

Jänner bis Juni 2019: Meteorologischer Rückblick auf ein herausragendes Halbjahr an der Nordseite der Ostalpen

ALEXANDER RADLHERR

Organisation(en):

ZAMG – ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK, INNSBRUCK

ALEXANDER.RADLHERR@ZAMG.AC.AT

Abstract

Im Herbst 2018 wurden Teile der Alpensüdseite von einem markanten Mittelmeertief heimgesucht. Dieses herbstliche Mittelmeertief mit extremen Niederschlägen, in hohen Lagen der Süd- und Zentralalpen als Schnee, schuf bereits die ersten Voraussetzungen für ein markantes Hochwasserereignis unter anderem am Inn fast 8 Monate später. Es war zudem Anlass für wiederholte Warnungen der ZAMG vor Gefahr durch Starkniederschläge und Sturm. Dazwischen ereigneten sich ein alpenordseitig ausgesprochen schneereicher Jänner sowie ein nasskalter Mai. Im Jänner schuf eine persistente Nordwestströmung über den Alpen die Voraussetzungen für ergiebige Schneefälle, sodass gebietsweise die größten Neuschneesummen binnen zwei Wochen seit Aufzeichnungsbeginn registriert wurden. Die

Wiederholungszeiträume dieses Ereignisses sind dementsprechend groß. Im Mai brachte anhaltender Tiefdruckeinfluss über Mitteleuropa starke Temperaturabweichung nach unten und Niederschlagsabweichung nach oben, was die aufgrund der Vorgeschichte ohnehin schon großen Schneemengen im Gebirge weiter erhöhte. Bei diesen Ereignissen war zudem die ZAMG als verantwortliche Institution für Wetterwarnungen für das Staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement dementsprechend gefordert. Das diese meteorologisch turbulente Periode abschließende Hochwasserereignis wurde durch den heißesten Juni seit Aufzeichnungsbeginn in weiten Teilen des Ostalpenraumes verursacht.

Vorgeschichte

Die ersten Voraussetzungen für das letzte Ereignis in dieser Abfolge, nämlich ein markantes Hochwasser unter anderem am Inn im Juni 2019, wurde bereits acht Monate zuvor, im Oktober 2018, geschaffen. Hier entwickelte sich in der letzten Oktoberwoche ein Tiefdrucktrog, welcher über Westeuropa in den westlichen Mittelmeerraum vorstieß und dort die Genese eines durch große Druck- und Temperaturgegensätze geprägten Sekundärtiefs induzierte. Dieses führte in weiten Teilen der Alpen aufgrund von ausgeprägten Südstauwirkungen zu extremen Niederschlagsmengen und teils auch zu schadbringenden Windspitzen, Murgängen und Hochwässern in den entsprechenden Regionen inklusive (HD Tirol, 2020). Für diese Arbeit relevant sind aber ausschließlich die Neuschneemengen in Hochlagen der östlichen Zentralalpen, welche vor Eintreten des Ereignisses schon in der Vorhersage beachtlich waren (Abb.1). Die Schneefallgrenze lag während des Ereignisses im Norden, wo die Niederschläge weniger intensiv ausfielen, deutlich tiefer als südlich des Alpenhauptkammes. Hier fiel erst ab rund 2800 m Schnee. Am Ende des Ereignisses wurden folgende Schneehöhen gemessen: 119 cm am Corvatsch (2690 m,

Berninagruppe), 75 cm Pitztaler Gletscher (2852 m, Ötztaler Alpen), 160 cm Sonnblick (3109 m, Hohe Tauern).

Aufgrund der von MeteoSchweiz (2018) veröffentlichten großen Jährlichkeiten der Niederschläge im Oberengadin (50 bis 100 jährliches Ereignis) kann darauf geschlossen werden, dass in großen Höhen auch mitunter deutlich größere Neuschneemengen fielen, als die verfügbaren Messwerte suggerieren.

Der November gestaltete sich in weiten Teilen der Nord- und Zentralalpen trocken und mild, in den zuvor neuschneereichen Regionen hatte die teils mächtige Schneedecke aber mindestens ab rund 2500 m Bestand. Im Dezember folgten abwechslungsreiche und eher milde Wetterlagen oft aus dem Sektor West bis Nordwest, was zu überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen entlang und nördlich des Alpenhauptkammes führte.

