



75 Jahre
Demokratie
lebendig



Deutscher Bundestag
Wissenschaftliche Dienste

Dokumentation

Zur sogenannten Wolkenimpfung in Deutschland

Zur sogenannten Wolkenimpfung in Deutschland

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 095/24
Abschluss der Arbeit: 11. Juli 2024
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft, Energie und Umwelt

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Fragestellung	4
2.	Vorbemerkung	4
3.	Antwort der Bundesregierung (2024)	4
4.	Hagelgefährdete Gebiete in Deutschland	5
5.	Baden-Württemberg	8
6.	Bayern	10
7.	Rheinland-Pfalz	11
8.	Zu weiteren Formen der Wetterbeeinflussung in Deutschland	13
9.	Zur Wirksamkeit	14
9.1.	Landesministerium Baden-Württemberg (2021)	14
9.2.	Trippler (DWD)	15
9.3.	Kunz (KIT Karlsruhe)	15
9.4.	Lohmann (ETH Zürich)	16
9.5.	Antwort des Schweizerischen Bundesrates (2023)	17
9.6.	Pachatz (2005)	17

1. Fragestellung

Gefragt wurde, auf wessen Veranlassung, zu welchem Zweck und mit welchem Ergebnis seit 2010 sogenannte „Wolkenimpfungen“ („Cloud seeding“) oder andere Formen der Wetterbeeinflussung in Deutschland durchgeführt wurden sowie nach deren Wirksamkeit.

2. Vorbemerkung

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass der Begriff „Wetter“ im Gegensatz zum Begriff „Klima“ den physikalischen Zustand der untersten Schicht der Erdatmosphäre „zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem kürzeren Zeitraum an einem bestimmten Ort oder in einem bestimmten Gebiet bezeichnet, wie er durch die meteorologischen Elemente und ihr Zusammenwirken gekennzeichnet ist.“¹ Nach der Definition der World Meteorological Organization (WMO) wird mit „Klima“ der Durchschnitt der Wetterbedingungen an einem bestimmten Ort über einen langen Zeitraum beschrieben. Die WMO verwendet einen Zeitraum von 30 Jahren, um das durchschnittliche Klima zu bestimmen.² Daher werden in dieser Dokumentation nur die „Formen der Wetterbeeinflussung“ dargestellt, die nicht unter die Maßnahmen des Klima- oder Geoengineerings fallen.³

3. Antwort der Bundesregierung (2024)

Am 25.04.2024 beantwortete die Parlamentarische Staatssekretärin Daniela Kluckert eine ähnlich gelagerte Frage⁴, indem sie im Wesentlichen auf die Antworten der Schriftlichen Fragen 90 und 91 der Bundestagsdrucksache 19/32251⁵ verwies.

Zunächst werden die Antworten auf die Fragen 90 und 91⁶ wiedergegeben, um sie dann in den folgenden Kapiteln zu ergänzen.

Antwort auf die **Schriftliche Frage 90:**

„Durch das Impfen von Wolken mit Silberjodid wird versucht, künstliche Kondensationskerne mit Hilfe von Flugzeugen oder Raketen in die Wolken einzubringen, um das Abregnen auszulösen. Eingesetzt wird dieses Verfahren des ‘Cloud Seeding’ in trockenen Gebieten

1 Definition „Wetter“, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/W/Wetter.html#:~:text=Als%20%22Wetter%22%20wird%20der%20physikalische,und%20ihr%20Zusammenwirken%20gekennzeichnet%20ist>.

2 Definition „Klima“, <https://wmo.int/topics/climate>.

3 Vgl. hierzu auch <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ciuz.202000092> und <https://sgdeliberation.org/wp-content/uploads/2024/05/Understanding-the-difference-between-Weather-Modification-and-Solar-Geoengineering.pdf>.

4 BT-Drs. 20/11198, Antwort auf die Frage 83, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/111/2011198.pdf>.

5 BT-Drs. 19/32251, Antworten des Parlamentarischen Staatssekretärs Uwe Feiler auf die Fragen 90 und 91 vom 31.08.2021, <https://dserver.bundestag.de/btd/19/322/1932251.pdf>.

6 BT-Drs. 19/32251, <https://dserver.bundestag.de/btd/19/322/1932251.pdf>.

(z. B. Steppen in Russland) vor allem für die agrarische Nutzung^{*[7]} oder zur Hagelbekämpfung. Bei der Hagelbekämpfung versucht man, die zum Wachstum des Hagels notwendigen unterkühlten Wassertröpfchen frühzeitig aus potenziell gefährlichen Wolken auszufällen. Die Effektivität von Verfahren zum ‘Wolkenimpfen’ bzw. zum Generieren von gezieltem Niederschlag bzw. zum Abschwächen von Gewitterwolken ist bis heute in der Wissenschaft umstritten. Die Publikationen der Arbeit des ‘World Meteorological Organization Expert Team on Weather Modification’ aus dem Jahr 2018 und 2019 geben den aktuellen Stand des Wissens gut wieder^{**}. Hier sei vor allem auf die Abschnitte ‘Conclusions’ verwiesen. Demzufolge ist – abgesehen von der Genese von Winterniederschlägen (Schnee) in Gebirgsregionen – der messtechnische Nachweis, dass für eine Zielregion tatsächlich dauerhaft mehr Niederschlag generiert werden kann, bisher nicht gelungen. Da die Ergebnisse des Verfahrens quantitativ weder wiederholbar sind noch konsistent verifiziert werden können, fehlt die wissenschaftliche Begründung für diese Vermutung.

