Europa trocknet aus, aber nicht durch Klimawandel.

geschrieben von Prof. Dr. Horst-joachim Lüdecke | 15. Juli 2022

Die gekürzte Originalversion dieses Beitrags erschien in der Schweizer Weltwoche.

von Prof. Dr. Gisela Müller-Plath

Jeden Sommer wiederholt sich inzwischen das Spiel: Irgendwo führen Flüsse wenig Wasser, trocknet der Boden aus, herrschen Brände. Die Medien konzertieren dies fast schon reflexartig mit Begriffen wie „die schlimmste Dürre“, „immer weiter zunehmend“ und vor allem, als ob das zum Grundwissen jedes Kindes gehöre, „aufgrund des Klimawandels“. Mit Klimawandel meinen sie selbstverständlich den menschgemachten, den Treibhauseffekt aufgrund der CO2-Emissionen. Aber ist es so einfach? Zu klären sind zwei Fragen: Ist es in Europa heute trockener als früher? Wenn ja, was sind die Ursachen? Dieser Beitrag geht beiden Fragen nach.

Dürre-Alarm heute und früher

„Die Schweiz trocknet aus“, titelt Andreas Frey am 11. Juni 2022 im NZZ Magazin, und fährt fort: „Selbst im Jahrhundertsommer 2003 war es südlich der Alpen von Januar bis Mai nicht so trocken wie in diesem Jahr. Ist das erst der Anfang, und droht uns erneut ein Hitzesommer?“ Sein Fazit am Ende lautet: „Bei einem ungebremsten Klimawandel muss sich die Schweiz auf Sommer gefasst machen, wie sie am südlichen Mittelmeer üblich sind. Ein Sommer wie 2003 würde die Schweiz dann jedes zweite Jahr zum Glühen bringen.“

Schlimmeres hört man aus der Poebene in Italien, über deren aktuellen Wassermangel fast alle Print- und Online-Medien Europas berichten. „In Italien lässt die schlimmste Trockenheit seit 70 Jahren ganze Flüsse versiegen. Kühe geben weniger Milch, Bauern fürchten um ihre Ernte, einige Regionen haben den Notstand ausgerufen. Besonders deutlich zeigt sich das eben beim Po, dem wichtigsten und größten Fluss des Landes. Dort werden schon seit Wochen historische Tiefstände gemessen. Bei Piacenza etwa fließen derzeit im Schnitt 306 Kubikmeter Wasser pro Sekunde durch den Fluss – rund 140 Kubikmeter weniger als bei dem bisherigen Tiefstand im Jahr 2005. Normal wäre mehr als doppelt so viel Wasser“, schreibt zum Beispiel Virginia Kirst in der WELT am 30. Juni 2022. Zur Erklärung befragt sie Antonello Pasini, Klimaforscher am nationalen Forschungsinstitut CNR. „Wir sehen hier in Italien die Auswirkungen des Klimawandels“, erklärt dieser im Gespräch mit der WELT. Aktuell träten ihm zufolge zwei Probleme gleichzeitig auf, die sich gegenseitig verstärkten: „In Italien und der gesamten Mittelmeerregion haben sich die Luftströmungen verändert. Daher kommen häufiger

Hochdruckgebiete nach Italien, die bislang über der Sahara hingen.“ Er glaube daher, dass das Problem ganzheitlicher angegangen werden müsse: „Wir müssen uns jetzt sofort darum bemühen, weniger Treibhausgase zu produzieren, damit der Klimawandel nicht schlimmer wird, und dann müssen wir lernen, besser mit dem wenigen Wasser umzugehen, das wir haben.“

Derweil wird aus dem Nordosten Deutschlands Waldbrand gemeldet und kurzschlussartig die Energiewende gefordert; einen menschgemachten Klimawandel zu erwähnen, scheint dem Autor offenbar schon überflüssig: „Es ist nicht etwa Kalifornien oder Südeuropa, sondern Brandenburg: Wieder drohen Menschen per Waldbrand ihr Hab und Gut zu verlieren. Das Land dörrt aus. Statt über einen vorzeitigen Kohleausstieg wird lieber über eine Verzögerung debattiert“, textet Hanno Christ am 20. Juni 2022 bei rbb (Radio Berlin Brandenburg).

Was steckt hinter diesen Berichten? Werden Böden in Europa immer trockener, Flüsse wasserärmer, Waldbrände häufiger? Und wenn ja, inwieweit handelt es sich um eine natürliche und inwieweit um eine vom Menschen verursachte Entwicklung? Seit Beginn des 21. Jahrhunderts scheinen sich Dürrejahre zu häufen: Als besonders heiß und trocken gelten in Mitteleuropa 2003, 2015, 2018. Ist das klimatisch ungewöhnlich? Oder hat es in früheren Zeiten in Europa ähnliche oder gar noch schlimmere, großräumige und langdauernde Dürreperioden gegeben?

Die bislang wohl schlimmste Dürrekatastrophe Mitteleuropas seit Menschengedenken, die die Geschehnisse des 21. Jahrhunderts bei weitem übertraf, ereignete sich im Jahr 1540. Eine internationale 32-köpfige Forschergruppe um Oliver Wetter von der Universität Bern analysierte mehr als 300 Chroniken und veröffentlichte die Ergebnisse im Fachblatt *Climate Change* [[1]].

„Das klare Wetter und die Sonnenglut begannen am letzten Tag des Februar und dauerten bis zum 19. September, 26 Wochen lang. Es hat in diesen an nicht mehr als sechs Tagen geregnet […]. Außerdem regnete es nie einen ganzen Tag oder eine ganze Nacht durch, ja nicht einmal einen halben Tag“, hatte Heinrich Bullinger aus Zürich auf Latein festgehalten (Übersetzung durch die Autorin).

Fast alle Chroniken berichten von anhaltender Gluthitze, ausgetrockneten Seen und Flüssen, Ernteausfall, Tiersterben, Hungersnot und zahlreichen Wald- und Stadtbränden.

Im Bericht der Gasteinerischen Chronica aus dem heutigen Österreich findet sich auch eine langjährige Häufung sehr milder Winter: „Anno 1540 ist allenthalben von Ostern [28. März] bis auf Lorenzi [10. August] ein haisser Sommer gewesen, dass also vor großer Hiz das Traidt fast verprent. Auch vil Prin und Päch abgestanden, dass man also aus Mangel des Wassers auf vil Älbmer [Bodensee] nit hat fahren können. Auch in Kärnten wegen so großer Hiz viel Wälder verbrennt worden, also wegen des Abgang des Wasser an viel Orten großer Schaden beschehen. Item so seint

von anno 1516 bis auf 1540ste Jahr solche ringe [!] Winter gewesen, dass bei dem Land kein Schne gebliben, sonder den ganzen Winter mit Wägen fahrn miessen, also das Anpau verderbt. Hingegen ist ein Winter gewesen, dass um St. Philip und Jakobi [1. Mai] der Schnee 18 Span dick war.“

Und A. Moller notierte in der Chronik der sächsischen Stadt Freiberg: „Im Sommer ist eine so gewaltige Hitze und Dürre gewesen / daß der Torantische Wald [Thüringer Wald] an etlichen Orten sich entzündet / und die Wasser fast gantz ausgetrocknet / worauff aus mangel des mahlens eine geschwinde Thewrung und grosse Noth unter dem Armuth erfolget.“

In großen Teilen Europas kam es zu Waldbränden; zahlreiche Siedlungen und ganze Städte wurden eingeäschert. Allein in Deutschland brannten 33 Städte, so viele wie nie sonst in Friedenszeiten.

