

Publizierbarer Endbericht

Gilt für Studien aus der Programmlinie Forschung

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Kurztitel:	Risk:LOCAL
Langtitel:	Identifikation von Klimarisiken und Erarbeitung lokaler Anpassungsstrategien für vulnerable Bevölkerungsgruppen – Fallbeispiel Pinzgau
Zitiervorschlag:	Kienberger, S.; Wittholm, J.; Mainetti, L.; Lexer, A.; Hohenwarter, P.; Spiekermann, R.; Schalk, V.; Benesch, E.; Zebisch, M. (2024): Risk:LOCAL - Identifikation von Klimarisiken und Erarbeitung lokaler Anpassungsstrategien für vulnerable Bevölkerungsgruppen – Fallbeispiel Pinzgau. Publizierbarer Endbericht.
Programm inkl. Jahr:	ACRPi Ausschreibung 2022
Dauer:	01.12.2023 bis 31.12.2024
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Dr. Stefan Kienberger
Kontaktperson Name:	Dr. Stefan Kienberger
Kontaktperson Adresse:	Hohe Warte 38, 1190 Wien
Kontaktperson Telefon:	+43 664 6147031
Kontaktperson E-Mail:	Stefan.Kienberger@geosphere.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Verein Regionalentwicklung Pinzgau (Salzburg), Österreichischer Behindertenrat (Wien), EURAC Research (Italien; Südtirol)
Schlagwörter:	Klimarisiko, Klimawandelanpassung, vulnerable Bevölkerungsgruppen, Starkregen, Extremwetterereignisse, Jährlichkeitsanalyse
Projektgesamtkosten:	49.950,00 €
Fördersumme:	49.950,00 €

Allgemeines zum Projekt	
Klimafonds-Nr:	KC305659
Erstellt am:	31.01.2025

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

Im Projekt Risk:LOCAL wurde eine standardisierte Methode und ein Factsheet entwickelt und angewendet, um das Klimarisiko von Starkregen auf die lokale Bevölkerung im Pinzgau, mit speziellem Fokus auf vulnerable Gruppen, zu analysieren und Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Diese Methode lässt sich auf andere Regionen in Österreich übertragen, ist in einem Handbuch festgehalten und soll Gemeinden/Regionen bei der Analyse ihrer Klimarisiken und darauf aufbauend der Anpassungsmaßnahmen unterstützen.

In der Region Pinzgau kam es in den vergangenen Jahrzehnten gehäuft zu Starkregenereignissen, die zu Überschwemmungen und Murenabgängen führten und in weiterer Folge große Schäden verursachten. 2021 brachte das Tief 'Bernd' große Mengen an Niederschlag in Zentraleuropa und führte vielerorts zu Überschwemmungen. Auch der Pinzgau war damals betroffen; der Pegel der Salzach stieg bspw. auf 5,85 m, was mancherorts einem 300-jährlichen Hochwasser entsprach. In Mittersill ist damit der erst kurz davor fertiggestellte Staudamm fast übergelaufen. Das Ereignis führte im Pinzgau zu Schäden im Siedlungsraum (z.B. Wasser in Kellern) und an Infrastruktur – die Pinzgaubahn wurde beschädigt und war monatelang nicht in Betrieb. Der nichtversicherte Schaden des Ereignisses wird auf 10 Millionen Euro geschätzt. Die Kosten für die Pinzgaubahn, inklusive der Hochwasserschutzbauten, die im Anschluss gebaut wurden, lagen bei 44 Millionen Euro.

Die Häufigkeitsanalyse des Niederschlags des Ereignisses zeigt allerdings, dass die Niederschlagsmenge, die im Zuge des Ereignisses auf die gesamte Fläche des Pinzgau gefallen ist, nicht außergewöhnlich hoch war. Die erwartete Häufigkeit der Mengen auf Jahresbasis liegt zwischen 2 und 5 Jahren. Wie stark ein Hochwasser allerdings ausfällt, hängt auch von anderen Faktoren, wie der Vorfeuchte, der Schneefallgrenze, der Versiegelung, der Topographie und dem Abflussverhalten des betrachteten Flusseinzugsgebiets ab und zeigt somit die Komplexität der Zusammenhänge, die zu einem Hochwasser führen können.

Abhängig vom eingeschlagenen Emissionspfad wird ein Anstieg des eintägigen Niederschlags projiziert. Die Menge bei einem 50-jährlichen Ereignis steigt beispielsweise von 167 mm 1971-2000 auf bis zu 296 mm 2041-2070. Zusammen mit einer höheren Schneefallgrenze bedeutet das ein höheres Potenzial für Hochwasser in der Zukunft, da somit mehr Niederschlag in flüssiger

Form fallen wird. Wie stark der Schaden allerdings in Zukunft potenziell ausfallen kann, also wie groß das tatsächliche Risiko ist – hängt auch von der Exposition (Wer oder was ist betroffen?) und der Vulnerabilität (Wie stark trifft es die exponierten Elemente?) ab.

Die Analyse der Expositionsdaten und Expert:inneninterviews zeigen einen Anstieg der Exposition in der Vergangenheit. Gebäude und Hauptwohnsitze nahmen zwischen 2001 und 2021 um 34,4 % bzw. 5,8 % zu und auch die Pinzgaubahn wurde ausgebaut. In Zukunft wird mit einer leichten Zunahme von Hauptwohnsitzen und Gebäuden sowie weiteren Hochwasserschutzbau gerechnet, womit die Exposition bei einem Ereignis einer gewissen Größe in etwa gleichbleiben würde. Ein Anstieg der Gefahr und konstante Exposition würden bei gleicher Vulnerabilität zu einem Anstieg des Risikos führen. Die Vulnerabilität kann jedoch durch eine Vielzahl an Anpassungsmaßnahmen gesenkt werden.

Im Rahmen von zwei Workshops wurden Vulnerabilitätsfaktoren und Maßnahmen für Starkregenereignisse identifiziert. Faktoren, die Regionen vulnerabel machen, sind (i) unzureichende Schutzmaßnahmen, (ii) fehlende Infrastruktur für Evakuierungen, (iii) unzureichende Vernetzung von Einsatzkräften und (iv) wenig Vorerfahrung mit Hochwasserereignissen. Faktoren, die Personen vulnerabel machen, sind (i) beeinträchtigte Gesundheit, (ii) Abhängigkeit von medizinischer Versorgung, (iii) eingeschränkte Mobilität und (iv) ungünstige Wohnsituation.

Es wurden drei Szenarien entwickelt, anhand derer Maßnahmen, unter Einbindung vulnerabler Gruppen, identifiziert wurden:

1. **Blockierte Verkehrswege:** Das kann dazu führen, dass Pflegekräfte nicht vor Ort gelangen oder Lieferprobleme auftreten können, wodurch es zu Medikamentenengpässen kommen kann. Hier wurden Maßnahmen, wie bspw. eine Notfallbox mit Medikamenten und anderen Hilfsmitteln, vorgeschlagen.
2. **Evakuierungen:** Vor allem Personen mit eingeschränkter Mobilität oder mit Sehbehinderung werden vor Herausforderungen gestellt, ebenso der Transport und die Bereitstellung von Hilfsmitteln, z.B. in Bezug auf elektrische Rollstühle oder das Aufrechterhalten einer Sauerstoffversorgung. Auch am Evakuierungsort müssen ausreichend medizinische Versorgung und Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wurde als Maßnahme bspw. Die Einführung von Spezialschulungen für Einsatzkräfte vorgeschlagen, um im Umgang mit betroffenen Personen routinierter zu werden.
3. **Blackout:** Probleme treten in diesem Fall vor allem für Personen mit elektrischen Hilfsmitteln auf, wie z.B. Beatmungsgeräte. Es können Notstromaggregate nötig sein.

Die Ergebnisse der Klimarisikoanalyse wurden in einem Factsheet zusammengefasst und veröffentlicht und die identifizierten Maßnahmen in einem

weiteren Workshop im Pinzgau validiert und ergänzt. Einige der Maßnahmen wurden in das KLAR!-Programm der Region übernommen.

2 Executive Summary

In the Risk:LOCAL project, a standardized method and factsheet was developed and applied to analyze the climate risk posed by heavy rainfall on the local population in the Pinzgau region, with a special focus on vulnerable groups, and to identify adaptation measures. This method can be transferred to other regions in Austria, is set out in a handbook and is intended to support municipalities/regions in analyzing their climate risks and, based on this, adaptation measures.

In recent decades, the Pinzgau region has experienced increasing occurrences of heavy rainfall events, leading to floods and landslides causing major damage. In 2021, the low-pressure system "Bernd" brought large amounts of precipitation to Central Europe, resulting in widespread flooding, including the Pinzgau region. The Salzach river water level rose to 5.85 meters, corresponding to a 300-year flood event in some areas. The recently completed dam in Mittersill almost overflowed. The event caused damage in settlement areas (e.g., water in basements) and to infrastructure, including the Pinzgau railway, which was out of service for months. The uninsured damage was estimated at 10 million euros, while costs for the railway and subsequent flood protection measures amounted to 44 million euros.

The frequency analysis of the precipitation amount during this event shows that the precipitation that fell on the entire area of the Pinzgau region was not exceptionally or unusually high, with an expected frequency between 2 and 5 years. However, flood severity also depends on other factors, such as soil moisture/pre-humidity, snow line altitude, land sealing, topography, and the runoff behavior of the river catchment under consideration, and thus shows the complexity of the interrelationships that can lead to a flood.

Depending on the emission path taken, an increase in one-day precipitation is projected. For example, the amount for a 50-year event increases from 167 mm in 1971-2000 to up to 296 mm in 2041-2070. Together with a higher snow line, this implies a higher potential for future floods, as more precipitation will fall in liquid form. The scale of future damage, and thus the actual risk, depends on exposure (who or what is affected?) and vulnerability (how severely will the exposed elements be affected?).

Analysis of exposure data and expert interviews revealed an increase in exposure in the past, with buildings and primary residences rising by 34,4 % and 5,8 % between 2001 and 2021, alongside the expansion of the Pinzgau railway. In the future, a slight increase in primary residences and buildings is expected, as well as further flood protection measures, resulting in relatively stable exposure levels for events of a certain magnitude. However, a combination of increased hazard

and constant exposure would lead to higher risk if vulnerability remains unchanged. Vulnerability can be reduced by various adaptation measures.

Within two workshops, vulnerability factors and measures for heavy rainfall events were identified. Factors that make regions vulnerable include (i) insufficient protective measures, (ii) inadequate evacuation infrastructure, (iii) inadequate networking of rescue services, and (iv) limited prior experience with floods. Personal vulnerability factors include (i) impaired health, (ii) reliance on medical care, (iii) restricted mobility, and (iv) unfavorable living conditions.

Three scenarios were developed on the basis of which measures, involving vulnerable groups, were identified:

1. **Blocked Traffic Routes:** This could lead to care workers being unable to reach patients or delivery problems, such as medication shortages. Proposed measures included such as an emergency box containing medications and other essential supplies.
2. **Evacuations:** Individuals with limited mobility or visual impairments in particular face challenges, as do transportation and the provision of medical aids like electric wheelchairs or maintaining oxygen supply. At the evacuation sites, adequate medical care and supplies must be available. In addition, special training courses for emergency services were suggested as a measure, for example, in order to become more experienced in dealing with affected individuals.
3. **Blackout:** Power outages could critically affect individuals reliant on electric medical devices, such as ventilators. Solutions included providing backup generators.

The results of the climate risk analysis were summarized and published in a factsheet, while the identified measures were validated and supplemented in a further workshop in the Pinzgau region. Some measures have been integrated into the region's KLAR! program.

3 Hintergrund und Zielsetzung

Extremwetterereignisse nehmen durch den sich verstärkenden Klimawandel bereits zu (IPCC 2022; Glade et al., 2020, APCC 2018) und die Auswirkungen sind auf lokaler Ebene deutlich spürbar. Auch zukünftig ist, je nach eingeschlagenem Emissionspfad, mit einer erhöhten Frequenz und Intensität von Extremwetterereignissen zu rechnen. Das Klimarisiko, also das Potenzial für negative Auswirkungen (eintretende Schäden und/oder Verluste), ist neben den Extremwetterereignissen selbst abhängig von der raumzeitlichen Exposition und der Verwundbarkeit der Bevölkerung sowie z.B. ihrer Infrastruktur. Insbesondere die Verwundbarkeit stellt ein komplexes Gefüge dar, welches jeweils kontextbezogen und abhängig von der entsprechenden Gefährdung ist. Insbesondere verschiedene Bevölkerungsgruppen – z.B., abhängig von Einkommen bzw. Armut, Alter, Gesundheit, Grad der Beeinträchtigung, ökonomische Abhängigkeiten, etc. – sind daher unterschiedlich gefährdet („at risk“).

Daher ist es notwendig lokale und kontext-spezifische Klimarisiken zu identifizieren, um lokal-dienliche Klimawandelanpassungs- bzw. Risikoreduktionsmaßnahmen setzen zu können. Seit wenigen Jahren liegen auch entsprechende Normen und Leitfäden zur Analyse von Klimarisiken vor, wie z.B. ISO14091 (ISO 2020) von der UNDRR (2022), der deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) von Fritzsche et al. (2015) bzw. bestehen erfolgreiche Programme wie der Naturgefahrencheck, dieser jedoch mit alleinigem Fokus auf die Identifikation von Gefährdungen. An diese Gemengelage anknüpfend und den Bedarf, Klimarisiken zu identifizieren sowie Informationen für lokale Akteure bereitzustellen, setzte sich Risk:LOCAL folgendes Ziel:

Analyse und Aufbereitung von aktuellen und zukünftigen Klimarisiken für die lokale Ebene (Gemeinden, Regionen) – mit besonderem Fokus auf vulnerable Gruppen – durch einen standardisierten Prozess als Basis für die Identifikation von lokalen Anpassungsmaßnahmen. Dies wurde konkret für die KLAR! Pinzgau umgesetzt und in einer Methodik zusammengefasst, welche sich auf andere Gemeinden und Regionen in Österreich übertragen lässt. Daraus resultierte ein Factsheet, welches die zentralen Ergebnisse nutzergerecht und zusammenfassend aufbereitet.

Risk:LOCAL knüpft an bestehende Lösungen an – wie die Aufbereitung von Klimaszenarien für KLAR! Regionen, die Ergebnisse der ACRP Projekte ARISE und RESPECT, den Naturgefahrencheck und entsprechende vorliegende Methoden der Klimarisikoanalyse – und erweiterte diese insbesondere um die verbesserte Einschätzung von Extremwetterereignissen durch Wiederkehrperioden, eine Post-Event Analyse eines vergangenen Ereignisses als konkrete ‚Lernerfahrung‘ und die Entwicklung hin zu einer integrierten Risikobetrachtung auf lokaler (!) Ebene, insbesondere von vulnerablen Gruppen.

Der Salzburger Pinzgau selbst ist bereits heute stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Aufgrund seiner Topographie und Siedlungsstruktur ist das Risiko von Extremwetterereignissen und Naturgefahren im Pinzgau besonders hoch. Teile des Bezirks waren in den letzten Jahren immer wieder von einschneidenden Naturkatastrophen betroffen. Zuletzt war im Sommer 2021 ein großer Teil des Oberpinzgaus vom Hochwasser betroffen gewesen. Angesichts der Klimaprojektionen, welche eine Häufung und Intensivierung von Starkniederschlagsereignissen indizieren, stellten sich hier fundamentale Fragen zur Zukunftsfähigkeit des Lebensraums.

