

Klimatologische Analyse

betreffend des

Niederschlagereignisses vom 12. bis 16.
September 2024 in Österreich

Autoren

M. Greilinger¹, A. Orlik², A. Tilg¹, H. Schellander³, G. Pistotnik¹, S. Lehner¹, M. Schlögl¹, R. Koch¹

¹Department Klima-Folgen-Forschung

²Department Klima-Dienstleistungen

³Regionalstelle Tirol und Vorarlberg

Geprüft durch:

M. Ganekind, M. Greilinger, K. Haslinger, M. Olefs

Version 2

Wien, am 03.10.2024

Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Meteorologische Beschreibung der Wetterlage	4
3	Klimatologische Einordnung der Niederschläge von 12. bis 16. September 2024.....	7
4	Extremwertstatistische Betrachtung	16
5	Weiterführende Berichte.....	21

1 Zusammenfassung

Zwischen dem 12. und 16. September 2024 gab es in Österreich und Teilen Europas außergewöhnlich viel Niederschlag. Ein Tiefdruckgebiet brachte heftige Regenfälle und Sturmböen, die vielerorts zu Überschwemmungen führten. In Österreich waren Niederösterreich, Oberösterreich und Wien besonders betroffen. In einigen Regionen, besonders in Teilen von Niederösterreich, fielen in nur fünf Tagen zwischen 300 und knapp über 400 mm Niederschlag (entspricht 300 bis über 400 Liter pro m², also in etwa zwei bis drei volle Badewannen pro Quadratmeter). Dies übertraf frühere 5-Tages Niederschlagsrekorde seit 1961 in Oberösterreich, Niederösterreich und Wien praktisch flächendeckend um 25% und lokal um bis zu 160% und entspricht einer Jährlichkeit von deutlich über 100 Jahren. An der Station Reichenau/Rax mit der längsten Messreihe im stärksten Niederschlagsgebiet (Messbeginn 1901) liegt dieses 5-tägige Ereignis 25% über dem alten Rekordwert und ist somit als außergewöhnliches Extremereignis einzustufen.

Das Ereignis wurde durch ein sogenanntes „Vb-Tiefdrucksystem“ (gesprochen „Fünf b“) verursacht, das von Italien über Österreich nach Osteuropa zog. Solche Wetterlagen bringen oft starken Regen mit sich, der zu Hochwasser führen kann. Das Ereignis war so intensiv, dass es mit früheren extremen Hochwässern verglichen wird, wie zum Beispiel dem aus 2002 und 2013.

Die starken Regenfälle wurden teils von kräftigen Winden begleitet, die in manchen Gegenden Geschwindigkeiten von über 100 km/h erreichten und in Folge zu umgestürzten Bäumen und weiteren Schäden führten.

Ein Vergleich von maximalen fünftägigen Niederschlagssummen im Zeitraum 1991 bis 2020 mit jenen des Zeitraums 1961 bis 1990 zeigt eine statistisch signifikante Zunahme von 19% in Niederösterreich und 20% in Wien. Die größten fünftägigen Ereignisse bringen in diesen Bundesländern also mittlerweile um rund 20% mehr Regen und Schnee als früher.

In der Messgeschichte Österreichs (seit 1858), wird das Ereignis als eines der schwersten mehrtägigen Niederschlagsereignisse eingestuft. Seit der Verfügbarkeit eines flächendeckenden und konsistenten Klimamonitorings (1961) handelt es sich sogar um das stärkste mehrtägige Niederschlagsereignis außerhalb des alpinen Raums. Auch in den Nachbarländern hatte das Ereignis schwerwiegende Folgen.

2 Meteorologische Beschreibung der Wetterlage

Vom 12. bis 16. September 2024 löste ein intensives Tiefdruckgebiet namens „Boris“ (vom Deutschen Wetterdienst DWD auf den Namen „Anett“ getauft) extrem ergiebige Niederschläge, Hochwässer und Stürme in Österreich und anderen Ländern Mittel- und Osteuropas aus. Nach einem heißen und trockenen August führte die Verlagerung eines Hochdruckgebietes von Mitteleuropa nach Skandinavien und in den Nordwesten Russlands in der ersten Septemberwoche zu einem schlagartigen Übergang vom Sommer in den Herbst. Diese Verschiebung blockierte das bislang über Skandinavien verlaufende Westwindband (den sogenannten Jetstream) und ermöglichte dadurch Vorstöße von Tiefdruckgebieten über die Britischen Inseln Richtung West- und Mitteleuropa.

Ein erstes solches Tief überquerte am 9. September Mitteleuropa, beendete abrupt die Hitze und löste zum ersten Mal seit Wochen wieder großflächige und oft ergiebige Niederschläge aus, gefolgt von einem kurzen freundlichen, spätsommerlich warmen Wetterabschnitt.

Inzwischen bildete sich ein weiteres, kräftigeres Tief, das kalte Luft von Grönland an Europa heranführte und zwischen dem 12. und 15. September von den Benelux-Staaten über die Westalpen und Norditalien langsam bis nach Rumänien zog. Dieses Tiefdrucksystem förderte die Entstehung eines Tiefdruckwirbels an der Leeseite der Alpen – einer der berühmten Genua-Zyklone, welcher sich am 12. September bildete und von Genua nach Ungarn zog, sich am Folgetag jedoch wieder auflöste (Zugbahn 1 in Abbildung 1). Ein weiteres Tief folgte am 13. September und zog in den folgenden beiden Tagen in einem weit ausholenden Bogen über die mittlere Adria, Serbien und Rumänien in die Slowakei, intensivierte sich dabei mächtig und sorgte für den Höhepunkt der Hochwasser- und Sturmsituation (Zugbahn 2 in Abbildung 1). Ein drittes Tiefdruckzentrum wanderte ab Sonntag (15.9.) von der Ukraine kommend auf untypischer, „retrograder“ Zugbahn über Ungarn nach Mittelitalien (Zugbahn 3 Abbildung 1). Insgesamt ähnelte die Situation einer sogenannten Vb-Wetterlage¹ wie sie vom deutschen Meteorologen Wilhelm Jacob van Bebber bereits 1891 erkannt und benannt worden war.

¹ Ziehen Tiefdruckgebiete vom westlichen Mittelmeer über Italien, Österreich und Ungarn nach Polen, spricht man von einer Vb-Wetterlage (gesprochen „Fünf-b“). Vb-Tiefs bringen sehr viel Niederschlag und können somit Hochwasser verursachen.