Insgesamt ergaben die Rekonstruktionen, dass es im Jahr 1540 durchschnittlich mindestens dreimal so viele Tage wie üblich über 30 Grad heiß gewesen sei und es gerade mal ein Drittel so viel Niederschlag gegeben habe wie sonst. Speziell in der Schweiz gab es 81% weniger Tage mit Niederschlag als im Durchschnitt des 20. Jahrhunderts, und immerhin noch 40% weniger als im trockensten Jahr seit Beginn der schweizerischen Wetteraufzeichnungen (1864). Selbst große Ströme wie Rhein, Seine und Elbe „waren so klein, dass man zu Fuß durchging“. Während durch die Elbe im sogenannten Jahrhundertsommer 2003 noch etwa die Hälfte der üblichen Wassermenge floss, war es 1540 nur ein Zehntel. Selbst anderthalb Meter unter manchem Flussbett in der Schweiz fand sich „kein Tropfen Wasser“. Brunnen und Quellen, die nie zuvor trocken gefallen waren, lagen brach. Die Temperaturen stiegen nicht zuletzt wegen der Trockenheit stark an, vermutlich regelmäßig bis über 40 Grad. Die Hitze führte dazu, dass die Laubbäume ihre Blätter schon Anfang August verloren, wie ein süddeutscher Chronist festhielt. Im Herbst blühten die Kirschbäume ein zweites Mal, und es gab eine zweite Weinlese. In Südeuropa hatte sich die Katastrophe übrigens bereits im Herbst des Vorjahres angekündigt: Bereits im Oktober 1539 waren in Spanien Bittprozessionen für Regen abgehalten worden, und im Winter war es in Italien trocken und warm „wie im Juli“.

Da naturwissenschaftliche Kenntnisse fehlten, wurden Schuldige gesucht, die verdächtigt wurden, mit schwarzer Magie für die Dürrekatastrophe und das Sterben der Tiere verantwortlich zu sein. Das Buch von Christoph Werner *Paulus Luther – Sein Leben von ihm selbst aufgeschrieben* legt Zeugnis ab: „A. D. 1540, als bei uns und im ganzen Reich, wie ich schon schrieb, gewaltige Hitze und Trockenheit herrschten, am 29ten des Juni, flüsterten die Mägde, Knechte und Studenten bei uns im Schwarzen Kloster von einem heute bevorstehenden Publicumsereignis, das sie auf keinen Fall missen wollten. Sie baten die Mutter, ihnen ein paar Stunden zu schenken, damit sie wie alle Wittenberger das Ereignis genießen könnten. Wir Kinder erfuhren: Heute wird begonnen, die Wettermacherin Prista Frühbottin samt ihren Helfern, das sind ihr Sohn Dictus und die beiden Knechte und Abdeckergehilfen Clemen Ziesigk und Caspar Schiele, zu

räuchern und zu dörren und damit zwei Tage lang zu Tode zu bringen, was ihnen ohne Zweifel genug Zeit gebe für Gebete zur Erlangung ihres Seelenfriedens und dem Feuer genug Zeit zur Entfaltung seiner läuternden Kraft.“ Der Augenzeuge Lucas Cranach d.J. hielt das schreckliche Ereignis in einem Holzschnitt fest (Abbildung 1).

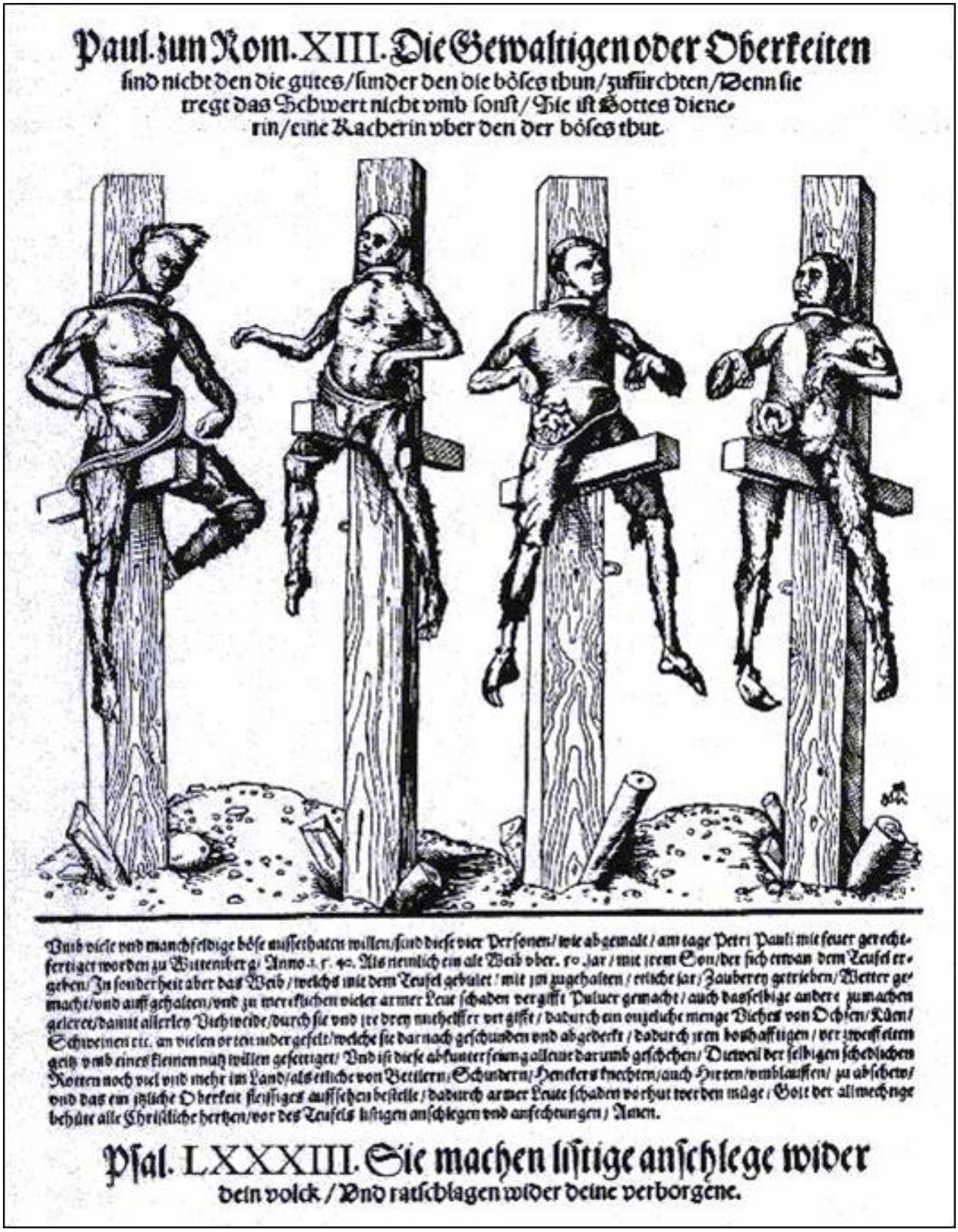


Abbildung 1. Verbrennung der „Wettermacherin“ samt Gehilfen in Wittenberg. Holzschnitt des Augenzeugen Lucas Cranach d.J. 1540.

Als Ursache der Jahrtausenddürre machten die Klimahistoriker ein riesiges Hochdruckgebiet von Südwest- bis Nordosteuropa aus, das sich bis in große Höhen erstreckt und mit dem Azorenhoch verbunden hatte. Dieses Hoch habe über elf Monate die Westwinde blockiert, die sonst für die Zufuhr von feuchten Luftmassen gesorgt hätten. Dieselbe so genannte Omega-Wetterlage war auch für die großräumigen Hitzesommer 2003 und 2018 verantwortlich. Rüdiger Glaser von der Universität Freiburg sagt dem SPIEGEL anlässlich des Erscheinens der Fachpublikation: „Die Hitze von 2003 galt bislang als Folge der teils menschengemachten Klimaerwärmung. Doch so einfach ist es wohl nicht: Dass es 1540 ohne den künstlich verstärkten Treibhauseffekt zu einer noch schlimmeren Hitze gekommen sei, relativiere die Beurteilung des menschlichen Einflusses auf das Wetter 2003.“

Auch im 20. Jahrhundert ereigneten sich schon schlimmere europäisch großräumige Dürrekatastrophen. Im Jahr 1921 führte der Rhein so wenig Wasser, dass eine bis dahin unbekannte große Höhle auf der Zürcher Seite des Rheinfalls zutage trat. Und in Elbe und Rhein liegen zahlreiche „Hungersteine“, die nur bei extremem Niedrigwasser zutage treten und dann mit der Jahreszahl beschriftet werden; nicht alle von ihnen waren 2003 oder 2018 sichtbar (Abbildung 2).

