



Wasserland Steiermark

DIE WASSERZEITSCHRIFT DER STEIERMARK

1/2020



UN WATER

22MÄRZ
WELT
WASSER
TAG

WATER & CLIMATE CHANGE

WELTWASSERTAG 2020



Was passiert am Weltwassertag?

Im Vorfeld startet die Organisation „UN-Water“ eine globale Kampagne über die Website www.worldwater-day.org

Hier findet man sämtliche Materialien, um die Bevölkerung mit Informationen zum jeweiligen Motto des Weltwassertages informieren zu können. Der Weltwasserentwicklungsbericht (UN World Water Development Report) der Vereinten Nationen wird am Weltwassertag veröffentlicht. Er konzentriert sich auf dasselbe Thema wie die Kampagne und gibt Entscheidungsträgern Empfehlungen.

Worum geht es beim Weltwassertag 2020?

Beim Weltwassertag 2020 geht es um Wasser und Klimawandel – und wie die beiden Themen untrennbar miteinander verbunden sind.

Die Kampagne zeigt, wie unser Wasserverbrauch dazu beitragen wird, Überschwemmungen, Dürren, Knappheit und Umweltverschmutzung zu verringern und den Klimawandel selbst zu bekämpfen.

Und indem wir Wasser effizienter nutzen, reduzieren wir auch Treibhausgas.

Was sind die wichtigsten Botschaften der Kampagne?

■ Wir können es uns nicht leisten zu warten.

Klimapolitische Entscheidungsträger müssen Wasser in den Mittelpunkt der Aktionspläne stellen.

■ Wasser kann zur Bekämpfung des Klimawandels beitragen.

Es gibt nachhaltige, erschwingliche Wasser- und Sanitär Lösungen.

■ Jeder hat eine Rolle zu spielen.

In unserem täglichen Leben gibt es überraschend einfache Schritte, die wir alle unternehmen können, um gegen den Klimawandel vorzugehen.



IMPRESSUM

Medieninhaber/Verleger:

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
8010 Graz, Brockmannngasse 53

Postanschrift:

Wasserland Steiermark
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-5801
E: elfriede.stranzl@stmk.gv.at

Erscheinungsort:

Graz

Verlagspostamt:

8010 Graz

Chefredakteurin:

Sonja Lackner

Redaktionsteam:

Egon Bäumel, Michael Krobath, Hellfried Reczek, Robert Schatzl, Brigitte Skoranz, Volker Strasser, Elfriede Stranzl, Irene Unger, Johann Wiedner, Margret Zorn

Lektorat, Druckvorbereitung und Abonnentenverwaltung:

Elfriede Stranzl
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-5801
E: elfriede.stranzl@stmk.gv.at

Gestaltung:

josefundmaria communications
8010 Graz,
Weinholdstraße 20

Titelbild:

A14/ Land Steiermark

Druck:

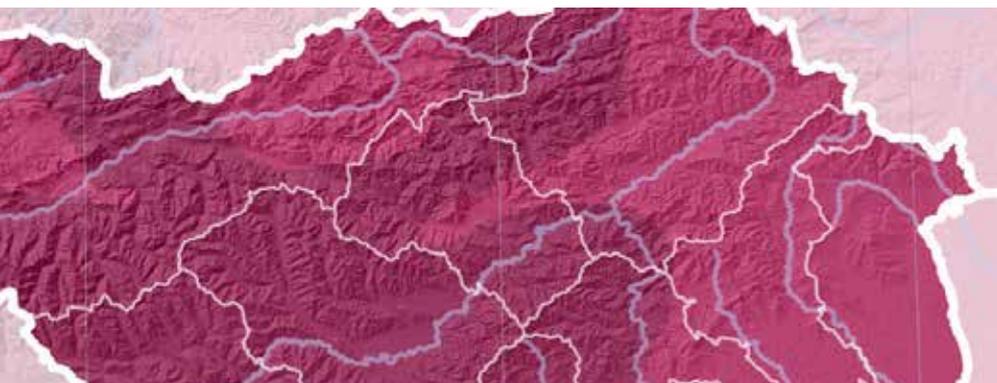
Medienfabrik Graz
www.mfg.at
Gedruckt auf chlorfrei
gebleichtem Papier.

Bezahlte Inserate sind gekennzeichnet.
ISSN 2073-1515

DVR 0841421

Die Artikel dieser Ausgabe wurden begutachtet von: Johann Wiedner
Die Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.





INHALTS- VERZEICHNIS

Herausforderungen des Klimawandels
Interview mit LR Ök.-Rat Johann Seitinger 4

Die Steiermark im Klimawandel –
Strategien und Handlungsoptionen
des Landes Steiermark
Mag.a Andrea Gössinger-Wieser 5

Water and Climate Change
Klimawandelfolgen und
Maßnahmenplanung in der Steiermark
DI Johann Wiedner 8

Masterplan Klimarisiko Landwirtschaft
Von der Strategie zur Maßnahme
DI (FH) Sabrina Dreisiebner-Lanz, MSc
Mag. Dr. Franz Pretenthaler, M. Litt.
Mag. Michael Kernitzky
Manuel Strohmaier, MSc MSc 11

Das Themencluster „Grundwasser“
im ÖAW-Programm:
Earth System Sciences – Wasser in
Gebirgsräumen
Univ.-Prof. Dr. Steffen Birk
Univ.-Prof. Dr. Michael Bahn
Dr. Arnulf Schiller
Univ.-Prof. Dr. Christine Stumpp 16

Klima trifft Wasser in der Umweltbildung
Dipl.-Päd. Mag. Martina Krobath, BEd
Mag. Michael Krobath 20

Hochwasserereignisse im Jahr 2019
in der Steiermark
Ing. Christoph Schlacher, MSc
DI Stefan Fieger
DI Dr. Robert Schatzl 24

Die Zukunft unserer Gewässer
Mag. Volker Strasser 31

Hydrologische Übersicht für das Jahr 2019
DI Dr. Robert Schatzl
Mag. Barbara Stromberger
Ing. Josef Quinz 32

Aus der Geschichte der
steirischen Wasserwirtschaft
Die mechanische Nutzung der Wasserkraft
Dr. Bernhard A. Reismann 36



Landesrat Ök.-Rat Johann Seitinger © Lebensressort

HERAUSFORDERUNGEN DES KLIMAWANDELS

Die Verfügbarkeit von Trinkwasser ist ein Menschenrecht und ein enorm wichtiger Faktor für die Lebensqualität der Steirerinnen und Steirer. Dementsprechend kommt der Sicherstellung der Versorgungssicherheit höchste Bedeutung zu. Die Auswirkungen des Klimawandels bringen hierbei neue Herausforderungen mit sich, weshalb der Weltwassertag 2020 unter dem Motto „water and climate change“ steht. Wir haben mit Wasserlandesrat Hans Seitinger über die Trinkwasserversorgung in unserem Bundesland sowie einfache Möglichkeiten für eine nachhaltigere Nutzung gesprochen.

Die grüne Steiermark gilt als „Insel der Seligen“, wenn es um die Trinkwasserversorgung geht. Worauf ist das zurückzuführen?

LR Seitinger: Die exzellente Trinkwasserversorgung der Steiermark ist zunächst auf die einzigartige geologische Lage unseres Bundeslandes zurückzuführen. Es sind jedoch die Genossenschaften, Gemeinden und Wasserverbände, die die Versorgungssicherheit – auch in schwierigen Regionen – Tag für Tag durch ein professionelles Wassermanagement sicherstellen.

Auch wenn in der Steiermark die Versorgungssicherheit im internationalen Vergleich enorm hoch ist, sollte sparsam mit der kostbaren

Ressource Wasser umgegangen werden. Welche einfachen Einsparmöglichkeiten gibt es?

LR Seitinger: Einerseits sind es die technischen Möglichkeiten, die wir nutzen sollten, auf der anderen Seite ist es schlicht und einfach der gesunde Hausverstand.

So ist es beispielsweise nicht nachhaltig, das Wasser während des Zähneputzens fließen zu lassen. Ebenso wenig nachhaltig ist die Verwendung von Trinkwasser zur Bewässerung von Blumenanlagen oder anderen Außengestaltungen. Regenzisternen und ähnliche Anlagen wären hierzu wesentlich sinnvoller. Oft wird auch vergessen, dass die Kosten für einen Liter Wasser sich nicht nur auf das Trinkwasser, sondern auch auf das

Abwasser beziehen. Das heißt, dass man bereits beim Aufdrehen des Wasserhahns daran denken muss, dass die Kosten für die Reinigung des Wassers im Normalfall immer höher sind, als die des verbrauchten Trinkwassers. Daher muss es das Ziel sein, bereits im Kindesalter einen nachhaltigen Umgang mit unserem wertvollen Trinkwasser zu lernen.

Dürre und Starkregenereignisse wechseln einander in atemberaubendem Tempo ab. Wie wird unsere Landwirtschaft mit Ihrer „Werkstatt unter freiem Himmel“ unterstützt?

LR Seitinger: Nach den extremen Dürre- und Frostereignissen der vergangenen Jahre wurde im Jahr 2017 der „Masterplan Klimarisikomanagement“ mit einem konkreten Maßnahmenpaket ins Leben gerufen. Darunter fallen die Züchtung besonders resistenter Pflanzen, die Errichtung gemeinsamer Bewässerungssysteme, die Implementierung umfangreicher Versicherungsleistungen und vor allem auch ein nachhaltiger Humusaufbau unserer Böden. ■



Mag.ª Andrea Gössinger-Wieser
 Amt der Steiermärkischen
 Landesregierung
 Abteilung 15 - Fachabteilung Energie
 und Wohnbau
 Klimaschutzkoordinatorin
 8010 Graz, Landhausgasse 7
 T: +43(0)316/877-4861
 E: andrea.goessinger-wieser@stmk.gv.at
 W: www.ich-tus.at

DIE STEIERMARK IM KLIMAWANDEL

STRATEGIEN UND HANDLUNGSOPTIONEN DES LANDES STEIERMARK

„Klimawandel: Hitzewellen werden heißer“, „Steirische Gemeinden rufen den Klimanotstand aus“, „Der Steiermark drohen noch heftigere Unwetter“ oder „Unser Wald ist in Gefahr“ – diese und ähnliche Schlagzeilen waren 2019 in den steirischen Medien zu lesen. Der Klimawandel ist in der Steiermark angekommen und seine Auswirkungen sind bereits spürbar geworden.

Die Temperaturaufzeichnungen belegen, dass die globale Erderwärmung – mittlerweile auch als Erderhitzung bezeichnet – im letzten Jahrzehnt deutlich zugenommen hat. Um zu verstehen, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Steiermark hat, hat das Land Steiermark gemeinsam mit dem Bund und den Bundeslän-

dern die Erstellung von Klimaszenarien für Österreich (ÖKS 15) beauftragt.

Die Ergebnisse decken sich mit den globalen Trends und geben für die Steiermark Aufschluss, mit welchen Klimaänderungen wir in naher und ferner Zukunft bei einem „Business-as-usual-Szenario“ (das eintritt, wenn wir unsere Emissionen nicht

schnell und massiv reduzieren) zu rechnen haben.

Ergebnisse der ÖKS 15

- Die mittlere Lufttemperatur wird bis Mitte des Jahrhunderts um 1,4 Grad Celsius bzw. bis zum Ende des Jahrhunderts im Mittel um 4 Grad Celsius zunehmen (siehe Abb. 1).

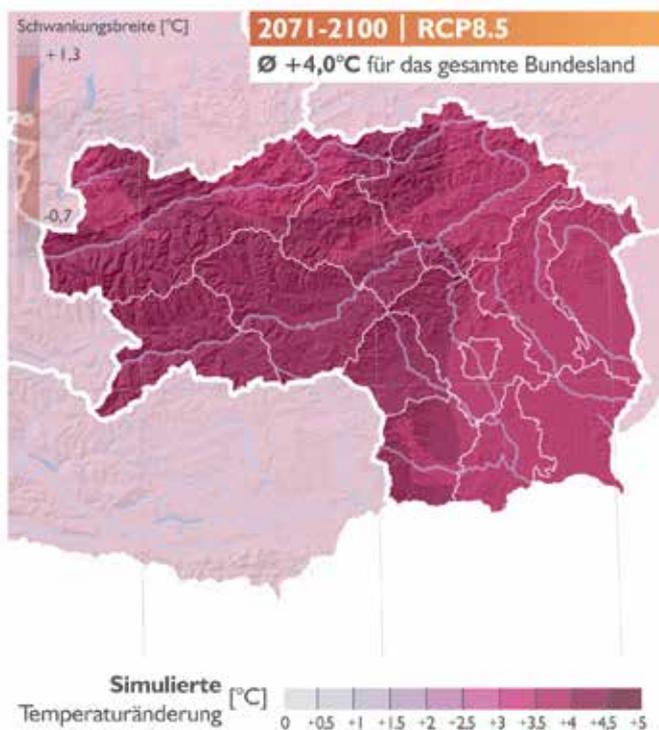


Abb. 1: Veränderung der Temperatur bis zum Ende des Jahrhunderts (bei einem „Business-as-usual-Szenario“) © ÖKS 15

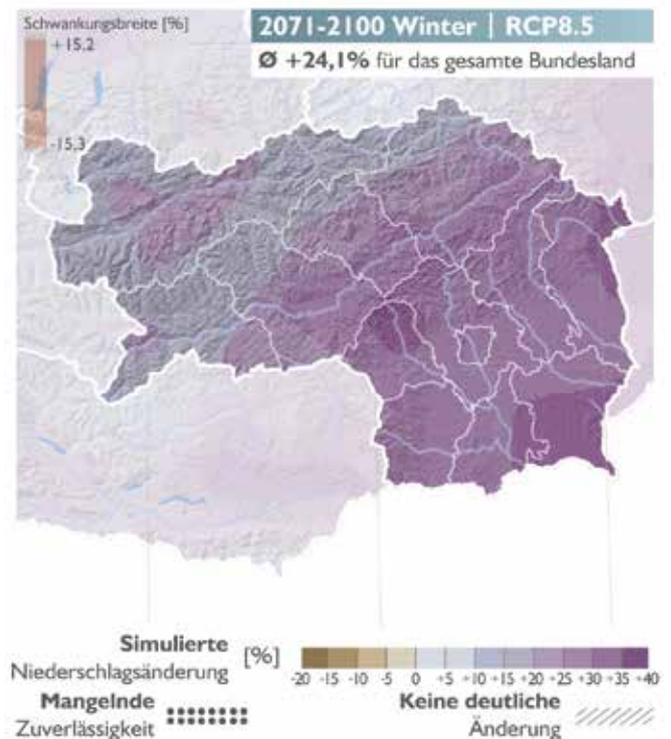


Abb. 2: Veränderung des Niederschlags in den Wintermonaten bis zum Ende des Jahrhunderts (bei einem „Business-as-usual-Szenario“) © ÖKS 15

- Die Niederschläge werden im Winter um 24 % zunehmen (da auch die Lufttemperatur zunimmt, werden diese als Regen fallen), gleichzeitig werden auch Starkregenereignisse zunehmen (siehe Abb. 2).
- Die Frosttage werden sich bis zum Ende des Jahrhunderts halbieren (von 146 auf 73 Tage). Besonders betroffen ist dabei die Obersteiermark.
- Die verbreitete Zunahme von Hitze- und Sommertagen wird wiederum sehr stark die Südsteiermark betreffen. Für die Gemeinde Leibnitz z. B. geht man bis zum Ende des Jahrhunderts von einer Zunahme von +48 Sommertagen sowie einer Zunahme von +36 Hitzetagen aus.

Die Auswirkungen dieser Klimaänderung in der Steiermark sind damit nicht mehr nur auf einzelne lokale Phänomene zu reduzieren, wir haben es hier mit einer globalen Herausforderung zu tun. Auch wenn sich lokale Effekte deutlich unterscheiden können und werden, so wird die globale Erderwärmung direkten Einfluss auf Mitteleuropa haben. Damit das Klima nicht aus dem Ruder gerät und es nicht zu einem massiven Anstieg der Temperatur

und der Hitzetage sowie darauf basierenden Extremereignissen kommt, müssen daher rasche und wirksame Klimaschutzmaßnahmen getätigt werden. Denn nur dann werden sich die Treibhausgasemissionen bis 2080 bei etwa der Hälfte des heutigen Niveaus einpendeln. Das Pariser Klimaabkommen 2015 – das vorgibt die globale Temperaturerhöhung unter 2 Grad Celsius (gegenüber dem vorindustriellen Wert) zu halten – ist daher dringend einzuhalten.

Klimaschutz in der Steiermark

Der Klimawandel und die Frage nach unserer zukünftigen Energieversorgung sind daher wichtige Themen, die auch die Steiermark betreffen. Angesichts des immer weiter fortschreitenden Klimawandels ist schnelles Handeln unbedingt notwendig. Die Steiermark hat in der Vergangenheit bereits bewiesen, dass Klimaschutz und Energie Kernthemen der Politik wie auch der Verwaltung sind. Die aktuellsten Daten zeigen, dass für die Zukunft dennoch ein hoher Handlungsbedarf gegeben ist, um die internationalen Zielvereinbarungen einhalten zu können. Die Steiermärkische Landesregierung hat daher im November 2017 die Klima- und Energiestrategie

Steiermark 2030 (KESS 2030) beschlossen. Darin wird der strategische Rahmen festgelegt, wie die Steiermark den internationalen und nationalen Verpflichtungen in der Energie- und Klimapolitik nachkommen will (Abb. 3).

2019 wurde dieser landesweiten Klima- und Energiestrategie ein Aktionsplan für die Jahre 2019 bis 2021 zur Seite gestellt. Insgesamt werden in dieser ersten Dreijahresperiode 109 konkrete Klimaschutzmaßnahmen in acht Bereichen zur Umsetzung gebracht. Die Schwerpunkte liegen im Ausbau der erneuerbaren Energien, im Ausstieg aus der fossilen Energieversorgung, insbesondere im Gebäudebereich, wobei das Land Steiermark hier als Vorbild zu platzieren ist, im Ausbau und in der Stärkung eines kontinuierlichen Angebotes an Bildungsmaßnahmen im Kindergartenbereich, in Schulen und in der Erwachsenenbildung.

