

Ausnahmeserie zu warmer Monate beendet

Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

März

Die Witterung zeigte im März 2019 einen gänzlich anderen Charakter als im Vormonat. Tiefdruckgebiete führten in rascher Folge vom Atlantik her vor allem feuchte und meist sehr milde Luft heran. Ihre Starkwindfelder erfassten immer wieder Mitteleuropa und führten hier zu einer außergewöhnlichen Sturmserie. Ende der zweiten Dekade übernahmen dann wieder die Hochdruckgebiete das Wettergeschehen. Sie brachten abwechselnd warme oder etwas kühlere, aber meist trockene Luft. Insgesamt verlief der März deutlich zu mild und niederschlagsreich bei ausgeglichener Sonnenscheindauer.

Der Monatsanfang war durch eine starke Zunahme von tiefem Luftdruck bestimmt, so dass kräftige Tiefausläufer für Regen sorgten. Bis kurz nach der Monatsmitte war schon in weiten Teilen Bayerns das übliche Monatssoll des Niederschlags erreicht (DWD 2019). Zur Monatsmitte gab es Starkniederschläge im Bayerischen Wald (DWD-Station Schöfweg 15.3.: 91 l/m², WKS Mitterfels 15.+16.03. 84 l/m²). Gleichzeitig war es stürmisch. Die Sturmtiefs »Bennet« und »Eberhard« brachten am 4. und 10. März schwere Sturmböen von 90 bis über 100 km/h, so dass es zu Windwurf und -bruch in den Wäldern kam (DWD 2019). Die Lufttemperatur lag über dem langjährigen Mittel, auch die Nächte waren frostfrei. Zu Beginn der dritten Monatsdekade beherrschten meist Hochdruckgebiete das Wetter. Wenn es in klaren Nächten zu Frost kam, dann nur leicht ($\geq -5^\circ\text{C}$). Zwischen dem 15. und dem 20. März begann mit der Blüte der Forsythie der Vorfrühling, die Vegetation war dem Mittel der letzten 30 Jahre rund

eine Woche voraus. Bei den sieben Schwerpunkt-Waldklimastationen mit Messung der Bodenfeuchte befanden sich die Laubwaldstandorte im Verlauf des Monats im Bereich der Sättigung, da wegen der fehlenden Belaubung noch keine Transpiration stattfand. In Würzburg lag der Füllungsgrad des pflanzenverfügbaren Wassers mit 50 % zu Monatsanfang niedrig, stieg dann aber bis Monatsende auf 60 % an. Die Fichtenstandorte zeigten durch die zunehmende Transpiration ab Monatsmitte einen abnehmenden Wassergehalt, waren aber weiterhin ausreichend mit Wasser versorgt.

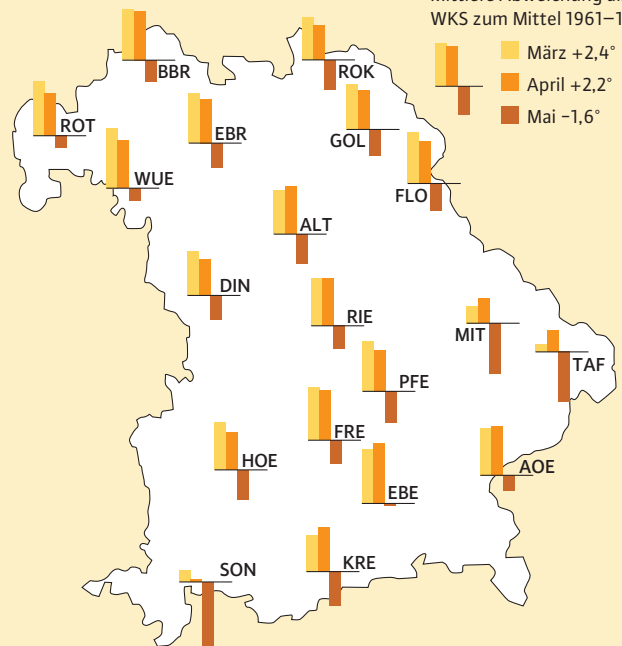
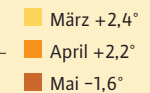
Der März 2019 war mit 5,9 °C 3,0 Grad (WKS +2,4°) wärmer als das langjährige Mittel und damit seit 1881 der 10.wärmste März in Bayern. In 139 Jahren war er mit 72,1 l/m² bayernweit einer der feuchteren Märzmonate, mit +15 % (WKS +23%) gegenüber dem langjährigen Mittel 1961–90. Südlich der Donau fiel –20 % zum langjährigen Mittel, während der Norden mit +17 % deutlich mehr Niederschlag abbekam, wobei nördlich im Bereich des Altmühltals die Regenmengen unterdurchschnittlich blieben. Mit 144,3 Sonnenstunden war er der 20.sonnigste März seit 1951, also rund ein Fünftel (+21%) sonnenscheinreicher als 1961–90.

