Normalisierung und Trends der Unwetterschäden in der Schweiz (1972-2016)

Autor(en): **Andres, Norina / Badoux, Alexandre**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **111 (2019)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-946161

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Normalisierung und Trends der Unwetterschäden in der Schweiz (1972–2016)

Norina Andres, Alexandre Badoux

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie adressieren wir die Frage, ob Trends in Schadensdaten der Schweiz vorhanden sind und ob eine allfällige Verbindung zum Klimawandel besteht. Um diese Fragestellung zu beantworten, müssen sozio-ökonomische Entwicklungen berücksichtigt werden, weshalb die Daten der Unwetterschadens-Datenbank der WSL für die Jahre 1972–2016 mit drei verschiedenen Ansätzen normalisiert wurden. Für den Trendtest wurden jährliche Schadenssummen für die Prozesse Hochwasser, Murgänge und Rutschungen berücksichtigt. Durch die Normalisierung erhöhen sich die jährlichen Schadenssummen der früheren Jahre, v. a. bei Ereignissen mit hohem Schaden. Dabei verdoppeln sich die totale, normalisierte Schadenssumme und der Mittelwert aller berücksichtigten Jahre beinahe. Die Resultate zeigen keine signifikante Zunahme der Schadenskosten über die 45 Jahre und die hier untersuchten Prozesse. Ein potenzieller Einfluss des Klimawandels auf die Schäden konnte somit nicht festgestellt werden.

1. Einleitung

Naturgefahren spielen in der Schweiz eine zentrale volkswirtschaftliche Rolle. Nach grösseren Schadensereignissen kommt seitens Medien immer wieder die Frage auf, ob die Schäden zunehmen und ob ein Zusammenhang mit dem Klimawandel nachweisbar ist. Damit der finanzielle Schaden aus einem heutigen Ereignis mit einem vergangenen verglichen werden kann, müssen die Daten normalisiert werden. Dabei stellt man sich die Frage, wie viel ein Ereignis, das sich z. B. 1978 ereignet hat, heute kosten würde. Neben der Tatsache, dass Sachwerte heute teurer sind (Teuerung), gilt es auch weitere sozio-ökonomische Veränderungen über die Zeit zu berücksichtigen. Zum Beispiel resultiert durch eine Bevölkerungszunahme, dass mehr Menschen potenziell gefährdet sind. Eine Zunahme von Strassen, Zugstrecken, Gebäuden und Infrastruktur führt zu einem höheren Schadenspotenzial und bedeutet, dass die Gesellschaft gegenüber Naturgefahren vulnerabler wird. Im Vergleich zu früher ist das Eigentum heute oftmals mehr wert und Menschen sind vermögender. Mehr teure Sachgüter werden heutzutage in Gebäuden aufbewahrt, wie z. B. Autos in unterirdischen Garagen, Gerätschaften und technische Anlagen im Untergeschoss, was früher weniger vorkam und heute das Schadenspotenzial stark erhöht.

Im vorliegenden Beitrag werden die Resultate der Studie von *Andres* und *Badoux* (2018) für das deutschsprachige Fachpublikum zusammengefasst und zu-