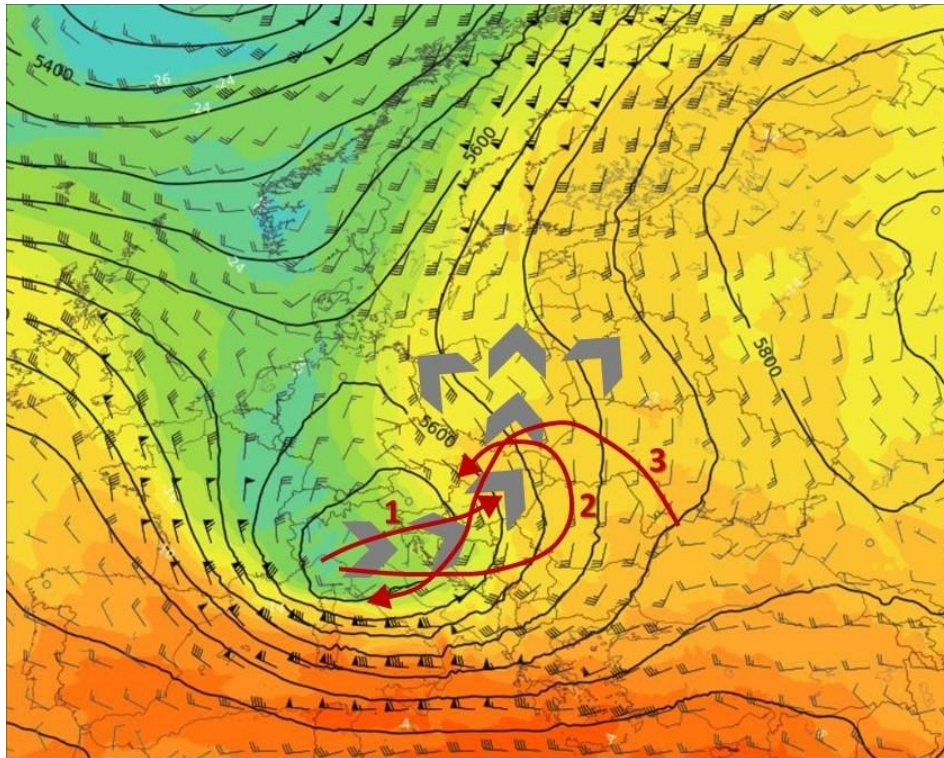


Abbildung 1: Druckverhältnisse (schwarze Konturlinien), Temperatur (Farbflächen) und Wind in der oberen Troposphäre (ca. 5.5 km Höhe) am Freitag, 13. September 2024 um 12 UTC (14 Uhr MESZ). Das Zentrum des Höhentiefs liegt über Norditalien. Die grauen Pfeile symbolisieren die Zugbahn einer typischen Vb-Bodenzyklone nach von Bebber (1891) und ihre möglichen Auffächerungen von Polen weiter in Richtung Ostdeutschland, zur Ostsee oder ins Baltikum. Die drei roten Linien zeigen (schematisch und geglättet) die Zugbahnen der drei separaten Tiefdruckkerne, die nacheinander zwischen 12. und 17. September 2024 aktiv waren. Datenquelle: Europäisches Zentrum für Mittelfristvorhersage (ECMWF), Visualisierung: European Severe Storms Laboratory (ESSL), modifiziert.

Beschreibung der Niederschlagsentwicklung

In der Nacht auf Donnerstag (12.9.) und tagsüber erfassten ergiebige Niederschläge ganz Österreich, mit den größten Niederschlagsmengen in Norditalien, in Kärnten und der südlichen Steiermark. Am Freitag (13.9.) verlagerte sich der Schwerpunkt der Niederschläge an die Alpennordseite von Nordtirol bis zum westlichen Niederösterreich, wodurch viele Flüsse in Salzburg, Ober- und Niederösterreich nach und nach ihre Hochwassermarken erreichten. Am Samstag (14.9.) verharrte der Tiefdruckkern über Ungarn und der Slowakei und führte zur intensivsten Niederschlagsphase mit Zentrum in Niederösterreich, die bis zum 15. September andauerte. In dieser Zeit traten in einem Streifen vom Weinviertel über das Tullnerfeld und den Wienerwald bis in den Raum St. Pölten und Lilienfeld fast durchgehend Niederschlagsraten von rund 10 mm (Liter pro m²), in Spitzen sogar bis zu 20 mm (Liter pro m²) pro Stunde auf. Solche Intensitäten entsprechen eher kräftigen Gewittergüssen, wurden hingegen in Österreich bei langanhaltenden flächigen Niederschlagsereignissen höchst selten und vor allem in dieser Region noch nie registriert. Die Hochwassersituation verschärfte sich, wodurch

viele Orte sowohl Sturzfluten in kleinen Bächen, als auch schwere Hochwasserwellen größerer Flüsse erlebten, allen voran der Großen Tulln, der Perschling und der Traisen. Die Niederschläge hielten vor allem in Nieder- und Oberösterreich noch bis Montag (16.9.) an. In Oberösterreich, Salzburg und der Obersteiermark regnete es zwar auch nahezu pausenlos, die Niederschlagsmengen blieben jedoch deutlich hinter jenen von Niederösterreich zurück. Mit der kontinuierlichen Abschwächung des Tiefs ließ der Regen langsam nach, und die Hochwassersituation begann sich langsam zu entspannen.

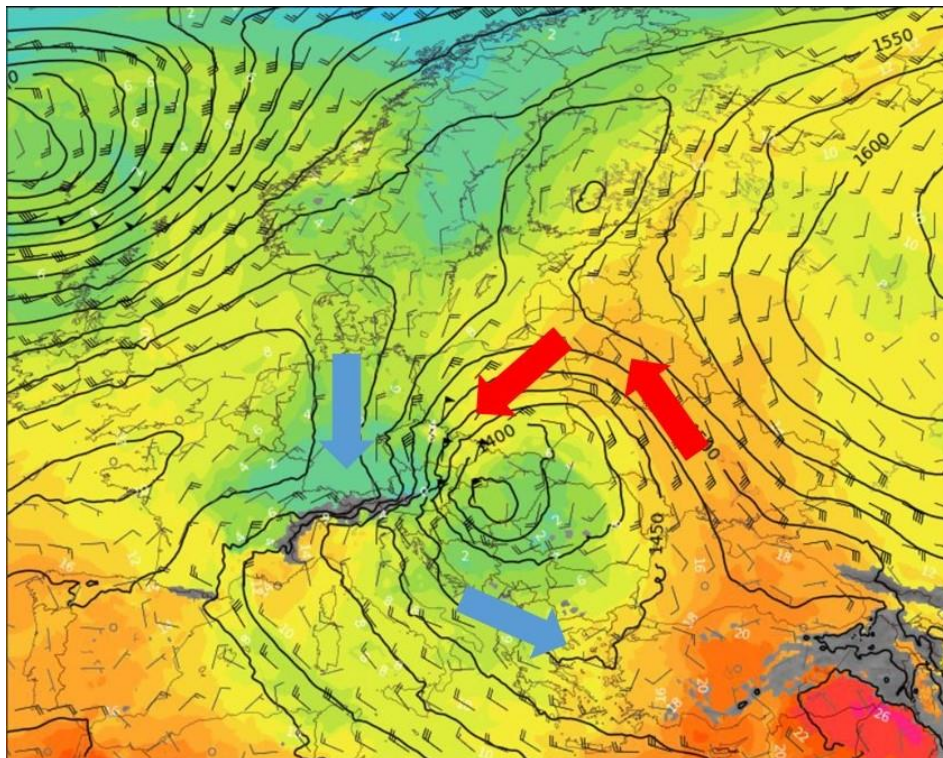


Abbildung 2: Druckverhältnisse (schwarze Konturlinien), Temperatur (Farbflächen) und Wind in der unteren Troposphäre (ca. 1.5 km Höhe) am Sonntag, 15. September 2024 um 00 UTC (02 Uhr MESZ). Das Zentrum des bodennahen Tiefs liegt über Ungarn. Blaue Pfeile zeigen den Weg der polaren Kaltluft Richtung Süden, rote Pfeile den Weg der um das Tief herumgeführten Warmluft. Datenquelle: Europäisches Zentrum für Mittelfristvorhersage (ECMWF), Visualisierung: European Severe Storms Laboratory (ESSL), modifiziert.

Aufgrund der enormen Niederschlagsmengen reiht sich das aktuelle Ereignis in die großen sommerlichen Hochwasserlagen der Jahre 1997, 2002, 2005 und 2013 ein, die allesamt von Vb-ähnlichen Situationen ausgelöst worden waren.

Neben Österreich waren vor allem Tschechien, die Slowakei und der Südwesten Polens am stärksten von diesem Starkregenereignis betroffen. Die Niederschlagsmenge variierten dabei stark von Tag zu Tag und waren von der Topographie abhängig. Berichte der Nachbarländern gibt es u.a. vom [Deutschen Wetterdienst \(DWD\)](#), vom [Ungarischen Meteorologischen Service \(HungaroMet\)](#) oder vom [Slovenischen Meteorologischen Service](#).

3 Klimatologische Einordnung der Niederschläge von 12. bis 16. September 2024

Auf Basis der meteorologischen Stationen der GeoSphere Austria erfolgt eine erste klimatologische Aufarbeitung und Einordnung der Niederschlagsmengen für Österreich.

Von 12. bis 16. September regnete es im Großteil Österreichs mehr als 100 mm (Liter pro m²). Regional waren es zwischen 300 und knapp über 400 (Liter pro m²), besonders in Teilen von Oberösterreich, Niederösterreich und Wien (siehe Abbildung 3). Die größten Niederschlagsintensitäten traten dabei im Zeitraum von 13.9.2024, 22 Uhr bis 15.9.2024, 11 Uhr auf (siehe Abbildung 4).

