

Wildbach- und  
Lawinenverbauung  
Forsttechnischer Dienst

ENGAGE  
Geomorphologische Systeme  
& Risikoforschung



universität  
wien



# Vulnerabilität

Maria Papathoma-Köhle (BOKU)

Sven Fuchs (BOKU)

# Kernaussagen

- Die Schadensanfälligkeit (Vulnerabilität) gegenüber Extremereignissen in Österreich ist **bislang kaum untersucht** worden.
- Grundsätzlich kann Vulnerabilität aus verschiedenen Blickwinkeln heraus betrachtet werden, und umfasst zumindest
  - **physische**,
  - **soziale**,
  - **ökonomische**, und
  - **institutionelle** Komponenten, die in Wechselwirkung zueinander stehen.
- Der dringendste Forschungsbedarf wird in der **Erarbeitung von Datengrundlagen** gesehen, die es erlauben, unterschiedliche Vulnerabilitäten zu quantifizieren.


# Definitionen

- **Physische Vulnerabilität** als **funktionaler Zusammenhang** zwischen Prozessgröße, der daraus resultierenden Auswirkung auf gefährdete Elemente (Gebäude, Infrastruktur, Personen) und exponierten Werten.
  - Vulnerabilität = erwarteter **Schadensgrad**, der sich aus den Auswirkungen eines bestimmten (Bemessungs-)Ereignisses auf die gefährdeten Elemente ergibt.
  - Nimmt Werte zwischen 0 und 1 an.
- **Institutionelle Vulnerabilität** durch die soziopolitischen, kulturellen und wirtschaftlichen **Rahmenbedingungen** definiert, die zusammen die Gefährdung ausdifferenzieren und die damit verbundene Auswirkung sowie die Fähigkeit, sich von Schäden zu erholen und zukünftige Bedrohungen abzuwehren, bestimmt.
  - Vor allem über gesetzliche Vorgaben udgl. definiert.

# Definitionen

- **Ökonomische Vulnerabilität** entsteht, sobald Individuen oder Organisationen aufgrund eines Schadensereignisses einen **Verlust** erleiden, der nicht durch Risikoübertragung oder andere Ausgleichsmaßnahmen abgedeckt wird.
  - Institutionelle Vulnerabilität führt, in Kombination mit physischer Vulnerabilität aufgrund der Auswirkungen von Naturereignissen auf die menschliche Umwelt, zu einer **ökonomischen Vulnerabilität von exponierten Werten**.
  - Dadurch wird die Widerstandsfähigkeit einzelner oder institutioneller Eigentümer reduziert. Dabei wird eine bestimmte Auswirkung (ein Schaden aufgrund eines Naturereignisses) nur in Bezug auf bestehende Werte zu einer Gefahr.
- **Soziale Vulnerabilität** ist definiert als jene **Möglichkeiten** und **Fähigkeiten** einer Person oder gesellschaftlichen Gruppe, die Auswirkungen einer Gefahr abzuwehren, zu **bewältigen**, zu widerstehen und sich davon zu erholen.
  - Auf diese Weise definiert, umfasst Vulnerabilität eine Kombination von Faktoren, die den Grad bestimmen, in dem ein Individuum oder die Gesellschaft durch ein bestimmtes Ereignis in der Natur geschädigt wird.

# Studien in Österreich

- Im Folgenden werden vorhandene und in **wissenschaftlichen Datenbanken** zugängliche **Studien zu Vulnerabilität** präsentiert, die einen Rückschluss auf die Schadensanfälligkeit für Risikoelemente (Gebäude, Infrastruktur, aber auch Personen) erlauben.
  - Dieses Vorgehen impliziert, dass möglicherweise vorhandene sogenannte „graue“ **Literatur nicht berücksichtigt** wurde.
- 
- Gemäß Vorgehen in der Studie wird „**extrem**“ nicht mit einer bestimmten (und für alle Prozesse durchgängigen) Jährlichkeit definiert, sondern es wird vielmehr ein Augenmerk auf extreme (= **von der Norm abweichende**) Folgen aus unterschiedlichen Ereignissen gelegt.