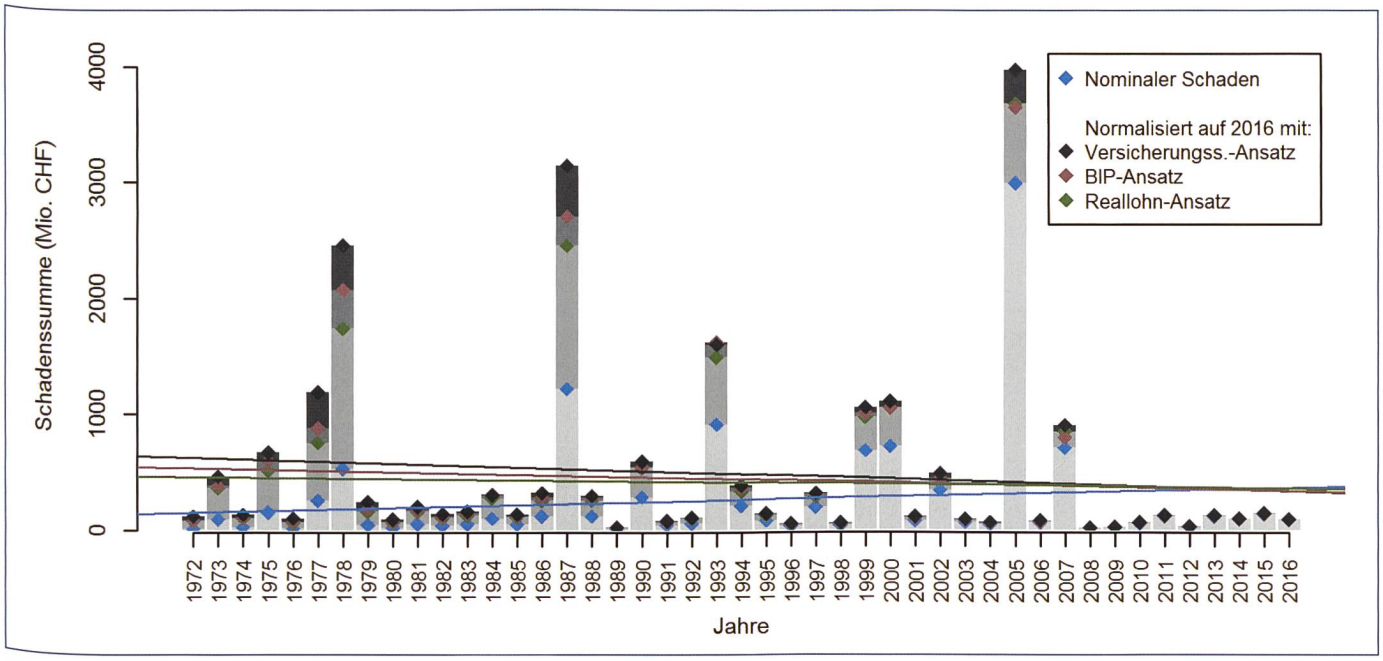


Bild 1. Jährliche Schäden in der Schweiz durch Hochwasser, Murgänge und Rutschungen (in Mio. CHF) nominal und normalisiert auf Werte für das Jahr 2016 mit drei Ansätzen: Verwendung der Versicherungssummen von Gebäuden (Versicherungssummen-Ansatz) sowie Berücksichtigung von Teuerung und Bevölkerungswachstum in Kombination mit dem BIP (BIP-Ansatz) oder Reallohn (Reallohn-Ansatz). Obwohl die Regressionsgeraden eine gewisse Neigung aufweisen, zeigen die angewendeten Trendtests keine Signifikanz (Lineare Regression, Mann-Kendall-Trendtest).

sätzlich die räumliche Verteilung der nominalen und normalisierten Schadenssummen pro Schweizer Kanton ausgewertet.

2. Methodik

Für den Vergleich von Schäden über die Zeit wurden die Daten der WSL-Unwetterschadens-Datenbank der Schweiz für den Zeitraum 1972–2016 verwendet. Berücksichtigt wurden die Prozesse Hochwasser, Murgänge und Rutschungen. Da Steinschlag- und Felssturzereignisse erst seit 2002 aufgenommen werden, wurden diese Prozesse in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt. Die Daten beruhen auf der Auswertung von Zeitungsartikeln (siehe *Andres* und *Badoux*, 2019, diese WEL-Ausgabe; *Hilker et al.*, 2009).

Für die Normalisierung können verschiedene Methoden verwendet werden. In der Literatur findet man oftmals den Ansatz von *Pielke Jr.* und *Landsea* (1998), welcher den nominalen Schaden (*S*) aus dem Jahr *y* mit einem Faktor für die Teuerung (*T*), die Bevölkerungsentwicklung (*P*) und die Entwicklung des Reichtums (*R*) multipliziert. Somit erhält man den normalisierten Schaden für das Jahr 2016 (NS_{2016}) wie folgt:

$$NS_{2016} = Sy \times Ty \times Py \times Ry \qquad (1)$$

Alle Faktoren in Gleichung (1) werden generiert, indem der Wert für das Jahr 2016 jeweils durch den entsprechenden Wert für das Jahr *y* dividiert wird. Dies resultiert in einem Wert von 1 für 2016 und z. B. einem Wert $T_{1972} = 2.58$ für das Jahr 1972. Für die Berechnung des Teuerungsfaktors (*T*) verwendeten wir den Landesindex der Konsumentenpreise, für die Bestimmung des Faktors der Bevölkerungsentwicklung (*P*) die Bevölkerungszahlen pro Kanton und für die Entwicklung des Reichtums (*R*) entweder den Reallohn oder das Bruttoin-

	nominal	normalisiert mit dem		
		Versicherungssummen-Ansatz	BIP-Ansatz	Reallohn-Ansatz
Summe (Mio. CHF)	11'226	22'173	19'940	18'740
Mittelwert (Mio. CHF)	249	493	443	416
Median (Mio. CHF)	83	138	125	127
Mittlerer jährlicher Schaden pro Kopf (CHF)	35	72	64	60

Tabelle 1. Kennwerte für Schadenssummen der Periode 1972–2016 (nominal und normalisiert mit drei Ansätzen: Verwendung der Versicherungssummen von Gebäuden sowie Berücksichtigung von Teuerung und Bevölkerungswachstum in Kombination mit dem BIP oder Reallohn).

