

Bern



Kontrolle ist besser
Wieso Pilzsammler auf die Stadt Bern wütend sind. 21

Wenn es bloss nie maximal regnet

Regenmengen wie bei Hurrikan Irma seien hier «undenkbar», sagen Hydrologen. Aber: Der stärkste Regen, der physikalisch möglich ist, würde zu massiv schlimmeren Hochwassern führen, als sie Bern je erlebt hat.

Dölf Barben

Die Zahlen hören sich monströs an. Über 1000 Millimeter Regen in wenigen Tagen. Hurrikane wie Harvey und Irma sind fähig, innert Kürze so viel Wasser auf grosse Flächen auszuschütten, wie es hierzulande in ungefähr einem Jahr regnet. Im Kanton Bern beträgt der Jahresniederschlag etwa 1500 Millimeter.

Was wäre, lautet die bange Frage, wenn es hier plötzlich derart stark regnen würde? Die Fachleute der Universität Bern winken ab. Rolf Weingartner, Hydrologieprofessor, und Guido Felder, Hydrologe am Mobiliar-Lab für Naturrisiken, halten fest: «Ähnliche Niederschlagssummen sind in der Schweiz und auch in Europa nicht denkbar.» Die Atmosphäre sei bei hiesigen Bedingungen «schlicht nicht imstande», so viel Feuchtigkeit aufzunehmen, über die Schweiz zu transportieren und auszuregnen.

«Die Matte stünde wohl einige Meter unter Wasser.»

Guido Felder, Hydrologe

Weingartner und Felder führen zwei entscheidende Punkte an. Erstens: In unseren Breiten ist es vergleichsweise kühl. Um so viel Wasser transportieren zu können, muss die Luft um einiges wärmer sein, denn: Je wärmer die Luft, desto mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen. Zweitens: Damit eine warme Atmosphäre ihr Transportpotenzial ausschöpfen kann, muss überhaupt erst eine grosse Wassermenge zur Verfügung stehen. Ein warmes Meer bietet dazu beste Bedingungen.

Dann bleibt noch das Restrisiko

Auch wenn der Vergleich mit einem Hurrikan bloss ein Gedankenspiel bleibt: Die Frage nach den maximal möglichen Niederschlagsmengen ist für Hydrologen seit jeher eine der zentralen Fragen. Der Hochwasserschutz in der Schweiz ist dabei auf Spitzenabflüsse ausgerichtet. Diese werden anhand statistischer Wiederkehrperioden von 30, 100 oder 300 Jahren definiert.

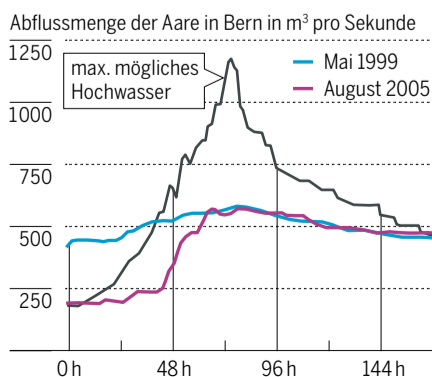
Noch grössere Hochwasser als die so berechneten Spitzenabflüsse sind jedoch nicht ausgeschlossen. Die Rede ist dann vom Restrisiko. Dieses spielt besonders für die Betreiber von Talsperren oder von Atomkraftwerken eine wichtige Rolle; solche Anlagen müssen auch für Ereignisse gewappnet sein, die seltener als alle 300 Jahre auftreten. Aufgrund der kurzen verfügbaren Messreihen seien Abschätzungen extremer Hochwasser aber problematisch und unsicher, sagt Weingartner.

Das Mobiliar-Lab für Naturrisiken hat sich in letzter Zeit nun aber eingehender



Kühleres Klima und kein Meer in der Nähe: Das sind die Gründe, warum die Atmosphäre in Bern nicht so viel Regen produzieren kann wie in Houston. Foto: Adrian Moser