Jänner 2019 – extrem viel Schnee

Bereits ab dem 25.12.2018 bildete sich langsam die Druckkonstellation aus, die anschließend für mehr als zwei Wochen Bestand haben sollte und für die anhaltende Nordwestströmung im Ostalpen-

raum sorgte (Radlherr 2019). So konnte sich vorderseitig einer Austrogung von Neufundland über den westlichen Nordatlantik, welche in Folge weiter Richtung Südosten abtropfte, ausgehend vom subtropischen Hochdruckgürtel ein mächtiger Hochdruckkeil in Richtung der Britischen Inseln aufwölben. Zwischen dessen Ostflanke und einem Tiefdruckkomplex über dem Baltikum wurde im Bereich des Jetstreams feuchte Luft von Nordwesten her gegen die Alpen gestaut. Abbildung 2 zeigt die Druckverteilung zu Beginn der Schneefallperiode. Die planetare Wellenzahl auf der Nordhemisphäre betrug zu diesem Zeitpunkt drei bis vier, was auf Stationarität der großskaligen Wellenbewegungen hinweist (Radlherr 2019).

So wurde durch stetig wiederkehrende Austrogungen von Neufundland auf den Nordatlantik der weit nach Norden reichende subtropische Hochdruckkeil regelmäßig regeneriert und Mitteleuropa lag an dessen Ostflanke beständig im Grenzbereich zwischen maritim-polarer Kaltluft im Osten und ebenfalls maritim geprägter subtropischer Luft im Westen. Diese mäandrierende Luftmassengrenze überquerte die Alpen mehrere Male in Form von Kalt- bzw. Warmfronten, und jedes Mal wurden erneut feuchte Luftpa-

