

HISTORISCHE GEOGRAPHIE

HISTORICAL GEOGRAPHY

DER AUSBRUCH DES VULKANS TAMBORA 1815 UND DIE DOKUMENTATION VON SONNENFLECKEN AM STIFT ADMONT IM RAHMEN ZEITGENÖSSISCHER METEOROLOGISCHER BEOBACHTUNGEN

Andreas KELLERER-PIRKLBAUER
und Julia EULENSTEIN, Graz*

*Erste Einreichung / Initial submission: 03/2021; revidierte Fassung / revised submission: 11/2021;
endgültige Annahme / final acceptance: 12/2021*

mit 7 Abbildungen und 2 Tabellen im Text

INHALT

| | |
|---|----|
| <i>Zusammenfassung</i> | 62 |
| <i>Summary</i> | 63 |
| 1 Einleitung | 63 |
| 2 Sonnenfleckentätigkeit um 1815 | 65 |
| 3 Methodik und Datenquellen | 68 |
| 3.1 Meteorologisch-astronomische Aufzeichnungen in Admont 1814–1818 | 68 |
| 3.2 Auswertung der Sonnenflecken und Vergleichsstudien..... | 70 |
| 4 Ergebnisse | 72 |
| 4.1 Sonnenfleckentätigkeit 1814–1818 | 72 |
| 4.2 Sonnenfleckenzahl und Bedeutung der Witterung | 74 |
| 5 Diskussion | 74 |

* MMag. Dr. Andreas KELLERER-PIRKLBAUER, Universität Graz, Institut für Geographie und Raumforschung, Geograph in der Arbeitsgruppe „Cascade – The Mountain Processes and Mountain Hazards Group“, Heinrichstraße 36, A-8010 Graz; Mag. Dr. Julia EULENSTEIN, Universität Graz, Institut für Geographie und Raumforschung, Historikerin in der Arbeitsgruppe „Cascade – The Mountain Processes and Mountain Hazards Group“, Heinrichstraße 36, A-8010 Graz; – E-Mails: andreas.kellerer@uni-graz.at; julia.eulenstein@uni-graz.at.

| | |
|---|----|
| 5.1 Aussagekraft der Sonnenfleckenbeobachtungen von Gotthard WISIAK | 74 |
| 5.2 Vergleich mit Augustin STARK (Augsburg) | 76 |
| 5.3 Vergleich mit Thaddäus DERFFLINGER (Kremsmünster) | 78 |
| 6 Fazit..... | 79 |
| 7 Literaturverzeichnis..... | 82 |

Zusammenfassung

Als 1815 in Indonesien der Vulkan Tambora mit der höchsten je in der Neuzeit gemessenen Intensität ausbrach, hatte dies Folgen für die ganze Welt. In diesem Aufsatz soll es nicht um die negativen Auswirkungen wie Klimaverschlechterung oder Missernten gehen, sondern um eine positive Randerscheinung: die durch den Vulkanausbruch hervorgerufene Trübung der Atmosphäre ermöglichte die leichtere Sichtung von Sonnenflecken. Zum damaligen Zeitpunkt wurde die heute bestätigte Annahme, es gäbe einen Zusammenhang zwischen Sonnenfleckenaktivität und Klima, diskutiert. Dazu waren regelmäßige Beobachtungen nötig. Am Benediktinerstift in Admont (Steiermark) wurden in den Jahren 1814 bis 1818 durch den Mönch und Physiker Gotthard WISIAK erste meteorologische Messungen durchgeführt, die erst wieder 1845 ihre Fortsetzung fanden. Im Zuge der dreimal täglich geführten Aufzeichnungen erfasste WISIAK verschiedene Klimaelemente und Sonnenfleckenerscheinungen, die den Fokus dieses Beitrages bilden. Obschon die Beobachtungen von WISIAK in das sogenannte „Dalton Minimum“ (ca. 1790–1820) fallen, eine Periode mit geringer Sonnenfleckenaktivität, war das Jahr 1816 gut geeignet für solche Beobachtungen (Maximum des Sonnenzyklus 6 im Jahr 1816).

WISIAK erwähnte in seinen Aufzeichnungen 64-mal den Begriff Sonnenflecken, davon deren 9-maliges Fehlen und 55-malige Sichtung. Die Anzahl seiner Sichtungen schwankte zwischen 1 und 30 Sonnenflecken, wobei auch Sonnenfleckengruppenformen wie „Heer“ erwähnt wurden. Wie aus den Witterungsaufzeichnungen hervorgeht, ermöglichte eine zusätzliche Trübung der Atmosphäre durch Wasserdampf in den meisten Fällen die Beobachtungen. Quantitative Vergleiche mit den Aufzeichnungen von Zeitgenossen zeigen, dass trotz unterschiedlicher Gerätschaften zur Beobachtung, trotz teilweise topographisch erschwerter Bedingungen in Admont und trotz des Unterschieds zwischen Hauptbeobachtung (Sternwarte) und Nebenbeobachtung (Fokus Meteorologie) die Ergebnisse Gotthard WISIAKS aus Admont, Augustin STARKs aus Augsburg und Thaddäus DERFFLINGERS aus Kremsmünster vor allem gute Übereinstimmungen im Zeitraum Juli bis Oktober 1816 aufweisen.

Dieser Beitrag gibt somit auch neue Hinweise auf die Auswertbarkeit historischer Sonnenfleckenbeobachtungen in Österreich, basierend auf primär meteorologisch ausgerichteten Archivunterlagen.

Schlagwörter: Ausbruch Tambora 1815, meteorologische Beobachtungen, Sonnenfleckenbeobachtung, Zusammenhang Klima und Sonnenflecken, Dalton Minimum, Admont, Augsburg, Kremsmünster

Summary

THE ERUPTION OF TAMBORA IN 1815 AND THE DESCRIPTION OF SUNSPOTS AT THE BENEDICTINE ABBEY OF ADMONT, AUSTRIA, WITHIN THE FRAMEWORK OF CONTEMPORARY METEOROLOGICAL OBSERVATIONS

When the Tambora volcano erupted in Indonesia in 1815 with the highest intensity ever measured in Modern Times, this had consequences for the whole world. This paper will not deal with the negative consequences such as climate deterioration or crop failures, but with a positive side effect: the increased atmospheric opacity caused by the volcanic eruption made observations of sunspots easier. At that time, the now confirmed assumption that there is a connection between sunspot activity and climate was discussed. Regular observations were required for confirming this hypothesis. At the Benedictine monastery in Admont (Styria) the first meteorological measurements were carried out by the monk and physicist Gotthard WISIAK in the years 1814–1818. During his recordings, which were carried out three times a day, WISIAK noted various climatic elements and sunspot phenomena. The latter form the focus of this contribution. Although WISIAK's observations fall within the so-called "Dalton Minimum" (ca. 1790–1820), a period of low sunspot activity, the year 1816 was well suited for such observations because the maximum of solar cycle 6 was in that year.

WISIAK mentioned the term sunspot 64 times in his records, including 9 times of explicit absence and 55 times of sightings of them. The recorded number of sunspots varied between 1 and 30. Also sunspot formations like an "army" (meaning a rather large group of sunspots) were mentioned. According to WISIAK's meteorological data, the observations of sunspots were in most cases carried out at conditions with high air humidity causing additional opacity. Quantitative comparisons with contemporary sunspot studies by Augustin STARK (Augsburg, Germany) and Thaddäus DERFFLINGER (Kremsmünster, Upper Austria) show overall consistency with the Admont observations especially for the period July to October 1816, despite different sophisticated instruments, topographical constraints at Admont, and the difference between primary (focus on astronomical monitoring) and secondary (focus on meteorological monitoring) sunspot observation activities.

This contribution thus also gives new hints on the evaluability of historical sunspot observations in Austria based on primarily meteorologically oriented archive records.

Keywords: Tambora 1815 eruption, meteorological observations, sunspot observations, relationship between climate and sunspots, Dalton Minimum, Admont, Augsburg, Kremsmünster

1 Einleitung

Im April 1815 brach auf der indonesischen Insel Sumbawa der Vulkan Tambora (8°14'43"S, 117°59'34"O) aus (Abb. 1a). Die Intensität dieses Vulkanausbruchs wird auf Basis der 8-skaligen Volcanic Explosivity Index (VEI) Klassifizierung (NEWHALL und SELF 1982) mit 7 angegeben. Dieser Ausbruch ist nicht nur der einzige VEI7-Aus-

bruch, der sich seit dem Jahr 1500 ereignet hatte, sondern es wurden auch nur vier VEI6- und kein einziger VEI8-Ausbruch seit Beginn der Neuzeit dokumentiert (NEWHALL und SELF 1982), was die Besonderheit der Intensität dieses Ausbruchs weiter hervorhebt. Die letzte bekannte Eruption des Tambora ereignete sich 1967 mit einer Intensität von VEI0. Zwei weitere Eruptionen wurden 1819 und 1880 (± 30 Jahre) registriert, wobei beide Ausbrüche mit VEI2 klassifiziert wurden (Global Volcanism Program 2013).

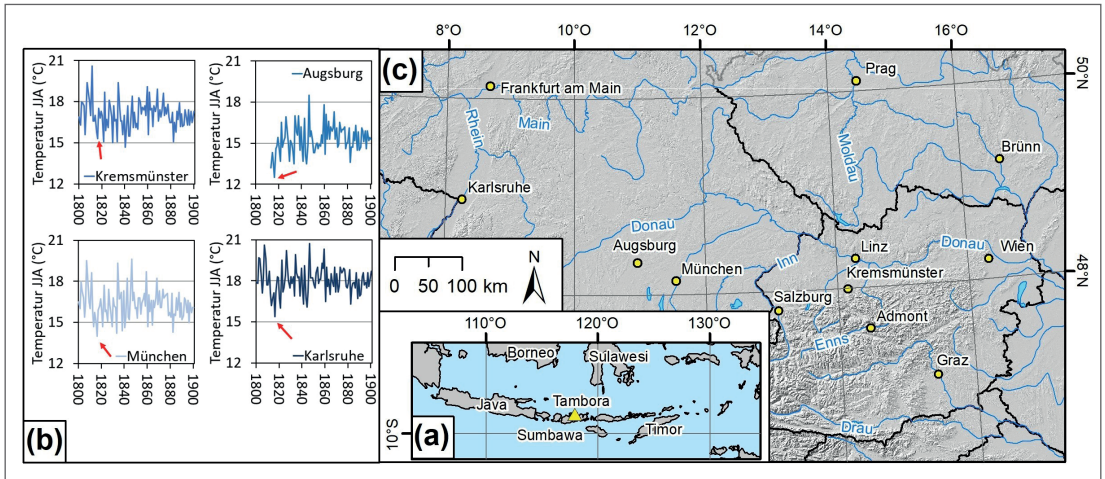
Bei der Eruption von 1815 wurden 140 Gigatonnen Magma (äquivalent zu ca. 50 km³ Festgestein) ausgeworfen, was auch den größten Wert bekannter neuzeitlicher Eruptionen bedeutet (OPPENHEIMER 2003). In der initialen Ausbruchphase soll die Eruptionswolke 43 km in die Atmosphäre gereicht haben (insofern als ultra-plinianische Eruption zu klassifizieren), wodurch Tephramaterial und vulkanische Gase bis in die Stratosphäre transportiert wurden. Die Eruption injizierte ca. 60 Megatonnen Schwefel in die Stratosphäre und verursachte einen globalen Schleier aus Sulfataerosolen (OPPENHEIMER 2003). Zum Vergleich, beim Ausbruch des Pinatubo auf den Philippinen im Jahr 1991 wurden „nur“ ca. 10 Megatonnen Schwefel in die Stratosphäre transportiert (OPPENHEIMER 2003).