Das Forschungsprojekt Risk:LOCAL ist für die Region von großer Bedeutung, weil es die Bestrebungen der Region dahingehend unterstützte, Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz zu identifizieren. Mit dem Fokus auf den Schutz vulnerabler Gruppen in der Region, wurden daraus konkrete Anpassungsmaßnahmen erarbeitet und in weiterer Folge umgesetzt. Die gute Vernetzung und Zusammenarbeit der KLAR! Pinzgau und der Klima- und Energiemodellregionen (KEMs) des Bezirks mit den Gemeinden und weiteren Akteuren der Regionalentwicklung, ermöglichen eine gezielte Umsetzung der Maßnahmen auf regionaler Ebene. Ebenso stellte die aktive Teilnahme der Region/KLAR! Pinzgau als Projektpartner in Risk:LOCAL sicher, dass die Ergebnisse sich auf andere Regionen in Österreich übertragen lassen.

Das Projekt Risk:LOCAL fokussiert mit der Klimarisikobewertung von Extremwetterereignissen auf die lokale Ebene und richtet sich an Gemeinden und Regionen, um eine verbesserte Basis für die Identifikation und Umsetzung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen bereitzustellen. Neben der systemischen Betrachtung von Klimarisiken durch die gemeinsame und kontextspezifische Entwicklung von Klimawirkungsketten („Impact Chains“) sollten konkrete Ankerpunkte für Maßnahmen zur Anpassung an die zu erwartenden Veränderungen identifiziert werden. Gleichzeitig wurde dies durch die Identifikation und Schaffung einer verbesserten Datenbasis (Aufbereitung von Klimaszenarien hinsichtlich Extremwetterereignisse und Wiederkehrperioden, Analyse eines vergangenen Ereignisses als Lernerfahrung, quantitative und qualitative Expositions- und Verwundbarkeitsbewertungen, etc.) als Synthese und kondensiertes Factsheet den Nutzer:innen bereitgestellt.

4 Projektinhalt und Ergebnis(se)

Im Projekt Risk:LOCAL wurde das Klimarisiko von nachteiligen Auswirkungen durch Starkregenereignisse auf die Bevölkerung im Pinzgau, mit starkem Fokus auf vulnerable Gruppen (z.B. Personen mit körperlichen Einschränkungen), analysiert. Ein standardisiertes Verfahren stellt sicher, dass die Methode auf andere Regionen in Österreich übertragbar ist.

Vorgehensweise und Aktivitäten

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts Risk:LOCAL wurden in vier Arbeitspaketen erarbeitet: **AP1 'Projektmanagement'** (beinhaltet alle Aspekte des Projektmanagements; ist verantwortlich für die Koordinierung des Konsortiums, die gesetzten Ziele zu erreichen und einen reibungslosen Übergang und Wissensaustausch zwischen allen Arbeitspaketen zu gewährleisten), **AP2 'Risikoidentifikation'** (setzt die grundlegende Basis: Definition von Schlüsselbegriffen im Risikokontext, insbesondere auch die Definition vulnerabler Gruppen; Workshops zur Identifikation von Klimawirkungsketten für Hochwasser/Risikofaktoren und Identifikation erster Anpassungsmaßnahmen; Post-Event-Analyse des Hochwasser-Ereignis vom Juli 2021), **AP3 'Klimarisikoanalyse'** (Untermauerung der entwickelten Klimawirkungskette mit quantitativen und qualitativen Einschätzungen; quantitative und qualitative Bewertung möglicher Indikatoren der Exposition und Verwundbarkeit, Basis: regionalstatistischer Raster der Statistik Austria, hinsichtlich Veränderungen und Hotspots von unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen; Aufbereitung der Ergebnisse in einem Synthesebericht und einem Klimarisiko-Factsheet) und **AP4 'Anpassungsmaßnahmen und Transfer der Ergebnisse'** (Erarbeitung eines Katalogs von möglichen Anpassungsmaßnahmen; Erstellung eines Syntheseberichts der erarbeiteten Methode zur Klimarisikoabschätzung für vulnerable Gruppen auf lokaler Ebene und Übertragbarkeit für andere Regionen; Gewährleistung der Übertragbarkeit und Anwendbarkeit auf andere Regionen).



Abbildung 1. Risk:LOCAL Arbeitspakete und deren Verbindung

Projektergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Projekts beschrieben. Zuerst werden die wichtigsten Begriffe definiert (WP2), dann wird das Hochwasserereignis 2021 beschrieben – von der Meteorologie bis zur Auswirkung. Im Anschluss wird eine generische Wirkungskette gezeichnet und Vulnerabilitätsfaktoren identifiziert. Aufbauend darauf wird eine Klimarisikoanalyse (WP3) durchgeführt, bei der auch eine Einordnung des Hochwasser-Ereignis 2021 vorgesehen ist. Fokus liegt auch hier auf der Vulnerabilität. Schlussendlich werden Maßnahmen identifiziert und ein Maßnahmenkatalog entwickelt (WP4).

Begriffsdefinitionen

Basierend auf den Empfehlungen des IPCC AR6 WG 2 sowie anderer passender Quellen, wurden hier relevante Begriffe rund um Risiko und Vulnerabilität definiert, wobei an bestehende Literatur und Vorgaben angeknüpft und keine neuen Konzepte entwickelt wurden. Diese führten zu einem gemeinsamen Verständnis von Kernbegriffen, sodass eine einheitliche Verwendung im Laufe des Projektes gewährleistet wurde.

Tabelle 1: Begriffsdefinitionen

Begriff	Definition	Quelle
Risiko	Potenziell negative Folgen für menschliche und/oder ökologische Systeme, beispielsweise auf Leben, Lebensunterhalt, Gesundheit und Wohlbefinden, wirtschaftliche, soziale und kulturelle Vermögenswerte und Investitionen, Infrastruktur und Dienstleistungen (inkl. Ökosystemdienstleistungen und Artenschutz). Risiko ist dynamisch und kann sich mit der Zeit verändern.	IPCC 2022, Birkmann et al., 2013
Gefährdung	Das potenzielle Auftreten eines natürlichen oder vom Menschen ausgelösten physischen Ereignisses oder Trends, das/der zum Verlust von Menschenleben, Verletzungen oder anderen gesundheitlichen Auswirkungen führen kann sowie zu Schäden und Verlusten an Eigentum, Infrastruktur, Lebensgrundlagen, der Verfügbarkeit von Dienstleistungen, Ökosystemen und Umweltressourcen. Potenzielles Auftreten natürlicher, sozio-natürlicher oder anthropogener Ereignisse, die in einem bestimmten Gebiet und über einen bestimmten Zeitraum physische, soziale, wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen haben können.	IPCC 2022 Birkmann et al., 2013
Exposition	Die Anwesenheit von Menschen, Lebensunterhalt, Arten oder Ökosystemen, Umweltfunktionen, -diensten und -ressourcen,	IPCC 2022

	<p>Infrastruktur, oder wirtschaftliche, soziale oder kulturelle Vermögenswerte an Orten und in Umgebungen, die beeinträchtigt werden könnten. Exposition äußert sich in zeitlich und räumlich dynamischen Mustern.</p>	<p>Birkmann et al., 2013</p>
Vulnerabilität	<p>Die Neigung oder Veranlagung dazu, negativ betroffen zu werden. Vulnerabilität umfasst eine Vielzahl von Konzepten und Elementen, inklusive Sensibilität bzw. Anfälligkeit für Schäden und eine mangelnde Resilienz bzw. mangelnde Kapazitäten um damit umzugehen oder sich anzupassen.</p>	<p>IPCC 2022</p>
Anfälligkeit	<p>Die Neigung von exponierten Personen und Objekten Schaden zu erleiden.</p>	<p>Birkmann et al., 2013</p>
Mangel an Resilienz	<p>Einschränkungen in Bezug auf den Zugang und die Mobilisierung von Ressourcen einer Gemeinschaft oder eines sozio-ökologischen Systems bei der Reaktion und im Umgang mit einer Gefahr. Diese Einschränkungen können in den vier Phasen des Katastrophenrisikomanagementzyklus auftreten: (i) Vermeidung, (ii) Vorbereitung, (iii) Bewältigung und (iv) Wiederherstellung.</p>	<p>Birkmann et al., 2013 UNDRR 2022a</p>
Vulnerabilitätsdomäne	<p>Innerhalb von Vulnerabilität unterscheiden wir die zwei Domänen Anfälligkeit und Mangel an Resilienz.</p>	<p>Leis und Kienberger, 2020</p>
Vulnerabilitätsdimension	<p>Verschiedene thematische Dimensionen von Vulnerabilität, die von Gefährdungen betroffen sein können. Wir unterscheiden nach sozialer, ökonomischer, physischer, kultureller, ökologischer und institutioneller Vulnerabilität.</p>	<p>Birkmann et al., 2013</p>
Vulnerabilitätsfaktoren	<p>Ein Teil einer Vulnerabilitätsdimension.</p>	
Resilienz	<p>Die Fähigkeit eines sozialen, ökonomischen oder ökologischen Systems bzw. einer Gemeinschaft oder Gesellschaft, mit einem Gefahrenereignis umzugehen, darauf zu reagieren und sich danach wieder zu erholen und dabei seine wesentlichen Funktionen, Identität und Struktur zu wahren, wiederherzustellen und zu verbessern.</p>	<p>IPCC 2022 König et al. 2014</p>
Klimawandelanpassung	<p>Prozess der Anpassung an das tatsächliche oder erwartete Klima und seine Auswirkungen in menschlichen Systemen, um Schäden zu mildern oder Chancen zu nutzen. Entsprechende Kapazitäten und Fähigkeiten beziehen sich auf Techniken, Vermögenswerte und Strategien. Die</p>	<p>IPCC 2022 Birkmann et al., 2013</p>

	Anpassungskapazität kann sich mit der Zeit verändern.	
--	-------------------------------------------------------	--

Vulnerabilität ist gemeinsam mit Exposition und Gefährdung eine der drei Komponenten, die Risiko konstituieren (s. oben). Je nach geographischer Ebene (lokal, regional, global) können dabei unterschiedliche Herausforderungen auftreten (UNDRR 2022b).

Für unsere Konzeptualisierung von Vulnerabilität bauen wir im Rahmen des Projektes auf dem internationalen State of the Art auf und beziehen uns dabei auf die Konzepte und Definitionen von IPCC (2022), APCC (2024), UNDRR (2022a, 2022b), sowie auf das MOVE Framework (Methoden zur Verbesserung von Vulnerabilitätsanalysen und Bewertungen in Europa; Birkmann et al., 2013; Leis und Kienberger, 2020).

Aufbauend auf dem Konzept vom IPCC wird im MOVE Framework von Birkmann et al. (2013) bzw. dessen überarbeiteter Version von Leis und Kienberger (2020) innerhalb von Vulnerabilität weiter nach Anfälligkeit („susceptibility“) und einem Mangel an Resilienz („lack of resilience“) unterschieden. Diese zwei Domänen interagieren wiederum mit sechs thematischen Dimensionen, die sich auf soziale, ökonomische, ökologische, institutionelle, kulturelle und physische Aspekte von Vulnerabilität beziehen. Andere Definitionen beziehen sich auf weitere oder andere Dimensionen: IPCC (2022) erwähnt die Dimensionen Technik und Wissen, Gemeinschaft und Politik, während UNDRR (2022a, 2022b) zusätzlich die Dimensionen sozialer Status und soziale Netzwerke einbringt.

Da sich diese Dimensionen inhaltlich oft überschneiden, haben wir sie im Rahmen des Projektes wie folgt zusammengefasst:

- Sozial (Birkmann et al., 2013) inklusive Gemeinschaft (IPCC 2022), sozioökonomischer Status und soziale Netzwerke (UNDRR 2022b)
- Ökonomisch (Birkmann et al., 2013)
- Ökologisch (Birkmann et al., 2013)
- Institutionell (Birkmann et al., 2013) inklusive Politik (IPCC 2022, UNDRR 2022a)
- Kulturell (Birkmann et al., 2013)
- Physisch (Birkmann et al., 2013) inklusive Technik (IPCC 2022, UNDRR 2022a)

Thomas et al. (2018) heben vor allem die Rolle sozialer und ökonomischer Faktoren sowie des Zugangs zu Ressourcen für die Vulnerabilität von kulturellen Systemen, Gesellschaften, Gruppen und Personen hervor. Dabei haben strukturelle Gegebenheiten, beispielsweise in Bezug auf Armut und Marginalisierung, einen großen Einfluss auf die Frage, wer wie gefährdet ist. Wir

legen darum im folgenden Bericht unseren Fokus auf die soziale und ökonomische Vulnerabilitätsdimension. Darüber hinaus versuchen wir, sowohl Faktoren auf einer strukturellen Ebene, als auch auf einer individuellen Ebene sichtbar zu machen, die Einfluss auf die Vulnerabilität von Personen und Gruppen haben.

Post-Event-Bericht 2021

Im Juli 2021 kam es im Pinzgau, aber auch anderen Teilen Europas, zu großen Schäden durch Hochwasser. Im Folgenden wird die Situation im Pinzgau vom meteorologischen Auslöser bis zur Auswirkung beschrieben.

Meteorologische Treiber

Das Tief 'Bernd', das bereits ab dem 14.07.2021 für Hochwasser in Belgien, den Niederlanden und Westdeutschland sorgte, zog am 15. und 16. Juli über die Alpen und kam am 17. Juli über der Adria zu liegen. An der Rückseite dreht die Strömung auf Nordost, wodurch eine Vb Wetterlage entstand und feuchte Luftmassen gegen die Alpen geführt wurden. Dies führte zu Starkregen und Gewittern.

Am Tag darauf, Sonntag, 18. Juli, zog das Tief weiter über die südliche Adria. Durch die Ausdehnung des Hochs mit Schwerpunkt über den Britischen Inseln wurden tagsüber wieder atlantische Luftmassen von Norden her zugeführt. Diesmal war allerdings vor allem die Region vom Mostviertel bis ins südliche Weinviertel betroffen.

Das Ereignis war schon mehrere Tage vorher in den Läufen der Globalmodelle (ECMWF, GFS) relativ gut erfasst, d.h., das Potenzial für hohe Niederschlagsmengen an der Alpennordseite war bereits absehbar.

Die 24-Stunden-Niederschlagssummen reichten im Pinzgau von 50 bis 130 mm. In Abbildung 2 ist der zeitliche Verlauf des stündlichen Niederschlags am 17.07.2021 in Mittersill zu sehen. Zu erkennen ist, dass der meiste Niederschlag abends und innerhalb weniger Stunden fiel.

