



Projektskizze

RO-BERTA

ROsenheims meteorologische **BE**sonderheiten: Eine **Regelungs-Technische Aufgabe**

Kurzfassung

RO-BERTA soll den Hagelabwehrflug durch optimale Aufbereitung der Wetterdaten in Echtzeit effektiver gestalten und eine Datenbank zur Grundlagenforschung von Großwetterlagen anlegen.

Die Projektzeit beläuft sich auf 2.5 Jahre, Starttermin ist frühestens der 1. Oktober 2010. Die Gesamtkosten belaufen sich auf 255 k EUR, wobei 150 k EUR Personalkosten und 105 k EUR Materialkosten (Hardware und Software) sind.



RO-BERT (*2007)



RO-BERTA (*2013)

Projektbeteiligte:

- Auftraggeber: Hagelforschungsverein Rosenheim
- Projektteam: Hochschule Rosenheim, vertreten durch
Prof. Dr. Peter Zentgraf
Dipl.-Ing. Peter Viehhauser
Dipl.-Ing. Martin Heigl



Inhalt

1	Die Ziele des Projektes RO-BERTA.....	3
2	Beschreibung der Teilaufgaben	3
2.1	Entwicklung des Geräts „HAIL“ für die Aufgaben im Hagelabwehrflugzeug	3
2.1.1	Messen und Speichern meteorologischer und sonstiger Messgrößen.....	3
2.1.2	Visuelle Darstellung der Hagelzelle	4
2.1.3	Online-Versendung ausgewählter Daten vom Flugzeug.....	4
2.1.4	HAIL als autonomes System	5
2.1.5	Datenweiterleitung der von HAIL gesammelten Daten an die HS Rosenheim	5
2.2	Aufbau einer Infrastruktur für die Hagelabwehr – Datenbank „HASE“	5
2.3	Entwicklung des Bodenmelders „AMBOS“	5
2.3.1	Messen meteorologischer und sonstiger Messgrößen.....	6
2.3.2	Weiterleitung der Messgrößen an HASE	7
2.3.3	Aufbau eines Netzes von AMBOS Bodenmeldern	7
2.4	Entwicklung einer Datenverbindung zwischen HAIL und HASE während des Fluges	7
2.4.1	Datenverbindung zwischen HAIL und der Relaisstation HAGER	8
2.4.2	Datenverbindung zwischen HASE und der Relaisstation HAGER	8
3	Projektphasen	8
4	Risikoanalyse.....	9
4.1	Datenverbindung zwischen HASE und Relaisstation HAGER auf dem Hochfelln	9
4.2	Datenverbindung zwischen Relaisstation HAGER und HAIL.....	10
4.3	Sensoren am Flugzeug	10
4.4	Bodenradardaten vom deutschen Wetterdiensts	10
4.5	Bestimmungen zur Verwendung WLAN im gelandeten Flugzeug	11
5	Verzeichnis der Akronyme	12



1 Die Ziele des Projektes RO-BERTA

Das primäre Ziel ist es, den Piloten des Impfflugzeugs bei der Wahl seines Impfgebietes durch eine visuelle Darstellung der Bodenradardaten des Deutschen Wetterdienstes im Cockpit während des Hagelabwehrfluges zu unterstützen.

Ein weiteres wichtiges Ziel ist der Aufbau einer Datenbank zur Grundlagenforschung an Großwetterlagen bei Hagelunwettern. Der so über Jahre gesammelte Datenbestand soll als Basis zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Silberjoditimpfung und ihrer Auswirkung auf die Hagelzellen dienen.

2 Beschreibung der Teilaufgaben

Das Projekt RO-BERTA versteht sich als Konglomerat aus technischen Lösungen die zur Realisierung der unter Kap. 1 beschriebenen Ziele notwendig sind. Diese technischen Lösungen resultieren aus den folgenden Teilaufgaben.