Weitreichende Folgeerscheinungen der Tambora-Sulfataerosole zeigten sich während vieler Monate rund um den Globus mit einer deutlichen klimatischen Störung (PIERVITALI et al. 1997; LUTERBACHER et al. 2004; AUCHMANN et al. 2012). Ungewöhnlich kaltes Wetter wurde im Nordwesten der USA und in weiten Teilen Europas beobachtet. Das Jahr 1816 wird auch als das „Jahr ohne Sommer“ bezeichnet. Die dadurch implizit ausgedrückte Kälte des Sommers wird auch in den vier Sommertemperaturkurven in Abbildung 1b ersichtlich, mit Negativrekorden im 19. Jahrhundert für München, Augsburg und Karlsruhe. Es kam vielerorts zu reduziertem Wachstum der Bäume (BRIFFA et al. 1998) und Kulturpflanzen (BARON 1992), was in weiterer Folge Missernten, Hungersnöte, Seuchen, Preissteigerungen sowie soziale und wirtschaftliche Unruhen mit sich brachte (BEHRINGER 2015).

Die Veränderungen in der Atmosphäre hatten jedoch positive Auswirkungen auf die Sichtungsmöglichkeiten von Sonnenflecken. So wurde beispielsweise im Jänner und Februar 1816 von vermehrten Sichtungen von Sonnenflecken mit dem bloßen Auge berichtet (VAIL 1997). Mit Hilfe von getönten oder angeruhten Glasscherben konnte man direkt in die Sonne schauen und Sonnenflecken beobachten, was unter normalen Umständen nicht möglich ist (BEHRINGER 2015).

Dokumentierte Detailbeobachtungen von Sonnenflecken im Jahr 1815 und in den Folgejahren im heutigen Österreich gibt es jedoch nur wenige. Eine Ausnahme bilden hier beispielsweise die Aufzeichnungen der Sonnenfleckenbeobachtungen von Thaddäus DERFFLINGER an der Sternwarte des Benediktinerstifts Kremsmünster (Abb. 1c) aus den Jahren 1802 bis 1824 (ANONYMUS 1848). Diese Beobachtungen wurden von WOLF (1894) und HAYAKAWA et al. (2020) analysiert und stellen für die gegenständliche Studie einen wertvollen Vergleichsdatensatz dar.

Im Benediktinerstift Admont (Abb. 1c) waren die Beobachtungen von Sonnenflecken eingebettet in die dortigen meteorologischen Messungen. Historisch betrachtet fallen diese für Admont ersten regelmäßigen Messungen in die Phase früher meteorologischer Messnetze. Sie fanden in den Jahren 1814 bis 1818 statt, also wesentlich vor



Quellen: Abb. 1b: basierend auf HISTALP Klimadaten (<https://www.zamg.ac.at/histalp/>; AUER et al. 2007); Abb. 1c: Datenquelle EU-DEM, European Environment Agency. – Grafik: Eigener Entwurf

Abb. 1: Tambora 1815: (a) Lage des Vulkans Tambora im Bereich der Sundainseln; (b) Sommertemperaturen (JJA) im Zeitraum 1800–1900 an vier Stationen (Augsburg ab 1813). Pfeile markieren den Sommer 1815; (c) Überblickskarte mit im Text erwähnten Örtlichkeiten.

der Gründung der „Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus“ (Vorgänger der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) im Jahr 1851 (FICKER 1951). Die Originale dieser Aufzeichnungen konnten durch die Autoren dieses Beitrages im Stiftsarchiv Admont eingesehen und in weiterer Folge transkribiert sowie analysiert werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, (a) die in den historischen meteorologischen Aufzeichnungen am Stift Admont der Jahre 1814 bis 1818 vermerkten Sonnenfleckenbeobachtungen zu quantifizieren, (b) diese in einen breiteren meteorologisch-astronomischen Kontext zu bringen und (c) die weiter reichende Bedeutung solcher frühen Aufzeichnungen meteorologischer und astronomischer Art zu diskutieren.

2 Sonnenfleckentätigkeit um 1815

Sonnenflecken sind dunkle Gebiete der Sonnenoberfläche, welche durch starke magnetische Felder charakterisiert sind, die tiefere Temperaturen (ca. 4000 K im Vergleich zu 5800 K in der Photosphäre) verursachen und dadurch dunkel in Erscheinung treten (USOSKIN 2017). Sonnenfleckenbeobachtungen mit zunächst sehr einfachen Teleskopen haben Astronomen seit 1610 durchgeführt (REITH 2011; ARLT und VAQUERO 2020), wobei jedoch die erste dokumentierte Beobachtung von Sonnenflecken sehr viel älter ist. Diese wurde im Jahr 467 BC vom griechischen Philosophen Anaxagoras durchgeführt

(BICKNELL 1968). Im Lauf des 17. bis 19. Jahrhunderts entdeckte man, dass die Zahl und Größe der Flecken variabel waren, sie manchmal auch ganz verschwinden konnten sowie die Tatsache, dass es einen Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und klimatischen Bedingungen gibt (BEHRINGER 2015). Besonders in den Jahren um 1800 wurde letzteres unter Gelehrten häufig diskutiert (vgl. die bei STARK 1815, S. 71 erwähnte Literatur).

Zählungen von Sonnenflecken waren der Fokus von langfristigen Studien zu Sonnenfleckenänderungen und die Basis für die Theorie des Sonnenzyklus (SCHWABE 1844). Der Sonnenfleckenzyklus hat dabei eine mittlere Periode von 11,1 Jahren, kann aber im Lauf eines Jahrhunderts zwischen 9 und 14 Jahren variieren (USOSKIN 2017). Um die Sonnenfleckenänderungen auf einfache Weise zu beschreiben, wurde Mitte des 19. Jahrhunderts durch Rudolf WOLF, einen Astronomen am Züricher Observatorium, die Sonnenfleckenrelativzahl (oder kurz Relativzahl bzw. WOLF'sche Relativzahl / R_z) eingeführt (Erstversion dieser Zahl in WOLF 1851). Sie ist definiert als die Summe aller sichtbaren Sonnenflecken (mit Kernschatten/Umbren) auf der Scheibe (N) und der mit 10 multiplizierten Zahl (Gewichtungsfaktor) der Fleckengruppen (G), wobei die Einteilung in Fleckengruppen nicht trivial ist (KÜNZEL 1965). Das Ergebnis wird dann multipliziert mit einem individuellen Korrekturfaktor k (USOSKIN 2017).

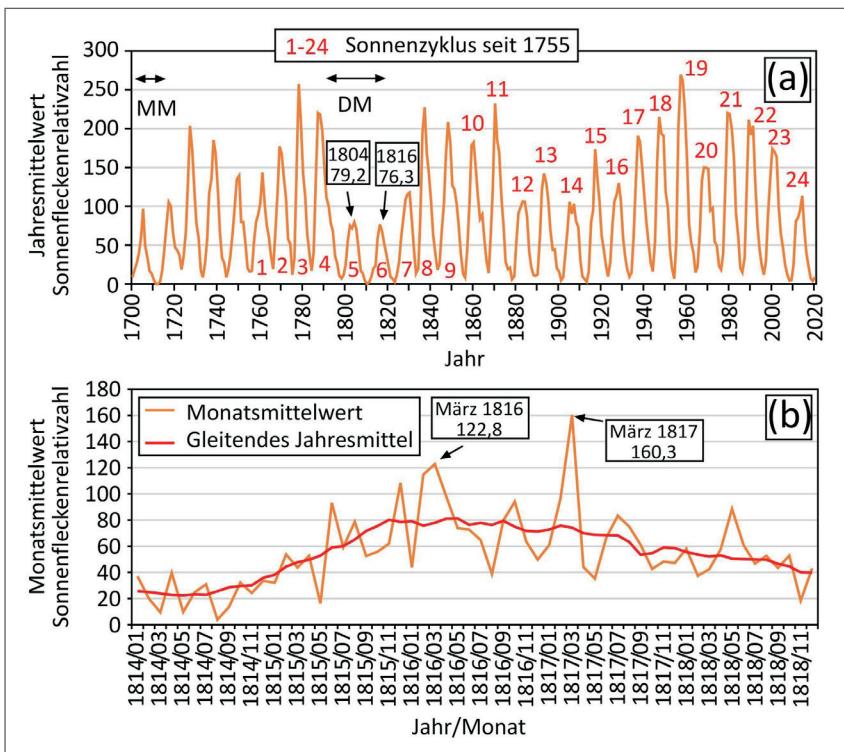
$$R_z = k * (10 * G + N)$$

Der letztgenannte Korrekturfaktor k ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie Beobachtungstechnik oder verwendetes Instrument und soll die Ergebnisse unterschiedlicher Beobachter normalisieren. Dieser Faktor k war lange Zeit umstritten und wurde mittlerweile auf einen Mittelwert von mehr als 20 Beobachtern geändert (USOSKIN 2017). Die Tradition der Sonnenfleckenrelativzahl wird heute noch im Rahmen des „Sunspot Index and Long-term Solar Observations (SILSO)“ Programms am Königlichen Observatorium von Belgien fortgeführt (ARLT und VAQUERO 2020).

Abbildung 2a zeigt auf Basis von SILSO-Daten die Entwicklung des Jahresmittelwertes der Sonnenfleckenrelativzahl im Zeitraum von 1700 bis 2020, berechnet aus dem arithmetischen Mittelwert der täglichen Relativzahl aller Tage eines ganzen Jahres (SILSO 2021). Wie in der Grafik gut erkennbar ist, waren Perioden mit stark verringerter Sonnenfleckenaktivität das „Maunder Minimum“ (MM: 1645–1715; EDDY 1976) sowie das „Dalton Minimum“ (DM: ca. 1790–1820; USOSKIN 2017). In zweitemerem liegen auch die beiden Sonnenzyklen 5 und 6 (USOSKIN 2017).

Perioden mit stark verringerter Sonnenfleckenaktivität gehen einher mit wesentlich tieferen Temperaturen (GRAY et al. 2010). Im Verlauf der „Kleinen Eiszeit“ ereigneten sich einige große Vulkaneruptionen, bei denen Aschepartikel und Gase freigesetzt wurden (BEHRINGER 2015). So bildeten sich Aerosole oder Staubschleier, welche die direkte Sonnenstrahlung absorbieren konnten und die Abkühlung dadurch noch weiter verstärkten. Große Eruptionen (\geq VEI 4) ereigneten sich im Zeitraum von 1800 bis 1818 am Mt. St. Helens (USA), Soufrière (Karibik), Colima (Mexiko), Suwanose-Jima (Japan), Mayon (Philippinen), Awu, Raung und eben Tambora (alle drei in Indonesien) (BEHRINGER 2015).

