

## Plattform Hagelabwehr Steiermark

### Technisch-Wissenschaftliche Begleitung (Koordiniertes Hagelprojekt)

### Bericht 2013

(für den Zeitraum 1/2013 bis 12/2013)

Technische Universität Graz

Institut für Hochfrequenztechnik

Arbeitsgruppe Radartechnik und Mikrowellenausbreitung

### Inhalt

1. Projektziele.....	2
2. Durchgeführte Tätigkeiten und Ergebnisse.....	2
2.1. Netz-Anbindung des Wetterradars Reicherhöhe (+ Zirbitzkogel) .....	2
2.2. Ausstattung der Hagelabwehrflugzeuge.....	2
2.3. Archivierung der vorhandenen Daten .....	3
2.4. Datenanalyse.....	5
Anhang A: Verfügbare Dokumente .....	21
Anhang B:.....	23
Internetadressen.....	23
Literatur.....	23

# 1. Projektziele

(Basierend auf Kostenplan, Fassung 3, 20.12.2006ra)

- (A) Ausstattung der Hagelabwehrflugzeuge mit einheitlichen GPS-Wegdatenerfassungen und mobilen Wetterradar-Terminals (samt Positionseinblendung)
- (B) Netz-Anbindung des Wetterradars Reicherhöhe
- (C) Definition und Einrichtung eines gemeinsamen Hageldatenarchivs
- (D) Laufende Führung und Verwaltung des Hageldatenarchivs
- (E) Laufende Datenanalyse

## 2. Durchgeführte Tätigkeiten und Ergebnisse

### 2.1. Netz-Anbindung des Wetterradars Reicherhöhe (+ Zirbitzkogel)

**Ziel dieser Aktivität ist:**

- On-line-Verfügbarkeit der Radardaten und Bilder vom Wetterradar Reicherhöhe über Internet (für berechtigte Nutzer)
- Bereitstellung der Radardaten vom Wetterradar Zirbitzkogel für berechtigte Nutzer

**Tätigkeiten:**

- Laufende Kontrolle und Optimierung der Datenübertragung

Die Datenübertragung vom Radar wurde seitens der TU-Graz laufend kontrolliert und bei auftretenden Fehlern korrigiert. Die vom Roten Kreuz bereitgestellte Richtfunkstrecke war durch einen Hardwaredefekt für längere Zeit außer Betrieb. In dieser Zeit wurde die Datenübertragung über den ADSL Anschluss durchgeführt.

### 2.2. Ausstattung der Hagelabwehrflugzeuge

Hagelabwehrflugzeuge wurden mit einheitlichen GPS-Wegdatenerfassungen und mobilen Wetterradar-Terminals ausgestattet.

**Ziel dieser Aktivität ist:**

- Rückmeldung der momentanen Flugzeugposition zum Einsatzzentrum am Boden
- On-line-Verfügbarkeit der Wetterradarbilder in den Flugzeugen
- Anzeige der Flugzeugpositionen in den Wetterradarbildern (oder in Landkarten)
- Aufzeichnung der Flugrouten mit Zeitangaben und Seeding-Aktivitäten

**Tätigkeiten:**

- Laufende Kontrolle und Optimierung der Datenübertragung, sowie die Wartung der UMTS Modems  
Ausrüstung bzw. Umbau für das neue Flugzeug der HAG, Beschaffung und Aufbau eines Reservemodems
- Update der WIIS-Software  
Installation einer neuer Software Version, Anpassung der Anzeige an die aktuelle Gemeindeliste, teilweise vor Ort oder über Fernwartung.
- Aktualisierung der Anzeigesoftware in den Flugzeugen:  
Mit der Wiedereinschaltung des Wetterraders Zirbitzkogel war es notwendig, die Software in den Flugzeugen erneut zu aktualisieren, um eine korrekte Anzeige der Radarbilder zu gewährleisten. Die Aktualisierungen wurden zum Teil über Fernwartung und zum Teil vor Ort durchgeführt.

**2.3. Archivierung der vorhandenen Daten****Ziel dieser Aktivität ist:**

Das Archiv soll alle Datenbestände zum Thema Hagel in der Steiermark zusammen fassen, nämlich:

- Wetterradardaten Reicherhöhe, Zirbitzkogel
- Meteosat-Bilder
- Wetterlagen und Hagelprognosen der ZAMG
- Seeding Daten (GPS Tracks der Hagelflugzeuge + Seeding Information)
- Hageltestplatten-Auswertungen und Meldekarten
- Hagel- und Schadensmeldungen (Gemeinden, Presse/Medien, Versicherung).

**Tätigkeiten:****- Sammlung, Speicherung und Sicherung der Daten**

Folgende Daten werden aktuell am Archiv-Server gespeichert und können bei Bedarf abgerufen werden:

- Wetterradardaten Zirbitzkogel 2D + 3D
- Wetterradardaten Reicherhöhe PPI + RHI
- Meteosat Bilder
- Wetterlagen und Hagelprognosen der ZAMG
- Seeding Daten
- Hageltestplatten-Auswertungen
- Hagel- und Schadensmeldungen der österreichischen Hagelversicherung

#### - **Erstellung einer gemeinsamen Datenbank**

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden bereits im Jahr 2011 die Voraussetzungen für diese Datenbank geschaffen (Sonnberger, [2011]). Seither wird diese Datenbank operationell auf einem Server der TU betrieben.

Folgende Tabellen sind in der Datenbank enthalten: (Details siehe Sonnberger, [2011])

- PRODUCTDESCRIPTION (Beschreibung der Radarprodukte)
- RADAR (Radardaten Reicherhöhe und Zirbitzkogel 2D)
- RADAR3D (Radardaten Zirbitzkogel 3D)
- GPHAGEL (Seeding-Daten)
- HAILPAD (Hageltestplatten der ZAMG, Dr. Svabik)
- HAILDAMAGE (Schadensmeldungen der österreichischen Hagelversicherung)
- HAILFORECAST (Wetterlagen und Hagelprognosen der ZAMG)
- HAILREPORT (Hagelmeldekarten des Hageltestplattennetzes - zur Verfügung gestellt von der ZAMG, Dr. Svabik)
- MUNICIPALITIES (Verzeichnis der Steirischen Gemeinden)

Die Datenbank enthält derzeit Daten im Zeitraum 2009 bis 2013 und wird laufend, größtenteils automatisch, erweitert. Die Größe der Datenbank beträgt momentan ca. 9 Gigabyte, wobei der Großteil der Datenmenge durch die Radardaten gegeben ist. Die gespeicherten Flugzeugpositionen umfassen insgesamt 271000 Einzelpositionen, die in zusammengefasst 450 Einsatztagen aller Flugzeug seit 2009 aufgezeichnet wurden.

#### - **Automatische Konvertierung der Daten in die Datenbank**

Ein weiteres Thema der oben genannten Diplomarbeit war die Erstellung von Programmen für die automatische Konvertierung der Rohdaten in die Datenbank. Nach Fertigstellung der Diplomarbeit wurden diese Programme auf dem TU-Server in Betrieb genommen und garantieren somit die ständige Aktualisierung der Datenbank. Folgende Programme sind derzeit in Verwendung:

- gphagel2sql (Konvertierung der Seeding-Daten, 1x täglich, automatisch)
- haildamage2sql (Konvertierung der Schadensmeldungen der ÖHV, 1x pro Jahr, händisch)
- hailforecast2sql (Konvertierung der ZAMG Wetterlagen und -prognosen, 1x täglich, automatisch)
- hailpad2sql (Konvertierung der Testplattendaten, bei Bedarf, händisch)
- arch2sql (Konvertierung der Wetterradardaten, laufend, automatisch)

#### - **Laufende Kontrolle und Überwachung der Datenarchivierung**

Die Konvertierung und Archivierung der Daten wurde stichprobenartig überwacht, um Fehler zu minimieren. Es wurden weitere Anpassungen an der Software vorgenommen um auf Änderungen im Datenformat der Wetterlagen und Prognosen zu reagieren

## 2.4. Datenanalyse

In dieser Aktivität erfolgt die laufende Analyse und Bewertung der Abwehrmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit.

Vorgesehen ist eine Analyse des Verhältnisses zwischen Auftreten von Hagel und prognostizierter Trächtigkeit (aus Wetterradar und kleinräumigen Modellrechnungen), mit Unterscheidung der geimpften und ungeimpften Gebiete/Zonen, unter Berücksichtigung der Dynamik (Zuggeschwindigkeit und Richtung) der Hagelzellen und der Bekämpfungsmaßnahmen.

