



Wasserland Steiermark

DIE WASSERZEITSCHRIFT DER STEIERMARK

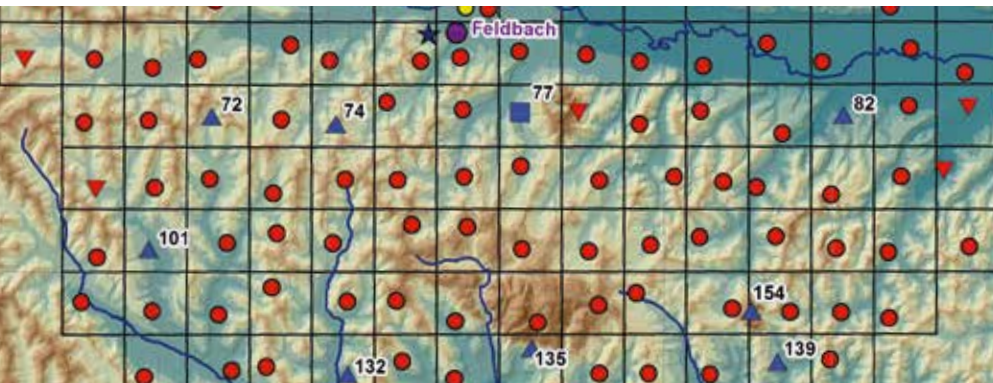
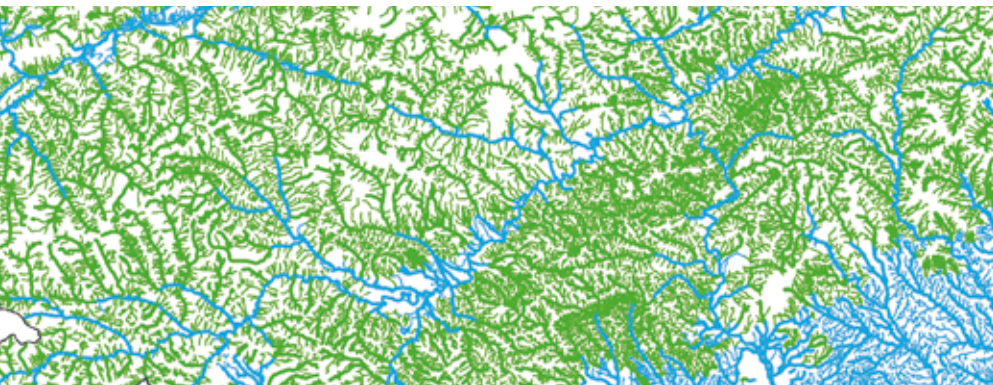
2/2017

90%
1,215

WASSERLAND
STEIERMARK PREIS
2018

UNSER WASSER —
EIN STÜCK BEWUSSTE LEBENSQUALITÄT
ODER EINFACH NUR SELBSTVERSTÄNDLICHKEIT?

FEISTRITZ-
ENQUETE
FLUSSDIALOG



INHALTS- VERZEICHNIS

Prokuristin Birgit Starmayr	4
Ökologische und energiewirtschaftliche Bewertung schwalldämpfender Maßnahmen DI Franz Greimel DI Bernhard Zeiringer DI Dr. techn. Jürgen Neubarth	8
WegenerNet Klimastationsnetz Feldbachregion 10 Jahre hochauflösende Wetter- und Klimadaten Univ.-Prof. Dr. Gottfried Kirchengast DI Jürgen Fuchsberger Dr. Thomas Kabas Christoph Bichler Assoz. Prof. Dr. Ulrich Foelsche	14
Hydrologische Übersicht für das erste Halbjahr 2017 DI Dr. Robert Schatzl Mag. Barbara Stromberger Ing. Josef Quinz	20
Feistritzenquete – Flussdialog Mag. Volker Strasser	24
Aus der Geschichte der Steirischen Wasserwirtschaft DI Johann Wiedner	25
Informationskampagne „Selbstschutz Hochwasser“ Mag. Cornelia Jöbstl DI Rudolf Hornich Mag. Harald Eitner GF Heribert Uhl	26
Hochwasserereignisse im Sommer 2017 in der Steiermark Dipl. Geogr. Susanne Mehlhorn DI Max Pöllinger Ing. Christoph Schlacher MSc DI Dr. Robert Schatzl DI Rudolf Hornich	28
Hangrutschungsereignisse in der Obersteiermark im August 2017 DI Raimund Adelwöhrer Gerhard Irlinger, BA MA	33
Neuregelung der Einzugsgebiete der Wildbäche DI Rudolf Hornich Wolfgang Neukam DI Alfred Ellmer	35
Wasserver- und Abwasserentsorgung in der Steiermark	37
Veranstaltungen	38