Abbildung 2b stellt die Entwicklung der Monatsmittelwerte der Sonnenfleckenrelativzahl im Zeitraum Jänner 1814 bis Dezember 1818 – berechnet aus dem arithmetischen Mittelwert der täglichen Relativzahl aller Tage eines Kalendermonats – dar. Dieser Zeitraum ist für die gegenständliche Studie der Sonnenfleckenbeobachtungen im Stift Admont relevant. Im März 1816 wurde eine Sonnenfleckenrelativzahl von 122,8 erreicht, im März 1817 sogar eine von 160,3. Die Abbildung 2 zeigt somit, dass die 1810er Jahre bedingt durch das „Dalton Minimum“ allgemein eher schlechte Jahre für Sonnenfleckenbeobachtungen waren, wobei sich jedoch darin die Periode von Mitte 1815 bis Mitte 1817 aufgrund des schwach ausgeprägten Maximums in jener Zeit relativ gut für solche Beobachtungen eignete.



Datenquelle: SILSO (2021), Königliches Observatorium von Belgien, Brüssel. – Grafik: Eigener Entwurf.

Abb. 2: Entwicklung der Sonnenfleckenrelativzahl: (a) Jahresmittelwerte der Sonnenfleckenrelativzahl im Zeitraum 1700–2020 mit Angaben der Sonnenzyklusnummer nach WOLF. Zu beachten sind die beiden schwach ausgeprägten Maxima im Jahr 1804 und 1816. MM = Maunder Minimum (1645–1715), DM = Dalton Minimum (ca. 1790–1820); (b) Monatsmittelwerte der Sonnenfleckenrelativzahl im Zeitraum Jänner 1814 bis Dezember 1818 mit gleitendem Jahresmittelwert.

3 Methodik und Datenquellen

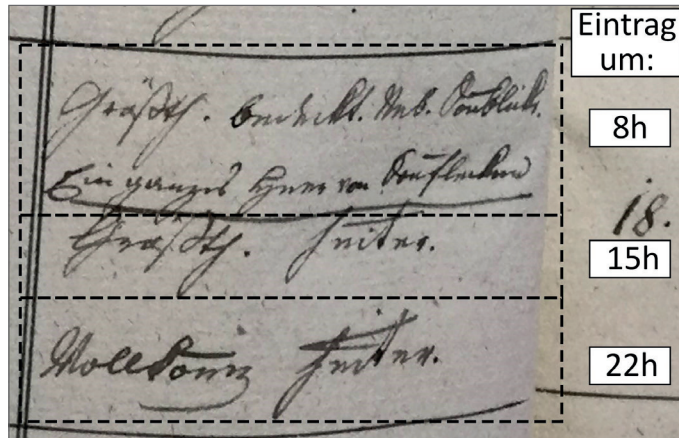
3.1 Meteorologisch-astronomische Aufzeichnungen in Admont 1814–1818

Die ersten meteorologischen Messungen im Stift Admont wurden in den Jahren 1814 bis 1818 von Gotthard (Joseph) WISIAK (1783–1840), einem Benediktinermönch und Physiker (WURZBACH 1889), durchgeführt, welcher detaillierte Aufzeichnungen verschiedener Klimaelemente und Sonnenfleckenerscheinungen machte. Dies war in einer Phase früher meteorologischer Messnetze, die im deutschsprachigen Raum bis in das Jahr 1780 zurückgehen (RIGBY 1965). Ältere, über einen längeren Zeitraum reichende meteorologische Aufzeichnungen aus dem Stift Admont sind nicht bekannt (KLEMM 1983; WICHNER 1892). Erst zirka drei Jahrzehnte später – ab 1845 – wurden die meteorologischen Messungen dort weitergeführt, mit kontinuierlichen Aufzeichnungen für Niederschlag ab 1854 und für Temperatur ab 1884 (HANSELMAYER 1955; AUER et al. 2007).

Die Originale der meteorologischen Aufzeichnungen in Admont aus den Jahren 1814 bis 1818 konnten durch die Autoren im Stiftsarchiv Admont eingesehen (*Meteorologische Beobachtungen vom 1. April bis 31. Dez. 1814*, Signatur Ff 151-1; *Meteorologische Beobachtungen 1815*, Signatur Ff 151-2; *Meteorologische Beobachtungen 1816*, Signatur Ff 151-3; *Meteorologische Beobachtungen 1817*, Signatur Ff 151-4; *Meteorologische Beobachtungen 1818*, Signatur Ff 151-5) und in weiterer Folge bearbeitet werden. Die gesamte Datenreihe meteorologischer Aufzeichnungen umfasst auf Basis lückenloser Monatsdaten den Zeitraum vom 01.04.1814 bis zum 30.06.1818. Ab dem 11.7.1818 bestehen wiederholt mehrtätige Lücken und mit 03.08.1818 endet die Datenreihe endgültig. Insgesamt beträgt der Zeitraum der Datenerfassung 1576 Tage, jener für die lückenlose Monatsdatenreihe 1552 Tage.

Von WISIAK wurden dabei dreimal täglich (um 8 Uhr, 15 Uhr und 22 Uhr) Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit gemessen und Windrichtung, Witterung und gegebenenfalls auch Sonnenfleckenbeobachtungen beschrieben. Eine Ausnahme bildet hier lediglich die Spätphase der meteorologischen Beobachtungen im Juli und August 1818. So wurden am 11. und 18.07.1818 sowie am 03.08.1818 nur die morgendlichen Messungen durchgeführt. Am 30.7.1818 verzeichnete WISIAK lediglich die morgendlichen und nachmittäglichen Messergebnisse. Um geschlossene Monatsbestände betrachten zu können, wird in dieser Studie vor allem auf den Zeitraum April 1814 bis Juni 1818 fokussiert. Ein Beispiel eines Eintrages zur Sonnenfleckenbeobachtung ist in Abbildung 3 dargestellt. Eine Publikation zu den umfangreichen meteorologischen Aufzeichnungen ist durch die Autoren dieses Beitrages noch in Bearbeitung.

Über die möglicherweise damals verwendete Gerätschaft zur Sonnenfleckenbeobachtung berichtet WISIAK in seinen meteorologischen Messungen nichts. Jedoch weist WICHNER (1892) auf eine von dem „Professor der Physik Gotthard WISIAK“ im Jahr 1814 verfasste Inventarliste hin, welche „sämtliche“ physikalisch-chemischen Apparate am k.k. Lyceo zu Admont beinhaltet. In der Rubrik über astronomische Apparate beschreibt WICHNER u. a. *Ein achromatisches Erd- und Himmelsfernrohr mit einem Gradbogen und Mikrometer auf einem messingernen Stativ gefertigt von TIEDEMANN*, welches in der Inventarliste mit einem Wert von 100 Gulden aufschien. Neben diesem Himmelsfernrohr



Quelle: Stift Admont *Meteorologische Beobachtungen 1816*, Signatur Ff 151-3, Fol. 16v¹⁾

Abb. 3: Exemplarisches Schriftstück der Sonnenbeobachtung mit einem Ausschnitt der Originalaufzeichnung WISIAKS vom 10.09.1816 in der Spalte „Witterung“ (Rahmen): Bereich oben (um 8 Uhr): *größt. bedeckt. Neb. Südlich. Ein ganzes Heer von Sonnenflecken*; (um 15 Uhr): *Größt. heiter.*; (um 22 Uhr) *Vollkommen heiter.* Die Besonderheit der Sonnenfleckensichtung kann durch die Unterstreichung angenommen werden.

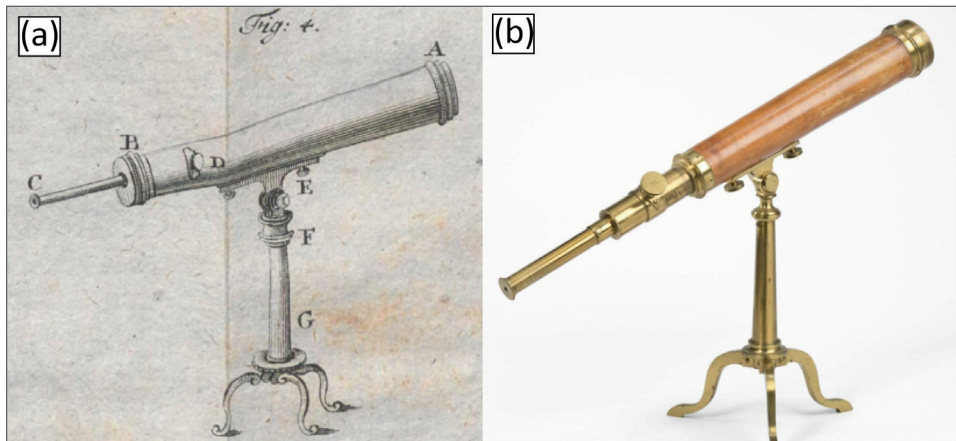
bzw. Teleskop wird noch ein weiteres Produkt von TIEDEMANN genannt, ein *achromatisches Erdfernrohr ganz aus Messing*, welches mit 90 Gulden in der Liste geführt wurde. Die Messungen wurden laut WISIAKS Aufzeichnungen der Jahre 1814 und 1815 direkt im Stift und dessen Außenbereich durchgeführt.

Johann Heinrich TIEDEMANN (1742–1811), ein damals in Stuttgart ansässiger Hofmechaniker und -optiker (ALLROGGEN 2021), fertigte neben Fernrohren und Mikroskopen auch andere wissenschaftliche Instrumente an. TIEDEMANN (1785) beschrieb – in Form eines „Werbeprospektes“ des 18. Jahrhunderts – verschiedene von ihm hergestellte Ferngläser und Teleskope, schlug die beste Zeit zur Beobachtung durch Teleskope vor (*heitere Sommerabende von 5 Uhr an*) und bot auch Teleskopzusätze zu geometrischen Messungen an, wobei Mikrometer, *Höhencirkel zur Seite des Objektivrohrs* (das heißt, ein Gradbogen zur Bestimmung von Höhen- und Neigungswinkeln) und Stative genannt wurden.

Die Brennweite und das genaue Produkt des von WISIAK zur Sonnenbeobachtung verwendeten Teleskops in Admont lassen sich auf Basis der Beschreibung von WICHNER (1892) nicht klären, es kann jedoch auf Basis der Preisliste (in Gulden) von TIEDEMANN (1785) angenommen werden, dass es sich um ein höherwertiges achromatisches Teleskop handeln musste. Abbildung 4a zeigt eine schematische Darstellung eines achromatischen Himmels-

¹⁾ Bei ungedruckten Archivalien wird in der Regel die Blattseite (Fol.) angegeben. Der Buchstabe r (recto) steht dabei für die Vorderseite, v (verso) für die Rückseite. Zu beachten ist, dass bei den hier betrachteten Originalen ab den täglichen Einträgen der Messergebnisse eine neue Foliozählung beginnt.

fernrohrs von TIEDEMANN aus seinem Werk von 1785. Abbildung 4b beinhaltet zur besseren Veranschaulichung eine Photographie eines achromatischen Erdfernrohrs von TIEDEMANN, das in der Gründungssammlung des Deutschen Museums München vorhanden ist.



Quellen: Abb. 4a: Tafel II in TIEDEMANN 1785; Abb. 4b: aus BLOEMER und MIRWALD 2021

Abb. 4: Historische Darstellung (a) sowie Photographie (b) von achromatischen Himmelsfernrohren, hergestellt vom Stuttgarter Hof-Mechaniker und Hof-Optiker Johann Heinrich TIEDEMANN (1742–1811). Erklärung zu (a): AB = Objektivrohr, B = Fassung, BC = Okularrohr, D = bewegliches Rad (zum Scharfstellen), E = Gelenk, F = Drehfuß, G = Säule/Stativ; Erklärung zu (b): ein achromatisches Fernrohr aus Glas, Messing und Holz, hergestellt zwischen 1770 und 1790.