‘Cloud Seeding’ ist eher erfolgreich bei der Minderung der Auswirkung von extremen Wetterereignissen für eine Zielregion, indem z. B. Niederschlag vor Erreichen der Zielregion zum Abregnen gebracht wird. Dies generiert aber keinen zusätzlichen Niederschlag, sondern führt zu einer räumlichen Umverteilung des Niederschlages. Insbesondere zur Bekämpfung von großflächigen und langanhaltenden Trockenheiten und Dürren erscheinen die Methoden als ungeeignet. Gleichzeitig ist zu beachten, dass das resultierende Regenwasser mit der Impfs substanz kontaminiert ist^{*}, was besonders für die Nutzung in der Landwirtschaft von Bedeutung sein kann. Das Impfen von Wolken in größeren Regionen kann Umweltrisiken mit sich bringen, die durch sorgfältige Planung und Überwachung bewältigt werden müssen^{**}. Neuere Untersuchungen haben keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen geimpften und ungeimpften Hagelzellen ergeben, sodass die Wirksamkeit der Hagelbekämpfungsmaßnahmen umstritten ist^{*}.“

Antwort auf die **Schriftliche Frage 91**:

„Die Bundesregierung hat keine Kenntnis über Anzahl und Orte, an denen in den Jahren 2020 und 2021 ‘Cloud Seeding’ in Deutschland praktiziert worden wäre.“

4. Hagelgefährdete Gebiete in Deutschland

Unwetter mit Hagel treten in Deutschland in der Regel von Mai bis Mitte Oktober auf. In dieser Zeit wird das „Cloud Seeding“ in Deutschland in einigen hagelgefährdeten Regionen eingesetzt. In diesen Regionen werden Wolken mit Silberjodid (AgI) „geimpft“ mit dem Ziel, hierdurch insbesondere die Größe der Hagelkörner zu reduzieren. Damit sollen vor allem landwirtschaftliche Kulturen im Obst- und Weinbau, aber auch andere Sachwerte wie Immobilien, Autos, Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen geschützt werden. Die folgende Grafik des Gesamtverbandes

der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) zeigt die Gefahren, die von verschiedenen Hagelkorngrößen ausgehen können:⁸

Gefahren durch Hagel

Hagelkorngröße	Geschwindigkeit	Mögliche Schäden
 ab 1 cm	ca. 50 km/h	Verletzungen an Getreiden, Früchten, Schäden an Bäumen
 ab 2 cm	ca. 70 km/h	Löcher in Plexiglas, Bruch von Gewächshäusern und Oberlichtern
 ab 3 cm	ca. 90 km/h	Verletzungsgefahr für Kleintiere, Bruch von Schiefer, Tonziegeln und Fensterscheiben, sichtbare Dellen an Fahrzeugen
 ab 5 cm	ca. 110 km/h	Irreparable Schäden an Fahrzeugen, Zerstörung von Ziegel- und Schindeldächern bis auf die Dachsparren, Bruch von Metallfensterrahmen
 ab 6 cm	ca. 120 km/h	Ernsthafte Verletzungsgefahr für Menschen, Zerspringen von Betonziegeln, ernsthafte Schäden an Außenhüllen von Großflugzeugen, Auseinanderreißen kleiner Baumstämme
 ab 8 cm	ca. 140 km/h	Lebensgefahr für Menschen, Abplatzen von Betonwänden, Schädigung von Backsteinhäusern

Quelle: Hagelregister der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern

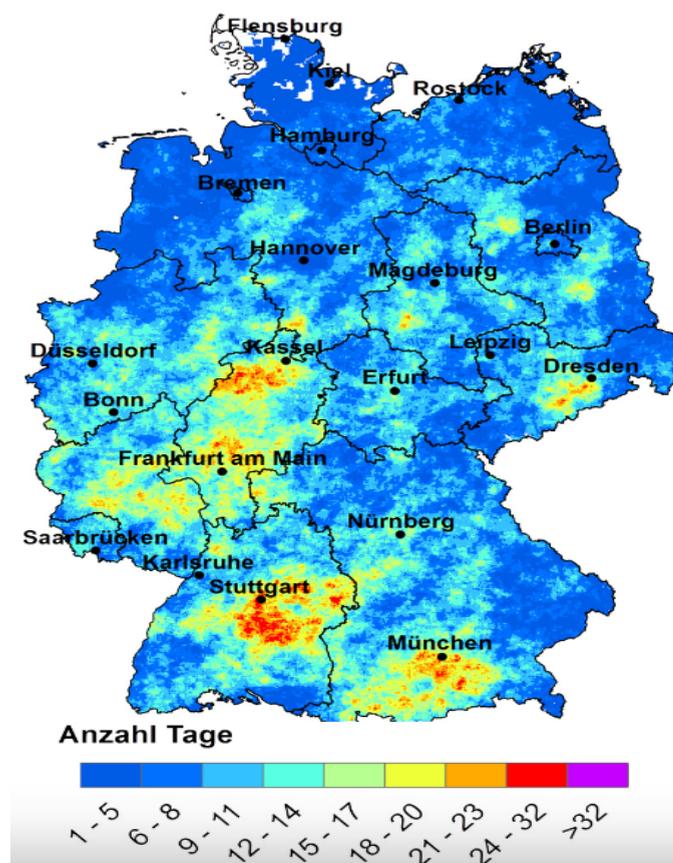
© www.gdv.de | Naturgefahrenreport 2014



Die folgende Karte des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) veranschaulicht die besonders hagelgefährdeten Gebiete in Deutschland.⁹ Nach Expertenangaben nimmt die Hagelwahrscheinlichkeit von Norden nach Süden zu, da im Süden, aber auch auf der windabgewandten Seite der Mittelgebirge günstigere Bedingungen für die Entstehung von Gewittern herrschen.¹⁰ Ein Hagelschwerpunkt in Deutschland liegt nach Auswertung der vom KIT erhobenen Daten in der Region südlich von Stuttgart und der Schwäbischen Alb.¹¹ Hagelunwetter können Schäden in