Univ.-Prof.
Dr. Gottfried
Kirchengast



Universität Graz
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (WEGC) und Institut für Physik/
Institutsbereich Geophysik, Astrophysik und Meteorologie (IGAM)
8010 Graz, Brandhofgasse 5
T: +43(0)316/380-8431
E: gottfried.kirchengast@uni-graz.at

DI Jürgen
Fuchsberger



Universität Graz
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (WEGC)
8010 Graz, Brandhofgasse 5
T: +43(0)316/380-8438
E: juergen.fuchsberger@uni-graz.at



Dr. Thomas
Kabas

Universität Graz
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (WEGC)
8010 Graz, Brandhofgasse 5
E: thomas.kabas@uni-graz.at



Christoph
Bichler

Universität Graz
Institut für Physik/Institutsbereich
Geophysik, Astrophysik und Meteorologie (IGAM) und Wegener Center für Klima
und Globalen Wandel (WEGC)
8010 Graz, Universitätsplatz 5/II
T: +43(0)316/380-5259
E: christoph.bichler@uni-graz.at



Assoz. Prof. Dr.
Ulrich Foelsche

Universität Graz
Institut für Physik/Institutsbereich Geophysik,
Astrophysik und Meteorologie (IGAM) und
Wegener Center für Klima und Globalen
Wandel (WEGC)
8010 Graz, Universitätsplatz 5/II
T: +43(0)316/380-8590
E: ulrich.foelsche@uni-graz.at

WEGENERNET KLIMASTATIONENNETZ FELDBACHREGION

10 JAHRE HOCHAUFLÖSENDE WETTER- UND KLIMADATEN

Seit 2007 wird im WegenerNet Feldbachregion (22 km x 16 km) die kleinregionale Wetter- und Klimaentwicklung beobachtet. Das Netz umfasst 154 Messstationen, an denen zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Daten von mehreren Parametern (u.a. Lufttemperatur, Niederschlag, Luftfeuchte) erhoben werden. Der nun vorliegende Datensatz von über 10 Jahren stellt bereits eine einmalige neue Ressource für eine Vielzahl an Forschungs- und Anwendungsmöglichkeiten dar.

10 Jahre Messergebnisse, 10 Jahre Wetter- und Klimadaten, 10 Jahre WegenerNet und Klimaforschungsregion. Seit Beginn 2007, also seit einem Jahrzehnt, misst das international einzigartige Pionierexperiment die kleinregionale Wetter- und Klimaentwicklung im südoststeirischen Raum um die Stadt Feldbach mit neuartiger Genauigkeit. Aus diesem erfreulichen Anlass lud das Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (Wegener Center) der Universität Graz am 12. Mai 2017 zu einer Jubiläumsfeier in Feldbach. Als Teil des Programms wurde die Entwicklung des WegenerNet dargestellt und es wurden spannende Forschungsarbeiten rund um das Netz präsentiert (Kirchengast et al. 2017). Auch die Siegerehrung des WegenerNet Logo-Wettbewerbs fand statt (Abb. 1), dessen Beiträge auch ausgestellt waren.

Untersuchungsgebiet Südoststeiermark

Das Landschaftsbild ist von den Höhenrücken und Talböden des

südöstlichen Vorlandes geprägt. Der Höhenbereich reicht dabei von circa 200 m bis 600 m. Die Tallagen werden primär landwirtschaftlich genutzt. Charakteristisch für die hügeligen Gebiete sind Streuobstwiesen in Hanglagen mit bewaldeten Gipfelarealen (Lieb 1991). Abbildung 2 zeigt das breite Sohlental der durch das Gebiet verlaufenden Raab mit der beidseitig angrenzenden Hügellandschaft.

