

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 Aktueller Stand der Forschung .....	1
1.2 Kontext der Arbeit .....	6
1.3 Ziele .....	8
1.4 Hypothesen .....	9
1.5 Untersuchungsansatz .....	10
<b>2 Material und Methoden</b> .....	11
2.1 Beschreibung des Untersuchungsstandortes.....	11
2.1.1 Lage der Untersuchungsfläche .....	11
2.1.2 Klima .....	11
2.1.3 Immissionssituation .....	12
2.1.4 Boden.....	12
2.1.4.1 Bodenprofil.....	12
2.1.4.2 Bodenorganismen / Mykorrhizatypen.....	14
2.1.5 Bestandesbeschreibung.....	14
2.2 Feinwurzeluntersuchung.....	16
2.2.1 Sequenzielle Bohrzyylinder-Methode .....	17
2.2.1.1 Probenauswahl.....	17
2.2.1.2 Probennahme .....	17
2.2.1.3 Charakterisierung der Probestelle .....	18
2.2.1.3.1 Ermittlung der Strukturindizes der Arten.....	18
2.2.1.4 Probenaufarbeitung .....	19
2.2.1.5 Wurzelaufarbeitung .....	19
2.2.1.5.1 Feinwurzelklassifikation .....	19
2.2.1.5.2 Untersuchungsparameter.....	20
2.2.1.5.3 Abgeleitete Größen .....	21
2.2.1.5.4 Analyse der Wurzelinhaltstoffe.....	22
2.2.2 Einwachszylinder-Methode ( <i>ingrowth core</i> ).....	22
2.2.2.1 Probennahme .....	23
2.2.2.2 Charakterisierung der Probestelle .....	23
2.2.2.3 Probenaufarbeitung .....	24
2.2.3 Experimenteller Ansatz .....	24
2.2.3.1 Konstellation der Probebäume .....	24
2.2.3.2 Bodenmanipulation .....	25
2.2.3.3 Lysimeteraufbau .....	26
2.2.3.3.1 Gewinnung der Bodenlösung .....	27
2.2.3.3.2 Aufarbeitung der Bodenlösung .....	27
2.2.3.4 Aufarbeitung der Wurzelproben.....	27
2.2.4 Zeitraster der Beprobung .....	27
2.3 Boden .....	28
2.3.1 pH-Wert des Bodens .....	28
2.3.2 Bodentemperatur .....	28
2.3.3 Wasserhaushaltsparameter .....	29
2.3.4 Bodenlösungskonzentrationen .....	29
2.4 Umrechnungsfaktoren .....	29
2.4.1 Umrechnung auf volumen- bzw. flächenbezogene Einheiten.....	29
2.4.2 Umrechnung auf eine Normprobensäule .....	29
2.5 Statistik.....	29
<b>3 Ergebnisse</b> .....	30
3.1 Bohrstock-Methode ( <i>sequential coring</i> ).....	30

3.1.1.1 Horizontale Verteilung der Feinwurzeln .....	30
3.1.1.1.1 Statistische Transformationen .....	32
3.1.1.1.2 Vorrat feinster lebender Wurzeln und oberirdische Bestandesstruktur .....	34
3.1.1.1.3 Zusammenhang von Mikrorelief und der Verteilung an feinsten Wurzeln .....	37
3.1.2 Vertikale Verteilung der Feinwurzelparameter .....	38
3.1.2.1 Biomassendichte .....	38
3.1.2.2 Wurzellängendichte .....	41
3.1.2.3 Spezifische Feinwurzellänge (SRL) und mittlerer Durchmesser .....	43
3.1.2.4 Feinwurzeloberfläche .....	45
3.1.2.5 Spezifische Wurzelstölpchenhäufigkeit .....	45
3.1.2.6 Wurzelspitzendichte .....	46
3.1.2.7 Spezifische Wurzelspitzenhäufigkeit .....	47
3.1.2.8 Verzweigungsindex .....	48
3.1.2.9 Prozentuale Anteile einzelner Feinwurzelfraktionen .....	50
3.1.2.9.1 Biomasse .....	50
3.1.2.9.2 Feinwurzellänge .....	51
3.1.2.10 Flächenbezogene Feinwurzelparameter .....	53
3.1.2.10.1 Feinwurzelmassevorräte .....	53
3.1.2.10.2 Wurzelmorphologische Größen .....	54
3.1.3 Wurzelinhaltsstoffe .....	58
3.1.3.1 Nährelementkonzentrationen .....	58
3.1.3.2 Stickstoffkonzentration .....	60
3.1.3.3 Aluminium .....	62
3.1.3.4 Ca/Al-Verhältnisse .....	63
3.1.3.5 Schwermetalle .....	63
3.1.4 Zeitliche Variation von Feinwurzelparametern und abiotischen Faktoren .....	65
3.1.4.1 Variabilität der Strukturindices und deren Korrektur .....	65
3.1.4.1.1 Zeitliche Variation der strukturbereinigten Feinwurzelmasse .....	67
3.1.4.2 Feinwurzelmassen in den verschiedenen Horizonten .....	69
3.1.4.2.1 <i>Pinus sylvestris</i> .....	70
3.1.4.2.2 <i>Quercus spec.</i> .....	71
3.1.4.2.3 <i>Prunus serotina</i> .....	73
3.1.4.3 Wurzelspitzendichten in den verschiedenen Horizonten .....	74
3.1.4.4 Spezifische Wurzelspitzenhäufigkeit .....	76
3.1.4.5 Feinwurzelparameter und abiotische Faktoren .....	77
3.1.4.5.1 Jahresgänge der Bodentemperatur .....	77
3.1.4.5.2 Bestandesniederschlag und Bodenwasserspannung .....	78
3.1.4.5.3 Wurzelparameter und abiotische Faktoren im Tiefenprofil .....	80
3.1.4.5.4 Feinwurzelparameter und Bodenwasserspannung im Mikrorelief .....	84
3.2 Einwachszylinder-Methode .....	87
3.2.1 Entwicklung der Gesamtfeinwurzelbiomasse im Tiefenprofil .....	87
3.2.2 Entwicklung der Feinwurzelfraktionen in den Tiefenstufen .....	89
3.2.3 Entwicklung spez. Wurzellänge und spez. Wurzelspitzenzahl .....	92
3.2.4 Gesamtfeinwurzelbiomasse auf der Fläche .....	93
3.2.5 Produktionsabschätzung .....	95
3.3 Methoden-Vergleich: <i>Sequential-/ingrowth cores</i> .....	96
3.3.1 Feinwurzelbiomasse .....	96