Ein wesentliches Schlüsselement für die Sicherstellung der Umsetzung dieses Aktionsplans und damit auch für die Erreichung der steirischen Klimaziele ist die jährliche Berichterstattung an die Steiermärkische Landesregierung und den Landtag. Damit die Maßnahmenumsetzung rasch eingeleitet werden kann,

Mit der steirischen Formel werden die Ziele bis 2030 konkretisiert:

Die Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030

Wir tun's für unsere Zukunft – innovativ, nachhaltig, sozial ausgewogen

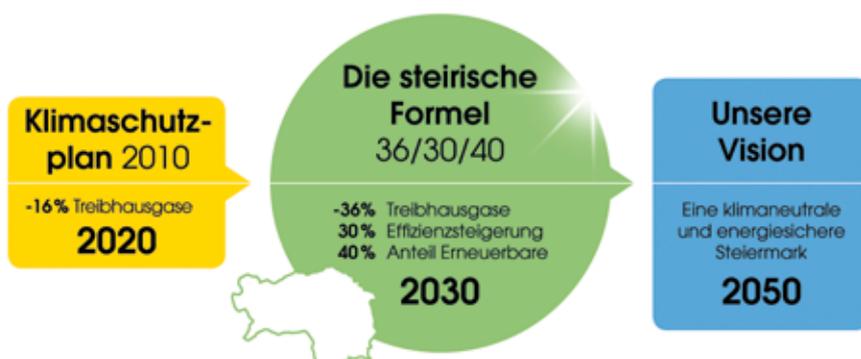


Abb. 3: Die Kernaussagen der Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030 © KESS 2030

Die steirische Formel für eine aktive Klima- und Energiepolitik in der Steiermark umfasst vier ganz konkrete Ziele:

- Senkung der Treibhausgasemissionen um 36 %
- Steigerung der Energieeffizienz um 30 %
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger um 40 %
- Leistbare Energie und Versorgungssicherheit



Abb. 4: Klimaschutz im Alltag: Regional und saisonal einkaufen © Land Steiermark

wurde auf Verwaltungsebene zudem eine engagierte ExpertInnengruppe bestehend aus KollegInnen der betroffenen Abteilungen eingerichtet. Obwohl der Aktionsplan erst 2019 beschlossen wurde, wird dieser 2021 angepasst, um schnell auf Veränderungen und Entwicklungen im Bereich des Klimaschutzes reagieren zu können.

Warum die Anpassung an den Klimawandel so wichtig ist ...

Mit der Klima- und Energiestrategie 2030 hat das Land eine entscheidende Richtung vorgegeben, um die Treibhausgasemissionen der Steiermark massiv einzuschränken und damit die internationalen Vereinbarungen (wie das Pariser Klimaabkommen) einzuhalten. Doch selbst wenn wir von heute auf morgen einen vollständigen Stopp des Ausstoßes von Treibhausgasen schaffen würden, ist eine weitere Temperaturerhöhung unvermeidbar. Daher ist neben der Umsetzung von wirkungsvollen Klimaschutzmaßnahmen auch die Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels nötig. Das Land Steiermark hat im Rahmen eines Beteiligungsprozesses im Jahr 2015 die „Klimawandelanpassungs-Strategie 2050“ beschlossen. Darin wurden 13 Bereiche eruiert

(z. B. Raumplanung, Katastrophenschutz, Landwirtschaft, Naturschutz, Wirtschaft, Tourismus, Bildung etc.) in welchen insgesamt 97 Umsetzungsmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel ausgearbeitet wurden. Mit dieser Strategie wird das Ziel verfolgt, die Steiermark bestmöglich auf die zukünftigen klimatischen Veränderungen anzupassen, um negative Klimawandelfolgen zu vermindern, aber auch mögliche Chancen zu nutzen.

Da der Klimawandel zu den größten Herausforderungen unserer Zeit zählt und dessen Auswirkungen Städte und Gemeinden jeder Größe betreffen werden, arbeitet das Land Steiermark nicht nur an Strategien, sondern beschäftigt sich auch mit konkreten Umsetzungsprojekten in den Gemeinden.

Startschuss dafür gab das EU-Projekt LIFE LOCAL ADAPT. Im Rahmen dieses Gemeindeprojektes werden aktuell fünf steirische Gemeinden klimafit gemacht. Die Projektgemeinden – Mariazell, Deutschlandsberg, Gleisdorf, Weiz und Hartberg – durchlaufen ein sehr intensives Coaching- und Umsetzungsprogramm und die ersten Erfolge sind bereits abrufbar. So wurden in den Gemeinden insgesamt 25 Workshops abgehalten. Dabei sind mit Gemeindeverantwortli-

chen aus Politik und Verwaltung und wichtigen MultiplikatorInnen und ExpertInnen aus der Land- und Forstwirtschaft, dem Katastrophenschutz, der Raumordnung oder beispielsweise dem Gesundheitsbereich konkrete Maßnahmen erarbeitet worden. Die Ideen reichen dabei von Fassadenbegrünungen über Hitzeschutzpläne bis hin zu Wassersparmaßnahmen. Das Thema bleibt aber nicht nur bei diesen Vorreitergemeinden stehen, aktuell wurden zehn weitere Gemeinden in das Programm aufgenommen und zahlreiche steirische Gemeinden engagieren sich in vom Bund finanzierten Klimawandelanpassungsregionen (KLAR).

Damit Klimaschutz und Klimawandelanpassung in der Steiermark gelingen, sind aber nicht nur eine Klima- und Energiestrategie und entsprechende Aktionspläne erforderlich, sondern vielmehr die Unterstützung und Bereitschaft der steirischen Bevölkerung und Wirtschaft, sich daran aktiv zu beteiligen, unumgänglich. Wie in Abbildung 4 ersichtlich, bietet die Landesinitiative „Ich tu's für unsere Zukunft“ (www.ich-tus.at) dafür bereits zahlreiche Ideen und Möglichkeiten seinen persönlichen Klimaschutzplan umzusetzen. Vom „Wissen zum Tun“ ist daher das angesagte Motto. ■

WATER AND CLIMATE CHANGE

KLIMAWANDELFOLGEN UND MASSNAHMENPLANUNG IN DER STEIERMARK



DI Johann Wiedner

Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
Abteilung 14
Wasserwirtschaft, Ressourcen und
Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43 (0)316/877-2025
E: johann.wiedner@stmk.gv.at

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und damit auf die steirische Wasserwirtschaft werden aktuell umfassend diskutiert und waren auch in den letzten Jahren schon mehrfach Thema in Ausgaben der Wasserlandzeitschrift. Zwischenzeitlich zeigen sich mehr und mehr Handlungsfelder, auch solche die in der Klima- und Energiestrategie des Landes Steiermark 2030 abgebildet sind. Das Motto des Weltwassertages 2020 „water and climate change“ trägt diesen zunehmenden Herausforderungen Rechnung.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt bringen für alle Bereiche der Wasserwirtschaft neue Herausforderungen.

Trinkwasserversorgung

Für die Trinkwasserversorgung wurde in der Steiermark mit dem Wassernetzwerk Steiermark und dem innersteirischen Wasserausgleich eine technische Lösung für den Ausgleich regionaler Ressourcendefizite weitgehend realisiert.

Sowohl für eine weitere Vernetzung als auch für den Ausbau eines Wasserausgleiches zwischen dem wasserreichen Norden und dem wasserarmen Süden gibt es noch vergleichsweise einfach umzusetzende Projekte bzw. Projektideen.

Nachdem es zunehmend schwieriger wird, geeignete Wasserressourcen neu zu erschließen, ist es in Zukunft auch notwendig, den Wasserverbrauch von der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung zu entkoppeln.

Das heißt, es braucht Verbesserungen in der Effizienz der Trinkwassernutzung und der Vermeidung von Wasserverlusten, z. B. infolge von schadhafter Infrastruktur.

Auch gibt es Potential, gesammeltes Regenwasser als Nutzwasser zu verwenden, um damit ein fortschreitendes, oftmals kostenintensives Erschließen neuer, hochwertiger Trinkwasserressourcen zu begrenzen.

Die Errichtung, Instandhaltung und der Betrieb von Trinkwasserversorgungsanlagen auf hohem technischen Standard ist auch ein Beitrag zur Ressourceneffizienz.

Zur Sicherung der Ergiebigkeit von wichtigen Grundwasservorkommen werden auch die Möglichkeiten der Grundwasseranreicherung noch stärker als bisher zu prüfen und umzusetzen sein (Abb. 1). Und letztendlich ist der qualitative, flächendeckende Grundwasserschutz zur Absicherung der Trinkwasserversorgung fortzusetzen.

Ein Gegenstand aktueller Forschungen ist derzeit auch die Erkundung und Bewertung der Erwärmung des Trinkwassers in Bezug auf die Qualität.

Gewässerreinigung

Die Erhaltung und Verbesserung der Qualität der Fließgewässer erfordert auch in Zukunft eine Weiterentwicklung in der Abwasserentsorgung bzw. Abwasserreinigung.

Die durch den Klimawandel erwartete, verstärkt auftretende Niederwasserführung in Bächen und Flüssen verändert die Verdünnungsverhältnisse in den Vorflutgewässern mit nachteiligen Folgen auf die Gewässergüte.

Negative Auswirkungen auf den chemischen und biologischen Gewässerzustand sind vor allem im Süden und Osten bei vergleichsweise schwach wasserführenden Gewässern möglich.

In diesen Regionen gibt es darüber hinaus erheblich diffuse Einträge

von landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Wasser für Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft

Neben dem Bedarf an Trinkwasser, der oftmals über öffentliche Wasserversorger gedeckt wird, benötigen Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft das Wasser auch als Produktions- bzw. Betriebsmittel.

Die Entnahme für diesen Sektor erfolgt dabei sowohl aus Fließgewässern als auch aus dem Grundwasser. Längere klimawandelbedingte, niederschlagsarme Trockenperioden können das Wasserangebot einschränken und in weiterer Folge auch zu Nutzungskonflikten führen.

Aktuell beschäftigt sich die Landwirtschaft intensiv mit der Verbes-

serung der Wasserbereitstellung für eine Trockenbewässerung und Frostberegnung.

Dabei ist der steigende Wasserbedarf in den vergleichsweise wasserarmen Regionen des Südens und Ostens der Steiermark festzustellen. Das Projekt „Masterplan Klimarisiko Landwirtschaft“ beschäftigt sich auch mit diesem Thema und es werden aktuell mehrere Pilotprojekte realisiert (siehe auch Wasserlandzeitschrift 1/2019 und Seite 11 der aktuellen Ausgabe).

Wasser als Energiequelle

Die Gewinnung von CO₂-freier Energie aus Wasserkraft wird als wichtige Klimaschutzmaßnahme gesehen.

Traditionell ist in der Steiermark bereits ein hoher Ausbaugrad an den Fließgewässern gegeben und es steht ein weiterer Ausbau oftmals

im Widerspruch zu gewässerökologischen Zielen (Abb. 2).

Der Aktionsplan 2019-2021 der Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030 sieht als eine Maßnahme die Erstellung bzw. Aktualisierung der Potentialkarte zur Beurteilung des noch nutzbaren Wasserkraftpotentials vor. Dabei wird von der Erhaltung geschützter, ökologisch wertvoller Gewässerstrecken ausgegangen (siehe auch Wasserzeitschrift 1/2014). Eine weitere Maßnahme beinhaltet eine Beratungsaktion zur Revitalisierung von Kleinwasserkraftwerken, wobei neben der Hebung des energiewirtschaftlichen Potentials auch ökologische Anpassungen berücksichtigt werden.

Die Nutzungsmöglichkeiten von geothermischen Tiefengrundwässern soll ebenfalls untersucht und deren Potential erhoben werden.

Abb. 1: Grundwasseranreicherung im Wasserwerk Andritz © Holding Graz





Abb. 2: Wasser prägt die grüne Steiermark © A14/Land Steiermark

Naturgefahr Wasser

Als Folge des Klimawandels wird einerseits die Zunahme an oftmals kleinräumigen Starkregenereignissen und andererseits eine generelle Änderung des Niederschlagsverhaltens dargestellt. Gerade die Starkregenereignisse bringen neue Gefahrenpotentiale für Hochwasser, aber auch für den Oberflächenabfluss.

So sind in den letzten Jahren die Schäden durch Hangwasser und Oberflächenabfluss u.a. durch Überlastung von Kanalsystemen und Überflutungen von Gebäudeteilen gestiegen. Nachteilige

Folgen für den Wasserhaushalt sind durch flächige Versiegelungen und rasche Ableitungen in Rohrsystemen gegeben.

In Zukunft ist die Regenwasserbewirtschaftung stärker und integraler zu planen, umzusetzen und zu betreiben. In Städten und Ballungsräumen kann dies den Wunsch nach und den Bedarf an „mehr Grün“ unterstützen (siehe auch Wasserlandzeitschrift 2/2019).

Resümee und Ausblick

Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft werden zum einen subjektiv wahr-

genommen, zum anderen zunehmend durch Fakten belegt. Das konkrete Ausmaß der Auswirkungen ist oftmals nur in Ansätzen erkennbar und die Ableitung von unmittelbaren Anpassungsmaßnahmen mit Unsicherheiten behaftet.

Die Anpassung der Wasserwirtschaft an die Folgen des Klimawandels wird jedenfalls ein langfristiger und kontinuierlicher Weg sein.

Am Beginn dieses Prozesses ist jedoch alles positiv zu bewerten, das die negativen Eingriffe in den Wasserhaushalt reduziert und den natürlichen Wasserhaushalt stärkt. ■



DI (FH) Sabrina
Dreiseibner-Lanz, MSc
JOANNEUM RESEARCH
Forschungsgesellschaften mbH
LIFE – Institut für Klima,
Energie & Gesellschaft
Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der
Forschungsgruppe Wetter- und
Klimarisikomanagement
8020 Graz, Waagner-Biro-Straße 100
T: +43(0)316/876-7617
E: sabrina.dreiseibner-lanz@joanneum.at
W: www.joanneum.at/life



Mag. Dr. Franz
Pretenthaler, M. Litt.
Direktor des Instituts LIFE –
Institut für Klima, Energie &
Gesellschaft der JOANNEUM RESEARCH



Mag. Michael Kernitzky
Forschungsgruppenleiter der
Forschungsgruppe Wetter- und
Klimarisikomanagement



Manuel Strohmaier, MSc MSc
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der
Forschungsgruppe Wetter- und
Klimarisikomanagement

Quellen:

(1) BMNT (2017): Biokohle – Anwendung in der Land- und Forstwirtschaft. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz im BMNT. https://www.oew.ac.at/fileadmin/kommissionen/kioes/pdf/Publications/Biokohle_2017_final.pdf
(2) BMASGK (2018): Runderlass Geschäftszahl: BMASGK-75340/0014-IX/B/13/2018; https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/rechtsvorschriften/oesterreich/P11_BMASGK-75340-0014-IX-B-13-2018_Pflanzenkohle.pdf?6ol4p6

MASTERPLAN KLIMA- RISIKO LANDWIRTSCHAFT

VON DER STRATEGIE ZUR MASSNAHME

Ausgehend von den Spätfrostereignissen 2016 und 2017 wurde vom Land Steiermark das Projekt „Masterplan Klimarisiko Landwirtschaft“ initiiert. Ziel des Projektes ist es, in Abstimmung mit allen relevanten Akteuren ein kosteneffizientes Risikomanagement für Klimarisiken in der Landwirtschaft zu schaffen. Der Fokus liegt auf Obst-, Wein- und Gemüsebau. Neben der Erforschung der Zusammenhänge und Anpassungsmaßnahmen ist ein Schwerpunkt die Strategieentwicklung. Das Projekt dient damit auch als Ausgangspunkt für Folgeaktivitäten und weiterführende Forschungsprojekte.

Ziele des „Masterplan Klimarisiko Landwirtschaft“

Der Klimawandel wirkt sich stark auf die agrarische Produktion aus und stellt die landwirtschaftlichen Betriebe vor große Herausforderungen. Die Produktion von Obst, Wein und Gemüse ist aufgrund der Kostenstruktur und Produktionssysteme besonders vulnerabel gegenüber Wetterextremen. Für Dauerkulturen kommt hinzu, dass nicht nur Ertrag und Qualität einer gesamten Vegetationsperiode betroffen sind, sondern Auswirkungen auf Folgejahre bestehen. Die verheerenden Auswirkungen der Spätfrostereignisse in den Jahren 2016 und 2017 auf die Apfelproduktion in Österreich ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Erntemenge ist in beiden Jahren auf einen Bruchteil der üblichen Ernte eingebrochen und etablierte Absatzmärkte konnten nicht bedient werden. Zur Erhaltung der landwirtschaftlichen Produktion besteht daher die dringende Notwendigkeit, geeignete Anpassungsmaßnahmen umzusetzen. Aufgrund der Komplexität der Problemstellung reicht es jedoch nicht aus, Einzelmaßnahmen zu implementieren. Vielmehr ist ein aufeinander abgestimmtes Bündel an

pflanzenbaulichen, technologischen, marktbasieren und finanziellen Anpassungsmaßnahmen nötig, um ein kosteneffizientes Risikomanagementsystem aufzubauen. Das Projekt ist als mehrjähriges Phasenprogramm konzipiert.

Der Schwerpunkt des ersten Jahres lag auf der Thematik Spätfrost im Bereich Obst- und Weinbau. Ab dem zweiten Jahr wurden auch die Themen Trockenheit und Extremwetterereignisse aufgenommen, die inhaltlich starke Überschneidungen aufweisen. Parallel dazu erfolgte eine Strategieentwicklung mit langfristigen Planungshorizont. Unter Abstimmung aller relevanten Akteure in der Steiermark wird ein entsprechender Masterplan erarbeitet, um der Problemstellung langfristig zu begegnen. Darin vorgesehen sind zahlreiche Folgeaktivitäten, die durch das Projekt mitinitiiert bzw. begleitet werden, aber über das Projekt hinausreichen.

Strategieentwicklung

Zur Entwicklung einer Gesamtstrategie wurde ein Zielsystem erstellt, das mehrere hierarchische Zielebenen umfasst und der Operationalisierung der übergeordneten Ziele und der Zuordnung der entsprechenden Maß-



Abb. 1: Apfelproduktion in Österreich von 1975 bis 2018 © Darstellung: JR-LIFE, Quelle: Statistik Austria

nahmen dient. Darin eingebunden waren die zuständigen Abteilungen des Landes Steiermark (Abteilung 10 – Land- und Forstwirtschaft, Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Fachabteilung Katastrophenschutz und Landesverteidigung) sowie die eingerichtete Steuerungsgruppe zum Masterplan. Darüber hinaus wurde eine gemeinsame Gewichtung der operativen Ziele aus unterschiedlichen Gesichtspunkten vorgenommen. Die Mission sowie die Ebene der spezifischen Ziele sind in Abbildung 2 dargestellt. Die wirtschaftliche Nachhaltigkeit wurde als Querschnittsziel definiert, welches damit auf alle spezifischen und operativen Ziele einwirkt bzw. diesen übergeordnet ist.