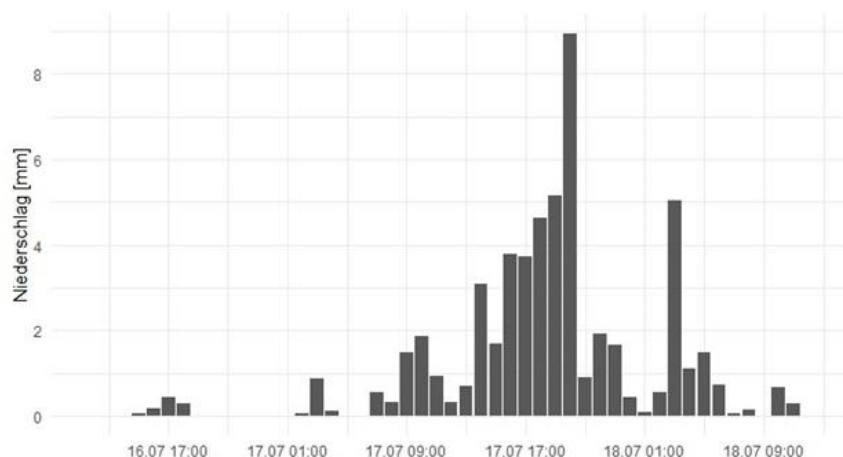


Abbildung 2. Stündlicher Niederschlag Mittersill, 16.07.2021, 12:00 Uhr bis 18.07.2021, 12:00 Uhr; Quelle: INCA Analyse.

Prädisponierende Faktoren und Maßnahmen

Die Region Pinzgau umfasst zwei große Wassereinzugsgebiete, jenes der Salzach und der Saalach, die beide auf Pinzgauer Boden entspringen (Abb. 3). Die Salzach entspringt im Bereich des Gerlospasses und fließt bis zur Einmündung der Gasteiner Ache durch den Pinzgau. Die Saalach entspringt im Talschluss des Glemmtales und fließt beim Kniepass bei Unken über die bayerische Grenze (Abb. 3).

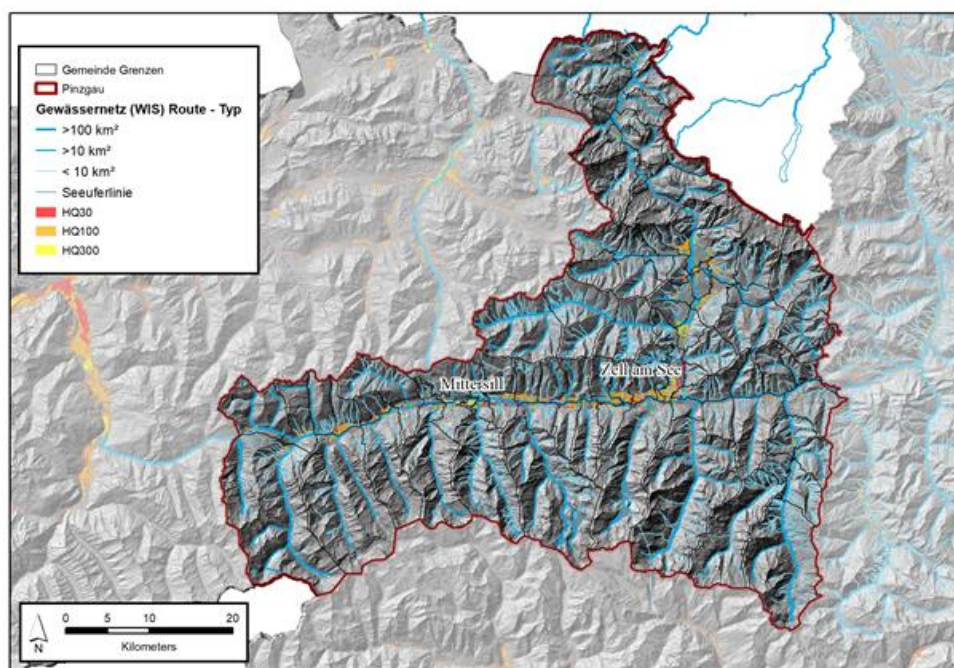


Abbildung 3. Gewässernetz sowie HQ30, HQ100 und HQ300 im Pinzgau. Quelle: Digitales Landschaftsmodell, BEV.

Der Pegel der Salzach, der zuvor bei 2,5 m lag, erreichte einen Höchststand von 5,85 m. Beim letzten großen Hochwasser 2002 waren es lediglich 4,64 m, damals war der Hochwasserschutz allerdings noch weniger stark ausgebaut. ([Hochwasser in Salzburg: Das ganze Land unter Schock - SALZBURG24](#)).

Gebietsweise kam es im Pinzgau zu einem HQ von 300+ ([Hochwasserkatastrophe Pinzgau vom 17.07.2021 bis zum 23.7.2021 - Landesfeuerwehrverband Salzburg \(lfv-sbg.at\)](#)). Damit war beispielsweise der Damm, dessen Bau nur kurz zuvor in Mittersill abgeschlossen wurde und auf ein HQ300 ausgelegt ist, kurz davor überzugehen.

Obwohl schon Tage vorher klar war, dass mit großen Regenmengen zu rechnen ist, war die Größenordnung des Hochwassers nicht absehbar. Die Einzugsgebiete der Flüsse und Bäche sind z.T. sehr klein, weshalb die Vorhersagen sehr genau sein müssten, damit der genaue Abfluss und die Größenordnung des Hochwassers vorhergesagt werden kann.

Exponierte Elemente

Der Pinzgau wird in 28 Gemeinden unterteilt und erreicht eine Einwohnerzahl von 88.646 Personen. Die Anzahl der Menschen in der Region erhöht sich in den touristischen Hauptsaisonen signifikant, wenn viele der mehr als 90.000 Gästebetten (ohne Camping) gefüllt sind. Insgesamt verzeichnet die Region etwa 11,8 Millionen Nächtigungen pro Jahr und zählt somit zu den wichtigsten Tourismusdestinationen des Landes.

Bei dem Hochwasser 2021 im Pinzgau waren die Gemeinden Stuhlfelden, Mittersill, Bramberg und Neukirchen besonders stark betroffen. Die Bevölkerungszahl dieser Gemeinden liegt bei 13.687 (Mittersill: 5.575, Stuhlfelden: 1.575, Bramberg: 3.957, Neukirchen: 2.580).

Zu den Standorten von pflegebedürftigen und kranken Personen, gibt es keine genauen Aufzeichnungen. Einsatzkräfte, vor allem Rettungseinsatzkräfte, wissen durch die überschaubare Größe der Gemeinden, wo sich pflegebedürftige Personen befinden. In Mittersill befindet sich eine öffentliche Krankenanstalt, das Tauernklinikum.

Die Pinzgaubahn ist eine wichtige Infrastrukturverbindung, die die Bezirkshauptstadt Zell am See im Unterpinzgau mit dem westlichsten Ort Salzburgs, Krimml, im Oberpinzgau verbindet, erstreckt sich über 53 km und überwindet dabei einen Höhenunterschied von 159 m. Entlang der Strecke befinden sich 36 Haltestellen und Bahnhöfe.

Die Mittersiller Straße (B 168) ist eine Landesstraße mit einer Länge von 21,5 km und führt vom Zeller See, am linken Ufer der Salzach, nach Mittersill. Die Gerlos Straße ist eine Landesstraße (B 165) in Österreich die 69 km lang ist und von Mittersill, im Tal der Salzach, vorbei am Großvenediger zum Gerlospass verläuft.

Auswirkungen

Das Hochwasser am 17. und 18.07.2021 im Pinzgau führte zu großen Schäden in den Siedlungsgebieten und an der Infrastruktur. Wohngebiete wurden überflutet und Wasser trat in die Keller ein. Auch das Gewerbegebiet West in Mittersill und der Flughafen Zell am See waren überflutet. Die ÖBB Westbahnstrecke musste gesperrt werden und es kam zu Streckenunterbrechungen zwischen Golling und Werfen sowie zwischen Schwarzach-St. Veit und Saalfelden. Die Pinzgauer Lokalbahn stellte den Betrieb wegen Unterspülungen der Geleise ein und war noch Monate nicht benutzbar. Die Hebebrücke an der Salzach im Ortszentrum von Mittersill musste gehoben werden, wodurch es zur Unterbrechung des innerstädtischen Verkehrs kam. Die Verkehrsverbindung zwischen Hollersbach und Mittersill war gesperrt. Vorsorglich wurden auch Campingplätze evakuiert. Von den Schutzhütten konnten Wanderer und Bergsteiger nicht mehr ins Tal, weil die Wege beschädigt waren. 34 Wanderer saßen auf der Kürsinger Hütte fest, weil die Wege durch Muren blockiert waren, und mussten mit dem Hubschrauber evakuiert werden ([Hochwasserkatastrophe Pinzgau vom](#)

[17.07.2021 bis zum 23.7.2021 - Landesfeuerwehrverband Salzburg \(lfv-sbg.at\), VIOLA\).](#)

Insgesamt beliefen sich die Schäden, die nicht von Versicherungen bezahlt wurden, auf über 10 Millionen Euro. Wie viel von Versicherungen bezahlt wurde, ist nicht bekannt. Zusätzlich wird der Schaden an der Pinzgaubahn auf ca. 7 Millionen Euro geschätzt. Mit dem Hochwasserschutz, der für die Bahn in Folge des Ereignisses gebaut wurde, beliefen sich die Kosten insgesamt auf ca. 44 Millionen Euro. Es ist anzunehmen, dass die Schäden durch den verbesserten Hochwasserschutz in Zukunft geringer ausfallen werden.

Wirkungsketten

Gemeinsam mit lokalen Einsatzkräften, dem Tourismusverband, Vertreter:innen von vulnerablen Gruppen und weiteren Akteur:innen aus Pinzgau wurde im Rahmen eines Workshops in Zell am See eine generische Wirkungskette für Starkregenereignisse im Pinzgau erstellt. Dabei wurden unter anderem Erfahrungen von 2021 und vorhergehenden Starkregenereignissen geteilt. Spezieller Fokus lag bei vulnerablen Gruppen.

Die Wirkungskette besteht aus vier Teilen: den meteorologischen Treibern, der Prädisposition, den potentiellen Auswirkungen und den Vulnerabilitätsfaktoren. Sie wurde mit dem Programm 'miro' erstellt und ist unter folgendem Link aufrufbar: [Wirkungskette Starkregen - Miro](#)

Meteorologische Treiber vor dem Ereignis, die die Stärke der Auswirkungen beeinflussen können, sind Temperatur, Schneegrenze, vorhergehender Niederschlag, und Schneeschmelze. Nach dem Ereignis können langanhaltende Regenfälle die Auswirkungen noch verstärken.

Wichtige vorbereitende Faktoren, die die Stärke der Auswirkungen beeinflussen, sind das Abflussregime, die Bodenbedeckung, die Topographie, Boden und Geologie, Geschiebe und Permafrost. Während des Starkregens und in Folge des Starkregens kann es zu Sturzfluten, Hochwasser, Murgängen, und Rutschungen kommen.

Diese Gefährdungen können zu einer Reihe von Auswirkungen führen. Ein Beispiel für eine Wirkungskette ist, dass Verkehrswege blockiert sind, wodurch Stau entsteht und die Zugänglichkeit beeinträchtigt ist und Pflegekräfte nicht mehr durchkommen. Ein weiteres Beispiel ist, dass ein Krankenhaus evakuiert werden muss und dadurch die medizinische Versorgung beeinträchtigt wird, was zu psychischen Folgen führen kann.

Folgende Vulnerabilitätsfaktoren und mögliche Maßnahmen wurden während des Workshops gefunden:

Tabelle 2. Vulnerabilitätsfaktoren

Anfälligkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigte Gesundheit, mangelnde Mobilität • Schutzmaßnahmen nicht ausreichend
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von medizinischer Versorgung (z.B. Medikamente, Sauerstoff), v.a. wenn nicht vom Hausarzt zu bekommen • Wenig Vorerfahrung • Fehlende Infrastruktur zur Evakuierung • Vernetzung von verschiedenen Bereichen unzureichend • Ungünstige Wohnsituation, z.B. Erdgeschoßwohnungen
Kapazität	zu antizipieren	<ul style="list-style-type: none"> • Zielgerichtete regionale Warnung an Entscheidungsträger:innen (z.B. Bürgermeister:innen, Feuerwehr) • Frühwarnsysteme zusammenführen, z.B. Pegelmessungen & Absprache • Genauere Prognosen in der Warnung • Schneegrenze in Warnung miteinbeziehen • Halber Tag Vorwarnzeit • Kommunikation • Apotheken informieren/Vorrat aufstocken • Gesellschaftlicher Zusammenhalt
	zu bewältigen	<ul style="list-style-type: none"> • Notfallpläne • Zivilschutzalarm • Auswirkungsorientierte Warnung • Updates der Warnungen • Erfahrung • Kommunikation mit Sektoren (Krankenhaus, Straßenmeisterei) • Expert:innenwissen/Know-How • Vernetzung der Gemeinden • Gästelenkung, Zusammenarbeit mit Tourismusverbänden
	sich anzupassen	<ul style="list-style-type: none"> • Raumplanung (Gefahrenzonenplan) -> in roter Zone nicht bauen • Auf Stelzen bauen • Keller nicht nutzen • Höheres Erdgeschoß bei Neubauten • Mauern als Gartenzäune • Schutzmaßnahmen bauen und Instand halten • Keine Ölheizung • Lernerfahrungen festhalten • Versicherungen • Flussbett senken
	sich zu erholen	<ul style="list-style-type: none"> • Sanieren und Wiederaufbau • Psychische Unterstützung • Assistenzeinsätze • Nachbesprechung/ Krisenmanagement • Lernerfahrung/ Kompetenz zeigen • Positive Effekte vom Mithelfen • Katastrophenfond • Polarisierung verhindern • Versicherungen • Spenden

Klimarisikoanalyse

Es stellte sich die Frage, wie das Ereignis 2021 im Pinzgau klimatologisch einzuordnen ist. War es ein Einzelfall oder ist in Zukunft häufiger mit Ereignissen dieser Größe zu rechnen? Kann es auch noch schlimmer kommen?

Wie sich potenziell negative Auswirkungen in Zukunft entwickeln werden, wird in einer Klimarisikoanalyse untersucht. Im Folgenden wird zuerst die Gefahr (Starkregen) analysiert und das Ereignis 2021 eingeordnet. Anschließend wird die Exposition analysiert sowie Vulnerabilitäten und Maßnahmen identifiziert.

Gefahr

Zur Abschätzung der künftigen Starkregengefahr im Pinzgau, wurde eine Analyse von Gefährdungsinformation und -daten für die lokale Ebene im Pinzgau (Vergangenheit und Zukunft) durchgeführt. Dazu wurden klimatologische Parameter, wie z.B. extreme eintägige Niederschlagsmengen auf Jahresbasis, für die Vergangenheit und Gegenwart extremwertstatistisch (Trends) aufbereitet und analysiert beziehungsweise mögliche zukünftige Entwicklungen basierend auf Szenariendaten aus ÖKS15 und STARC-Impact (RCP2.6, RCP8.5) abgeleitet. Dabei wurden auch Wiederkehrperioden (Jährlichkeiten) der klimatologischen Parameter erarbeitet und dargestellt und eine Abschätzung gegeben, wie sich diese in Zukunft ändern könnten. Auch das Ereignis von 2021 wird dabei versucht einzuordnen. Die genaue Methode und die Daten werden im Kapitel 6 Methodik beschrieben.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass einerseits Stationsdaten (also Punktdaten) mit Gitterpunktsdaten verglichen werden, sowie andererseits bei den verwendeten TAWES Stationen alle verfügbaren Daten eingehen, wohingegen aus den Gitterdaten Extremwerte aggregiert worden sind. Durchgeführt wurden sowohl eine Zeitreihenanalyse als auch eine Jährlichkeitsanalyse auf Jahresbasis und für den Sommer (Juni, Juli, August), wobei hier nur die Ergebnisse ersterer dargestellt werden.