### Tätigkeiten:

- Weiterentwicklung des HAILSYS Programms für die laufende Analyse

Das im Rahmen einer Diplomarbeit (Sonnberger, [2011]) entwickelte HAILSYS Programm wurde weiterentwickelt um zusätzlich bei den ausgewählten Pixeln die Wolkenoberflächen Temperatur (cloud-top temperature) anzuzeigen. Die Daten stammen von den METEOSAT IR (infrarot) Satellitenbildern. Mit diesen zusätzlichen Daten ist es möglich ein weiteres Hagelkriterium anzuwenden. Dieses, in der von A. H. Auer veröffentlichten Publikation (Auer, [1994]), beschriebene Kriterium, siehe Abbildung 1, stellt einen Zusammenhang zwischen der Hagelentstehung, der Wolkenoberflächentemperatur und der Radarreflektivität einer Gewitterwolke dar.

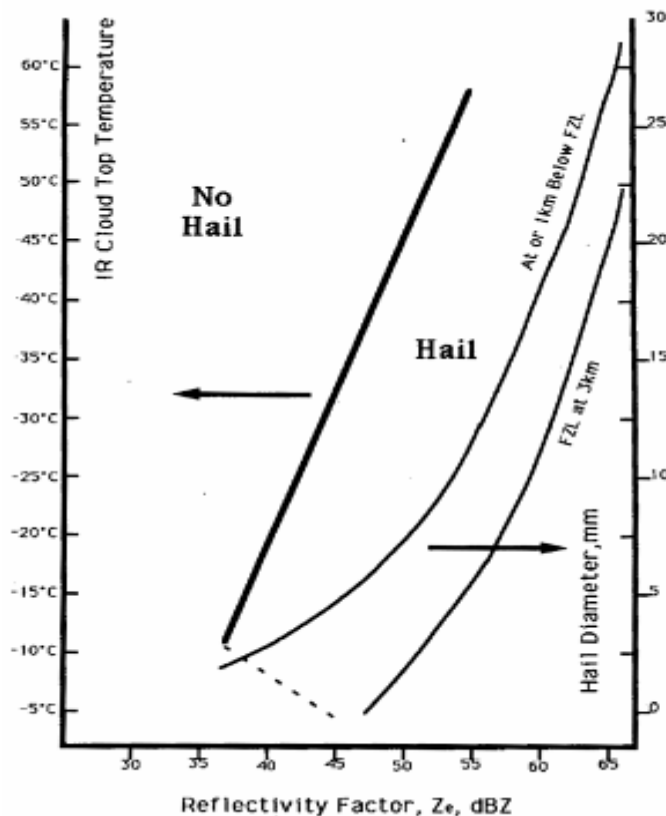


Abbildung 1: Hagelkriterium nach Auer

Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt der Radaransicht des Analyseprogramms HAILSYS. Man sieht, dass für den ausgewählten Pixel nun auch die Wolkenoberflächentemperatur angezeigt wird.

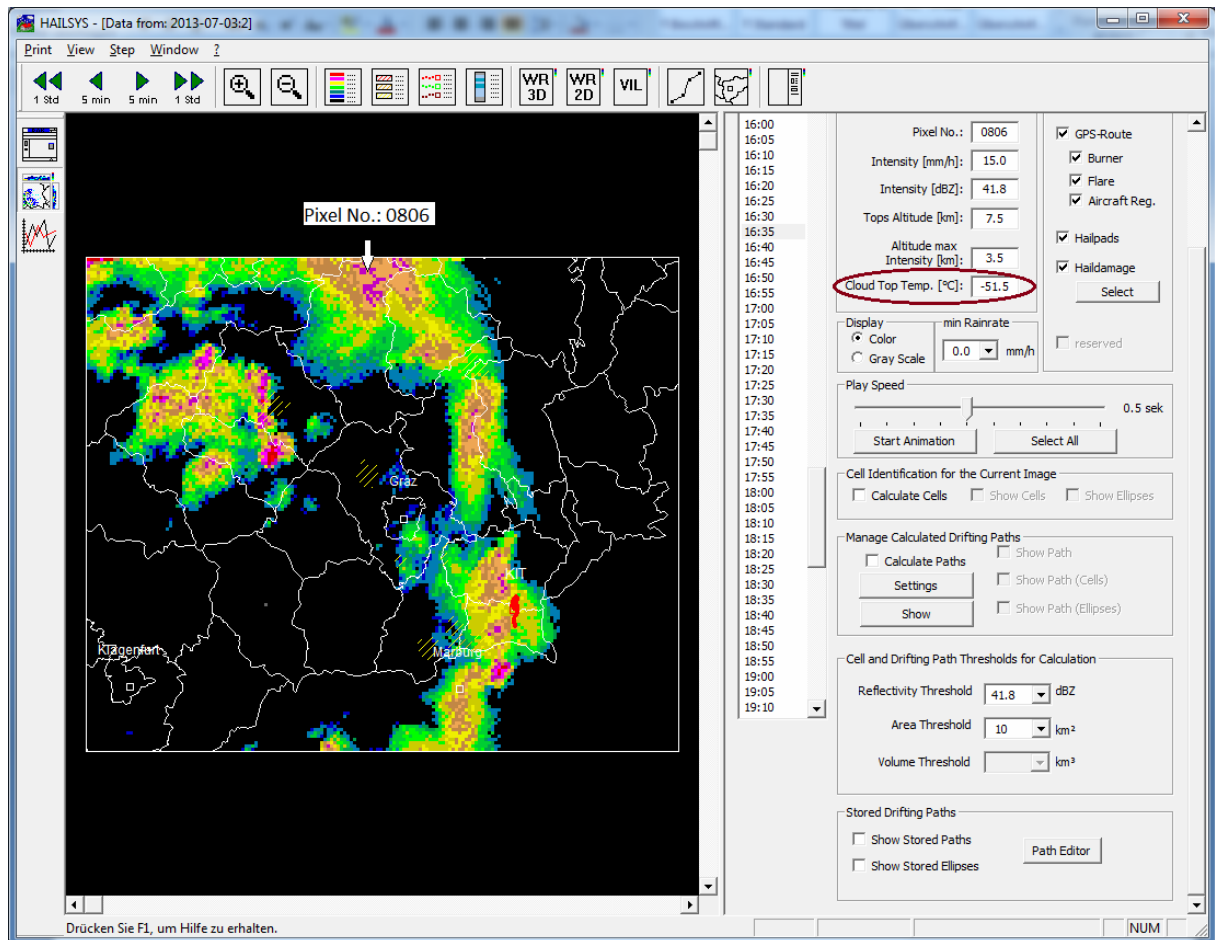


Abbildung 2: Ansicht Analyseprogramm HAILSYS.

## Analyse von ausgewählten Hagelzellen im Jahre 2013

Im Jahr 2013 sind steiermarkweit 2128 Hagelschadensmeldungen eingegangen. Insgesamt ist das die geringste Zahl seit 2009, wobei jedoch in einigen Gemeinden (St. Margarethen, Markt Hartmannsdorf, Sinabelkirchen) im Bezirk Weiz überdurchschnittlich viele Fälle zu verzeichnen sind – vergleichbar mit dem „Rekordjahr“ 2009. Im Folgenden werden drei Hagelzellen aus dem Jahr 2013 im Detail dargestellt und analysiert.

### Hagelzelle vom 20.05.2013

Ein Wetterradarbild der Gewitterzelle vom 20.05.2013 ist in der Abbildung 3 dargestellt. Diese Gewitterzelle entstand im westlichen Grenzgebiet zwischen der Steiermark und Kärnten und zog weiter zuerst in nordöstlicher danach in östlicher Richtung. Die Gewitterzelle zog zwischen 11:30 und 15:15 über die Bezirke Weiz, Fürstenfeld und Hartberg. Es kam zu keiner Impfung der Zelle in diesen Bezirken. Die Indikation für Hagel war laut Waldvogel Kriterium sowie laut Auer Kriterium gegeben.

Es wurden in mehreren Gemeinden Hagelschäden gemeldet (rot und gelb schraffierte Bereiche). Die Blitzaktivität im Zeitraum von 11:30 Uhr bis 15:15 Uhr ist in Abbildung 4 dargestellt. In Abbildung 5 ist der Verlauf des Waldvogel Kriteriums sowie des Seedings dargestellt. Zusätzlich ist in dieser Abbildung, genau zu den Zeitpunkten wo die Gewitterzelle über einer geschädigten Gemeinde war, eine Indikation über wenige (gelbe Kreuze) und viele (rote Kreuze) Schadensmeldungen eingezeichnet.