Abbildung 2. Zeugnisse extremer trockenheitsbedingter Niedrigwasser im Rhein im 20. Jahrhundert.

Handelt es sich früher wie heute um Extreme einer natürlichen Klimavariabilität, oder werden heutige Dürren zusätzlich durch einen anthropogenen Klimawandel befeuert? Im zweiten Fall müsste, einhergehend mit der Anreicherung von CO2 in der Atmosphäre, speziell in den letzten Jahrzehnten ein Trend zu mehr Dürre beobachtbar sein, *und* ein solcher Trend müsste auf die Zeit der anthropogenen CO2-Emissionen beschränkt oder zumindest während dieser stärker geworden sein als in den

Jahrhunderten zuvor. Um das zu prüfen, ziehen wir räumlich und zeitlich weitreichende Analysen aus der Fachliteratur zu Rate und werten meteorologische Zeitreihen aus.

Europäische Dürregeschichte

Im Jahr 2021 kamen zwei hochrangige wissenschaftliche Publikationen zu gegensätzlichen Ergebnissen. Der Satz „Europa erlebt seit 2015 die schlimmste Sommer-Trockenperiode der letzten zwei Jahrtausende“ machte medial Furore. Hintergrund war die Arbeit eines 17-köpfigen Autorenteams um Ulf Büntgen von der englischen Universität Cambridge in Nature Geoscience [[2]]. Mit einer Isotopenanalyse aus Überresten von Baumholz, hauptsächlich aus Tschechien, hatten sie einen jahrtausendelangen Trend zu immer trockeneren Sommern in Mitteleuropa rekonstruiert, dessen Ende ein Tiefpunkt in den Jahren 2015-2018 bildet (Abbildung 3). Weiterhin konstatieren sie, dass die Klimamodelle des IPCC diesen Verlauf nicht beschreiben könnten. Dennoch ziehen sie den Schluss, dass die extremen Dürren am Ende der Kurve „vermutlich durch die anthropogene Erwärmung und die damit verbundene Verschiebung in der Zugbahn des sommerlichen Jet-Streams“ verursacht seien. Hier finden wir die eingangs in Bezug auf den aktuellen Wassermangel des Po zitierte Interpretation des italienischen Klimaforschers Antonello Pasini wieder. Leider aber bleiben die Autoren der Studie eine Erklärung schuldig, wie es zu dem von ihnen beschriebenen 2500 Jahre langen Dürre-Trend gekommen sei, und wodurch die Zyklik, d.h. die früheren vier, gemäß ihrer Methode noch nicht ganz so extremen Dürrephasen um die Zeitenwende, um das Jahr 500, um das Jahr 1000 und in der Renaissance verursacht worden sein sollen. Eine Erklärung mit menschlichen CO2-Emissionen, die nur für den letzten Tiefpunkt einer Kurve mit insgesamt fünf Tiefpunkten gültig ist, wirkt nicht besonders überzeugend. Umgekehrt ergibt sich aus dem Trend und der Zyklik zusammengenommen schon rein mathematisch, dass der letzte Tiefpunkt der tiefste sein muss – wenn man also den Trend und die Zyklik erklären könnte, bräuchte man den CO2-Anstieg nicht mehr zu bemühen.

Zu gänzlich anderen Ergebnissen kommt im gleichen Jahr eine fünfköpfige Forschergruppe um Monica Ionita vom Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut in *Nature Communications: Earth and Environment* [3]. Sie rekonstruierte die Dürregeschichte Mitteleuropas für die vergangenen 1000 Jahre mit einer wesentlich vielseitigeren Datengrundlage: Das analysierte Gebiet umfasst Deutschland, Tschechien, Österreich, die Schweiz und benachbarte Regionen. Neben Baumring-Analysen verwendeten sie Rekonstruktionen der Meeresoberflächentemperatur und des Salzgehalts des Atlantiks sowie atmosphärischer Zirkulationen samt Niederschlägen, in welche wiederum historische Chroniken über Temperaturen, Regenfälle, Wasserstände von Flüssen, Ernteerträge u.a. einflossen. Das überraschende Resultat (Abbildung 4): Das letzte Jahrhundert (1901 – 2012), in welchem ein fast kontinuierlicher Anstieg des menschgemachten CO2 zu messen war, gehöre zu den feuchteren des letzten Jahrtausends. Und die Dürresommer der Jahre 2003, 2015 und 2018 lägen noch vollständig

im Bereich der natürlichen Klimavariabilität. Als trockenste Jahrzehnte, so genannte „Megadürren“, identifizieren die Autoren hingegen die Jahre 1400-1480 und 1770-1840. Insgesamt ist im rekonstruierten Trend kein Einfluss des CO2-Anstiegs auf Trockenperioden zu erkennen.

Eine weitere 20-köpfige internationale Forschergruppe um Sergio Vicente-Serrano aus dem spanischen Zaragoza analysierte die Entwicklung von Dürren in Mittel- und Westeuropa von 1851-2018 anhand von Niederschlagsmessungen und kam im *International Journal of Climatology* [4]zu dem Ergebnis, es habe allgemein eine große Variabilität, aber keinen Trend gegeben, weder hinsichtlich der Intensität, noch der Dauer noch der räumlichen Ausdehnung von Dürren (Abbildung 5). Beobachtete Trends seien immer lokal beschränkt und von kurzer Dauer gewesen.