Zeitreihenanalyse – Jahresbasis

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die verschiedenen Beobachtungszeitreihen des Niederschlags auf Jahresbasis keinen signifikanten Trend aufweisen. Darüber hinaus unterscheiden sie sich auch in ihrem Verhalten. Während zwei TAWES Stationen eher eine Abnahme in den Mengen aufweisen, zeigen die zwei anderen Stationen eher eine leichte Zunahme. Die Beobachtungszeitreihe aus SPARTACUS weist ebenfalls keinen signifikanten Trend auf und zeigt eine leichte Abnahme in den Starkniederschlagsmengen. Gänzlich anders sieht das Bild für die ausgewählten Szenarien aus, die für ihren gesamten verfügbaren Zeitraum von 130 Jahren (1971-2100) analysiert worden sind. Hier zeigt sich ein einheitliches Bild für den „ungünstigsten Fall“ mit einer signifikanten Zunahme (+1,66 bis +3,22 mm/Jahr) in den Niederschlagsmengen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Ähnlich beim „Paris-Ziel“ mit zwei nicht signifikant positiven und vier signifikant positiven Änderungen und somit einer

Zunahme der Starkniederschlagsmengen, mit unterschiedlicher Stärke (+0,64 bis +2,52 mm/Jahr), die geringer ausfällt als beim „ungünstigsten Fall“.

Mengen-/Jährlichkeitsanalyse - Jahresbasis

Neben der Zeitreihenanalyse für den gesamten verfügbaren Zeitraum der einzelnen Datenreihen zeigen auch die Jährlichkeitsanalysen inklusive Veränderung der Starkniederschlagsmengen für verschiedene 30-jährige Zeiträume ein ähnliches Verhalten. Durchgeführt wurden diese Auswertungen gleitend für 30-jährige Zeiträume über die jeweils gesamte zugrunde liegende Datenmenge, um einen etwaigen Trend in den Jährlichkeitsmengen erkennen zu können. Eine Auswahl ist in Abbildung 4 für die Jährlichkeiten 10, 50 und 100 dargestellt, die eine Veränderung der zugehörigen Niederschlagsmengen im Lauf der Zeit zeigen. Dabei sind unterschiedliche Verhalten zu erkennen: sowohl Zunahme (RCP8.5) als auch kaum Veränderung (leichte Zu- oder Abnahmen in den Beobachtungsdaten) oder erst Zu- und zum Ende des Jahrhunderts mehr oder weniger starke Abnahme (RCP2.6). Generell kann gesagt werden, dass Änderungen bei höheren Jährlichkeiten (> 10 Jahre) stärker ausfallen als bei geringen Jährlichkeiten. Die hohen Jährlichkeiten sind allerdings bei einer relativ kurzen Zeitreihe von 30 Jahren auch mit höheren Unsicherheiten behaftet.

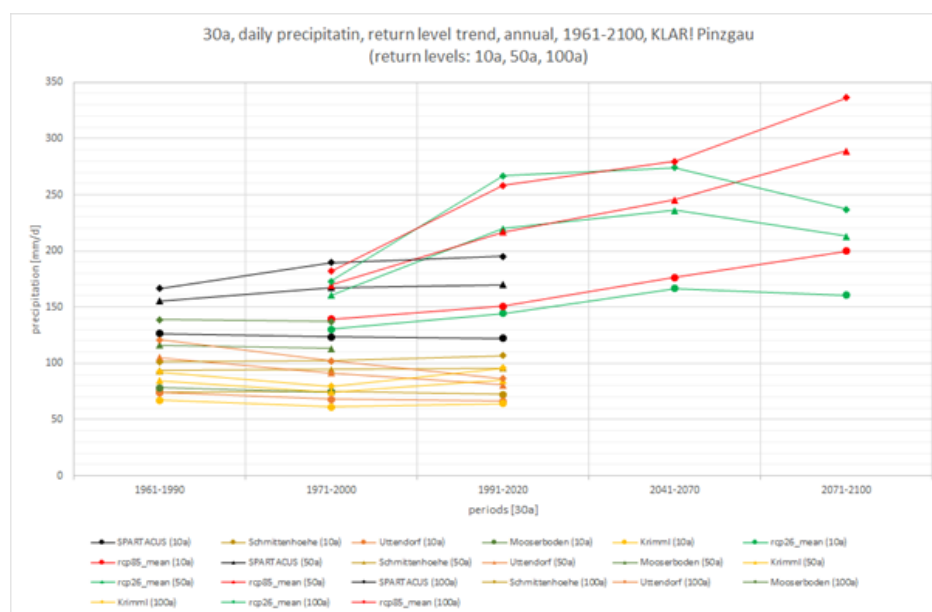


Abbildung 4. Zeitliche Entwicklung von 3 ausgewählten return levels (= Wiederkehrzeiten; 10, 50, 100 Jahre) von täglichen Starkniederschlagsereignissen auf Jahresbasis für die KLAR! Pinzgau anhand von 5 verschiedenen Zeiträume von 30 Jahren. Jährlichkeiten: Punkte = 10a, Dreiecke = 50a, Diamanten = 100a. Die verschiedenen Farben stellen die zur Anwendung gekommenen Datensätze dar (Stationen, Beobachtungsgitterdatensatz (SPARTACUS), Klimamodelldaten (RCP2.6, RCP8.5)).

Einordnung Niederschlagsereignis Juli 2021

Aus der Jährlichkeitsanalyse von Niederschlagsmessungen an verschiedenen TAWES Stationen sowie anhand des SPARTACUS Gitterdatensatzes ergibt sich für das Niederschlagsereignis vom Juli 2021, das zum Teil extremes Hochwasser in der KLAR! Pinzgau ausgelöst hat, dass dieses an sich nicht sehr extrem ausgefallen ist. Betrachtet man die täglichen Niederschlagssummen auf Jahresbasis so erhält man eine Jährlichkeit von in etwa 2-5 Jahren, bei den

3-tägigen Niederschlagssummen im Sommer in etwa 2-15 Jahren. Daraus zeigt sich, dass allein der Blick auf das Niederschlagsereignis selbst keinen Rückschluss auf das Ausmaß des erlebten Hochwassers zulässt und das Niederschlags-Abflussverhalten äußerst komplex ist. Darüber hinaus ist eine Analyse anhand von Tagesdaten schwierig, da sie keinen Aufschluss über kurzlebige und sehr kräftige Niederschlagsereignisse geben, die sich auch im Zeitraum von wenigen Stunden oder gar Minuten abspielen können. Ein weiteres Problem ist, dass Niederschlagsdaten in so hoher zeitlicher Auflösung für die Zukunft nicht vorhanden sind.

Exposition

Auf Bezirksebene kam es zwischen 2001 und 2021 zu einer Erhöhung aller untersuchten Expositionsindikatoren. Die Anzahl der Hauptwohnsitze stieg um 4.821 (+5,8 %), jene der Gebäude um 8.070 (+34,4 %) und jene der Wohngebäude um 4.375 (+23,1 %) (siehe Tab. 3).

Tabelle 3. Veränderungen HWS (Hauptwohnsitze), Gebäude und Wohngebäude im Pinzgau zwischen 2001-2021

	2001	2021	Veränderung
HWS	83.827	88.648	4.821 (+5,8 %)
Gebäude	23.454	31.524	8.070 (+34,4 %)
Wohngebäude	18.962	23.337	4.375 (+23,1 %)

Die Analyse auf HQ-Zonen-Ebene zeigte einen moderaten Anstieg aller Expositionsindikatoren in den HQ-Zonen (HQ30, HQ100 und HQ300) zwischen den Jahren 2001 und 2021. Am vergleichbar geringsten fiel die Erhöhung der Exposition in den HQ30-Zonen aus (siehe Tab. 3 und 4), in den HQ100-Zonen ergab sich eine Erhöhung der Exposition und in den HQ300-Zonen wurde ein ähnlicher Trend festgestellt. Die Unterschiede lassen sich einerseits durch die geringere räumliche Ausdehnung der HQ30 Flächen im Vergleich zu den HQ100 und HQ300 Flächen erklären, andererseits führen rechtliche Raumordnungsbestimmungen zu weniger Baugenehmigungen in Überflutungsflächen. Die verhältnismäßig stärkere Erhöhung der Anzahl der Wohngebäude verglichen mit den Hauptwohnsitzen (HWS) könnte einerseits mit dem Trend hin zu kleineren Haushaltsgrößen, andererseits mit dem Bau von Wohngebäuden, die als Nebenwohnsitz (z.B. Chaletdörfer) genutzt werden, zusammenhängen. Eine genaue Auswertung dieses Umstandes wurde jedoch nicht durchgeführt. Es ist weiters zu erwähnen, dass sich HQ-Zonen durch Hochwasserschutzbauten und den Klimawandel auch verändern können. Die gleichbleibenden HQ-Zonen sind demnach eine Schwäche der Analyse, die durch fehlende Datenverfügbarkeit verursacht wurde.

Tabelle 4. Absolute und relative (in Prozent) Veränderung der Anzahl je HQ-Zone 2001-2021

	HWS [%]	Gebäude [%]	Wohngebäude [%]
HQ30	448 [+5,0]	821[+35,5]	385 [+21,1]
HQ100	995 [+8,6]	1.169 [+38,3]	568 [+23,5]
HQ300	1.805[+9,4]	1.813 [+37,8]	925 [+24,5]

Neben der Auswertung regionalstatistischer Expositionsindikatoren wurde eine Analyse der Veränderung der Landnutzung auf Basis von Corine Land Cover (CLC) Daten vorgenommen.

Die bebauten Flächen nahmen in allen Zonen deutlich zu, die landwirtschaftlich genutzten Flächen nahmen gleichzeitig ab und auch die Wald- und Naturflächen gingen in allen Zonen deutlich zurück. Die Daten zeigen eine starke Zunahme der bebauten Flächen, während sowohl landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch Wald- und Naturflächen über alle Zonen hinweg verloren gingen (siehe Tab. 5 für Detailergebnisse).

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Flächenanalyse der CLC-Daten mit einer gewissen Ungenauigkeit verbunden ist, aufgrund veränderter Datenqualität und Erhebungsmethoden zwischen den einzelnen CLC-Datensätzen.

Tabelle 5: Veränderung der Flächen je HQ-Zone 1990-2018

Zone	Kategorie	1990 (ha)	2018 (ha)	Veränderung (ha)	Veränderung (%)
HQ30	Bebaut	136,3	281,2	144,9	+106,3
	Landwirtschaft	2121	1987	-134	-6,3
	Wälder und Natur	116	90,9	-25,1	-21,6
	Feuchtflächen	49,4	54,9	5,5	+11,2
	Wasserflächen	448,5	457,1	8,6	+1,9
HQ100	Bebaut	237,7	459,8	222	+93,2
	Landwirtschaft	3271	3062	-209,6	-6,4
	Wälder und Natur	148,6	113,7	-34,9	-23,5
	Feuchtflächen	50,7	64,6	13,9	+27,5
	Wasserflächen	449,1	458	8,9	+2,0
HQ300	Bebaut	556,8	855,8	299	+53,7
	Landwirtschaft	4078	3793	-285,4	-7,0
	Wälder und Natur	172,2	131,5	-40,7	-23,6
	Feuchtflächen	52,9	69,7	16,8	+31,8
	Wasserflächen	451,3	461,9	10,6	+2,3

Für die Einschätzung der **zukünftigen Entwicklung der Exposition** im Pinzgau wurden drei Expert:inneninterviews geführt, mit Vertreter:innen folgender Organisationen:

- Land- & Forstwirtschaft: Landwirtschaftskammer Salzburg, Bezirksbauernkammer Zell am See
- Infrastruktur & Verkehr: Pinzgauer Lokalbahn, Salzburg Linien
- Raumplanung: Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 10: Planen, Bauen, Wohnen

Land- & Forstwirtschaft

Im Pinzgau dominieren Grünland- und Almwirtschaft. Die Zahl landwirtschaftlicher Kleinstbetriebe nimmt ab, während größere Betriebe an Bedeutung gewinnen. Nebenerwerbsformen, wie Almwirtschaft in Verbindung mit Tourismus, oder Dienstbarkeitseinnahmen für z.B. Wanderwege, stabilisieren die Branche. Klimaveränderungen führen zu längeren Vegetationsperioden und verstärktem Graswachstum. Unzureichende Beweidung kann zu Erosion und Verbuschung führen, was bei Starkregenereignissen die Bodeninfiltration hemmen und damit durch höheren Oberflächenabfluss zu Hochwasser und Muren führen kann. Langes Gras kann als Gleitschicht für Schnee wirken und Lawinen begünstigen. Durch Extremwetterereignisse können landwirtschaftliche Produkte unbrauchbar werden. In der Forstwirtschaft dominante Nadelwälder sind verstärkt anfällig für Borkenkäfer und Stürme. Mit hohem Alter steigt zudem das Risiko des Verlusts der Schutzfunktion von Waldbeständen.

In Zukunft sollen almwirtschaftliche Flächen früher und intensiver beweidet werden. Initiativen wie Viehbörsen und Beratungsstellen unterstützen Landwirt:innen bei klimaangepassten Bewirtschaftungsstrategien, um Erosion und Lawinen zu minimieren. Die Forstwirtschaft setzt verstärkt auf Mischwälder, die widerstandsfähiger gegenüber Klimarisiken sind. Förderprogramme helfen bei der Anpflanzung von Laubbäumen und der Modernisierung der Walderschließung.

Infrastruktur & Verkehr

Die Pinzgauer Lokalbahn verzeichnet steigende Fahrgastzahlen, vermutlich bedingt durch das Klimaticket und den Umstieg vom Individualverkehr auf öffentliche Verkehrsmittel. Der Fahrbetrieb wurde 2024 bis 23:00 Uhr erweitert, auf einigen Streckenabschnitten gilt ein halbstündlicher Takt. Gleichzeitig ist die Bahn durch Hochwasser und Muren gefährdet, verursacht durch Starkregenereignisse. Seit 2005 kam es mehrfach zu Schäden an der Trasse, v.a. durch Überschwemmungen und Verkläusungen. Daraufhin wurden Schutzmaßnahmen umgesetzt, z.B. die Erhöhung und Betonierung von Fahrbahnabschnitten. Mitarbeitende sind speziell für Starkregenereignisse geschult.

Für die Zukunft ist eine intensivere Taktung bis Mittersill geplant und die Umstellung auf E-Fahrzeuge mit Oberleitung. Auch die Erweiterung des Streckennetzes wird geprüft. Weitere Renovierungen und feste Trassenabschnitte sind vorgesehen. Hochwasserschutzmaßnahmen werden gezielt an kritischen Stellen umgesetzt, um den Betrieb schneller wiederherstellen zu können.