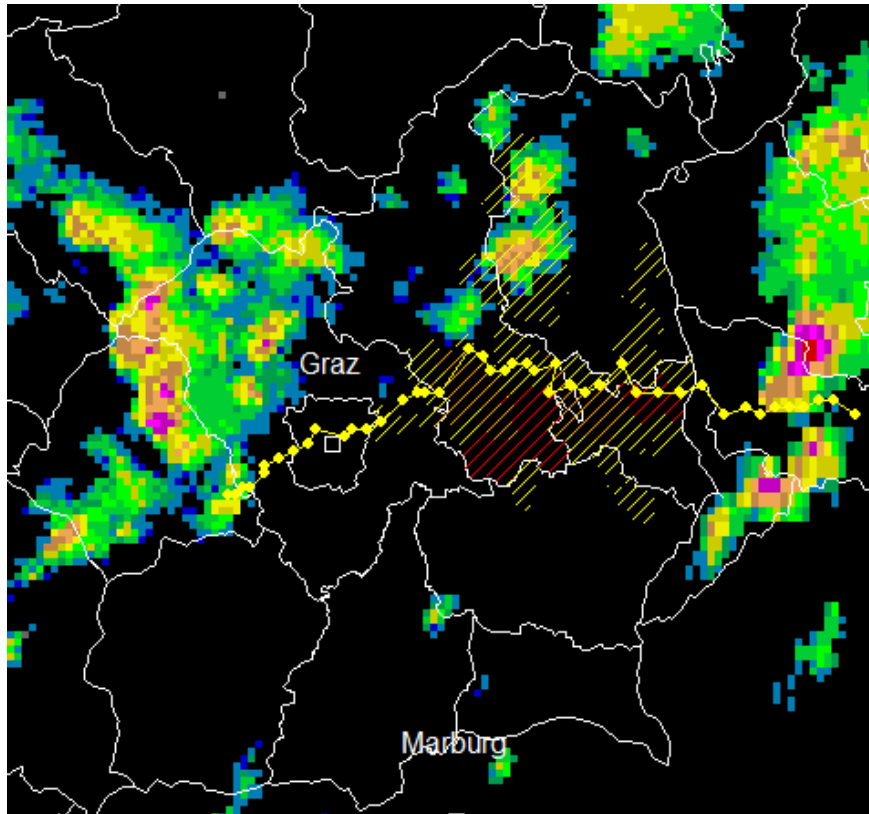


Abbildung 3: Gewitterzelle von 20.05.2013 um 11:30 Uhr und ihr weiterer Verlauf

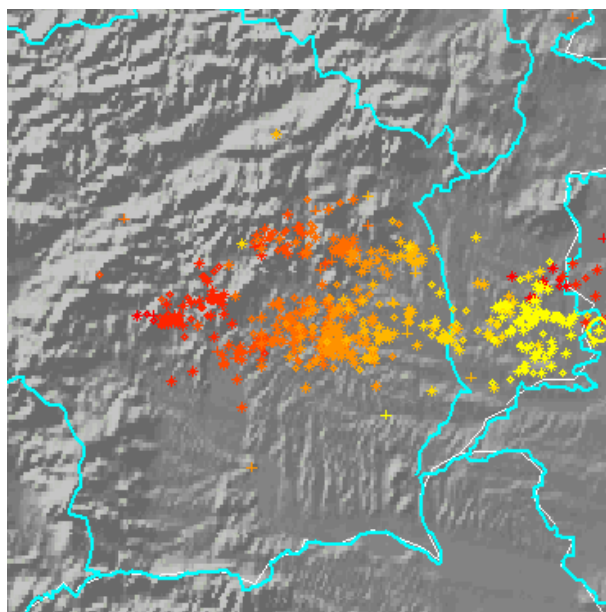


Abbildung 4: Blitzaktivität entlang des Gewitterpfads von 20.5.2013: 11:30 Uhr bis 15:15 Uhr

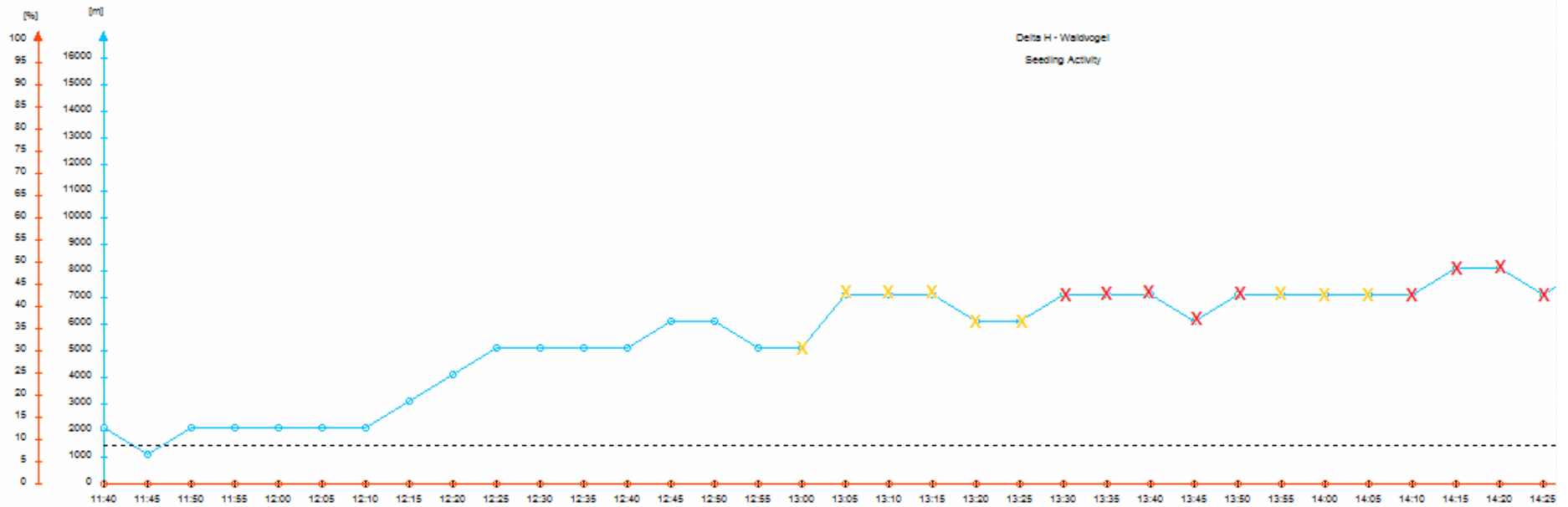


Abbildung 5: Gewitterfad von 20.05.2013: Es ist eine Indikation für ‚Hagel‘ fast durchgängig gegeben.



### Hagelzelle vom 16.06.2013

Ein Wetterradarbild einer Gewitterzelle vom 16.06.2013 ist in Abbildung 6 dargestellt. Diese Gewitterzelle entstand in nordwestlicher Richtung über den Niederen Tauern und zog übers Murtal weiter in südöstliche Richtung. Es kam zwischen 14:50 Uhr und 17:35 Uhr zu keiner Impfung der Zelle, obwohl die Indikation dafür laut Waldvogel Kriterium sowie laut Auer Kriterium gegeben war, weil das Murtal kein Teil des Abwehrgebietes ist. Erst ab 17:35 Uhr bis 18:00 Uhr wurde die Zelle in den Bezirken Voitsberg und Graz-Umgebung geimpft. Es kam in mehreren Gemeinden im Murtal zu Hagelschäden (gelb und orange schraffierte Bereiche). Die Blitzaktivität im Zeitraum von 14:50 Uhr bis 18:00 Uhr ist in Abbildung 7, der Verlauf des Waldvogel Kriteriums sowie des Seedings ist in Abbildung 8 dargestellt. Zusätzlich ist in dieser Abbildung, genau zu den Zeitpunkten wo die Gewitterzelle über einer geschädigten Gemeinde war, eine Indikation über die Schadensmeldungen (gelbe Kreuze) eingezeichnet.

