

PHILOSOPHISCH-HISTORISCHE FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BERN
HISTORISCHES INSTITUT
ABTEILUNG WIRTSCHAFTS-, SOZIAL- UND UMWELTGESCHICHTE (WSU)
PROF. DR. CHRISTIAN PFISTER

*Die phänologischen Beobachtungen aus dem
Schaffhauser Amtsblatt von 1876-1950*

-

*eine zentrale Quelle für die historische Klimatologie
der Schweiz*

**Eine Auswertung der pflanzenphänologischen Aufzeichnungen und ein
Vergleich der Resultate mit historischen Witterungsberichten**

Eine Bachelorarbeit von:

Marcel Rothen
Ried 10
3233 Tschugg BE
032 338 26 14

Matrikel-Nr.: 06-122-345

Ba Major
marcel.rothen@students.unibe.ch

Abgabedatum: 15.06.2009

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1 Erkenntnisleitende Fragestellungen	4
1.2 Forschungsstand	5
1.3 Methodik und Vorgehensweise	6
 2. Die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen von 1876-1950	 8
2.1 Pflanzenphänologische Reihen.....	9
2.2 Tierphänologische Reihen	10
2.3 Klimahistorische Analyse ausgewählter, aussagekräftiger Reihen im Jahreszyklus	11
2.3.1 Februar: Erste Schneeglöckchen	11
2.3.2 März: Erste Blüte Haselstrauch.....	13
2.3.3 April: Erste Kirschblüte	16
2.3.4 Mai: Erste Roggenblüte	19
2.3.5 Juni: Erste Rebenblüte im offenen Rebberg	20
2.3.6 Juli: Beginn der Roggenernte	22
2.3.7 August: Erste Traubenverfärbung der Sorte „Blauburgunder“	24
2.3.8 Oktober: Beginn der Weinlese	26
2.4 Weitere ausgewertete Reihen	29
2.4.1 Phänologische Reihen	29
2.4.1.1 Erste Belaubung und erste Blüte der Rosskastanie.....	29
2.4.1.2 Erste Weizenblüte	32
2.4.1.3 Erste Traubenverfärbung der Sorte „Aeugstler“	34
2.4.2 Ernte- Reihen	36
2.4.2.1 Kornerte	36
2.4.2.2 Weizenernte.....	38
2.4.2.3 Sommergerstenernte	40
2.4.2.4 Wintergerstenernte	41
2.4.2.5 Heuernte	42
2.5 Nicht ausgewertete Reihen mit langer Beobachtungsperiode	44
2.6 Extreme Monate	44
 3. Schlussfolgerungen und Ausblick	 47
 4. Bibliographie und Quellenverzeichnis	 50
 5. Anhang	 52

1. Einleitung

Die Phänologie, das Wort stammt aus den griechischen Begriffen „phainesthai“ = „erscheinen“ und „logos“ = „Lehre“, ist die Lehre von den jahreszeitlichen Entwicklungsvorgängen bei Pflanzen und Tieren, die weitgehend von Witterung und Klima, aber teilweise auch von weiteren Einflussfaktoren, wie Bodenfauna, Nährstoffangebot, Exposition und Höhenlage, Schädlingen, Konkurrenz, Krankheiten und anthropogenen Einflüssen bestimmt werden.¹ Phänologische Phasen sind jedoch in ihrer Gesamtheit vom Witterungsverlauf, also von Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlagsmenge, abhängig und präsentieren sich daher als „lebende Instrumente, die uns das Grossklima zeigen“.² Weil die Beobachtung phänologischer Phasen bereits eine sehr alte Tradition besitzt, die mitunter bis in die Antike zurückreicht,³ eignen sich Aufzeichnungen phänologischer Beobachtungen hervorragend zur Rekonstruktion von Witterung und Klima, insbesondere für die vorinstrumentelle und frühinstrumentelle Zeit vor dem 20. Jahrhundert. Sie dienen dabei zur Ergänzung und Kalibrierung von anderen Angaben über das vergangene Klima aus historischen Dokumenten aller Art, weshalb sie für die historische Klimatologie eine der zentralen Quellen darstellen.

In diesen frühinstrumentellen Kontext des ausgehenden 19. und des beginnenden 20. Jahrhunderts gehören auch die „Schaffhauser Witterungsbeobachtungen“ von 1876-1950. Sie haben für die historische Klimatologie der Schweiz einen besonders entscheidenden Charakter, da sie einerseits instrumentelle Messungen beinhalten, deren Daten ins Netzwerk der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt flossen, andererseits weil sie für die gesamte Periode trotz Messungen auch phänologische Beobachtungen integrieren und so einige sehr lange Beobachtungsreihen von phänologischen Phasen für die Nachwelt bereit stellen. Damit können Witterung und Klima ab den 1870er- Jahren bis zur standardisierten und professionalisierten Wetter- und Klimaforschung ab den 1950er- Jahren gleich doppelt gesichert rekonstruiert werden, was neben Rückschlüssen auf die monatliche Witterung auch langfristige Trends und somit Rückschlüsse auf den Klimaverlauf in der Schweiz zulässt.

¹ Jochem Nietzold: Phänologie. Vom Rhythmus des Zeitleibes der Pflanzen im Jahresverlauf. Stuttgart 1993, S. 49 und Robert Brügger/ Astrid Vasella: Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. Anleitung für phänologische Beobachtungen. Bern 2003, S. 19.

² Christian Pfister: Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen. Bern 1999, S. 39.

³ This Rutishauser: Historical Phenology- Plant Phenological Reconstructions and climate Sensitivity in Northern Switzerland. Bern 2007, S. 4.

Dadurch positioniert sich diese Arbeit wohl oder übel direkt im Klimadiskurs, der seinerseits vom Diskurs über den anthropogen mit verursachten Klimawandel dominiert wird. Nach *Begert et al.* (2005) änderte sich laut Trendanalyse die durchschnittliche Temperatur im Schweizer Mittelland zwischen 1864 und 2000 um eine Zunahme von rund 1°C/100 Jahre, was der Klimawandeltheorie auch für die Schweiz neuen Vorschub gab. Da die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen in ebenjenem Zeitraum aufgezeichnet wurden, muss auch dieser Aspekt einer einsetzenden Klimaerwärmung bei der Untersuchung berücksichtigt werden.

Die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen wurden allerdings in ihrer Gesamtheit noch nie gesondert untersucht und vollumfänglich ausgewertet, was die vorliegende Arbeit nun ändern soll: Sie stellt erstens die phänologischen Aufzeichnungen der Schaffhauser Witterungsbeobachtungen als historische Quelle vor, zweitens wird die Bandbreite der Beobachtungen insgesamt skizziert, drittens exemplarische Untersuchungen von langen phänologischen Reihen präsentiert und viertens auf noch unerforschtes Potenzial hingewiesen. Was die vorliegende Arbeit keinesfalls bieten will, sind durchschlagend neue, revolutionäre Erkenntnisse im Bereich der Klimarekonstruktion mithilfe phänologischer Daten. Vielmehr erzielt diese Arbeit eine Bestätigung der Klimaentwicklung in der Untersuchungsperiode durch die Pflanzenentwicklung, ohne allerdings die Untersuchung auf eine vorgefasste Leitthese festzusetzen.

1.1 Erkenntnisleitende Fragestellungen

Der Arbeit zugrunde liegen hernach folgende drei Fragestellungen, nach denen die ab Kap. 2.3 beginnende Untersuchung ausgerichtet ist:

- *Welche phänologischen Pflanzenphasenreihen aus den Schaffhauser Witterungsbeobachtungen eignen sich am besten für eine Darstellung des monatlichen Witterungsverlaufs im Raum Schaffhausen während der Beobachtungsperiode von 1876-1950, wenn für den gesamten Jahresverlauf je eine repräsentative phänologische Phase gewählt werden möchte?*

Als erster Schritt sollen aus allen vorhandenen phänologischen Beobachtungsreihen die datenmässig ergiebigsten Reihen pro Erscheinungsmonat der Pänophase begründet ausgewählt werden. Jene Auswahl an phänologischen Reihen soll anschliessend klimahistorisch genauer betrachtet werden.

- *Stimmen grössere Abweichungen von den Mittelwerten der phänologischen Phasen mit dem tatsächlichen Witterungsverlauf überein und wie aussagekräftig sind die ausgewählten phänologischen Phasen daher als Proxy für die Temperaturen der vorangehenden Monate?*

Mit diesen beiden miteinander zusammenhängenden Fragen soll geklärt werden, wie stark die ausgewählten phänologischen Reihen mit der vorangegangenen Witterung korreliert ist und wie verlässlich sie sich daher für eine Witterungsrekonstruktion verwenden lassen. Dazu werden die Ergebnisse der Darstellung der phänologischen Daten mit klimahistorischen Quellen verglichen. Das Augenmerk liegt dabei auf der Übereinstimmung respektive Nichtübereinstimmung der von den Mittelwerten abweichenden Peaks mit Witterungsberichten über die Witterung der Alpennordseite. Wenn also eine phänologische Phase zu einem ausserordentlichen Zeitpunkt eintritt, soll geprüft werden, ob davor tatsächlich eine anormale Witterung verzeichnet werden konnte oder nicht. Ist dies abgeklärt, so beantwortet der resultierende Übereinstimmungsgrad die Frage nach der Aussagekraft der phänologischen Reihe als Indikator für den vorangegangenen Witterungsverlauf.

- *Lassen die phänologischen Reihen für die Beobachtungsperiode von 1876-1950 bereits Rückschlüsse auf klimatische Veränderungen zu?*

Falls möglich, sollen die ausgewählten phänologischen Reihen in einem letzten Schritt auf mögliche Trends untersucht werden, die auf Änderungen oder Schwankungen des Klimas allgemein hinweisen könnten.

1.2 Forschungsstand

Klimaforschung durch phänologische Auswertungen wird im deutschsprachigen Raum bereits seit den 1950er-Jahren (*Schnelle: 1955, Lauscher: 1980; 1986, Pfister: 1984*) betrieben, doch hat gerade die Phänologieforschung in den letzten Jahren einen unglaublichen Boom erlebt, so dass ein Überblick rasch schwierig wird. Glücklicherweise beschäftigten sich in den letzten beiden Jahren am Geographischen Institut in Bern (GIUB) bei der Gruppe Klimatologie und Meteorologie gleich mehrere Diplom- und Doktorats-Arbeiten (*Graf: 2007, Kottmann: 2008, Meier: 2007, Rutishauser: 2003, 2007*) mit pflanzenphänologischen Klimarekonstruktionen für die Schweiz. Zur Pflanzenphänologie allgemein hat nach wie vor das Standardwerk von *Schnelle (1955)* Gültigkeit, aber auch die Werke von *Seyfert (1960)*, *Nietzold (1993)* und

Schwartz (2003) liefern grundlegende Erkenntnisse, wobei letztgenanntes Buch einen stark interdisziplinären, internationalen Fokus aufweist. Für die Schweiz ist die *Pflanzenphänologie der Schweiz* von *Defila* (1991) das wohl wichtigste Werk. Speziell für die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen ist das Buch *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860* von *Pfister* (1984) der zentrale Bezugspunkt, da hier die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen erstmals ausführlich beschrieben und einzelne phänologische Phasen daraus analysiert wurden. Es wird deshalb kaum erstaunlich sein, wenn in der Folge der Arbeit vorwiegend auf dieses Werk Rückgriff genommen wird.

1.3 Methodik und Vorgehensweise

Da die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen bislang nirgendwo vollumfänglich untersucht wurden, sondern bloss einzelne ausgewertete phänologische Reihen daraus verfügbar waren, drängte sich als erstes die Schaffung einer kompletten **Übersicht über alle in den Witterungsbeobachtungen erfassten phänologischen Erscheinungen** auf. Danach wurden in einer ersten Selektion für die erste Fragestellung die beobachtungsreichhaltigsten phänologischen Reihen von den Übrigen abgesondert und in einem zweiten Schritt wurde eine Auswahl der Selektion für die Schaffung eines repräsentativen Jahreszyklus⁴ bestimmt, wobei nicht für alle Monate, insbesondere nicht für die Herbstmonate, eine passende phänologische Reihe gefunden werden konnte. Um in der Phänologie quantitativ verwertbare Reihen zu bilden, mussten von einer einzelnen Pflanzenphase **mindestens 15 aufeinanderfolgende Beobachtungen** vorhanden sein, damit überhaupt generalisierende Aussagen über das Verhalten der beobachteten Pflanzen bei wechselnder Witterung gemacht und repräsentative Mittelwerte errechnet werden konnten.⁴ Daher reduzierte sich die Auswahlmöglichkeit an auszuwertenden Reihen auf ca. drei Dutzend. Die engere Auswahl aus diesen drei Dutzend Reihen, zusätzlich ergänzt durch die Getreideerntebeobachtungsreihen, um deren Darstellung Herr O. Wetter für eine weiterführende Arbeit bat, wurde nun eingehender **betrachtet. Dazu mussten zuerst die noch „rohen“ Beobachtungsdaten in Jahrestage (Days of Year; DoY) umgerechnet** und danach perioden-

⁴ Nach *Schnelle* (1950, S. 156), zitiert in: Christian Pfister: *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860. Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*. Bern 1984, S. 81.

fremde Beobachtungen herausgefiltert werden.⁵ Dann wurden als statistische Mass-einheiten die spezifischen Mittelwerte und die Standardabweichungen pro Beobach-tungsstation sowie Minimal- und Maximalwerte notiert. Auf eine ausführlichere statis-tische Analyse mit multiplen Regressionsverfahren und Berechnungen der Korrelati-onskoeffizienten wurde allerdings verzichtet, um den Überblickscharakter der Arbeit beizubehalten. Nun wurden die ausgewählten Stationsdaten graphisch visualisiert, einzelne Lücken teilweise durch Daten der Nachbarstationen interpoliert und die Mi-nimal- resp. Maximalwerte der Reihen anschliessend zur Interpretation mit histori-schen Quellen, vorwiegend den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (SMZA), für die Beantwortung der zweiten Fragestellung, quervergli-chen. Als repräsentative Basisstation zur Bildung der phänologischen Reihen wurde die Beobachtungsstation Unter-Hallau⁶ (450m.ü.M) ausgewählt, aus Gründen, die im folgenden Kap. 2 noch ausgeführt werden.

Auf eine mögliche Integration der untersuchten Reihen in phänologische Beobach-tungsreihen der SMZA ab 1951 oder auf Quervergleiche mit älteren phänologischen Beobachtungen wurde zwar verzichtet, wo solche Anschlussmöglichkeiten aber ge-geben wären, wurde für weiterführende Forschungsinteressierte darauf hingewiesen. Ein methodisches Problem, das im Umgang mit schriftlichen historischen Quellen immer wieder auftauchte, war dasjenige der Fehlerhaftigkeit der Beobachter selbst. Dies will heissen, dass es sehr wohl möglich sein konnte, dass sich Fehler in die No-tizen der Beobachter einschlichen, gerade wenn es um Datumsangaben ging. Eine weitere Fehlerquelle, die allgemein nicht ganz ausgeschlossen werden durfte, waren Fehler beim Abdruck der beobachteten Daten durch die verantwortliche Druckerei. Einige seltsam anmutende Notierungen könnten daher möglicherweise ihren Ur-sprung in einer dieser beiden Fehlerquellen haben.

Auch wenn es die vorgestellte und verwendete Literatur sowie der Themeneinstieg nicht auf den ersten Blick vermuten lassen, so handelt es sich bei der vorliegenden Arbeit dennoch um eine deduktiv-hermeneutisch vorgehende historische Untersu-chung- zwar mit interdisziplinärem Ansatz, keineswegs aber um eine rein empirisch-induktive naturwissenschaftliche Arbeit.

⁵ Schaltjahre wurden beim Übertragen der notierten phänologischen Daten in Jahrestage (DoY) be-rücksichtigt.

⁶ Die Ortschaft heisst seit 1934 nur noch „Hallau“. Für die vorliegende Arbeit wurde aber zur besseren Verständlichkeit durchgehend der alte Ortsname verwendet. Eidg. Departement des Innern (Hg.): ISOS Kanton Schaffhausen. Ortsbilder von nationaler Bedeutung. Bern 1986, S. 103.

2. Die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen von 1876-1950

Die ab Januar 1876 bis Dezember 1950 in der Beilage zum wöchentlich erscheinenden Amtsblatt für den Kanton Schaffhausen publizierten monatlichen Witterungsbeobachtungen enthielten nebst einer tabellarischen Übersicht mit gemessenen Temperaturen, Barometerwerten, Niederschlagsmengen, Bewölkungsgrad, Windrichtungsangaben und Witterungsbemerkungen auch eine Rubrik mit dem Titel „Periodische Erscheinungen“, wo phänologische Beobachtungen des jeweiligen Monats registriert wurden. Begründet wurde dieser Abdruck von Witterungsdaten in einem kantonalen Amtsblatt im Jahr 1868 folgendermassen: „Um eine zuverlässige Übersicht über die klimatischen Verhältnisse des Kantons Schaffhausen zu gewinnen, wird beschlossen, aus den von der Schweiz.[erischen] Meteorologischen Kommission seit 3 Jahren publizierten [sic] Beobachtungen die den Kanton Schaffhausen betreffenden Tabellen zusammenzustellen und zu veröffentlichen[...]“⁷. In den „periodischen Erscheinungen“ fanden sich neben pflanzenphänologischen Beobachtungen auch tierphänologische Angaben, astronomische Besonderheiten und Erdbeben verzeichnet. Auf die pflanzen- und tierphänologischen Beobachtungen wird ab Kap. 2.1 näher eingegangen. Über 100 Pflanzenarten und rund ein Dutzend Tierbewegungen fanden hernach während den 74 Beobachtungsjahren Eingang in die Witterungsbeobachtungen. Beobachtet wurde bei drei Stationen, nämlich in Schaffhausen/Emmersberg (440m.ü.M), Lohn (640m.ü.M) und Unter-Hallau (450m.ü.M).⁸ Die Station Unter-Hallau wurde aber erst 1886 „in Betrieb“ genommen. Damit wurden phänologische Daten für fast die gesamte Höhenstufe des Mittellandes, nämlich für die Höhenlage von ca. 400m.ü.M bis ca. 600m.ü.M, gesammelt. Zudem knüpften die Schaffhauser Beobachter, ob bewusst oder unbewusst, an eine bereits lange andauernde Tradition von Witterungsbeobachtungen in Schaffhausen wieder an, welche von einzelnen Schaffhauser Familien bereits im 16. Jahrhundert initiiert worden war.⁹ Über die Beobachter persönlich liessen sich jedoch keine weiteren Rückschlüsse auf deren Motivation zur Festhaltung des Naturgeschehens finden.¹⁰

⁷ Amtsblatt des Kantons Schaffhausen (Amtsblatt SH): Beilage Nr. 3, 1868, S. 11. Weshalb es effektiv bis 1876 dauerte, bis die ersten Witterungsbeobachtungen gedruckt wurden, blieb schleierhaft.

⁸ Der Emmersberg befindet sich östlich des Munot-Turms auf 438m.ü.M, das Dorf Lohn liegt zwischen 630 und 640m.ü.M auf einer Hügelkuppe und das Dorf Unter-Hallau ist mit Südostexposition auf 420 bis 450m.ü.M gelegen. Topographischer Atlas der Schweiz 1870-1949, Karten 15, 44, 47.

⁹ Pfister: 1984, S. 81.

¹⁰ Eine lückenlose Übersicht der Namen der Beobachter findet sich im Anhang 1.

Wissenschaftsgeschichtlich waren die Schaffhauser phänologischen Beobachtungen zwar keine Rarität in dem Sinne, dass für diesen Zeitraum in der Schweiz nur gerade hier phänologische Ereignisse festgehalten wurden, doch fanden sich gesamtschweizerisch bloss zwei phänologische Beobachtungsreihen, die eine noch längere Kontinuität aufweisen konnten: Die Beobachtungen der Rosskastanie ab 1808 bis heute in Genf und die Kirschblütenbeobachtungen in Liestal ab 1894 bis heute.¹¹ In der Fülle an phänologischen Beobachtungen waren die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen allerdings während ihres Zeitabschnitts für die Schweiz wohl einzigartig.

2.1 Pflanzenphänologische Reihen

Insgesamt konnten in den Schaffhauser Witterungsbeobachtungen 51 phänologische Erscheinungen von Kultur- und Wildpflanzen gezählt werden, die mindestens 10 Beobachtungen erhielten, sowie eine ungezählte Mehrzahl an Einzelbeobachtungen. Diese Fülle an phänologischen Beobachtungen verdeutlicht bereits den Eifer der Beobachter, einen möglichst differenzierten Zustand der Natur für spätere Betrachtungen festzuhalten. Jener Eifer schien gerade bei den ersten Beobachtern in den ersten Jahren sehr gross gewesen zu sein, da die meisten der nicht gezählten Einzelbeobachtungen in den Jahren 1876 bis 1880 notiert wurden. Danach bildete sich eine Art Standardisierung heraus, wobei rund zwei Dutzend Pflanzen sehr regelmässig, andere Pflanzen nur noch sporadisch beobachtet wurden. Der „Kanon“ an zu beobachtenden Pflanzen konnte allerdings nicht klar definiert gewesen sein, denn neben den rund zwei Dutzend fast durchgehend beobachteten Pflanzen kamen immer wieder neue hinzu, während ältere Reihen plötzlich abbrachen. Dies hing wohl auch mit den Präferenzen der einzelnen Beobachter zusammen, die sich natürlich ebenfalls im Laufe der Zeit ablösten. Die Bandbreite an phänologischen Beobachtungen insgesamt nahm jedoch ab den 1910er- Jahren kontinuierlich ab, zudem verschoben sich immer mehr Beobachtungen ausschliesslich auf die Station Unter-Hallau, während die Beobachter der beiden anderen Stationen Lohn und Schaffhausen immer seltener phänologische Erscheinungen notierten. Aus diesem Grund empfahl sich die Station Unter-Hallau in der nachfolgenden Untersuchung als repräsentativ.

¹¹ Eine ausführlichere Besprechung der Rosskastanienbeobachtungen erfolgt im Kap. 2.4.1.1 und die Referenz für die Kirschblüte in Liestal folgt in Kap. 2.3.3.

tiven Standort, weil hier neben der grössten Datendichte auch die höchste Kontinuität in den Beobachtungen festgestellt werden konnte.

Zu den **regelmässig beobachteten Erscheinungen von Kulturpflanzen** gehörten zum einen die ersten Blütenaustriebe von Obstbäumen (Kirsch-, Apfel-, Birnen-, Zwetschen-, Pflaumen-, Pfirsich- und Aprikosenbaum), dann die Blüte, Ährenbildung und Reife des Getreides (Winter-Roggen (*Secale cereale*), Winter-Weizen (*Triticum aestivum*), Korn/Dinkel (*Triticum spelta*), Sommergerste und Wintergerste (*Hordeum vulgare*))¹² und abschliessend der Zustand der Weinreben (*Vitis vitifera*) mit Blüte, Traubenverfärbung und Weinlese. Nur sporadisch genannte oder in einem sehr kleinen Zeitraum beobachtete Kulturpflanzen waren der Hafer, die Kartoffel, die Himbeere und die Erdbeere.