Raumplanung

Der Pinzgau verzeichnet eine leichte Bevölkerungszunahme, jedoch sinken die Wohnbaulandwidmungen wegen hoher Baupreise, Bodenknappheit und Gefährdungszonen. Gemeinden setzen zunehmend auf Nachverdichtung und bestehende Baulandreserven statt Neuwidmungen. Im Straßenbau werden vorwiegend Forststraßen saniert und ausgebaut, neue Projekte sind selten und ressourcenschonend. Gefährdungszonen begrenzen Bauführungen, Rückwidmungen bei erweiterten Gefahrenzonen erfolgen nur selten. Der Trend zur Parahotellerie flacht ab. Gemeinden fokussieren zunehmend auf Wohnbedürfnisse der Bevölkerung, was durch strengere Regelungen für touristische Apartments und hohe Grundstückspreise verstärkt wird. Es wird eine Fortsetzung der Trends zu weniger Neuwidmungen, mehr Nachverdichtung und Schutzmaßnahmen in Gefahrenzonen erwartet. Herausforderungen betreffen das Schaffen leistbaren Wohnraums, ‚Overtourism‘ und Verkehr, der oft durch ein hohes Tourismusaufkommen bedingt ist. Es wird erstmals eine Verlagerung/Ausweitung der Retentionsräume in Richtung der Nationalparktäler des Nationalparks Hohe Tauern angedacht. Baumaßnahmen sollen dabei sehr naturnahe ausgestaltet werden.

Vulnerabilität

Wie groß der Schaden schlussendlich ausfällt, wenn exponierte Objekte oder Personen von einer Gefahr betroffen sind, hängt von der Vulnerabilität ab. Im Wirkungskettenworkshop wurden bereits einige allgemeine Faktoren identifiziert, die Regionen und Personen vulnerabel machen (siehe Tabelle 2).

Für die Identifikation von relevanten Faktoren für Menschen mit Behinderungen wurde ein eintägiger Workshop, gemeinsam mit Vertreter:innen unterschiedlicher Gruppen von Menschen mit Behinderungen, durchgeführt. Dabei wurden aufbauend auf den in Zell am See erarbeiteten Wirkungsketten (siehe AP 2.2) **drei Szenarien** entwickelt, auf deren Grundlage Maßnahmen entwickelt wurden:

Szenario 1 – Verkehrswege sind blockiert:

Menschen mit Behinderungen, vor allem jene mit Mobilitäts- oder Sehbeeinträchtigungen, stehen vor großen Herausforderungen, wenn bekannte Wege unpassierbar sind. Personen mit psychischen Erkrankungen können durch die Isolation und den Verlust gewohnter Routinen zusätzlich in Panik geraten. Touristen, die mit den lokalen Gegebenheiten und der Sprache oft nicht vertraut sind, werden durch blockierte Verkehrswege ebenfalls stark beeinträchtigt; ihre Abreise kann verhindert werden und ihre Sicherheit gefährdet. Besonders in abgeschnittenen Regionen, wie bei einem Hochwasser in einem Tal, kann die fehlende externe Hilfe, z.B. durch Pflegekräfte oder die Lieferung von Sauerstoff und Medikamenten, kritische Folgen für Menschen haben, die auf regelmäßige Versorgung angewiesen sind. Der durch die Isolation ausgelöste psychische Druck kann zu langfristigen Problemen führen.

Szenario 2 – Evakuierungen werden durchgeführt

Die Evakuierung von Menschen mit Behinderungen birgt spezifische Herausforderungen. Personen mit Seh- oder Gehbehinderungen sowie kleinwüchsige Menschen haben oft Schwierigkeiten, Evakuierungsorte zu erreichen, insbesondere, wenn Hindernisse, wie Leitern, überwunden werden müssen. Auch der Transport von Hilfsmitteln, wie Elektrorollstühlen oder Beatmungsgeräten, die auf Strom angewiesen sind, erfordert besondere Vorkehrungen, damit sie nicht durchs Wasser beschädigt werden. Für Personen mit psychosozialen Störungen kann der Zwang zur Evakuierung zusätzlichen Stress verursachen.

Szenario 3 – Stromausfall und Blackout

Für Menschen mit Behinderungen ist relevant, wo sie sich im Falle eines Stromausfalls befinden. Zu Hause können Hilfsmittel und Vorräte helfen. Für längere Stromausfälle sind Notstromaggregate notwendig, denn die Versorgung mit wichtigen Hilfsmitteln, wie Sauerstoff, kann gefährdet sein. Unterwegs ist die Lage noch schwieriger, da die Rückkehr nach Hause oder an einen sicheren Ort erschwert sein kann. Persönliche Assistenten könnten zudem ausfallen, da sie möglicherweise nicht erreichbar sind oder sich um ihre eigenen Angehörigen kümmern müssen.

Entlang der **vier Stufen im Katastrophenrisikomanagementzyklus** wurden gemeinsam mit den Teilnehmer:innen Anpassungsmaßnahmen identifiziert, die dabei helfen können, die Vulnerabilität von Personen mit Behinderung zu verringern:

Stufe 1 – Vor dem Ereignis

- Warnungen von vertrauenswürdigen Quellen, die über verschiedene Kanäle ausgesendet werden, z.B. SMS, Radio, Push-Benachrichtigungen, TV, Sirenen, im öffentlichen Raum
- Barrierefrei aufbereitete Information, leicht verständlich, verschiedene Textgrößen, mehrsprachig
- Eigenvorsorge, z.B. anlegen einer "Notfallbox" mit Vorräten an Hilfsmitteln (z.B. Batterien für Hörgeräte, Medikamente), Lebensmitteln und Wasser
- Checkliste mit besonderen Bedürfnissen und Infos, die mit Hilfskräften geteilt werden kann, bzw. freiwillige Eintragung in einem Notfallregister

Stufe 2 – Während des Ereignisses

- Barrierefreie und leicht zugängliche Informationen auf verschiedenen Kommunikationswegen → hilft Ruhe zu bewahren
- Speziell für den Umgang mit Personen mit Behinderungen geschulte Einsatzkräfte, z.B., wenn Personen mit psychischen Erkrankungen unter starkem Stress die Orientierung verlieren oder Gedächtnisausfälle haben können
- Hilfe durch Einbindung in Nachbarschaften und Gruppen oder durch organisierte Hilfstrupps, wie z.B. Team Österreich oder Zivilschutzvereine

Stufe 3 – Nach dem Ereignis

- Unterstützung bei Aufräumarbeiten, vor allem für Personen mit eingeschränkter Mobilität und/oder Sehbehinderung, und Versorgung mit benötigten Hilfsmitteln
- Gut ausgerüstete Evakuierungsorte: Barrierefrei, Versorgung mit Strom und Hilfsmitteln, Rückzugsmöglichkeiten für Betroffene

Stufe 4 – Langfristige Anpassungsmaßnahmen

- Kostengünstige Versicherungen und finanzielle Reparaturhilfen für Hilfsmittel
- Schulungen für Rettungskräfte zum Umgang mit Personen mit Behinderung
- Inklusiv gestaltete Katastrophenübungen
- Entwicklung barrierefreier Notruf-Apps, geeigneter Evakuierungspläne und Sicherstellung von Therapieangeboten

Die Ergebnisse aus den Workshops (Wirkungsketten und mit Vertreter:innen vulnerabler Gruppen) wurden gemeinsam mit den Erkenntnissen aus der Post-Event-Analyse, den extremwertstatistischen Untersuchungen zur Gefährdung sowie der Analyse zu Exposition und Verwundbarkeit in einem Bericht dokumentiert.

In einem Factsheet wurden die Ergebnisse zum Klimarisiko im Pinzgau gesammelt und mit grafischer Unterstützung aufbereitet. Durch die Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen und Vertreter:innen der Regionalentwicklung Pinzgau wurde sichergestellt, dass das Factsheet für die Zielgruppe – KLAR! Manager:innen und Entscheidungsträger:innen auf lokaler und regionaler Ebene – geeignet ist, Erkenntnisse prägnant zusammengefasst und mögliche Handlungs- und Anpassungsmaßnahmen kompakt präsentiert werden. Abbildung 5 gibt einen Einblick in das entstandene Factsheet. Auf der Titelseite ist ein Foto des Hochwassers von 2021 in Mittersill zu sehen, danach folgt eine kurze Einleitung sowie die Kernergebnisse der Klimarisikoanalyse (Gefahr wird steigen, Exposition gleichbleiben und Vulnerabilität ist ein Ansatzpunkt für Anpassungsmaßnahmen). Danach folgen Informationen zur Gefahr in Form einer Wirkungskette. Die Informationen über Trends in der Exposition aus den Interviews und der Datenanalyse werden in einer Tabelle visualisiert. Es werden Verwundbarkeitsfaktoren gezeigt und Maßnahmen, die vor, während und nach dem Event helfen können, aufgelistet. Auf der letzten Seite sind zwei Szenarien (blockierte Verkehrswege und Evakuierungen) mit Fokus auf vulnerable Gruppen beschrieben und Anpassungsmaßnahmen genannt.

- Bürgerinfo, Informationsweitergabe (z.B. über die Nutzung von Notfallgeräten)
- Erstellung und Verteilung von Evakuierungsplänen (insbesondere für Tourismusverbände)
- Verbesserte Organisation, z.B. bei Hubschrauberflügen in Notfällen
- Vernetzung von Gemeinden (z. B. Pflegezustände, Tourismusinformation)
- Erkennung besonders gefährdeter Stellen
- Bereitstellung von Pumpen bei Schwachstellen in Gemeinden
- Schulungen für die Bevölkerung

Langfristige Strategien:

- Gesetzliche Vorgaben und Integration von Klimarisiken in die Raumplanung
- Nutzung von Klimamodellen für Risikoabschätzungen
- Einführung zielgerichteter Warnsysteme (z.B. über Gem2Go oder WhatsApp mit Datenschutzberücksichtigung)
- Hochwasserschutzmaßnahmen, insbesondere für Tiefgaragen und Keller
- Zusammenarbeit mit Institutionen wie der Wildbach- und Lawinverbauung (WLV)
- Bürgerinformationen über Vorsorge in Gemeindezeitungen und Apps

Mittelfristige Investitionen (innerhalb KLAR! Invest)

- Beschaffung von Kurbel-Radios
- Einrichtung von Sandsackfüllanlagen

Maßnahmen im KLAR! Programm

Von den genannten Maßnahmen wurden die folgenden zur Integration ins KLAR! Programm ausgewählt. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung und Eigenvorsorge, die gezielt die Handlungskompetenz der Bevölkerung stärken. Diese Maßnahmen werden durch die Bereitstellung von Informationen über Beiträge in Gemeindezeitungen, Social-Media-Kanälen, Veranstaltungen und Podcasts umgesetzt:

- **Bewusstseinsbildung bei Kindern:** Programme und Initiativen, um junge Menschen für Eigenvorsorge zu sensibilisieren.
- **Bürgerinformation:** Zielgruppenspezifische Informationsveranstaltungen und Infomaterialien.
- **Eigenvorsorge in Wohnungen:** Informationsweitergabe über Hausverwaltungen, um Bewohner besser auf Gefahren vorzubereiten.

- **Allgemeine Eigenvorsorge:** Sensibilisierung der Bevölkerung in Gefahrenbereichen durch gezielte Kampagnen.
- **Bewusstseinsbildung allgemein:** Förderung des allgemeinen Verständnisses für Klimarisiken und die Notwendigkeit von Vorsorge.
- **Informationsweitergabe zu Geräten:** Aufklärung darüber, wie Notfallgeräte (z.B. Pumpen, Kurbel-Radios) in Krisensituationen effektiv genutzt werden können.

Die Integration dieser Maßnahmen ins KLAR! Programm stellt sicher, dass die Bevölkerung besser sensibilisiert wird und sich so gezielt auf den Ernstfall vorbereiten kann. Durch die unterschwellige Bereitstellung von Informationen, beispielsweise über Gemeindezeitungen und Podcasts, wird zudem sichergestellt, dass auch vulnerable Bevölkerungsgruppen besser erreicht und berücksichtigt werden.

Des Weiteren wurde die Methode der Klimarisikoanalyse auf lokaler Ebene in einem Handbuch festgehalten. Der Prozess beinhaltet dabei 5 Schritte:



Abbildung 6. Workflow einer Klimarisikoanalyse

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Projekt Risk:LOCAL wurde das Klimarisiko von Starkregen auf die Bevölkerung im Pinzgau analysiert.

2021 brachte das Tief ‚Bernd‘ große Niederschlagsmengen und Verwüstung über Europa. Im Pinzgau stieg die Salzach auf einen Pegel von 5,85 m, mancherorts entsprach das einem 300-jährlichen Hochwasserereignis. Dies führte zu hohen Schäden im Siedlungsgebiet und an der Infrastruktur. Die nicht versicherten Schäden beliefen sich auf über 10 Millionen Euro. Keller wurden überflutet und es kam zu Unterbrechungen im Verkehr – die Pinzgaubahn wurde beschädigt und war mehrere Monate nicht im Betrieb. Die Schäden inkl. des daraufhin gebauten Hochwasserschutzes beliefen sich auf 44 Millionen Euro.

Eine Häufigkeitsanalyse des Niederschlagsereignisses 2021 zeigte, dass der Niederschlag bei diesem Ereignis eine Jährlichkeit zwischen 2 und 5 Jahren hatte und damit wesentlich weniger selten als das Hochwasserereignis selbst war. Wie stark ein Hochwasser schlussendlich ausfällt, hängt von vielen Faktoren ab. So spielt unter anderem die Vorfeuchte, die Schneefallgrenze, die Topographie aber auch der komplexe Zusammenhang mit dem Abflussverhalten des gefallenen Niederschlags in Flusseinzugsgebieten eine Rolle. Daraus zeigt sich, dass allein der Blick auf das Niederschlagsereignis selbst keinen Rückschluss auf das Ausmaß des erlebten Hochwassers zulässt und das Niederschlags-Abflussverhalten äußerst komplex ist. Die Analyse von Klimamodelldaten zeigt allerdings einen klaren Trend von höheren Tagesniederschlagssummen im Pinzgau. Jedes Modell zeigt eine höhere Niederschlagsmenge bei bspw. 50-jährlichen Ereignissen im Vergleich zu der Klimaperiode 1971-2000. Auch der Anstieg der Schneefallgrenze führt zu einer Vergrößerung der Gefahr.

Bei der Klimarisikoanalyse von Starkregenereignisse für die lokale Bevölkerung im Pinzgau zeigte sich, dass Starkregenereignisse in Zukunft stärker ausfallen werden. 50-jährliche bzw. 100-jährliche Ereignisse werden mehr Niederschlag mit sich bringen als in der Vergangenheit. Gemeinsam mit einem Steigen der Schneefallgrenze führt das zu häufigeren und intensiveren Hochwassern. Die Exposition ist in der Vergangenheit angestiegen. Zwar führten verschiedene Hochwasserschutzbauten, wie z.B. die Staumauer in Mittersill, zu einer Verkleinerung der Gefahrenzonen, jedoch sind sowohl Gebäude als auch Hauptwohnsitze in den Gefahrenzonen angestiegen. Auch die Exposition der Pinzgaubahn ist durch den Ausbau des Netzes und die höhere Taktung angestiegen. In Zukunft wird erwartet, dass die Exposition bei einem Hochwasserereignis einer gewissen Größe nicht größer ist als heute. Dies wird damit begründet, dass die Gebäude und Hauptwohnsitze in der Gefahrenzone etwa gleichbleibend sind und die Pinzgaubahn den zusätzlichen Ausbau durch weitere Hochwasserschutzbauten kompensiert.

Steigende Gefahr und gleichbleibende Exposition würde in der Zukunft bei gleichbleibender Vulnerabilität ein größeres Risiko bedeuten. Dass die

Auswirkungen in der Zukunft allerdings zumindest nicht größer ausfallen, können Maßnahmen, z.B. zur Verringerung der Vulnerabilität, gesetzt werden.