-
- 8 GDV (2014), Schäden durch Hagel, <https://www.gdv.de/gdv/themen/schaden-unfall/schaeden-durch-hagel-51366>.
- 9 Die Karte zeigt die Anzahl der Hageltage der Jahre 2005 – 2011 in Deutschland auf Basis dreidimensionaler Radar­daten des Radarverbundes des DWD, <https://www.eskp.de/naturgefahren/hagelgefaehrung-in-deutschland-935245/>; <https://www.eskp.de/naturgefahren/hagelgefaehrung-in-deutschland-935245/#images-8>.
- 10 Earth System Knowledge Platform – die Wissensplattform des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft (ESKP), Hagelgefährdung in Deutschland, <https://www.eskp.de/naturgefahren/hagelgefaehrung-in-deutschland-935245/>.
- 11 GDV (2023), Naturgefahrenreport 2023, September 2023, S. 42, <https://www.gdv.de/gdv/themen/klima/naturgefahren>, dann weiter zum Download.

Milliardenhöhe verursachen, wie z. B. das Unwetter am 28.07.2013 in Baden-Württemberg¹² oder in München am 12.07.1984¹³.



Oppenländer et al. (2021) zufolge wird die Hagelabwehr mit Flugzeugen im Süden Deutschlands und weltweit in über 50 Ländern betrieben. In Deutschland hätten sich in besonders hagelgefährdeten Gebieten Vereine und Organisationen zur Vermeidung oder Minderung von Hagelereignissen, wie die eingetragenen Hagelabwehrvereine Südbaden, Ortenau, Landkreis Reutlingen, Vorder- und Südpfalz, Rosenheim und der Verein in den Landkreisen Schwarzwald-Baar und Tuttlingen gebildet. Die Hagelabwehr werde im Rems-Murr-Kreis und in der Region Stuttgart sowie in Rosenheim von den zuständigen Landratsämtern betrieben. Zusätzlich habe sich im Raum Rosenheim, in Zusammenarbeit mit der dort ansässigen Technischen Hochschule, ein Verein zur Erforschung der Wirksamkeit der Hagelbekämpfung etabliert.¹⁴ So unterstützt RO-BERTA, das

12 Wilhelm, Jannik; Kunz, Michael; Wieser, Andreas (2021), Das Swabian MOSES Team zum Hagelunwetter im Neckartal, https://www.sts.kit.edu/kit_express_6236.php.

13 Hagelgefährdung in Deutschland, <https://www.eskp.de/naturgefahren/hagelgefaehrung-in-deutschland-935245/>.

14 Oppenländer, Thomas et al. (2021), Hagelabwehr durch Wolkenimpfen, <https://online-library.wiley.com/doi/full/10.1002/ciuz.202000092>.

Hagelabwehrprojekt der Technischen Hochschule Rosenheim, die Piloten im Cockpit mit Messdaten des DWD.¹⁵

5. Baden-Württemberg

In der Stellungnahme des Baden-Württembergischen Ministeriums für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz aus dem Jahr 2010 wird darauf hingewiesen, dass im **Großraum Stuttgart** bereits **seit 1980** Hagelflieger eingesetzt werden. Daten zu diesen Maßnahmen seien von 1980 bis 1999 vom meteorologischen Institut der Universität Hohenheim erhoben worden, dann durch das meteorologische Beratungs- und Überwachungsbüro Radar-Info – Südwest-Wetter und anschließend durch das Institut für Meteorologie und Klimaforschung Karlsruhe.¹⁶

Im Landkreis Rottweil, im Schwarzwald-Baar-Kreis und im Kreis Tuttlingen finanzieren die **Mitgliedsbeiträge** des Vereins zur Hagelabwehr die Hagelflieger. Mitglieder sind, neben vielen **Privatpersonen**, **14 Gemeinden**, mehrere **Unternehmen** und auch die **Gemeinden Deißlingen** und **Wellendingen**.¹⁷

Im Rems-Murr-Kreis beteiligen sich zahlreiche **Gemeinden**, **Kommunen**, **landwirtschaftliche Berufsverbände**, **Firmen** und **Versicherungen** an der Finanzierung der Flieger. Das Land hat seine Förderung ab 1997 eingestellt, die Anschaffung des zweiten Hagelfliegers im Jahr 2007 jedoch mit 50.000 Euro bezuschusst.¹⁸

Die Einsatzprotokolle der Hagelflieger im Rems-Murr-Kreis für die Jahre 2020 bis 2024 und Berichte über die Hagelabwehr für die Jahre 2012 bis 2023 sowie die Datenerhebungen hierzu von 2015 bis 2017 finden sich unter dem folgenden Link:

<https://www.rems-murr-kreis.de/bauen-umwelt-und-verkehr/hagelabwehr>.

Unter „Einsatzprotokolle 2024“ können alle Einsätze vom 02.05.2024 bis zum 28.06.2024 (Stand: 03.07.2024) eingesehen werden:¹⁹

15 <https://projekte.th-rosenheim.de/de/forschungsprojekt/628-ro-berta-3>; Die Hagelflieger von Rosenheim: Das Projekt RO-BERTA, <https://www.youtube.com/watch?v=9Acvh653lEM>.

16 Stellungnahme des Ministeriums für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz „Die Einsätze der sogenannten ‘Hagelflieger‘ wissenschaftlich begleiten“, LT-Drs. 14/6244, 20. 04. 2010, https://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP14/Drucksachen/6000/14_6244_D.pdf.

17 Antwort des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Unwetterschäden im Landkreis Rottweil, dem Schwarzwald-Baar-Kreis und dem Kreis Tuttlingen, 30.06.2021, LT-Drs. 17/390, <https://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP17/Drucksachen/0000/17%5F0390%5FD.pdf>.