2.1 Entwicklung des Geräts „HAIL“ für die Aufgaben im Hagelabwehrflugzeug

Das Hagelabwehrflugzeug wird mit dem Gerät „HAIL“ (Hagel **A**bwehr **I**n der **L**uft) ausgerüstet. HAIL bewältigt während des Hagelabwehrfluges die folgenden Aufgaben:

2.1.1 Messen und Speichern meteorologischer und sonstiger Messgrößen

Während des Hagelabwehrfluges sammelt HAIL durch am Flugzeug verbaute Sensoren folgende Daten:

Meteorologische Messgrößen:

- Temperatur
- Luftdruck (statisch und dynamisch)
- Luftfeuchte
- Windstärke und Windrichtung

Sonstige Messgrößen:

- Menge des versprühten Silberjodits.
- Elektrische Feldstärke (s.h. Risikobetrachtung)
- Magnetische Feldstärke (s.h. Risikobetrachtung)
- Feinstaubdichte (s.h. Risikobetrachtung)
- Zwei GPS Sensoren zur Bestimmung der Flugzeug-Position und der Zeit
- Lage des Flugzeuges im Bezug auf die Erdoberfläche
- Vier Beschleunigungssensoren
- WebCam (s.h. Risikobetrachtung)

2.1.2 Visuelle Darstellung der Hagelzelle

Beim Impfen einer Hagelzelle ist es wichtig zu wissen, wo genau der Kern der Zelle ist. Bisher erhält der Pilot über einen Mann am Bodenwetterradar durch eine Audioverbindung diese Information.

Künftig sollen eine Datenverbindung die Echodaten des Bodenwetterradars zu HAIL im Flugzeug senden. HAIL generiert aus diesen Echodaten und den gemessenen Raumkoordinaten des Flugzeugs eine von der Flugzeuglage abhängige Darstellung der Hagelzelle auf einem Bildschirm im Cockpit.

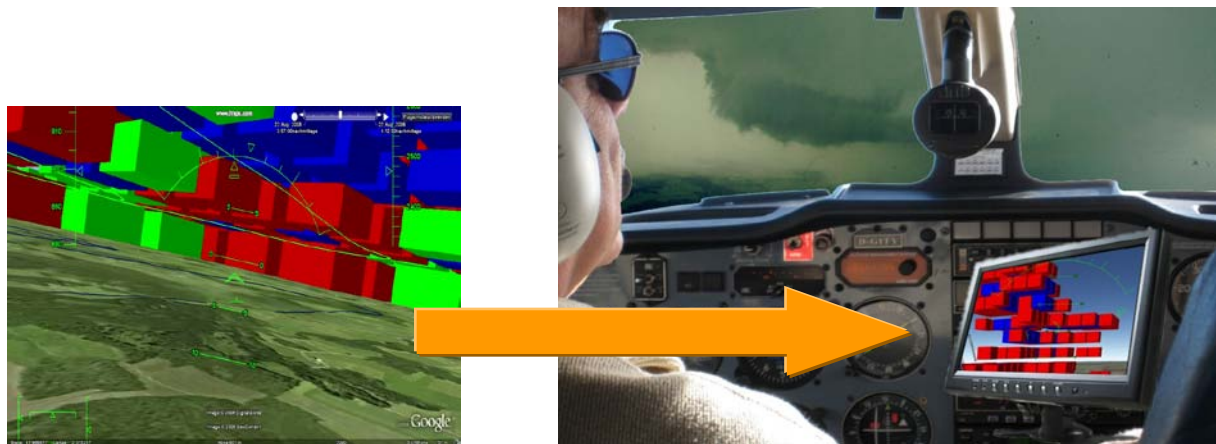


Abbildung 1: visuelle Darstellung der Hagelzelle auf Basis der Daten des Bodenwetterradars

2.1.3 Online-Versendung ausgewählter Daten vom Flugzeug

HAIL sendet während des Fluges die Raumkoordinaten des Hagelabwehrflugzeuges und die aktuell in die Hagelzelle eingebrachte Silberjoditmenge an eine Boden – Relaisstation. Mit diesen Daten ist es möglich, die Bevölkerung über den aktuellen Ort im Onlineportal „live“ zu informieren.