Klimatisch gelten die allgemeinen Merkmale des Vorlandes einer mäßig kontinentalen, sommerwarmen und wintermilden Prägung. Ergänzend kommen noch die erhöhte Frostgefährdung und Inversionsneigung der Talböden sowie die klimatische Begünstigung der Kammlagen hinzu. Bei Betrachtung längerer Zeiträume zeigt sich für das Untersuchungsgebiet – insbesondere während der Sommermonate – ein sehr starker Trend hin zu wärmeren Temperaturen mit einer leichten Tendenz zu geringeren Niederschlägen (z. B. Casty et al. 2005, Kabas et al. 2011, Fuchsberger et al. 2016).



Abb. 1: Jubiläumsfeier 10 Jahre WegenerNet und Klimaforschungsregion – Fröhlichkeit auch bei der Siegerehrung des WegenerNet Logo-Wettbewerbs
© Christian Deinhammer

WegenerNet Feldbachregion

Das WegenerNet Feldbachregion wurde im Jahr 2006 beginnend mit 150 Messstationen errichtet. Die nunmehr 154 Messstationen bilden ein engmaschiges Netz – eine Station pro circa zwei Quadratkilometer – und erstrecken sich insgesamt über ein Gebiet von circa 22 km x 16 km. Von den 154 Messstationen werden 152 Stationen vom Wegener Center und zwei Stationen vom Österreichischen Hydrographischen Dienst (AHYD) be-

trieben. Die zeitliche Grundauflösung der Messwerte beträgt 5 Minuten. Wie in Abbildung 3 ersichtlich, sind die Stationsstandorte in Anlehnung an ein Stationsraster angeordnet. Die mittlere Distanz zur nächstgelegenen Nachbarstation beträgt ungefähr 1,4 km. Es wird zwischen mehreren Stationstypen unterschieden, an welchen unterschiedliche Sensoren installiert sind. Die Grundparameter gelten dabei der Lufttemperatur, dem Niederschlag und der relativen Luftfeuchte.

Gemäß der Auflistung in Tabelle 1 werden diese an 127 Basisstationen – eine davon beispielsweise in Abbildung 4A zu sehen – und nahezu allen weiteren Stationen erhoben. An der Referenzstation (Abb. 4B) ist zusätzlich eine Reihe weiterer Sensoren in Betrieb. Zudem sind in Abbildung 3 die Stationen der Partnerbetreiber markiert (AHYD und ZAMG), deren Daten eine wichtige Ergänzung und Vergleichsmöglichkeit in der Datenaufbereitung darstellen.

Abb. 2: Landschaftscharakteristik im Untersuchungsgebiet. Das Raabtal inmitten der sanft welligen Geländeform des oststeirischen Hügellandes
© Wegener Center