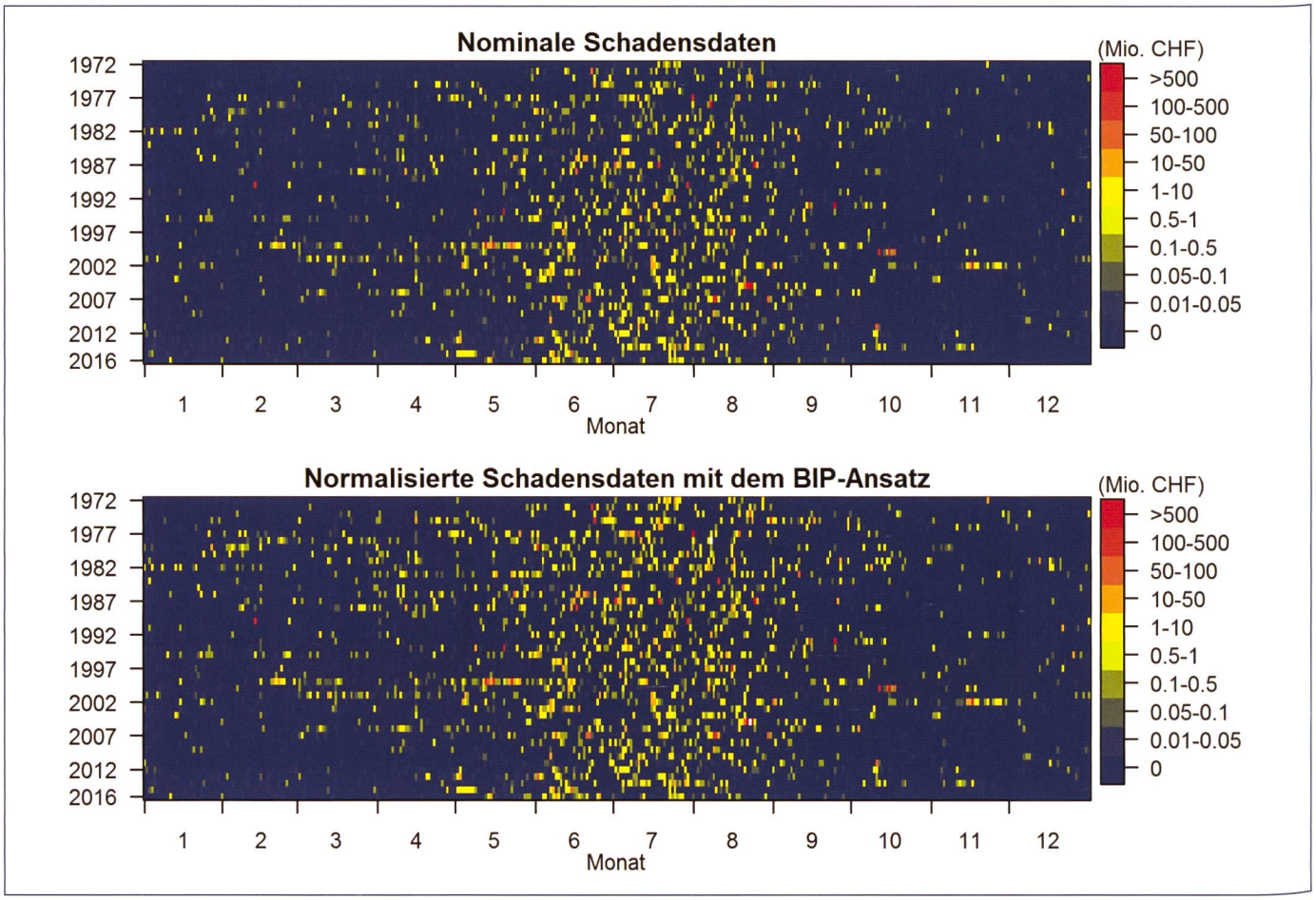


Bild 2. Zeitliche Verteilung der nominalen Schäden (oben) und der mittels BIP-Ansatz normalisierten Schäden (unten). Abgebildet sind alle Tage eines einzelnen Jahres (x-Achse) für die Jahre 1972–2016 (y-Achse).

landprodukt, BIP (Daten: www.bfs.admin.ch). Die Normalisierung der Schäden mittels Gleichung (1) wird in der Folge «Reallohn-Ansatz» oder «BIP-Ansatz» genannt, je nachdem, welcher Faktor (*R*) für die Entwicklung des Reichtums benutzt wurde.

Ein weiterer Ansatz für die Normalisierung der Schadensdaten ergibt sich aus der Multiplikation des nominalen Schadens (*S*) aus dem Jahr *y* mit dem Faktor für die Entwicklung der Versicherungssumme für Gebäude (*V*). In der Folge nennen wir diese dritte Methode den «Versicherungssummen-Ansatz».

$$NS_{2016} = Sy \times Vy \qquad (2)$$

Die Daten zur Bestimmung des Faktors *V* wurden vom Interkantonalen Rückversicherungsverband (IRV) zur Verfügung gestellt und beinhalten Informationen für 19 der 26 Schweizer (Halb-)Kantone. Für die restlichen Kantone wurde der Mittelwert aller vorhandenen Kantone angenommen. Im Vergleich zum BIP- und Reallohn-Ansatz gemäss *Pielke Jr.* und *Landsea* (1998) nehmen wir bei dieser Methode an, dass die Entwicklung der Bevölkerung und des Reichtums bereits in den Zahlen der Versicherungssumme enthalten ist. Mit den beiden Faktoren Bevölkerungsentwicklung (*P*) und Versicherungssumme (*V*) ist in allen hier verwendeten Ansätzen auch eine räumliche Komponente enthalten.

Um zu testen, ob der Trend der Schadenssummen über die Jahre signifikant ist, wurde eine lineare Regression und ein Mann-Kendall-Trendtest angewendet. Eine Untersuchung der Anzahl Datenbankeinträge über die Untersuchungsperiode wurde ebenfalls durchgeführt und wird in *Andres* und *Badoux* (2018) näher erläutert.