18 Stellungnahme des Ministeriums für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz (2010), „Die Einsätze der sogenannten ‘Hagelflieger‘ wissenschaftlich begleiten“, LT-Drs. 14/6244, 20. 04. 2010, https://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP14/Drucksachen/6000/14_6244_D.pdf.

19 Rems-Murr-Kreis, Hagelabwehr, <https://www.rems-murr-kreis.de/bauen-umwelt-und-verkehr/hagelabwehr>.

Einsatzprotokolle 2024



Hagelflieger Region Stuttgart:

- Einsatzprotokoll vom 26.06.2024 Flugzeug D-GBRS Flug 2 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 26.06.2024 Flugzeug D-GBRS Flug 1 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 16.05.2024 Flugzeug D-GELI (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 13.05.2024 Flugzeug D-GELI (PDF-Datei)

WGV-Hagelflieger:

- Einsatzprotokoll vom 26.06.2024 Flugzeug PH-PAZ Flug 2 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 26.06.2024 Flugzeug PH-PAZ Flug 1 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 26.06.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 20.06.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 09.06.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 08.06.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 06.06.2024 Flugzeug HB-CJQ (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 27.05.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 27.05.2024 Flugzeug PH-PAZ (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 25.05.2024 Flugzeug PH-PAZ Flug 2 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 25.05.2024 Flugzeug PH-PAZ Flug 1 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 20.05.2024 Flugzeug PH-PAZ (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 20.05.2024 Flugzeug D-Eloy Flug 3 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 20.05.2024 Flugzeug D-Eloy Flug 2 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 20.05.2024 Flugzeug D-Eloy Flug 1 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 18.05.2024 Flugzeug PH-PAZ Flug 2 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 18.05.2024 Flugzeug PH-PAZ Flug 1 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 16.05.2024 Flugzeug D-EWGV Flug 2 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 16.05.2024 Flugzeug D-EWGV Flug 1 (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 16.05.2024 Flugzeug PH-PAZ (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 15.05.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 13.05.2024 Flugzeug D-EWGV (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 13.05.2024 Flugzeug PH-PAZ (PDF-Datei)
- Einsatzprotokoll vom 02.05.2024 Flugzeug PH-PAZ (PDF-Datei)

Zudem sind unter „Berichte und Informationen zur Hagelabwehr“ die wissenschaftlichen Begleituntersuchungen 2015/2016 von Dr. Hermann Gysi, Radar-Info, Karlsruhe²⁰ und die wissenschaftliche Begleituntersuchung 2017 von Dipl.-Meteorologe Malte Neuper²¹ abrufbar.

Weitere Berichte von Dr. Hermann Gysi, Radar-info Karlsruhe finden sich nachfolgend:

Bericht über die Hagelabwehr 2018 in der Region Stuttgart Zeitraum: 25. April bis 15. Oktober, <https://www.imk-radar.de/Downloads/Berichte/Hagelbericht2018.pdf>.

Bericht über die Hagelabwehr 2019 in der Region Stuttgart, Zeitraum: 25. April bis 15. Oktober, <https://www.imk-radar.de/Downloads/Berichte/Hagelbericht2019.pdf>.

Bericht über die Hagelabwehr 2020 in der Region Stuttgart, Zeitraum: 25. April bis 15. Oktober, <http://www.radar-info.de/Downloads/Berichte/Hagelbericht2020.pdf>.

6. Bayern

Im **Raum Rosenheim** werden **seit 1975** Hagelflüge durchgeführt. Nach den schweren Hagelschäden in München im Jahr 1984 wurde ein zweites Hagelabwehrflugzeug angeschafft. Das Einsatzgebiet „erstreckt sich über die Stadt und den Landkreis Rosenheim, die Landkreise Miesbach und Traunstein sowie seit dem Jahr 2000 auch über inzwischen 18 angrenzende Gemeinden der Bezirke Kufstein und Kitzbühel auf österreichischer Seite.“²²

20 Landwirtschaftsamt (2017), Hagelabwehr in der Region Stuttgart, Wissenschaftliche Begleituntersuchung 2015/2016, https://www.rems-murr-kreis.de/fileadmin/Dateien/Dateien/%C3%84mter/Hagelabwehr/RMK_Wissenschaftliche-Begleituntersuchung-2017_web.pdf.

21 Neuper, Malte (2018), Untersuchung der Gewitterlage und des Hagelabwehreinsatzes vom 01. August 2017, 02/2018, https://www.rems-murr-kreis.de/fileadmin/Dateien/Dateien/%C3%84mter/Hagelabwehr/Wissenschaftliche_Auswertung_Hagelgewitter_20170801.pdf; siehe hierzu auch Kapitel 9.1.

22 Hagelabwehr Rosenheim, Einsatzgebiet, <https://www.hagelabwehr-rosenheim.de/einsatzgebiet.php>.



In Mittelfranken sind nach Angaben des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie aus dem Jahr 2006 keine Hagelflieger im Einsatz. In **Oberbayern** im Zuständigkeitsbereich des Luftamtes Südbayern hingegen seien zwei Flugzeuge zur Hagelbekämpfung auf dem Sonderlandeplatz Vogtareuth stationiert, ein weiterer Hagelflieger in Mühldorf. Weiter heißt es dort, die Hagelabwehr sei eine freiwillige Leistung des Landkreises Rosenheim. Eigentümer und Halter der beiden Flugzeuge sei der **Landkreis Rosenheim**. An den jährlichen Gesamtkosten der Hagelabwehr von ca. 220.000 Euro beteiligten sich die einzelnen **Gebietskörperschaften** mit unterschiedlichen Beträgen. Dem „**Verein zur Erforschung der Wirksamkeit der Hagelabwehr im Raum Rosenheim e.V.**“ würden die während der Einsatzflüge gewonnenen Daten und Flugberichte zur weiteren Auswertung überlassen. Hierfür leiste der Verein einen durchschnittlichen jährlichen Kostenbeitrag von ca. 40.000 Euro an den Landkreis. Dem Verein flößen Einnahmen aus **Spenden** und **Mitgliedsbeiträgen** von über **8.600 Mitgliedern** vorwiegend aus den beflogenen Landkreisen zu.²³