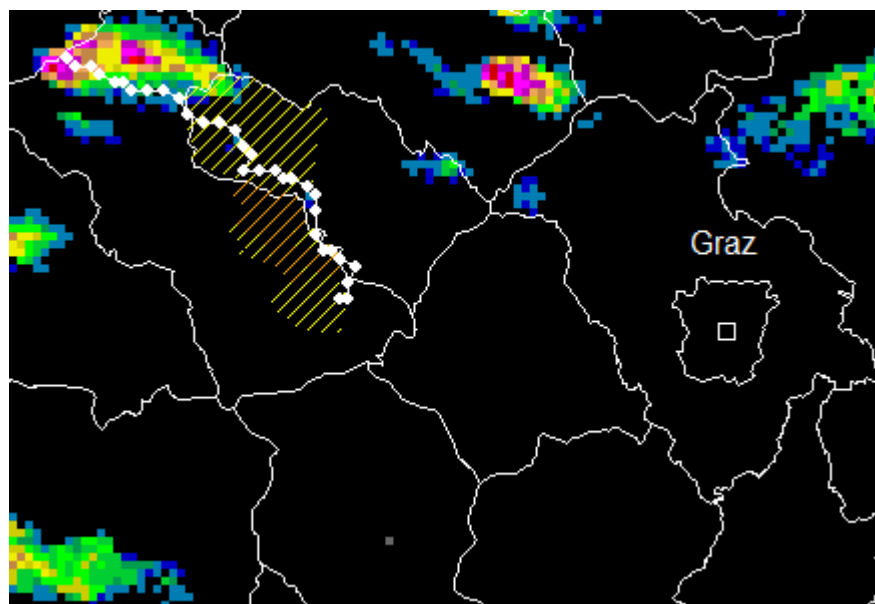


Abbildung 6: Gewitterzelle von 16.06.2013 um 14:50 Uhr und ihr weiterer Verlauf

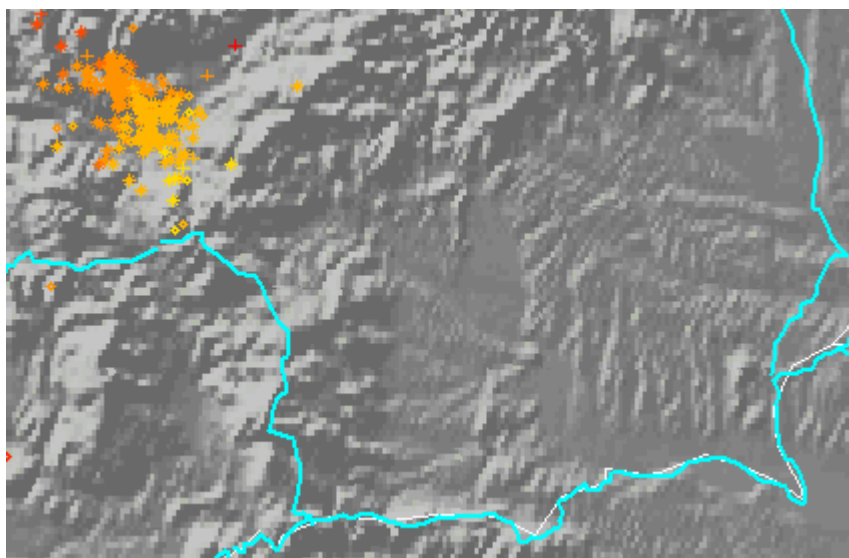


Abbildung 7: Blitzaktivität entlang des Gewitterpfades von 16.6.2013: 14:50 Uhr bis 18:00 Uhr

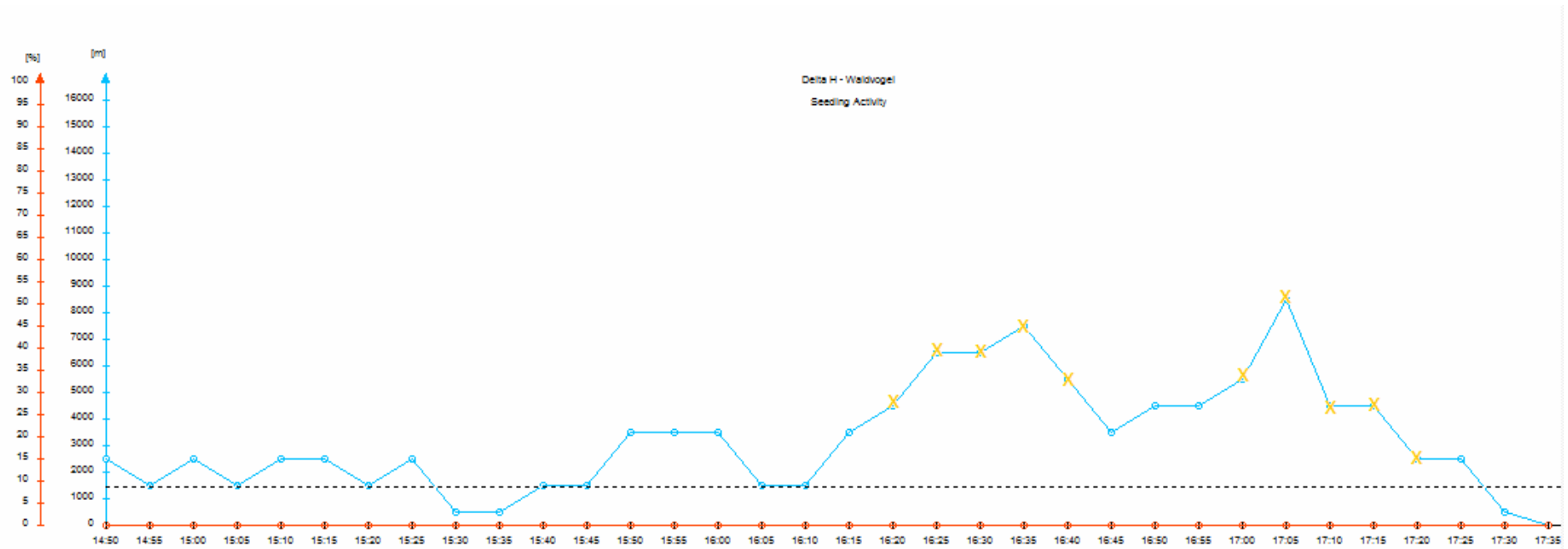


Abbildung 8 : Gewitterpfad von 16.06.2013: Es ist eine Indikation für ‚Hagel‘ fast durchgängig gegeben.

### Hagelzelle vom 13.08.2013

Ein Wetterradarbild einer Gewitterzelle vom 13.08.2013 ist in der Abbildung 9 dargestellt. Diese Gewitterzelle kam aus nordwestlicher Richtung und zog weiter über Graz in südöstlicher Richtung. Ab 13:25 Uhr wurde diese Zelle geimpft, eine Indikation für das Impfen der Zelle war laut Waldvogel Kriterium sowie laut Auer Kriterium gegeben, wobei die Impfung sehr nahe am Zugpfad erfolgte. Im Gegensatz zu den anderen Beispielen kam es hier zu keinem weiteren Anstieg des Kriteriums entlang des Gewitterpfades und auch zu keinen Hagelschäden.

Ab 14:00 Uhr zog im südlichen Leibnitz eine weitere Gewitterzelle in nordöstlicher Richtung. Diese Gewitterzelle wurde anfangs nicht geimpft, der Hagelflieger drehte ab ca. 14:30 von der ersten Gewitterzelle ab um diese Zelle in der südlichen Steiermark zu impfen. Es wurden in mehreren Gemeinden im Süden von Leibnitz Hagelschäden gemeldet (gelb schraffierte Bereiche). Die Blitzaktivität im Zeitraum von 12:25 Uhr bis 15:45 Uhr ist in Abbildung 10, der Verlauf des Waldvogel Kriteriums sowie des Seedings ist in Abbildung 11 dargestellt.

