



Doctoral Thesis

Radarmessung im Niederschlag und der Einfluss der Orographie

Author(s):

Held, Eduard Carl

Publication Date:

1995

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001508767> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 11191

RADARMESSUNG IM NIEDERSCHLAG
UND DER EINFLUSS DER OROGRAPHIE

ABHANDLUNG
Zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
EDUARD CARL HELD
Dipl. Math. Universität Basel
geboren am 6. August 1965
von Zürich ZH

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. Albert Waldvogel, Referent
Dr. Jürg Joss, Korreferent

Zürich, 1995

Zusammenfassung

Beim Studium des Einflusses der Orographie auf den Niederschlag mit Hilfe von Radardaten ist man mit zwei Phänomenen konfrontiert: Einerseits übt das Gelände einen direkten Einfluß auf den Niederschlag aus, andererseits hat es einen Einfluß auf die Radarmessung, d.h. auf das Abschätzen der Niederschlagsintensität. Daraus ergeben sich zwei Fragen: Wie sehen die optimalen Korrekturen der Radardaten aus? Wie groß ist der durch die Orographie verursachte Anteil in der Niederschlagsverteilung der korrigierten Radardaten?

Nachdem die Bilder der Schweizerischen Radargeräte über 24 oder 48 Stunden aufsummiert worden sind, werden sie in vier Schritten korrigiert: Die *Sichtbarkeitskorrektur* ist eine Multiplikation der Radarwerte r mit einem Faktor, welcher von der Höhe des untersten, sichtbaren Radarpixels abhängt. Anschließend werden die Daten in den schlecht sichtbaren Pixel von West nach Ost *interpoliert*. Eine *Schmelzzonenkorrektur* schwächt konzentrische Strukturen um die Radarstationen ab. Als letzter Korrekturschritt reduziert ein *Glätten* einen Teil der Feinstruktur des Niederschlages. Die Korrekturparameter werden aufgrund eines Vergleichs mit einer unabhängigen Datenquelle festgelegt: Man geht davon aus, dass eine Erhöhung der Übereinstimmung zwischen korrigierten Radardaten rc und Regenmesserdaten g eine Verbesserung der Qualität der Radardaten bedeutet. In den betrachteten zehn Fallstudien erhöhen die Korrekturen im Mittel das Quadrat des Korrelationskoeffizienten von $c_{r,g}^2 = 0.12$ auf $c_{rc,g}^2 = 0.32$.

Zur Untersuchung des Einflusses der Orographie dient eine multiple Regression mit den korrigierten Radardaten rc als abhängige Variable: $rc = k_1 \cdot h + k_2 \cdot vv + k_3 \cdot vvl$. h ist die Geländehöhe, vv die kleinräumige und vvl die grossräumige vertikale Windgeschwindigkeit. Die Regression erlaubt die Quantifizierung des Einflusses der Orographie in den Radarbildern: In den betrachteten Fallstudien kann die Varianz der Geländehöhe im Mittel 10%, die Varianz der kleinräumigen 14%, die Varianz der grossräumigen vertikalen Windgeschwindigkeit 31% und die Varianz einer Kombination aller drei Variablen 44% der Varianz des kumulierten Niederschlagfeldes erklären. Man beachte, dass die Summe der ersten drei Größen größer als 44% ist, was durch die gegenseitige Abhängigkeit der die Orographie beschreibenden Variablen verursacht wird.

Die Sichtbarkeitskorrektur und ein gemässigt Glätten erweisen sich als wichtige Schritte der Vorverarbeitung der Radardaten. Es ist bemerkenswert, wie deutlich der Einfluß der Orographie in den korrigierten Radarbildern zum Vorschein kommt, denn örtliche und zeitliche Variationen des Windfeldes, der Temperatur und der Feuchte (Position der Drucksysteme) wurden nicht beachtet.

Riassunto

Studiando l'influsso dell'orografia sulle precipitazioni con l'aiuto dei dati radar, si è confrontati con due fenomeni: da una parte il terreno ha un impatto diretto sulle precipitazioni e d'altra parte il terreno ha un influsso di occultazione sulla misura delle precipitazioni col radar. Da ciò risultano due domande. Come bisogna correggere i dati radar onde avere la miglior stima di precipitazione al suolo? Quanto è grande l'influsso dell'orografia nei dati corretti?