Die Workshops mit lokalen Akteur:innen und vulnerablen Gruppen zeigten, dass die wesentlichen Faktoren, die Regionen vulnerabel machen, (1) unzureichende Schutzmaßnahmen, (2) fehlende Infrastruktur für Evakuierungen, (3) unzureichende Vernetzung von Einsatzkräften und (4) wenig Vorerfahrung mit Hochwasserereignissen sind und dass Personen vor allem durch (1) beeinträchtigte Gesundheit, (2) Abhängigkeit von medizinischer Versorgung, (3) eingeschränkte Mobilität und (4) ungünstiger Wohnsituation vulnerabel gegenüber Hochwasser sind.

Für die Berücksichtigung und aktive Einbindung vulnerabler Gruppen in Klimarisikoanalysen und damit schlussendlich für die Verringerung ihrer Vulnerabilität, konnten in dem Workshop gemeinsam mit den Vertreter:innen von Personen mit Behinderung konkrete Handlungsempfehlungen erarbeitet werden:

1. **Information:** Zentral für die Verringerung von Vulnerabilität ist, dass alle Betroffenen mit relevanter, zielgruppenspezifischer und zeitnaher Information versorgt werden. Die Aufbereitung der Information soll dabei barrierefrei sein, es sollen verschiedene Informationskanäle bespielt werden, sodass unterschiedliche Zielgruppen damit erreicht werden können, und die Information soll leicht verständlich aufbereitet werden, im Idealfall bereits mit Handlungsempfehlungen versehen.
2. **Schulung von Einsatzkräften:** Im Katastrophenfall ist es wichtig, dass Einsatzkräfte wissen, worauf sie im Umgang mit Betroffenen und gerade auch mit Personen mit Behinderung achten müssen. Hierfür können Schulungen helfen, die Einsatzkräfte für die Bedürfnisse und Herausforderungen von Personen mit Behinderung zu sensibilisieren.
3. **Eigenvorsorge:** Personen sollen sich auf mögliche Katastrophenereignisse vorbereiten, indem sie sich einen Vorrat an Essen, Medikamenten, Batterien und anderen notwendigen Hilfsmitteln zulegen – quasi eine sogenannte Notfallbox, die auf den individuellen Bedarf abgestimmt ist. Gerade in Bezug auf lebensnotwendige Medikamente ist es sinnvoll sich bei der Hausapotheke zu informieren und hier auch den Bedarf vorzumerken.
4. **Vorsorge auf institutioneller und struktureller Ebene:** Auf einer institutionellen bzw. strukturellen Ebene sollten sich Gemeinden, medizinische Einrichtungen, Apotheken und andere kritische Infrastrukturen für Katastrophenereignisse vorbereiten. Das kann beispielsweise die Anschaffung und Wartung von Notstromaggregaten oder das Anlegen eines Medikamentenvorrats beinhalten. Mögliche Versorgungsengpässe, die durch das Zusammenbrechen von Lieferketten entstehen können, sollen so möglichst gut abgefangen werden. Auch das Erstellen und Zurverfügungstellen von Checklisten für Haushalte, Einrichtungen und

vulnerable Personengruppen ist eine hilfreiche Maßnahme, damit diese sich auf ein Ereignis vorbereiten können.

5. **„Caring Communities‘ und Netzwerke:** In einer Gruppe bzw. einem gut funktionierenden sozialen Netzwerk können sich Betroffene mit ihren individuellen Kapazitäten und Skills gegenseitig dort helfen, wo institutionelle Hilfe mangelt oder ausfällt. Der Austausch kann in Form von Nachbarschaftsgruppen, Familien, Mitbewohner:innen, oder auch organisierten Hilfsgruppen erfolgen.
6. **Raumplanung barrierefrei gestalten:** Bei der Raumplanung ist darauf zu achten, dass Aspekte der Barrierefreiheit bereits im Planungsprozess berücksichtigt werden. Das gilt auch für die Erreichbarkeit und Gestaltung von Evakuierungsorten. Das erleichtert das Leisten von Hilfe im Ernstfall und ermöglicht gleichzeitig eine größere Eigenständigkeit bei Personen mit Behinderungen oder Einschränkungen.
7. **Bauliche Maßnahmen:** Sowohl im öffentlichen Raum als auch in Bezug auf Privateigentum ist es wichtig, geeignete Schutzmaßnahmen präventiv zu setzen.
8. **Freiwillige Eintragung in ein Register:** Auf lokaler bzw. regionaler Ebene soll die Möglichkeit geschaffen werden, sich freiwillig in ein Register eintragen zu lassen, worin festgehalten werden kann, welche Bedürfnisse und Herausforderungen auf individueller Ebene vorliegen. So können Einsatzkräfte im Katastrophenfall besser Hilfe leisten. Wichtig! Es ist darauf zu achten, dass diese sensiblen Informationen nur relevanten Stellen zugänglich sind und DSGVO konform verwaltet werden.
9. **Verortung kritischer Infrastruktur:** Jede Gemeinde und Region sollte wissen, wo sich kritische Infrastrukturen und Einrichtungen mit erhöhtem Schutzbedarf wie Kindergärten, Schulen, betreutes Wohnen, Pflegeeinrichtungen etc. befinden.
10. **Inklusive Planungsprozesse:** Planungsprozesse für Maßnahmen und das Erstellen von Notfall- und Einsatzplänen sollten inklusiv erfolgen. Das heißt, relevante Personengruppen sollen in die Erstellung miteingebunden werden, damit sichergestellt ist, dass deren Bedürfnisse und Herausforderungen berücksichtigt werden.
11. **Ausbau psychischer Betreuungsangebote:** Das Miterleben von Katastrophenereignissen kann eine starke psychische Belastung für alle Personengruppen darstellen. Speziell für Personen, die bereits an Panikattacken leiden oder mit psychischen Erkrankungen leben, kann sich das zusätzlich verstärken. Auf einer lokalen und regionalen Ebene sollten allgemein, aber speziell auch nach einem Katastrophenereignis die psychischen Betreuungsangebote ausgebaut werden.
12. **Wissensdokumentation, Evaluierung und Bewusstseinsbildung:** Im Nachgang von Ereignissen sollten gesammelte Erfahrungen dokumentiert und

eine Evaluierung über den Ereignisverlauf durchgeführt werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass aus dem Vergangenen auch gelernt werden kann. Die Erkenntnisse sollen dann wiederum verwendet werden, um Bewusstseinsbildung zu betreiben. Dabei soll es Angebote auf institutioneller Ebene für Einsatzkräfte und Entscheidungsträger:innen, aber auch für Bürger:innen geben. Durch diesen gesamtgesellschaftlichen Ansatz kann wiederum die Eigenvorsorge massiv unterstützt werden.

- 13. Finanzierung:** Wo möglich ist es hilfreich, auf die Sicherstellung von geeigneten Finanzierungsmöglichkeiten für die Anschaffung, Bereitstellung und Reparatur bzw. den Ersatz von Hilfsmitteln zu achten. Da diese Aspekte zwar oft durch Versicherungen abgedeckt werden, allerdings sehr kostenintensiv und damit finanziell belastend für viele Betroffene sein können, ist hier die Entwicklung von geeigneten Förderschienen und Konzepten wünschenswert.

Es wurde ein Maßnahmenkatalog zur Klimarisikoanpassung im Pinzgau entwickelt, der durch einen partizipativen Workshop entstanden ist. Die Maßnahmen berücksichtigen vulnerable Gruppen und wurden dokumentiert sowie ausgewählte in das KLAR! Programm aufgenommen.

Die systematische Berücksichtigung vulnerabler Gruppen erhöht die Effektivität und Akzeptanz von Anpassungsmaßnahmen. Dabei ist die Einbindung von regionalen Akteur:innen besonders relevant, um vulnerable Gruppen gezielt zu identifizieren und deren spezifische Bedürfnisse zu adressieren.

Die Ergebnisse verdeutlichen die Bedeutung der Umsetzung kurzfristiger Maßnahmen im Rahmen des KLAR! Programms sowie die Förderung des Wissenstransfers, um die Ergebnisse des Projekts regional zu nutzen. Die Sensibilisierung der Bevölkerung für Klimarisiken und Eigenvorsorge spielt dabei eine zentrale Rolle, da eine gut informierte und vorbereitete Bevölkerung wesentlich zur Resilienz der Region beiträgt. Diese Sensibilisierung soll gezielt durch Maßnahmen im KLAR! Programm gefördert werden.

Wir empfehlen, die Analyse von lokalen Klimarisiken unter Berücksichtigung von vulnerablen Gruppen in fünf Schritten durchzuführen: (1) Risikoidentifikation, (2) Gemeinsames Erstellen von Klimawirkungsketten, (3) Analyse des Klimarisikos, (4) Erstellen von Szenarien („Climate Risk Storylines“) und (5) Risikokommunikation.

Im ersten Schritt, der Risikoidentifikation, wird festgelegt, was der Umfang der Analyse sein soll – welche Gefahr? Welche Region? Welche vulnerablen Gruppen?

Das gemeinsame Erstellen von Klimawirkungsketten ermöglicht das Verständnis des Systems und bietet eine gute Basis für das Entwickeln von Szenarien, Modellen und Anpassungsmaßnahmen. Hier kann es hilfreich sein, das 'Window-of-Opportunity' nach einem Ereignis zu nutzen, wo die Motivation hoch ist und die Vorerfahrung einfließen kann.

Die Klimarisikoanalyse setzt sich aus der Analyse von Gefährdung, Exposition und Vulnerabilität zusammen. Für die Gefährdungsanalyse haben sich Häufigkeitsanalysen bewährt, die eine Abschätzung darüber erlauben, wie wahrscheinlich ein Ereignis einer gewissen Größe sein kann. Allerdings hat die Komplexität des Ereignisses gezeigt, dass für eine bessere Einschätzung des Hochwasserausmaßes, der Miteinbezug des Abflussverhaltens einzelner Flusseinzugsgebiete von großer Bedeutung ist. Für die Expositionsanalyse bieten sich Daten der Statistik Austria für die Vergangenheit an; für zukünftige Trends können Expert:inneninterviews herangezogen werden. Bei der Identifikation von Vulnerabilität ist es wichtig, Vertreter:innen vulnerabler Gruppen miteinzubeziehen.

Es ist zu bemerken, dass in der Analyse lediglich Trends analysiert und keine tatsächlichen Bewertungen des Risikos durchgeführt wurden. Für eine Bewertung des Risikos bzw. des Handlungsbedarfs wären unter anderem hydrologische Modellierungen nötig gewesen, die nicht mit dem Budget des Projekts abdeckbar gewesen wären. Durch hydrologische Modellierungen wäre es möglich gewesen, Niederschlagsmengen in Pegelstände zu übersetzen und Abschätzungen von Worst-Case-Szenarien für die Zukunft zu machen.

Für die Identifikation von Maßnahmen kann es helfen Szenarien (z.B. (Gefährdungs-)Worst-Case-Szenarien), bzw. ‚Climate Risk Storylines‘ aus den Wirkungsketten, zu entwickeln, denn diese hängen stark davon ab, wie extrem zu erwartende Ereignisse sein können. Diese Szenarien/ ‚Climate Risk Storylines‘ können mit den Stakeholdern besprochen und Maßnahmen entlang der Szenarien entwickelt werden. Hier ist hilfreich, wenn die Gefährdungsanalyse möglichst quantitativ durchgeführt wird. Bspw. könnte es erforderlich werden gebietsweise abzusiedeln oder Evakuierungspläne für das ganze Salzahtal zu entwickeln.

Damit die Risikoanalyse Wirkung zeigt, muss sie schlussendlich kommuniziert werden. In diesem Projekt wurde zu diesem Zweck ein Factsheet erstellt, wobei es sich jedoch empfiehlt, für die jeweilige Zielgruppe repräsentative Personen bei der Erstellung mit einzubinden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Information verständlich aufbereitet ist und Ziel, Zweck und Handlungsspielraum klar kommuniziert werden. Entwickelte Maßnahmen müssen in Umsetzung gebracht werden. Im Zuge der Arbeiten in Risk:LOCAL wurden die Maßnahmen ins KLAR! Programm der KLAR! Pinzgau aufgenommen und werden voraussichtlich in den Naturgefahrencheck des Umweltbundesamts integriert.

Projektdetails

6 Methodik

Im Projekt wurde ein stark interdisziplinärer, methodischer Ansatz gewählt, der quantitative naturwissenschaftliche Methoden mit qualitativen sozialwissenschaftlichen Methoden verbindet, um so der Komplexität der Thematik und den verschiedenen Bedürfnissen der Betroffenen gerecht werden zu können.

Risikoidentifikation (AP2)

Um ein gemeinsames Verständnis von Kernbegriffen wie Gefährdung, Exposition, Vulnerabilität, Risiko, oder auch vulnerablen Gruppen zu schaffen, wurde eine **Literaturrecherche** durchgeführt. Dabei wurden Begriffe basierend auf dem State of the Art sowie den Empfehlungen des IPCC AR6 WG 2 definiert, damit eine einheitliche Verwendung im Laufe des Projektes gewährleistet wird.

In einem weiteren Schritt wurden Klimawirkungsketten gezeichnet. Wirkungsketten sind ein Instrument, das dabei hilft, ein besseres Verständnis über Systeme zu erhalten. Kausale Zusammenhänge und Einflussfaktoren werden identifiziert und Visualisiert. Dies kann als Ausgangspunkt für die Identifikation von Anpassungsmaßnahmen aber auch Risikomodellierungen dienen. Im Projekt Risk:LOCAL wurden die Wirkungsketten verwendet, um Szenarien zu entwickeln, in denen Personen mit Beeinträchtigungen besonders betroffen sind. Anhand dieser Szenarien konnten in einem **eintägigen Workshop** Anpassungsmaßnahmen entwickelt werden. Bei diesem Workshop mit Vertreter:innen von/Personen mit verschiedenen Behinderungen in den Räumlichkeiten des Österreichischen Behindertenrats in Wien wurden außerdem relevante Faktoren für Personen mit Behinderung identifiziert. Dabei wurde besonders Wert darauf gelegt ein Setting zu schaffen, das den Bedürfnissen der Teilnehmer:innen gerecht wird:

- Mittels Graphic Recording wurden die Anmerkungen grafisch dokumentiert. Das hilft Gruppen dabei, eine gemeinsame Vorstellung von den erarbeiteten Inhalten zu bekommen und unterstützt besonders Personen mit Lernschwierigkeiten.
- Für Personen mit Hörbeeinträchtigung wurde eine induktive Höranlage betrieben, die mit einem Mikrofon verbunden war, das bei Wortmeldungen zwischen den Teilnehmer:innen weitergereicht wurde. So konnte gleichzeitig dafür gesorgt werden, dass immer nur eine Person spricht. Dadurch wird es allen Teilnehmer:innen erleichtert dem Gespräch zu folgen.
- Ebenfalls wurde für eine Person mit Hörbeeinträchtigung gleichzeitig Schriftdolmetschung angeboten.

Die im Workshop erarbeiteten relevanten Faktoren für die Vulnerabilität von Personen mit Behinderung und Handlungsempfehlungen wurden im Rahmen eines projektinternen Berichts dokumentiert. In weiterer Folge fließen die Erkenntnisse in die Erstellung des Risiko-Factsheets für die Region Pinzgau ein.