April

Im April dominierte Hochdruckeinfluss, der mit östlicher oder südlicher Strömung warme kontinentale Luftmassen herbeiführte. So gab es längeren Sonnenschein, kalte Nächte und zeitweise sommerliche Lufttemperaturen. Tiefausläufer streiften Bayern zunächst nur selten. Und es blieb sehr trocken, bis eine Kaltfront in den letzten Apriltagen flächendeckend für Niederschlag sorgte.

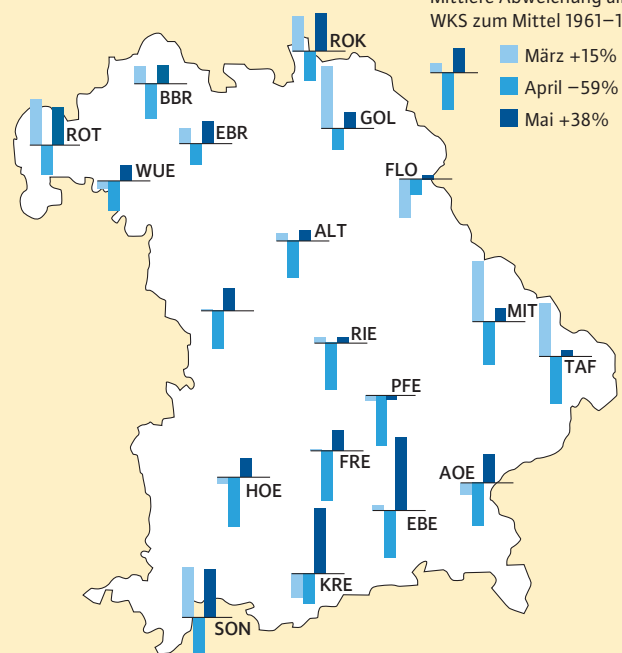
Temperatur

Mittlere Abweichung aller WKS zum Mittel 1961–1990

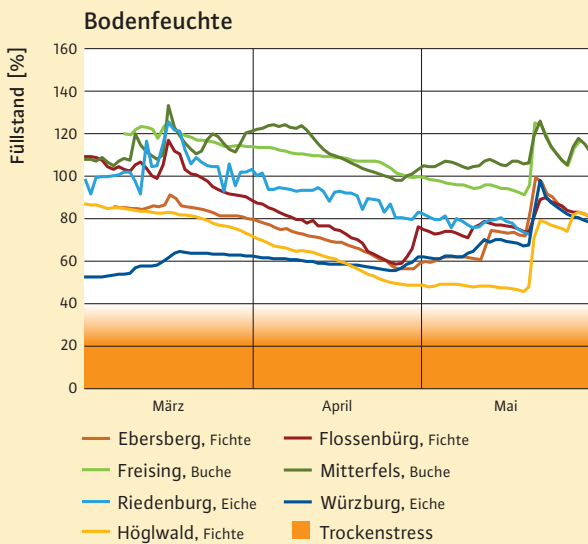


Niederschlag

Mittlere Abweichung aller WKS zum Mittel 1961–1990



1 Prozentuale Abweichung des Niederschlags bzw. absolute Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel 1961–1990 an den Waldklimastationen



