

HAGEL UND HAGELABWEHR WIE FUNKTIONIERT DAS DENN?

WIE ENTSTEHT STARKER HAGEL IN UNSERER REGION?

Starker Hagel entsteht bei uns vor allem dann, wenn in den Sommermonaten Wetterlagen vorherrschen, bei denen der Wind aus Südwesten kommt und Regenwolken mit sich führt. Auf ihrem Weg über den Schwarzwald steigen diese Wolken in der Atmosphäre nach oben.

Über der von der Sonne aufgeheizten Erde, besonders über unbewaldeten Flächen wie der Baar und Städten wie Villingen-Schwenningen, entstehen starke Aufwinde, welche die Wolken weiter in die Höhe, bis in die Stratosphäre befördern. Bei den dort herrschenden Temperaturen von ca. -40 Grad Celsius gefrieren die Wassertröpfchen und verbinden sich zu großen bis sehr großen Hagelkörnern.

SILBERIODID (CHEMISCHE FORMEL: AgI)

Silberiodid ist ein nicht wasserlösliches Salz aus der Verbindung von Silber und Jod (chem. Silberiodid, AgI). Silberiodid bildet ein Aerosol, welches bewirkt, dass sich in wassergesättigter Luft Tropfen bilden, was wiederum zum Abregnen der Wolken führt.

Silberiodid wird über zwei unter den Tragflächen des Hagelabwehrfliegers angebrachten Generatoren ausgebracht, in denen sich in Aceton gelöstes Silberiodid befindet. Nach dem Zünden der Generatoren verbrennt das Aceton. Dabei entstehen Temperaturen, die das Silberiodid sublimieren lassen. Das Silberiodid geht aus dem festen Zustand in einen gasförmigen Zustand über und bildet Milliarden von AgI-Teilchen, die als Kondensationskeime für Wasser wirken.

Die Auswertung von Wettervideos mit eingebetteten GPS-Flugrouten für den Zeitraum von 2015 bis 2022 hat gezeigt, dass das gezielte Einbringen von Silberiodid-Kondensationskeimen mit Flugzeugen in die Aufwindzone einer herannahenden Gewitterwolke in über 80% der Fälle zum Zusammenbruch der Wolkenformation führte (siehe Literatur). Bricht eine Gewitterzelle in sich zusammen, kommt es im Idealfall zu keiner Hagelbildung oder aber die Hagelkörner sind zumindest deutlich kleiner und verursachen keine bzw. nur geringe Schäden.

Link zur Quelle ▶



Zusammenfassende Literatur: OPPENLÄNDER, T., HELLSTERN, P., WEHRLE, R., HENGSTLER, G., Mit Silberiodid und Flugzeugen, Hagelabwehr durch Wolkenimpfen, Chemie in unserer Zeit 56 (2022/3) 172-179.



HAGEL UND HAGELABWEHR WIE FUNKTIONIERT DAS DENN?

DAS IMPFEN VON WOLKEN

Die Methodik des Wolkenimpfens mit Silberiodid wird weltweit seit Jahrzehnten praktiziert. Allerdings wird dazu Silberiodid heute noch vielerorts mit Raketen in die Wolken geschossen. In Südtirol z.B. wird diese bodengestützte Methode in einigen Gegenden zum Schutz von Obst- und Weinbaugebieten immer noch angewendet.

