

**Hagel**

# Was der Himmel hergibt

Hagel ist eines der letzten  
Wettergeheimnisse. Verlässliche  
Prognosen sind fast unmöglich.  
Doch es gibt Hoffnung.

TEXT: MARTIN VETTERLI; FOTOS: PHILIPPE GYARMATI

Da braut sich was zusammen:  
Gewitterstimmung  
über dem Emmental



Es ist ein Nachmittag im Juni, schwül und heiss. Urs Germann stellt in seinem Büro hoch über Locarno Unterlagen für einen Radar-Kongress in Helsinki zusammen. Nebenbei verfolgt er am Bildschirm, wie sich eine mächtige Gewitterzelle unendlich langsam das Maggiatal hinunterschiebt. Germann ist elektrisiert. Auf dem Heimweg bläst ihm eine eiskalte Brise entgegen, so heftig wie bei einem Föhnsturm.

Meteorologe Germann weiss sofort, dass es nicht einfach eines der Hitzegewitter ist, die im Tessin schon mal Überschwemmungen hinterlassen. Es ist ein Hagelsturm: Die Eiskörner haben die Kaltluft aus über zehn Kilometern Höhe mit sich nach unten gerissen. An einzelnen Orten hagelt es eine Dreiviertelstunde lang.

Zu Hause liegt Germanns Garten unter einer Schicht aus Eis. Wie kleine Bomben haben die Hagelkörner Blätter durchlöchert, die Spielsachen der Kinder zerstückelt, den Kinderpool in ein kleines Polarmeer verwandelt. Der Sturm selber war gar nicht so heftig. Niemand wurde verletzt, Schäden an Gebäuden gab es nur wenige. «Aber dass es so lange am selben Ort ununterbrochen hagelt, geschieht äusserst selten. Vor allem hatte ich brandaktuelles Material für Helsinki», grinst Germann, Leiter Radar beim Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie Meteo Schweiz.

### Plötzlich geht alles sehr schnell

Seither sind sieben Jahre vergangen. Germann sitzt entspannt vor dem Bildschirm. Und noch immer fesseln ihn die Bilder seines neuen Wetterradarsystems stärker als die schönste Aussicht, die ein Schweizer Büro haben kann: das Panorama mit Magadinoebene, Monte Tamaro und Lago Maggiore. «Wir haben in diesen Jahren grosse Fortschritte in der Hagelforschung gemacht. Aber wir wissen noch immer zu wenig, um zuverlässige Prognosen von mehr als einer halben Stunde machen zu können», sagt er.

Das Problem: Gewitterzellen sind äusserst dynamische Systeme. Sie können sich innerhalb von 10, 20 Minuten aufbauen und ihren Charakter völlig verändern. Und Hagel tritt nur kleinräumig auf: Die Zonen sind meist nur wenige Kilometer breit. Es hagelt

nur, wo in der Gewitterwolke feuchtwarme Luft in Orkanstärke in über 12 Kilometer Höhe gesaugt wird und dann hinabstürzt. Das geschieht immer wieder – wie in einer Waschtrommel. Und jedes Mal gefriert neues Wasser um die Hagelkörner. Sie wachsen wie Perlen, die Schicht um Schicht ansetzen (siehe Infografik, rechte Seite).

«Wenn wir die Prozesse besser verstehen, die sich in einer Gewitterzone abspielen, werden auch bessere Nowcasts möglich», ist Germann vorsichtig



«Gewitter sind Action pur. Das ist Wetter mit Pauken und Trompeten.»

Philippe Gyarmati, Geograf

überzeugt. So nennen Wetterprofis Kürzestprognosen. Die Basis dafür sei gelegt. Sie verbirgt sich hinter dem kruden Kürzel Rad4Alp. Das ist ein ultramodernes Radarsystem. Es durchleuchtet den Himmel über der Schweiz vertikal und horizontal – ausgehend vom Monte Lema TI, La Dôle VD, Albis ZH und Plaine Morte VS. Im Zweieinhalb-Minuten-Takt, jeder Sender mit einem Radius von 246 Kilometern. Wenn nächstes Jahr die im Bau be-

findliche Station auf dem Weissfluhgipfel GR hinzukommt, wird das Bild dank dem Blick aus dem Osten abgerundet. Germann, der das Rad4Alp-Projekt leitet, kann von seinem Pult aus in Echtzeit mitverfolgen, was über dem gesamten Alpenraum abgeht.

