

5. Fazit

Ziel dieser Arbeit war es statistische Zusammenhänge zwischen der Niederschlagsverteilung und der Höhenlage im erweiterten Taunus-Gebiet zu untersuchen. Um mögliche Unterschiede im Höhengradienten des Niederschlags festzustellen, wurden die Niederschlagssummen in einen stratiformen, einen konvektiven und einen gemischten Anteil aufgespalten. Zur Detektion von Luv-Lee-Effekten fand zudem eine Separation der Ereignisse nach vorherrschender Anströmrichtung statt.

Nachfolgend werden die eingesetzten Methoden und Untersuchungsergebnisse nochmals einer zusammenfassenden Diskussion unterworfen und es wird auch auf potentielle Fehlerquellen eingegangen (*Kapitel 5.1*). Abschließend erfolgt in *Kapitel 5.2* noch ein Ausblick über Anwendungen und weiterführende Untersuchungen, die aufbauend auf dieser Arbeit durchgeführt werden könnten.

5.1. Bewertung der Methoden und Ergebnisse

Die grafische Darstellung des im Untersuchungszeitraum gefallenen Gesamtniederschlags in Abhängigkeit von der Höhe über NN belegt eine deutliche lineare Zunahme der Niederschlagsmenge mit der Höhenlage (vgl. Abbildung 4.3). Auch die Analyse des rein stratiformen, rein konvektiven oder Mischform- Niederschlags zeigt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Niederschlagshöhe und der topografischen Lage der Messstationen. Im Gegensatz zu den stratiformen Gesamtniederschlägen, bei denen die Korrelation zwischen den Niederschlagssummen und der Höhe über NN am eindrucksvollsten erkennbar ist, deutet die größere Streuung und geringere relative Zunahme der konvektiven Niederschlagswerte jedoch auf eine höhere räumliche Variabilität hin, die auch bei den Mischform-Ereignissen zu verzeichnen ist. Die dazugehörigen mittleren Niederschlagshöhen und -gradienten sind in Tabelle 5.1 nochmal zusammengefasst.

Insgesamt stimmen die erhaltenen Untersuchungsergebnisse also mit der in *Kapitel 2.2* beschriebenen Charakteristik der Niederschlagsarten überein. Zusätzlich sorgen die in *Kapitel 2.4* erläuterten orografischen Effekte für eine Beeinflussung der Niederschläge in Dauer, Häufigkeit und

Niederschlagstyp	mittlerer Niederschlag	Höhengradient
Gesamt	1200 mm	60 mm/100 m
stratiform	525 mm	33 mm/100 m
konvektiv	475 mm	15 mm/100 m
Mischform	200 mm	12 mm/100 m

Tabelle 5.1.: *Höhengradienten des Niederschlags: Mittlere Niederschlagshöhen und -zunahmen im Untersuchungszeitraum unterteilt nach Niederschlagstyp.*

5. Fazit

Windrichtung	mittlerer Niederschlag	Höhengradient
Nordwest	110 mm	12 mm/100 m
Südwest	230 mm	12 mm/100 m
wechselnd	150 mm	8 mm/100 m

Tabelle 5.2.: *Höhengradienten des stratiformen Niederschlags: Mittlere Niederschlagshöhen und -zunahmen im Untersuchungszeitraum unterteilt nach vorherrschender Windrichtung.*

Windrichtung	mittlerer Niederschlag	Höhengradient
Nordwest	65 mm	8 mm/100 m
Südwest	240 mm	-
wechselnd	90 mm	-

Tabelle 5.3.: *Höhengradienten des konvektiven Niederschlags: Mittlere Niederschlagshöhen und -zunahmen im Untersuchungszeitraum unterteilt nach vorherrschender Windrichtung. Bei südwestlicher und wechselnder Anströmung ist kein Höhengradient feststellbar.*

Intensität, so dass es prinzipiell zu der erwarteten Niederschlagszunahme in den Gebirgsregionen kommt.

Mit der Unterteilung der stratiformen und konvektiven Niederschlagshöhen nach vorherrschender Windrichtung kristallisiert sich der Einfluss der topografischen Eigenschaften des Untersuchungsgebietes besonders heraus. Während bei nordwestlicher Anströmung die Niederschlagssummen beider Niederschlagstypen einen eher kontinuierlichen Anstieg mit der Höhenlage und auch deutliche Luv-Lee-Effekte aufweisen (wobei auch hier der konvektive Anteil eine höhere Variabilität besitzt), kann bei südwestlicher Windrichtung nur bei den stratiformen Ereignissen ein schwacher Zusammenhang ausgemacht werden. Die Gründe für diese Unterschiede ergeben sich aus der viel unregelmäßigeren Topografie entlang der von Südwest nach Nordost verlaufenden Gebirgsrichtung des Taunus (vgl. Abbildung 3.2). Auch die Niederschlagsmengen, die bei keiner dominierenden Anströmrichtung gefallen sind, lassen nur bei der stratiformen Niederschlagsart auf eine signifikante Beziehung zwischen der Niederschlagshöhe und der Höhenlage schließen. Die auf Grundlage von relativ wenigen Niederschlagsereignissen abgeschätzten Höhengradienten befinden sich mit den jeweiligen mittleren Niederschlagshöhen in Tabelle 5.2 und Tabelle 5.3.