Abbildung 2: Darstellung der Flugzeugposition

Die Darstellung der Hagelzelle beruht auf den Daten des Bodenradars des deutschen Wetterdienstes. Es besteht noch Klärungsbedarf, ob diese Daten der Öffentlichkeit zugänglich sein dürfen (s.h. Risikobetrachtung). Mit welcher Datenrate die Bilder einer WebCam verschickt werden können (live-Film oder Standbilder), muss noch geklärt werden (s.h. Risikobetrachtung).

2.1.4 HAIL als autonomes System

Aufgrund rechtlicher Gründe darf HAIL in keiner Weise mit dem Systemen des Flugzeuges in Verbindung stehen. HAIL muss als autonomes System funktionieren. Deshalb ist es notwendig, für HAIL eine vom Flugzeug unabhängige Stromversorgung mit einem Lademanagementsystem für den dazu an Bord installierten Akku zu entwickeln.

2.1.5 Datenweiterleitung der von HAIL gesammelten Daten an die HS Rosenheim

HAIL leitet automatisch die während eines Hagelabwehrfluges gesammelten Messdaten nach der Landung an eine an der Hochschule Rosenheim installierten Datenbankserver (HASE s.h. Kap. 4.5) weiter.

Dazu wird HAIL mit einem WLAN Modul ausgerüstet, das nach Ankunft des Flugzeuges in Hangar Kontakt mit einem am Hangar installierten WLAN – Access Point aufnimmt. Der WLAN – Access Point schickt die von HAIL empfangenen Daten per Internetverbindung zum Datenbankserver weiter.

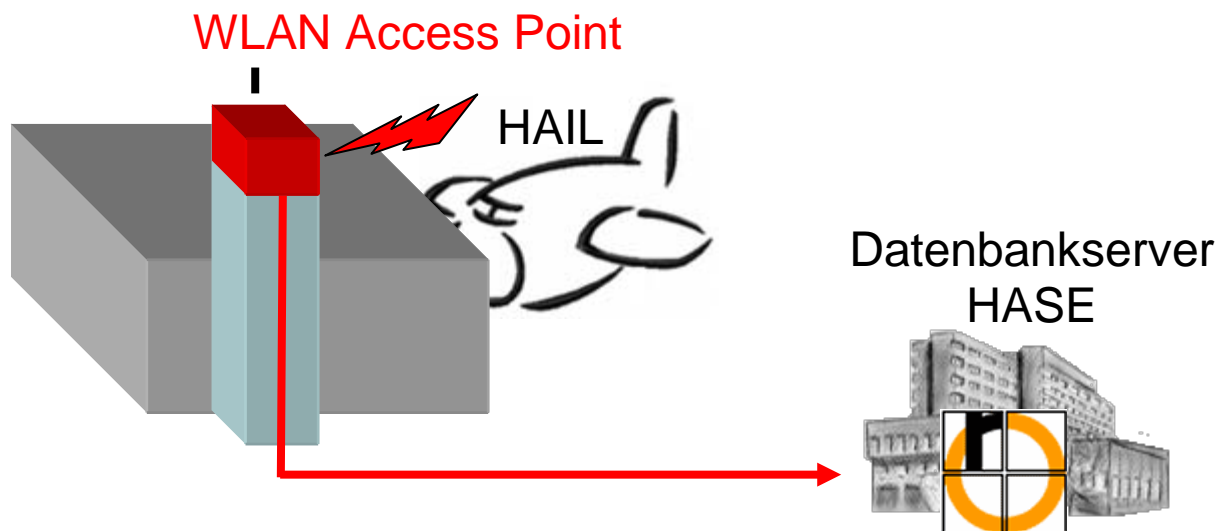


Abbildung 3: Datentransfer Flugzeug - Hochschule

2.2 Aufbau einer Infrastruktur für die Hagelabwehr – Datenbank „HASE“

Die gesammelten Messgrößen sollen auf einer auf dem Server „HASE“ (Hagelabwehr Server auf der Erde) konfigurierten Datenbank gespeichert werden und für spätere Auswertungen aufbereitet und verwaltet werden. Dazu ist ein Server anzuschaffen bzw. zu konfigurieren, auf dem HASE installiert ist.