### Der Röntgenblick durch die Wolken

Rad4Alp ist eine Röntgenbrille, mit der man auch in den dunkelsten Wolken klare Sicht hat. Die Daten zeigen sogar, wie stark Auf- und Abwinde innerhalb der Gewitterzellen sind, ob sich Hagelkörner bilden, wie hoch die Nullgradgrenze liegt und wie hoch die Wolken steigen. Wenn die starken Radarechos mehr als sechs Kilometer über die Nullgradgrenze hinausreichen, steigt die sogenannte Probability of Hail (POH), die Wahrscheinlichkeit, dass es hageln wird, auf über 90 Prozent.

Verlässliche Hagelscans sind in der Schweiz erst seit 2002 möglich, seit der Einführung neuer Computeralgorithmen. Wie sich das auswirkt, zeigt nur schon ein Vergleich zwischen alter und neuer Hagelkarte. Gemäss der alten Karte fiel in den letzten 50 Jahren am meisten Hagel in einem langen Band vom Berner Oberland bis an den Bodensee – und im Mendrisiotto.

Die neue Karte, die auf Hagelschlägen der letzten 13 Jahre basiert, verzeichnet nur drei Hagel-Hotspots: das Napfgebiet und das Südtessin, wo im Juli der meiste Hagel fällt, sowie den Kanton Jura, wo es vor allem im Juni hagelt. Das Gemeinsame: Sie befinden sich am Hang von Bergketten, wo die Sonne die Luft am Nachmittag stark aufheizt und die anströmenden Luftmassen zum Aufsteigen zwingt.

### Das Oberland macht sich verdächtig

Die alte Karte beruht auf manuellen Auswertungen der Radarbilder und Versicherungsfälle – beides wenig präzise Quellen. Und wo gesichertes Wissen endet, öffnet sich Raum für wilde Gedanken. So lässt ein Vergleich beider Karten den Schluss zu, die Berner Oberländer hätten früher am besten erkannt, dass sich das windige Phänomen des Hagels dank Hagelversicherung nutzen lässt. Denn auf der neuen Karte ist die Region kein Hotspot mehr. Doch das ist reine Spekulation. Hagel hat ja schon immer die Fantasie von Krimiliebhabern und Versiche-



# So entsteht Hagel

Hagelkörner bilden sich im sogenannten Aufwindkamin von Gewitterzellen.

**2** Die feinen Regentropfen gefrieren zu millimeterkleinen Eiskörnchen und werden auf bis zu minus 80 Grad hinuntergekühlt.

**1** Orkanartige Winde saugen feuchtwarmer Luft in mehr als 12 Kilometer Höhe hinauf.

**3** Wenn die Eiskörnchen in wärmere Luftschichten hinunterfallen, frieren Wassertröpfchen daran fest.

**4** Der Aufwind trägt die Körnchen wieder nach oben. Der Prozess wiederholt sich wie in einem Paternoster-Lift bis zu 20-mal. Das Eiskorn wächst und wächst.

**5** Je schwerer die Körner sind, desto schneller fallen sie – bis zu 150 Kilometer pro Stunde.

## Ein Hagelgewitter erkennen

Bei Hagelgewittern ziehen die Wolken in der Regel tief über dem Boden hin und sind sehr dunkel bis schwarz oder gelbgrau gefärbt. Manchmal nehmen sie auch eine graugrünliche Farbe an.

## Schicht um Schicht gefroren

Wenn man ein grosses Hagelkorn mittendurch schneidet, werden die Anfrierprozesse nachvollziehbar. Ähnlich den Jahrringen bei Bäumen bildet sich bei jedem «Durchlauf» durch die Wolke ein neuer Ring.

rungsbetrüger beflügelt. Wenn man das «Tatwerkzeug» nicht im Gefrierfach aufbewahrt, löst es sich auf und hinterlässt – ausser Wasserflecken – keine Spuren.