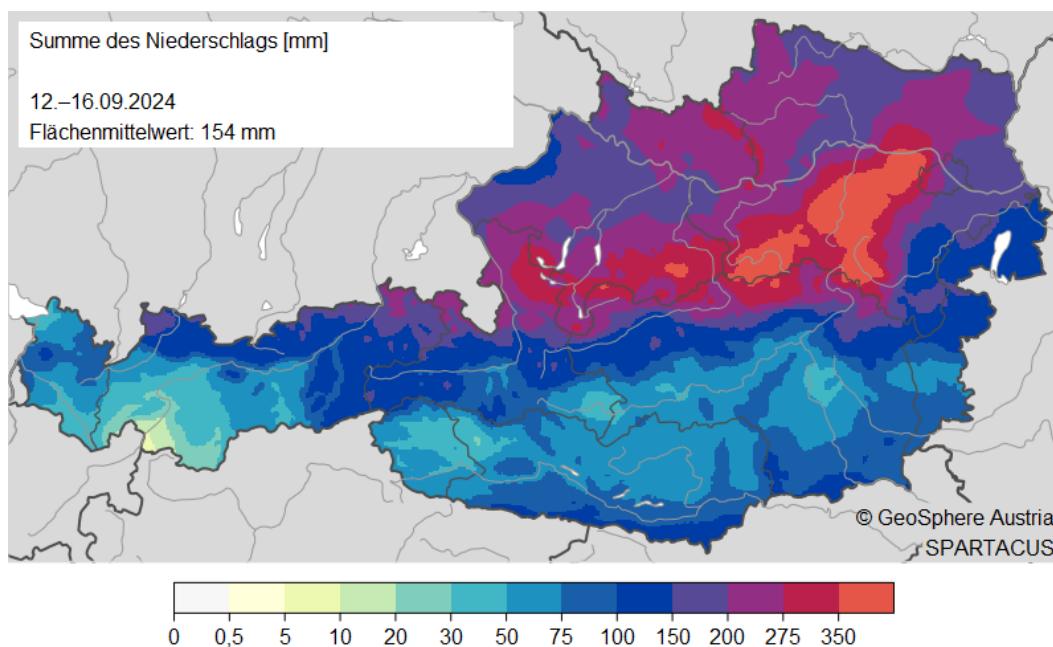


Abbildung 3: Dargestellt ist die Niederschlagsmenge im Zeitraum 12. bis 16. September 2024. Auswertung mit SPARTACUS-Daten.²

In diesem Zeitraum fiel in Oberösterreich im Flächenmittel pro Stunde eine Niederschlagsmenge von 3 bis 4 mm (Liter pro m²), in Niederösterreich hingegen sogar 4 bis 5 mm (Liter pro m²) pro Stunde. Beispielsweise fiel von 8 Uhr des 14.9. bis um 8 Uhr des 15.9.

² Für SPARTACUS (Spatiotemporal Reanalysis Dataset for Climate in Austria) wurden flächendeckend für ganz Österreich in einer Auflösung von 1x1 Kilometer bis ins Jahr 1961 zurück Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer berechnet. Basis des laufend aktualisierten Datensatzes sind aufwändige geostatistische Interpolationsmethoden, die von MeteoSchweiz und GeoSphere Austria gemeinsam entwickelt wurden. Die Daten der unregelmäßig über Österreich verteilten Wetterstationen werden dabei auf ein regelmäßiges Gitter von 84.000 Punkten im Abstand von einem Kilometer umgerechnet.

(klimatologische Tagessumme) in St. Pölten eine Regenmenge von 225 mm (Liter pro m²) und in Langenleobarn von 216 mm (Liter pro m²). Dies sind die zweit- bzw. dritthöchsten Tagesniederschlagssummen der gesamten Messgeschichte im Messnetz der GeoSphere Austria, welche nur von der extrem niederschlagsreichen Wetterstation Loibl (Kärnten, 1097 m, 233 mm (Liter pro m²) am 4.9.2009 übertroffen werden.

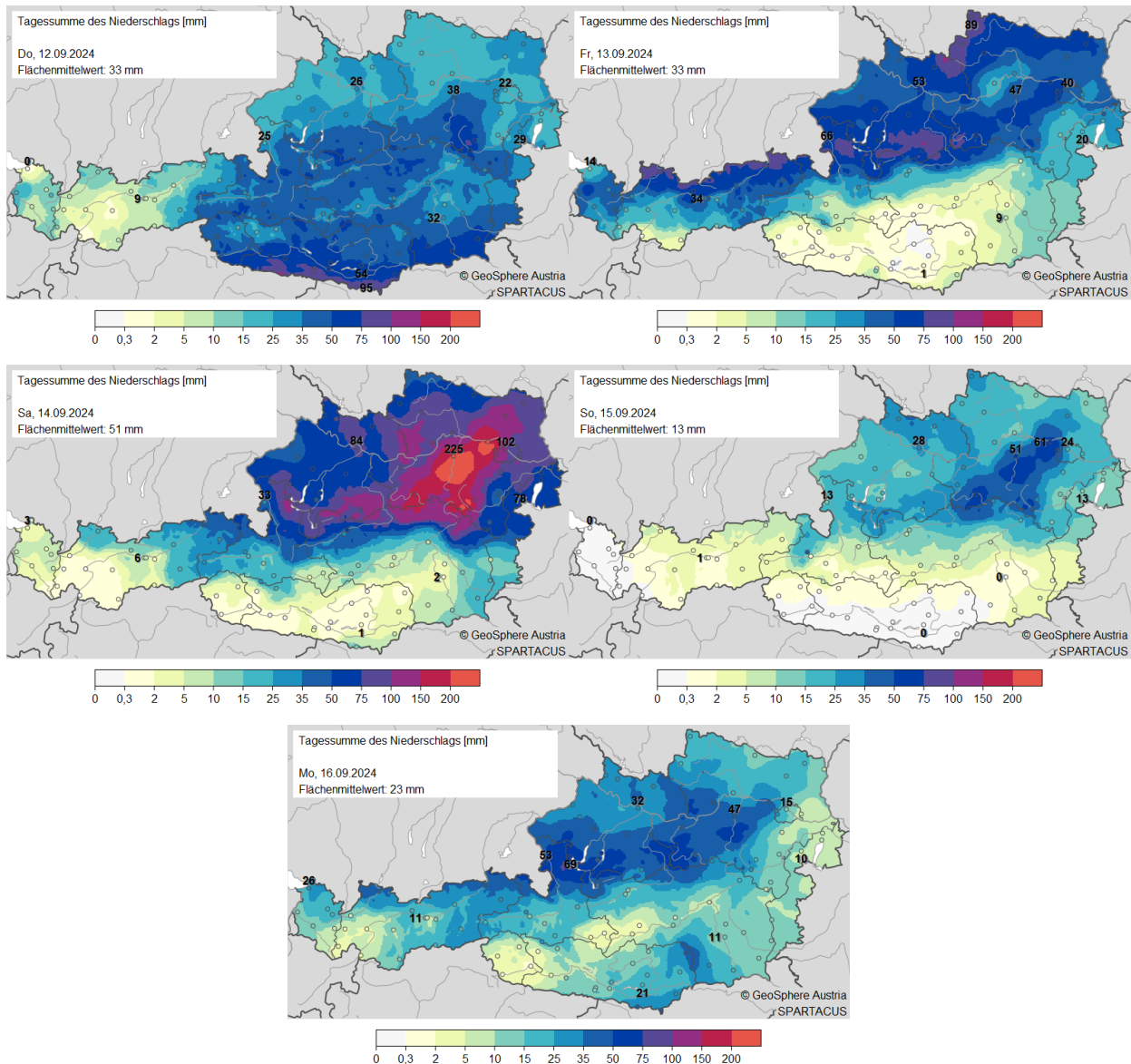


Abbildung 4: Flächig dargestellt ist die tägliche Niederschlagsmenge für den 12. bis 16. September 2024 basierend auf SPARTACUS-Daten². Farbige Kreise kennzeichnen den jeweiligen Niederschlagsmesswert an den Stationen der GeoSphere Austria. Schwarze Zahlen geben den Niederschlagsmesswert in den Landeshauptstädten und Wien an, sowie das tägliche Maximum (12.09.2024 Station Loibl, 13.09.2024 Station Litschau, 14.09.2024 Station St. Pölten, 15.09.2024 Langenleobarn, 16.09.2024 Mondsee).