In weiterer Folge wurden für die spezifischen Ziele Maßnahmen für die unterschiedlichen Sparten, vorhandenes Wissen, bestehende Projekte, Angebote, Dienstleistungen und offene Fragen identifiziert. Daraus können Verantwortlichkeiten und notwendige Tätigkeiten der unterschiedlichen Akteursgruppen abgeleitet werden. Folgende Akteursgruppen werden im Zielsystem berücksichtigt:

- Verwaltung und Interessensvertretung/Unterstützende Infrastruktur
- Landwirtschaftliche Betriebe der Sparten Obst/Wein/Gemüse
- Ausbildung/Beratung
- Unternehmen
- Wissenschaft und Forschung

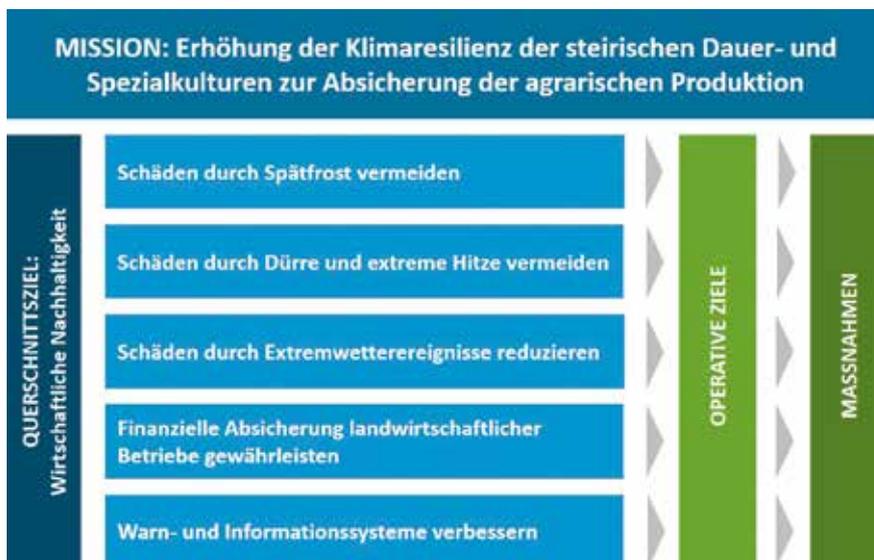


Abb. 2: Auszug aus dem Zielsystem Masterplan Klimarisiko Landwirtschaft mit Nennung von Mission, Querschnittsziel und den fünf spezifischen Zielen © Darstellung: JR-LIFE

Prognoseverbesserung

Als wesentliche unterstützende Maßnahme zur Bekämpfung von Spätfrostereignissen hat sich die Verbesserung der regionalen Spätfrostprognosen gezeigt. Für die landwirtschaftlichen Betriebe sind hinsichtlich des Spätfrost-Risikomanagements zwei Ebenen zu berücksichtigen, die es parallel weiterzuentwickeln gilt: Die überbetriebliche bzw. regionale und die betriebliche Ebene. Ein wichtiger Punkt in der Prognose ist die Unterscheidung von Strahlungs- und Strömungsfrost, da sich die beiden Wetterlagen hinsichtlich der Gefährdung von Lagen und passender Abwehrmaßnahmen wesentlich unterscheiden. Für die überbetriebliche Fragestellung der Verbesserung der Spätfrostprognose ist ein koordiniertes Vorgehen entscheidend. Diese Thematik wird aktuell durch die Fachabteilung Katastrophenschutz und Landesverteidigung, die ZAMG, das Wegener Center und JOANNEUM RESEARCH gemeinsam bearbeitet.

Vernetzung und Koordination

In regelmäßigen Steuerungsgruppentreffen findet der überinstitutionelle Austausch und die Koordination in diesem Themenbereich statt. Dies dient der Abstimmung der unterschiedlichen Aktivitäten, dem Identifizieren von Synergiemöglichkeiten und der Festlegung der weiteren Vorgehensweise. Diese enge Form der Abstimmung zwischen Interessensvertretungen, Verwaltung, Politik und Wissenschaft/Forschung in diesem Bereich ist ein Novum und hat sich als effektiv und zielführend erwiesen. Kommunikation, Vernetzung und Austausch der Forschungseinrichtungen auch über die Steiermark hinaus ist eine weitere wichtige Voraussetzung für eine zielgerichtete Bearbeitung der relevanten Forschungsfragen. Im Rahmen einer Teilnahme an der EIP-AGRI Focus Gruppe erfolgt

ein internationaler Austausch auf EU-Ebene, um auch von anderen Regionen zu lernen. In den ersten beiden Projektjahren wurden in Summe rund 60 ausführliche Abstimmungsgespräche geführt.

Wissenstransfer zu Praxis und Beratung

Um nach den prägenden Spätfrostereignissen 2016 und 2017 rasch die bestehende Wissensbasis bezüglich der Spätfrostthematik aufzuarbeiten und landwirtschaftlichen Betrieben eine Unterstützung zu bieten, wurde im Jahr 2018 eine Tagung zum aktuellen Wissensstand der Spätfrostbekämpfung organisiert. Die Projekthomepage www.klimarisiko.at wurde im März 2018 online gestellt. Die Seite wird laufend mit Beiträgen von KooperationspartnerInnen und Informationen zu Versuchen aktualisiert. Durch die ständige Aktualisierung der Webseite ist sichergestellt, dass allen interessierten Betrieben die vorhandenen und erarbeiteten Informationen von allen beteiligten Institutionen zur Verfügung stehen. Zudem wurden Disseminationsaktivitäten in Form von Publikationen in Fachzeitschriften und Fachvorträgen gesetzt.

Analysen, Forschungsprojekte und Versuche

Insbesondere für die Thematik Spätfrost wurden einige spezifische technische Problemstellungen erkannt: Es waren wenig Erfahrung und kaum bewährte Lösungsansätze hinsichtlich der Abwehrmaßnahmen vorhanden und durch die Topographie der Steiermark entstehen besondere Voraussetzungen, die sich unter anderem auch auf die Prognosegenauigkeit auswirken. Um die technologische Weiterentwicklung unterschiedlicher Spätfrostabwehrmaßnahmen und Managementmaßnahmen voranzutreiben, wurden von verschiedenen Institutionen und Unternehmen Praxistests und Feldversuche für die



Abb. 3: Aufnahme des Heizversuches der Fa. OPST mit der Wärmebildkamera aus einer Höhe von 150 m über den Versuchsfeldern während der Anheizphase in einem Vorversuch, links: Frostofen Torf, mittig: Frostofen Holzbriketts, rechts: Frostkerze Stoppel © Freiwillige Feuerwehr Pöllau, 28.11.2018

spezifischen steirischen Bedingungen (Topographie, Sortenspektrum) durchgeführt, aus denen praxisrelevante Ergebnisse und Empfehlungen entstanden. Einige der Ansätze erfordern weitere Untersuchungen oder eine technologische Weiterentwicklung, andere haben bereits Praxisreife erreicht. Im Folgenden werden drei Fragestellungen, die im Rahmen vom Masterplan Klimarisiko bearbeitet wurden, angeführt.

Heizsysteme

Zur Beheizung stehen mehrere Systeme zur Auswahl, wobei bei allen Systemen ein relativ hoher Bedarf an Arbeitskräften in der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung sowie zusätzlich ein logistischer Aufwand (Lagerung, Transport) anfällt. Je nach verwendetem System und verwendeter Materialien ist zudem mit hohen Kosten für das Brennmaterial zu rechnen. Abhängig von den Brennstoffen sind relevante Auswirkungen auf die Luftqualität, eine Geruchsbelastung sowie Ruß- und Rauchentwicklung vorhanden. Die verwendeten Brennmaterialien sind entweder fossile Energieträger oder stammen aus erneuerbarer Herkunft. Für die praktische Anwendung sind Informationen zu Brenndauer, Wirkungsgrad und potentieller Temperaturerhöhung im Zusammenhang mit der Aufstellichte essentiell. Mehrere

Versuche befassten sich mit diesen Fragestellungen, wie z. B. die Fa. OPST Paraffinkerzen mit Frostöfen mit unterschiedlichen Brennmaterialien vergleicht (Abb. 3). Daraus konnten praxisrelevante Empfehlungen für die Anwendung in der Praxis abgeleitet sowie Erkenntnisse für die methodische Optimierung solcher Versuche gewonnen werden.

Austriebsverzögerung im Weinbau

Die Ergebnisse der Versuche aus dem Jahr 2018 (LVZ Haidegg, FS Silberberg, LK Steiermark; in Kooperation mit JOANNEUM RESEARCH) zur Austriebsverzögerung im Weinbau durch Ölapplikationen zeigten, dass die erzielten Verzögerungen 2018 deutlich unter den Ergebnissen von früheren Jahren lagen. Es waren klare Sortenunterschiede sichtbar und es konnte gezeigt werden, dass auch der Zeitpunkt der Applikation einen hohen Einfluss hat. Die austriebsverzögernde Wirkung war stärker, wenn die erste Behandlung mindestens 30 Tage vor Beginn des Knospenaufbruchs der Kontrolle platziert wurde. Spätere oder einmalige Behandlungen zeigten geringere Effekte. Es wurden bei einigen Sorten Phytotox-Reaktionen (kurzfristige Wuchsdepressionen und Verfärbungen) festgestellt, v.a. bei zu später Applikation. Diese Ergebnisse bestätigen die Notwendigkeit, das Zu-

sammenwirken von Wetterbedingungen, Rebsorte und Ölbehandlungen weiter zu untersuchen, um die idealen Applikationszeitpunkte zu finden, die Wirksamkeit zu optimieren und das Risiko für Schäden zu reduzieren. Die Ergebnisse zeigten, dass der Austriebszeitpunkt je nach Sorte um rund eine Woche verzögert werden konnte. Aufgrund der hohen Varianz und Wetterabhängigkeit können noch keine allgemeinen Praxisempfehlungen abgeleitet werden.

Risikomodellierung

Um langfristige Planungsgrundlagen für Betriebe und Politik bereitzustellen, werden von JOANNEUM RESEARCH verschiedene Modellierungsansätze in unterschiedlichen Bereichen verfolgt. Ein Beispiel ist die Modellierung des Spätfrosttrisikos, welche Grundlagen für die mittel- und langfristige Planung der landwirtschaftlichen Betriebe liefern kann.

Die Analyse des Spätfrosttrisikos wurde in einem ersten Ansatz anhand eines Frostrisikoindexes mit anschließender räumlicher Interpolation auf eine parzellenscharfe Auflösung durchgeführt. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse der Modellierung exemplarisch für das Raabtal. Mithilfe dieser Daten können Lageneignungen besser bestimmt werden und eine darauf abgestimmte Sortenwahl getroffen werden.

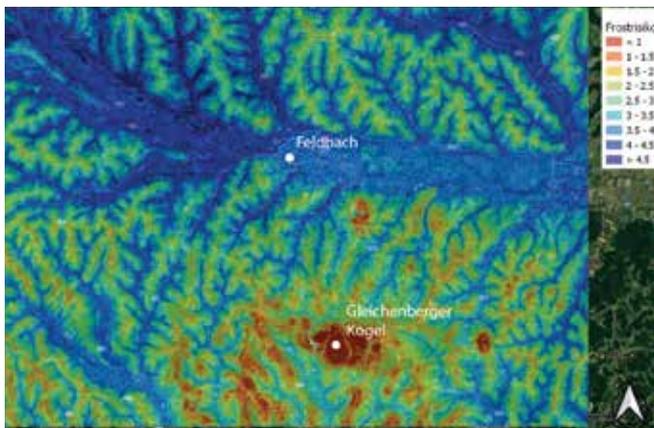


Abb. 4: Räumliche Darstellung des Frostrisikoindex im Raabtal. Rot = geringes Frostrisiko, Blau = hohes Frostrisiko © Abbildung: JR-LIFE

Laufende Identifikation und Schließen von Forschungslücken

In der bisherigen Projektlaufzeit wurden zahlreiche Projekte unterstützt und Einreichungen vorbereitet und durchgeführt. Ein Beispiel dafür ist das österreichweite EIP-AGRI-Projekt „FrostStrat“, welches mit Januar 2020 gestartet ist. Weitere Einreichungen mit unterschiedlichen Zielrichtungen (Spätfrostisiko, Trockenheit, Extremwetterereignisse, Pflanzengesundheit) wurden bereits vorgenommen, laufen gerade oder sind in Planung.

Problemstellung Wassermanagement

Die im Obstbau verbreitete Spätfrostbekämpfung durch Frostberegnung ist klar durch die verfügbaren Wasserressourcen begrenzt (Abb. 5). Für die betreffenden Regionen zeigte sich die Notwendigkeit, das bestehende Wassermanagement weiterzuentwickeln und Wasserbereitstellung für Spätfrostbekämpfung gemeinsam mit Dürre zu betrachten. Es wurde dazu eine systematische Problemanalyse erstellt. Diese zeigt aufgrund der wechselnden Bedingungen in der Steiermark eine enge Verknüpfung mit den Themen Starkniederschläge, Oberflächenabfluss, Überschwemmungen und Erosion. Aufgrund der Zusammenhänge der verschiedenen Aspekte wird es daher als wichtig erachtet, die Bearbeitung nicht auf Dürre, sondern vielmehr auf das überge-

ordnete Thema Wassermanagement zu fokussieren. Die mangelnde Wasserverfügbarkeit wurde insbesondere für den Obst- und Gemüsebau als Problem genannt, wobei für den Gemüsebau auch die Wasserqualität thematisiert wurde. Erosion muss für alle Kulturen, auch für Dauerkulturen, als wichtiges Zukunftsthema betrachtet werden (Abb. 6). Hinsichtlich der Lösungsansätze sind – neben den bekannten und bereits in der Praxis umgesetzten technischen Maßnahmen – auch grundlegende Änderungen im Management und neue Produktionssysteme oder -ansätze zu berücksichtigen.

Lösungsansätze und Alternativen

Es wurde ein Mapping der Lösungsansätze erstellt und im Rahmen einer Steuerungsgruppe diskutiert und gewichtet (Abb. 7). Für den Obstbau liegt ein klarer Schwerpunkt auf der Wasserbereitstellung und Bewässerungs-/Beregnungstechnik, da sowohl für die Spätfrostbekämpfung als auch für die Bewässerung eine entsprechende Wasserverfügbarkeit erforderlich ist. Für den Weinbau stehen im Zusammenhang mit Wassermanagement die Themen Erosion, Boden als Puffer und Wasserspeicher im Vordergrund. Ein gemeinsamer Schwerpunkt der Maßnahmen in Dauerkulturen liegt bei Begrünungsstrategien, Bodenana-



Abb. 5: Frostberegnung ist eine geeignete Spätfrostabwehrmaßnahme für Apfelanlagen © Andreas Basler/Shutterstock.com



Univ.-Prof. Dr. Steffen Birk

Universität Graz
Institut für Erdwissenschaften,
NAWI Graz Geozentrum
8010 Graz, Heinrichstraße 26
T: +43(0)316/380-5583
E: steffen.birk@uni-graz.at



Univ.-Prof. Dr. Michael Bahn

Universität Innsbruck
Institut für Ökologie
6020 Innsbruck, Sternwartestraße 15
T: +43(0)512/507-51630
E: michael.bahn@uibk.ac.at



Dr. Arnulf Schiller

Geologische Bundesanstalt
Fachabteilung Geophysik
1030 Wien, Neulinggasse 38
T: +43(0)1/7125674-633
E: arnulf.schiller@geologie.ac.at



Univ.-Prof. Dr. Christine Stumpp

Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Bodenphysik und
landeskulturelle Wasserwirtschaft
1190 Wien, Muthgasse 18
T: +43(0)1/47654-81501
E: christine.stumpp@boku.ac.at

DAS THEMENCLUSTER „GRUNDWASSER“ IM ÖAW-PROGRAMM: **EARTH SYSTEM SCIENCES – WASSER IN GEBIRGSRÄUMEN**

Wasserressourcen im Alpenraum sind in besonderem Maße vom Klimawandel und von direkten menschlichen Eingriffen betroffen. Vier von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) geförderte, interdisziplinäre Projekte befassen sich mit möglichen Auswirkungen auf das Boden- und Grundwasser im Hinblick auf damit verbundene Herausforderungen für die Wasserwirtschaft, den Energiesektor und die Landwirtschaft.

Im Vergleich zur weltweiten Durchschnittstemperatur sind die Lufttemperaturen im Alpenraum seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert rund doppelt so stark gestiegen (Auer et al. 2007). Der Alpenraum ist damit besonders betroffen vom Klimawandel und seinen Auswirkungen. In Bezug auf den Wasserhaushalt ist mit einer Zunahme hydrologischer Extreme wie Dürren und Hochwässern zu rechnen (Seneviratne et al. 2012). Im Alpenraum wird ein Rückgang der Sommerniederschläge vor allem in den südlichen Regionen und generell eine Zunahme der Winterniederschläge sowie eine Zunahme der Extremniederschläge erwartet (Gobiet et al. 2014). Um künftige Auswirkungen des Klimawandels zu beurteilen, wurde und wird vielfach ein szenarien-basierter („top-down“) Ansatz verfolgt. Dabei werden zunächst Klimamodelle im globalen Maßstab für mögliche Szenarien künftiger Treibhausgasemissionen gerechnet. Auf Grundlage dieser globalen Klimamodelle werden anschließend regionale Klimaprojektionen erstellt und schließlich Auswirkungen des Klimawandels im regionalen oder lokalen Maßstab simuliert und beurteilt. In jedem Schritt dieser Modellkette nimmt jedoch die Unschärfe der Ergebnisse zu, sodass

die Aussagekraft im Hinblick auf lokale Anpassungsmaßnahmen etwa im Landwirtschafts- oder Wassersektor oft sehr begrenzt ist (Wilby und Dessai 2010).

Aus diesem Grund wird zunehmend ein anderer („bottom-up“) Ansatz propagiert, bei dem die Analyse der Vulnerabilität und Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des jeweiligen Systems im Vordergrund steht und darauf aufbauend Anpassungsstrategien unter Berücksichtigung von Klimaprojektionen entwickelt werden (Brown und Wilby 2012). Vor diesem Hintergrund kann das Programm Earth System Sciences (ESS) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften mit seiner Zielsetzung der Erforschung des Systems Erde einen wesentlichen Beitrag zu einem verbesserten Verständnis möglicher Auswirkungen des Klimawandels leisten.