Als Vorbereitung für die Klimarisikoanalyse wurde darüber hinaus ein Post-Event Bericht des Hochwasserereignisses aus dem Jahr 2021 gemacht. Dabei wurde ausgehend von der Meteorologie über die Hydrologie bis zu den Auswirkungen analysiert, was damals passiert ist. Analysen wie diese können dabei helfen, besser zu verstehen, wie es zu Auswirkungen kommt und zu lernen, wie man sie verhindern kann.

Klimarisikoanalyse (AP3)

Gefahr

Extremwertstatistische Untersuchungen

Um Aussagen über die Entwicklung des Starkregenpotenzials in der Region Pinzgau treffen zu können, ist eine extremwertstatistische Untersuchung von Niederschlagszeitreihen durchzuführen. Die dafür herangezogenen Daten stammen einerseits aus dem GeoSphere Austria eigenen Messnetz von teilautomatischen Wetterstationen (TAWES, qualitätsgeprüft), dem daraus abgeleiteten Beobachtungsgitterdatensatz SPARTACUS (Hiebl und Frei, 2018) und den Klimaszenarien aus ÖKS15 (Chimani et al., 2016) und STARC-Impact (Chimani et al., 2019). Anhand der getätigten Analysen ist es einerseits möglich Aussagen hinsichtlich eines potenziellen Trends und somit Veränderungen in den Mengen eines Extremniederschlagsereignisses mit bestimmter Jährlichkeit zu tätigen, andererseits lässt sich aber auch eine potenzielle Änderung in den Auftretshäufigkeiten ableiten.

Daten

Datengrundlage für die angestrebten Auswertungen bilden, wie bereits erwähnt, drei unterschiedliche Datensätze. Bei der Auswahl der TAWES Stationen wurden jene berücksichtigt, die entlang der Salzach liegen, an deren Oberlauf das Hochwasser im Juli 2021 die schlimmsten Ausmaße angenommen hatte. In Tabelle 6 sind diese aufgelistet.

Tabelle 6. ausgewählte TAWES Stationen entlang der Salzach

TAWES	Länge	Breite	Höhe	Messbeginn	Aktiv
Krimml	12,8°	47,23°	1009 m	1953-06-15	Ja
Mooserboden	12,72°	47,15°	2036 m	1945-02-01	Nein
Schmittenhöhe	12,74°	47,33°	1956 m	1930-01-01	Ja
Uttendorf	12,57°	27,26°	799 m	1961-09-01	Ja

Aus dem SPARTACUS Datensatz sind jene Gitterpunkte ausgewählt worden, die auch für die Erstellung des KLAR! Klimainfoblattes zur Anwendung kamen. Um aus dieser flächigen Information eine für die Analysen erforderliche Zeitreihe zu generieren, erfolgte eine Aggregation von Extremwerten. Dafür wurde das 98. Perzentil der Gesamtfläche genommen.

Bei der Auswahl der Szenariendaten aus ÖKS15 und STARC-Impact wurde Augenmerk daraufgelegt, dass jene für Analysen zur Anwendung kommen, die sowohl Daten für das „Paris Ziel“ (RCP2.6, „ambitionierter Klimaschutz“) als auch den „ungünstigsten Fall“ (RCP8.5, „kein Klimaschutz“) aufweisen. Daraus ergeben sich folgende Szenariendaten (1971-2100) aus GCM (General Circulation Model) und RCM (Regional Climate Model) Kombinationen:

- ICHEC-EC-EARTH_r3i1p1_DMI-HIRHAM5
- ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1_CLMcom-CCLM4-8-17
- ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1_SMHI-RCA4
- MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1_MPI-CSC-REMO2009
- MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1_SMHI-RCA4
- MPI-M-MPI-ESM-LR_r2i1p1_MPI-CSC-REMO2009

Methoden

Für die Untersuchung der zeitlichen Entwicklung extremer Niederschlagsereignisse (extremwertstatistische Auswertungen) kommt der Mann-Kendall Trendtest zur Anwendung (Mann, 1945; Kendall, 1975), der eine lineare Trendabschätzung einschließlich einer Aussage über Steigung und Signifikanz auf einem definierten Signifikanzniveau ($p = 0,05$) erlaubt und angibt. Darüber hinaus wird die Steigung, also die lineare Änderungsrate, nach der Methode von Sen (1968) abgeschätzt.

Überdies lässt sich für vordefinierte Wiederkehrzeiten (z.B. 5, 10, 20, 50, 100 Jahre) auch eine Klimawandelanalyse durchführen, um etwaige Änderungen in den Wiederkehrlevels, also den Mengen eines Ereignisses mit vordefinierter Wiederkehrzeit (= Jährlichkeit), detektieren und darstellen zu können. Mit einer Kurve über die berechneten Wiederkehrlevels aus verschiedenen Perioden (z.B. 1971-2000, 2041-2070) lässt sich ein allgemeiner Trend in der zeitlichen Entwicklung der verwendeten Extremwertverteilung und damit in den erwarteten Extremen abschätzen. Dabei werden Wiederkehrlevels abgeleitet, die aus jedem konstruierten Zeitfenster (z.B. 30 Jahre, was einer Klimanormalperiode entspricht) gegen das letzte Jahr des Zeitfensters berechnet werden.

Für die Bestimmung der Wiederkehrzeiten kommt die GEV (generalized extreme value distribution) nach Coles (2001) in Kombination mit der MLE (maximum likelihood estimation) ebenfalls nach Coles (2001) zur Anwendung, die sich für die Analyse von Niederschlagsextremen für Zeitreihen länger als 15 Jahre gut eignet und zuverlässige Werte liefert.

Exposition

Die Entwicklung der vergangenen Exposition wurde anhand der Veränderung der Anzahl von Einwohner:innen, Gebäuden sowie Wohngebäuden sowohl auf Bezirksebene als auch auf Ebene von Hochwasserüberflutungsflächen (HQ30, HQ100, HQ300) analysiert. Als Datensatz diente dabei der regionalstatistische Rasterdatensatz der Statistik Austria für den Bezirk Zell am See, welcher mit HQ-Flächen, basierend auf den Gefahrenzonen der Bundeswasserbauverwaltung (Land Salzburg), verschnitten wurde.

Bei den Expert:inneninterviews zur Einschätzung der Exposition handelte es sich um qualitative Leitfadeninterviews mit offenen Fragen. Die Interviews wurden online durchgeführt, wobei immer zwei Mitglieder des Projektes anwesend waren. Das ermöglichte die Aufteilung in Durchführung des Interviews sowie das Mitführen von Notizen. Die Interviews wurden aufgezeichnet und mittels der open source Software aTrain (DSGVO konform) transkribiert.

Bei Bedarf wurden zusätzliche Fragen gestellt, die sich aus dem Kontext ergeben haben. Die Fragen beschäftigten sich dabei mit (1) der Identifikation von Trends in der Vergangenheit, (2) einer Einschätzung zukünftiger Entwicklungen im Pinzgau, (3) der Identifikation relevanter Faktoren dafür, (4) geplanten Maßnahmen sowie (5) Herausforderungen.

Factsheet

Die Ergebnisse der Klimarisikoanalyse wurden in einem Factsheet festgehalten. Dies ist eine niederschwellige Möglichkeit, Ergebnisse zu disseminieren. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass für die jeweilige Zielgruppe repräsentative Personen bei der Erstellung mit eingebunden sind.

Anpassungsmaßnahmen und Transfer der Ergebnisse (AP4)

Im Rahmen des abschließenden Workshops des Projekts wurden mit regionalen Entscheidungsträger:innen durch einen partizipativ Prozess Anpassungsmaßnahmen zur Verbesserung des Katastrophenmanagements im Pinzgau erarbeitet. Nach einer Einführung in die Projektergebnisse und einem Praxisbericht zum Frühwarnsystemen durch Michael Butschek (GeoSphere Austria) wurden die Teilnehmer:innen in zwei Gruppen aufgeteilt, um mögliche Maßnahmen zu diskutieren.

Die moderierten Gruppenarbeiten folgten einer klaren Struktur: Maßnahmen wurden in kurzfristige, mittelfristige (Investitionen) und langfristige Strategien unterteilt. Bei den kurzfristigen Maßnahmen wurde darauf geachtet, Optionen zu identifizieren, die im Rahmen des KLAR! Programms umgesetzt werden können, und bei den mittelfristigen Investitionen solche, die im Rahmen von KLAR! Invest eingereicht werden können. Die Ergebnisse wurden visualisiert und im Plenum vorgestellt.

Die Methodik des Workshops wurde gewählt, um eine zielgerichtete Erarbeitung praxisnaher Lösungen, die den spezifischen Herausforderungen des Pinzgaus gerecht werden, zu erarbeiten. Die Ergebnisse flossen in einen Maßnahmenkatalog ein und bilden die Grundlage für die Integration ins KLAR! Programm.

7 Arbeits- und Zeitplan

Jahr	2024	2025											
Monat	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufgabe-Nr.													
AP1 - Projektmanagement													
1.1 Projektleitung													M1.1
1.2 Berichterstattung und Controlling	M1.2												
1.3 Arbeitstreffen													M1.3
AP2 - Risikoidentifikation													
2.1 Begriffsdefinitionen													
2.2 Klimawirkungsketten			M2.1										
2.3 Post-Event-Analyse			M2.2										
AP3 - Klimarisikoanalyse													
3.1 Gefährdungsanalyse													
3.2 Expositionsanalyse													
3.3 Synthesebericht & Factsheet												M3.1	
AP4 - Anpassungsmaßnahmen und Transfer der Ergebnisse													
4.1 Anpassungsmaßnahmen													
4.2 Synthese der Methode													M4.2

M1.1: Durchführung Kick-off-Meeting, regelmäßiger Treffen und Abschlussmeeting

M1.2: Konsortialvertrag und Unterverträge werden unterzeichnet

M1.3: Berichte an den Klima- und Energiefonds

M2.1: Bericht mit Begriffsdefinitionen und Beschreibung bzw. Dokumentation der Impact Chains

M2.2: Post-Event-Bericht (inkl. Datensammlung) zum Hochwasserereignis 2021

M3.1: Synthesebericht und Factsheet zum Klimarisiko der Region Pinzgau und besonderer vulnerabler Gruppen

M4.1: Katalog von Anpassungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung von vulnerablen Gruppen

M4.2: Handbuch (praktische Anleitung) für Anpassungsregionen in Österreich und darüber hinaus

8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Datum	Aktivität
Jänner 2024	LinkedIn Post: https://www.linkedin.com/posts/activity-7157835250151145473-UpYI?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
April 2024	Jahresbericht Österreichischer Behindertenrat 2023 Jahresbericht 2023
August 2024	Nennung als eines der Best Practice Beispiele im Rahmen des Forschungsprojektes VULKANO: https://www.klimafonds.gv.at/projekt/vulkano/ bzw. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/2024/10/41_RiskLOCAL.pdf
November 2024	Präsentation des Factsheets dem Umweltbundesamt der Gesundheit Österreich (Vernetzung)
Dezember 2024	Vorstellen des Projekts beim INQUIMIS Workshop in Bozen

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.

Literatur

- APCC (2018). Österreichischer Special Report Gesundheit, Demographie und Klimawandel (ASR18). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 340 Seiten, ISBN 978-3-7001-8427-0.
- Birkmann, J.; Cardona, O. D.; Carreño, M. L.; Barbat, A. H.; Pelling, M.; Schneiderbauer, S.; Kienberger, S.; Keiler, M.; Alexander, D.; Zeil, P. und Welle, T. (2013): Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. *Natural Hazards* 67: 193-211.
- Chimani et al. (2019). GUIDELINE zur Nutzung der OeKS15-Klimawandelsimulationen, Version 2. Vienna, Austria. CCCA Data Centre. PID: <https://hdl.handle.net/20.500.11756/2ccc3d8e>.
- Chimani B., Heinrich G., Hofstätter M., Kerschbaumer M., Kienberger S., Leuprecht A., Lexer A., Peßenteiner S., Poetsch M.S., Salzmann M., Spiekermann R., Switanek M. und H.Truhetz, 2016. ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Projektendbericht, Wien.
- Fritzsche K, Schneiderbauer S, Bubeck P, Kienberger S, Buth M, Zebisch M, Kahlenborn W (2015). The vulnerability sourcebook. Edited by GIZ - Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit. Eschborn. https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=203
- Glade, T., Mergili, M., Sattler, K. (Eds.) (2020). ExtremA 2019 - Aktueller Wissensstand zu Extremereignissen alpinen Naturgefahren in Österreich. V&R unipress, Vienna University Press, 776p. <https://www.vandenhoeck-ruprechtverlage.com/themen-entdecken/sozial-rechts-und-wirtschaftswissenschaften/natur-landschaft/55101/extrema-2019?c=1824>
- International Organization for Standardization (2020). ISO/DIS 14091 Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment. Geneva
- Hiebl, J., Frei, C. Daily precipitation grids for Austria since 1961—development and evaluation of a spatial dataset for hydroclimatic monitoring and modelling. *Theor Appl Climatol* **132**, 327–345 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2093-x>
- IPCC (2022): Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (Hrs..)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA: 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.
- König, M., W. Loibl, R. Steiger, H. Aspöck, B. Bednar-Friedl, K.M. Brunner, W. Haas, K.M. Höferl, M.; Huttenlau, J. Walochnik und U. Weisz, 2014: Der Einfluss des Klimawandels auf die Anthroposphäre. In: Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate

Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, S. 641–704.

- Leis, J.-L. und Kienberger, S. (2020): Climate Risk and Vulnerability Assessment of Floods in Austria: Mapping Homogenous Regions, Hotspots and Typologies. Sustainability 12 (6458). doi:10.3390/su12166458.
- Thomas, K.; Hardy, R. D.; Lazrus, H.; Mendez, M.; Orlove, B.; Rivera-Collazo, I.; Roberts, J. T.; Rockman, M.; Warner, B. P. und Winthrop, R. (2018): Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review. WIRE's Climate Change. DOI: 10.1002/wcc.565.
- UNDRR (2022a): Technical guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- UNDRR (2022b): Bridging the Gap between Vulnerable Groups and Vulnerable Situations: Towards an Integrative Perspective on Vulnerability for Disaster Risk Reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.



KLAR! Pinzgau

Starkregeninduzierte Hochwasser, Rutschungen und Murenabgänge



KLIMARISIKO: NACHTEILIGE AUSWIRKUNGEN DURCH STARKREGENEREIGNISSE AUF DIE BEVÖLKERUNG IM PINZGAU

Der globale **Klimawandel** ist mit einem erhöhten Auftreten von **Extremereignissen** verbunden. Immer häufiger kommt es zu **Starkregen**, der vor allem in kleineren Flusseinzugsgebieten in den Alpen zu **Hochwasser** führen kann. Eindrücklich gezeigt wurde das im Pinzgau beispielsweise im Juli 2021. In wenigen Stunden regnete es über 100 l/m², was zur Überflutung von großen Teilen des Salzachtals und erheblichen Schäden führte. Doch war das Ereignis im Juli 2021 ein Einzelfall oder wird es zu Hochwassern wie diesen in Zukunft häufiger kommen? Mit welchen Auswirkungen ist zu rechnen?

Die Analyse des Klimarisikos kann dabei helfen, folgendes zu identifizieren und analysieren:

Klimarisiken ergeben sich aus Wechselwirkungen von **Gefahr** (z.B. Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen), **Exposition** (Vorhandensein von z.B. Personen, Infrastruktur, ...) und **Verwundbarkeit** (Neigung oder Veranlagung nachteilig betroffen zu sein).