Die Auswertung der HISTALP³-Niederschlagsstationen zeigt, dass der September 2024 mit einer Abweichung zum Mittel 1991-2020 von +118 % der niederschlagsreichste September in der Messgeschichte Österreichs war. Die HISTALP-Niederschlagsreihe beginnt für Gesamt-Österreich im Jahr 1858. Der bisher niederschlagsreichste September war der aus dem Jahr 1899 mit einer Abweichung zum Mittel 1991-2020 von 111 %. Neue Septemberniederschlagsrekorde an einzelnen Stationen wurden beispielsweise in Wien-Hohe Warte (ab 1841), St. Pölten (ab 1894), Linz (ab 1854), Kufstein (ab 1901) oder Freistadt (ab 1878) aufgestellt. Im gesamten HISTALP-Niederschlagsdatensatz (insg. 44 Stationen) wurde an 11 Stationen (alle alpennordseitig) der alte Septemberhöchstwert übertroffen. Im Stationsnetz der GeoSphere Austria wurde in diesem September an insgesamt 85 Wetterstationen, die eine Zeitreihenlänge von zumindest 20 Jahren aufweisen, neue Stationsrekorde aufgestellt. Weiterführende Auswertungen zur Einordnung des Septembers im langjährigen Vergleich sowie zu Stationsrekorden im September sind dem „Monatsrückblick September“ zu entnehmen.

Ein Vergleich der Niederschlagsmengen, die in den fünf Tagen von 12. bis 16. September 2024 gefallen sind, mit den höchsten seit 1961 gefallen 5-Tages-Niederschlagsmengen zeigt, dass nahezu flächendeckend in Oberösterreich, Niederösterreich (abgesehen von der Buckligen Welt und im Steinfeld) und Wien 25% mehr Niederschlag gefallen sind als bei den stärksten fünftägigen Niederschlagsereignissen seit dem Jahr 1961 (siehe Abbildung 5). Im Gebiet vom Tullnerfeld über St. Pölten bis Lilienfeld waren es im Schnitt um 120% mehr, im Gebiet um Langenlebarn sogar bis zu 178% mehr.

³ HISTALP steht für „Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region“ und bezeichnet homogenisierte langjährige Klimazeitreihen für den Alpenraum in monatlicher zeitlicher Auflösung. Der HISTALP-Tiefland-Datensatz beginnt mit dem Jahr 1767 und ist eine der weltweit längsten und hochwertigsten Datenreihen. [Link zur HISTALP-Webseite](#)

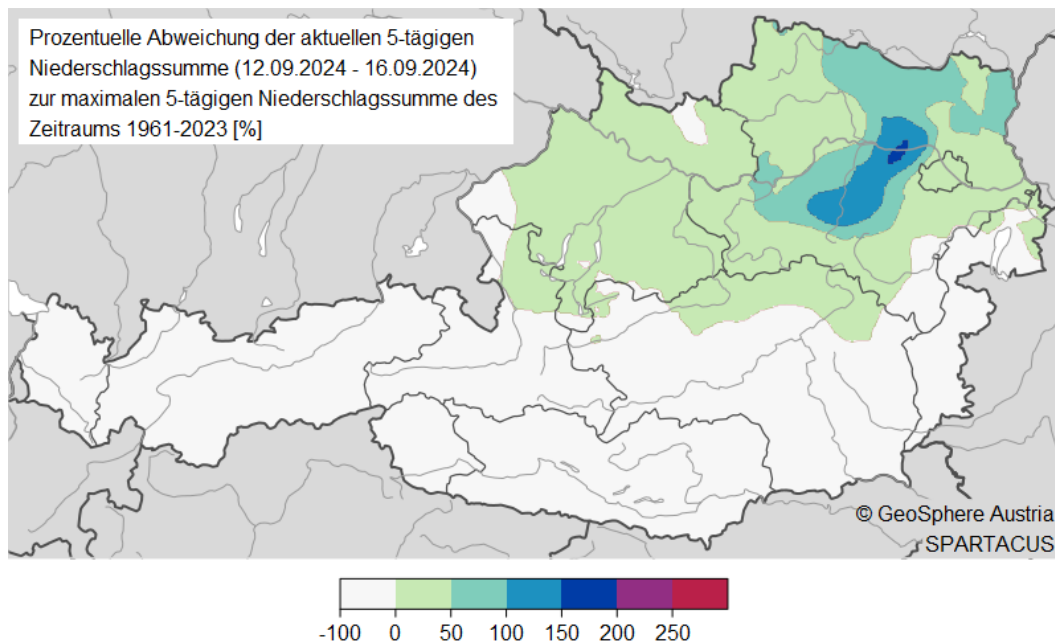


Abbildung 5: Dargestellt ist die Differenz zwischen der fünftägigen Niederschlagsmenge vom 12. bis 16. September 2024 und der bisher höchsten Fünftagesmenge seit 1961 an jedem einzelnen der 84.000 (1x1-Kilometer) Datenpunkte in Österreich. Auswertung mit SPARTACUS-Daten².

Ein Vergleich der mittleren maximalen 5-tägigen Niederschlagssummen der zwei 30-jährigen Referenzperioden 1961-1990 und 1991-2020 zeigt, dass es sowohl Regionen mit einer Zunahme als auch Regionen mit einer Abnahme in Österreich gegeben hat (siehe Abbildung 6), wobei Regionen mit einer Zunahme überwiegen. Eine statistische Analyse (Irrtumswahrscheinlichkeit 5%) zeigt eine signifikante Zunahme der 5-tägigen Niederschlagssumme im Vorarlberger Unterland sowie in Teilen des Mühl-, Wald-, Wein- und Mostviertels (Zunahme in Niederösterreich bei +19%) und Teilen von Wien (Zunahme bis +20%).

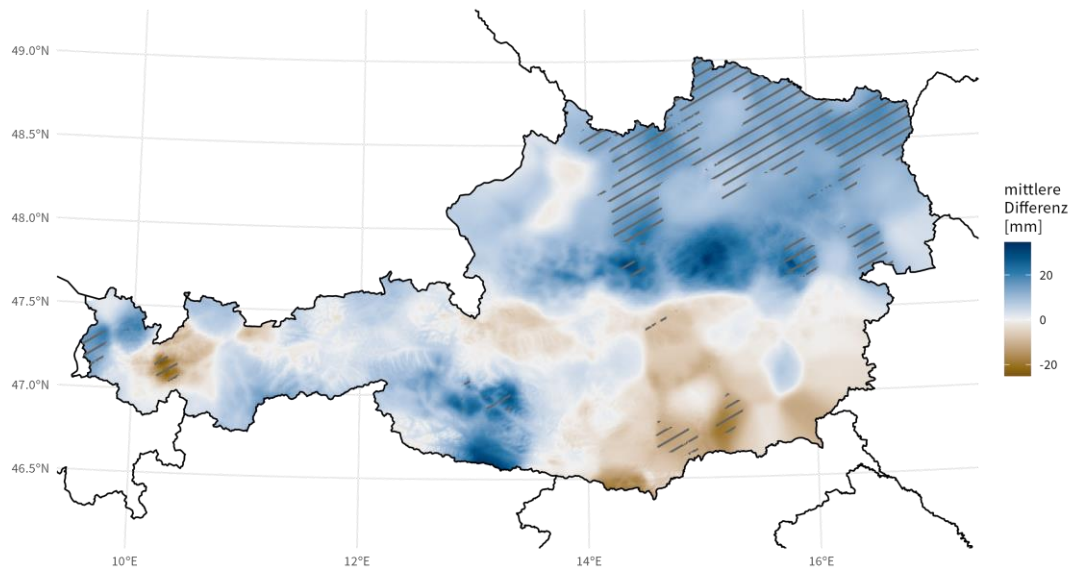


Abbildung 6: Differenz zwischen der mittleren maximalen 5-tägigen Niederschlagssumme in der 30-jährigen Referenzperiode 1991-2020 und jener der Periode 1961-1990. Positive Werte (blau) entsprechen demnach einer Zunahme der Niederschläge in der späteren Referenzperiode 1991-2020, negative Werte (braun) einer Abnahme. Regionen mit einer signifikanten Änderung zwischen diesen zwei Perioden sind schraffiert. Auswertung mit SPARTACUS-Daten²

Im Folgenden werden die Niederschlagsmengen der drei am stärksten betroffenen Bundesländer, Oberösterreich, Niederösterreich und Wien, im Detail erläutert.

