

**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 Unterkrone Niederschlages .....   | 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 Stammblaufes .....         | 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 „Solling“ .....  | 38 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.1.4   | Die Versuchsfläche „Tharandt“ .....  | 39 |
| 2.1.5   | grundsätzliches 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 Messplatzebene 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 „Solling“ .....                                      | 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>Tharandt</i> “ .....                          | 85  |
| 3.2.1   | Niederschlagsumverteilung im Messzeitraum „ <i>belaubt</i> “ .....   | 85  |
| 3.2.1.1 | Überblick durchgeführter Messungen .....   | 85  |
| 3.2.1.2 | Datenkontrollen und -auswahlen .....   | 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 Unterkronenniederschlags und dessen Niederschlagskomponenten ..... | 111 |
| 3.2.1.7 | Ergebnisse zum Stammbau im Messzeitraum „ <i>belaubt</i> “ .....   | 121 |
| 3.2.2   | Niederschlagsumverteilung im Messzeitraum „ <i>unbelaubt</i> “ .....   | 131 |
| 3.2.2.1 | Überblick durchgeführter Messungen .....   | 131 |
| 3.2.2.2 | Datenkontrollen und -auswahlen .....   | 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 Stammbau 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 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 3.2.3.3 | Ableitung der Veränderung des Anteils durchfallenden Niederschlages 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 |