



Bachelorarbeit

Bewertung des Einflusses der Parameter Ackerzahl,
Wärmesumme und Niederschlag auf den Ertrag und den
Proteingehalt von Sojabohnen unter Betrachtung der Sorten in
ausgewählten Bundesländern in Deutschland

Name, Vorname: Puth, Carsten
Matrikelnummer: 4064028
Geburtsdatum: 02.05.1975
Studiengang: Landwirtschaft und Agrarmanagement (Fern)

Gutachter 1: Prof. Dr. Heiko Scholz
Gutachterin 2: Dr. Kathleen Schlegel

Bechen, den 29.07.2019

Für meine Familie

Danksagung

An dieser Stelle gilt mein besonderer Dank all denjenigen, die mich während der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank meinem ersten Betreuer, Herrn Prof. Dr. Heiko Scholz, für die Übernahme des Themas und für die Freiheit, die er mir bei der Wahl der Untersuchungsziele gegeben hat.

Meinen besonderen Dank gilt meiner 2. Gutachterin, Frau Dr. Kathleen Schlegel, für die Beratung bei allen statistischen Fragen. Mit ihrer direkten und herzlichen Art hat sie es immer geschafft, mir neue Wege und Möglichkeiten zu zeigen, wenn mir die Ideen gefehlt haben. Bedanken möchte ich mich aber insbesondere für die moralische und fachliche Betreuung, nicht nur bei dieser Erstellung dieser Arbeit, sondern während des gesamten Studiums an der Hochschule Anhalt. Eine bessere Betreuung ist schwerlich denkbar. Vielen Dank für die Zeit und Mühen, die Sie in meine Arbeit investiert haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Frau Janine Döring, die mich über die Zeit des Studiums und bei der Erstellung dieser Arbeit stets unterstützt hat. Ohne Ihre Unterstützung hätte ich beides nicht geschafft.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Familie bedanken. Sie haben an mich geglaubt, und mich ohne Ausnahmen unterstützt. Danke dafür!

Zuletzt möchte ich mich bei meinem Vater bedanken. Trotz schwerer Krankheit hat er mich immer ermutigt an mich zu glauben und egal was kommen mag, dieses Studium und diese Bachelorarbeit erfolgreich zu Ende zu bringen. „Papa, Du fehlst“.

Inhaltsverzeichnis		
Abbildungsverzeichnis		I
Tabellenverzeichnis		III
Abkürzungen		VIII
1	Einleitung	1
2	Literatur	2
2.1	Allgemeines zur Sojabohne	2
2.2	Anbau von Sojabohnen	3
2.3	Phänotypische Entwicklungsstadien der Sojabohne	6
2.4	Standort	9
2.4.1	Ansprüche an den Boden	10
2.4.2	Ansprüche an das Klima	11
2.4.2.1	Photoperiodismus	11
2.4.2.2	Temperaturansprüche und Reifegruppen	13
2.4.2.3	Wasseransprüche	16
2.5	Ansprüche an das Saatgut	18
2.6	Nährstoffbedarf und Düngung von Sojabohnen	19
2.7	Gestaltung der Fruchtfolge	23
2.8	Saat und Saattechnik	25
2.9	Beikrautregulierung	27
2.10	Krankheiten und Schädlinge	30
2.11	Erntezeitpunkt, Erntetechnik und Kornertrag	33
2.12	Lagerung und Verwertung	34
2.13	Marktsituation in Deutschland	34
2.14	Sortenprüfungen und Zulassung von Sojabohnen in Deutschland	37
3	Material und Methoden	40
3.1	Material	40
3.1.1	Datengrundlage	40
3.1.2	Beschreibung der Standorte	40
3.1.3	Ausgewählte Sorten	48
3.1.4	Klimadaten	49
3.2	Methode	49
3.2.1	Berechnung und Klassifizierung der Wärmesummen	49
3.2.2	Berechnung und Klassifizierung des Niederschlags	50
3.2.3	Klassifizierung der Ackerzahlen	51
3.2.4	Theoretische Berechnungen zur Ableitung von Anbauempfehlungen für Sojabohnen in ausgewählten Bundesländern und für ausgewählte Sorten	51

3.2.5	Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	52
4	Ergebnisse	53
4.1	Ergebnisse aller ausgewerteten Daten	55
4.1.1	Analyse des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl und Kornertrag sowie Rohproteingehalt	56
4.1.2	Analyse des Zusammenhangs zwischen Wärmesumme und Kornertrag sowie Rohproteingehalt	58
4.1.3	Analyse des Zusammenhangs zwischen Niederschlag und Kornertrag sowie Rohproteingehalt	60
4.2	Ergebnisse unter Betrachtung der Bundesländer	62
4.2.1	Analyse des Einflusses der Ackerzahl auf Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern	64
4.2.2	Analyse des Einflusses von Wärmesumme auf Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern	68
4.2.3	Analyse des Einflusses von Niederschlag auf Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern	70
4.3	Ergebnisse unter Betrachtung der Sorten	72
4.3.1	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Merkmal Ackerzahlklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten	74
4.3.2	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Merkmal Wärmesummenklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten	75
4.3.3	Analyse des Zusammenhangs zwischen den Niederschlagklassen und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten	76
4.3.4	Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Bundesland und dem Kornertrag sowie dem Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten	77
4.3.5	Sorte ES Comandor	78
4.3.6	Sorte Merlin	79
4.3.7	Sorte Regina	80
4.3.8	Sorte RGT Shouna	81
4.3.9	Sorte Amarok	82
4.4	Ergebnisse unter Betrachtung einer Verwendung der Sojabohnen zur Herstellung von Lebensmitteltofu (42% bis 45% Rohproteingehalt)	83
4.5	Theoretische Ansätze zu Sortenempfehlungen je Bundesland nach Risikobereitschaft des Landwirts	85
5	Diskussion	87
6	Schlussfolgerung	95
7	Zusammenfassung	97
8	Literaturverzeichnis	98
9	Selbständigkeitserklärung	105

Anhang		106
Anhang I:	Allgemeine Informationen	106
Anhang II	Lage der Versuchs- und Wetterstationen	107
Anhang III	Klimatische- und Bodenbedingungen an den Versuchsstationen	108
Anhang IV	Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den Wetterstationen	112
Anhang V:	Auswahl angebauter Sorten je Versuchsstandort	113
Anhang VI:	Aussaat, Erntezeitpunkt, Kornertrag und Rohproteingehalt ausgewählter Sorten	114
Anhang VII	Berechnungen der Wärmesummen	117
Anhang VIII	Berechnung der Niederschläge an den Versuchsstandorten	181
Anhang IX	Statistische Analysen der Standorte	196
Anhang X	Statistische Analysen unter Betrachtung der Sorten	197

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Deutschlandkarte zur Anbaueignung von Sojabohnen (JKI, 2014)	4
Abbildung 2: Anbaufläche und Ertrag von Sojabohnen nach Bundesländern in 2018.....	5
Abbildung 3: Vergleich des europäischen und amerikanischen Systems der Einteilung der Entwicklungsstadien von Soja (BACHETELER, 2018).....	6
Abbildung 4: Ober- und unterirdische Wuchsform der Sojabohne (FISCHER, 2014).....	7
Abbildung 5: Tageslängenverlauf in München und Hamburg (VELA, 2014)	12
Abbildung 6: Durchschnittliche Aufnahme und Verteilung von N, P, K, Ca und Mg von zwei Sojasorten während des vegetativen und reproduktiven Wachstums über drei Jahre (2012 – 2013).	21
Abbildung 7: Durchschnittliche Aufnahme und Verteilung von S, Zn, Mn, B, Fe, und Cu von zwei Sojasorten während des vegetativen und reproduktiven Wachstums über drei Jahre (2012 – 2013).	22
Abbildung 8: In Deutschland zugelassene Herbizide zur Unkrautbekämpfung in Sojabohnen, Stand April 2019 (IMGRABEN und RECKNAGEL, 2019).....	29
Abbildung 9: Top 10 Erntemenge weltweit in 2016 nach Ländern	33
Abbildung 10: Verbrauch von Sojaschrot vs. Erntemengen in Deutschland, Europa (OVID, 2017a)	36
Abbildung 11: Anteil gentechnisch veränderter Sojabohnen am Sojaanbau weltweit	37
Abbildung 12: Sojabohnen aus der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes ...	39
Abbildung 13: Darstellung aller Standorte der Feldversuche und der Wetterstationen.....	42
Abbildung 14: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Baden-Württemberg	43
Abbildung 15: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Bayern.....	44
Abbildung 16: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Hessen	45
Abbildung 17: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Rheinland-Pfalz	46
Abbildung 18: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Sachsen-Anhalt	47
Abbildung 19: Mittlerer Kornertrag und mittlerer Rohproteingehalt aller untersuchten Sojabohnensorten ausgewählter Bundesländer im Jahr 2017 mit einer Korrelation von 0,1065.....	55
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Ackerzahl, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen	57
Abbildung 21: Zusammenhang zwischen Wärmesumme, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen.....	59
Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Niederschlag, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen.....	61
Abbildung 23: Verteilung von Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern.....	63
Abbildung 24: Sojaanbaueignung in % nach Bundesland.....	64

Abbildung 25: Zusammenhang von der Ackerzahl auf den Kornertrag [dt/ha] bei Sojabohnen nach Bundesländern	66
Abbildung 26: Zusammenhang von der Ackerzahl auf den Rohproteingehalt bei Sojabohnen nach Bundesländern	67
Abbildung 27: Zusammenhang zwischen der Wärmesumme und den Kornertrag bei Sojabohnen nach Bundesländern	69
Abbildung 28: Zusammenhang zwischen der Wärmesumme und den Rohproteingehalt bei Sojabohnen nach Bundesländern	69
Abbildung 29: Zusammenhang von Niederschlags auf den Kornertrag bei Sojabohnen nach Bundesländern.....	71
Abbildung 30: Zusammenhang zwischen Niederschlag und Rohproteongehalt bei Sojabohnen nach Bundesländern	71
Abbildung 31: Verteilung des Kornertrag und des Rohproteingehalt nach Sojabohnensorten	73
Abbildung 32: Sorte ES Comandor - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern	78
Abbildung 33: Sorte Merlin - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern.....	79
Abbildung 34: Sorte Regina - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern.....	80
Abbildung 35: RGT Shouna - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern.....	81
Abbildung 36: Sorte Amarok - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern.....	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Reifeklassifizierung nach der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamt Stand 05/2019.....	14
Tabelle 2:	Vergleich von US-Reifegruppen mit BSA-Reifegruppen, FAO-Zahlen Mais, der Reifedauer und Wärmesummen für Sojabohnen, (in Anlehnung an BERSCHNEIDER, 2016)	15
Tabelle 3:	Sojawachstum und Wasserverbrauch (TACKER und VORIES, 1998 aus BACHETELER, 2018).....	17
Tabelle 4:	Wasserverbrauch zu späteren generativen Wachstumsstadien von Sojabohnen (YONTS et al., 2008 aus BACHETELER, 2018)	17
Tabelle 5:	Durchschnittlicher Gesamtnährstoffentzug ausgewählter Makro- und Mikronährstoffe von Sojapflanzen (nach BENDER et al., 2013).....	19
Tabelle 6:	Beispiele zur Gestaltung der Fruchtfolgen für konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe (in Anlehnung an UNSLEBER et al., 2018)	24
Tabelle 7:	Sojasaat und Bodentemperatur (AIGNER, 2014).....	25
Tabelle 8:	Sojasaat, Abreife und Ertrag (AIGNER, 2014)	26
Tabelle 9:	Die wichtigsten Krankheiten in Sojakulturen in Deutschland nach UNSLEBER et al., 2018.....	31
Tabelle 10:	Die wichtigsten Schädlinge in Sojakulturen in Deutschland nach UNSLEBER et al., 2018.....	32
Tabelle 11:	Ergebnisse aus Landessortenversuche im Jahr 2017 in ausgewählten Bundesländern	40
Tabelle 12:	Klimatische und Bodenbedingungen an den Versuchsstandorten (Langjähriges Mittel)	41
Tabelle 13:	Sorteneigenschaften nach (BUNDESSORTENAMT, 2018)	48
Tabelle 14:	Klassifizierung der Wärmesummen nach mathematischen Gesichtspunkten.....	50
Tabelle 15:	Klassifizierung des Niederschlags nach mathematischen Gesichtspunkten... ..	50
Tabelle 16:	Klassifizierung der Ackerzahlen mit einheitlicher Klassenbreite	51
Tabelle 17:	Kornertrag [dt/ha] der ausgewählten Sorten im Jahr 2017	54
Tabelle 18:	Rohproteingehalt [%] der ausgewählten Sorten im Jahr 2017.....	54
Tabelle 19:	Deskriptive Statistik zu den Merkmalen Kornertrag, Rohproteingehalt, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag	55
Tabelle 20:	Deskriptive Statistik des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen.....	56
Tabelle 21:	Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Ackerzahl, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen.....	57
Tabelle 22:	Deskriptive Statistik des Zusammenhangs zwischen Wärmesumme, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen	58

Tabelle 23:	Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Wärmesumme, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen	59
Tabelle 24:	Deskriptive Statistik des Zusammenhangs zwischen Niederschlag, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen	60
Tabelle 25:	Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Niederschlag, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen	61
Tabelle 26:	Deskriptive Statistik zu Kornertrag und Rohprotein in Abhängigkeit der Bundesländer	62
Tabelle 27:	Deskriptive Statistik zu Ackerzahlen unter Betrachtung der Bundesländer	65
Tabelle 28:	Deskriptive Statistik zur Ackerzahl, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen nach Bundesländern	65
Tabelle 29:	Deskriptive Statistik zu Wärmesumme unter Betrachtung der Bundesländer ..	68
Tabelle 30:	Deskriptive Statistik zu Wärmesumme, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen nach Bundesländern	68
Tabelle 31:	Deskriptive Statistik zum Niederschlag unter Betrachtung der Bundesländer ..	70
Tabelle 32:	Deskriptive Statistik zu Niederschlag, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen nach Bundesländern	70
Tabelle 33:	Deskriptive Statistik zu Kornertrag sowie Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Sorte.....	72
Tabelle 34:	Deskriptive Statistik zu Ackerzahlklassen, Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten.....	74
Tabelle 35:	Analyse des Zusammenhanges zwischen den Wärmesummenklassen und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten ..	75
Tabelle 36:	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Merkmal Niederschlagklassen und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten.....	76
Tabelle 37:	Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Bundesland und dem Kornertrag sowie dem Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten.....	77
Tabelle 38:	Deskriptive Statistik zu Kornertrag sowie Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Sorte.....	83
Tabelle 39:	Kreuztabelle mit den Bundesländern und der Anzahl Standorte an denen die Sorten einen Rohproteingehalt von mindestens 42% erreichten	83
Tabelle 40:	Kreuztabelle mit den Wärmesummen in Bayern, an welchen die Sorten einen Rohproteingehalt von mindestens 42% erreichten	84
Tabelle 41:	Kreuztabelle mit den Niederschlagklassen in Bayern, wo die Sorten einen Rohproteingehalt von mindesten 42% erreichten.....	84
Tabelle 42:	Sortenempfehlung je Bundesland nach Risikobereitschaft.....	85
Tabelle 43:	Deskriptive Statistik des mittleren Rohproteinertrags für alle Bundesländer...	86

Tabelle 44:	Anbaufläche, Ertrag und Erntemenge von Sojabohnen in Deutschland nach Bundesländern (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018).....	106
Tabelle 45:	Lage der Versuchs- und Wetterstationen.....	107
Tabelle 46:	Klimatische Bedingungen an den Versuchsstandorten (Langjähriges Mittel)	108
Tabelle 47:	Bodeneigenschaften an den Versuchsstandorten im Jahr 2017	109
Tabelle 48:	Bodenklimaraum und Anbaueignung von Sojabohnen für die Standorte.....	110
Tabelle 49:	Verteilung der Anbaueignung nach Bundesländern	111
Tabelle 50:	Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den Wetterstationen	112
Tabelle 51:	Auswahl angebauter Sorten je Standort in 2017 (nach Bundesländern)	113
Tabelle 52:	Aussaat- und Erntezeitpunkt.....	114
Tabelle 53:	Kornertrag [dt/ha] ausgewählter Sorten im Jahr 2017	115
Tabelle 54:	Rohproteingehalt [%] ausgewählter Sorten im Jahr 2017	116
Tabelle 55:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Bönningheim, BW (DWD-Station 4349)	117
Tabelle 56:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Müllheim, BW (DWD-Station 259)	121
Tabelle 57:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Orschweier, BW (DWD-Station 2812)	125
Tabelle 58:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Tailfingen, BW (DWD-Station 5562)	129
Tabelle 59:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Großaitingen, Bayern (DWD-Station 232)	133
Tabelle 60:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Köfering, Bayern (DWD-Station 4104)	137
Tabelle 61:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Oberhummel, Bayern (DWD-Station 5404)	141
Tabelle 62:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Rotthalmünster, Bayern (DWD-Station 4706)	145
Tabelle 63:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Wolkshausen, Bayern (DWD-Station 5149)	149
Tabelle 64:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Friedberg, Hessen (DWD-Station 3442)	153
Tabelle 65:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Griesheim, Hessen (DWD-Station 917)	157
Tabelle 66:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Oberflörsheim, Rheinland-Pfalz (DWD-Station 150)	161