Oberösterreich

In Oberösterreich fiel von 12.9. bis 16.9.2024 im Flächenmittel eine Niederschlagsmenge von 221 mm (Liter pro m²). Das entspricht der 1,9-fachen Menge, die in Oberösterreich im Mittel im gesamten September fällt. Im Mühlviertel erreichten die 5-Tagessummen verbreitet 200 bis 275 mm (Liter pro m²), entlang der Ober-Niederösterreichischen Grenze 275 bis 320 mm (Liter pro m²). Im Hausruckviertel, Salzkammergut und östlich davon (Sengsenengebirge, Pyhrn, Eisenwurzen) summierte sich zumindest mehr als 200 mm (Liter pro m²) Niederschlag. In einem etwa 25 bis 30 km breiten Streifen, ausgehend vom Mondsee bis zur Eisenwurzen lagen die 5-Tagessummen überwiegend zwischen 275 bis 350 mm (Liter pro m²). In den Gebieten südlich der Donau und nördlich des Hausruckviertels erreichten die Regenmengen Werte zwischen 150 und 200 mm (Liter pro m²).

Insgesamt 18 oberösterreichische Wetterstationen, die im Messnetz der GeoSphere Austria liegen, registrierten eine 5-Tagessumme von mehr als 200 mm (Liter pro m²). Dazu zählen Unterach am Attersee (327 mm oder Liter pro m²), Weyer (320 mm oder Liter pro m²), Bad Ischl (296 mm oder Liter pro m²) Mondsee (294 mm oder Liter pro m²) Windischgarsten (264 mm

oder Liter pro m²), Linz (222 mm oder Liter pro m²) oder Freistadt (214 mm oder Liter pro m²). Bei einigen Wetterstationen wurden die alten 5-Tagesniederschlagsrekorde, wie Weyer (um 74 mm oder Liter pro m², Jan 2013), St. Wolfgang (um 52 mm oder Liter pro m², Okt 2014), Linz (um 57 mm oder Liter pro m², Jul 1897) und Rohrbach (um 55 mm oder Liter pro m², Aug 2002) deutlich überboten.

Niederösterreich

In Niederösterreich fiel im Flächenmittel eine Fünftagesniederschlagsmenge von 212 mm (Liter pro m²). Das entspricht der 2,7-fachen Regenmenge, die in Niederösterreich normalerweise in einem gesamten September fällt. Nördlich der Donau summierte sich eine Regenmenge von zumindest 150 bis 200 mm (Liter pro m²). Im westlichen Wald- und Weinviertel waren es 200 bis 320 mm (Liter pro m²).

Südlich der Donau und westlich von Wien fiel verbreitet eine Niederschlagsmenge von 200 bis 350 mm (Liter pro m²). Die Regionen mit den intensivsten Niederschlägen lagen in einem Dreieck, mit den Eckpunkten Dreiländereck Oberösterreich – Niederösterreich – Steiermark, Semmering und Tullner Becken. Hier kam eine extrem hohe Regenmenge von 350 bis 420 mm (Liter pro m²) zusammen. Im Auswertzeitraum 1961-2023 (SPARTACUS-Zeitserie) erreichten die bisherigen höchsten 5-Tagessummen in diesem Gebiet verbreitet 200 bis 275 mm (Liter pro m²) und lokal (Eisenwurzen, Schneeberggebiet) 275 bis 350 mm (Liter pro m²). Die Stationen Lilienfeld/Tarschberg (417 mm oder Liter pro m², Messbeginn 1992), St. Pölten (409 mm oder Liter pro m², Messbeginn 1947) und Langenlebarn (397 mm oder Liter pro m², Messbeginn 1963) haben ihre jeweiligen alten Rekorde der 5-Tagessumme um 145, 202 und 254 mm (Liter pro m²) überboten.

Wien

Im Zeitraum 12.9.2024 bis 16.9.2024 fiel in Wien im Flächenmittel eine Regenmenge von 196 mm (Liter pro m²). In diesen fünf Tagen summierte sich demnach die 2,9-fache Regenmenge, die normalerweise in einem durchschnittlichen September fällt. An den Wiener Wetterstationen im Messnetz der GeoSphere Austria fiel eine Niederschlagsmenge von 131 mm (Liter pro m²) (Unterlaa) bis 307 mm (Liter pro m²) (Mariabrunn). Die Niederschlagsverteilung zeigt einen relativ stark abfallenden Gradienten von West nach Ost. Am Stadtrand der Bezirke 13 und 14 erreichten die 5-Tagessummen 275 bis 350 mm (Liter pro m²). In den östlichen Teilen

der Bezirke 13 und 14 sowie in den Bezirken 12, 16, 17, 18, 19 und 23 kam eine Regensumme von 200 bis 275 mm (Liter pro m²) zusammen. In den anderen Stadtteilen weiter östlich regnete es 150 bis 200 mm (Liter pro m²).

Die bisherigen Rekorde der 5-Tagesniederschlagssumme wurde nicht im gesamten Stadtgebiet übertroffen (Untersuchungszeitraum 1961-2024). Das Plus zu den alten Rekorden liegt Bundeslandweit meist zwischen 1 und 50 mm (Liter pro m²). Lokal überstiegen die rezenten Summen die Rekorde um 50 bis 100 mm (Liter pro m²), lagen aber, wie in Unterlaa, um 27 mm (Liter pro m²), auch darunter.

Andere Bundesländer

Von großen Niederschlagsmengen betroffen waren noch Teile der Bundesländer Salzburg und Steiermark. In Salzburg waren es vor allem der Flach- und Tennengau. In diesen Gebieten summierte sich 200 bis 300 mm (Liter pro m²) Niederschlag wobei die alten Rekorde dort nur teilweise überboten wurden. In der Stadt Salzburg fiel binnen fünf Tagen eine Regenmenge von 224 mm (Aug. 1991, 273 mm), in Mattsee von 241 mm (Aug. 1991 270 mm) und in Abtenau von 241 mm (203 mm Juli 1981). Im restlichen Bundesland lagen die Niederschlagsmengen zwischen 100 und 200 mm.

In der Steiermark fiel vor allem nördlich des Alpenhauptkammes und in den Fischbacher Alpen zumindest 100 mm (Liter pro m²) Niederschlag. Die größten Mengen kamen mit 150 bis 275 mm (Liter pro m²) im Ausseerland, in den Ennstaler Alpen und im Hochschwab Gebiet zusammen.

Rang	Stationsname	Bundesland	Niederschlagssumme 12.9. 8 Uhr bis 17.9. 8 Uhr [mm = Liter pro m ²]	Bisheriger 5-tägiger Höchstwert [mm = Liter pro m ²]	Beginn der Messreihe
1	Lilienfeld/Tarschberg	NÖ	417	273 (Jul 1997)	1992
2	St.Poelten/Landhaus	NÖ	409	207 (Jun 2009)	1947
3	Langenlebarnd	NÖ	397	143 (Jun 2009)	1961
4	Lunz/See	NÖ	390	310 (Sep 2007)	1994
5	Reichenau/Rax	NÖ	337	256 (Sep 2007)	1901**
6	Unterach am Attersee	OÖ	327	152 (Aug 2023)*	2019
7	Oberndorf/Melk	NÖ	326	222 (Jun 2009)	1977
8	Weyer	OÖ	320	246 (Jan 2013)	1968
9	Schwarzau im Freiwald	NÖ	315	68 (Aug 2023)*	2022
10	Baernkopf	NÖ	310	131 (Jun 2009)*	2003

*Tabelle 1: Rangliste der GeoSphere Austria Stationen mit den höchsten Niederschlagsmengen vom 12. bis 16. September 2024. Mit * markierte Stationen haben eine sehr kurze Zeitreihe und sind daher hinsichtlich eines Vergleichs mit vorangegangenen 5-tägigen Niederschlagsereignissen nur bedingt aussagekräftig. ** Keine Daten für 1919 und 1976 vorhanden, bzw. unvollständig in den Jahren 1918, 1920, 1930, 1942 und 1945.*

Im gesamten Messnetz der GeoSphere Austria (269 Wetterstationen - Stand Juli 2024) wurde die im September 2024 an der Station Lilienfeld/Tarschberg maximal gemessene 5-Tagessumme des Niederschlags seit Messbeginn erst selten und nur im alpinen Raum übertroffen (z.B. 451 mm, Station Kötschach-Mauthen, Oktober 2018 bzw. 442 mm Loiblpass, April 1975).