An Wildpflanzen wurden das Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*), das Märzglöckchen (*Leucojum vernalis*), der Haselstrauch (*Corylus avellana*), das Leberblümchen (*Anemone hepatica*) sowie die Blüte und die Blättentfaltung der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) während der gesamten Untersuchungsperiode regelmässig notiert. Alle anderen Wildpflanzen konnten keine durchgehende Beobachtungskontinuität aufweisen. In der Tabelle im Anhang 2 sind sie aber teilweise aufgelistet.

2.2 Tierphänologische Reihen

Neben den Witterungs- und Pflanzenbeobachtungen erfassten die Beobachter der drei Stationen auch die markantesten regelmässigen Tierbewegungen, wobei zweifellos das Erscheinen und das Verschwinden der Zugvögel die faszinierendsten Phänomene darstellten. So wurde gleich von Beginn weg der Aufzeichnungen ab 1876 von zwei Zugvogelarten, den Schwalben und den Staren, die Daten ihres jeweiligen ersten Erscheinens und ihres Aufbruchs in südlichere Gefilde notiert. Ab 1911 bis 1928 nistete zudem ein Storchpaar auf dem Schulhausdach von Unter-Hallau, so dass auch deren Erscheinen und Verschwinden während dieser Periode aufgezeichnet werden konnte.

Allerdings wurden nicht nur Zugvögel registriert, sondern auch andere Vogelarten, die im Volksmund oft als Frühlingsboten wahrgenommen wurden. So notierten die Beobachter aller Stationen schon seit 1864 bis 1931 den ersten vernommenen Ku-

¹² Alle in dieser Arbeit verwendeten lateinischen Pflanzennamen sind allesamt dem botanischen Standardwerk von Konrad Lauber/ Gerhart Wagner: *Flora Helvetica*. 3. Aufl., Bern 2001, entnommen.

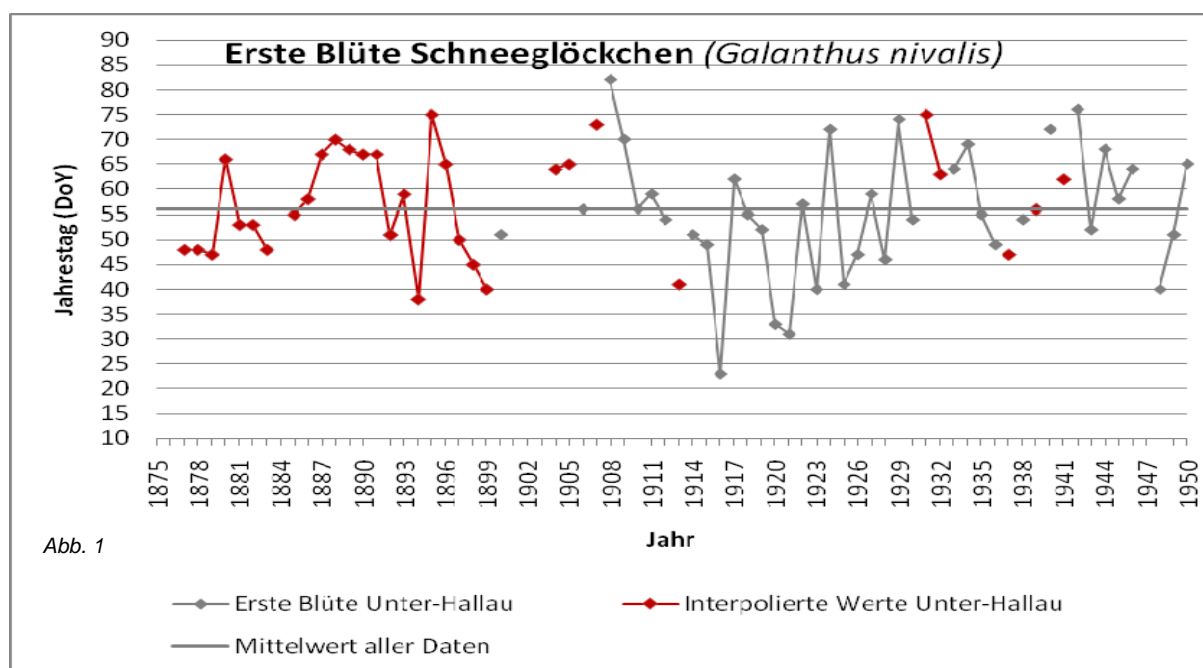
ckucksruf in der Umgebung ihrer Station, von 1906 bis 1939 zusätzlich in Schaffhausen den ersten Buchfinkenruf und ab 1911, ebenfalls in Schaffhausen, den ersten Ruf der Amsel. Als weiterer typischer Frühlingsbote fand der Frosch Eingang in die Witterungsbeobachtungen, in welchen zwischen 1865 und 1924 in unregelmässiger Folge das jeweils erste hörbare Froschquaken niedergeschrieben wurde. Weitere Tiere, die jedoch nur kurze Zeit regelmässig beobachtet wurden, waren die ersten singenden Lerchen, die ersten Bienen, die ersten Maikäfer und die ersten Schmetterlinge. Von all diesen Tieren waren die Datenmengen aber zu klein, um daraus eigene auswertbare Reihen zu bilden. Klares Potenzial für eine solche Auswertung hätten hingegen die erstgenannten Reihen über die Zugvögel, insbesondere jene der Schwalben, geboten, welche insgesamt 122 (erste Ankunft) und 100 Beobachtungen (Aufbruch) vorweisen konnten, wobei nur wenige Jahre der gesamten Periode von 1876 bis 1950 fehlten. Auf eine solche Auswertung, so hochinteressant sie auch wäre, musste hier jedoch verzichtet werden, um den strukturellen und thematischen Rahmen der Arbeit einhalten zu können. Für eine kleinere oder weiterführende tierphänologische Untersuchung böten sich die Schaffhauser Witterungsberichte daher aber weiterhin an.

2.3 Klimahistorische Analyse ausgewählter, aussagekräftiger Reihen im Jahreszyklus

2.3.1 Februar: Erste Schneeglöckchen

Als Indikator für den Temperaturverlauf im Januar und Februar bot sich aus den Schaffhauser Beobachtungen am ehesten das Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*) an. Zwar wurde auch das ungefähr gleichzeitig blühende Märzglöckchen (*Leucojum vernum*) regelmässig notiert, doch waren die Angaben zu den Schneeglöckchen homogener auf die Station Unter-Hallau verteilt und das Schneeglöckchen wies insgesamt mehr Beobachtungen auf. Die Beobachter notierten sich jeweils den Tag der ersten gesichteten blühenden Schneeglöckchen in der Umgebung ihrer Station. Die Datenerhebung wies allerdings eine potentielle Fehlerquelle auf, da die Beobachter teilweise ungenau zwischen dem Schneeglöckchen und dem Märzglöckchen unterschieden, da sie das Märzglöckchen oft als „Grosses Schneeglöckchen“ bezeichneten oder nicht immer die korrekten botanischen Namen in Klammern anfügten und beispielsweise „Schneeglöckchen (*Leucojum vernum*)“ notierten. Die vorliegenden

Daten wurden soweit möglich quellenkritisch interpretiert, doch konnten Fehler nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Da erst ab 1900 in Unter-Hallau die Schneeglöckchenblüte registriert wurde, mussten die fehlenden Jahre aus den beiden anderen Stationen interpoliert werden. Weil die Blütedaten der Station Schaffhausen während der Zeit von 1900 bis 1940 nahezu identisch mit jenen von Unter-Hallau waren und auch die berechneten Mittelwerte sowie die Standardabweichungen bei beiden Stationen fast exakt übereinstimmten, wurden für die Periode vor 1900 die Daten aus der Station Schaffhausen unverändert übernommen, jedoch in der Graphik als „interpolierte Werte“ farblich klar hervorgehoben. Lücken wies die Reihe nur für die Jahre 1876, 1884, 1901, 1902, 1903 und 1947 auf, wo bei keiner Station die erste Schneeglöckchenblüte notiert wurde, so dass auch nicht interpoliert werden konnte.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung ¹³
Erste Blüte Unter-Hallau	38	56	13 (12.80)
Interpolierte Werte	31	58	11 (10.68)

Der durchschnittliche erste Tag der Schneeglöckchenblüte war während der Beobachtungsperiode der 56. DoY, der 25. Februar, bei einer relativ grossen Standardabweichung von fast 13 Tagen. Ein absolutes Früh-Extremjahr war das Jahr 1916, wo die ersten blühenden Schneeglöckchen bei der Station Schaffhausen bereits am 7. Januar entdeckt wurden, in Unter-Hallau schon am 23. Januar.¹⁴ Weitere sehr frühe Jahre, nach Abzug der Standardabweichung vom Mittelwert, waren 1894, 1899,

¹³ In Klammern immer die nicht gerundete Standardabweichung.

¹⁴ Amtsblatt SH: Nr. 6, 1916, S. 171-172.

1913, 1920, 1921, 1923, 1925 und 1948. In den Monatsberichten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (SMZA) für den Januar und Februar 1894 konnten keine aussergewöhnlichen Warmperioden gefunden und damit keine Erklärung für das frühe Blühen gegeben werden. Anders war dies im Jahr 1899 möglich, wo die SMZA einen milden Februar bestätigte.¹⁵ 1913 herrschte laut der SMZA ein „viel zu warmer“ Januar, 1916 war sowohl im Januar wie Februar milde Witterung vorherrschend, dasselbe gilt für 1920.¹⁶ Der Januar 1921 wurde als „wärmster Januar, soweit unsere offiziellen Beobachtungen [bis 1864] zurückreichen“¹⁷ deklariert. Auch 1923 und 1925 war der Januar tatsächlich „wärmer als normal“.¹⁸ Der Januar und die erste Hälfte des Februars 1948 zeichneten sich schliesslich ebenfalls durch zu hohe Durchschnittstemperaturen aus.¹⁹ Mutmasslich eher zu kalte Monate Januar und Februar ergaben sich aus den Schneeglöckchen-Blühdaten für die Jahre 1888, 1895, 1908, 1909, 1924, 1929, 1931, 1940 und 1942. Dies stimmte für die Jahre 1888, 1895, 1908, 1909, 1929 und 1942 auch exakt überein.²⁰ In den beiden Jahren 1924 und 1931 war hingegen nur der Februar überdurchschnittlich kalt, während 1940 bloss der Januar sehr kühl war.²¹ Aus diesen Resultaten liess sich daher vermuten, dass für den Blütebeginn der Schneeglöckchen sowohl die Temperaturen des Januars wie des Februars entscheidend waren. Die Übereinstimmung zwischen Blütebeginn und der vorangegangenen Witterung war jedenfalls sehr hoch.

2.3.2 März: Erste Blüte Haselstrauch

Im Hinblick auf die Möglichkeit einer späteren Weiterführung durch SMZA-Daten ab 1970 wurde für den Monat März die phänologische Reihe der ersten beobachteten Haselblüten (*Corylus avellana*) ausgewählt, wenngleich es sich dabei nicht um eine konstant im März blühende Pflanze handelte. Von anderen im Raum Schaffhausen registrierten und ausschliesslich im März blühenden Pflanzen waren die vorhandenen Datenmengen aber entweder zu klein oder zu stark zeitlich und zwischen den drei Stationen gestreut. Die Haselblüte bildete jedoch neben dem Schneeglöckchen

¹⁵ Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (ASMZ): 1899, S. 78.

¹⁶ ASMZ: 1913, S. 1; 1916, S. 1-2; 1920, S. 1.

¹⁷ ASMZ: 1921, S. 1.

¹⁸ ASMZ: 1923, S. 1; 1925, S. 5.

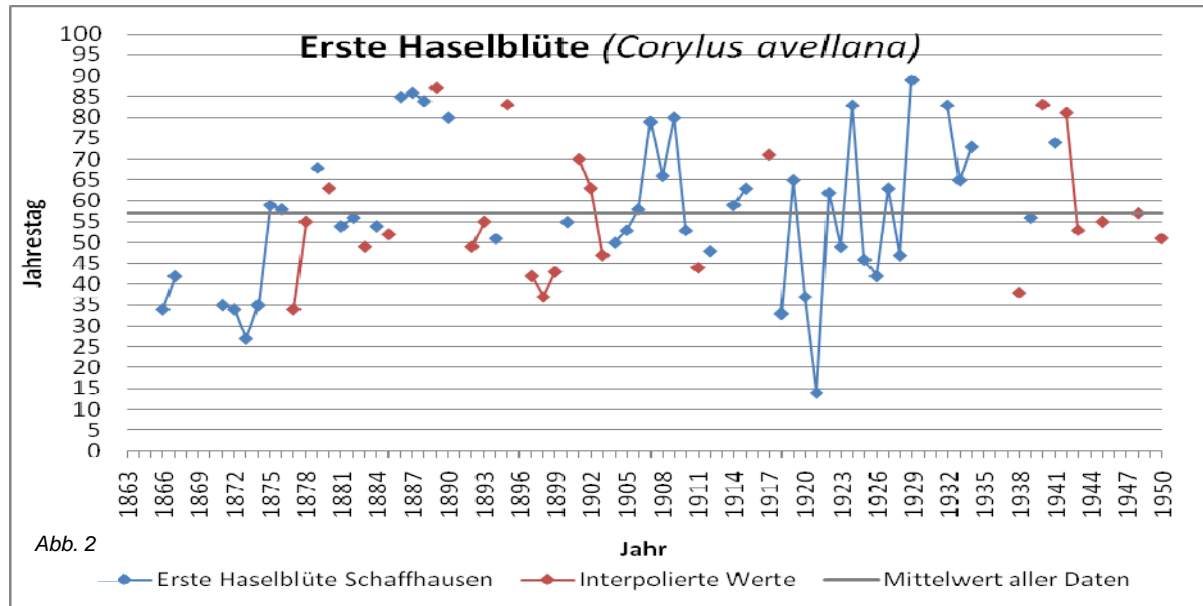
¹⁹ ASMZ: 1948, S. 2-3.

²⁰ ASMZ: 1895, S. 62-83; 1929, S. 2-3; 1942, S. 2-3; Schweizerische Blätter für Gesundheitspflege (SBG): 1888, S. 98; Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen (SZF): Monatsberichte 1908 und 1909, S. 53-54.

²¹ ASMZ: 1924, S. 1-2; 1931, S. 1-2; 1940.

ein in der Phänologie schon lange beobachteter Indikator für den Beginn des Vorfrühlings.²²

Für die erste Haselblüte ergaben sich insgesamt 106 Beobachtungen für den Zeitraum von 1866 bis 1950, wovon 45 Beobachtungen auf die Station Schaffhausen, 33 auf die Station Lohn und 28 auf die Station Unter-Hallau fielen. Weil somit die Station Schaffhausen am meisten Beobachtungen vorweisen konnte und zudem die beobachteten Werte in Unter-Hallau teilweise zeitlich grosse Lücken aufwiesen, wurde bei der Bildung der vorliegenden Reihe ausnahmsweise der Station Schaffhausen der Vorzug gegeben. Die fehlenden Werte in der Schaffhauser Stationsreihe wurden durch Interpolationen aus den beiden anderen Stationen ergänzt, wobei für die Station Lohn die Subtraktion eines Höhengradienten von 2.3 Tagen/100m berücksichtigt wurde. Interpolierten Werten aus der Station Unter-Hallau wurde ferner 1 Tag hinzu addiert, um den Expositions- und Topographieeffekt auszugleichen.²³ Die interpolierten Werte wurden wiederum rot ausgewiesen, wobei diese allerdings nicht noch zusätzlich nach deren Herkunftsstation differenziert wurden. Nach der Interpolation fehlten der Reihe weiterhin die Jahre 1868-1870, 1891, 1896, 1913, 1916, 1930, 1931, 1935-1937, 1944, 1946, 1947 und 1949.



²² Fritz Schnelle: Pflanzen-Phänologie. Leipzig 1955, S. 112. Nach *Schnelle* beinhaltet das Kalenderjahr 9 phänologische Hauptphasen, nämlich: Vorfrühling, Erstfrühling, Vollfrühling, Fröhsommer, Hochsommer, Spätsommer, Frühherbst, Vollherbst und Spätherbst.

²³ Rund 1 Tag Differenz ergab sich aus den Mittelwerten von Schaffhausen (57. DoY) und Unter-Hallau (56. DoY). Weil beide Stationen auf der ungefähr gleichen Meereshöhe liegen, muss die Topographie und die Exposition des unklaren Beobachtungsstandorts den Unterschied bewirkt haben. Der Höhengradient zwischen Lohn und Schaffhausen errechnete sich aus der Differenz der Mittelwerte von Lohn (61.61) und Schaffhausen (57.49) = 4.1 Tage/180m.

Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Erste Haselblüte Schaffhausen	45	57	18 (17.81)
Interpolierte Werte	24	57	14 (14.25)

Das mittlere erste Blühdatum des Haselstrauchs errechnete sich auf den 26. Februar (57. DoY), wobei die Haselblüte allerdings eine sehr starke Streuung aufwies. Diese starken Schwankungen sind in diesem Sinne für Pflanzen des phänologischen Vorfrühlings, wie also auch für das Schneeglöckchen, typisch und resultieren durch die unmittelbare Abhängigkeit von den Temperaturen der vorangehenden 1-3 Wochen.²⁴ Zum Vergleich des errechneten Mittelwerts mit Mittelwerten aus der Dekade des Jahrtausendwechsels: Die erste Blüte des Haselstrauchs begann in der Periode zwischen 1996-2006 in Hallau um den 52. DoY, gesamtschweizerisch für die Höhenlage von 400-600m.ü.M in der Periode zwischen 1996-2006 um den 45. DoY.²⁵ Einige ausserordentlich frühe Blühdaten, die auf einen äusserst milden Dezember hindeuten, wurden zudem gar nicht in die Graphik integriert, wenn noch Werte aus einer anderen Station vorlagen. So blühte der Haselstrauch im Jahr 1912 schon am 16. Januar in Unter-Hallau, 1916 am 8. Januar in Lohn und 1919 bereits am 4. Januar wiederum in Unter-Hallau. Des Weiteren wurden vegetationsphasenfremde Erscheinungen ebenfalls nicht graphisch berücksichtigt: In den Jahren 1913 und 1915 blühte der Haselstrauch Ende November respektive Ende Dezember aufgrund extrem milder Witterung.²⁶

Für die Analyse der Haselblütenreihe empfahl sich wegen der grossen Schwankungen eine Beschränkung auf die ausserordentlich frühen und späten Daten, also konkret auf Blühdaten im Januar oder Anfangs Februar und auf Blühdaten ab dem 20. März. Jahre mit einer wohl sehr milden Januar- Witterung waren anhand des Haselblütebeginns (vor dem 35. DoY): 1866, 1871, 1872, 1873, 1874, 1877, 1898, 1912, 1916, 1918, 1919 und 1921. Es fiel auf, dass sich zwei kurze Perioden aus diesen

²⁴ Der Eintritt der Haselblüte ist direkt mit den Januar- und Februar-Temperaturen korreliert, allerdings ist anzunehmen, dass, weil die Blütenknospen bereits im Vorjahr wachsen, auch die Wetterverhältnisse des Vorjahres noch einen Einfluss haben. Die Einflüsse von Niederschlag und Sonnenscheindauer seien aber gering. Astrid Vasella: Phänologische Beobachtungen des Bernischen Forstdienstes von 1869-1882. Witterungseinflüsse und Vergleiche mit heutigen Beobachtungen, Phänologie von Waldbäumen, Historische und aktuelle Beobachtungen. In: BUWAL (Hg.): Umwelt-Materialien Nr. 73 (1997), S. 9-75, hier S. 36.

²⁵ Daten für die Periode 1996-2006 aus einer mündlichen Mitteilung von Herrn Claudio Defila, MeteoSchweiz. Das Mittel der Vollblüte des Haselstrauchs zwischen 1970 und 2006 beläuft sich auf den 56. DoY (die erste Blüte des Hasels wird allgemein erst seit 1996 wieder beobachtet).

²⁶ 1913 blühte der Hasel am 30. November (334. Jahrestag), 1915 am 365. Jahrestag, an Sylvester. Amtsblatt SH: Nr. 50, 1913, S. 1003-1004; Nr. 4, 1916, S. 76.

Daten festmachen liessen, nämlich die erste von 1871-1874 und die zweite von 1916-1921.

Bestätigt werden konnte eine milde Januar-Witterung für die Jahre 1898, 1912, 1916, 1918, 1919, 1920 und 1921.²⁷ Auch der Januar der Jahre 1866 und 1877 war nach Pfister eher zu mild.²⁸ Hingegen konnten die frühen Blühdaten der Jahre 1871-1874 nicht durch die Witterung erklärt werden, denn in diesen Jahren erwies sich der Januar nicht als überdurchschnittlich warm.²⁹ Wahrscheinlich handelte es sich hierbei um eine standortbedingte Anomalie, denn der Beobachter der Station Schaffhausen nannte diese Blühdaten der Jahre vor 1876 explizit, wodurch ein Druckfehler eigentlich ausgeschlossen werden konnte.

Einen sehr kühlen Monat Februar und eine ebenso kühle erste Dekade des März mussten gemäss der Haselblütenentwicklung die Jahre 1886-1890, 1895, 1907, 1909, 1924, 1929, 1932, 1940 und 1942 aufweisen. Tatsächlich traf dies für alle genannten Jahre, mit Ausnahme der drei Jahre 1924, 1940 und 1942, zu.³⁰ 1924 und 1942 war nur der Februar zu kühl, während 1940 keiner der beiden Monate eine zu kühle Tendenz aufwies.³¹ Das späte Blütedatum des Jahres 1940 konnte daher einzig auf einen lokalen Kälteeinbruch mit Schneefall in der ersten Märzdekade zurückgeführt werden.³² Da nicht alle abweichenden Blühdaten mit der effektiven Witterung nachvollziehbar waren, sollte die Haselblüte daher nur in Kombination mit anderen frühblühenden Pflanzen als Proxy für die Januar- bis Märztemperaturen verwendet werden.

2.3.3 April: Erste Kirschblüte

Von den beobachteten Obstbaumblütezeitpunkten wurde die erste Blüte des Kirschbaums (*Prunus avium*) für eine genauere Betrachtung ausgewählt. Die Kirschblüte ist in der historischen Phänologie-Forschung keine Unbekannte, denn die wohl älteste und zugleich längste rekonstruierte Beobachtungsreihe widmet sich der Kirschblüte in Japan und enthält Aufzeichnungen bis zurück ins Jahr 812 n.Chr.³³

²⁷ ASMZ: 1898, S. 73-74; 1912, S. 1; 1916, S.1; 1918, S. 1; 1919, S. 1; 1920, S. 1; 1921, S. 1.

²⁸ Pfister: 1984, Tab. 1/30.

²⁹ Ebd.

³⁰ ASMZ: 1895, S. 83-107; 1929, S. 2-3; 1932, S. 1-2; SBG: 1886, S. 86-96; 1887, S. 69-125; 1888, S. 70-98; 1889, S. 68-117; 1890, S. 78-111; SZF: 1907, S. 47-48; 1909, S. 54-55.