Tabelle 67:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Rinkenbergerhof, Rheinland-Pfalz (DWD-Station 5275).....	165
Tabelle 68:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Beetsdorf, Sachsen-Anhalt (DWD-Station 1544)	169
Tabelle 69:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Bernburg, Sachsen-Anhalt (DWD-Station 445)	173
Tabelle 70:	Berechnung der Wärmesumme für den Standort Gadegast, Sachsen-Anhalt (DWD-Station 5629)	177
Tabelle 71:	Niederschläge an den Versuchsstandorten in Baden-Württemberg im Jahr 2017	181
Tabelle 72:	Niederschläge an den Versuchsstandorten in Bayern im Jahr 2017	184
Tabelle 73:	Niederschläge an den Versuchsstandorten in Hessen im Jahr 2017	187
Tabelle 74:	Niederschläge an den Versuchsstandorten in Rheinland-Pfalz im Jahr 2017.....	190
Tabelle 75:	Niederschläge an den Versuchsstandorten in Sachsen-Anhalt im Jahr 2017.....	193
Tabelle 76:	Klassifizierung der Wärmesummen und des Niederschlag nach Standorten	196
Tabelle 77:	Klassifizierung der Ackerzahlen und der Anbaueignung nach Standorten ...	196
Tabelle 78:	Auswertung der Anbaueignungsklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarok.....	197
Tabelle 79:	Auswertung des Bundesland auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarok	197
Tabelle 80:	Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarok.....	198
Tabelle 81:	Auswertung der Wärmesummenklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarok.....	198
Tabelle 82:	Auswertung der Niederschlagklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarok.....	199
Tabelle 83:	Auswertung der Anbaueignungsklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor.....	200
Tabelle 84:	Auswertung des Bundesland auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor	200
Tabelle 85:	Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor.....	201
Tabelle 86:	Auswertung der Wärmesummenklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor.....	201
Tabelle 87:	Auswertung der Niederschlagklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor.....	202

Tabelle 88:	Analyse des Zusammenhangs zwischen der Anbaueignungsklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin	203
Tabelle 89:	Analyse des Zusammenhangs zwischen den Bundesländern und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin	203
Tabelle 90:	Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Merlin	204
Tabelle 91:	Analyse des Zusammenhangs zwischen der Wärmesumme und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin	204
Tabelle 92:	Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Niederschlag und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin	205
Tabelle 93:	Analyse des Zusammenhangs zwischen der Anbaueignungsklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina	206
Tabelle 94:	Analyse des Zusammenhangs zwischen den Bundesländern und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina	206
Tabelle 95:	Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Regina.....	207
Tabelle 96:	Analyse des Zusammenhanges zwischen der Wärmesumme und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina	207
Tabelle 97:	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Niederschlag und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina	208
Tabelle 98:	Analyse des Zusammenhanges zwischen der Anbaueignungsklasse und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna	209
Tabelle 99:	Analyse des Zusammenhanges zwischen den Bundesländern und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna	209
Tabelle 100:	Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte RGT Shouna	210
Tabelle 101:	Analyse des Zusammenhanges zwischen der Wärmesumme und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna	210
Tabelle 102:	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Niederschlag und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna	211

Abkürzungen

BBA	Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BSA	Bundessortenamt
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
CHU	Crop Heat Units
DLR	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GV-Soja	Gentechnisch veränderte Sojabohnen
HE	Hessen
IVA	Industrieverband Agrar
JKI	Julius-Kühn-Institut
Lfd.m.	Laufender Meter
LfL	Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
LTZ	Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
Max	Maximum
MdB	Mitglied des Deutschen Bundestages
Min	Minimum
Mio.	Millionen
MW	Mittelwert
OVID	Verband der Ölsaaten-Verarbeitenden Industrie in Deutschland
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
RP	Rheinland-Pfalz
SaatG	Saatgutverkehrsgesetz
SD	Standardabweichung
ST	Sachsen-Anhalt
U/Min	Umdrehungen pro Minute
USA	United States of America

1 Einleitung

Die Berücksichtigung von Sojabohnen in Anbausystemen und Fruchtfolgen in Deutschland zielt auf eine Versorgung mit hochwertigem Eiweiß für die eigene ausgewogene Ernährung durch konventionelle oder ökologische gentechnikfreie Lebensmittelsoja, sowie zur Nutzung als hochwertiges Krafffutter in der konventionellen und ökologischen Tierproduktion ab. Die Sojabohne ist eine besonders wertvolle Körnerleguminose mit hohem Anteil an essenziellen Aminosäuren für die Ernährung von Menschen und landwirtschaftlichen Nutztieren. Sie bereichert Fruchtfolgen, belebt den Boden und kann Fruchtfolgeprobleme lösen. Neben diesen positiven Aspekten bindet die Sojabohne zusätzlich Stickstoff aus der Luft und spart damit mineralischen Dünger ein. Pflanzenzüchterische Fortschritte ermöglichen mittlerweile einen sinnvollen und rentablen Anbau der Sojabohne für viele Landwirte in unterschiedlichen Regionen Deutschlands. So hat die Sojaanbaufläche in Deutschland im Jahr 2018 mit 24.100 ha einen historischen Höchststand erreicht und ist damit laut MIERSCH, 2019 gegenüber dem Jahr 2017 um 25% gewachsen. Dennoch bleibt festzuhalten, dass nur ca. 1% der jährlich in Deutschland benötigten Sojabohnen in Deutschland produziert wird. MIERSCH, 2019 führt fort, dass bereits heute in Deutschland etwa zwei Millionen Tonnen Sojabohnen pro Jahr produziert werden könnten, und dadurch etwa 40% des Eigenbedarfs gedeckt werden könnten. Aus politischen Willenserklärungen sind bereits verschiedene Aktivitäten entstanden, um den flächenmäßigen Anbau von Eiweißpflanzen und damit auch Sojabohnen in Deutschland zu beleben. Beispielhaft dafür stehen der im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie eingerichtete „Deutscher Sojaförderring“ (MIERSCH, 2019) und das "Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zur Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Leguminosen mit Schwerpunkt Bohnen und Erbsen in Deutschland" (SPORY und HANSEN, 2018). Da die Nachfrage nach Produkten aus Sojabohnen vorhanden ist, aktuelle sortenzüchterische Erfolge einen erfolgreichen Anbau der Sojabohne in einigen Regionen versprechen und politische Willenserklärungen den Anbau von Sojabohnen fördern, haben immer mehr Landwirte in Deutschland die Bereitschaft Sojabohnen in den Fruchtfolgen zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen werden in der vorliegenden Übersichtsarbeit die Biologie der Pflanze und die für den Anbau notwendigen Parameter näher erläutert.

In der vorliegenden Arbeit wurden die hier aufgelisteten Untersuchungsziele ausgearbeitet:

- Analyse des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl und Kornertrag sowie Rohproteingehalt
- Analyse des Zusammenhangs zwischen Wärmesumme und Kornertrag sowie Rohproteingehalt
- Analyse des Zusammenhangs zwischen Niederschlag und Kornertrag sowie Rohproteingehalt
- Untersuchungen zur linearen Beziehung zwischen den Parametern Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf Kornertrag sowie Rohproteingehalt
- Ableitung von Empfehlungen für den Anbau von Sojabohnen für ausgewählte Bundesländer und ausgewählte Sorten in Deutschland

Als Datengrundlage dafür dienten die Versuchsergebnisse aus Landessortenversuchen mit Sojabohnen durchgeführt im Jahr 2017 in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. In den weiteren Auswertungen wurden nur Sorten berücksichtigt die in Deutschland nach dem Saatgutverkehrsgesetz (SaatG) zugelassen oder einem anderen EU-Land eingetragen sind und an allen Standorten angebaut wurden.

2 Literatur

Das folgende Kapitel soll einen Überblick über die Sojabohne im Allgemeinen, sowie deren Anbaubedingungen in Deutschland geben. Hierfür wurden biologische und anbautechnische Gesichtspunkte näher betrachtet.

2.1 Allgemeines zur Sojabohne

Die Sojabohne (*Glycine max (L.) Merr.*, *Glycerine hispida* oder *Glycerine soja*) gilt als eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt (SINGH et al., 2011). Wie SCHUSTER (1998) in Geschichte und Verbreitung zusammenfasst, stammt die Sojabohne ursprünglich aus den Bergregionen Zentral- und Westchinas, wo diese bereits 2800 v.Chr. kultiviert wurde. Er führt fort, dass die Sojabohne bereits „Mitte des 18. Jahrhunderts [...] in den botanischen Gärten in Europa kultiviert wurde“. Erst nachdem durch pflanzenzüchterischen Fortschritt klimatisch angepasste Sorten für Europa entwickelt wurden fand der Anbau vermehrt auch auf Ackerböden in Europa statt. Die heute kultivierte Form der Sojabohne (*Lycine max (L.) Merr*) stammt von der Art *Glycerine soja* ab (BRILLMAYER, 1947).

Wie Ackerbohne, Erbse und Lupine gehört auch die Sojabohne zur Pflanzenfamilie der Hülsenfrüchte (Fabaceae oder Leguminosae) und zur Unterfamilie der Schmetterlingsblütler (Faboideae), den Körnerleguminosen. Bezeichnend für die meisten Körnerleguminosen ist die natürliche Versorgung der Ackerböden mit Stickstoff durch Symbiose mit spezifischen Knöllchenbakterien und Pilzen. Hier stellt auch die Sojabohne keine Ausnahme dar, was diese, durch die Fähigkeit der Stickstoff-Fixierung, zu den „leistungsfähigsten Kulturpflanzen der Erde“ macht (SCHUSTER und MARQUARD, 1992).

Die Symbiose mit den Knöllchenbakterien (Rhizobien) und den Pilzen (Mykorrhizza) findet hierbei an den Sojapflanzenwurzeln statt. Wenn der Boden oder das Saatgut mit dem spezifischen Rhizobienstamm *Bradyrhizobium japonicum* inokuliert sind, siedeln sich die Bakterien in den Wurzelknöllchen an und beliefern die Pflanzen mit aus der Luft fixiertem Stickstoff (HELLRIEGEL, 1886). Diesen so gebundenen Stickstoff kann die Pflanze zur Deckung von bis zu 80% des eigenen Nährstoffbedarfes nutzen (TAIFUN TOFU GMBH UND DEUTSCHER SOJAFÖRDERRING E.V., 2019). Die Hyphen des Mykorrhizapilzes dringen in die Wurzeln von Sojapflanzen ein, nutzen die pflanzlichen Produkte der Photosynthese und versorgen die Sojapflanzen im Gegenzug mit Wasser, Phosphaten und Mineralien. Von den durch den Sojaanbau fixierten Stickstoffmengen verbleiben etwa zwei Drittel im Erntegut und das restliche Drittel größtenteils im Boden. Weitere positive Nebeneffekte des Anbaus von Sojabohnen stellen die positive Beeinflussung des Humusgehaltes, des Bodengefüges sowie des Gas- und Wasserhaushaltes auf den Ackerböden dar. Durch den Verbleib von fixiertem Stickstoff und durch die positiven Beeinflussungen des Sojaanbaus auf den Boden werden Einsparpotentiale in Stickstoff-Dünger, Dieselkraftstoff und Arbeitszeitkapazität generiert (KAHNT, 2008 und KÖPKE und NEMECEK, 2010). Im ökologischen Landbau ist die Zufuhr von mineralischen Düngemitteln nicht erlaubt. Dies stellt insbesondere viehlose Betriebe, denen keine hofeigenen organischen Wirtschaftsdünger zur Nährstoff- und Humusversorgung der Pflanzen zur Verfügung stehen, vor große Herausforderungen. Dafür sollten diese

Betriebe den Gründungsbestand durch den ein- bis zweijährigen Leguminosenanbau in den Fruchtfolgen etablieren (SCHMIDT, 1997).

Sojabohnen haben tiefgehende Pfahlwurzeln, welche bis zu 2 Meter in den Boden eindringen, mit zahlreichen Seitenwurzeln erster und zweiter Ordnung. In diesem Zusammenhang verweisen KOLBE et al. (2002) auf das Vermögen der Pflanze enorme Wasser- und Nährstoffreserven mobilisieren zu können und somit eine Erschließung der tiefer liegenden Bodenschichten für andere nachfolgende Kulturen zu ermöglichen.

Für Betriebe mit pflugloser Bodenbearbeitung und in ökologischen Ackerbaubetrieben können die oben aufgeführten Punkte entscheidungsrelevante Argumente für einen Anbau von Körnerleguminosen und für Sojabohnen im Speziellen sein. Bei konkurrenzschwachen Arten, wie etwa der Sojabohne, stellt jedoch eine effiziente Unkrautregulierung und optimale Nährstoffversorgung der Böden die Grundlage für wirtschaftliche Kornerträge dar (KÖPKE und ULRICH, 2016).

Die Sojabohne zeichnet sich durch einen hohen und qualitativ hochwertigen Eiweißgehalt in der Größenordnung von ungefähr 40%, respektive von einem Ölgehalt von ungefähr 20% aus. In Deutschland steht die Sojabohne in direkter Konkurrenz zu den traditionellen Körnerleguminosen Futtererbse, Ackerbohne und Lupine. Sie findet weltweit Verwendung als eiweißreiches Nahrungs- und Futtermittel und ist die weltweit bedeutendste Ölsaart, deren Öl unter anderem auch als Rohstoff in beispielsweise Biodiesel Verwendung findet. Aufgrund ihres hohen Gehaltes an Proteinen zählt die Sojapflanze zu den Eiweißpflanzen und nicht zu den Samenölpflanzen.

2.2 Anbau von Sojabohnen

Die Sojabohne ist eine einjährige Kurztagpflanze mit langsamer Jugendentwicklung, hohem Wärmeanspruch und hohem Wasserbedarf. Für einen erfolgreichen Anbau von Sojabohnen steht, neben dem Standort, das Klima und standortangepasster Sorten, auch die Beikrautbekämpfung einen wesentlichen Faktor dar (GACOVSKI und STOJANOVSKI, 2012). Sie gilt als relativ robuste Pflanze mit einer guten Widerstandsfähigkeit, welche je nach Sorte, eine natürliche Wuchshöhe zwischen 0,3 m und 2,0 m erreichen kann.

Für die Berücksichtigung des Standortes und des Klimas haben ROßBERG und RECKNAGEL (2017) „Kriterien zur Charakterisierung der regionalen geografischen und klimatischen Bedingungen [...] in Bezug auf die Anbaueignung“ definiert. Hauptziele der Betrachtung war es Einflussfaktoren wie Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung und Bodengüte zu klassifizieren, um die örtlichen Rahmenbedingungen zur Anbaueignung zu bewerten und in einer detaillierten Karte zu visualisieren.

Diese Ergebnisse sind Online in der Anbaueignungskarte im Geoportal des JKI zu finden und in Abbildung 1.

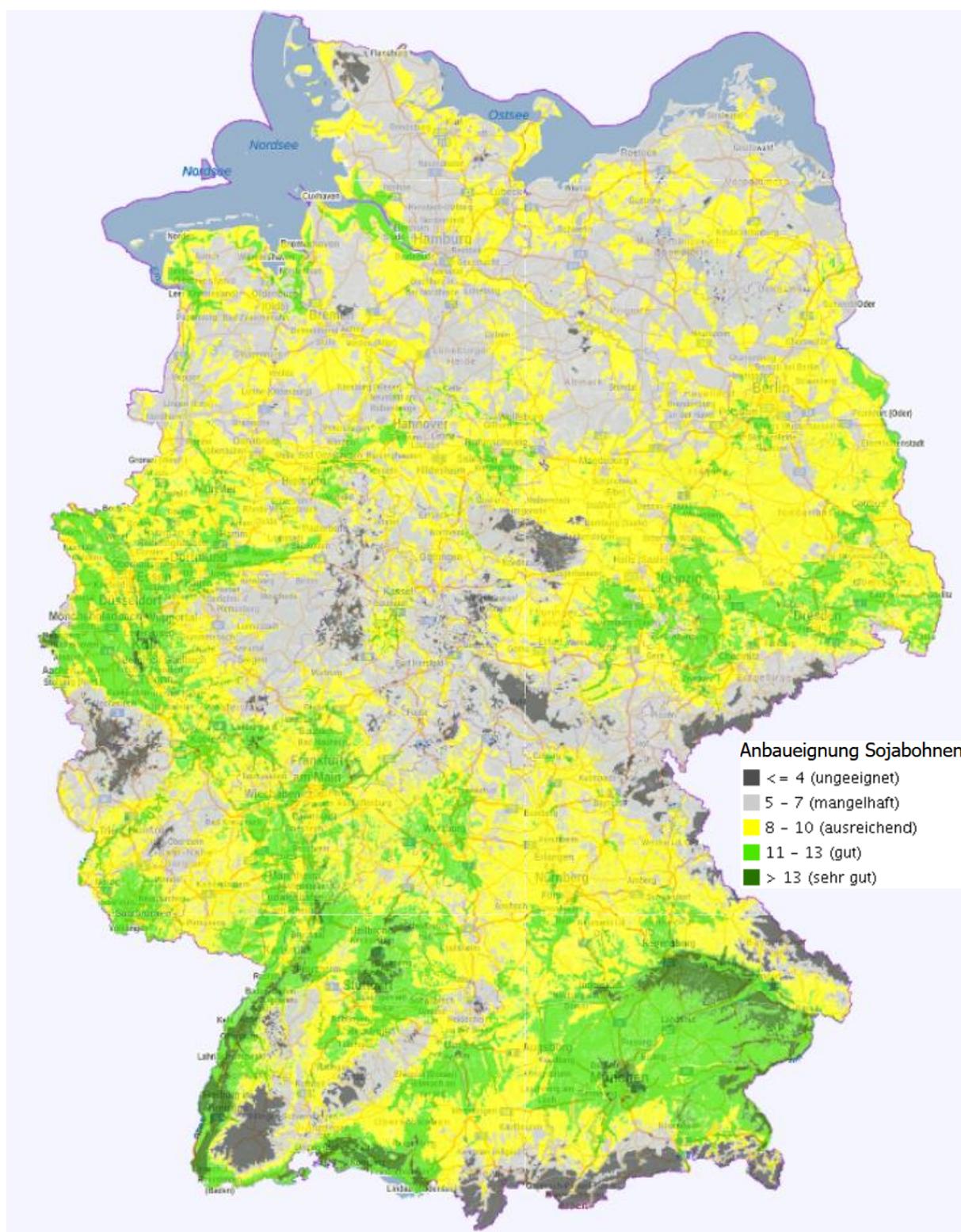


Abbildung 1: Deutschlandkarte zur Anbaueignung von Sojabohnen (JKI, 2014)

Dementsprechend kommen in erster Linie für Deutschland nur Regionen in Betracht, in denen mittelfrühe und mittelspäte Körnermaissorten der Kategorie FAO 240 – 250 respektive FAO 260 – 300 angebaut werden. Daraus resultiert, dass die Sojabohne je nach Bodentemperatur,

Witterung und Region, sowie Sojasorte zwischen Mitte April und bis Mitte Mai in Deutschland ausgesät werden kann und zwischen dem 15. Juni und 5. Juli blühen sollte. Geerntet wird je nach Witterungsverlauf und Sorte zwischen September und Oktober.