Im Rahmen der ESS-Ausschreibung „Wasser in Gebirgsräumen“ werden aktuell zwölf Projekte gefördert. All diesen Projekten ist gemein, dass die Fragestellungen einerseits Disziplinen übergreifend, also interdisziplinär aus dem Blickwinkel unterschiedlicher, wissenschaftlicher Fachgebiete und andererseits unter Einbeziehung von Akteuren aus der Praxis (Stakeholder), also transdisziplinär, bearbeitet werden. Im

vorliegenden Beitrag werden die vier im Themencluster „Grundwasser“ zusammengefassten Projekte vorgestellt. Diese befassen sich mit Fragestellungen zu Boden- und Pflanzenwasserhaushalt (ClimGrassHydro), Grundwasserneubildung (RechAUT) sowie Grundwasservorkommen (Integrative Groundwater Assessment sowie Flowcast).

ClimGrassHydro

Grünland bedeckt ein Drittel der Landoberfläche und ist ein wichtiges Element in Gebirgslandschaften, wo es für den Menschen eine wichtige Lebensgrundlage darstellt. Ökohydrologische Prozesse prägen das Ausmaß, in dem die Produktivität von Grünland durch den Klimawandel und insbesondere durch Dürreereignisse beeinflusst wird und bestimmen auch maßgeblich den Bodenwasserhaushalt, der gerade in Gebirgsregionen und für die daraus gespeisten Einzugsgebiete eine zentrale Rolle spielt. Angesichts des Umstands, dass der Klimawandel in den Alpen rascher voranschreitet als im globalen Durchschnitt und dass die Häufigkeit und das Ausmaß von Dürreereignissen in den kommenden Jahrzehnten zunehmen werden, ist das Verständnis der Ökohydrologie des Grünlands im Gebirge von großer Bedeutung. ClimGrassHydro nutzt ein weltweit einzigartiges Freilandexperiment an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein (Abb. 1), um

Das Themencluster „Grundwasser“ im Überblick

ClimGrassHydro untersucht in einem weltweit einzigartigen Experiment die Auswirkungen von Dürreereignissen unter verschiedenen Klimaszenarien auf den Wasserhaushalt und die Produktivität von bewirtschaftetem Grünland.

Ziel von **RechAUT** ist es, Grundwasserneubildungsraten zu bestimmen, deren zukünftige Änderungen unter Berücksichtigung von Unsicherheiten auf unterschiedlichen Skalen vorherzusagen und daraus resultierende Konsequenzen für die Landnutzung sowie das Wassermanagement für Österreich abzuschätzen.

Integrative Groundwater Assessment untersucht die Auswirkungen hydrologischer Extremereignisse auf den hydrologischen, hydrochemischen und ökologischen Zustand von Grundwasserkörpern in den Alpen und deren Vorland, um Indikatoren zu entwickeln, die sich zur Überwachung und Beurteilung von Klimawandeleffekten auf Grundwassermenge und -güte eignen.

Flowcast entwickelt neue Methoden zur Charakterisierung von Struktur, Kapazität und Empfindlichkeit von Karstgrundwasservorkommen. Dies geschieht durch Kombination und neuartige Auswertung von Daten aus Bodenmessungen und eines neu entwickelten Drohnenflug-Messsystems.

die individuellen und kombinierten Auswirkungen von unterschiedlichen Szenarien von Klimaerwärmung, erhöhten atmosphärischen CO₂-Konzentrationen und Dürre auf die Ökohydrologie von bewirtschaftetem Grünland zu untersuchen. In Zusammenarbeit mit der Universität Innsbruck (Institut für Ökologie), der Universität Graz (Institut für Erdwissenschaften), der Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Bodenphysik und landeskulturelle Wasserwirtschaft) sowie mit weiteren nationalen und internationalen Partnern wird dabei besonders untersucht, wie sich wiederkehrende Dürreereignisse unter aktuellen und künftigen Klimabedingungen auf die dem Wasserhaushalt zugrundelie-

genden Prozesse auswirken. Dazu werden modernste isotoopenbasierte Methoden eingesetzt und die Ergebnisse in prozessbasierten Modellen integriert. Dies ermöglicht ein neues Prozessverständnis des Wasserhaushalts von Grünland im Klimawandel und seiner Konsequenzen für den landwirtschaftlichen Ertrag sowie für die Wasser- und Energiewirtschaft.

RechAUT

Änderungen des Klimas haben einen großen Einfluss auf die Verfügbarkeit von Bodenwasser und können mögliche Folgen für die Wasserversorgung und die Landwirtschaft haben. Kenntnisse über Grundwasserneubildungsraten sind entscheidend für zukünftige Anpassungsmaßnahmen, fehlen aber oft aufgrund der Tatsa-



Abb. 1: Freilandexperiment mit Infrarotstrahlern zur Beheizung, Begasungsringen zur CO₂-Anreicherung, optionalem Regendach sowie Lysimetern zur Erfassung der Wasserhaushaltskomponenten © S. Keiblinger, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

che, dass man Raten nicht messen kann oder dass Vorhersagen aus hydrologischen Modellen oft auf vereinfachten Annahmen bodenhydraulischer Prozesse beruhen. Letztere sind notwendig aufgrund von eingeschränkten Rechenkapazitäten, Herausforderungen des Hochskalierens lokaler Prozesse oder von fehlenden Daten zu bodenhydraulischen Eigenschaften. Zusätzlich müssen wir anhand von Langzeitdaten besser verstehen, wie sich Modellunsicherheiten auf die Vorhersage auswirken. Deshalb beschäftigen wir uns im Projekt RechAUT mit einer der wichtigsten Herausforderungen zur Abschätzung der Wasserverfügbarkeit: Der Vorhersage von Grundwasserneubildungsraten, deren Variabilität und Unsicherheiten und mögliche Auswirkungen auf eine nachhaltige Wasser- und Landnutzung.

Ziel des Projektes ist es, Grundwasserneubildungsraten zu bestimmen, deren zukünftige Änderungen unter Berücksichtigung von Unsicherheiten vorherzusagen und daraus resultierende Konsequenzen für die Landnutzung sowie das Wassermanagement für Österreich abzuschätzen. Um dieses Ziel zu erreichen, nutzen wir Langzeitdaten von 14 Stationen des österreichischen Programms zum Bodenwassermontoring, welches eine Initiative des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus ist. Mit neuen Methoden zur Modellkalibrierung und -validierung wird das Institut für Bodenphysik und landeskulturelle Wasserwirtschaft (BOKU) für diese Stationen mit bis zu 20-jährigen Datenreihen bodenhydraulische Eigenschaften, Grundwasserneubildungsraten und Unsicherheitsbereiche der Parameter bestimmen. Lokale Daten und Prozessinformationen gehen in regional hydrologische Modelle des Instituts für Hydrologie und Wasserwirtschaft (BOKU) ein, um

eine Modellvorhersage bezüglich der Grundwasserneubildung und der damit verbundenen Unsicherheiten zu erhalten.

Zusätzlich werden am Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung (BOKU) integrative Analysen mithilfe bio-physikalischer, ökonomischer Modelle durchgeführt, um Aussagen über den Einfluss von klima- und sozioökonomischen Änderungen auf die Wasserverfügbarkeit, die Landnutzung und landwirtschaftliche Erträge treffen zu können. Mithilfe der Projektergebnisse wollen wir Gebiete identifizieren, in denen es zukünftig aufgrund sinkender Neubildungsraten zu Herausforderungen in der Wasserverfügbarkeit und zu möglichen Folgen für die Wasserversorgung und die Landwirtschaft kommen kann.

Integrative Groundwater Assessment

Grundwasserkörper können aufgrund ihrer Speicherwirkung Hochwässer dämpfen sowie den Basisabfluss von Oberflächengewässern in Dürrezeiten aufrechterhalten und damit die Auswirkungen von hydrologischen Extremen mildern. Gleichzeitig sind diese Wasservorkommen jedoch selbst empfindlich gegenüber hydrologischen Extremen, sowohl in Bezug auf ihre Quantität

als auch Qualität. Trotz der enormen Bedeutung als wichtigste Wasserressource wurden Auswirkungen des Klimawandels auf die physikalisch-chemische Güte und den ökologischen Zustand von Grundwässern bisher nicht untersucht. Vor diesem Hintergrund widmet sich das Projekt „Impact of extreme hydrological events on the quantity and quality of groundwater in alpine regions – multiple-index application for an integrative hydrogeo-ecological assessment“ der Forschungsfrage: Wie reagieren Grundwasser(öko)systeme in alpinem und präalpinem Umfeld auf extreme hydrologische Ereignisse wie Dürren, Starkniederschläge und Hochwasser in Bezug auf Wassermenge und chemische Beschaffenheit sowie den ökologischen Zustand?

Um diese Frage zu beantworten, werden in Zusammenarbeit mit Forschungsgruppen aus den Bereichen Hydrogeologie (Institut für Erdwissenschaften, NAWI Graz Geozentrum, Universität Graz) und Grundwasserökologie (Department für Funktionelle und Evolutionäre Ökologie, Universität Wien) fünf Gebiete im Murtal untersucht, die alpine und präalpine Bereiche umfassen und sich hinsichtlich der hydrogeologischen Gegebenheiten und anthropogenen Einflüsse unterscheiden (Abb. 2). Über ein verbessertes, wissenschaftli-

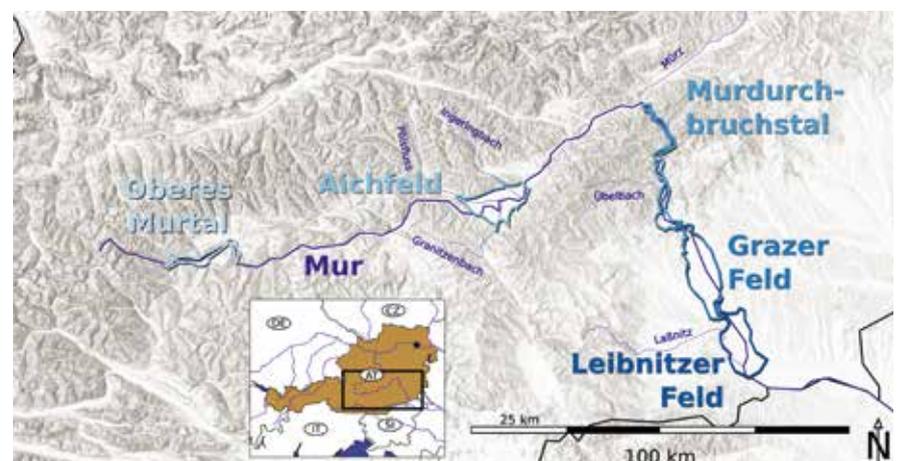


Abb. 2: Lage und Abgrenzung der Untersuchungsgebiete für das Projekt „Integrative Groundwater Assessment“ © verändert nach Haas und Birk 2017 sowie Birk und Haas 2018. Hintergrund: ESRI World shaded relief

ches Verständnis von Kurzzeiteffekten und Langzeittrends der Grundwassermenge und -güte hinaus, bezweckt das Projekt die Etablierung einer integrativen hydrogeo-ökologischen Bewertung von alpinen und präalpinen Grundwassersystemen. Unter Einbeziehung von Praxis-Akteuren (insbesondere das Land Steiermark und das Umweltbundesamt) sollen Indikatoren, die sich für eine Beurteilung und Überwachung von Klimawandeleffekten auf Grundwassermenge und -güte als geeignet erwiesen haben, validiert und implementiert werden.

Flowcast

Ein signifikanter Anteil der Trinkwasserressourcen der Welt wird von Karst-Grundwassersystemen unterschiedlicher Art gebildet. Nachhaltiges und effizientes Grundwassermanagement erfordert detaillierte Informationen über Kapazität, Dynamik, potentielle Gefährdung und Robustheit dieser lebenswichtigen Speicher. Dies erfolgt mittels numerischer Modellierung, basierend auf unterschiedlichen theoretischen Konzepten. Allen diesen Modellen ist aber gemein, dass die Qualität ihrer Ergebnisse direkt von der Art und Qualität der gemessenen Eingabedaten abhängt. Geophysikalische Methoden, wie sie an der Geologischen Bundesanstalt in Wien angewendet und weiterentwickelt werden, liefern wichtige Eingabedaten.

Aus früheren Projekten ergaben sich Hinweise, dass die elektrische Widerstandstomographie (ERT) und luftgestützte Elektromagnetik (AEM) spezifische Empfindlichkeit für verschiedene Bereiche der Karstporosität aufweisen: EM liefert Informationen über die gesamte Wasserverteilung, während ERT besser auf die Verteilung von verbundenen oder mobilen Grundwässern fokussiert. Die Untersuchung des Potentials dieser Idee sowie die Entwicklung

einer numerisch kombinierten ERT/EM-Methode mit optimierten Hard- und Softwarekomponenten sind die Hauptziele des Projektes Flowcast. Dazu wird auch eine Drohne mit speziellen Sensoren ausgestattet (Abb. 3). Die Methoden werden in zwei Testarealen in Österreich (Bereiche Leithagebirge und Villacher Alpe), einem Testgebiet mit einfacher und bekannter Hydrogeologie in Mexiko (Tulum) und an einem Standort im Schweizer Jura getestet. Das Projekt integriert ideal Expertise in einem gut etablierten, multidisziplinären Konsortium bestehend aus Geologischer Bundesanstalt Wien (Projektleitung, Datenprocessing), Universität Neuchâtel/Schweiz (Karst-Grundwassermodellierung), KIGAM/Südkorea (Inverse Probleme), KMUs AIR6 Systems/Airborne Robotics, Wolf Technologie, Liftoff (Hardwareentwicklung) und dem mexikanischen Partner Amigos de Sian Ka'an (Logistik, Social/Citizen Science).

Das Projekt befindet sich noch im ersten Drittel der Laufzeit, doch können neue Informationen über Karstgrundwassersysteme erwartet werden und damit signifikante Fortschritte bei der Charakterisierung von Struktur, Kapazität und Empfindlichkeit von Karstgrundwasservorkommen weltweit. Somit beinhaltet die Projektidee ein sehr hohes Potential angesichts des Bevölkerungswachstums und der Klimaänderung und fügt sich gut in die Leitlinien von Programmen wie Future Earth, IGCP oder MAB ein.

Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Projekte spannen einen Bogen vom Einfluss des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt und die Produktivität von bewirtschaftetem Grünland, über Veränderungen in der Grundwasserneubildung bis hin zu den Auswirkungen von Extremereignissen auf Grundwassermenge und -güte und die Charakterisierung von



Abb. 3: „Flowcast“: Experimentaldrohne, Tragkraft bis 10 kg © A. Schiller

Grundwasservorkommen. Jedes der Projekte leistet damit einen eigenständigen Beitrag zum besseren Verständnis von boden- und grundwasserhydrologischen Systemen im Alpenraum und deren Vulnerabilität und Resilienz in Bezug auf den Klimawandel. In der Zusammenschau und im Austausch auch mit Akteuren aus der Praxis unterstützen die im Themencluster Grundwasser vereinten Projekte damit die Entwicklung von Anpassungsstrategien in den Bereichen Wasserwirtschaft, Energie und Landwirtschaft. ■

- Literatur** Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., Schöner, W., Ungersböck, M., Matulla, C., Briffa, K., Jones, P., Efthymiadis, D., Brunetti, M., Nanni, T., Maugeri, M., Mercalli, L., Mestre, O., Moisselin, J., Begert, M., Müller-Westermeier, G., Kveton, V., Bochnicek, O., Stastny, P., Lapin, M., Szalai, S., Szentimrey, T., Cegnar, T., Dolinar, M., Gajic-Capka, M., Zaninovic, K., Majstorovic, Z., Nieplova, E. (2007): HISTALP - historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *Int. J. Climatol.* 27(1):17-46.
- Birk, S.; Haas, J. C. (2018): Schwankungsverhalten von Grundwasserständen im Murtal. *Wasserland Steiermark* 1/2018: 25-17.
- Brown, C., Wilby, R.L. (2012): An alternate approach to assessing climate risks. *EOS Trans. Am. Geophys. Union* 93: 401-412. <https://doi.org/10.1029/2012EO410001>
- Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J., Stoffel, M. (2014): 21st century climate change in the European Alps - A review. *Sci. Total Environ.*, 493: 1138-1151.
- Haas, J. C., Birk, S. (2017): Characterizing the spatiotemporal variability of groundwater levels of alluvial aquifers in different settings using drought indices. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21: 2421-2448.
- Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J., Luo, Y., Marengo, J., McInnes, K., Rahimi, M., Reichstein, M., Sorteberg, A., Vera, C., Zhang, X. (2012): Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA: 109-230.
- Wilby, R.L., Dessai, S. (2010): Robust adaptation to climate change. *Weather* 65:180-185.



Dipl.-Päd. Mag. Martina Krobath, BEd

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
Projektleiterin Wasser
8010 Graz, Brockmannngasse 53
T: +43(0)316/835404
E: martina.krobath@ubz-stmk.at



Mag. Michael Krobath

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
Projektleiter Klima
8010 Graz, Brockmannngasse 53
T: +43(0)316/835404
E: michael.krobath@ubz-stmk.at

KLIMA TRIFFT WASSER IN DER UMWELTBILDUNG

Im Rahmen der „WasserBildung“ der Initiative Wasserland Steiermark wird seit Bestehen des Projekts mit steirischen Schulen zu allen Aspekten des Wassers gearbeitet. Wasserver- und Abwasserentsorgung sind dabei ebenso Themen wie wassergebundene Ökosysteme, Wasserkraft, Naturgefahren, Gesundheit und viele weitere Bereiche. Ein weiteres Modul, das für Schulen entwickelt wurde, behandelt die Zusammenhänge von Klima und Wasser, die durch den Klimawandel immer stärker ins Bewusstsein der Menschen rücken.

Wasser steht mit allen Lebensformen auf der Erde in Verbindung und in teils starker Wechselwirkung mit den großen und kleinen Ökosystemen und Lebensräumen unseres Planeten. Eine besonders große Bedeutung hat es auch im Klimasystem, wo diese Wechselwirkungen sehr vielschichtig sind. Die Betrachtung des gesamten Wasserkreislaufs verdeutlicht diesbezügliche Zusammenhänge besonders gut: Verdunstung, Kondensation, Niederschläge, alle Gewässer und Ozeane – nichts davon wäre ohne dem gemeinsamen Wirken von Klima und Wasser in der uns bekannten Erscheinungsform vorhanden.

Wasser im Klimasystem

Auch den natürlichen Treibhauseffekt auf der Erde würde es ohne Wasser in dieser Ausprägung nicht geben. Wasserdampf in der Atmosphäre ist ein natürliches Treibhausgas und leistet sogar den größten Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt, der ein Leben auf der Erde wie wir es kennen überhaupt erst möglich macht.

