

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 171 (2020)

Heft: 5

Artikel: Waldschäden wegen Dürre von 1864 bis 2018 in der Schweiz und insbesondere im Kanton Zürich

Autor: Rathgeb, Ursina / Bürgi, Matthias / Wohlgemuth, Thomas

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097304>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

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

Waldschäden wegen Dürre von 1864 bis 2018 in der Schweiz und insbesondere im Kanton Zürich

Ursina Rathgeb

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL (CH)

Matthias Bürgi

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL (CH)

Thomas Wohlgemuth

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL (CH)*

Waldschäden wegen Dürre von 1864 bis 2018 in der Schweiz und insbesondere im Kanton Zürich

Wie sind die Auswirkungen der Sommertrockenheit 2018 auf Wälder und Baumarten in der Schweiz im Vergleich mit ähnlichen Extremereignissen seit 1864 einzuordnen? Zur Beantwortung dieser Frage wurden Meldungen über Waldschäden als Folge von Störungen und über Kronenverlichtungen im Rahmen von Luftverunreinigungen mit der Variation des meteorologisch bestimmten Trockenheitsindex SPEI für die Sommerhalbjahre im schweizerischen Mittelland verglichen. Als Datenquelle für Waldschäden diente die Bütikofer-Datenbank mit 4933 Nennungen aus der ganzen Schweiz für die Zeit von 1800 bis 1960 sowie Rechenschafts- und Umweltberichte des Kantons Zürich für die Periode von 1961 bis 2018. Die Vergleiche zeigen, dass die Sommertrockenheit 2018 zu den drei extremsten Dürreereignissen seit 1864 zählt und dass die Waldschäden 2018 und 2019 die Grössenordnung der Schäden während der Trockenperiode 1947 bis 1952 erreichen dürfte. Ein weiteres Resultat des Vergleichs ist auch die Feststellung, dass der Beginn der intensiven Beobachtung von Blatt-/Nadelverlusten im Jahr 1983 in eine niederschlagsarme Periode fiel, der eine einzigartige 13-jährige Phase von überdurchschnittlich feuchten Jahren vorausgegangen war. Unsere historische Analyse legt nahe, dass die Beurteilung von quantitativen Angaben zum Schadenausmass in den kontemporären Kontext von Waldnutzung, Waldbewirtschaftung, Wahrnehmung und Überlieferung zu stellen ist.

Keywords: canton Zurich, drought index, dry wood, forest damage, summer drought, Switzerland

doi: 10.3188/szf.2020.0249

* Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, E-Mail thomas.wohlgemuth@wsl.ch

Die Sommertrockenheit 2018 brachte eine von April bis September andauernde Niederschlagsarmut bei rekordhohen Temperaturen (MeteoSchweiz 2018). Wie in keinem Jahr zuvor brachte dieses Ereignis die globale Klimaerwärmung und deren mögliche Folgen ins Bewusstsein einer breiten Öffentlichkeit (BAFU 2019). Und wie kaum zuvor kamen in den am stärksten von der Trockenheit betroffenen Regionen flächenhaft Schadsymptome an Bäumen zum Vorschein, die zu grosser Besorgnis Anlass gaben. Früher Laubfall war insbesondere bei Buchen in Tieflagen, entlang von Waldrändern oder auf flachgründigen Standorten festzustellen. Im Mittelland und im Jura kam es als direkte Folge der Trockenheit oder indirekt wegen des Befalls geschwächter Bäume durch den Borkenkäfer zum Absterben von Tannen und Fichten. Im Wallis und im Churer Rheintal wiederholte sich ein

erneutes, zum Teil massives, Absterben von Wäldern (Rigling et al 2013, Wohlgemuth & Rigling 2014, Rigling et al 2018).

In grossen Teilen der Schweiz waren die Wälder bereits infolge früherer Extremereignisse verletzt, insbesondere durch den Spätfrost vom 20. bis 22. April 2017 mit nächtlichen Temperaturen von -5 bis -10 °C, den Wintersturm Vaia vom 29./30. Oktober 2017 in den südöstlichen Landesteilen und den Wintersturm Burglind vom 3. Januar 2018. Dieser war mit rund 1.1 Mio. m³ Schadholz nach den Winterstürmen in den Jahren 1967, 1990 (Vivian) und 1999 (Lothar) der viertstärkste Wintersturm der letzten 60 Jahre. Die tiefliegenden Gebiete am Nordrand der Schweiz von der Ajoie bis nach Schaffhausen erhielten zudem in sieben von zehn Jahren in der Periode von 2009 bis 2018 unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Waldschäden und Gesundheitszustand

Grundsätzlich werden Phänomene als Schäden an Wäldern und Bäumen bezeichnet, wenn sie als Abweichung von einem unbeschädigten bzw. erstrebenswerten Zustand verstanden werden, ein Zustand also, der als selbstverständliche Normalität bezeichnet werden kann (Pfister et al 1988). Zum grössten Teil handelt es sich dabei um Schäden aus klassischen Störungen, die eine Folge von diskreten bzw. konkreten Ereignissen sind und zum Verlust von Biomasse sowie zur Veränderung der Ressourcen in Wäldern führen (Jentsch et al 2019). Dazu gehören einerseits abiotische Ereignisse wie die Einwirkung von Wasser, Schnee, Hagel, Lawinen, Eis, Frost, Wind, Trockenheit (Laubfall und Dürrständer), Feuer, Massenbewegungen und Luftverschmutzung (Rauch und Abgase, die zu Blattnekrosen und Ernterückgang führen). Andererseits sind als biotische Ereignisse zum Beispiel der Befall durch Insekten (inkl. Borkenkäfer), Krankheiten, Pilze und Misteln zu nennen. Mit dem Beginn der Waldsterbendebatte Anfang der 1980er-Jahre wurden Blatt- und Nadelverluste in den Kronen sowie Bodenqualitätsveränderungen in den Zusammenhang mit der Zunahme von Stickstoff und Ozon gestellt und als Merkmal für den Waldzustand eingeführt. Blatt-/Nadelverluste von mehr als 25% gelten gemäss dem europäischen Netzwerk bzw. Programm für die Erhebung und Dauerbeobachtung von Auswirkungen der Luftverunreinigung auf Bäume (ICP Forests 2003) als Stresssignal. Führen störungsbedingte Schäden zum Absterben von Bäumen oder Teilen davon, lassen sie sich recht einfach quantifizieren. Schwieriger ist die Quantifizierung, wenn Umweltveränderungen zu Kronenverlichtung, verminderter Resistenz, zum Beispiel gegenüber Windwurf (Braun et al 2018), und zu Wachstumseinbussen führen, insbesondere wenn die Stickstoffeinträge zu hoch sind (Braun et al 2018, Etzold et al 2020) und Trockenheit herrscht.