Schnee

Der intensivsten Niederschlagsphase ging ein markanter Kaltluftvorstoß aus den Polarregionen voran, der, zusammen mit dem Entzug von sogenannter latenter Wärme beim Schmelzen des fallenden Niederschlags von Schneeflocken zu Regentropfen, eine deutliche Abkühlung und ein rasches Absinken der Schneefallgrenze hervorrief. In der Nacht auf Freitag (13.9.) gab es vom Tiroler Unterland bis ins Mostviertel nicht nur Schneefall, sondern sogar die Bildung einer kurzlebigen Schneedecke bis auf rund 600 m Höhe (Vergleich Abbildung 7) nur fünf Tage nach einem letzten Sommertag, in Windischgarsten sogar einem letzten Hitzetag am 8. September. Die tiefst gelegene Station, an der noch eine Schneedecke beobachtet wurde, war Hall bei Admont (St, 637 m, 5 cm). Dass sich im September unterhalb von 1000 m Seehöhe eine Schneedecke bildet, kommt etwa alle 5 Jahre vor.

Den größten Schneezuwachs gab es dabei in den nördlichen Kalkalpen vom Steinernen Meer bis zum Toten Gebirge und Ötschergebiet. Die Schneehöhen bzw. Neuschneesummen waren aufgrund der großen Niederschlagsraten und des markanten Kaltlufteinbruches stellenweise ungewöhnlich hoch. Auf der Rudolfshütte wurde z.B. am 17.9.2024 mit einer Gesamtschneehöhe von 145 cm ein neuer Septemberrekord aufgestellt (alter Rekord 100 cm, Sept. 2007, Messbeginn 1980). Das gleiche gilt auch für den Feuerkogel (90 cm am 16.9.24 zu 80 cm Sept. 1931, Messbeginn 1930), Ramsau (19 cm statt 15 cm Sept. 2020, Messbeginn 1936, allerdings mit längeren Unterbrechungen am Beginn der Zeitreihe).

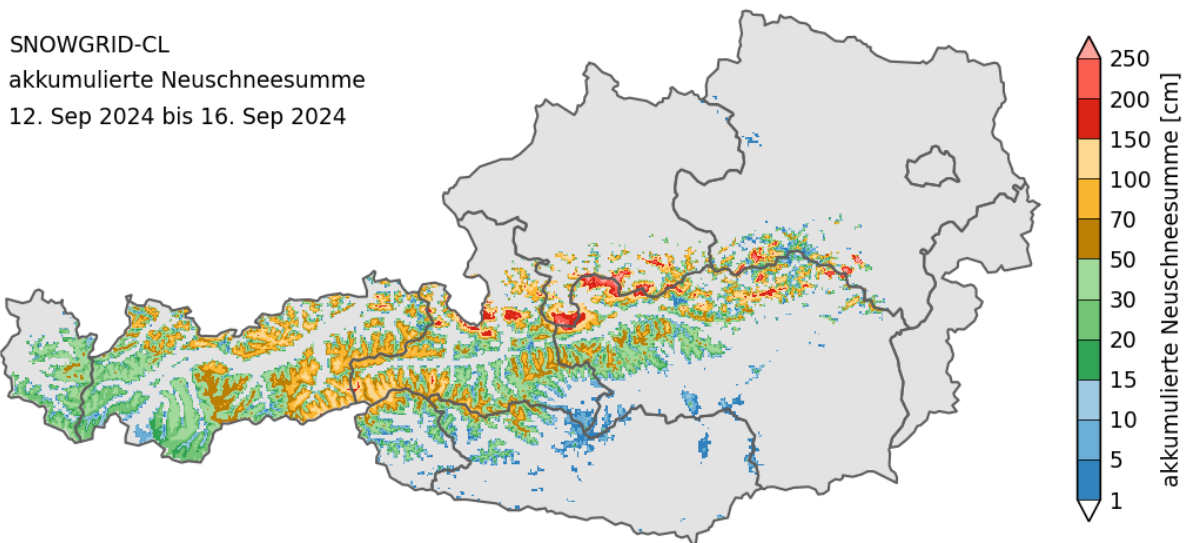


Abbildung 7: 5-tägige Neuschneesumme vom 12. bis 16. September 2024 an jedem einzelnen der 84.000 (1x1-Kilometer) Datenpunkte in Österreich. Auswertung mit SNOWGRID-CL⁴.

Aufgrund der tiefen Schneefallgrenze traten bis dahin trotz der großen Niederschlagsmengen nur vereinzelt Überflutungen auf. Abgesehen von regionalen Problemen durch Schneebruch konnten sich die Einsatzkräfte auf die Vorbereitungen gegen das bevorstehende Hochwasser konzentrieren. Im Folgenden baute sich die Schneedecke unterhalb von 2500 m Seehöhe mit den steigenden Temperaturen rasch wieder ab.

Wind

Der Tiefdruckkomplex, der für die extremen Niederschläge sorgte, brachte auch stürmische Bedingungen mit sich. Die windstärksten Tage waren der 14. und 15. September 2024. Die Windspitzen erreichten während dieser beiden Tage im nördlichen und östlichen Flachland sowie im Burgenland und der Oststeiermark, 50 bis 100 km/h, an exponierten Stellen bis 115 km/h wodurch vielerorts Bäume entwurzelt wurden, auch verschärft durch die Wucht des Starkregens und durch den völlig durchnässten Boden. Die stärksten Windböen in bewohntem Gebiet wurden in St. Radegund mit 135 km/h und in Hartberg mit 119 km/h gemessen. In den Gipfelregionen reichten die Windspitzen bis 135 km/h. Am Schöckl auf 1440m Seehöhe erreichten die Spitzen sogar knapp 160 km/h, bevor der Windmesser beschädigt wurde.

⁴ Mit Hilfe des an der GeoSphereAT operationell betriebenen Schneedeckenmodells SNOWGRID-CL können die Schneeverhältnisse flächendeckend in Österreich modelliert werden. Das Modell wird mit dem gegitterten Beobachtungsdatensatz SPARTACUS angetrieben und liefert in dieser Konfiguration täglich aktualisierte Informationen zur Schneesituation. Berechnet werden Gesamtschneehöhe, Schneewasserwert und Neuschneesumme mit einer räumlichen Auflösung von 1 km x 1 km (SPARTACUS-Gitter).

Windspitzen von 80 km/h oder mehr unterhalb von 1000 m Seehöhe treten im September in Österreich alljährlich auf. Neue Septemberrekorde (stärkste Windböen) wurden bei diesem Ereignis nicht aufgestellt.

4 Extremwertstatistische Betrachtung

Niederschlagsereignisse mit solch einer enormen Intensität (Dauer und Menge) wie vom 12. bis 16. September 2024 treten in Österreich sehr selten auf und werden üblicherweise in Osttirol und Oberkärnten und kleinräumig im Salzkammergut, Loferer Steinberge und Karwendel beobachtet. Bis zum jüngsten Ereignis sind außerhalb des alpinen Raumes 5-Tagessummen über 275 mm (Liter pro m²) kaum und über 300 mm (Liter pro m²) noch nie gemessen worden. Betrachtet man beispielsweise die Zeitreihe der jährlichen maximalen 5-tägigen Niederschlagssumme seit Messbeginn an den Stationen St. Pölten und Reichenau an der Rax (siehe Abbildung 8), zeigt sich, wie außergewöhnlich das Ereignis war. Die 5-tägigen Niederschlagssummen des Ereignisses sind doppelt so hoch bzw. um 30% höher als die bisherigen maximalen 5-tägigen Niederschlagssummen aus 2009 bzw. 2007 und liegen mehr als das 4,5-fache bzw. 5,9-fache über dem Mittelwert des gesamten Beobachtungszeitraums. Zudem besagt eine statistische Regel (die „3 σ -Regel“, gespr. „Drei-Sigma-Regel“), dass 68% der Werte einer Messreihe innerhalb von einer Standardabweichung (σ) liegen, 95% innerhalb von zwei Standardabweichungen (2σ), und 99,7% innerhalb von drei Standardabweichungen (3σ , vgl. hellgraue Schattierungen in Abbildung 8). In beiden Fällen wurde diese Schwelle bei Weitem überboten, was die regionale Außergewöhnlichkeit des Ereignisses nochmals unterstreicht.

