

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Problemstellung	5
1.2.	Zielsetzung	7
2.	Kenntnisstand	9
2.1.	Klimatologische Grundlagen	9
2.1.1.	Allgemeine Meteorologie, Wetter, Klima und Tau	9
2.1.2.	Taupunkt, Taupunkttemperatur und Taubildung	10
2.1.3.	Taumenge und Taubildungsverlauf	17
2.2.	Methoden der Taumengenmessung	21
2.2.1.	Übersicht relevanter Messverfahren	21
2.3.	Belagsbildung im chemischen Pflanzenschutz	25
2.3.1.	Physikalische Grundlagen der Benetzung	25
2.3.2.	Tropfengröße und Tropfenspektrum	27
2.3.3.	Benetzbarkeit und Retention	28
2.4.	Wirkstoffe, Taubildung und Stoffaustausch	32
2.5.	Möglichkeiten zur variablen Anpassung der Trägersubstanzmenge	35
2.5.1.	Mehrkammerspritze	35
2.5.2.	Direkteinspeisung	38
2.5.2.1.	Technische Varianten der Direkteinspeisung	39
2.5.2.2.	Pre-Mix Prototyp	48
3.	Material und Methoden	51
3.1.	Allgemeine Definitionen	51
3.2.	Auswahl der Versuchsstandorte	56
3.3.	Applizierte Flüssigkeiten	58
3.4.	Auswahl eines absoluten Vergleichsparameters	61

3.5.	Grundlegender Feldversuch (GLV)	63
3.5.1.	Klimadatenerfassung und Auswahl der Sensorik	63
3.5.2.	Versuchsaufbau und Durchführung (GLV)	66
3.5.2.1.	Bestandesklima und Klimafaktoren	69
3.5.3.	Datenbewertung (GLV)	70
3.5.3.1.	Bewertung der Bildsequenzen (GLV)	71
3.6.	Rückstandsgrößenanalyse (LV1)	73
3.6.1.	Versuchsaufbau und Datenerhebung (LV1)	73
3.6.2.	Bildanalytische Bewertung von Rückstandsstruktur und Rückstandsverteilung (LV1)	75
3.7.	Taumengenbestimmung	77
3.7.1.	Taupunktberechnung	77
3.7.2.	Tausimulation und Bestimmung des Betauungsgrades	80
3.7.2.1.	Erster Messaufbau TMSG 1.0	80
3.7.2.1.1.	Versuchsdurchführung TMSG 1.0	81
3.7.2.2.	Weiterentwicklung zum TMSG 100	82
3.7.3.	Herleitung einer ersten Berechnungsgleichung	83
3.7.4.	Tausteigung, absolute Mengen und Taubildungsvorgang	85
3.7.4.1.	Tausteigung (LV2)	85
3.7.4.2.	Taumengenentwicklung nach GLV sowie deren weiterführende Labor- und in vivo Betrachtungen	86
3.7.4.2.1.	Taumengenentwicklung über die Zeit	86
3.7.4.2.2.	Prüfung der Systemgenauigkeit und Taumengenerhebung durch Blotting	88
3.7.4.2.2.1.	Standardisierte Laborbetrachtung (LV3)	88
3.7.4.2.2.2.	Laborbetrachtung bei variablen Einflussfaktoren (LV4)	89
3.7.4.2.2.3.	In vivo Untersuchung	91
3.7.4.2.3.	Mathematische Beschreibung des Taubildungsvorganges aller Blottingversuche	92
3.8.	Stereomikroskopische Betrachtung der Tautropfenradien (LV5)	93
3.8.1.	Auswertung der Mikroskopaufnahmen	94
3.8.1.1.	Häufigkeitsverteilung der Tautropfenradien	94
3.8.1.1.1.	Betrachtung von Radien und Verlustarten	95

