

„... jene Herren Beobachter, welche hierzu Lust und Musse haben ...“

Phänologie und Citizen Science in Österreich seit 1851

HELFRIED SCHEIFINGER · CHRISTA HAMMERL · THOMAS HÜBNER · ELISABETH KOCH
HANS RESSL · MARKUS UNGERSBÖCK · PHILIPP HUMMER · KLAUS WANNINGER

Abstract

Die Phänologie ist die Lehre der „Erscheinungen“ oder die Wissenschaft des saisonalen Zyklus der Pflanzen und Tiere. Sie beschäftigt sich mit den periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen in der belebten Umwelt. Hier wird ihre Geschichte aus der Perspektive der Persönlichkeiten nachgezeichnet, welche die Phänologie in Österreich prägten. Dabei geht es weniger um die wissenschaftlichen Leistungen, sondern um die Einrichtung und den Betrieb der phänologischen Beobachtungssysteme und die Anwerbung und Motivation der freiwilligen BeobachterInnen.

Die heutige Existenz der Phänologie an der GeoSphere Austria¹ kann als Ergebnis einer geschichtlichen Entwicklung, aus dem Zusammenspiel sehr unterschiedlicher und kontingenter Elemente verstanden werden. Personen, Institutionen, technische Gegebenheiten sowie eine Offenheit für die Wissenschaften in der gebildeten Bevölkerung, fügten sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts derart, dass das erste längerfristige und koordinierte phänologische Beobachtungsnetz in Österreich eingerichtet und betrieben werden konnte. Der Einstieg erfolgte mit der Gründung der Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus 1851. Karl Fritsch (1812–1879), Adjunkt und später Vizedirektor der ZAMG,

schuf das erste meteorologische und phänologische Beobachtungsnetz der Monarchie, verfasste und verbesserte die Beobachtungsanleitungen und betreute die Beobachter. Das Beobachtungsnetz wurde nach seinem Tod im Jahr 1879 aufgelassen. Erst 50 Jahre später wurden wieder phänologische Beobachtungsnetze in Österreich unter Einbeziehung von Schulen eingerichtet. Die meisten Daten aus dieser Zeit sind kriegsbedingt verloren gegangen. Unter Maria Roller (1916–1986) und Friedrich Rosenkranz (1900–1957) erfolgte die Gründung des aktuellen und heute noch aktiven phänologischen Beobachtungsnetzes nach dem Krieg ab 1946. In diese Periode fällt auch die höchste Stationsdichte von knapp 500 Stationen. Die geschichtliche Beschreibung schließt mit der aktuellen Phase seit 1987 und den seither erfolgten massiven technischen Neuerungen.

Die Meteorologie und die Phänologie waren vor allem in der Anfangszeit auf die Mitarbeit von Freiwilligen angewiesen. Daran hat sich für die Phänologie bis heute nichts geändert. Die Anwerbung, Motivation und Ausbildung der freiwilligen BeobachterInnen stellen die wichtigste Aufgabe beim Betrieb phänologischer Beobachtungsnetze dar. Technische Errungenschaften unterstützten die phänologische Beobachtungspraxis und Forschung. Die Problematik des menschengemachten

Klimawandels motivierte „data rescue“-Projekte, die darauf abzielten, phänologische Informationen aus Archiven der Wissenschaft zugänglich zu machen. Die Phänologie konnte sich in ihrer vielleicht wichtigsten Funktion für die Gesellschaft, nämlich als Indikator für den Klimawandel, etablieren. Nachdem ein Fortschreiten der Temperaturerhöhung zu erwarten ist, bleibt auch die Bedeutung der Phänologie als Indikator für den Klimawandel erhalten.

Einleitende Gedanken

Wissen Sie, dass Sie die Wirkung des Klimawandels auf Pflanzen und Tiere in Ihrem Garten selbst beobachten können? Sie möchten erfahren wie? Mit Hilfe der Phänologie, die sich mit dem saisonalen Zyklus der Pflanzen und Tiere beschäftigt und mit der dazugehörigen Smartphone-App „Naturkalender“ (www.naturkalender.at). Mit Ihren Beobachtungen helfen Sie nicht nur der Wissenschaft, sondern schärfen Ihre Beobachtungsgabe und werden mit der jahreszeitlichen Abfolge der phänologischen Ereignisse vertraut. Ihre Beobachtungen können Sie schließlich in den Kontext langer Beobachtungsreihen² einordnen und die Wirkung des Klimawandels auf den Jahreszyklus der Natur selbst dingfest machen.

Damit sind wir bereits mitten im Thema der Phänologie, die in Österreich inzwischen ein Stück faszinierender Wissenschaftsgeschichte zurückgelegt hat. Sie soll in diesem Beitrag anhand der Hingabe und Begeisterung jener Persönlichkeiten nacherzählt werden, welche die phänologischen Beobachtungssysteme und Beobachtungspraktiken wesentlich mitgestalteten. Dabei liegt der Fokus nicht so sehr auf deren wissenschaftlichen Leistungen, sondern auf dem Eifer und Einfallsreichtum bei der Einrichtung und dem Betrieb der phänologi-

schen Beobachtungssysteme und der Anwerbung und Motivation der freiwilligen BeobachterInnen. Gesellschaftliche, institutionelle und technische Entwicklungen gaben den Handlungsspielraum während der 170-jährigen Zeitspanne von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis heute vor.

Um einen Begriff von phänologischen Inhalten und Fragestellungen zu vermitteln, wird im folgenden Kapitel die Phänologie als Wissenschaft näher vorgestellt. Der geschichtliche Einstieg erfolgt mit der Gründung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1847, der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus 1851 und des ersten phänologischen Beobachtungsnetzes unter Karl Fritsch bis 1879 (erste Phase). Der Zeitraum zwischen den Aktivitäten von Karl Fritsch und dem Ende des Zweiten Weltkriegs war von sporadischen und kurzlebigen Messnetzen gekennzeichnet (zweite Phase). Unter Maria Roller und Friedrich Rosenkranz erfolgte die Gründung des aktuellen und heute noch aktiven phänologischen Beobachtungsnetzes ab 1946 (dritte Phase). In diese Periode fällt auch die höchste Stationsdichte von knapp 500 Stationen. Die geschichtliche Beschreibung schließt mit der aktuellen, vierten Phase ab 1987 und ihren massiven technischen Neuerungen. Zuletzt werden die skizzierten historischen Entwicklungen diskutiert und bewertet.

Zur Phänologie als Wissenschaft

Die Phänologie beschäftigt sich mit den periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen in der belebten Umwelt, wie beispielsweise dem Zeitpunkt der Entfaltung der Blätter der Laubbäume oder des Maitriebs der Fichte oder der Rückkehr der Zugvögel im Frühling, dem Beginn der Reife der Marille im Sommer oder dem Beginn

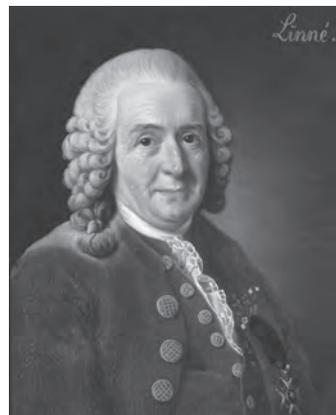
der herbstlichen Blattfärbung. Dabei handelt es sich um Naturerscheinungen, die von vielen vielleicht bemerkt werden, aber für die meisten von keiner praktischen Bedeutung sind. Die ausgeprägte Jahresamplitude der Temperatur unserer Breiten stellt Pflanzen und Tiere hingegen vor existentielle Herausforderungen. Daher sind sie mit „Messsystemen“ ausgestattet, die es ihnen erlauben, den optimalen Zeitpunkt ihrer saisonalen Aktivitäten zu bestimmen. So wählen beispielsweise Bäume den Zeitpunkt, ihr Laub auszutreiben, spät genug, um das Risiko eines Frostschadens möglichst gering zu halten und gleichzeitig früh genug, um möglichst lang die warme Jahreszeit für ihr Wachstum auszunutzen. Das geschieht eben flexibel, in Abhängigkeit von der aktuellen Witterung und von der Tageslänge. Dadurch kann es zu recht beachtlichen Schwankungen der phänologischen Eintrittszeiten von Jahr zu Jahr kommen, vier Wochen und mehr sind möglich. Die diesem Verhalten zugrundeliegenden pflanzenphysiologischen Mechanismen werden noch wenig verstanden. Mittels molekularbiologischer Methoden bemüht man sich heute, den in den Pflanzen ablaufenden Stoffwechselfvorgängen auf die Spur zu kommen.³

Bei der Phänologie handelt es sich auf den ersten Blick um eine wenig spektakuläre Wissenschaft. Aus Sicht der Biologie mag sie wie ein etwas aufgeblähtes Nebenthema erscheinen. Sie verliert sich in ihrer Interdisziplinarität zwischen Biologie, Klimatologie und den Agrarwissenschaften. Aus Sicht der Atmosphärenwissenschaften konnte sie sich als Klimawandelindikator recht gut etablieren und spielt bei biogeochemischen Prozessen wie dem Kohlenstoffkreislauf und bei Austauschprozessen zwischen Vegetation und Atmosphäre eine gewisse Rolle.⁴ Die Ökosystemforschung untersucht den Einfluss des

Klimawandels auf die Synchronität der Nahrungskette, ob es beispielsweise durch den Klimawandel zu Verschiebungen zwischen dem Beginn des Laubaustriebes, der Eiablage und Entwicklung von Schmetterlingsraupen und dem Brutzeitpunkt von Vögeln kommt.⁵

Die Anfänge der Phänologie

Der französische Entomologe René Antoine Ferchault de Réaumur (1683–1757) stellte in den Jahren 1734 und 1735 erste systematische Experimente zur Steuerung phänologischer Vorgänge durch die Lufttemperatur an.⁶ Ihm gelang der Nachweis, dass eine gewisse Temperatursumme erreicht werden musste, damit das Getreide zur Reife gelangt. Wenig später schuf der schwedische Botaniker und Mediziner Carl von Linné (1707–1778) die Grundlage für die Phänologie als Wissenschaft. In seinem Opus Magnum, der »Philosophia Botanica«, empfahl er, phänologische Erscheinungen gemeinsam mit Wetterbeobachtungen an verschiedenen Orten gleichzeitig aufzuzeichnen: „Die Pflanzenkalender sind jährlich in jeder Provinz nach der Blättentfaltung, dem Aufblühen, der Fruchtreife und dem Blattfall unter gleichzeitiger Beobachtung des Klimas zusammenzustellen, so dass sich daraus die Verschiedenheit der Gegenden unter sich



Karl von Linné
(1707–1778)
war Professor an
der Universität
Uppsala in
Schweden

ergibt⁷. Er erwartete sich durch einen Vergleich phänologischer Beobachtungen aus klimatisch unterschiedlichen Regionen Hinweise auf den Einfluss des Klimas auf den saisonalen Zyklus der Pflanzen. Es ist ihm dann auch gelungen, ein kleines Stationsnetz über drei Jahre in Schweden und Finnland zu betreiben.⁸

In Anlehnung an Linné begründet die k.k. Patriotische Gesellschaft im Königreich Böhmen 80 Jahre später die Errichtung und den Betrieb eines phänologischen Beobachtungsnetzes folgendermaßen: „Da gewisse Erscheinungen bei Pflanzen und Thieren vorzüglich geeignet sind, den Einfluss der Witterung, den Charakter des Jahrganges und das verschiedene Klima überhaupt zu bestimmen, z.B. das frühere oder spätere Erscheinen der Blüthe und Samenreife bei Pflanzen, den früher oder später eintretenden Winterschlaf und das Erwachen im Frühjahr bei einigen Thieren, so wie das verschiedene Erscheinen und Verschwinden der Zugvögel u.s.w. [...] so hat die k.k. patriotisch-ökonomische Gesellschaft bei der oben erwähnten Erweiterung ihrer meteorologischen Anstalt zugleich den Wunsch ausgesprochen, auch die Beobachtungen einiger Pflanzen und Thiere, welche sie namentlich bekannt machte, damit zu verbinden und hat zu diesen Beobachtungen alle Jene aufgefordert, welche hiezu Gelegenheit, Lust und Liebe haben, und sie ersucht, die diesfälligen Beobachtungen jährlich mit ihren Land- und Forstwirtschaftsberichten einzuschicken.“⁹

Mehrtägige Abschnitte mit unterschiedlichem Witterungscharakter steuern den Ablauf des phänologischen Zyklus von Pflanzen und Tieren in unseren Breiten, wobei kühlere Abschnitte die Entwicklung verzögern und wärmere die Entwicklung beschleunigen, woraus in Summe der phänologische Jahresgang resultiert. Die unterschiedlichen phänologischen

Eintrittszeiten erfassen die räumliche Gliederung der klimatischen Gegebenheiten einer Region.