Wasser- und Eisflächen reflektieren einen Teil der Sonnenstrahlung, Wasser ist ein Wärmepuffer, die Luftströmungen auf der Erde sind auch von der Verteilung des Wassers auf der Erde abhängig, die Meeresströmungen wiederum von der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre. Die Liste der Zusammenhänge ließe sich noch lange weiterführen. Diesen Zusammenhängen von Wasser und Klima und v. a. den Folgen

des Klimawandels für die großen globalen Wasservorkommen in seinen unterschiedlichen Erscheinungsformen widmete sich auch der 2019 erschienene „IPCC-Sonderbericht über den Ozean und die Kryosphäre in einem sich wandelnden Klima“. Unter „Kryosphäre“ versteht man die gefrorenen Komponenten des Erdsystems an und unter der Land- und Meeresoberfläche. Dazu zählen die Schneedecke, die Gletscher, das

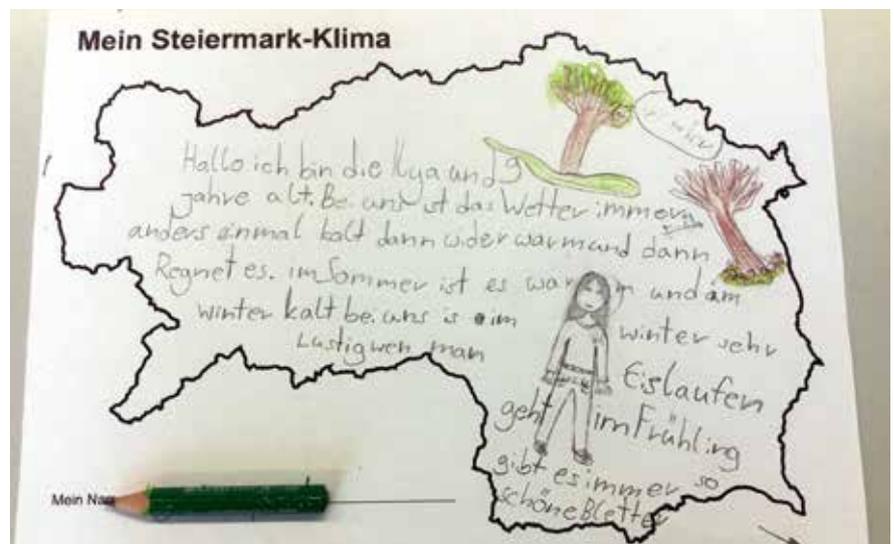


Abb. 1: Mein persönliches Steiermark-Klima © UBZ

Meereis, das Flusseis, der Permafrost, ... – also Eis in all seinen Erscheinungsformen. Die Ozeane, Seen, Flüsse und die Kryosphäre bieten die Grundlage für einzigartige Lebensräume und sind mit anderen Komponenten des Klimasystems durch den globalen Austausch von Wasser, Energie und Kohlenstoff verbunden.

Folgen des Klimawandels

Diese engen Verbindungen spiegeln sich dann auch in deutlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasser der Erde wider. Diesbezügliche Klimawandelfolgen betreffen hunderte Millionen Menschen auf der Erde. Im globalen Maßstab sind v. a. jene Menschen den Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasser ausgesetzt, die in enger Verbindung zur küstennahen Umwelt leben, auf kleinen Inseln, in Polargebieten oder in Hochgebirgen. Zu diesen Auswirkungen zählen der Meeresspiegelanstieg, die Extremwasserstände des Meeres und eine schrumpfende Kryosphäre. Auch andere, weiter von der Küste entfernte Gemeinschaften bekommen Veränderungen im Ozean zu spüren, wie zum Beispiel durch Extremwetterereignisse.

Veränderungen in diesen Bereichen und damit verbundene hydrologische Veränderungen haben auch weitgehende Folgen für Ökosysteme. Das kann man im globalen Maßstab beobachten, da es vom Äquator bis zu den Polen zu Verschiebungen in der Artenzusammensetzung, ihrem Bestand und der Biomasseproduktion von Ökosystemen gibt, aber auch vor unserer eigenen Haustüre in den Alpen, wo das Höherrücken von Tier- und Pflanzenarten und die Verschiebung ganzer Wuchsgrenzen nach oben eine Folge des Klimawandels ist. Auch Gebiete, die vor wenigen Jahren noch gletscherbedeckt waren, sind davon betroffen. Laut dem erwähnten IPCC-Bericht hat global



Abb. 2: Ökosysteme in unterschiedlichen Klimazonen wurden mit Karten erarbeitet ... © UBZ



Abb. 3: ... und auf der Erdkugel aufgeklebt © UBZ

betrachtet seit Mitte des 20. Jahrhunderts die schrumpfende Kryosphäre in der Arktis und in Hochgebirgsregionen zu überwiegend negativen Folgen für Ernährungssicherheit, Wasserressourcen, Wasserqualität, Lebensgrundlagen, Gesundheit und Wohlergehen, Infrastruktur, Verkehr, Tourismus und Erholung sowie für die Kultur menschlicher Gesellschaften geführt. Teilweise auch positive Folgen können diese Nachteile niemals aufwiegen.

Wasser und Klima in der Schule

Um einige der Zusammenhänge zwischen Wasser und Klima im Rahmen der „WasserBildung“ von Wasserland Steiermark in steirischen Schulen vermitteln zu können, wird vom Um-

welt-Bildungs-Zentrum Steiermark (UBZ) schon seit einigen Jahren das Modul „Wasser trifft Klima“ angeboten. Schulen können hierbei speziell auf dieses Thema hin ausgerichtete Projektstage buchen und in der PädagogInnenaus- und fortbildung werden dazu auch Workshops und Seminare vom UBZ angeboten. Im Schuljahr 2019/20 wurden zwei Projektstage von Wasserland Steiermark und dem UBZ in der 1M-Klasse der Volksschule Graz-Hirten durchgeführt. Diese Klasse ist eine reformpädagogische, inklusive Mehrstufenklasse. Das bedeutet, dass die Kinder der ersten, zweiten, dritten und vierten Schulstufe gemeinsam lernen und arbeiten. Besonders wichtig ist in Mehrstufenklassen, dass jedes Kind in seinem Tempo und an den



Abb. 4: Beim Treibhauseffekt-Laufspiel © UBZ



Abb. 5: Experiment mit Seifenblasen und Kohlendioxid © UBZ

eigenen Interessen selbstbestimmt und selbstorganisiert arbeiten kann. Ein zentrales Anliegen ist auch das Lernen an der Wirklichkeit, weshalb mit den SchülerInnen einige Wasser-Klima-Phänomene erarbeitet wurden, die sie selbst erleben können und die in Österreich bzw. in unseren Alpen auch relevant sind. Das gemäßigte Klima in der Steiermark, und wie jedes Kind dieses erlebt und wahrnimmt, wurde auch besprochen (Abb. 1).

Um diese persönlichen Beobachtungen in ein großes Ganzes einordnen zu können, wurden zuerst die Klimazonen der Erde mithilfe von Landkarten (Abb. 2) und einer großen, aufblasbaren Erdkugel

(Abb. 3) erarbeitet. Unterschiedliche Lebensformen, Ökosysteme und das Vorhandensein von Wasser in all seinen Erscheinungsformen wurden den Klimazonen zugeordnet. Warum alle Lebensformen in diesen Klimazonen vom Klimawandel betroffen sind und was eigentlich der Treibhauseffekt ist, erfuhren die Kinder beim Treibhauseffekt-Laufspiel im Schulhof (Abb. 4). Dabei schlüpfen die SchülerInnen in die Rollen von Sonnenstrahlen, Wärmestrahlen und Kohlendioxid und erkannten so, dass es eines feinen Gleichgewichts der Treibhausgas-Konzentration bedarf, um die Temperatur auf der Erde auf dem heutigen Niveau zu halten. Außerdem wurden die SchülerInnen und Erwachsenen zu Stickstoff-, Sau-

erstoff- und CO_2 -Molekülen, um so zu erfahren, wie sich die Atmosphäre zusammensetzt und welche Rolle Kohlendioxid dabei spielt.

Zwei CO_2 -Experimente haben dieses Gas sogar für alle erlebbar gemacht. Besonders beeindruckt hat die Kinder, dass Seifenblasen auf CO_2 „schweben“ können und nicht zu Boden sinken, wie man es von ihnen eigentlich erwartet (Abb. 5) und dass man das zu Hause mit Essig und Backpulver ganz leicht nachmachen kann.

Mit diesem Wissen ausgestattet ging es weiter zur Betrachtung der Klimawandelfolgen, speziell zu jenen, die mit Wasser und Eis in Zusammenhang stehen und die wir



Abb. 6 und 7: Die fertigen Alpen mit einigen Klimawandelfolgen © UBZ

in unserem Umfeld schon beobachten können. Dazu haben die Kinder zwei „Ausgaben“ der Alpen gebaut (Abb. 7), eine aus der Gegenwart und eine aus der Zukunft. Diese wurden dann miteinander verglichen, um zu erkennen, wo sich Wechselwirkungen zwischen Wasser – in all seinen Aggregatzuständen – und dem Klima bzw. dem Klimawandel zeigen (Abb. 6 und 7). Die gefundenen Unterschiede reichten vom Gletscherschwund über auftauende Permafrostregionen im Hochgebirge, Hochwasserereignisse und andere Naturgefahren bis hin zu belastenden Trockenphasen für die Landwirtschaft. Den Kindern wurde dabei auch klar, dass viele dieser Klimawandelfolgen gar nicht nur die Zukunft betreffen, sondern bereits heute Realität sind.

Virtuelles Wasser

Als spezieller Schwerpunkt wurde das Thema „virtuelles Wasser“ genauer unter die Lupe genommen. Dabei handelt es sich um jenes Wasser, das wir durch unseren Konsum verbrauchen, meistens ohne sich dessen bewusst zu sein.

Dazu zählt man z. B. Wasser, das man zur Bewässerung von Obst und Gemüse benötigt, bis es zu uns auf den Teller kommen kann oder Wasser, das man braucht, um Rinder zu züchten, deren Fleisch wir dann konsumieren,



Abb. 8: Für die Produktion aller Lebensmittel benötigt man Wasser © UBZ

aber auch um Wasser, das die Produktion eines Autos erst ermöglicht. Dieses Wasser wird an den Produktionsstätten von Lebensmitteln und Produkten verbraucht, wobei es sich hier auch um Regionen handeln kann, in denen unter Umständen bereits klimabedingt Wassermangel herrscht.

Um sich dieser Tatsache bewusst zu werden, wurde gemeinsam eine gesunde Jause zusammengestellt (Abb. 8), wobei alle genossenen Produkte (von der Butter über das Brot bis zur Gurke) auf das dafür benötigte virtuelle Wasser hin besprochen wurden. Dabei konnten dann für den Klima- und Wasserschutz so wichtige Schlagworte wie „saisonal“, „regional“ und „bio“ behandelt werden.

Wie geht es weiter?

Abschließend wurde mit den Kindern besprochen, wie sie selbst Klimaschutzmaßnahmen in ihrem Leben umsetzen und wie sie die Ressource Wasser schonen können bzw. welche „kleinen Revolutionen“ sie in diesem Sinne in ihrem Alltag starten möchten. Zu diesen Ideen und Vorhaben wird die Klasse in diesem Schuljahr noch gemeinsam mit Wasserland Steiermark weiterarbeiten.

Bei den zur Themenkombination Wasser und Klima angebotenen Seminaren für PädagogInnen werden den Teilnehmenden neben diesen in Schulen erprobten Unterrichtseinheiten auch viele weitere Informationen, Unterrichtsmaterialien (Abb. 9) oder Experimente (Abb. 10) präsentiert, die für eine vertiefende Arbeit in steirischen Klassenzimmern verwendet werden können.



Abb. 9: „Klima trifft Wasser“ – Bodenpuzzle © UBZ



Abb. 10: Experiment zum Thema Zusammenhang zwischen Bodenbedeckung und Wasserabfluss © UBZ



Ing. Christoph Schlacher, MSc
Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
Abteilung 14 - Wasserwirtschaft,
Ressourcen und Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-5921
E: christoph.schlacher@stmk.gv.at



DI Stefan Fieger
Wildbach- und Lawinenverbauung
8811 Scheifling, Murauer Straße 8
T: +43(0)3582/235417
E: stefan.fieger@die-wildbach.at



DI Dr. Robert Schatzl
Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
Abteilung 14 - Wasserwirtschaft,
Ressourcen und Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-2014
E: robert.schatzl@stmk.gv.at

HOCHWASSEREREIGNISSE IM JAHR 2019 IN DER STEIERMARK

In der Steiermark kam es im Jahr 2019 zu mehreren Hochwasserereignissen in zahlreichen Gemeinden sowie Wildbacheinzugsgebieten in den Bezirken Murtal, Murau und Voitsberg. Neben kleineren Ereignissen im Bezirk Voitsberg in den Gemeinden Köflach, Hirscheegg-Pack und Maria Lankowitz waren Ende August im Bezirk Murtal die Gemeinden Obdach, Pölstal und Pusterwald sowie Spielberg betroffen. Im Bezirk Murau kam es durch ein Zusammenspiel von außergewöhnlichen Wetterabfolgen im November zu Schadereignissen in den Gemeinden Stadl-Predlitz und St. Georgen am Kreischberg sowie in der Gemeinde Schöder.

Großwetterlage und Niederschlag

Ereignis 24. August 2019

Ein Tief über Mittelitalien steuerte schwül-warme Luft in die Steiermark, in der sich besonders am Nachmittag auch einige teils gewittrige Regenschauer mit Schwerpunkt im Oberen Murtal bildeten. Eine sehr heftige, aber kleinräumige Starkniederschlagszelle betraf dabei das Gebiet bei St. Anna am Lavantegg im Bereich des Obdacher Sattels.

Eine Analyse des Niederschlagsereignisses anhand der INCA-Daten ist in Abbildung 1 zu sehen. Dabei ist die Kleinräumigkeit des Ereignisses mit Niederschlagssummen von bis zu 150 mm in 5 Stunden zu erkennen.

Ereignis 17. und 18. November 2019

An der Vorderseite eines Tiefdruckkomplexes über Westeuropa lag die Steiermark in einer kräftigen Südströmung. Darin eingelagert brachte

eine Störungszone vor allem im oberen Murtal, aber auch im Ennstal teils intensive Niederschläge. Abbildung 2 zeigt eine Auswertung der Niederschlagssummen vom 16. bis 18. November aus den INCA-Analysedaten der ZAMG, in der auch die Stationsdaten des hydrographischen Dienstes Steiermark inkludiert sind. Dabei ist zu erkennen, dass die Hauptniederschlagstätigkeit des Ereignisses im oberen Murtal, speziell im Bereich des Turrach- und Paalbaches, mit Niederschlagssummen bis zu 120 mm lag.

Eine Analyse des Niederschlagsereignisses anhand der Station Etrachsee, an der ebenfalls circa 100 mm Niederschlag zu beobachten waren, zeigt, dass bereits am 15.11. Niederschlagssummen von circa 40 mm auftraten, der Hauptniederschlag fiel aber am 17. bzw. 18.11. mit circa 60 mm.

Das Hauptproblem der Hochwasserentstehung war somit die Tatsa-

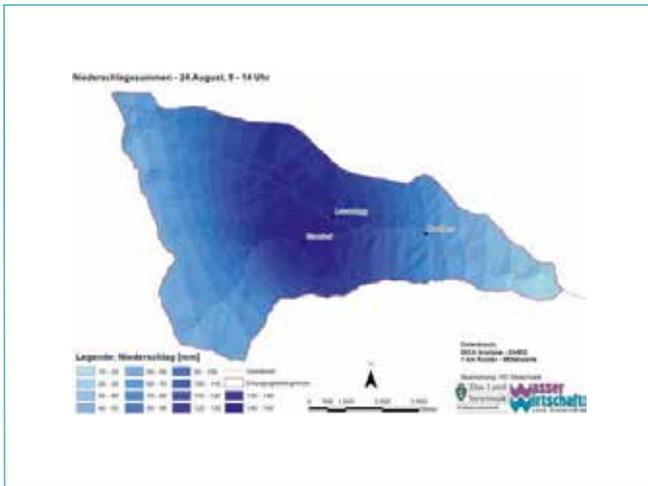


Abb. 1: Niederschlagssummen im Bereich St. Anna am Lavantegg vom 24.08.2019 aus INCA-Analysedaten © A14/Land Steiermark

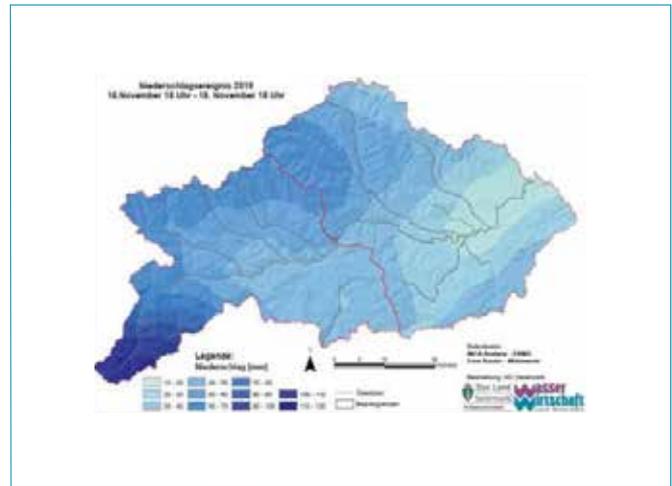


Abb. 2: Niederschlagssummen in der Steiermark vom 16. bis 18.11.2019 aus INCA-Analysedaten © A14/Land Steiermark

che, dass die Vorniederschläge vor allem im Gebirge hauptsächlich in Form von Schnee gefallen sind, die Hauptniederschläge am 17. und 18.11. aufgrund der gestiegenen Temperaturen bis ins Hochgebirge in Form von Regen und somit zusätzlich zum Regen auch eine Schneeschmelze ausgelöst wurde.

Hochwassergeschehen

Da vom Hochwasserereignis am 24. August im Bereich St. Anna am Lavantegg kein Pegel des HD Steiermark betroffen war, bezieht sich die nachfolgende Analyse ausschließlich auf das Ereignis im November.

Hauptbetroffen von den Hochwasserereignissen waren entsprechend den Niederschlagsereignissen die obere und die mittlere Mur sowie in geringerem Maße die Enns und deren Zubringer.

Abbildung 3 zeigt die Durchflussganglinien an den Pegeln der oberen Mur sowie deren Zubringer Katschbach und Ingeringbach.

