

Jahrhundertssommer Nr. 3

Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

Juni

Noch im März verabschiedete sich der Winter mit Schnee und Dauerfrost und ging dann scheinbar nahtlos im April und Mai in den Sommer über. Beide Frühlingsmonate wiesen neue monatliche Temperaturrekorde auf! Und diese heiß-trockene Witterung setzte sich im Juni fort.

Bei geringen Luftdruckgegensätzen blieb es sonnig und warm. In der feucht-warmen Luftmasse bildeten sich in der ersten Monatsdekade oft Gewitter, örtlich verbunden mit Hagel und Starkregen (DWD 2018). Die Gewitter brachten aber nur örtlich eine Entspannung von der schon aus den beiden Vormonaten herrührenden Trockenheit. Von der Donau bis nach Oberfranken war es sehr trocken, während es im Osten Bayerns niederschlagsreicher war.

Pünktlich zur Schafskälte brachte kühlere Meeresluft flächendeckend Niederschlag (11. bis 13. Juni) mit Tageswerten im Alpenvorland und im Bayerischen Wald am 12. Juni von über 100 l/m². An der Waldklimastation (WKS) Pfeffenhausen wurde als Spitzenwert in diesem Zeitraum 63,2 l/m² gemessen. Auch die gemessenen Bodenfeuchten an den Schwerpunkt-Waldklimastationen bildeten die Erholung durch die Niederschläge ab. Besonders deutlich erholte sich der Bodenwasservorrat auf der WKS Flossenbürg, wo die Fichten einen kritischen Trockenstressbereich schon Ende Mai erreichten. Allerdings »rauschte« er zum Monatsende wieder in den Trockenstressbereich. Auch die Eichen an der WKS Würzburg erreichten den Trockenstressbereich in der letzten Junidekade. Hochs und Tiefs wechselten sich ab, bis ein stabiles Hochdruckgebiet über Nordeuropa wieder für sonniges, trockenes und heißes

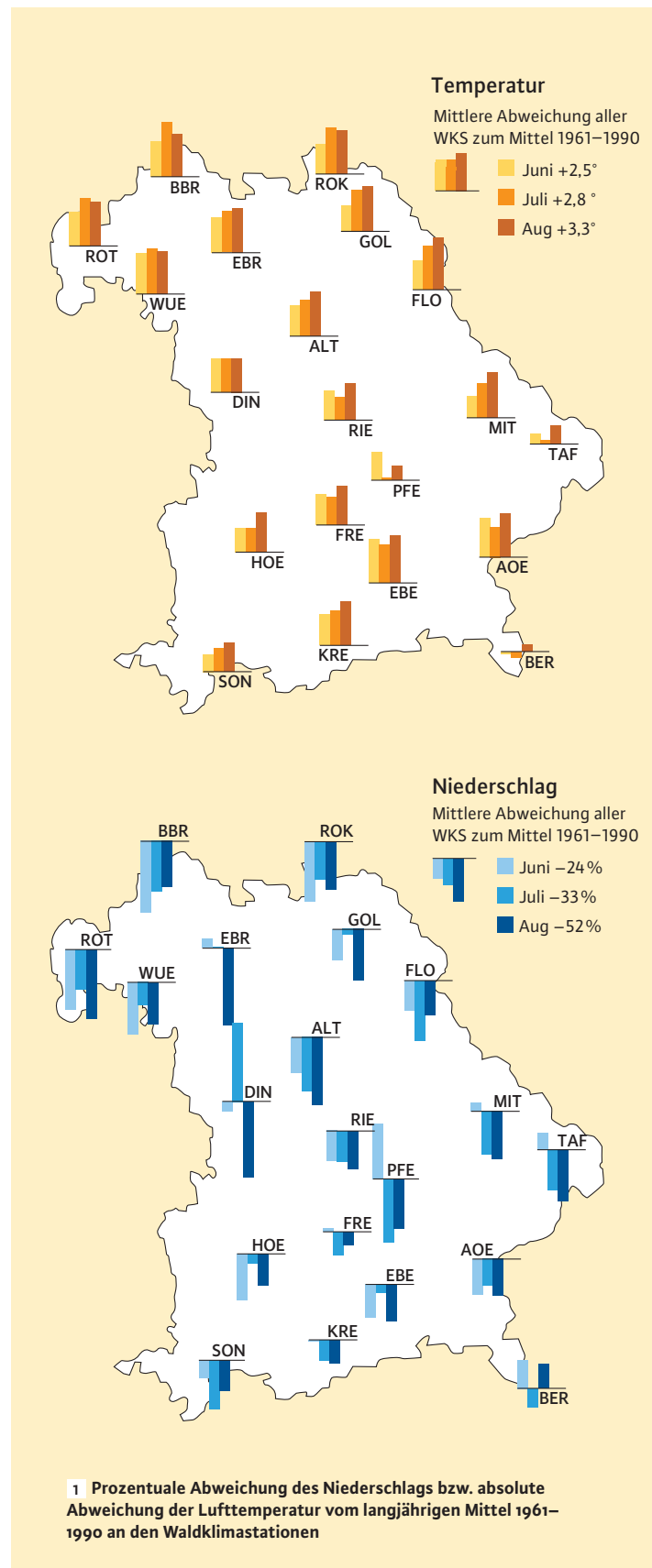
Sommerwetter sorgte. Der Vegetationsvorsprung von gut zwei Wochen hielt bei diesen heißen Bedingungen. Am 28. Juni brachte ein Tief in Südbayern weiteren Niederschlag, sichtbar auch an einer kleinen Erhöhung des Bodenwasservorrats an den Waldklimastationen Höglwald und Ebersberg.