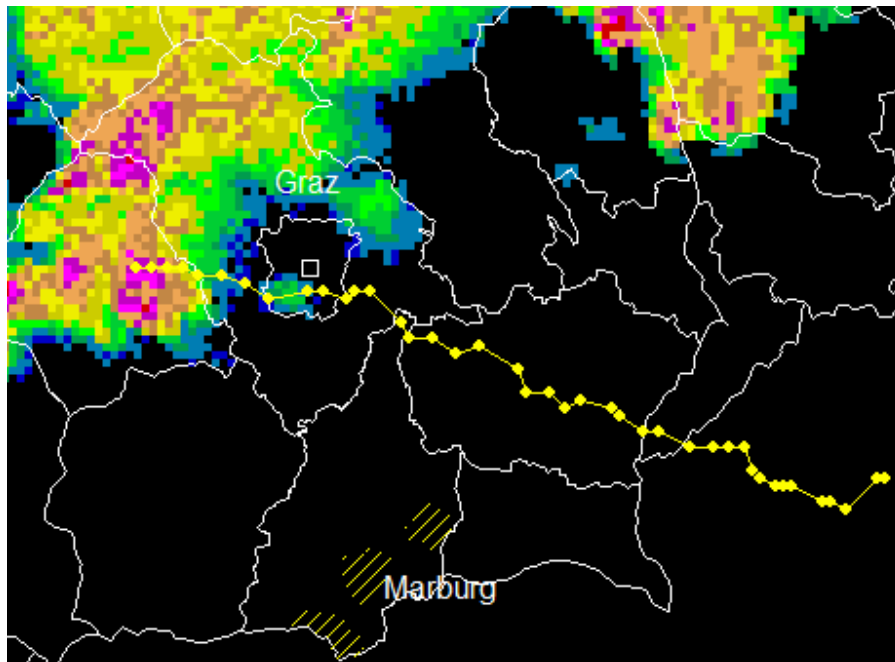


Abbildung 9 : Gewitterzelle von 13.08.2013 um 12:25 Uhr und ihr weiterer Verlauf

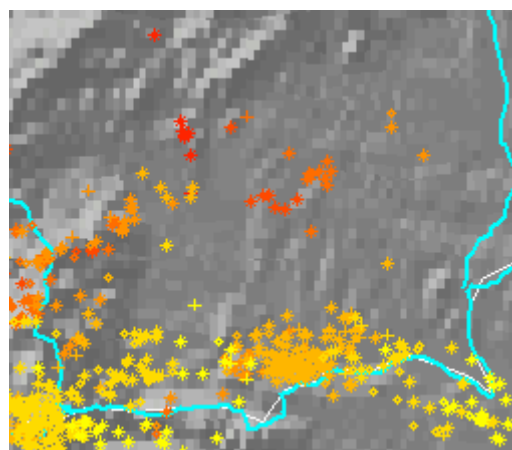


Abbildung 10: Blitzaktivität entlang des Gewitterpfades von 13.08.2013: 12:25 Uhr bis 15:45 Uhr

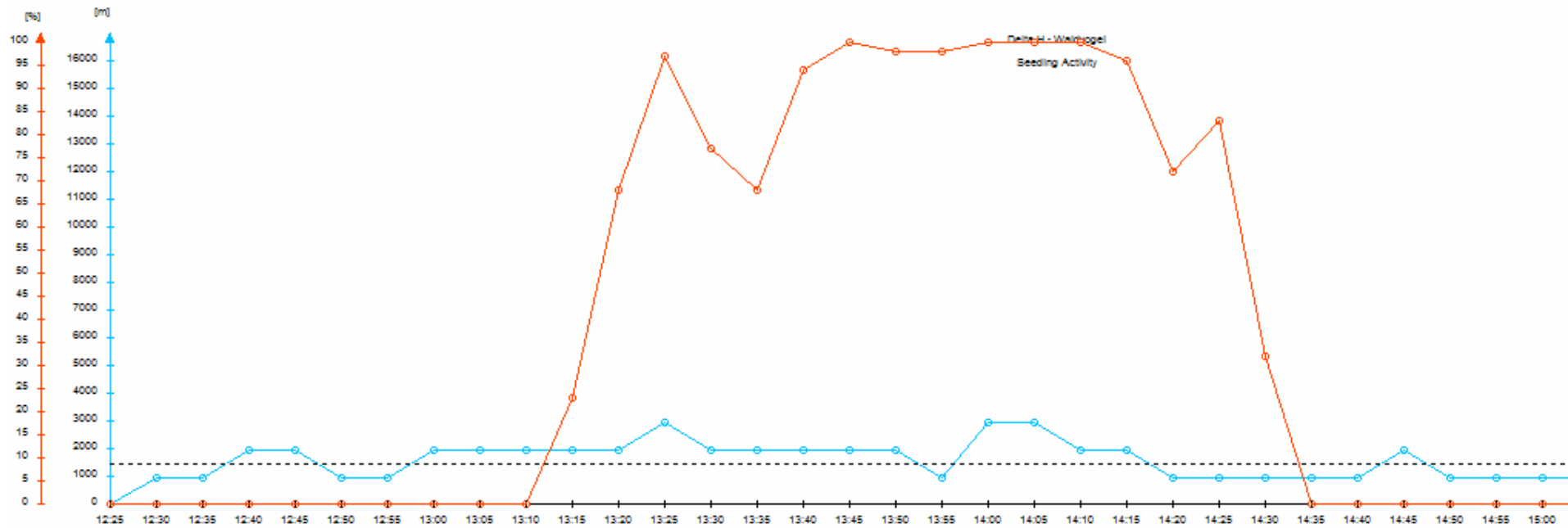


Abbildung 11: Gewitterfad von 13.08.2013: Es ist eine Indikation für ‚Hagel‘ ist ab 12:40 Uhr bis 14:20 Uhr fast durchgängig gegeben.

## Auswertung der Hagel-Schadensmeldungen

Die Tabelle 1 enthält die Anzahl der an die österreichische Hagelversicherung gemeldeten Schäden der Jahre 2009 bis 2013, zusammengefasst nach Bezirken (der Vergleichbarkeit wegen zu den Vorjahren werden die Bezirke Judenburg, Knittelfeld, Bruck an der Mur, Mürzzuschlag, Hartberg, Fürstenfeld, Feldbach und Bad Radkersburg weiterhin separat aufgeführt).

Bezirk	2009	2010	2011	2012	2013
Bruck an der Mur	32	11	51	38	11
Deutschlandsberg	763	111	244	556	36
Feldbach	951	628	704	461	175
Fürstenfeld	344	75	180	275	191
Graz Stadt	73	16	11	22	12
Graz-Umgebung	1003	210	125	566	134
Hartberg	353	578	363	1035	266
Judenburg	50	11	11	199	48
Knittelfeld	56	45	5	211	4
Leibnitz	880	375	617	809	34
Leoben	13	28	44	59	29
Liezen	32	22	0	32	63
Murau	124	27	60	60	10
Mürzzuschlag	7	0	25	22	10
Radkersburg	974	87	538	248	27
Voitsberg	79	18	36	367	6
Weiz	1227	410	544	1023	1072
<b>Steiermark gesamt</b>	<b>6961</b>	<b>2652</b>	<b>3558</b>	<b>5983</b>	<b>2128</b>

**Tabelle 1 Hagelschadensmeldungen 2009-2013, nach Bezirken.**

In der Tabelle 2 sind die Schadensmeldungen der Bezirke nach den einzelnen Tagen aufgeschlüsselt, wobei hier nur die 15 größten Häufigkeiten in der Tabelle enthalten sind.

Bezirk	Datum	Hagelschäden
Weiz	22.06.2013	395
Weiz	20.05.2013	251
Weiz	09.08.2013	197
Fürstenfeld	22.06.2013	85
Fürstenfeld	20.05.2013	78
Hartberg	09.08.2013	71
Weiz	02.07.2013	69
Hartberg	03.05.2013	55

Graz-Umgebung	22.06.2013	54
Liezen	22.06.2013	42
Hartberg	02.07.2013	42
Feldbach	04.07.2013	41
Feldbach	09.08.2013	37
Weiz	03.05.2013	36
Judenburg	16.06.2013	34

**Tabelle 2 Hagelschäden 2013 nach Datum**

In der Tabelle 3 sind die Schadensmeldungen für das Jahr 2013 nach Gemeinden aufgeschlüsselt, wobei nur die 15 Gemeinden mit der höchsten Anzahl an Meldungen aufgeführt sind.

Gemeinde	Hagelschäden
Markt Hartmannsdorf	174
Sinabelkirchen	146
St. Margarethen an der Raab	140
Gersdorf an der Feistritz	57
Strallegg	55
Nestelbach im Ilztal	55
St. Jakob im Walde	52
Puch bei Weiz	52
Wenigzell	44
Ilz	43
Floing	38
Hofstätten an der Raab	35
Bad Blumau	30
St. Kathrein am Hauenstein	28
Eichkögl	26

**Tabelle 3 Hagelschäden 2013 / Gemeinde**

Tabelle 4 zeigt die Schadensmeldungen für das Jahr 2013 nach einzelnen Tagen und Gemeinden aufgeschlüsselt, wobei ebenfalls nur die Tage mit der höchsten Anzahl an Meldungen aufgeführt sind.