³¹ ASMZ: 1924, S. 1-2; 1940, S. 1-2; 1942, S. 2-3.

³² Amtsblatt SH: Nr. 15, 1940, S. 385-388.

³³ Franz Seyfert: Phänologie. Wittenberg 1960, S. 7.

Von den insgesamt 168 Beobachtungen aus den Schaffhauser Witterungsbeobachtungen fielen 56 auf die Station Unter-Hallau, 63 auf die Station Schaffhausen und 49 auf die Station Lohn. Da in der Station Lohn bereits ab dem Jahr 1871 die Blütedaten der Kirsche notiert wurden, konnten diese Daten zur Verlängerung der Unter-Hallau-Reihe interpoliert werden. Dabei wurde ein Höhengradient von 2.7 Tagen/100m berücksichtigt.³⁴ Die interpolierten Werte wurden in der folgenden Graphik rot hervorgehoben. Auf eine Darstellung der Daten der beiden anderen Stationen Lohn und Schaffhausen wurde aus Übersichtlichkeitsgründen allerdings verzichtet. Lücken wies die Reihe, unter Berücksichtigung der interpolierten Werte, nur noch für die Jahre 1882 und 1939 auf. Ansonsten lag nun eine Reihe der Kirschblütedaten von 1871 bis 1950 für die Höhenlage von 450 Metern über Meer vor. Diese Reihe von Kirschblütedaten könnte für die historische Phänologie der Schweiz insofern von Interesse sein, dass sie mithilft, die zeitliche Lücke in der Rekonstruktion aus historischen Quellen der Aufzeichnungen eines Gymnasiallehrers in Bern zwischen 1840 und 1854³⁵ und der Beobachtungsreihe der Kirschblüte in Liestal ab 1894³⁶ bis heute für die Höhenlage zwischen 400 und 500m.ü.M zu verringern.

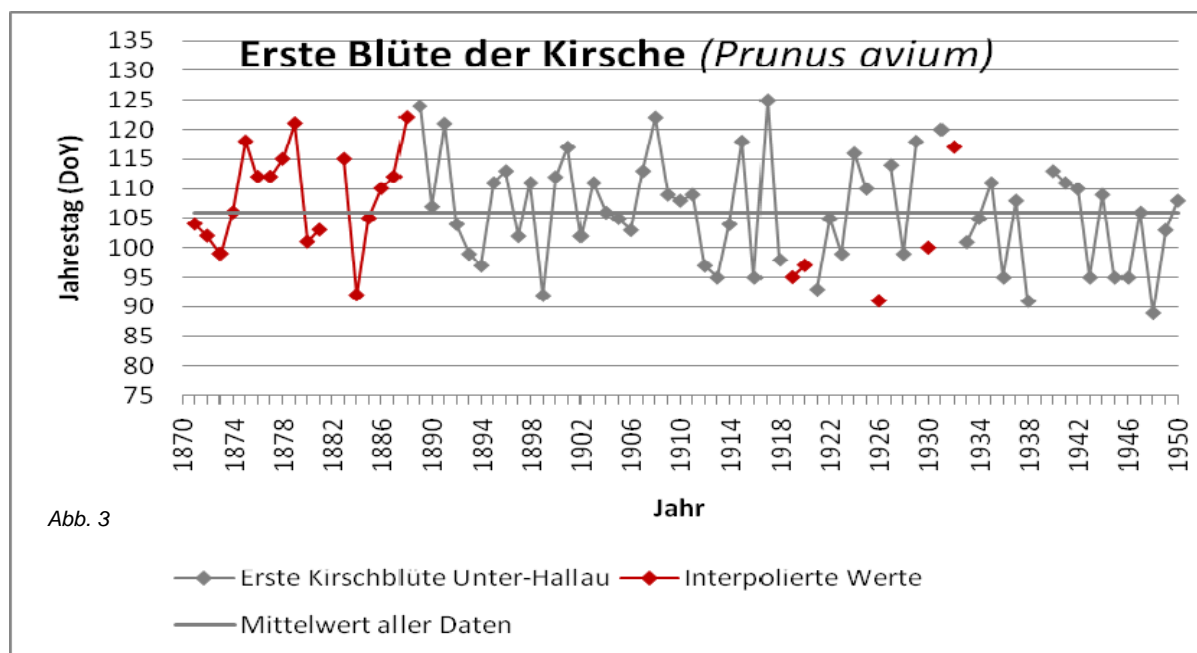


Abb. 3

³⁴ Nach Rutishauser (2007, S. 45) hat die Kirschblüte in der Schweiz einen Höhengradienten von 2.5 Tagen/100m. Somit stimmt der für Lohn und Unter-Hallau errechnete Höhengradient unter Berücksichtigung der lokalen Topographieeffekte in etwa mit anderen in der Schweiz errechneten Parametern überein. Als weiterer Vergleich: Der Höhengradient der Kirschblüte für ganz Europa in der Periode 1961-1998 beträgt nach Rötzer/ Chmielewski (Phenological maps of Europe. In: Climate Research 18 (2001), S. 249-257, hier S. 250) 2.9 Tage/100m.

³⁵ Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern, Nr. 323 (1854), S. 111.

³⁶ Claudio Defila/ Bernard Clot: Long-Term Urban-Rural Comparisons. In: Schwartz, Mark D. (Hg.): Phenology: An Integrative Environmental Science. Dordrecht 2003, S. 541-554, hier S. 547-549.

Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Erste Blüte Unter-Hallau	56	106	9 (8.92)
Interpolierte Werte	22	107	9 (9.21)

Der durchschnittlich erste Tag der Kirschblüte war während der Periode von 1871-1950 der 16. April oder der 106. DoY, bei einer Standardabweichung von 9 Tagen.³⁷

Zum Vergleich berechnete *Rutishauser* für die Periode von 1721-2000 den mittleren Blühbeginn durch ein statistisches Modell auf den 21. April (111. DoY) bei einer Standardabweichung von 10 Tagen.³⁸

Der Beginn der Kirschblüte ist eng mit den Februar-, März- und Apriltemperaturen korreliert. Sehr frühe Blühdaten mit einer Abweichung von über zwei Wochen zum Mittelwert weisen auf überdurchschnittlich warme Februar- und Märztemperaturen hin, während umgekehrt sehr späte Blühdaten mit einer Verzögerung von bis zu drei Wochen vom Mittelwert für sehr kalte März- und Apriltemperaturen stehen.³⁹ Solche ausserordentlich warme Februar- und/oder Märztemperaturen schienen demnach laut den Kirschblütedaten in den Jahren 1884, 1899, 1921, 1926, 1938 und 1948 geherrscht zu haben. Bestätigt werden konnte dies durch historische Quellen über den Witterungsverlauf für sämtliche der genannten Jahre, dass mindestens einer der beiden Monate Februar und März, oder auch gleich beide Monate, deutlich zu warm waren.⁴⁰

Überdurchschnittlich späte Kirschblütejahre mit vermuteten eher zu kühlen März- und Apriltemperaturen waren die Jahre 1879, 1888, 1889, 1891, 1908, 1917 und 1931. Die historischen Quellen bestätigten dies ebenfalls für sämtliche Jahre.⁴¹ Dieselbe Analyse der Kirschblüte in Unter-Hallau fand sich bereits in *Pfister* (1984, S. 82-85), der die Daten allerdings in einen viel grösseren zeitlichen Kontext verortet hatte, während hier bloss die unmittelbare Periode von 1870-1950 betrachtet wurde.

Will man die hier vorliegende Kirschblütenreihe mit Daten der SMZA ab 1950 verlängern, so muss berücksichtigt werden, dass die Schaffhauser Beobachter immer die erste gesichtete Blüte notierten, nicht aber, wie es die SMZA standardisiert hat, die

³⁷ Der hier berechnete Mittelwert stimmt mit jenem von *Pfister* (1984, S. 82, Tab. 1/15) exakt überein, der ebenfalls auf den 106. Jahrestag (16. April) kam, wenngleich *Pfister* nur 54 Beobachtungen berücksichtigte.

³⁸ *Rutishauser*: 2007, S. 46.

³⁹ Christian Pfister: Monthly temperature and precipitation in central Europe 1525-1979. In: Raymond Bradley/ Philip Jones (Hgg.): *Climate since A.D. 1500*. London 1992, S. 118-142, hier S. 125.

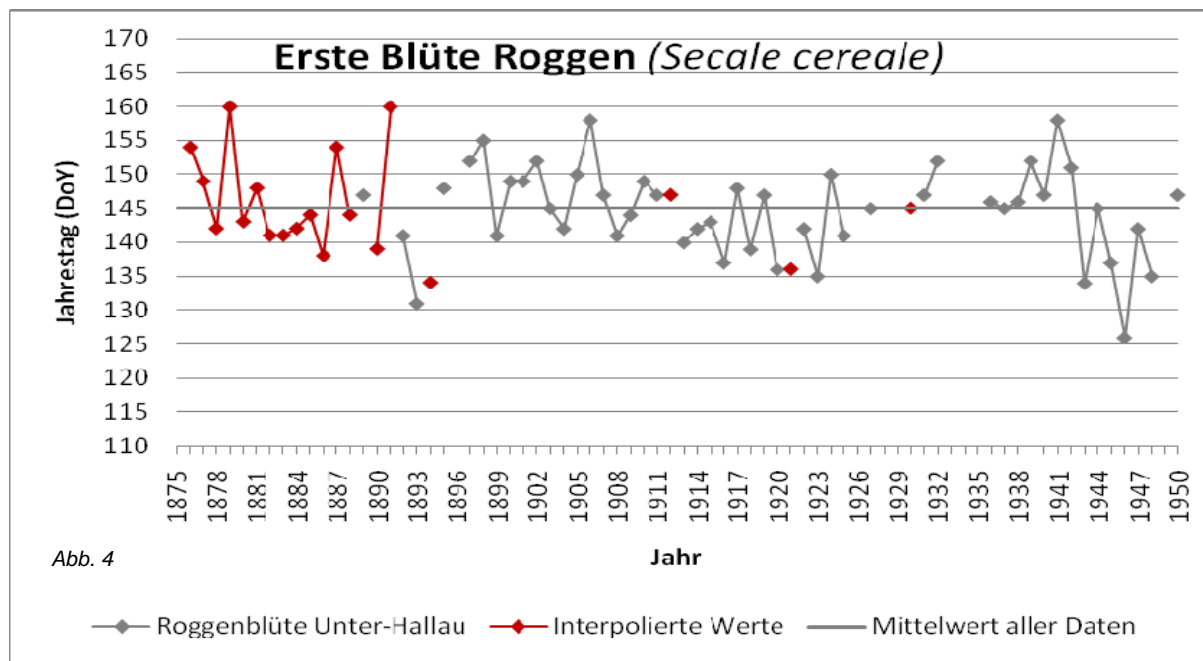
⁴⁰ ASMZ: 1899, 78-101; 1921, S. 1-2; 1926, S. 1-2; 1938, S. 1-2; 1948, S. 2-3; SBG: 1884, S. 44-68.

⁴¹ Für das Jahr 1879 diene als Referenzquelle die *Tab. 1/30* aus *Pfister: 1984, Anhang*. Für die übrigen Jahre: ASMZ: 1891, S. 112-139; 1917, S. 2-3; 1931, S. 2-3; SBG: 1888, S. 88-153; 1889, S. 116-144; SZF: 1908, S. 53.

Vollblüte.⁴² Deshalb müsste man bei einer Weiterverwendung der hier präsentierten Kirschblütedaten noch eine geringe Verzögerung zur Vollblüte hin berücksichtigen.

2.3.4 Mai: Erste Roggenblüte

Als repräsentative phänologische Reihe für den Monat Mai wurde die erste beobachtete Blüte des Roggens (*Secale cereale*) ausgewählt. Grund für die Wahl war die hohe Summe der Beobachtungen und ihre Konzentration auf die Station Unter-Hallau. Weil zudem von 1876 bis 1932 auch genügend Werte aus der Station Lohn vorhanden waren, konnten fehlende Jahre von dort interpoliert werden, so dass eine **fast durchgehende Reihe von 1876 bis 1950 kreiert werden konnte**.⁴³ Ein Höhengradient von 2.2 Tagen/100m wurde bei der Interpolation zwischen den beiden Stationen berücksichtigt.⁴⁴ Auf eine doppelte Interpolation zur Schaffung einer eigenen Reihe für die Station Lohn wurde allerdings verzichtet, da diese Reihe schon 1932 abbrach.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Blüte Unter-Hallau	48	145	7 (6.63)
Interpolierte Werte	19	145	7 (7.39)

Der durchschnittliche Blühbeginn des Roggens fiel in der beobachteten Periode zwischen 1876 und 1950 auf den 145. DoY, also den 25. Mai. Die Werte oszillierten im

⁴² Claudio Defila: Pflanzenphänologie der Schweiz. Zürich 1991, S. 34.

⁴³ Lücken bildeten nur noch die Jahre 1896, 1926, 1928, 1929, 1933, 1934, 1935 und 1949.

⁴⁴ Schnelle (1955, S. 145) berechnete für die Roggenblüte in Deutschland einen durchschnittlichen Höhengradienten von 3.1 Tagen/100m und für den höhenmässig der Schaffhauser Stationen ähnlich liegenden Thüringer- und Frankenwald (300-650m.ü.M) einen Höhengradienten von 2.2 Tagen/100m. Das Landwirtschaftsgebiet von Unter-Hallau lag auf einer Meereshöhe von 420-430m.ü.M. Topographischer Atlas der Schweiz, Karte 15.

Allgemeinen relativ nahe um diesen Mittelwert und innerhalb der Standardabweichung von ca. einer Woche- **Ausreisser waren verhältnismässig wenige festzustellen.**

Jahre mit ungewöhnlich früher Roggenblüte, wo die Blüte um mehr als 10 Tage zum Mittelwert zu früh ausbrach, waren 1893, 1894, dann erst wieder 1943, 1946 und 1948, wobei das Jahr 1946 einen Extremwert markierte. Unter der Annahme, dass die erste Roggenblüte massgeblich von den Temperaturen der 2-4 vorangehenden Wochen abhängig war, müssten die fünf eher frühen Jahre jeweils ein überdurchschnittlich warmes Aprilende und einen ebenso zu warmen Maianfang aufgewiesen haben. Belegt werden konnte dies für die Jahre 1893, 1943, und 1946, während für 1894 keine markanten Differenzen festgestellt werden konnten und im Jahr 1948 nur der Maianfang zu warm war. Allen fünf Jahren war jedoch gemeinsam, dass in den 2-4 Wochen vor der Blüte eine überdurchschnittliche Trockenheit herrschte.⁴⁵

Eher späte Jahre mit sehr spätem Blüteausschuss waren die Jahre 1879, 1891, 1906 und 1941. Ein entsprechend kühler Mai bestätigte sich für die drei Jahre 1879, 1891, wo an Pfingsten noch Schnee fiel, und 1941. 1906 war der Mai zwar durchschnittlich zu warm, hatte jedoch einen kurzen Kälteeinbruch in der letzten Dekade, der Schnee und viel Regen brachte.⁴⁶ Somit hatte sich bestätigt, dass der Blühbeginn des Roggens wesentlich abhängig von der Witterung der vorangehenden 2-4 Wochen war, wobei neben der Temperatur auch die Niederschlagsmenge eine Rolle zu spielen schien. Leider lässt sich die Reihe der Roggenblüte ab 1951 nicht mehr verlängern, weil die SMZA nur noch die Ährenbildung in ihr phänologisches Beobachtungsformular aufnahm.⁴⁷

2.3.5 Juni: Erste Rebenblüte im offenen Rebberg

Die erste Rebenblüte im offenen Rebberg⁴⁸ wurde seit dem Jahr 1864 in Lohn, ab 1876 in Schaffhausen und ab 1887 in Unter-Hallau regelmässig notiert und stellte eine der quantitativ ergiebigsten und zugleich homogensten phänologischen Reihen

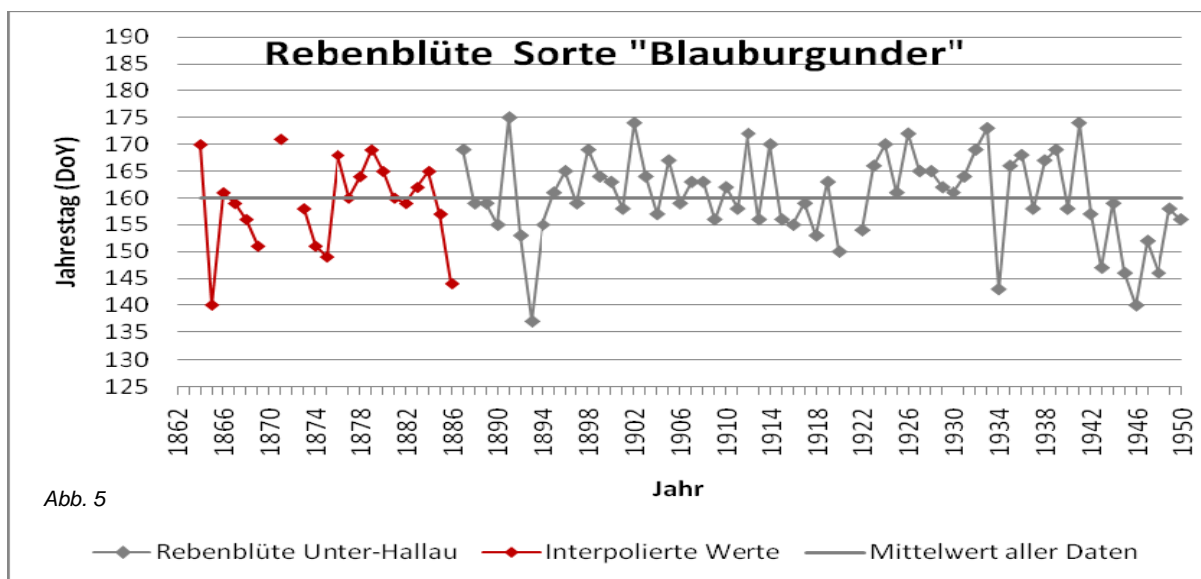
⁴⁵ ASMZ: 1893, S. 134-158; 1894, S. 142-163; 1943, S. 2-3; 1946, S. 3-4; 1948, S. 3-4.

⁴⁶ Für das Jahr 1879 diente als Referenzquelle die *Tab. 1/30* aus *Pfister: 1984, Anhang*. Für die übrigen Jahre: ASMZ: 1891, S. 176; 1941, S. 2-3; SZF: 1906, S. 49.

⁴⁷ Defila: 1991, S. 34.

⁴⁸ Zeitweise wurde in den Schaffhauser Witterungsberichten neben der Rebenblüte im offenen Rebberg auch die erste Rebenblüte „am Spalier“, also in der Nähe eines Hauses oder einer Mauer, beobachtet. Die quantitative Menge der Daten war allerdings zu klein, um eine eigene Reihe zu bilden. Festgehalten werden kann einzig, dass die Spalierreben den Reben im offenen Rebberg in allen Entwicklungsschritten immer einige wenige Tage im Vorsprung waren. Wegen der klaren terminologischen Trennung konnten zudem Fehler bei der Datenaufnahme ausgeschlossen werden. Dasselbe gilt auch für die Traubenverfärbung, wo ebenfalls wenige Male Spalierreben beobachtet wurden.

dar. So fehlte in den Beobachtungen in Unter-Hallau zwischen 1887 und 1950 nur gerade das Blühdatum des Jahres 1921. Zwar hätten die beiden Stationen Schaffhausen und Lohn jeweils genügend Beobachtungen (32 resp. 42) für die Bildung einer eigenen Reihe geboten, doch wurde stattdessen die fast komplette Unter-Hallau-Reihe nach hinten durch interpolierte Daten der Station Lohn erweitert. Zur Interpolation wurde ein Höhengradient von 6.8 Tagen/100m berechnet.⁴⁹ So konnte eine fast durchgehende Reihe der Rebenblüte von 1864 bis 1950 gebildet werden.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Rebenblüte Unter-Hallau	63	160	8 (8.28)
Interpolierte Werte	21	159	8 (8.33)

Der mittlere Beginn der Rebenblüte belief sich auf den 160. DoY, den 9. Juni. Der Zeitpunkt der Rebenblüte hängt im Allgemeinen von der Maitemperatur ab, doch können extrem warme Monate März und April eine sehr frühe Blüte auslösen.⁵⁰ Solche sehr frühen Blühjahre waren gemäss der Graphik 1865, 1886, 1893, 1934, 1943, 1945, 1946 und 1948. Die Annalen der SMZA und andere historische Quellen konnten für alle genannten Jahre tatsächlich überaus warme Monate April und Mai nach-

⁴⁹ Der spezifisch für die Stationen Lohn und Unter-Hallau berechnete Höhengradient beträgt rund das Doppelte des von Becker (1969, S. 142, in: Pfister: 1984, S. 83) vorgeschlagenen Höhengradienten (3.6 Tage/100m). Diese Diskrepanz wurde zur Kenntnis genommen, doch wiesen die Daten der beiden Stationen eindeutig derart grosse Differenzen auf, dass diese auch entsprechend berücksichtigt werden mussten, um kein völlig verfälschtes Bild abzugeben. Zudem sprechen die interpolierten Daten in ihrer Ähnlichkeit zu den tatsächlich beobachteten für sich. Das Weinbaugebiet von Unter-Hallau lag nach dem Topographischen Atlas der Schweiz (Karte 15) zwischen 430 und 500m.ü.M.

⁵⁰ Pfister: 1984, S. 85.

weisen, wobei insbesondere der April der Jahre 1865, 1893 und 1946 extreme Werte aufwies.⁵¹

Sehr späte Blühjahre mit einem entsprechend kühlen Mai waren 1864, 1871, 1891, 1902, 1912, 1914, 1924, 1926, 1933 und 1941. Dies konnte für fast alle Jahre, mit Ausnahme des Jahres 1912, bestätigt werden.⁵² Das Jahr 1912 stellte eine thermische Anomalie dar, da dessen Monat Mai „warm und ziemlich niederschlagsreich“ war.⁵³ Womöglich verhinderten die Niederschläge eine frühere Blüte.

Der Zeitpunkt der Rebenblüte war aber nicht nur ein Indikator für April- und Maitemperaturen, sondern auch für den Beginn der Weinlese, auf die im Kap. 2.3.8 noch eingegangen wird. Nach *Pfister* (1984, S. 85-86) korrelierten frühe Blühdaten mit frühen Weinernten im selben Jahr und umgekehrt.

Die Blüte der Weinrebe kann problemlos durchgehend bis heute durch Daten der SMZA rekonstruiert werden, wobei allerdings ab 1970 der allgemeine Blütezustand erhoben wurde, nicht mehr die erste Blüte, was eine Verzögerung des Beobachtungszeitpunktes bewirkt. Für die Höhenlage 400-600m.ü.M ergab sich gesamtschweizerisch für den Zeitabschnitt von 1970-2006 einen Mittelwert um den 173. DoY, spezifisch für Hallau den 175. DoY.⁵⁴ Die rund zehntägige Verzögerung zum beobachteten Mittelwert aus den Witterungsbeobachtungen basierte wohl auf der oben genannten Differenz zwischen erster Blüte und allgemeiner Blüte.