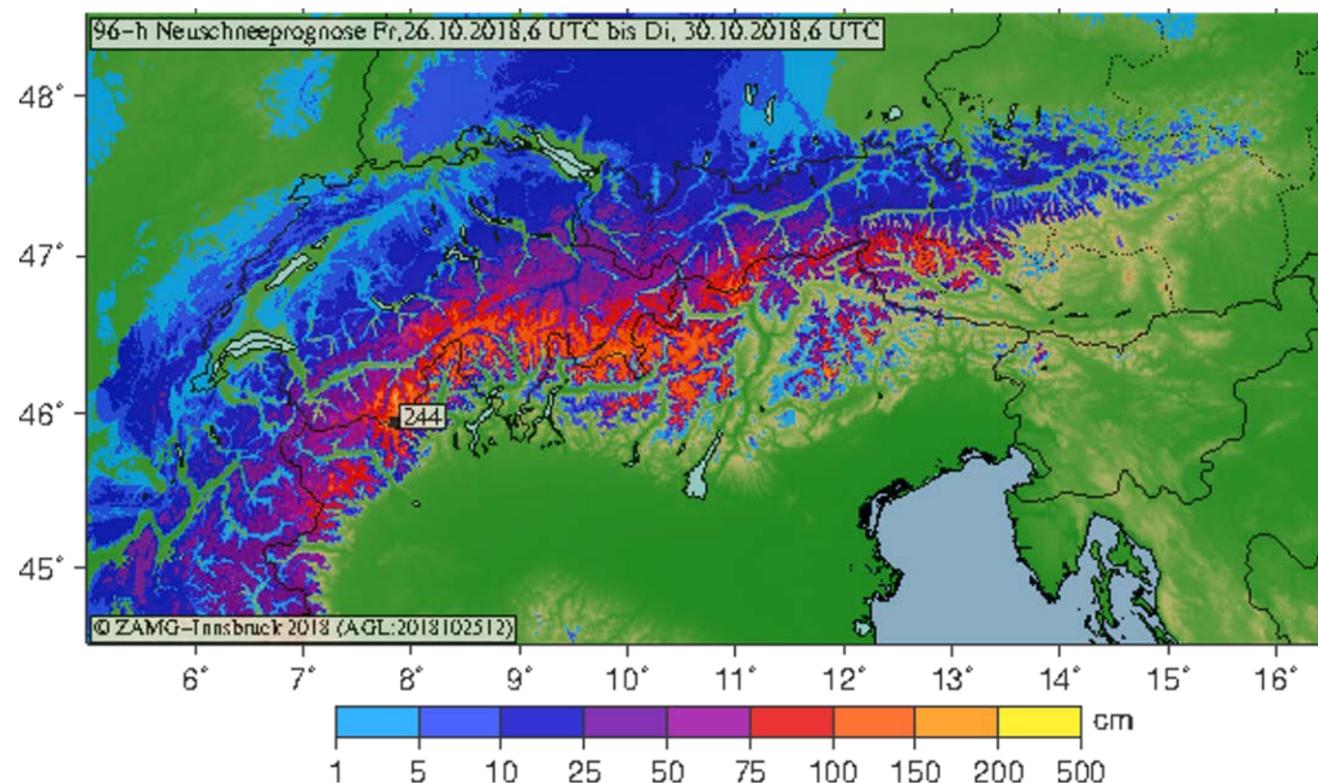


Abbildung 1: 96-Stunden Neuschnee prognose des ECMWF-Modells bis 30.10.2018. © ZAMG

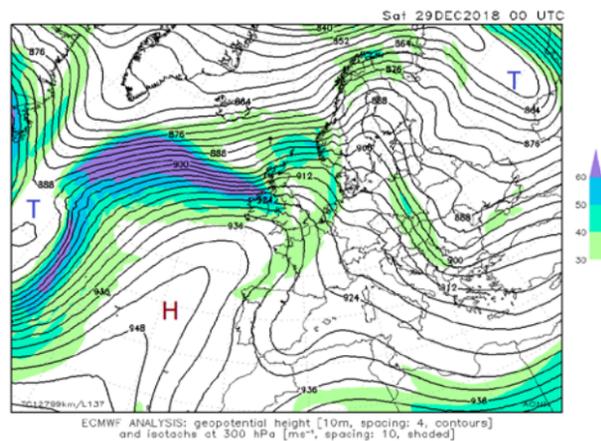


Abbildung 2: Geopotential 300 hPa (schwarz gezogen) mit Isotachen (farbig schraffiert). ECMWF-Analyse vom 29.12.2018 00 UTC; Druckzentren mit T (Tief) bzw. H (Hoch) gekennzeichnet. © ACINN

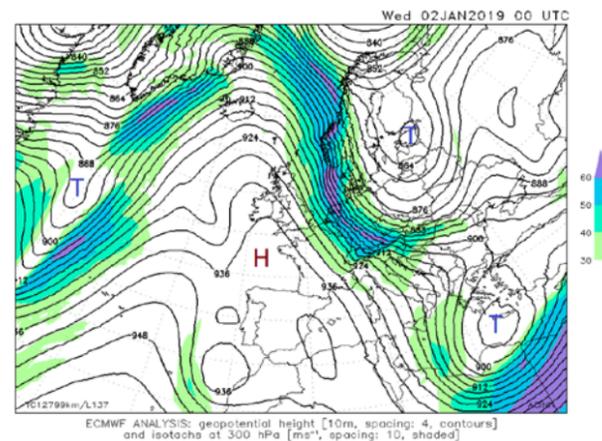


Abbildung 3: Geopotential 300 hPa (schwarz gezogen) mit Isotachen (farbig schraffiert). ECMWF-Analyse vom 02.01.2019 00 UTC; Druckzentren mit T (Tief) bzw. H (Hoch) gekennzeichnet. © ACINN

kete von Norden gegen die Alpen geschoben. Insgesamt lässt sich die Periode in fünf kürzere Phasen mit 11 Frontdurchgängen unterteilen.

Die ersten nennenswerten Schneefälle der Periode erfolgten durch eine Okklusion (signalisiert durch den Kurzwellentrog über Benelux in Abbildung 2), die nahtlos von der darauffolgenden Warmfront abgelöst wurde. Dahinter stellte sich am 01.01. im Warmsektor schwacher Zwischenhoch ein.

Mit dieser ersten Phase fielen 30 bis 60 mm Niederschlag bzw. 20 bis 70 cm Neuschnee (teils über 100 cm in höheren Lagen).