2.3 Entwicklung des Bodenmelders „AMBOS“

Derzeit erfassen einzelne Personen, die im Auftrag des Hagelforschungsvereins agieren, manuell die Wetterzustände – insbesondere Hagelereignisse. Nach Aussage des Hagelforschungsvereins lässt allerdings die Qualität der gemeldeten Daten in Bezug auf Genauigkeit und Regelmäßigkeit Wünsche offen.

Eine automatisierte Erfassung von Wetterzuständen in Bodennahe kann die Qualität der Wetterdaten steigern. Daher ist eine Teilaufgabe des Projektes RO-BERTA die



Entwicklung des automatisierten Bodenmelders „AMBOS“ (**A**utomatisiertes **B**odenmel-
der **S**ystem).

AMBOS bewältigt folgende Aufgaben, die in den nächsten Unterkapiteln vorgestellt werden:

2.3.1 Messen meteorologischer und sonstiger Messgrößen

Ein AMBOS Bodenmelder ist mit Sensoren zur Erfassung folgender meteorologischer und physikalischer Messgrößen ausgerüstet:

Meteorologische Messgrößen:

- Temperatur
- Luftdruck
- Luftfeuchte
- Wind – Richtungsvektor
- Hagelsensor (s.h. Risikobetrachtung)
- Niederschlagssensor (s.h. Risikobetrachtung)

Sonstige Messgrößen:

- Elektrische Feldstärke (s.h. Risikobetrachtung)
- Magnetische Feldstärke (s.h. Risikobetrachtung)
- Infraschall / Schall
- Position und Zeitstempel
- WebCam (bei ausgewählten Bodenmeldern)



Abbildung 4: Prototyp AMBOS

Es existiert bereits ein Prototyp (Abb. 4) der im Abstand von 150m zur Bergstation am Hochfellingipfel aufgestellt ist. Dieser Prototyp sendet per Funk Messdaten an einen Empfänger in der Bergstation. Die empfangenen Daten speist der Empfänger dann in das Internet ein.



2.3.2 Weiterleitung der Messgrößen an HASE

Jeder AMBOS Bodenmelder meldet die Messgrößen an die HASE. Da ein AMBOS Bodenmelder autark in Hinblick auf Spannungsversorgung und Datenanbindung sein soll kommt nur eine schnurlose Übermittlung der Messgrößen in Frage. Grundsätzlich gibt es zwei mögliche Kommunikationswege mit HASE:

Schnurlose Kurzstrecken – Datenübertragung

Der AMBOS Bodenmelder ist z.B. auf dem Dach eines Mitglieds des Hagelforschungsvereins montiert und sendet per Funk die Daten an eine Empfangsstation. Diese Empfangsstation ist an einem Internetzugang angeschlossen und leitet die vom AMBOS Bodenmelder eintreffenden Daten über das Internet weiter zur HASE.

Schnurlose Langstrecken – Datenübertragung

Der Standort der AMBOS Bodenmelder ist fernab der Internetinfrastruktur. In diesem Fall bieten sich zwei Alternativen an: Entweder über „Packet Radio“ oder über WLAN Richtfunk (s.h. Risikobetrachtung).

2.3.3 Aufbau eines Netzes von AMBOS Bodenmeldern

Insgesamt 100 AMBOS Bodenmelder sollen kreuzförmig in zwei senkrecht aufeinander stehenden Reihen a 50 Stück im Hagelgebiet aufgestellt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass die Hagelwolken sowohl in ihrer Breite als auch in der zeitlichen Abfolge aufgezeichnet werden.

2.4 Entwicklung einer Datenverbindung zwischen HAIL und HASE während des Fluges

Die Datenverbindung zwischen dem HAIL – Gerät an Bord des Hagelabwehrflugzeugs und der bodengestützten HASE – Datenbank an der Hochschule Rosenheim gliedert sich in zwei Teileübertragungsstrecken auf.