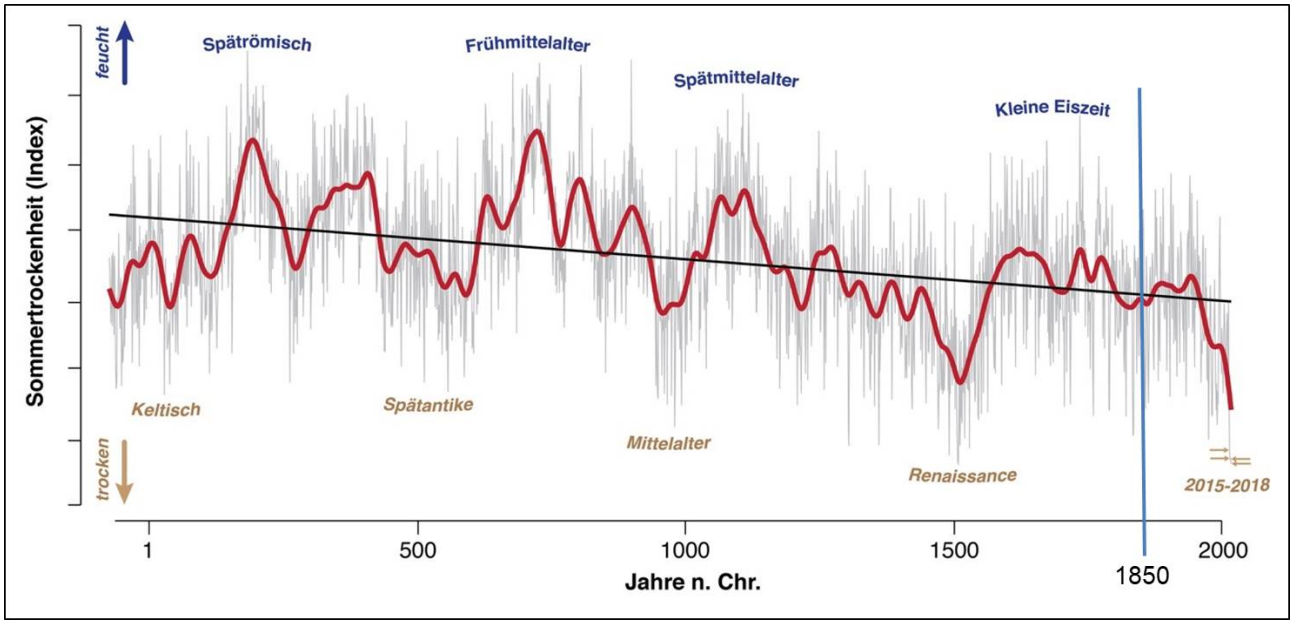


Abbildung 3. Rekonstruktionen trockener Sommer von Büntgen et al. 2021 [2]. Aus der Pressemitteilung der Universität Mainz und von der Autorin ergänzt um den senkrechten Strich, der das Jahr 1850 bezeichnet und gemeinhin als Beginn der Industrialisierung und des anthropogenen CO2-Anstiegs angesehen wird.

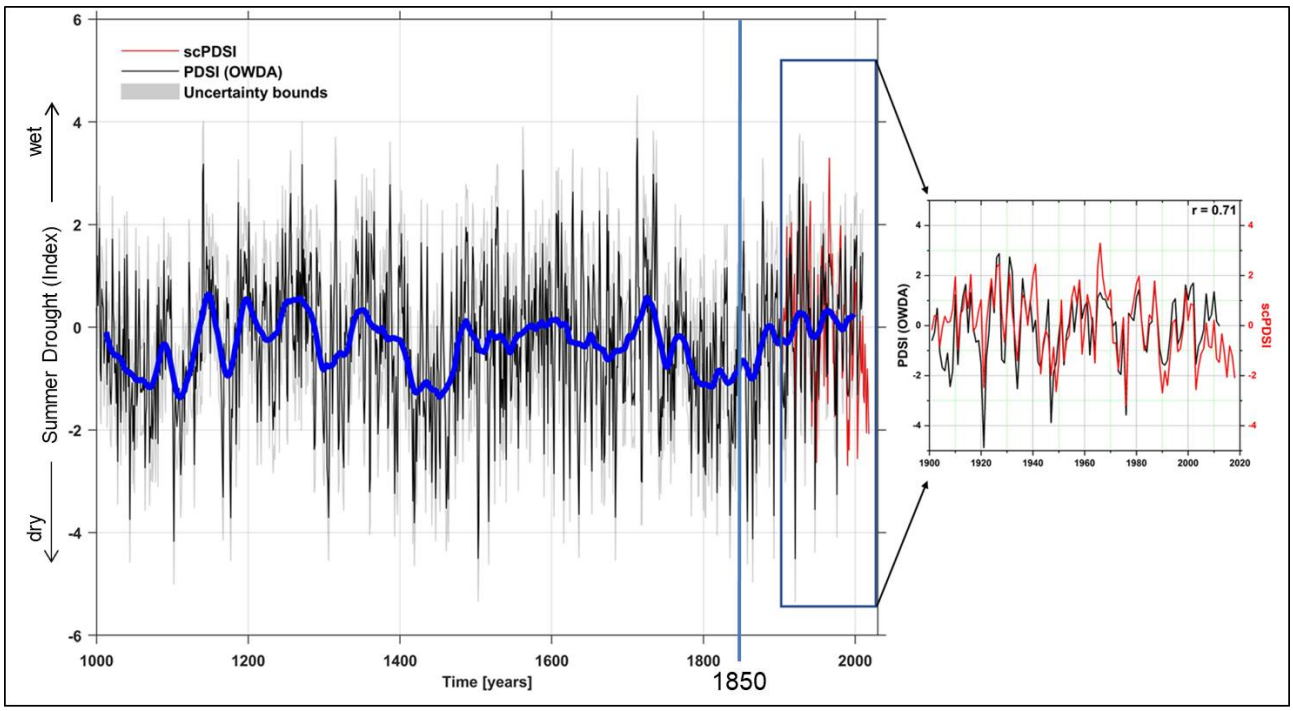


Abbildung 4. Rekonstruktion historischer Sommerdürren von Ionita et al. 2021 [3], dort Fig. 2a. Von der Autorin ergänzt um die Achsenbeschriftung und den senkrechten Strich, der das Jahr 1850 bezeichnet.

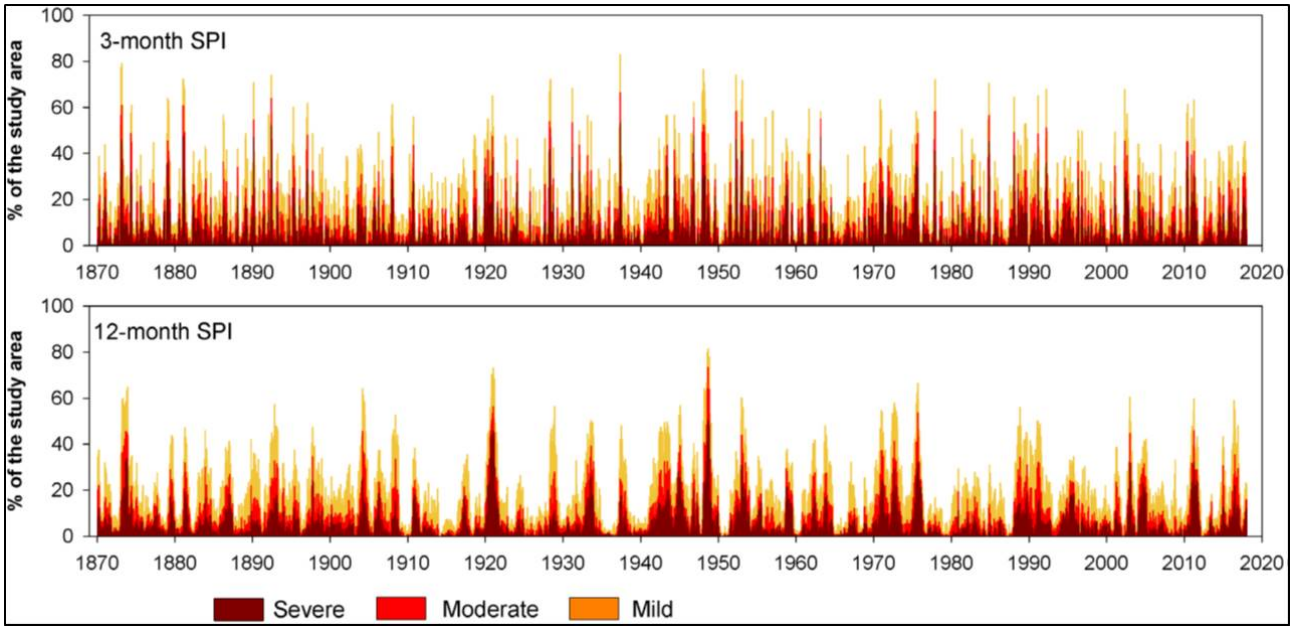


Abbildung 5. Räumliche Ausdehnung von Dürren (schwer, mittel, gering) seit 1870 anhand des niederschlagsbasierten Dürreindex SPI im Sommer (oben) und über das ganze Jahr (unten) von Vicente-Serrano et al. 2020 [4], dort Fig. 8.