Für die Feststellung, welche Jahre seit 1864 aus meteorologischer Sicht die trockensten waren, diente der Standardized Precipitation Evaporation Index (SPEI; Vicente-Serrano et al 2010) für das Sommerhalbjahr (April–September), dargestellt als Verlauf des Mittelwerts von vier Messstationen im Mittelland, deren Messwerte bis 1864 zurückreichen (Basel/Binningen, Bern/Zollikofen, Genève-Cointrin und Zürich/Fluntern; MeteoSchweiz 2018). Zur Berechnung der potenziellen Evapotranspiration als Teil des SPEI wurde die Methode von Thornthwaite (1948) verwendet.

Zur Eruierung von historischen Waldschäden infolge Trockenheit diente die Sammlung entsprechender Hinweise aus Schweizer Wäldern, die Niklaus Bütikofer im Rahmen einer Lizenzatsarbeit für die Periode 1800–1960 zusammentrug und die



Abb 1 Trockenheitseffekte in Pflanzungen, 1911 in Hägendorf (SO), Rinderweidallmend. Infolge Trockenheit eingegangene Fichten. Foto: Franz Fankhauser

Seit Mitte der 1980er-Jahre erfahren wir einen beinahe stetigen Anstieg der Mitteltemperaturen in weiten Teilen Europas. Es stellt sich deshalb die Frage, ob unter diesen Umständen die Auswirkungen einer Sommertrockenheit auf Wälder und Baumarten stärker ins Gewicht fallen als zu Zeiten vor dem markanten Temperaturanstieg. Wie stehen die Auswirkungen im zeitlichen Kontext seit dem Beginn von systematisch gemessenen Klimaparametern im Jahr 1864? Welche früheren, durch Extremereignisse hervorgerufenen Waldschäden sind dokumentiert? Welche Zusammenhänge zwischen Waldschäden und Trockenheitsereignissen sind erkennbar? Antworten auf diese Fragen fanden wir in der sogenannten Bütikofer-Datenbank, die in den 1980er-Jahren erstellt wurde, um einen Überblick über historische Waldschäden zu geben (1800–1960; Bütikofer 1987; Abbildung 1). Für die Periode ab 1960 bis in die Gegenwart haben wir zusätzlich die waldrelevanten Rechenschafts- und Umweltberichte für den Kanton Zürich (1961–2018) ausgewertet.

Ursache der Schäden: Haupt- und Unterkategorien	Anzahl Nennungen	Anteil aller Nennungen (%)
Insektenschäden	1537	31.2
Borkenkäfer	444	9.0
Wickler	221	4.5
Läuse	199	4.0
Maikäfer, Engerlinge	188	3.8
Rüsselkäfer	150	3.0
Wind und Hagel	749	15.2
Winterstürme	500	10.2
Tierschäden	368	7.5
Wildschäden	271	5.5
Krankheiten		
Bakterien, Pilze, Viren u.ä.	353	7.2
Schnee		
Schneedruck und -bruch	303	6.2
Frost	281	5.7
Samenmast	258	5.2
Waldbrand	242	4.9
Trockenheit	241	4.9
Lawinen	205	4.2
Massenbewegung		
Berg- und Felssturz, Murgang, Rutschungen	152	3.1
Wasserhaushalt		
Entwässerung, Überschwemmung	151	3.1
Unbekannte Ursache	46	0.9
Luftverschmutzung		
Abgase, Rauch	27	0.5
Mistelbefall	22	0.4
Total	4933	100.0

Tab 1 Nennungen von Ursachen zu Schäden an Bäumen und Beständen in Schweizer Wäldern von 1800 bis 1961, basierend auf der Bütikofer-Datenbank, unterteilt in die Haupt- und wichtigsten Unterkategorien.

in der Folge als Bütikofer-Datenbank bezeichnet wird (Bütikofer 1987). Die Bütikofer-Datenbank enthält 4933 Schadennennungen und diente als Grundlage für eine systematische Auswertung von Witterungsextremen und deren Auswirkungen auf die Wälder in der Schweiz (Pfister et al 1988). Die Einträge setzen sich zusammen aus Schadenmeldungen aus jährlichen Rechtfertigungsberichten der kantonalen Oberförster an die entsprechenden Regierungsräte sowie aus Informationen aus forstwissenschaftlichen Publikationen, hauptsächlich aus der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen. Rund ein Fünftel der Nennungen stammt aus dem Kanton Zürich. In Ergänzung der Bütikofer-Datenbank haben wir für die vorliegende Untersuchung für die Zeit von 1961 bis 2018 die dokumentierten Waldschäden aus dem Kanton Zürich berücksichtigt, wie sie von 1961 bis 1992 in den jährlichen Geschäftsberichten des Regierungsrats und anschliessend in sieben kantonalen Umweltberichten (1992, 1996, 2000, 2004, 2008, 2010 und 2018) aufgezeichnet sind. Eine landesweite Quantifizierung der wichtigsten Waldschä-