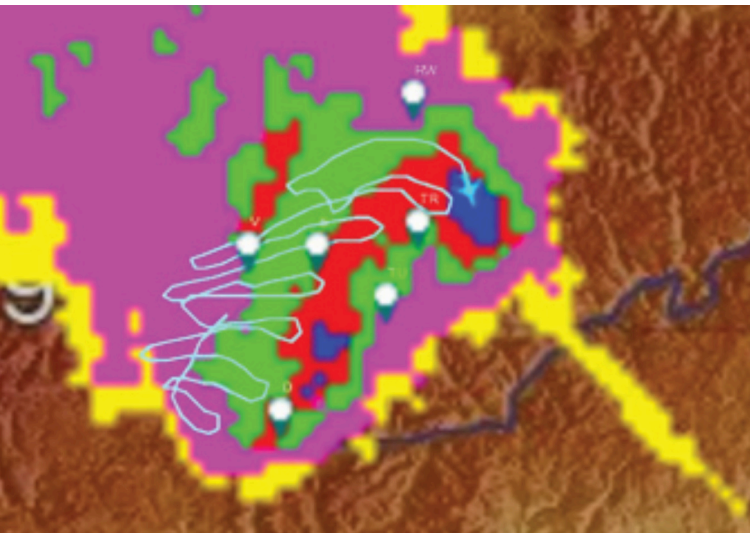
Im Vergleich dazu ist das Ausbringen von Silberiodid durch Hagelabwehrflieger um ein Vielfaches effektiver. Dafür sind folgende Faktoren ausschlaggebend:

a. Moderne Technik bringt die Wetterdaten wie Temperaturen, Windrichtung und Windgeschwindigkeit vom Wetterradar in Echtzeit direkt ins Cockpit. Die dafür notwendige Software wurde von IT-Experten eigens für die Hagelabwehr entwickelt und hilft den Piloten, Gewitterzellen und deren Entwicklung zu erkennen und Gewitterfronten gezielt anzufliegen.

In Abb. 1 sehen wir die Route, auf der die Piloten den Hagelabwehrflieger genau dahin navigieren, wo der Wirkungsgrad am höchsten ist, nämlich direkt in die Aufwindzone vor einer Gewitterfront. Werden in dieser Position die Generatoren am Hagelabwehrflieger gezündet, werden, wie oben beschreiben Milliarden von AgI-Teilchen, die als Kondensationskeime für Wasser wirken in die Aufwindzone ausgestoßen und erreichen so das Zentrum der Gewitterzelle.

b. Die Generatoren des Hagelabwehrfliegers, die von der Hagelabwehr Südwest eingesetzt werden, wurden basierend auf Erkenntnissen der TU Rosenheim weiterentwickelt. Heute erfolgt die Erzeugung von Silberiodid-Kondensationskeimen und deren Ausbringung über elektronisch gesteuerte Generatoren neuester Technik.

Zeitpunkt, Dauer und Menge des Ausstoßes sind genau dosierbar. Silberiodid kann damit gezielt nur da und nur so lange ausgebracht werden, wie dies zur Bekämpfung einer Gewitterzelle sinnvoll ist. Innerhalb eines Einsatzes können zudem jetzt ohne Zwischenlandung mehrere Gewitterzellen bekämpft werden.