Was ist die Ursache für die Diskrepanz in der Fachliteratur? Unterschiedlich sind nicht nur die verwendeten Dürre-Indizes, sondern auch die Methoden, mit denen meteorologische Daten aus der Zeit vor 1850 rekonstruiert wurden. Weiterhin kann man Dürre-Index-Daten räumlich und

zeitlich auf unterschiedliche Weise mitteln, zeitlich zum Beispiel jeweils über ein Jahr oder nur über die Sommermonate. Wenn Niederschläge im Sommer ab-, im Winter aber zunehmen, kommt man zu unterschiedlichen Ergebnissen. Und nicht zuletzt kann das Ausmaß einer Dürre räumlich (Größe des betroffenen Gebietes) angegeben werden, zeitlich (Dauer der Dürre) oder als Stärke (Grad der Austrocknung). Methodenabhängig erhält man also unterschiedliche Ergebnisse.

Da die europäische Dürregeschichte die Hypothese der CO2-Emissionen als Ursache methodenübergreifend nicht unterstützt, warum ist es dann aktuell so trocken? Im nächsten Abschnitt beschäftigen wir uns mit der Entstehung von Dürren.

Was ist Dürre, und wie entsteht sie?

Die Begriffe Dürre und Trockenheit sind in der Literatur nicht einheitlich abgegrenzt, wohl auch, da der englischsprachige Begriff „drought“ beides bezeichnet. Vereinfacht ausgedrückt ist Trockenheit/Dürre die direkte Folge eines Niederschlagsdefizits, wird aber durch weitere Faktoren beeinflusst und entwickelt sich über Zeit und Raum in mehreren Stufen (siehe Abbildung 6). Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat Dürre in vier verschiedene Kategorien eingeteilt, die diesen Stufen entsprechen.

In der ersten Stufe wirkt sich ein Niederschlagsmangel umso schneller auf die Bodentrockenheit aus, je mehr die Verdunstung (Evaporation) der Böden durch hohe Temperaturen, geringe Luftfeuchte und viel Sonnenschein verstärkt wird. Umgekehrt verstärken trockene Böden wiederum die Hitze, da die Bodenfeuchtigkeit normalerweise mehr als die Hälfte der Netto-Sonneneinstrahlung absorbiert. Man spricht hier von einem selbstverstärkenden Albedo-Effekt. Sowohl 1540 als auch im modernen Dürresommer 2018 war dies der Fall. Es gibt allerdings regionale Unterschiede. So führt auf den

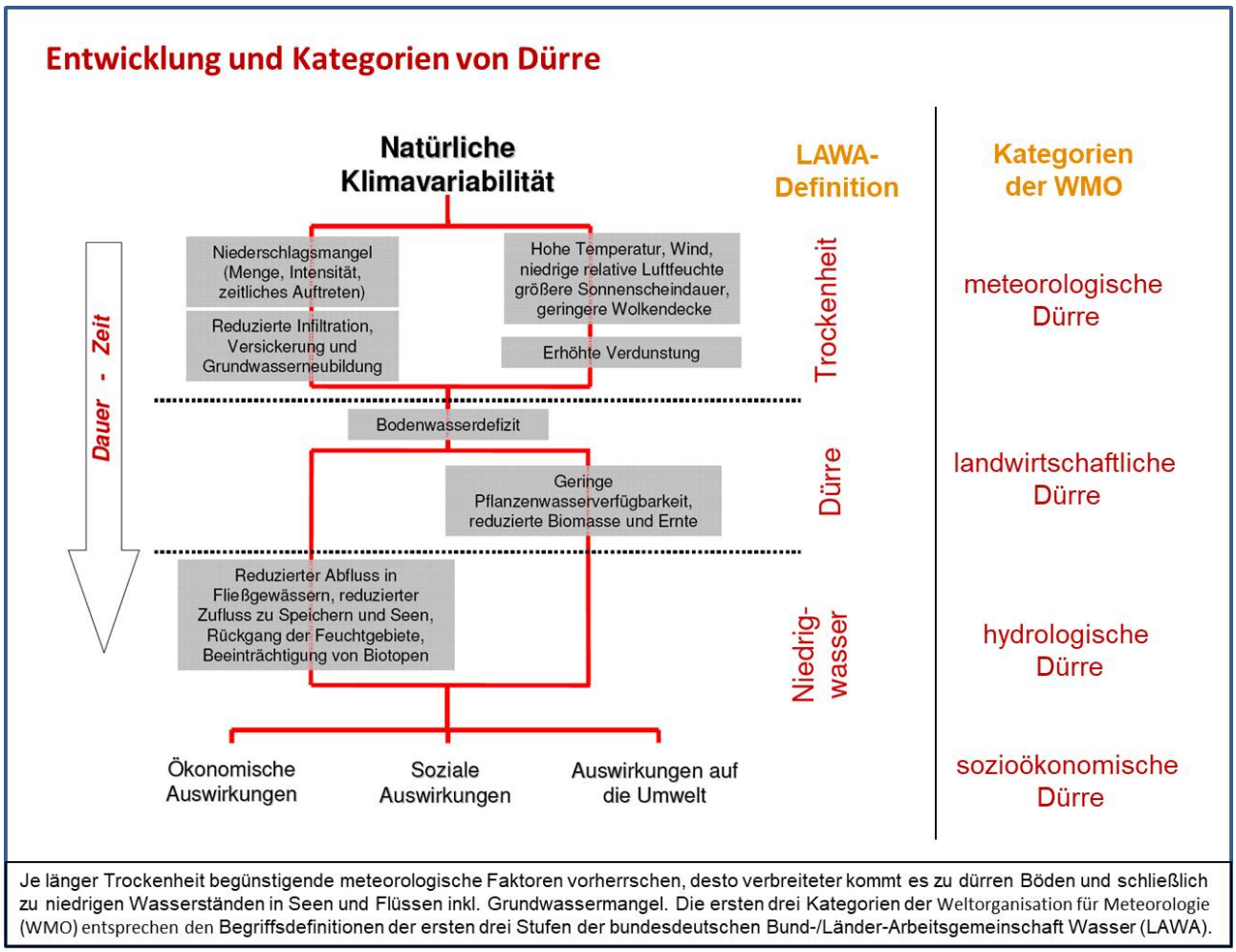


Abbildung 6. Entwicklung und Kategorien von Dürren.