7. Rheinland-Pfalz

Ende Oktober 2019 informierte die Landesregierung den Ausschuss für Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz über die ökologischen und rechtlichen Aspekte des Einsatzes von Silberjodid zur Hagelabwehr. Hierzu wurden dem Ausschussvorsitzenden die Untersuchungsergebnisse des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum Rheinpfalz zum Einsatz von Silberjodid und ein Sprechzettel zur Verfügung gestellt. Nachfolgend ein Auszug aus dem Sprechzettel:²⁴

„[D]ie Obere Luftfahrtbehörde – der Landesbetrieb Mobilität – genehmigt derzeit zu verschiedenen Zwecken das Abwerfen bzw. Ablassen von Stoffen aus Luftfahrzeugen, so zum

23 Antwort des Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie vom 26.09.2006 auf eine Schriftliche Anfrage, LT-Drs. 15/6373, https://www.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP15/Drucksa-chen/Schriftliche%20Anfragen/15_0006373.pdf.

24 Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (2019), Sitzung des Ausschusses für Landwirtschaft und Weinbau am 30. Oktober 2019, TOP 5, Umweltschutz und rechtliche Aspekte beim Einsatz von Silberjodid zur Hagelabwehr, <https://dokumente.landtag.rlp.de/landtag/vorlagen/5705-V-17.pdf>.

Beispiel für das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln in Weinbergen, das Kalken von Waldgebieten oder im Rahmen der Hagelabwehr. Rechtsgrundlage hierfür ist § 13 der Luftverkehrsordnung. Die Luftfahrtbehörde prüft hierbei lediglich mögliche flugbetriebliche Gefahren bei der Flugdurchführung. Hingegen ist es nicht Aufgabe der Luftfahrtbehörde, die jeweiligen Stoffe bei den verschiedensten Einsatzbereichen zu prüfen und zu genehmigen. [...]

Die Obere Landesluftfahrtbehörde prüft im Rahmen des luftverkehrsrechtlichen Genehmigungsverfahrens in eigener Zuständigkeit insbesondere, ob: betriebliche Gefahren bei der Flugdurchführung bestehen könnten. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens wird grundsätzlich auch die Obere Naturschutzbehörde bei der Struktur- und Genehmigungsdirektion beteiligt. [...]

Eine luftverkehrsrechtliche Genehmigung wird nur dann erteilt, wenn keine Bedenken gegen das Ausbringen von Silberjodid aus Luftfahrzeugen zur Abwehr von Hagelschäden vorgetragen werden. Die Obere Naturschutzbehörde hat diesbezüglich zuletzt ausgeführt, dass nach den bisherigen Ergebnissen und Messmethoden der letzten Jahre keine relevanten Konzentrationen zu erwarten sind.

In den Jahren 2014 und 2015 sind vom Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz in Neustadt an der Weinstraße als Dienstleistung für den Verein zur Hagelabwehr Vorder- und Südpfalz e. V. Begleituntersuchungen zum Auftreten von Silberkonzentrationen in der Umwelt (Boden und Gewässer) durchgeführt worden, um potentielle Umweltbelastungen zu ermitteln. [...]

Das Silberjodid darf - laut Genehmigungsbescheid - nur aus solchen Höhen (Mindestflughöhe 600 m bzw. 2000 Fuß über Grund oder Wasser) und nur in einer solchen Art und einem solchen Maß (Menge, Konzentration) ein- bzw. ausgebracht werden, dass eine Gefährdung von Personen und/oder Sachen, toxische Wirkungen auf die Umwelt sowie schädliche Einwirkungen bzw. Belastungen u. a. kritischer Arten ausgeschlossen sind. Die Konzentration des ausgebrachten Silberjodid(-Gemischs) im Niederschlag muss unterhalb der normierten Bestimmungsgrenzen (wie DIN 38406 E 21) liegen.

In der luftverkehrsrechtlichen Ausnahmegenehmigung zugunsten des Vereins zur Hagelabwehr Vorder- und Südpfalz e.V. ist insbesondere geregelt, dass jeder Hagelfliegereinsatz auf der Grundlage dieser Erlaubnis aufzuzeichnen ist. Die Mindestangaben der Aufzeichnungen umfassen dabei:

- Datum, Uhrzeit, Beginn und Ende des Fluges,
- den Namen des verantwortlichen Luftfahrzeugführers,
- den Ort, den Bereich bzw. die Fläche der Ein- bzw. Ausbringung des Silberjodids und
- die ein- bzw. ausgebrachte Menge an Silberjodid. [...]

Nach den Angaben in den jährlichen Berichten wurden im Zeitraum 2014 – 2019 folgende Einsätze durchgeführt:

- Im Jahr 2014: 10 Hagelflugeinsätze (274 Liter Silberjodid)
- Im Jahr 2015: 7 Hagelflugeinsätze (177 Liter Silberjodid)

- Im Jahr 2016: 6 Hagelflugeinsätze (96 Liter Silberjodid)
- Im Jahr 2017: 22 Hagelflugeinsätze (423 Liter Silberjodid)
- Im Jahr 2018: 39 Hagelflugeinsätze (923 Liter Silberjodid)
- Im Jahr 2019: 17 Hagelflugeinsätze (374 Liter Silberjodid).²⁵

Dokumentierte Flüge 2024 des Vereins zur Hagelabwehr Vorder- und Südpfalz e.V. (Stand: 02.07.2024):

Flugeinsatz am 23.05.2024 - Bad Bergzabern, Landau, Annweiler, Edenkoben, Neustadt

Flugeinsätze am 24.05.2024 - Bad Bergzabern, Landau, Edenkoben, Herxheim, Kandel, Schaid

Flugeinsatz am 21.06.2024 - Schaid, Kandel, Herxheim, Kandel, Wörth.²⁶

Neben dem Namen des Piloten, dem Luftfahrzeug und dem Flugdatum werden folgende Daten dokumentiert:²⁷

Dokumentation des Fluges

No	Beschreibung	Zeichen
1	Hagelabwehrflug	
1.1	Startflugplatz	EDRO
1.2	Startzeit	14:10
1.3	Landeflugplatz	EDRO
1.4	Landezeit	15:19
2	Silberjodideinsatz	
2.1	Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Brenner	14:20
2.2	Ort der Inbetriebnahme der Brenner	Bad Bergzabern
2.3	Zeitpunkt der Außerbetriebsetzung der Brenner	14:50
2.4	Ort der Außerbetriebsetzung der Brenner	Neustadt
2.5	Menge an Silberjodid	etwa 20 Liter
3	Flugroute des Brenneinsatzes	
3.1	Bad Bergzabern	
3.2	Landau	
3.3	Annweiler	
3.4	Edenkoben	
3.5	Neustadt	
3.6		

8. Zu weiteren Formen der Wetterbeeinflussung in Deutschland

Hagelflüge fallen nicht in den Zuständigkeitsbereich des Bundes.

²⁵ <https://dokumente.landtag.rlp.de/landtag/vorlagen/5705-V-17.pdf>.

²⁶ Verein zur Hagelabwehr Vorder- und Südpfalz e.V., <https://verein.hagelabwehr.de/Flugeinsaetze-2024.html>.

²⁷ Hagelflugeinsatz 2024, https://verein.hagelabwehr.de/uploads/Flugeinsaetze%20PDF/2024_05_23%20Flugeinsatz.pdf.

Die Bundesregierung hat am 18.10.2021 erklärt, dass ihr keine Patente zur Beeinflussung des Wetters oder des Klimas und daraus resultierende Projekte Dritter bekannt sind, die auf deutschem Hoheitsgebiet zur Anwendung kommen.²⁸

Die Bayerische Landesregierung konstatierte am 09.03.2022: „Über die genannten Hagelflüge hinaus sind keine Maßnahmen bekannt, mit denen gezielt in das Wettergeschehen eingegriffen werden kann.“²⁹

9. Zur Wirksamkeit

Ein wissenschaftlicher Nachweis für die Wirksamkeit der „Wolkenimpfung“ steht noch aus.

9.1. Landesministerium Baden-Württemberg (2021)

Das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz von Baden-Württemberg erklärte im Juni 2021 und bezieht sich dabei auf ein spezifisches Hagelereignis, für das festgestellt wird, dass sich die Hagelintensität abgeschwächt habe:

„Nach den der Landesregierung vorliegenden Informationen konnte bisher nicht abschließend wissenschaftlich nachgewiesen werden, in welchem Umfang durch den Einsatz von Hagelfliegern Hagelschäden zurückgedrängt oder gänzlich verhindert wurden. Ein Nachweis ist schwierig, da es keine zwei identischen Gewitterzellen gibt, die genau vergleichbar sind. Hierzu existieren vor allem regionale Erfahrungswerte.

Die Hagelabwehr der Region Stuttgart beispielsweise gab eine Untersuchung von Hagelereignissen als Fallbeispiele in Auftrag, die die Wirksamkeit anhand von Indizien beweisen sollte. Diplom-Meteorologe Malte Neuper hat ein Fallbeispiel vom 1. August 2017 genauer analysiert. Die damalige Supergewitterzelle hat sich nach der Impfung mit Silberjodid schnell abgeschwächt. Im Schutzgebiet kam es damals zu keinen großen Hagelschäden.

Im Bericht von Diplom-Meteorologe Neuper heißt es für dieses Ereignis:^[30]

‘Allerdings sind generell im Bereich der Mikrophysik der Wolken und Niederschlagsbildung noch viele Fragen offen und die Interaktion der verschiedenen Prozesse sehr komplex, dass zur konkreten Beantwortung des wieso und weshalb die Zelle nun genau nach der Impfung sich so rasch abschwächt erst noch zahlreiche Erkenntnisgewinne in der Theorie der Wolkenphysik notwendig sind. Nichtsdestotrotz ist dieser Fall ein sehr interessanter Fall und kann

28 Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage „Patente zur Wetter- und Klimabeeinflussung“, BT-Drs. 19/32691, 18.10.2021, <https://dserver.bundestag.de/btd/19/326/1932691.pdf>.

29 Antwort auf eine Schriftliche Anfrage, Aktueller Kenntnisstand der Staatsregierung zur Manipulation des Wetters durch den Menschen, z.B. durch Windkraftanlagen, LT-Drs. 18/20120, 09.03.2022, https://www.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP18/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/18_0020120.pdf.