Von der individuellen zur organisierten Beobachtung

Bis zur Einrichtung professionell geführter nationaler Wetterdienste wurden Wetter-, Klima- und phänologische Beobachtungen sporadisch von naturwissenschaftlich interessierten Laien notiert, ausgewertet und publiziert. Punktuell unterstützten adelige Höfe und Klöster diese naturwissenschaftlichen Aktivitäten. So begannen Chronisten am kaiserlichen Hof in Japan im 8./9. Jahrhundert das Eintrittsdatum der Kirschblüte aufzuzeichnen. Die japanische Kirschblütenreihe ist damit die weltweit längste phänologische Zeitreihe.¹⁰ Der englische Naturliebhaber Robert Marsham notierte von 1736 bis 1797 phänologische Eintrittszeiten auf seinem Anwesen. Nach seinem Tod führten seine Nachfahren die phänologischen Reihen bis 1958 fort.¹¹ Die frühesten meteorologischen Reihen in Österreich stammen aus der klösterlichen Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Fragen. In Kremsmünster begannen die Mönche mit systematischen Wetteraufzeichnungen 1767. Ab 1842 notierte Abt Reslhuber phänologische Beobachtungen. In und um Wien wurde ab 1846 durch Anton Röhl und Franz Löw die phänologische Entwicklung beobachtet, in Kärnten ab 1847 durch Johann Prettnner.¹²

Genau in die Zeit der Anfänge phänologischer Beobachtungen in Österreich fällt die Gründung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften im Jahr 1847. Mit ihr wurde ein institutioneller Rahmen geschaffen, der die Bedingungen für systematische naturwissenschaftliche Aktivitäten in Österreich erheblich verbesserte. Die Akademie bot eine Plattform nicht nur für den Austausch von For-

schungsergebnissen, sondern auch für die Umsetzung von größeren naturwissenschaftlichen Infrastrukturprojekten, die sonst kaum zu realisieren gewesen wären.

Vermutlich war Andreas Freiherr von Baumgartner nicht das einzige Mitglied der Akademie, das von einem zentral organisierten meteorologischen Beobachtungsnetz geträumt hat: „[...] dass es längst sein Wunsch gewesen sei, die an den Eisenbahnlinien bestehenden telegrafischen Stationen zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen benützt zu sehen [...]“¹³. Es ist kein Zufall, dass von Baumgartner Eisenbahnlinien und telegrafische Stationen im Zusammenhang mit dem Wunsch nach einem meteorologischen Beobachtungsnetz erwähnte. Er selbst war beim Ausbau der Eisenbahn beteiligt und leitete die Einrichtung des ersten telegrafischen Netzes in Österreich.¹⁴ Eine mehrfache Nutzung der modernsten, aber auch teuren technischen Infrastruktur half, die erheblichen Investitionen zusätzlich zu rechtfertigen. Das umso mehr, wenn es zugunsten der Wissenschaft geschah. Tatsächlich ist es der Akademie der Wissenschaften gelungen, mit der k.k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus 1851 den weltweit ersten nationalen Wetterdienst zu gründen. Karl Kreil, bis dahin Direktor der Sternwarte in Prag, wurde als Direktor bestellt. Sein Assistent, Karl Fritsch, wurde ebenfalls von Prag nach Wien berufen. Die Investition in ein von einer „Centralstation“ einheitlich organisiertes Messnetz zahlte sich vielfach aus.

Die frühen phänologischen Reihen waren schwer miteinander zu harmonisieren, da jeder, der die Bedeutung und Wichtigkeit des Themas erfasst hatte, nach eigenem Gutdünken und eigenen Regeln sich die zu beobachtenden Pflanzen- und Tierarten und phänologischen Phasen zurechtlegte. Eine der

wichtigen Aufgaben der „Centralstation“ bestand daher in der Normierung des Beobachtungssystems, also in der Schaffung von einheitlich vergleichbaren Instrumenten und Beobachtungsanleitungen für die Meteorologie, Letzteres auch für die Phänologie.

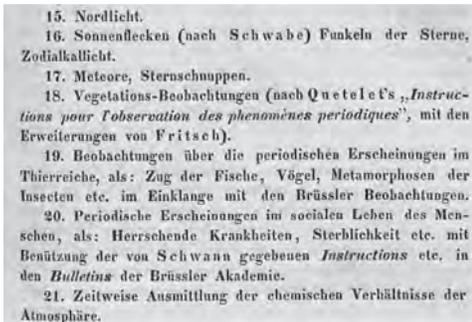


Karl Kreil (1798–1862), der erste Direktor der k.k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (links) und sein Adjunkt, Karl Fritsch (1812–1879)

Aus heutiger Sicht erscheint es bewundernswert, dass Kreil alle wesentlichen Elemente und Prozeduren berücksichtigte, die notwendig waren, um ein zentral organisiertes Beobachtungsnetz mit Erfolg und nachhaltig zu betreiben. Die während seiner Amtszeit erhobenen meteorologischen Daten sind immer noch relevant und brauchbar. Unter anderem sind folgende Arbeitsschritte bei der Einrichtung eines Messnetzes unverzichtbar: Auswahl, Beschaffung und Normierung der Instrumente, Anweisungen für die Aufstellung der Geräte, Zurechtlegen eines einheitlichen Beobachtungsprogramms und Methoden der Datenaufnahmen, Auswahl und Ausbildung der Beobachter, Verschieken, Einfordern und Auswerten der Beobachtungsbögen, Kommunikation mit den Beobachtern, Publikation der Daten mittels Jahrbüchern.

Aus Sicht der Phänologie und Citizen Science ist die Vorgangsweise Kreils und Fritschs bei zwei Aufgaben besonders interessant, nämlich bei der Erstellung des Beobachtungsprogramms und der Anwerbung der freiwilligen Beobachter.

Neben den meteorologischen Standardparametern, die sich von den heutigen kaum unterscheiden, waren von Anfang an phänologische Beobachtungen miteingeschlossen (Nr. 18 und 19 in der untenstehenden Abbildung). Dazu kamen noch geophysikalische Parameter, astronomische Erscheinungen (Meteore und Sternschnuppen), „periodische Erscheinungen im socialen Leben des Menschen“, Krankheiten und chemische Verhältnisse der Atmosphäre.



Ausschnitt des Beobachtungsprogramms, das Kreil am 15. März 1849 der Österreichischen Akademie der Wissenschaften vorstellte

Für Kreil dürfte es von vornherein klar gewesen sein, dass die Einstellung einer größeren Zahl professioneller Beobachter nicht zu finanzieren gewesen wäre und das meteorologische Netz von Anfang an auf die Mitarbeit von freiwilligen Beobachtern angewiesen war: „Die Leistungen der Beobachter sind durchaus freiwillige, es findet kein Zwang und auch keine Remuneration Statt [sic!].“¹⁵

Damit waren Kreil und Fritsch mit einem Problem der Rekrutierung von Beobachtern

befasst, das uns heute beim Betrieb eines phänologischen Beobachtungsnetzes immer noch beschäftigt. Daher ist besonders interessant zu sehen, wie unsere Vorläufer damit umgegangen sind. Der Sitzungsbericht der Akademie vom 18. Jänner 1849 weiß dazu Folgendes zu berichten: „Herr Director Kreil macht in einem Schreiben darauf aufmerksam, dass, wenn nur das Unternehmen der Akademie, meteorologische Beobachtungen an möglichst zahlreichen Orten der österreichischen Monarchie einzuleiten, allgemeiner bekannt wird, sich ohne Zweifel viele Freunde der Naturwissenschaft finden dürften, welche bei demselben ohne einen Anspruch auf Entgelt mitzuwirken geneigt sind. Der Herr Director hat auf der im vorigen Sommer gemachten Reise auch in Gegenden, wo man den Sinn für Wissenschaft noch nicht so weit fortgeschritten erachten sollte, Männer gefunden, welche sich diesem Unternehmen mit der grössten Bereitwilligkeit anschliessen werden“¹⁶.

Kreil nützte offenbar eine seiner Dienstreisen, um vorzufühlen, ob sich überhaupt eine ausreichende Zahl freiwilliger Beobachter für die Sache begeistern lassen würde. Der Widerhall auf seine Werbebemühungen fiel derart positiv aus, dass er eine Liste mit Interessenten nach Hause brachte, die bereit waren, meteorologische Instrumente zu beherbergen, mehrmals täglich die Ablesungen durchzuführen und die ausgefüllten Tabellenblätter an die „Centralstation“ einzusenden.¹⁷

Neben den persönlichen Kontakten durch Kreil warb die Akademie durch Zeitungsannoncen. Die Akademie beschloss, „in den öffentlichen Blättern eine Mittheilung zu machen“ und war „bereit, jene, welche sie hiezu für geeignet halten, mit verlässlichen Instrumenten noch weiter zu versehen.“¹⁸ Nachdem sich weit mehr bewarben, als Inst-

umente zur Verfügung standen, wählte die Akademie offenbar die geeignetsten Kandidaten aus. Folgende Notiz in der *Wiener Zeitung* beleuchtet die damaligen Möglichkeiten, Mitarbeiter zu verpflichten: „Die Akademie hat von der Staatsverwaltung die Erlaubniß erhalten, die auf den Eisenbahnstationen angestellten Telegraphisten in ihren freien Stunden als Beobachter verwenden zu dürfen und viele von ihnen sind bereits mit den Instrumenten betheilt worden.“¹⁹ Es ist fraglich, ob die Telegraphisten diese Verpflichtung als Privileg oder Lästigkeit empfunden haben.

Die Einrichtung des Messnetzes wurde jedenfalls erfolgreich und nachhaltig vorangetrieben. So konnten im ersten Jahr 43 Stationen eingerichtet werden. Neun Jahre später, 1860, war die Zahl der meteorologischen Stationen auf 117 angewachsen.²⁰

Phase 1: Die Phänologie unter Karl Fritsch (1812–1879)

Nachdem Karl Fritsch als Adjunkt von Karl Kreil den Aufbau und die Entwicklung des phänologischen Beobachtungsprogramms anleitete, sollen seine Hingabe und seine Begeisterung für die Naturwissenschaften und im Besonderen für die Phänologie anhand einiger Zitate aus den Jahresberichten der ZAMG beleuchtet werden.²¹ Sein naturwissenschaftliches Interesse war keineswegs auf die Meteorologie beschränkt, da er in der Lage war, hunderte Pflanzen- und Insektenarten sicher zu identifizieren.

Fritsch selbst sammelte in vorbildlicher Weise und mit großer Akribie phänologische Beobachtungen im nahegelegenen botanischen Garten in Wien, ganz in der Nähe des ersten Standorts der Centralanstalt. Sein Eifer



Karte der österreichischen phänologischen Stationen 1857, die durch Unterstreichung der jeweiligen Städtenamen gekennzeichnet sind

Blumenblätter: 1) 2, 2 +, 3 - , 4) 5) 6) N - , 7) 2) 10) 14) N - . Es bedeutet + jung, - frühzeitig, N Neben.

