

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse |
| Herausgeber: | Schweizerischer Forstverein |
| Band: | 142 (1991) |
| Heft: | 1 |
| Artikel: | Weiserjahre als Zeiger extremer Standortseinflüsse |
| Autor: | Schweingruber, Fritz Hans |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-766446 |

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: 04.02.2026

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

Weiserjahre als Zeiger extremer Standortseinflüsse¹

Oxf.: 181.22:181.65:561.22

Von *Fritz Hans Schweingruber*

(Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft [WSL], CH-8903 Birmensdorf)

Urs Wehrli und Käthi Aellen-Rumo

(Botanisches Institut der Universität Basel, CH-4056 Basel)

Markus Aellen

(Mathematisches Institut der Universität Zürich, CH-8001 Zürich)

1. Einleitung

Auf jedem Stammquerschnitt von Bäumen aus saisonalen Klimagebieten sind auffallend schmale oder breite Jahrringe zu erkennen. Wir nennen sie *Ereignisjahre*. Treten Ereignisjahre innerhalb einer standörtlichen oder regionalen Einheit bei vielen Individuen zeitgleich auf, so werden sie als *Weiserjahre* bezeichnet (*Schweingruber et al.* im Druck). Als *Normaljahre* gelten Jahre, in welchen sich keine Häufungen von Ereignisjahren zeigen. Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat *Douglass* 1971 solche Jahrringe im ariden Gebiet als Ausdruck extremer klimatologischer Einwirkungen erkannt und sie in sogenannten *skeleton plots* zur Datierung eingesetzt. Die Entwicklung der Jahrringbreiten-Messtechnik und insbesondere der Anwendung statistischer Methoden liess ihre ökologische Bedeutung weitgehend in Vergessenheit geraten. Mit dem vorliegenden Aufsatz soll jedoch gezeigt werden, dass Weiserjahre eine Fülle ökologischer jahrbezogener Informationen enthalten, die vielfach den Ergebnissen statistischer, auf kontinuierlichen Zeitreihen beruhenden Analysen widersprechen.

Als Modellgebiet wurde ein kleines, topographisch stark gegliedertes Gebiet im Schweizer Mittelland gewählt.

Wir versuchen vor allem folgende Fragen zu beantworten:

- In welchen Jahren haben Bäume aus einem Gebiet mit kühl-feuchtem, saisonalem Klima extreme Wachstumseinschränkungen oder -förderungen erfahren (Ereignisjahre)?

¹ Im Rahmen der Diplomarbeit von U. Wehrli und K. Aellen ist die in dieser Arbeit verwendete Datenbasis entstanden. M. Aellen entwickelte die Computerprogramme, die die Auswertung der umfangreichen Daten ermöglichen.

- In welchen Jahren sind Weiserjahre standorts- und/oder artspezifisch und welche ökologisch-klimatologischen Ursachen haben sie?
- Weshalb liefern Weiserjahranalysen nicht die gleichen ökologischen Informationen wie Analysen, die auf dem Vergleich kontinuierlicher Jahrring-/Klimareihen beruhen?

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Hueb bei Krauchthal beschränkt sich auf eine Fläche von ungefähr einem km². Es liegt östlich von Bern auf 600 bis 700 m ü.M. im topographisch stark gegliederten miozänen Molassegebiet (*Abbildung 1*). Die jährlichen Niederschläge in der nahe gelegenen meteorologischen Messstation von Bern betragen durchschnittlich etwa 1000 mm, dürften aber im Untersuchungsgebiet ein wenig höher liegen. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8 bis 9 °C. Aus *Abbildung 2* geht die sommerliche Niederschlagshäufigkeit hervor. Wie *Lenz et al.* 1988 zeigen, besteht von Jahr zu Jahr eine grosse Variabilität. Wir nehmen bei der Interpretation vor allem auf die Witterungsprofile dieser Arbeit Bezug.

Die Standorte sind entsprechend ihrer topographischen Lage vielfältig. Sie wurden mit standortkundlichen Methoden charakterisiert (Topographie, Bodenprofile, Pflanzensoziologie). Die wichtigsten Standortseigenschaften sind in *Tabelle 1* und in *Abbildung 3* dargestellt. Das Ökogramm (*Abbildung 3*) belegt die standörtliche Heterogenität: so sind beispielsweise die Kiefernstandorte (Nr. 19, *Molinio-Pinetum*) flachgründig, trocken und südexponiert, ein grosser Teil, zum Beispiel die Buchenstandorte 16, 17 (*Galio odorati-Fagetum*) sind mittelgründig und die Hänge sind ostexponiert, und die Standorte 21 (*Cardamino-Fagetum*) und 13 (*Aceri-Fraxinetum*) sind tiefgründig, feucht und nordostexponiert. Die Standorte 12, 13, 14 und 21 sind frostgefährdet. Alle Standorte stehen im Umkreis von 700 m zu einer 1972 eingerichteten Kehrichtverbrennungsanlage. Aus jedem in *Abbildung 3* dargestellten Standort wurden Bohrproben verschiedener Baumarten entnommen (*Tabelle 1*).

3. Material und Methoden

Von 128 Buchen, 99 Fichten, 65 Kiefern, 21 Tannen, 16 Lärchen und 24 Eschen verteilt auf 10 Standorte wurde je eine Bohrprobe entnommen: hangseitig bei Nadelhölzern, hangparallel bei Laubhölzern. Die Jahrringabfolgen sind anhand der Weiserjahre absolut datiert (Schweingruber *et al.* im Druck).