2 Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität

Waldklimastationen	Höhe ü.NN [m]	März		April		Mai	
		Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]
Altdorf (ALT)	406	5,6	66,1	9,7	25,4	10,2	96,4
Altötting (AOE)	415	5,9	51,2	10,1	22,9	10,8	154,8
Bad Brückenau (BBR)	812	3,2	94,3	7,0	34,3	7,9	117,1
Berchtesgaden (BER)	1500	–	–	–	–	–	–
Dinkelsbühl (DIN)	468	4,8	51,7	8,4	20,3	9,4	83,0
Ebersberg (EBE)	540	5,3	53,6	9,0	17,4	9,8	218,6
Ebrach (EBR)	410	5,8	76,7	9,4	38,6	9,8	95,0
Flossenbürg (FLO)	840	3,1	22,5	7,0	43,6	7,8	83,4
Freising (FRE)	508	6,0	45,4	10,0	11,6	10,5	120,3
Goldkronach (GOL)	800	2,7	160,0	6,7	47,0	7,7	95,5
Höglwald (HOE)	545	6,0	46,8	9,5	14,7	10,3	130,0
Kreuth (KRE)	1100	2,8	76,6	6,0	76,5	6,0	354,4
Mitterfels (MIT)	1025	2,0	191,0	6,6	26,4	6,5	147,2
Pfeffenhausen (PFE)	492	6,0	45,8	9,7	12,2	10,6	78,4
Riedenburg (RIE)	475	5,1	43,7	9,4	11,9	10,0	68,7
Rothenkirchen (ROK)	670	3,0	115,4	6,7	38,7	7,7	114,1
Rothenbuch (ROT)	470	5,7	154,1	8,8	38,7	10,0	126,6
Sonthofen (SON)	1170	2,2	190,9	4,9	58,1	5,3	381,0
Taferluck (TAF)	770	1,7	166,2	6,7	17,4	7,6	104,4
Würzburg (WUE)	330	7,2	43,8	10,4	28,0	11,3	76,6

3 Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferluck

In der ersten Monatshälfte gab es zwei markante Kaltlufteinbrüche, zum einen am 4./5. April, im Chiemgau fiel die Lufttemperatur sogar um 10°, zum anderen etwas länger anhaltend vom 11. bis 14. April (DWD 2019). Bodennah kam es bei letzterer Periode sogar zu mäßigem Frost (–5 bis –10 °C), so dass es an der schon blühenden Kirsche zu Frostschäden kam. Im Laufe der Karwoche stiegen die Temperaturen an und erreichten zu Ostern sommerliches Niveau mit >25 °C. Der April war zunächst noch trockener als vor einem Jahr. Bis zum 26. fielen bayernweit nur 10 l/m², wobei schon nördlich der Donau die Regenmenge verbreitet unter 5 l/m² blieb. In Franken fielen damit bis zum 25. April weniger als 10% des Monatsfalls. Die Böden wurden damit für die Jahreszeit ungewöhnlich stark ausgetrocknet.

Da die Trockenheit auch deutschlandweit vorherrschte und zur gleichen Zeit in Brandenburg fast 40 Waldbrände gemeldet wurden, gab es nach den Erfahrungen des Vorjahres ein großes Presseecho mit der Befürchtung, dass sich die Trockenperiode des letzten Jahres, die mit einer Rekordwärme und Niederschlagsarmut im April und Mai begonnen hatte, sich auch heuer wiederholen könnte. Angrenzend im Norden brach in Thüringen zu Ostern an der Bleilochtalsperre ein 13 ha großer Waldbrand im Laubwald vermutlich durch Brandstiftung aus. Der Höhepunkt der Waldbrandgefahr in Bayern wurde flächendeckend mit der zweithöchsten Waldbrandwarnstufe am 22. April erreicht. In den Landkreisen Roth und Eichstätt wurde die höchste Waldbrandstufe erreicht. Am 24. April leitete eine Kaltfront einen wechselhaften Witterungsabschnitt ein, der eine deutliche Entspannung der Trockenheit mit flächendeckendem Regen von

15 bis 30 l/m² brachte. Die Böden wurden wieder angefeuchtet und die Waldbrandgefahr sank rasch. Der zeitliche Vorsprung in der phänologischen Entwicklung von rund einer Woche blieb durch die warme Witterung ab der Monatsmitte bestehen. Während des trockenen Aprils nahmen die Wassergehalte ab, aber nur bis knapp vor Ende des Monats, da dann durch die einsetzenden Niederschläge sich die Gehalte entweder stabilisierten oder vereinzelt wie in Flossenbürg auch einen deutlichen Anstieg zeigten. Wie auch Wasserhaushaltsmodellierungen an den übrigen Waldklimastationen zeigten (LWF 2019), erhöhte sich dadurch der Füllstand der Wasserspeicher in den Waldböden, war teilweise aber noch geringer als im langjährigen Mittel, trotzdem aber ausreichend bis gut.