3.2 Auswertung der Sonnenflecken und Vergleichsstudien

Die Originalunterlagen von WISIAK zu den meteorologischen und astronomischen Beobachtungen im Zeitraum vom 01.04.1814 bis zum 03.08.1818 wurden digitalisiert, transkribiert und ausgewertet. Im Zuge der Transkription wurde auf quantitative (z.B. genaue Anzahl der Sonnenflecken) und qualitative Angaben (wie z. B. Größe, Form oder Gruppen) zu den Sonnenflecken, auf den tageszeitlichen Termin der Sonnenfleckenbeobachtung (entweder um 8 Uhr morgens oder um 15 Uhr nachmittags) sowie auf die Witterung zum Zeitpunkt der Sonnenfleckenbeobachtung fokussiert (siehe Abb. 3). Angaben über das explizite Fehlen von Sonnenflecken, wie sie WISIAK mehrmals notierte, wurden ebenfalls erfasst.

Die Beobachtungen WISIAKS wurden mit zeitgenössischen Aufzeichnungen von Astronomen, Mathematikern und Physikern im regionalen Umfeld verglichen. Einer davon war der Augsburger Gelehrte Augustin STARK, der in seinen meteorologischen Aufzeichnungen auch die Sichtung von Sonnenflecken vermerkte, da er den von Friedrich Wilhelm HERSHEL (1801) vermuteten Zusammenhang zwischen Sonnenaktivität und Wetter be-

weisen wollte (STARK 1815). Dies, so STARK, gelänge nur über eine kontinuierliche und an mehreren Standorten durchgeführte Beobachtung. Er publizierte einige meteorologische Jahrbücher, wobei für diese Studie jene aus den Jahren 1813 bis 1818 relevant waren (STARK 1814; 1817a,b; 1818a,b; 1820). STARK listete bei seinen Aufzeichnungen die Summe der gesichteten kleinen, mittleren und großen Sonnenflecken eines Monats in Übersichtstabellen auf, wobei Erklärungen zu diesen drei Klassen oder den von ihm verwendeten Messinstrumenten in den Jahrbüchern fehlen. Er gibt jedoch einige Informationen in einer zu dem meteorologischen Jahrbuch gehörenden zusätzlichen Publikation über die Beschreibung der meteorologischen Instrumente (STARK 1815). So maß er beispielsweise die Größe der Flecken mit einem sogenannten „Scala Micrometer“. Insgesamt verwendete STARK acht variierende Begrifflichkeiten für verschiedene Phänomene in der Sonne, die an den Arbeiten HERSCHELS (1801) angelehnt waren. Darunter fielen auch *Untiefen in der Sonne* sowie *Sonnenfackeln*. Welche Größe er bei Sonnenflecken der jeweiligen Formulierung „klein“, „mittel“ und „groß“ zugrunde legte, scheint jedoch nicht auf (STARK 1815).

Als weitere Vergleichsdaten für diese Studie boten sich auf den ersten Blick jene des mährischen Physikers Franz Ignatz Cassian HALLASCHKA (1780–1847) an, der in den Jahren 1814 und 1816 Sonnenbeobachtungen in Prag durchführte (HALLASCHKA 1814; 1816a,b, zitiert in CARRASCO et al. 2018). Wie sich im Zuge der Analyse jedoch herausstellte, gab es nur einen einzigen Tag in den Sonnenfleckenzeitreihen von Admont und Prag, der zeitlich überlagernd war (25.07.1816), wobei in Admont für diesen Tag lediglich der Hinweis *Keine Sonnenflecke beobachtet* notiert wurde. Die HALLASCHKA-Datenreihe konnte aufgrund fehlender Überlappung in weiterer Folge für diese Studie nicht als Vergleich zur WISIAK-Datenreihe verwendet werden.

Als aussagekräftiger Vergleichsdatensatz standen die detaillierten Sonnenfleckenbeobachtungen und -zeichnungen von Thaddäus DERFFLINGER (1748–1824) zur Verfügung, der im Zeitraum von 1802 bis 1824 an der Sternwarte am Benediktinerstift in Kremsmünster (FELLÖCKER 1864) Sonnenflecken (bzw. *Sonnenmäckeln*) beobachtete. Diese Untersuchungen wurden zumeist vormittags bei der Beobachtung der Sonnenhöhe und mit Hilfe eines sogenannten „Branderschen azimuthal-Quadranten“ durchgeführt (ANONYMUS 1848; HAYAKAWA et al. 2020 [darin zeigt Abb. 3 das Messinstrument]; ARLT und VAQUERO 2020). Kremsmünster liegt nur rund 60 km nordwestlich von Admont entfernt und ist somit auch für einen Vergleich des Witterungseinflusses auf Tage mit Sonnenbeobachtungen interessant. Die Angaben zu den Sonnenflecken in Kremsmünster wurden von WOLF (1894) – ohne direkte Einsicht in die Originalunterlagen – und HAYAKAWA et al. (2020) – mit direkter Einsicht in die Originalunterlagen – analysiert. HAYAKAWA et al. (2020) haben dabei auf Basis der Originaldaten die Sonnenflecken-Gruppenzahl basierend auf der „Waldmeier Klassifikation“ (KIEPENHEUER 1953) berechnet. Dieser Datensatz sowie die Originalzeichnungen von DERFFLINGER wurden in der gegenständlichen Studie verwendet.

Zuletzt war beabsichtigt, die WISIAK-Datenreihe mit den Tageswerten der Sonnenfleckenrelativzahl aus der SILSO-Datenreihe zu vergleichen (SILSO 2021). Bedingt durch die Tatsache, dass die WISIAK-Datenreihe mit dem 03.08.1818 endet und jene der Tageswerte der Sonnenfleckenrelativzahl von SILSO mit dem 01.01.1818 beginnt, ergab sich keine einzige Überlagerung von Tagesaufzeichnungen, weshalb die SILSO-Tageswerte in der Diskussion nicht behandelt werden.

4 Ergebnisse

4.1 Sonnenfleckenbeobachtungen 1814–1818

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Hinweise auf Sonnenfleckensichtungen im Stift Admont im Zeitraum von Anfang April 1814 bis Anfang August 1818. An den 1576 Tagen mit meteorologischen Aufzeichnungen wurden an 64 Tagen (4,0 %) Sonnenflecken erwähnt. An 9 Tagen wurden explizit keine Sonnenflecken gesichtet. An 55 Tagen konnte WISIAK zwischen 1 und 30 Sonnenflecken registrieren. In Admont fielen die bei Weitem meisten Sonnenfleckenhinweise auf das Jahr 1816 ($n = 61$), nur wenige auf 1817 und 1818 und kein Einziger auf 1814 und 1815.

| Jahr | Zeitraum mit Daten und Zahl der Tage | Tage mit Hinweis auf Sonnenflecken | Maximum: Anzahl und Datum |
|-------|---|--|--------------------------------------|
| 1814 | 01.04.1814–31.12.1814 (275) | 0 | 0 |
| 1815 | 01.01.1815–31.12.1815 (365) | 0 | 0 |
| 1816 | 01.01.1816–31.12.1816 (366) | 61 x Sonnenflecken genannt, 52 Angaben zu Zahlen oder Formen, 9 x der Hinweis auf das Fehlen von Sonnenflecken | 30 Sonnenflecken (05.-07.10.1816) |
| 1817 | 01.01.1817–31.12.1817 (365) | 2 x Sonnenflecken genannt: 19.06.1817, 30.07.1817 | 2 sehr große (19.06.1817) |
| 1818 | 01.01.1818–03.08.1818 (205; in Summe 214 minus 9 Tage ohne Daten) | 1 x Sonnenflecken genannt: 17.05.1818 | 3 große (17.05.1818) |
| Summe | 01.04.1814–03.08.1818 (1576) | 64 x Sonnenflecken genannt, 9 x explizites Fehlen und 55 x explizite Sichtung von Sonnenflecken | |

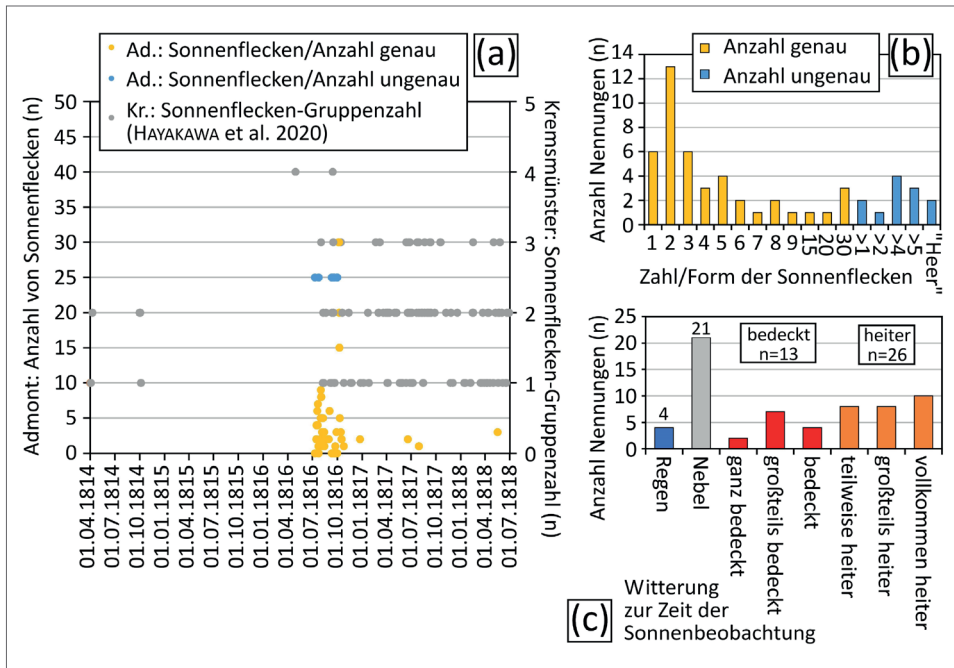
Tab. 1: Übersicht der Hinweise auf Sonnenflecken in den Aufzeichnungen WISIAKS im Zeitraum 01.04.1814 bis 03.08.1818.

An 50 der 64 Tage wurde der Hinweis auf Sonnenflecken in den meteorologischen Aufzeichnungen um 8 Uhr morgens vermerkt, an 14 Tagen erfolgte dies im Zuge der meteorologischen Aufzeichnungen um 15 Uhr, was auf die vorwiegend morgendliche Beobachtung der noch relativ tief stehenden Sonne (im Osten und Südosten liegt die bis zu 2251 m hohe Reichensteingruppe, Admont liegt auf 640 m Seehöhe) hinweist.