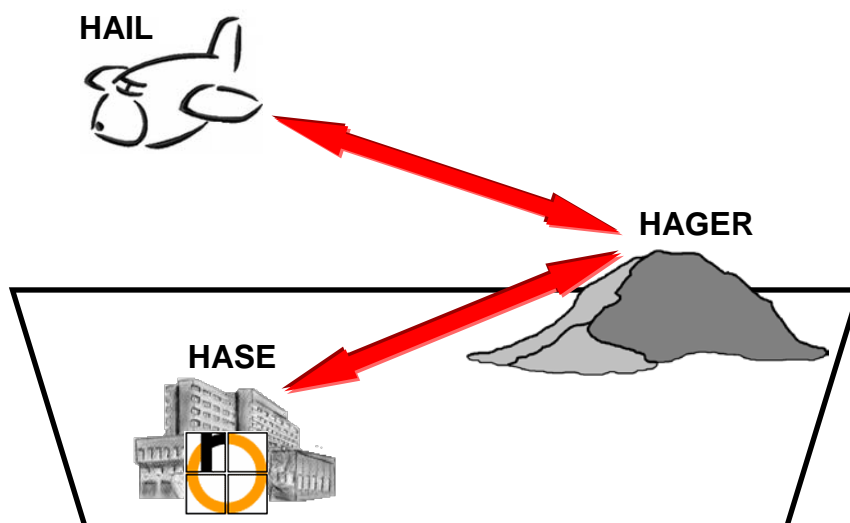


Abbildung 5: Datentransfer zwischen Flugzeug und Hochschule

2.4.1 Datenverbindung zwischen HAIL und der Relaisstation HAGER

Zur Gewährleistung einer sicheren Datenverbindung wird bei dieser Teilstrecke vorerst auf hohe Datenübertragungsraten verzichtet. Ein mögliches Übertragungsverfahren ist beispielsweise „Packet Radio“ das auf der CB-Funk-Technik basiert. Durch eine oder mehrere Relaisstationen, die auf Berggipfeln im Alpenvorland installiert sind, kann immer eine direkt Sichtverbindung zum Hagelabwehrflugzeug garantiert werden. So entsteht aus der Anwendung eines bereits langjährig erprobten Datenübertragungsverfahrens (Packet Radio) und der immer vorhandenen direkten Sichtverbindung eine Datenverbindung mit hoher Betriebssicherheit.

2.4.2 Datenverbindung zwischen HASE und der Relaisstation HAGER

Die Datenverbindung zwischen Relaisstation und der HASE verwirklicht eine WLAN Richtfunkstrecke. Wegen der damit möglichen hohen Übertragungsraten ist die Relaisstation(-en) zu automatisierten Wetterwarten ausbaubar, die auch Bilddaten von heranziehenden Hagelzellen an die HASE senden können.

