

1.	EINLEITUNG	1
2.	METHODE	3
2.1.	Mikroskopische Dünnschnitte durch die Trennzone und Blattspur	3
2.2.	Bestimmung des Wassergehaltes abfallender Nadeln	3
2.3.	Ermittlung der Kontraktionsfähigkeit des Schrumpfungsgewebes	4
2.4.	Mikroskopische Jahrringanalysen an der Basis von hängenden Zweigen von Kammfichten	4
2.5.	Streufalluntersuchungen	5
2.6.	Kronen- und Astanalysen	5
2.7.	Phänotypische Untersuchungen der Verzweigung an autochthonen Uralfichten (Ortets) und Ppropflingen (Ramets)	6
3.	ERGEBNISSE	8
3.1.	Typen des Nadelfalls	8
3.1.1.	Der Nadelfall über die Trennzone (apparativ)	8
3.1.1.1.	Morphologie und Anatomie der Trennzone	8
3.1.1.2.	Die Entwicklung der Trennzone	14
3.1.1.3.	Die Mechanik des Trennungsprozesses	19
3.1.1.4.	Der Wassergehalt abfallender Nadeln und das Schrumpfungsvermögen der Trennungsschichten	26
3.1.1.5.	Voraussetzungen des Nadelfalls über die Trennzone	29
3.1.1.5.1.	Der Blattspurverschluß und die Abgliederung des Gelenkschaftes durch ein sekundäres Periderm	29
3.1.1.5.2.	Der jährliche Anschluß älterer Nadeln an das Transportsystem	30
3.1.1.5.2.1.	Der primäre Aufbau des Jahrestriebes	33
3.1.1.5.2.2.	Das Verhalten der Blattspur während des sekundären Dickenwachstums	36
3.1.2.	Der mechanisch bedingte Nadelverlust	42
3.2.	Die Quantität und Dynamik des Streufalls in zwei Fichtenaltbeständen	42
3.3.	Die Benadelung der Fichtenkrone	49

3.3.1. Verzweigung und Benadelung	49
3.3.2. Aufbau und Modifizierbarkeit der Fichtenkrone	62
3.3.3. Effektive und ineffektive Verzweigung und Nadelmasse	77
3.3.4. Das sogenannte Lamettasyndrom	79
3.3.5. Die Lebensdauer der Fichtennadel	83
3.4. Die Kronenreinigung der Fichte	85
4. DISKUSSION UND FOLGERUNGEN	87
4.1. Über das Abfallen der Fichtennadeln	87
4.1.1. Grundsätzliche Betrachtungen	87
4.1.2. Nadelverluste an ineffektiver und effektiver Verzweigung	90
4.2. Benadelung und Zuwachs: Das Prinzip der variablen Effektivität der Nadelmasseeinheit	92
4.3. Die Aktivierung von Proventivknospen und sukzessive Serienbildung seitlicher Verzweigung	95
4.4. Verlichtung und Regeneration der Fichtenkrone	99
4.5. Die Verzweigungsstrategie der Fichte aus ökologischer Sicht	103
4.6. Schätzverfahren zur Beurteilung des Kronenzustandes	111
5. ZUSAMMENFASSUNG	116
6. EXTENDED SUMMARY	120
1. The mechanism of needle abscission	120
2. Crown architecture and branching types	122
2.1. The branching modes	122
2.2. The construction of older spruce crowns	124
2.3. Modification and plasticity of spruce branching	124
3. Thinning and regeneration of Norway spruce crowns	125
4. Branching strategy	128
7. LITERATURVERZEICHNIS	129
8. DANKSAGUNG	136