Die Lufttemperatur fiel im April 2,5 Grad (WKS +2,2°) wärmer als normal aus. Er war damit der 14.wärmste April in 139 Jahren. Der April war nicht nur in Bayern, sondern auch in Deutschland der 13. Monat in Folge, der wärmer als das langjährige Mittel ausfiel. Eine solche Dauer wurde seit dem Beginn flächenhafter Wetteraufzeichnungen 1881 in Deutschland noch nie gemessen und ist ein weiterer Hinweis auf die schon ablaufende Klimaerwärmung. In Bayern erreichte der Niederschlag mit 32,1 l/m² weniger als die Hälfte des langjährigen Mittels. Der Süden verzeichnete bis auf die Alpen relativ deutlich weniger Niederschlag als der Norden, Gleichzeitig schien die Sonne 41% mehr als im langjährigen Mittel, der 7.sonngigste April seit 1951. Global war 2019 sogar nach 2016 der 2.wärmste April. Die Globaltemperatur lag um 0,62 K über dem Mittel der Aprilmonate von 1981–2010 (C3S/ECMWF 2019).

Mai

Nachdem der Sommer heuer bereits im April ein Gastspiel gegeben hatte, schlug der Mai eine völlig andere Richtung ein. Nach 13 überdurchschnittlich warmen Monaten in Folge war er der erste Monat, der im Vergleich zum langjährigen Mittel seit dem März 2018 zu kühl ausfiel. Beim Regen gab es heuer ein »Zuviel« statt ein »Zuwenig«: Im südlichen Alpenvorland und in den Alpen fielen 200–300 l/m², vereinzelt sogar über 400 l/m², in den anderen Regionen fiel die Regenmenge geringer aus, aber war immer noch willkommen, um die Böden weiter aufzufüllen. In der ersten Monatshälfte wehte immer wieder kühle Luft von Nordwesten und Norden heran. Hoher Luftdruck brachte an

manchen Tagen sonniges Wetter, aber auch nochmals verbreitet Nachtfroste. Durch die kühlen Lufttemperaturen kam die bereits weit fortgeschrittene Vegetationsentwicklung wieder ins Stocken. Ansonsten sorgten Tiefdruckgebiete für reichlich Niederschlag, der sogar teilweise als Schnee fiel. Der ungemütliche Maianfang wurde durch einen ausgeprägten Tiefdruckwirbel über dem Nordatlantik verursacht. Ab dem 19. Mai sorgte das Tief Axel mit seiner Lage über Tschechien für intensive Niederschläge in Deutschland und auch in Bayern. Entgegen dem Uhrzeigersinn führte es Regenmassen über die Mitte Deutschlands nach Bayern mit einer großen Niederschlagschleppe hinein. Im Stau der Alpen regnete es besonders in-

tensiv. Hier wurden sintflutartiger Dauerregen mit täglichen Regenmengen von teilweise über 100 l/m² erreicht. Innerhalb von zwei Tagen (20./21.5.) kamen so an der WKS Sonthofen 160 l/m², an der WKS Kreuth 137 l/m² und auch weiter nördlich im Vorland an der WKS Ebersberg 123 l/m² zusammen. Als nationaler Spitzenwert wurde in Balderschwang im Oberallgäu 220 l/m² gemessen. Kein Wunder, dass zahlreiche Gebirgsbäche und südliche Zuflüsse zur Donau über ihre Ufer traten. Am 21. Mai tobten vor allem in Oberfranken schwere Gewitter. In Wirsberg, nördlich von Bayreuth, filmte die Feuerwehr während einem ihrer Einsätze sogar einen kleinen Tornado. In den bayerischen Mittelgebirgen gab es hohe Regenmengen, aber es gab auch kleinere Ge-

biete in Bayern wie die südliche Oberpfalz, die nur Regenmengen von 30–50 l/m² im gesamten Mai erhielten. Bei der Bodenfeuchte hielt sich das Niveau in der ersten Maihälfte bei kleineren Anstiegen, bis dann durch die starken Dauerregen die Wassergehalte stark anstiegen. An vier von sieben Waldklimastationen wurde der Sättigungsbereich erreicht und teilweise auch überschritten. Selbst in Würzburg stieg der Füllungsgrad auf rund 80 %, so dass auch hier von einer sehr guten Wasserversorgung ausgegangen werden kann. Der Füllungsgrad zu Beginn des Sommers ist damit nahezu optimal.

In Bayern betrug die Temperaturabweichung im Mai 2019 mit 10,2 °C –1,5 Grad und es wurden +44 % mehr Niederschlag (130 l/m²) als üblich gemessen (Rang 11 der nassen Mai-Monate seit 1881). Die Sonne schien mit rund 160 h 17% weniger als normal.