den für die letzten rund 150 Jahre existiert nicht, doch liegen für einzelne, hier nicht weiter berücksichtigte Schadentypen und bestimmte Zeitabschnitte detaillierte Informationen vor, so für Schadorganismen (Queloz et al 2018), Waldbrände (Pezzatti et al 2019) oder Windwürfe (Usbeck 2015). Die vorliegenden Informationen über Waldschäden als Folge von Trockenheit sind zu wenig repräsentativ, als dass sie eine Auswertung mittels Regressionsmodellen erlauben würden. Dennoch zeigen sie wichtige Tendenzen und können zur Einordnung der jüngsten Ereignisse beitragen.

Resultate

In 4.9% der Schadennennungen in der Bütikofer-Datenbank für 1800 bis 1961 werden direkt Trockenheitsschäden in Wäldern und an Bäumen erwähnt (Tabelle 1), oft ist dabei von käferfreiem Dürholz und von Mortalität (Abgänge) in Pflanzungen und in Baumschulen die Rede. In direktem Zusammenhang mit Trockenheit stehen Waldbrände, die mit weiteren 4.9% der Datenbankeinträge zu Buche schlagen. Trockenheit und Sommerwärme wirken sich günstig auf die Vermehrung von Insekten, insbesondere von Borkenkäfern aus. Letztere waren mit 9% aller Nennungen häufig erwähnt. Zu den wichtigsten Schäden in diesem Zeitraum zählten generell Insektenschäden (total 31.2% der Nennungen), Stürme und Gewitter (Rubrik «Wind und Hagel»; 15.2%), Tierschäden (7.5%), Krankheiten (7.2%), Schnee/Eis (6.2%) und Frost (5.7%). Auch Samenmast (5.2%) wurde als Ursache von «Schäden» oder zumindest von Wachstumseinschränkungen in Betracht gezogen.

Werden die kumulierten Schäden durch Trockenheit, Waldbrand und Borkenkäfer betrachtet, fallen die folgenden Jahre mit vielen Nennungen auf: 1870, 1893, 1911, 1921, 1947, 1949 und 1950 (Abbildung 2). Es stellt sich somit die Frage, ob dies auch besonders trockene Jahre waren. Meteorologisch betrachtet war das Sommerhalbjahr 2018 im Mittelland wohl das zweittrockenste seit Beginn der Messungen, nach 1947 und vor 2003 (MeteoSchweiz 2018: Abb. 19). An der Station Zürich-Fluntern wurde im Jahr 2018 der drittrockenste Sommer gemessen, nach 1947 und 1865 (Abbildung 3) und vor 1949, 2003, 1867, 1870 und 1911. Perioden mit stark negativen SPEI-Werten waren im Mittelland und insbesondere im Kanton Zürich 1864–1870, 1919–1921, 1947–1952, 2009–2011. Die trockensten Sommerhalbjahre in diesen Perioden stimmen somit gut mit den Schadenmeldungen aus Land- und Forstwirtschaft überein (Tabelle 2). So wurden in den Jahren 1947 («Katastrophenjahr»; Pfister et al 1988) und 1949 besonders grosse Mengen an käferfreiem Dürholz angegeben. Neben den Jahren mit extremer

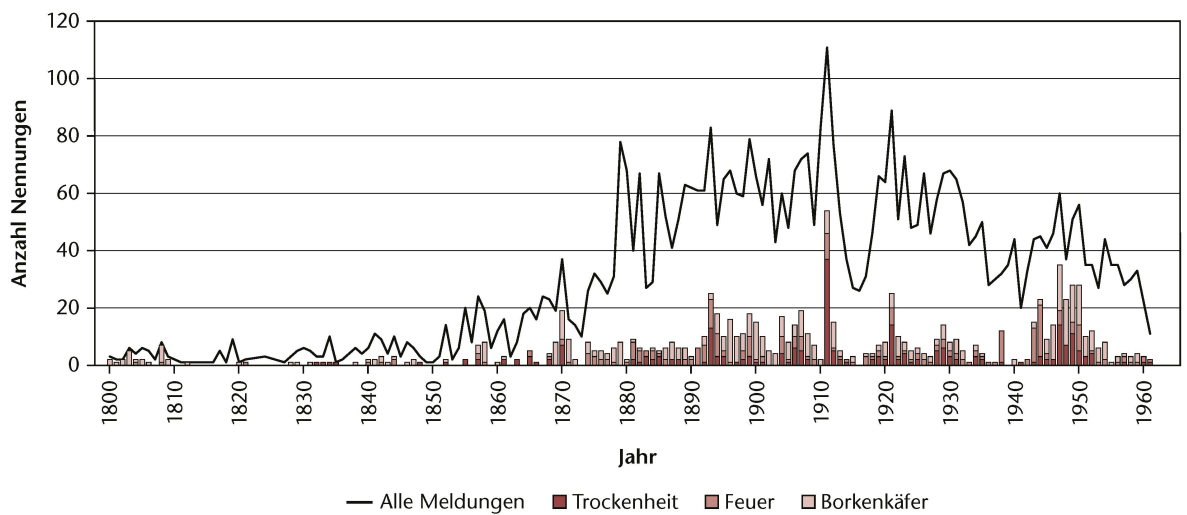


Abb 2 Datenlage der 4933 Schadenmeldungen zum Schweizer Wald in der Bütikofer-Datenbank in der Periode 1800–1961.