Durch Datenanalyse, Workshops mit lokalen Einsatzkräften und vulnerablen Gruppen sowie Interviews mit lokalen Akteur:innen wurden Komponenten des Klimarisikos analysiert und mögliche Änderungen im Klimasystem beschrieben.

– KERNERGEBNISSE FÜR DIE KLAR! PINZGAU –

Durch den Klimawandel kommt es zu immer **häufigeren und intensiveren Starkregenereignissen**, die zu **Hochwassern** und **Rutschungen** führen können.



Hochwasserschutzbauten und **Gefahrenzonenpläne** **verringerten** in den letzten Jahren die Exposition, die in Zukunft gleichbleibend sein könnte. Aufgrund von **abnehmenden** Trends bei **Bevölkerung und Gebäude** und in der Annahme der Umsetzung von weiteren Maßnahmen könnte die **Exposition** in Zukunft **konstant** bleiben bis **abnehmen**.

Die Verwundbarkeit ist ein **wichtiger Hebel**, um Auswirkungen und damit das Klimarisiko zu verringern. Dies wurde nicht bewertet sondern Faktoren der Verwundbarkeit identifiziert.

- ↗ Zunahme
- Konstant
- ✗ Nicht bewertet

In **Zukunft** werden **Starkregenereignisse** und damit **Hochwasser, Muren und Rutschungen** **häufiger und intensiver**. Bei **gleichbleibender Exposition** und **Verwundbarkeit steigt das Risiko**. **Maßnahmen**, z.B. zum **Schutz betroffener Personen**, können die negativen **Auswirkungen** und damit das Klimarisiko durch Starkregenereignisse **verringern**. Mögliche Maßnahmen können **vor dem Ereignis** (z.B. bauliche Maßnahmen), **während des Ereignisses** (z.B. Gästelenkung) oder **nach dem Ereignis** (z.B. psychologische Beratung) ansetzen.

1. GEFAHR

Für die Einschätzung des Klimarisikos ist sowohl die räumliche und zeitliche Ausdehnung der Gefahr, als auch deren Intensität relevant. Durch den Klimawandel wird **Starkregen** immer **häufiger und intensiver**. Dies kann in Folge zu **mehr Murenabgängen, Rutschungen und Hochwassern** führen. Letztere werden durch das grundsätzliche Ansteigen der **Schneegrenze** noch weiter verstärkt. In den letzten 20 Jahren kam es im Pinzgau zu mehreren hundertjährigen (lt. Bemessungsgrundlage) **Hochwassern**, die Tendenz ist aufgrund des fortschreitenden Klimawandels **steigend**.

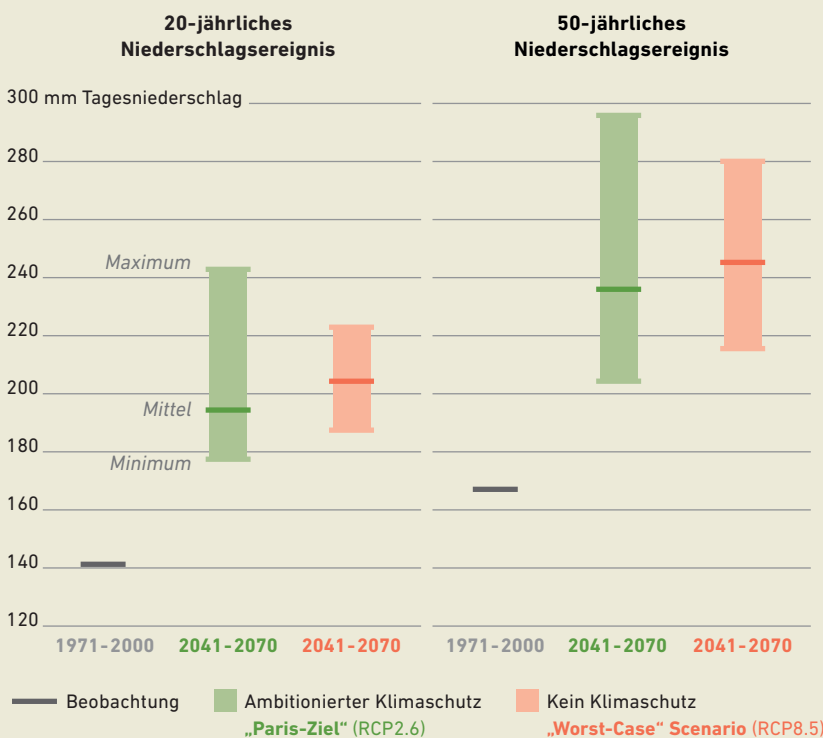
Anstieg der Jahresmitteltemperatur

Das 30-jährige Mittel der **Jahresmitteltemperatur** in der KLAR! Pinzgau lag 1961-1990 bei 3,1 °C. 1991-2020 war das Mittel bereits bei 4,4 °C, also +1,3 °C höher als 30 Jahre zuvor. Je nach Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen, ist ein weiterer Anstieg der mittleren Temperatur im Pinzgau von bis zu +5 °C bis Ende des Jahrhunderts möglich.



Anstieg Starkregen

Die Häufigkeit von **Starkregen** nimmt mit dem Klimawandel zu. Ein Regenereignis, das 1971-2000 noch alle 20 oder alle 50 Jahre vorkam, wird in Zukunft je nach Klimaszenario mehr Niederschlag bringen. Die Unsicherheit bei Projektionen des Niederschlags ist allerdings sehr groß, weil unterschiedliche Klimamodelle unterschiedliche Aussagen für Österreich zeigen. Konvektive Ereignisse – wie Starkregen durch Gewitter – werden in diesen Modellen nicht berücksichtigt.



Anstieg Schneefallgrenze

Steigende Temperaturen sorgen für einen Anstieg der mittleren **Schneegrenze** um etwa 120 bis 160 m pro Grad Erwärmung (Hantel et al., 2012), wodurch mehr Niederschlag in flüssiger Form fällt und direkt **abfließen** kann.



ABBILDUNG

Tagesniederschlagsmengen bei einem 20-jährlichen Niederschlagsereignis (links) und einem 50-jährlichen Niederschlagsereignis (rechts) im Pinzgau. Die grauen horizontalen Striche zeigen die Beobachtungen aus den Jahren 1971-2000. Die Balken zeigen Projektionen von Klimamodellen für die Zukunft (2041-2070).

Häufigere Rutschungen und Murenabgänge

Häufigere und intensivere Starkregenereignisse bedingen eine mögliche Zunahme von **Rutschungen und Murenabgängen**. Diese werden zusätzlich stark von anderen Faktoren – wie z.B. Veränderungen im Waldbestand – beeinflusst.



Häufigere und intensivere Hochwasser

Durch den Anstieg des Starkregens und den Anstieg der Schneefallgrenze kommt es häufiger zu **Hochwasser**. In den letzten 20 Jahren kam es mehrmals zu einem 100-jährlichen Hochwasser, Tendenz steigend.





Pinzgau, Juli 2021

2. EXPOSITION

Exposition beschreibt, wer oder was von Starkregen, Hochwassern, Rutschungen oder Muren betroffen ist. Die folgende Tabelle zeigt **Trends in der Exposition bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis**. Der Trend in der Exposition ergibt sich aus der Kombination des Trends des exponierten Elements (EE; zum Beispiel Gebäude) im Pinzgau und der Veränderung der Fläche der Hochwassergefahrenzonen (HWZ):

Exponierte Elemente (EE)	Trend der EE im gesamten Pinzgau (2009-2019)	Trend der Hochwassergefahrenzonen (HWZ) (2009-2019)	Trend der Exposition (EE in HWZ) (2009-2019)	Trend der EE im gesamten Pinzgau (Zukunft)	Möglicher Trend Hochwassergefahrenzonen (Zukunft)	Möglicher Trend der Exposition (EE in HWZ) (Zukunft)
Hauptwohnsitze (HWS) HWS nahmen in der Vergangenheit im Pinzgau zu, in der Gefahrenzone nehmen sie allerdings ab. Durch Hochwasserschutzbauten nahmen die HWZ ab, weitere Schutzbauten sind geplant. HWS nehmen nach Experteneinschätzung voraussichtlich in Zukunft ab.						
Gebäude Gebäudeanzahl nahm im Pinzgau zu, in der HWZ geringere Zunahme. Schutzbauten verringerten die HWZ. Bei gleichbleibender Gebäudezahl und mit weiteren Hochwasserschutzbauten wird in Zukunft mit einer geringeren Exposition gerechnet.						
Verkehrsinfrastruktur Die Fahrgastanzahl nimmt zu, Züge fahren häufiger und bis in die Nacht hinein. Schutzbauten nehmen zu und verringern die HWZ. Kein Trend bei Straßen- und Eisenbahnbau.						



Zunahme



Abnahme



Konstant



Einschätzung durch Expert:inneninterviews



Wenn **Hochwasserereignisse** häufiger werden und die **Exposition** bei einem Ereignis gleich bleibend ist, steigt **das Risiko** bei gleicher **Verwundbarkeit**.

3. VERWUNDBARKEIT

Die Verwundbarkeit – als die Neigung/Veranlagung zu einer Beeinträchtigung – bestimmt, wie stark die Auswirkungen sind, wenn jemand oder etwas der Gefahr exponiert ist. Vulnerable Gruppen sind Personengruppen, die besonders stark von Hochwasser betroffen sind.



Welche Maßnahmen helfen können

(basierend auf Expert:innen-Workshops)

Vor dem Ereignis

- Kommunikation zwischen allen Akteur:innen verstärken
- Apotheken informieren und Vorräte aufstocken
- Gesellschaftlichen Zusammenhalt stärken
- Berücksichtigung in der Raumplanung
- Bauliche Maßnahmen setzen, instand halten und sanieren
- Eigenvorsorge, z.B. anlegen einer „Notfallbox“ (Batterien für Hilfsmittel wie Hörgeräte, Medikamente etc.)
- Schulungen für Einsatzkräfte im Umgang mit Personen mit Behinderung/Beeinträchtigungen
- Einbindung vulnerabler Gruppen in die Erstellung von Notfallplänen

Während des Ereignisses

- Gästelenkung und Zusammenarbeit mit Tourismusverbänden
- Zielgerichtete, auswirkungsbasierte und regionale Warnung

Nach dem Ereignis

- Erfahrungen festhalten und weitergeben
- Finanzielle Unterstützung
- Psychische Unterstützung

– AUSWIRKUNGEN VON HOCHWASSERN UND MUREN –

Was passiert, wenn Verkehrswege blockiert sind? Worauf ist zu achten, wenn Personen evakuiert werden müssen? Und was können die Betroffenen tun, um sich auf solche Ereignisse bestmöglich vorzubereiten? Basierend auf den Ergebnissen des Expert:innen-Workshops mit Fokus auf vulnerable Gruppen wurden zwei Szenarien entwickelt (in den Workshops wurden auch Stromausfälle bearbeitet, die hier allerdings nicht näher ausgeführt werden).

Szenario 1

Verkehrswege sind blockiert
Starkregen kann zu Hochwasser und Muren führen, wodurch Verkehrswege blockiert werden können.

1. Verkehr ist beeinträchtigt
Es kommt zu Stau, Täler sind abgeschnitten, öffentlicher Verkehr und Individualverkehr sind beeinträchtigt.

2. Zugänglichkeit ist beeinträchtigt
Einsatzkräfte und Pflegepersonal kommen nicht zu Betroffenen. Das kann im ungünstigsten Fall dazu führen, dass Evakuierungen nur erschwert oder nicht möglich sind. Betroffene können in Panik geraten, besonders bei Personen mit Angststörungen kann das verstärkt der Fall sein.

3. Lieferketten sind unterbrochen
Die Versorgung mit Nahrungsmitteln, Medikamenten und Hilfsmitteln ist eingeschränkt oder kommt ganz zum Erliegen. Personen, die z.B. auf Hilfsmittel angewiesen sind, sind besonders stark betroffen.

4. Folgen für Gesundheit
Durch die mangelhafte medizinische Versorgung kann es zu Erkrankten und Todesopfern kommen.

Das kann helfen:

- Schulungen für Einsatzkräfte können dabei helfen, im Umgang mit Betroffenen, wie z.B. Personen mit Behinderung, auf deren Bedürfnisse und Herausforderungen einzugehen.
- Es ist hilfreich, eine persönliche „Notfallbox“ vorzubereiten mit Nahrungsmitteln, Medikamenten und anderen Hilfsmitteln.
- Zielgerichtete Information kann den Betroffenen helfen, Ruhe zu bewahren und geeignete Maßnahmen zu setzen.

Szenario 2

Evakuierungen werden durchgeführt
Durch Hochwasser und Muren kann es sein, dass Personen an ihren Aufenthaltsorten nicht mehr sicher sind und evakuiert werden müssen.

1. Hochwasser und Muren gefährden Gebäude
Personen sind an ihren Aufenthaltsorten nicht sicher und müssen an einen sicheren Ort gebracht werden.

2. Personen müssen transportiert werden
Personen, die in ihrer Mobilität eingeschränkt oder sehbehindert sind, können Schwierigkeiten haben, an einen Ort zu gelangen, von dem aus sie evakuiert werden können. Auch der Transport von Hilfsmitteln kann eine große Herausforderung darstellen, z.B. in Bezug elektrische Rollstühle oder das Aufrechterhalten einer Sauerstoffversorgung.

3. Am Evakuierungsort
Hier sollten ausreichend medizinische Versorgung und Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Wichtig ist die barrierefreie Zugänglichkeit sowie die Möglichkeit/das Vorhandensein von Rückzugsorten für die Betroffenen.

Das kann helfen:

- Personen sollen sich bestenfalls im Vorfeld damit auseinandersetzen, wo für sie Schwierigkeiten auftreten können und wobei sie Hilfe benötigen.
- Auch hier ist es hilfreich, eine persönliche „Notfallbox“ vorzubereiten mit Medikamenten und anderen Hilfsmitteln.
- Schulungen können Einsatzkräften dabei helfen, im Umgang mit betroffenen Personen routinierter zu werden, z.B. bei Personen mit Behinderung Berührungängste abzubauen.
- Die freiwillige Eintragung in ein Notfallregister für besonders vulnerable Personen kann Einsatzkräften dabei helfen, im Falle einer Evakuierung besser auf deren Bedürfnisse einzugehen.

IMPRESSUM

Inhaltliche Ausarbeitung, Graphiken, Tabellen

GeoSphere Austria, Region Pinzgau, Angieneering

Kontakt

GeoSphere Austria

RiskLab – Wetter, Klima & Naturgefahren

Hohe Warte 38 | 1190 Wien

risklab@geosphere.at

KLAR! Pinzgau

Klimawandel- Anpassungs- Modellregion Pinzgau

pia.hohenwarter@region-pinzgau.at

Datenquellen

SPARTACUS (Hiebl und Frei, 2018)

ÖKS15 (Chimani et al., 2016)

STARC-Impact (Chimani et al., 2019)

Gefahrenzonen der Bundeswasserbauverwaltung Salzburg

Gebäude- und Bevölkerungsdaten von Statistik Austria

Literaturquelle

Hantel, M., Maurer, C., & Mayer, D. (2012). The snowline climate of the Alps 1961–2010. *Theoretical and Applied Climatology*, 110(4), 517-537.

Das Projekt Risk:LOCAL wird gefördert durch den Klima- und Energiefonds.



Projektpartner:

