

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	V
Danksagung	VII
Inhaltsverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis	XXIII
Abkürzungsverzeichnis	XXVII
Zusammenfassung	XXXI
Abstract	XXXIII
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Aufbau und Gliederung der Arbeit	6
1.4 Beteiligte Institutionen	7
2 Theoretische Grundlagen	9
2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgebiets	9
2.2 Physisch-geographische Ausstattung des Untersuchungsgebiets	11
2.2.1 Pedographische Grundausrüstung	11
2.2.2 Klima und Klimawandel im Untersuchungsgebiet	12
2.2.2.1 Klimageographische Kennzeichen	12
2.2.2.2 Exkurs: Der Donnersberg und sein regionalklimatischer Einfluss....	15
2.2.2.3 Projizierter Klimawandel	18
2.3 Klimamodellierung	23
2.3.1 Globalmodell ECHAM5/MPI-OM	24
2.3.2 Regionales Modell (REMO)	25
2.3.3 Emissions-Szenario A1B	27
2.4 Die Zuckerrübe - Botanik, Vegetationsverlauf und Standortansprüche	28
2.5 Faktorenkomplex Ertragsleistung	31
2.5.1 Jahreswitterung	31
2.5.2 Exkurs: Extremwetterereignisse	34
2.5.3 Duale Bedeutung des CO ₂	38

2.5.4	Anbaumanagement	39
2.5.5	Züchtung.....	39
2.6	Blattkrankheiten	41
2.6.1	<i>Cercospora (Cercospora beticola)</i>	42
2.6.1.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild	42
2.6.1.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	43
2.6.2	Echter Mehltau (<i>Erysiphe betae</i>).....	47
2.6.2.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild	47
2.6.2.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	48
2.6.3	<i>Ramularia (Ramularia beticola)</i>	49
2.6.3.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild	49
2.6.3.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	50
2.6.4	Rübenrost (<i>Uromyces beticola</i>).....	51
2.6.4.1	Grundlagen, Taxonomie und Schadbild	51
2.6.4.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen.....	52
2.7	Blattkrankheitsmodelle	53
2.8	Rübenzystennematode (<i>Heterodera schachtii</i>).....	55
2.8.1	Grundlagen, Taxonomie, Schadbild und regionale Verbreitung	55
2.8.2	Epidemiologie, Biologie und befallsfördernde Bedingungen	58
2.8.3	Management.....	59
3	Datengrundlage und Analyse in den einzelnen Untersuchungsregionen.....	61
3.1	Einteilung des Untersuchungsgebiets in Subregionen	61
3.2	Daten.....	65
3.2.1	Zuckerrübenenertragsdaten	65
3.2.2	Aussaattermine.....	67
3.2.3	Boniturdaten der ARGE.....	67
3.2.4	Klimadaten.....	69
3.2.4.1	Messwerte	69
3.2.4.2	Klimaprojektionsdaten	69
3.3	Modelle.....	70
3.3.1	Blattwachstumsmodellierung.....	71
3.3.2	Blattkrankheitsmodellierung	71

3.3.3	Nematodenmodellierung (<i>Heterodera schachtii</i>)	73
3.3.4	Aussaatmodellierung	74
3.3.5	Feldaufgang- und Reihenschlussmodellierung	75
3.3.6	Bodenwasserhaushaltsmodellierung mit METVER (DWD)	76
3.3.7	Ertragsmodellierung mit BioSTAR	80
3.4	Statistische Methoden	82
3.4.1	Züchtungsfortschrittsbereinigung	82
3.4.2	Trend-Rausch-Verhältnis	83
3.4.3	Kriging-Verfahren	83
3.4.4	Regressionsanalyse und Stichprobenvergleichsverfahren	84
3.4.5	Statistische Maßzahlen zur Modellüberprüfung	85
3.4.6	Biaskorrektur	86
3.5	Software	88
4	Ergebnisse und Interpretation	89
4.1	Ertragsentwicklung im Untersuchungsgebiet	89
4.2	Aussaat	90
4.2.1	Vergangene Entwicklung	91
4.2.2	Zukunftsprojektion	93
4.2.2.1	Gesamtgebiet	93
4.2.2.2	Subregionen	95
4.2.2.3	Diskussion der Aussaatmodellierung	97
4.3	Feldaufgang	100
4.4	Reihenschluss und Stand nach Reihenschluss	104
4.5	Feldaufgang- und Reihenschlussmodellierung	106
4.5.1	Gesamtgebiet	106
4.5.2	Subregionen	109
4.5.3	Diskussion der Feldaufgang- und Reihenschlussmodellierung	115
4.6	Spätfrost	119
4.6.1	Vergangene Entwicklung	119
4.6.2	Zukunftsprojektion	123
4.6.2.1	Gesamtgebiet	123
4.6.2.2	Subregionen	124

4.6.3	Diskussion Spätfrost.....	128
4.7	Ertragsbeeinflussende Witterungsfaktoren	128
4.7.1	Ertragsentwicklung in ausgewählten Gebieten	132
4.7.2	Einfluss des Niederschlags auf den Ertrag	133
4.7.2.1	Zeitraum 1991-2012	133
4.7.2.2	Zeitraum 2011-2015	136
4.7.3	Einfluss der Temperatur auf den Ertrag	139
4.7.3.1	Zeitraum 1991-2012	139
4.7.3.2	Zeitraum 2011-2015	141
4.7.4	Agrarökologische Auswirkungen des Klimawandels auf die Erträge	143
4.7.4.1	Niederschlag.....	143
4.7.4.2	Temperatur	144
4.7.4.3	Kombinierte Betrachtung.....	146
4.7.4.4	Mögliche zukünftige Entwicklung maßgeblich ertragsrelevanter Witterungsfaktoren	153
4.8	Bodenwasserhaushaltsmodellierung mit METVER (DWD)	158
4.8.1	Vergangene Entwicklung.....	159
4.8.2	Zukunftsprojektion	169
4.9	Extremwetterereignisse.....	173
4.9.1	Dauer- und Starkregen	173
4.9.2	Hochwasser.....	176
4.10	Blattwachstumsmodellierung	178
4.10.1	Gesamtgebiet	178
4.10.2	Subregionen	180
4.11	Blattkrankheitsmodellierung	183
4.7.1	CERCET1 - Cercospora-Blattfleckenkrankheit.....	184
4.7.1.1	Gesamtgebiet	184
4.7.1.2	Subregionen	188
4.7.2	ERYET1 - Echter Mehltau.....	192
4.7.2.1	Gesamtgebiet	192
4.7.2.2	Subregionen	194
4.7.3	UROET1 - Rübengra.....	198

4.7.3.1	Gesamtgebiet	198
4.7.3.2	Subregionen	200
4.7.4	RAMUBET1 - Ramularia-Blattfleckenkrankheit	204
4.7.4.1	Gesamtgebiet	204
4.7.4.2	Subregionen	206
4.7.5	Diskussion der Blattwachstums- und Blattkrankheitsmodellierung	210
4.8	Nematodenmodellierung (<i>Heterodera schachtii</i>)	218
4.9	Ertragsmodellierung: BioSTAR	225
5	Zusammenfassende Darstellung der Erkenntnisse	233
6	Fazit und Ausblick	237
	Literaturverzeichnis	241
	Interviewverzeichnis	269
	Datenverzeichnis	269
	Anhang	271