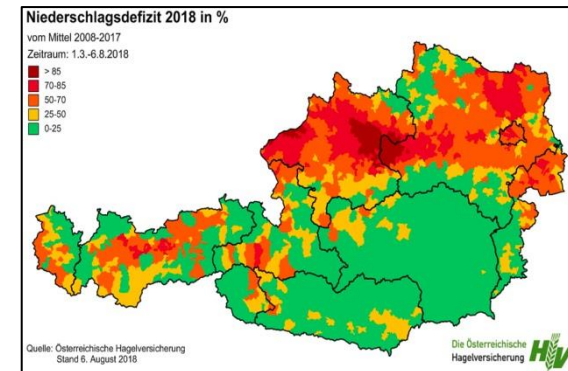
# Hitze und Dürre – Personen

- Wanka et al. (2014): **Hitzewahrnehmung**, Bewusstsein hinsichtlich der Risiken von Hitze und zu Anpassungs- bzw. **Bewältigungsstrategien** von Personen.
- Steigende Temperaturen stellen eine **bedeutende Determinante** für die Vulnerabilität dar.
- **Höchste Schadensanfälligkeit**: Erwachsene (> 65 Jahre) mit niedrigem sozioökonomischen Status und schlechtem Gesundheitszustand sowie der Tendenz zur sozialen Isolation.
- Hitzeperioden mit einer **Wärmebelastung > 35°C** am ersten Tag führen zu erhöhter Mortalität (Muthers et al. 2010).



# Hitze und Dürre – Landwirtschaft

- Hohmann et al. (2018): für das Einzugsgebiet der Raab nimmt der sommerliche Abfluss um 40-70 % ab (plus 2-4 K; minus 15-30 % Niederschlag), steigende Anfälligkeit für Trockenperioden und einer resultierenden Vulnerabilität (Falloon und Betts, 2010), wie auch bereits früher von Alexandrov et al. (2002) beschrieben (Abnahme der Getreideproduktion, jedoch Zunahme der Produktion von Sojabohnen).
- Aber: die Schadensanfälligkeit unterschiedlicher Ackerfrüchte ist je nach Pflanzentyp und Naturgefahrenstyp im Jahresverlauf hochvariabel (Punge und Kunz, 2016), und bislang nicht im Sinne von Schadensfunktionen dokumentiert.



# Sturm

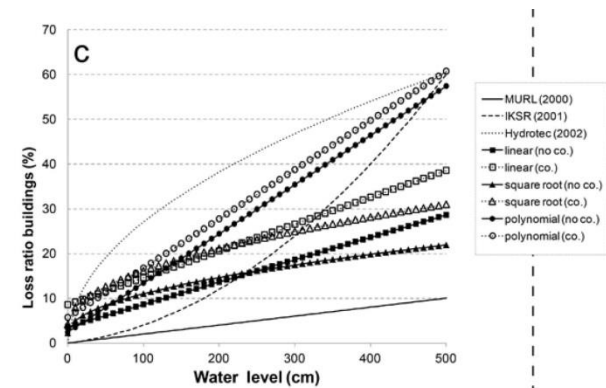
- Huttenlau und Stötter (2011):  
Vulnerabilität in Bezug auf exponierte Gebäude in Tirol. Potenzial für absolute Schäden im Bereich von ca. 100-150 Mio. € für Gebäude und Inventar.
- Prettenthaler et al. (2012):  
stochastisches Modell zur Bewertung des Sturmrisikos in Österreich. Szenarienbasiert werden darauf aufbauend Vulnerabilitätskurven generiert, die auf regionaler Ebene Auskunft über potentielle Verluste geben.





