

Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	1
1 Einleitung .....	3
1.1 Niederschlag im geschlossenen Wald (flächige Definition) .....	4
1.1.1 Erfahrungen und Wissenslücken zur Umverteilung des Niederschlages im Wald .....	9
1.1.2 Einflussgrößen der Niederschlagsumverteilung im Wald.....	11
1.1.2.1 Der Einfluss meteorologischer Größen auf den Niederschlagsumverteilungsprozess .....	12
1.1.2.2 Der Einfluss des Regenangebotes auf den Niederschlagsumverteilungsprozess .....	13
1.1.2.3 Der Einfluss der Vegetation auf den Niederschlagsumverteilungsprozess im Wald .....	17
1.1.2.4 Der Einfluss von Walddichte und -struktur auf den Niederschlagsumverteilungsprozess im Wald .....	22
1.2 Die kleinräumige Niederschlagsumverteilung am expliziten Messplatz innerhalb des speziellen Waldbestandes .....	24
1.2.1 Stichprobennahmen für flächige und messplatzorientierte Niederschlagsmessungen .....	24
1.2.2 Die kleinräumige Variabilität der Niederschlagsumverteilung auf Messplatzebene im geschlossenen Wald.....	27
1.2.2.1 Die kleinräumige Variabilität des Unterkronenniederschlages.....	28
1.2.2.2 Die kleinräumige Variabilität des durchfallenden Niederschlages .....	29
1.2.2.3 Anisotrope Niederschlagsverteilungen .....	31
1.2.2.4 Die kleinräumige Variabilität des lateralen Flusses speziell zur Generierung des Stammablaufes.....	31
1.3 Zielstellung der Arbeit .....	33
2 Methoden.....	37
2.1 Die Versuchsflächen .....	37
2.1.1 Unterteilung in Vor- und Hauptversuche .....	37
2.1.2 Auswahlkriterien für die Versuchsflächen .....	37
2.1.3 Die Versuchsfläche „ <i>Solling</i> “ .....	38

2.1.4	Die Versuchsfläche „ <i>Tharandt</i> “ .....	39
2.1.5	grundlegendes Stichprobendesign .....	42
2.2	Die Messprogramme .....	44
2.2.1	Niederschlag.....	44
2.2.1.1	Freilandniederschlag .....	45
2.2.1.2	Unterkronenniederschlag .....	45
2.2.1.3	Stammablauf.....	49
2.2.1.4	begleitende Messungen zum Hauptversuch .....	51
2.2.2	Nadel- und Laubstreu .....	52
2.2.2.1	Nadel- und Laubstreufall.....	52
2.2.2.2	weitere Erhebungen an Fichtennadeln und Buchenblättern.....	55
2.2.3	Messungen und Berechnungen zu Baum- und Kronenparametern.....	56
2.3	Analysen und Modellierungen .....	57
2.3.1	allgemeine Statistik .....	57
2.3.2	Statistische Analysen an Datensätzen zum Niederschlag .....	59
2.3.2.1	Datenauswahlen und -kontrollen in Niederschlagsdatensätzen .....	60
2.3.2.2	Varianzanalysen in Datensätzen des Unterkronenniederschlages .....	62
2.3.2.3	Regressionsanalysen in Datensätzen des Unterkronenniederschlages am einzelnen Messplatz .....	64
2.3.2.4	Verallgemeinerung der Ergebnisse der Regressionsanalysen auf Messplattenebene in einzelbaumbasierten räumlichen Modellen .....	69
2.3.2.5	Integration absoluter Distanzen und Kronenradien in einzelbaumbasierte räumliche Modelle des Unterkronenniederschlages .....	70
2.3.2.6	Regressionsanalysen zur Schätzung der Stammablaufmengen.....	70
2.3.2.7	Analysen und Schätzungen zum räumlichen Entstehungsgebiet des Stammablaufes .....	72
2.3.2.8	vergleichende Analysen zum Unterkronenniederschlag und zum Stammablauf in unterschiedlichen phänologischen Messphasen.....	73
2.3.3	Auswertungen an Datensätzen zum Streufall.....	73
2.3.3.1	statistische Analysen und Kalkulationen des Streufalles .....	74
2.3.3.2	Modellierungen des Streufalles .....	74
3	Ergebnisse zum Niederschlag .....	81
3.1	Ergebnisse zum Niederschlagsumverteilungsprozess auf der Versuchsfläche „ <i>Solling</i> “ .....	81