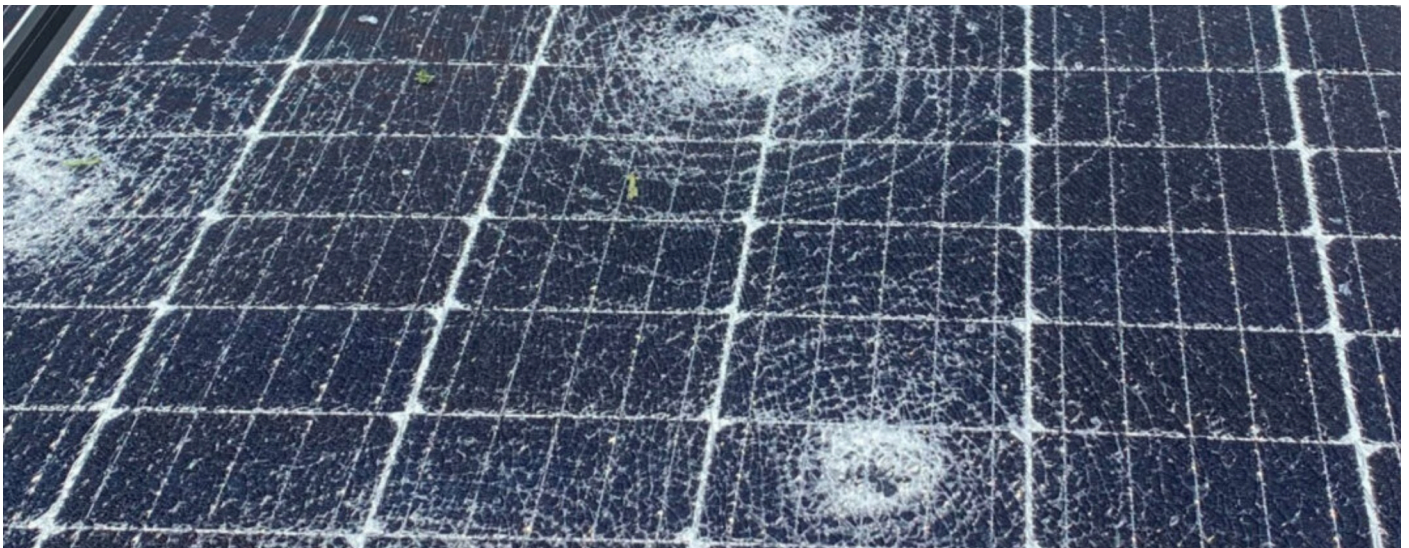


HAGEL UND HAGELABWEHR WIE FUNKTIONIERT DAS DENN?

KONTAKT ZU WETTERDIENSTEN

Der enge Kontakt zu den Wetterdiensten ist eine weitere Grundvoraussetzung der erfolgreichen Hagelabwehr. Meldungen über mögliche Unwetter gehen frühmorgens ein. D.h., bereits lange bevor sich Gewitterwolken zeigen, ist die Hagelabwehr aktiv und beobachtet die Wetterentwicklung. Gegebenenfalls gehen die Piloten des Hagelabwehrfliegers am Flugplatz Donaueschingen in Bereitschaft, wo unsere zweimotorige Maschine startklar bereitsteht.

Anders als an großen internationalen Flughäfen, ist die Wartezeit bis zur Erteilung der Starterlaubnis in Donaueschingen deutlich kürzer und ermöglicht ein schnelles Aufsteigen des Flugzeuges, sobald sich Gewitter bilden und die Hagelgefahr steigt. Innerhalb des Schutzgebietes der Hagelabwehr Südwest. können in der Regel alle Einsatzziele innerhalb weniger Minuten nach dem Start erreicht werden.



SILBERIODID - KEINE GEFAHR FÜR UNSERE UMWELT

Die Frage nach der Umweltverträglichkeit von Silberiodid ist für uns und für die Menschen innerhalb des Schutzgebietes der Hagelabwehr Südwest e.V. von besonderer Bedeutung.

Antworten darauf geben geostatistische Untersuchungen (Ag Cokriging), die von Wissenschaftlern der Universität Bordeaux Science Agro und der Université de Pau et des Pays de l'Adour im Südwesten Frankreichs großflächig durchgeführt wurden. Die dabei durchgeführten Wasser- und Bodenanalysen belegen, dass die durch die Hagelabwehr ausgebrachten Mengen an Silberiodid nicht nachweisbar sind und eine Umweltgefährdung ausgeschlossen werden kann.

Auch andere spurenanalytische Studien zeigen, dass in Gewässern und Böden keine erhöhte Silberbelastung nachgewiesen werden kann. Die in die Umwelt eingebrachte Menge an Silberiodid ist so gering, dass keine Gefährdung von Menschen, Tieren, Pflanzen und der Umwelt entsteht. Unabhängig vom Ergebnis dieser Untersuchungen wird die geringe Menge an ausgebrachtem Silberiodid durch die Verwendung neuer Generatorteknik gegenüber früheren Modellen nochmals verringert.

Quelle: L. Savignan, S. Faucher, S. Jalabert, A. Lee, G. Lespes, P. Chéry, CATENA 2023, 224, 106992.

[Link zur Quelle](#) ►