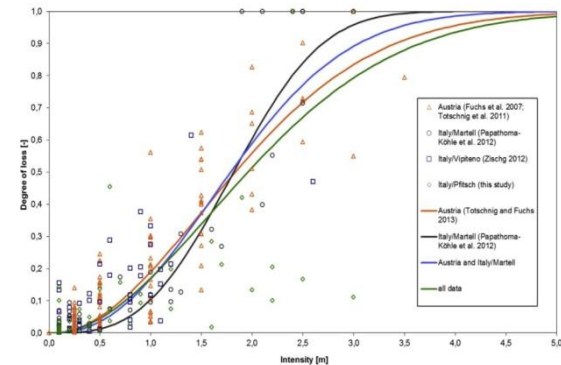
# Überschwemmung

- Thieken et al. (2016): **physische Vulnerabilität von Wohngebäuden** in Lechaschau (Tirol).
- **Schadenfunktion** in Cammerer et al. (2013) beschrieben.
- Das Modell basiert auf der Einpassung von Kurven in **empirisch ermittelte Schadensdaten**, die ihrerseits einen Bezug zwischen Wasserstand und Schadenlast herstellen.



# Sedimentkatastrophen, Feststoffereignisse (= Wildbach-Ereignisse??), Murgänge

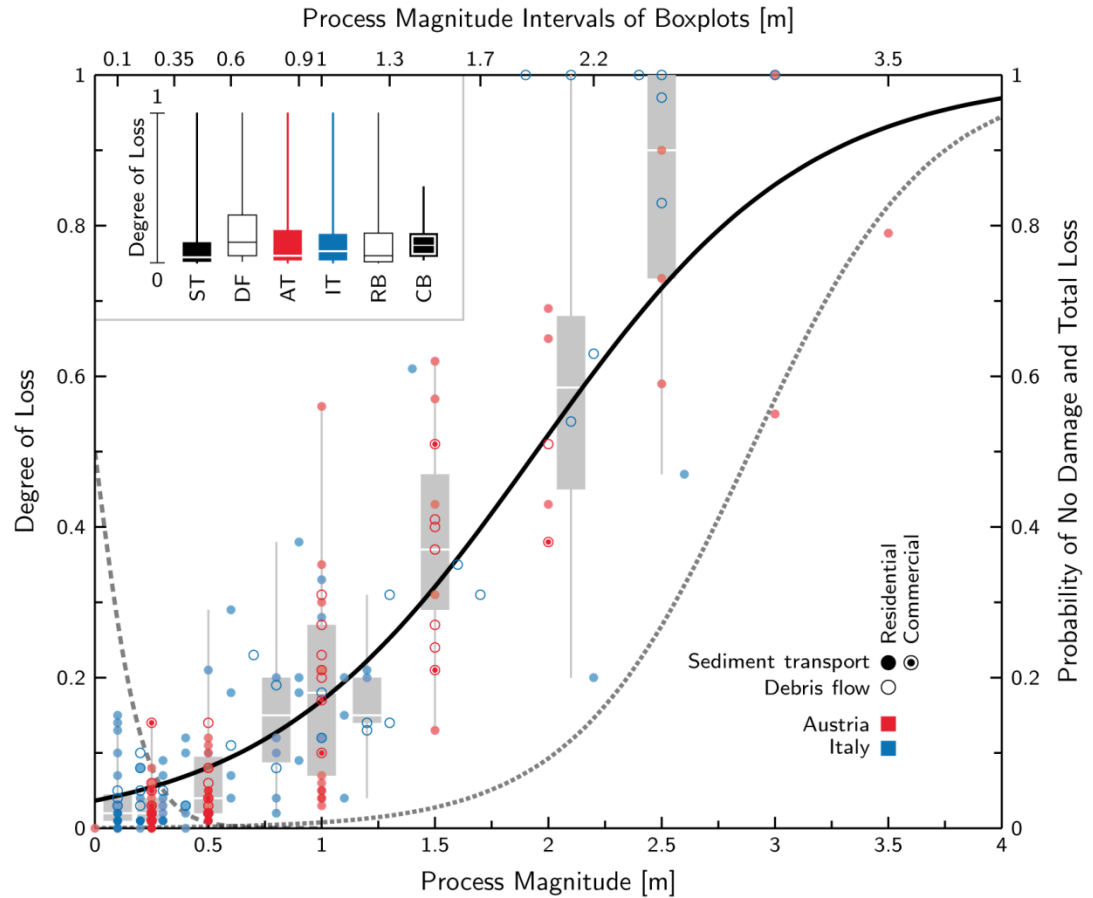
- Fuchs et al. (2007), Totschnig et al. (2011) und Totschnig und Fuchs (2013): **empirisch ermittelte Vulnerabilitätsfunktionen für Gebäude**, Ablagerungshöhe vs. Schadenlast.
- In Bezug auf Wildbachgefahren wurde für eine Fallstudie in Kärnten nachgewiesen, in welcher Höhe **lokaler Objektschutz** in der Lage ist, die **ökonomische Vulnerabilität** zu verringern (Holub und Fuchs, 2008).