An Tagen mit Sonnenfleckensichtung wurden zwischen 1 und 30 Sonnenflecken registriert. „Gruppen“ von Sonnenflecken erwähnte WISIAK nur an fünf Tagen im September 1816, dabei jeweils zwei Gruppen von Sonnenflecken an vier Tagen (14., 15, 19. sowie

20.09.1816) und eine Gruppe am 18.09.1816. Abbildung 5a zeigt die Anzahl von Sonnenflecksichtungen durch WISIAK zwischen dem 01.04.1814 und dem 30.06.1816. An 12 Tagen mit Sonnenflecksichtung wurde keine konkrete Zahl von WISIAK genannt, jedoch Formulierungen wie „mehrere große und kleine Flecken“ oder „Gruppen von Sonnenflecken“ verwendet (Abb. 5b). Solche Tage wurden in Abbildung 5a zur besseren Visualisierung in der Graphik mit dem Dummy-Wert 25 (blau) versehen. Diese Grafik zeigt deutlich, dass zwischen Mitte Juli 1816 und Anfang Oktober 1816 sowohl die meisten Sichtungen stattfanden als auch mengenmäßig die meisten Sonnenflecken erfasst werden konnten.

Zum Vergleich mit den Admont-Daten sind in dieser Abbildung auch die von HAYAKAWA et al. (2020) berechneten Sonnenflecken-Gruppenzahlen für Kremsmünster, basierend auf den meteorologischen Tagebüchern von DERFFLINGER, dargestellt (siehe Kapitel Diskussion).



Quellen: Aufzeichnungen von WISIAK 1814–1816; HAYAKAWA et al. 2020; – Grafik: Eigener Entwurf

Abb. 5: Ergebnis der Sonnenfleckenbeobachtungen von WISIAK im Zeitraum 01.04.1814 bis 30.06.1818 in Admont (Ad.): (a) Anzahl von Sonnenflecksichtungen pro Termin mit Unterscheidung zwischen genauen und ungenauen (Dummy-Wert 25) Zahlenangaben. Zum Vergleich sind die Sonnenflecken-Gruppenzahlen für Kremsmünster (Kr.) dargestellt; (b) Häufigkeit der Zählung der Sonnenfleckenanzahl in Admont mit Unterscheidung zwischen genauen und ungenauen Angaben; (c) Häufigkeit unterschiedlicher Witterungstypen zur Zeit der Sonnenfleckenbeobachtung.

4.2 Sonnenfleckenanzahl und Bedeutung der Witterung

Abbildung 5b stellt die Häufigkeit der Sonnenfleckenanzahl in Admont dar, wobei zwischen konkreten Zahlenangaben, Angaben größer einer konkreten Zahl (d.h. mehr als 1 bis mehr als 5 Sonnenflecken) und Form der Sonnenflecken unterschieden wird. In 43 von 55 Fällen wurde eine konkrete Zahl mit Werten von 1-30 Sonnenflecken genannt. Am häufigsten wurden 2 Sonnenflecken notiert, der Median beträgt 3 Sonnenflecken und das arithmetische Mittel liegt bei 5,8. In 10 Fällen war nur die Untergrenze der Sonnenfleckenanzahl genannt, in zwei Fällen listete WISIAK keine Zahl, sondern die Form der Sonnenfleckenverteilung (*Ein ganzes Heer von Sonn̄flecken*). Im letzten Fall kann man von einer größeren Anzahl von Sonnenflecken ausgehen, was durch Vergleichsdaten aus Kremsmünster (siehe Diskussion) bestätigt wurde.

Abbildung 5c gibt schließlich Auskunft über die zum Zeitpunkt der Sonnenfleckenbeobachtung vorherrschenden Witterung, wie sie in den meteorologischen Protokollen an den 64 Tagen mit Sonnenfleckenerwähnung vermerkt wurde. An rund einem Drittel der Beobachtungstage ($n = 21$, 32,8 %) war es zum Zeitpunkt der Sonnenbeobachtung neblig, an vier Tagen (6,3 %) gab es (etwas) Regen, an 13 Tagen (20,3 %) war es unterschiedlich stark bedeckt und an 26 Tagen (40,6 %) zeigte sich das Wetter zum Teil, größtenteils oder vollkommen heiter. Dies suggeriert, dass eine zusätzliche Trübung der Atmosphäre durch kondensierten Wasserdampf und Dunst (neben Sulfataerosolen) somit in den meisten Fällen der Sonnenfleckenbeobachtungstage angenommen werden kann.

5 Diskussion

5.1 Aussagekraft der Sonnenfleckenbeobachtungen von Gotthard WISIAK

Die Sonnenbeobachtungen WISIAKs bieten interessante Einblicke in die Beobachtbarkeit von Sonnenflecken in den Jahren nach dem Tambora-Ausbruch von 1815. Ermöglicht wurde die gute Sichtung der Sonnenflecken vor allem im Jahr 1816 durch die Trübung der Atmosphäre (BEHRINGER 2015). Ob WISIAK diesen Zusammenhang bewusst war, muss offenbleiben. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat er keine Verknüpfung zum Tambora-Ausbruch hergestellt, denn diese Kausalität war den Zeitgenossen noch nicht bekannt (BEHRINGER 2015). Unklar muss aufgrund fehlender Angaben auch bleiben, ob WISIAK bereits vor dem Juli 1816 die Sonne beobachtete. Es ist aber genauso gut möglich, dass er erst durch die guten Sichtverhältnisse 1816 damit begann. In seinen meteorologischen Arbeiten äußert er sich nicht zu diesem Punkt. Auch Briefwechsel sind aus diesen Jahren unseres Wissens nicht erhalten, in denen er von seinen Beobachtungen berichtet hätte (überprüft wurde Stift Admont, Aaa-23a).

Möglicherweise bekam WISIAK die Anregung zur Beobachtung und deren Technik durch Augustin STARK, der für WISIAK nachweislich auch in anderen meteorologischen Belangen relevant war (Stift Admont, Ff 151-2, Fol. 4v). STARKs Beschreibung der meteorologischen Instrumente von 1815 (STARK 1815) sowie die drei Jahrgänge 1813, 1814 und 1815 des von ihm herausgegebenen *Meteorologischen Jahrbuches* (STARK 1814;

1817a,b) befinden sich noch heute in der Admonter Stiftsbibliothek.²⁾ Das Jahrbuch ist mit der Signatur 90/268 verzeichnet, die Beschreibung der meteorologischen Instrumente steht in der Bibliothek direkt daneben und hat dieselbe Signatur erhalten. In dem Band von 1816 (STARK 1817b) scheint das Stift Admont bei den Subskribenten auf. STARK hat in seinem Jahrbuch von Anfang an auch Hinweise über Sonnenfleckenaktivität verzeichnet (STARK 1814). Das sozusagen theoretische Hintergrundwissen für die Beobachtung von Sonnenflecken veröffentlichte er jedoch erst 1815 (STARK 1815).

Dass der Admonter Mönch Gotthard WISIAK über die in diesem Buch von STARK vorgeschlagenen Gerätschaften zumindest laut der bereits angesprochenen Inventarliste überhaupt nicht verfügte, hat ihn offensichtlich nicht abgeschreckt, Notizen zu Sonnenflecken zu machen. Die von STARK als hervorragend geeignet erwähnten *Projections Maschinen* für Spiegelteleskope und achromatische Fernrohre von Johann Hieronymus SCHRÖTER, deren Schärfe besonders gelobt wurde (STANGL 2000), dürften wohl im Kloster nicht vorhanden gewesen sein. Die tatsächlich verwendeten Gerätschaften WISIAKS haben die Dauer der Zeit nicht überstanden. Möglicherweise wurden sie beim großen Stiftsbrand 1865 vernichtet.³⁾

Für WISIAK waren die Beobachtungen der Sonnenflecken ein Nebenaspekt seiner meteorologischen Messungen. Auch STARK verstand die Betrachtung von Sonnenflecken als Teil eines umfassenden meteorologischen Messprogramms und wollte sie im Kontext der genauen Beobachtung der Witterungsverhältnisse erfassen. Im Unterschied zu STARK hat WISIAK aber wahrscheinlich keine wissenschaftlichen Beweise mit der Beobachtung und Dokumentation der Sonnenflecken bezweckt, auch wenn er über den postulierten Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und klimatischen Bedingungen wohl informiert war. Für ihn dürften die Sonnenflecken ein interessantes, aber ein ansonsten nicht intensiv zu verfolgendes Phänomen gewesen sein. Dies kann man aus zweierlei Indizien schließen.

So sind die meisten, aber eben nicht alle Einträge über die beobachteten Sonnenflecken unterstrichen. Unterstreichungen kommen in den meteorologischen Aufzeichnungen WISIAKS des Öfteren vor, allerdings immer an Stellen, in den es inhaltlich um besondere Kommentare geht. Anzuführen sind neben den Sonnenflecken in diesem Zusammenhang zum Beispiel Hochwässer, Bemerkungen zur Lage der Landbevölkerung oder zur Phänologie. Ab Oktober 1816 fehlt vermehrt die Unterstreichung bei den Sonnenflecken. Möglicherweise wurden für WISIAK aus dem zunächst besonderen Phänomen zwar dokumentierungswürdige Erscheinungen, die jedoch in ihrer Häufung 1816 den Status des Besonderen verloren hatten. Die im Vergleich zu 1816 deutlich geringeren Eintragungen über Sonnenflecken 1817 und 1818 sind in den meisten Fällen unterstrichen. Aufgrund ihrer Seltenheit zu diesem Zeitpunkt dürften sie wieder zu etwas Besonderem geworden sein.

Aufschlussreich ist auch, dass WISIAK in seinen Monatsberichten, die insgesamt mit wenigen Lücken vom April 1814 bis Juni 1818 (es fehlen nur 8 Monate) erhalten sind, auf die von ihm beobachteten Sonnenflecken keinen Bezug nimmt. Dies steht im Gegensatz zu den Monatsberichten von STARK (siehe oben und Abb. 6). Verallgemeinert schildert WISIAK in seinen Monatsübersichten zusammenfassend die Witterung des jeweiligen

²⁾ Wir danken der Admonter Stiftsbibliothekarin Mag. Dr. Karin M. SCHAMBERGER M.A. sehr herzlich für diese Auskunft.

³⁾ Wir danken dem Admonter Stiftsarchivar MMag. Pater Prior Maximilian SCHIEFERMÜLLER sehr herzlich für diese Auskunft.