Die Jährlichkeiten erreichten an der oberen Mur ein bis zu HQ_{30} , bedingt auch durch die Hochwasserereignisse an Paalbach und Turrachbach,

die auch zu zahlreichen Schäden an der Infrastruktur führten. An diesen beiden Gewässern wird allerdings seitens des HD Steiermark kein Pegel betrieben.

Die Hochwasserwelle bzw. auch die Jährlichkeiten der Mur flachten im weiteren Verlauf ab und erreichten am Pegel Bruck/Mur nur mehr in etwa ein HQ_3 .

Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der vom Hochwasser im November 2019 in der Steiermark betroffenen Pegel, an denen ein HQ_1 erreicht oder überschritten wurde.

Auswirkungen

August 2019

Am 24.08.2019 kam es in den Mittagsstunden zwischen 11:00 Uhr und 14:00 Uhr zu einem Starkregenereignis im Bereich der Seetaler Alpen.

Die intensivsten Niederschläge, vermengt mit Hagelschlag, führten in der Gemeinde Obdach zu Hochwasserabfluss und zu umfangreichen Schäden an der Infrastruktur.

Massive Straßenabriss, vornehmlich entlang der Lavant und des Zanitzenbaches, Schäden an

Brücken, Straßenunterspülungen, Vermurungen und Verkläuerungen und Geschiebeablagerungen in den Sperren stellten eine außergewöhnliche Gefahrenlage für Leib und Leben einzelner Bewohnerinnen und Bewohner sowie für Wohnhäuser und Verkehrswege dar (Abb. 4 bis 6).

Die Gemeinde Obdach stellte mit Gültigkeit 24.08.2019 eine Katastrophe fest, welche von der Bezirkshauptmannschaft Murtal gemäß § 4 iVm. § 4 iVm. § 2 Abs. 1 des Steiermärkischen Katastrophenschutzgesetzes, LGBl.Nr. 62/1999 i.d.g.F., bestätigt wurde.

Die zuständigen Behörden führten in Zusammenarbeit mit den Amtssachverständigen umfangreiche Erhebungen mit dem Ziel durch, Schadenslagen bzw. Gefahren-

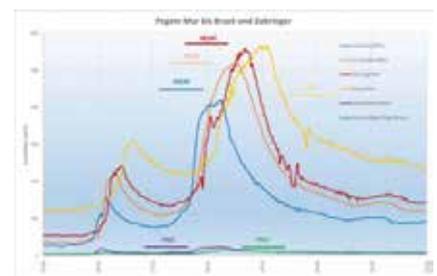


Abb. 3: Durchflussganglinien an den Pegeln der oberen Mur und Zubringer bis Bruck vom 15.11. bis 22.11.2019 © A14/Land Steiermark



Abb. 4: Uferanriss und Gefährdung von Wohnobjekten an der Lavant © BBL OW

stellen festzustellen und die erforderlichen Priorität I-Maßnahmen (P1-Maßnahmen) einzuleiten.

Neben der Räumung und Rückführung der Bachläufe war die Herstellung der teilweise zerstörten Infrastruktur die Hauptaufgabe für die Mitarbeiter der Baubezirksleitung Obersteiermark West sowie der Gebietsbauleitung Steiermark West der WLVI im Zuge des Katastropheneinsatzes.

Durch das Hochwasserereignis vom 24.08.2019 wurden in der Lavant sowie am Zanitzenbach massive Uferanrisse hervorgerufen, wobei die parallelführende Gemeindestraße über hunderte Meter unterspült wurde. Zudem wurden vier Brücken weggerissen und drei Gemeindestraßenbrücken sowie sieben Feldwegbrücken beschädigt bzw. unterspült.

Der Gesamtschaden im Einzugsgebiet beläuft sich nach Ermittlung der betroffenen Behörden und Dienststellen auf rund 4.398.000 Euro.

Pegel	Datum	Uhrzeit	Spitzen-durchfluss [m ³ /s]	Jährlichkeit
Schladming/Enns	17.11.	20:50	139	~ HQ ₄₋₅
Trautenfels/Enns	18.11.	01:30	268	~ HQ ₃₋₄
Liezen/Enns	18.11.	03:00	308	~ HQ ₂
Admont/Enns	18.11.	10:15	367	~ HQ ₂
Irdning/Irdningbach	17.11.	23:45	65	~ HQ ₃
Gestüthof/Mur	18.11.	06:15	423	~ HQ ₂₅
St. Georgen/Mur	18.11.	13:00	517	~ HQ ₃₀
Zeltweg/Mur	18.11.	16:30	558	~ HQ ₂₅₋₃₀
Bruck/Mur	18.11.	23:30	569	~ HQ ₃
Friesach/Mur	19.11.	02:00	654	~ HQ ₄
Graz/Mur	19.11.	03:00	620	~ HQ ₃₋₄
Mellach/Mur	18.11.	17:45	642	~ HQ ₃₋₄
Katsch/Katschbach	18.11.	06:15	22	~ HQ ₁
Hammerjäger/Ingeringbach	18.11.	08:15	17	~ HQ ₁
Deutshefritz/Übelbach	18.11.	11:25	13	~ HQ ₁

Tab. 1: Zusammenfassung sämtlicher Pegel über HQ, für das Ereignis im November 2019 © A14/Land Steiermark

Diese teilen sich im Wesentlichen wie folgt auf:

Ländlicher Wegebau	760.000 Euro
Wildbach- und Lawinenverbauung	1.100.000 Euro
Bundeswasserbauverwaltung	2.500.000 Euro

November 2019

Am 17.11.2019 kam es in den Gemeindegebieten von Stadl-Predlitz und St. Georgen am Kreischberg, beide Bezirk Murau, zu Hochwasser- und zu Rutschungsereignissen. Auslöser dafür waren außerordentliche Niederschlagsmengen in der ersten Novemberhälfte. Der Niederschlag erfolgte in der zweiten Novemberwoche in Form von Schnee und zum Wochenende hin, aufgrund eines Wärmeeinbruchs, als Regen. Durch die Überlagerung des Regenniederschlags mit der eintretenden Schneeschmelze kam es zu Oberflächenabfluss, der einerseits zahlreiche Rutschungen verursachte und andererseits zu Hochwasserführung in den mittleren und großen Einzugsgebieten führte.

Bereits am Sonntagabend des 17.11.2019 wurde von Seiten der Bezirkshauptmannschaft Murau das Gemeindegebiet von Stadt-Predlitz zum Katastrophengebiet erklärt. Aufgrund der gefährlichen Lage mussten am Sonntag bis zu 30 Wohnhäuser evakuiert werden. Am Montag, 18.11.2019 wurde von der Behörde das Katastrophengebiet auf das Gemeindegebiet von St. Georgen am Kreischberg erweitert.



Abb. 5a und 5b: Lavant, Gemeinde Obdach, Zerstörung der Gemeindestraße durch Seitenerosion (oberes Bild) und nach der Wiederherstellung (unteres Bild) © WLV

Als Schadensbilder zeigten sich neben massivem Unholzeintrag zahlreiche Rutschungsprozesse bis hin zu Hochwasserführung der Bäche. Betroffen waren im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung die Mur, der Turrachbach und der

Paalbach sowie neun Wildbach-Haupteinzugsgebiete mit zahlreichen Zubringerbächen. Bei diesem Ereignis zeigten die bestehenden Hochwasserschutzmaßnahmen und Verbauungen am Turrachbach, am Einachbach sowie am Lorenzerbach



Abb. 6: Unterspülte Gemeindestraße und Ausuferung der Lavant © BBL OW



Abb. 8: Olachbach, Gemeinde St. Georgen am Kreischberg, massiver Unholzeintrag in den Bachlauf © WLV

und am Allgaubach ihre Wirkung und konnten größere Schäden in den Siedlungsbereichen verhindern (Abb. 7).

Durch den massiven Unholzeintrag in die Bachläufe entstanden zahlreiche potentielle Verklausungsstellen, die unmittelbar geräumt werden mussten (Abb. 8). Für die Erkundung der zum Teil unzugänglichen Bachabschnitte konnte in enger Zusammenarbeit mit dem Landesforstdienst eine Drohne der Abteilung 10 eingesetzt werden.

So war es möglich, dass die Einsatzorganisationen einen raschen Überblick über die Situation bekamen und die Arbeiten entsprechend koordiniert werden konnten.

Das Freimachen der Bachläufe von Unholz erfolgte im Zuge eines Assistenzeinsatzes in Zusammenarbeit mit dem Bundesheer, wobei bis zu 90 Mann eingesetzt wurden. Zusätzlich wurden mit den Pionieren des Bundesheeres Steinkastensperren zur Rutschungsstabilisierung errichtet (Abb. 9 und 10).



Abb. 7: Bestehende Hochwasserschutzmaßnahmen konnten größere Schäden verhindern © BBL OW

Aufgrund der hohen Vorbefeuchtung des Bodens kam es zu verschiedensten Rutschungsprozessen in den Einzugsgebieten, wobei die Großhangrutschung am Urlbach die Hauptschadstelle für die Wildbach- und Lawinerverbauung darstellte. Im Einzugsgebiet des Urlbaches löste sich eine Hangmure und zerstörte auf einer Länge von circa 800 m die Gleisanlagen der Murtalbahn (Abb. 11).

Durch die Murablagerungen war der natürliche Abfluss aus dem Urlbach verlegt und drohte eine Siedlung zu beaufschlagen.

Als Sofortmaßnahme mussten die natürlichen Abflussverhältnisse wiederhergestellt werden.

Als eine große Herausforderung erwies sich die Räumung von circa 10.000 m³ Erdmaterial, welches mit Bruchholz und Wurzelstöcken vermischt war. Zur Feststellung der Kubatur des Murganges wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung 10 – Landesforstdienst eine Laserscan-Drohnen-Befliegung



Abb. 9: Allgaubach, Gemeinde St. Georgen am Kreischberg, Errichtung einer Krainerwand im Zuge des Bundesheer-Assistenzeinsatzes © WLV



Abb. 10: Tschepbach, Gemeinde Stadl-Predlitz, Rutschungsstabilisierung durch Errichtung von Steinkastensperren © WLV



Abb. 11: Urlbach, Gemeinde Stadl-Predlitz, Zerstörung der Gleisanlagen der Murtalbahn und Verlegung des Hochwasserabflusses durch Ablagerungen einer Hangmure © WLV



Abb. 12: Urlbach, digitales Geländemodell, erstellt aus den Laserscandaten der Drohnenbefliegung © WLV



Abb. 13: Urlbach, Gemeinde Stadl-Predlitz, Aufräumarbeiten © WLV

durchgeführt, deren Daten durch Mitarbeiter der Wildbach- und Lawinenverbauung in Zusammenarbeit mit der Abteilung 17 – Landes- und Regionalentwicklung, Referat Statistik und Geoinformation, ausgewertet wurden.

Auch hier stellten sich der Drohneinsatz und die Möglichkeit zur digitalen Erfassung bzw. Auswertung von Ereignisdaten als großer Vorteil zur weiteren Abschätzung der erforderlichen Maßnahmen heraus (Abb. 12).

Aufgrund des späten Ereigniszeitpunktes im November wurden die Sofortmaßnahmen der Bundeswasserbauverwaltung und jene der Wildbach- und Lawinenverbauung über die Wintermonate fortgesetzt und können im Frühjahr 2020 zum Abschluss gebracht werden (Abb. 13).



Mag. Volker Strasser

Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
Abteilung 14 – Wasserwirtschaft,
Ressourcen und Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-2561
E: volker.strasser@stmk.gv.at

DIE ZUKUNFT UNSERER GEWÄSSER

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

Im 3. Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP 2021) werden die Themenschwerpunkte und Maßnahmen für die Planungsperiode 2021 bis 2027 festgelegt. Im Vorfeld dazu hat das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen veröffentlicht und ruft die Öffentlichkeit auf, ihre Meinung dazu abzugeben und sich damit am Entstehen des NGP 2021 aktiv zu beteiligen.

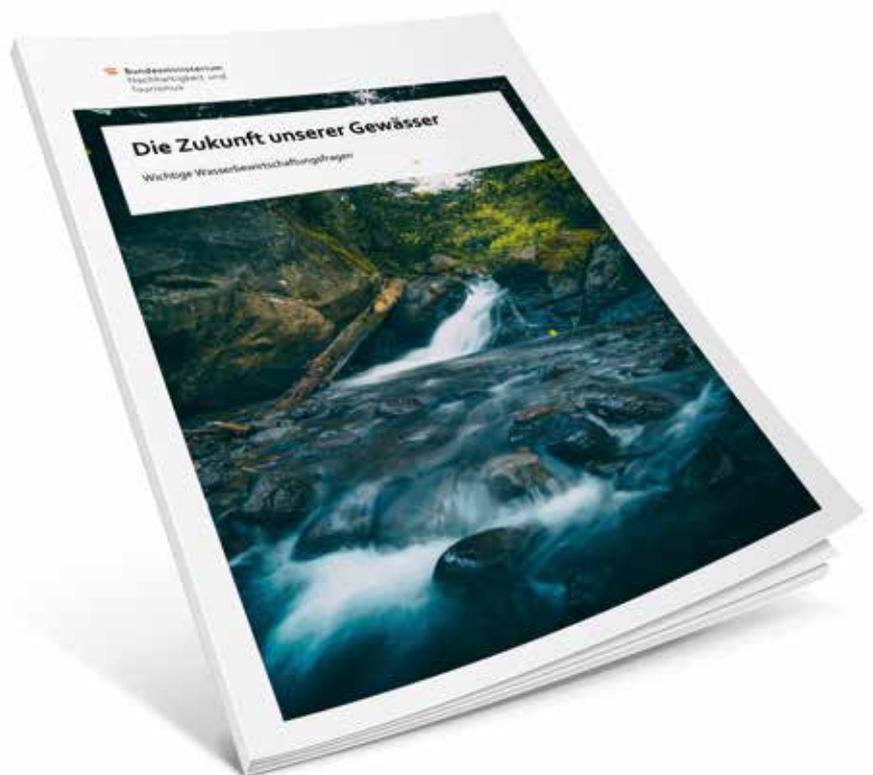
Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) gibt das Ziel vor, alle Gewässer in einen guten Zustand zu bringen beziehungsweise diesen zu erhalten. Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) werden dazu Bewirtschaftungsziele und Maßnahmenprogramme festgeschrieben. Diese werden periodisch aktualisiert, damit laufende Entwicklungen berücksichtigt werden können. So werden im NGP 2021 die Herausforderungen durch den Klimawandel stärker als bisher im Fokus stehen.

Die Beteiligung der Öffentlichkeit ist ein zentrales Element innerhalb dieses Aktualisierungsprozesses. Mit der Veröffentlichung der wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen Anfang 2020 soll das allgemeine Interesse an diesem so wichtigen Themenkomplex geweckt werden.

Sie haben nunmehr die Möglichkeit, dazu ihre Meinung abzugeben und Vorschläge und Anregungen einzubringen. Diese Rückmeldungen tragen dazu bei, die Schwerpunkte für den NGP 2021 richtig zu setzen. Bis 22. Juni 2020 haben Sie die Möglichkeit, Ihre Meinung zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen abzugeben.

Ihre Stellungnahmen können per E-Mail an wasserrahmenrichtlinie@bmlrt.gv.at oder postalisch an das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Stubenring 1, 1010 Wien gerichtet werden. Nähere Informationen sowie die Broschüre „Die Zukunft

unserer Gewässer“ finden Sie auf der Internetseite des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus unter <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisafachinformation/ngp/wasserbewirtschaftungsfragen/wichtige-wasserbewirtschaftungsfragen-2019.html>. ■



Cover der Broschüre „Die Zukunft unserer Gewässer“ – Wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen
© Titelbild: Pexels, BMNT/Andy Wenzel



DI Dr. Robert Schatzl

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-2014
E: robert.schatzl@stmk.gv.at



Mag. Barbara Stromberger

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-2017
E: barbara.stromberger@stmk.gv.at



Ing. Josef Quinz

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit
8010 Graz, Wartingergasse 43
T: +43(0)316/877-2016
E: josef.quinz@stmk.gv.at

HYDROLOGISCHE ÜBERSICHT FÜR DAS JAHR 2019

Der folgende Bericht zeigt die hydrologische Gesamtsituation in der Steiermark für das Jahr 2019. Ganglinien bzw. Monatssummen von charakteristischen Messstellen der Fachbereiche Niederschlag, Oberflächenwasser und Grundwasser werden präsentiert.

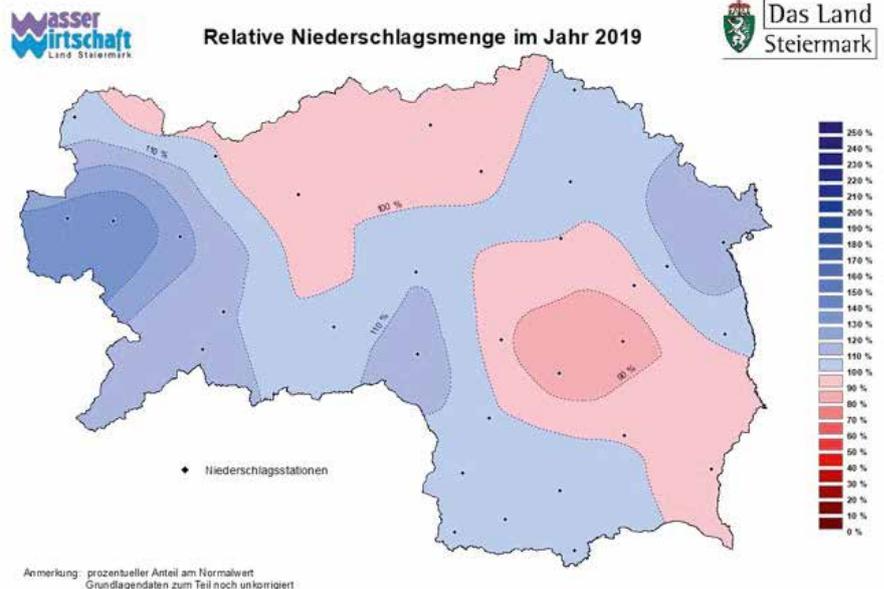


Abb. 1: Relative Niederschlagsmenge im Jahr 2019 in Prozent des langjährigen Mittels

Niederschlag

Die Jahresniederschlagssummen 2019 lagen in der gesamten Steiermark in etwa im langjährigen Schnitt. Betrachtet man die einzelnen Monate, so wurden doch größere Abweichungen registriert.

Besonders erwähnenswert sind dabei die ersten 14 Tage im Jänner. Extrem starke Schneefälle führten dabei nördlich der Niederen Tauern und des Hochschwabs zu Katastropheneinsätzen. Viele tatsächliche und befürchtete Lawinenabgänge machten großräumige Straßensperren notwendig.