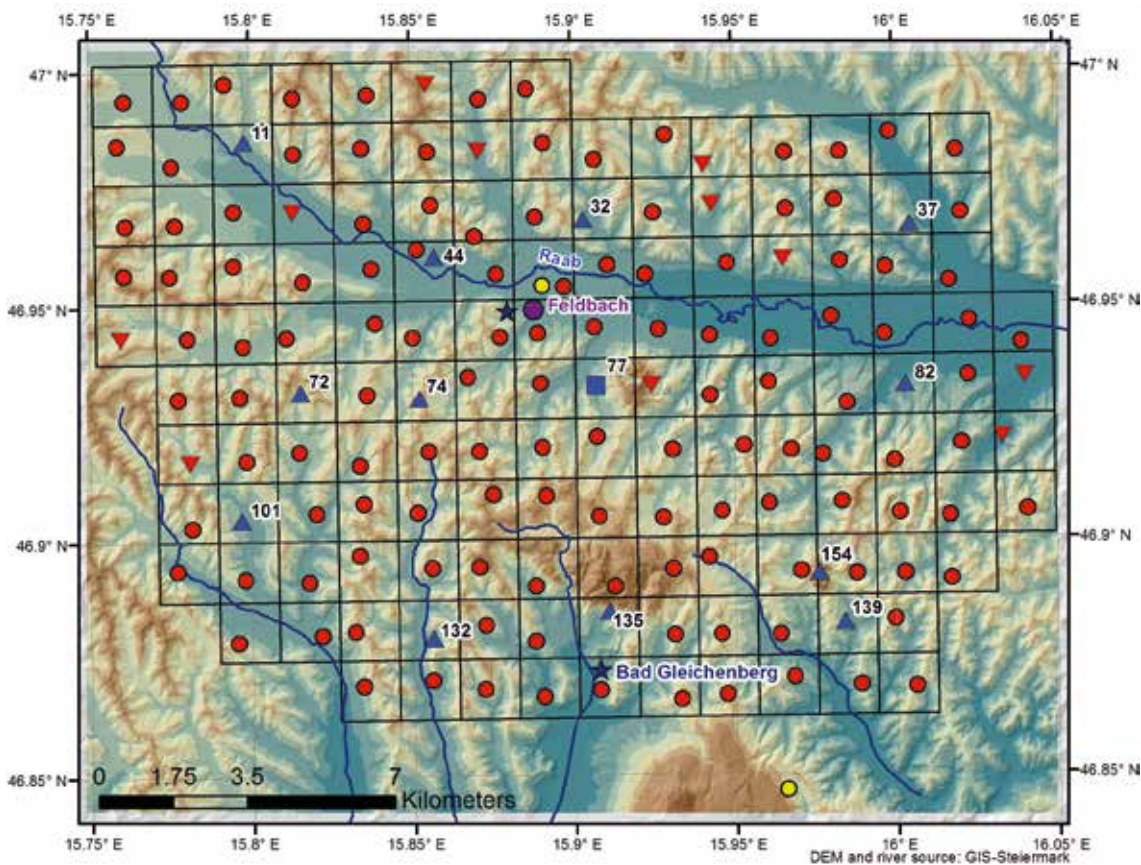


Abb. 3: Übersichtskarte der Messstationen in der WegenerNet Feldbachregion. Kennzeichnung der Basisstationen als rote Kreise, Hauptstationen als aufwärts gerichtete Dreiecke (außer Referenzstation als Quadrat), Basisspezialstationen als abwärts gerichtete Dreiecke, Stationen des Österreichischen Hydrographischen Dienstes (AHYD) als gelbe Kreise und Vergleichsstationen der ZAMG als blaue Sterne © Wegener Center

Die Datenaufbereitung erfolgt in einem automatisierten Prozessierungssystem. Dieses reicht von der Datenübertragung und Einspeisung in eine Datenbank, über die Qualitätskontrolle bis hin zur Erstellung von Datenprodukten. Um Wetter- und Klimadatenprodukte zu erhalten, werden die Daten zunächst einer ganzen Reihe von Plausibilitätstests unterzogen. Bei einwandfreier Qualitätsmarke fließen die Daten in die weitere Ableitung von Gitterdaten (200 m x 200 m UTM) und in die zeitliche Aggregation (Mittelung bzw. Aufsummierung) ein. Eine detaillierte Beschreibung zum WegenerNet findet sich in Kirchengast et al. (2014), eine nähere Beschreibung der Datenaufbereitung in Scheidl (2014). Weitere Informationen sind auch auf der WegenerNet Homepage (www.wegcenter.at/wegenernet) verfügbar.

WegenerNet Datenportal

Der Zugriff auf die Daten erfolgt über das WegenerNet Datenportal, das

seit 2017 nun in neu entwickelter moderner Form zur Verfügung steht (www.wegenernet.org). Dort können einerseits die Stationsdaten als Zeitreihen geplottet und andererseits die Gitterdaten als Felder dargestellt werden. Außerdem ist ein Download der Daten möglich. Die Auswahl der gewünschten Stationen erfolgt benutzerfreundlich über eine zoombare Karte (mit wählbarem Hintergrund wie z. B. Basemap, OpenStreetMap und Orthofotos). Die aktuellen Messwerte werden in einer Stations-Detailansicht angezeigt, wo auch die Stationskoordinaten und weitere Informationen wie Hangneigung und Ausrichtung der Stationen einsehbar sind. Detaillierte Zeitreihen der einzelnen Messparameter werden als zoombares Diagramm ausgegeben. Es können verschiedene zeitliche Auflösungen (von 5-Minuten über Halbstunden-, Stunden-, Monats-, Saison- bis zu Jahresdaten) ausgewählt werden.

Darstellung von Niederschlagsdaten

Durch die Möglichkeit, die Daten am Datenportal in unterschiedlicher zeitlicher Auflösung abzurufen, können schnell und komfortabel lange Zeiträume analysiert werden. Abbildung 5 zeigt Beispiele für Datenportal-Grafiken der Niederschlagsdaten dreier Messstationen mit zunehmender zeitlicher Auflösung. Zunächst in Abb. 5A die Jahresdaten für die gesamten 10 Jahre 2007 bis 2016, wo das Jahr 2009 mit einer Niederschlagssumme von ~1390 mm an Station 54 (westlicher Rand der Region) hervorsteht. Auffällig ist auch, dass am östlichen Rand der Region (Station 84) mit rund 1200 mm fast 200 mm weniger Niederschlag gemessen wurde. Abb. 5B zeigt die Monatsdaten rund um das Jahr 2009; auffällig hier der Juni 2009 mit über 250 mm Niederschlag.