3 Projektphasen

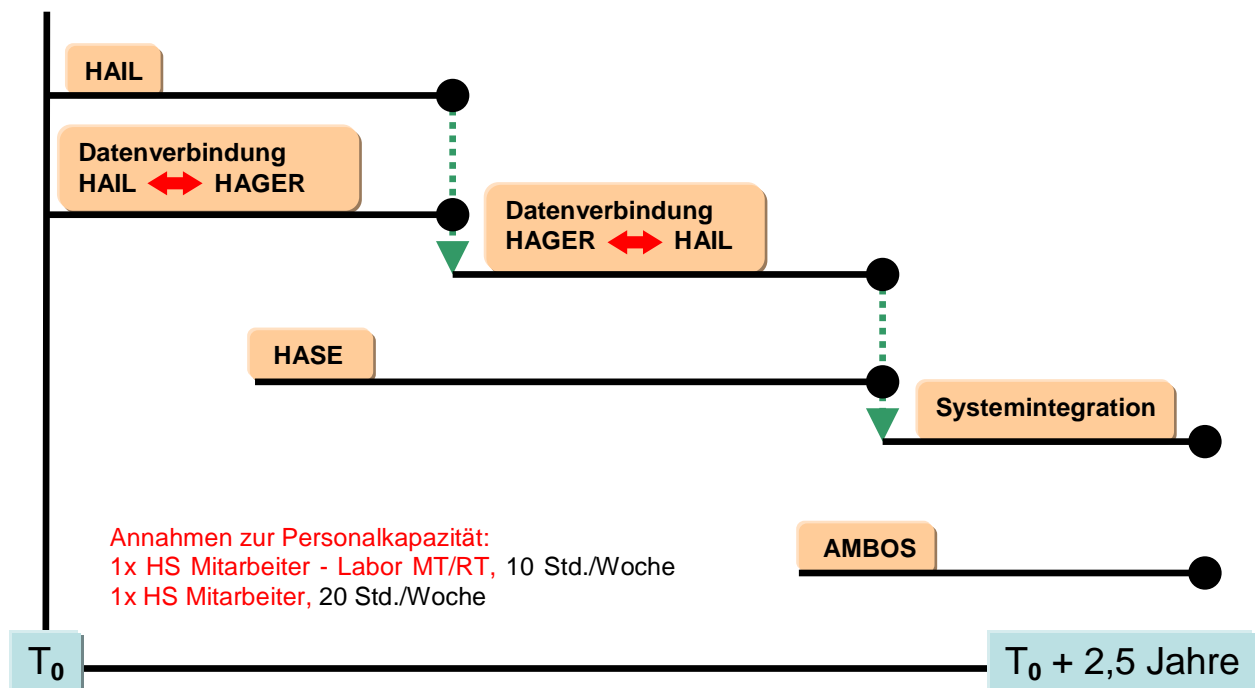


Abbildung 7: Projektphasen

Annahmen:

1. Eine ganz wesentliche Annahme bei dem Zeitplan und der zu bewältigen Aufgaben ist, dass das Kernteam von RO-BERT (Hr. Dipl.-Ing. Peter Viehhauser und Hr. Dipl.-Ing. Martin Heigl) auch bei RO-BERTA mitarbeitet.
2. Der früheste mögliche Starttermin ist der 1. Oktober 2010

4 Risikoanalyse

Im Folgenden sind die Risiken beschrieben, die unter Umständen zu einer Neudefinition der Projektziele führen können.

4.1 Datenverbindung zwischen HASE und Relaisstation HAGER auf dem Hochfelln

Risikoeinschätzung: gering

Beschreibung:

Der Hochfelln bietet sich wegen seiner Lage bzgl. des Hagelgebietes und seiner Höhe sehr gut als Stützpunkt einer Relaisstation, „HAGER“ (**H**agelabwehr mit **G**ebirge-Relaisstation), an. Gleichzeitig ist die Strecke zwischen Hochfellngipfel und Hochschule Rosenheim die längste Strecke, die per WLAN Richtfunk beim Aufbau eines Relaisstationsnetzes zu überwinden ist. Diese Strecke beträgt 36,5 km und ist damit um ca. 3,5 km kürzer als die maximale Entfernung, die derzeit laut dem Hersteller LANCOM von WLAN - Richtfunkapplikationen überwindbar ist.

Die Aussage wird aber dadurch relativiert, dass durch die Richtung der Verbindung vom Berg ins Tal weniger Störungen zu erwarten sind als bei einer reinen erdnahen Übertragung. Hinzu kommt, dass die WLAN-Richtfunk-Technik schon seit 2003 von der Hochschule beherrscht wird: Seit diesem Zeitpunkt gibt es nämlich eine ca. 6 km lange fehlerfrei funktionierende Daten-Verbindung vom Hochfellngipfel herunter nach Bergen, die vom Projektteam zusammen mit einer Diplomarbeit realisiert wurde.

Gegenmaßnahmen:

Sollte die Verbindung nicht funktionieren, so kann man über Umwege Kampenwand-Hochries und somit über geringere Entfernungen zum gleichen Ziel kommen.