Sehr viel Wasser in Bern



Bund-Grafik mt / Quelle: Abflussdaten 1999 und 2005 Bafu

1200 Kubikmeter Kumulation des Extremen

Rein von der Wassermenge her seien 1200 Kubikmeter pro Sekunde in der Stadt Bern für ihn nicht vorstellbar. Das sagt **Martin Allenbach**, Bereichsleiter Planung und Einsatz bei der Berufsfeuerwehr Bern. Er könne sich auch nicht vorstellen, wie ein solches Hochwasser noch bewältigt werden könnte. Selbstverständlich mache man sich Gedanken darüber, wie viel Wasser vom Thunersee her kommen könnte, sagt er. Und es sei auch klar, dass es Szenarien gebe, die sehr ungünstig wären für die Stadt Bern: zum Beispiel dann, wenn zu einem bereits hohen Abfluss aus dem Thunersee noch Extremereignisse in den Einzugsgebieten von Zulg

und Gürbe hinzukämen. Setze man alle lokalen Extremereignisse, die schon beobachtet worden seien, zusammen, sagt Allenbach, «ja, dann klingen die 1200 Kubikmeter für mich plausibel». Zum Glück, sagt er, sei eine solche Kumulation des Extremen aber doch ziemlich unwahrscheinlich.

Die Mathebewohnerin **Rosmarie Bernasconi** hat viel Hochwassererfahrung. Konfrontiert mit der maximal möglichen Abflussmenge der Aare, sagt sie: «Das ist für mich unvorstellbar – ich werde schon nervös, wenn sie 450 Kubikmeter führt.» Dabei lebe man in der Matte mit dem Hochwasser. «Bei uns hat jeder die Gummistiefel im Keller.» (db)

damit befasst. Die Forscher haben dazu einen anderen Ansatz gewählt. Statt von Abflussstatistiken auszugehen, haben sie sich gefragt, welches das Maximum an Feuchtigkeit ist, das die Atmosphäre überhaupt aufnehmen und ausregnen kann. Oder einfacher gefragt: Welche Regenmenge ist in einem bestimmten Gebiet innerhalb von drei Tagen physikalisch möglich?

Ihre Antwort: Für das Einzugsgebiet der Aare oberhalb der Stadt Bern sind das 300 Millimeter; das entspricht 300 Litern pro Quadratmeter. Die bislang beobachteten grössten Niederschläge aus den Jahren 1999 und 2005 würden laut Weingartner in einem solchen Fall um etwa das 1,8-fache übertreffen.

Eine Million Szenarien simuliert

Die Niederschlagsmenge allein sagt jedoch noch nicht sehr viel aus über ein zu erwartendes Hochwasser. Es kommt

«Vorbedingungen spielen in diesem Fall praktisch keine Rolle mehr.»

Rolf Weingartner, Hydrologieprofessor

stark darauf an, wo und in welcher zeitlichen Abfolge der Regen fällt und welche Vorbedingungen herrschen. Um die Niederschlagsmuster zu identifizieren, welche zu den grösstmöglichen Hochwasserspitzen führen, haben die Hydrologen deshalb rund eine Million zufällige, aber physikalisch plausible Verteilungen simuliert. Darauf basierend konnten sie schliesslich anhand von Abflusssimulationen das «vermutlich maximal mögliche Hochwasser» eruieren, wie Weingartner sagt.

Für die Aare in Bern beträgt die maximal mögliche Abflussmenge gemäss diesen Berechnungen rund 1200 Kubikmeter pro Sekunde. Das ist die doppelte Wassermenge, die bei den grossen Hoch-

wassern 1999 und 2005 gemessen wurden (siehe Grafik). Weingartner und Felder betonen, dieses Szenario stelle das im physikalischen Sinne «vermutlich grösstmögliche Hochwasserereignis» im Einzugsgebiet der Aare dar. Sein tatsächliches Eintreten sei aber «sehr unwahrscheinlich».

Eine Aare, die 1200 Kubikmeter Wasser pro Sekunde durch Bern trägt – was hiesse das? «Das Mattequartier stünde wohl einige Meter unter Wasser», sagt Guido Felder. Genau lasse sich das aber nicht sagen – noch nicht. Derzeit werde dafür ein detailliertes, hochaufgelöstes Modell entwickelt. Dass der maximale Abfluss in Bern nicht noch grösser ist, hänge damit zusammen, dass bei einem solchen Ereignis grosse Flächen rund um den Thuner- und den Brienzensee sowie im Hasli- und im Aaretal überschwemmt würden. Die Hochwasser der Jahre 1999 und 2005 lassen laut Felder das Mindestmass der zu erwartenden Überschwemmungen erahnen.

