. Beilage) deutlich hervor, wenn wir beispielsweise den Jurarand oder die Grenze höheres – tieferes Mittelland als prägende Elemente herauslesen.

Die Meereshöhe allein liefert uns aber nicht hinreichende Aufschlüsse. Kann uns die Temperatur weitere Hinweise geben? Bider (1960) und Primault (1971) haben klare Zusammenhänge zwischen der Temperatur und dem Blühdatum von Obstbäumen feststellen können. In Fig. 1 sehen wir, wie stark die einzelnen Monatsmittelwerte vom errechneten mittleren Monatsmittel der fünf Stationen abweichen. Betrachten wir die phänologischen Daten: Uns fällt auf, daß auf dem Mont Soleil gegenüber Saanen die Haselnußblüte früh eintrat. Das nächstfolgende Phänomen, die Löwenzahnblüte, konnte umgekehrt in Saanen früher beobachtet werden. Wir verfolgen wiederum das Temperaturgeschehen: Es zeigt, daß der Mont Soleil (Jura) im Winter im Vergleich mit Saanen (Alpen) nur schwache Minusabweichungen gegenüber dem Mittelwert aufweist. Dieses Temperaturgeschehen kehrt sich von anfangs März bis Mitte September ebenfalls um. Es scheint also, daß hier die Temperatur einen maßgeblichen Einfluß ausüben konnte! Auffallen darf uns auch das ausgeglichene Temperaturgeschehen der drei Mittellandstationen. Nur Biel weist anfangs Jahr eine äußerst schwache Positivabweichung auf. Eine deutliche Wirkung auf den phänologischen Jahresablauf kann hier nicht festgestellt werden.



Figur 1. Der phänologische Jahresablauf der 5 Stationen Mont Soleil, Biel, Bern, Thun und Saanen in seiner Beziehung zur Meereshöhe und zur Monatsmitteltemperatur (1972)

Wir erkennen klar, daß auch Meereshöhe und Temperatur zusammen kaum genügen, um das Kartenbild oder die phänologischen Daten der Fig. 1 klar zu deuten. Es müßte nun die Überprüfung weiterer Faktoren aus der Tab. 2 folgen. Wohl ist man geneigt, bereits jetzt für einzelne Erscheinungen eine Erklärung zu finden:

- In Biel notierte man bei der Buchenblattverfärbung ein früheres Datum als auf dem höher gelegenen Mont Soleil! Glaubte man zuerst an eine herbstliche Inversionserscheinung, so ergab die Nachprüfung, daß im Raume Biel der trockene Frühherbst eine Rolle spielen konnte (Dürreblattverfärbung)
- Im Gebiet Solothurn–Olten könnte die Kaltluftgefährdung und der daraus resultierende Nebelreichtum dieses Gebietes zur Erklärung der kurzen Vegetationszeit herangezogen werden
- Einer besonderen Aufmerksamkeit bedürfte vor allem der Vergleich des Juras mit den Alpen: Hier könnten die markanten tektonischen Unterschiede entscheidende Einflüsse ausüben. Denken wir nur an die weit größere Massenerhebung der Alpen, an die unterschiedlichen Talrichtungen (große Anzahl von N-S-Tälern im Alpenraum) oder an die abgeschlossenen Muldenlagen des Juras (La Brévine!). Der Föhn dürfte in diesem Zusammenhang nur einer von mehreren Faktoren sein, welcher zur Verlängerung der Vegetationszeit im Alpenraum beiträgt (vgl. auch Primault 1964, Schreiber 1968)
- Im Falle der erwähnten Gradientunterschiede kann neben der wachsenden Blühbereitschaft, die bei Pflanzen in ungünstigen Räumen festzustellen ist, auch die artspezifische Anpassung eine Rolle spielen

Wir können zum Schluß festhalten: Markante Differenzen im phänologischen Kartenbild finden oft ihre Deutung nur im komplexen Gefüge vieler Abhängigkeitsfaktoren, und wir können die Gliederung dieses Kartenbildes nur dann erklären, wenn wir die maßgebenden Faktoren einschätzen und charakterisieren. Es kann also sowohl Stärke als auch Schwäche der phänologischen Karte sein, uns eine äußerst vielschichtige Aussage zu vermitteln!

5. Anknüpfungspunkte und methodische Konsequenzen für zukünftige phänologische Arbeiten

Phänologische Netzbeobachtungen dürften auch in kommenden Jahren bei der Grundlagenbeschaffung für Planungszwecke (Eignungskartierungen) gute Dienste leisten:

- Ausscheidung von Gunstzonen für landwirtschaftliche Kulturen
- Auslese geeigneter Wohn- und Erholungsgebiete (Suche nach warmen Hangzonen, nach kaltluftgefährdeten Mulden, nach Trockengebieten usw.)
- Ermittlung markanter Unterschiede im Witterungsablauf bestimmter Gebiete

Interessant dürfte auch der Gedanke bleiben, wie weit sich die vegetativen Erscheinungen der Pflanzenwelt in nächster Zeit auf den Multispektralaufnahmen der Erdforschungssatelliten verfolgen lassen. Halten wir aber fest, daß Resultate und Erfolge eines phänologischen Untersuchungsprogrammes nur bei Beachtung einiger wichtiger Voraussetzungen gewährleistet bleiben:

- Der Wahl geeigneter, im Gelände klar erkennbarer Beobachtungsobjekte muß größte Beachtung geschenkt werden
- Herbstphänomene erweisen sich als problematisch und lassen nur bedingt Schlüsse zu
- Die beobachteten Objekte müssen für ein Gebiet repräsentativen Charakter besitzen und dürfen nicht nur an Extremlagen (Frostmulden, geschützte Sonnenhänge) vorkommen
- Klare Angaben über die Standortbedingungen der Pflanze müssen das erhobene Datum ergänzen
- Die genaue Instruktion der Beobachter sowie die dauernde Nachprüfung eingegangener Resultate bilden die Grundlage für eine aussagekräftige Arbeit

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß bei geeigneter Kombination phänologischer Daten mit klimatologischen Meßgrößen bestimmt die statistische Methode gute Ergebnisse liefern dürfte. Die Computervorhersage von Erntedaten könnte nur ein Ziel solcher Arbeiten sein!

6. Literaturverzeichnis

- Bider, M., 1960: Untersuchungen an einer 67jährigen Reihe von Beobachtungen der Kirschblüte bei Liestal (Basel-Landschaft). *Wetter und Leben*, Jg. 12, H. 9–10, Wien; 10 S.
- Dickel, H., 1966: Probleme phänologischer Methodik am Beispiel einer naturräumlichen Gliederung des Kreises Marburg/Lahn. *Marburg. Geogr. Schr.*, H. 31, Marburg/Lahn; 150 S.
- Ellenberg, H., 1951: Die Pflanzenstandortkarte – Am Beispiel des Kreises Leonberg. *Forschungs- u. Sitzungsber. d. Akad. f. Raumf. u. Landeskn.*, Bd. II, Hannover: 11–49.
- Freitag, E., 1965: Studien zur phänolog. Agrarklimatologie Europas. *Berichte des Deutsch. Wetterdienstes*, Bd. 14, Nr. 98, Offenbach a. M.; 58 S.

- Gensler, G. A., 1946: Der Begriff der Vegetationszeit. Diss. phil., Zürich; 142 S.
- Haeberli, R., 1971: Carte de dangers de gel tardif printanier dans le canton de Vaud. Office cant. vaud. de l'urbanisme, Cahiers de l'amén. rég., Nr. 11, Lausanne; 23 S.
- 1971: Carte du potentiel naturel des surfaces agricoles du canton de Vaud. Office cant. vaud. de l'urbanisme, Cahiers de l'amén. rég., Nr. 13, Lausanne; 35 S.
- Jeanneret, F., 1971: Die Weizenernte 1970. Beiträge z. Klimatologischen Grundlagenf. 4/1971, Bern; 32 S.
- Marr, R. L., 1970: Geländeklimatische Untersuchung im Raum südlich von Basel. Basler Beitr. z. Geogr., H. 12, Basel; 155 S.
- Primault, B., 1955: Cinq ans d'observations phénologiques systématiques en Suisse. Annal.d.Schweiz. Meteor. Zentralanstalt, Zürich; 7/4-7/5.
- 1964: Les dates d'apparition du printemps en Suisse. Annal. der Schweiz. Meteor. Zentralanstalt. Zürich; 5/5-5/10.
- 1970: Frühlingseinzug, dargestellt an den Daten der Blüte des Löwenzahns. Atlas d. Schweiz, Blatt 13, Bern und Zürich.
- 1971: Essai de comparaison des champs d'application de la méthode d'écologie appliqué et de l'analyse climatologique. Arbeitsber. d. Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt, Nr. 23, Zürich; 7 S.
- 1971: Einfluß der Winterkälte auf das Blühen der Obstbäume. Arbeitsber. d. Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt., Nr. 26, Zürich; 6 S.
- 1972: Etude méso-climatique du canton de Vaud. Cahiers de l'amén. rég., Nr. 14, Lausanne; 186 S.
- Schnelle, F., 1955: Pflanzen-Phänologie. Probleme der Bioklimatologie, Bd. 3, Leipzig; 299 S.
- 1966: Abriß einer Methodik der Phänologie. Mitt. d. Deutsch. Wetterdienstes, Bd. 5, Nr. 38, Offenbach a. M.; 26 S.
- Schreiber, K. F., 1968: Les conditions thermiques du canton de Vaud. Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz, Bern; 31 S.
- Wanner, H., 1972: 1970-1972: Die ersten zwei phänologischen Beobachtungsjahre des Berner Netzes – Probleme und vorläufige Resultate. Inform. u. Beitr. z. Klimaforschung 8/1972, Bern; 5-14.
- Witterstein, F., 1960: Bedeutung und Aufgaben des Phänologischen Dienstes. Mitt. d. Deutsch. Wetterdienstes, Bd. 3, Nr. 19, Offenbach a. M.; 22 S.

Anschrift des Verfassers:

Heinz Wanner
Geographisches Institut
Falkenplatz 18, 3012 Bern