Die Tagesdaten für dieses Ereignis sind in Abb. 5C zu sehen, wo einer-



Abb. 4: Eine Basisstation in Oberstorcha (A) und die Referenzstation in Mühldorf bei Feldbach (B)

seits der Zeitraum 22.-24. Juni mit circa 130 mm und andererseits auch der 3.-4. August mit ungefähr der gleichen Menge Niederschlag herausragen. Noch mehr Details sind in den Stunden- und 5-Minuten-Daten (Abb. 5D u. 5E) zu sehen.

Abbildung 6 zeigt schließlich anhand von Stations- und Gitterdaten ein Beispiel für ein lokales Starkregenereignis vom 19.8.2011. An Station 7 am nördlichen Rand des Gebietes wurde eine Niederschlagsrate von ~180 mm/h (15 mm/5-min) erreicht (Abb. 6A). Diese Rate gehört zu den höchsten im Beobachtungszeitraum gemessenen, wobei ein Rekord erst vor kurzem wieder, nämlich am 23. Juli 2017, mit ~203 mm/h (16,9 mm/5-min) an Station 142 erreicht wurde. In Abbildung 6B ist das Ereignis für das besonders regenintensive Zeitintervall räumlich dargestellt; die lokale Struktur zweier Gewitterzellen ist gut erkennbar. Abbildung 6C zeigt das dazugehörige Temperaturfeld: während im Südosten noch Temperaturen über 27 °C vorherrschen, sind es im Norden im Bereich der Starkregenzelle nur mehr rund 17 °C.

Stationsgruppe	Stationstyp	Messparameter	Zahl der Stationen
Grundstationen	Basisstation (B)	Lufttemperatur Niederschlag Relative Luftfeuchte	127
	Basisspezialstation (BS) ^a	+ Bodenparameter ^b – Niederschlag	11 1
Hauptstationen	Primärstation (P) ^a	a.) + Windparameter ^c + fester Niederschlag b.) + Windparameter ^c	11 1 1
	Referenzstation (R) ^a Referenzstation (R) ^a	+ fester Niederschlag + Windparameter ^c + Bodenparameter ^b + Luftdruck + Strahlungsbilanz	
Partnerstationen	AHYD ^d Station 152 AHYD ^d Station 153	a.) Niederschlag b.) Niederschlag + Temperatur	1 1 (154 gesamt)

Tab. 1: Aktuelle Zusammenstellung der Messstationen der WegenerNet Feldbachregion © Wegener Center

^a Messparameter zusätzlich zu Basisstationen

^b Bodenparameter umfassen Bodentemperatur, Bodenwassergehalt (an ausgewählten Stationen zudem pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit)

^c Windparameter umfassen Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Windböe, Richtung der Windböe

^d Stationen betrieben vom Österreichischen Hydrographischen Dienst (AHYD)