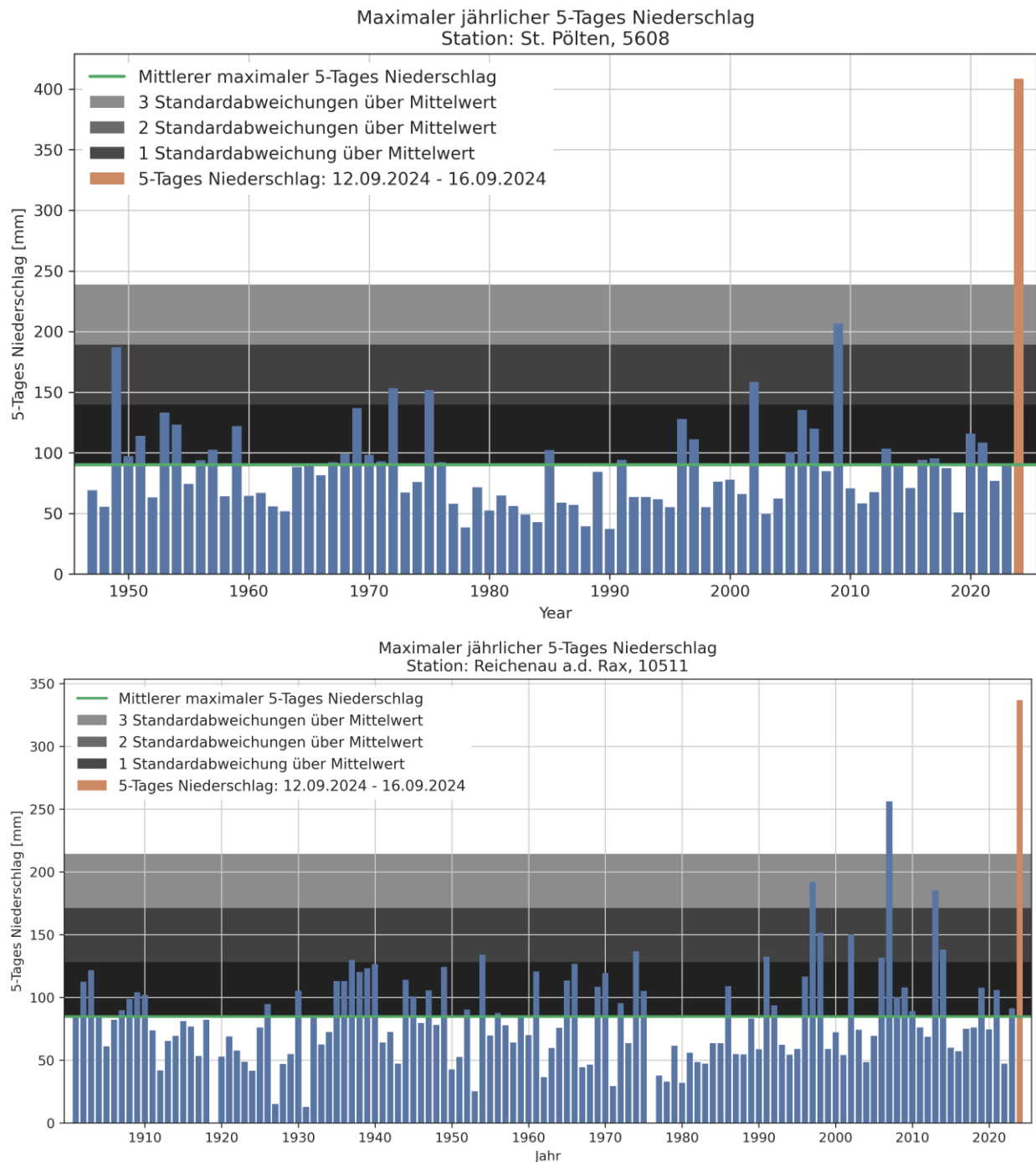


Abbildung 8: Jährliche maximale 5-tägige Niederschlagssumme (blaue Balken), mittlere maximale 5-tägige Niederschlagssumme berechnet über alle Jahre (grüne Linie) sowie die Standardabweichung des Mittelwertes für die Stationen St. Pölten (Messbeginn 1947) und Reichenau an der Rax (Messbeginn 1901).

Einordnung der Jährlichkeit

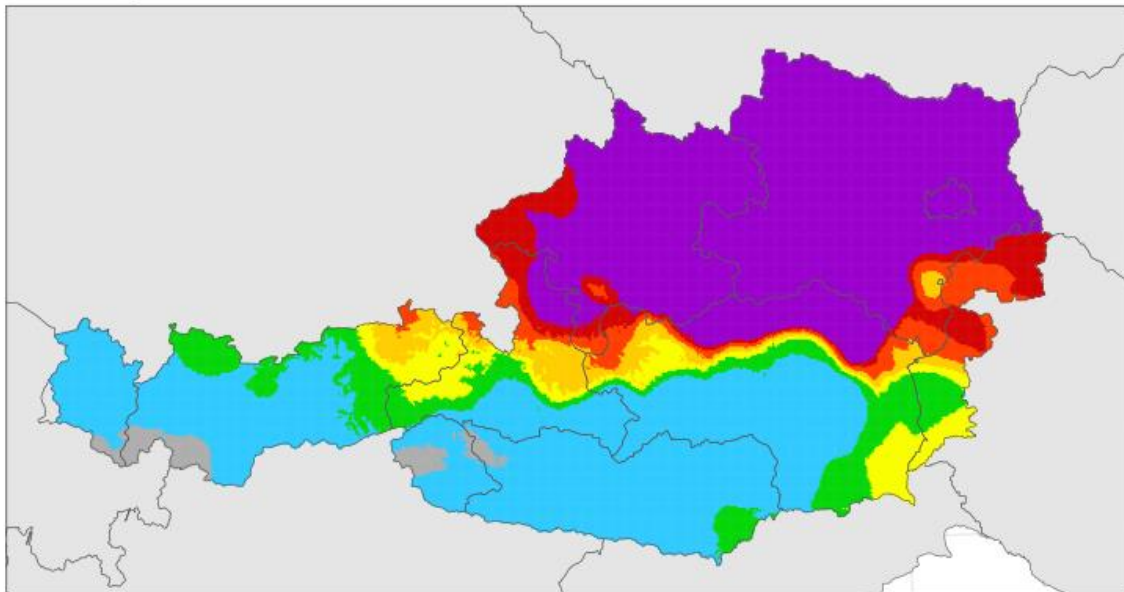
Jährlichkeit nennt man die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Ereignissen, angegeben in Jahren. Die Ermittlung der Jährlichkeit erfolgt auf Basis statistischer Auswertungen von Datenreihen bzw. Messreihen. Dabei wird angenommen, dass z.B. jährliche Höchstwerte (Extremwerte) einer bestimmten statistischen Verteilung folgen. Wichtige Voraussetzungen für eine möglichst genaue Aussage in Bezug auf die Jährlichkeit sind u.a. (I) möglichst lange

Zeitreihen, (II) qualitätsgeprüfte Daten (keine falschen Extremwerte in der Datenreihe), (III) kein Trend in der Zeitreihe.

Die Auswertung der statistischen Wiederkehrzeiten der 5-Tagesniederschlagsmenge vom 12.09. – 16.09.2024, mittels des Analysetools EVA+ (Extreme Value Analysis enhanced) der GeoSphere Austria, zeigt ein sehr differenziertes Bild (siehe Abbildung 9).