30 Neuper, Malte (2017), Untersuchung der Gewitterlage und des Hagelabwehreinsatzes vom 01. August 2017, https://www.rems-murr-kreis.de/fileadmin/Dateien/Dateien/%C3%84mter/Hagelabwehr/Wissenschaftliche_Auswertung_Hagelgewitter_20170801.pdf.

aufgrund seines ungewöhnlich raschen Zerfalls der Zelle nach der Impfung sicherlich als ein gewisses Indiz für die Wirksamkeit der Hagelabwehr angesehen werden.“³¹

9.2. Trippler (DWD)

Dipl. Meteorologe Simon Trippler schreibt auf der Internetseite des DWD zum „Thema des Tages“ im März 2023:

„Selbst in Deutschland gab bzw. gibt es sogar noch sogenannte ‘Hagelflieger’, wobei durch Ausbringung des Silberjodids aus Kleinflugzeugen ebenfalls durch Impfung der Wolken größerer Hagel verhindert werden soll. Allerdings weiß man inzwischen, dass alle Versuche der Wetterbeeinflussung auf solchen Skalen sehr wahrscheinlich nicht erfolgreich waren.“³²

9.3. Kunz (KIT Karlsruhe)

Prof. Michael Kunz vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Meteorologie und Klimaforschung leitet die Arbeitsgruppe Atmosphärische Risiken. Zur Wirksamkeit der Hagelflieger äußerte er im Mai 2024 Folgendes:

„Durch den Klimawandel treten schwere Hagelunwetter häufiger auf. Um mögliche Schäden zu verringern, kommen in einigen Regionen in Baden-Württemberg Hagelflieger zum Einsatz. Diese ‘impfen’ die Wolken bei Hagelgefahr mit einem Silberjodid-Aceton-Gemisch, wodurch die Bildung von großen Hagelkörnern in einer Gewitterzelle verhindert werden soll. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist wissenschaftlich jedoch nicht bewiesen, [...]. Hinzu kämen logistische Probleme beim Einsatz der Hagelflieger: ‘Hagelgewitter bilden sich oftmals extrem schnell. Um einen Effekt zu erreichen, müssen die Wolken aber möglichst früh geimpft werden. Das ist dann natürlich ein großes Problem, zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein.’

Zudem müsse man bei einem Eingriff in das Wetter damit rechnen, dass andere Gefährdungen, etwa Starkregen und Sturzfluten, zunehmen könnten, so der Experte: ‘Ich kann es nicht nachvollziehen, dass Wettermodifikation einfach erlaubt ist, ohne dass wissenschaftliche Klarheit hinsichtlich der möglichen Folgen für die Bevölkerung besteht.’“³³

Kunz habe „Zugang zu Radardaten in ganz Deutschland“ und komme „zu einem klaren Ergebnis: ‘In den verschiedenen Datensätzen, die uns zur Verfügung stehen, wie Radardaten oder Schaden- daten von Versicherungen[,] sehen wir leider überhaupt keinen Effekt in den Regionen, in denen die Hagelflieger unterwegs sind.’ Sowohl in der Landwirtschaft als auch bei Gebäudedaten kann

31 Antwort des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zu „Unwetterschäden im Landkreis Rottweil, dem Schwarzwald-Baar-Kreis und dem Kreis Tuttlingen“, 30.06.2021, <https://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP17/Drucksachen/0000/17%5F0390%5FD.pdf>.

32 Trippler, Simon (2023), Wunschwetter, 13.03.2023, https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2023/3/13.html.

33 Facebook-Seite des KIT, 25.05.2024, <https://www.facebook.com/KIT.Karlsruhe.Official/photos/hagelflieger-schutz-vor-unwettersch%C3%A4den-oder-wirkungslosdurch-den-klimawandel-tr/847153584126580/?rdr>.

der Leiter der Arbeitsgruppe Atmosphärische Risiken nicht beobachten, dass die Hagelschäden in den Regionen geringer ausfallen, wo Hagelflieger im Einsatz waren.“³⁴

Siehe hierzu auch ein Interview von Marco Kaschuba mit Prof. Kunz (MIT) im August 2023:

Was bringt ein Hagelflieger gegen Hagel? Eine Einschätzung aus wissenschaftlicher Sicht?
<https://www.youtube.com/watch?v=CD9QZayGz7U>.

9.4. Lohmann (ETH Zürich)

Ulrike Lohmann ist Professorin für experimentelle Atmosphärenphysik am Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich. In dem englischsprachigen Audiobeitrag vom 02.04.2024

„Challenging Climate, #46 – Clouds, Aerosols and Solar Radiation Modification“, abrufbar unter https://www.youtube.com/watch?v=zfQcm_4YoFw,

antwortet Lohmann ab Kapitel [30:23](#) auf die Frage: „Cloud seeding: does it work?“. Lohmann stellt fest, dass „Cloud Seeding“ in sehr kleinem Maßstab funktioniert („works on a small scale“), z. B. bei der Nebelauflösung an einem Flughafen, bei Hagel gehe sie nicht davon aus, dass es wirke.

Siehe hierzu auch das Interview „Wolkenimpfungen sind Meistens nutzlos“ mit Ulrike Lohmann von Joschka Schaffner vom 21.04.2024:

<https://www.pressreader.com/switzerland/sonntags-blick/20240421/281754159374596>.

Lohmann ist am EU-Projekt **CLOUDLAB** beteiligt. Ein Teil des von 2021 bis 2026 laufenden Projekts „Einsatz von Drohnen für das Cloud Seeding zum Verständnis der Eis- und Niederschlagsbildung in Wolken“³⁵ dient unter anderem dem besseren Verständnis der Wolkenphysik. Die Feldversuche werden in der Schweiz durchgeführt. Zum Projekt heißt es, „Cloud Seeding“ gewinne zunehmend an Interesse, um die Niederschlagsmenge in Regionen zu erhöhen, die mit Wasserknappheit konfrontiert seien, und um Nebel in der Umgebung von Flughäfen zu zerstreuen, um die Sicht und die Sicherheit zu verbessern. Die Effizienz des „Cloud Seeding“ sei immer noch unklar, da häufig eine Kontrollsituation fehlt (d. h. wie sich die Wolke ohne Seeding entwickelt hätte). Obwohl in den vergangenen Jahrzehnten versucht worden sei, das Wetter durch das Impfen von Wolken mit Chemikalien zu beeinflussen, fehle den Wissenschaftlern noch immer ein tieferes Verständnis der grundlegenden Prozesse in Wolken, die zu Niederschlägen führen.³⁶

34 Prochazka, Jana (2024), Hagelflieger in BW: Schutz vor Unwetterschäden oder wirkungslos?, 20.05.2024, <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/hagelflieger-einsatz-bw-trotz-zweifel-100.html>.