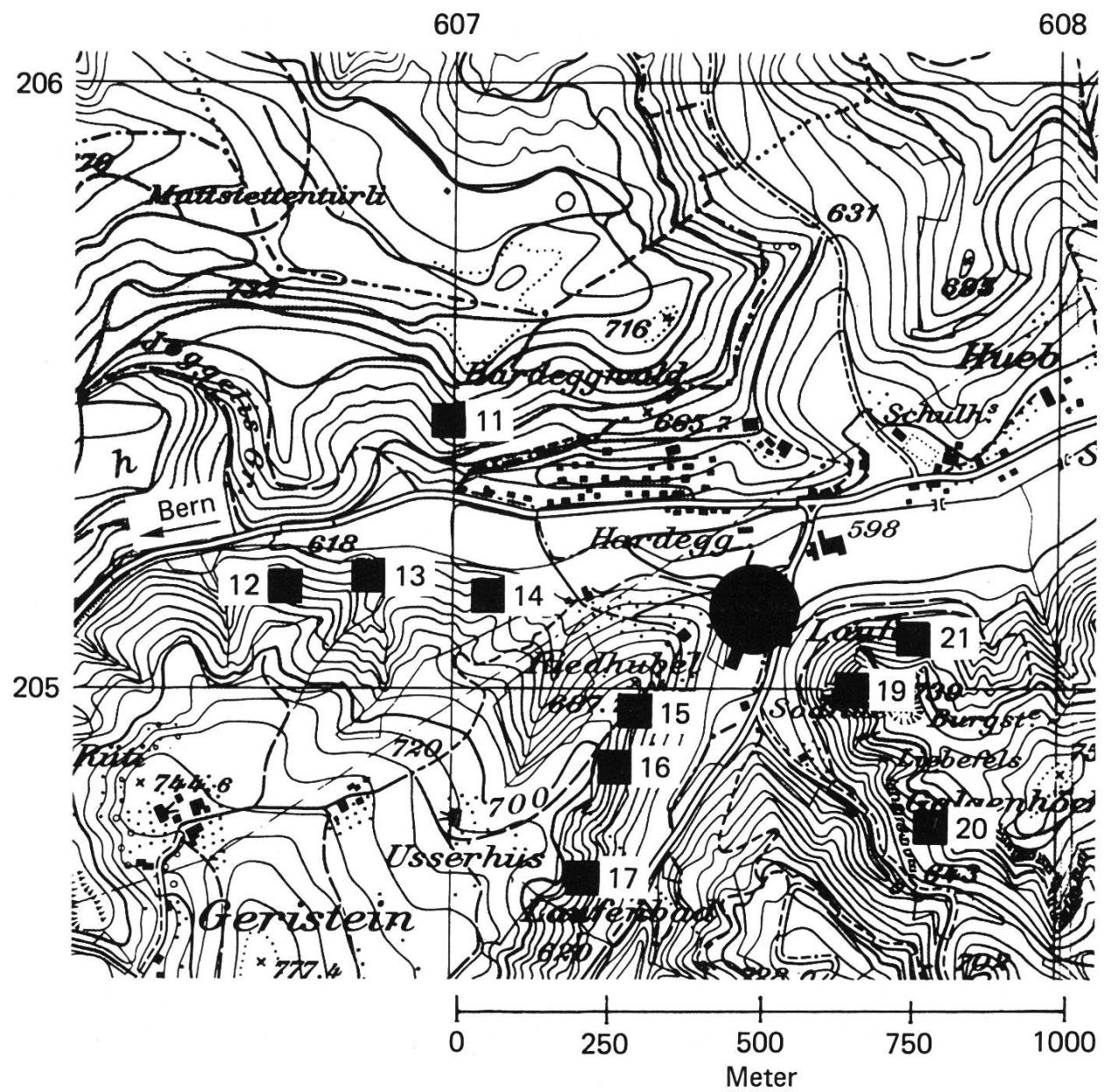


Abbildung 1. Die geographische Lage der analysierten Standorte. Die Nummern entsprechen denjenigen in Abbildung 3 und der Tabelle 1 und 2. Kreis: Lage einer Kehrichtverbrennungsanlage. Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 14. Mai 1990.

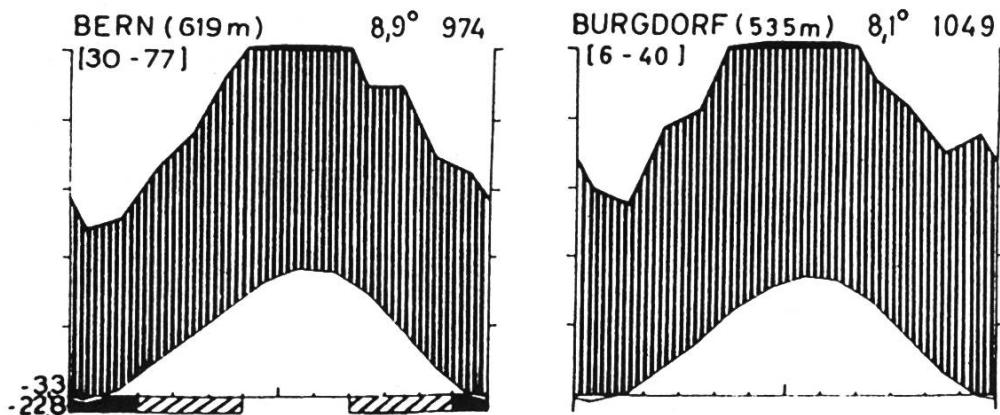


Abbildung 2. Klimadiagramme der benachbarten meteorologischen Messstationen. Nach Walter und Lieth 1967.

Tabelle 1. Standortübersicht und Material.

| Standort | Exposition | Waldgesellschaft | Bodentyp | Anzahl Probetäume | | | | |
|----------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------|-------|-------|--------|-------|
| | | | | Fichte | Föhre | Tanne | Lärche | Buche |
| 11 | Süd | Galio odorati-Fagetum luzuletosum | Sandbraunerde | 12 | 16 | | | 16 |
| 12 | Nord | Milio-Fagetum | Sandbraunerde | 16 | 16 | 16 | | |
| 13 | (Nord) | Aceri-Fraxinetum | Gley | | | | | 16 |
| 14 | Nordnordost | Galio odorati-Fagetum luzuletosum | Sandbraunerde | 16 | | | | 16 |
| 15 | Ost | Galio odorati-Fagetum luzuletosum | Sandbraunerde | 16 | 16 | 16 | 16 | 8 |
| 16 | Ost | Galio odorati-Fagetum luzuletosum | Sandbraunerde | | | | | 16 |
| 17 | Ost | Galio odorati-Fagetum luzuletosum | Sandbraunerde | | | | | 16 |
| 19 | Südwest | Molinio-Pinion | Rohboden | 11 | 17 | | | 16 |
| 20 | Südwest | Luzulo silvaticae-Fagetum typicum | Sandbraunerde | 16 | 16 | 5 | 16 | |
| 21 | Nord | Cardamino-Fagetum typicum | Sandbraunerde | 12 | | | | 16 |

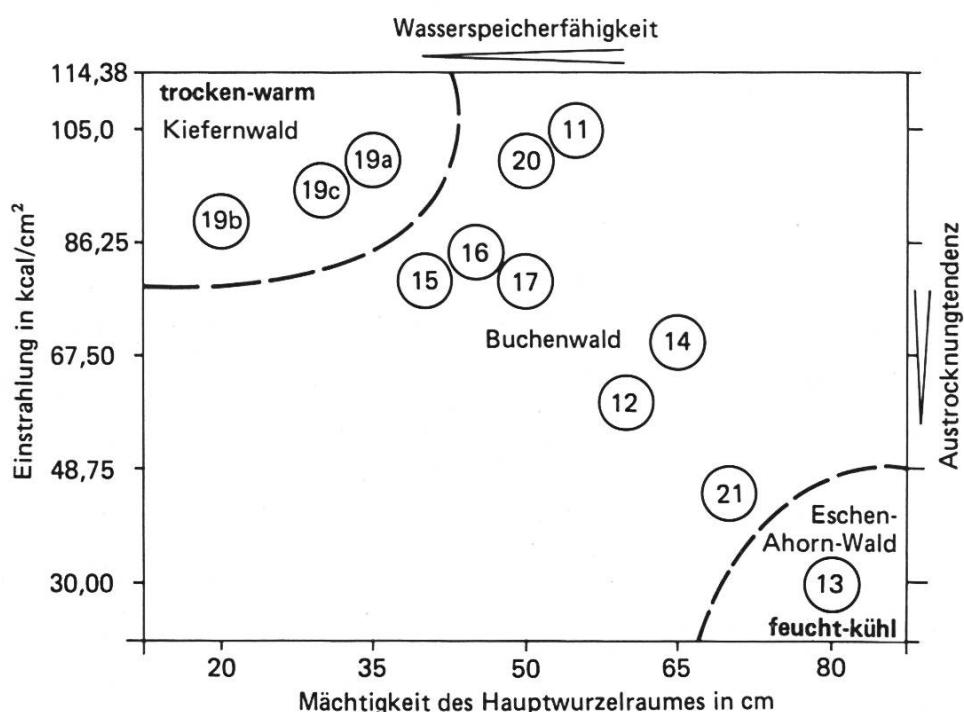


Abbildung 3. Die Lage der analysierten Standorte im Ökogramm. Beide Achsen beziehen sich vor allem auf die hydrologischen Eigenschaften der Standorte (Ordinate: Verdunstung; Abszisse: Wasserspeicherkapazität). Im Ökogramm sind die feuchtesten Standorte unten rechts, die trockensten oben links.

Alle Auswertungen basieren auf folgenden Grundlagen:

- Ereignisjahrdiagramm. Nachdem alle auf den Bohrkernen gemachten Beobachtungen auf Inch-Papier aufgetragen waren, wurden sie mit dem Computer in Ereignisjahrdiagramme umgewandelt.
- Weiserjahrdiagramme (*Abbildung 4*). Alle in den Ereignisjahrdiagrammen aufgezeichneten Werte werden aufsummiert und in Beziehung zur analysierten Probenmenge gesetzt.
- Ökogramme (*Abbildung 5*): Die Häufigkeit und Intensität der Weiserjahre wird in Form von Kreisdiagrammen in Beziehung zur Hydrologie der Standorte gesetzt (*Abbildung 3*).