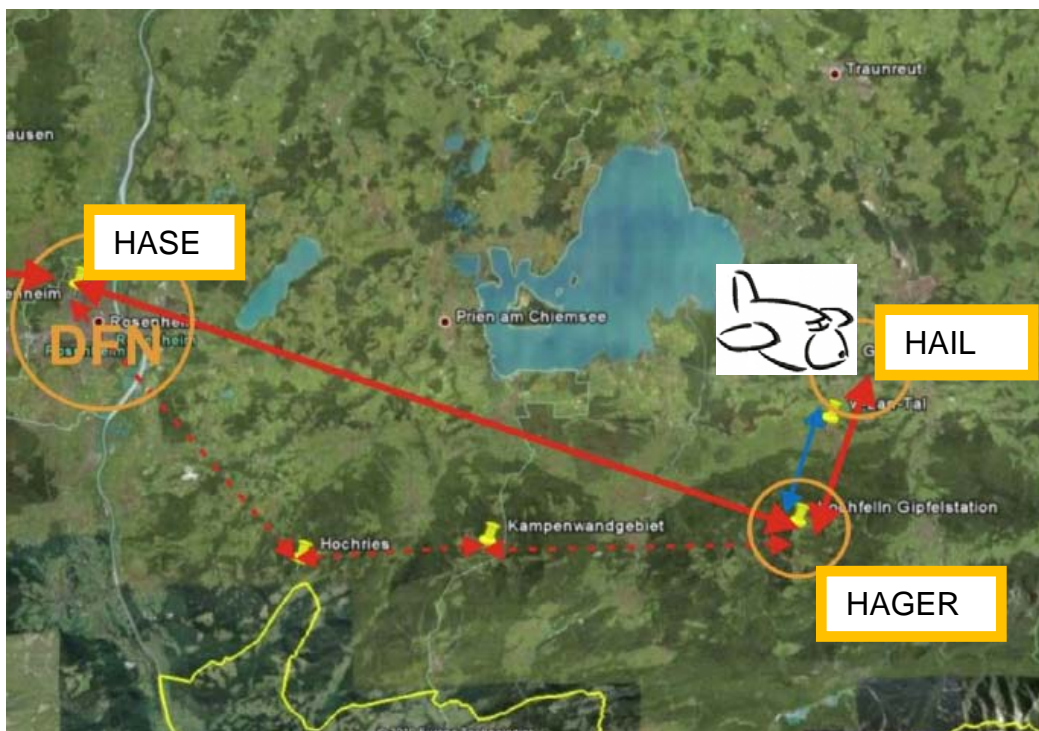


Abbildung 8: Geplante WLAN-Verbindung und Alternativroute (gestrichelt)



4.2 Datenverbindung zwischen Relaisstation HAGER und HAIL

Risikoeinschätzung: gering

Beschreibung:

Hier besteht die Herausforderung darin, eine sichere Datenverbindung zwischen der ortsfesten Relaisstation und dem bewegten Flugzeug zu schaffen. Aufgrund physikalischer Phänomene zwischen ortsfestem Sender und bewegtem Empfänger muss diese Datenverbindung im niedrigen Frequenzband arbeiten.

Es muss sichergestellt sein, dass eine Packet-Radio Antenne am Flugzeug angebracht werden kann. Ferner muss untersucht werden, inwieweit sich die Ziele des Projektes mit diesen niedrigen Datenübertragungsraten zwischen Relaisstation und HAIL realisieren lassen.

Gegenmaßnahmen:

1. Anbringen der bleistiftgroßen Packet Radio Antenne im Flugzeug, bzw. ähnlich wie bei den Drucksensoren durch ein Loch in der Scheibe
2. Reduktion der notwendigen Daten auf ein Minimum, und schlimmstenfalls weitere Reduktion von Versende-Daten zum Flugzeug und anschließende Interpolation der Daten an Bord.

4.3 Sensoren am Flugzeug

Risikoeinschätzung: mittel

Beschreibung:

Das Hagelabwehrflugzeug soll mit einer Vielzahl von Sensoren ausgerüstet werden. Einige Sensoren, wie beispielsweise der Sensor zur Messung des absoluten Windvektors, sind außerhalb der Flugzeugkabine am Rumpf des Flugzeuges zu installieren. Ideal wäre eine Sensorgondel, die an einer geeigneten Position am Flugzeugrumpf montiert wird. Hier ist zu klären, inwieweit derartige Anbauten am Flugzeug zulässig sind. Das Risiko, dass eine solche Sensorgondel nicht gebaut werden kann, wird zwar als hoch eingestuft, allerdings wird das primäre Projektziel, nämlich die Unterstützung des Piloten während des Hagelabwehrfluges, immer noch voll erreicht.