Der oben genannte Warmsektor wurde am 02.01. von einer markanten Kaltfront abgelöst, welche von Norden über die Alpen zog. Nach kurzem postfrontalem Absinken stellte sich in der anhaltenden starken Nordströmung eine intensive Nordstaulage ein (Abb. 3).

Diese zweite Phase brachte meist 40 bis 80 mm Niederschlag bzw. 40 bis 100 cm Neuschnee und auf den Bergen der Nordalpen das 1,5- bis zweifache davon. Damit wurden die Schneehöhen in den Nord- und Zentralalpen verbreitet überdurchschnittlich.

Nach vorübergehender Beruhigung wurde zum 05.01. eine deutlich ausgeprägte Warmfront herangeführt, welche aufgrund ihrer strömungsparallelen Lage am 06.01. zwischenzeitlich rückläufig wurde, sich aber schlussendlich durchsetzen konnte.

Damit addierten sich erneut 40 bis 80 mm bzw. 40 bis 100 cm Neuschnee. Auf den Bergen der Nordalpen Neuschneemengen zwischen 1 und 2 Metern. Ein okkludiertes Frontensystem erreichte am 08.01. die Alpennordseite, auch nach Durchzug der Front hielt der Stau mit Zustrom feuchter Luft an. Mit Strömungsdrehung auf Nordost wurden zunehmend kältere Luftmassen einbezogen.

Erneut fielen verbreitet 40 bis 70 mm bzw. 50 bis 100 cm Neuschnee, auf den Bergen der Nordalpen auch das Doppelte davon. Die nächste Warmfront folgte zum 11.01. In der Nacht auf 13.01. führte die andauernde nordwestliche Höhenströmung eine Okklusion über die Alpen. Tagsüber folgte erneut eine Warmfront, die diesmal besonders markant ausgeprägt war (Abb. 4). Am 14.01. zog in zwei Staffeln eine Kaltfront gefolgt von Nordstau hinweg, bevor sich am 16.01. Hochdruckeinfluss durchsetzen konnte.

Damit fielen weitere 50 bis 100 mm bzw. 50 bis 100 cm Neuschnee, auf den Bergen 150 bis 250 cm.

In den Tälern der Nordalpen summierten sich die 24h-Neuschneehöhen während der 17 Tage andauernden Periode auf verbreitet 150 bis 250 cm, teils bis 350 cm. Einzelne höher gelegene Talstationen registrierten auch über 400 cm Neuschnee. Auf den Bergen waren die Mengen rund doppelt so hoch, so konnte auf der Seegrube oberhalb von Innsbruck (1900 m) eine

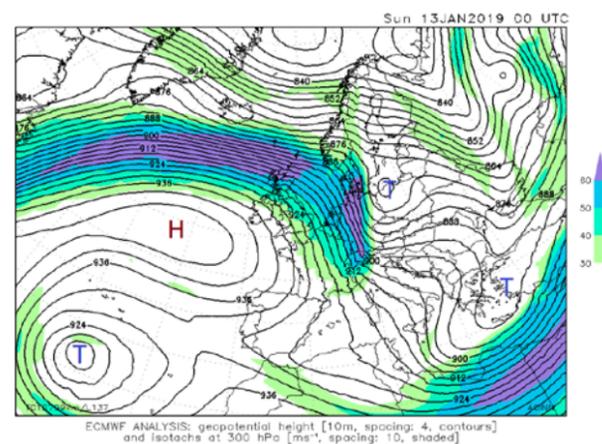


Abbildung 4: Geopotential 300 hPa (schwarz gezogen) mit Isotachen (farbig schraffiert). ECMWF-Analyse vom 13.01.2019 00 UTC; Druckzentren mit T (Tief) bzw. H (Hoch) gekennzeichnet. © ACINN