3. Resultate

Je nach gewähltem Ansatz wurden die jährlichen Schadenssummen verschieden normalisiert und zeigen entsprechend unterschiedliche Jahressummen an. Durch die Normalisierung erhöhen sich v. a. die Schadenssummen zu Beginn der Untersuchungsperiode *(Bild 1)*. Das Jahr 2005 zeigt noch immer die höchste Schadenssumme der Datenreihe, aber die Jahre 1978 und 1987 weisen nun ebenfalls Schäden über 1.7 Mrd. CHF auf. Für die Jahre mit geringen nominalen Schadenssummen ist der Effekt der Normalisierung, absolut betrachtet, sehr klein.

Ein Vergleich der verschiedenen Normalisierungsansätze zeigt, dass bei Anwendung des Versicherungssummen-Ansatzes die höchsten Schadenssummen resultieren (siehe *Tabelle 1*), gefolgt vom BIP-Ansatz, welcher neben dem Bevölkerungswachstum und der Teuerung das BIP verwendet, und dem Reallohn-Ansatz. Durch den Normalisierungsprozess wird die Schadenssumme über alle Jahre von 1972 bis 2016 beinahe verdoppelt *(Tabelle 1)*. Der Mittelwert von nominal 249 Mio. CHF Schaden pro Jahr wird durch die Normalisierung ebenfalls fast verdoppelt und zeigt je nach Ansatz Werte von 493, 443 und 416 Mio. CHF *(Tabelle 1)*.

Die leicht steigende Regressionsgerade der nominalen Schadenssummen in *Bild 1* lässt vermuten, dass eine Zunahme der Schäden über die 45 Jahre des Erfassungszeitraums auftritt. Im Vergleich dazu zeigen die Regressionsgeraden der normalisierten Schadenssummen eher

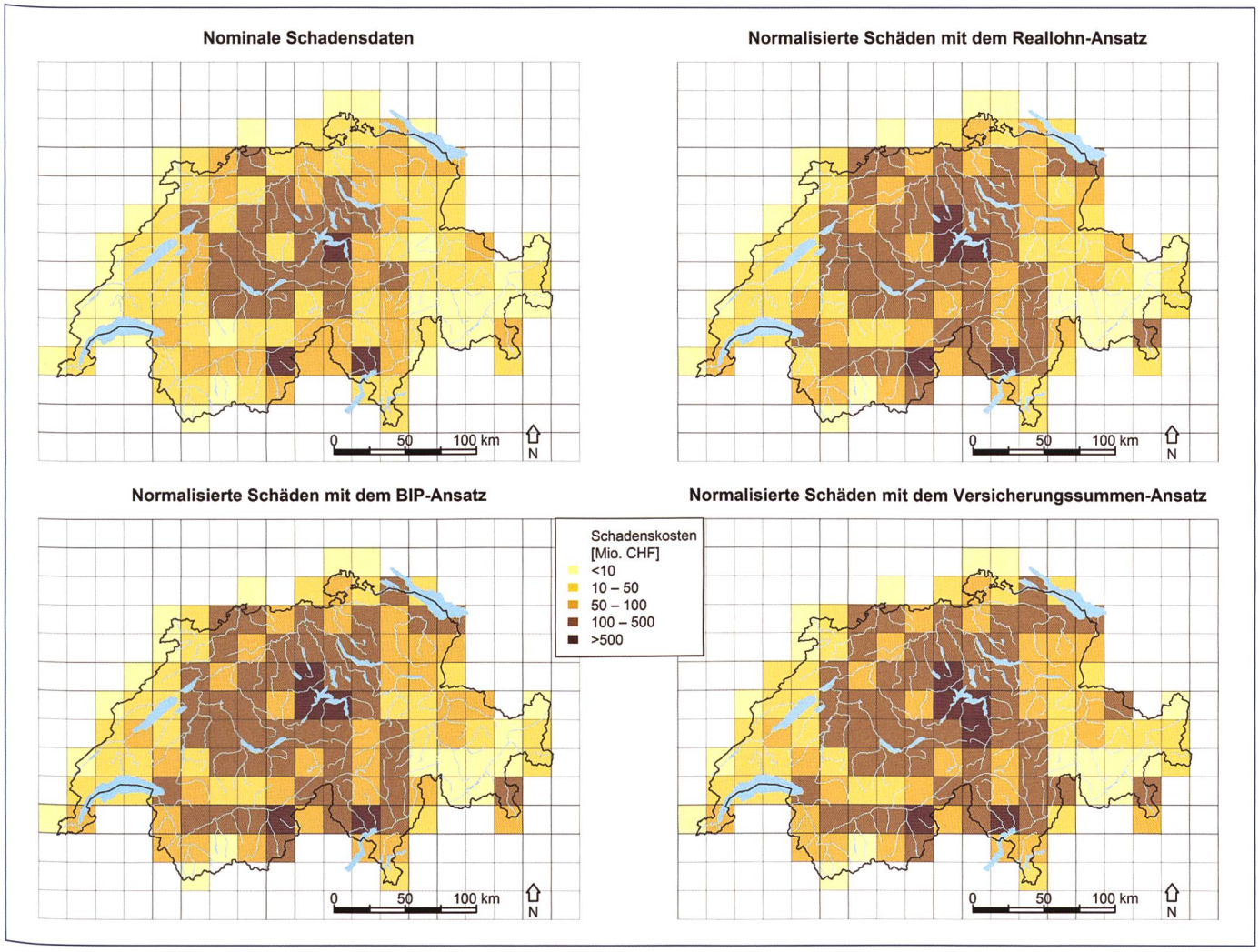


Bild 3. Räumliche Verteilung der nominalen und normalisierten Schadenssummen in der Schweiz über die Periode 1972–2016 in einem 20-km-Gitter.