Die ersten Blüten haben entfallen: der schirmblättrige Kletterstrauch, *Rhodium cicutarium*, N +. Dieser zum ersten Mal beobachtet. Die fröhliche Weide *Sal-Speanthe*, *Muscari racemosum*, N +. Die wilde Röhre zum ersten Male beobachtet, blüht bereits viel früher als hier kultiviert.

Allgemeines Blüten von *Cornus mascula*.

Blumenblätter: Erste Erscheinung, Wasserjüngfern. Die ganze, *Agrius puella*, T = 10. April, F = 10. Käfer: *Exochemus quadripustulatus*. Nicht zu finden, als bald sich die normale Zeit aus den bisher ungewöhnlichen Beobachtungen mit einiger Sicherheit bestimmen liess. *Dorcadion musci*, T = 18. April, F = 15. Scheint im ersten Beobachtungsjahre (1852) viel später (6. Mai) als bei der ersten Erscheinung beobachtet worden zu sein.

Amphibien. Der Saubrotfisch, *Hyla viridis*. Nicht nur im Bezirk die Winterquartiere zu verlassen, sondern selbst sich bereits auch auf Bäumen, also ungewöhnlich frühzeitig. Frühere Zeit der ersten Erscheinung = 4. April, F = 17. Die Giesbrunn, *Lessoria agilis*, T = 24. April, F = 28. Drei verblühtige Beobachtungen. Der große und kleine *Wasserschmid*, *Triton cristatus* und *taeniatum*, T = 18. April, F = 29. Ebenfalls nur dreijährige Beobachtungen.

Seit gestern sieht man die Schnecken nicht mehr einzeln, sondern zahlreich herumkriechen.

Anomalie des Luftdruckes - 0^m.2, der Temperatur + 0.5.

Feuchtigkeit. Max. 75.4, Min. 42.6. Fr.

8. April. Blühenbaumel. In den höheren Regionen eine zusammenhängende Decke von Schneeflocken, welche in den Bergen und Abhängen herabrieseln gleich, am Tage verweht ist und am Mittag wieder liegt. Zug in der Richtung von Nordwesten nach Süden.

Die am 20. März, beobachtet ganz verfallt durch gealterte Schneeflocken, welche in Schichten kleiner Schneeflocken und zuletzt in Gruppen isolierter Schneeflocken übergehen, welche von Mittag anfangend die feste Schneedecke in unregelmäßiger Ordnung erlösen, so daß um 10 Uhr der ganze Himmel mit Schneeflocken verhallt ist, welche mit der höheren Decke von Schneeflocken zu feineren Schneeflocken weiter herunter, die sich später bald auflösen, bald wieder bilden.

Sphrometere. Von 4h 30' bis 6h 30' Regen bei Nebelstern.

Witterung. Es erschienen die Laubblätter: an *Aesculus hippocastanum*, *A. Pavia*, *Alnus cordata*.

folia, *Eucymus Catisolus*, *Lariodendron tulipifera*, *Zizyphus vulgaris*.

Die Laubblätter: Erste blüht zu werden: Gile mit herzförmigen Blättern, *Alnus subcordata*, N +, T = 7. April, F = 3. *Sauerborn*, *Berberis vulgaris*, +, T = 9. April, F = 9. Vorberäutiger Strauch, *Daphne Laureola* +. Erst fünf Jahre beobachtet. *Geißblatt*, *Lonicera graea* N - , T = 11. April, F = 5. *Lonicera xylosteum* N - , T = 11. April, F = 6. *Weißer Hefe*, *Rosa alba* N - , T = 5. April, F = 1. *Alpen-Rose*, *Rosa alpina*, - , T = 5. April, F = 2. *Fränkische Rose*, *Rosa gallica* N - , T = 13. April, F = 11.

Die ersten Laubblätter ganz entfallen an: *Lonicera Caprifolium* und *Sambucus racemosa*.

Die ersten Blüten ganz entfallen: niedrige *Erstling*, *Carex humilis* +. Erst zwei Jahre beobachtet. *Gänse-Fraut*, *Arabis alba* N +, T = 7. April, F = 3. *Wilderer Wäldchen*, *Myosoton autum* + T = 14. April, F = 9. *Gungenkraut*, *Pulmonaria officinalis* N + T = 8. April, F = 3.

Im Herbst: Nachfall. Erste Erscheinung von *Bourneis eropifolium* ganz entfallen.

Anomalie des Luftdruckes - 2^m.6, der Temperatur + 0.1.

Feuchtigkeit. Max. 86.3, Min. 54.6. Fr.

Von Karl Fritsch verfasster meteorologischer und phänologischer Bericht vom 7. April 1855, publiziert in der *Wiener Zeitung* am 12. April 1855

Meteorologische Notizen.
7. April. Witterung. Während der Nacht mit Nebelquälen ganz bedeckt, welche sich am Morgen auflösen, in Schichten kleiner Schneeflocken, welche allmählich an Ausbreitung abnehmen und zuletzt in Gruppen von Schneeflocken vertheilen, welche sich im Mittag größtentheils auflösen, während in den höheren Regionen für die Schneeflocke mit einer Decke von kleinen und platten Schneeflocken überzieht, welche bald an herabsinkenden und zuletzt (30. Ab.) in Flocken wieder übergehen. Somit der Himmel bis am Abend bedeckt bleibt. Gleich erhalten sich einige Schneeflockengruppen am tiefsten Westhimmel, welche in den späteren Abendstunden als Nebelschichten sich wieder über den ganzen Himmel ausbreiten. Zug aller Gattungen und Schneeflocken.

Anfangszeit im botanischen Garten. Die Laubblätter erscheinen zunächst bei *Acer obtusatum*, *Corylus Avellana* (seit 5ten), *C. Colurna*, *Mespilus germanica* (seit 5ten), *Populus nigra*, *Prunus avium*, *Pyrus domestica*, *Rosa damascena*, *Syringa Jankovica*.

Die Oberseite der Laubblätter beginnt sichtbar zu werden: 1) *Urtica*, *Alnus glutinosa*. Normale Zeit = T = 8. April. Mittlere Höhe = F 5 Tage. 2) *Waldreiter*, *Waldreiterbaum*, *Amygdalus divaricata*, T = 8. April, F = 4. 3) *Waldreiter*, *Corylus Avellana*, T = 8. April, F = 7. 4) *Waldreiter*, *Waldreiterbaum*, *Crataegus virginiana*. Weide erst seit vorigem Jahre beobachtet. 5) *Verlängerter Geißler*, *Cytisus elongatus*, T = 7. April, F = 4. 6) *Waldreiterbaum* der *Waldreiter*, *Cytisus Laburnum*, T = 10. April, F = 6. 7) *Waldreiterbaum*, *Pinus Laricina*, T = 8ten April, F = 7. 8) *Waldreiter*, *Prunus Padus*, T = 7. April, F = 6. 9) *Waldreiter*, *Prunus virginiana*. Erst seit vorigem Jahre beobachtet. 10) *Schwarze Johannisbeere*, *Rubus nigricans*, T = 7. April, F = 5. 11) *Johannisbeere*, *Rubus nigricans*, T = 9. April, F = 6.

kannte kaum Grenzen. So beobachtete Fritsch mehrere phänologische Phasen bei etwa 900 Pflanzenarten und zusätzlich Phänologie und Vorkommen von vier Schneckenarten, drei Asselarten, vier Spinnenarten, 34 Fliegenarten, 37 Schmetterlingsarten, Florfliegen, Schrecken, Baumwanzen und an die 200 Käferarten. Seine Beobachtungsroutine der Fauna im botanischen Garten beschreibt er so: „Bei den fast täglich vorgenommenen Besuchen des botanischen Gartens wurde daher jedesmal ein möglichst vollständiges Register der Fauna entworfen [...]. Je nach Jahreszeit benötigte der Rundgang durch 900 Pflanzenarten, auf mehrere Tage aufgeteilt, drei bis zehneinhalb Stunden. Im Schnitt wurden die Pflanzen einmal alle fünf Tage beobachtet.“²² In einem seiner Berichte bemängelt Fritsch, dass er den phänologischen Zyklus mancher Pflanzen nur

unvollständig beobachten konnte. Denn „[...] wenn die Pflanze schon früher aufhört, ihr gefälliges, das Auge ergötzende Aussehen zu verlieren“, wurden sie vom Gärtner abgeschnitten. Außerdem beschwerte sich Fritsch darüber, dass die Fauna des botanischen Gartens in Wien bei weitem nicht die Artenvielfalt bot, die er von Prag gewohnt war, nämlich nur 200 Käferarten statt mehr als 1000 in der Umgebung Prags.²³

Die von Fritsch verfassten und in der *Wiener Zeitung* publizierten Berichte bezeugen seinen Fleiß und seine Akribie. Mit großer Regelmäßigkeit fasste er alle paar Tage im Nachhinein, sozusagen in „near real time“, den Witterungsablauf und den phänologischen Zustand der Pflanzen und Tiere zusammen. Beispielhaft der Inhalt seines Berichtes in der Ausgabe der *Wiener Zeitung* vom 12. April 1855: Er beginnt

mit der Beschreibung der Entwicklung der Bewölkung über den ganzen Tag vom 7. April, dann folgen nach Phasen geordnet („Laubblattspitzen erscheinen zwischen Deckschuppen“, „Die Oberfläche der Laubblätter beginnt sichtbar zu werden“, „Die ersten Blüten haben entfaltet“, „Allgemeines Blühen“) und nach Arten durchnummeriert pflanzenphänologische Phasen, anschließend Beobachtungen des Laubfroschs, der Eidechse, zweier Arten von Wassermolchen und Schwalben. Der Bericht schließt mit Angaben zum Luftdruck, der Temperatur und Feuchtigkeit.

Fritsch betrieb als professioneller Wissenschaftler so etwas wie sein ganz persönliches phänologisches Beobachtungsprogramm mit einer stark auf die Forschung ausgerichteten Motivation. Das wäre von einem freiwilligen Beobachter, der sich neben Beruf und Familie und vielleicht noch den meteorologischen Beobachtungen mit der Phänologie beschäftigte, nie zu leisten gewesen. Es dürfte Karl Fritsch durchaus klar gewesen sein, dass der Rückfluss an phänologischen Beobachtungen von den freiwilligen Beobachtern in keiner Weise mit seinem überaus professionellen Programm zu vergleichen war. Außerdem schien es nur wenige Beobachter gegeben zu haben, die überhaupt mit Flora und Fauna so vertraut waren, dass sie sich phänologischen Beobachtungen hätten widmen können. Im Fall der Meteorologie ging es um das Ablesen von Messgeräten, im anderen Fall um die Identifikation von Pflanzen und deren phänologischen Phasen, also doch zwei sehr unterschiedliche „Messsysteme“, die von einer Person bedient werden mussten. Daher fielen die Beobachtungssysteme bald auseinander und es entwickelten sich alle Varianten – eine Gruppe, die nur meteorologische, eine weitere Gruppe, die meteorologische und phänologische oder nur phänologische Beobach-

tungen durchführten.²⁴ So sah sich Karl Fritsch von Zeit zu Zeit genötigt, im Kreis der meteorologischen Beobachter für das phänologische Beobachtungsprogramm zu werben und „jene Herren Beobachter, welche hierzu Lust und Musse haben“ einzuladen, zusätzlich zu den meteorologischen Beobachtungen auch noch phänologische Beobachtungen nach der „Instruction“ vorzunehmen.²⁵ Der Aufruf dürfte nach seinem Urteil erfolgreich gewesen sein. Im Jahrbuch von 1853 werden 34 phänologische Stationen aufgelistet.²⁶

In den Jahrbüchern sind die Beobachter mit Namen und Beruf aufgelistet, wodurch Rückschlüsse auf das Rekrutierungsverfahren möglich sind. Der begrenzende Faktor war offenbar die Zahl der verfügbaren meteorologischen Instrumente. Nachdem sich viel mehr Interessenten gemeldet hatten, als Instrumente zur Verfügung standen, musste in einem zweiten Schritt der Bewerbung eine Auswahl unter den Interessenten getroffen werden. Wie hier genau vorgegangen wurde, ist aus den verfügbaren Quellen nicht ersichtlich. Aus den Beobachterlisten geht hervor, dass sich die Zielgruppe mit bestimmten Eigenschaften entweder angesprochen gefühlt hat oder ausgewählt wurde, wie etwa Professoren, Forstmeister, Juristen, Geistliche (Dechant, Pfarrer, Kaplan) oder Apotheker. Es waren gebildete Leute, von denen man ein gewisses Sachverständnis, Ortsgebundenheit und Verlässlichkeit erwarten konnte und die wahrscheinlich qualitativ hochwertige Beobachtungen machten. Im Fall der Phänologie gab es die Einschränkung durch die verfügbare Zahl von Instrumenten nicht. Daher wäre es für Fritsch durchaus möglich gewesen, die Zahl der phänologischen Beobachter deutlich zu erhöhen, was aber, aus welchem Grund auch immer, nicht passiert ist.