Neuschneesumme von etwa 850 cm gemessen werden. Eine statistische Analyse der Schneefallperiode zeigt, dass diese gebietsweise als extrem eingestuft werden muss. Das Ereignis war im äußersten Westen (Vorarlberg, Tiroler Oberland) weniger ungewöhnlich, als in weiter östlich gelegenen Regionen (Tabelle 1). Besonders groß waren die Neuschneemengen vom Seefelder Plateau bis ins Mariazellerland. Hier wurden Neuschneesummen gemessen, wie sie im Mittel nur alle 50 bis 100 Jahre auftreten, an einigen Standorten sogar noch seltener. Eine genauere Bestimmung der hohen Jährlichkeiten wird durch die Länge der Neuschnee-Messreihen begrenzt, die nur an wenigen Standorten über 100 Jahre hinausreicht. Die einzelnen Ereignisse (Phasen) brachten zwar jeweils hohe Neuschneesummen, deren mittlere Wiederholungszeiträume liegen aber meist nur zwischen einem und fünf Jahren. Für die Außergewöhnlichkeit des Gesamtereignisses sorgte die Aneinanderreihung von intensiven Einzelereignissen innerhalb kurzer Zeit.

Die Schneehöhen lagen zum Teil in der Nähe bestehender Rekorde, übertroffen wurden Schneehöhenrekorde aber nur vereinzelt bei kürzeren Messreihen. Äußerst bemerkenswert ist hingegen die Zunahme der Schneehöhen (Abb. 5, Abb. 6).

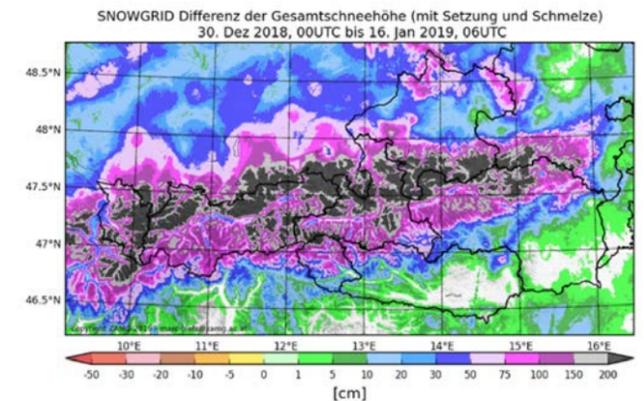


Abbildung 6: SNOWGRID, Differenz der Gesamtschneehöhe von 30.12.2018 bis 16.01.2019. © ZAMG

Tabelle 1: Neuschneesumme HNS von 30.12.2018-15.01.2019 (Rekorde bei Messwerten fett angegeben, in cm), return level RL (Jährlichkeit, in Jahren) und maximale Schneehöhe SH (in cm) während der Periode an ausgewählten Stationen.

	HNS	RL	max SH
Bregenz	71	5	45
Schröcken	348	<5	220
Holzgau	212	10	87
Seefeld	371	>100	186
Innsbruck	82	15	47
Achenkirch	245	30	126
Hochfilzen	521	>100	245
Lofer	305	>100	105
Bad Ischl	170	50	80
Admont	267	>100	116
Bad Mitterndorf	373	>100	150

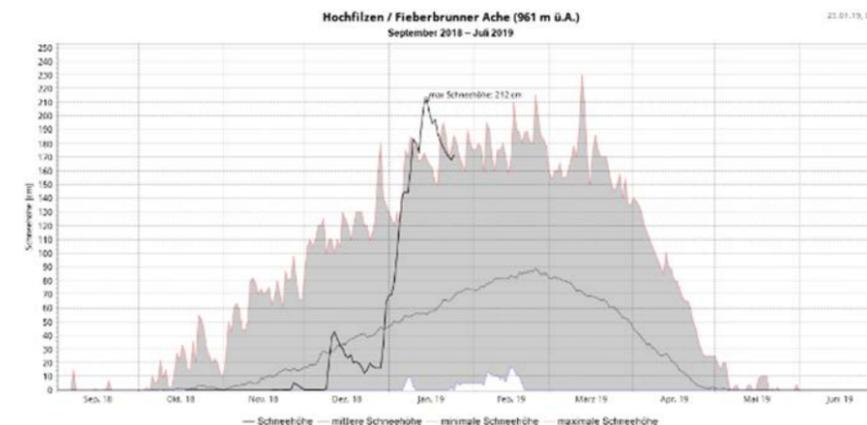


Abbildung 5: Schneehöhenverlauf bis Jänner 2019 Station Hochfilzen mit tagesaktueller Schneehöhe (schwarz gezogen), mittlerer langjähriger Schneehöhe (grau gezogen) und größte / kleinste jemals gemessene Schneehöhe (grau schraffiert). © HD Tirol