Bessere Daten für präzisere Vorhersagen zu gewinnen ist kein wissenschaftlicher Selbstzweck. Beim Hagel, der wie Heuschrecken, Frösche und Geschwüre zu den zehn biblischen Plagen gehört, geht es um richtig viel Geld. 50 bis 80 Prozent aller Kosten der Wetterschäden in der Schweiz werden durch Gewitterstürme verursacht, ein beträchtlicher Teil davon durch Hagel.

### Ein Hagelkorn von 250 Gramm

Am 23. Juli 2009 zieht von Westen her eine Superzelle in Richtung Schweiz. Sie wird unter dem Namen «Falling Stones» in Erinnerung bleiben. Es ist seit Tagen brütend heiss. Am Nachmit-

tag bricht das Unwetter los. Es hinterlässt eine Spur der Zerstörung, wie sie die Schweiz bis dahin nicht kennt. Die Bilanz: 400 Millionen Franken Schäden an Fahrzeugen, 300 Millionen an Gebäuden, 35 Millionen in der Land-

## «Wir wissen, was oben in den Gewitterzellen abläuft, aber nicht, was unten herauskommt.»

**Olivia Romppainen**, Klimaforscherin

wirtschaft. Es ist der bislang teuerste Hagelsturm der Schweiz. Ein Sturmjäger stellt das schwerste Hagelkorn der Schweiz sicher. Es wiegt 250 Gramm.

Einer, der gern mitten im Gewitter steht, ist Philippe Gyarmati. Der Ber-

ner Oberländer Geograf ist kein Vergifteter, der im Sommer jedem Sturm nachfährt. Aber das Wetter hat ihn schon als Bub gepackt. Und je mehr läuft, desto besser. «Sonniges Wetter ist schön, aber schlechtes Wetter fasziniert.» Man müsse nur mal bei einem Gewitter in den Bergen gestanden und das Summen gehört haben, bevor der Blitz einschlägt. «Dann ist Action pur. Wetter mit Pauken und Trompeten. Das lässt niemanden kalt.»

So schaut Gyarmati auch am Morgen des 6. Juni routinemässig ins Netz, screent hochspezialisierte Wettersites wie Estofex.org. Denn es ist seit Tagen heiss, die Druckverteilung über dem Mittelland ist flach und eine Kaltfront im Anzug. Der perfekte Gewittermix: unten feucht und heiss, oben eiskalt. Die Wettermodelle sagen Gyarmati, dass ein Hotspot in der Nähe von Thun

liegen wird. Um vier Uhr macht er sich mit Kamera und Regenjacke auf den Weg. Vor Steffisburg nimmt er die Strasse Richtung Schallenberg. In Unterlangenegg regnet es bereits. Die Sicht ist gut, man hört nonstop Donnergrollen, es folgt Blitz auf Blitz. Dann fallen aus einer weissen Wand Hagelkörner, klein wie Kirschkern. In Steffisburg fährt er kurz darauf in die zweite Hagelwand hinein. Die Körner sind zwei Zentimeter gross, Richtung Thun sind die Wiesen winterlich weiss.

Es ist nicht das grosse Gewitter, aber eines der ersten der Saison. Und zweimal Hagel ist eine gute Ausbeute. Gyarmati will schon umkehren, als er sieht, dass über dem Gürbetal aus einer tiefschwarzen Gewitterwolke Fetzen herunterhängen. Hagel. Vor Kirchenturnen fällt leichter Regen. Einen halben Kilometer weiter sieht er die Hagelwand, parkiert den Wagen, packt die Kamera und bringt sich bei einem Schopf in Position.

Dann die ersten Naheinschläge. So heftig, dass Gyarmati zum Auto rennen und es in Sicherheit bringen will. Doch es ist schon zu spät. «Die Körner waren fünf Zentimeter gross. Sie sprangen wie Pingpongbälle meterhoch vom Feld auf. Da gehst du nicht mehr ins Freie.»