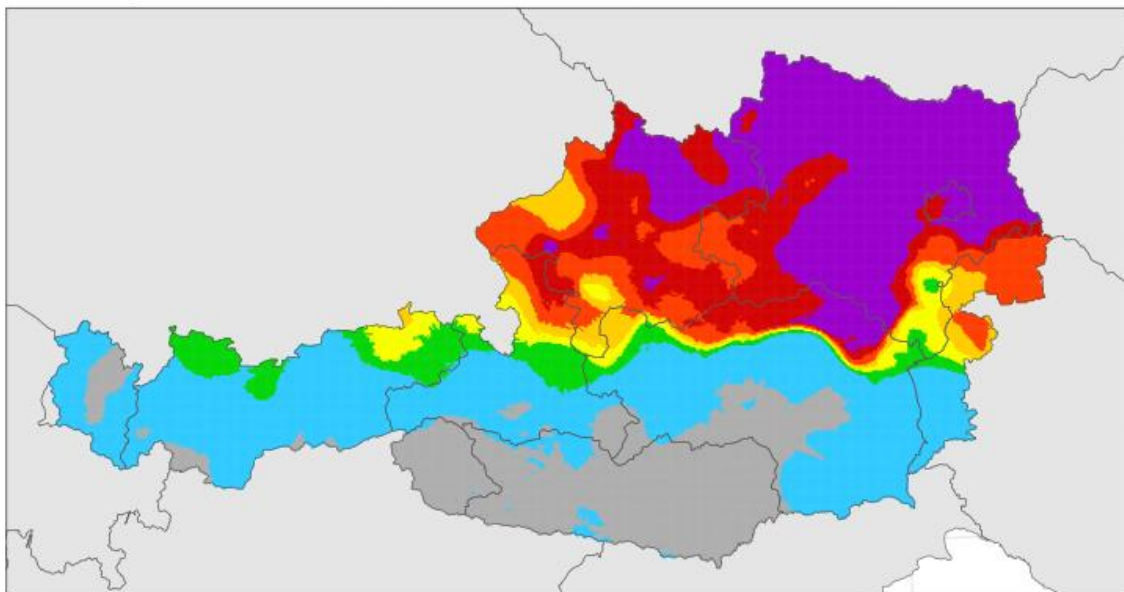
Im alpinen Bereich, vom Wienerwald ausgehend bis zum Semmering-Rax-Gebiet sowie die Grenzgebiete Niederösterreich-Steiermark bzw. Oberösterreich-Steiermark im Süden bis ins Salzkammergut im Westen, ergeben die Auswertungen der Messwerte einzelner Wetterstationen mit langen Zeitreihen eine ähnliche Jährlichkeit von etwa 100 Jahren. Einzelne Stationen, wie Puchberg am Schneeberg, mit einer 5-Tagessumme von 269 mm (Liter pro m²), zeigen jedoch Jährlichkeiten von über 100 Jahren. Im Bereich der Eisenwurzten und nördlich davon liegt die Jährlichkeit knapp unter 100 Jahren, wie an der Station Waidhofen/Ybbs oder Kremsmünster mit 5-Tagessummen von 253 mm (Liter pro m²) bzw. 205 mm (Liter pro m²). Im Flachgau wie z.B. an der Station Mattsee mit 241 mm (Liter pro m²) oder an der Station Salzburg/Freisaal mit 224 mm (Liter pro m²) bzw. im Innviertel fielen die Jährlichkeiten mit unter 50 Jahren hingegen deutlich geringer aus.

Jährlichkeit aus SPARTACUS [Jahre]
Niederschlag 12. - 16.9.2024



■ <1 ■ 2 ■ 5 ■ 10 ■ 20 ■ 50 ■ 100 ■ > 100

Jährlichkeit aus SPARTACUS [Jahre]
Niederschlag 13. - 14.9.2024



■ <1 ■ 2 ■ 5 ■ 10 ■ 20 ■ 50 ■ 100 ■ > 100

Abbildung 9: Auswertung der statistischen Wiederkehrzeiten der 2-Tagesniederschlagsmenge vom 13.09-14.09.2024 (oben) und der 5-Tagesniederschlagsmenge vom 12.09. - 16.09.2024 (unten), mittels des Analysetools EVA+ (Extreme Value Analysis enhanced). Auswertung mit SPARTACUS-Daten².

In den Regionen mit den größten Niederschlagsmengen, wie z.B. in St. Pölten mit 409 mm (Liter pro m²) oder Langenlebarn mit 397 mm (Liter pro m²), wurden beim rezenten Ereignis allerdings die alten 5-Tagessummenrekorde an den Stationen so deutlich überboten, dass eine extremwertstatistische Bewertung der Jährlichkeiten in den meisten Fällen nicht möglich ist.

Es gibt in dieser Region keinen historischen Vergleichswert, der sich dem Ereignis zuordnen lässt. Die Regenmengen, die im Flach- und Hügelland des Nordens und Ostens in diesem 5-Tageszeitraum fielen, überstiegen die alten Rekorde um durchschnittlich 35 % und punktuell, wie in Langenlebarn, um 178 %. Einzelne Stationen, wie z.B. Amstetten oder Puchberg, wo die Zeitreihe lang genug ist und eine extremwertstatistische Analyse mit den aktuellen 5-Tagessummen durchführbar ist, zeigen Jährlichkeiten von deutlich über 100 Jahren.

Vergleiche der Jährlichkeiten mit längeren Datenreihen der Hydrographie Österreich (Abteilung I/3 im BML, hydrographische Landesdienste, via donau) untermauern diese Ergebnisse. Eine genauere Zuordnung der Wiederkehrzeiten, vor allem bei solch extremen Ereignissen, bedarf einer detaillierteren statistischen Untersuchung, da Aussagen bezüglich der Jährlichkeit zumeist mit großen Unsicherheiten behaftet sind.

Stationsname	Bundesland	Niederschlagssumme 12.9. 8 Uhr bis 17.9. 8 Uhr [mm = Liter pro m ²]	Bisheriger 5-tägiger Höchstwert [mm = Liter pro m ²]	Jährlichkeit [a]
Salzburg/Freisaal	S	224	273 (Aug 1991)	<50
Mattsee	S	241	270 (Aug 1991)	<50
Kremsmünster	OÖ	205	246 (Sep 1899)	<100
Waidhofen/Ybbs	NÖ	253	261 (Aug 1949)	<100
Mariabrunn	W	308	275 (Jul 1997)	ca. 100
St. Wolfgang	OÖ	276	224 (Okt 2014)	ca. 100
Bad Ischl	OÖ	296	272 (Jun 2013)	ca. 100
Freistadt	OÖ	214	243 (Aug 2002)	ca. 100
Amstetten	NÖ	242	198 (Aug 1949)	> 100
Puchberg	NÖ	269	210 (Mrz 2002)	>100

Tabelle 2: Tabellarische Darstellung der Jährlichkeiten ausgewählter Stationen, mit einer Länge von 75 bis 150 Jahren, um eine extremwertstatistische Auswertung zur Ermittlung der Jährlichkeit durchzuführen.

5 Weiterführende Berichte

Mit hydrologischen Experten, u.a. vom BML (HZB) und der TU Wien ist eine weiterführende Auswertung hinsichtlich des Zusammenhangs mit den Abflussmengen und vorherigen Hochwasserereignissen in Arbeit. Des Weiteren ist in einer Zusammenarbeit mit anderen europäischen Organisationen eine weitere Attributionsstudie geplant um die Gründe für die extrem großen Regenmengen dieses Ereignisses noch genauer zu untersuchen.

Nachstehend eine Liste der bisherigen Berichtstätigkeiten in Österreich zu diesem Ereignis:

- [„Deutlich mehr Regen als bei früheren Extremereignissen“ herausgegeben von der GeoSphere Austria](#)
- [„Das Hochwasserereignis im September 2024 in Österreich“ herausgegeben von Hydrographie Österreich \(Abteilung I/3 im BML, hydrographische Landesdienste, via donau\)](#)
- [„Das September-Hochwasser: Was lernen wir daraus?“ von Günther Blöschl \(TU Wien\)](#)
- [„Klimaerwärmung verschärft großflächigen Starkregen in Mitteleuropa“ herausgegeben von der GeoSphere Austria](#)
- Attributionsstudie unter Leitung der Organisation World Weather Attribution⁵

Weiterführende Berichte aus den Nachbarländern finden sich hier:

- [Bericht vom Deutschen Wetterdienst \(DWD\)](#)
- [Bericht vom Ungarischen Meteorologischen Service \(HungaroMet\)](#)
- [Bericht vom Slowenischen Meteorologischen Service](#)

⁵ Kimutai, J., Vautard, R., Zachariah, M., Tolasz, R., Šustková, V., Cassou, C., Clarke, B., Haslinger, K., Vahlberg, M., Singh, R., Stephens, E., Cloke, H., Raju, E., Baumgart, N., Thalheimer, L., Otto, F., Koren, G., Philip, S., Kew, S., ... Von Weissenberg, A. (2024). *Climate change and high exposure increased costs and disruption to lives and livelihoods from flooding associated with exceptionally heavy rainfall in Central Europe*. Imperial College London. <https://doi.org/10.25561/114694>