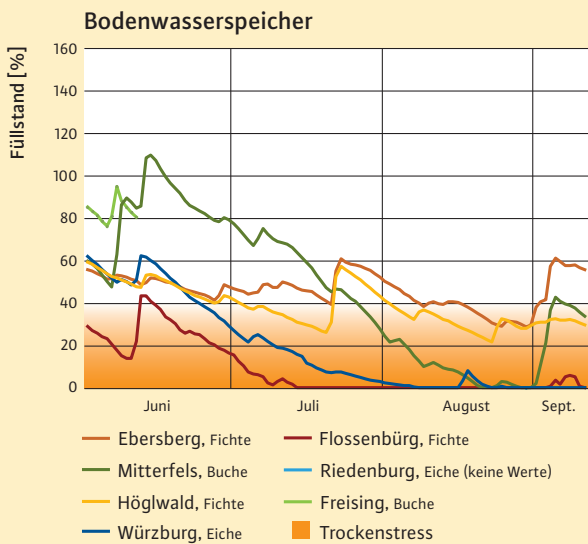
Insgesamt fiel der Juni zu warm aus (+2,5 Grad im Vergleich zu 1961–90). Damit war er der neuntwärmste Juni in Bayern seit 1881. Gleichzeitig war es mit knapp 82 l/m² landesweit niederschlagsarm (-27% im Vergleich zu 1961–90, an den Waldklimastationen -24% mit 95 l/m²). Die geringsten relativen Niederschläge mit weniger als 25% des langjährigen Niederschlags fielen bei Donauwörth, im südlichen Steigerwald, am unteren Main und in Oberfranken bei Bamberg. Durch den hohen Anteil von Gewitterniederschlägen konnte es auf kurzer Distanz sehr große Unterschiede geben. Der Sonnenschein fiel mit 226 Stunden höher als im langjährigen Mittel (+13%) aus.

Juli

Im Juli hielt die stabile Wetterlage an. Es wurde weiterhin sehr heiße und trockene Luft aus Südosten herangeführt. Der Juli war daher heiß, sonnig und trocken. Er setzte die Serie der deutlich zu trockenem und zu warmen Monate seit April fort. Im letzten Julidrittel kam es bis in erste Augustdekade hinein zu einer Hitzewelle mit mehreren »heißen« Tagen ($T_{max} > 30\text{ °C}$) und Tropennächten (T_{min} zwischen 18 bis 6 Uhr UTC $> 20\text{ °C}$) in Folge.

Im Juli dominierten kräftige Hochdruckgebiete, wobei es auch immer wieder zum Durchzug einzelner Tiefs kam (DWD 2018). Anfang des Monats sorgte ein Tief für eine Luftmassen-