Mai 2019 – außergewöhnlich nass und kalt

Nach eher trockenem und mildem Spätwinter / Frühjahr stellte sich die Wetterlage mit Ende April markant um, es konnte sich ausgehend von einem steuernden Tiefdruckzentrum über Skandinavien tiefer Luftdruck über Mitteleuropa etablieren. Dabei wurde immer wieder weitreichend subpolare Kaltluft einbezogen und zahlreiche Sekundärtiefentwicklungen sorgten für wiederholt auftretende intensive Niederschläge in Mitteleuropa. Aufgrund der vorherrschenden kalten Luftmassen fielen diese oft bis deutlich unter 2000 m als Schnee. Diese Konstellation hatte bis zum Monatsende Bestand, sodass der Mai 2019 mit einer österreichweiten Temperaturabweichung von -2,6 Grad bzw. einer Niederschlagsabweichung von +57% von den Mittelwerten 1981-2010 (ZAMG 2019, Abb.7) bilanzierte. Zuletzt kälter war es im Mai in Österreich im Jahr 1991.

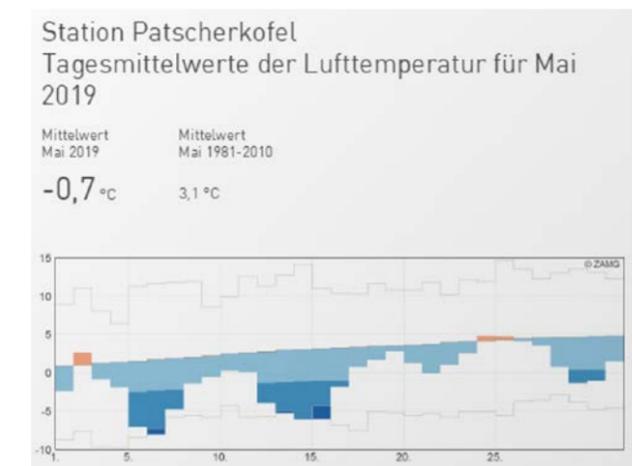


Abbildung 7: Station Patscherkofel, tägliche Temperaturabweichung im Mai 2019. © ZAMG

Dieser Monatsverlauf führte zu einem weiteren Anwachsen der Schneedecke in alpinen Lagen, während unterhalb von rund 2200 m die Ausaperung langsam, aber doch voranschritt. Die Schneehöhen an hoch gelegenen Messstationen erreichten die Maxima des Winters in der letzten Maidekade. Am Pitztaler Gletscher (2864 m) wurden 410 cm gemessen, der alte Rekord betrug 365 cm aus dem März 2000. 610 cm wurden auf der Zugspitze registriert, am selben Stationsstandort wurde nur einmal im Mai gleich viel Schnee gemessen, nämlich 1999 nach dem extremen Winter und dem damaligen »Pfungsthochwasser«.

Juni 2019 – Heiß mit Hochwasser

Exakt mit Monatswechsel stellte sich die Großwetterlage markant um, charakteristisch blieb allerdings die große Beständigkeit derselben. Hoher Luftdruck mit oft südlicher Anströmung etablierte sich über dem Alpenraum, heiße subtropische Luftmassen wurden advehiert. Der Juni 2019 wurde der heißeste Juni seit Aufzeichnungsbeginn und brachte unter anderem in

Innsbruck einen neuen Temperaturrekord von 38,5°C (Abb. 8). Der Monat fiel österreichweit um 4,6 Grad zu warm aus. Mit der bereits analysierten Vorgeschichte, welche in stark überdurchschnittlichen Schneehöhen im Gebirge (HD Tirol 2019) mit Anfang des Monats resultierte, hatten die hohen Temperaturen markante Folgen für den hydrologischen Verlauf an Flüssen, welche einen großen Anteil an (hoch)alpinen Einflussgebieten aufweisen. Namentlich betrifft dies in Österreich den Rhein sowie den Inn und auch die Salzach, wobei der Inn hier am stärksten betroffen war.