Dopo aver accumulato le immagini dei radar svizzeri durante 24 o 48 ore, quattro correzioni vengono applicate. Una correzione per la *visibilità* moltiplica i valori radar r con un fattore che dipende dall'altezza sopra il suolo del pixel più basso visibile. In seguito, i dati dei pixel poco visibili vengono *interpolati* da ovest ad est. Una correzione per il *Bright Band* riduce le strutture concentriche attorno alle stazioni radar. Come ultima correzione uno smussamento dei dati dovrebbe ridurre le variazioni indesiderate. I parametri delle correzioni sono scelti con l'aiuto d'un confronto con i dati indipendenti di più di 400 pluviometri al suolo. Si suppone che un aumento della correlazione tra i dati radar corretti rc e i dati dei pluviometri g significhi un aumento della qualità dei dati radar. Nei dieci casi studiati le correzioni aumentano in media il quadrato del coefficiente di correlazione da $c_{r,g}^2 = 0.12$ a $c_{rc,g}^2 = 0.32$.

Per investigare l'influsso dell'orografia viene usata la regressione multipla con i dati radar corretti come variabile dipendente: $rc = k_1 \cdot h + k_2 \cdot vv + k_3 \cdot vvl$, dovè h è l'altezza sopra il livello del mare, vv la velocità verticale su piccola scala e vvl la velocità verticale su grande scala. La regressione multipla permette di quantificare l'impatto dell'orografia nelle immagini radar. Nei casi studiati la varianza dell'altezza può spiegare in media 10%, quella della velocità verticale su piccola scala 14%, quella della velocità verticale su grande scala 31% e la varianza di tutte tre variabili insieme possono spiegare 44% della varianza nel campo delle precipitazioni accumulate.

La correzione di visibilità e uno smussamento moderato sono indispensabili prima di usare i dati radar per delle analisi meteorologiche. È notevole come l'influsso dell'orografia sulle precipitazioni nelle immagini radar sia così evidente, considerando il fatto che le variazioni nello spazio e nel tempo del campo del vento, della temperatura e dell'umidità (campo di pressione) non siano stati tenuti conto.

Abstract

The investigation of the influence of the orography on precipitation with radar data includes two phenomena: On the one hand the terrain has a direct influence on precipitation and on the other hand it has an influence on the measurement of precipitation with radar. This results in two questions: What corrections should be applied to the radar data? How important is the influence of the orography in the corrected radar data?

After having accumulated pictures of the Swiss radars over 24 or 48 hours, 4 corrections are applied: A *visibility correction* multiplies the radar data r with a factor depending on the height above ground of the lowest visible radar pixel. Then the data are *interpolated* in badly visible pixels from West to East. A *correction for the Bright Band* lessens concentric structures around the radar stations. A *smoothing* of the data should reduce as last correction undesired variations in the data. The parameters of the corrections are determined by a comparison with the independent data of more than 400 rain gauges on ground: One assumes that an increase of the correlation between corrected data rc and gauge data g stands for a quality improvement of the radar data. In ten case studies the mean of the square of the correlation coefficient raises with the corrections from $c_{r,g}^2 = 0.12$ to $c_{rc,g}^2 = 0.32$.

For studying the influence of the orography a multiple regression is used with the corrected radar data as dependent variable: $rc = k_1 \cdot h + k_2 \cdot vv + k_3 \cdot vvl$, where h is the elevation above sea level, vv the small scale vertical velocity, vvl the large scale vertical velocity. The regression allows to quantify the influence of the terrain in radar pictures: The variance of the elevation can explain on an average 10%, the one of the small scale vertical velocity 14%, the one of the large scale vertical velocity 31% and the variance of a combination of all three variables together can explain on an average 44% of the variance of the accumulated precipitation field.

Visibility correction and a moderate smoothing are indispensable before using the radar data for meteorological analyses. It is remarkable that the influence of the orography on precipitation is so evident in radar pictures, considering the fact that spatial and temporal variations of the wind field, temperature and humidity (pressure field) have not been taken into account.