Diese Regionen befinden sich hauptsächlich in den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen. Dennoch hat sich die Sojabohne hauptsächlich in den klimatisch begünstigten Regionen Bayerns mit einem Anteil von 48,1% und Baden-Württembergs mit einem Anteil von 30,3% an der Gesamtanbaufläche in Deutschland etabliert. Die Vegetationsperiode darf nicht länger als 140 Tage dauern (RYBINSKI und GORYNOWCIZ, 2016).

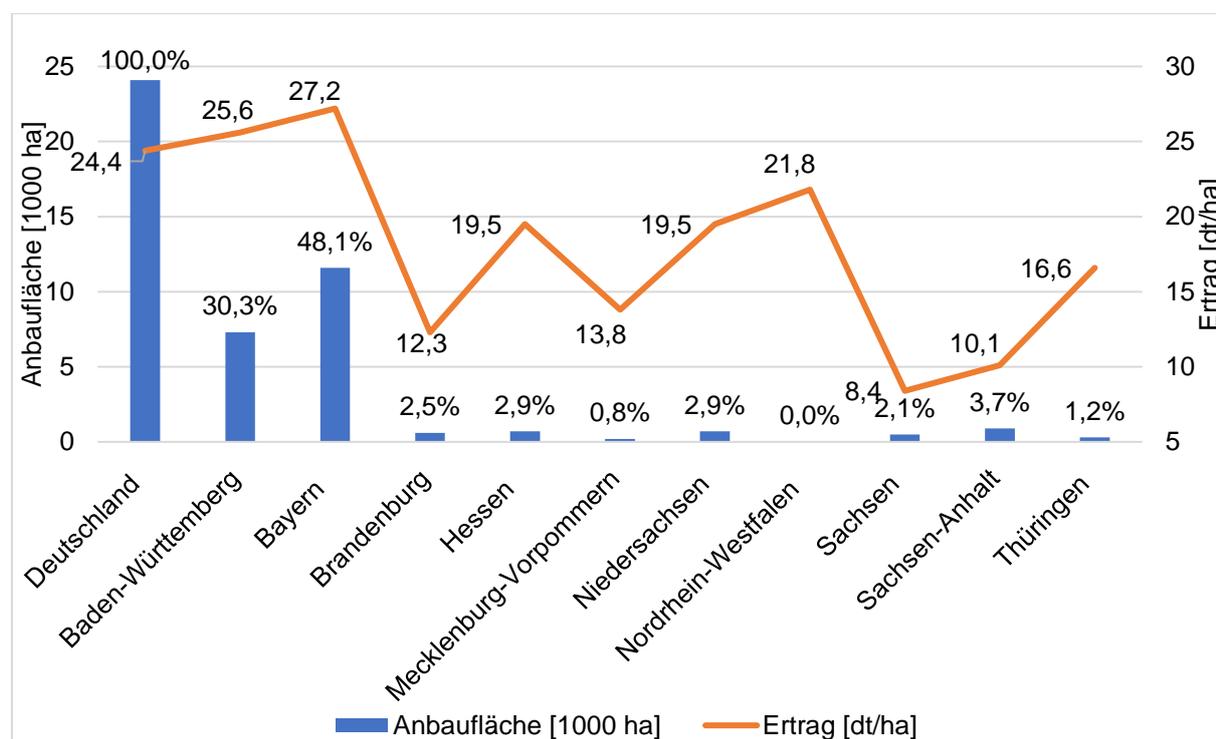


Abbildung 2: Anbaufläche und Ertrag von Sojabohnen nach Bundesländern in 2018

Für die Auswahl einer standortangepassten Sorte bieten beispielsweise die Beschreibende Sortenliste des Bundessortenamt, die Ergebnisse aus Landessortenversuchen, sowie die Sortenempfehlungen der Landwirtschaftskammern oder des Deutschen Sojaförderings eine gute Entscheidungsgrundlage für den Landwirt.

Die Rahmenbedingungen zur Ertrags- und Qualitätssicherung von Sojabohnen in Deutschland sind in den folgenden Kapiteln ausführlicher beschrieben.

2.3 Phänotypische Entwicklungsstadien der Sojabohne

Für eine einheitliche Beschreibung der phänologischen Entwicklungsstadien von mono- und dikotylen Pflanzen bedarf es international standardisierte Kodierungen. Als standardisierte Beschreibung der Wachstumsstadien für die Sojabohne hat sich im europäischen Raum die erweiterten BBCH Skala (HACK et al., 1992 und MEIER, 2018) durchgesetzt. In dieser werden die entsprechenden Entwicklungsstadien auf einer dezimalen Skala in morphologische Makro- und Mikro-stadien in Anlehnung an ZADOKS et al. (1974) differenziert. Sie ist das Ergebnis der Arbeitsgemeinschaft aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), des Bundessortenamtes (BSA), des Industrieverbandes Agrar (IVA) und des Instituts für Gemüse und Zierpflanzenbau Grossbeeren/Erfurt.

In Abweichung dazu werden in anderen Regionen der Welt die Entwicklungsstadien der Sojabohne nach dem standardisierten Schema von FEHR und CAVINESS (1977) eingeteilt. In diesem Schema werden verschiedene Faktoren berücksichtigt die sich auf das vegetative (V-Stadien) und reproduktive (R-Stadien) Wachstum beziehen.

Da weltweit kein einheitlicher Kodierungs-Standard besteht muss besondere Sorgfalt bei der Interpretation von Versuchsergebnissen in Bezug auf die entsprechenden Wachstumsstadien gelegt werden. Es ist hierbei wichtig alle Versuchsergebnisse in jeweils ein einheitliches System zu übersetzen. Ein grundsätzlicher Vergleich der beiden Systeme zur Einteilung der Entwicklungsstadien der Sojabohne ist in Abbildung 3 dargestellt.

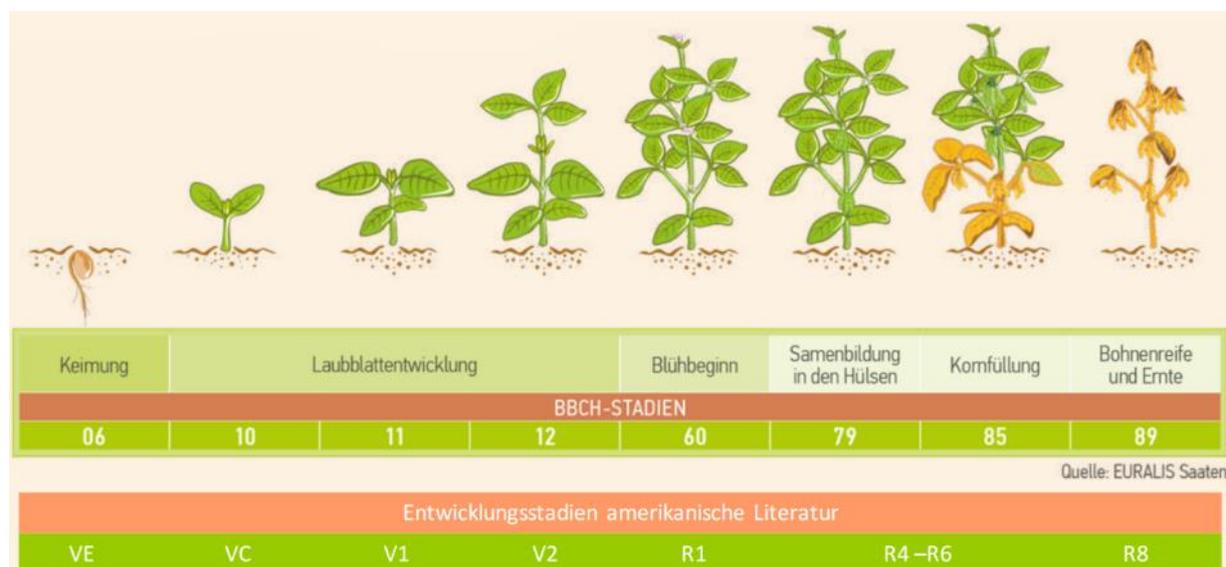


Abbildung 3: Vergleich des europäischen und amerikanischen Systems der Einteilung der Entwicklungsstadien von Soja (BACHETELER, 2018)

Beschreibung der Phänotypen

Im Folgende werden die Phänotypen der Sojabohne näher beschrieben. In Abbildung 4 ist die klassische Wuchsform der Sojabohne zu erkennen. Das Erscheinungsbild ähnelt dem der Buschbohne.

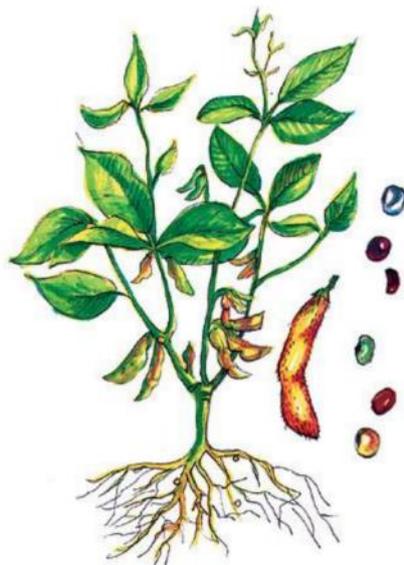


Abbildung 4: Ober- und unterirdische Wuchsform der Sojabohne (FISCHER, 2014)

Wuchstyp

Sojapflanzen werden in zwei grundsätzliche Wuchstypen, dem indeterminierten und determinierten Typ, unterschieden. Während beim indeterminierten Wuchstyp der Haupttrieb auch nach Erscheinen der ersten Blüten weiter wächst wird dieses Wachstum beim determinierten Typ eingestellt (SCHUSTER, 1998).

Der Wuchstyp und die Verzweigung der Sojabohne sind sehr vielfältig von kurzwüchsigen Sorten (0,3 m und 0,8 m Höhe) bis zu langwüchsigen Sorten (bis zu 2 m Höhe). Langwüchsige Sorten werden in der Regel aufgrund der schlechten Erntbarkeit, der hohen Ernteverluste und der Lageranfälligkeit für die Kultivierung nicht verwendet.

Die Verzweigung variiert von "an der Basis ansetzend" mit "Verzweigungen 2. und 3. Ordnung" bis "nur im oberen Drittel verzweigt" oder "unverzweigt".

Das Erscheinungsbild der Sojapflanze wird stark durch den Standraum und andere Wachstumsbedingungen beeinflusst.

Blätter und Blattgröße

Die Blätter sind dreiteilig. Sie stehen gegenständig und im oberen Teil der Pflanze wechselständig. Die Blattgröße variiert stark, die Blätter und Stängel sind meist dicht behaart. Kurz vor der Reife verfärben sich die Blätter gelblich und fallen in der Regel bei einem Wassergehalt von 20% in den Samen ab.

„Allgemein unterscheiden sich die Sojasorten aus Nordeuropa von denjenigen aus den amerikanischen oder asiatischen Kontinenten durch kleinere Blattfiedern und demzufolge durch eine kleinere Blattflächen (ROTZLER et al., 2009). Laut ROTZLER et al. (2009) haben Sojasorten mit kleineren Blattflächen (lanzettförmigen Blättern) eine hohe Fruchtbarkeit pro Hülse die eine bessere Ertragsstabilität unter kühlen Bedingungen während der Blütezeit gewährleisten könnte. Er erklärt dieses durch „die Blattflächenreduktion beim lanzettförmigen Typ [...] die von einer besseren Lichtdurchlässigkeit begleitet“ wird, weshalb die alten Blätter ihre photosynthetische Aktivität verlängern können.

Blütenstand

Die Blüten der Sojabohne haben eine Länge von 5 mm bis 7 mm und stehen gepaart oder zu mehreren in den Blattachseln. Sie sind als eher klein und unscheinbar beschrieben und meist in den Farben weiß oder schwach lila bis rötlich vertreten (GAZZONI, 2016). Nach SCHUSTER (1998) ist die Narbe bereits 24 Stunden vor der Blütenöffnung empfängnisfähig. Er führt fort, dass unter „kühlen Wachstumsbedingungen [...] einige Linien und Sorten überhaupt keine Blütenblätter“ zeigen.

Die Sojabohne ist vorwiegend Selbstbefruchter. „Eine natürliche Fremdbefruchtung kommt nur zu 0,5% vor, wenn Insekten in die Blüten, die meist nur wenig Nektar produzieren“, eindringen (SCHUSTER, 1998).

Jeder Blütenstand der Sojabohne blüht etwa sechs bis acht Tage, wobei die Pflanze von unten nach oben abblüht. Die gesamte Blütezeit je Pflanze dauert zwischen etwa 2 Wochen bis zu 6 Wochen.

Hülsen und Samen

Die Pflanze produziert Schoten (Hülsen) in denen sich die Samen befinden. Je nach Sorte schwanken die Größe, Form, Länge und die Anzahl der Samen in den Hülsen. SCHUSTER (1998) beschreibt, dass die Länge der Hülsen zwischen 2 cm und 6 cm schwankt, und dass je nach Größe 1 bis 6 Samen je Hülse vorkommen. Die Samen sind viel-förmig von rund bis oval/eiförmig, mit einem sortentypischen Nabel. Je nach Sorte variiert die Kornfarbe von hellgelb, goldgelb bis braun, grün, schwarz, teilweise auch gescheckt, gesprenkelt oder marmoriert. Die in Europa kultivierten Sorten weisen meist gelbe Samen auf. Die Tausendkornmasse variiert für kultivierte Sorten in der Regel zwischen 160 g und 240 g.

MURATA (1969) unterteilt die Ertragsrelevanten Phasen von Pflanzen in drei Phasen. Als erste Phase nennt er die Bildung von pflanzlichen Organen zur Nährstoffaufnahme und zur Photosynthese. Diese Phase beginnt mit dem Zeitpunkt der Streckung der Keimwurzel (BBCH 06 / VE) und endet mit dem Zeitpunkt, an dem die ersten Blütenblätter sichtbar sind, aber noch keine Blüten geöffnet sind (BBCH 59 / V2). Während dieses Zeitraums findet das vegetative Wachstum der Sojapflanzen statt. Nach EGLI, 2010 und EGLI und BRUENING, 2000 hängt dabei die Dauer dieser Phase maßgeblich von Sorte und deren Reifegruppe sowie von optimalen Keim- und Wachstumsbedingungen (siehe auch 2.4.2.1 und 2.4.2.2) ab. „Im V2-Stadium beginnt die aktive N₂-Fixierung“ und das Wurzelwachstum beträgt etwa 1 – 2 cm pro Tag (BACHETELER, 2018).

Als zweite und dritte Phase der Ertragsbildung bei Pflanzen beschreibt MURATA (1969) den Zeitraum von Blühbeginn (BBCH 60 / R1) bis zum Ende der Samenfüllung (BBCH 79 / R6). In diesen Phasen findet das generative Wachstum mit der Bildung der Blüten und Samen, respektive der Bildung und Akkumulation und Verlagerung der für den Ertrag wichtigen Komponenten statt. Für die Sojabohne beträgt die Sortenabhängige Blühphase etwa 20 – 40 Tage und die Samenfüllungsphase etwa 30 – 40 Tage. Das Wurzelwachstum steigt zu Beginn der Blüte auf etwa 3 cm – 8 cm pro Tag und verlangsamt sich zu Beginn der Samenfüllung. Der Wasserbedarf ist während der Blühphase und der Hülsenfüllung der Sojabohne am Höchsten. Kurze Unterbrechungen in der Wasserversorgung während der Samenfüllung führen zu signifikanten und irreversiblen Mindererträgen.

2.4 Standort

Wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben unterteilt MURATA (1969) die Ertragsbildung in drei relevante Phasen. Die erste Phase beschreibt er als die Phase des vegetativen Wachstums in der die Pflanze Nährstoffe aufnimmt, Photosynthese betreibt und dadurch wächst und pflanzliche Organe ausbildet. Nach Abschluss dieser Phase geht die Pflanze in die generative Phase über und bildet Blüten, Früchte und Samen aus. Als dritte, und damit letzte Phase nannte er die Samenfüllung und damit die Phase der Bildung, Akkumulation und Verlagerung der für den Ertrag wichtigen Komponenten. Um hierfür optimale Bedingungen zu schaffen, bedarf es einer Umwelt und einer pflanzenbaulichen Kenntnis, in der die Sojabohne maximale Erträge liefern kann. Limitierende Faktoren stellen hierbei natürliche abiotische und biotische Umweltfaktoren, und die Einflüsse des Menschen darauf dar. Neben der ökologischen Betrachtung dieser Faktoren bedarf es auch einer Betrachtung und die Kenntnis der pflanzenbaulichen Maßnahmen, also die Einflüsse der inneren und der äußeren Wachstumsfaktoren auf die Sojabohne und deren Berücksichtigung beim Pflanzenbau durch den Menschen. Zur Bewertung der Ertragsfähigkeit einer Ackerfläche wird in Deutschland die Bodenzahl verwendet. Diese stellt einen Vergleichswert zur Beurteilung der Ertragsfähigkeit von landwirtschaftlichen Böden dar. Dabei haben leichte Böden, mit geringer Wasserhaltekapazität, geringere Bodenzahlen als schwere Böden mit hoher Wasserkapazität. Zur Bewertung der Qualität einer Ackerfläche wird darüber hinaus, der Index Ackerzahl verwendet. Diese korrigiert die Bodenzahl durch Zuschläge oder durch Abschläge, unter Bewertung der natürlichen Bedingungen des individuellen Standortes aufgrund von Faktoren wie Klima und Standortmerkmale wie beispielsweise Hangneigung und Waldschatten (SCHEFFER et al., 2010).