### Das Auto des Jägers wird demoliert

Es ist genau dieses schrecklich schöne Schauspiel, das er gesucht hat, das ihn aber unvorbereitet trifft. Das Auto sieht hinterher aus wie die Visitenkarte eines Sturmjägers: das Dach wie Wellblech, die Frontscheibe voller Sprünge. «Ehrlich gesagt, so etwas hatte ich an diesem Tag nie und nimmer erwartet. Ich bin ja nicht gerade ein Neuling und kann Gefahren ganz gut einschätzen. Aber so grosse Hagelsteine habe ich überhaupt noch nie gesehen.»

Solche Geschichten überraschen die Klimaforscherin Olivia Romppainen nicht. Die 35-Jährige ist Professorin für Klimafolgenforschung am Mobiliar Lab für Naturrisiken und am Oeschger-Institut für Klimaforschung der Uni Bern – einem Lehrstuhl, den die Mobiliar-Versicherung bezahlt. Wo genau es zu Gewittern komme und wo Starkregen falle, sei gerade bei flacher Druckverteilung selbst mit Hilfe der Supercomputer des Nationalen Hoch-

## Klimaerwärmung: Mehr Hagel?

Klimaforscher sagen seit Jahren, die höhere Durchschnittstemperatur werde **Wetterextreme verstärken**. Ob das auch auf Hagelstürme in Mitteleuropa zutrifft, ist umstritten. Nicht die Zahl der Gewitter, sondern ihre Heftigkeit habe sich erhöht, sagen Wissenschaftler der Uni Karlsruhe. Das britische Met Office Hadley Center kommt zum Schluss, dass **Hagelstürme nur in Südeuropa zunehmen werden**, aber nicht in Mitteleuropa. Die Berner Hagelforscherin Olivia Romppainen warnt vor schnellen Schlüssen. «Unsere Daten reichen nur gerade 14 Jahre zurück. Darauf lassen sich keine Trendaussagen machen.» Man müsse **einander entgegengesetzte Trends** berücksichtigen. Für mehr Hagelstürme spreche, dass in Bodennähe mit der Temperatur auch die Luftfeuchtigkeit erheblich zugenommen habe, in höheren Schichten aber nicht. Deshalb gebe es mehr Aufwind und auch mehr Hagel. Dagegen spreche, dass mit den höheren Temperaturen auch die Nullgradgrenze steigt.

### Beobachter online

Mit Gewitterjäger Philippe Gyarmati unterwegs: Fotos und Videomaterial auf [www.beobachter.ch/hagel](http://www.beobachter.ch/hagel)

leistungszentrums in Lugano nur äusserst schwer vorherzusagen.

«Wir wissen relativ genau, was oben in den Gewitterzellen abläuft, aber nicht, was unten aus den Wolken herauskommt», sagt Romppainen. Es fehle die sogenannte Bodenwahrheit. Die brauche es aber, um die Rechenmodelle weiter zu justieren.

Und die wichtigste Methode, um mehr Bodenwahrheit herzustellen, ist in die Jahre gekommen: Styroporplatten, die man alle paar hundert Meter aufstellt. Nach einem Sturm erzählen die Einschusskrater sehr genau, wie viel Hagel gefallen ist und wie gross und schwer die einzelnen Körner waren. Doch das Auswerten erfolgt in mühsamer Handarbeit, die Kosten sind entsprechend hoch. Deshalb kommt diese Methode nur zum Einsatz, wo das Eigeninteresse der Betroffenen sehr hoch ist, beispielsweise in Frankreichs Rebbauregionen.

### Topmoderne Hagelsensoren

Nun hat der Saarbrücker Professor Martin Löffler-Mang zusammen mit der Firma Innet die Styropor-Methode in die digitale Gegenwart überführt. Ihr achteckiger Hagelsensor, der sich fix auf Hausdächern installieren lässt, erfasst automatisch sogar den Charakter einzelner Körner und lässt Rückschlüsse auf ihr Schadenspotenzial zu. Die Daten gehen live an eine Zentrale, von wo aus im Notfall automatisch die lokalen Behörden alarmiert werden. Die ersten sieben Sensoren stehen seit dem Frühjahr im Napfgebiet. Den ersten Hagel erfasste der auf dem Napf stationierte Sensor am 26. April.