Zusammenfassungen erfolgten nach folgenden Kriterien:

- Jahrringmerkmale: Ausserordentliche Jahrring- und Spätholzbreiten, Dichteschwankungen
- Baumarten (*Tabelle 3*)
- Standortseinheiten: trocken bis nass (*Tabellen 2a – 2c*).

Da die klimatischen Einflüsse kurz- oder langzeitig in verschiedenen Perioden eines Jahres, das heisst während verschiedenen physiologischen Zuständen des Baumes auftreten, setzen wir die Weiserjahre in Beziehung zu Tageswerten (Werte nach Lenz *et al.* 1988, mit einem Binomialfilter geglättete Tageswerte von Temperatur und Niederschlag in Beziehung zu deren Häufigkeitensummen von 1901 bis 1980).

4. Ergebnisse

Die Ausbildung von Ereignisjahren ist genetisch, standörtlich, pathologisch und klimatisch bedingt. Aus *Abbildung 4* geht hervor, dass kein einziges Jahr existiert, in welchem nicht irgendein Individuum ein Ereignisjahr aufweist, folglich sind nicht nur klimatische oder meteorologische Ereignisse, sondern ein Faktorengeschehen für die Bildung von Ereignisjahren verantwortlich. Um dieses komplexe System aufzuschlüsseln, müssen vorerst die Beziehungen zwischen Standorten und unterschiedlichen Arten analysiert werden. Anhand der Intensität und Stetigkeit eines Weiserjahres in bestimmten Baumarten und/oder an bestimmten Standorten lassen sich möglicherweise Rückschlüsse auf einen limitierenden oder fördernden Einfluss ziehen.

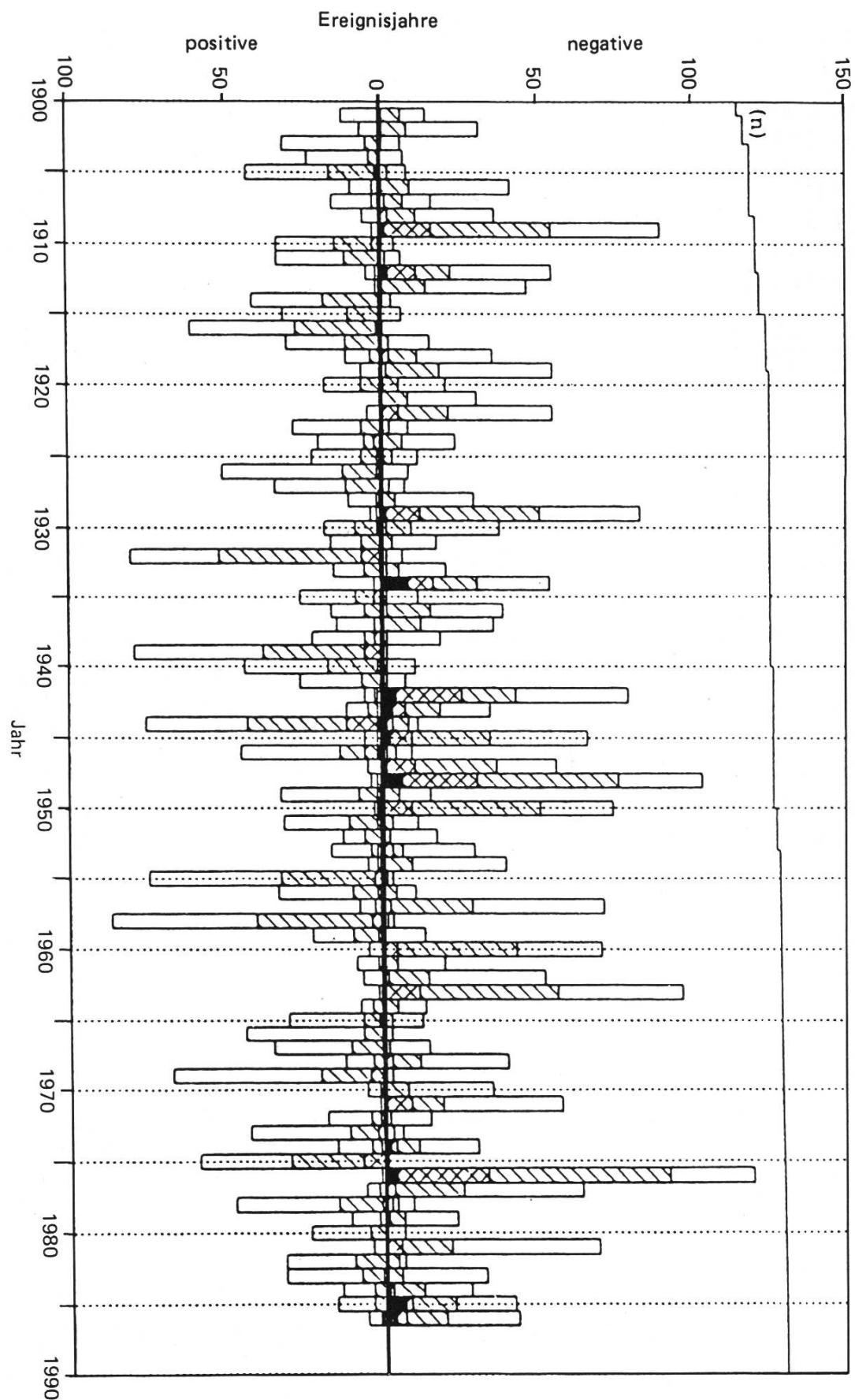


Abbildung 4. Weiserjahrdiagramm. Summation aller im Ereignisdiagramm festgehaltenen Werte. Als Weiserjahre bezeichnen wir im vorliegenden Falle alle Jahre, in welchen 40 und mehr Prozent aller Bäume in einem bestimmten Jahr ein Ereignisjahr aufweisen. Dargestellt ist die Summe aller 136 untersuchten Buchen.

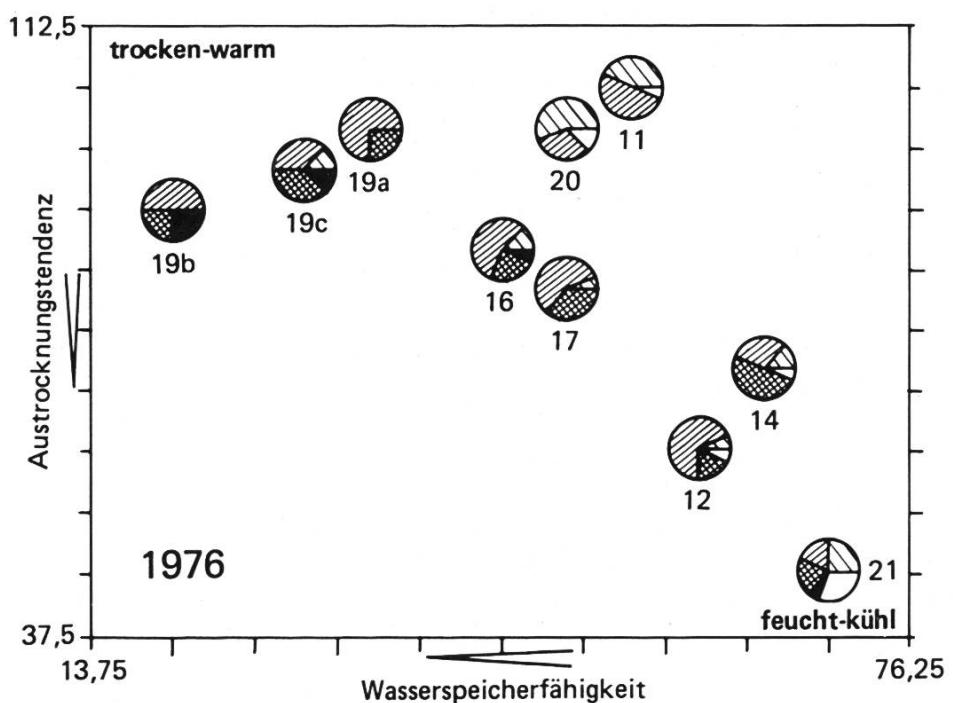
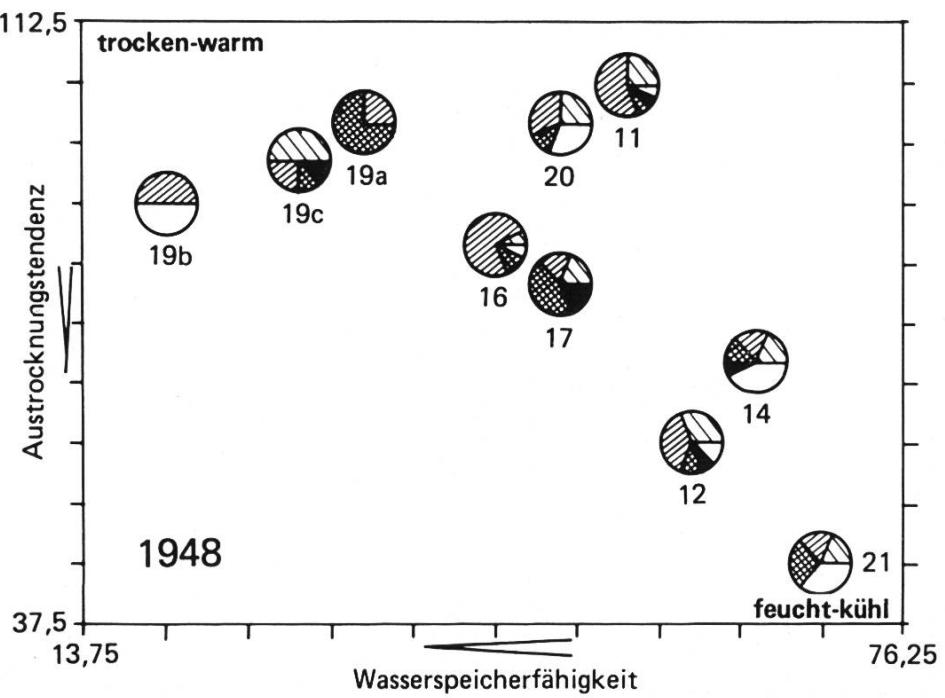


Abbildung 5. Ökogramm. Entsprechend der mit Abbildung 3 festgelegten Standorteinheiten wird die Häufigkeit und Intensität der Ereignisjahre Jahr für Jahr in Form von Kreisdiagrammen festgehalten. Dargestellt sind die Werte der Buche der Jahre 1976 und 1948. In beiden Fällen sind die Bäume trockener, mittlerer und feuchter Standorte in gleichem Masse betroffen. 1948 sind die Weiserjahre vermutlich eine Reaktion auf die Trockenheit des Vorjahres, 1976 dagegen auf die Winter-Frühjahrstrockenheit desselben Jahres.

Bedeutung der Signaturen: Schraffierte und schwarze Flächen geben den prozentualen Anteil von Bäumen mit einem Ereignisjahr (E) an.

Weiss: ohne E; locker schraffiert: E schwach erkennbar; dicht schraffiert: E gut erkennbar; kreuzschraffiert: sehr deutliches E; schwarz: extremes E.

Tabelle 2. Beziehungen zwischen der Häufigkeit und Intensität von Weiserjahren von Bäumen an verschiedenen Standorten und der Witterung.
Anhand des Witterungsverlaufs wird versucht, die Ursache der Weiserjahre zu erklären.

Symbolen:

| | | |
|-----------|---------------------------------------|--|
| xx | >75% der Bäume mit Ereignisjahren | +/- die Bäume haben im Vergleich zu den übrigen Standorten gegensätzlich reagiert. |
| x | 51 – 74% der Bäume mit Ereignisjahren | 2a) Buche |
| x | 26 – 50% der Bäume mit Ereignisjahren | 2b) Kiefer |
| (x) | <25% der Bäume mit Ereignisjahren | 2c) Fichte |

Tabelle 2a. Standortvergleich der Buchen-Weiserjahre.

a) Negative Weiserjahre

| Jahr | Standortreaktionen | | Witterung | | Bemerkungen zu standörtlichen Reaktionen | | | | | |
|------|-------------------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|---|--|
| | zunehmende Feuchtigkeit | 19 | 20 | 11 | 16 | 17 | 14 | 12 | 21 | |
| 1909 | xx | xx | x | x | x | xx | xx | x | Winterfrost, Spätfrost Anfang Mai, relativ trocken | ausgeglichene Reaktion |
| 1912 | x | x | x | x | (x) | xx | x | (x) | starke Temperaturschwankungen im Frühjahr, April trocken, im Vorjahr Sommerdürre. | ± ausgeglichene Reaktion |
| 1913 | x | (x) | (x) | (x) | x | x | x | x | Temperatursturz im April, Trockenheit Ende Mai | ± ausgeglichene Reaktion |
| 1918 | xx | (x) | x | (x) | (x) | (x) | x | x | langer Winterfrost, Mai trocken | starke Reaktion am Trockenstandort |
| 1919 | xx | x | x | x | x | x | (x) | x | zweite Maihälfte sehr trocken | starke Reaktion am Trockenstandort |
| 1922 | x | x | x | x | x | x | x | x | heftige Temperaturstürze im Frühjahr | ausgeglichene Reaktion |
| 1929 | xx | xx | x | x | x | x | x | x | Winterfrost, Temperatursturz im Frühjahr | ausgeglichene Reaktion |
| 1934 | xx | x | x | x | x | x | (x) | x | bis Mitte Juni sehr trocken | ± ausgeglichene Reaktion |
| 1942 | xx | x | x | x | x | x | xx | xx | Spätfrost im Mai | ausgeglichene Reaktion |
| 1943 | xx | x | x | (x) | (x) | (x) | (x) | (x) | durchschnittliche Witterung | starke Reaktion am Trockenstandort |
| 1944 | xx | + | + | + | + | + | + | + | mäßige Trockenperioden im Frühjahr | negatives Weiserjahr am Trockenstandort; positive an allen andern Standorten |
| 1945 | x | x | x | x | x | x | xx | xx | Spätfrost nach Wärmeperiode | kein Weiserjahr am Trockenstandort |
| 1947 | xx | x | x | x | x | x | (x) | (x) | April bis Oktober heiß und ziemlich trocken | geringe Reaktion an feuchten Standorten |

b) Positive Weiserjahre

| Jahr | Standortreaktionen zunehmende Feuchtigkeit | Witterung | | | | | | Bemerkungen zu standörtlichen Reaktionen |
|------|---|-----------|-----|----|-----|-----|-----|--|
| | | 19 | 20 | 11 | 16 | 17 | 14 | |
| 1916 | xx | x | x | x | (x) | x | (x) | uneinheitliche Reaktion |
| 1932 | xx | xx | x | x | x | x | x | starke Reaktion an trockenen Standorten |
| 1944 | - | x | x | x | xx | xx | x | mässige Trockenheit im Frühjahr, ausgeliessene Temperaturen |
| 1946 | xx | x | (x) | x | x | (x) | x | ausgeliessene Temperaturen Mai und Juni sehr feucht |
| 1955 | xx | x | x | x | x | x | x | feucht-kühle Vegetationszeit. Mai etwas trocken, sonst günstige Verhältnisse |
| 1975 | (x) | xx | xx | x | x | x | (x) | ausgeglichene Reaktion |

Tabelle 2b. Standortvergleich der Kiefern-Weiserjahre.

| Jahr | Standortreaktionen zunehmende Feuchtigkeit | | | | Witterung | Bemerkungen zu standörtlichen Reaktionen |
|------|--|-----|-----|-----|--|---|
| | 19a | 19b | 20 | 11 | | |
| 1909 | xx | x | x | x | Winterfrost, Spätfrost, kurze Trockenheit im Mai (x) | ± ausgeglichene Reaktion |
| 1921 | x | xx | x | x | Winter trockenheit bis April, Juni dann erneut trocken. | schwächere Reaktion am feuchteren Standort |
| 1929 | x | x | x | x | Winterfrost, Temperatursturz im April | ausgeglichene Reaktion |
| 1934 | xx | xx | xx | x | anhaltende Frühjahrstrockenheit. | ausgeglichen starke Reaktion |
| 1935 | x | x | x | x | Spätfrost | nur feuchtere Standorte reagieren |
| 1944 | xx | xx | (x) | (x) | Frühjahrstrockenheit, etwas Niederschlag im April. | stärkere Reaktion an trockeneren Standorten |
| 1945 | x | x | x | (x) | Spätfrost und Hitze im Mai. | ausgeglichene Reaktion |
| 1916 | x | xx | xx | x | niederschlagsreiche Vegetationsperiode | ausgeglichen starke Reaktion |
| 1930 | x | xx | x | (x) | sehr viele Niederschläge | stärkere Reaktion an Trockenstandorten |
| 1932 | xx | x | x | x | nach Wintertrockenheit kühl-feuchte Vegetationsperiode | stärkere Reaktion an Trockenstandorten |
| 1941 | xx | xx | x | x | kühl-feuchter Vegetationsbeginn | ± ausgeglichene Reaktion |
| 1946 | x | xx | x | x | günstige Vegetationsperiode, Juni besonders niederschlagsreich. | ± ausgegliche Reaktion |
| 1951 | x | x | x | (x) | ausgeglichene Witterungsverhältnisse | ± ausgegliche Reaktion |
| 1967 | xx | xx | x | xx | günstiger Vegetationsbeginn ab Juni | ausgeglichen starke Reaktion |
| 1975 | (x) | xx | x | x | Mai relativ trocken | unehnheitliche Reaktion |
| 1985 | x | (x) | x | x | Winterfrost, eher trocken bis April | ± ausgegliche Reaktion |

b) Positive Weiserjahre

Tabelle 2c. Standortvergleich der Fichten-Weiserjahre.

a) Negative Weiserjahre

| Jahr | Standortreaktionen zunehmende Feuchtigkeit | | | | | Witterung | Bemerkungen zu standörtlichen Reaktionen |
|------|--|-----|-----|-----|-----|-----------|---|
| | 19b | 20 | 11 | 14 | 12 | | |
| 1920 | (x) | x | x | x | x | x | milder Winter, Trockenheit im August des Vorjahres |
| 1922 | x | x | x | x | x | + | starke Temperaturschwankungen im Frühjahr, Hitze im Mai |
| 1929 | x | x | x | xx | xx | xx | Winterfrost, Temperatursturz im April |
| 1934 | xx | (x) | x | (x) | (x) | (x) | Frühjahrstrockenheit |
| 1946 | + | (x) | (x) | (x) | x | x | durchschnittlicher Witterungsverlauf |
| 1948 | xx | x | x | (x) | x | (x) | Februar Kälteeinbruch, Vorjahrestrockenheit |
| 1951 | (x) | x | xx | xx | x | xx | durchschnittlicher Witterungsverlauf |
| 1958 | + | (x) | (x) | x | x | x | Februar warm, dann Kälteeinbruch. |
| 1962 | x | x | x | (x) | x | x | Temperaturschwankungen im Frühjahr |
| 1971 | | (x) | x | x | x | x | Trockenheit im Sommer |
| 1976 | xx | x | (x) | (x) | x | x | Temperaturschwankungen im Frühjahr |
| 1980 | (x) | x | x | x | x | xx | Frühjahr und Sommer sehr trocken, im Frühjahr starke Temperaturschwankungen |
| | | | | | | | ganze Vegetationsperiode kühl/feucht. |

b) Positive Weiserjahre

| | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|---|-----|--|
| 1927 | (x) | (x) | (x) | x | x | x | viel Niederschlag, mittlere Temperatur |
| 1932 | xx | x | x | (x) | x | (x) | feucht-kühler Witterungsverlauf. |
| 1946 | x | (-) | (-) | - | - | - | bis Anfang Mai trocken, dann sehr feucht |
| 1955 | x | x | x | xx | x | x | sehr günstige Verhältnisse ab Mai |

Tabelle 3. Beziehungen zwischen der Häufigkeit und Intensität von negativen Weiserjahren bei verschiedenen Baumarten und der Witterung.

Artvergleich der negativen Weiserjahre

| Jahr | Ta | Fi | Fö | Bu | Es | Witterung | Erklärungsversuche und Bemerkungen |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|--|---|
| 1907 | x | | | x | | Winter 1906/07 extrem kalt; Dezember –20 °C, Januar –19 °C, Frühjahr kühl, Spätfrost im Mai | es reagiert nur Tanne: Winterfrost Winterfrost limitierend für Tanne; Spätfrost nach Erwärmung: Bu und Fö Weiserjahre fehlen weitgehend |
| 1909 | x | | x | x | | Winter kalt/trocken, Sommer feucht/kühl, April warm, dann Spätfrost Anfang Mai –1,3 °C | |
| 1911 | | | (x) | | | extreme Sommerhitze und Dürre Juli/August | |
| 1912 | | | x | | | April sehr trocken, starke Temperaturschwankungen mit schwachem Frost im Mai. | Temperaturverlauf oder Mast nach Sommerdürre von 1911 |
| 1913 | | | x | x | | extremer Temperatursturz im April | Kälteeinbruch: Laubhölzer reagieren |
| 1918 | x | | (x) | (x) | | Winter sehr kalt: Dezember –19 °C, Januar –17 °C; zweite Maihälfte trocken | Winterfrost limitierend für Tanne Maitrockenheit für Esche limitierend? |
| 1919 | | | x | x | | kurzer Wintereinbruch im Februar –19 °C, ganzer Mai und Juni trocken | Frühjahrstrockenheit eventuell Mastjahr? |
| 1920 | x | | x | x | | Winter sehr mild, Vegetationsperiode normal | Boden im Frühjahr nicht gesättigt |
| 1921 | | | x | x | | Winter sehr trocken, Mai niederschlagsreich | Temperaturstürze |
| 1922 | x | | (x) | x | | heftige Temperaturstürze März/April, Maihitze | Mast, Schädlinge? Weiserjahr auch 1926 |
| 1925 | | | | | | durchschnittliche Witterung, Mai feucht | |
| 1929 | x | x | x | x | | Winter sehr kalt und trocken, Februar –22,7 °C, Temperatursturz im April –6 °C; Vegetationsperiode gut | Winterfrost, eventuell auch Temperatursturz |
| | | | | | | April/Mai extrem trocken und relativ heiss | Frühjahrstrockenheit |
| | | | | | | Spätfrost Mitte Mai, sonst günstiger Verlauf | Vorjahreseinfluss, Mast, Schädlinge? |
| | | | | | | aussergewöhnlich grosse Frühjahrstrockenheit. | keine Weiserjahre |
| 1934 | (x) | (x) | x | x | | kalter Januar –19 °C | nur Tanne: Winterfrost |
| 1935 | | | x | | | Spätfrost im Mai nach längerer kühler Periode | kaum Weiserjahre |
| 1938 | | | | | (x) | Winter eher kalt, Spätfrost Anfang Mai –1 °C. | Spätfrost |
| 1940 | x | | | | | trockener Mai, anfangs kühl, später sehr warm. | Trockenheit (Standortunterschiede) |
| 1941 | | | | | | März/April sehr warm, dann Kälteeinbruch –2 °C | doppelte Wirkung durch Spätfrost |
| 1942 | | | | | | und im Mai wieder sehr hohe Temperaturen | Wasserdefizit bei Laubausbruch Bu, Es |
| 1944 | x | | x | x | | ganze Vegetationsperiode sehr warm und trocken. | |
| 1945 | x | | x | x | | | |
| 1947 | | x | x | x | | | |

| | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|---|-----|--|--|--|
| 1948 | x | x | x | (x) | x | x | nach mildem Winter Kälteeinbruch im Februar; Frühjahr warm und eher trocken | nach mildem Winter Kälteeinbruch im Februar; Frühjahr warm und eher trocken | Vorjahreswirkung und/oder Frühjahrtrockenheit |
| 1949 | (x) | (x) | x | x | | | April sehr warm 26 °C, ab Juni Sommerdürre . . . | April sehr warm 26 °C, ab Juni Sommerdürre . . . | andere Regionen Weiserjahre, hier kaum eventuell Mast ausgelöst durch Hitze 1949 |
| 1951 | | | | | x | | günstige Frühjahrswitterung feucht/warm . . . | günstige Frühjahrswitterung feucht/warm . . . | Frost und Hitze bei Laubaustrieb Es |
| 1953 | x | | | | x | | Spätfrost 10./11. Mai, dann heiss/trocken . . . | Spätfrost 10./11. Mai, dann heiss/trocken . . . | Winterfrost limitierend für Tanne |
| 1956 | x | | | | x | | nach mildem Winter grosse Kälte Februar – 21,6 °C . . . | März/April warm/trocken, dann Spätfrost 8. Mai . . . | Spätfrost behindert Laubaustrieb |
| 1957 | | | | | x | x | März/April warm/trocken, dann Spätfrost 8. Mai . . . | März/April warm/trocken, dann Spätfrost 8. Mai . . . | Böden eventuell schlecht wasser gesättigt |
| 1960 | | | | | x | x | Möglichkeitweise schwacher Spätfrost Anfang Mai . . . | Möglichkeitweise schwacher Spätfrost Anfang Mai . . . | Temperaturschwankungen und/oder Sommer trockenheit |
| 1962 | | x | x | x | x | x | April warm, Kälteeinbrüche im Mai, trockener Sommer . . . | April warm, Kälteeinbrüche im Mai, trockener Sommer . . . | Temperaturschwankungen und/oder Sommer trockenheit |
| 1963 | (x) | | x | x | x | (x) | sehr kalter Winter: Januar – 21,8 °C . . . | sehr kalter Winter: Januar – 21,8 °C . . . | Winterfrost oder Vorjahreswirkung? |
| 1968 | x | | (x) | x | x | x | März/April warm, dann Spätfrost 8. Mai anschliessende Trockenperiode . . . | März/April warm, dann Spätfrost 8. Mai anschliessende Trockenperiode . . . | Temperaturschwankungen, Spätfrost, evtl. Wirkung von Sommer trockenheit 1967 |
| 1971 | (x) | | x | x | x | x | heftiger Temperatursturz im März, Wärmeperiode im April/Mai, ausreichend Niederschläge . . . | heftiger Temperatursturz im März, Wärmeperiode im April/Mai, ausreichend Niederschläge . . . | keine befriedigende Erklärung |
| 1976 | (x) | x | x | x | x | x | trockenes Frühjahr mit starken Temperaturschwankungen, Juni extrem warm/trocken . . . | trockenes Frühjahr mit starken Temperaturschwankungen, Juni extrem warm/trocken . . . | Trockenheit und/oder Temperaturschwankungen |
| 1977 | | (x) | x | x | x | x | warme Periode im März, dann kalter April, aber niederschlagsreiches Frühjahr . . . | warme Periode im März, dann kalter April, aber niederschlagsreiches Frühjahr . . . | evtl. Mast durch Vorjahreswirkung |
| 1979 | | | | | | | starker Spätfrost 5. Mai – 2 °C, vorher kühle Witterungsphase . . . | starker Spätfrost 5. Mai – 2 °C, vorher kühle Witterungsphase . . . | keine Weiserjahre, Vegetationsbeginn möglicherweise verspätet |
| 1981 | x | | | (x) | x | | Frost Ende April, Frühjahr feucht/kühl . . . | Frost Ende April, Frühjahr feucht/kühl . . . | Ursache unklar, eventuell Spätfrost? |
| 1985 | | x | | (x) | | | «Jahrhundertkälte» im Januar . . . | «Jahrhundertkälte» im Januar . . . | keine Reaktion der Tanne |
| 1986 | x | | | x | | | Februar kalt . . . | Februar kalt . . . | keine befriedigende Erklärung |

Signaturen:

- x > 60% der Bäume mit Ereignisjahren
- x 40–60% der Bäume mit Ereignisjahren
- (x) 20–40% der Bäume mit Ereignisjahren

Ta: Tanne; Fi: Fichte; Fö: Föhre; Bu: Buche; Es: Esche.

4.1 Der Bezug zum Standort

4.1.1 Jahrringbreiten-Weiserjahre

In Tabelle 2a bis 2c ist die Intensität der Jahrringbreiten-Weiserjahre in Beziehung zu den Feuchtigkeiten der Standorte und der jährlichen Witterung dargestellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

- Die deutlichen Weiserjahre sind in der Regel an allen Standorten, trockenen und feuchten, vorhanden. Daraus ist zu schliessen, dass jeder Baum optimal an seinen Standort angepasst ist; ein Niederschlagsdefizit wirkt sich beispielsweise in Bäumen an feuchten Standorten mit einem grossen Wasseraumsatz ebenso aus wie in solchen an trockenen Standorten mit einem durchschnittlich geringen Umsatz.
- Die negativen Weiserjahre kommen an Feuchtstandorten besser zum Ausdruck als an trockenen Standorten. Ein geringes Wasserdefizit scheint sich an den feuchten Standorten stärker auszuwirken als an trockenen.
- An Trockenstandorten zeichnen sich die positiven Weiserjahre besser aus. Es ist anzunehmen, dass Bäume an solchen Standorten auch in Normaljahren unter Wassermangel leiden. Wenn dann ein Jahr mit besserer Wasserversorgung auftritt, ist der Baum in der Lage, die kambiale Aktivität drastisch zu erhöhen.

4.1.2 Spätholzbreiten-Weiserjahre

Es ist recht schwierig, die Spätholzbreiten-Ereignisjahre optisch festzustellen, da die Spätholzbreite in Beziehung zur Jahrringbreite gesetzt werden muss. Die Fichten-Spätholzbreiten liefern im vorliegenden Material wenig zusätzliche Informationen. Oft entsprechen sie den Jahrringbreiten-Weiserjahren, zum Beispiel 1929, 1948, 1951, 1962, 1976. Das negative Spätholzweiserjahr des Jahres 1911 wurde durch die Trockenheit im Juli und August verursacht. Bei der Kiefer sind die Spätholzweiserjahre mit Trockenheiten der Monate Juli und August korreliert, zum Beispiel 1911, 1949, 1962. Bäume auf Trockenstandorten reagieren auf solche Ereignisse besonders stark, zum Beispiel Standort 19, mit den Jahren 1904, 1933 und 1952. Die Spätholzbreite der Kiefern scheint wesentlich vom Wasserangebot der Monate Juli und August abhängig zu sein.

4.1.3 Dichteschwankungs-Weiserjahre

Einzig bei der Fichte konnten solche Weiserjahre festgestellt werden; 1934 und 1976. In beiden Fällen wird das Frühholzwachstum von einer Frühsommer-trockenheit vorübergehend verlangsamt. Dabei entstehen englumige, dickwandige Tracheiden, die sich im mikroskopischen Bild als Dichteschwankung äussern.

4.2 Der Bezug zur Baumart

4.2.1 Häufigkeit von Ereignis- und Weiserjahren

Die Häufigkeit der Ereignis- und Weiserjahre ist arttypisch. Wird der Durchschnitt aller, auf allen Bohrkernen festgestellten Ereignisjahre von 1900 bis 1986 berechnet, so ergibt sich folgendes:

Buchen reagieren mit durchschnittlich 35, Kiefern und Tannen mit je 27 Ereignisjahren für diese Zeitperiode. Fichten sind weniger reaktionsfähig und weisen durchschnittlich nur 19 Ereignisjahre auf. In allen Fällen sind etwa gleich viel positive wie negative Ereignisjahre vorhanden. Bei Buchen und Kiefern folgen sich oft zwei Ereignisjahre; bei Fichten und Tannen stehen sie meistens einzeln.

4.2.2 Klimatologische Interpretation der Weiserjahre

Wie aus *Tabelle 3* hervorgeht, ist die Reaktion auf Umwelteinflüsse oft artspezifisch. Es stellt sich die Frage, welche meteorologischen Ereignisse zu welchem Zeitpunkt und wie lange das Wachstum einzelner Arten stark gehemmt oder gefördert haben. Im folgenden werden nur diejenigen Weiserjahre besprochen, die im Untersuchungsgebiet bei mindestens 40% der Bäume auftreten. Wir sind uns bewusst, dass die folgenden Aussagen nur für das untersuchte Gebiet Gültigkeit haben.

Picea abies (n = 99) kursiv = sehr deutliche Weiserjahre

Negative Weiserjahre 1920, 1929, 1948, 1951, 1962, 1976.

Die Fichte weist wenig Weiserjahre auf. Trotz des flachen Wurzelwerkes zeichnen sich typische Trockenjahre wie 1934, 1962, 1976 nur schwach ab. Andeutungsweise kommen auch Temperaturstürze im Frühjahr zum Ausdruck. Das deutlichste Weiserjahr ist 1951; es ist klimatisch nicht zu erklären. Möglicherweise handelt es sich um ein Mastjahr – eine Reaktion auf die Trockenheit vor 1950 – in welchem die meisten Kohlehydrate für Zapfenbildung verwendet wurden.

Positive Weiserjahre 1903, 1927, 1955, 1956. Siehe Erläuterungen bei *Fagus sylvatica*.

Abies alba (n = 21)

Negative Weiserjahre 1907, 1909, 1918, 1922, 1929, 1940, 1948, 1956, 1968, 1981, 1986.

Die Tanne ist normalerweise empfindlich gegenüber Winterfrösten. Negative Weiserjahre treten vor allem in Jahren mit anhaltend tiefen Wintertemperaturen auf (1907, 1918, 1929, 1952). Gegenüber Spätfrösten dagegen scheint sie weniger empfindlich zu sein als die Buche. Nur bei extremen Frühlings- und Frühsommertrockenheiten reagiert die Tanne mit einem Weiserjahr.

Positive Weiserjahre 1916, 1932, 1947 1955, 1972, 1985.

Positive Weiserjahre treten bei kühl-feuchter Witterung im Mai bis Juli auf.

Pinus sylvestris (n = 65)

Negative Weiserjahre 1909, 1921, 1925, 1934, 1935, 1944, 1945, 1963, 1971, 1976.

Die Kiefer weist sehr viele Weiserjahre auf. Frühlings- und Frühsommer-trockenheiten zeichnen sich regelmässig als negative Weiserjahre aus. Nicht auszuschliessen ist eine Spätfrostempfindlichkeit (1909, 1929, 1945).

Positive Weiserjahre 1902, 1915, 1916, 1917, 1926, 1927, 1930, 1932, 1939, 1941, 1946, 1951, 1958, 1967.

Positive Weiserjahre entstehen bei feucht-warmen Verhältnissen im Mai und Juni (Juli). Stark einschränkende oder fördernde Ereignisse haben oft eine entsprechende Nachwirkung im Folgejahr.

Fagus sylvatica (n = 128)

Negative Weiserjahre 1909, 1912, 1913, 1919, 1922, 1929, 1934, 1942, 1945, 1947, 1948, 1950, 1957, 1960, 1962, 1963, 1971, 1976, 1977, 1981.

Die Buche weist sehr viele Weiserjahre auf. Sie sind häufig auf Spätfröste und extreme Temperaturstürze im Frühjahr zurückzuführen, zum Beispiel 1909, 1913, 1922, 1942, 1945, 1957. In der Zeit des Blattaustriebes (Ende April bis Anfang Mai) ist die Physiologie der Buche durch Fröste gefährdet: In einer Warmphase des Frühlings erfolgt die Frostenthärtung und ein darauf folgender Frost schädigt die austreibenden Blattanlagen nachhaltig. Die Buche ist auch empfindlich auf Frühjahrstrockenheit, zum Beispiel 1912, 1919, 1934, 1947, 1948, 1976. Trockenheiten in den Hochsommermonaten beeinträchtigen das Wachstum im Folgejahr (1948, 1950, 1963, 1977).

Positive Weiserjahre 1905, 1916, 1926, 1932, 1939, 1944, 1955, 1958, 1969, 1975.

Wie bei den andern Arten wird das Wachstum insbesondere durch ausgeglichene Temperaturen bei genügend Luft- und Bodenfeuchtigkeit während der Frühsommerzeit gefördert. Eine günstige Sommerwitterung kann ungünstige Bedingungen zu Vegetationsbeginn nicht mehr kompensieren. Im Untersuchungsgebiet spielt die Witterung des Monats Mai eine Schlüsselrolle.

Fraxinus excelsior (n = 24)

Negative Weiserjahre 1913, 1918, 1925, 1926, 1934, 1947, 1948, 1953, 1957, 1960, 1962, 1968, 1975, 1976, 1977, 1982.

Die Esche ist spätfrostempfindlich, reagiert jedoch nur dann, wenn der Frost zur Zeit des Laubausbruches erfolgte (Anfang bis Mitte Mai). Aus diesem Grunde zeichnen sich die relativ früh auftretenden Spätfröste 1909, 1929, 1942 und 1945 nicht ab.

Die Esche ist unempfindlich gegenüber Winterfrösten. So weisen alle anderen Arten im Jahre 1929 nach grosser Winterkälte ein Weiserjahr auf, nicht jedoch die Esche.

Positive Weiserjahre 1916, 1923, 1929, 1932, 1936, 1940, 1951, 1955, 1956, 1963, 1973, 1985.

Die Esche verhält sich ähnlich wie die Buche.

Im Überblick kann festgestellt werden, dass ab dem Jahre 1900 nur gerade drei Weiserjahre bei allen Arten auftreten. Es sind dies zwei Jahre mit langer Frühjahrstrockenheit (1934 und 1976) und das Jahr 1948, das wohl als Reaktion auf die Sommertrockenheit von 1947 zurückgeführt werden muss. Häufig bilden zwei bis drei Arten gleichzeitig Weiserjahre. Zudem weisen alle Arten ihre spezifischen Weiserjahre auf, zum Beispiel:

Tanne: 1907, 1940, 1956. Jahre mit grosser Winterkälte.

Fichte: 1920, 1951. Keine sichere Erklärung.

Kiefer: 1921, 1935, 1944. Meistens Frühsommertrockenheit.

Buche: 1912, 1950. Keine sichere Erklärung, 1942 Spätfrost.

Esche: 1953. Spätfrost.

Von den 87 analysierten Jahren von 1900 bis 1986 weisen 37 eindeutige Weiserjahre auf, jedoch verteilt auf die verschiedenen Arten.

5. Folgerungen

Die vorliegende Untersuchung aus dem schweizerischen Laubwaldgebiet beschränkt sich auf die Erkennung und Interpretation von Extremereignissen, sogenannten Weiserjahren. Sie zeigt, dass in Bäumen der Buchenwaldzone verschiedenartige, kurz- und langzeitig wirkende Faktoren vor und während der Vegetationszeit bei verschiedenen Baumarten an unterschiedlichen Standorten unterschiedliche Reaktionen erzeugen. Wie dargelegt wurde, sind wir vielfach nicht in der Lage, die Weiserjahre ökologisch zu erklären. Um so weniger gelingt es, die sogenannten Normaljahre zu interpretieren. Es liegt deshalb nahe, das Problem mit den auf kontinuierlichen Zeitreihen beruhenden statistischen Methoden zu lösen. Aus biologischer Sicht ergeben sich jedoch vielfach sinnlose Ergebnisse, denn mit diesen Methoden werden Mittelwerte kontinuierlicher Jahrringabfolgen (Chronologien) mit kontinuierlichen monatlichen Temperatur-Mittelwerten und monatlichen Niederschlagssummen in Beziehung gesetzt. Aufgrund unserer Ergebnisse ist dieser Ansatz – zumindest für das Untersuchungsgebiet – abiologisch, denn er berücksichtigt nicht, dass

– in praktisch allen Jahren, in welchen Weiserjahre ausgebildet wurden, ein gewisser Teil einer Population nicht auf ein Ereignis reagiert hat. Die Interpretation von Mittelkurven ist nur dann vollständig, wenn die Anzahl der reagierenden Individuen bekannt ist. Es ist stets zu bedenken, dass in Mittelkurven Signale verlorengehen, die in sensiblen Individuen deutlich vorhanden sind.

- kurz- und langzeitige Ereignisse dieselben Jahrringstrukturen erzeugen; zum Beispiel erzeugt ein Spätfrostereignis einer einzigen Nacht einen ebenso schmalen Jahrring wie eine dreimonatige Trockenheit.
- in kontinuierlichen, auf monatlichen Mittelwerten beruhenden Zeitreihenanalysen kurzfristige und selten auftretende, ökologisch aber sehr wirksame Ereignisse, zum Beispiel Spätfröste, nicht zum Ausdruck kommen.
- der physiologische Zustand der Pflanze, zum Beispiel ein Frosthärtestadium, bei der kontinuierlichen Zeitreihenanalyse nicht berücksichtigt wird.
- biologisch extreme Auswirkungen, zum Beispiel nach Bränden (ein bis mehrere schmale Jahrringe), nach Stürmen (Druckholz), nach Auflichtungen (abrupte Zuwachswechsel), in Mastjahren (negative Weiserjahre) und anderes mehr, im statistischen Vergleich als «noise» oder Ausreisser ausgeschieden werden.

Die auf kontinuierlichen Zeitreihen beruhenden Ergebnisse vermitteln den Eindruck, dass Umwelt Ereignisse einen mit einer Prozentzahl auszudrückenden Einfluss auf das radiale Wachstum gehabt hätten. In Wirklichkeit wirken in einzelnen Jahren einzelne Faktoren in positivem oder negativem Sinne sehr stark. Wie auch *Kienast* 1985 aufgezeigt hat, sind mit solchen Analysen die biologisch wirksamen Umweltfaktoren nicht zu quantifizieren. Einzig bei jahrringanalytischen Datenreihen mit extrem hohem und uniformem klimatologischem Informationsgehalt scheinen derartige Analysen ihre Berechtigung zu haben.

Ein weiteres statistisches Artefakt wird bei der Anwendung verschiedener Ausgleichsfunktionen in die Berechnung eingebracht. Alle Ausgleichsfunktionen beruhen auf ungebrochenen Linien, zum Beispiel negative Exponentialfunktion, Polynom usw. In Wirklichkeit jedoch sind viele, von blossem Auge leicht erkennbare abrupte Zuwachsveränderungen vorhanden, deren Beginn und Ende von grosser ökologischer und physiologischer Bedeutung sind. Mit den erwähnten Ausgleichsfunktionen werden diese im Material eindeutig erkennbaren Merkmale zur Unkenntlichkeit deformiert.

Aufgrund dieser Analysen erscheint es sinnvoll, dass wir in Zukunft alle Anstrengungen unternehmen, um die jahrringanalytischen Ergebnisse den biologischen Gegebenheiten anzupassen:

- Bei der Probenauswahl ist der Art-, Bestandes- und Standortauswahl grosse Bedeutung zuzumessen.
- Bei der Analyse sind bei Individuen alle Merkmale zu erheben, die auf ein jährliches Ereignis hinweisen, zum Beispiel Ereignisjahre und abrupte Zuwachswechsel.
- Bei der Auswertung ist die Häufigkeit der auf ein Ereignis reagierenden Bäume und deren geographische Position zu beachten. Die statistischen Methoden sind den im Material vorhandenen Signalen anzupassen. Die Inter-

pretationen der bisherigen, auf Durchschnittswerten beruhenden Berechnungen (Chronologien, Zeitreihenvergleiche, Ausgleichsfunktionen) sind zu überprüfen.

Résumé

Années caractéristiques en tant qu'indicateurs d'influences extrêmes du milieu

Nous avons analysé des cernes extrêmement étroits, et d'autres très larges (cernes caractéristiques) sur des épicéas, pins sylvestres, hêtres et frênes situés dans des régions très vallonnées du Krauchthal, près de Berne. Ces cernes expriment des facteurs de l'environnement extrêmement limitatifs ou stimulants. Lorsque plusieurs arbres d'un peuplement présentent des cernes caractéristiques synchrones, ces cernes sont qualifiés d'années caractéristiques. Cette distinction est partiellement spécifique à une espèce et/ou à un endroit. Chez toutes les espèces, les années caractéristiques larges se forment généralement durant les mois où la période de végétation se déroule sous un temps frais et humide alors que les années caractéristiques étroites reflètent des événements de courte durée comme les gels hivernaux, les gels tardifs, et autres, ou également les sécheresses relativement longues. Souvent, les conditions climatiques n'expliquent pas l'année caractéristique de manière certaine. Il est dès lors peu vraisemblable que les résultats fondés sur l'analyse de périodes continues soient biologiquement utiles.

Literatur

- Douglass, A. E. (1971): Climatic cycles and Tree-growth. Cramer Lehre. New impression of the work of 1919, 1938 and 1936.*
- Fritts, H. C. (1976): Tree rings and climate. New York, San Francisco. Academic Press, 567 pp.*
- Kienast, F. (1985): Dendroökologische Untersuchungen an Höhenprofilen aus verschiedenen Klimabereichen. Diss. Univ. Zürich. Juris Druck und Verlag, Zürich, 129 Seiten.*
- Lenz, O., Nogler, P., Bräker, O. U. (1988): L'évolution du temps et le dépérissement du Sapin blanc dans la région de Berne. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. 303, Birmensdorf.*
- Schweingruber, F. H., Eckstein, D., Serre-Bachet, F., Bräker, O. U. (1990): Identification, Presentation and Interpretation of Event Years and Pointer Years in Dendrochronology. Dendrochronologia, 8: 9–39.*
- Walter, H., Lieth, H. (1967): Klimadiagramm-Weltatlas. Jena, Fischer.*

Kontaktadresse:

Dr. Fritz Hans Schweingruber
WSL
CH-8903 Birmensdorf