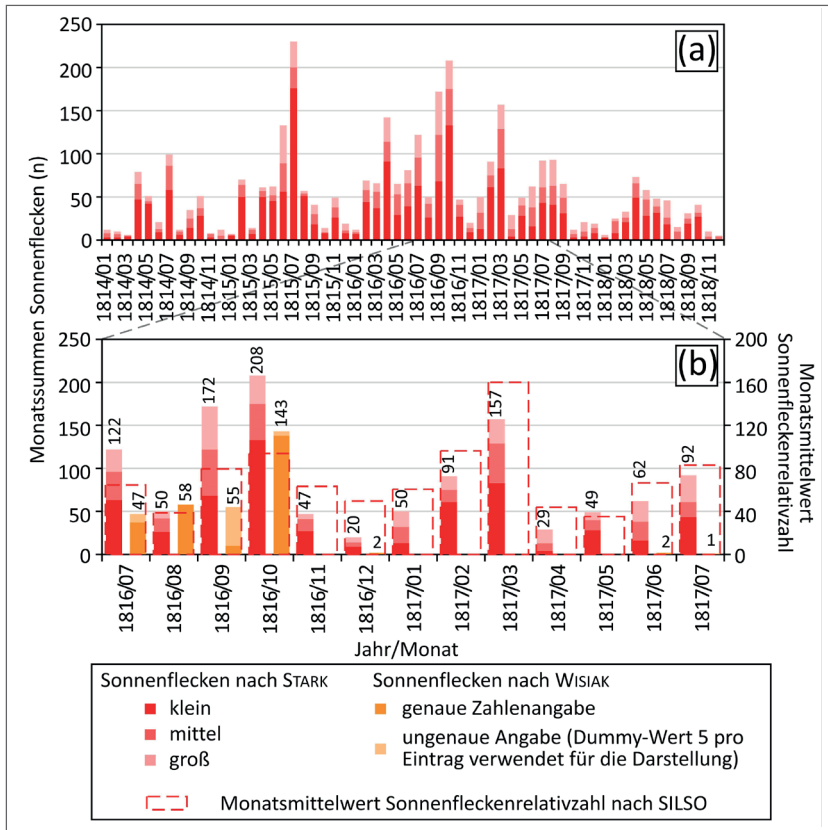
Monats, nimmt teilweise Bezug auf die Auswirkungen des Wetters auf die Natur, gibt die Zahl der heiteren, regnerischen und gemischten Tage des Monats an, aber thematisiert nicht die Sonnenflecken oder gar die mögliche Verbindung zwischen Sonnenfleckenaktivität und Witterung. Es dürfte ihm also nicht als wichtig erschienen sein oder aber die von ihm erhobenen Daten waren ihm nicht aussagekräftig genug. Allerdings muss hierzu einschränkend angemerkt werden, dass das Blatt mit den Monatsberichten für September 2016 bis Dezember 1816 nicht erhalten ist. Dieses Blatt sowie das ebenfalls fehlende Blatt vom September 1815 bis Dezember 1815 dürften, wie das noch vorhandene Jahreschlussblatt von 1817 zeigt, Mittelwertberechnungen enthalten haben. Eine im Archiv von Admont dankenswerter Weise durch den Archivar Pater Prior Maximilian durchgeführte Suche blieb leider erfolglos.

5.2 Vergleich mit Augustin STARK (Augsburg)

Die Aufzeichnungen Augustin STARKs umfassen einen längeren Zeitraum als jene von WISIAK. Bereits im ersten Band seines meteorologischen Jahrbuchs von 1813, das allerdings aus finanziellen Gründen erst 1814 erschienen ist, thematisiert der Augsburger auch Sonnenflecken (STARK 1814). Abbildung 6a stellt die Monatssummen der Sonnenflecksichtungen STARKs – unterschieden auf kleine, mittlere und große Flecken – im Zeitraum Jänner 1814 bis Dezember 1818 dar. Klar ersichtlich wird der erste Höhepunkt rund um den Juli 1815 (230 Flecken) sowie der in seiner Gesamtheit zu sehende Haupthöhepunkt zwischen Februar 1816 und September 1817 (Maximum 208; Oktober 1816). Nahezu in allen Monaten dominiert dabei die Sichtung von „kleinen“ Flecken, die 55 Prozent aller von STARK dokumentierten Sonnenflecken in diesem Zeitraum ($n = 3338$) ausmachen. Die Sonnenflecksichtungen von WISIAK berücksichtigen vor allem den Zeitraum Juli 1816 bis Juli 1817, weshalb in der vergleichenden Grafik von WISIAK und STARK in Abbildung 6b eine Konzentration auf diese Periode erfolgt. Bei ungenauen Zahlenangaben im WISIAK-Datensatz wurde für diese Darstellung der durchaus realistische Wert 5 (basierend als Mittel der verbalen Beschreibungen) für „ungenau“ verwendet. Zumindest ein semi-quantitativer Vergleich (auch bei methodischen Unterschieden) ist dadurch ermöglicht.

Wie Abbildung 6b zu entnehmen ist, waren es vor allem die vier Monate Juli bis Oktober 1816, in denen sowohl STARK als auch WISIAK eine große Anzahl von Sonnenflecken beobachteten und es zu einer relativ guten Übereinstimmung der Sichtungen kommt. Das Maximum an Sichtungen in dieser Periode hatten beide im Oktober 1816 mit 208 bei STARK und 143 bei WISIAK. Interessanterweise hatte WISIAK im August 1816 mit seinem wohl einfacheren Messinstrument mehr Flecken gezählt (58) als STARK (50); das war aber auch der einzige Monat, bei dem der Summenwert WISIAKS über jenem STARKs lag. Die beiden Monate Juli und September 1816 wurden ebenfalls als recht fleckenreich angegeben. Der Dezember 1816 hingegen dürfte mit wenigen Sichtungen bei beiden relativ fleckenarm gewesen sein.

Die in Abbildung 6b gleichfalls dargestellten Monatsmittelwerte der Sonnenfleckenrelativzahl von SILSO zeigen ebenfalls einen Höhepunkt im Oktober 1816 und eine relativ gute Übereinstimmung für Juli bis September 1816. Die Abbildung verdeutlicht aber auch, dass WISIAK zwischen November 1816 und Juli 1817 bei Weitem nicht die große



Datenquellen: STARK 1814, 1817, 1818, 1820; zu WISIAK siehe Kapitel 3.1; SILSO 2021. – Grafik: Eigene Berechnung und Darstellung.

Abb. 6: Monatssummen an Sonnenfleckensichtungen von STARK im Zeitraum (a) Jänner 1814 bis Dezember 1818 sowie (b) im Vergleich dazu die Monatssummen von WISIAK von Juli 1816 bis Juli 1817. In (b) sind zum Vergleich auch die Monatsmittelwerte der Sonnenfleckenrelativzahl (rechte Ordinate in b) von SILSO dargestellt (vgl. Abb. 2).

Zahl an Sonnenfleckensichtungen machte, wie man auf Basis der Vergleichswerte erwarten konnte. Dies mag mit ungeeigneten Witterungsbedingungen für die Sonnenfleckenbeobachtung zusammenhängen, was auch aus den meteorologischen Aufzeichnungen von Admont aus dieser Zeit suggeriert wird. HALLASCHKA, der zu jener Zeit in Prag der Sonnenfleckenbeobachtung nachging, berichtete ähnlich, dass er in der zweiten Jahreshälfte 1816 witterungsbedingt keine Sonnenfleckenbeobachtungen durchführen konnte (CARRASCO et al. 2018). Somit erscheint es hier, dass vor allem witterungsbedingte Einschränkungen die Beobachtung von Sonnenflecken zwar in Augsburg relativ gut ermöglichten, dies jedoch in Admont und Prag nicht möglich war – der witterungsbedingte Ausfall der Beobachtungen schlägt sich hier verständlicherweise in fehlenden Daten nieder.

5.3 Vergleich mit Thaddäus DERFFLINGER (Kremsmünster)

In Kremsmünster konnte Thaddäus DERFFLINGER auf eine lange Tradition der Beobachtung von Himmelskörpern zurückblicken. Bereits 1758 wurde der Bau einer eigenen Sternwarte auf einem Hügel im Klostersgelände beendet, die Einweihung der fertig ausgestatteten Warte fand zwei Jahre später statt. Der multifunktionale Bau verfügte unterirdisch über zwei sowie überirdisch über acht Stockwerke zuzüglich einer Galerie. Nur die oberen Stockwerke ab dem sechsten Geschoss waren den astronomischen Arbeiten vorbehalten. Hier befand sich ein Beobachtungssaal. Der achte Stock enthielt ein kleines, im Winter beheizbares Zimmer mit angeschlossener Kapelle für den Astronom. In der darüber liegenden Galerie waren die verschiedenen Instrumente untergebracht (FELLÖCKER 1864).

Die Sternwarte verfügte über eine Bibliothek, die zur Zeit DERFFLINGERS 600 Bände umfasste. Zwei (weltliche) Gehilfen unterstützten ihn. Bereits der Lehrer DERFFLINGERS und erste Astronom der Sternwarte von Kremsmünster, Placidus FIXLMILLNER, widmete sich ausführlich den Sonnenflecken (FELLÖCKER 1864). Im Gegensatz zu den beiden anderen in dieser Studie behandelten Beobachtern der Sonnenflecken, WISIAK und STARK, zeichnete DERFFLINGER diese bereits ab 1802 auf. Vermutlich, so zumindest WOLF, führte DERFFLINGER die Beobachtungen nur bis 1814 persönlich aus. Ein Augenleiden, das im Lauf seines Lebens zum Verlust der Sehkraft im linken Auge führen sollte (FELLÖCKER 1864), führte 1815 zur Unterbrechung seiner persönlichen Arbeit und wohl zur ständigen Übernahme der Aufgabe durch seine Gehilfen. Es handelte sich bei diesen um den gleichnamigen Vater und Sohn Simon LETTENMAYR. Der Sohn begleitete DERFFLINGER 1816 bei seiner Reise nach Prag zum Astronomen HALLASCHKA (HAYAKAWA et al. 2020). WOLF betont in seiner Abhandlung über DERFFLINGERS Sonnenflecken, dass dieser nie die Absicht gehabt habe, „den Fleckenstand der Sonne regelmäßig zu verfolgen“ (WOLF 1894, S. 145). Vielmehr habe er ihn nur beiläufig, wenn er ihm von besonderem Interesse erschien und er Zeit dazu hatte, beobachtet. Für die vorliegende Studie impliziert dies somit, dass bei DERFFLINGER keine Datenaufzeichnung nicht zwangsläufig auch keine Sonnenflecken bedeutet.

Abbildung 5a zeigt neben den Sonnenfleckenrichtungen pro Tag von WISIAK auch die Sonnenflecken-Gruppenzahl auf Basis der Daten von DERFFLINGER, berechnet durch HAYAKAWA et al. (2020) für die Tage mit Beobachtungen im Zeitraum 01.04.1814 bis 30.06.1818. In dieser Grafik ist klar zu erkennen, dass in diesem Zeitraum nur wenige Daten für die Periode vor Juli 1816 vorhanden sind, wohingegen die Datenlage für die Zeit danach recht dicht wirkt. In Summe liegen für diesen Zeitraum 134 Tage mit Beobachtungen vor (WOLF 1894; HAYAKAWA et al. 2020). WOLF (1894) merkte an, dass im September, Oktober und November 1816 bei jeder Beobachtung Flecken gesehen wurden.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht der Tage mit zeitgleichen Sonnenfleckenaufzeichnungen in Admont und Kremsmünster. Für beide Klosterstandorte liegen für 16 Tage im Zeitraum 15.07.1816 bis 30.07.1817 zeitgleiche Sonnenfleckenunterlagen vor. Die bei Weitem meisten Vergleichstage gibt es für die beiden Monate August und September 1816 und 14 der 16 zeitgleichen Beobachtungen fallen auf das Jahr 1816, nur 2 auf 1817.