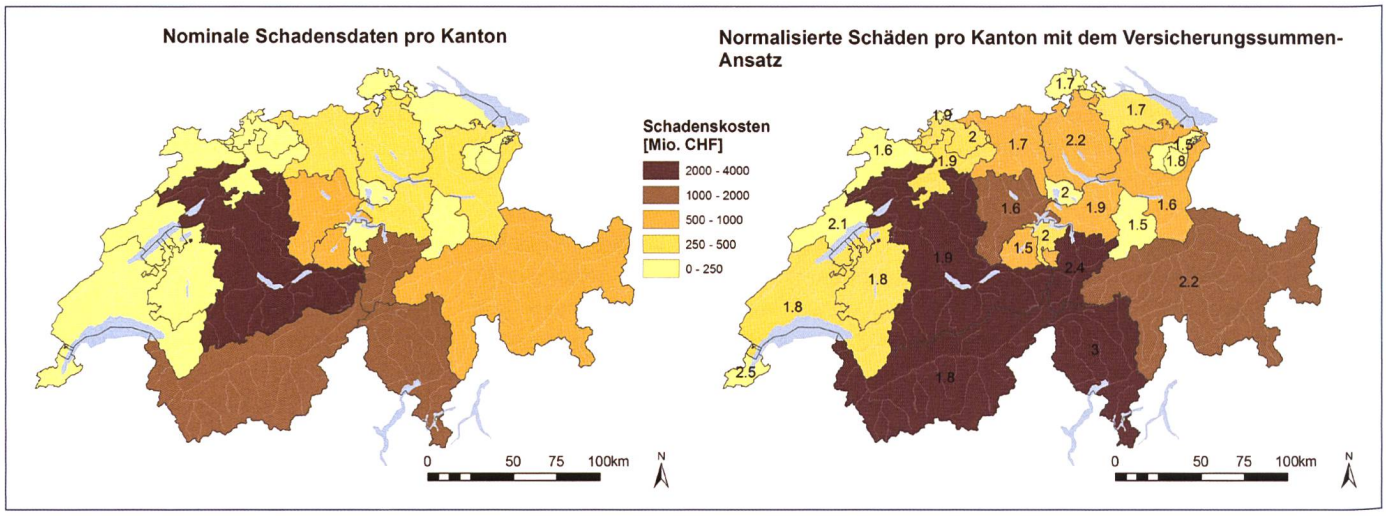


Bild 4. Räumliche Verteilung der nominalen (links) und normalisierten (rechts) Schadenssummen in der Schweiz pro Kanton über die Periode 1972–2016. Die Zahlen in der rechten Karte zeigen das Verhältnis der normalisierten zu den nominalen Werten pro Kanton.

eine leichte Abnahme. Die Trendtests über die jährlichen Schadenssummen mit der linearen Regression (Daten in log-Skala) und dem Mann-Kendall-Test zeigen jedoch keine Signifikanz ($P<0.05$), weder für die nominalen Schadenssummen noch für die normalisierten. Die entsprechenden P-Werte betragen für die lineare Regression $P=0.324$ (nominale Schadenssummen) und $P=0.061–0.194$ (normalisierte Schadenssummen) sowie für den Mann-Kendall-Test $P=0.221$ (nominale Schadenssummen) und $P=0.052–0.214$ (normalisierte Schadenssummen).

Die zeitliche Verteilung der Schadensdaten über die Untersuchungsperiode, abgebildet auf Tagesbasis in *Bild 2*, zeigt eine Ansammlung von Ereignissen in den Monaten Juni bis August. Rund 71–75 % des Gesamtschadens (nominal oder normalisiert) häufen sich in diesen Monaten. Diese Ansammlung kann durch die Überflutungsschäden erklärt werden, welche v. a. in diesen Monaten auftreten und in der Schweiz am stärksten ins Gewicht fallen. Rutschungsschäden zeigen ebenfalls höchste Schadenswerte im August, sind aber gleichmässiger auf das Jahr verteilt. Bei der Betrachtung von *Bild 2* ist generell kein visueller Trend über die Jahre erkennbar. Allerdings werden durch die Normalisierung die Schadenszahlen der früheren Jahre höher, was in der unteren Grafik durch eine leichte Farbverschiebung beobachtet werden kann.