Gemeinde	Datum	Hagelschäden
Markt Hartmannsdorf	22.06.2013	118
St.Margarethen an der Raab	22.06.2013	99
Sinabelkirchen	22.06.2013	89
Puch bei Weiz	09.08.2013	47

Sinabelkirchen	20.05.2013	43
Nestelbach im Ilztal	22.06.2013	41
Gersdorf an der Feistritz	22.06.2013	36
Floing	09.08.2013	32
Markt Hartmannsdorf	20.05.2013	31
Strallegg	09.08.2013	28
St.Jakob im Walde	09.08.2013	28
St.Margarethen an der Raab	20.05.2013	25
Bad Blumau	20.05.2013	25
Ilz	22.06.2013	24
Sonnhofen	03.05.2013	23

**Tabelle 4 Hagelschäden 2013 / Gemeinde / Tag**

Tabelle 5 zeigt die tageweise zusammengefassten Schadensmeldungen, nach Häufigkeit sortiert. Deutlich erkennbar ist, dass sich der Großteil der gemeldeten Hagelschäden auf einige wenige Tage konzentriert. So ergeben sich für die fünf schadensträchtigsten Tage insgesamt 1580 von 2128 oder 74% der Schadensmeldungen. Zählt man die ersten zehn Tage zusammen, so ergeben sich 1820 von 2128 oder 85% der Meldungen.

Datum	Hagelschäden
22.06.2013	638
20.05.2013	379
09.08.2013	336
02.07.2013	117
03.05.2013	110
04.08.2013	58
04.07.2013	54
11.07.2013	54
23.06.2013	39
16.06.2013	35
10.06.2013	31
03.07.2013	29
10.07.2013	25
04.05.2013	19

**Tabelle 5 Hagelschäden nach Datum**

Die folgenden Abbildungen stellen die Verteilung der Hagelschäden der Jahre 2009 bis 2013 grafisch in einer Karte der Steiermark dar.

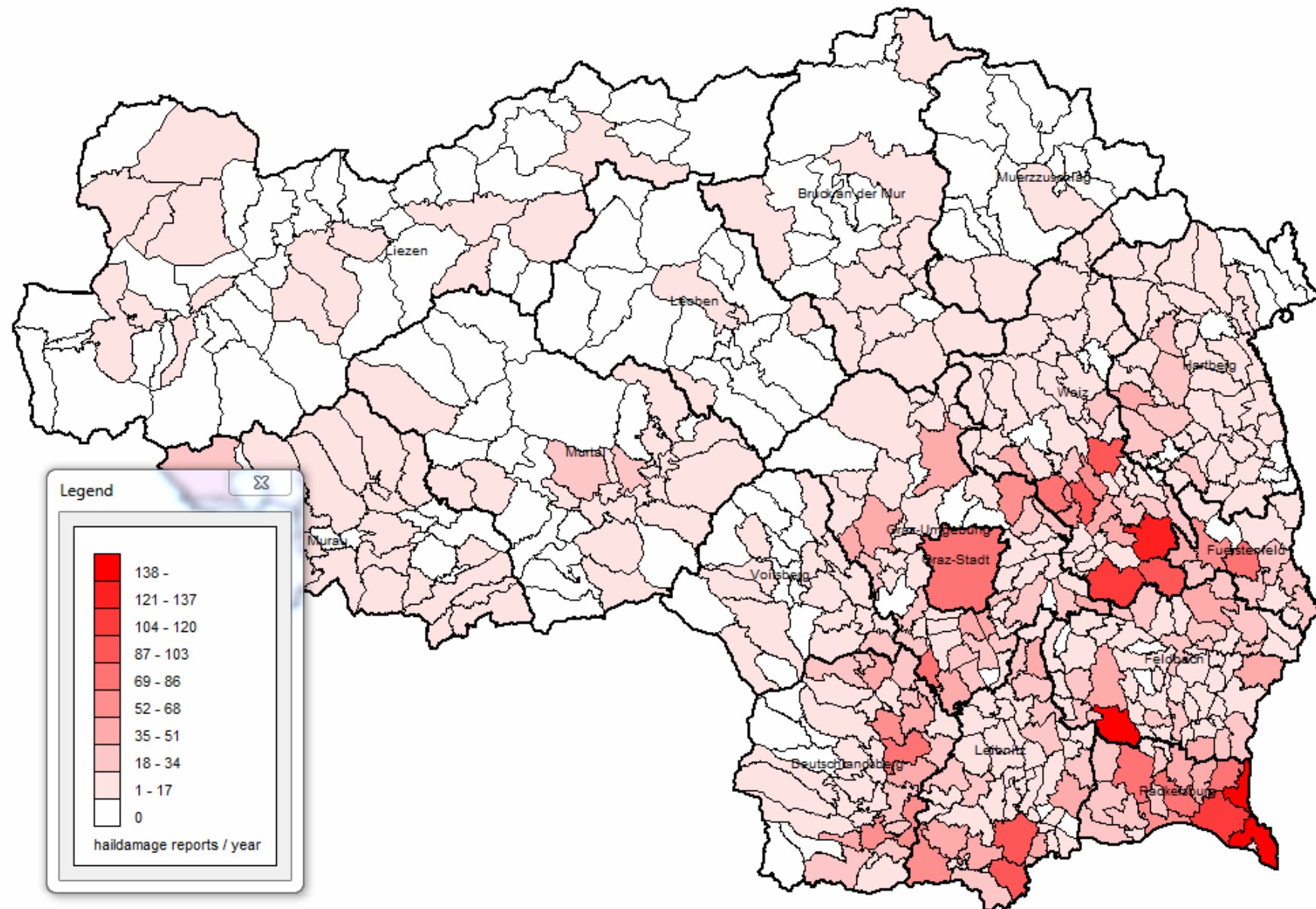


Abbildung 12: Gemeldete Hagelschäden in der Steiermark 2009 (Graphik erstellt mit HAILSYS)