Besonders „verregnet“ waren die Monate Mai und November, in denen

die Hochwasserereignisse im Mur- und Ennstal zu verzeichnen waren. Im Gegensatz dazu waren in den Monaten Juni und Oktober deutlich unterdurchschnittliche Niederschläge zu beobachten.

Die Absolutwerte der Niederschlagssummen lagen im Jahr 2019 zwischen 627 mm an der Station Graz-Andritz und mit 1.515 mm an der Messstelle Donnersbachwald (Abb. 1 und 2).

Lufttemperatur

Die Lufttemperaturen lagen im Jahresmittel im Vergleich zum mehrjährigen Mittel bei allen Stationen zwischen 1,1 °C und 2,0 °C über den Durchschnittswerten (siehe Tabelle 1).

Betrachtet man die einzelnen Monate, so lagen die mittleren Temperaturen in fast allen Monaten mehr oder weniger deutlich über den mehrjährigen Mittelwerten der Periode 1981-2010. Einzig die Monate Jänner und Mai waren im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten etwas kälter, alle übrigen Monate waren wärmer als im langjährigen Schnitt, besonders deutlich überdurchschnittlich zeigten sich die Monate Februar, März und Juni. An den beobachteten Messstellen lag das höchste Tagesmittel am 27. Juni bei 27,9 °C an der Station Graz-Andritz, das niedrigste am 12. Dezember mit -8,3°C an der Messstelle Judenburg (Tabelle 2). 4 ausgewählte Temperaturverläufe der Stationen

Göbl, Judenburg, Graz-Andritz und St. Peter am Ottersbach sind in Abbildung 3 dargestellt.

Oberflächenwasser

Die Durchflüsse zeigten sich im ersten Halbjahr 2019 wie so oft in den letzten Jahren zweigeteilt. Im Gegensatz zum Jahr 2018 waren in diesem Jahr in den nördlichen Landesteilen allerdings wieder überdurchschnittliche Durchflüsse zu verzeichnen, während in den südlichen Landesteilen zum Teil deutlich unter den Mittelwerten liegende Werte zu beobachten waren. In der zweiten Jahreshälfte zeigten sich die Durchflüsse landesweit einheitlich, auf deutlich unterdurchschnittliche Durchflüsse bis inklusive Oktober folgten überdurchschnittliche Durchflüsse in den Monaten November und Dezember (Tab. 3).

Analysiert man die einzelnen Monate, zeigte sich folgendes Bild: In den nördlichen Landesteilen lagen die Durchflüsse in sämtlichen Monaten über den langjährigen Mittelwerten, in den südlichen Teilen der Ost- und Weststeiermark in sämtlichen Monaten darunter. Etwas differenzierter zeigten sich die Mur bzw. die nördlichen Teile der Oststeiermark. Während an der Mur die Monate Februar, März, April und Juni überdurchschnittliche Durchflüsse zeigten, lagen in der nördlichen Oststeiermark die Durchflüsse von Jänner bis März über den Mittelwerten. Wie bereits erwähnt, war die 2. Jahreshälfte landesweit geprägt von unterdurchschnittlichen Durchflüssen, die in den Monaten Juli bis Oktober zu beobachten waren. Der Monat November blieb als Hochwassermonat speziell im Bereich der oberen Mur und des oberen Ennstales in Erinnerung, ebenfalls überdurchschnittlich präsentierten sich die Durchflüsse im Dezember (Abb. 5).

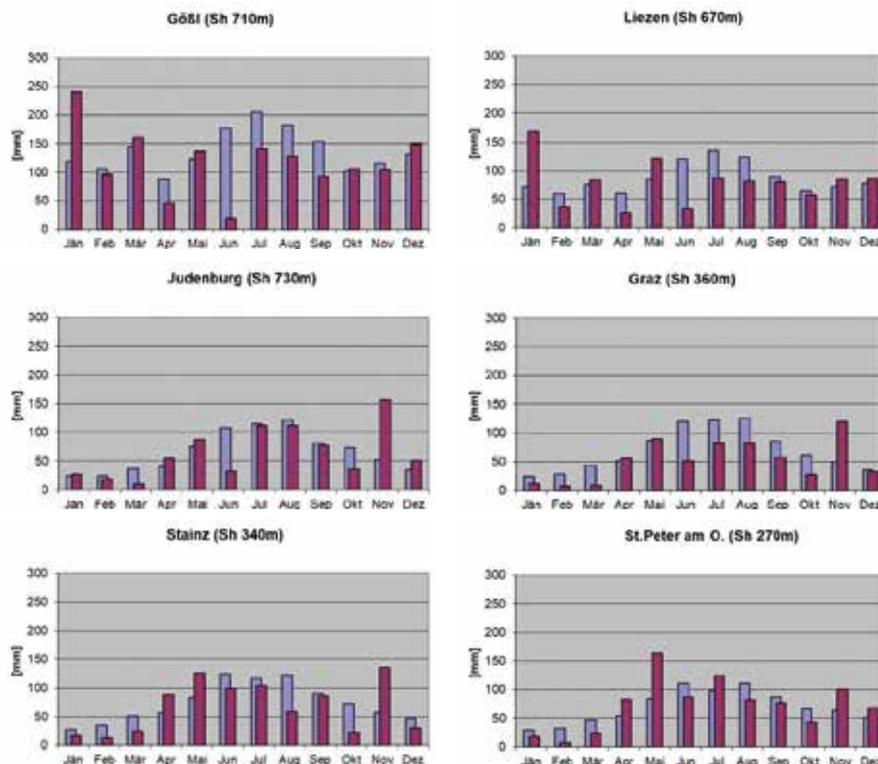


Abb. 2: Vergleich Monatsniederschlagssummen 2019 (rot) mit Reihe 1981-2010 (blau)

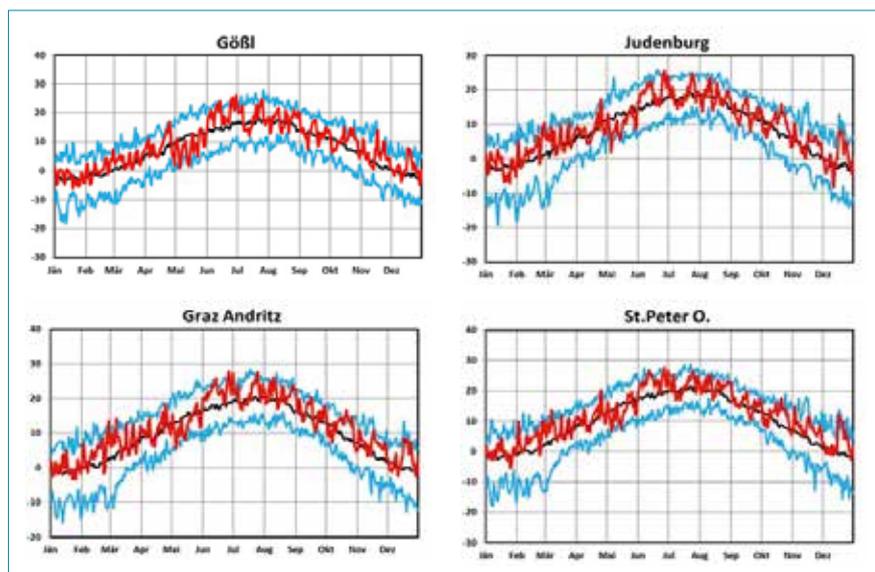


Abb. 3: Temperaturvergleich 2019: Langjähriges Mittel 1981-2010 (schwarz), 2019 (rot) und Extremwerte (blau)

Mittlere Lufttemperatur 2019 [°C]			
Station	2019	1981-2010	Abweichung [°C]
Göbl	8,8	7,4	+ 1,4
Judenburg	9,1	8,0	+ 1,1
Graz-Andritz	11,5	9,7	+ 1,8
St. Peter am O.	11,7	9,7	+ 2,0

Tab. 1: Mittlere Lufttemperatur 2019 im Vergleich zur Reihe 1981-2010

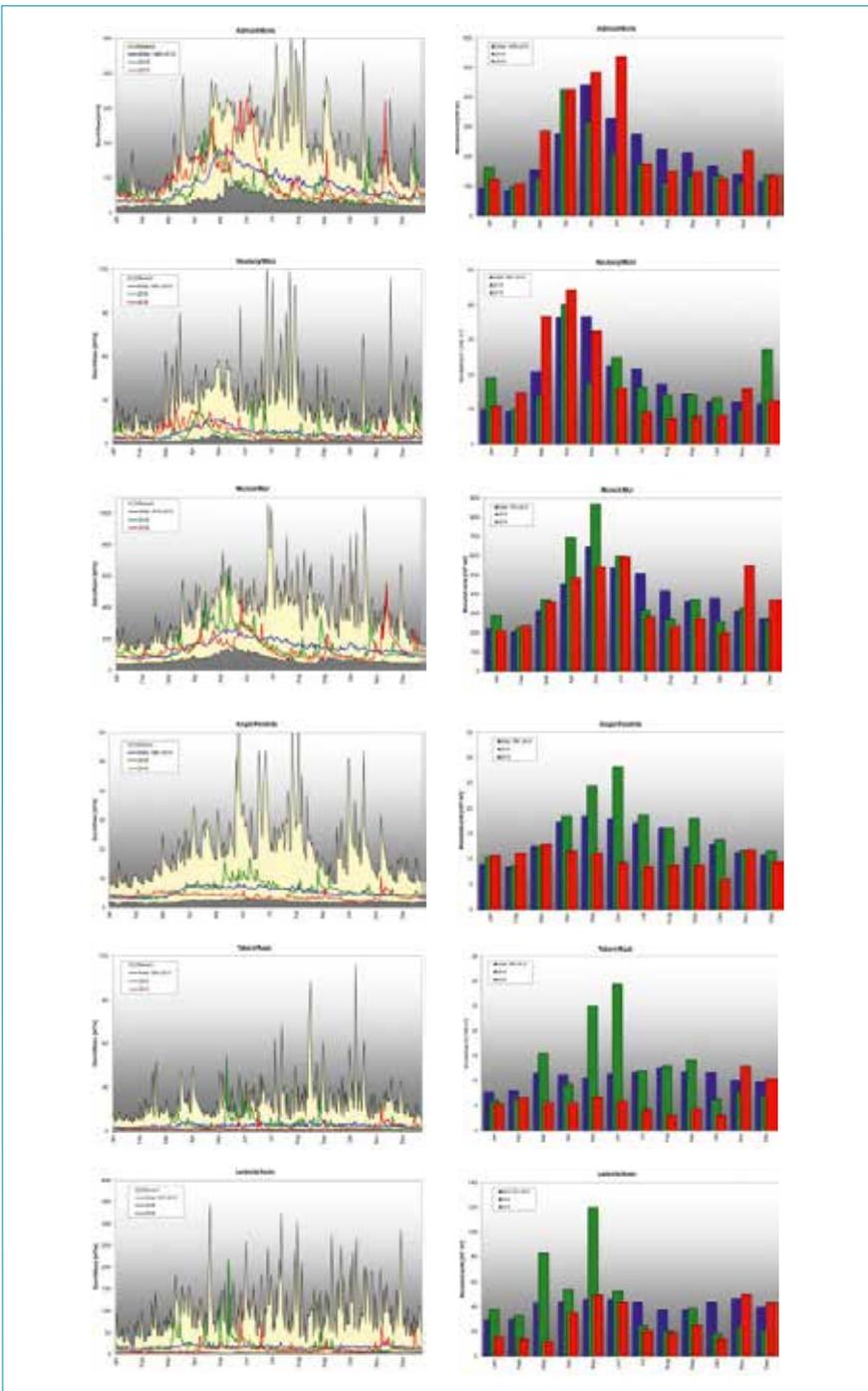
Station	Minimum	Maximum
Göbl (Sh 710m)	-6,2	26,1
Judenburg (Sh 730m)	-8,3	25,6
Graz-A (Sh 361m)	-3,2	27,9
St. Peter am O. (Sh 270m)	-5,5	27,7

Tab. 2: Temperaturextrema (Tagesmittel) im Jahr 2019 [°C]

Pegel	Mittlerer Durchfluss [m³/s]		
	Jahr 2019	Langjähriges Mittel	Abweichung 2019 vom Mittel [%]
Admont/Enns	92,8	79,9 (1985-2010)	+ 16 %
Neuberg/Mürz	6,8	7,1 (1961-2010)	- 4 %
Mureck/Mur	138	147 (1966-2010)	- 8 %
Anger/Feistritz	4	5,2 (1961-2010)	- 22 %
Takern/Raab	2,4	4,0 (1961-2010)	- 42 %
Leibnitz/Sulm	10,8	15,3 (1949-2010)	- 28 %

Tab. 3: Vergleich der mittleren Durchflüsse mit den langjährigen Mittelwerten

Abb. 4: Durchflussganglinien (links) und Monatsfrachten (rechts) an ausgewählten Pegeln



Die Gesamtfrachten lagen somit im Norden bis zu 16 % (Admont/Enns) über dem Durchschnitt und in den südlichen Landesteilen mit bis zu 42 % (Takern/Raab) unter den Mittelwerten (Tab. 3).

Grundwasser

Für die Grundwasserneubildung war die äußerst unterschiedliche jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge von Bedeutung. Einzelne Monate verzeichneten ein großes Niederschlagsdefizit, dessen Wirkung auf den Wasserhaushalt durch die hohen Lufttemperaturen noch verstärkt wurde. In jeder Hinsicht extrem war der Juni 2019. Es war der heißeste, trockenste und sonnigste Juni seit Messbeginn. So wurde an der ZAMG-Wetterstation Graz Universität am 27. Juni mit 37,2 °C ein neuer Hitzerekord für die Steiermark gemessen.

Sehr geringe Niederschlagsmengen gab es weiters noch im Februar, März (im Süden), April, Juli und August. Wesentlich größere Mengen an infiltrierbaren Niederschlagswässern fielen in den Monaten Jänner, Mai, September und Dezember. Herausragend und für die Erholung des Bodenwasserspeichers von eminenter Bedeutung war aber der „große Regen“ im November (bis über 300 % des Normalwertes).

In den Gebieten nördlich und entlang des Alpenhauptkammes gab es in der ersten Jännerhälfte sehr große Niederschlagsmengen, meist in Form von Schnee. Diese extremen Schneemengen bildeten die Basis für die in den niederen Regionen schon im März beginnende Schneeschmelze und damit verbundenen, starken Anreicherung der Grundwasserspeicher. Nach dem Jahresmaximum der Grundwasserstände Mitte Juni gab es ein kontinuierliches Absinken der Grundwasserstände unter die langjährigen Mittelwerte, das kurzfristig

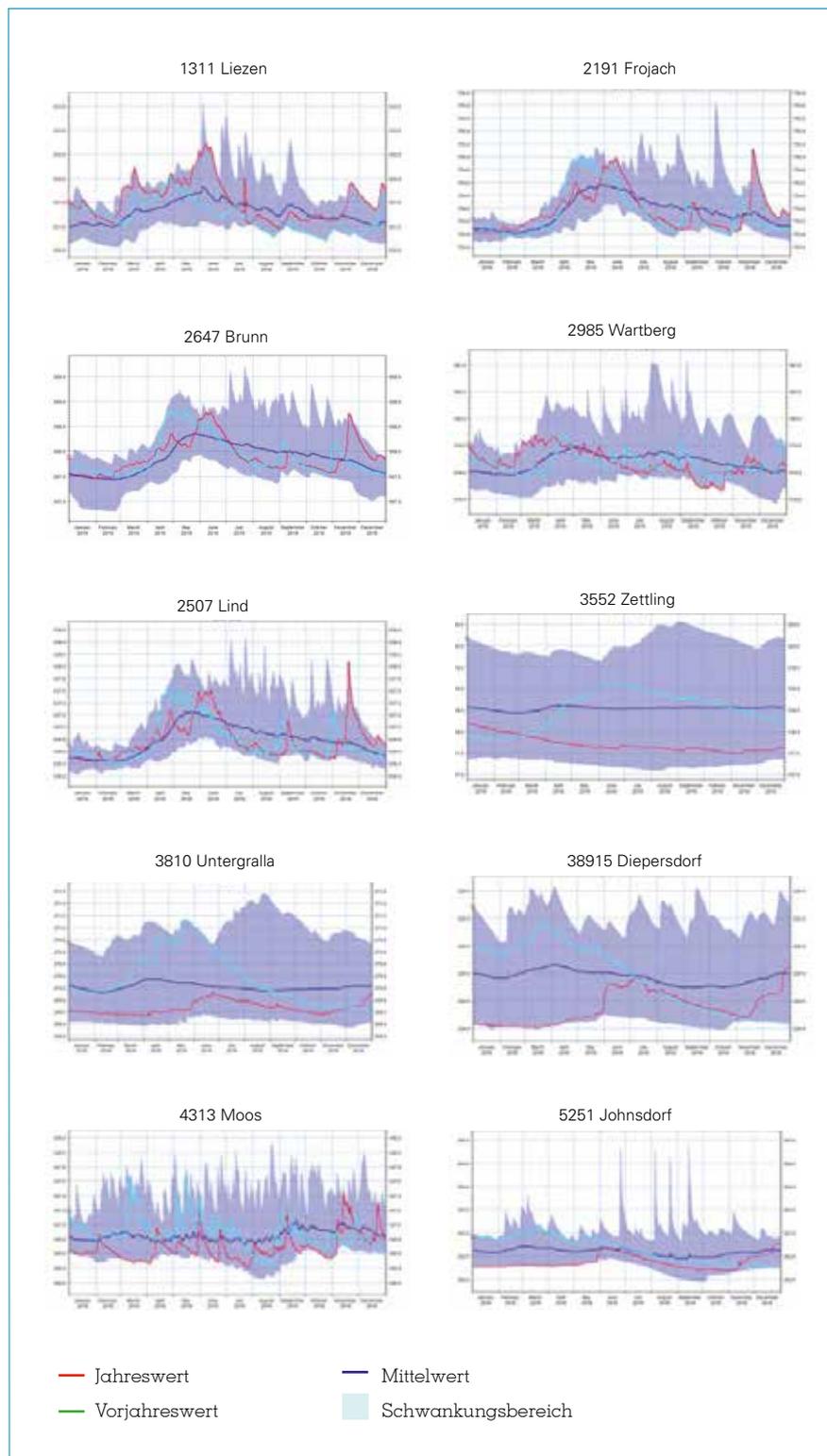
durch ergiebige Niederschläge Mitte September unterbrochen wurde. Erst wieder die kräftigen Regenereignisse der ersten Novemberhälfte führten zu einer beachtlichen Grundwasserneubildung und zu einer deutlichen Auffüllung der Grundwasservorräte.