In *Bild 3* ist die räumliche Verteilung der Schadenssummen über die 45-jährige Periode in einem 20×20-km-Gitter abgebildet, wobei erwähnt werden sollte, dass je nach Wahl der Gittergrösse sich ein leicht anderes Bild zeigt. Zudem weisen die Gitterzellen entlang der Schweizer Grenze sehr wahrscheinlich unterschätzte Schadenskosten auf, da nur Schadensdaten innerhalb der Schweiz vorliegen. Ein Vergleich der Karten in *Bild 3* zeigt, dass nach der Normalisierung generell mehr Zellen eine Summe von 100 Mio. CHF erreichen, wobei die Unterschiede im Schadensausmass und in der räumlichen Verteilung zwischen den Ansätzen gering sind. Höchste Schadenssummen sind generell in der Zentralschweiz und entlang der grossen Flüsse in den Haupttälern der Alpen auszumachen. Gitterzellen mit den tiefsten Schadenssummen befinden sich in der West- und Ostschweiz.

Der Kanton Bern zeigt die höchste nominale Schadenssumme von rund 2 Mrd. CHF für die Jahre 1972–2016, gefolgt von den Kantonen Wallis (1.5 Mrd. CHF), Tessin (1.2 Mrd. CHF) und Uri (1.1 Mrd. CHF) *(Bild 4)*. Die mit dem Versicherungssummen-Ansatz normalisierten Schadenssummen sind pro Kanton 1.5 bis 3 Mal höher im Vergleich zu den nominalen Schadenssummen für die betrachtete Zeitperiode. Ein hoher Wert für das Verhältnis ergibt sich, wenn ein Kanton v. a. in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums stark betroffen war, wie z. B. das Tessin im Jahr 1978. Infolge Normalisierung (mit dem Versicherungssummen-Ansatz) weisen die am schwersten betroffenen Kantone folgende Schadenssummen auf: Bern 4.0 Mrd. CHF, Tessin 3.7 Mrd. CHF, Uri 2.6 Mrd. CHF, Wallis 2.6 Mrd. CHF, Luzern 1.4 Mrd. CHF, Graubünden 1.3 Mrd. CHF *(Bild 4)*.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Resultate haben gezeigt, dass sich die Gesamtsumme der Schäden durch Hochwasser, Murgänge und Rutschungen über die 45-jährige Untersuchungsperiode beinahe verdoppelt, wenn die Daten normalisiert werden *(Tabelle 1)*. Die höchsten Normalisierungsfaktoren werden in demjenigen Ansatz verwendet, der die Versicherungssumme der Gebäude berücksichtigt. Die hohen Werte können mit der höheren Nachfrage der heutigen Bevölkerung nach Raum und einem höheren Komfortstandard erklärt werden, was zu überproportional teureren Häusern im Vergleich zu den 1970er-Jahren führt. Die Verwendung des BIP als Proxy-Variable für Reichtum ist generell umstritten, da z. B. Reparaturmassnahmen während Kriegen und nach Naturkatastrophen zu einer Erhöhung des BIP führen können (*Cassiers*, 2007). Obwohl es Unsicherheiten und Nachteile bei jedem der drei hier verwendeten Ansätze gibt, hat unsere Studie gezeigt, dass, unabhängig von der gewählten Methode, kein signifikanter Trend über die Zeit vorliegt.

Die Entwicklung des Reichtums ist mit einem einzigen Wert pro Jahr für die gesamte Schweiz abgebildet worden (BIP, Reallohn). Somit kann es sein, dass, obschon die Schweiz ein verhältnismässig kleines Land ist, die Entwicklung des Reichtums in gewissen Gebieten nicht richtig abgebildet ist. Mit der Einführung zumindest einer räumlichen Komponente (Bevölkerungsentwicklung nach Kantonen) wird diesem Problem in gewisser Weise Rechnung getragen. Das Identifizieren einer guten Proxy-Variable für die Entwicklung des Reichtums ist oftmals schwierig. Offen bleibt die Frage, ob diese Entwicklung nicht bereits mit den anderen verwendeten Faktoren (Teuerung, Bevölkerungsentwicklung) teilweise abgebil-

det ist und somit eine «Überindexierung» stattfindet. Unsicherheiten bestehen auch in den (nominalen) Daten der Unwetterschadens-Datenbank, z. B. aufgrund von Unterschieden in der Berichterstattung der Medien über die Zeit (*Hilker et al.*, 2009; *Badoux et al.*, 2014; *Andres* und *Badoux*, 2018).

Die Studie zeigt deutlich, dass Aussagen über eine Zunahme von Schäden im Zeitraum 1972–2016 für die hier untersuchten Prozesse statistisch nicht belegbar sind. Somit kann auch ein Zusammenhang mit dem Klimawandel nicht erklärt werden. Eine Trendanalyse mit Jahressummen ist jedoch schwierig, weil die untersuchten 45 Jahre durch einige wenige verheerende Ereignisse dominiert werden, welche rund 71 % der totalen nominalen Schäden ausmachen (1977, 1978, 1987, 1993, 1999, 2000, 2005, 2007). Die Trendanalyse ist somit stark von der Verteilung dieser schadenreichen Jahre in der Untersuchungsperiode abhängig (*Kron et al.*, 2012). Eine nur 45-jährige Untersuchungsperiode könnte auch zu kurz sein, um signifikante Trends zu entdecken. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass sich nur wenige Hochwasser während der ersten Hälfte des 20. Jh. ereignet haben (*Pfister*, 2009). Dies könnte zum falschen Schluss führen, dass eine Zunahme von Ereignissen in den letzten 30 Jahren des 20. Jh. und zu Beginn des 21. Jh. vorliegt. Denn es ereigneten sich einige schwere Hochwasser im 19. Jh. (*Röthlisberger*, 1991; *Pfister*, 2009; *Schmocker-Fackel* und *Naef*, 2010). Eine Studie von *Petrascheck* (1989) hat diesbezüglich gezeigt, dass die Normalisierung der Schadenskosten des 1868-Ereignisses auf das Jahr 1987 zu ähnlich hohen Werten wie infolge des Ereignisses 1987 führt.