3.1.1 Niederschlagsumverteilung im Messzeitraum „ <i>belaubt</i> “.....	81
3.1.1.1 Varianz in Freilandniederschlagsmessungen .....	81
3.1.1.2 absoluter und relativer Unterkronenniederschlag .....	82
3.1.2 Niederschlagsumverteilung im Messzeitraum „ <i>unbelaubt</i> “.....	84
3.2 Ergebnisse zum Niederschlagsumverteilungsprozess auf der Versuchsfläche „ <i>Tharandi</i> “.....	85
3.2.1 Niederschlagsumverteilung im Messzeitraum „ <i>belaubt</i> “.....	85
3.2.1.1 Überblick durchgeföhrter Messungen.....	85
3.2.1.2 Datenkontrollen und -auswählen.....	87
3.2.1.3 Ergebnisse einfacher Unterkronenniederschlagsanalysen an ausgewählten Datensätzen .....	90
3.2.1.4 Ergebnisse varianzanalytischer Unterkronenniederschlagsanalysen an allen geeigneten Datensätzen .....	94
3.2.1.5 Ergebnisse regressionsanalytischer Unterkronenniederschlagsanalysen an allen geeigneten Datensätzen .....	100
3.2.1.6 Einzelbaumbasierte räumliche Modelle zur Verteilung des Unterkronenniederschlages und dessen Niederschlagskomponenten .....	111
3.2.1.7 Ergebnisse zum Stammablauf im Messzeitraum „ <i>belaubt</i> “ .....	121
3.2.2 Niederschlagsumverteilung im Messzeitraum „ <i>unbelaubt</i> “ .....	131
3.2.2.1 Überblick durchgeföhrter Messungen.....	131
3.2.2.2 Datenkontrollen und -auswählen.....	132
3.2.2.3 Ergebnisse einfacher Unterkronenniederschlagsanalysen an allen geeigneten Datensätzen .....	136
3.2.2.4 Ergebnisse varianzanalytischer Unterkronenniederschlagsanalysen an allen geeigneten Datensätzen .....	138
3.2.2.5 Ergebnisse regressionsanalytischer Unterkronenniederschlagsanalysen an allen geeigneten Datensätzen .....	142
3.2.2.6 Ergebnisse zum Stammablauf im Messzeitraum „ <i>unbelaubt</i> “ .....	148
3.2.3 Vergleich der Niederschlagsverteilungen unterschiedlicher phänologischer Messphasen .....	150
3.2.3.1 Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Unterkronenniederschlagsverteilungen beider phänologischer Messphasen .....	150
3.2.3.2 Ableitung der absoluten Ast- und Blattspeicherkapazitäten für Messplätze unter Buchenkronen .....	153

## INHALTSVERZEICHNIS

3.2.3.3	Ableitung der Veränderung des Anteils durchfallenden Niederschlag am Freilandniederschlag für Messplätze unter Buchenkronen .....	154
3.2.3.4	Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Stammablaufmengen unterschiedlicher phänologischer Phasen.....	155
4	Ergebnisse zur Streu .....	159
4.1	statistische Analysen des Streufalles.....	159
4.1.1	Buchenlaubstreufall.....	159
4.1.2	Fichtennadelstreufall .....	162
4.2	räumliche Modelle des Streufalles .....	167
4.2.1	räumliche Modelle des Buchenlaubstreufalles.....	167
4.2.2	räumliche Modelle des Fichtennadelstreufalles .....	168
4.3	weitere Ergebnisse zur Streu .....	171
4.3.1	Ergebnisse der Ratioermittlungen für Buchenlaub- und Fichtennadelstreu... 171	
4.3.2	Ergebnisse der Bestimmung der Fichtennadeljahrgänge .....	172
5	Ergebnisse aus räumlichen Konkretisierungen und Zusammenhangsanalysen .....	175
5.1	Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Kronenradius und Brusthöhendurchmesser .....	175
5.2	Ableitung absoluter räumlicher Effekte der Kronenspeicherkapazität .....	175
5.3	Ableitung spezifischer Speicherkapazitäten und räumlicher Blattflächenmodelle	177
5.4	Ableitung absoluter räumlicher lateraler Flüsse zur Generierung von Stammablauf an Buchen .....	180
6	Diskussion .....	183
6.1	Der Baum als Ökosystemingenieur.....	183
6.2	Räumliche Effekte von Ökosystemingenieuren .....	183
6.2.1	Streufall aus Buchen- und Fichtenkronen .....	187
6.2.2	Baumeffekte auf den Niederschlag .....	194
6.2.2.1	Einschränkungen zur Gültigkeit der Ergebnisse und Modelle aus unternommenen Datenkontrollen und Datenauswahlen .....	197
6.2.2.2	Messgenauigkeiten und potenzielle Messfehler.....	202
6.2.2.3	Stichprobenanzahlen, Messwiederholungen und Pseudoreplikationen .....	203
6.3	Ergebnisdiskussion.....	207
6.3.1	Diskussion erster Ergebnisse aus Varianzanalysen zum Unterkronenniederschlag .....	207

6.3.2 Prozessorientierte Ansätze zur Niederschlagsumverteilung statt einfacher Verteilungsvergleiche und Varianzzerlegungen .....	209
6.3.2.1 Ursachen und Ausmaße absoluter Kronenspeicherkapazitäten .....	211
6.3.2.2 Durchfallender Niederschlag und Lücken im Kronendach.....	216
6.3.2.3 Lateraler Fluss .....	219
6.3.2.4 Lateraler Fluss für den Stammablauf bei Buche .....	220
6.3.2.5 Lateraler Fluss für Abtropfvorgänge am Außenrand von Fichtenkronen..	227
6.4 Konsequenzen und Ausblick .....	228
7 Zusammenfassung.....	237
8 Summary .....	243
9 Literaturverzeichnis.....	251
Abkürzungen .....	277
Tabellenverzeichnis.....	281
Abbildungsverzeichnis .....	285
10 Anlagen .....	293
Erklärung.....	307