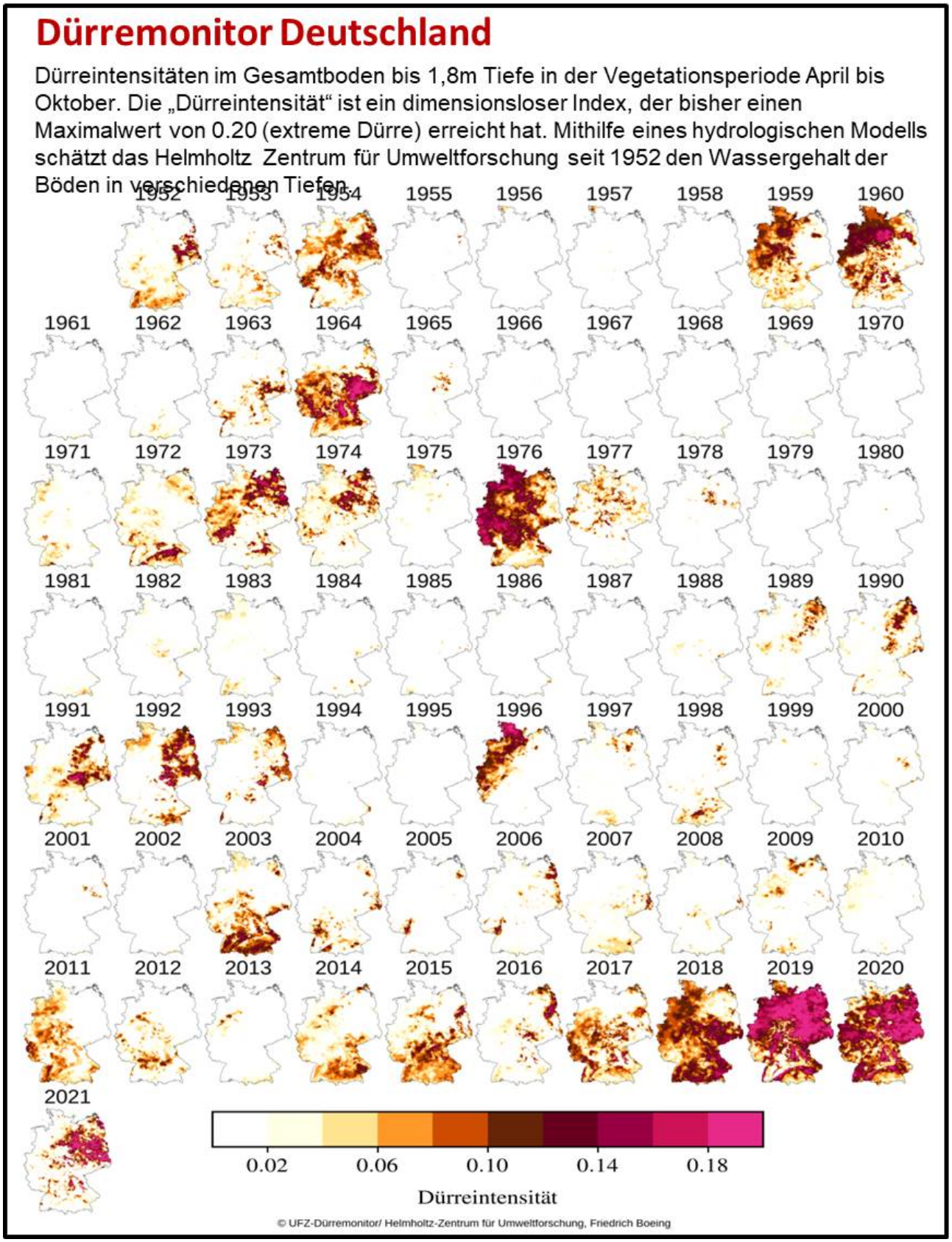


Abbildung 7. Dürremonitor Deutschland des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung Leipzig.

überwiegend sandigen Böden in Deutschlands Nordosten ein Regenmangel besonders schnell zu Bodentrockenheit. Mit recht kurzer Reaktionszeit

sind jeweils Niedrigwasser in den brandenburgischen Fließgewässern und Wasserstandsverluste in den Seen zu beobachten. Die Folgen des Wassermangels von 2018 in tiefen Schichten halten im Osten Deutschlands bis heute an (siehe den Dürremonitor Deutschland für 1952-2021 in Abbildung 7). Ausgetrocknete Wälder wiederum begünstigen Brände. Die diesjährige Austrocknung der Po-Ebene wird von Fachleuten zurückgeführt auf eine Kombination zu geringer Niederschläge seit Dezember, einer regionalen mehrwöchigen Sonne- und Hitzeperiode seit dem Frühjahr und zu wenig Schneefall im Winter in den südlichen Alpen, aus denen sich ein großer Teil der Zuflüsse zum Po speist. Wenn es dann einmal regnet, ist der Boden entweder zu durchlässig (Brandenburg) oder zu hart getrocknet (Po-Ebene), so dass das das Regenwasser zu schnell abfließt, anstatt die obere Bodenschicht zu durchfeuchten. Zur reduzierten Infiltration gehört gerade in den Alpenländern übrigens auch Schnee: Dieser bindet das Wasser, so dass es auch zu Winterdürren kommen kann.

Nun sehen wir uns an, wie sich die Dürre-verursachenden Faktoren in den letzten Jahrzehnten entwickelt haben, und ob bzw. wo hier ein Einfluss des Menschen zu erkennen ist.

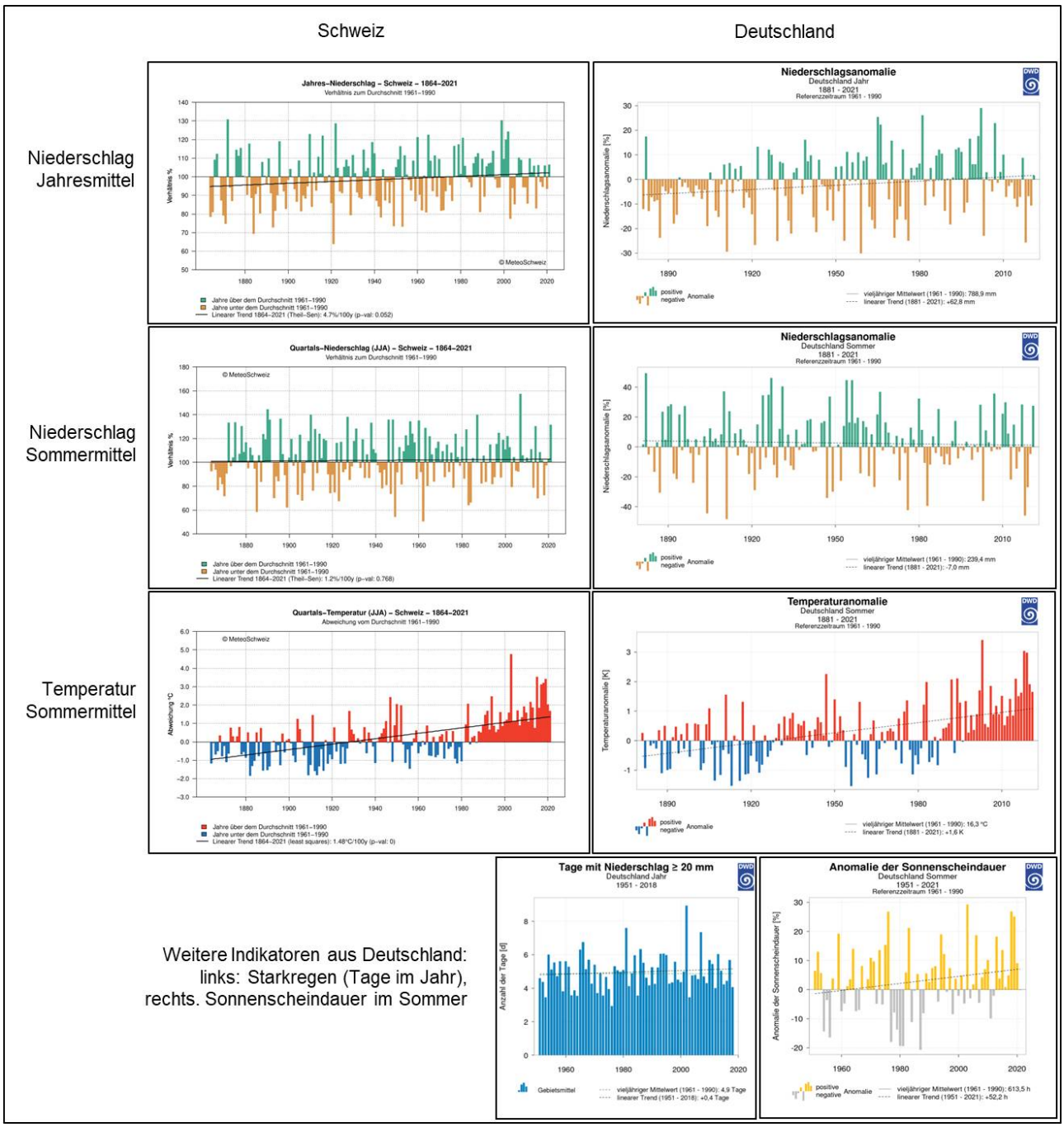
Trends bei Niederschlägen, Temperaturen, Sonnenschein