Niederschlagssummen an den Stationen 54, 77 und 84

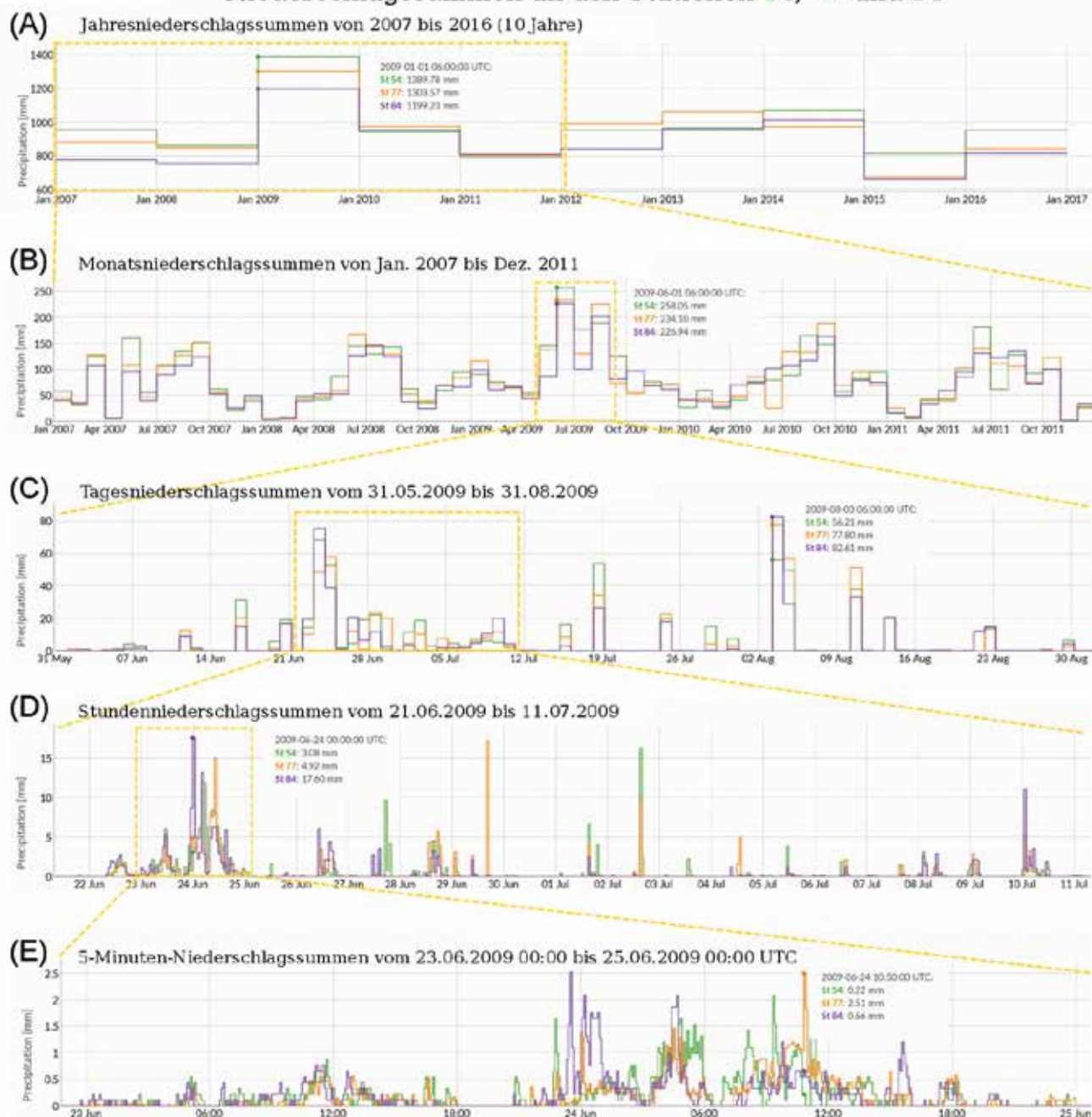


Abb. 5: Niederschlag an drei von Westen nach Osten über das Gebiet verteilten WegenerNet Stationen (54, Westrand; 77, Zentrum; 84, Ostrand) mit zunehmender zeitlicher Auflösung (A-E) © Wegener Center

Forschungsaktivitäten und Ausblick

Da das WegenerNet als Langzeit-Feldexperiment für hoch auflösendes Monitoring von Wetter und Klima angelegt ist, können viele Forschungsaktivitäten zum Klima- und Umweltwandel und seinen Auswirkungen in der Steiermark von diesen Daten profitieren. Beispielsweise kann die Klima- und Hydrologie-Modellierung zur Untersuchung möglicher Klimafolgen, etwa von hydrologischen Extremen wie Überschwemmungen

oder Dürre, durch Modellevaluierungen verbessert werden. Daten-Nutzungen beinhalten daher Aufgaben wie Güteprüfung und Eichung solcher Modelle sowie auch von Wetterradar- und Satellitendaten, Untersuchung gelände-klimatologischer Effekte, des Wasserhaushalts und viele weitere mehr. Hier nur kurz zu drei Beispielstudien (Kann et al. 2015, O et al. 2017, Hohmann et al. 2017); eine Reihe weiterer finden sich im 10-Jahres-Überblick von Kirchengast et al. (2017).