3.9.	Retentionsanalyse (LV6)	96
3.9.1.	Auswertung der Retentionsdaten (LV6)	98
3.10.	Ansätze zur Applikationsmengenempfehlung im betauten Bestand	101
3.10.1.	Gute fachliche Praxis im chemischen Pflanzenschutz	101
3.10.2.	Ansätze der Applikationsmengenempfehlung	101
3.11.	Prototypenanalyse und abschließender Funktionstest des Steuerungssystems	104
3.11.1.	Analyse des Pre-Mix Prototyps	104
3.11.2.	Finaler Funktionstest	106
3.11.2.1.	Versuchsaufbau und Durchführung des Systemtests	107
3.11.2.2.	Ergebnisbewertung der Funktionsprüfung	109
3.12.	Sensorsystem, Steuerung und Algorithmik	110
3.12.1.	Aufbau, Parametergenerierung und Informationsfluss	110
3.12.1.1.	Systemanforderungen im finalen Praxiseinsatz	113
3.12.2.	Algorithmik, Software und Versionierung	114
3.13.	Taumodelle	117
3.13.1.	Input-/Output Modell der Steuerung	117
3.13.2.	Ergänzendes konzeptionelles Klimamodell	118
3.14.	Methoden der Datenanalyse	120
3.14.1.	Fragestellungen	120
3.14.2.	Statistische Verfahren	121
4.	Ergebnisse	125
4.1.	Grundlegender Feldversuch (GLV)	125
4.1.1.	Vergleich der Standard und Tauwerte aller Kulturen	126
4.1.2.	Einfluss von Taumenge, Applikationsmenge und Verlusten auf die Anlagerung	128
4.1.2.1.	Taumenge und Applikationsmenge - Einfluss auf die Anlagerung	128
4.1.2.2.	Taumenge und Applikationsmenge - Einfluss der Verlustarten auf die Anlagerung	130
4.1.3.	Analyse von Rückstandsflächen (LV1)	133
4.1.3.1.	Darstellung von Struktur und Art des Tropfenbildes	133
4.1.3.2.	Erste Überlegungen zu taumengenbezogener Ausbringung	137

4.2.	Taumengenberechnung	139
4.2.1.	Erste Annahme - Entwicklung der Gesamttaumenge über die Zeit	139
4.2.2.	Ermittlung der Tausteigung (LV2)	150
4.2.3.	Genauigkeitsprüfung unter Laborbedingungen (LV3)	151
4.2.4.	Genauigkeitsprüfung unter variablen Laborbedingungen (LV4) .	153
4.2.5.	Genauigkeitsprüfung in vivo	157
4.2.6.	Finales Berechnungsverfahren	159
4.2.7.	Näherungsweise Herleitung der absolut gebildeten Taumenge .	159
4.3.	Stereomikroskopische Betrachtung der Tautropfenbildung (LV5)	162
4.3.1.	Häufigkeitsverteilung der Tautropfenradien	162
4.3.2.	Verlustarten und Tautropfenradien	166
4.4.	Retentionssanalyse (LV6)	171
4.5.	Weitere Ansätze der taumengenspezifischen Applikationsempfehlung	175
4.5.1.	Maximale Retention als Basis der Empfehlung	175
4.5.2.	Applikationsmengenempfehlung unter Berücksichtigung der guten fachlichen Praxis	177
4.6.	Finaler Funktionstest des Steuerungssystems	181
4.6.1.	Betrachtung nach Taumenge, Applikationsmenge und Fahrgeschwindigkeit	183
4.6.2.	Untersuchung von Fahrzeit, Taumengenschwankung und Verzögerungszeit	185
5.	Diskussion	189
5.1.	Versuchsdurchführung	189
5.2.	Aspekte der Applikation im betauten Bestand	197
5.3.	Taumengenbestimmung	200
5.3.1.	Bedingungen und Eingrenzung der Berechnung	200
5.3.2.	Differenzierung von Mengenangaben	202
5.4.	System, Modell und Messverfahren	204
5.4.1.	System	204
5.4.1.1.	Nutzen und Vorteile des Systems	206
5.4.2.	Messverfahren	208

5.4.3.	Modell	209
5.5.	Applikationsmengenempfehlung und Kosten	210
6.	Schlussfolgerung	215
7.	Zusammenfassung	219
8.	Conclusion	225
9.	Summary	229
10.	Literatur	235
A.	Anhang	261