Auf Kleinflächen ist mehr möglich

Welches aber sind nun die Niederschlagsmuster, die zu diesem maximal möglichen Hochwasser in Bern führen? Guido Felder betont zunächst, die 300 Millimeter Niederschlag innerhalb von drei Tagen seien als Durchschnittswert für das ganze Aare-Einzugsgebiet oberhalb von Bern zu verstehen. Lokal könnten durchaus grössere Mengen auftreten. Auf einer Fläche von zehn Quadratkilometern seien 600 Millimeter Regen innerhalb von drei Tagen physikalisch möglich.

Generell wäre es ungünstig, sagen die Hydrologen, wenn der grösste Teil des Niederschlags gegen Ende einer Starkregenphase fallen würde, vor allem im Unterlauf der Aare. Die Vorbedingungen im Einzugsgebiet – die Feuchtigkeit des Bodens, die Mächtigkeit der Schneedecke oder der Füllstand der Seen, die als Puffer wirken – seien zwar bei normalen Hochwassern sehr entscheidend. Bei wirklichen Extremereignissen verlören diese Faktoren aber rasch an Bedeutung. «Wenn es derart stark regnet», sagt Rolf Weingartner, «spielen die Vorbedingungen praktisch keine Rolle mehr.»

Hydrologie

Ein paar wässrige Zahlen und Fakten

Regnet es einen Millimeter, kann man das wörtlich nehmen. Würde kein Wasser versickern und keines verdunsten, wäre die Erdoberfläche danach mit einem ein Millimeter dicken Wasserfilm überzogen.

Will man eine Regenmenge, die in Millimetern angegeben wird, in Liter umrechnen, ist das einfach. Eine ein Millimeter tiefe Wasserlache auf einer Fläche von einem Quadratmeter entspricht gerade einem Liter (1 mm Tiefe mal 1000 mm Länge mal 1000 mm Breite ergibt 1000 000 Kubikmillimeter, 1000 Kubikzentimeter oder 1 Kubikdezimeter, was das gleiche ist wie ein Liter). Ein Liter Wasser ist 1 Kilogramm schwer. Regnet es in einem Gebiet während einer bestimmten Zeit 300 Millimeter, bekommt demzufolge jeder Quadratmeter 300 Liter oder 300 Kilogramm Regen ab, was wiederum 0,3 Kubikmetern oder 0,3 Tonnen entspricht.

Ein beträchtlicher Teil verdunstet

Die von Flüssen transportierten Wassermengen werden in Kubikmeter pro Sekunde angegeben. Der durchschnittliche Abfluss der Aare bei Bern beträgt 122 Kubikmeter oder 122 000 Liter pro Sekunde. In den Sommermonaten, wenn man in der Aare schwimmt, sind es deutlich mehr: etwas über 200 Kubikmeter pro Sekunde. Das jährliche Abflussvolumen in Bern beträgt rund 3,9 Milliarden

Kubikmeter. Das entspricht etwas mehr als der Hälfte des Wassers, das der Thunersee fasst – 6,5 Milliarden Kubikmeter. Das Einzugsgebiet der Aare oberhalb der Stadt Bern hat eine Fläche von etwa 3000 Quadratkilometern bzw. 3 000 000 000 Quadratmetern. Der durchschnittliche Jahresniederschlag in diesem Gebiet liegt bei rund 1700 Millimetern, was einer Regenmenge von 5,1 Milliarden Kubikmetern entspricht. Allerdings fliesst nicht all dieses Wasser die Aare hinab; knapp ein Viertel davon (400 Millimeter) verdunstet.

Für den gesamten Kanton mit einer Fläche von 5959 Quadratkilometern gelten ähnliche Verhältnisse: Die jährliche Gesamtregnenmenge liegt bei rund 1500 mm. Hydrologisch repräsentiert der Kanton Bern die Situation in der ganzen Schweiz ziemlich genau.

Gewitterregen wie Tropenstürme

Bei Gewittern kann innerhalb kurzer Zeit sehr viel Regen fallen. Im emmentalischen Eriswil beispielsweise fielen im Jahr 2007 während eines sehr heftigen Gewitters ungefähr 100 Millimeter Regen innerhalb von drei Stunden. Eine solch hohe Intensität ist hierzulande nur kleinräumig denkbar. Intensive Gewitterregen können einem aber eine Ahnung davon geben, wie stark es in einem Tropensturm wie Harvey während mehrerer Stunden regnet. (db)