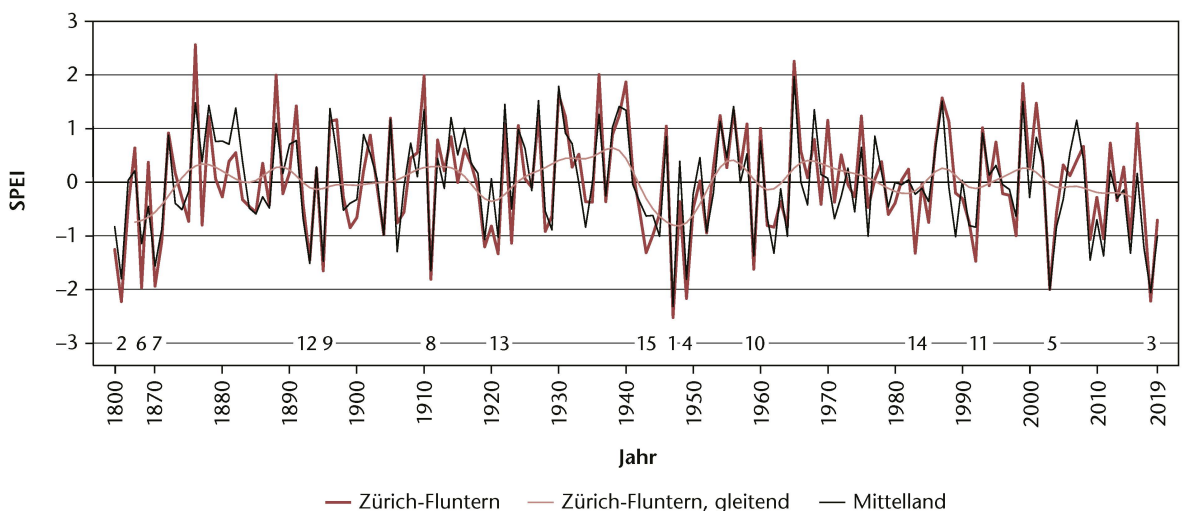


Abb 3 Verlauf des Trockenheitsmasses SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index; Vicente-Serrano et al 2010) für die Sommerhalbjahre (April–September; dicke Linie) vom Messbeginn 1864 bis 2019 für die Station Zürich/Fluntern samt 10-jährigem gewichtetem Mittel (feine Linie; Gauss-Tiefpassfilter mit Daten von MeteoSchweiz) sowie für das Mittelland (Mittelwerte der Stationen Basel/Binningen, Bern/Zollikofen, Genève-Cointrin und Zürich/Fluntern). Die Berechnung der potenziellen Evapotranspiration erfolgte mit der Methode Thornthwaite (1948). Oberhalb der x-Achse sind die Rangzahlen für die grössten negativen Indextwerte an der Station Zürich/Fluntern angegeben. Die Schäden für diese Jahre sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Trockenheit sticht auch die Periode 1966–1978 mit kontinuierlich mittleren bis positiven SPEI-Werten hervor. Auf diese 13-jährige niederschlagsreiche Periode folgten von 1979 bis 1985 mehrere niederschlagsärmere Jahre, wovon das Jahr 1983 das trockenste war.

Im Kanton Zürich wurden die Waldschäden von 1961 bis 1992 jährlich in Geschäftsberichten des Regierungsrats rapportiert und seit 1992 in Umweltberichten (1992, 1996, 2000, 2004, 2008, 2010 und 2018) mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad publiziert. Seit 1983 wurden Blatt-/Nadelverluste jährlich erhoben, um die Auswirkungen von Luftverunreinigung und Klimaeinflüssen zu überwachen. Bis 1995 wurden die Ergebnisse sowohl für einzelne Baumarten als auch zusammengefasst für Laub- und Nadelhölzer dokumentiert, und für die Jahre 1985 bis 1995 (Kanton Zürich 1996) auch als mittlere Pro-

zentzahl aus allen Baumarten. Dieser als Waldschäden bezeichnete Wert schwankte während dieser Zeit für Bäume mit 30–100% Blatt-/Nadelverlust (Schadstufen 2–4) zwischen 7% (1985) und knapp 16% (1992). Blatt-/Nadelverluste von mehr als 25% gelten als Stresssignal (ICP Forests 2003). In den jüngeren Zürcher Umweltberichten nach 1996 sind keine mittleren Werte für Blatt-/Nadelverluste mehr enthalten. Die Messreihen werden seit 1983 vom Institut für angewandte Pflanzenphysiologie (IAP) unterhalten und weiter analysiert (Braun et al 2018). Hingewiesen wird seither auf Wachstumseinbussen durch Nährstoffbelastung aus der Luft sowie auf die raschere Bodenversauerung durch Stickstoffeinträge, Ozonbelastung und Trockenheit, die als Ursache von Vitalitätseinbussen und grösserer Windwurfanfälligkeit der Bäume angesehen werden (Kanton Zürich 2018).