In Zusammenarbeit mit der ZAMG wurde mithilfe des WegenerNet die Güte der Niederschlagsanalysen des Modellsystems rapid-INCA (rapid Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) analysiert (Kann et al. 2015). Für das Sommerhalbjahr (Beispielperiode April bis September 2011) stellte sich dabei u.a. eine systematische Unterschätzung der 5-min-Regensummen von über 30 % durch rapid-INCA heraus. WegenerNet kann helfen solche Analysen zu verbessern.

Das WegenerNet eignet sich auch hervorragend, um die Qualität von Satelliten-Niederschlagsdaten zu überprüfen und zu verbessern, was in Zusammenarbeit mit der NASA von O et al. (2017) untersucht wurde. Erst seit dem Jahr 2014 können Niederschläge in mittleren Breiten von Satelliten gemessen werden: Die Global Precipitation Measurement (GPM) Mission der NASA kombiniert dazu Radiometer- und Radardaten einer ganzen Konstellation von Satelliten in mehreren komplexen Berechnungsschritten. Die GPM-Gitterdaten haben dann eine Auflösung von circa 10 km x 10 km; zwei Zellen dieses Gitters werden von je rund 40 WegenerNet Stationen bedeckt. Auf Basis dieser wesentlich detailreicheren Abbildung der Niederschlags-Ereignisse helfen die Daten des WegenerNet die Ungenauigkeiten der GPM Daten zu verstehen und in der Folge auch Verbesserungen umzusetzen. Weiter ist das WegenerNet für Forschungen zur essenziellen Frage „Wie ändern sich Wetterextreme und damit verbundene hydrologische Extreme im Klimawandel und welche Folgen, Schäden und Handlungserfordernisse bedeutet das für unsere Wirtschaft und Gesellschaft?“ ein einzigartiger Kristallisationskern für die größere „Forschungslabor-Region WegenerNet und Südostösterreich“ als auch die Teilregion „Klima-Wetter-Hydrologie-Forschungsregion Steirisches Raabtal und WegenerNet“. Hohmann et al. (2017) haben für das Einzugsgebiet Steirisches Raabtal mittels des Hydrologiemodells WaSiM untersucht, wie die Dürreerigung in der Südoststeiermark bei Klimawandel weiter zunimmt und eine weitere Studie befasst sich mit Fokus auf die WegenerNet Feldbachregion mit Hochwasserextremen bei kleinräumigen sehr niederschlagsintensiven Unwettern. Dies sind nur einige Beispiele dafür, dass viele Projekte zur Erforschung des Klima- und Umweltwandels und seiner Auswirkungen, aber auch die

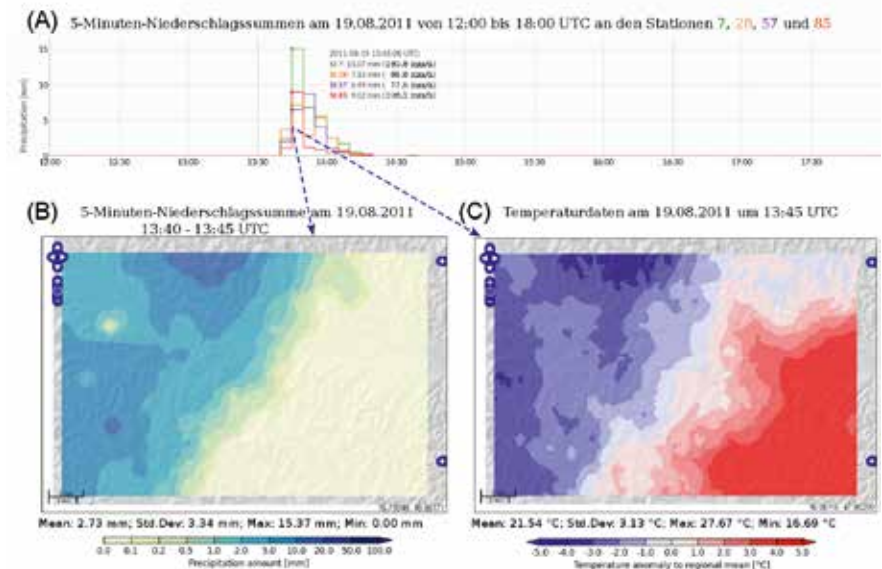


Abb. 6: Stationsdaten (A) und Gitterdaten (B) eines lokalen Starkniederschlags-Ereignisses, mit den Gitterdaten (B) ergänzt durch das zeitlich übereinstimmende Temperaturfeld (C) © Wegener Center

Wetterbeobachtung, vom WegenerNet profitieren. Klima-, Wetter- und Umwelt Risiken werden besser erklärbar sowie mögliche wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen abschätzbarer. Das Netz trägt damit maßgeblich zur steirischen Klima- und Umweltüber-

wachung und -modellierung bei und unterstützt Planungen zu Klimawandelanpassung und Klimaschutz sowie Nutzungen in der Region. Wir wünschen dem WegenerNet also gedeihliche Weiterentwicklung und Nutzung auch für die nächsten 10 Jahre!