In diesem Punkt unterscheidet sich das erste von Fritsch organisierte phänologische Beobachtungsnetz etwas von unserem heutigen, das sowohl an die allgemeine Bevölkerung zur Teilnahme ohne Aufnahmekriterium appelliert, sich aber auch an spezielle Gruppen wendet, wie Landwirte, Förster, Jäger oder Mitarbeiter von Natur- und Nationalparks.

Unter den phänologischen Beobachtern befanden sich damals auch einige bekannte Namen. So beteiligte sich Augustin Reslhuber (1808–1875), Abt und „Sternwarte-Director“ des Stifts Kremsmünster, an den ersten systematischen phänologischen Beobachtungen ab 1842.²⁷ Er gehört zu den prominenteren Persönlichkeiten unter den Beobachtern, betätigte sich in der Politik und konnte etliche wissenschaftliche Publikationen über meteorologische und magnetische Beobachtungen aufweisen. Ein weiterer prominenter phänologischer Beobachter wird in der Liste aus dem Jahr 1853 erwähnt, der Astronom Theodor Brorsen (1819–1895), ein Däne, der in Böhmen arbeitete.²⁸

Die einzige aus dieser Zeit stammende Beobachterin war Karl Fritschs Schwester Wilhelmine. Sie setzte die phänologischen Beobachtungen ihres Bruders während seiner Abwesenheit im Jahr 1848 in Prag fort. Nachdem wenig später Fritsch von Prag nach Wien berufen wurde, übernahm sie die Beobachtungen in Prag. Karl Fritsch reihte sie im ZAMG-Jahrbuch von 1852 mit der Anrede „Meine Schwester Wilhelmine Fritsch“ in die Liste der Beobachter mit ihren Berufstiteln, wodurch er sie diesen gleichstellte.²⁹ Inzwischen haben sich die gesellschaftlichen Verhältnisse geändert. Wie sich aus den archivierten phänologischen Beobachtungsbögen ablesen lässt, sind spätestens ab dem Zeitpunkt der Integration der Phänologie in den Unterricht während der 1920er-Jahre in Oberösterreich

bei den BeobachterInnen beide Geschlechter vertreten.

Neben der Rekrutierung von Beobachtern stellte sich für Fritsch bald das Problem der Datenqualität. Zwar bemühte er sich, durch eine Auswahl von Freiwilligen qualitativ hochwertige Beobachtungen sicherzustellen, aber das allein reichte nicht aus, um eine für wissenschaftliche Auswertungen geeignete Datenqualität zu erreichen.

Bei der Auflistung der zu beobachtenden Parameter bezieht sich Kreil auf die Beobachtungsanleitung des belgischen Naturforschers und Statistikers Lambert A. J. Quetelet, die offenbar nicht präzise genug ausformuliert war, sodass die Auswahl von Pflanzen, Tieren und Phasen den Beobachtern überlassen war: „Die vorstehenden Beobachtungen wurden ohne Anleitung so ausgeführt [...]. Um eine größere Vergleichbarkeit der Beobachtungen zu erzielen [...]“, listet Fritsch die zu beobachtenden Pflanzen und Phasen und verschickte 1853 diese erste genauere Beobachtungsanleitung an seine Beobachter. „Es ist für mehrere sowohl wissenschaftliche als praktische Zwecke im hohen Grade wünschenswerth, dass die Entwicklungsstufen der Vegetation in den verschiedenen Theilen des Kaiserstaates schärfer ins Auge gefasst werden, als es bisher geschehen ist. Daher wird an jene Herren Beobachter, welche hierzu Lust und Musse haben, die Bitte gestellt, ihre Bemerkungen über diesen Gegenstand nach beifolgender Instruction in die eingesendeten Beobachtungstabellen einzutragen, insbesondere den Tag anzugeben, an welchem irgend eine Entwicklungsstufe zuerst bemerkt worden ist.“³⁰

Es folgt eine gut strukturierte Beobachtungsanleitung mit einer Beschreibung des Phaseintritts von lediglich vier Phasen und einer Auswahl von 80 Pflanzenarten. Im Vergleich

zu den heutigen Phasenbeschreibungen erscheinen die von Fritsch vorgeschlagenen noch nicht sehr genau.

Fritsch beschäftigte sich ausführlich mit den aus den verschiedenen Teilen der Monarchie eingesandten phänologischen Beobachtungen, verglich sie untereinander und mit seinen eigenen Beobachtungen vor Ort. Bei ersten Plausibilitätsprüfungen der Beobachtungen stellte sich heraus, dass beispielsweise nicht alle phänologischen Phasen für pflanzenklimatologische Fragestellungen gleich geeignet waren. Daher sollten bevorzugt solche phänologische Phasen ausgewählt werden, »[...] bei welchen die Individualität und der Standort der Pflanze einen minder erheblichen Einfluss auf die Phasen der Entwicklung äusseren«³¹. Um die Datenqualität zu erhöhen, passte Fritsch im Laufe der Jahre mittels Plausibilitätskriterien sowohl sein eigenes Beobachtungsprogramm als auch das der freiwilligen Beobachter in mehreren Schritten an. Dabei wurden schwer zu identifizierende Phasen eliminiert oder neu definiert. Ebenso wurden Pflanzen und Phasen aus dem Programm entfernt, deren Eintrittszeiten zwischen den Orten und Jahren ohne ersichtlichen Grund sehr stark schwankten.³²

Maria Roller (geborene Reiß) bewertet Fritschs Leistungen in ihrer Dissertation zur Geschichte der Phänologie in Österreich folgendermaßen: »Fritsch hatte somit als erster Pionier der Phänologie in Österreich auf die Beine verholten – die systematische Phänologie begründet – und sie anderen Staaten wie Belgien, Deutschland, die damals auf diesem Wissenszweig führend waren, gleichgestellt«³³. Fritsch wurde 1871 pensioniert, betreute aber bis zu seinem Tod im Jahr 1879 das phänologische Netz weiter. Offenbar gab es nach ihm kein Interesse mehr an der Phänologie, sodass das Beobachtungsnetz aufgelassen wurde.

Phase 2:

Die Ära nach Karl Fritsch: 1879–1946

Erst im Jahr 1926, fast 50 Jahre nach dem Ende des Beobachtungsnetzes von Fritsch, gelang es Heinrich Ludwig Werneck (1890–1966) von der landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz ein phänologisches Beobachtungsnetz in Oberösterreich einzurichten.³⁴ Aus Citizen-Science-Perspektive erscheint der Ansatz von Werneck bemerkenswert. Er rief die Lehrerschaft Oberösterreichs zur freiwilligen Mitarbeit an phänologischen Beobachtungen auf und ermutigte dazu, die Phänologie in den naturgeschichtlichen Unterricht einzubauen. »Unterstützt durch den Landeschulrat für Oberösterreich und die Lehrerschaft unterhielt Werneck durch sechs Jahre bis einschließlich 1931 einen phänologischen Beobachtungsdienst für ganz Oberösterreich«³⁵.

Etwa zur selben Zeit begann sich Friedrich Rosenkranz (1900–1957) für die Phänologie in Österreich einzusetzen.³⁶ Rosenkranz absolvierte die Lehramtsprüfung für Naturgeschichte und Geografie mit dem Nebenfach Mathematik, arbeitete als Gymnasialprofessor in Wien und unterstützte seit 1928 als ehrenamtlicher Mitarbeiter der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik das phänologische Beobachtungsprogramm. Im Rahmen der Hundertjahrfeier der ZAMG im Jahr 1951 wurde er mit dem Titel »Korrespondent« ausgezeichnet.³⁷ Darüber hinaus war Rosenkranz mit der Fachwelt sehr gut vernetzt. Seine Kontakte verbanden ihn mit Kollegen in zahlreichen Ländern Europas und reichten bis nach Australien und ins heutige Indonesien. Er verfasste einige Dutzend Publikationen zur Phänologie. Darunter das wahrscheinlich bekannteste seiner Werke, »Grundzüge der Phänologie«³⁸.

Trotz seiner Begeisterung für die Phänologie, seiner Qualifikation und seinem Organisationstalent war er für seine wissenschaftliche Tätigkeit nie angestellt. Man könnte ihn als Privatgelehrten bezeichnen, eine Aktivität, die er auch tatsächlich von Kriegsende bis zu seinem frühen Tod im Jahr 1957 ausführte. Damit erfüllt Rosenkranz viele Kriterien eines Citizen Scientist. Er drang bis zur höchsten Stufe von „Citizen Science“ vor, die alle wissenschaftlichen Aktivitäten miteinschließt, vom Datensammeln über die Auswertung und Analyse bis zur Publikation.³⁹

Auf Anregung von Friedrich Rosenkranz wurde 1928 der phänologische Beobachtungsdienst in allen Bundesländern Österreichs durch die ZAMG in Wien wieder ins Leben gerufen. Zehn Jahre später umfasste das Netz 150 Stationen, bevor es im Zuge des „Anschlusses“ Österreichs an das Großdeutsche Reich 1938 dem Reichsamte für Wetterdienst in Berlin unterstellt wurde. Die Beobachtungen wurden von da an nach Berlin geleitet. Der Großteil dieser Beobachtungsbögen ist im Kriegsgeschehen verloren gegangen oder verbrannt. In ähnlicher Weise wie Werneck in Oberösterreich, gelang es dem Mittelschulprofessor Rosenkranz die Lehrerschaft für sein phänologisches Beobachtungsprogramm in Niederösterreich zu gewinnen. Auf dieser Grundlage betrieb Rosenkranz ab 1931 in Niederösterreich ein zusätzliches phänologisches Beobachtungsnetz mit 293 ständigen Beobachtern.