Die Zunahme von nominalen Schäden durch Naturereignisse wird an verschiedensten Orten festgestellt. So steht zum Beispiel im IPCC-Assessment-Report der Arbeitsgruppe II, dass mit «hohem Vertrauen» die ökonomischen Kosten durch extreme Wetterereignisse in der Periode 1960 bis 2000 zugenommen haben (*Cramer et al.*, 2014). *Bouwer* (2011) hat 22 Studien analysiert, von denen die meisten zeigten, dass dieser Anstieg der Kosten auf einen Anstieg des Reichtums und eine Zunahme der durch Naturgefahren bedrohten Bevölkerung zurückzuführen ist. Denn nach Durchführung einer Normalisierung war in den Daten jeweils kein Trend mehr ersichtlich.

Neben dem Klimawandel beeinflussen andere Faktoren die zeitliche Entwicklung der Schadensdaten, wie z. B. Schutzmassnahmen. In der Schweiz werden jährlich rund 2.9 Mrd. CHF in Schutzmassnahmen investiert (geschätzt für die Periode 2000–2005) (*PLANAT*, 2007; *Wegmann et al.*, 2007). Der Einfluss all dieser risikomindernden Massnahmen auf die Schadenskosten von Ereignissen ist schwierig zu erfassen. Es ist aber möglich, dass diese Investitionen in die Sicherheit den Effekt des Klimawandels aufheben oder ihm zumindest entgegenwirken.

Danksagung

Wir danken dem Bundesamt für Umwelt, BAFU, für die langjährige und massgebliche Unterstützung bei der Erfassung der Unwetterschäden. Zudem bedanken wir uns beim Bundesamt für Statistik für die Daten zu Teuerung, Bevölkerung, Reallohn und BIP sowie bei *M. Imhof* vom Interkantonalen Rückversicherungsverband für die Daten der Versicherungssummen der Gebäude und seine wertvollen Inputs zur Studie.

Literatur

Andres, N., Badoux, A. (2019): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 2018. Rutschungen, Murgänge, Hochwasser und Sturzereignisse. «Wasser Energie Luft», 111. Jg., Heft 1: 29–38.

Andres, N., Badoux, A. (2018): The Swiss flood and landslide damage database: normalization and trends. Journal of Flood Risk Management (accepted October 2018). Early view. doi: 10.1111/jfr3.12510.

Badoux, A., Andres, N., Turowski, J.M. (2014): Damage costs due to bedload transport processes in Switzerland. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 279–294.

Bouwer, L.M. (2011): Have Disaster Losses Increased due to Anthropogenic Climate Change? Bulletin of the American Meteorological Society, 92 (1), 39–46.

Cassiers, I. (2007): Beyond GDP, Measuring progress, true wealth, and the well-being of nations: Conference Proceedings. in Beyond GDP, International Conference, Brussels: European Communities. pp. 346.

Cramer, W., Yohe, G.W., Auffhammer, M., Huggel, C., Molau, U., da Silva Dias, M.A.F., Stone, D.A., Tibig, L. (2014): Detection and attribution of observed impacts. In C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, et al. (Eds.), Climate change 2014 – Impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Global and sectoral aspects (Vol. 1, pp. 979–1037). Cambridge, England and New York, NY: Cambridge University Press.

Hilker, N., Badoux, A., Hegg, C. (2009): The Swiss flood and landslide damage database 1972–2007. Natural Hazards and Earth System Sciences, 9 (3), 913–925.

Kron, W., Steuer, M., Low, P., Wirtz, A. (2012): How to deal properly with a natural catastrophe database – analysis of flood losses. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12 (3), 535–550.

Petrascheck, A. (1989): Die Hochwasser 1868 und 1987. «Wasser Energie Luft», 81 (1–3), 1–8.

Pfister, C. (2009): Die «Katastrophenlücke» des 20. Jahrhunderts und der Verlust traditionalen Risikobewusstseins – The «Disaster Gap» of the 20th Century and the Loss of Traditional Disaster Memory. GAIA, 18 (3), 239–249.

Pielke Jr., R.A., Landsea, C.W. (1998): Normalized hurricane damages in the United States: 1925–95. Weather and Forecasting, 13(3), 621–631.

PLANAT (2007): Jährliche Aufwendungen für den Schutz vor Naturgefahren. Projekt B1. Bern: Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT.