3.3.2 Wurzelspitzendichte .....	97
3.3.3 Spezifische Wurzellänge (SRL) .....	98
3.4 Experimenteller Ansatz.....	99
3.4.4 Bodenparameter .....	99
3.4.4.1 Bodenlösungsmenge.....	99
3.4.4.2 pH-Wert.....	99
3.4.4.3 Pb-Konzentration.....	100
3.4.4.4 Al-Konzentration.....	101
3.4.4.5 Ca/Al Verhältnis.....	101
3.4.4.6 NO <sub>3</sub> -Konzentration .....	102
3.4.5 Feinwurzelparameter .....	102
3.4.5.1 Einfluß der Lysimeter auf die Wurzelentwicklung .....	102
3.4.5.2 Feinwurzelbio- und Feinwurzelnekromasse .....	102
3.4.5.3 Anteil lebender Wurzeln .....	103
3.4.5.4 Wurzelspitzenzahl .....	104
3.4.5.5 Spez. Wurzelspitzenzahl.....	105
3.5 Feinwurzelverteilung in Bestandesbereichen unterschiedlicher Eichen- etablierung .....	106
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>111</b>
4.1 Bestandesvorräte an Feinwurzeln .....	111
4.1.1 Vergleich mit anderen Waldökosystemen .....	111
4.1.2 Einflußfaktoren .....	116
4.2 Struktur und Verteilung des Feinwurzelsystems .....	120
4.2.1 Struktur und Verteilung der Feinwurzelsysteme der Arten .....	124
4.2.1.1 Merkmale der Feinwurzelsysteme.....	124
4.2.1.2 Vertikale Verteilung .....	125
4.2.1.3 Horizontale Verteilung .....	129
4.3 Dynamik der Feinwurzeln und ihre Ursachen .....	131
4.3.1 Dynamik von Feinwurzelparametern und abiotischen Faktoren .....	131
4.3.2 Feinwurzellebensdauer als Schlüsselgröße der Dynamik .....	135
4.3.3 Dekompositionsraten und Feinwurzeldynamik .....	138
4.3.4 Unterschiede in der Dynamik der Untersuchungsjahre .....	139
4.4 Methodische Ansätze zur Produktionsberechnung .....	140
4.4.1 Produktionsberechnung .....	142
4.4.2 Produktion der Feinwurzelfraktionen im Tiefengradienten .....	145
4.4.3 Produktion der Feinwurzelfraktionen im Gesamtprofil .....	147
4.4.4 Bewertung der Berechnungsverfahren .....	148
4.4.4.1 Umsatzraten .....	149
4.4.4.2 C-Budget .....	151
4.4.5 Vergleich der Untersuchungsjahre .....	154
4.4.6 Methodenvergleich ( <i>Sequential coring, ingrowth cores</i> ) .....	154
4.4.7 Vergleich mit anderen Waldökosystemen .....	155
4.5 Anteil der Feinwurzeln an der Biomasseallokation .....	156
4.6 Methodenvergleich: <i>sequential coring/ingrowth cores</i> .....	160
4.7 Rolle der Feinwurzeln bei der Etablierung der Eichen .....	163
4.8 Einordnung der Traubenkirsche .....	168
<b>5 Schlußfolgerungen .....</b>	<b>171</b>
<b>6 Zusammenfassung .....</b>	<b>175</b>
<b>7 Summary .....</b>	<b>177</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>179</b>