Danksgagungen

Wir danken Robert Mandl und Sabine Tschuertz (Wegener Center, Universität Graz) für die wertvolle redaktionelle Unterstützung bei der Erstellung dieses Beitrags. Allen WegenerNet-Unterstützenden auf der Netzbetriebsseite und Nutzenden auf der Forschungsseite danken wir für die unverzichtbaren Beiträge zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des Netzes und seines Wertes für Forschung und Anwendungen. Das WegenerNet wird von Universität Graz (unter Einschluss von Infrastruktur-Mitteln des Wissenschaftsministeriums), Land Steiermark, Stadt Graz und kleineren Förderern finanziell unterstützt; detaillierte Informationen via www.wegcenter.at/wegenernet.

Literatur

- Casty, C., H. Wanner, J. Luterbacher, J. Esper, and R. Böhm (2005): Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500. *Int. J. Climatol.*, 25, 1855-1880, doi:10.1002/joc.1216.
- Fuchsberger, J., G. Kirchengast, C. Schlager, T. Kabas, and C. Bichler (2016): WegenerNet climate station networks: overview and examples. Posterpräsentation, 17. Österr. Klimatag, Graz, Austria, April 2016. Online (letzter Zugriff 4 Sep 2017): http://www.wegenernet.org/downloads/poster_Klimatag_2016_wegnet.pdf.
- Hohmann, C., G. Kirchengast, and S. Birk (2017): Alpine foreland running drier? Sensitivity of a drought vulnerable catchment to changes in climate, land use and water management. *Clim. Chang.*, in press.
- Kabas, T., U. Foelsche, and G. Kirchengast (2011): Seasonal and annual trends of temperature and precipitation within 1951/1971-2007 in south-eastern Styria, Austria. *Meteorol. Z.*, 20, 277-289, doi:10.1127/0941-2948/2011/0233.
- Kann, A., I. Meirold-Mautner, F. Schmid, G. Kirchengast, J. Fuchsberger, V. Meyer, L. Tüchler, and B. Bica (2015): Evaluation of high-resolution precipitation analyses using a dense station network. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 1547-1559, doi:10.5194/hess-19-1547-2015.
- Kirchengast, G., T. Kabas, A. Leuprecht, C. Bichler, and H. Truhetz (2014): WegenerNet: a pioneering high-resolution network for monitoring weather and climate. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 95, 227-242. doi:10.1175/BAMS-D-11-00161.1.
- Kirchengast, G., and WegenerNet Forschungsteam (2017): WegenerNet Klimaforschung – Rückblick-Einblick-Ausblick. Festvortragspräsentation, Jubiläumsfeier 10 Jahre WegenerNet und Klimaforschungsregion, Feldbach/Raab, Mai 2016. Online (letzter Zugriff 4 Sep 2017): http://www.wegenernet.org/misc/09_KIRCHENGAST-WegenerNet-Rueckblick-Einblick-Ausblick_10aWEGN_12Mai2017.pdf.
- Lieb, G. K. (1991): Eine Gebietsgliederung der Steiermark aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten. In: *Mitteilungen der Abteilung für Botanik am Landesmuseum Joanneum Graz 20*, Graz: Abteilung für Botanik am Landesmuseum Joanneum Graz, S. 1-30.
- O, S., U. Foelsche, G. Kirchengast, J. Fuchsberger, J. Tan, and W.A. Petersen (2017): Evaluation of GPM IMERG Early, Late, and Final rainfall estimates with WegenerNet gauge data in southeast Austria. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, doi:10.5194/hess-2017-256.
- Scheidt, D. (2014): Improved quality control for the WegenerNet and demonstration for selected weather events and climate. *Scient. Rep. No. 61-2014*, Wegener Center Verlag, Graz, Austria, ISBN 978 3 9503608 8 2.