Innere und äußere Wachstumsfaktoren können durch den Menschen beeinflusst werden. Die Pflanzeninneren Wachstumsfaktoren (z.B. Steuerung der Keimung, des Pflanzenwachstums, der Fähigkeit zur Luftstickstofffixierung und die Blüteninduktion) sind erblich festgelegt, respektive durch Züchtung zu verändern. Auch die Pflanzenäußeren Wachstumsfaktoren können durch den Landwirt beeinflusst werden.

Dazu zählen beispielsweise die Art der Bodenbearbeitung, die Vorbereitung des Saatbeets, die Wahl von standortgerechten Sorten, einer dem Ertragsziel angepassten Düngung, einer intensiven Beikrautkontrolle bis Bestandesschluss, der Sicherstellung von Wasser während der Kornfüllung, sowie Pflanzenschutz.

Für die Berücksichtigung des Standortes und des Klimas haben Roßberg und Recknagel „Kriterien zur Charakterisierung der regionalen geografischen und klimatischen Bedingungen [...] in Bezug auf die Anbaueignung“ definiert (ROßBERG und RECKNAGEL, 2017). Hauptziele der Betrachtung war es Einflussfaktoren wie Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung und Bodengüte zu klassifizieren, um die örtlichen Rahmenbedingungen zur Anbaueignung zu bewerten und in einer detaillierten Karte zu visualisieren. Die Ergebnisse der Ausarbeitungen sind Online in der Anbaueignungskarte im Geoportal des JKI zu finden (GEOPORTAL.JKI).

In diesem Kapitel wird auf die natürlichen abiotischen Umweltfaktoren sowie die inneren und äußeren Wachstumsfaktoren, sowie die Einflüsse des Menschen darauf eingegangen.

2.4.1 Ansprüche an den Boden

Ein Anbau auf sich leicht erwärmenden Böden, mit einer hohen Wasserhaltekapazität und einem leicht saurem pH-Wert (6,5 - 7,0 pH) führen in der Regel zu höheren Erträgen und besseren Qualitäten als auf sandigen Böden mit geringer Wasserhaltekapazität. Letztere benötigen eine gute Erwärmbarkeit und Sommerniederschläge oder eine entsprechende Zusatzberegnung, da die Sojabohne in der Ertragsrelevanten Zeit einen hohen Wasserbedarf hat. Laut WICHERN, 2016 sind auch Tonböden mit guter Struktur für den Anbau geeignet.

Ungeeignet dagegen sind Böden mit hoher Stickstoffnachlieferung aus der Anwendung von organischen Düngemitteln im Vorjahr und aus Vor- und Zwischenfrüchten. Diese können neben Reifeverzögerungen zu hoher Lageranfälligkeit und hohem Unkrautdruck führen. Zusätzlich verringert eine hohe Stickstoffnachlieferung aus dem Boden die Knöllchenbildung, was sich über die gesamte Vegetationsperiode negativ auswirkt.

Aufgrund der hohen Temperaturansprüche der Sojabohnen sind kalte Böden und raue Lagen für den Anbau eher nicht geeignet (BUNDESSORTENAMT, 2003 und JEROCH et al., 2016). Gleiches gilt für unebene und steinige Böden. Diese sind für den Anbau eher ungeeignet, da bei der Ernte der Mähbalken aufgrund des tiefen Hülsenansatzes der Sojabohnen, tief abgesenkt werden muss. Anderweitig sind Ernteverluste zu erwarten. Abhilfe kann hier durch die Herstellung eines möglichst ebenen Saatbeets und das Einwalzen der Steine vor der Aussaat (zu starke Verdichtung kann zu deutlichen Verzögerungen beim Auflaufen und höheren Beikrautdruck führen) bieten.

2.4.2 Ansprüche an das Klima

Die Sojabohne hat einen relativ hohen Wärmeanspruch.

Wie bereits zu Beginn des Kapitel 2.4 beschrieben haben Roßberg und Recknagel „Kriterien zur Charakterisierung der regionalen geografischen und klimatischen Bedingungen [...] in Bezug auf die Anbaueignung“ definiert (ROßBERG und RECKNAGEL, 2017) definiert. Dafür wurden die Einflußfaktoren Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung und Bodengüte bewertet und in örtliche Rahmenbedingungen für eine Anbaueignung abgeleitet.

Dementsprechend kommen in erster Linie für Deutschland nur Regionen in Betracht mit ausreichenden bis sehr guten Anbaubaubedingungen, in denen mittelfrühe und mittelspäte Körnermaissorten der Kategorie FAO 240 – 250 respektive FAO 260 – 300 angebaut werden. Diese Regionen befinden sich hauptsächlich in den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen. Dennoch hat sich die Sojabohne größtenteils nur den klimatisch begünstigten Regionen Bayerns und Baden-Württembergs etabliert. Die Vegetationsperiode darf nicht länger als 140 Tage dauern (RYBINSKI und GORYNOWCIZ, 2016).

Daraus resultiert, dass die Sojabohne je nach Bodentemperatur, Witterung und Region, sowie Sojasorte zwischen Mitte April und bis Mitte Mai in Deutschland ausgesät und zwischen dem 15. Juni und 5. Juli werden sollte. Geerntet wird je nach Witterungsverlauf und Sorte zwischen September und Oktober

Für trockene, warme Standorte sollten eher wüchsigeren Sorten angebaut werden während für feuchtere, kühlere Standorte eher standfeste Sorten zu bevorzugen sind.

2.4.2.1 Photoperiodismus

Photoperiodismus beschreibt die Reaktion einer Pflanze auf die Tageslichtlänge. Verkürzt man die Tageslichtlänge, z.B. im Anbau mit gezielter Lichtsteuerung, so verkürzt oder verlängert sich der Blühbeginn. In einigen Fällen bleibt er vollkommen aus. SCHICK (1932) unterscheidet hier je nach Reaktion der Pflanzen in drei grundsätzliche Typen.

Kurztagpflanzen

Das Optimum der reproduktiven Entwicklung wird bei 14-stündiger oder kürzerer Beleuchtung erreicht.

Langtagpflanzen:

Das Optimum der reproduktiven Entwicklung wird bei mehr als 14-stündiger Beleuchtung erreicht.

Tagneutrale Pflanzen

Die reproduktive Entwicklung wird durch Veränderung der Tageslichtdauer nicht beeinflusst.

Als Kurztagpflanze findet die reproduktive Entwicklung (Blütenstände) der Sojabohne bei durchschnittlichen Tageslichtlängen von weniger als 14 Stunden statt. „Oberhalb dieser Grenze verlangsamt sich das vegetative Wachstum und die Reife verspätet sich oder wird nicht erreicht“ (JEROCH et al., 2016).

Da in Deutschland die durchschnittliche Tageslänge von Ende April bis Ende August über 14 Stunden (Abbildung 5) Licht pro Tag liegt, führte dieses bei den klassischen Langtagsorten zu verstärktem vegetativem Wachstum und zu verzögerter Entwicklung der Sojabohne.

Sortenzüchterische Erfolge führten zu Tagneutralen Pflanzen, wodurch ein ökonomischer Anbau von Sojabohnen in Europa überhaupt erst möglich wurde.

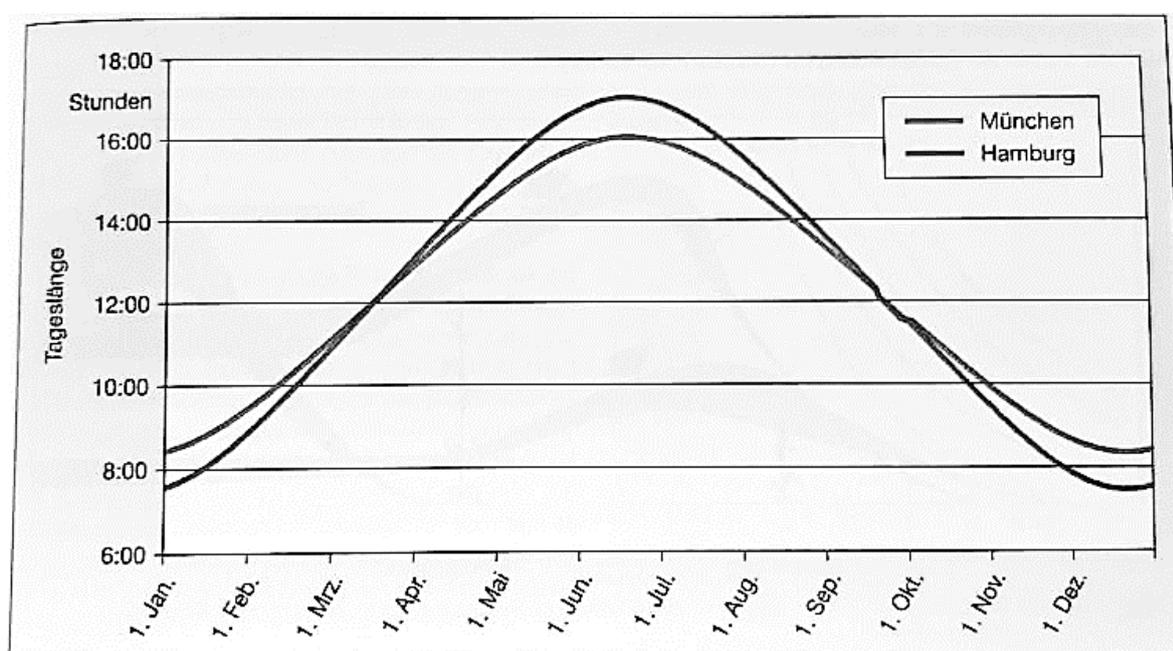


Abbildung 5: Tageslängenverlauf in München und Hamburg (VELA, 2014)

Grundsätzlich sind die Ansprüche der Sojabohne an Tageslichtlänge und Temperatur je nach Sorte sehr unterschiedlich. Aus diesem Grund hat sich international eine Klassifizierung der Sojabohnensorten in Reifegruppen eingeteilt. Auf den Einfluss der Temperatur sowie die Einteilung der Sojasorten in Reifegruppen wird in dem nächsten Kapitel eingegangen.

2.4.2.2 Temperaturansprüche und Reifegruppen

Die Sojabohne hat hohe Wärmeansprüche. Bereits geringe Bodenfröste können Pflanzenschädigungen verursachen (JEROCH et al., 2016). Somit bieten warme Regionen mit Niederschlägen während der Reproduktionsphase ideale klimatische Bedingungen für einen erfolgreichen Sojaanbau.

Ideale Keimbedingungen für die Sojabohne bietet eine Bodentemperatur zwischen etwa 8 °C und 12 °C (SOLDATI, 1999). UNSLEBER (2018) empfehlen dagegen eine Aussaat bei Bodentemperaturen von möglichst über 10 °C. Das Temperaturoptimum für das Pflanzenwachstum der Sojabohne liegt zwischen 20 °C und 25 °C. Bei einer Tagestemperatur von 30 °C stellt sich das maximale Pflanzenwachstum ein (SHEN et al., 2005). Eine Tagestemperatur von 10 °C und eine Nachttemperatur von 4,4 °C wird als physiologischer Nullpunkt beschrieben, da bei diesen Temperaturen keine weitere Entwicklung bei wärmeliebenden Kulturen stattfindet (BACHTELER, 2017).

Wird der Temperaturanspruch der Sojabohne während der Zeit des Hauptwachstums (zwischen Juli und September) nicht erreicht, ist mit Mindererträgen zu rechnen. SOLDATI (1999) beschreibt, dass Sojabohnen bei Sommertemperaturen von kleiner 15°C, Blüten und Hülsen zu einem höheren Anteil abstoßen als bei Sommertemperaturen von über 15°C. Sojabohnen müssen daher Ende September, spätestens bis Mitte Oktober voll ausgereift sein und die Vegetationsperiode darf nicht länger als 140 Tage dauern (RYBINSKI und GORYNOWCIZ, 2016). Unter den klimatischen Voraussetzungen in Deutschland müssten die Sojapflanzen zwischen dem 15. Juni und 5. Juli blühen.

Aus den oben genannten Gründen wird in aktuellen Sortenzüchtungen auf geeignete Sorten für die klimatischen Verhältnisse in Deutschland selektiert. Dabei wird der Schwerpunkt der aktuellen Sojazüchtung auf das Merkmal Frühreife bei guter Beerntbarkeit und je nach Verwendungszweck ausreichend hohen Proteingehalten (zur Verwendung als Speiseware möglichst > 42% Eiweißgehalt) gelegt.

Grundsätzlich sind die Ansprüche der Sojabohne an Temperatur und Tageslichtlänge je nach Sorte sehr unterschiedlich. In Abhängigkeit der Dauer, die eine Sorte von der Aussaat bis zur Reife unmittelbar vor der Ernte benötigt, werden Sojabohnensorten in Reifegruppen klassifiziert. Dieses soll dem Landwirt helfen eine für seinen Standort passende Sorte leichter zu finden.

VON BEESTEN (2019) beschreibt das international in 13 unterschiedliche Reifegruppen, von 000 (sehr frühreif) bis X (tropisch), eingeteilt wird. Er führt fort, dass bereits 0000-Sorten, wie beispielsweise die Sorten Annushka, Bohemians und Tigan verfügbar sind, bei denen die extreme Frühreife in der Regel mit deutlichen Mindererträgen bezahlt werden muss. So zeigen Versuche mit Sojabohnensorten unterschiedlicher Reifegruppen, dass die später reifen Sorten aufgrund ihrer längeren vegetativen Wachstumsphase eine höhere Bildung an Biomasse als die frühreifen Sorten haben EGLI (2010). Zwischentypen werden durch die Angabe eines Dezimalzeichens zwischen den beiden Reifegruppen (z.B. „00/000“) beschrieben (SOLDATI, 1999).

Entgegen der internationalen Klassifizierung der Sojabohnensorten in 13 Reifegruppen, findet in Deutschland, durch das Bundessortenamt, eine Reifeklassifizierung mit Zahlen zwischen 1 und 9 statt. Eine Auflistung der Reifeklassen und den Beschreibungen kann Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Reifeklassifizierung nach der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamt Stand 05/2019

Reifeklassifizierung	Beschreibung
1	sehr früh
2	sehr früh bis früh
3	früh
4	früh bis mittel
5	mittel
6	mittel bis spät
7	spät
8	spät bis sehr spät
9	sehr spät

Nach VON BEESTEN (2019) werden in Nordamerika die Einteilungen der Sojabohnensorten in Reifegruppen zusehends durch Crop Heat Units (CHU) abgelöst. Der hauptsächliche Vorteil der Verwendung von Wärmesummen anstelle der Reifegruppen sieht er darin, dass man Standortgenau, sofern entsprechende standortbezogene Langzeit Temperaturmesswerte verfügbar sind, die Anbauwürdigkeit von Sojabohnen im Allgemeinen und die Auswahl einer Standortgerechten Sorte im Vorfeld bestimmt und gemacht werden kann. Bei der Verwendung von Reifegruppen kann es vorkommen, dass ein und dieselbe Sorte in unterschiedlichen Ländern in unterschiedlichen Reifegruppen eingestuft ist. Dieses beschreibt BACHTELER (2017) an dem Beispiel der Sorte Primus die in Europa als 00 eingestuft ist aber in ihrem Ursprungsland in Kanada in der Reifegruppe 0 klassifiziert worden ist.

Die Berechnung der Wärmesummen in der Vegetationsperiode für Sojabohnen basiert auf den Beschreibungen zur Berechnung von Wärmesummen für Mais und andere wärmeliebende Kulturen von BROWN und BOOTSMA (1993).

In dieser wird die tägliche Wärmesumme ($CHU_{\text{Tag}(24h)}$) als Mittelwert der Summe aus der kalkulierten Wärmesumme für den Tag (CHU_{Tag}) und der kalkulierten Wärmesumme für die Nacht (CHU_{Nacht}) berechnet. Als physiologischer Nullpunkt wird, wie bereits oben beschrieben, Temperaturen von $4,4^{\circ}\text{C}$ für die Nacht und 10°C für den Tag berücksichtigt. Dieses Prozedere wird dann für jeden Tag im Ertragsrelevanten Zeitraum wiederholt. Die Wärmesumme über den Vegetationszeitraum ist das akkumulierte Ergebnis aus den täglichen Wärmesummen. Die entsprechende Formel ist dazu auf der nächsten Seite dargestellt.

Formel für die Berechnung der Wärmesumme für pro Tag (24Stunden) nach BROWN und BOOTSMA, 1993:

Berechnung der Wärmesumme für den Tag (CHU_{Tag}):

$T_{\text{max}} > 10,0^{\circ}\text{C}$ dann: $CHU_{\text{Tag}} = 3,33 (T_{\text{max}} - 10) - 0,084 (T_{\text{max}} - 10)^2$
 ansonsten $CHU_{\text{Tag}} = 0$

Berechnung der Wärmesumme für die Nacht (CHU_{Nacht}):

$T_{\text{min}} > 4,4^{\circ}\text{C}$ dann: $CHU_{\text{Nacht}} = 1,8 (T_{\text{min}} - 4,4)$
 ansonsten $CHU_{\text{Nacht}} = 0$

Berechnung der Wärmesumme für 24 Stunden ($CHU_{\text{Tag}(24h)}$):

$$CHU_{\text{Tag}(24h)} = (CHU_{\text{Tag}} + CHU_{\text{Nacht}}) / 2$$

Ein Vergleich von Reifegruppen mit FAO Zahlen für Mais und den Wärmesummen wurden von BERSCHNEIDER (2016) ausgearbeitet und in Tabelle 2 aufgeführt. Aus diesen Daten kann abgelesen werden welche Reifegruppe ausgewählt werden müsste, um eine standortgerechte Sorte zu wählen.