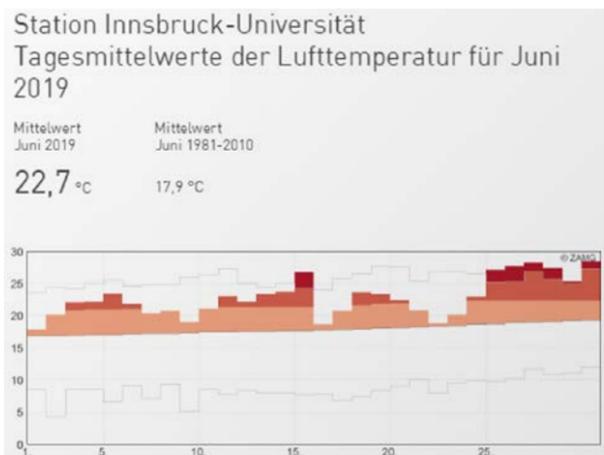


Abbildung 8: Station Innsbruck, tägliche Temperaturabweichung im Juni 2019. © ZAMG

Die Nullgradgrenze stieg weit über 4000 m, sodass auch im Bereich der höchsten Gipfel sich der Schmelzprozess während der Nachtstunden fortsetzte, besonders aufgrund der teils bewölkten Nächte. Regionale Schauerstätigkeit mit einer leicht intensiveren Staffel in der Nacht vom 11. auf 12.06. im Bereich des westlichen Alpenhauptkammes verschärfte die Situation zusätzlich, auch wenn die Niederschlagsmenge flächig nur 10 bis 20 mm betrug (HD Tirol 2019, MeteoSchweiz2019).

Den größten Teil des Abflusses stellte der Schmelzwasser eintrag. So ging die Schneehöhe zum Beispiel an der Station Pitztaler Gletscher (2864 m) von 01.06. bis 30.06. von 360 auf 165 cm zurück, was einer Schmelzrate von 6,5 cm pro Tag entspricht. Bei einer für die Jahreszeit und Höhenlage konservativ angenommenen typischen Schneedichte von 450 kg/m³ (Jonas 2009) entspricht dies einem Niederschlagsäquivalent von 30 mm pro Tag auf die jeweils schneebedeckte Fläche des Einzugsgebietes. Besonders in der ersten Monathälfte machte diese Fläche noch einen großen Prozentsatz aus (HD Tirol 2019).

So stieg der Pegel des Inn in Innsbruck bereits vor Eintreten der angesprochenen Schauerstätigkeit an die HQ30-Marke. Der zusätzliche Faktor Regen wurde dann im Laufe des 12.06. relevant, wodurch der Pegel mit 635 cm in den Bereich von