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

Waldklimastationen	Höhe ü.NN [m]	Juni		Juli		August	
		Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]
Altdorf (ALT)	406	17,8	53,2	19,9	28,3	20,3	13,4
Altötting (AOE)	415	18,2	80,7	19,3	79,5	20,1	70,7
Bad Brückenau (BBR)	812	15,2	12,3	18,7	37,6	17,6	40,3
Berchtesgaden (BER)	1500	9,1	223,8	11,1	127,9	12,1	215,1
Dinkelsbühl (DIN)	468	16,9	62,5	18,7	117,4	18,6	4,2
Ebersberg (EBE)	540	16,6	75,0	18,3	110,0	18,8	65,2
Ebrach (EBR)	410	17,5	95,8	19,8	66,0	19,8	2,7
Flossenbürg (FLO)	840	15,0	55,0	18,0	21,3	18,6	45,5
Freising (FRE)	508	17,5	112,8	19,2	72,7	19,9	81,6
Goldkronach (GOL)	800	14,6	59,3	17,7	81,6	17,8	31,5
Höglwald (HOE)	545	17,3	51,8	19,2	92,8	19,9	65,3
Kreuth (KRE)	1100	13,7	203,5	16,3	161,9	17,2	155,9
Mitterfels (MIT)	1025	13,8	154,3	16,4	58,3	17,1	57,7
Pfeffenhausen (PFE)	492	17,9	175,1	17,4	20,3	17,7	34,9
Riedenburg (RIE)	475	16,9	51,5	18,3	42,9	19,2	38,3
Rothkirchen (ROK)	670	15,0	22,3	18,0	40,0	17,6	33,4
Rothbuch (ROT)	470	16,7	23,5	19,7	35,6	19,2	11,2
Sonthofen (SON)	1170	13,2	213,7	15,8	105,0	16,0	159,2
Taferlruck (TAF)	770	14,3	142,2	15,4	57,9	16,2	40,9
Würzburg (WUE)	330	18,7	28,2	20,8	43,4	20,4	30,8

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

grenze in Deutschland. Im Norden unter Hochdruck gab es heiß-trockene Luft, während im Süden feuchte, labil geschichtete Luft für heftige Gewitter mit Starkniederschlägen sorgte. Dazu passend gab es Hagel-Meldungen aus Ober- und Niederbayern am 4. Juli. Aber auch am Tag danach kam es weiter nördlich, in Unter- und Mittelfranken, zu Starkniederschlägen mit 70–90 l/m². Am Tag drauf meldete der Südosten Niederschlagsmengen bis 90 l/m². Während dieser beiden Tage fielen im Alpenraum Starkniederschläge mit bis zu 40 l/m² täglich (DWD 2018). An der WKS Kreuth wurde als Spitzenwert aller Waldklimastationen an diesen Tagen 51,7 l/m² registriert. Zur Monatsmitte führten Hochdruckgebiete und Tiefdruckrinnen, die von Frankreich langsam Richtung Polen zogen, wieder sehr heiße, zu Gewittern neigende Luft mit sich. Am 21./22. Juli regnete es dann flächendeckend. Vor allem in Schwaben, und dann im gesamten Alpenvorland bis zu den Alpen hin linderte ergiebiger Regen die Trockenheit. Danach setzte sich erneut trockenes und zunehmend heißes Wetter durch. Ab dem 24. Juli wurden an vielen Waldklimastationen Lufttemperaturen über 30 °C gemessen. Höhepunkt waren Temperaturen über 35 °C am Monatsende, so dass sich die Trockenheit während dieser Hitzewelle wieder deutlich verschärfte. Vor allem in Nordbayern herrschten häufig die beiden höchsten Waldbrandgefahrenstufen (DWD 2018). Der Bodenwasserspeicher nahm an der WKS Flossenbürg im Oberpfälzer Wald kontinuierlich ab, bis er Mitte des Monats vollkommen erschöpft war. Auch an der WKS Würzburg nahm er bis Ende Juli fast auf null ab. Durch die besonders im Süden ergiebigen Niederschläge am Beginn der letzten Juli-

dekade erholte sich der Bodenwasservorrat an der WKS Höglwald und der WKS Ebersberg deutlich. Die Buchen an der WKS Mitterfels im Vorderen Bayerischen Wald profitierten davon kaum. Hier erreichte der Bodenwasservorrat auch gegen Monatsende den Trockenstressbereich.

Der Juli 2018 ist mit 2,9 Grad (an den WKS 2,8°) über »Normal« der siebtärmste Juli seit 1881, wobei Bayern noch das kühlfte Bundesland war. In Deutschland landet er mit dem Juli 2010 auf Platz 4 (DWD 2018). Gleichzeitig war er sehr niederschlagsarm (-40 %) und wies mit 292 Stunden eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer (+32 %) auf. Er war damit der sechstsonnigste Juli seit 1951. An den Waldklimastationen erreichte der Niederschlag -33 % vom langjährigen Mittel, wobei die Mitte Bayern bis in den Großraum München relativ mehr Niederschlag abbekam. Besonders trocken (< -75%) war es in Mittelfranken und im Gäuboden.