Die Originalzeichnungen von DERFFLINGER in ANONYMUS (1848) wurden dankenswerter Weise von Seiten des Stifts Kremsmünster zur Verfügung gestellt und von uns digitalisiert und grafisch aufbereitet. Abbildung 7 zeigt die Verteilung der Sonnenflecken auf Basis

| Monat | Tag(e) | Monat | Tag(e) |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|
| Juli 1816 (2) | 15.07.1816 | September 1816 (5) | 10.09.1816 |
| | 31.07.1816 | | 11.09.1816 |
| | 14.09.1816 | | |
| | 15.09.1816 | | |
| | 18.09.1816 | | |
| August 1816 (5) | 02.08.1816 | Oktober 1816 (2) | 17.10.1816 |
| | 08.08.1816 | | 25.10.1816 |
| | 09.08.1816 | Juni 1817 (1) | 19.06.1817 |
| | 10.08.1816 | | |
| | 12.08.1816 | | |
| | Juli 1817 (1) | 30.07.1817 | |

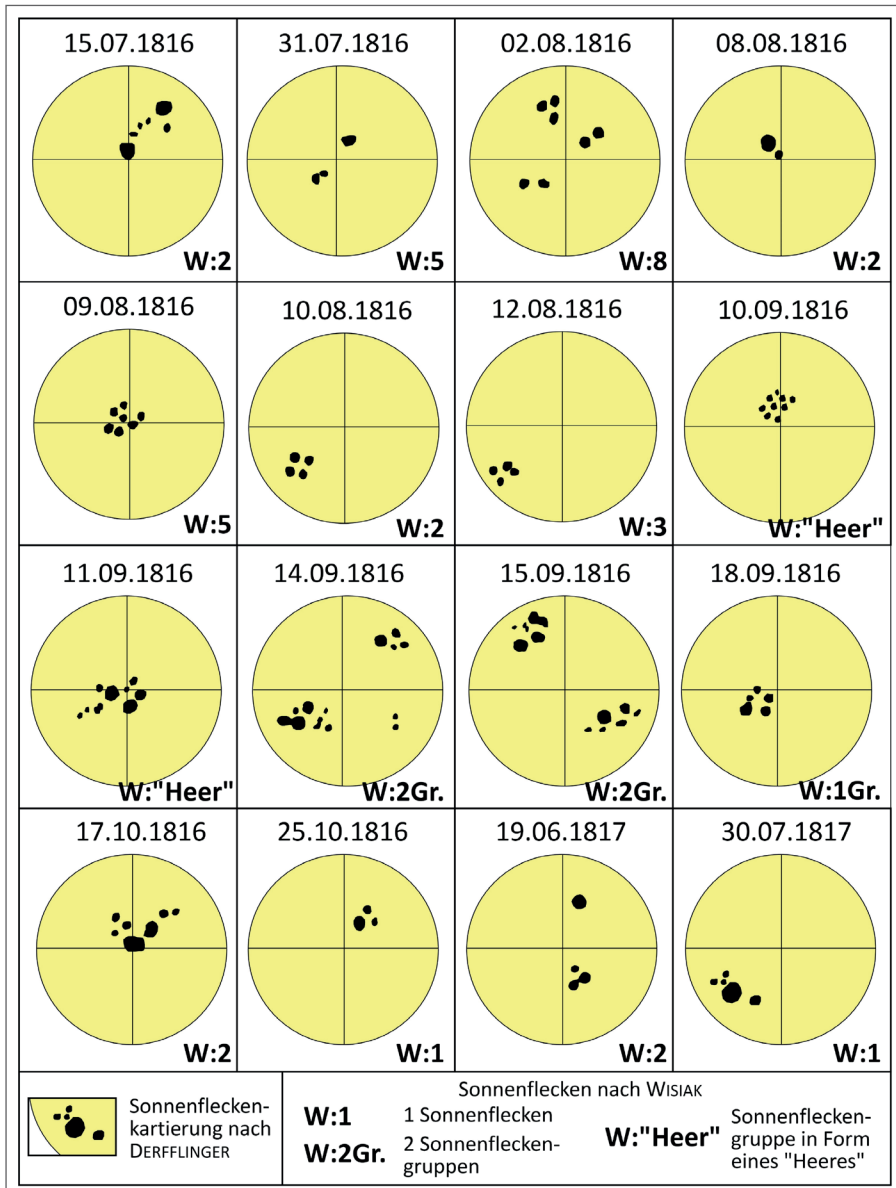
Tab. 2: Tage mit Sonnenfleckenaufzeichnungen von sowohl WISIAK in Admont als auch DERFFLINGER (nach ANONYMUS 1848) in Kremsmünster.

der Kartierungen von DERFFLINGER für die 16 Tage mit Fleckenangaben, an denen auch in Admont Sonnenflecken beobachtet wurden. Am 15.07.1816 sah WISIAK offensichtlich nur die beiden großen Flecken, die auch DERFFLINGER beobachtet hat. Am 31.07.1817 konnte WISIAK mehr erkennen als DERFFLINGER. Für den August 1816 sind die Zahlenangaben recht stimmig zueinander. Am 10. und 11.09.1816 berichtete WISIAK von Sonnenflecken in Form einer Gruppe, die er als „Heer“ dokumentierte. Vergleicht man dies mit den Daten von DERFFLINGER, so scheint das Heer ein großer Haufen gewesen zu sein, das auch am Folgetag als großer Haufen erkennbar war.

Berücksichtigt man die Tatsachen, dass die Sonne 25 Tage benötigt, um sich um die eigene Achse zu drehen und dass die Rotationsachse der Sonne um 7,25 Grad gegen die Ekliptik geneigt ist, so würde man für den 11.09.1816 ein ähnlicheres Muster an den beiden Tagen erwarten als in der Abbildung gezeigt. Möglicherweise beruht diese Abweichung auf besseren Beobachtungsbedingungen am 11.09.1816 gegenüber jenen am Vortag. Die Beschreibungen von WISIAK der zwei Gruppen am 14. und 15.09.1816 sowie einer Gruppe am 18.09.1816 sind wieder sehr stimmig zu den Beobachtungen in Kremsmünster. Die Oktoberaufzeichnungen zeigen hingegen, dass an den Terminen 17. und 25.10.1816 von WISIAK wohl nur die großen Flecken gesehen wurden und die kleineren Flecken nur durch bessere Fernrohre in Kremsmünster detektiert werden konnten. Schließlich bleiben noch die beiden Vergleichstage im Juni und Juli 1817, die wiederum andeuten, dass WISIAK nur die großen Flecken gesehen hat, die kleinen jedoch nicht durch seine Gerätschaft erfasst werden konnten.

6 Fazit

Der dargestellte und mit vergleichbaren Studien diskutierte Datensatz von Sonnenfleckenaufzeichnungen durch WISIAK in Admont gibt trotz der hier dargelegten möglichen Hintergründe und Einschränkungen der Aussagekraft einen wichtigen und aufschlussreichen Einblick in die Frühphase der – mehr oder weniger systematischen – Sonnenbeobachtung in Österreich.



Quellen: ANONYMUS 1848; Aufzeichnungen von WISIAK 1814–1816. – Grafik: Eigener Entwurf in Anlehnung an DERFFLINGER, ergänzt.

Abb. 7: Vergleich der Sonnenfleckenzeichnungen von DERFFLINGER (digitalisiert auf Basis von ANONYMUS 1848) mit den Sonnenfleckenangaben von WISIAK entweder in Form von Zahlen oder in Bezug auf Erscheinungsform der Sonnenflecken (als „Heer“) bzw. in Form von Angaben zur Anzahl der Sonnenfleckengruppen (Gr.)

Beweggründe waren beim Beispiel von Admont aber weniger die Sonnenerforschung per se oder der von STARK intendierte Beweis der Überlegungen HERSCHELS aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts betreffend den vermeintlichen Zusammenhang zwischen Sonnenfleckenaktivität und klimatischen Auswirkungen auf der Erde. Vielmehr dürften die Sonnenflecken in den Augen WISIAKS ein interessantes und damit beobachtungs- und dokumentierungswürdiges Phänomen gewesen sein. Trotz der relativ einfachen Ausstattung und trotz topographischer Schwierigkeiten in Admont wurden seine Beobachtungen im Sonnenfleckenzyklus 6 während des „Dalton Minimums“ durch die vom Tambora Ausbruch von 1815 verursachte Trübung der Atmosphäre ermöglicht.

Die historischen Sonnenfleckenbeobachtungen in Admont sind zumindest für einzelne Monate im Jahr 1816 weitreichend übereinstimmend mit jenen von Augsburg oder Kremsmünster, wo mit wesentlich besserer technischer Ausstattung und thematisch fokussierter beobachtet wurde. Auffälligerweise konnten in einem Einzelmonat (August 1816) in Summe sogar mehr Sonnenflecken in Admont gezählt werden als in Augsburg, was jedoch – vergleicht man die Daten beider Standorte mit internationalen Aufzeichnungen – wohl mit lokalklimatischen Aspekten (bessere Bedingungen zur Beobachtung in Admont) in diesen Monat in Zusammenhang gebracht werden kann.

Dies impliziert für diese Arbeit über die Sichtbarkeit von Sonnenflecken nach dem Ausbruch des Tambora von 1815, dass Lücken bei den Einträgen einen multikausalen Hintergrund haben können. So lassen sich natürliche solare (keine sichtbaren Sonnenflecken), atmosphärische (Bewölkung) oder persönliche (Zeitknappheit, gesundheitliche Leiden) Einschränkungen anführen.

Um die Sonnenfleckensituation in den Jahren nach dem Tambora-Ausbruch bestmöglich rekonstruieren zu können, sind daher vergleichende Untersuchungen nötig. Wie in dieser Studie gezeigt wurde, können hierzu nicht nur die gut ausgestatteten zeitgenössischen Beobachter herangezogen werden, sondern auch solche, die mit wesentlich einfacheren Instrumenten gearbeitet haben.

Danksagung

Die gegenständliche Studie wurde im Rahmen des Projektes „Historische Umweltforschung Admont: Tambora 1815“ erarbeitet. MMag. Pater Prior Maximilian SCHIEFERMÜLLER und Frau Mag. Dr. Karin SCHAMBERGER M.A. vom Stiftsarchiv Admont sei für die Bereitstellung der originalen meteorologischen Aufzeichnungen aus den Jahren 1814 bis 1818 herzlich gedankt. Mag. Dr. Pater Amand KRAML von der Sternwarte des Stifts Kremsmünster möchten wir für die Bereitstellung des Sonnenfleckenkatalogs von Thaddäus DERFFLINGER unseren Dank aussprechen. Herrn Dipl.-Ing. Mag. Dr. Bruno BESSER vom Institut für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften sei für die spannende Diskussion um die Sonnenfleckenrelativzahl gedankt. Den fünf anonymen Begutachtern danken wir sehr herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Die gegenständliche Studie wurde durch den Publikationsfonds der Universität Graz gefördert.