Heinrich Ludwig Werneck und Friedrich Rosenkranz verstanden es nicht nur, über das Schulsystem junge Leute für die Phänologie zu gewinnen, sondern auch über das Bildungsangebot der Volkshochschulen botanisches und phänologisches Wissen Erwachsenen zu vermitteln. Die über das Webportal des Österreichischen Volkshochschularchivs recher-

chierbare Datenbank dokumentiert einen Lichtbildervortrag von Heinrich Ludwig Werneck an der Urania im Jahr 1924 zum Thema „Landwirtschaft und Pflanzengeographie in Niederösterreich“, während Friedrich Rosenkranz dutzende Vorträge und botanische Exkursionen zu geografischen, botanischen und phänologischen Themen der Allgemeinheit anbot.⁴⁰

Phase 3: Die Hochblüte des phänologischen Beobachtungssystems unter Friedrich Rosenkranz und Maria Roller 1946–1987

Nach Kriegsende musste das phänologische Beobachtungsnetz in Österreich wieder eingerichtet werden. Unter der ehrenamtlichen Mitarbeit von Friedrich Rosenkranz gelang es Maria Roller (1916–1986) sehr rasch dieses in einer bis heute unerreichten Dichte auszubauen. 1951 zählte man 484 Stationen. Im Vergleich dazu können wir heute nur auf etwa 100 bis 150 zurückgreifen.⁴¹ Rosenkranz bemerkt in seinem Rückblick, dass er durch seine Kontakte zum Unterrichtsministerium Schulen zur Verdichtung des Beobachtungsnetzes heranziehen konnte.⁴²

Zusätzlich wurden in Zeitschriften gezielt aus dem Kreis von Naturliebhabern freiwillige Beobachter angeworben. Rosenkranz schreibt 1949 in *Natur und Land*, der Zeitschrift des heutigen Naturschutzbundes mit einer Auflage von 7000 bis 12.000 Stück: „Die Leser werden zur Unterstützung für die Aufklärung dieser Erscheinung ebenso wie die Beobachter des Phänologischen Dienstes der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien gebeten, dieser Erscheinung ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden und ihre Beobachtungen, soweit dies nicht mit dem Beobachtungsbogen des Institutes geschieht, entweder der Schrift-

leitung oder der Zentralanstalt (Wien XIX., Hohe Warte 38) mitzuteilen; die Einsendung soll den Beobachtungsort, seine Seehöhe, die Bodenbeschaffenheit, Beginn der Saat und des Auskeimens (deutliches Ergrünen des Feldes) sowie womöglich die Sortenangabe enthalten⁴³.

Maria Roller leitete über viele Jahrzehnte das phänologische Beobachtungsprogramm der ZAMG. Sie widmete ihre Dissertation der Phänologie⁴⁴ und veröffentlichte regelmäßig in *Wetter und Leben* ihre eigenen phänologischen Beobachtungen, die sie auf ihren Wanderungen vor allem im Wienerwald gesammelt hatte.⁴⁵

Noch zur aktiven Zeit von Maria Roller an der ZAMG begann die Zahl der Stationen nachhaltig abzunehmen, ein Phänomen, das auch von anderen europäischen phänologischen Netzen beobachtet wurde. Eine Erklärung für diesen Stationsrückgang ist noch ausständig.

Maria Roller wurde im Juli 1976 in den Ruhestand versetzt, betreute aber bis 1984 das Beobachtungsnetz weiter und veröffentlichte die „Übersicht über den Ablauf der Witterung und der phänologischen Phasen“ in den Jahrbüchern der ZAMG.

Phase 4: Einstieg der Phänologie in die digitale Welt und in die Klimawandeldiskussion

Der vierte und aktuelle zeitliche Abschnitt zeichnet sich durch eine Reihe von raschen und großen Entwicklungsschritten in der Phänologie aus. Phänologische Beobachtungen werden heute auf elektronischen Speichermedien festgehalten und mittels Rechner ausgewertet. Die neuen elektronischen Medien revolutionierten die Beobachtungspraxis und stießen das Tor zu ganz neuen Möglichkeiten der BürgerInnenbeteiligung auf. Die

Diskussion um den menschengemachten Klimawandel werteten lange phänologische Beobachtungsreihen zu einem der wichtigsten biologischen Klimawandelindikatoren auf. Seit der Jahrtausendwende formierte sich eine interdisziplinäre Gemeinschaft von WissenschaftlerInnen, welche phänologische Beobachtungen für vielfältige Fragestellungen nützt. Bei einschlägigen Tagungen zur Phänologie, die unter anderem von der Phenology Commission⁴⁶ organisiert werden, tauschen sich ForscherInnen aus diversen Disziplinen zu ihren neuesten Arbeiten aus.

Nach Maria Roller trat Elisabeth Koch das Erbe der Phänologie an der ZAMG an. Unter ihrer Führung gelang der Einstieg der österreichischen Phänologie ins digitale Zeitalter.

Trotz aller technischen Hilfsmittel bildet die Schar der freiwilligen BeobachterInnen auch heute noch das Rückgrat jedes phänologischen Beobachtungsnetzes. In der Anfangszeit der k.k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus wurde nicht nur die Phänologie, sondern auch das gesamte meteorologische Stationsnetz von unbezahlten Beobachtern getragen. Zu bestimmten vorgegebenen Zeiten mussten die Geräte abgelesen, die Zahlen in einer Tabelle notiert und schließlich in gewissen zeitlichen Abständen an die „Centralstation“ geschickt werden. Dort wurden die Daten gesammelt, bearbeitet und in einem Jahrbuch veröffentlicht. Die Einführung der elektronischen Datenerfassung vor wenigen Jahrzehnten verdrängte den Menschen aus dem Bereich der meteorologischen Messung und ersetzte ihn durch Maschinen. Erst bei der Qualitätskontrolle der Daten sitzen Wetterdienstmitarbeiter vor den Bildschirmen, um aus den von den Instrumenten gelieferten oder nicht gelieferten Zahlen auf etwaige technische Probleme der Messgeräte oder der Datenübertragungssysteme zu schließen. Heu-

te werden nur einige wenige der 270 Wetterstationen in Österreich von BeobachterInnen betreut, weil es atmosphärische Parameter gibt, wie Sichtweite und Bewölkung, die sich mittels Instrumenten noch nicht verlässlich automatisch erfassen lassen. Die Phänologie gehört ebenfalls zu der Kategorie von Naturerscheinungen, für die es noch kein Instrument gibt: Das „Phänometer“ wurde noch nicht erfunden. An der Möglichkeit, phänologische Studien mittels Bildinterpretation durch Künstliche Intelligenz zu erfassen, wird zwar experimentiert, bis zum praktischen Einsatz dürfte aber noch ein Stück Weg zu bewältigen sein.

Seit 1987 werden die von vielen BeobachterInnen immer noch ausgefüllten und an die GeoSphere Austria eingesandten aktuellen Beobachtungsbögen digitalisiert. Die bis dahin in den Archiven gesammelten Bögen sind inzwischen ebenfalls fast vollständig nachdigitalisiert worden und stehen der Wissenschaft zur Auswertung mittels Rechnern zur Verfügung.⁴⁷

Mit der Beteiligung an dem von der EU finanzierten Projekt „POSITIVE“ (Phenological Observations and Satellite Data: Trends in the Vegetation Cycle in Europe) und weiteren wissenschaftlichen Folgeprojekten konnte die phänologische Forschung und Entwicklung an der ZAMG vorangetrieben werden. Ausgelöst wurde das Interesse der Klimawissenschaft an der Phänologie durch Arbeiten, die demonstrieren konnten, dass lange phänologische Zeitreihen den gemessenen Temperaturanstieg in mittleren und höheren Breiten mit einem deutlich wahrnehmbaren Signal spiegeln.⁴⁸ Die Phänologie war als idealer und leicht zu veranschaulichender Klimawandelindikator entdeckt und so aus ihrem „Dornröschenschlaf“ geweckt worden. Seit dem fünften Bericht des „Intergovernmental

Panel on Climate Change“ (IPCC) ist die Phänologie als Indikator für die Wirkung der Klimaveränderung auf die Biosphäre ein integraler Bestandteil des Abschnitts zur Klimawirkung.⁴⁹

Der europäische phänologische Datensatz PEP725

Von 2004 bis 2009 leitete Elisabeth Koch die COST725 Action „Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications“. Aus ihr entstand die Paneuropäische Phänologische Datenbank PEP725, die weiterhin an der GeoSphere Austria betrieben wird (www.pep725.eu). Etwa 20 europäische Wetterdienste und weitere Netzwerkbetreiber unterstützen das Metanetzwerk und senden in regelmäßigen Abständen ihre phänologischen Daten. Die meisten Datensätze beginnen mit dem Jahr 1951. Zurzeit stehen etwa 13 Millionen Datenpunkte von 204 Pflanzenarten und 69 phänologischen Phasen zur Verfügung. Die weltweite phänologische Forschungsgemeinschaft schätzt den freien Zugriff auf diese Datenbank. Die Zahl der reviewten Publikationen auf Grundlage der PEP725-Datenbank überschritt 2022 die Zahl von 100. Die Arbeiten beschäftigen sich mit einem breiten Spektrum an Fragestellungen zur Phänologie, wie beispielsweise die Wirkung des Klimawandels auf den saisonalen Zyklus der Vegetation, die Validierung von Vegetationsbeobachtungen aus der Fernerkundung, Trends und Zyklus der Produktion allergener Pollen, der Einfluss des Klimawandels auf die Synchronität der Nahrungskette oder Citizen Science und die Qualität phänologischer Beobachtungen. Mit Unterstützung von EUMETNET, der Vereinigung Europäischer Wetterdienste, konnte sich PEP725 zu einem der weltweit führenden phänologischen Datensätze entwickeln.

Die Einführung elektronischer Medien in die Phänologie

Digitale Applikationen und mobile Anwendungen veränderten auch die Erfassung der phänologischen Beobachtungen. Neben den traditionellen phänologischen Beobachtungsbögen stehen unseren freiwilligen BeobachterInnen seit 2006 ein Browserinterface (www.phenowatch.at) und seit 2018 die interaktive App „Naturkalender“⁵⁰ für Smartphones, Tablets und Webbrowser zur Erfassung der phänologischen Beobachtungen zur Verfügung. Die Entwicklung der Naturkalender-App wurde über das Sparkling-Science-Projekt „Natur-Verrückt“ finanziert. Die SchülerInnen der fünf landwirtschaftlichen Schulen, die in diesem transdisziplinären Projekt beteiligt waren, bewährten sich als unerbittliche Kritiker und halfen, die App bedienungsfreundlich zu gestalten. Die Citizen-Science-App-Plattform SPOTTERON⁵¹ übernahm die Entwicklung, das Design, die Wartung und Bereitstellung der digitalen Applikationen sowie der IT-Infrastruktur, und das Landschaftsplanungsbüro LACON⁵² unterstützte die Projektumsetzung. Das Browserinterface und die interaktive App wurden von den BeobachterInnen gerne angenommen. Mittlerweile erhält die GeoSphere Austria einen Großteil der phänologischen Beobachtungen auf elektronischem Weg. Die elektronische Datenerfassung bietet zwei entscheidende Vorteile: erstens wird die mühsame und fehleranfällige Digitalisierung der Beobachterbögen überflüssig, die Beobachtungsdaten landen sofort in der Datenbank, zweitens erhält die GeoSphere Austria einen Einblick in die aktuelle phänologische Entwicklung in Österreich in nahezu Echtzeit. Dadurch wurde auch das Problem der zusehends schrumpfenden Untergruppe der „Sofortmelder“, die ihre Beobachtungen regelmäßig vor Ende des Jahres an die ZAMG schickten, gelöst.

Bis zur Einführung der elektronischen Medien beschränkte sich der Austausch mit den BeobachterInnen auf einen einfachen Briefverkehr, wobei die BeobachterInnen ihre ausgefüllten Beobachtungsbögen an die ZAMG schickten und im Gegenzug ein leeres Formular mit einer kleinen Anerkennung einschließlich des ZAMG-Kalenders für das nächste Jahr in Empfang nahmen. Das Eingabeportal hingegen erlaubt die direkte Dateneingabe durch die BeobachterInnen. Auf der dazugehörigen Webseite werden für die BeobachterInnen und die Öffentlichkeit regelmäßig Newsbeiträge veröffentlicht. Die interaktive Naturkalender-App öffnete die Tür zu einer noch vielfältigeren und direkteren Kommunikation. Sie bietet viele Funktionen für Kommunikation, Interaktion und zum „Community Building“, wodurch ein reger Austausch der Citizen Scientists untereinander und mit dem Projektteam ermöglicht wird. Die Beobachtergemeinschaft tauscht sich untereinander aus und die GeoSphere Austria als Netzbetreiber informiert die Beobachtergemeinschaft mittels Push-Nachrichten. Wenn notwendig und sinnvoll, kontaktiert die GeoSphere Austria auch einzelne BeobachterInnen direkt. Die digitalen Apps gewähren so eine Begegnung mit den BeobachterInnen auf Augenhöhe. Darüber hinaus werden die Be-



Die Naturkalender-App wird gerne im Gelände verwendet

obachterInnen durch die Übertragung von Aufgaben, die über die bloße Datenlieferung hinausreichen, aufgewertet. So lässt sich eine Citizen-Science-Plattform optimal pflegen und zur Entfaltung bringen.