Abbildung 8 zeigt die mittleren Jahres- und Sommerniederschläge sowie die mittleren Sommertemperaturen für die Schweiz und Deutschland seit 1864 bzw. 1881 sowie Starkregen und Sonnenscheindauer für Deutschland seit 1951. Während es bei den Niederschlägen keine erwähnenswerten Trends in der Schweiz oder Deutschland gibt, ist dies bei den Temperaturen und der Sonnenscheindauer anders: In beiden Ländern sind die Sommertemperaturen angestiegen. Der lineare Trend beträgt in der Schweiz 1,5 Grad und in Deutschland 1,1 Grad in 100 Jahren. Auffällig ist allerdings, dass die Entwicklung nicht linear zu sein scheint: Während über viele Jahrzehnte kein Trend erkennbar ist, waren in der Schweiz seit ca. 1980 und in Deutschland seit ca. 1985 alle Sommer wärmer als die der hier verwendeten Referenzperiode 1961-1990. Die Sonnenscheindauer steigt ebenfalls an, allerdings gleichmäßiger und gering. Ohne auf mögliche Ursachen für diese Anstiege näher einzugehen – neben oder anstelle des anthropogenen CO2 kommen z.B. Ozeanzyklen als Erklärung in Frage, aber auch verstärkte Albedo trockener Böden (siehe oben; auf Ursachen hierfür wird weiter unten noch eingegangen) – ist zu diskutieren, ob die beobachtete Anstiege der Temperatur und des Sonnenscheins insbesondere in den letzten 30-40 Jahren zu einer Austrocknung der Böden geführt haben können.

Erinnert sei an die Definition von Dürre als direkte Folge eines Niederschlagsdefizits. Bei allen bislang dokumentierten Dürren wurde eine lange Periode ohne oder mit sehr wenig Niederschlag beobachtet, welche durch verdunstungsfördernde Faktoren wie hohe Temperaturen und Sonne verstärkt wurde. Umgekehrt hat hohe Temperatur bei genügend Regen

bisher nie zu einer Dürre geführt; man blicke in die Tropen. Daher erscheint es schwer vorstellbar, dass ein Temperaturtrend allein ohne Niederschlagstrend zu einem Dürretrend führen kann. Dass ein Temperaturanstieg von ca. 1,5 Grad die Böden nicht austrocknet, zeigt auch ein Vergleich zwischen Nord- und Süddeutschland. So betrug die Durchschnittstemperatur 1991-2021 im Juni in Freiburg i. Br. 18,0 Grad, im vergleichbar regenreichen Hamburg 16,3 Grad; dennoch sind beide Gebiete ähnlich von Bodentrockenheit betroffen, wie der Dürremonitor in Abbildung 7 zeigt.

Manchmal ist das Argument zu hören, es fiele in den letzten Jahrzehnten zwar nicht weniger Regen, aber ungleichmäßiger verteilt: Starkregen hätte zugenommen, den der Boden nicht angemessen aufnehmen könnte. Dieses Argument überzeugt nicht, da die Daten aus Deutschland in Abbildung 8 dies nicht bestätigen: Ohne das Ausreißerjahr 2002 gibt es keinen Trend, und gerade im Dürrejahr 2003 fiel besonders wenig Starkregen.



Weitere Indikatoren aus Deutschland: links: Starkregen (Tage im Jahr), rechts. Sonnenscheindauer im Sommer

Abbildung 8. Niederschlags- und Temperaturentwicklung für die Schweiz (gemäß Meteo Schweiz) und Deutschland (gemäß DWD) seit 1864 bzw. 1881, für Deutschland zusätzlich die Tage mit Starkregen und die Sonnenscheindauer seit 1951. Dargestellt sind (außer beim Starkregen) die Abweichungen vom Mittelwert der Jahre 1961-1990 sowie der lineare Trend.

Man mag nun noch einwenden, es sei zu simpel, eine lineare Übereinstimmung zwischen Temperatur- oder Starkregentrends und Dürretrends zu erwarten, denn dafür gäbe es doch komplexe nichtlineare Klimamodelle. Allerdings haben gerade Ulf Büntgen und Kollegen in ihrer oben besprochenen Arbeit, in der sie die schlimmste Dürre seit 2500 Jahren postulierten, ihre Rekonstruktion der europäischen Dürregeschichte nicht in Klimamodellen wiedergefunden.

So genannte „Megadürren“ wie 1540, 1921 und 2018 werden offenbar durch eine Omega-Wetterlage hervorgerufen, d.h. einem großräumigen Hochdruckgebiet über Mitteleuropa mit viel Sonnenschein und kaum Regen, das flankiert durch zwei Tiefdruckgebiete und in großer Höhe verbunden mit dem Azorenhoch stationär gehalten wird. Die Behauptung, solche Wetterlagen würden durch einen menschgemachten Klimawandels häufiger, da dieser den Jetstream verschöbe, ist bislang reine Spekulation: Weder die historischen Rekonstruktionen noch die modernen Wetterdaten geben hierfür Anhaltspunkte. Eine alternative Analyse der Zusammenhänge von Luftdruck- und Niederschlagsverhältnissen veröffentlichte die Autorin dieses Betrags gerade kürzlich zusammen mit zwei Co-Autoren im renommierten Nature-Journal *Scientific Reports* [[5]]: Die Schwankungen der Niederschlagsmengen über die letzten 70 Jahre zeigen in vielen europäischen Ländern und für viele Einzelmonate einen engen statistischen Zusammenhang mit dem Verlauf weiträumiger Luftdruckdifferenzen. Zum Beispiel hängt die Regenmenge von April bis Juli in Nord- und Mitteleuropa, im Februar/März auch in Norditalien eng mit dem so genannten „North Sea Caspian Pattern (NCP)“ zusammen, einer Luftdruckdifferenz zwischen der Nordsee und dem Kaspischen Meer in großer Höhe. Im Verlauf des NCP ist keinerlei Einfluss des CO2-Anstiegs erkennbar.

Zusammengefasst unterstützt die Datenlage nicht die allenthalben geäußerte Behauptung, Trockenheit, Dürren und Waldbrände seien Folgen des anthropogenen Klimawandels. Dennoch ist der Mensch nicht unschuldig: Mit Landschaftsveränderungen trägt er durchaus dazu bei, den Wasserhaushalt ungünstig zu beeinflussen und den Grundwasserspiegel abzusenken.

Sechs menschenverschuldete Gründe der Bodenaustrocknung

Der Mensch greift an verschiedenen Stellen in den geschilderten Wasserhaushalt der Böden ein, und zwar direkt, ohne einen klimamodellierten Umweg über CO2-Emissionen. „Die Landwirtschaft macht über 50 Prozent des Wasserverbrauchs in der Po-Ebene aus“, berichtet Dr. Giovanni Rallo von der Universität Pisa in *National Geographic*. „In der Vergangenheit waren die wichtigsten Anbauprodukte Gemüse oder Getreide, die man mit wenig zusätzlicher Wasserzufuhr weitgehend mithilfe des Regens anbauen konnte. Aber es gab eine Intensivierung der Landwirtschaft mit höherem Wasserbedarf.“ Und Francesca Polistina berichtet in der *Süddeutschen Zeitung*: „Die Hälfte der europäischen Reisproduktion kommt aus Norditalien. Die Gegend gilt als größtes Reisanbaugebiet Europas. Etwa 4000 Unternehmen sind in der Branche tätig und exportorientiert. Die Firmen stellen nicht nur einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für die Gegend dar, sie haben auch die Landschaft geprägt. Eine Landschaft, die manche Touristen in Italien nicht erwarten würden – insbesondere im Frühjahr und Sommer werden die Felder durch ein ausgeklügeltes Bewässerungssystem geflutet.“ Und je heißer es ist, desto

mehr Wasser muss hier fließen. Ein Teufelskreis.