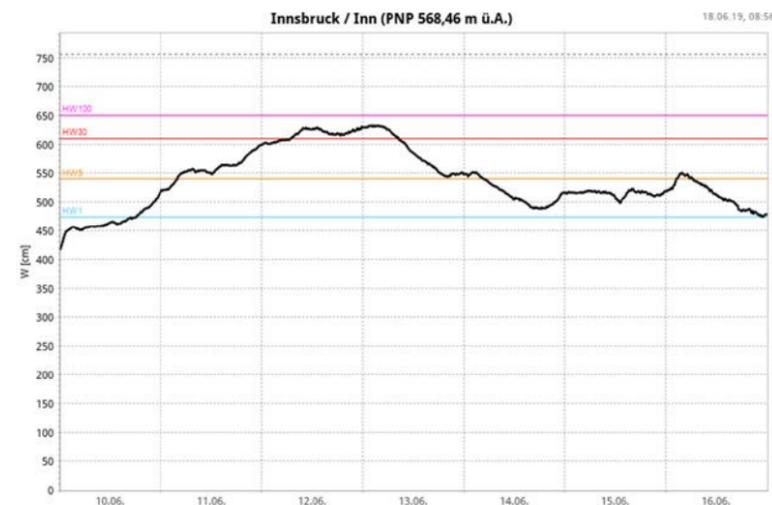


Abbildung 9: Pegelverlauf des Inn (cm) in Innsbruck Mitte Juni 2019. © HD Tirol

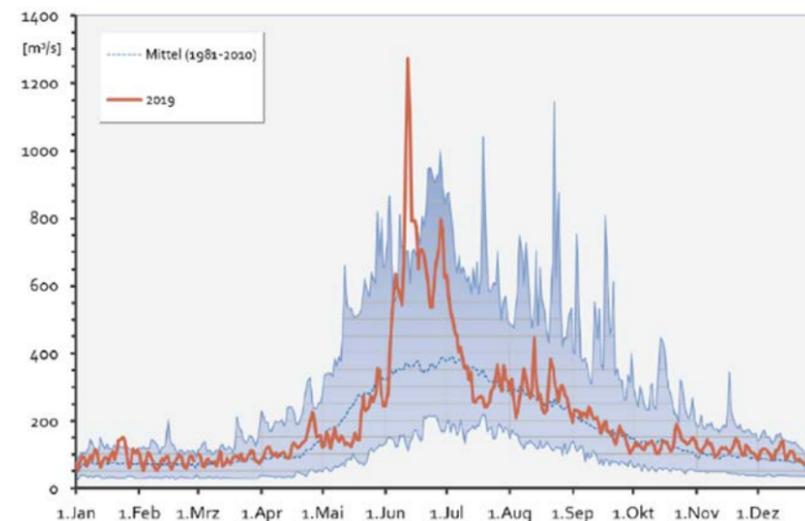


Abbildung 10: Tägliche Abflussfracht des Inn (m³/s) in Innsbruck Jahr 2019. © BMLRT

HQ50 anstieg (Abb.9, HD Tirol 2019). Aufgrund des Rückganges der Schneebedeckung und trockenen Verhältnissen, welche auch wieder ein leichtes Gefrieren der Schneedecke in den Hochlagen während der Nachtstunden zuließen, sanken die Pegel wieder ab, blieben aber auf hohem Niveau zwischen HQ1 und HQ10.

Der Inn erreichte in Innsbruck mit rund 1300 m³/s am 13.06. den höchsten Wert der Tagesabflussfracht seit Beginn der Aufzeichnungen 1951 (HD Tirol 2020 und Abb. 10). Dieser Wert liegt sogar knapp 10% über dem beim Augusthochwasser 2005 erreichten Wert. Da der Pegel bis Anfang Juli kaum unter die HQ1-Schwelle fiel, wurde auch ein neuer Rekord der mo-

natlichen Abflussfracht erreicht. In Anbetracht einer in Tirol mit -62% stark negativen monatlichen Niederschlagsbilanz ist dies umso bemerkenswerter.

Eine Folge davon war ein stark ansteigender Grundwasserspiegel, der im Bereich der Talsohle insbesondere des Inn-tals über das Oberflächenniveau anstieg, Überflutungen waren das Resultat.

Auch Flüsse wie Rhein und Salzach erreichten hohe Abflusswerte, waren aber nicht derart außergewöhnlich wie am Inn (BMLRT 2019).

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Nachhaltigkeit & Tourismus, BMLRT (2019). Hydrographische Übersicht - Juni 2019.

Hydrographischer Dienst HD Tirol (2019). Hydrologische Übersicht – Juni 2019. Land Tirol/Hydrographischer Dienst HD Tirol (2020). Hydrologische Übersicht – Jahr 2019. Land Tirol.

Jonas, T. et al (2009). Estimating snow water equivalent from snow depth measurements in the Swiss Alps. SLF Davos. Journal of Hydrology 378.

MeteoSchweiz 2018. Klimabulletin Oktober 2018. Zürich.

MeteoSchweiz 2019. Klimabulletin Oktober 2019. Zürich.

Radlherr A., Winkler M. und Bauer M. (2019). Meteorologische Analyse der intensiven Schneefallperiode im Jänner 2019. Journal für Wildbach-, Lawinen- Erosions- und Steinschlagschutz, Heft 183, Jg. 83. Innsbruck.

ZAMG Klimaforschung (2019). Österreichisches Klimabulletin – Jahr 2019. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Wien.