Quelle Kartenmaterial: GIS-Steiermark



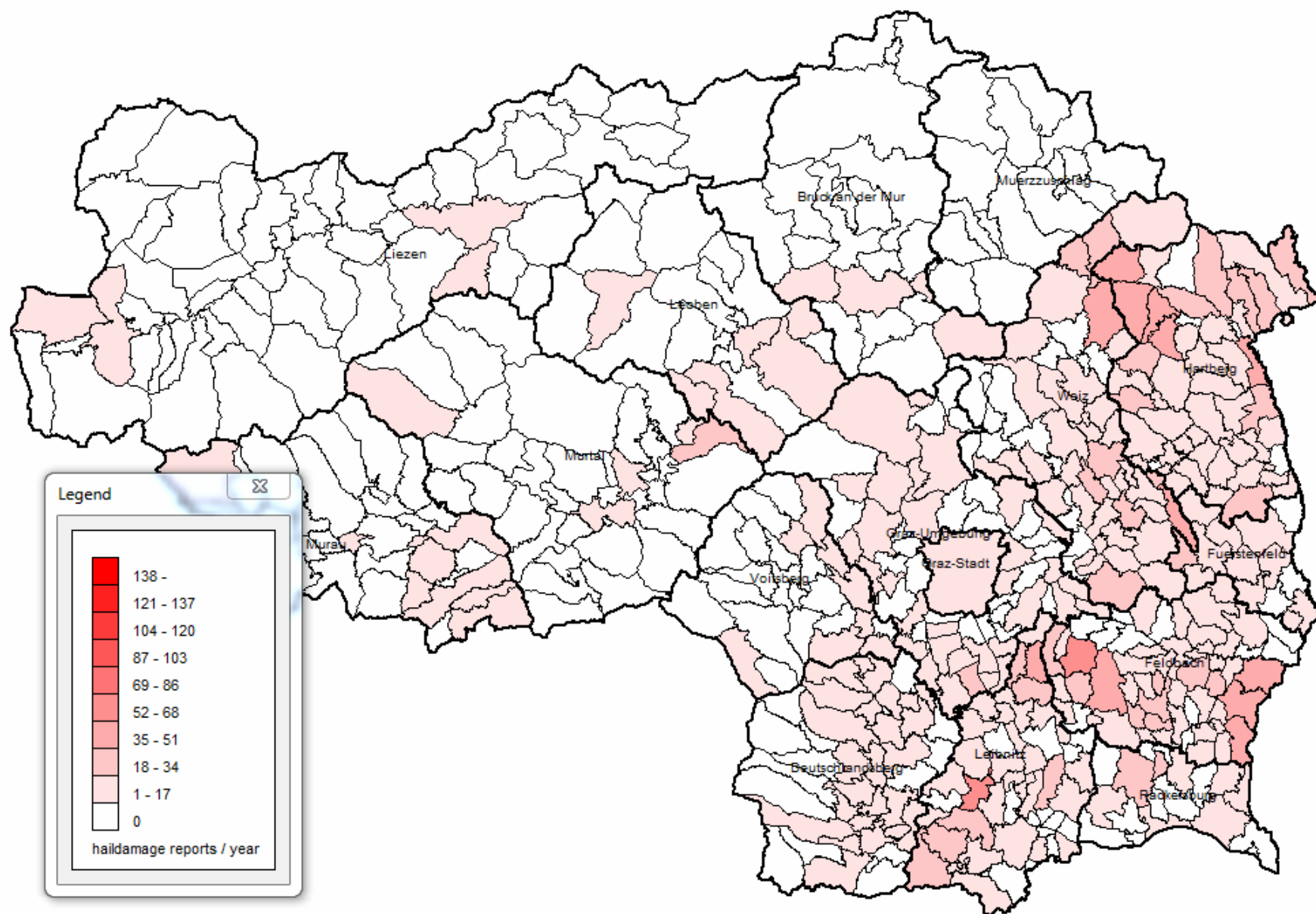


Abbildung 13: Gemeldete Hagelschäden in der Steiermark 2010 (Graphik erstellt mit HAILSYS)

Quelle Kartenmaterial: GIS-Steiermark

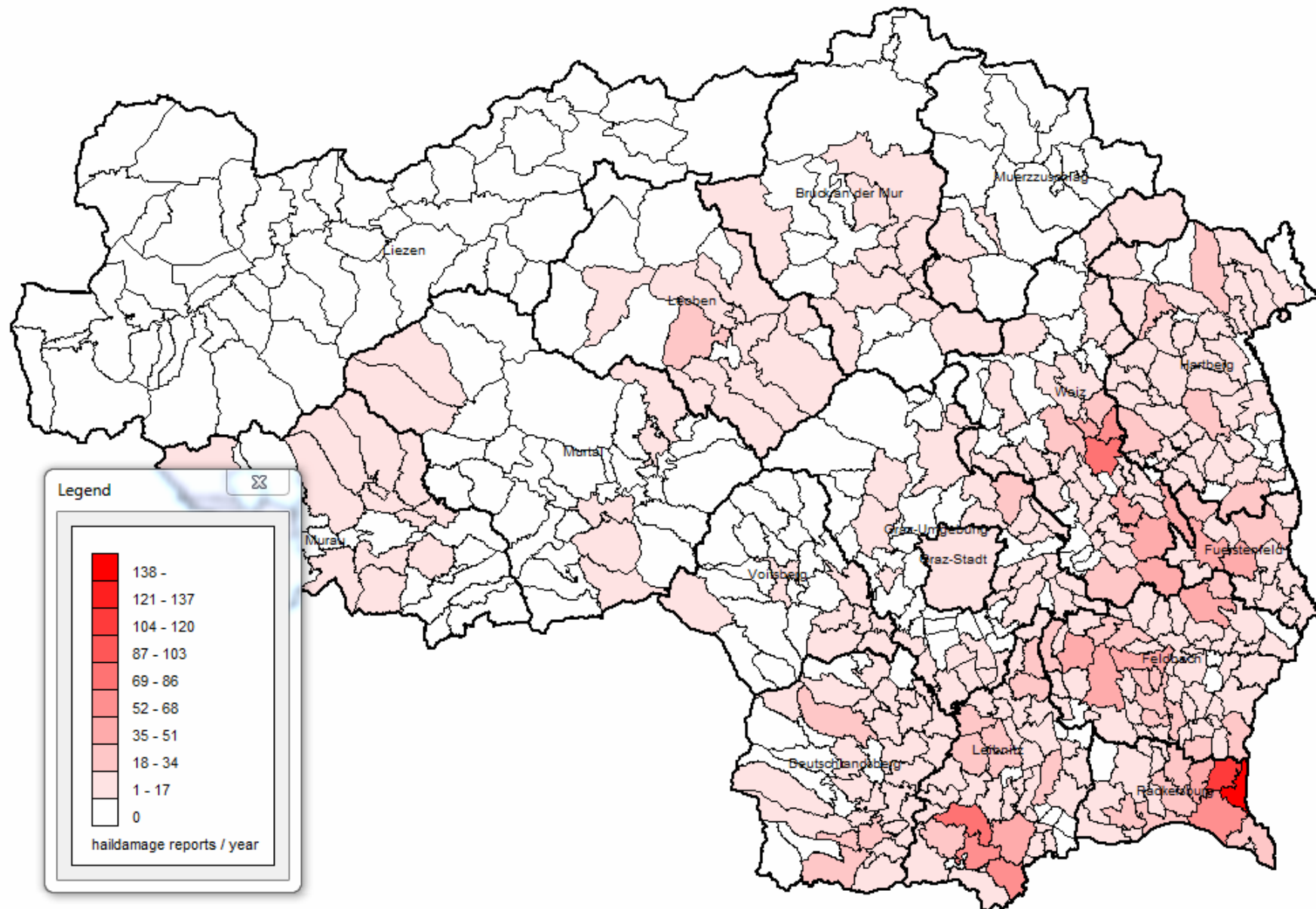


Abbildung 14: Gemeldete Hagelschäden in der Steiermark 2011 (Graphik erstellt mit HAILSYS)

Quelle Kartenmaterial: GIS-Steiermark

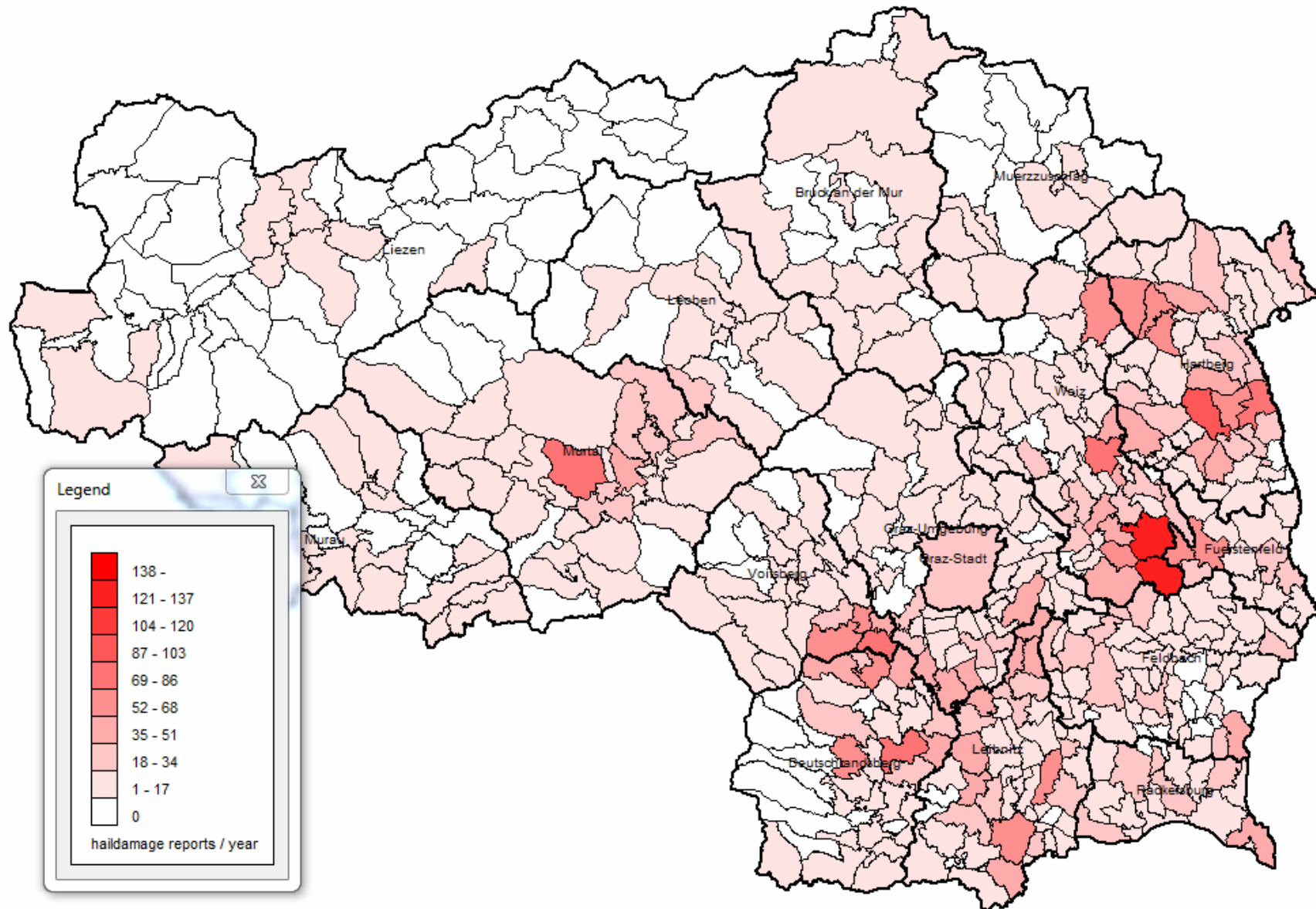


Abbildung 15: Gemeldete Hagelschäden in der Steiermark 2012 (Graphik erstellt mit HAILSYS)