Nach dem Start im Jahr 2015 reifte die Naturkalender-App bis 2023 zu einem recht ausgefeilten Citizen-Science-Werkzeug für die Phänologie mit einer Vielzahl von Zusatzfunktionen heran. Zur Illustration sollen hier einige der interessantesten Eigenschaften und Fähigkeiten der Naturkalender-App aufgelistet werden:

- Eine intuitive und grafische Menüführung erleichtert die Dateneingabe.
- Integrierte Info-Buttons halten Bestimmungshilfen, Bilder zu Pflanzenarten und weitere Informationen jederzeit bereit.
- Die Standortkoordinaten von Einträgen werden automatisch beim Absenden miterfasst.
- Die Fotodokumentation wird mit den Daten sofort hochgeladen und unterstützt die Qualitätskontrolle.
- Die Beobachtungen stehen der Wissenschaft sofort zu Verfügung.
- Die App ermöglicht nicht nur Einzelbeobachtungen, sondern das Anlegen von Zeitreihen zu einer Pflanze oder einem Ort.
- Die Datenqualität wird über eine mehrstufige Qualitätskontrolle erhöht, qualifizierte BeobachterInnen erhalten Sonderrechte in Bezug auf die Bewertung von Beobachtungen.
- Die BeobachterInnen können ihre Eingaben gegenseitig kommentieren, bewerten und miteinander interagieren.
- Dem Projektteam stehen moderne Kommunikationstools wie „Push Messages“ zur Verfügung, um wissenschaftliche Inhalte zu kommunizieren und BeobachterInnen in das Projekt einzubinden.

Neben dem regulären Beobachtungsprogramm wurde auch die Möglichkeit eingebaut, beliebige Pflanzen- und Tierarten mit beliebigen Phasen unter „eine andere Art“ und „eine andere Phase“ einzugeben. Sehr rasch stellte sich heraus, dass die Naturkalender-App von den BeobachterInnen gerne als persönliches Notizbuch zur Naturbeobachtung herangezogen und in den Urlaub mitgenommen wird. Der überwiegende Teil der Beobachtungen umfasst Arten und Phasen außerhalb des vorgegebenen Beobachtungsprogramms. Daher scheint es wichtig, der Beobachtergemeinschaft diese Möglichkeit offen zu halten, um die Freude am systematischen Naturmonitoring aufrechtzuerhalten.

Die Einstiegshürden wurden aus Datenschutzgründen und digital-ethischen Gründen sehr niedrig gehalten. Der Verzicht auf aktives Tracking oder verpflichtende Personenangaben garantiert den Schutz der Privatsphäre der BeobachterInnen über die Anforderungen der DSGVO hinaus. Zur Profilregistrierung reicht eine E-Mail-Adresse, und nach dem Anlegen des User-Profiles mit Profilbild („Avatar“) und optionalen Informationen über sich kann man sofort seine Beobachtungen eintragen. Über die Kommentarfunktion der App leisten erfahrene User und Moderatoren (Mitarbeiter der GeoSphere Austria und eingeschulte Projektpartner) Starthilfe und begleiten bei Unsicherheiten. Durch den Austausch untereinander entsteht eine aktive Gemeinschaft mit einem gemeinsamen Interesse an der Pflanzen- und Naturbeobachtung. Die App bietet sozusagen das Haus und die BeobachterInnen, die ihre Fotos und Erlebnisse darin teilen, sind die BewohnerInnen. Dadurch wird ein Miteinander erzeugt, das auch über lange Zeiträume motivierend wirkt und die Datenqualität erheblich verbessert. Wenn notwendig, werden Meldungen zusätzlich vom Pro-

jektteam kommentiert. Die Anzahl der unsinnigen Einträge seit dem Start der App können an zwei Händen abgezählt werden.

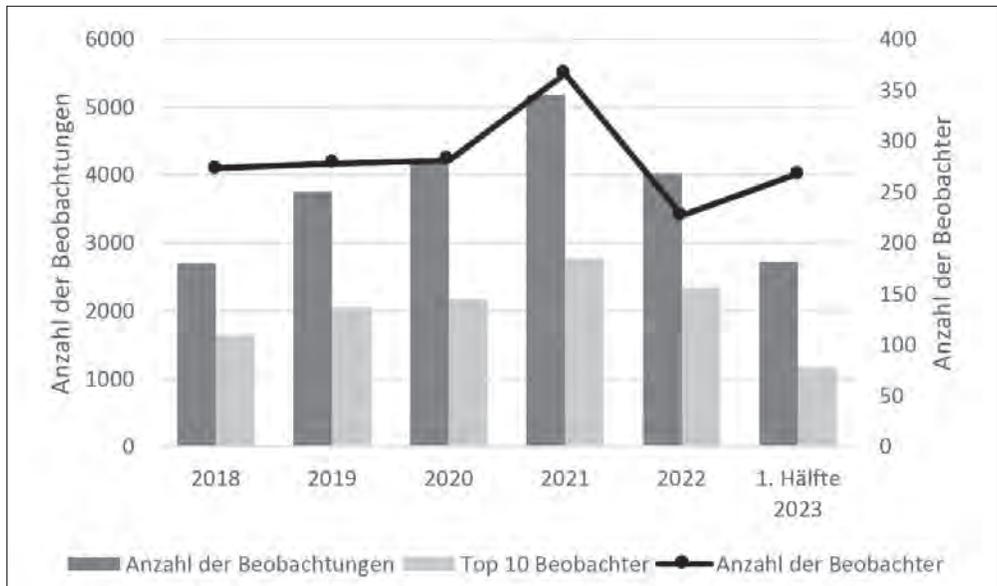
Entgegen der ersten Erwartung, dass eine App hauptsächlich junges Publikum anziehen würde, dürfte ein hoher Anteil der BeobachterInnen bereits im Pensionsalter sein.

Phänologie und Citizen Science Praxis

Die Begeisterung für die Natur und die Pflanzen im Allgemeinen und die Phänologie im Besonderen ist meist sehr schnell entfacht, aber erst der regelmäßige Austausch der BeobachterInnen untereinander und zwischen BeobachterInnen und den Betreibern der Naturkalender-App kann die Begeisterung längerfristig aufrechterhalten. Analog zu den früheren Brieffreundschaften bilden sich über die App Beobachtungsfreundschaften. Das Interesse an den Beobachtungen der anderen ist groß: „Wann tritt wo welche Entwicklungsphase ein?“, „Wer hat welche Erfahrungen im

Garten gesammelt?“ Der Ortsbezug von Beobachtungen hat bereits dazu geführt, dass sich manche BeobachterInnen auch zum Spaziergehen und Naturerfahren in der „realen Welt“ getroffen haben. Beispiele wie dieses zeigen, dass zwischen digitalen Räumen und Echtwelt-Erfahrungen keine Grenze existieren muss, wenn die Funktionsvoraussetzungen zum aktiven Austausch miteinander in einer Citizen-Science-App gegeben sind.

Häufig werden unbekannte Pflanzen- und Insektenarten geteilt und in der Beobachtergemeinschaft ist sehr schnell die richtige Art bestimmt. Sonst drehen sich die Kommentare hauptsächlich um die besonders früh oder spät einsetzenden phänologischen Ereignisse oder um besonders gelungene Fotos. Hinweise auf Beobachtungsfehler werden in helfender Absicht oft zwischen den BeobachterInnen ohne Intervention durch das Projektteam gegeben und auch problemlos akzeptiert. Gerade wenn es in den Kommentaren um Themen geht, die



Zeitlicher Verlauf der Anzahl der BeobachterInnen (dunkelgraue Balken), Zahl der Top-10-BeobachterInnen (hellgrauer Balken) und Anzahl der Beobachtungen (schwarze Kurve) der Naturkalender-App

über die Phänologie hinausreichen, wird sehr schnell deutlich, dass alle BeobachterInnen mit ihrem Wissen die Beobachtergemeinschaft bereichern und ergänzen. Wer sich nicht mit Schädlingen an Obstbäumen auskennt, weiß vielleicht etwas über Käfer und ihre Besonderheiten oder Schmetterlinge und umgekehrt.

Der direkte Austausch unter den BeobachterInnen ist eine besondere Qualität, die erst durch die Kommunikationstechnologie des 21. Jahrhunderts möglich wurde. Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen, Wissensstufen und Naturerfahrungen können über den kleinen Computer in ihrer Tasche nicht nur die faktischen Daten, sondern auch die Schönheit der Natur und die Details der Phänologie mittels Foto festhalten und miteinander teilen. Die Möglichkeiten dieser Technologie sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Um der monatelangen Winterpause beim Beobachten phänologischer Ereignisse und dem damit verbundenen Verlust des Interesses entgegenzuwirken, wurden einige abiotische Ereignisse, wie zum Beispiel „Eisdecke auf Gewässern“ zur Liste der beobachtbaren Erscheinungen hinzugefügt. Dennoch ist die Fluktuation der BeobachterInnen recht hoch. Viele BeobachterInnen laden nur wenige Beobachtungen hoch und einige wenige melden sehr viele Beobachtungen. Die Top-10-BeobachterInnen sind für fast die Hälfte der Beobachtungen verantwortlich. Dieser harte Kern der eingeschworenen Phänologie-Fans packt die App auch gern im Urlaub aus, um der GeoSphere Austria Meldungen von phänologischen Zeigerpflanzen beispielsweise aus Norwegen, Kroatien, Frankreich oder Slowenien zu übermitteln. Selbst aus den Niederlanden und Deutschland kommen regelmäßig Beobachtungen, die nicht von UrlauberInnen, sondern von BeobachterInnen vor Ort stammen.

Um eine hohe Datenqualität und langanhaltende Begeisterung zu garantieren, ist eine solide Ausbildung in der Phänologie von Nöten. Dabei geht es nicht nur um das Erlernen von Fertigkeiten, wie Pflanzenkenntnis und Sicherheit bei der Beurteilung der Entwicklungsphasen, sondern auch darum, eine persönliche Beziehung zu den BeobachterInnen herzustellen. Dafür wurde mit LACON gemeinsam ein Schulungsprogramm entwickelt, das in Kooperation mit Naturparks in der Steiermark bereits erfolgreich umgesetzt werden konnte. Auch die Klimawandelanpassungsregionen (KLAR!, <https://klar-anpassungsregionen.at/>) sind ein wichtiger Partner, die in einigen Regionen Österreichs Naturkalender-Hecken gepflanzt haben und die Bevölkerung zur Beobachtung und entsprechenden Schulungen einlädt. Die für die Hecken verantwortlichen Personen garantieren kontinuierliche Beobachtungen und dienen auch als MultiplikatorInnen in der Region. Über 50 in mehreren Bundesländern mit Naturkalender-Hecken ausgestattete Schulen sind zunehmend am Thema Phänologie interessiert und werden im Zuge der Ausbildung auch mit Vorbereitungs- und Unterrichtsmaterial versorgt.

Sowohl „KLAR!“ als auch mit ihnen kooperierende Vereine oder Einrichtungen wie beispielsweise der Waldverein in Vorarlberg (<https://www.waldverein.at>) oder das Museumsdorf in Niedersulz (<https://www.museumsdorf.at>) im Weinviertel sind an der Phänologie interessiert. Ein Austausch und eine intensive Zusammenarbeit werden gewünscht. Die Phänologie ist aufgrund ihrer großen Spannweite zwischen Klimaforschung, Biodiversität, Kulturgeschichte und Landwirtschaft eine wichtige Brücke zwischen all diesen Bereichen und kann deshalb auch sehr oft als Anknüpfungspunkt dienen.