August

Auch dieser Monat setzte die Serie der zu warmen, zu trockenen und sehr sonnigen Monate seit April fort. Wie im Vormonat wechselte sich Hochdruckeinfluss mit dem Durchzug von Tiefs oder ihren Ausläufern ab. Die mehrheitlich konvektiven Niederschläge sorgten wieder für eine hohe räumliche Variabilität der Regenmengen, konnten aber die in weiten Teilen seit Monaten bestehende Trockenheit nicht beenden.

Im August setzte sich die intensive Hitzeperiode aus der letzten Julidekade zunächst fort, so dass auch die Waldbrandgefahr hoch blieb. In den Bayerischen Alpen wurden zwei Waldbrände (bei Oberau und am Königssee) gemeldet. Außer dem südlichen Alpenvorland

hielt damit die markante Trockenheit an. Die Vegetation hielt weiterhin ihren Vorsprung von knapp drei Wochen: Am 3. August läutet die Fruchtreife des Schwarzen Holunders den phänologischen Frühherbst ein, 19 Tage früher als im langjährigen

Mittel von 1992–2017. Am 9., 10. und 13. August dämpfte vor allem im Süden und Südosten ergiebiger Regen die Trockenheit, in Franken blieben die Mengen hingegen gering. Anschließend setzte sich bei anhaltender Trockenheit wieder hochsom-

merlich heiße Luft durch. Am 24. August beendete eine Kaltfront kurzzeitig die Hitzewelle. Am 26. August fiel sogar die Schneefallgrenze in den Alpen kurzzeitig unter 1.000 m ü.NN. Die Niederschlagsmengen konnten aber nur punktuell für eine kurze Entspannung der Wasserknappheit sorgen. Bis zur Mitte der letzten Augustwoche führte subtropische Luft wieder zu einem Temperaturanstieg mit hochsommerlichen Werten zwischen 28 und 31 °C. In den letzten beiden Augusttagen zog eine Kaltfront über Bayern. Die Höchsttemperaturen sanken vorübergehend unter 20 °C. Ergiebige Niederschläge fielen nur im alpennahen Vorland (DWD 2018). An den südlichen Waldklimastationen Höglwald und Ebersberg erholten sich zu Monatsende die Bodenwasservorräte wieder und verließen den Trockenstressbereich < 40 %, während die nordbayerischen Stationen Würzburg und Flossenbürg in der Erschöpfung des Bodenwasservorrats verharren, ebenso wie die niederbayerische WKS Mitterfels.

Auch der August stellte einen neuen Wärmerekord auf: Mit 19,9 °C waren es +3,9 Grad mehr zum langjährigen Mittel 1961–90 (an den Waldklimastationen +3,3°). Wärmer war es in Bayern seit 1881 nur 2015 (20,2 °C) und 2003 (21,3 °C). Bayernweit fielen nur 58,9 l/m², das sind –42 % zu 1961–90, an den Waldklimastationen –52 % mit 60 l/m²). Mit 262 Sonnenscheinstunden schien die Sonne ein Drittel länger als normal und belegte damit Platz 4 seit 1951 hinter 1953, 1962 und 2003.

Sommer

Der Sommer 2018 war mit 18,9 °C der drittwärmste Sommer in Bayern, knapp hinter 2015 (19,0 °C), wobei es 2003 mit 20,1 °C noch 1,2° wärmer war. Gleichzeitig war er aber nur der siebtrockenste Sommer (–36 % zu 1961–90), 2015 und 2003 waren niederschlagsärmer. Zieht man jedoch noch die Monate April und Mai hinzu als Teil einer sich auch immer mehr verfrühenden Vegetationszeit, war es sogar der viertrockenste Zeitraum (April–August) mit –36 % weniger als im langjährigen Mittel, nur 1947 (–41 %), 1952 (–37 %), 1911 (–36,4 %) waren niederschlagsärmer. Gleichzeitig gab es für das Temperaturmittel für diesen Zeitraum auch einen neuen Wärmerekord sowohl für Bayern wie auch für ganz Deutschland (Imbery et al. 2018). Die Sonnenscheindauer lag mit 1.286 Stunden ein Drittel über der Norm, somit der sonnigste Zeitraum April bis August seit 1951 für Bayern mit rund 33 Sonnenstunden mehr als 2003. Bezogen auf die Sommermonate war 2018 mit 780 Stunden der zweitsonnigste Sommer, nur 2003 gab es noch 66 Sonnenstunden mehr. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass 2018 der dritte Ausnahmestommer in diesem Jahrhundert war und sich die Prognose, dass künftig solche Jahrhundertssommer, wie erstmals 2003, in diesem Jahrhundert durch den Klimawandel häufiger auftreten werden, früher als gedacht bewahrheitet. Ursächlich für die häufig blockierenden Hochs in Mitteleuropa ist der geringe Temperaturgegensatz zwischen unseren Breiten und der Arktis, hervorgerufen durch die überproportionale Erwärmung im Polarraum in den letzten Jahren.