Tabelle 2: Vergleich von US-Reifegruppen mit BSA-Reifegruppen, FAO-Zahlen Mais, der Reifedauer und Wärmesummen für Sojabohnen, (in Anlehnung an BERSCHNEIDER, 2016)

Reifegrp. [Klartext]	Reifegrp. [BSA]	Reifegrp. [USA]	Reifezeit im Verhältnis zu 00 [d]	FAO-Mais	Wärmesumme [CHU]	Relative Dauer der Entwicklung bis zu Ernte [d]
Extrem früh		000.0	- 12	210 - 230	2075	
Sehr früh	1	000.5	- 8	240 - 250	2200	
Sehr früh – früh	2	00.0	- 4		2325	105
Früh	3	00.5	0	260-300	2425	110
Früh bis mittel	4	0.0	+ 4		2550	115
Mittel	5	0.5	+ 7	>300	2675	120
Mittel bis spät	6	1.0	+ 10		2800	125
Spät	7	1.5	+ 18	>350	2925	130
Spät bis sehr spät	8	2.0			3050	135
Sehr spät	9	2.5			3175	140

2.4.2.3 Wasseransprüche

Der Wasserbedarf ist während der Blühphase der Sojabohne am Höchsten. Kurze Unterbrechungen in der Wasserversorgung während der Samenfüllung führen zu signifikanten und irreversiblen Mindererträgen.

TACKER und VORIES (1998) untersuchten den Wasserverbrauch von Sojabohnen vom Zeitpunkt der Keimung bis zur Ernte genauer. Sie konnten einen Wasserverbrauch in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien der Sojabohnen von zwischen 1 mm pro Tag bis zu 8 mm pro Tag messen. Der höchste Wasserverbrauch mit 8 mm pro Tag wurde während der Blühphase und der Hülsenfüllung gemessen (Tabelle 3). In Ergänzung dazu ermittelten YONTS et al. (2008) den gesamten Wasserverbrauch von Ende der Hülsenfüllung (etwa 37 Tage vor der Reife) bis zur Reife (Tabelle 4). Während dieses Zeitraums lag der gesamte Wasserverbrauch bei insgesamt 229 mm oder 6,2 mm Wasserverbrauch pro Tag. Der höchste Wasserbedarf wurde zum Ende der Hülsenbildung und zum Beginn des Samenwachstums mit 229 mm (6,2 mm/Tag), respektive 171 mm pro Tag (5,9mm/Tag) beschrieben. Wassermangel, insbesondere in den Ertragsrelevanten Phasen von der Blüte bis zum Ende der Kornfüllungsphase, führt zu geringerem Kornansatz, Proteingehalt und Tausendkorngewicht. BREVEDAN und EGLI, 2003 beschreiben, dass bereits ein Wasserstress von nur drei Tagen während dieser Phasen zu signifikanten und irreversiblen Ertragsminderungen führt. Diese zeigen sich durch kleinere, frühreife Körner und einem geringen Kornertrag. Auch wenn zu einem späteren Zeitpunkt wieder pflanzenverfügbares Wasser zur Verfügung steht so sind diese Auswirkungen nicht rückgängig zu machen.

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Daten hat die Sojabohne in der Blühphase, in den Monaten Juni/Juli, bis zum Ende der Kornfüllungsphase Ende August einen erhöhten Wasserbedarf. Eine ausreichende Wasserversorgung ist in diesen Vegetationsphasen entscheidend für die Ertragserwartung und die Qualität der Ernteprodukte.

Aus diesem Grund sind Böden mit einer guten Wasserhaltekapazität bei der Standortwahl für den Anbau von Sojabohnen zu bevorzugen. Böden mit geringer Wasserhaltekapazität benötigen Sommerniederschläge oder eine entsprechende Zusatzberegnung, um Ertrag und Qualität zu sichern.

Dafür müssen klimatische Bedingungen vorhanden sein oder durch den Landwirt geschaffen werden (Beregnung, Vermeidung von Bodenverdichtungen und Erosion).

Zusammengefasst benötigt die Sojabohne ausreichend Wasser zur Keimung und für die Entwicklung des Sämlings, für ein schnelles vegetatives Wachstum, zur Blüte und zur Hülsenfüllung sowie von der Reife bis zur Ernte.

Tabelle 3 zeigt den Wasserverbrauch von Sojabohnen zu unterschiedlichen Pflanzenwachstumsstadien.

Tabelle 3: Sojawachstum und Wasserverbrauch (TACKER und VORIES, 1998 aus BACHETELER, 2018)

Pflanzenentwicklung	Wasserverbrauch (mm/Tag)
Keimung und Sämling	1 – 2,5
Schnelles vegetatives Wachstum	2,5 – 5
Blüte und Hülsenfüllung	5 – 8
Reife bis Ernte	1 – 5

In der Tabelle oben ist zu sehen, dass der höchste Wasserverbrauch bei Sojabohnen in den Wachstumsphase zwischen Blüte und Hülsenfüllung liegt.

Tabelle 4 zeigt dagegen den Gesamtwasserverbrauch von Sojabohnen zu unterschiedlichen Pflanzenwachstumsstadien.

Tabelle 4: Wasserverbrauch zu späteren generativen Wachstumsstadien von Sojabohnen (YONTS et al., 2008 aus BACHETELER, 2018)

Wachstumsstadium	Ungefähre Anzahl Tage bis zur Reife	Wasserverbrauch bis zur Reife (mm)	Mittlerer Wasserverbrauch (mm/Tag)
Ende der Hülsenbildung	37	229	6,2
Beginn des Samenwachstums	29	171	5,9
Ende des Samenwachstums	18	90	5,0
Reife	0	0	0

Die Daten in der Tabelle oben zeigen einen Wasserverbrauch von 229mm, ab dem Ende der Hülsenbildung bis zur Ernte, von Sojabohnen.

2.5 Ansprüche an das Saatgut

In Deutschland darf nur eine in Deutschland oder in einem anderen europäischen Mitgliedstaat zugelassene Sojabohnensorte zum gewerblichen Anbau verwendet werden. Neben diesen rechtlichen Vorgaben sind für den Anbau von Sojabohnen auch einige agronomische Betrachtungen bei der Auswahl einer geeigneten Sojabohnensorte zu berücksichtigen. Dabei gilt für den Anbau von Sojabohnen in Deutschland das standortgerechte und damit frohwüchsige und langstrohige Sorten mit schnellem Aufgang und zügiger Jugendentwicklung zu bevorzugen sind (MÜCKE, 2016). Die Auswahl einer standortangepassten Sorte bietet hierbei die Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Anbau. Informationen aus der jeweils gültigen Version der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamt, Ergebnisse aus Landessortenversuchen sowie die Sortenempfehlungen der Landwirtschaftskammern oder des Deutschen Sojaförderring können dazu verwendet werden um dem Landwirt eine Entscheidungshilfe für die Auswahl einer für seinen Standort geeigneten Sorte zu geben.

Sojabohnensaatgut ist sehr empfindlich. Bodenverdichtungen und oder zu tiefe Ablage der Saat können zu Auflaufverzögerungen oder ausbleibendem Feldaufgang führen. Nach IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) kann überlagertes Saatgut zu einer verzögerten Jugendentwicklung führen. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich grundsätzlich vor der Aussaat von Sojabohnen das auszusäende Saatgut auf dessen Keimfähigkeit und Triebkraft zu überprüfen. Neben diesen Parametern sollte das Saatgut möglichst keinen Fremdbesatz mit anderen Arten als Soja sowie frei von lebenden Schadinsekten, Schadpilzen und nicht gewünschten Bakterien sein. Dafür empfiehlt sich auf zertifiziertes Saatgut zurückzugreifen, welches nach § 3 des SaatG den Anforderungen einer gesetzlich definierten Beschaffenheit in Bezug auf Keimfähigkeit, Gesundheit, Fremdbesatz und Reinheit bieten muss. Besondere Beachtung sollte man die obengenannten Punkte bei überlagertem, und bei Saatgut aus dem eigenen Anbau schenken.

Saatgutimpfung

Die Sojabohne besitzt die Eigenschaft der natürlichen Versorgung der Ackerböden mit Stickstoff durch Symbiose mit dem spezifischen Knöllchenbakterium *Bradyrhizobium japonicum*. Wie SOLDATI (1999) beschreibt, gibt es in Deutschland allerdings keine Böden in denen der zuvor genannte Bakterienstamm natürlich vorkommt. Es fehlen endemische Pflanzen, die in Deutschland in Symbiose mit dem Bakterium stehen. Deshalb ist es notwendig vor erstmaligem Anbau das Saatgut sorgfältig mit dem Bakterium zu inokulieren um einen möglichst hohen Eiweißgehalt, ohne zusätzliche mineralische Düngung, zu erhalten. Die eigentliche Impfung des Saatgutes kann hierbei unmittelbar vor der Aussaat (Kontaktimpfung), beziehungsweise durch vorgeimpftes Saatgut (Fix-Fertig-Impfung) oder durch eine Bodenimpfung erfolgen. In Deutschland hat sich die Kontaktimpfung unmittelbar vor der Aussaat durchgesetzt (TAIFUN TOFU GMBH UND DEUTSCHER SOJAFÖRDERRING E.V., 2019). Bei der Verwendung von vorgeimpftem Saatgut empfiehlt sich, insbesondere bei Erstanbau, mit einer Kontaktimpfung unmittelbar vor der Aussaat nachzuimpfen. „Bei Erstanbau sollte die Impfmenge grundsätzlich auf die 1,5 fache Menge erhöht werden“ (IMGRABEN und RECKNAGEL, 2019). Hinweise zu den verschiedenen Impfverfahren, den zur Verfügung stehenden Impfmitteln und der Umgang mit diesen wurde in IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) ausführlich beschrieben.

2.6 Nährstoffbedarf und Düngung von Sojabohnen

Die Düngung dient dazu die Ernährung von Nutzpflanzen sicherzustellen, die Fruchtbarkeit des Bodens, insbesondere den standort- und nutzungstypischen Humusgehalt, zu erhalten oder nachhaltig zu verbessern (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2017). Dazu wird die Düngemenge an das angestrebte oder das mittlere Ertragsniveau, dem Nährstoffentzug durch Abfuhr von Ernterückständen und Ernteprodukten sowie an die verfügbaren Nährstoffmengen im Boden angepasst. Dazu bedarf es einer möglichst exakten Kenntnis über den Boden und dessen Nährstoffklassen. Im Fall von Sojabohnen findet ein Nährstoffentzug nur durch das Korn statt. Die restlichen Ernterückstände verbleiben auf dem Feld.

BENDER et al. (2013) haben die Aufnahme von Makro- und Mikronährstoffen sowie deren Ver- und Umverteilung von zwei Sojasorten genauer untersucht. Dazu wurde zwischen 2012 und 2013 dreimal zu jeweils sieben unterschiedlichen Pflanzenwachstumsstadien, der Gehalt und die Verteilung der Nährstoffe in Körnern, Blüten, Stängeln und Blättern von Sojapflanzen untersucht. Das Ergebnis des durchschnittlichen Makronährstoffentzug für das Ernteprodukt pro Dezitonne je Hektar betrug 5,8 kg für N, 1,1 kg für P₂O₅, 2,2 kg für K₂O, 0,007 kg für Fe und jeweils 0,3 kg für Ca, Mg und S. Bei einem optimalen Versorgungsstand der Böden sind keine zusätzlichen Düngemaßnahmen aufgrund der geringen Abfuhrmengen (vgl. Tabelle 5) zu berücksichtigen.

Tabelle 5 zeigt die Aufnahme von Makro und Mikronährstoffen bei Sojapflanzen von der Aussaat bis zur Ernte.

Tabelle 5: Durchschnittlicher Gesamtnährstoffentzug ausgewählter Makro- und Mikronährstoffe von Sojapflanzen (nach BENDER et al., 2013)

Nährstoff	Mittlerer Nährstoffentzug [34,8 dt/ha]	Mittlerer Nährstoffentzug [dt/ha]	Mittlerer Gesamtnährstoffe [Körner je 34,8dt/ha]	Mittlerer Nährstoffentzug [Körner je dt/ha]
kg/ha				
N	275 ± 18	7,9	201 ± 11	5,8
P	21 ± 1,8	0,6	17 ± 1,3	0,5
P ₂ O ₅	48 ± 4,2	1,4	39 ± 2,9	1,1
K	142 ± 15	4,9	64 ± 3,2	1,8
K ₂ O	172 ± 19	5,9	78 ± 3,9	2,2
Ca	113 ± 17	3,2	10 ± 0,6	0,3
Mg	50 ± 6,7	1,4	9 ± 0,5	0,3
S	19 ± 1,5	0,5	11 ± 0,6	0,3
g / ha				
Zn	335 ± 50	9,6	140 ± 2,9	0,4
Mn	371 ± 61	10,7	92 ± 7,2	2,6
B	325 ± 32	9,3	111 ± 10	3,2
Fe	849 ± 161	24,4	246 ± 20	7,1
Cu	63 ± 6	1,8	39 ± 3,5	1,1

Grunddüngung Stickstoff

Eine Grunddüngung mit mineralischem oder organischem Stickstoff ist wegen der natürlichen Versorgung der Ackerböden mit Stickstoff durch Symbiose der Sojabohne mit dem spezifischen Knöllchenbakterium *Bradyrhizobium japonicum* nicht notwendig. Stickstoffdüngungen sind sogar grundsätzlich zu vermeiden da diese zu Reifeverzögerungen, hoher Lageranfälligkeit und hohem Unkrautdruck führen. Gleichzeitig wird damit die gewünschte Knöllchenbildung vermindert oder bleibt komplett aus, was sich über die gesamte Vegetationsperiode negativ auswirkt. Dementsprechend sollten auch Böden die Nachlieferungen von Stickstoff aus der Anwendung von organischen Düngemitteln im Vorjahr und aus Vor- und Zwischenfrüchten nicht für den Sojaanbau verwendet werden (IMGRABEN und RECKNAGEL, 2019).

Dafür muss sichergestellt werden, dass der spezifische Symbiont auch im Boden verfügbar ist oder aber, dass das Saatgut entsprechend unmittelbar vor der Aussaat ausreichend inokuliert wird. UNSLEBER et al. (2018) empfehlen eine Kontrolle auf Vorhandensein der Knöllchenbakterien für Juni/Juli. Hans-Jörg Hartmetz (Sojaanbauberater, Stadlhuber Agrarservice GmbH) erklärt in AGRARHEUTE, 2014, dass zu diesem Zeitpunkt mindestens fünf bis sechs Knöllchen vorhanden sein sollten. 15 Knöllchen beschreibt er als optimalen Besatz. Da die Sojabohne ab Beginn der Blüte große Mengen an Stickstoff benötigt (Tabelle 5 und Abbildung 6) sollte in dem Fall wo keine oder nur wenige Knöllchen vorhanden sind, mit schnell pflanzenverfügbarem Stickstoff gedüngt werden. In Abhängigkeit des Kulturstandes, der Nachlieferungsfähigkeit des Bodens und der Anzahl der vorhandenen Knöllchen empfiehlt der Anbauberater eine ein bis zweimalige Gabe von jeweils 50 kg Stickstoff in einem Intervall von etwa drei Wochen (AGRARHEUTE, 2014).

Grunddüngung: Phosphor, Kali und Magnesium

Für die Berechnung der notwendigen Grunddüngermenge für den Anbau der Sojabohne kann für Phosphor (P_2O_5), Kali (K_2O) und Magnesium (MgO) der Nährstoffentzug gemäß der aktuellen Düngeverordnung (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2017) berechnet werden. Dementsprechend wird für jede Dezitonne angestrebtes oder mittleres Ertragsniveau, mit 1,5 kg P_2O_5 , 1,94 kg K_2O und für mit 0,3 kg MgO gedüngt. Zuschläge (Bodengehaltssklasse A und B) sowie Abschläge (Bodengehaltssklasse D und E) zu der Düngermenge müssen zum zukünftigen Erreichen der anzustrebenden optimalen Bodengehaltssklasse C berücksichtigt werden.

Düngung: Schwefel, Bohr und Mikronährstoffe

Trotz des hohen Eiweißgehaltes der Sojabohne ist bei normalem Versorgungsstand der Böden keine Schwefeldüngung notwendig. Nach BENDER et al. (2013) werden über das Korn 300 g Schwefel je Dezitonne Soja pro Hektar abgefahren. Gleiches gilt für Bohr und weitere Mikronährstoffe. Bei einem optimalen Versorgungsstand der Böden sind keine zusätzlichen Düngemaßnahmen aufgrund der geringen Abfuhrmengen (vgl. Tabelle 5) zu berücksichtigen. UNSLEBER et al. (2018) beschreiben, dass Spurenelemente nicht Ertragsbegrenzend sind.

In den Ausarbeitungen konnten BENDER et al. (2013) den Nährstoffbedarf auf drei Phasen unterteilen. In der ersten Phase (bis 30 Tage nach der Keimung) findet eine langsame

Aufnahme von Nährstoffen statt. In der zweiten Phase zwischen der Vollblüte (R2) und dem Beginn der Samenbildung (R5) findet die höchste Aufnahmemenge von Nährstoffen statt während mit der dritten Phase eine reduzierte Aufnahme während der Samenreife stattfindet (Abbildung 6 und Abbildung 7).

Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigen die Nährstoffaufnahme und die Umverteilung der Nährstoffe von den Pflanzenorganen in die Körner, vom Zeitpunkt des Auflaufens bis zur Ernte bei Sojabohnen.

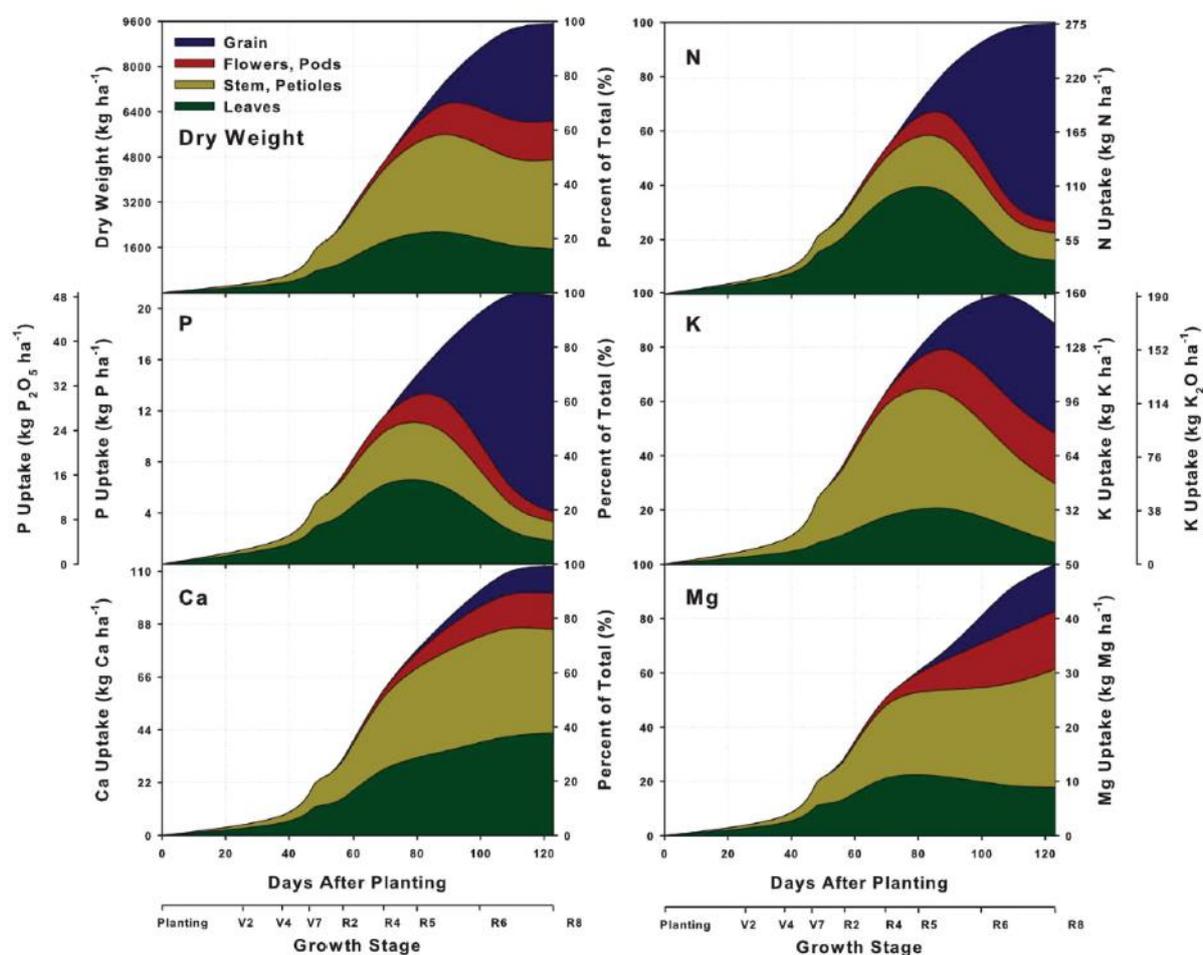


Abbildung 6: Durchschnittliche Aufnahme und Verteilung von N, P, K, Ca und Mg von zwei Sojasorten während des vegetativen und reproduktiven Wachstums über drei Jahre (2012 – 2013).

Alle Daten wurden auf der Basis von Trockengewicht bestimmt (BENDER et al., 2013).

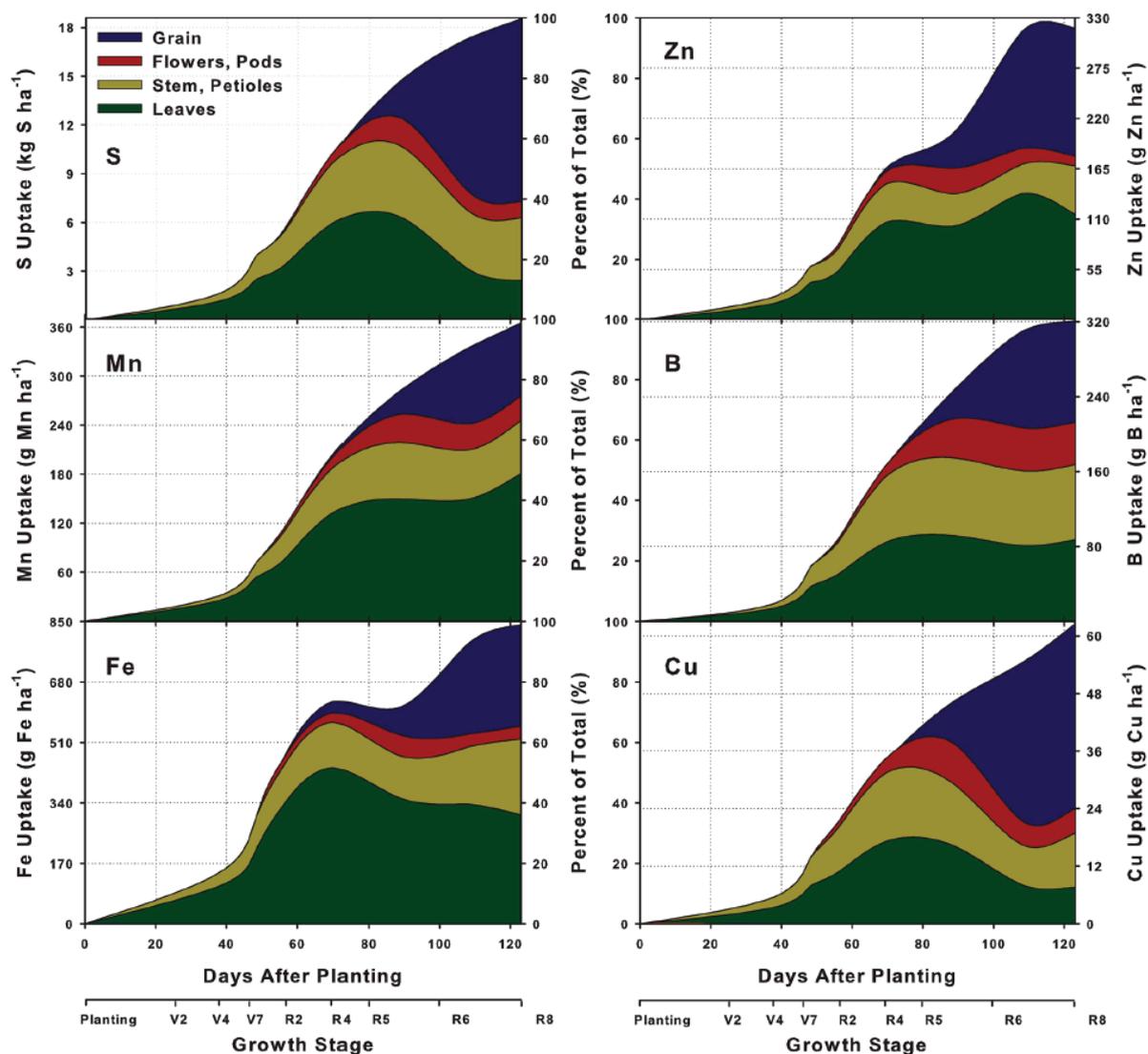


Abbildung 7: Durchschnittliche Aufnahme und Verteilung von S, Zn, Mn, B, Fe, und Cu von zwei Sojasorten während des vegetativen und reproduktiven Wachstums über drei Jahre (2012 – 2013).

Alle Daten wurden auf der Basis von Trockengewicht bestimmt. Der Durchschnittliche Ertrag lag bei 34,8 dt/ha (BENDER et al., 2013).

2.7 Gestaltung der Fruchtfolge

Der Anbau von Sojabohnen bietet dem Landwirt vielfältige Vorteile. Neben den Vorteilen der Reduzierung von mineralischem Dünger durch die Fähigkeit zur Stickstoffbindung, hat die Sojabohne positiven Einfluss auf den Boden. Aufgrund der tiefreichenden Pfahlwurzel mit deren Seitenwurzel können tiefer liegende Wasser und Nährstoffreserven mobilisiert werden und dadurch für nachfolgende Kulturarten nutzbar gemacht werden. Die Förderung der Gare sowie die Humuserhaltung und die Bodengesundung durch weite Fruchtfolgen zählen als weitere gute Gründe um Soja in Fruchtfolgen aufzunehmen. Darüber hinaus ist der Anbau von Sojabohnen im Rahmen der EU-Förderung durch Direktzahlungen oder durch gezielte Programme für die nachhaltige und umweltschonende Bewirtschaftung förderfähig.

Um diese positiven Effekte zu nutzen, bedarf es einer sorgfältigen Gestaltung der Fruchtfolge und die kulturartsspezifischen Besonderheiten der Sojabohne in den Fruchtfolgen zu berücksichtigen (UNSLEBER et al., 2018).

Vorfrucht

Die Sojabohne hat eine langsame Jugendentwicklung weswegen der aktiven und prophylaktischen Beikrautbekämpfung eine besondere Rolle zukommt. Deswegen sollte die direkte Vorfrucht der Sojabohne wärmeliebende spät keimende Beikräuter weitestgehend unterdrücken (UNSLEBER et al., 2018). IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) beschreiben, dass Wintergetreide eine bessere Vorfrucht als Sommergetreide und Sommergetreide besser als Mais ist. Sie führen fort, dass wegen der späten Saat der Sojabohne (zur Reduzierung von Beikräutern und Bodenerosion) abfrierende Zwischenfrüchte wie z.B. Phacelia angebaut werden könnten. Hier ist aber zu berücksichtigen, dass die hohe Stickstoffnachlieferung aus Vor- und Zwischenfrüchten einen negativen Einfluss auf die Bildung von Knöllchenbakterien hat und zu Reifeverzögerungen, hoher Lageranfälligkeit und hohem Unkrautdruck führen kann. Neben der langsamen Jugendentwicklung ist Soja empfindlich für *Sclerotinia sclerotiorum*, dem Erreger der Pilzkrankheit Sklerotinia (siehe 2.10). Aus diesem Grund ist zur Unterbindung von Fruchtfolgekrankheiten eine Anbaupause von mindestens zwei Jahren auf Wirtspflanzen wie u.a. Raps und andere Kreuzblütler in Sojaf Fruchtfolgen, einzuhalten (UNSLEBER et al., 2018).

Folgefrucht

Sojabohnen haben einen relativ hohen Vorfruchtwert durch den Verbleib von etwa einem Drittel des natürlich fixierten Stickstoffs (etwa 50 kg - 100 kg) im Boden. Wegen dem Verbleib des Stickstoffs im Boden, sowie zur Vermeidung von Fruchtfolgekrankheiten sollte zu Soja eine Anbaupause von mindestens zwei Jahren eingehalten werden. Geeignete Folgefrüchte sind Wintergetreide oder Zwischenfrüchte, die den Vorfruchtwert der Sojabohne über den Winter nutzen können.

Verschiedene Varianten einer Fruchtfolge sind für konventionell als auch für ökologisch wirtschaftende Betriebe in Tabelle 6 gegenübergestellt.

Tabelle 6: Beispiele zur Gestaltung der Fruchtfolgen für konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe (in Anlehnung an UNSLEBER et al., 2018)

Beispiel	Konventionell wirtschaftende Betriebe	Ökologisch wirtschaftende Betriebe
1	Zuckerrübenfruchtfolge <ul style="list-style-type: none"> • Zuckerrüben • Winterweizen • Sojabohnen • Winterweizen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kleegras • Winterweizen • Wintertriticale • Sojabohnen • Winterroggen
2	Maisfruchtfolge <ul style="list-style-type: none"> • Körnermais • Sojabohnen • Winterweizen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ackerbohne • Winterweizen • Zwischenfrucht • Sojabohnen • Winterweizen • Dinkel • Zwischenfrucht
3	Winterrapsfruchtfolge <ul style="list-style-type: none"> • Raps • Winterweizen • Sojabohnen • Winterweizen • Wintergerste 	<ul style="list-style-type: none"> • Körnermais • Sojabohnen • Dinkel • Zwischenfrucht • Kartoffel • Wintertriticale • Zwischenfrucht

2.8 Saat und Saattechnik

Für einen Anbauerfolg der Sojabohne ist die Schaffung von optimalen Bedingungen für die Keimung, den Auflauf und für eine schnelle Jugendentwicklung essenziell. Dazu sollte etwa ein bis zwei Wochen vor der Aussaat ein feinkrümeliges, rückverfestigtes und ebenes Saatbett hergestellt werden. Steine sollten vor der Aussaat gewalzt werden, um Beschädigungen der Ölmühlen bei der Verarbeitung von Sojabohnen weitestgehend zu vermeiden. Bodenverdichtungen sind für einen schnellen Feldaufgang und zur Reduzierung eines höheren Beikrautdruck möglichst zu vermeiden (WICHERN, 2016 und UNSLEBER et al., 2018).

Aufgrund der hohen Temperaturansprüche der Sojabohnen sind kalte Böden und raue Lagen für den Sojaanbau eher nicht geeignet (BUNDESSORTENAMT, 2003 und JEROCH et al., 2016).

Saatzeitpunkt und Bodentemperatur

AIGNER (2014) hat den Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt und der Bodentemperatur bei der Aussaat der Sojabohne auf den Ertrag und die Abreife untersucht. Dazu wurde jährlich zwischen 2011 und 2013 in Bayern ein Saatzeitversuch mit vier unterschiedlichen Saatzeiten (zwischen Anfang April und Ende Mai) sowie den Sorten ES Mentor (Reifegruppe 00) und der Sorte Merlin (Reifegruppe 000) angelegt. Die Aussaat fand bei mittleren Bodentemperaturen zwischen 7,2 °C (Anfang April) und 15,5 °C (Anfang Mai) statt. Bei der frühesten Aussaat, Anfang April dauerte der Feldauflauf mit durchschnittlich 24 Tagen nach der Aussaat erwartungsgemäß am Längsten. Die kürzeste mittlere Zeit, bis die Keimlinge sichtbar waren, betrug 14 Tag und konnte bei einer Aussaat ab Ende April beobachtet werden. Im Dreijahresmittel wurde für beide Sorten der maximale Ertrag bei einer Aussaat zu Mitte April und einer mittleren Bodentemperatur von 10,5°C in 5 cm Bodentiefe beobachtet. Die Ernte fand bei einer mittleren Kornfeuchte von etwa 16% zwischen Mitte und Ende September statt. Im Gegensatz dazu konnten die zu Anfang Mai ausgesäten Sorten erst Anfang Oktober bei einer mittleren Kornfeuchte von 23,4% gedroschen werden. Daraus resultieren negative Nebeneffekte wie höhere Trocknungskosten, geringer Proteingehalte und die Gefahr die Qualität der Ernteware durch Pilzbefall zu beeinträchtigen (Tabelle 7 und Tabelle 8).

Tabelle 7: Sojasaat und Bodentemperatur (AIGNER, 2014)

Jahr	1. Saatzeit: Anfang April				2. Saatzeit: Mitte April				3. Saatzeit: Ende April				4. Saatzeit: Anfang Mai				
	Datum	Bodentemperatur		Tage bis Auflauf	Datum	Bodentemperatur		Tage bis Auflauf	Datum	Bodentemperatur		Tage bis Auflauf	Datum	Bodentemperatur		Tage bis Auflauf	
		am Saattag	nächsten 14 Tage			am Saattag	nächsten 14 Tage			am Saattag	nächsten 14 Tage			am Saattag	nächsten 14 Tage		
2011	31.3.	8,6 °C	10,8 °C	22	11.4.	12,1 °C	11,8 °C	17	26.4.	12,1 °C	13,9 °C	15	6.5.	14,4 °C	16,6 °C	11	
2012	3.4.	8,8 °C	7,9 °C	26	19.4.	10,4 °C	12,7 °C	14	30.4.	15,8 °C	14,1 °C	11	10.5.	14,4 °C	14,0 °C	12	
2013	8.4.	4,2 °C	8,2 °C	24	23.4.	9,0 °C	12,5 °C	20	30.4.	8,9 °C	14,7 °C	17	8.5.	16,3 °C	15,0 °C	18	
Mittel		7,2 °C	9,0 °C	24		10,5 °C	12,3 °C	17		12,3 °C	14,2 °C	14		15,0 °C	15,2 °C	14	
Feldaufgang		74 %				81 %				90 %				78 %			

Tabelle 7 zeigt die Bodentemperaturen in 5cm Bodentiefe und die Dauer von der Aussaat bis zum Auflauf der Sojabohnen in den Jahren 2011 bis 2013 in Bayern.