7 Literaturverzeichnis

- ALLOGGEN G. (Hrsg.) (2021): Carl-Maria-von-Weber-Gesamtausgabe. Mainz: Schott. Digitale Edition, Version 4.3.0. – <http://weber-gesamtausgabe.de/A0000A0> (letzter Zugriff: 01.02.2021).
- ANONYMUS (1848): Übersicht der Sonnenmäckeln, welche auf der Sternwarte zu Kremsmünster Seit dem 26. September 1802 beobachtet wurden. bis 1824 inclusive; dann vom 26. Juli 1848. Kremsmünster: Archiv der Direktion Sternwarte Kremsmünster.
- ARLT R., VAQUERO J. M. (2020): Historical Sunspot Records. In: *Living Reviews in Solar Physics*, 17 (1), S. 1–60. – <https://doi.org/10.1007/s41116-020-0023-y>.
- AUCHMANN R., BRÖNNIMANN S., BREDI L., BÜHLER M., SPADIN R., STICKLER, A. (2012): Extreme Climate, Not Extreme Weather: The Summer of 1816 in Geneva, Switzerland. In: *Climate of the Past*, 8 (1), S. 325–335. – <https://doi.org/10.5194/cp-8-325-2012>.
- AUER I., BÖHM R., JURKOVIC A., LIPA W., ORLIK A., POTZMANN R., SCHÖNER W., UNGERSBÖCK M., MATULLA C., BRIFFA K., JONES P. D., EFTHYMIADIS D., BRUNETTI M., NANNI T., MAUGERI M., MERCALLI L., MESTRE O., MOISSELIN J.-M., BEGERT M., MÜLLER-WESTERMEIER G., KVETON V., BOCHNICEK O., STASTNY P., LAPIN M., SZALAI S., SZENTIMREY T., CEGNAR T., DOLINAR M., GAJIC-CAPKA M., ZANINOVIC K., MAJSTOROVIC Z., NIEPLOVA E. (2007): HISTALP – Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine region 1760-2003. In: *International Journal of Climatology*, 27, S. 17–46. – <https://doi.org/10.1002/joc.1377>.
- BARON W. R. (1992): 1816 in Perspective: The View from the Northeastern United States. In: HARRINGTON C. R. (Hrsg.): *The Year Without a Summer? World climate in 1816*. Ottawa: Canadian Museum of Nature, S. 124–144.
- BEHRINGER W. (2015): *Tambora und das Jahr ohne Sommer. Wie ein Vulkan die Welt in die Krise stürzte*. München: Beck.
- BICKNELL P. (1968): Did Anaxagoras Observe a Sunspot in 467 B.C.? In: *Isis*, 59 (1), S. 87–90.
- BLOEMER J., MIRWALD B. (2021): Fernrohr auf Stativ – Inventarnummer 672. Gründungssammlung des Deutschen Museums. – <https://digital.deutsches-museum.de/projekte/gruendungssammlung/detail/672/> (letzter Zugriff: 02.03.2021).
- BRIFFA K. R., JONES P. D., SCHWEINGRUBER F. H., OSBORN T. J. (1998): Influence of Volcanic Eruptions on Northern Hemisphere Summer Temperature Over the Past 600 Years. In: *Nature*, 393, S. 450–455.
- CARRASCO V. M. S., VAQUERO J. M., ARLT R., GALLEGO M. C. (2018): Sunspot Observations Made by HALLASCHKA During the Dalton Minimum. In: *Solar Physics*, 293 (102). – <https://doi.org/10.1007/s11207-018-1322-5>.
- EDDY J. A. (1976): The Maunder Minimum. In: *Science*, 192, S. 1189–1202. – <https://doi.org/10.1126/science.192.4245.1189>.
- FELLÖCKER S. (1864): *Geschichte der Sternwarte der Benediktiner-Abtei Kremsmünster*. Linz: J. Feichtinger's Erben, Selbstverlag des Stiftes.
- FICKER H. (1951): *Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien 1851 – 1951 (= Österr. Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Denkschriften, 109, 1. Abhandlung)*. Wien: Springer.
- GLOBAL Volcanism Program (2013): *Volcanoes of the World, Version 4.9.3*. Washington: Smithsonian Institution. – <https://doi.org/10.5479/si.GVP.VOTW4-2013> (letzter Zugriff: 26.02.2021).
- GRAY L. J., BEER J., GELLER M., HAIGH J. D., LOCKWOOD M., MATTHES K., CUBASCH U., FLEITMANN D., HARRISON G., HOOD L., LUTERBACHER J., MEEHL G. A., SHINDELL D., VAN GEEL B., WHITE W. (2010): Solar Influences on Climate. In: *Review of Geophysics*, 48 (4), S. 1–53. – <https://doi.org/10.1029/2009RG000282>.

- HALLASCHKA C. (1814): Ephemeride der beobachteten Sonnenflecken vom 9. April bis 3. Mai 1814. In: *Hesperus*, 37, S. 295.
- HALLASCHKA C. (1816a): Beobachtete Sonnenflecke am 28. Februar bis 15. März 1816. In: *Hesperus*, Beilage zum *Hesperus* 4, S. 25.
- HALLASCHKA C. (1816b): Fortsetzung der Beobachtungen der Sonnenflecke von 4. April bis 1. August 1816. In: *Hesperus*, 61, S. 495.
- HANSELMAYER J. (1955): Die steirischen Wetterbeobachtungs- bzw. Klimastationen und die Meßstellen des hydrographischen Dienstes nebst einer kurzen Übersicht über die Entwicklung des Stationsnetzes. In: *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins der Steiermark*, 85, S. 88–96.
- HAYAKAWA H., BESSER B. P., IJU T., ARLT R., UNEME S., IMADA S., BOURDIN P. A., KRAML A. (2020): Thaddäus DERFFLINGER's Sunspot Observations During 1802–1824. In: *The Astrophysical Journal*, 890 (2), S. 1–10. – <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab65c9>.
- HERSCHEL F. W. (1801): Observations Tending to Investigate the Nature of the Sun, in Order to Find the Causes or Symptoms of its Vvariable Emission of Light and Heat; with Remarks on the Use that May Possibly Be Drawn from Solar Observations. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 91, S. 265–318.
- KIEPENHEUER K. O. (1953): Solar Activity. In: KUIPER G. P. (Hrsg.): *The Solar System: The Sun*. Chicago: University of Chicago Press, S. 322–465.
- KLEMM F. (1983): Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Österreich einschließlich Böhmen und Mähren bis zum Jahr 1700. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes.
- KÜNZEL H. (1965): Zur Klassifikation von Sonnenfleckengruppen. In: *Astronomische Nachrichten*, 288, S. 177–181.
- LUTERBACHER J., DIETRICH D., XOPLAKI E., GROSJEAN M., WANNER H. (2004): European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. In: *Science*, 303, S. 1499–1503. – <https://doi.org/10.1126/science.1093877>.
- NEWHALL C. G., SELF, S. (1982): The Volcanic Explosivity Index (VEI): An Estimate of Explosive Magnitude for Historical Volcanism. In: *Journal of Geophysical Research*, 87 (C2), S. 1231–1238.
- OPPENHEIMER C. (2003): Climatic, Environmental and Human Consequences of the Largest Known Historic Eruption: Tambora Volcano (Indonesia) 1815. In: *Progress in Physical Geography*, 27 (2), S. 230–259. – <https://doi.org/10.1191/0309133303pp379ra>.
- PIERVITALI E., CONTE M., COLACINO M. (1997): Summer Air Temperature Anomalies in Europe During the Century 1811–1910. In: *Nuovo Cimento Della Società Italiana di Fisica*, 20, S. 195–208.
- REITH R. (2011): *Umweltgeschichte der Frühen Neuzeit (= Enzyklopädie deutscher Geschichte, 89)*. München: Oldenbourg.
- RIGBY M. (1965): The Evolution of International Cooperation in Meteorology (1654–1965). In: *Bulletin of the American Meteorological Society*, 46 (10), S. 630–633. – <https://doi.org/10.1175/1520-0477-46.10.630>.
- SCHWABE S. (1844): Sonnenbeobachtungen im Jahre 1843. In: *Astronomische Nachrichten*, 21, S. 233–236.
- SILSO – Sunspot Index and Long-term Solar Observations (2021): Sunspot Number Data Series. Brüssel: World Data Center for the Production, Preservation and Dissemination of the International Sunspot Number. – <https://wwwbis.sidc.be/silso/>.
- STANGL M. (2000): Johann Hieronymus Schröter (1745–1816) – Geograph ferner Welten. Das Weltbild des Sonnensystems um 1800. Graz: unveröffentlichtes Manuskript, maschinenschriftlich.

- STARK A. (1814): Meteorologisches Jahrbuch von 1813 mit Rücksicht auf die hierher gehörigen meteorischen und astronomischen Beobachtungen nebst den Aspecten der Sonne, der Planeten und vorzüglich des Mondes. Augsburg: Brinhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/image/AC02683854_1814/1/LOG_0003/.
- STARK A. (1815): Beschreibung der meteorologischen Instrumente: nebst einer Anleitung zum Gebrauche derselben bey den Beobachtungen, als nothwendiger Beytrag zur Erläuterung der meteorologischen Jahrbücher. Augsburg: Birnhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/image/AC02683854_1815/1/LOG_0003/.
- STARK A. (1817a): Meteorologisches Jahrbuch von 1814 mit Rücksicht auf die hierher gehörigen meteorischen und astronomischen Beobachtungen nebst den Aspecten der Sonne, der Planeten und vorzüglich des Mondes. Augsburg: Brinhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/ppnresolver?id=AC02683854_1814.
- STARK A. (1817b): Meteorologisches Jahrbuch von 1815 mit Rücksicht auf die hierher gehörigen meteorischen und astronomischen Beobachtungen nebst den Aspecten der Sonne, der Planeten und vorzüglich des Mondes. Augsburg: Brinhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/ppnresolver?id=AC02683854_1815.
- STARK A. (1818a): Meteorologisches Jahrbuch von 1816 mit Inbegriff der meteorischen und astronomischen Beobachtungen nebst der bey den Aspecten der Sonne, der Planeten und vorzüglich des Mondes. Augsburg: Brinhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/ppnresolver?id=AC02683854_1816.
- STARK A. (1818b): Meteorologisches Jahrbuch von 1817 mit Inbegriff der meteorischen und astronomischen Beobachtungen nebst der bey den Aspecten der Sonne, der Planeten und vorzüglich des Mondes. Augsburg: Brinhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/ppnresolver?id=AC02683854_1817.
- STARK A. (1820): Meteorologisches Jahrbuch von 1818 mit Inbegriff der meteorischen und astronomischen Beobachtungen, der Aspecten der Sonne, der Planeten und des Mondes, wie auch der Veränderungen der positiven und negativen atmosphärischen Electricitaet. Augsburg: Brinhauser. – https://digi.landesbibliothek.at/viewer/ppnresolver?id=AC02683854_1818.
- TIEDEMANN J. H. (1785): Beschreibung Der Von Ihm Verfertigten Achromatischen Fernröhren, zusammengesetzten Vergrößerungsgläser, und anderer zur Mathematik und Physik gehörigen Werkzeuge Nebst Zwey Kupfertafeln. Stuttgart: Mezler. – <http://mdz-nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:12-bsb10081190-1>.
- USOSKIN I. G. (2017): A History of Solar Activity Over Millennia. In: Living Reviews in Solar Physics, 14 (3), S. 1–97. – <https://doi.org/10.1007/s41116-017-0006-9>.
- VAIL J. (1997): “The Bright Sun Was Extinguish’d”: The Bologna Prophecy and Byron’s “Darkness”. In: Wordsworth Circle, 28 (3), S. 183–192.
- WICHNER J. (1892): Kloster Admont und seine Beziehungen zur Wissenschaft und zum Unterricht. Graz: Selbstverlag des Verfassers.
- WOLF R. (1851): Sonnenflecken-Beobachtungen in der zweiten Hälfte des Jahres 1850. In: Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 207, S 89–95. – <http://doi.org/10.5169/seals-318342>.
- WOLF R. (1894): Astronomische Mittheilungen LXXXIII. In: Astronomische Mittheilungen der Eidgenössischen Sternwarte Zürich, 9, S. 73–108.
- WURZBACH C. VON (1889): Wisiak, Gotthard. In: Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich, 57, S. 124. Wien: Verlag der Universitäts-Buchdruckerei von L. C. Zamarski.