Quelle Kartenmaterial: GIS-Steiermark

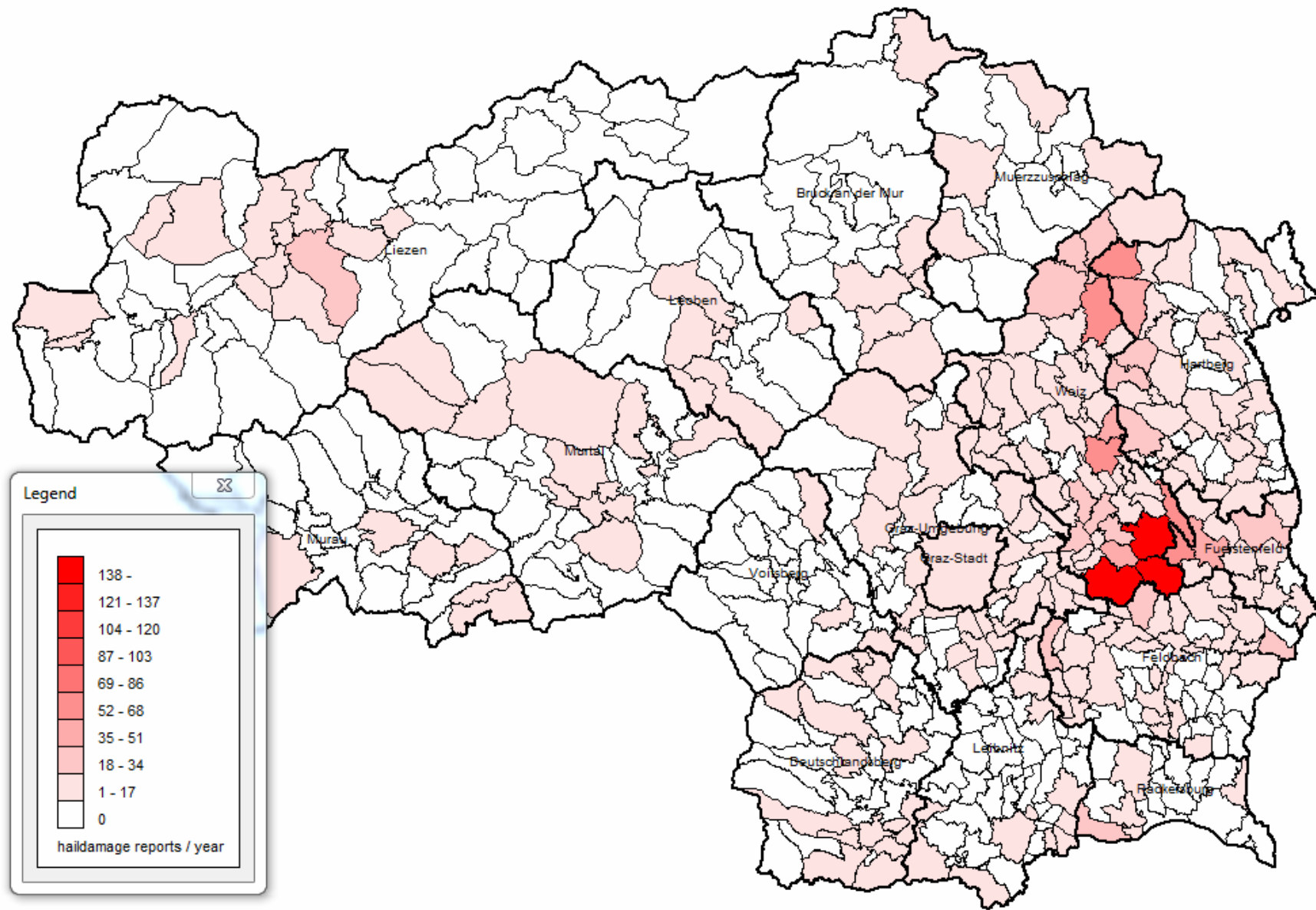


Abbildung 16: Gemeldete Hagelschäden in der Steiermark 2013 (Graphik erstellt mit HAILSYS)

Quelle Kartenmaterial: GIS-Steiermark

## Anhang A: Verfügbare Dokumente

Titel	Dateiname	Datum
Kostenplan Fassung 3	Hagelprojekt Kostenplan Fassung-3 20-12-06.doc	20.12.06
Kostenplan Sofortmaßnahmen	Hagelprojekt Sofortmaßnahmen Kostenplan 20--12-06ra.doc	20.12.06
Georeferenzierung des Weterradars Reicherhöhe	Bericht_20070912_georef.pdf	12.09.07
Testflug zur Überprüfung der Datenübertragung in die Flugzeuge per GPRS	bericht_testflug.pdf	11.12.07
Technischer Bericht August 2008	Hagelprojekt_bericht_08- 2008_rRa.doc	Aug. 2008
Kostenaufstellung 2008	Hagelprojekt_Kostenaufstellung_2008 _01-08_rRa.xls	Aug. 2008
Testflüge zur Überprüfung der Datenübertragung in die Flugzeuge – August und November 2008	Bericht_20081201_testflug3.pdf	01.12.08
Technischer Bericht 2008	Hagelprojekt_Bericht_2008.pdf	19.08.09
Technischer Bericht 2009	Hagelprojekt_Bericht_2009.pdf	19.08.09
Bericht Oktober 2010	Hagelprojekt_Bericht_2010.pdf	01.10.10
Kurzbericht 2007-2010	Hagelprojekt_Bericht_2007-2010.pdf	01.08.10
Diplomarbeit C.	Diplomarbeit_Sonnberger.pdf	28.09.11

Sonnberger

Diplomarbeit W. Hertlein	Diplomarbeit_Hertlein.pdf	01.10.11
Technischer Bericht 2011	Hagelprojekt_Bericht_2011.pdf	31.1.12
Bericht zu Hailsys	Bericht_Hailsys_2012.pdf	27.4.12
Technischer Bericht 2012	Hagelprojekt_Bericht_2012.pdf	14.3.13
Technischer Bericht 2013	Hagelprojekt_Bericht_2013.pdf	28.3.14

## Anhang B:

### Internetadressen

Download der verfügbaren Dokumente <ftp://hagel@radar.tugraz.at/documents>

Online Daten Reicherhöhe und Zirbitzkogel: <http://wiisinfo.radar.tugraz.at/hagel>

Die Passwörter können von Mitgliedern der Plattform bei der TU-Graz, Arbeitsgruppe Radartechnik u. Mikrowellenausbreitung ([support@radar.tugraz.at](mailto:support@radar.tugraz.at)) angefragt werden.

### Literatur

Sonnberger, Christoph (2011). *Hageldatenmanagement und -analyse*. Diplomarbeit, Technische Universität Graz.

Sonnberger, Christoph (2012). *Aktualisierung der Hageldatenbank und des Analyseprogramms HAILSYS mit anschließender Hageldatenanalyse*. Bericht, Technische Universität Graz.

Hertlein, Wilfried (2011). *Analyse und Korrelation von Hagelschäden mit Wetterradar- und Hagelabwehrmaßnahmen*. Diplomarbeit, Technische Universität Graz.

Übleis, Michael (2001). *Programmsystem für die vergleichende Analyse und Bewertung von Wetterradar-, Hagelbekämpfungs- und Hagelschadensdaten, Weiterentwicklung und Portierung auf Windows NT*. Diplomarbeit, Technische Universität Graz.

Auer, A. H., Jr.: 1994, *Hail Recognition through the Combined use of Radar Reflectivity and Cloud-Top Temperatures*. Mon. Wea. Rev., 122, 2218-2221