Ende des Jahres lagen die Grundwasserstände deutlich über den langjährigen Mittelwerten.

In der südlichen Landeshälfte gab es schon zu Beginn des Jahres extrem niedrige Grundwasserstände. Die

Grundwasserstände lagen deutlich unter den Vorjahreswerten und unter den langjährigen Mittelwerten und oft im Bereich der absoluten Tiefstwerte. Erst der sehr trübe, kühle und sehr niederschlagsreiche Mai brachte in diesem Jahr eine erste beachtliche Grundwasserneubildungsphase und eine deutliche Auffüllung der Grundwasservorräte.

Abb. 5: Grundwasserganglinien im Jahr 2019 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten, deren Minima und Maxima



Das Sekundärmaximum der Grundwasserstände Mitte Juni lag aber meist noch unter den langjährigen Mittelwerten. Danach gingen die Grundwasserstände bis Ende Mitte November kontinuierlich zurück. In der ersten Novemberhälfte brachte eine Reihe von Wetterlagen mit Süd- und Südwestströmung milde und sehr feuchte Luft aus dem Mittelmeerraum.

Die tagelang anhaltenden, flächendeckenden Niederschlagsereignisse führten zu steigenden Grundwasserständen. Nach den ergiebigen Weihnachtsniederschlägen wurde Ende Dezember das diesjährige Maximum der Grundwasserstände erreicht.

Bemerkenswert ist noch immer die Grundwassersituation im Grazer Feld. Seit Juli 2018 ist ein kontinuierliches Absinken der Grundwasserstände gegeben. Auch die ergiebigen Novemberrniederschläge führten zu keiner nennenswerten Grundwasserneubildung. Am Ende des Jahres lagen die Grundwasserstände bis zu 1 Meter unter den langjährigen Mittelwerten und nur mehr 20-30 cm über den absoluten langjährigen Tiefstwerten.

In Abbildung 5 werden die Grundwasserstände 2019 (rot), 2018 (hellblau) mit den entsprechenden Durchschnittswerten (schwarz) einer längeren Jahresreihe sowie mit deren niedrigsten und höchsten Grundwasserständen verglichen. ■



Dr. Bernhard A. Reismann
Historiker



AUS DER GESCHICHTE DER STEIRISCHEN WASSERWIRTSCHAFT

Die mechanische Nutzung der Wasserkraft

Bis in das zweite Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts übernahm das Wasserrad auch in der Steiermark die wichtigste Rolle für die Energieversorgung von Maschinen und mechanischen Einrichtungen. Erst dann wurde es relativ rasch von der Dampfmaschine abgelöst, die seit 1784 technisch in der Lage war, Kreisbewegungen abzugeben. Dennoch bestand noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts ein recht ausgewogenes Nebeneinander dieser beiden Antriebsformen, zumal auch das Wasserrad durch Fortschritte in der Metallbearbeitung und durch verbesserte Bauart immer größer und leistungsfähiger wurde – um schließlich in die Turbinentechnik zu münden.

In Verbindung mit dem Wasserrad denkt man natürlich sofort an Mühlen und tatsächlich war, im englischen wie auch im deutschen Sprachgebrauch, die „Mühle“ bis weit in die Neuzeit hinein Synonym für verschiedenste wassergetriebene, mechanische Anlagen, man denke nur an die „Papiermühlen“, die „Pulvermühlen“ oder die „Schmiedmühlen“ des Hochmittelalters, wie die ersten Hammerwerke bezeichnet wurden.

Die Herkunft des Wasserrades ist nicht sicher nachzuweisen, bereits um 600 v. Chr. wurde die Wasserkraft im fernen Osten aber entsprechend genutzt. Das horizontale Wasserrad,

mit senkrechter Achse und gebogenen Schaufeln versehen, dürfte eine Erfindung der Griechen gewesen sein und tritt im ersten Jahrhundert v. Chr. auf. Um Christi Geburt entstand das heute bekannte senkrechte Wasserrad, beschrieben bereits bei Vitruv. Ab dem 8. Jahrhundert n. Chr. wurde das Wasserrad in Europa zur generellen Antriebsmaschine und überschritt, aus Westeuropa kommend, vor allem durch klösterliches Wissen weiterverbreitet, die Rhein-Main-Linie.

970 wird in einer steirischen Urkunde die erste Mühle indirekt erwähnt. Am 7. März dieses Jahres ließ Kaiser Otto I. dem Erzbischof Friedrich von Salzburg in Pavia eine Urkunde ausstellen, in welcher der Erzbischof Besitzungen bei Arnfels, im Sausal sowie bei den Orten Sulb und Leibnitz geschenkt erhielt. In der Pertinenzformel dieser Schenkung scheinen neben anderen Rechten auch molendinis molendinorumque locis, also Mühlen und Mühlstätten, auf. Deziert erstmals genannt wird eine Mühle in einem um 1100 verfassten Verzeichnis jener Güter, die Erzbischof Tiemo von Salzburg dem Stift Admont geschenkt hatte. Darin wird der molendinum in flumine Turah ad Rastat genannt. Über die Mühlen in der Steiermark und ihre Geschichte wurde bereits in der Ausgabe 1/2018 näher berichtet, weshalb diesmal auf die anderen wasserbetriebenen Pro-

duktionsstätten im Land etwas näher eingegangen werden soll.

Ölmühlen und Ölstampfen

Dort, wo in der Steiermark Leinsamen angebaut wurde, existierten neben, teils mit den Getreidemühlen auch früh bereits Ölmühlen und -stampfen. Diese wurden teilweise auch zum Stampfen von Getreide verwendet, es bestanden allerdings auch reine Ölstampfen. Bei beiden führte ein starker, runder „Grundlbaum“ oder „Stampfgrundl“ vom Wasserrad in das Innere des Gebäudes, wo er auf dem „Grundlzapfgerüst“ auflag.

Vor dem Grundl stand das „Ankenblock“ mit meist fünf, aber auch bis zu acht runden „Ankenlöchern“ und der Halterung für ebenso viele „Schießer“ (Abb. 1). Am Grundlbaum war die entsprechende Anzahl hölzerner „Tatzen“ angebracht, die bei der Drehung des Baumes die „Schießer“ am sogenannten „Schießerhebel“ hochhoben. Diese fielen anschließend in das „Ankenloch“ zurück. Dieses wurde zu zwei Drittel mit den Ölfrüchten befüllt, welche anschließend mehlig gestampft wurden.

Im steirischen Oberland bestanden als Sonderform der Stampfen da und dort auch so genannte „Graßstampfen“, in denen abgehackte Astenden von Nadelbäumen zerstampft und zu Kraftfutter für die Rinder verarbeitet wurden.



Abb. 1: Inneres einer wasserbetriebenen Mühle in der Steiermark um 1880, links gut zu erkennen sind die fünf „Schießer“ der damit verbundenen Ölstampfe, Grafik von Hugo Charlemont (aus: Kronprinzenwerk)

Loh- und Lodenstampfen

Wasserbetriebene Lohstampfen und Lohwalken wurden zur Herstellung des für die Kleidung der Obersteirer unentbehrlichen Lodens aus Schafwolle verwendet. Dabei wurde in der Steiermark vor allem das Stampfen des Gewebes bevorzugt. Die steirischen Walkmühlen entwickelten sich im Mittelalter aus den archaischen „Keulstampfen“, ursprünglich aus einem hölzernen, aus einem Baumstrunk gebohrten Mörser gebildet. 1163 wird bei Spital am Pyhrn der Flurname walchenstampf urkundlich überliefert, um 1310 wird in Oberwölz eine Loh- beziehungsweise Lodenstampfe erwähnt. Diese alttümlichen, zumeist bäuerlichen Stampfwalken hielten sich bis in die 30er-Jahre des 20. Jahrhunderts vor allem in den Berggegenden um Schladming, im weststeirischen Bergland rund um Hirschegg sowie in der Oststeiermark rund um Fischbach. Die heute noch bestehende

Lodenwalkerei in Ramsau-Rössing entstand spätestens im Jahr 1434 und wird heute noch betrieben, wenn seit 1938 auch völlig von der Wasserkraft gelöst (Abb. 2).

Sägemühlen

Die Nutzung des Wasserrades zum Sägen von Marmor ist für die Zeit um 500 n. Chr. bereits aus der Moselgegend überliefert, wobei mechanische Sägen schon bei Ausonius im 4. Jahrhundert n. Chr. überliefert sind. Sägemühlen mit Nockenwellenantrieb entstanden im deutschsprachigen Raum im 13. Jahrhundert, doch bald wurde diese Antriebsform durch einen Kurbelantrieb ersetzt. Diese Werke bestanden, wie das Kindtaler Vorbild im Österreichischen Freilichtmuseum Stübing verdeutlicht, aus einem teilweise mit Brettern verschalteten Ständerbau aus klobigen Stehern. Ebenerdig war das Wasserwerk, bestehend aus einem bis zu vier Meter hohen Wasserrad und

dem hölzernen Triebwerk, situiert. Von diesem wurde mittels exzentrischer Bewegung über Stangen die Energie auf das so genannte „Venezianergatter“ übertragen, ebenso wurde der „Sägeschlitten“, auf dem das



Abb. 2: Die 1434 erwähnte Lodenwalkerei in Ramsau-Rössing auf einer Ansichtskarte aus dem Jahr 1927 © Sammlung Reismann



Abb. 4: Segen und Fluch der Wasserkraft lagen oft eng beieinander: Fotografie des durch ein Hochwasser im September 1920 zerstörten Pfannenhammers in Unterwald bei Ligist © Sammlung Reismann

zu schneidende Holzbloch auflag, langsam in Richtung des Sägeblattes gezogen. Das „Venezianergatter“ weist auf die Herkunft der wassergetriebenen Säge-technologie aus dem norditalienischen Raum hin.

Ab dem 14. Jahrhundert wurden diese Mühlen im waldreichen Alpenraum immer häufiger, wobei der Schnittholzbedarf des Salz- und Eisenwesens einen nicht unbedeutenden Faktor der Entwicklungsbeschleunigung darstellte. Sägemühlen sind daher in der Steiermark schon sehr früh nachweisbar. 1355 wird eine solche in Oberwölz genannt und 1390 bestand eine weitere in der Wöll bei St. Georgen ob Judenburg. Als technisch aufwändige Bauten standen diese Sägen zumeist in Verbindung mit einer Mahlmühle, oft auch mit einer angeschlossenen Bäckerei. Wenn es zum Beispiel in der Pfarrvisitation des Jahres 1544 über den Mühlenbetrieb der Pfarre

Spital am Semmering heißt: „Phisster und Sagmaister und Muller ist ain Person“, so ist dies völlig typisch für die Steiermark während des 16. und 17. Jahrhunderts. Erst im Lauf des 18. Jahrhunderts bildeten sich in der Steiermark völlig selbständige Sägewerke aus (Abb. 3a und 3b).

Papiermühlen

Im letzten Drittel des 14. Jahrhunderts entstanden die ersten Papiermühlen nördlich der Alpen. 1469 wird auf heute österreichischem Gebiet eine Papiermühle an der Traisen bei St. Pölten genannt und 1517 wird die erste Papiermühle der Steiermark in der Au zu Leuzendorf bei Graz erwähnt. Diese existierte damals bereits längere Zeit, sodass man das Einsetzen der maschinellen Papiererzeugung im Land wohl bereits in das 15. Jahrhundert verlegen kann. In jedem Fall zählt die Leuzendorfer Mühle aber zu den ältesten Papiermühlen Österreichs. Diese Papiermühle konnte

bis zum Ende des 18. Jahrhunderts ihre dominante Stellung im Land behaupten, obwohl ab dem Ende des 17. Jahrhunderts mehrere Werke dazu kamen, darunter 1689 jenes in Pöls bei Judenburg. Im 18. Jahrhundert entstanden die Papiermühlen von Thalberg (1750), Voitsberg (1786) und Graz-Andritz (1790).

Ab etwa 1800 begann die zunehmende Mechanisierung und Modernisierung der Papierindustrie. Die erste Maschine zur Erzeugung endlosen Papiers in der Steiermark befand sich in der ehemaligen Leuzendorfer Papierfabrik am rechtsseitigen Grazer Mühlengang, installiert von Friedrich Lenk. Um 1880 standen in der Steiermark dann bereits elf Papierfabriken und einige kleinere, alte Papiermühlen in Betrieb.

Radwerke und Hammerwerke

Angeblieh bereits 1135 wird in der Steiermark ein Wasserrad zum An-

trieb eines Erzpochwerkes genannt. Tatsächlich wurde die Wasserkraft im Montanwesen schon früh eingesetzt, um notwendige technische Einrichtungen mit Energie zu versorgen. Für den steirischen Bereich führt Alfons Müllner an, dass die Admonter Benediktiner schon gegen Ende des 12. Jahrhunderts am Lichtmeßbach unter dem Plaberg, etwa 40 Gehminuten südlich des Stiftes im so genannten „Paradies“, Eisen erschmolzen. Man nutzte also bereits die Wasserkraft. Dass dabei natürlich das Wissen der Benediktiner um die Nutzbarkeit der Wasserkraft durch Räder eine bedeutende Rolle spielte, versteht sich von selbst.

Da Erschmelzung und Verarbeitung unter dem Hammer damals noch unter einem Dach erfolgten, darf man eine zumindest zeitgleiche Entwicklung von Ofen und Wasserhammer annehmen. Es wäre sinnlos, im später so genannten „Radwerk“ eine größere Eisenmaß herzustellen, wenn diese dann mittels Handhämmer nicht mehr bearbeitbar wäre. Es bleibt aber offen, ob das erste steirische Hammerwerk in Admont im

„Paradies“ oder bereits in Donawitz in der Werkstätte des 1186 genannten Schmiedes Hermann an der Walh (wohl: an der Walke) zu suchen ist. Der älteste sicher genannte steirische Wasserhammer, der von einem Radwerk unabhängig arbeitete, taucht aber in einem Admonter Urbar aus der Zeit um 1290 auf. Er stand in Sankt Gallen im Ennstal.

Gebälse und Hämmer wurden damals sicher bereits seit Jahrzehnten von Wasserrädern angetrieben. Etwa ab 1260 setzte aber auch jene Entwicklung ein, die schließlich zur Ausformung der einzelnen steirischen Hammerregionen führte (Abb. 4). Aufgrund des Mangels an Holzkohle, die ja die Grundlage der Brennstoffversorgung des Eisenwesens war, aber sicherlich auch aufgrund der immer größer werdenden Zahl von zu ernährenden Arbeitern und deren Familien, begann man die Hämmer von den Radwerken loszulösen. Sie wurden weiter vom Erzberg entfernt sowohl im Ennstal als auch im Raum Leoben angesiedelt. Schon ab der Mitte des 14. Jahrhunderts gab es Hammerwerke auch im Raum Rotten-

mann-Trieben. Im Murtal entstanden Hämmer ebenfalls erst nach 1300, wobei Murau, Obdach und Judenburg, in deren Umgebung sich auch kleinere Eisenlager fanden, bald zu Mittelpunkten der Eisenverarbeitung wurden. Spätestens ab etwa 1350 entstanden erste Hammerwerke um Knittelfeld, Leoben, im Thörlgraben zwischen Kapfenberg und Aflenz sowie um Mürzzuschlag. Ob im Stanztal bei Kindberg wirklich bereits im 12. Jahrhundert das erste Mürztaler Hammerwerk stand, wie die mündliche Überlieferung zu Beginn des 19. Jahrhunderts wissen wollte, sei dahingestellt.

Eines ist aber unumstößliche Tatsache: Es ist höchst erstaunlich, wie viel an Wirtschaftsleistung in der Steiermark bereits um 1300 unter gezieltem Einsatz der Wasserkraft zustande kam.



Quelle: Bernhard Reismann und Johann Wiedner, Wasserwirtschaft in der Steiermark – Geschichte und Gegenwart, Hg. Josef Riegler, Graz 2015. Erhältlich im Buchhandel oder direkt beim Landesarchiv zum Preis von 39 Euro.

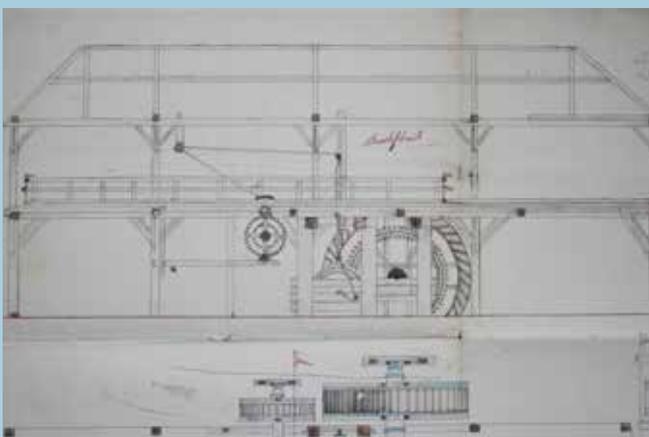


Abb. 3a: Plan einer neu zu errichtenden Sägemühle in Grautschenhof bei Spital am Semmering um 1860 © Gemeindefachbereich Spital am Semmering



Abb. 3b: Die bereits 1544 genannte Sägemühle der Pfarre Spital am Semmering auf einem Gemälde aus der Zeit um 1750 © Pfarre Spital am Semmering



An
Wasserland Steiermark
Wartingergasse 43
8010 Graz

Sie können unsere
kostenlose Zeitung bestellen unter:
Wasserland Steiermark
T: +43(0)316/877-5801
E: elfriede.stranzl@stmk.gv.at

STADT
LEBEN
GRAZ

GRAZ
HOLDING

Wasser
und seine
Qualität.

holding-graz.at/
wasserwirtschaft

Unser Wissen für Ihr Wasser

Wir sichern die Qualität des Grazer Trinkwassers und stellen unser Know-how und unsere langjährige Erfahrung auch Wasserversorgungsunternehmen, Gemeinden, Planungsbüros und privaten Haushalten zur Verfügung.

Untersuchungen:

- nach Trinkwasserverordnung bzw. österr. Lebensmittelbuch
- Grund- und Oberflächenwasser
- Badewasser nach Bäderhygieneverordnung
- Legionellen in Warmwassersystemen
- Heizungswasser
- Aggressivität von Wasser
- Mischbarkeit von Wässern

Proben nehmen, prüfen und planen:

- Trinkwasserversorgungsanlagen nach ÖNORM M 5874
- Überwachungsprogramme
- Grundwassersonden
- Nassbaggerungen
- Beweissicherungen
- Bäderanlagen
- Legionellenbeprobung nach ÖNORM B 5019