Die Naturkalender-App wurde auch für die Beobachtung von Neophyten und Borkenkäfern eingerichtet. Das erweitert das Anwendungsgebiet und vergrößert die Beobachtergemeinschaft.

An der GeoSphere Austria in Wien und den Regionalstellen Graz und Salzburg wurden 2016 Wissensparks mit phänologischem Inhalt eingerichtet. So informieren interaktive Schautafeln die BesucherInnen zum aktuellen Stand der phänologischen Forschung. An der phänologischen Uhr lässt sich die aktuelle Jahreszeit ablesen. Nachdem viele Schulklassen das Gelände der Geosphere Austria besuchen, hoffen wir, dass bei dem einen oder anderen der jungen BesucherInnen das Interesse und die Neugier am Thema geweckt wurde und die App zum Mitbeobachten einladen konnte.

Diskussion

Die heutige Existenz der Phänologie an der GeoSphere Austria kann als Ergebnis einer greifbaren geschichtlichen Entwicklung, aus

dem Zusammenspiel sehr unterschiedlicher und kontingenter Elemente verstanden werden. Personen, Institutionen, technische Gegebenheiten, Offenheit für Wissenschaft in der gebildeten Bevölkerung, fügten sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts derart, dass das erste längerfristige und koordinierte phänologische Beobachtungsnetz in Österreich gegründet und betrieben werden konnte.

Die in der untenstehenden Abbildung genannten Faktoren sind in vielfältiger Weise aufeinander bezogen, wirken zusammen, zeichnen eine Spur in der österreichischen Wissenschaftsgeschichte und wirken bis in die Gegenwart hinein. Manche Faktoren sind gut zu benennen, manche nicht so leicht greifbar. In Summe haben alle Elemente zur Gründung und zum Bestand der Phänologie mit ihren Beobachtungssystemen beigetragen.

Wissenschaft und wissenschaftliche Infrastruktur werden schrittweise vorangetrieben. Im Zentrum agiert der Mensch: die WissenschaftlerInnen. Bei ihnen laufen die Fäden



Die Entwicklung der Phänologie in Österreich seit 1851 als Ergebnis des Zusammenwirkens vielfältiger und kontingenter Faktoren

zusammen, sie bündeln schließlich die Ideen mit ihrem Einsatz von Energie, Hartnäckigkeit und Verstandeskraft zu einem Meilenstein. Das macht die Faszination des Themas aus, wie der Mensch im Rahmen der Möglichkeiten seiner Zeit und mit Einsatz von schöpferischer Kraft, seine Ideen umsetzte.

Am Beginn der österreichischen Geschichte der Phänologie und damit am Beginn des Einsatzes von Citizen Science hat sich Karl Fritsch mit dem ersten phänologischen Beobachtungsnetz in der österreichischen Monarchie ein Denkmal gesetzt. Mit seinem vorbildhaften Eifer schuf Fritsch ein Lebenswerk, das noch keinesfalls ausgeschöpft ist. Seine Beobachtungen sind bis heute nicht digitalisiert und somit für die Analyse mit heutigen Methoden und Rechnern unzugänglich. Fritsch bewältigte auf seine Art die Mehrfachbelastung, die Einrichtung und den Betrieb des phänologischen Beobachtungsnetzes, die Zusammenstellung und Auswertung der Daten und schließlich den Schluss auf die Mechanismen und Sinnhaftigkeit der raumzeitlichen Variation der Phänologie.

Karl Fritsch vollbrachte durch seine systematische und umfassende Beobachtung und Dokumentation Außergewöhnliches. Aus der naheliegenden Verpflichtung wurde dann doch ein wichtiger Schritt in der Geschichte der österreichischen Phänologie. In ähnlicher Weise gelang der Sprung in die digitale Welt auf Vorschlag von Wolfgang Lipa (Abteilung Allgemeine Datenverarbeitung der ZAMG) im Jahr 1987, den Elisabeth Koch gerne vorbereitete und der schließlich gemeinsam umgesetzt wurde. Angetrieben von der Begeisterung für die Phänologie motivierte Klaus Wanninger, einer der Geschäftsführer des Technischen Büros für Landschaftsplanung und Consulting (LACON), 2014 die Phänologiegruppe der ZAMG, sich an der Sparkling-

Science-Ausschreibung zu beteiligen. Nach etlichen Jahren der Entwicklung in Kooperation mit der Citizen-Science-App-Plattform SPOTTERON konnte die Smartphone-App „Naturkalender“ der phänologischen Öffentlichkeit vorgestellt werden.⁵³

Die Meteorologie und die Phänologie waren vor allem in der Anfangszeit auf die Mitarbeit von Freiwilligen angewiesen. Daran hat sich für die Phänologie bis heute nichts geändert. Die Leistung der freiwilligen BeobachterInnen stellt eine unverzichtbare Grundlage für die Phänologie dar, ohne die die Phänologie weder zustande gekommen wäre, noch existieren könnte. Die Gewinnung, Motivation und Ausbildung unserer freiwilligen BeobachterInnen stellt vielleicht die wichtigste Aufgabe beim Betrieb phänologischer Beobachtungsnetze dar. Karl Kreil und Karl Fritsch gelang es in der Frühzeit der ZAMG, ein meteorologisches und phänologisches Beobachtungsnetz auf Grundlage von Freiwilligen in der damaligen Monarchie auf die Beine zu stellen und nachhaltig zu betreiben. Leider wurde die Phänologie von den Nachfolgern Fritschs nicht mehr weiterverfolgt.

Der Gründung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 1847 als wissenschaftlicher Dachorganisation folgte fast unmittelbar die Einrichtung der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus 1851. Erst dadurch wurde eine zentrale Verwaltung des meteorologischen und phänologischen Beobachtungsnetzes und die Publikation der erhobenen Daten möglich.

Interessensgebiete mit über Generationen hinweg angesammelten Daten und Know-how werden im Idealfall innerhalb einer Institution in gewisser Weise von einer Mitarbeitergeneration zur nächsten weitervererbt. Die augenblickliche Quellenlage erlaubt nur Spekulationen darüber, warum das Beobachtungsnetz

nach Karl Fritschs Tod im Jahr 1879 nicht weiter betrieben wurde. Die Verankerung eines Fachgebietes in einer wissenschaftlichen Institution garantiert nicht notwendigerweise dessen kontinuierliche Existenz. Einer der Gründe dafür könnte die schwierige Einordnung in den disziplinären Schwerpunkt der Atmosphärenwissenschaften im Haus gewesen sein. Außerdem lag die Phänologie offenbar hauptsächlich in den Händen von Karl Fritsch, der in der breiten Konstellation seiner Interessen, also Biologie und Meteorologie, nicht zu ersetzen war. Erst 50 Jahre später erfuhr die Phänologie durch Friedrich Rosenkranz eine Wiederbelebung an der ZAMG.

In vielen Teilen der Welt werden phänologische Beobachtungsnetze von Wetterdiensten betrieben und müssen sich dort als „Nebengeschäft“ behaupten. Zwar garantieren Wetterdienste eine gewisse Beständigkeit, doch droht trotz zunehmender Bedeutung der Phänologie immer wieder die Gefahr der Wegrationalisierung.⁵⁴

Technische Errungenschaften unterstützen die phänologische Beobachtungspraxis und Forschung ebenso, wie die Auseinandersetzung mit Umweltproblemen. Letztere motivierten „data rescue“-Projekte, die darauf abzielen, phänologische Informationen in Archiven der Wissenschaft zugänglich zu machen.⁵⁵ Ohne der Klimawandelproblematik wäre die Phänologie nicht da, wo sie heute ist.

Der Exkurs soll mit einem Ausblick auf die wahrscheinliche Zukunft der Phänologie und der mit ihr verbundenen Citizen-Science-Aktivitäten abgerundet werden. Die Phänologie konnte sich in ihrer vielleicht wichtigsten Funktion für die Gesellschaft, nämlich als Indikator für den Klimawandel, etablieren. Genauso wie der Anstieg des Meeresspiegels, die Verringerung der Ausdehnung der arkti-

schon Meereisdecke oder das Abschmelzen der Gebirgsgletscher die abstrakte Zunahme der globalen Mitteltemperatur greifbar darstellen, vermag die in den mittleren und höheren Breiten von der Temperatur getriebene Phänologie diesen Wandel zu demonstrieren. Nachdem ein Fortschreiten der Temperaturerhöhung zu erwarten ist, bleibt auch die Bedeutung der Phänologie als Indikator für den Klimawandel erhalten.

Zuletzt soll noch auf einige der wichtigsten Quellen zum Thema hingewiesen werden. Der österreichische Pionier der Phänologie, Karl Fritsch, veröffentlichte regelmäßig phänologische Daten und Kommentare zum Betrieb des phänologischen Netzes in Österreich in den Jahresberichten der ZAMG. Diese reichen bis ins Jahr 1848 zurück und stellen eine noch nicht ausgeschöpfte Quelle zu den Anfängen der phänologischen Beobachtungen in Österreich dar, die über die Bibliothek der GeoSphere Austria verfügbar ist. Die wissenschaftlichen Aspekte der Phänologie wurden von Karl Fritsch hauptsächlich in den Berichten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften publiziert. Knappe Beschreibungen der österreichischen Geschichte der Phänologie finden sich bei Rosenkranz,⁵⁶ Reiß⁵⁷ und Hammerl.⁵⁸ Koch⁵⁹ verfasste anlässlich ihrer Pensionierung einen Rückblick, der die Entwicklungen in der Phänologie während ihrer Zeit an der ZAMG ausführt. Die zoologisch-botanische online-Datenbank ZOBODAT (<https://www.zobodat.at>) enthält eine umfassende Sammlung deutschsprachiger Literatur zur Phänologie. Wer über die Landesgrenzen hinausschauen möchte, findet im COST725-Bericht eine Zusammenstellung der Geschichte phänologischer Beobachtungsnetze anderer europäischer Länder.⁶⁰

Schlussbemerkung

Dieser Beitrag zeichnet die Geschichte der Phänologie in Österreich anhand der Persönlichkeiten nach, die das Thema mit den Instrumenten und Mitteln ihrer Zeit vorangetrieben haben.⁶¹ Es ging nicht so sehr um deren wissenschaftliche Leistungen, sondern um die Installation und den Betrieb der phänologischen Beobachtungsnetze, die ganz wesentlich auf die Mitarbeit von freiwilligen BeobachterInnen angewiesen sind. Besonders reizvoll ist die Gegenüberstellung der Personen und ihrer Arbeitsweise, wie sie die Aufgabe über die Zeitspanne von 180 Jahren vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen, institutionellen und technologischen Veränderungen bewältigten.

Auch wenn sich an den grundsätzlichen Aufgaben beim Betrieb eines phänologischen Beobachtungsnetzes mittels Citizen-Science-Methoden, wie Sammeln und Auswertung von phänologischen Beobachtungen und Anwerbung, Motivation und Ausbildung der BeobachterInnen, nichts geändert hat, öffneten die elektronischen Instrumente Türen in neue Räume. Die Digitalisierung der phänologischen Beobachtungen erlaubt die Anwendung von rechnergestützten mathematisch-statistischen Methoden der Datenanalyse. Aus Sicht eines Betreibers einer Citizen-Science-Plattform erleichtern mobile interaktive Apps mit integrierter Community-Funktion die Anwerbung, Motivation und Ausbildung von BeobachterInnen und ermöglichen eine Echtzeitdarstellung der aktuellen phänologischen Entwicklung. Neben der papierlosen und unmittelbaren Aufzeichnung phänologischer Beobachtungen erlauben die interaktiven Apps den BeobachterInnen einen spontanen Austausch mit Gleichgesinnten. Dadurch wurde das Citizen-Science-Konzept um eine soziale Komponente wesentlich erweitert und bereichert.