Die Anzahl der Niederschlagsereignisse mit nordöstlicher und südöstlicher Anströmrichtung fiel im Untersuchungszeitraum leider zu gering aus, so dass hier keine repräsentativen Aussagen getätigt werden konnten. Allerdings lässt die in *Kapitel 4.6.1* beschriebene Niederschlagsverteilung auch bei südöstlicher Windrichtung einen ausgeprägten Höhengradienten im Niederschlag vermuten.

Ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit bereits bestehenden Niederschlagsanalysen anderer deutscher Mittelgebirge gestaltet sich schwierig. Einerseits liegen nur bedingt Informationen für Gebirge mit ähnlichen räumlichen Dimensionen wie die des Taunus vor (vgl. *Kapitel 2.5*) und andererseits beziehen sich diese klimatologischen Auskünfte meist auf die Niederschlagsereignisse eines gesamten Jahres. Die in dieser Arbeit verwendeten Daten hingegen wurden nur in den

schneefreien Monaten (Mai-November) aufgezeichnet und eignen sich so kaum für einen quantitativen Vergleich. Denn gerade in den Wintermonaten wird der stratiforme Anteil an der gesamten Niederschlagssumme als sehr hoch eingeschätzt, was sich auch in einem veränderten, womöglich deutlich markanteren Niederschlagsgradienten (Gesamtniederschlag) widerspiegeln würde. Nichts desto trotz können die in *Kapitel 2.5* geschilderten Resultate von Bergeron (1968, 1973) ([Ber68], [Ber73]) und Prat/Barros (2010) ([PB10]), dass grundlegende Unterschiede in der höhenabhängigen Niederschlagsverteilung existieren, wenn zwischen stratiformen und konvektiven Niederschlägen separiert wird, bestätigt werden.

Abschließend werden noch einige Fehlerquellen genannt, die zu einer Verfälschung der erhaltenen Ergebnisse geführt haben könnten. Bei der nach *Kapitel 3.4* beschriebenen, subjektiven Methode zur Einteilung der Niederschlagstage nach Niederschlagstyp wurden womöglich einige Ereignisse fälschlicherweise einer nicht zutreffenden Niederschlagsart zugeordnet. Darüber hinaus könnten vor allem die Messwerte des GUT-Messnetzes fehlerbehaftet sein, da es sich dabei um ungeprüfte Rohdaten handelt. Hier wurden an eigentlich niederschlagsfreien Tagen vereinzelt sehr unrealistische Werte gemeldet. Überdies konnten die Messdaten der Station Fuchstanz aufgrund von längeren Messausfällen und teilweise unglaublichen Niederschlagswerten leider nicht verwendet werden. Durch diese Umstände können sich die jeweilig bestimmten Niederschlagsgradienten geringfügig von den tatsächlich auftretenden unterscheiden.

5.2. Ausblick

Die erhaltenen Ergebnisse können grundsätzlich in der Evaluierung von mit verschiedenen Interpolationsverfahren (vgl. [LH08]) erstellten Niederschlagskarten eingesetzt werden. Auch eine Validierung von Niederschlagsmodellen mit den vorhandenen Datensätzen wäre denkbar.

Interessant wäre sicherlich die Niederschlagsverteilung über einen längeren Zeitraum auch in den Wintermonaten zu untersuchen, um dann gegebenenfalls bestehende Veränderungen im jährlichen Höhengradienten des Niederschlags festzustellen. Zusätzlich wäre die Anzahl der Niederschlagsereignisse mit südöstlicher Anströmung unter Umständen ausreichend hoch, damit auch hier eine repräsentative Aussage getroffen und zudem Vergleiche mit dem Niederschlagsgradienten bei nordwestlichen Windrichtungen vorgenommen werden könnten. Denn nur anhand der topografischen Profils des Gebirges würde man unterschiedliche relative Niederschlagszunahmen erwarten (vgl. Abbildung 3.2).

Zusätzlich wäre der Einsatz von weiteren Hilfsmitteln, wie zum Beispiel Satellitendaten, bei der Separation der Niederschlagstypen vorstellbar. Dadurch könnte zumindest die durch die Trennung der Niederschlagsarten entstehende Fehlerquote minimiert werden.

Des Weiteren könnte die Niederschlagsverteilung nicht nur in Abhängigkeit des orografischen Parameters Höhe über NN untersucht werden, sondern auch in Zusammenhang mit einigen atmosphärischen Parametern (Windgeschwindigkeit, Froude-Zahl etc.), wodurch weitere Gesetzmäßigkeiten abgeleitet werden könnten. Hierzu müssten allerdings weitere Datensätze zur Verfügung stehen.