# Sedimentkatastrophen, Feststoffereignisse (= Wildbach-Ereignisse???)

- Fuchs et al. (2019):  
[Modell zur Berechnung der Vulnerabilität für Gebäude](#), das bei Bedarf für eigene Studien verwendet und weiterentwickelt werden kann.

• <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.03.026>



# Rutschungen und Erdschuttströme

- Erd(schutt)strom im **Gschlifgraben** (2007), Häuser gefährdet. Großrutschung bereits seit mehreren Jahrhunderten bekannt (Hübl et al., 2009; Weidinger et al., 2011); zahlreiche Informationen in Form von Chroniken, Studien sowie wissenschaftlichen Arbeiten.
  - Die **physische Vulnerabilität der betroffenen Gebäude ist hier über die Zeit mit „1“ zu beurteilen**, da diese entweder zerstört oder gemeinsam mit den Schuttmassen in den Traunsee geschoben wurden.
- In den Gemeinden **Gasen** und **Haslau** ereigneten sich 2005 zahlreiche Rutschungen, die erhebliche Schäden an Gebäuden, landwirtschaftlichen Flächen und Infrastruktur zur Folge hatten (Andrecs et al., 2007). Über die Vulnerabilität bei diesen Rutschungen sind, trotz zweier Todesopfer, **keine näheren Angaben** auffindbar.



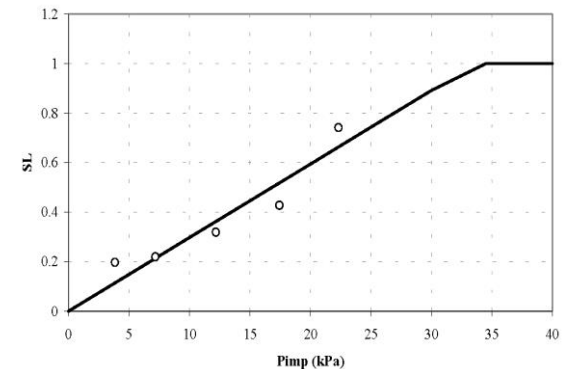
# Felsgleitung, Bergsturz Steinschlag, Felssturz

- Für **Bergstürze** finden sich in Huttenlau und Stötter (2012) Angaben zu modellierten potentiellen Schadenshöhen, **in Bezug auf die Vulnerabilität sind jedoch keine näheren Angaben enthalten.**
  - Es muss davon ausgegangen werden, dass bei einem derartigen größeren Worst-Case Szenario diese jedenfalls (aus Sicht der physischen Vulnerabilität) mit „1“ zu beurteilen wäre.
- Bayer et al. (2000), Meissl et al. (2002): Serie von **Felsstürzen** am Eiblschrofen (Schwaz), aufgrund der Bedrohung des Ortsteils Ried wurden 256 Personen aus 56 Gebäuden evakuiert, und 8 Gewerbebetriebe vorübergehend geschlossen.
  - In Bezug auf die Vulnerabilität sind in der Literatur keine Angaben enthalten, aufgrund der Sturzenergie ist jedoch bei derartigen Prozessen von einem Wert in der Höhe von „1“ auszugehen, falls Treffer erfolgen.