Eine ähnliche Kritik liest man in der Berliner taz in Bezug auf die jüngsten Waldbrände in Brandenburg: „Aber was in Brandenburg brannte, das war meist kein Wald. Es waren Forste, also Plantagen, industrielle Anlagen zur Produktion von Holz. Brandenburgs sogenannter Wald besteht heute zu 70 Prozent aus Kiefernforsten. Kiefern wachsen gerade und schnell: Man kann sie wunderbar in eine Säge schieben und aus ihnen Bretter schneiden; Bretter, die man sich dann vor den Kopf nageln kann. Was man mit einem Kiefernbrett vorm Kopf dann nicht mehr sieht: dass Kiefern den Boden aussaugen, bis der Grundwasserspiegel sinkt. Irgendwoher muss das schnelle Wachstum ja kommen. Kiefernforste bilden auch keine gute Umgebung für andere Pflanzen. Und sie machen den märkischen Sand noch trockener.“ Noch ein Teufelskreis. In der Schweiz hat sich indes der Wassergehalt der Böden aktuell wieder normalisiert, wie der Bodenfeuchte-Index von Meteo Schweiz vom 5. Juli erkennen lässt.

Der Naturwissenschaftler und vielfach ausgezeichnete Umweltschützer Josef Kowatsch von der Schwäbischen Alb nennt sechs menschliche Einflüsse auf den Wasserhaushalt der Böden (Näheres hier): moderne Agrarindustrie, moderne Waldwirtschaft, Verlust der Auen in Tälern, Städtebau, Straßenbau und wohlstandsbedingtes Absenken des Grundwasserspiegels. So haben Landwirte in den letzten Jahrzehnten ihre Wiesen und Äcker mit Sickerschläuchen und weitreichenden Drainagen trockengelegt. Hecken, Bäume, ganze Streuobstwiesen wurden entfernt und Unebenheiten (Buckelwiesen) aus der letzten Eiszeit beseitigt. Insbesondere die Umstellung auf Monokulturen wie den Maisanbau für Biogasanlagen führen aufgrund des Herbizid-, Pestizid- und Kunstdüngereinsatzes zu einer nachhaltigen Zerstörung der oberen wasserspeichernden Humusschicht. Die heute zu sehenden „Betonackerböden“ lassen kaum noch Wasser durch. In den Wäldern „schlägt“ man das Holz nicht mehr, sondern man „erntet“ mit Großmaschinen, die den Boden verdichten und zudem breite Zufahrtstraßen mit Entwässerungsgräben benötigen. Gleichzeitig sind Wiesen und Feuchtauen verschwunden, die früher jede Siedlung umgaben. Stattdessen leiten ausbetonierte Bäche das Regenwasser schnell ab. Die Bebauung im vormals grünen Umland von Städten wächst seit Jahrzehnten. Siedlungsnamen zeigen: In Wohngebieten wie „Wasserstall“ gibt es kein stehendes Wasser mehr und im Baugebiet „Teich“ keine Teiche. Gemäß dem Versiegelungsflächenzähler machen Straßen und Häuser zusammen in Deutschland inzwischen etwa 15 % an der Gesamtfläche aus mit einer täglichen Zunahme von knapp 100 Hektar, und Straßen 5 %. Für andere Länder in Europa mag Ähnliches gelten. Eine Stadt bildet übrigens das negative Zentrum der Trockenlegung, denn dort ist es im Sommer 5-10° C heißer als im Umland („Urban Heat Island“), was diesem weitere Feuchte entzieht. Insgesamt sickert so immer weniger Regenwasser in die Tiefen, in denen das Grundwasser gespeichert ist. Zusätzlich holen wir unser Trink, Spül- und Bewässerungswasser von dort und legen den Bodenkörper unter uns weiter trocken.

Wohl jeder hat schon die seit Jahren sinkenden Wasserspiegel von Teichen

und Seen in seiner Umgebung beobachtet. Doch auch hier sind die Stimmen am lautesten, die das auf den Klimawandel schieben.

Fazit

Zu Beginn des Sommers häufen sich wieder Meldungen über Hitze, Trockenheit, Niedrigwasser und Waldbrände. Der Dürremonitor Deutschland weist für einen Streifen von Ostsachsen über Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen bis nach Nordrhein-Westfalen eine außergewöhnliche Dürre bis etwa 1,80 Meter Bodentiefe aus. Diese halte schon seit 2018 an, sagt Andreas Marx, Leiter des Deutschen Dürremonitors am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig am 22. Juni 2022 gegenüber der Süddeutschen Zeitung. Das sei ein Extremereignis. Der Klimaforscher warnt allerdings davor, die Lage zu dramatisieren. „Es ist verkehrt zu denken, das bleibe jetzt immer so“, sagt Marx. Eine Dürre sei genauso ein extremes Ereignis wie ein Hochwasser. Nur sei ein Hochwasser nach einigen Tagen wieder vorüber, während eine Dürre jahrelang anhalten könne. Gleichzeitig sei es aber auch falsch anzunehmen, dass tiefere Bodenschichten nicht extrem trocken sein könnten, wenn oben noch grünes Gras wachse. Eine echte Entspannung für die Dürre-Regionen dürfte sich laut Marx erst im Winter einstellen – wenn das Wetter passt. „Um eine Dürre im Gesamtboden aufzulösen, braucht man etwa ein halbes Jahr mit guten Voraussetzungen: wenig Frost, kontinuierliche Niederschläge und keine Hitzewelle im Frühjahr.“ 2021 habe sich so die Lage im Westen und Süden Deutschlands wieder verbessert.

Ob es einen klimatisch langfristigen Trend zu mehr Dürren in Mitteleuropa gibt, ist derzeit unklar. Mit einer Analyse der europäischen Dürregeschichte und der Wetterdaten der letzten 150 Jahre wurde in diesem Beitrag aber gezeigt, dass die menschlichen CO2-Emissionen kaum zur Austrocknung der Böden beitragen können. Es fällt nicht weniger Regen als früher, und auch nicht anders verteilt. Vielmehr sind es menschgemachte Boden- und Landschaftsveränderungen, die den Regen schneller über die Flüsse in die Meere leiten und so den Grundwasserspiegel senken. Dies beschleunigt nicht nur bei Regenmangel die Austrocknung der Böden und die weitere Erhitzung der Luft, sondern lässt auch bei Regenüberschuss die Flusspegel schneller anschwellen, wie gerade ein Abschlussbericht zum Ahrtal-Hochwasser gezeigt hat.

Zitierte Fachliteratur:

[[1]] Wetter, O., Pfister, C., Werner, J.P. *et al.* The year-long unprecedented European heat and drought of 1540 – a worst case. *Climatic Change* **125,** 349–363 (2014). https://doi.org/10.1007/s10584-014-1184-2

[[2]] Büntgen, U., Urban, O., Krusic, P.J. *et al.* Recent European drought extremes beyond Common Era background variability. *Nature Geoscience* **14,** 190–196 (2021). https://doi.org/10.1038/s41561-021-00698-0

[[3]] Ionita, M., Dima, M., Nagavciuc, V. *et al.* Past megadroughts in central Europe were longer, more severe and less warm than modern droughts. *Nature Commununications: Earth and Environment* **2,** 61 (2021). https://doi.org/10.1038/s43247-021-00130-w

[[4]]Vicente-Serrano, S. M., Domínguez-Castro, F., Murphy, C. et al. Long-term variability and trends in meteorological droughts in Western Europe (1851–2018). *International Journal of Climatology* **41**, E690-E717 (2021) https://doi.org/10.1002/joc.6719

[[5]] Müller-Plath, G., Lüdecke, H. J. & Lüning, S. Long-distance air pressure differences correlate with European rain. *Nature Scientific Reports* **12,** 10191 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-14028-w