Jahr	Rang	Dauer	Schäden Landwirtschaft	Schäden Forstwirtschaft
1865	2	Mai–Sep.	Futternot	Jungwuchs; Eichen und Buchen an mehreren Orten durch Maikäfer völlig entlaubt (ZH)
1868	6	Mai–Sep.	alle Kulturen infolge des heissen Sommers	Saat- und Pflanzbeete
1870	7	Jun.–Sep.	Heu, Emd; Heustöcke schon im Juli angegriffen; Gerste, Hafer	Jungwuchs, Dürholz (ZH), in der Folge Borkenkäferbefall in den westlichen Mittellandkantonen
1893	12	Apr.–Sep.	Frühjahr und Sommer: alle Kulturen ausser Kartoffel, besonders Heu, Emd, Hafer; Notschlachtungen; schlimmes Jahr	Abgänge in Kulturen (AG, BE, SO, TI, ZG); Dürholz (SO); 23 Waldbrände (ZH); frühzeitiger Laubfall im Jura
1895	9	Jul.–Sep.	keine Angaben	nur in Alpen und Jura: geringer Zuwachs (OW), Schäden an Saat- und Pflanzschulen (SO) und Jungwüchsen (GL)
1911	8	Aug.–Sep.	Emd, Kartoffeln, Getreide, Obst, Gemüse, Wassermangel auf den Alpen	Laub- und Nadelfall z.T. im Sommer (BE, SO, OW), Abgänge in Kulturen (SO, ZH), Hitzerrisse und Dürholz (SH, SO), Dürholz insb. Fichte (ZH); Absterben vieler Fichten (BL) und im Folgejahr mehr Dürholz (SO, ZH)
1921	13	Jul.–Sep.	Emd, Kartoffeln; Grünfutter	grosser Dürholzanfall (ZH, SO), Ausfälle in Aufforstungen (BE, SH, VS); direkter Abgang in vielen Pflanzschulen (ZH); Absterben von Waldföhren und Tannen (VS)
1943	15	Aug., Okt.	keine Angaben	Saaten und Naturverjüngung (ZH), Waldbrand am Calanda (GR)
1947	1	Apr.–Okt.	Katastrophenjahr: Futternot, viele Notschlachtungen	150 000 m ³ Käferholz infolge heisser Sommerwitterung und Vorbelastung der Wälder wegen heissen Sommers 1945 (CH); massives Tannensterben im westlichen Jura; als Folge landesweit 340 000 m ³ Käferholz (1948) sowie 173 000 m ³ käferfreies Dürholz (1948); Zwangsnutzungen auf Schotterböden im Nordteil von ZH zu 90% wegen käferfreier Dürständer.
1949	4	Jul.–Sep.	Emd, Kartoffeln, Wassermangel auf den Alpen	200 000 m ³ Käferholz sowie 160 000 m ³ käferfreies Dürholz (AG, SG, SO, TG, ZH speziell erwähnt)
1959	10	Jul.–Sep.	z.T. Wasser- und Futterknappheit auf Alpen, Gemüse, Emd	Welkeerscheinungen an Fichten, Hagebuchen und Winterlinden (ZH)
1983	14	Jul.–Sep.	Kartoffeln, Obst, Emd	Schwächung der Widerstandskraft der Bäume (ZH)
1992	11	Mai–Aug.	keine Angaben	keine Angaben
2003	5	Feb.–Sep.	Emd, rund 20% weniger Ernte aus Ackerkulturen	verbreitet verfrühte Blattfärbung ab Juli; ca. 2 000 000 m ³ Käferholz (bedingt durch Käfergradationen und den Sturmschäden von Lothar 1999); verbreitet Dürholz im Folgejahr 2004
2018	3	Apr.–Sep.	Emd, Gemüse, Futtermangel und Notschlachtungen im Sommer	verfrühter Laubfall ab Mitte Juli; käferfreie Buchen-Dürständer in BL, JU, SH, SO sowie anderswo an exponierten Orten und bei anderen Baumarten (z.B. am Walensee); Absterben von Waldföhren in VS und GR und von Fichten und Tannen z.B. in JU.

Tab 2 Die 15 trockensten Sommerhalbjahre an der Station Zürich/Fluntern von 1864 bis 2018 (Ränge gemäss Abbildung 3) sowie Schäden in diesen Jahren in Land- und Forstwirtschaft in der Schweiz, nach Kuhn (1949), Bütikofer (1987), Pfister et al (1988), Keller & Fuhrer (2004), BUWAL & WSL (2005), www.lid.ch/medien/dossier/detail/issue/493-lid-jahresueberblick, www.meteoschweiz.admin.ch.

Diskussion

Einordnung der Sommertrockenheit 2018

Die Wälder in der Schweiz erlebten seit dem Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen wiederholt Perioden mit anhaltender Trockenheit während der Vegetationszeit. Aufgrund der uns vorliegenden Informationen und Aufzeichnungen halten wir die Sommertrockenheit 2018 im schweizerischen Mittelland für eines der drei ausgeprägtesten Ereignisse seit 1864. Die grössten Trockenheitsindizes ragen jeweils als Spitzenwerte aus mehrjährigen Perioden mit wenig Niederschlag hervor. Zu diesen Perioden zählen 1864–1870, 1919–1921, 1947–1952, 2009–2011

sowie 2016–2019. Je nach der betrachteten Lokalität dürfte eines der drei Sommerhalbjahre 1865, 1947 oder 2018 extremer ausgefallen sein. Mit Blick auf die Waldschäden halten wir das «Katastrophenjahr» 1947 sowie die anschliessende Zeit bis 1952 als jene Periode mit den stärksten Waldschäden infolge von Trockenheit (Pfister et al 1988). Das anfallende Dürholz während dieser Zeit dürfte sich auf mehrere 100 000 Kubikmeter aufsummiert haben. Man darf gespannt sein, ob die Folgeschäden der Sommertrockenheit 2018 diese Menge erreichen oder allenfalls gar übertreffen werden. Im Vergleich mit den Windwurf- und Borkenkäferschäden als Folge der Orkane Vivian und Lothar (BUWAL & WSL 2005, Wohlge-

gemuth et al 2015) sind die Auswirkungen von Trockenheit zu relativieren. Regional können die Schäden aber das Ausmass von Windwurfschäden annehmen, so zum Beispiel in der Ajoie und in den Kantonen Basel-Landschaft und Schaffhausen (BAFU 2019).