Gegenmaßnahmen:

Wegfall der entsprechenden Sensoren mit der Konsequenz einer geringeren Datenbasis.

4.4 Bodenradardaten vom deutschen Wetterdienst

Risikoeinschätzung: mittel

Beschreibung:

Grundlage einer visuellen Darstellung von Hagelzellen im Flugzeug und beim Onlineportal bilden die Bodenradardaten des Deutschen Wetterdienstes. Es ist zu klären, ob der Deutsche Wetterdienst diese Daten alle 15 min automatisiert der Hochschule zur Verfügung stellt. Da diese Sensordaten zurzeit durch keine anderen ersetzt werden können und ohne diese das Hagelzentrum sich nicht bestimmen lässt, wäre das primäre Ziel von RO-BERTA in Frage gestellt.



Allerdings gibt die gute Zusammenarbeit der Hochschule während des Projektes RO-BERT Grund zu der Annahme, dass eine Fortführung der Zusammenarbeit sehr wahrscheinlich ist.

Gegenmaßnahmen:

Sollten die Radardaten nicht zur Verfügung stehen, kann man eine Zusammenarbeit mit den angrenzenden Wetterdiensten aus Österreich und Italien andenken; in diese Länder reichen die Radardaten des DWD. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Aufbau der Daten wahrscheinlich anders ist als die des DWD, so dass sich der Software-Aufwand erhöhen wird. Eine weitere Möglichkeit ist der Aufbau einer eigenen Radarstation zur Bestimmung des Hagelzentrums angedacht werden. Dies ist aber ein Projekt für sich und wird in dieser Projektskizze nicht näher untersucht.

4.5 Bestimmungen zur Verwendung WLAN im gelandeten Flugzeug

Risikoeinschätzung: **gering**

Beschreibung:

HAIL soll nach der Landung des Hagelabwehrflugzeuges die gesammelten Messdaten automatisch per WLAN an einen Access Point im Flugzeughangar senden. Derzeit ist ein Betreiben einer WLAN Verbindung in Flugzeugen nicht erlaubt. Durch Sensoren und GPS Position kann HAIL feststellen, ob das Flugzeug am Boden ist und nur in diesem Fall die WLAN Verbindung aktivieren. Jedoch ist es notwendig zu klären, ob das Mitführen von auch inaktiven WLAN Komponenten an Bord eines Flugzeuges erlaubt ist und wie hoch der Sicherheitsstandard für den Aktivierungsprozess der WLAN Verbindung angesetzt ist.

Gegenmaßnahmen:

Alternativ kann „Packet Radio“ verwendet werden. Die geringere Datenrate kann dadurch ausgeglichen werden, dass mehrere Kanäle gleichzeitig verwendet werden. Ferner kann die Verwendung von speziellen Algorithmen zur Datenkomprimierung die erforderliche Datenrate weiter senken.

Eine weitere Gegenmaßnahme ist, die Prozedur des Datentransfers so zu verändern, dass die Daten erst dann übertragen werden, wenn der Pilot HAIL aus dem Flugzeug entfernt hat und einen Start-Knopf gedrückt hat.



5 Verzeichnis der Akronyme

AMBOS	- Automatisiertes Bodenmelder System
DWD	- Deutscher Wetterdienst
HAGER	- Hagelabwehr Gebirgs-Relaisstation; Bezeichnung der Daten-Relaisstation auf dem Hochfellingipfel
HAIL	- Hagelabwehr in der Luft; Bezeichnung des Messsystems im Flugzeug
HASE	- Hagelabwehr Daten-Server auf der Erde
RO-BERTA	- ROsenheims meteorologische BEsonderheiten: Eine Regelungs-Technische Aufgabe
WLAN	- wireless local area network