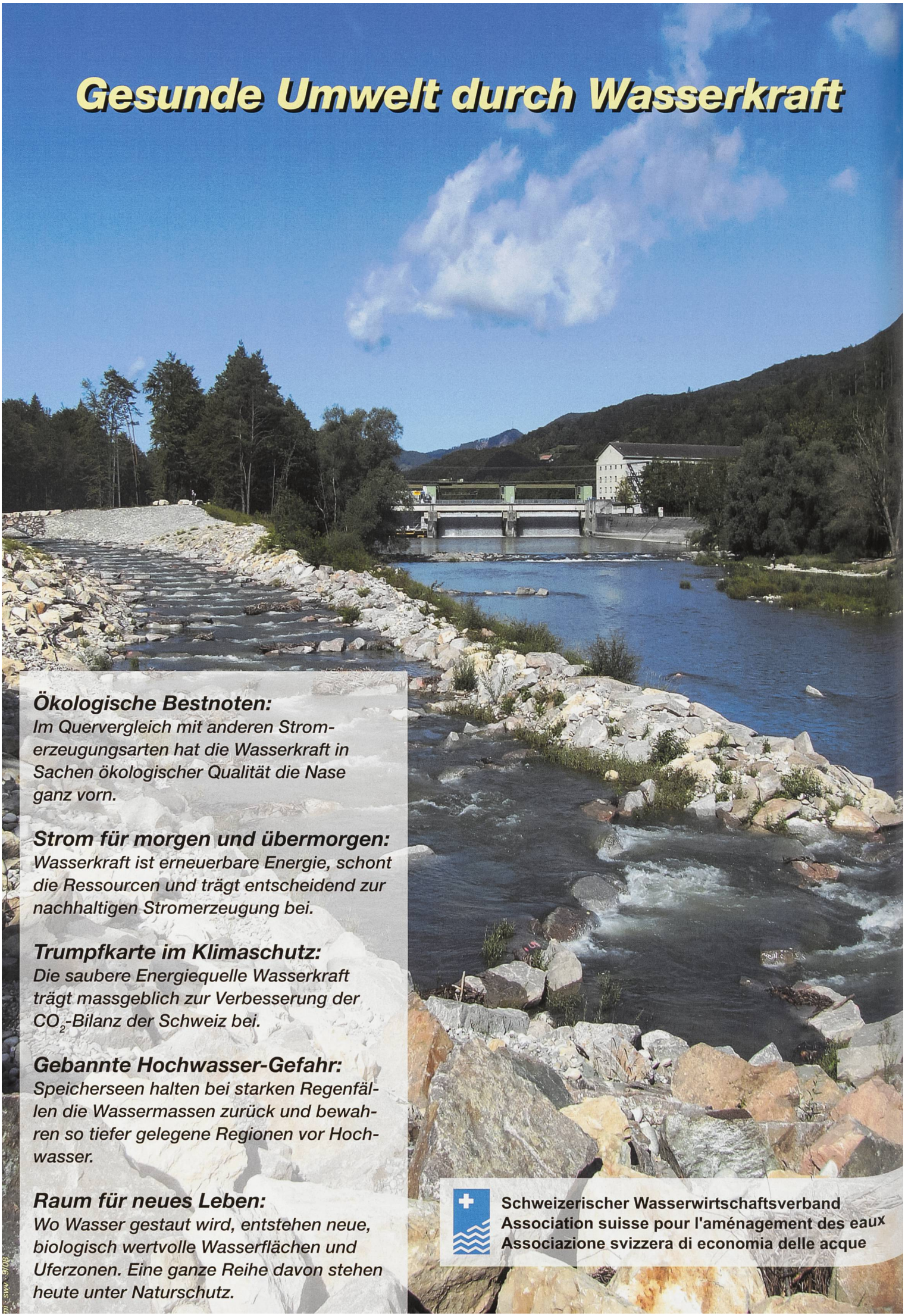
Röthlisberger, G. (1991): Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft: Vol. 330. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

Schmocker-Fackel, P., Naef, F. (2010): Changes in flood frequencies in Switzerland since 1500. Hydrology and Earth System Sciences, 14 (8), 1581–1594.

Wegmann, M., Merz, H., Meierhans Steiner, K. (2007): Jährliche Aufwendungen für den Schutz vor Naturgefahren in der Schweiz. Projekt B1. Strategie Naturgefahren Schweiz, Umsetzung des Aktionsplans PLANAT 2005–2008. Bern.

Adresse der Verfasser:
Norina Andres, Dr. *Alexandre Badoux*,
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf
norina.andres@wsl.ch

Gesunde Umwelt durch Wasserkraft



Ökologische Bestnoten:
Im Quervergleich mit anderen Stromerzeugungsarten hat die Wasserkraft in Sachen ökologischer Qualität die Nase ganz vorn.

Strom für morgen und übermorgen:
Wasserkraft ist erneuerbare Energie, schont die Ressourcen und trägt entscheidend zur nachhaltigen Stromerzeugung bei.

Trumpfkarte im Klimaschutz:
Die saubere Energiequelle Wasserkraft trägt massgeblich zur Verbesserung der CO_2-Bilanz der Schweiz bei.

Gebannte Hochwasser-Gefahr:
Speicherseen halten bei starken Regenfällen die Wassermassen zurück und bewahren so tiefer gelegene Regionen vor Hochwasser.

Raum für neues Leben:
Wo Wasser gestaut wird, entstehen neue, biologisch wertvolle Wasserflächen und Uferzonen. Eine ganze Reihe davon stehen heute unter Naturschutz.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque

swv - 07/08