Ist der Herbst dieses Jahr früher?

Mitte August schon wurde im Radio diese Frage von zahlreichen Hörern gestellt, die wegen des frühen Laubfalls und der braunen Blätter den Eindruck hatten, dass heuer der Herbst früh dran ist. Gefühlt mag das stimmen, da viele Bäume, besonders wenn sie exponiert an Straßen- oder Waldrändern stehen, Blätter abwerfen, um ihre Verdunstungsfläche zu reduzieren. Dieser frühzeitige Laubfall von trockenen, teils noch grünen, teils auch verwelkten, braunen Blättern unterscheidet sich jedoch vom herbstlichen Laubfall.

Im Herbst wird die Blattverfärbung bei den sommergrünen Bäumen durch den Abbau von Chlorophyll und seine Rückverlagerung ausgelöst. Das Chlorophyll wird zerlegt und in Stamm und Wurzel für die kommende Vegetationszeit abgespeichert. In den Blättern werden dadurch gelbe, orange und rote Farbstoffe sichtbar (Carotinoide, Xanthophylle, Anthocyane). Dieses Recycling von Stoffen direkt aus den Blättern ist für die Bäume günstiger als die Aufnahme von Mineralstoffen über die Wurzeln. Gründe für den herbstlichen Laubfall sind neben dem Schutz vor Erfrieren der Blätter auch wie beim vorzeitigen Laubfall der Schutz vor winterlicher Trockenheit (Frostschaden). Frostschaden entsteht, wenn die Pflanzen an sonnigen Wintertagen über die Blätter Wasser an die Atmosphäre abgeben, aber wegen des Frostes im Boden kein flüssiges Wasser aus dem Boden aufnehmen können. Daneben bietet der Laubfall aufgrund der ungünstigen Kronenarchitektur der sommergrünen Laubbäume Schutz vor Schneelast sowie Windbruch während herbstlicher und winterlicher Stürme.

Was steuert nun die herbstliche Blattverfärbung und Laubfall? Zum einen sind es sinkende Lufttemperaturen. Ein Kriterium bei phänologischen Modellen ist unter anderem, wenn das zehntägige gleitende Mittel der Lufttemperatur an fünf aufeinanderfolgenden Tagen unter 10 °C sinkt. Auch die abnehmende Tageslänge, die für eine geringere Strahlungsintensität verantwortlich ist und eventuell auch durch eine veränderte Wellenlängenverteilung für die Bildung bestimmter Phytohormone sorgt, spielt beim Laubfall eine Rolle. Manche Phytohormone steuern die Rückverlagerung der Stoffe in den Stamm, aber auch die Bildung von Abschlussgewebe an den Blattstielen. Ein solches Abschlussgewebe aus Kork kappt die Wasserversorgung zum Stamm hin und sorgt für eine Sollbruchstelle, so dass mit den Herbststürmen dann das Laub von den Bäumen gefegt wird. Somit ist der Herbst mehr durch den aktuellen Witterungsverlauf bei abnehmender Strahlungsintensität und Veränderungen in der Strahlungszusammensetzung getaktet.

Lothar Zimmermann



»Steigerwaldsteppe«, aufgenommen am 22. August 2018 bei Handthal/Steigerwald

Foto: A. Leyrer, AELF Schweinfurt

Literatur

DWD (2018): Monatlicher Klimastatus Deutschland Juni + Juli + August 2018. www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html
Imbery, F.; Friedrich, K.; Haeseler, S.; Koppe, C.; Janssen, W.; Bissoli, P. (2018): Vorläufiger Rückblick auf den Sommer 2018 – eine Bilanz extremer Wetterereignisse. www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180803_bericht_sommer2018.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Autoren

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