Niedrige Grundwasserstände und aktuelle Bodenfeuchte

Viele Grundwasserpegel zeigen heuer immer noch einen sehr niedrigen Stand, wie Kollegen vom Landesamt für Umwelt in Hof berichten, was vereinzelt im April als Beleg für die Trockenheit der Böden herangezogen wurde. Aus den niedrigen Grundwasserständen kann aber nicht auf die aktuelle Bodenfeuchte bei Böden ohne Grundwasseranschluss geschlossen werden, da selbst oberflächennähere Grundwasserpegel gegenüber dem Boden eine Zeitverzögerung der Füllungsstände aufweisen. Eine stärkere Erneuerung des Grundwassers findet erst statt, wenn der Boden über dem Wert der Feldkapazität gefüllt ist, typischerweise meist im Winterhalbjahr. Die Feldkapazität eines Bodens, gleichzeitig die obere Grenze der nutzbaren Feldkapazität, ist definiert als die Wassermenge, die der Boden nach vollständiger Sättigung nach 2 bis 3 Tagen noch gegen die Schwerkraft durch seine Porenverteilung halten kann. Fällt mehr Regen, bewegt sich also der Wassergehalt über die Feldkapazität Richtung Sättigung (100% der Poren gefüllt), versickert dieses Wasser dann der Schwerkraft folgend ins Grundwasser und trägt damit zur Grundwasserneubildung bei. Die nutzbare Feldkapazität im Boden ist definiert als die Wassermenge zwischen Feldkapazität und per-

manentem Welkepunkt, letzterer definiert als der Wassergehalt im Boden, ab dem Pflanzen irreversibel welken, d.h. das Wasser ist nicht mehr pflanzenverfügbar. Dies bedeutet, auch selbst wenn die nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum vollständig gefüllt ist, findet noch keine nennenswerte Grundwasserneubildung statt. Als Faustformel kann man darüber hinaus davon ausgehen, dass die Bäume solange ausreichend bis gut mit Wasser versorgt sind, solange die im Boden gespeicherte Wassermenge über 40% der nutzbaren Feldkapazität liegt. Durch die langanhaltende Trockenheit 2018 sind die Grundwasserleiter stark beansprucht worden und die in den letzten Jahren meist niedrigen Grundwasserstände weisen daneben noch auch auf eine schon längerfristige niedrige Grundwasserneubildung hin, verursacht durch die in den letzten Jahren tendenziell zurückgehenden Winterniederschläge. Damit ist der aktuell niedrige Grundwasserstand aber kein Indikator für die aktuelle Bodenfeuchte und ersetzt keine Messungen der Bodenfeuchte oder aktuelle Wasserhaushaltsmodellierungen.

Lothar Zimmermann

www.nid.bayern.de/grundwasser

Frühjahr

Das Frühjahr 2019 war mit 8,5 °C in Bayern trotz des kalten Mais überdurchschnittlich warm, 1,3 Grad wärmer im Mittel 1961–90. Damit erreichte das Frühjahr heuer nur Platz 28 der wärmsten Frühjahre seit 1881. Mit 234 l/m² fiel rund 5 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Die Sonnenscheindauer lag mit 520 Stunden 12 % über der Norm (Platz 23 der sonnigen Frühjahre seit 1951 in Bayern).

Literatur

DWD (2018): Monatlicher Klimastatus Deutschland März + April 2019. www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html

C3S/ECMWF Reanalysedaten #ERA5 (2019): <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-april-2019>

LWF (2019): Wasserversorgung der Wälder zum Start der Vegetationsperiode 2019. <https://www.lwf.bayern.de/boden-klima/umweltmonitoring/218148/index.php>

Autoren

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Kontakt: Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de, Stephan.Raspe@lwf.bayern.de

Porenäquivalentdurchmesser [µm]	Saugspannung [bar]	Bindungsformen des Bodenwassers		Speicherkapazität		Gesamtporenraum (=Sättigung)
>50	<0,06	Schnell beweglich	Sickerwasser	Luftkapazität		
50–10	0,06–0,3	Langsam beweglich		nutzbare Feldkapazität	Feldkapazität	
10–0,2	0,3–15	Mittelporen	Haftwasser			
<0,2	>15	Feinporen		Totwasser		

Größen der Bodenwasserspeicherung