Wichtige Anzeichen einer ausgeprägten Trockenheit während der Vegetationszeit sind in der Landwirtschaft die Ausfälle von Heu, Emd und Kulturen, in der Forstwirtschaft die verfrühte Blattfärbung bzw. der verfrühte Blattfall (1893, 1911, 1947, 2003, 2018) sowie Stamm- oder Astdürre ohne Anzeichen von Borkenkäferbefall. Bis in die 1980er-Jahre zählten Schäden in Pflanzgärten und in jungen Baumkulturen ebenfalls dazu, doch sank die Anzahl gepflanzter Bäume seit 1975 von 15 Millionen bis nach 2000 auf weniger als 2 Millionen Stück pro Jahr (BUWAL & WSL 2005). Entsprechend seltener enthalten die Quellen entsprechende Schadenmeldungen.

Waldschäden im Wandel der Zeit

Der Schweizer Wald hat sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts bezüglich Fläche, Vorrat, Hauptbaumarten, Nutzungen und Verjüngungsmethoden stark verändert (Bürgi & Schuler 2003, Ginzler et al 2011, Usbeck 2015). Vor diesem Hintergrund müssen die Waldschäden interpretiert werden. So wurden vom 19. bis Mitte des 20. Jahrhunderts viele Wälder mit Ansaaten und Pflanzungen verjüngt oder aufgeforstet. Die frisch ausgesäten oder angepflanzten (Nadelbaum-)Kulturen waren besonders anfällig auf Trockenheit. Der durch die künstliche Verjüngung stark erhöhte Nadelholzanteil vergrösserte das Schadenpotenzial von Insekten insbesondere während Trockenheitsperioden und im Zusammenspiel mit früheren Störungen. Die mehr als dreifache Zunahme des mittleren Holzvorrats von 1865 bis heute (Usbeck 2015) dürfte ein Hauptgrund sein für die grossen Windwurfschäden in den letzten 30 Jahren (Wohlgemuth et al 2019). Im Ausmass von wetterbedingten Schäden übertreffen Windwürfe nach wie vor alle anderen Extremereignisse der letzten 200 Jahre. Wenn von 160 000 m³ Dürholz im Jahr 1949 die Rede ist, müssen hier ebenfalls die beträchtlichen Unterschiede zwischen den aktuellen kantonalen Jahresnutzungen und jenen von vor rund 70 Jahren berücksichtigt werden, die auch auf die Unterschiede in den Holzvorräten hinweisen. So belaufen sich im Kanton Zürich die aktuellen jährlichen Holznutzungen auf über 400 000 m³ (Kanton Zürich 2008), was mehr als einer Verdoppelung gegenüber den 1950er-Jahren entspricht (Statistische Jahrbücher der Schweiz: 1948, 1949, 1959/60). Ebenso verdoppelten sich die Nutzungen im Kanton Solothurn von rund 150 000 m³ in den 1950ern auf etwa 290 000 m³ (Kanton Solothurn 2016).

In der betrachteten Periode hat sich nicht nur der Wald, sondern auch seine Wahrnehmung und

sein sozioökonomischer Stellenwert verändert, mit entsprechenden Auswirkungen in der Berichterstattung über ihn. Im Dürrejahr 1865 wurde trotz deutlichen Anzeichen von Schäden in der Landwirtschaft kaum von entsprechenden Schäden in den Wäldern berichtet – bedeutet dies, dass es sie nicht gab? Sicher ist, dass zu dieser Zeit im Wald noch rege Lese-/Dürholz gesammelt wurde, worauf in forstamtlichen Quellen im Staatsarchiv Zürich hingewiesen wird. In den Dürrejahren 1911 und 1921 wurde mehrmals von anfallendem Dürholz berichtet. Zu dieser Zeit deckte die Steinkohle, die per Eisenbahn vom Ausland her importiert wurde, bereits drei Viertel des Primärenergiebedarfs. Die relative Bedeutung von Holz als Energielieferant erfuhr dagegen seit dem 19. Jahrhundert einen Rückgang.

Die trockenheitsbedingte Ausbreitung des Borkenkäfers von 1947 bis 1949 hatte neben den Niederschlagsdefiziten der vorangegangenen Jahre (Rieder 1990) aus zeitgenössischer Sicht auch mit einer mangelnden Waldpflege («Waldhygiene») zu tun. Denn während der Kriegsjahre 1939–1945 fehlten finanzielle und personelle Mittel für die Entfernung von befallenen Bäumen (Reinigungshiebe; Maksymov 1950). Allerdings stellt sich auch hier die Frage, wie stark die damalige Waldbaupraxis überhaupt geeignet gewesen wäre, die Ausbreitung der Borkenkäfer wesentlich einzuschränken.

Ein Zusammenspiel einer längeren niederschlagsreichen Periode (1966–1978) und den darauffolgenden, im Durchschnitt deutlich niederschlagsärmeren Jahren 1979 bis 1985 mitsamt der stetigen Zunahme der Luftverunreinigungen löste die Waldsterbendebatte aus, die zu einer neuen Sicht auf Waldschäden führte. Mit der Einschätzung der Blatt-/Nadelverluste pro Baum wurde in der Folge die Waldgesundheit bzw. die Krankheit einzelner Bäume thematisiert. Derartige Quantifizierungen werden durch das Fehlen eines definierten Normalzustandes wesentlich erschwert. Zudem gilt es, zwischen verschiedenen Begriffen zu unterscheiden (Schwerdtfeger 1981): physiologische Krankheit (Abweichung vom normalen Verlauf der Lebensvorgänge eines Baums), ökologische Krankheit (Störung des Habitats und damit des Beziehungsgefüges) und ökonomische Krankheit (Abweichung von einer normalen Waldentwicklung im Rahmen von angestrebten Wirtschaftszielen). 1980 wurde das IAP gegründet, das seit 1983 in mehreren Kantonen systematische Erfassungen der Blatt-/Nadelverluste durchführt und ein intensives Monitoring der Waldgesundheit aufbaute. Die landesweite Sanasilva-Inventur der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) begann 1985 mit ersten Erfassungen, die den Bedarf nach einer langfristigen Waldökosystemforschung aufzeigten, die seit 1994 an der WSL auf heute 18 Flächen durchgeführt wird.

Schlussfolgerungen

Unsere Recherche über die historischen Belege von früheren Dürrejahre zeigt, dass die Sommertrockenheit 2018 wohl zu den drei stärksten Dürreereignissen seit 1864 gehört, und dass die trockenheitsbedingten Waldschäden von 2018 in einer ähnlichen Grössenordnung zu liegen kommen wie jene der trocken-warmen Nachkriegsjahre 1947–1952, der nach wie vor stärksten mehrjährigen Dürreperiode der überblickten 155 Jahre. Nicht nur die heterogene Datenlage erschwert den Vergleich von früheren mit heutigen Sommerdürren, sondern auch die markanten Veränderungen der Funktion und Bewirtschaftung der Wälder. Während eine vom Klimawandel losgelöste Betrachtung der Schäden zur Schlussfolgerung gelangen würde, dass die Auswirkungen der Sommertrockenheit 2018 lokal (siehe Wohlgemuth et al 2020, dieses Heft) ausgeprägt sind, landesweit aber im Rahmen früherer Ereignisse einzustufen wären, geben die laufend steigenden Temperaturen bei wiederholt langanhaltender Trockenheit seit Mitte der 1980er-Jahre Anlass zu grösserer Sorge. Sommerdürren wie jene des Jahres 2018 werden höchstwahrscheinlich nicht, wie früher, wieder für mehrere Jahre oder Jahrzehnte ausbleiben, sondern sich in kürzeren Abständen wiederholen, was die Anfälligkeit der Wälder längerfristig erhöhen wird.

Unsere historische Analyse legt zudem nahe, für die Einordnung eines Waldschadenereignisses nicht nur das berichtete Schadenausmass zu vergleichen, sondern dabei auch zu berücksichtigen, wie sich die Wälder, die Waldnutzung und -bewirtschaftung, die Wahrnehmung und Überlieferung vor dem Hintergrund der jeweiligen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Situation verändert haben. ■

Eingereicht: 6. Februar 2020, akzeptiert (mit Review): 14. Juni 2020

Dank

Für die Überlassung der SPEI-Werte danken wir Simon Scherrer (MeteoSchweiz).

Literatur

- BAFU ET AL, EDITOR (2019) Hitze und Trockenheit im Sommer 2018. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Zustand 1909. 91 p.
- BRAUN B, HOPF S, DE WITTE L (2018) Wie geht es unserem Wald? 34 Jahre Walddauerbeobachtung. Schönenbuch: Institut Angewandte Pflanzenbiologie. 140 p.
- BÜRGI M, SCHULER A (2003) Driving forces of forest management – an analysis of regeneration practices in the forests of the Swiss Central Plateau during the 19th and 20th century. For Ecol Manage 176: 173–183.
- BÜTIKOFER N (1987) Historische Waldschäden in der Schweiz 1800–1960. Bern: Historisches Institut der Universität Bern, Lizenzarbeit.

- BUWAL, WSL (2005) Waldbericht 2005 – Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft. 152 p.
- ETZOLD S, FERRETTI M, REINDS GJ, SOLBERG S, GESSLER A ET AL (2020) Nitrogen deposition is the most important environmental driver of growth of pure, even-aged and managed European forests. For Ecol Manage 458: 117762.
- GINZLER C, BRÄNDLI UB, HÄGELI M (2011) Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz. Schweiz Z Forstwes 162: 337–343. doi: 10.3188/szf.2011.0337
- ICP FORESTS (2003) Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical Report. Brussels: United Nations Economic Commission for Europe. 162 p.
- JENTSCH A, SEIDL R, WOHLGEMUTH T (2019) Definitionen und Quantifizierungen. In: Wohlgemuth T, Jentsch A, Seidl R, editors. Störungsökologie. Bern: Haupt. pp. 21–44.
- KANTON SOLOTHURN (2016) Nachhaltigkeitsbericht Wald 2015. Solothurn: Kanton Solothurn, Amt Wald Jagd Fischerei. 42 p.
- KANTON ZÜRICH (1996) Umweltbericht für den Kanton Zürich 1996. Zürich: Kanton Zürich, Baudirektion. 198 p.
- KANTON ZÜRICH (2008) Umweltbericht 2008. Zürich: Kanton Zürich, Baudirektion. 144 p.
- KANTON ZÜRICH (2018) Umweltbericht 2018. Zürich: Kanton Zürich, Baudirektion. 54 p.
- KELLER F, FUHRER J (2004) Die Landwirtschaft und der Hitzesommer 2003. Agrarforschung 11: 403–410.
- KUHN W (1949) Das Massenaufreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. nach Untersuchungen in schweizerischen Waldungen 1946 bis 1949. Mitt Forschungsanst Waldök Forstwirts Rheinland-Pfalz 26: 320–330.
- MAKSYMOW JK (1950) Untersuchungen über den krummzähligen Weisstannenborkenkäfer *Ips curvidens* Germ, während seiner Massenvermehrung 1947 bis 1949 in der Schweiz. Mitt Eidgenöss Forsch.anst Wald Schnee Landsch 26: 497–581.
- METEOSCHWEIZ (2018) Hitze und Trockenheit im Sommerhalbjahr 2018 – eine klimatologische Übersicht. Zürich: MeteoSchweiz, Fachber 272. 38 p.
- PEZZATTI GB, BERTOGLIATI M, GACHE S, REINHARD M, CONEDERA M (2019) Swissfire: technisch modernisiert und dank Archivrecherchen inhaltlich erweitert. Schweiz Z Forstwes 170: 234–241. doi: 10.3188/szf.2019.0234
- PFISTER C, BÜTIKOFER N, SCHULER A, VOLZ R (1988) Witterungsextreme und Waldschäden in der Schweiz. Eine historisch-kritische Untersuchung von Schadenmeldungen aus schweizerischen Wäldern in ihrer Beziehung zur Klimabelastung, insbesondere durch sommerliche Dürreperioden. Bern: Bundesamt Forstwesen Landschaftsschutz. 70 p.
- QUELOZ V, FORSTER B, MEYER JB, HÖLLING D, ODERMATT O ET AL (2018) Waldschutzsituation 2017 in der Schweiz. AFZ/Der-Wald 73 (7): 49–51.
- RIEDER P (1990) Die Weisstanne im basellandschaftlichen Tafel- und Faltenjura. Schweiz Z Forstwes 141: 653–671. doi: 10.5169/seals-765007
- RIGLING A, BIGLER C, EILMANN B, FELDMEYER-CHRISTE E, GIMMI U ET AL (2013) Driving factors of a vegetation shift from Scots pine to pubescent oak in dry Alpine forests. Glob Chang Biol 19: 229–240.
- RIGLING A, MOSER B, FEICHTINGER L, GÄRTNER H, GIUGGIOLA A ET AL (2018) 20 Jahre Waldföhrensterben im Wallis: Rückblick und aktuelle Resultate. Schweiz Z Forstwes 169: 242–250. doi: 10.3188/szf.2018.0242
- SCHWERDTFEGER F (1981) Waldkrankheiten: Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. Hamburg: Parey, 4 ed. 486 p.
- THORNTHWAITE CW (1948) An approach toward a rational classification of climate. Geogr Rev 38: 55–94.
- USBECK T (2015) Wintersturmschäden im Schweizer Wald von 1865 bis 2014. Schweiz Z Forstwes 166: 184–190. doi: 10.3188/szf.2015.0184

- VICENTE-SERRANO SM, BEGUEÍRA S, LÓPEZ-MORENO JI (2010) A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index – SPEI. *J Climate* 23: 1696–1718.
- WOHLGEMUTH T, RIGLING A (2014) Bündner Wald im Klimawandel: eine erste Bilanz. *Bündner Wald* 67 (6): 9–12.
- WOHLGEMUTH T, CONEDERA M, ENGESSER R, WERMELINGER B, REINHARD M ET AL (2015) Waldschäden. In: Rigling A, Schaffer HP, editors. *Waldbericht 2015: Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes*. Bern: Bundesamt Umwelt. pp. 52–57.
- WOHLGEMUTH T, HANEWINKEL M, SEIDL R (2019) Windstörungen. In: Wohlgemuth T, Jentsch A, Seidl R, editors. *Störungsökologie*. Bern: Haupt. pp. 156–174.
- WOHLGEMUTH T, KISTLER M, AYMON C, HAGEDORN F, GESSLER A ET AL (2020) Früher Laubfall der Buche während der Sommertrockenheit 2018: Resistenz oder Schwächesymptom? *Schweiz Z Forstwes* 171: 257–269. doi: 10.3188/szf.2020.0257

Dommages aux forêts liés à la sécheresse en Suisse et plus particulièrement dans le canton de Zurich entre 1864 et 2018

Les effets de la sécheresse de l'été 2018 sur les forêts et les arbres en Suisse sont-ils comparables à ceux observés lors d'événements extrêmes similaires depuis 1864? Pour répondre à cette question, les annonces de dommages forestiers provoqués par des perturbations et les annonces-rapports de défoliations dues à la pollution atmosphérique ont été comparées à la variation de l'indice de sécheresse SPEI calculé sur la base de paramètres météorologiques pour les semestres d'été sur le Plateau suisse. Les informations sur les dommages forestiers proviennent de la base de données Bütikofer avec 4933 entrées provenant de toute la Suisse pour la période de 1800 à 1960 ainsi que des rapports d'activité et des rapports sur l'environnement publiés de 1961 à 2018 par le Canton de Zurich. Les comparaisons montrent que la sécheresse estivale de 2018 est une des trois sécheresses les plus importantes depuis 1864 et que les dommages forestiers de 2018 et 2019 devraient être de la même ampleur que ceux de la sécheresse de 1947 à 1952. La comparaison indique également que le début en 1983 de l'observation intensive de la défoliation coïncide avec une période de faibles précipitations, elle-même précédée par une phase unique de 13 années plus humides que la moyenne. Notre analyse suggère que les données quantitatives sur l'étendue des dommages doivent être évaluées en plaçant ces données dans leur contexte historique en termes d'utilisation, d'exploitation, de traditions et de perception de la forêt.

Drought-related forest damages from 1864 to 2018 in Switzerland and in particular in the canton of Zurich

How can the impacts of the summer drought 2018 on forests and trees in Switzerland be classified in comparison with similar extreme events since 1864? To answer this question, reports on forest damages related to disturbances and crown defoliations in the frame of air pollution were compared with the variation of the meteorologically defined drought index SPEI for summer seasons in the Swiss Central Plateau. The information on forest damages stem from the "Bütikofer database" listing 4933 events in Switzerland from 1800 to 1960, as well as from statements of accounts and environmental reports of the canton of Zurich spanning the period of 1961 to 2018. Comparisons show that the summer drought 2018 is one of the three most extreme drought events since 1864 and that forest damages of 2018/2019 are of the same magnitude of those that were reported during the drought period 1947–1952. Also, the comparison revealed that the intensive monitoring of defoliation started in 1983 amid a period of low rainfall that was preceded by a unique period of 13 years with above-average humidity. Our historical analysis suggests that information on the extent of forest damages can only be interpreted in the contemporary context of forest use, forest management, awareness and historical tradition.