Anmerkungen:

- ¹ Mit 1. Jänner 2023 wurden die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und die Geologische Bundesanstalt (GBA) zur GeoSphere Austria, der Bundesanstalt für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie zusammengelegt. Siehe: www.geosphere.at
- ² Siehe: <https://www.phenowatch.at/forschung/wissenschaftsauswertungen/diagramme> [4.8.2023].
- ³ Hiroshi Kudoh, Molecular Phenology in Plants. In *Natura Systems Biology for the Comprehensive Understanding of Seasonal Responses under Natural Environments*. In: *New Phytologist*, Vol. 210, 2016, Nr. 2, 399–412. Siehe: <https://doi.org/10.1111/nph.13733> [5.8.2023].
- ⁴ Annette Menzel/Ye Yuan/Michael Matiu et al., Climate Change Fingerprints in Recent European Plant Phenology. In: *Global Change Biology*, Vol. 26, 2020, Nr. 4, 2599–2612. Siehe: <https://doi.org/10.1111/gcb.15000> [5.8.2023]; weiters: Shilong Piao/Qiang Liu/Anping Chen et al., Plant Phenology and Global Climate Change. Current Progresses and Challenges. In: *Global Change Biology*, Vol. 25, 2019, Nr. 6, 1922–1940. Siehe: <https://doi.org/10.1111/gcb.14619> [5.8.2023].
- ⁵ Mikhail K. Zhemchuzhnikov et al., Exploring the Drivers of Variation in Trophic Mismatches: A Systematic Review of Long-Term Avian Studies. In: *Ecology and Evolution*, Vol. 11, 2021, Nr. 9, 3710–3725. Siehe: <https://doi.org/10.1002/ece3.7346>.
- ⁶ René Antoine Ferchault de Réaumur, Observations du thermomètre faites à Paris pendant l'année 1735, comparées avec celles qui ont été faites sous la ligne, à l'Isle de France, à Alger et quelques unes de nos îles de l'Amérique. In: *Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences*, 1735, 545–576.
- ⁷ Carl von Linné, *Philosophia botanica*, Stockholm 1751.
- ⁸ Elisabeth Koch et al., Phänologie an der ZAMG. In: *ÖGM bulletin*, 2014, Nr. 1, 9–18.
- ⁹ Karl Fritsch, Resultate mehrjähriger Vegetationsbeobachtungen in Böhmen von den Jahren 1828 bis 1846. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1850, II. Bd., hrsg. v. d. Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1854, 213–219.
- ¹⁰ Yasuyuki Aono/Keiko Kazui, Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. In: *International Journal of Climatology. A Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. 28, 2008, Nr. 7, 905–914. Siehe: <https://doi.org/10.1002/joc.1594>.
- ¹¹ T. H. Sparks/P. D. Carey, The Responses of Species to Climate over two Centuries: An Analysis of the Marsham Phenological Record, 1736–1947. In: *Journal of Ecology*, Vol. 83, 1995, Nr. 2, 321–329. Siehe: <https://doi.org/10.2307/2261570>.
- ¹² Christa Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. In: Christa Hammerl/Wolfgang Lenhardt/Reinhold Steinacker/Peter Steinhäuser (Hrsg.), *Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1851–2001. 150 Jahre Meteorologie und Geophysik in Österreich*, Graz 2001, 59–61.
- ¹³ Ebd.

- ¹⁴ Katherina Kniefacz, Andreas Freiherr von Baumgartner (1793–1865). In: 650 plus – Geschichte der Universität Wien, Wien 2022. Siehe: <https://geschichte.univie.ac.at/de/personen/andreas-freiherr-von-baumgartner> [5.8.2023].
- ¹⁵ Meteorologisches Beobachtungssystem der österreichischen Monarchie. In: *Wiener Zeitung, Beilage zum Morgenblatte der Wiener Zeitung*, 7. August 1849.
- ¹⁶ Karl Kreil, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe 2. *Österreichische Akademie der Wissenschaften*, Wien 1849, 34 f.
- ¹⁷ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.
- ¹⁸ Meteorologisches Beobachtungssystem der österreichischen Monarchie. In: *Wiener Zeitung, Beilage zum Morgenblatte der Wiener Zeitung*, 7. August 1849.
- ¹⁹ Ebd.
- ²⁰ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.
- ²¹ Karl Fritsch, Autobiographische Notiz. In: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 15. Jg., 1880, 105–119; Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.; Thomas Hofmann, Familie Fritschs Forschungen in Meteorologie, Botanik und Geologie. In: *Der Standard*, 20. März 2023. Siehe: <https://www.derstandard.at/story/2000144476491/familie-fritschs-forschungen-in-meteorologie-botanik-und-geologie> [30.7.2023].
- ²² Karl Fritsch, Beobachtungen über periodische Erscheinungen aus dem Tierreiche, angestellt im Jahre 1853. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1853, V. Bd., Wien 1858, 35–43.
- ²³ Karl Fritsch, Resultate der im Jahre 1852 im k.k. botanischen Garten zu Wien angestellten Beobachtungen. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1852, IV. Bd., Wien 1856, 3–22.
- ²⁴ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.
- ²⁵ Karl Fritsch, Instruction für Vegetationsbeobachtungen. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1850, II. Bd., Wien 1854, 248.
- ²⁶ Karl Fritsch, Vegetationsbeobachtungen, angestellt an mehreren Orten der österreichischen Monarchie im Jahre 1853. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1853, V. Bd., Wien 1858, 20–34.
- ²⁷ Karl Fritsch, Vegetationsbeobachtungen von den Jahren 1848, 1849 und 1850. (Angestellt an mehreren Orten des österreichischen Kaiserstaates). In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1850, II. Bd., Wien 1854, 229–247; weiters: *Biographia Benedictina*, Augustin Reslhuber. In: *Biographia Benedictina Dictionary of Benedictine Biography online*, o. J. Siehe: http://www.benediktinerlexikon.de/wiki/Reslhuber,_Augustin [30.7.2023].
- ²⁸ Fritsch, Vegetationsbeobachtungen, angestellt an mehreren Orten der österreichischen Monarchie im Jahre 1853, a.a.O.
- ²⁹ Fritsch, Vegetationsbeobachtungen von den Jahren 1848, 1849 und 1850. Angestellt an mehreren Orten des österreichischen Kaiserstaates, a.a.O.; 229; Karl Fritsch, Vegetations-Beobachtungen im Jahr 1852, an verschiedenen Orten des österreichischen Kaiserstaates angestellt. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1852, IV. Bd., Wien 1856, 23 f.
- ³⁰ Fritsch, Instruction für Vegetationsbeobachtungen, a.a.O., 248.
- ³¹ Karl Fritsch, Vegetationsbeobachtungen, angestellt im k.k. botanischen Garten zu Wien im Jahre 1853. In: *Jahrbücher der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, Jg. 1853, V. Bd., Wien, 1858, 3–19.
- ³² Fritsch, Instruction für Vegetationsbeobachtungen, a.a.O., 248–250.
- ³³ Maria Reiß, Die Phänologie in Österreich seit 1826 und ihre Beziehung zur Klimakunde. In: *Wetter und Leben*, 11. Jg., 1959, Nr. 6–7, 71–115.
- ³⁴ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.; Friedrich Rosenkranz, Grundzüge der Phänologie. Mit besonderer Berücksichtigung von Österreich, Wien 1951.
- ³⁵ Reiß, Die Phänologie in Österreich seit 1826 und ihre Beziehung zur Klimakunde, a.a.O.
- ³⁶ Friedrich Rosenkranz. In: *RegiowikiAT*. Siehe: https://regiowiki.at/wiki/Friedrich_Rosenkranz [30.7.2023].
- ³⁷ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.
- ³⁸ Rosenkranz, Grundzüge der Phänologie. Mit besonderer Berücksichtigung von Österreich, a.a.O.
- ³⁹ Abraham Miller-Rushing/Richard Primack/Rick Bonney, The history of public participation in ecological research. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 10, 2012, Nr. 6, 109–122. Siehe: <https://doi.org/10.1890/110278>; weiters: Muki Haklay, Citizen Science and Volunteered Geographic Information. Overview and Typology of Participation. In: Daniel Sui/Sarah Elwood/Michael Goodchild (Hrsg.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*, Dordrecht 2013, 105–122. Siehe: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7.
- ⁴⁰ Siehe dazu das Webportal des Österreichischen Volkshochschularchivs: http://archiv.vhs.at/vhsarchiv_suche.html.
- ⁴¹ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.; Elisabeth Koch, 30 Jahre Phänologie – (M)ein sehr persönlicher Rückblick. In: *ZAMG Newsletter*, Herbst/Winter 2017, 14.
- ⁴² Rosenkranz, Grundzüge der Phänologie. Mit besonderer Berücksichtigung von Österreich, a.a.O.
- ⁴³ Friedrich Rosenkranz, Phänologie. In: *Natur und Land. Zeitschrift des Naturschutzbund*, 1949, Heft 11, 193.
- ⁴⁴ Reiß, Die Phänologie in Österreich seit 1826 und ihre Beziehung zur Klimakunde, a.a.O.
- ⁴⁵ Maria Roller, Witterung und Phänologie am Alpenstrand im Jahre 1975. In: *Wetter und Leben*, 28. Jg., 1976, Nr. 4, 257–263; Koch, 30 Jahre Phänologie – (M)ein sehr persönlicher Rückblick, a.a.O.

- ⁴⁶ Siehe: <https://uwm.edu/biometeorology/commissions-and-study-groups/isb-phenology-commission/> [5.8.2023].
- ⁴⁷ Koch, 30 Jahre Phänologie – (M)ein sehr persönlicher Rückblick, a.a.O., 14.
- ⁴⁸ Rein Ahas, Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological time-series analyses in Estonia. In: *International Journal of Biometeorology*, Vol. 42, 1999, Nr. 3, 119–123; weiters: Annette Menzel/Peter Fabian, Growing season extended in Europe. In: *Nature*, Vol. 397, 1999, Nr. 6721, 659.
- ⁴⁹ Martin Parry et al., Climate change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC. Bd. 4, Cambridge 2007.
- ⁵⁰ Siehe: www.naturkalender.at [5.8.2023].
- ⁵¹ Siehe: <https://www.spotteron.net> [5.8.2023].
- ⁵² Siehe: <https://www.lacon.at/> [5.8.2023].
- ⁵³ Siehe: www.phenowatch.at und www.naturkalender.at [5.8.2023].
- ⁵⁴ Hideyuki Doi et al., Declining phenology observations by the Japan Meteorological Agency. In: *Nature Ecology & Evolution* 5, 2021, 886 f.
- ⁵⁵ Christian Maurer/Christa Hammerl/T. Hammerl et al., BACCHUS temperature reconstruction for the period 16th to 18th centuries from Viennese and Klosterneuburg grape harvest dates. In: *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 114, 2009, Nr. D22. Siehe: <https://doi.org/doi:10.1029/2009JD011730>.
- ⁵⁶ Rosenkranz, Grundzüge der Phänologie. Mit besonderer Berücksichtigung von Österreich, a.a.O.
- ⁵⁷ Reiß, Die Phänologie in Österreich seit 1826 und ihre Beziehung zur Klimakunde, a.a.O.
- ⁵⁸ Hammerl, Phänologische Forschungsarbeiten an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, a.a.O.
- ⁵⁹ Koch, 30 Jahre Phänologie – (M)ein sehr persönlicher Rückblick, a.a.O.
- ⁶⁰ Jiri Nekovar et al., The history and current status of plant phenology in Europe, COST action 725, Brussels
- ⁶¹ Rainer Stowasser, dem Bibliothekar der GeoSphere Austria, sei an dieser Stelle für die Verfügbarmachung der gescannten Teile der ZAMG-Jahrbücher zur Phänologie gedankt.