Tabelle 8: Sojasaat, Abreife und Ertrag (AIGNER, 2014)

Jahr	1. Saatzeit: Anfang April			2. Saatzeit: Mitte April			3. Saatzeit: Ende April			4. Saatzeit: Anfang Mai		
	Ernte-termin	Ertrag dt/ha	Feuchte %	Ernte-termin	Ertrag dt/ha	Feuchte %	Ernte-termin	Ertrag dt/ha	Feuchte %	Ernte-termin	Ertrag dt/ha	Feuchte %
Sorte Merlin												
2011	28. 9.	37,6	18,3	28. 9.	39,9	19,2	5.10.	34,5	19,4	5.10.	31,1	21,2
2012	11. 9.	45,1	14,0	11. 9.	50,7	13,3	11. 9.	48,1	17,6	17. 9.	45,8	28,1
2013	23. 9.	43,4	15,8	23. 9.	46,2	15,7	23. 9.	47,8	15,7	23. 9.	47,1	21,0
Mittel 3 Jahre		42,0	16,0		45,6	16,1		43,5	17,6		41,3	23,4
Sorte ES Mentor												
2011	5.10.	42,1	19,5	5.10.	43,2	20,3	5.10.	40,5	29,1	5.10.	37,8	38,6
2012	26. 9.	48,2	25,9	26. 9.	49,2	25,0	26. 9.	47,8	26,6	4.10.	45,1	-
2013	2.10.	54,0	15,8	2.10.	55,0	16,5	2.10.	54,6	17,2	2.10.	52,0	28,8
Mittel 3 Jahre		48,1	20,4		49,1	20,6		47,6	24,3		45,0	33,7

Tabelle 8 zeigt den Erntezeitpunkt, den Ertrag und die Kornfeuchte bei den Sorten Merlin und ES Mentor zu unterschiedlichen Saatzeiten in den Jahren 2011 bis 2013 in Bayern.

AIGNER (2014) beschreibt eine Aussaat zu Mitte bis Ende April bei einer Bodentemperatur von mindestens 10 °C in 5 cm Bodentiefe für geeignete Anbaulagen in Bayern als günstig.

Dieses ist konsistent mit den Empfehlungen von UNSLEBER et al. (2018), die eine Bodentemperatur von mindestens 10 °C bei ausreichender Bodenfeuchte für einen schnelleren und höheren Feldaufgang von Sojabohnen empfehlen. Je nach Region und klimatischen Verhältnissen sind diese Bedingungen ab etwa Mitte April in Deutschland gegeben. Bei einer Saat später als Mitte Mai ist mit zunehmenden Ernteverzögerungen und Minderertrag zu rechnen. In den Richtlinien für das Durchführen von Sortenversuchen empfiehlt das BUNDESSORTENAMT (2000) eine Aussaat zwischen Ende April bis Mai bei einer ausreichenden Bodenerwärmung.

Saattiefe, Saatstärke und angestrebter Feldaufgang

Die Wahl einer geeigneten Saattiefe hängt maßgeblich von der Bodenart, dem Bodenzustand und der Art der Bewirtschaftung der Böden ab. Ist Blindstriegeln nach der Aussaat oder der Einsatz von Bodenherbiziden im Voraufbau geplant, so sollte eine tiefere Ablage, zwischen 4 cm und 5 cm gewählt werden, während unter normalen Umständen eine Ablagetiefe von 3 cm bis 4 cm einen schnelleren Feldaufgang bietet (IMGRABEN und RECKNAGEL, 2019). Die Saatstärke hängt zusätzlich von der verwendeten Sojasorte, deren Reifegruppe, den geplanten Maßnahmen zur Beikrautbekämpfung ab. Bei 00 Sorten sollten etwa 55 bis 60, bei 000 Sorten etwa 65 bis 70 keimfähige Körner pro m² gesät werden. Bei Berechnung sollte ein Abschlag von etwa 10%, bei intensiver mechanischer Bodenbearbeitung zur Beikrautbekämpfung im Vor- und Nachaufbau ein Zuschlag von 10% bis 20% auf die Saatstärke berücksichtigt werden. Dagegen empfiehlt das BUNDESSORTENAMT (2000) für Sortenprüfungen eine Ablagetiefe zwischen 2 cm und 4 cm bei 70 Körnern/m².

Nach IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) ist ein Feldaufgang zwischen 50 bis 60 Pflanzen pro Quadratmeter anzustreben, bei intensiver Bodenbearbeitung etwa 10% bis 20% mehr. SOLDATI (1999) empfiehlt eine Bestandesdichte zwischen 45 und 55 Pflanzen/m².

Sätechnik und Reihenabstand

Als Sätechnik für die Sojabohne kann entweder die Drillsaat oder die Einzelkornsaat genutzt werden. Die Wahl der für den Betrieb geeigneten Saattechnik orientiert sich hierbei insbesondere an den Gegebenheiten am Standort, den Verfahren der Unkrautregulierung (mechanisch oder chemisch), sowie letztendlich von der verfügbaren Technik und der Art der Bewirtschaftung (konventionell oder ökologisch) des Betriebs. Laut UNSLEBER et al. (2018) schnitten in Exaktversuchen bei Sätechniken unter konventioneller Bewirtschaftung gleich gut ab. Unterschiede zwischen den beiden Techniken sind eher im Hinblick auf die einheitliche Tiefenablage der Körner sowie auf die Verfahren der Beikrautregulierung nach der Aussaat zu sehen (SOLDATI, 1999). Dementsprechend sollte die Wahl einer geeigneten Sätechnik auf die Beikrautregulierungstechnik abgestimmt werden. Für feuchte Regionen empfehlen UNSLEBER et al. (2018) die Drillsaat mit enger Reihe, die unter solchen Bedingungen Vorteile in der Unkrautregulierung durch schnelleren Reihenschluss im direkten Vergleich zur Einzelkornsaat mit weiten Reihen. In Trockengebieten sieht er diesen Vorteil der Drillsaat gegenüber der Einzelkornsaat nicht, da sich der fehlende Niederschlag negativ auf die Keimstimmung von Beikräutern auswirkt. Die Einzelkornsaat spielt ihre Vorteile insbesondere durch eine einheitlichere Ablagetiefe und bei weiten Reihen aufgrund der zusätzlichen Beikraut - Regulierungsmöglichkeiten durch den Einsatz von Hacke und Blindstriegelein aus.

Daraus leiten IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) bei der Drillsaat einen engen Reihenabstand mit zwischen 12 cm und 15 cm und bei der Einzelkornsaat einen weiten Reihenabstand mit zwischen 37,5 cm und 50 cm ab. Bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben und auf Böden mit Verschlammungsgefahr betrachten IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) die weite Reihe mit 50 cm aufgrund der exakten Tiefenablage, einem besseren Auflaufen und den besseren mechanischen Regulierungsmöglichkeiten von Beikräutern, als die beste Wahl.

2.9 Beikrautregulierung

Die sehr langsame Jugendentwicklung der Sojabohne erfordert in der Regel mehrfache Pflegemaßnahmen für eine gleichmäßige Entwicklung der Bestände, und stellt damit eine der größten Herausforderungen für den Anbauerfolg dar (UNSLEBER, 2018). Dafür müssen die Konkurrenzpflanzen um die Wachstumsfaktoren Licht, Nährstoffe und Wasser weitestgehend im Bestand unterdrückt werden. Ein weiterer Aspekt die Anbauflächen weitestgehend von Beikraut freizuhalten ist die Verminderung der „Lockwirkung“ durch potenzielle Nahrungsquellen für omnivoren, herbivoren und insektivoren Schadvögeln und Schadsäugern. Desweiteren kann übermäßiger Beikrautbesatz die Erntearbeiten erschweren und zur Erhöhung der Feuchte des Ernteguts beitragen und damit dessen Qualität beeinträchtigen. Deshalb gilt es den Anbauerfolg durch umfassende aufeinander zugeschnittene Maßnahmen der Beikrautregulierung sicherzustellen.

Zu den zugeschnittenen Maßnahmen der Beikrautregulierung zählt neben der Berücksichtigung eines für Sojabohnen passenden Standortes auch eine standortangemessener Sortenwahl, eine Bodenbearbeitung vor der Saat, die Berücksichtigung der optimalen Saatzeit und Saattiefe sowie mechanische und chemische

Beikrautreduzierungs- und Beikrautbekämpfungsmaßnahmen, die einem schnellen Aufgang und einer schnellen Jugendentwicklung zuträglich sind.

MÜCKE (2016) erklärt, dass die Standortwahl eine große Bedeutung für die Jugendentwicklung der Sojabohne hat. Optimale Keim-, Auflauf- und Wuchsbedingung stellen die Grundlage für eine schnelle Jugendentwicklung und natürliche Unkrautunterdrückung ab Bestandesschluss, durch die Sojapflanzen dar. Hier sollte insbesondere auf Sorten mit schneller Jugendentwicklung zurückgegriffen werden. Grundsätzlich sollten für Sojabohnen nur Flächen mit möglichst geringerem Unkrautbesatz ausgewählt werden. Insbesondere Flächen mit den Problemunkräutern Ackerkratzdistel und Ackerwinden sollten dabei besonders vermieden werden, da diese in Soja nicht chemisch bekämpft werden können.

Durch eine intensive Bodenbearbeitung kann der Unkrautdruck auf dem Acker jedoch reguliert werden. Unmittelbar vor der Aussaat hat sich eine flache Bodenbearbeitung bewährt. Die Vorteile der flachen Bodenbearbeitung liegen hier in erster Linie in der mechanischen Bekämpfung von im Winter aufgelaufenem Beikraut, stellen aber als positiven Nebeneffekt eine Einebnung des Bodens (der Mähbalken kann tief eingestellt werden, was Vorteile bei der Ernte durch geringere Ernteverluste bringt) und einer besseren Erwärmung des Bodens, was einem schnellen Feldaufgang zuträglich ist.

Auch wenn eine frühe Saatzeit für einen hohen Ertrag pro Hektar förderlich ist, so sollte einer schnellen Jugendentwicklung höchste Priorität gegeben werden und damit eine Aussaat bei einer Bodentemperatur von mindestens 10°C erfolgen. Auch bei der Saatechnik und der Saattiefe muss ein guter Kompromiss zwischen schnellem Feldaufgang, schneller Jugendentwicklung, schnellem Reihenschluss und den Möglichkeiten einer Schädigung des Keimlings durch Voraufherbizide Rechnung getragen werden. UNSLEBER (2018) bevorzugt deshalb die Drillsaat gegenüber der Einzelkornsaat, insbesondere in feuchten Regionen. Er sieht hier den großen Vorteil in einem schnelleren schließen der Sojabestände und einer relativ langen Beschattung, was zu einem natürlichen Unterdrücken von Beikräutern führt. Für trockene Standorte sieht er die Probleme einer Einzelkornsaat mit den weiten Reihen eher nicht. Fehlende Niederschläge vermeiden das Quellen und Keimen der Beikräuter.

Mechanischer Pflanzenschutz ist durch Hacken und Striegeln im Vor- und Nachauflauf möglich. Ungräser werden vor allem mit chemischem Pflanzenschutz bekämpft. MÜCKE (2016) beschreibt, dass nach der Aussaat Blindstriegeln (etwa 3 – 4 Tage nach der Saat) und Striegeln zwischen dem Wachstumsstadium BBCH 10 (1. Laubblatt) und BBCH 13 (3. Laubblatt) mit anschließendem Hacken in den Versuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen eine gute Unkrautregulierung gebracht hat. Dieses steht im Widerspruch zu FIBL und DIERAUER (2009), welche vor Blindstriegeln aufgrund einer längeren Jugendentwicklung wegen der notwendigen Ablagetiefe von 4 cm warnen. Beide empfehlen eine Beikrautkur vor der Aussaat von Sojabohnen.

Neben diesen arbeitsintensiven Schritten, die insbesondere im ökologischen Ackerbaubetrieb notwendig sind, können konventionelle Marktfruchtbetriebe auf den Einsatz von chemischem Pflanzenschutz (Herbizidbehandlung) zur Beikrautkontrolle zurückgreifen.

Dabei sind der Weiße Gänsefuß und die Melde die Leitunkräuter, welche zu hohen Ertragseinbußen führen können. Nach UNSLEBER (2019) folgen der Schwarze Nachtschatten und Wärmekeimer wie Amarant, Franzosenkraut und Hirsearten. „Je nach Standort sind noch Klettenlabkraut, Kamille und Knötericharten zu finden“ (UNSLEBER, 2018). Für den Voraufbau sind in Deutschland nur wenige Bodenherbizide, für den Nachaufbau nur ein Mittel in Sojabohnen zugelassen (siehe Abbildung 8).

Mittel (Beispiele)	Aufwand- menge l, kg/ha	HRAC-Code	Hirsens	Quecken	Ackerwinde	Amarant	Franzosenkraut	Gänsefuß/Melde	Kamille	Klettenlabkraut	Knöterich		Schw. Nachtschatten	Besondere Hinweise
											Floh- + Ampferbl.	Vogel- + Winden-		
Anwendung vor dem Auflaufen 3 bis 5 Tage nach der Saat (exakte Saatgutablage und feinkrümlige Bodenbedeckung)														
Artist ¹⁾	1,5 - 2,0	C 1, K	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	Leichte Böden 1,5 kg/ha; Nicht verträglich in Sorten: ES Mentor, ES Senator, Mavka
Centium 36 CS/ ¹⁾ Gamit 36 AMT	0,25	F 4		○	○			○*	○	●	●	●	○*	0,2 l/ha bei Bedarf in Kombination mit Artist oder Sencor Liquid + Spectrum. Bis 5 Tage nach der Saat
Sencor Liquid ¹⁾	0,3 - 0,4	C 1	●	○	○	○		●	○	○	○	○	○	Leichte Böden 0,3 l/ha; Nicht verträglich in Sorten: ES Mentor, ES Senator, Mavka
Spectrum ¹⁾ (aus Spectrum Aqua Pack)	0,8	K 3	●	○	○	●	○*	○*	○	○	○	○	○*	Bei geeigneten Bedingungen in Kombination mit Stomp Aqua oder mit 0,2–0,3 l/ha Sencor Liquid + 0,2 l/ha Centium 36 CS ²⁾
Stomp Aqua ¹⁾	1,5	K 1	○*	○	○	●	○	○*	○*	○	○	○	○	Mindestsaattiefe 5 cm! Bis 3 Tage nach der Saat. Besonders auf leichten Böden in Verbindung mit hohen Niederschlagsmengen können erhebliche Schäden entstehen!
Anwendung im Nachaufbau														
Clearfield-Clentiga ¹⁾ + Dash E.C.	1,0 + 1,0	B	○*	○	○	●	●	●	○	●	○	○	●	Wirkungseinstufung geht von einer Vorbehandlung aus. Nachbehandlung nicht wesentlich später als 1-Blattstadium der Unkräuter
Harmony SX + Du Pont Trend	2 x 7,5 g + 0,3	B	○	○	○*	●	●*	○*	○*	○*	○*	○*	○	Nach dem Auflaufen im 2–4 Blatt-Stadium der Soja. Im Splitting-Verfahren (10–14 Tage Abstand)
Focus Ultra + Dash E.C. (Focus Aktiv-Pack)	1,25 + 1,25	A	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Quecke 2,5 + 2,5 l/ha zur Niederhaltung
Fusilade Max	0,8 - 1,0	A	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Quecke 2,0 l/ha
Wirkung: ● = gut, ● = gut bis befriedigend, ○ = befriedigend, ○ = nicht immer befriedigend, ○ = nicht ausreichend/keine * Nebenwirkung, nicht in der Zulassung ausgewiesen. ¹⁾ Genehmigung nach § 18 Pflanzenschutzgesetz / Artikel 51 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 Die Hinweise der Gebrauchsanleitungen, Auflagen und Anwendungsbestimmungen der Pflanzenschutzmittel sind für eine sachgerechte Anwendung zu beachten!														

Abbildung 8: In Deutschland zugelassene Herbizide zur Unkrautbekämpfung in Sojabohnen, Stand April 2019 (IMGRABEN und RECKNAGEL, 2019).

Bei einer Spätverunkrautung durch z. B. Weißer Gänsefuß, Schwarzer Nachtschatten, Distel oder Winde muss das Beikraut eventuell mit der Handhacke entfernt werden, da es sonst zu einer erheblichen Verschmutzung des Ernteguts kommen kann.

2.10 Krankheiten und Schädlinge

BORECKA-JAMRO (1999) beschreibt Sojapflanzen als grundsätzlich widerstandsfähig und gut selbstverträglich. Er führt fort, dass die Sojabohne, als nicht endemische Pflanze in Deutschland, derzeit kaum von Krankheiten befallen wird. Pilzliche Krankheiten werden unter Deutschen Klimabedingungen nicht bekämpft, da es kaum zu Ertragseinbußen kommt (UNSLEBER et al., 2018). Die Krankheiten Sklerotina, Diaporthe/Phomopsis und Peronospora (Falscher Mehltau) stellen dabei, in absteigender Reihenfolge, die wichtigsten pilzlichen Krankheiten im Sojaanbau in Deutschland dar.

Bakterielle Erreger und Virose, wie der Sojabohnen-Mosaik-Virus, treten bisher nur in den Hauptanbaugebieten der Sojabohne wie USA, Brasilien und China auf. Eine Ausweitung des Sojaanbaus und Deutschland in Europa könnte bakteriellen Erregern und Virose aber auch hierzulande eine neue Bedeutung geben. Im Gegensatz zu den wenig relevanten Krankheiten haben tierische Schädlinge im Sojaanbau, durch Fraß von Keimlingen oder von Pflanzenteilen, in Deutschland eine große Bedeutung. Insbesondere Fraßschäden an Sojakulturen durch das massenhafte Auftreten der Raupen des Distelfalters, sowie Fraßschäden des Sojakeimlings vor Auflauf durch Larven der Bohnenfliege können zu signifikanten Pflanzenschäden führen. Nach UNSLEBER et al. (2018) können auch Fraßschäden durch Hasen, Rehe und Damwild bei eiweißreichen schmackhaften Sojapflanzen, sowie durch Tauben und Krähen von Sojasaatgut, zu erheblichen Ausfällen führen. Abschreckungsmaßnahmen, wie z.B. der Einsatz von Flugdrachen, Vogelscheuchen oder Vergrämungsmitteln, zeigten laut IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) deutlich geringere Erfolge als ein möglichst schneller Feldaufgang, um den Fraß der gefährdeten Keimphasen so kurz wie möglich zu halten. Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge im Sojaanbau in Deutschland.