Wenn das Pilotprojekt funktioniert, soll an den Hagel-Hotspots ein neues automatisches Messnetz aufgebaut werden. Doch das genügt Romppainen und ihren Kollegen von Meteo Schweiz nicht. Um mehr Bodendaten zu sammeln, greifen sie zusätzlich auf ein Verfahren zurück, das Meteorologen in den USA seit mehreren Jahren verwenden: Sie verfolgen Stürme und Tornados anhand von Twittermeldungen. In der Schweiz vielversprechender scheint eine Lösung über eine Erweiterung der Meteo-Schweiz-App zu sein – mit drei Millionen Downloads eine der beliebtesten Apps hierzulande.

Seit Anfang Juni verfügt sie über die Funktion «Hagel melden». Dort



Ab zwei Zentimeter Durchmesser beschädigen die Körner Autos:  
Hagel in Gíswil OW

kann jeder angeben, wenn Hagel fällt und wie gross die Körner waren: wie Kaffeebohnen, Einfränkler, Fünfliber oder noch grösser. Die Meldung geht direkt an Meteo Schweiz. «Es ist Wissenschaft zum Mitmachen», sagt Romppainen. Zudem können alle User auf der App verfolgen, wo es hagelt.

#### Der Trick mit der Seriennummer

In einem zusätzlichen Pilotversuch wollen die Forscher die Qualität der Hagelwarnungen prüfen, die die Computer von Meteo Schweiz vollautomatisch erzeugen und per SMS versenden. Die mehreren hundert Teilnehmer melden anschliessend, ob bei ihnen tatsächlich Hagel gefallen ist. Romppainens Institut wertet zudem die Radardaten der letzten 13 Jahre aus und vergleicht sie mit den Schadensmeldungen der Mobiliar. So soll die Hagelkarte noch genauer werden. Früher waren solche Versicherungsdaten fehleranfällig. Seit 2009 setzen die Autoversicherer jedoch eine spezielle Software ein, um Betrugsfälle zu ermitteln: Sie speichert die Schadensdaten zusammen mit der Seriennummer des betroffenen Autos. So lässt

sich verhindern, dass nach einem Halterwechsel ein Hagelschaden erneut angemeldet wird – früher ein beliebter Trick von Versicherungsbetrügnern.

«Wir erleben in der Hagelforschung einen eigentlichen Aufbruch», sagt

### «Wir erleben in der Hagelforschung einen eigentlichen Aufbruch.»

Urs Germann, Meteorologe

Urs Germann von Meteo Schweiz. Gegen 20 Wissenschaftler arbeiten eng zusammen bei der Entwicklung von neuen Auswertungsverfahren. «Bis in drei, vier Jahren werden wir damit über eine massiv bessere Datenbasis verfügen, um die Hagel-Nowcasts weiter zu verbessern.»

#### Das Märchen von den Hagelraketen

Vorher war 15 Jahre lang praktisch nichts mehr gelaufen. Bis dahin war die Forschung angetrieben von der Frage, ob sich mit dem Impfen von Gewitterwolken Hagelstürme verhindern

liessen. Die Idee dahinter war bestechend: Damit es zu regnen beginnt, braucht es in den Wolken kleinste Kondensationskeime, an die sich die Wassertröpfchen heften können. Mit Silberjodid funktioniert das besonders gut, weil sie eine ähnliche Gitterstruktur wie Eiskristalle haben. Wenn man Milliarden kleinster Silberjodidpartikel direkt in die Aufwindzone des Gewitters schießt, bilden sich um sie kleinste Eiskörner. Bäuerlich orientierte Wissenschaftler glaubten festgestellt zu haben, in den beschossenen Gebieten gebe es bis zu 40 Prozent weniger Hagel.

Von 1978 bis 1983 führte deshalb auch die ETH Zürich im Napfgebiet Versuche mit russischen Raketen durch. Das Resultat: null Einfluss. Im bayrischen Landkreis Rosenheim, wo zwei Hagelflieger im Einsatz stehen, wiederholte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt die Tests. Das Ergebnis: kein nachweisbarer Effekt. Wettermann Jörg Kachelmann meinte hinterher süffisant: «Wahrscheinlich wäre die Gewitterwolke tiefer beeindruckt, wenn man das Geld direkt in sie hineinstreuen würde.» ■