35 CORDIS-Forschungsergebnisse der EU, Projektbeschreibung, Einsatz von Drohnen für das Cloud Seeding zum Verständnis der Eis- und Niederschlagsbildung in Wolken, <https://cordis.europa.eu/project/id/101021272/de>.

36 <https://cordis.europa.eu/project/id/101021272P>.

9.5. Antwort des Schweizerischen Bundesrates (2023)

Der Schweizerische Bundesrat erklärte am 13.03.2023 zum „Kenntnisstand im Bereich ‘cloud seeding‘“:

„Mit ‘cloud seeding‘ werden Methoden der Wettermodifikationen gemeint. Sie zielen darauf ab, die Menge oder Art des Niederschlags, der aus Wolken fällt, zu verändern. Zwischen den 50er-Jahren und den 70er-Jahren wurden in der Schweiz Experimente durchgeführt, um die Möglichkeit der Hagelbekämpfung zu untersuchen. Teile dieser Experimente wurden damals vom [Schweizerischen] Bund finanziert. Trotz Jahrzehnten von Forschungsprojekten gibt es nach wie vor keine wissenschaftlich verwertbaren Nachweise dafür, dass diese Techniken und Methoden erfolgreich sind. Aus diesem Grund unterstützt der Bund keine entsprechenden Methoden.“³⁷

9.6. Pachatz (2005)

Pachatz promovierte 2005 zum Thema „Analyse der Effizienz der Hagelabwehr in der Steiermark anhand von Fallbeispielen“.

Er analysierte unter anderem den Bericht von Otto Svabik von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Wien aus dem Jahr 2004, der sich mit der „Hagelabwehr in der Steiermark 1982-2001“³⁸ beschäftigt und fasst ihn in seiner Dissertation wie folgt zusammen:

„Im Untersuchungszeitraum 1982 – 2001 gingen die Schadhagelfälle im Vergleich zu den Jahren ohne Hagelabwehr deutlich zurück, ebenso konnte festgestellt werden, dass in den Hagelkornspektren der letzten Einsatzjahre die kleinen Kornklassen stark zugenommen und die größeren Kornklassen stark abgenommen haben.“³⁹

Insgesamt kommt Pachatz in seiner Dissertation jedoch zu dem Ergebnis,

„dass eine phänomenologische Überprüfung der Wirksamkeit der Wolkenbeimpfung mit Silberjodid durch Flugzeuge der Steirischen Hagelabwehrgenossenschaft am konkreten Einzelhagelereignis nicht möglich ist. Die jüngsten Verbesserungen (neues Wetterradar, bessere Generator-technik) sind ein Schritt in die richtige Richtung. Eine weitere phänomenologische Untersuchung erscheint nur bei besserer Kenntnis der Wolkendynamik sinnvoll, was derzeit

37 Antwort des Schweizerischen Bundesrates auf die Frage 23.7264, Kenntnisstand im Bereich „cloud seeding“, 08.03.2023, <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20237264>.

38 Svabik O. (2004), Hagelabwehr in der Steiermark 1982-2001 mit begleitender Untersuchung der ZAMG, Wien, Oktober 2004, https://www.namestnik.at/downloads/bericht_zamg.pdf?AWSAccessKeyId=A-KIAJRD6RY4XCKWE7X6A&Expires=1397932987&Signature=QKtcotDvcF3u55ly5g94u4kyJRC%3D.

39 Pachatz, Gunter C. (2005), Analyse der Effizienz der Hagelabwehr in der Steiermark anhand von Fallbeispielen, Diss., Oktober 2005, S. 63, <https://wegcwww.uni-graz.at/publ/wegcreports/2005/WCV-WissBer-No03-GPachatz-Okt2005.pdf>.

(noch) nicht möglich ist. Die Weiterführung der langjährigen statistischen Untersuchung der Bodenhagelsituation ist hingegen stark zu befürworten.“⁴⁰

Pachatz schlussfolgert, dass weder eine Verifizierung noch eine Falsifizierung der Wirksamkeit der Wolkenbeimpfung mit Silberjodid durch die Flugzeuge der Steirischen Hagelabwehrgenossenschaft wissenschaftlich seriös möglich sei.⁴¹ Skeptiker und Befürworter der Hagelfliegerei seien sich laut Pachatz bei einem Sachverhalt einig:

„Die Wirkung von Silberjodid als Gefrierkern ist unbestritten, wurde bereits 1947 von Vonnegut nachgewiesen und seither durch zahlreiche Experimente und Studien nachgewiesen [...], wenngleich die genauen Vorgänge in den beimpften Wolken nach wie vor nicht restlos geklärt sind.“⁴²

* * *

40 Pachatz, Gunter C. (2005), Analyse der Effizienz der Hagelabwehr in der Steiermark anhand von Fallbeispielen, Oktober 2005, Dissertation, Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel Karl-Franzens-Universität Graz, Wissenschaftlicher Bericht Nr. 3-2005, S. v, <https://wegcwww.uni-graz.at/publ/wegcreports/2005/WCV-WissBer-No03-GPachatz-Okt2005.pdf>.

41 S. 151, <https://wegcwww.uni-graz.at/publ/wegcreports/2005/WCV-WissBer-No03-GPachatz-Okt2005.pdf>.

42 S. 63, <https://wegcwww.uni-graz.at/publ/wegcreports/2005/WCV-WissBer-No03-GPachatz-Okt2005.pdf>.