# Lawinen

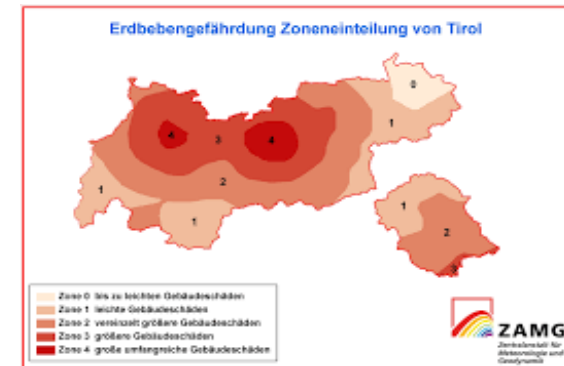
- Barbolini et al. (2004): Für Wolfsgrabenlawine in St. Anton (1988) und Galtür (1999) empirische Vulnerabilitätsfunktion für Gebäude in Abhängigkeit des auftretenden Lawinendruckes.



$$Schadenlast = \begin{cases} 0,0297P_{imp} & \text{if } P_{imp} \leq 34kPa \\ 1 & \text{if } P_{imp} > 34 kPa \end{cases}$$

# Erdbeben

- Huttenlau und Stötter (2012): **regionale Analyse der Vulnerabilität** gegenüber Erdbeben (Tirol). Methode: Schadenfunktionen aus der Rückversicherungswirtschaft sowie EMS-98 (beobachtete Schadensmuster und Einschätzung durch Experten, Grünthal, 1998).
- Achs und Adam (2012): **Indikatorenansatz** zum Screening größerer Gebäudemengen in Bezug auf deren **physische Vulnerabilität**. Bewertung struktureller Bauwerkparameter und der Schadensrelevanz (Exposition, Bedeutung des Gebäudes für die Öffentlichkeit und die lokale Wirtschaft, Ausstattung sowie Beeinflussung der Umwelt).



# Starkniederschläge und Hagel, Sturzfluten, Bodenerosion, Permafrost, Gletschergefahren, Schutzwald, Waldbrand, Kaskadeneffekte

- Bei Redaktionsschluss sind den Autoren **keine Studien zur Vulnerabilität bekannt.**





# Herausforderungen

- Vulnerabilität wird unterschiedlich thematisiert, und aufgrund verschiedener disziplinärer Herangehensweisen existieren **unterschiedliche Methoden zur Erfassung physischer, sozialer, institutioneller und ökonomischer Vulnerabilität**.
- Es hat sich gezeigt, dass in Bezug auf die unterschiedlichen Vulnerabilitäten **in Österreich erst wenig bekannt** ist, vor allem in Hinblick auf Extremereignisse (definiert als jene Ereignisse, die jenseits öfter wiederkehrender „normaler“ Ereignisse liegen, und entsprechend höhere Auswirkungen haben ).
- Eine **Integration der Ansätze aus den Sozial- und Naturwissenschaften sowie aus Politik und Wirtschaft** würde (im gegenwärtigen Stadium) keinesfalls zu einer allgemeingültigen Methode zur Quantifizierung von Vulnerabilität führen, sondern **zu einem Konzept, das komplementäre Einsichten bietet**, die für ein tieferes Verständnis von Gefahr und Risiko notwendig sind.

# Empfehlungen

- Vertiefende Betrachtung von Vulnerabilität im Zuge von (Extrem-) Ereignissen;
- Berücksichtigung unterschiedlicher (disziplinärer) Dimensionen der Vulnerabilität und der multiplen Interaktionen zwischen unterschiedlichen Vulnerabilitäten;
- Berücksichtigung der Dynamik von physischer, sozialer, institutioneller und ökonomischer Vulnerabilität aufgrund des sozio-ökonomischen Wandels der Gesellschaft und aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels;
- Berücksichtigung der Skaleneffekte bei der Analyse der Vulnerabilität;
- Bereitstellung von Plattformen bzw. Datenbanken, über die Informationen zur Schadensanfälligkeit, aber auch Studienergebnisse und weitere Daten einer breiten Nutzergruppe zur Verfügung gestellt werden können.

Dr. Sven Fuchs

Dr. Maria Papathoma-Köhle

Institut für Alpine Naturgefahren

Universität für Bodenkultur

Peter-Jordan-Str. 82, 1190 Wien

[sven.fuchs@boku.ac.at](mailto:sven.fuchs@boku.ac.at)

Verwendete Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.