2.3.6 Juli: Beginn der Roggenernte

Als typische phänologische Beobachtungen für den Juli boten sich die Getreideerntedaten an. In den Schaffhauser Beobachtungen wurde dabei stets der Beginn der Ernte des jeweiligen Getreides notiert, wobei manchmal jedoch Ungenauigkeiten auftauchten, wenn beispielsweise von „allgemeinem Erntebeginn“ oder „Beginn der Getreideernte“ gesprochen wurde. Sofern solche Angaben nicht durch Angaben der Nachbarstationen interpretiert und eindeutig zugeordnet werden konnten, wurden sie weggelassen, um die Datenreihen nicht zu verfälschen. Dies erklärt teilweise die relativ häufigen Lücken in den übrigen Getreideerntereihen, auf welche im speziellen

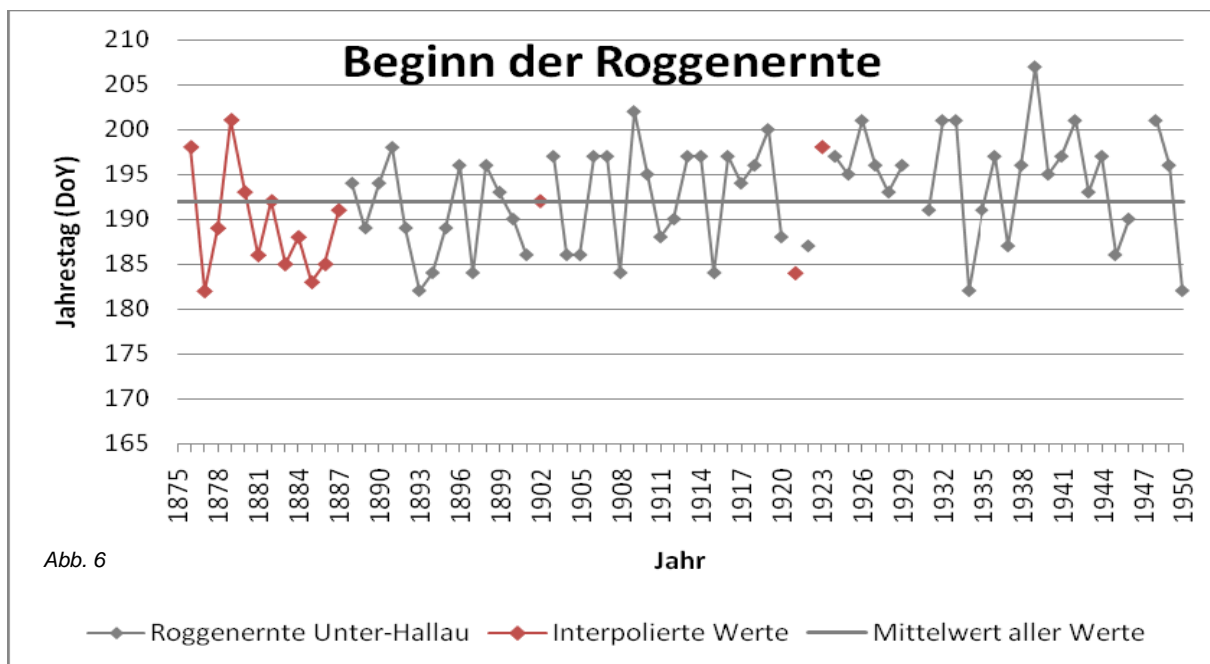
⁵¹ ASMZ: 1893, S. 134-158; 1934, S. 2-3; 1943, S. 2-3; 1945, S. 3-4; 1946, S. 3-4; 1948, S. 3-4; SBG: 1886, S. 136-161; SZF: 1865, S. 13-14.

⁵² ASMZ: 1891, S. 176; 1902, S. 137-138; 1914, S. 3; 1924, S. 3; 1926, S. 3; 1933, S. 2; 1941, S. 2-3; SZF: 1864, S. 16, 1871, S. 29.

⁵³ ASMZ: 1912, S. 3.

⁵⁴ Daten aus einer mündlichen Mitteilung von Herrn Claudio Defila, MeteoSchweiz.

noch im Kapitel 2.4.2 eingegangen wird. Exemplarisch für den Monat Juli wurde nun der Roggenerntebeginn ausgewählt, weil sich diese Reihe für die Beobachtungsstation Unter-Hallau als die homogenste und zugleich datenmässig reichhaltigste präsentierte. Die fehlenden Jahre, bevor die Station ihre Beobachtungen aufnahm, sowie einzelne Lücken wurden durch Werte aus der Station Lohn ergänzt. Diese ergänzten Werte wurden aber wiederum klar als „interpolierte Werte“ in der folgenden Graphik optisch hervorgehoben. Ihre Berechnung basierte auf der Berücksichtigung des Höhengradienten, der 4.4 Tage/100m ergab.⁵⁵ Gänzlich fehlten nur die Jahre 1930 und 1947 in der Reihe. Somit ergab sich folgende Graphik:



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Ernte Unter-Hallau	58	193	6 (5.92)
Interpolierte Werte	15	190	6 (5.89)

Der mittlere Erntebeginn der Roggenernte erfolgte in Unter-Hallau um den 193. DoY, den 12. Juli, bei einer Standardabweichung von knapp 6 Tagen.⁵⁶ Auffällig war die starke jährliche Schwankung der Roggenernte, wobei sich die Daten mehrheitlich entweder um den 185. DoY oder den 196. DoY (+/- 3 Tage) gruppieren. Deutlich zu frühe Jahre mit einer extrem frühen Roggenernte wurden nicht verzeichnet. Am frühesten erfolgte die Roggenernte jeweils am 182. DoY, dem 1. Juli, in den Jahren 1877, 1893, 1934 und 1950.

⁵⁵ Schnelle (1955, S. 145) berechnete als Vergleich für die Roggenernte in Deutschland eine höhenbedingte Verschiebung von 4.2 bis 5.2 Tagen/100m, abhängig vom Untersuchungsgebiet.

⁵⁶ Das hier berechnete mittlere Erntedatum und auch die Standardabweichung werden durch die von Pfister (1979, S. 26, Tab. 1) errechneten Werte über dieselbe Reihe exakt bestätigt, wenngleich Pfister damals eine Beobachtung (57 statt 58) weniger berücksichtigte.

Da die Reife des Roggens von den Mai- und Junitemperaturen gesteuert wird⁵⁷, konnte für diese vier frühen Jahre angenommen werden, dass eine milde letzte Mai-dekade und ein warmer Juni vorgeherrscht haben muss. Dies traf für die Jahre 1877 und 1950 voll zu, während 1893 bloss von einer starken Trockenheit im Juni berichtet wurde und 1934 nur der Mai überdurchschnittlich warm gewesen war, nicht aber der Juni.⁵⁸

Eher späte Jahre mit verzögertem Erntebeginn waren die Jahre 1879, 1909, 1919, 1926, 1932, 1933, 1939, 1942 und 1948, wobei nur das Jahr 1939 (207. DoY) stark abfiel. Die Überprüfung der Mai- und Junitemperaturen dieser Jahre ergab folgendes Resultat: 1879, 1909, 1926, 1932 und 1933 waren sowohl Mai wie Juni zu kühl und zu feucht, 1919 war der Mai trocken und warm, der Juni jedoch erlitt einen starken Kälteeinbruch im letzten Drittel.⁵⁹ 1939 war der Mai sehr nass und überaus kühl, während der Juni annähernd normale Werte aufwies und der Juli von einzelnen kalten Tagen durchbrochen wurde.⁶⁰ Diese kalten Tage im Juli waren wohl der Grund für die späteste Roggenernte der Beobachtungsperiode. 1942 waren sowohl Mai, Juni wie Juli im normalen Temperatur- und Niederschlagsbereich, so dass die späte Roggenernte nicht erklärt werden konnte.⁶¹ 1948 endlich wies einen leicht zu kühlen Juni und sehr kühlen Juli auf.⁶²

Die Roggenernte wurde ab 1951 von der SMZA in ihren Katalog der zu beobachtenden Kulturpflanzen aufgenommen⁶³, so dass sich die Hallauer Reihe der Roggenernte bis heute weiterführen lässt.

2.3.7 August: Erste Traubenverfärbung der Sorte „Blauburgunder“

Für den Monat August boten sich die Beobachtungen über die erste Verfärbung der Trauben im offenen Rebberg an. Zwei Sorten wurden dabei erfasst, nämlich einerseits die sehr frühe Sorte „Aeugstler“, auf die im Kapitel 2.4.1.3 noch genauer eingegangen wird, andererseits die Sorte „Blauburgunder“ oder „Pinot noir“, wie sie in anderen Teilen der Schweiz auch genannt wird. Weil für die Reihe der Sorte „Blaubur-

⁵⁷ Pfister: 1984, S. 82 und S. 86.

⁵⁸ Pfister: Ebd., Tab. 1/30; ASMZ: 1893, S. 158-222; 1934, S. 3-4; 1950, S. 2-3.

⁵⁹ Pfister: Ebd., S. 86 (für das Jahr 1879); ASMZ: 1919, S. 3-4; 1926, S. 3; 1932, S. 2-3; 1933, S. 2-3; SZF: 1909, S. 57-58.

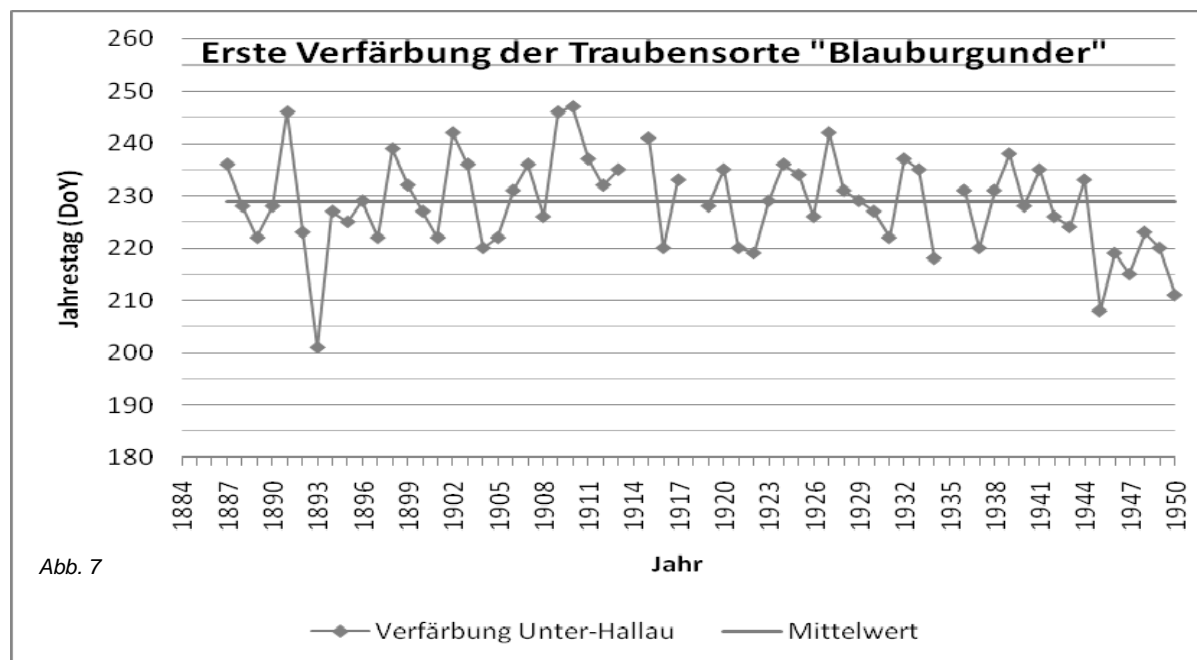
⁶⁰ ASMZ: 1939, S. 2-3.

⁶¹ Amtsblatt SH: Nr. 30, 1942, S. 953-1044; ASMZ: 1942, S. 3-4.

⁶² ASMZ: 1948, S. 2-3.

⁶³ Defila: 1991, S. 34.

gunder“ bei der Station Unter-Hallau mehr Beobachtungen vorlagen als für die „Aeugstler“-Trauben, wurde erstere hierfür zur Interpretation ausgewählt. Zudem schien die Sorte Blauburgunder während der Beobachtungsperiode die am häufigsten angebaute Rebsorte im Raum Schaffhausen gewesen zu sein.⁶⁴ Die Beobachtungen erfolgten fast lückenlos von 1887 bis 1950, nur die Jahre 1914, 1918 und 1935 fehlten. Zwar existierten für die Periode von 1876 bis 1885 zusätzlich Beobachtungen aus der Station Schaffhausen über die erste Traubenverfärbung im offenen Rebberg, doch wurde auf eine Interpolation dieser Werte wegen fehlender Vergleichbarkeit mit der Station Unter-Hallau verzichtet, da ab 1887 fast keine Daten mehr in der Station Schaffhausen erhoben wurden. So konnte hier nur eine Reihe von 1887 bis 1950 präsentiert werden:



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Verfärbung Unter-Hallau	61	229	9 (9.11)

Der durchschnittliche Verfärbungszeitpunkt der Blauburgundertrauben lag in der Beobachtungsperiode um den 17. August, den 229. DoY.⁶⁵ Durch die Rotverfärbung der Trauben, egal welche Sorte, ergibt sich ein Indikator für die Temperaturverhältnisse im Juni und Juli, wobei sich bei einer Verfrühung oder Verspätung um mehr als 10

⁶⁴ Diese Vermutung stützte sich auf Angaben zu Weinmosterträgen aus dem Amtsblatt des Kantons Schaffhausen (wo die Sorte Blauburgunder ebenfalls namentlich erwähnt wurde) sowie auf der Tatsache, dass mit Ausnahme der Sorte „Aeugstler“ keine weiteren Rebsorten während der gesamten Beobachtungsperiode namentlich erwähnt wurden.

⁶⁵ Pfister (1984, S. 82) berechnete für die Traubenverfärbung in Unter-Hallau einen fast identischen Mittelwert (228. DoY), obwohl er nur 49 Beobachtungen berücksichtigte, was die Authentizität dieser Reihe zusätzlich verstärkt.

Tage eine monatliche Abweichung der Temperatur um 1-2°C von der Basisperiode 1900-1960 berechnen lässt.⁶⁶

Extrem frühe Blütejahre mit folglich sehr warmen Juni- und Julitemperaturen liessen sich nur für die Jahre 1893, 1934, 1945, 1947 und 1950 feststellen, wovon alle Jahre durch historische Quellen als mit zu warmen Monaten Juni und Juli bestätigt werden konnten.⁶⁷ Sehr spät verfärbten sich die Trauben hingegen in den Jahren 1891, 1902, 1909, 1910, 1915 und 1927. Effektiv zu kühle und unbeständige Juni- und Julitemperaturen wiesen die Jahre 1891, 1909 und 1910 auf, 1902 war nur der Juni zu kühl, 1915 nur der Juli und 1927 wichen beide Monate nicht vom langjährigen Mittel ab.⁶⁸

Insgesamt auffällig war jedoch, neben den einzelnen Ausschlägen, dass besonders in den letzten zehn Jahren der Beobachtungsperiode die Traubenverfärbung tendenziell immer früher stattfand, während sie vorher mehr oder weniger gleichmässig um den Mittelwert oszillierte. Dieses Einknicken, ausgelöst durch mehrere aufeinanderfolgende wärmere Sommer, kann insbesondere im Zusammenhang mit der Diskussion um den globalen Klimawandel ein Indiz für den Beginn der raschen Erwärmung der Atmosphäre seit Mitte des 20. Jahrhunderts sein.

2.3.8 Oktober: Beginn der Weinlese

Für die Schaffhauser Witterungsbeobachter präsentierten sich die Weinlesedaten als die wichtigste phänologische Herbstbeobachtung. Zwar wurden zeitweise auch Blattfallbeobachtungen der Rosskastanie und der Buche notiert, doch ist deren Aussagegehalt wegen zu weniger Beobachtungen schlicht zu klein, während die Weinlesetermine akribisch festgehalten wurden. Insgesamt 123 Weinlesedaten fanden sich für die Periode von 1876 bis 1950, wovon alleine 63 Daten auf die Station Unter-Hallau fielen, 34 auf die Station Schaffhausen und 26 auf die Station Lohn. Da seit der Inbetriebnahme der Station Unter-Hallau 1886 bis zum Ende der Publikation der Witterungsberichte 1950 nur gerade 2 Jahre in der Reihe fehlten⁶⁹, wurde diese Reihe für die Darstellung ausgewählt. Um die Übersicht zu wahren, wurde auf eine Ergänzung

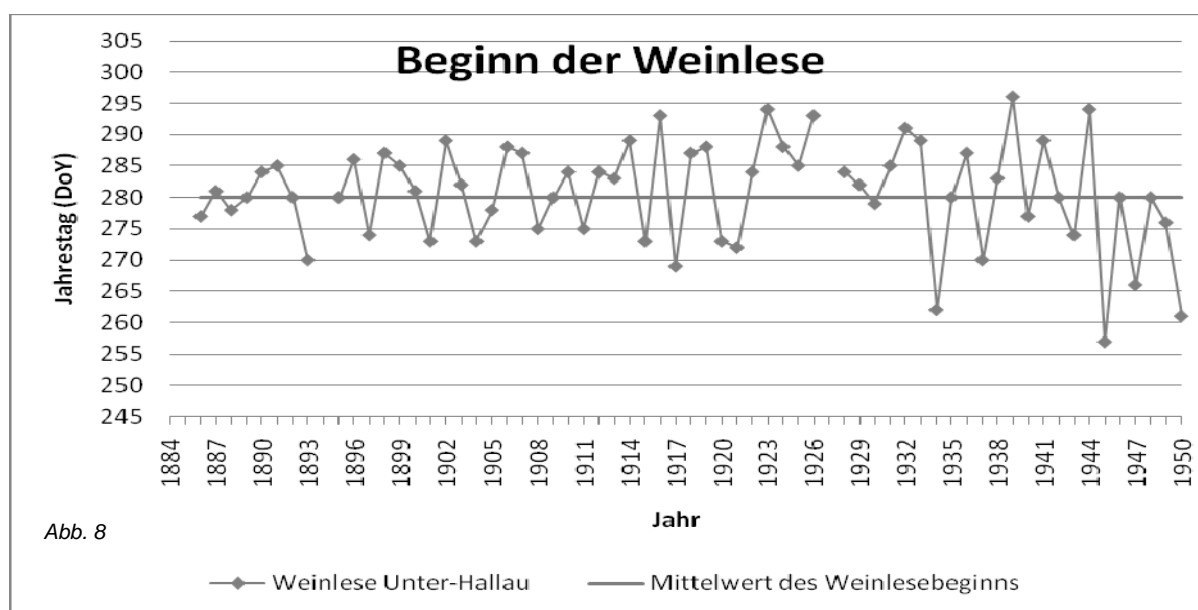
⁶⁶ Pfister: 1984, S. 86.

⁶⁷ ASMZ: 1893, S. 183-222; 1934, S. 4; 1945, S. 4; 1947, S. 4; 1950, S. 3.

⁶⁸ ASMZ: 1891, S. 203-226; 1902, S. 138-190; 1915, S. 3; 1927, S. 3; SZF: 1909, S. 58; 1910, S. 49-50.

⁶⁹ Es fehlen in der Periode zwischen 1886 und 1950 nur die Jahre 1894 und 1927 bei der Station Unter-Hallau.

der Graphik durch Daten aus den anderen beiden Stationen verzichtet. Auf eine Interpolation der fehlenden Jahre zwischen 1876 und 1886 wurde ebenfalls verzichtet, da der Weinlesebeginn allgemein von verschiedenen Faktoren abhängt, wobei die Witterung nur ein Bestandteil ist. Zum Beispiel musste die Weinlese bei Fäulnisbefall, Rebenkrankheiten oder aufgrund früher Fröste vorgezogen werden, manchmal wurde die Ernte in Erwartung noch stabiler Witterung über das Reifedatum zur Veredelung der Qualität des Weines hinausgezögert. Trotz fehlender Interpolation ergab sich eine sehr aussagekräftige Datenreihe für die Station Unter-Hallau:



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Weinlesebeginn Unter-Hallau	63	280	9 (8.59)

Der mittlere Beginn der Weinlese lag um den 280. DoY, den 7. Oktober.⁷⁰ Augenfällig waren vordergründig zwei Dinge: Einerseits bestand eine teilweise grosse jährliche Schwankung der Weinlesetermine über die 9 Tage Standardabweichung hinweg, andererseits erfolgten die Weinlesen ab den späten 1920er-Jahren tendenziell immer früher, wenngleich einige späte Ausschläge weiterhin enthalten waren.

Pfister kam bei seiner Analyse der Hallauer-Weinlesereihe zum Schluss, dass für die Reife der Trauben aus unterschiedlichen Gründen⁷¹ die Mai- und Juni-Temperaturen

⁷⁰ Zum Vergleich der Daten aus Unter-Hallau mit dem gesamtschweizerischen Mittel von 1480-2005: Meier (Grape Harvest Records as a Proxy for Swiss April to August Temperature Reconstructions. Bern 2007, S. 35f) berechnete (unter Einbezug der Daten aus Unter-Hallau) als arithmetischen mittleren Beginn der Weinernte den 285. DoY bei einer Standardabweichung von 10 Tagen. Defila nannte als gesamtschweizerisches Mittel für die Höhenlage von 400-600m.ü.M für die Periode von 1970-2006 den 287. DoY und spezifisch für Hallau für dieselbe Periode den 288. DoY. Mündliche Mitteilung von Herrn Claudio Defila, MeteoSCHWEIZ.

⁷¹ Pfister nannte der hohe Vegetationsnullpunkt der Rebe (12-15°C), die Phase des Wachstumsstillstandes kurz nach der Befruchtung sowie die abnehmende Tageslänge, welche ab August eine Re-

einen wesentlich stärkeren Einfluss ausübten, als die April-, August-, und Septembertemperaturen. Somit kann die Weinlese als Proxy für Spätfrühlings- und Frühsommertemperaturen verwendet werden.⁷²

Relativ frühe Weinlesen gab es in Unter-Hallau in den Jahren 1893, 1917, 1934, 1937, 1945, 1947 und 1950, wovon die Jahre 1934 und 1945 sogar extrem frühe (259. und 257. DoY) Ernten aufwiesen.⁷³ Eine entsprechend frühe Traubenblüte, ausgelöst durch zu warme Spätfrühlings- und Frühsommertemperaturen, konnte im Kap. 2.3.5 bereits für die Jahre 1893, 1934 und 1945 nachgewiesen werden. Zudem wiesen die Jahre 1947 und 1950, neben den bereits genannten drei Jahren, einen sehr frühen Verfärbungszeitpunkt auf, was im Kap. 2.3.7 sichtbar wurde. Die frühe Weinlese von 1917 konnte allerdings nicht auf die Frühsommertemperaturen zurückgeführt werden, weil die Traubenblüte und die Traubenverfärbung nur im Durchschnitt lagen.⁷⁴ **Der frühe Zeitpunkt der Weinlese von 1937** entstand notgedrungen wegen sich rasch ausbreitender Fäulnis.⁷⁵

Späte Weinlesen (nach dem 290. DoY) fanden in den Jahren 1916, 1923, 1926, 1932, 1939 und 1944 statt. Vergleich man diese Daten mit der Traubenblüte und der Traubenverfärbung, so konnte in den Jahren 1932, 1939 und 1944 eine eher späte Verfärbung, 1923, 1926 und 1932 eine eher späte Blüte notiert werden. 1916 war jedoch weder die Blüte noch die Verfärbung der Trauben vom Mittel abweichend, obwohl zwischen Juni und Oktober mehrheitlich zu kühles Wetter herrschte.⁷⁶ Dennoch konnte anhand der Unter-Hallauer Weinlesereihe bestätigt werden, dass der Zeitpunkt der Weinlese in den meisten Fällen eng mit den Zeitpunkten der Rebenblüte und der Traubenverfärbung korrelierte.

Eine Einbettung der Unter-Hallauer Weinlesedaten in den Kontext einer gesamtschweizerischen Rekonstruktion der Weinlese zur Gewinnung eines Temperatur-

duktion der Wachstumsgeschwindigkeit bewirkt, als Gründe für den geringen Einfluss der April-, August- und Septembertemperaturen. Pfister: 1984, S. 87.

⁷² Ebd., S. 86-87.

⁷³ Die sehr frühe Weinlese von 1945 muss *Meier* (2007, S. 36f) allerdings entgangen sein, da sie diese nirgends erwähnt. Das Amtsblatt ist in dieser Hinsicht jedoch unzweideutig. Amtsblatt SH: Nr. 40, 1945, S. 1115.

⁷⁴ Da in allen drei Stationen in diesem Jahr eine verfrühte Weinlese notiert wurde, konnte ein Beobachtungsfehler ausgeschlossen werden. Mit dem Temperaturverlauf allein konnte dieses frühe Lese-datum aber nicht erklärt werden, weil nur der Juni und der September Temperaturüberschüsse vorweisen konnten. ASMZ: 1917, S. 3-5.

⁷⁵ Amtsblatt SH: Nr. 41, 1937, S. 839.

⁷⁶ ASMZ: 1916, S. 3-5.

Proxys für die Monate April bis August ist bereits durch die Arbeit von *Meier* (2007) geschehen. Die Unter-Hallauer Daten füllten dabei als einzige Reihe grösstenteils die Lücke in den phänologischen Beobachtungen zwischen den 1860er- und den 1930er- Jahren.

Für die Monate September, November und Dezember existierten in den Schaffhauser Witterungsbeobachtungen keine phänologischen Beobachtungen, die genügend Nennungen für die Bildung einer analysierbaren Reihe geboten hätten.

2.4 Weitere ausgewertete Reihen

Weil neben den im vorhergehenden Kapitel präsentierten acht exemplarischen phänologischen Reihen noch eine Anzahl weiterer aussagekräftiger Reihen dank genügend häufiger Beobachtungen aus den Schaffhauser Witterungsberichten gebildet werden konnte, drängte sich dieses zusätzliche Kapitel auf. In den folgenden Unterkapiteln wird daher noch einmal eine Auswahl bedeutsamer phänologischer Reihen vorgestellt und diese nach ihrem klimatologischen Aussagegehalt untersucht.

2.4.1 Phänologische Reihen

2.4.1.1 Erste Belaubung und erste Blüte der Rosskastanie

Die erste Blüte und die erste Belaubung der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) bildeten ab 1890 bis 1950 je eine sehr umfangreiche und glücklicherweise sehr homogene Reihe, da beide phänologischen Phasen fast ausschliesslich von der Station Unter-Hallau beobachtet wurden. Für die erste Belaubung lagen in der genau sechzigjährigen Beobachtungsperiode 50 Nennungen vor, für die erste Blüte deren 48. Da somit nur wenige Jahre fehlten⁷⁷ und durchwegs am gleichen Standort der vermutlich selbe Baum beobachtet wurde, erhielten die aus den Daten errechneten Mittelwerte und Standardabweichungen eine sehr grosse Authentizität für den Standort und seine Höhenlage. Zudem konnte vermutet werden, dass der beobachtete Baum im Dorf selbst oder zumindest in der Nähe der Station Unter-Hallau lag, da nie der Zusatz „im Wald“ oder „am Hang“ genannt wurde.

Was die beiden Phänoreihen über die Rosskastanie für die Klimaforschung interessant erscheinen lässt, ist, dass sie sich hervorragend für die Konstruktion von

⁷⁷ In beiden Reihen fehlen die Jahre 1897, 1932, 1933 und 1945. In der Reihe „erste Belaubung“ fehlen zusätzlich die Jahre 1920, 1922, 1923, 1930, 1935, 1941 und 1948; in der Reihe „erste Blüte“ fehlen die Jahre 1892, 1899, 1905, 1908, 1909, 1911, 1917, 1929 und 1939.

jahrhunderteübergreifenden Reihen durch ihre Integrationsfähigkeit mit anderen bereits bestehenden rezenten oder viel älteren Beobachtungsreihen eignen würden. Insbesondere zu den Daten der bekannten **Genfer Beobachtungsreihe** der Rosskastanien ab 1808 wäre eine gute Anschlussmöglichkeit gegeben, **da nur noch ein sehr kleiner Höhengradient von ca. 100 Metern⁷⁸ und der Stadtklimaeffekt berücksichtigt werden müsste.⁷⁹** Bei einem Anschluss der Daten an die Messungen ab 1950 durch die SMZA müsste zudem bei den Blütedaten berücksichtigt werden, dass ab 1951 als beobachtete Phänophase die **Vollblüte⁸⁰** und nicht die erste Blüte der Rosskastanie registriert wurde, dass also noch eine kleine zeitliche Differenz mit eingerechnet werden müsste.

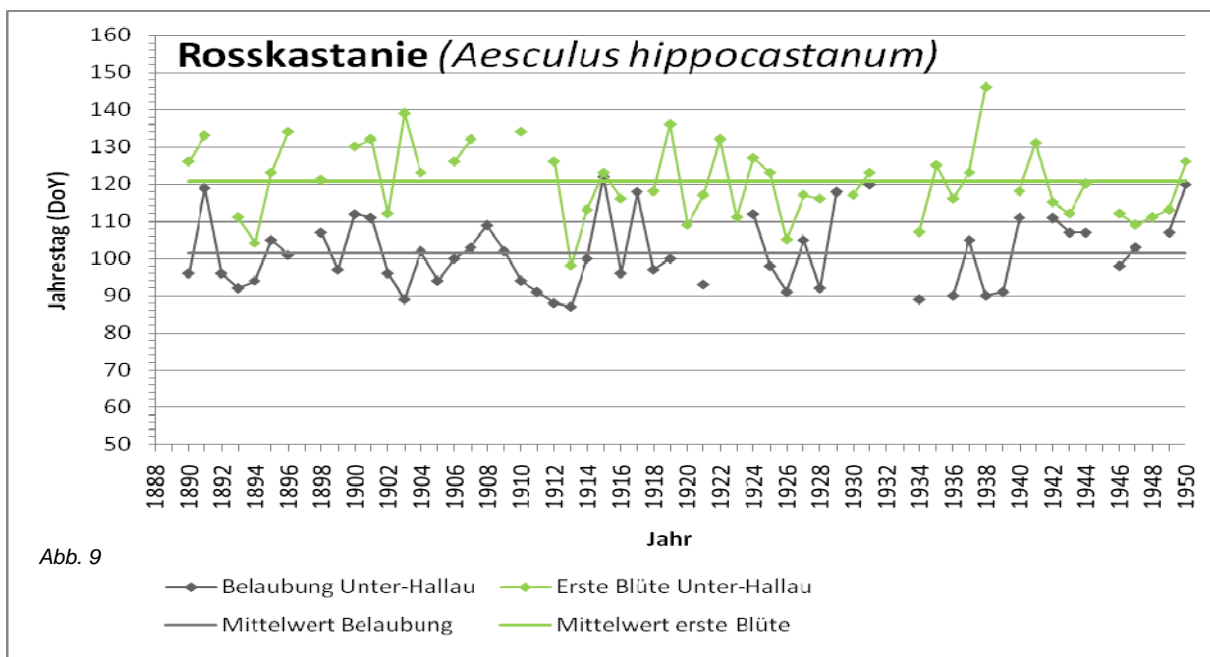


Abb. 9

Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Erste Belaubung:	50	102	10 (9.67)
Erste Blüte:	48	121	10 (10.08)

Betrachtet man die Daten der ersten Belaubung, so fallen acht deutlich späte Jahre und elf deutlich frühe Jahre im Vergleich zum Mittelwert auf. In all diesen Jahren wich

⁷⁸ Die Differenz von ca. 100 Metern ergibt sich, da Unter-Hallau auf rund 450m.ü.M, Genf auf ca. 350m.ü.M. liegt.

⁷⁹ Über die Genfer Rosskastanien liegt eine umfassende Untersuchung ihres Belaubungszeitpunktes in Abhängigkeit von der Temperatur durch Adele und Friedrich Lauscher vor. Darin wurden die Belaubungszeitpunkte zwischen 1808 und 1980 mit den jeweiligen Temperaturen verglichen. Dabei erkannten die beiden Forscher, dass eine stetige Verfrühung des Belaubungszeitpunktes um rund drei Wochen pro Jahrhundert stattfand, welche auf die regionale Einwirkung der globalen Erwärmung zurückgeführt wurde. Lauscher, Adele/ Lauscher Friedrich: Vom Einfluss der Temperatur auf die Belaubung der Rosskastanie nach den Beobachtungen in Genf seit 1808. In: Wetter und Leben 33 (1981), Wien 1981, S. 103-112.

⁸⁰ Nach dem Beobachtungsformular für die phänologische Jahreszusammenfassung der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. In: Defila: 1991, S. 34.

der Blattentfaltungstag um mehr als die 10 Tage Standardabweichung⁸¹ vom Mittelwert in beide Richtungen ab. Jahre mit sehr später Blattentfaltung waren 1891, 1900, 1915, 1917, 1924, 1929, 1931 und 1950. In diesen Jahren muss der Frühling eher spät begonnen haben respektive muss eine kühle Witterung in den vorangegangenen zwei Monaten, also März und April, vorgeherrscht haben. Bestätigt werden konnte dies für die Jahre 1891, 1900, 1915 und 1917.⁸² In den beiden Jahren 1924 und 1929 war nur der April zu kühl, 1931 der gesamte März und die zweite Dekade April ebenfalls zu kühl⁸³. Das Jahr 1950 hatte einen leicht zu kühlen April zu verzeichnen, hingegen vorgängig einen warmen März erlebt und scherte damit aus der Reihe.⁸⁴ Die Korrelation zwischen Märztemperatur und der Blattentfaltung der Rosskastanie schien sich also für die zu späten Jahre, mit Ausnahme des Jahres 1950, zu bewahrheiten.

Sehr frühe Jahre waren 1893, 1903, 1911, 1912, 1913, 1926, 1928, 1934, 1936, 1938 und 1939. In diesen Jahren wurde also ein milder Februar und März vermutet. Dies bestätigte sich für die Jahre 1893, 1903, 1911-1913, 1926, 1928 und 1936.⁸⁵ In den Jahren 1934 und 1938 war nur der März zu warm, der Februar hingegen normal.⁸⁶ 1939 endlich fiel aus der Reihe, weil zwar der Februar eher warm, der März jedoch zu kalt war.⁸⁷ Es bestätigte sich also dennoch, dass die Temperatur der späten Februartage und des Monats März wesentlich die Blattentfaltung der Rosskastanie beeinflussten. Zu diesem Schluss kam auch *Pfister* (1984, S. 83).

Die Blütenentwicklung sollte eigentlich eine parallel zur Blattentfaltung verschobene Kurve aufweisen. In frühen Jahren der Blattentfaltung sollte also auch die Blüte früh folgen, in späten Jahren genau gleich viel später. In den meisten Jahren stimmte dies für Unter-Hallau in etwa überein, es gab jedoch eine Reihe von Ausnahmejahren: 1903, 1910, 1912 und 1938 entwickelten sich die Blätter sehr früh, die Blüten folgten aber sehr spät, was auf einen Kälteeinbruch im April dieser Jahre zurückzuführen

⁸¹ Lauscher/ Lauscher berechneten in ihrer Genfer Beobachtungsreihe eine „Trendstreuung“ von 10.3 Tagen, so dass der hier berechnete Wert von knapp 10 Tagen in seiner Gültigkeit bestätigt wurde. Lauscher A./F.: 1981, S. 104.

⁸² ASMZ: 1891, S. 74-139; 1900, S. 74-118; 1915, S. 2 und 1917, S. 2.

⁸³ ASMZ: 1924, S. 1-2; 1929, S. 3; 1931, S. 2-3.

⁸⁴ ASMZ: 1950, S. 2.

⁸⁵ ASMZ: 1893, S. 87-111; 1911, S. 2; 1912, S. 1-2; 1913, S. 1-2; 1926, S. 1-6; 1928, S. 1-2; 1936, S. 2; SZF: Feb-März 1903, S. 96-97.

⁸⁶ ASMZ: 1934, S. 2 und 1938, S. 1-2.

⁸⁷ Amtsblatt SH: Nr. 10, 1939, S. 199 und Nr. 19, 1939, S. 323.

war.⁸⁸ 1915 und 1931 sprossen Blätter und Blüten gleich miteinander, was nicht erklärt werden konnte. 1919 kam die Blüte trotz normaler Blattentfaltung wegen Schneefalls Anfangs April recht spät.⁸⁹ Ferner lagen ab 1940 die Blattentfaltung und die Blüte in allen Jahren extrem nah beieinander, was vorher ausser 1915 und 1931 nie der Fall war. Eine Erklärung hierfür konnte nicht gegeben werden. Die Blütenentwicklung der Rosskastanie ist demnach im Vergleich zur Blattentfaltung weniger gut als Temperaturindikator geeignet.

2.4.1.2 Erste Weizenblüte

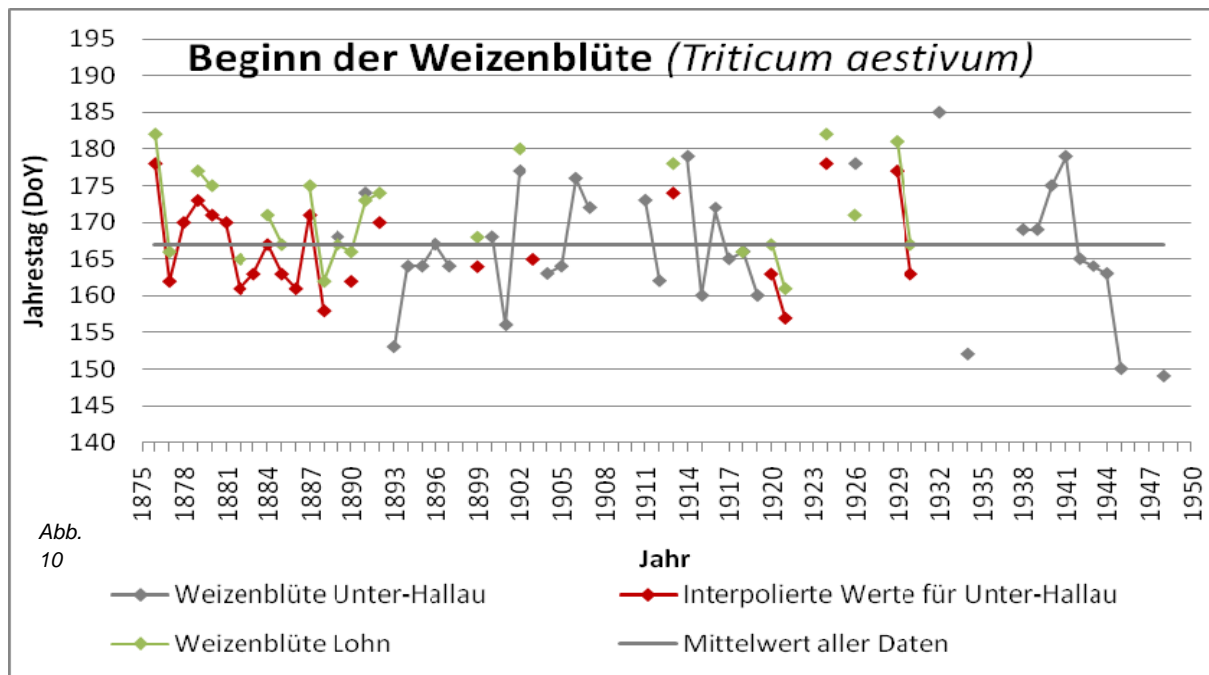
Die erste Blüte des Winter-Weizens⁹⁰ (*Triticum aestivum*) war nach der Roggenblüte diejenige Beobachtungsreihe des Getreidezustandes, für die quantitativ am meisten Beobachtungsdaten aus dem Raum Schaffhausen vorlagen. Zwar wurden von allen fünf beobachteten Getreidesorten mehr oder weniger regelmässig der Ährenaustrieb und der erste Blühzeitpunkt festgehalten, doch standen nur beim Weizen und dem Roggen genügend Datenmaterial zur Verfügung, um interpretierbare Reihen über einen längeren Zeitraum zu bilden. Daneben wurde eine Auswertung der Weizenblüte angestrebt, um einen zweiten Vergleichswert für die Getreideblüte im Raum Schaffhausen vorweisen zu können. Dank Interpolationen konnte eine Reihe von 1876 bis 1948 für die Station Unter-Hallau geschaffen werden, zusätzlich wurden die beobachteten Blüh-Daten der Station Lohn integriert. Genaue Aussagen liess die Reihe allerdings nur für die Jahre 1876-1921 zu, da ab 1921 relativ viele Lücken in den Beobachtungen auftauchten.⁹¹

⁸⁸ ASMZ: 1912, S. 2 und 1938, S. 2; SZF: 1903, S. 98 und 1910, S. 47.

⁸⁹ ASMZ: 1919, S. 2.

⁹⁰ Zwischen „Winter“-Getreide und „Sommer“-Getreide besteht botanisch kein Unterschied. Die terminologische Unterscheidung basiert ausschliesslich auf dem Zeitpunkt der Saat, welche für Winter-Getreide im Herbst (die Saat „überwinterte“ also im Boden) und für Sommer-Getreide im frühen Frühling stattfand. Dementsprechend blühte und reifte das Winter-Getreide rund 10-20 Tage früher als das Sommer-Getreide.

⁹¹ In der Unter-Hallau-Reihe fehlen nach der Interpolation weiterhin Daten zu den Jahren 1898, 1908-1910, 1922, 1923, 1925, 1927, 1928, 1931, 1933, 1935-1937, 1946, 1947, 1949, 1950.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert DoY)	Standardabweichung
Weizenblüte Unter-Hallau	34	167	9 (8.67)
Interpolierte Werte	23	167	6 (6.27)
Weizenblüte Lohn	23	171	6 (6.45)

Der mittlere erste Blühzeitpunkt des Weizens erfolgte in Unter-Hallau um den 167.

DoY, den 16. Juni, in Lohn um den 171. DoY, also den 20. Juni. Somit ergab sich ein Höhengradient von 2.2 Tagen/100m. Damit wies die Weizenblüte einen gleichen Höhengradienten wie die Roggenblüte auf, wodurch angenommen werden konnte, dass dies die für den Raum Schaffhausen allgemein geltende Höhenverschiebung der Getreideblüte in der Beobachtungsperiode war. Die interpolierten Werte basierten ebenfalls auf dem genannten Gradienten.

An allgemeinen Beobachtungen fiel in der Graphik nur die hohe Konstanz der Höhenverschiebung zwischen den Stationen Unter-Hallau und Lohn auf, die fast immer 3-5 Tage betrug. Einzig die Jahre 1888, 1891 und 1926 wiesen Anomalien auf, wo die Blüte in Lohn jeweils früher erfolgte als in Unter-Hallau. Sehr frühe Weizenblühjahre waren 1888, 1893, 1901, 1921, 1934, 1945 und 1948. Unter der Annahme, dass die Mai-Temperaturen massgeblich für die Blütenentwicklung des Weizens verantwortlich waren, musste folglich in den oben genannten sieben Jahren ein überdurchschnittlich milder Mai geherrscht haben. Bestätigt werden konnte dies für sämt-

liche Jahre, wobei auffiel, dass nebst milder, oft zu warmer Witterung auch immer eher wenig Bewölkung und zeitweilige Trockenheit notiert wurden.⁹²

Sehr späte Weizenblühjahre waren 1876, 1902, 1906, 1914, 1924, 1926, 1929, 1932 und 1941. Tatsächlich als zu kühl erwies sich die Witterung der letzten Mai-Dekade und der ersten Junihälfte für die Jahre 1876, 1902, 1906, 1914, 1926, 1932 und 1941.⁹³ Nur die späten Blütezeitpunkte der Jahre 1924 und 1929 konnten nicht durch die Witterung und die Temperaturen erklärt werden, da in diesen beiden Jahren sowohl der Mai wie der Juni insgesamt normal bis leicht zu warm waren.⁹⁴ Trotzdem konnte also allgemein eine grosse Übereinstimmung zwischen den Mai- und Juni-temperaturen und den Blütezeitpunkten des Weizens nachgewiesen werden.

2.4.1.3 Erste Traubenverfärbung der Sorte „Aeugstler“

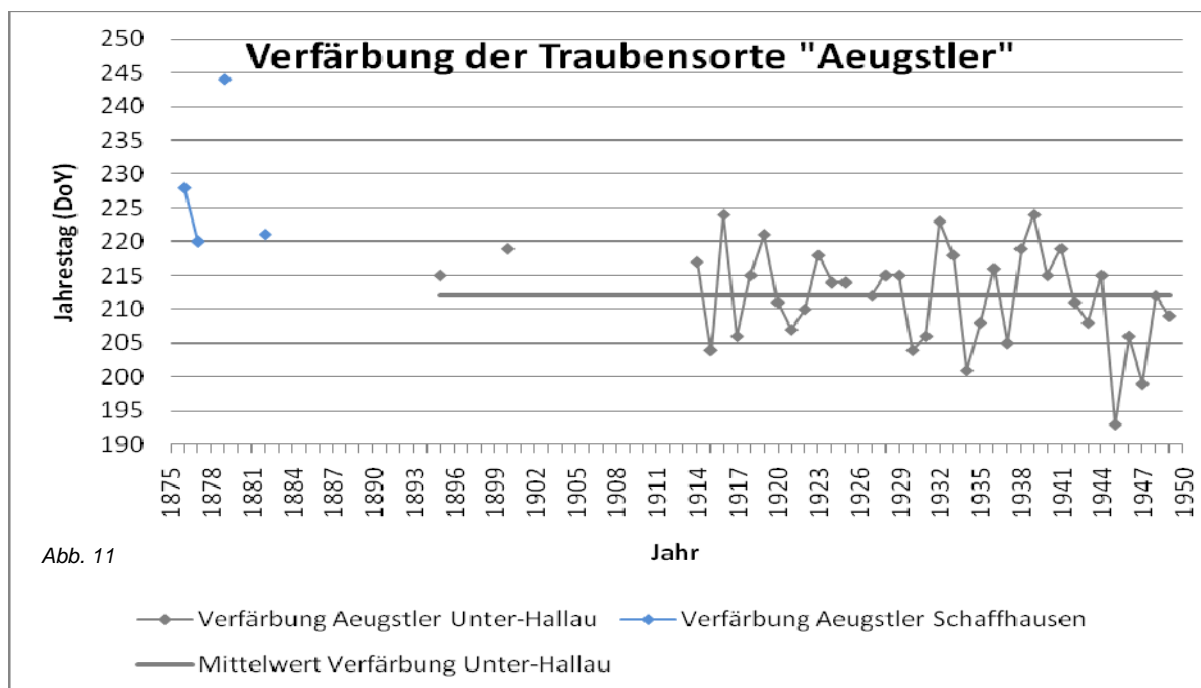
Die früh reifende rote Traubensorte „Aeugstler“ wurde bereits zu Beginn der Aufzeichnungsreihe ab 1876 in Schaffhausen erfasst, allerdings nur für sehr kurze Zeit. Zwischen 1882 und 1895 geriet sie dann in Vergessenheit, bevor die Beobachter in Unter-Hallau die Beobachtungen ab 1895 zuerst sporadisch, ab 1914 dann fast lückenlos bis 1949 wieder weiterführten. So beschränkte sich der inhaltliche Aussagegehalt der Reihe hauptsächlich auf die Beobachtungen aus Unter-Hallau in der Periode zwischen 1914 und 1949. Die Reihe zu den Aeugstler-Trauben ist insofern für die historische Forschung von Interesse, da diese Sorte einerseits in der frühen Neuzeit in Europa weit verbreitet war, andererseits historische Berichte über sehr frühe Traubenreifen sich meist auf Aeugstler-Trauben bezogen.⁹⁵ Dass nun aber Daten aus dem frühen bis mittleren 20. Jahrhundert vorliegen, ist von grossem Vorteil für eine klimahistorische Kalibrierung, weil damit eine neue Vergleichs-Referenz zu den statistischen Auswertungen der frühneuzeitlichen Daten vorliegt. Wohl deshalb wertete bereits Pfister (1984, S. 82) die Beobachtungen zu den Aeugstler-Trauben aus. Daher hat dieses Unterkapitel bloss repetitiven Charakter, soll aber als Ergänzung die Entwicklung der beobachteten Daten graphisch visualisieren.

⁹² ASMZ: 1893, S. 158; 1901, S. 141-142; 1921, S. 3; 1934, S. 3; 1945, S. 3-4; 1948, S. 3-4; SBG: 1888, S. 183-184.

⁹³ Pfister: 1984, Tab. 1/30, (für das Jahr 1876); ASMZ: 1902, S. 137-190; 1906, S. 49-50; 1914, S. 3; 1926, S. 3; 1932, S. 2-3; 1941, S. 2-3; SZF: 1906, S. 49.

⁹⁴ ASMZ: 1924, S. 3; 1929, S. 3-4.

⁹⁵ Pfister: 1984, S. 86.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Verfärbung Schaffhausen:	4	228	-
Verfärbung Unter-Hallau:	37	212	7 (7.11)

Der Beginn der Rotverfärbung der „Aeugster“-Trauben errechnete sich für die Beobachtungsperiode auf den 31. Juli (212. DoY), womit sich diese Sorte durchschnittlich 17 Tage früher verfärbte als die Blauburgundertrauben.⁹⁶ Die Verfärbung der Aeugstler-Trauben hängt wie die Blauburgundertraubenverfärbung vorwiegend von den Juni- und Julitemperaturen ab.

Aus der Graphik liessen sich folgende Jahre mit früher Traubenverfärbung und damit mit überdurchschnittlich warmen Juni- und Juli-Witterung herauslesen: 1915, 1930, 1934, 1945 und 1947. Die Annalen der Meteorologischen Zentralanstalt bestätigten für alle genannten Jahre einen eher zu warmen und trockenen Juni, für die Jahre 1915 und 1930 jedoch keinen überaus warmen Juli.⁹⁷ Im Jahr 1945 fand die Traubenverfärbung allerdings mit dem 12. Juli, wie die Traubenverfärbung der Blauburgunder-Trauben, extrem früh statt.

Eine späte Traubenverfärbung trat in den Jahren 1879, 1916, 1919, 1932, 1938, 1939 und 1941 ein. Zu kühle und zu feuchte Juni- und Juli-Witterung herrschte gemäss den Annalen in den Jahren 1879, 1916 und 1932.⁹⁸ Einen nur zu kühlen Monat Juli wiesen die Jahre 1919, 1938 und 1939 auf, während im Juni und Juli 1941 zwar

⁹⁶ Pfister: 1984, S. 86. Die geringfügige Differenz von einem Tag zu dem von Pfister errechneten Mittelwert resultiert wohl aus einer unterschiedlichen Rundungsweise.

⁹⁷ ASMZ: 1915, S. 3; 1930, S. 3-4; 1934, S. 4; 1945, S. 4; 1947, S. 4.

⁹⁸ Pfister: 1984, S. 88 (für das Jahr 1879); ASMZ, 1916, S. 3-4; 1932, S. 3.

wechselhaftes, aber nicht überdurchschnittlich warmes oder kaltes Wetter herrschte.⁹⁹ Historische Beobachtungen von Traubenverfärbungsdaten der Aeugstler-Traube dienen also zuverlässig als Indikator für die Juni- und Juli-Witterung. Interessanterweise wiesen auch die Verfärbungsdaten der Aeugstler-Trauben seit den 1940er-Jahren eine stetige Verfrühung auf, gleich wie die Blauburgundertrauben.

2.4.2 Ernte- Reihen

In den folgenden Unterkapiteln werden die übrigen Getreideerntereihen, die neben der Roggenernte von den Beobachtern der drei Schaffhauser Stationen notiert wurden, kurz betrachtet. Es handelte sich dabei allesamt um Beobachtungen des Zeitpunktes des ersten Erntebeginns, nicht etwa des Ernteverlaufs oder des Ernteendes. Auf Interpolationen zu Gunsten einer Station und auf Mittelwertsangaben wurde bei allen Ernte-Reihen verzichtet, um den Originalcharakter und die Übersichtlichkeit der Beobachtungen zu wahren. Dafür wurden die Beobachtungen aller drei Stationen in die Graphiken integriert. Damit soll weiterführenden Arbeiten eine Hilfestellung geboten werden, in dem die Beobachtungsdaten noch quasi „roh“ vorliegen und so schneller für andere, längere oder räumlich weitergreifende Reihen übernommen werden können. Die Betrachtungen der präsentierten Ernte-Reihen sind dementsprechend auch nicht abschliessend, sondern sollen nur erste grundlegende Informationen zu den Daten liefern und die offensichtlichsten Besonderheiten diskutieren.

2.4.2.1 Kornernte

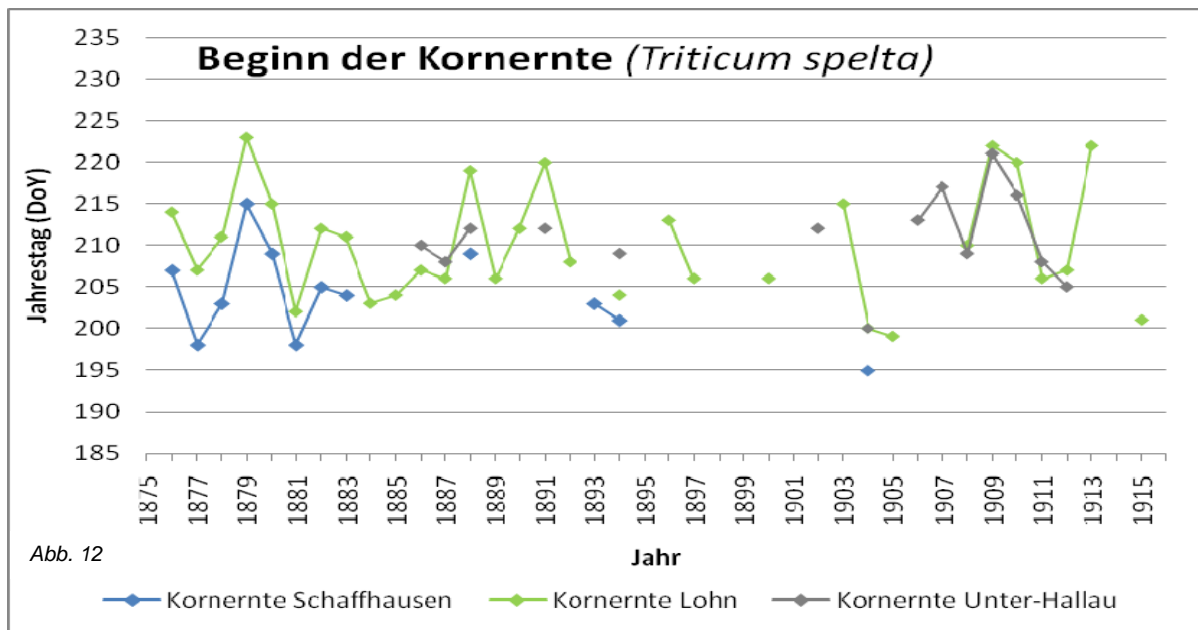
Die Beobachtungen zum Erntebeginn des Korns oder des Dinkels (*Triticum spelta*) reichten leider nur von 1876 bis 1915, wobei in der Station Lohn am meisten Beobachtungen (31) verzeichnet wurden.¹⁰⁰ Wieso die Beobachtungen ab 1916 abbrechen, konnte nicht eruiert werden, doch wurde vermutet, dass diese sehr alte Getreidesorte einfach nicht mehr im Raum Schaffhausen angebaut wurde, da es gegen Ende des 19. Jahrhunderts in der Schaffhauserischen Landwirtschaft zu einem starken Umschwung vom Ackerbau hin zu grossflächiger Weidewirtschaft kam.¹⁰¹ In der historischen Phänologie ist die Korn/Dinkelernte ein wichtiger phänologischer Parameter, da diese Getreidesorte bis in die frühe Neuzeit in Europa weit verbreitet war

⁹⁹ ASMZ: 1919, S.3-4; 1938, S. 3; 1939, S. 3; 1941, S. 3.

¹⁰⁰ Der Reihe fehlten die Angaben für die Jahre 1895, 1898, 1899, 1901 und 1914.

¹⁰¹ Eidg. Departement des Innern: 1986, S. 35.

und daher oft in paraphänologischen Datenquellen, wie Getreidezehrtrödel, auftauchte. Nach *Pfister* (1984, S. 82-86) sind massgeblich die Juli-Temperaturen für die Reife des Korns/Dinkels verantwortlich.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Kornernte Schaffhausen	12	204	6 (5.59)
Kornernte Lohn	31	210	7 (6.88)
Kornernte Unter-Hallau	14	211	5 (5.20)

Der mittlere Erntezeitpunkt des Korns/Dinkels lag in der beobachteten Periode bei der Station Lohn um den 29. Juli, den 210. DoY¹⁰², also in der letzten Juli-Dekade oder in der ersten Hälfte des Augusts. Interessanterweise bewegten sich die Erntedaten der tiefer liegenden Station Unter-Hallau ebenfalls um dieselben Tage wie in Lohn. Wieso die Höhenverschiebung hier nicht zum Ausdruck kam, war unklar. Die Erntedaten des Korns der Station Unter-Hallau stellten in dieser Hinsicht ein Rätsel dar, auf das hier keine adäquate Antwort geliefert werden konnte. Da in der Umgebung der gleich hoch gelegenen Station Schaffhausen im Vergleich zur Station Lohn immer 3-6 Tage früher geerntet wurde, konnte eine Höhenverschiebung dennoch nachgewiesen werden. Dieser Höhengradient betrug zwischen Schaffhausen und Lohn durchschnittlich 3.4 Tage/100m.

Eine eher zu warme Juliwitterung konnte wegen sehr früher Erntezeitpunkte für die Jahre 1877, 1881, 1884, 1904, 1905 und 1915 angenommen werden. Für die Jahre

¹⁰² *Pfister* (1984, S. 82) berechnete den mittleren Erntebeginn in Lohn auf den 28. Juli (209. DoY), wobei er allerdings nur 30 Beobachtungen berücksichtigte, was wohl die kleine Rundungsdifferenz erklärt.

1884, 1904 und 1905 stimmte diese Annahme überein.¹⁰³ Keine Übereinstimmung konnte hingegen für das Jahr 1915 ausgemacht werden, wo der Juli kühl und trüb gewesen war und nur der Juni allgemein schönes Wetter verzeichnen konnte.¹⁰⁴ Nur bedingt traf die Annahme zudem für die Jahre 1877 und 1884 zu, die keine überdurchschnittliche Erwärmung verzeichneten.¹⁰⁵

Zu kühle und nasse Juli-Witterung ergab sich aus der Graphik für die Jahre 1879, 1888, 1891, 1909, 1910 und 1913. Zutreffend war dies für alle genannten Jahre.¹⁰⁶ Damit konnte festgehalten werden, dass eine überdurchschnittlich späte Korn/Dinkelernte ein klares Indiz für eine eher zu kühle und zu feuchte Juli-Witterung war. Bei frühen Erntebeginnen sollte man aber bei der Bewertung vorsichtiger sein.

2.4.2.2 Weizenernte

Der Beginn der Weizenernte wurde vorwiegend in den Stationen Lohn und Unter-Hallau regelmässig notiert, bis 1901 auch vereinzelt in Schaffhausen. Dank der relativ hohen Anzahl an Beobachtungen insgesamt erhielten die gesammelten Daten eine gute Verwendungsrelevanz. Leider endeten die Aufzeichnungen in Schaffhausen bereits 1912, in Lohn im Jahr 1927, so dass für die Periode ab 1928 bis 1950 keine Vergleichswerte mehr zur Station Unter-Hallau vorhanden waren. Einen Unsicherheitsfaktor beinhalteten die Weizenerntedaten insofern, dass die Beobachter, wie schon in anderen Fällen, teilweise terminologisch ungenau notierten und oft nur „Weizenernte“ schrieben. Da die später reifende Sommerweizenernte jedoch nur ein gutes halbes Duzend mal explizit erwähnt wurde, konnte in der Regel davon ausgegangen werden, dass es sich bei der Weizenernte der Schaffhauser Beobachtungen allgemein um die Winterweizenernte handelte. Dennoch bleibt der Sommerweizen ein plausibler Erklärungsansatz für ungewöhnlich späte Erntedaten. Weil bekanntlich von allen Stationen genügend Daten vorhanden waren, wurde auf eine Interpolation zu Gunsten nur einer Station verzichtet. Demnach wurden in der folgenden Graphik alle drei Stationsreihen integriert. Insgesamt fehlten in der Graphik nur sieben Jahre.¹⁰⁷

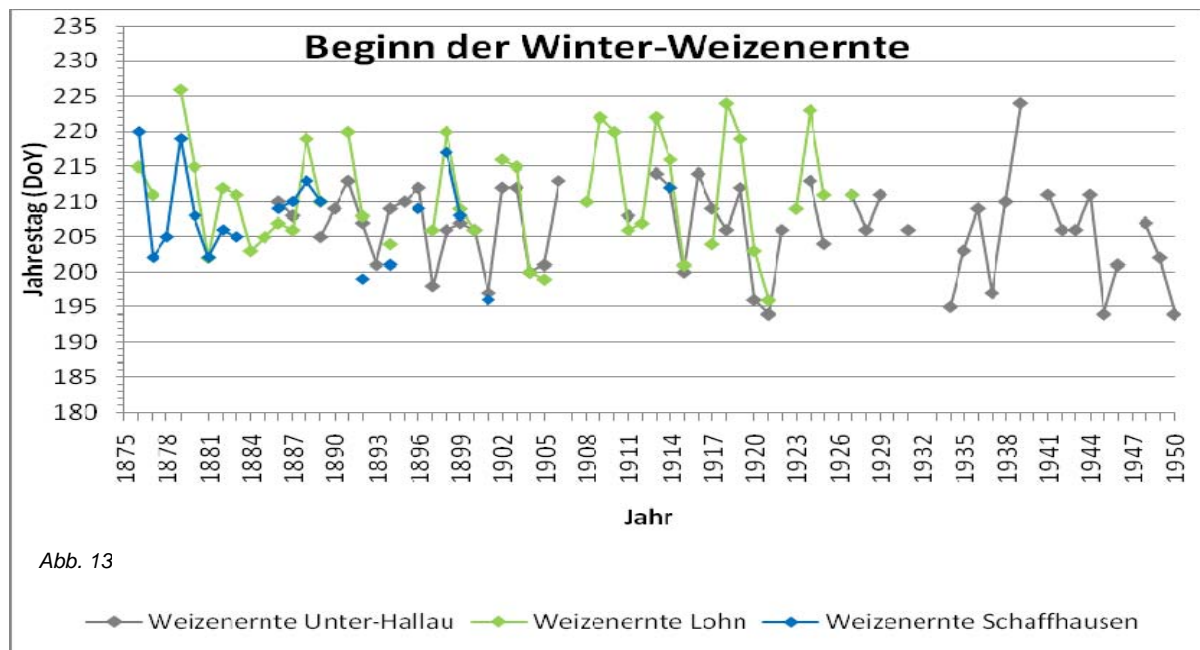
¹⁰³ SBG: 1884, S. 148; SZF: 1904, S. 46 und 1905, S. 42-43.

¹⁰⁴ ASMZ: 1915, S. 3.

¹⁰⁵ Pfister: 1984, Tab. 1/30 (für das Jahr 1877); SBG: 1884, S. 115-148.

¹⁰⁶ Pfister: Ebd. (für das Jahr 1879); ASMZ: 1891, S. 226; 1913, S. 4; SBG: 1888, S. 255; SZF: 1909, S. 58 und 1910, S. 49-50.

¹⁰⁷ Es fehlten Daten zu den Jahren 1907, 1926, 1930, 1932, 1933, 1940 und 1947.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Ernte Unter-Hallau	52	206	6 (6.30)
Ernte Lohn	41	211	8 (7.64)
Ernte Schaffhausen	19	208	7 (6.52)

Der mittlere Erntebeginn erfolgte in Unter-Hallau um den 25. Juli (206. DoY), in Schaffhausen um den 27. Juli (208. DoY) und in Lohn um den 30. Juli (211. DoY). Es konnte daher angenommen werden, dass der Weizen ebenfalls, ähnlich wie das Korn/Dinkel, in seiner Reife massgeblich von der Juli-Witterung beeinflusst wurde. Folglich musste sich schliesslich ein ähnliches Bild wie bei der Kornernte ergeben. In allen Stationen deutlich zu frühe¹⁰⁸ Weizenernten als Indiz für einen warmen und trockenen Juli erfolgten gemäss der Daten in den Jahren 1901, 1904, 1905, 1915 und 1921. Weitere frühe Erntejahre in Unter-Hallau erfolgten 1920, 1934, 1937, 1945 und 1950. Kein Zufall schien das Auftauchen der Jahre 1904, 1905 und 1915 zu sein, die ja schon in der Kornernte als frühe Jahre hervorstachen. Weiter liess sich eine warme und trockene Juli-Witterung für die Jahre 1921, 1934, 1937, 1945 und 1950 bestätigen.¹⁰⁹ Keine Übereinstimmung ergab sich hingegen für die Jahre 1901 und 1920.¹¹⁰

¹⁰⁸ Hierfür wurde der 200. DoY (19. Juli) als Stichtag genommen, was der Subtraktion der Standardabweichung vom tiefsten Mittelwert (von Unter-Hallau) entsprach.

¹⁰⁹ ASMZ: 1921, S. 3; 1934, S. 4; 1937, S. 3; 1945, S. 4; 1950, S. 3.

¹¹⁰ ASMZ: 1901, S. 191-192; 1920, S. 3-4.

Deutlich verspätete¹¹¹ Ernten wurden in den Jahren 1879, 1891, 1898 (nur in Schaffhausen und Lohn), 1909, 1910, 1913, 1918 (nur in Lohn), 1924 und 1939 eingefahren. Wiederum bereits als späte Ernten des Kornes erwähnt und als zu kühl bestätigt wurden die Jahre 1879, 1891, 1909, 1910 und 1913. Auch die Juli-Witterung der Jahre 1924 und 1939 konnte als insgesamt zu kühl bestätigt werden, nicht aber diejenige der Jahre 1898 und 1918.¹¹² Die weitgehende Übereinstimmung der Resultate der Korn- und der Weizenerntedaten bestätigte damit, dass beide Erntezeitpunkte tatsächlich von der Juli-Witterung abhingen und dass sich Korn- und Weizenerntedaten aus derselben Beobachtungsstation bei Lücken gegenseitig ergänzend interpolieren lassen würden.

2.4.2.3 Sommergerstenernte

Die Ernte der Sommergerste (*Hordeum vulgare*) wurde nur über einen sehr kurzen Zeitraum, von 1876 bis 1900, vorwiegend in Schaffhausen und Lohn registriert. Leider waren die Datenmengen nicht sehr ergiebig und nur bruchstückhaft, so dass nur schwerlich eine Analyse gewagt werden konnte. Am ehesten eigneten sich die Daten aus Lohn für eine Auswertung, konnten für diese Station immerhin 19 Beobachtungen gesammelt werden, während die Station Unter-Hallau wegen zu wenig Daten gänzlich weggelassen werden musste.

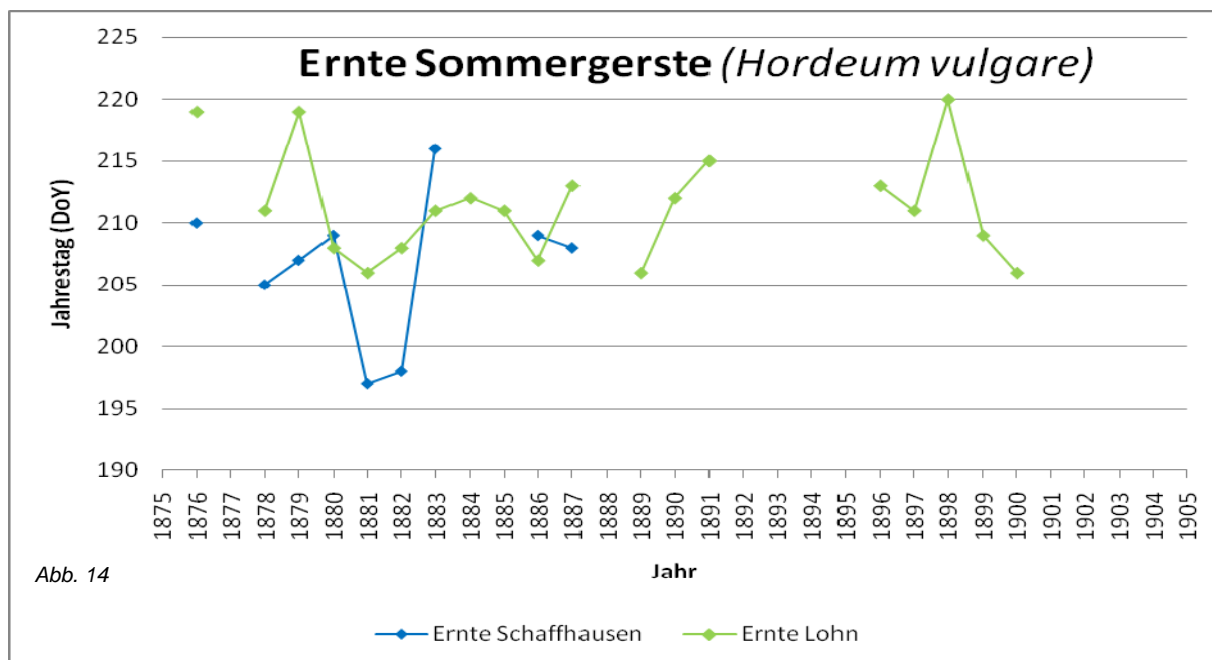


Abb. 14

¹¹¹ Als Stichtag wurde der 219. DoY (7. August) festgesetzt, was der Addition der Standardabweichung zum höchsten Mittelwert (Lohn) entsprach.

¹¹² ASMZ: 1898, S. 236-270; 1918, S. 3-4; 1924, S. 3-4; 1939, S. 3.

Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert DoY)	Standardabweichung
Ernte Schaffhausen	9	207	6 (5.94)
Ernte Lohn	19	211	4 (4.38)

Der durchschnittliche Erntetermin war in Schaffhausen der 26. Juli, in Lohn der 30. Juli. Sehr späte Erntejahre schienen in Lohn die Jahre 1876, 1879, 1891 und 1898 gewesen zu sein. Zudem war 1888 ein Extremjahr, wo erst am 28. August statt durchschnittlich am 30. Juli geerntet wurde.¹¹³ Das extrem späte Erntedatum war auf die sehr regnerischen Monate Juli und August dieses Jahres zurückzuführen, welche wohl ein trockenes Einbringen der Ernte verzögert hatten.¹¹⁴ Eher frühere Jahre waren 1881, 1886 und 1889 und 1900. Zumindest 1881 muss ein überdurchschnittlich frühes Sommergerstenerntejahr gewesen sein, da hier auch in Schaffhausen sehr früh Gerste geschnitten wurde.¹¹⁵ Weitere Interpretationen waren aufgrund der fehlenden Datenmenge nicht möglich, so dass die hier vorliegenden Daten nicht gesondert betrachtet, sondern mit anderen Reihen aus historischen Quellen verarbeitet werden sollten. Insbesondere die Mittelwerte dürfen daher nicht als absolut betrachtet werden. Auch die Anomalien, wo die Ernte in Schaffhausen später erfolgte als in Lohn, konnten nicht erklärt werden.

2.4.2.4 Wintergerstenernte

Die Daten der Wintergerstenernte waren wie schon diejenigen der Sommergerstenernte nur fragmentarisch vorhanden, doch war immerhin der Erhebungsort der Daten homogener, nämlich stärker auf die Station Unter-Hallau konzentriert. Die Beobachtungsperiode reichte, mit grossen Lücken und starker Streuung dazwischen, von 1891 bis 1949. Da aber immerhin 27 Datumsangaben auf die Station Unter-Hallau entfielen, liess sich damit für die genannte Periode eine einigermaßen analysierbare Reihe bilden, während die beiden anderen Stationen wegen Datenmangels komplett vernachlässigt werden mussten.

¹¹³ Dieses Extremdatum wurde aus der Graphik herausgefiltert, um die Mittelwerte und die Standardabweichung nicht zu verzerren.

¹¹⁴ SBG: 1888, S. 255-282.

¹¹⁵ Möglicherweise meinte der Schaffhauser Beobachter mit „Gerste“ in diesem Zeitraum die Wintergerste, welche früher reift. Da aber der Beobachter in Lohn in dieser Periode konsequent „Sommergerste“ schrieb, konnte angenommen werden, dass in Schaffhausen ebenfalls die Sommergerste beobachtet wurde.

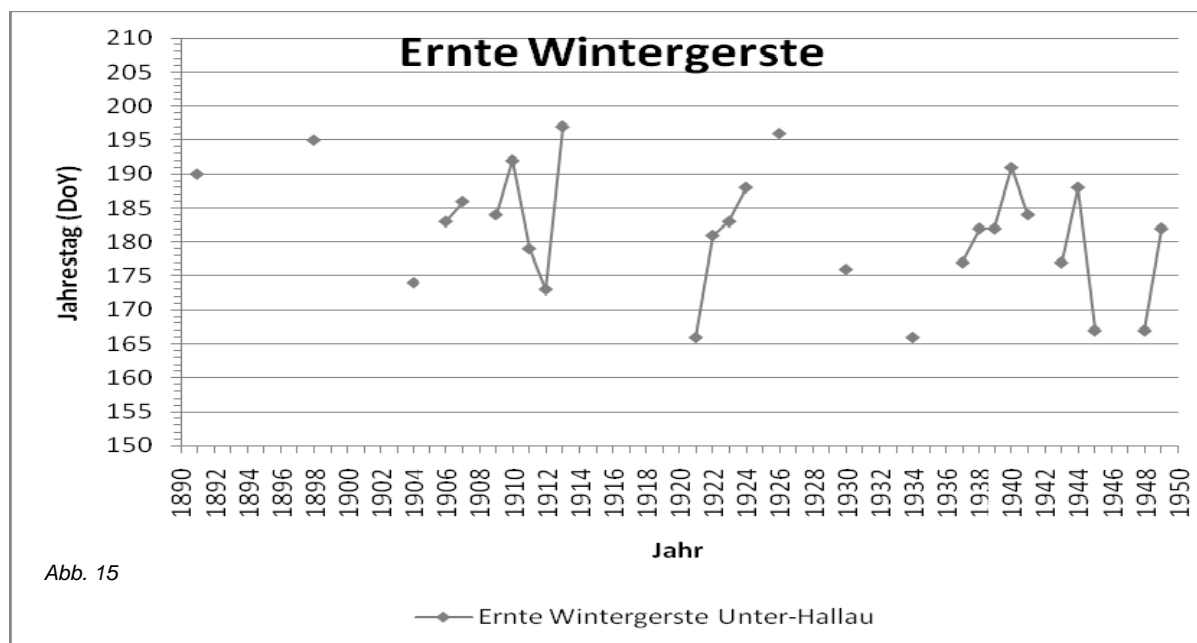


Abb. 15

Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Erntebeginn Wintergerste:	27	182	9 (9.06)

Der durchschnittliche Erntebeginn der Wintergerste erfolgte am 1. Juli. Deshalb mussten die Juni- und Juli-Temperaturen die wohl entscheidenden Grössen für die Wintergerstenentwicklung sein. Eher späte Wintergerstenerntejahre waren 1898, 1910, 1913, 1926 und 1940. Eine kühle Juli-Witterung bestätigte sich für alle genannten Jahre.¹¹⁶

Eine relativ frühe Ernte gab es dagegen in den Jahren 1912, 1921, 1934, 1945 und 1948. Ein warmer Juni herrschte sicher in den Jahren 1934 und 1945.¹¹⁷ Die frühen Ernten von 1912, 1921 und 1948 konnten jedoch nicht rein temperaturbedingt erklärt werden, da der Juni dieser Jahre allesamt eher kühl war. Somit bewies die Wintergerstenernte vor allem für späte Erntebeginne eine grosse Übereinstimmung mit den Juli-Temperaturen, weniger aber bei frühen Ernteanfängen.

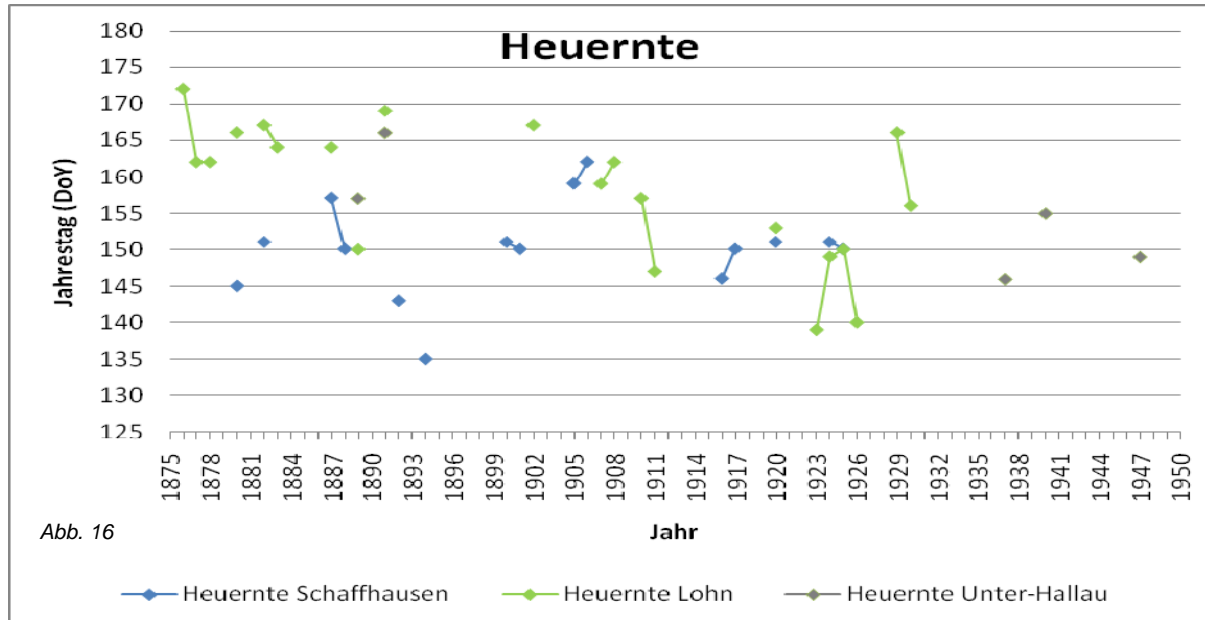
2.4.2.5 Heuernte

Eine weitere in den Schaffhauser Witterungsbeobachtungen erfasste Erntedatenreihe war diejenige der Heuernte. Weil die Menge der Beobachtungen bei allen Stationen aber sehr gering blieb und daraus eine starke zeitliche Streuung mit vielen Lücken resultierte, war der Aussagegehalt der Daten leider sehr gering. Dennoch bleiben die wenigen notierten Beobachtungen des Heuerntebeginns von Interesse für

¹¹⁶ ASMZ: 1898, S. 270; 1913, S. 4; 1926, S. 3; 1940, S. 4; SZF: 1910, S. 49-50.

¹¹⁷ ASMZ: 1934, S. 4; 1945, S. 4.

die historische Forschung, weil die Heuernte als früheste Ernte des sommerlichen Erntezyklus' sehr oft in mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Quellen auftauchte und die vorliegenden Heuerntedaten somit als Fortsetzung bei der Bildung langer temporalen Reihen dienen könnten.



Reihe	Anzahl Beobachtungen	Mittelwert (DoY)	Standardabweichung
Heuernte Schaffhausen	15	150	7 (6.51)
Heuernte Lohn	21	158	9 (9.41)
Heuernte Unter-Hallau	5	155	-

Trotz der starken Streuung und der vielen Lücken liessen sich einzelne Auffälligkeiten festhalten. So schienen Heuerntebeginne vor dem 140. Jahrestag, also vor dem 20. Mai, und nach dem 170. DoY (dem 19. Juni) die Ausnahme zu sein. Es liessen sich nur zwei extrem frühe Heuernten im Jahr 1894 (15. Mai) und im Jahr 1923 (19. Mai) sowie eine extrem späte im Jahr 1876 (21. Juni) ausmachen. Dennoch erstaunte die Spannweite von rund 37 Tagen zwischen dem frühesten und spätesten Erntetermin. Weiter war erstaunlich, dass gleich zweimal eine höhenstufenbedingte Anomalie auftrat, nämlich in den Jahren 1889 und 1924, wo zuerst in der höher gelegenen Station Lohn statt in den tieferen Stationen Schaffhausen oder Unter-Hallau mit der Heuernte begonnen wurde. Eine Erklärung dafür lieferte die Quelle indes nicht. Wegen der vielen Lücken liessen sich zudem keine Trends eindeutig erkennen, ohne in hypothetische Spekulationen zu verfallen, obwohl die Anordnung der Daten eine Verfrühung des Erntetermins ab ca. 1900 suggerierte. Eine ausführlichere Interpretation wird somit weiterführenden Arbeiten offen gelassen.

2.5 Nicht ausgewertete Reihen mit langer Beobachtungsperiode

Trotz der 16 in den vorgängigen Kapiteln exemplarisch vorgestellten phänologischen Reihen reichte das Spektrum der phänologischen Beobachtungen, wie auch schon einleitend erwähnt, noch viel weiter. So konnte aus Umfanggründen auf viele quantitativ reichhaltige Beobachtungsreihen nicht näher eingegangen werden, weshalb diese weiterhin „brach“ liegen. Darunter befinden sich Beobachtungen weiterer Kultur- und Wildpflanzen, wovon einige bis heute durch die SMZA/MeteoSchweiz weiterbeobachtet werden.¹¹⁸ Dazu gehören namentlich: die **erste Blüte des Apfelbaums** (*Pyrus malus*), die **erste Blüte des Birnbaums** (*Pyrus communis*), die Blattentfaltung und der Blattfall der Buche (*Fagus sylvatica*), die erste Blüte des Huflattichs (*Tussilago farfara* - beobachtet wird heute nur die Vollblüte), die erste Blüte des Buschwindröschens (*Anemone nemorosa* - heute nur Vollblüte) und die erste Blüten des Löwenzahns (*Taraxacum officinale* - heute nur Vollblüte). Von den nicht in den SMZA-Katalog aufgenommenen phänologischen Beobachtungen sind aufgrund ihrer quantitativen Daten-„Potenz“ namentlich die ersten Leberblümchen (*Anemone hepatica*), die ersten Aprikosenblüten (*Prunus armeniaca* L.), die ersten Zwetschgenblüten (*Prunus domestica*), die erste Pflaumenblüte (*Prunus insititia*) und die erste Blüte des Seidelbast (*Daphne mezereum*) hervorzuheben. Genaue Angaben zu diesen erwähnten Reihen und weiteren, nicht von der SMZA weiter beobachteten Pflanzenphasen der Schaffhauser Witterungsberichte finden sich im Anhang 2. All diese noch unbearbeiteten phänologischen Beobachtungen warten quasi auf eine Verarbeitung im Rahmen weiterführender, eng spezialisierter oder umfassenderer zukünftiger Arbeiten.

2.6 Extreme Monate

Nachdem nun alle ausgewählten phänologischen Reihen betrachtet wurden, drängte sich, einerseits als eine Art Fazit, andererseits als Beantwortung der dritten Fragestellung, eine Zusammenstellung aller stark vom Durchschnitt abweichenden Monate auf. Es wurden alle vom damaligen jährlichen Mittel¹¹⁹ abweichenden Monate, die

¹¹⁸ Gemäss dem PDF-Formular auf der Homepage der MeteoSchweiz:

(www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_schweiz/phaenologie.html), 05.06.2009.

¹¹⁹ Dieses Mittel ist nicht genau definiert, sondern richtet sich, aufgrund der historischen Quellen je nach Jahr, auf unterschiedlich lange Betrachtungsperioden, nicht auf eine standardisierte Vergleichsperiode. Auch spielten dabei nebst gemessenen Daten vorwiegend subjektive, „gefühlte“ Werte oder Erinnerungen mit ein.

durch irgendeine phänologische Reihe festgehalten wurden, aufgelistet. So ergab sich ein Überblick, welche Jahre in welchen Monaten Abweichungen aufwiesen. Die fett hervorgehobenen Jahre wurden in *Pfister* (1999, S. 85-182 und S. 298) als markante Anomalien bestätigt.

Tab. 1: Jahre mit im Raum Schaffhausen registrierten Monatsanomalien im Jahreszyklus		
Monat	Zu warm	Zu kalt
Januar	1866, 1873, 1877, 1898, 1912, 1913, 1916 , 1918, 1919, 1920, 1921 , 1923, 1925, 1948	1888, 1895 , 1908, 1909, 1929, 1940, 1942
Februar	1893, 1899, 1903, 1911, 1912, 1913, 1916, 1920, 1926, 1928, 1936, 1939, 1948	1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1895 , 1907, 1908, 1909, 1924, 1929 , 1931, 1932, 1939, 1942
März	1884, 1893, 1897 , 1899, 1903, 1911, 1912, 1913, 1926, 1928, 1934, 1936, 1938, 1948 , 1950	1879, 1888, 1889, 1891, 1900, 1908, 1915, 1917, 1931
April	1865, 1893 , 1943, 1946	1891, 1900, 1915, 1917 , 1924, 1929, 1950
Mai	1865, 1886, 1888, 1893 , 1894, 1901, 1906, 1912, 1919, 1921, 1923, 1934, 1943, 1945 , 1946, 1948	1864, 1871, 1876, 1879 , 1891, 1902 , 1909, 1914, 1924, 1926, 1932, 1933, 1939, 1941
Juni	1877 , 1893 , 1915, 1930, 1934, 1945, 1947 , 1950	1879, 1891, 1902, 1909, 1910, 1916, 1919, 1926, 1932, 1933, 1948
Juli	1884, 1893 , 1904 , 1905, 1921, 1934, 1937, 1945, 1947 , 1950	1879, 1888 , 1891, 1909, 1910, 1913 , 1915, 1916, 1919, 1924, 1932, 1938, 1939, 1948
August	-	1888
September	-	-
Oktober	1876, 1886, 1921	-
November	1913	-
Dezember	1876, 1886, 1915 , 1934	-

Wichtig ist anzumerken, dass eben nicht alle der in der Tabelle vorkommenden Monate *extreme* Anomalien darstellten, sondern dass die aufgezählten Monate bloss eher von über- respektive unterdurchschnittlich warmer und/oder feuchter Witterung beherrscht wurden. Gleichwohl haben gerade die extremen Monats-Anomalien dieser Periode natürlich irgendwo in der Vegetation Spuren hinterlassen, so dass sie

alle in einzelnen phänologischen Reihen auftauchten. Dass jeweils weit mehr Monate als über- respektive unterdurchschnittlich zum „normalen“ Temperaturgang deklariert wurden, also auch Monate aus „Nicht-Extrem-Jahren“ und „Nicht-Extrem-Monate“ im engen Sinn, zeigte einerseits den nicht zu vernachlässigenden Einfluss der lokalen Witterung, der in gesamtschweizerischen Monats-Mittelwerten bisweilen kaum mehr aufzutauchen vermochte, andererseits die Sensibilität der Vegetation auf bereits kleinere Witterungsanomalien. Diese Kombination von lokalen Witterungs-Effekten und hoher Sensibilität schien denn auch der Grund zu sein, dass deutlich mehr Jahre vom Mittel abweichende Vegetationserscheinungen zu verbuchen hatten und sich nicht nur die extremen grossräumigen Witterungsereignisse in der Vegetationsentwicklung niederschlugen.

Als grossklimatische Änderung endlich konnte die Warmphase ab 1943 bis 1950 deutlich festgehalten werden, wo bei der Rebenentwicklung und teilweise auch beim Getreide die phänologischen Phaseneintritte zum Teil massiv früher eintraten.¹²⁰ Ansonsten waren die untersuchten knapp 75 Jahre eher von einer hohen Variabilität, als von konstant kalten oder warmen Perioden geprägt. Hätte man allerdings Trendlinien in alle vorgestellten Graphiken gelegt, worauf aus Übersichtsgründen freilich verzichtet wurde, so hätte bei fast allen phänologischen Reihen eine leichte Verfrühung der Phaseneintritte im Vergleich zum Mittel ab der Jahrhundertwende resultiert.

¹²⁰ Dieser Zeitraum (1943-1953) gilt nach der Dekade 1988-1998 als das zweitwärmste Jahrzehnt in den letzten 500 Jahren. Pfister: 1999, S. 77.

3. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen von 1876-1950 haben sich als wichtiger Parameter in der historischen Klimatologie der Schweiz verankert. Als Bindeglied zwischen den professionalisierten Messungen ab 1951 und den vielen lokalen, oft nur kurzzeitig erfassten sowie meist unprofessionellen Witterungsbeobachtungen des 19. Jahrhunderts gewannen die Schaffhauser Beobachtungen, und damit auch die darin enthaltenen phänologischen Aufzeichnungen, durch ihre lange Persistenz und Kontinuität enorm an Wert. Schon vielfach wurden einzelne Datenreihen aus den phänologischen Beobachtungen seit deren Bekanntmachung durch *Pfister* seither in der klimahistorischen Forschung als repräsentative Quelle für den Zeitabschnitt zwischen 1870 und 1950 verwendet. Dieser Umstand allein bezeugt den „prominenten“ Status der Schaffhauser Witterungsbeobachtungen innerhalb der Schweiz.

Die Schaffhauser Witterungsbeobachtungen beinhalteten allerdings, insbesondere an phänologischen Aufzeichnungen, noch weit mehr aussagekräftiges Material, als bislang bekannt war. Neben den von *Pfister* bereits ausgewerteten Beobachtungsreihen zur Rebenentwicklung (Rebenblüte, Traubenverfärbung und Weinlesebeginn), zur Kirschblüte, Roggenblüte sowie zur Korn-, Gersten- und Roggenernte konnten weitere sehr lange phänologische Reihen herausgearbeitet werden, wie die erste Schneeglöckchenblüte, der Haselblütenbeginn, die Belaubung und Blüte der Rosskastanie, der Weizenblütebeginn und die Weizenernte. Andere phänologische Ereignisse mit ebenfalls hoher Beobachtungszahl, wie die Blüte des Leberblümchens, die Apfelblüte und weitere Obstbaumblüten, oder auch tierphänologische Beobachtungen oder registrierte Erdbeben, konnten aus Umfanggründen nicht mehr berücksichtigt werden. In den Bereichen der Obstbaumblüte, der frühblühenden Frühlings-Wildpflanzen und der Tierbewegungen liegt also weiterhin ein grosses Potenzial für klimatologisch-phänologische Analysen vor.

Die Auswertung der ausgewählten phänologischen Reihen hat in erster Linie die Resultate der von *Pfister* untersuchten Reihen bestätigt und aufgezeigt, dass die beobachteten Pflanzen im Allgemeinen mit einer sehr hohen Sensibilität auf ungewöhnliche, mehrere Tage bis Wochen andauernde Witterungsschwankungen reagierten. So variierte der Zeitpunkt des Blütebeginns von frühblühenden Frühlingspflanzen, wie das Schneeglöckchen und die Hasel, in starker Abhängigkeit von der vorange-

gangenen Witterung. Anormale Winterwitterungsverhältnisse schlugen sich mit grosser Übereinstimmung in verschobenen Blühzeitpunkten nieder.

Als Proxy für Februar- bis Apriltemperaturen bot sich der beobachtete erste Kirschblütenaustrieb an, der jeweils sehr genau mit den Temperaturen jener Monate korrelierte und dessen Abweichungen vom mittleren Blütezeitpunkt in allen Fällen mit anormalen Temperaturverläufen übereinstimmte.

Der Witterungsverlauf der Monate April und Mai widerspiegelte sich sehr genau im Ausbruch der Traubenblüte, wo anormal warme Witterung zu früher Blüte veranlasste und umgekehrt kühle Witterung zu einer späten Blüte führte. Für die Entwicklung der Roggenblüte anfangs bis Mitte Mai konnte festgestellt werden, dass zwar die Temperatur, aber auch die Menge der Niederschläge einen Einfluss ausübten, währenddessen die Weizenblüte als zweite untersuchte Getreidesorte viel enger mit den Mai- und Junitemperaturen korrelierte, dafür weniger auf die Niederschlagssumme reagierte.

Als Sommerwitterungsindices wurden die Traubenverfärbung der Reben und die Getreideerntebeginne getestet. Die Traubenverfärbung erwies sich dabei als der etwas genauere Indikator, doch gerade extrem frühe Getreideernten deuteten auf sehr warme Juni- und Julitemperaturen hin, während der Umkehrschluss nicht für jeden Fall zutraf. Für die Herbstmonate ergaben die phänologischen Beobachtungen keine genügend reichhaltige Reihe, so dass ein klarer Herbst-Proxy mit Ausnahme der Weinlese, die bedingt Rückschlüsse auf das Frühherbstwetter zulies, fehlte. Über die Weinlesedaten lagen für den Raum Schaffhausen sehr umfangreiche Aufzeichnungen vor, so dass sich mühelos für die Station Unter-Hallau eine über 65 Jahre hinweg ziehende, praktisch lückenlose Reihe zusammentragen liess, wobei die beiden anderen Stationen ebenfalls über ausreichend Datenmaterial für eigene Reihen verfügt hätten. Dass der Weinlesebeginn mit dem Zeitpunkt der Blütenentwicklung und der Traubenverfärbung im Frühling und Frühsommer eng zusammenhängt, konnte aus den Schaffhauser Beobachtungen bestätigt werden.

In Bezug auf das Klima respektive auf klimatische Änderungen während der Untersuchungsperiode konnte anhand der Rebenentwicklung eine auffällige Verfrühung der Eintrittsdaten aller Phänophasen der Rebe ab 1940 beobachtet werden, was mit überdurchschnittlich warmen Frühlings- und Frühsommertemperaturen zu erklären ist, welche ja auch tatsächlich gemessen wurden. Die Winterroggen- und Winterwei-

zenblüte zeigte dieselbe Tendenz wie die Reben, die Getreideernten hingegen reflektierten diese Verfrühung des Blütezeitpunktes nur bruchstückhaft. Obwohl lineare Trendberechnungen bei fast allen vorgestellten phänologischen Reihen eine leichte Verfrühung der Eintrittsdaten im Vergleich zum Mittelwert anzeigten, wäre es falsch, von einer langsamen Erwärmung der Temperaturen im Allgemeinen zu sprechen. Viel mehr waren die Jahrzehnte von 1876 bis zu den 1940er-Jahren von einer starken Variabilität geprägt und nicht von längeren, gleichbleibenden oder anormalen Perioden. Dennoch liessen sich die in Pfister (1999, S. 85-198) aufgezählten klimatischen Anomalie-Monate für die Zeit zwischen 1876 und 1950 fast allesamt in irgendeiner phänologischen Reihe wiederfinden. Nicht vergessen werden darf im Zusammenhang mit Anomalien der lokalklimatische Effekt, der durch die Höhenlage und Exposition der jeweiligen Pflanzenstandorte herrührte, welche uns heute nur noch teilweise bekannt sind. So konnten beispielsweise lokale, tief hängende Nebeldecken über dem Rhein im Frühjahr die Vegetationsentwicklung in den unteren Höhenlagen bremsen, während gleichzeitig die höheren Lagen von hellerem und freundlicherem Wetter profitieren konnten.

Die phänologischen Aufzeichnungen der Schaffhauser Witterungsbeobachtungen zeigten jedenfalls beim Quervergleich mit den Annalen der SMZA eine hohe Übereinstimmung mit der festgehaltenen landesweiten Witterung der Nordostschweiz während der gesamten Beobachtungsperiode. Damit hat sich bestätigt, dass aus pflanzenphänologischen Aufzeichnungen der Vergangenheit im Umkehrschluss die Witterung und auf langer zeitlicher Ebene auch klimatische Zustände rekonstruiert werden können. Wegen der langen Beobachtungszeit der Schaffhauser Beobachtungen erhalten die berechneten Mittelwerte zudem ihre Legitimität, um als „Eichungs“-Massstäbe für die Einordnung weiter zurückliegender phänologischer Beobachtungen zu dienen. Die Schaffhauser Beobachter leisteten somit der heutigen historischen Klimatologie für die Schweiz einen überaus grossen Dienst durch ihre breit gefächerten phänologischen Aufzeichnungen.

4. Bibliographie und Quellenverzeichnis

Gedruckte Quellen

Eidgenössische Landestopographie: Topographischer Atlas der Schweiz („Siegfriedkarte“) 1870-1949. Karten 15 (Neunkirch 1879), 44 (Opfertshofen 1883) und 47 (Diessenhofen 1885).

Gesellschaft der Ärzte des Kantons Zürich: Schweizerische Blätter für Gesundheitspflege. Monatsberichte 1882-1890.

Kanton Schaffhausen: Amtsblatt für den Kanton Schaffhausen. Wöchentliche Beilage, Januar 1876-Dezember 1950.

Naturforschende Gesellschaft Bern: Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern. Nr. 323 (1854), S. 111.

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt: Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Jahresberichte 1891-1902 und 1911-1950.

Schweizerischer Forstverein: Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen. Monatsberichte 1861-1872 und 1903-1910.

Internetquellen

MeteoSchweiz:

http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_schweiz/phaenologie.html,
05.06.2009.

Literaturverzeichnis

Begert, Michael; Schlegel, Thomas; Kirchhofer, Walter: Homogeneous Temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. In: International Journal of Climatology 25 (2005), S. 65-80.

Brügger, Robert/ Vasella, Astrid: Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. Anleitung für phänologische Beobachtungen. Bern 2003.

Defila, Claudio: Pflanzenphänologie der Schweiz. Diss. Phil. II, Zürich 1991.

Defila, Claudio/ Clot, Bernard: Long-Term Urban-Rural Comparisons. In: Schwartz, Mark D. (Hg.): Phenology: An Integrative Environmental Science. Dordrecht 2003, S. 541-554.

Eidgenössisches Departement des Innern (Hg.): ISOS (Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz) Kanton Schaffhausen. Ortsbilder von nationaler Bedeutung. Bern 1986.

Graf, Susanna: The Influence of Climate Factors on Selected Phenological Phases, 1766-1801 and 1951-2005. Diplomarbeit Phil-nat., Bern 2007.

Kottman, Silvan: Topoklimatische Modellierung phänologischer Frühlingsphasen in einem Geographischen Informationssystem (GIS). Für die allgemeine Blüte der Hasel, des Löss-

- wenzahns und des Apfelbaums im Querschnitt durch Jura, Mittelland und Alpen. Diplomarbeit Phil-nat., Bern 2008.
- Lauber, Konrad/ Wagner, Gerhart: Flora Helvetica. 3. Aufl., Bern 2001.
- Lauscher, Adele/ Lauscher Friedrich: Vom Einfluss der Temperatur auf die Belaubung der Rosskastanie nach den Beobachtungen in Genf seit 1808. In: Wetter und Leben 33 (1981), Wien 1981, S. 103-112.
- Lauscher, Friedrich/ Schnelle, Fritz: Beiträge zur Phänologie Europas. Lange phänologische Reihen Europas und ihre Beziehungen zur Temperatur. In: Berichte des Deutschen Wetterdienstes 169 (1986), S. 1-24.
- Meier, Nicole: Grape Harvest Records as a Proxy for Swiss April to August Temperature Reconstructions. Diplomarbeit Phil-nat., Bern 2007.
- Nietzold, Jochem: Phänologie. Vom Rhythmus des Zeitleibes der Pflanzen im Jahreslauf. Beiträge zu einer kosmologischen Biologie. Stuttgart 1993.
- Pfister, Christian: Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft. 2 Bde. Academia Helvetica 6, Bern 1984.
- Pfister, Christian: Getreide-Erntebeginn und Frühsommertemperaturen im schweizerischen Mittelland seit dem 17. Jahrhundert. In: Geographica Helvetica Zürich 1 (1979), S. 23-34.
- Pfister, Christian: Monthly temperature and precipitation in central Europe 1525-1979: quantifying documentary evidence on weather and its effects. In: Bradley, Raymond/ Jones, Philip (Hg.): Climate since A.D. 1500. London 1992, S. 118-142.
- Pfister, Christian: Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496-1995). Bern 1999.
- Rötzer, Thomas/ Chmielewski, Frank-M.: Phenological maps of Europe. In: Climate Research 18 (2001), S. 249-257.
- Rutishauser, This: Cherry Tree Phenology. Interdisciplinary Analyses of Phenological Observations of the Cherry Tree in the extended Swiss Plateau Region and their Relation to Climate Change. Master's Thesis Phil-nat., Bern 2003.
- Rutishauser, This: Historical Phenology- Plant Phenological Reconstructions and climate Sensitivity in Northern Switzerland, Diss. Phil-nat., Bern 2007.
- Schnelle, Fritz: Pflanzen-Phänologie. Leipzig 1955.
- Seyfert, Franz: Phänologie. Wittenberg 1960.
- Vasella, Astrid: Phänologische Beobachtungen des Bernischen Forstdienstes von 1869-1882. Witterungseinflüsse und Vergleiche mit heutigen Beobachtungen, Phänologie von Waldbäumen, Historische und aktuelle Beobachtungen. In: BUWAL (Hg.): Umwelt-Materialien Nr. 73 (1997), S. 9-75.

5. Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Amtsblatt SH: Amtsblatt für den Kanton Schaffhausen

ASMZ: Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt

DoY: Day of Year (Jahrestag nach Gregorianischem Kalender)

SBG: Schweizerische Blätter für Gesundheitspflege

SMZA: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (Heute: MeteoSchweiz)

SZF: Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen

m.ü.M: Meter über Meer

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1</i> : Erste Schneeglöckchenblüte.....	12
<i>Abb. 2</i> : Erste Haselblüte.....	14
<i>Abb. 3</i> : Erste Kirschblüte.....	17
<i>Abb. 4</i> : Erste Winterroggenblüte.....	19
<i>Abb. 5</i> : Erste Traubenblüte im offenen Rebberg.....	21
<i>Abb. 6</i> : Beginn der Winterroggenernte.....	23
<i>Abb. 7</i> : Erste Traubenverfärbung der Sorte „Blauburgunder“.....	25
<i>Abb. 8</i> : Beginn der Weinlese.....	27
<i>Abb. 9</i> : Erste Belaubung und erste Blüte der Rosskastanie.....	30
<i>Abb. 10</i> : Erste Weizenblüte.....	33
<i>Abb. 11</i> : Erste Traubenverfärbung der Sorte „Aeugstler“.....	35
<i>Abb. 12</i> : Beginn der Kornernte.....	37
<i>Abb. 13</i> : Beginn der Weizenernte.....	39
<i>Abb. 14</i> : Beginn der Sommergerstenernte.....	40
<i>Abb. 15</i> : Beginn der Wintergerstenernte.....	42
<i>Abb. 16</i> : Beginn der Heuernte.....	43
 <i>Tab. 1</i> : Jahre mit im Raum Schaffhausen registrierten Monatsanomalien im Jahreszyklus.....	45

Danksagung

Ich danke: Prof. Dr. Christian Pfister für die freundliche Betreuung der Arbeit; Herrn Oliver Wetter für die vielen kleinen Hilfestellungen zwischendurch; Herrn Claudio Defila für die wertvollen Anschlussdaten einzelner phänologischer Reihen aus den Daten der MeteoSchweiz; Herrn Niklaus Wagner für die elektronische Bereitstellung der Witterungsberichte der SMZA, der SBG und der SZF; Frau Ehrat vom Staatsarchiv Schaffhausen für ihre freundlichen Dienste bei der Quellenerfassung und Frau Antonia Nussbaumer für das Korrekturlesen.

Selbständigkeitserklärung

„Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet. Ich erkläre außerdem, dass ich weder die ganze Arbeit noch Teile davon ohne Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer in einer anderen Lehrveranstaltung in mündlicher oder schriftlicher Form zur Erlangung eines Leistungsnachweises eingereicht habe. Mir ist bekannt, dass ich andernfalls ein Plagiat beziehungsweise einen Betrug begangen habe und dies mit der Note 1 bestraft wird. Ich weiß, dass zusätzlich weitere Sanktionen gemäß den „Richtlinien der Universitätsleitung betreffend das Vorgehen bei Plagiaten“ vom 28. August 2007 und gemäß Artikel 36 Absatz 1 Buchstabe o des Gesetzes vom 5. September 1996 über die Universität ergriffen werden können. Dazu gehört im Falle von BA-Arbeiten insbesondere der Entzug des aufgrund dieser Arbeiten verliehenen Titels.“

Tschugg, den 15.06.2009

Marcel Rothen

Anhang 1: Namen der Beobachter (In der Reihenfolge: Schaffhausen, Lohn, Unter-Hallau)

Januar 1876 - Juni 1886: H. Erzinger (SH), G. Weber (LO)

Juli 1886 - Januar 1892: H. Erzinger (SH), G. Weber (LO), J. Gasser (UH)

Februar 1892 - April 1901: F. Ehrat, G. Weber, J. Gasser

Mai 1901 - Juni 1902: F. Ehrat, B. Dürst, J. Gasser

Juli 1902 - März 1903: K. Bauwer, B. Dürst, J. Gasser

April 1903 - Dez. 1903: K. Bauwer, H. Brühlmann, J. Gasser

Januar 1904 - Februar 1913: G. Meyer, H. Brühlmann, J. Gasser

März 1913 - Dezember 1913: G. Meyer, H. Brühlmann, S. Brühlmann

Januar 1914 - April 1918: G. Meyer, H. Brühlmann, H. Huber-Rupli

Mai 1918 - April 1919: G. Meyer, J. Wäckerlin, H. Huber-Rupli

Mai 1919 - Juni 1919: G. Meyer, H. Brühlmann, H. Huber-Rupli

Juli 1919 - Juni 1922: G. Meyer, J. Brühlmann, H. Huber-Rupli

Juli 1922 - April 1930: G. Meyer, A. Goetz, H. Huber-Rupli

Mai 1930 - März 1932: G. Meyer, W. Robe, H. Huber-Rupli

April 1932-Sept. 1932: G. Meyer, D. Schmid, H. Huber-Rupli

Oktober 1932 - August 1944: G. Meyer, A. Läuchli, H. Huber-Rupli

Sept. 1944 - Mai 1948: A. Streckeisen, A. Läuchli, H. Huber-Rupli

Juni 1948 - Dezember 1950: A. Streckeisen, W. Sonderegger, H. Huber-Rupli

Anhang 2: Tabelle aller phänologischen Beobachtungen mit mehr als 10 Beobachtungen im Jahreszyklus

Phäno-Reihe	Periode	B: SH	Mw SH	B: LO	Mw LO	B: UH	Mw UH	B Total	Mittelwert aller Stationen in DoY	Standard- abweichung vom Mittelwert aller Stationen	Min/ Max (DoY)
Erste Schneeglöckchen	1877-1950	53n	56	24n	61	38n	56	115	57 (26.2.)	13 Tage	23-89
Erste Märzglöckchen	1867-1940	26n	54	13n	63	26n	61	65	59 (28.2.)	14 Tage	28-89
Erste Haselblüten	1866-1950	45n	59	33n	63	28n	60	106	60 (1.3.)	16 Tage	33-98
Erste Leberblümchen	1868-1950	27n	62	48n	62	19n	66	94	63 (4.3.)	16 Tage	23-101
Erste Krokusse	1912-1950	21n	66	4n	65	16n	63	41	65 (6.3.)	13 Tage	40-89
Erste Blüte Seidelbast	1872-1948	4n	65	24n	71	16n	65	44	68 (9.3.)	18 Tage	32-107
Erste Blüte Veilchen	1881-1935	14n	75	4n	81	4n	87	22	78 (19.3.)	16 Tage	46-102
Erste Winde	1878-1935	7n	77	9n	81	2n	68	18	78 (19.3.)	17 Tage	32-100
Erste Blüte Huflattich	1977-1924	3n	82	14n	79	-	-	17	79 (20.3.)	10 Tage	59-99
Erste Aprikosenblüten	1899-1950	17n	85	1n	-	42n	81	60	83 (24.3.)	15 Tage	51-121
Erste Blüte des Thierli- baums	1876-1919	17n	87	-	-	15n	87	32	87 (28.3.)	12 Tage	65-109
Erste Pappelblüte	1892-1905	-	-	-	-	14n	96	14	96 (6.4.)	9 Tage	76-109
Erste Pfirsichblüte	1911-1933	21n	97	1n	-	-	-	22	96 (6.4.)	16 Tage	74-122
Erste Blüte Schlüsselblume	1877-1913	10n	104	12n	95	4n	78	26	96 (6.4.)	13 Tage	64-123
Erste Belaubung Rosskastanie	1880-1950	5n	105	1n	-	50n	102	56	102 (12.4.)	10 Tage	87-122
Erste Löwenzahnblüte	1877-1892, 1923-1950	-	-	18n	110	14n	97	32	105 (15.4.)	12 Tage	84-129
Erste Blüte Schlehdorn	1877-1921	1n	-	16n	104	-	-	17	105 (15.4.)	9 Tage	92-119
Erster Kuckucksruf	1864-1950	28n	106	44n	104	11n	104	83	105 (15.4.)	7 Tage	91-120
Erste Kirschblüten	1871-1950	63n	109	49n	111	56n	106	168	109 (19.4.)	9 Tage	89-127
Ankunft der Schwalben	1876-1950	43n	113	31n	110	48n	106	122	109 (19.4.)	10 Tage	89-131
Erste Pflaumenblüte	1880-1946	26n	112	18n	116	24n	110	68	113 (23.4.)	10 Tage	92-130
Erste Birnenblüten	1877-1950	45n	114	35n	119	60n	111	140	114 (24.4.)	11 Tage	73-136
Erdbeerblüte	1877-1950	3n	114	9n	119	3n	106	15	115 (25.4.)	15 Tage	93-141
Belaubung Buche	1876-1944	20n	115	14n	115	22n	117	56	116 (26.4.)	8 Tage	97-136
Erste Zwetschenblüten	1877-1946	11n	115	20n	120	24n	116	55	117 (27.4.)	10 Tage	100-142
Erste Blüte Rosskastanie	1890-1950	-	-	-	-	48n	121	48	121 (1.5.)	10 Tage	98-146
Erste Apfelblüten	1871-1950	31n	124	38n	128	52n	121	121	124 (4.5.)	9 Tage	102-144
Erste Maiblümchen	1877-1940	7n	123	14n	125	12n	123	33	124 (4.5.)	7 Tage	110-145
Erste Fliederblüten	1877-1950	-	-	4n	136	23n	124	27	126 (6.5.)	10 Tage	106-146

Erste Roggenähren	1877-1949	9n	131	13n	127	22n	125	44	127 (7.5.)	9 Tage	111-164
Erste Goldregenblüte	1899-1916, 1937-1950	-	-	1n	-	26n	135	27	135 (15.5.)	11 Tage	94-151
Erste Himbeerblüte	1921-1950	-	-	-	-	15n	138	15	138 (18.5.)	8 Tage	127-154
Erste Roggenblüte	1876-1950	19n	149	43n	149	48n	145	110	147 (27.5.)	7 Tage	126-165
Beginn Heuernte	1876-1947	15n	150	21n	158	5n	154	41	152 (1.6.)	9 Tage	135-172
Reife Erdbeeren	1876-1948	13n	162	10n	157	8n	144	31	156 (5.6.)	13 Tage	128-182
Erste Weizenähren	1876-1949	5n	159	14n	162	17n	156	36	159 (8.6.)	9 Tage	143-177
Erste Kornähren (Dinkel)	1876-1898	2n	153	16n	162	3n	152	21	160 (9.6.)	7 Tage	143-171
Erste Traubenblüten im offenen Rebberg	1864-1950	32n	171	43n	172	64n	161	139	166 (15.6.)	10 Tage	137-184
Erste Kornblüte (Dinkel)	1876-1913	6n	168	15n	168	17n	165	38	167 (16.6.)	7 Tage	149-180
Erste Winterweizenblüte	1876-1948	18n	168	23n	171	34n	167	75	168 (17.6.)	8 Tage	149-185
Wintergerstenernte	1891-1949	1n	-	4n	184	27n	182	32	182 (1.7.)	9 Tage	166-199
Roggenernte	1876-1950	21n	198	42n	201	58n	193	121	197 (16.7.)	8 Tage	182-213
Winterweizernte	1876-1950	19n	208	41n	211	52n	206	112	208 (27.7.)	7 Tage	194-226
Kornernte (Dinkel)	1876-1915	12n	204	31n	210	14n	211	57	209 (28.7.)	7 Tage	195-223
Sommergerstenernte	1876-1906	9n	207	19n	211	5n	204	33	210 (29.7.)	8 Tage	195-220
Erste Verfärbung Trauben Sorte „Aeugstler“	1876-1882, 1914-1949	4n	228	2n	-	37n	212	43	214 (2.8.)	9 Tage	193-244
Erste Verfärbung Trauben (Sorte Blauburgunder)	1876-1950	14n	235	-	-	61n	229	75	230 (18.8.)	10 Tage	201-252
Erste Blüte Herbstzeitlose	1877-1912	-	-	8n	241	5n	237	13	240 (28.8.)	6 Tage	230-251
Abzug der Schwalben	1876-1949	20n	266	24n	261	56n	258	100	261 (18.9.)	8 Tage	240-276
Beginn Weinlese	1876-1950	34n	282	26n	286	63n	280	123	282 (9.10.)	9 Tage	257-302
Blattfall Buche	1904-1915	11n	286	2n	-	7n	295	20	290 (17.10.)	8 Tage	278-305

Legende:

B: Anzahl Beobachtungen (n)

Mw: Mittelwert in DoY und (in Jahrestagen) pro Station

Total: Immer alle drei Stationen einbezogen

Min / Max: Früheste resp. späteste Erscheinung pro Phäno-Reihe, die NICHT als Extremwerte gelten (Extremwerte wurden bereits bereinigt) in DoY.

SH: Station Schaffhausen

LO: Station Lohn

UH: Station Unter-Hallau

Alle Mittelwerte und die Standardabweichungen sind gerundet!

Alle in der Arbeit und in der obigen Tabelle genannten phänologischen Reihen können beim Verfasser der Arbeit als gesonderte Microsoft Excel-Tabellen bestellt werden. Ebenso verfügt der Verfasser über photographische Aufnahmen (JPEG-Format) der gesamten Originalquelle des Amtsblattes für den Kanton Schaffhausen (ausschliesslich für nichtkommerzielle Zwecke mit freundlicher Genehmigung des Staatsarchivs Schaffhausen). Anschrift: Marcel Rothen, Ried 10, 3233 Tschugg; Tel: 032 338 26 14; marcel.rothen@students.unibe.ch.