Tabelle 9: Die wichtigsten Krankheiten in Sojakulturen in Deutschland nach UNSLEBER et al., 2018

Krankheit	Ursache	Auftreten	Schadschwelle	Bekämpfung	Prophylaxe
Sklerotina	Bodenbürtige pilzliche Fruchtfolgekrankheit Fruchtkörper überdauern im Ackerboden	Feuchtwarme Witterung im Juli	Wird nicht direkt bekämpft, da es kaum zu Ertragseinbußen kommt.	Derzeit keine Fungizide zugelassen	Behandlung befallener Ernterückstände bzw. des Bodens mit dem Pflanzenschutzmittel Contans WG Zweijährige Anbaupause
Diaporthe/Phomopsis	Hauptsächlich durch mit dem Pilz infizierte Pflanzenreste und Samen	Feuchtere Lagen mit mehrjährigem Sojaanbau Feuchtwarmes Wetter von Hülsenfüllung bis zur Ernte	Wird nicht direkt bekämpft, da es kaum zu Ertragseinbußen kommt. Größtes Problem: Aberkennungsgrund des Saatgutes bei Verunreinigungen >15%	Derzeit keine Fungizide zugelassen Tiefe Einarbeitung der befallenen Erntereste in den Ackerboden	Fruchtfolge mit Nicht-Wirtspflanzen Mit Thiram gebeiztes Saatgut (Beizung nur mit Sondergenehmigung nach PflSchG)
Peronospora	Infizierte Samen	Feuchtwarme Witterung im Juni/Juli Verschwindet bei trockener Witterung	Wird nicht direkt bekämpft, da es äußerst selten zu Ertragseinbußen kommt.	Derzeit keine Fungizide zugelassen Tiefe Einarbeitung der befallenen Erntereste in den Ackerboden	Verwendung von gesundem zertifiziertem Saatgut

Tabelle 10: Die wichtigsten Schädlinge in Sojakulturen in Deutschland nach UNSLEBER et al., 2018

Schädling	Ursache	Auftreten	Schadschwelle	Bekämpfung	Prophylaxe
Distelfalter	Fraßschäden an Blättern durch Raupen	Juni/Juli, häufig Nesterweise	20 Raupen je lfd.m.	Karate Zeon <i>Bacillus thuringiensis</i> XenTari Sondergenehmigung nach PflSchG	-
Bohnensaatfliege	Fraßschäden von Keimlingen vor Auflaufen durch Larven	Zur Keimung Ende April bis Mitte Mai bei langsamer Keimung durch kühles Wetter	-	Nicht vorhanden	Schneller Feldaufgang Optimaler Säzeitpunkt förderlich zur Vermeidung von Schäden
Hasen, Rehe und Damwild	Fraßschäden an Pflanzenteilen	Anfang Mai bis Mitte Juni	Gelegentliche Schäden durch Hasen und Rehe, selten durch Damwild. Kompensation oft durch verstärkte Seitentrieb Bildung der Sojapflanze	-	Verminderung der „Lockwirkung“ durch potenzielle andere Nahrungsquellen (Beikräuter)
Tauben und Krähen	Fraß von Körnern und Keimlingen	Nach der Aussaat von Mitte April bis Mitte Mai	Kann zu Totalausfall führen	Abschreckungsmaßnahmen wie z.B. der Einsatz von Flugdrachen, Vogelscheuchen oder Vergrämungsmittel (geringe Erfolge)	Zügiger Feldaufgang zur Vermeidung von Schäden durch Vogelfraß

2.11 Erntezeitpunkt, Erntetechnik und Kornertrag

RECKNAGEL und IMGRABEN (2013a) beschreiben, dass je nach Sorte, Standort und Witterungsverlauf, die Sojabohnen zwischen Mitte September und Mitte Oktober in Deutschland erntereif werden. Zu diesem Zeitpunkt beginnt die Reife mit einer Gelbverfärbung der Blätter mit anschließendem Blattfall. Sie beschreiben den optimalen Erntezeitpunkt wenige Tage nach dem vollständigen Blattfall, wenn die Hülsen frei liegen und mit dem Fingernagel nur schwer einzuritzen sind. Mit dem Abreifen der letzten Pflanzen beginnt die Ernte. Um die Ernteverluste aufgrund des tiefen Hülsenansatzes so gering wie möglich zu halten, sollte der Mähbalken möglichst tief abgesenkt werden. Als optimale Kornfeuchte zum Beginn der Ernte beschreiben SOLDATI (1999) und RECKNAGEL und IMGRABEN (2013a) einen optimalen Feuchtegehalt von zwischen 14% und 16%. Bei später Ernte ab Mitte Oktober können Kornfeuchten von bis 16% in der Regel nur unter trockener Witterung erreicht werden. In Feldversuchen wurde bei Ernten ab Mitte Oktober eine Kornfeuchte zwischen 18% und 20% wegen der witterungsbedingt erhöhten Luftfeuchtigkeit gemessen. Zur Vermeidung des Verderbens von Sojabohnen aufgrund einer angekündigten Schlechtwetterperiode zum Zeitpunkt der Ernte, kann bereits bei einem Feuchtegehalt zwischen 20% und 25% gedroschen werden (RECKNAGEL und IMGRABEN, 2013b). Unter diesen Erntebedingungen muss das Erntegut unmittelbar nach dem Drusch schonend (Drehzahl der Trommel zwischen 400 U/Min bis 600 U/Min) auf einen Wassergehalt von 12% bis 14% herunter getrocknet werden.

In Abbildung 9 sind die Top 10 Länder nach Erntemengen je Hektar weltweit aus dem Jahr 2016 dargestellt.

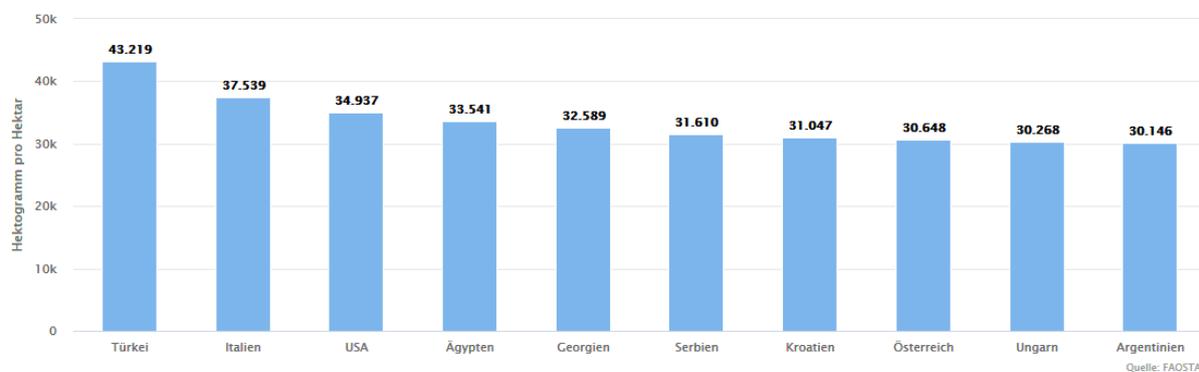


Abbildung 9: Top 10 Erntemenge weltweit in 2016 nach Ländern

Die größten weltweiten Erntemengen im Jahr 2016 wurden mit ca. 43 dt/ha in der Türkei erzielt. Länder mit der aktuell höchsten Anbaumenge von Sojabohnen wie beispielsweise die USA und Argentinien konnten im selben Jahr einen Kornertrag zwischen ca. 35 dt/ha und 30 dt/ha erreichen. Italien, als wichtigster europäischer Anbauer, konnte im Jahr 2016 ein mittleres Kornertragsniveau von 37,5 dt/ha erzielen.

2.12 Lagerung und Verwertung

Die Kornfeuchte zum Zeitpunkt der Einlagerung hat Einfluss auf die Lagerdauer. Je nach gewünschter Lagerdauer müssen die Feuchtegehalte unter 13% liegen. Eine kurze Lagerdauer bedarf eines Feuchtegehalts von unter 13%, eine mittlere Lagerdauer von unter 12% und eine lange Lagerdauer von unter 10% Feuchtegehalt (RECKNAGEL und IMGRABEN, 2013b).

Aus der Sojabohne werden 18% bis 20% Sojaöl gewonnen und als Nebenprodukt entsteht mit etwa 80% das Sojaextraktionsschrot (OVID-Brief; 2018). Nur etwa 2% aller Sojabohnen werden direkt in Form von Tofu, Sojadrinks oder Sojasauce verzehrt. Für die Futtermittelherstellung in der Nutztierhaltung spielt das Sojaschrot eine entscheidende Rolle. Die Eiweißzusammensetzung ist aufgrund der wertvollen Aminosäuren einzigartig und mit tierischem Eiweiß vergleichbar. Gegenüber anderen Körnerleguminosen ist die Sojabohne in ihrer Qualität und Eiweißkonzentration überlegen. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten wird die Sojabohne weltweit überwiegend als GV-Soja produziert und vermarktet. Damit gelangt weltweit genverändertes Pflanzengut in Form von Futtermitteln in den Futtertrog (HAHN und MIEDANER; 2013).

Sojabohnen, deren Abfall- und Verarbeitungsprodukte finden weltweit als Eiweißpflanzen, als Ölsaat und als Energiepflanze Verwendung.

Als Eiweißpflanze wird ein Großteil der Bohne zu Sojaschrot (zu etwa 18% bis 20% Öl, 30% Kohlenhydraten sowie etwa 40% Eiweiß) verarbeitet, um als tierisches Futtermittel in der konventionellen und ökologischen Tierproduktion (Schweine, Geflügel und Rinder) verwendet zu werden. Dafür müssen in der Schweine- und Geflügelproduktion die verdauungshemmenden Stoffe der Sojabohne im Vorfeld durch Wärme inaktiviert werden. Für die Verfütterung an Schweine muss das Schrot zusätzlich entölt werden. Rinder vertragen ab etwa 200 kg Lebendgewicht die Sojabohnen roh (RECKNAGEL und IMGRABEN, 2013b). Neben der Verwendung der Sojabohne in der Tierfütterung ist es auch als konventionelles oder ökologisches gentechnikfreies Lebensmittel zur Herstellung von beispielsweise Tofu, Sojamilch, Sojamehl oder Sojalecithin gefragt. Dabei wird für die Herstellung von Lebensmitteltofu ein Eiweißgehalt zwischen 42% und 45% in der Trockensubstanz, bei einer Eiweißlöslichkeit von über 90% benötigt. Für die Sojavollfettmehlverarbeitung wird ein Rohproteingehalt von mindestens 40% in der Trockensubstanz benötigt (LEHNER, 2011; ANTHE, 2015 und RECKNAGEL, 2014). Die aus der Bohne gewonnenen pflanzlichen Öle und Fette werden durch die Lebensmittelindustrie unter anderem zu Margarine, Speiseöl, Salatdressing, Mayonnaise und Sojachips verarbeitet. Als Energiepflanze findet Soja Verwendung als Rohstoff in Biodiesel.

2.13 Marktsituation in Deutschland

Die Berücksichtigung von Sojabohnen in Anbausystemen und Fruchtfolgen in Deutschland zielt auf eine Versorgung mit hochwertigem Eiweiß für die eigene ausgewogene Ernährung, durch konventionelle oder ökologische gentechnikfreie Lebensmittelsoja und zur Nutzung als hochwertiges Kraftfutter, in der konventionellen und ökologischen Tierproduktion ab.

Heutzutage wird in Deutschland Sojaschrot, insbesondere in der Geflügel-, Schweine- und Rinderfütterung verwendet OVID (2017b)

Die Wichtigkeit der Versorgung Deutschlands mit Sojabohnen und Eiweißpflanzen im Allgemeinen wurde in der politischen Willenserklärung im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD für die 19. Legislaturperiode vereinbart. Im (Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 2019) (2019) wurden Ziele für die Stärkung der ökologischen Landwirtschaft und der Eiweißstrategie beschrieben. In diesem wird die politische Willenserklärung formuliert, dass im Rahmen der Zukunftsstrategie, ein ökologischer Landbau mit einem Flächenanteil von 20 Prozent in Deutschland nachfrageorientiert bis zum Jahr 2030 erreicht werden soll. Um dies zu erreichen soll die Attraktivität des Anbaus von Eiweißpflanzen im Rahmen der Weiterentwicklung der Eiweißpflanzenstrategie erhöht werden.

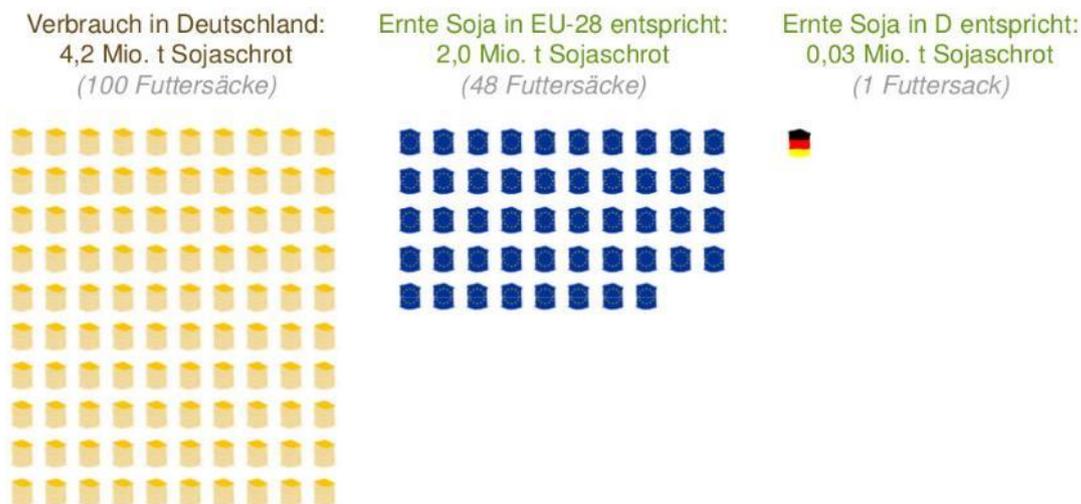
Christian Schmidt MdB (vom 17. Februar 2014 bis 14. März 2018 Bundesminister für Ernährung und Landwirtschaft) hat in der Eiweißpflanzenstrategie zur Förderung des Leguminosen-Anbaus in Deutschland erklärt: „der heimische Anbau [...] kann dazu beitragen, [...] die Sicherung der Welternährung, den Klimawandel, die Verknappung landwirtschaftlicher Ressourcen und die nachhaltige Entwicklung ländlicher Regionen zu meistern“. Neben diesen nationalen Zielen sind insbesondere der hohe Anteil an essentiellen Aminosäuren der Sojabohnen, dessen Zusammensetzung der von tierischen Proteinquellen durchaus vergleichbar ist, und die mit dem Anbau verbundene Einsparung an Stickstoffdüngemittel ein wichtiger Grund für die Eiweißpflanzenstrategie des Bundes (BMEL, 2016).

Aus u.a. diesen politischen Willenserklärungen sind verschiedene Aktivitäten entstanden, um den flächenmäßigen Anbau von Eiweißpflanzen und damit auch der Sojabohnen in Deutschland wieder zu beleben.

Beispielhaft dafür stehen der Verein Deutscher Sojaförderer und der Leguminosen-Marktplatz, der auch für die Vermarktung von Soja offensteht (RECKNAGEL und MIERSCH, 2019 und RECKNAGEL, 2019).

In Deutschland ist in der konventionellen und ökologischen Geflügel-, Schweine- und Rinderhaltung, Soja nicht mehr wegzudenken. Im Jahr 2016 wurden in Deutschland laut OVID (2017a) 4,2 Millionen Tonnen Sojaschrot in der Tierfütterung verbraucht, wovon nur maximal 0,03 Millionen Tonnen aus heimischer Produktion zur Verfügung gestellt werden könnten. Das Defizit wird durch Importe ausgeglichen. Etwa zwei Drittel aller in Deutschland verbrauchten Eiweißfuttermittel müssen importiert werden. Diese Importe sind wichtig, um das in Deutschland vorherrschende Eiweißdefizit auszugleichen. Dieses beträgt nach NORAS (2017) zwischen 20% und 25% gemessen am Gesamtfuttermittelverbrauch für Futtermittel der Nutztiere. Er führt fort, dass das Defizit Tierartspezifisch bis zu 30 Prozent betragen kann.

Sojaschrot Verbrauch vs. Erntemengen



© OVID 2017 | Quellen: Oil World, Eurostat; iStock / Robert Pepper

Lesebeispiel: Die komplette EU-Ernte könnte etwa 48 Prozent des deutschen Sojaschrotbedarfes decken.

Abbildung 10: Verbrauch von Sojaschrot vs. Erntemengen in Deutschland, Europa (OVID, 2017a)

In Deutschland und in der Europäischen Union gibt es keine Anbauzulassung für GV - Sojasorten (Stand Dezember 2018). Der Import von GV - Sojabohnen und GV - Sojaschrot zur Verfütterung in der konventionellen Tierproduktion ist nicht reguliert. Dieses steht im direkten Spannungsfeld zwischen der steigenden Nachfrage nach regional ökologisch bzw. konventionell erzeugten Lebensmittels in Deutschland, und dem mit aktuell 23% immer geringer werdenden Anteil an GV-freien Sojabohnen und Sojaschrot weltweit. Derzeit werden 77% aller Sojabohnen als GV-Soja angebaut (Abbildung 11).

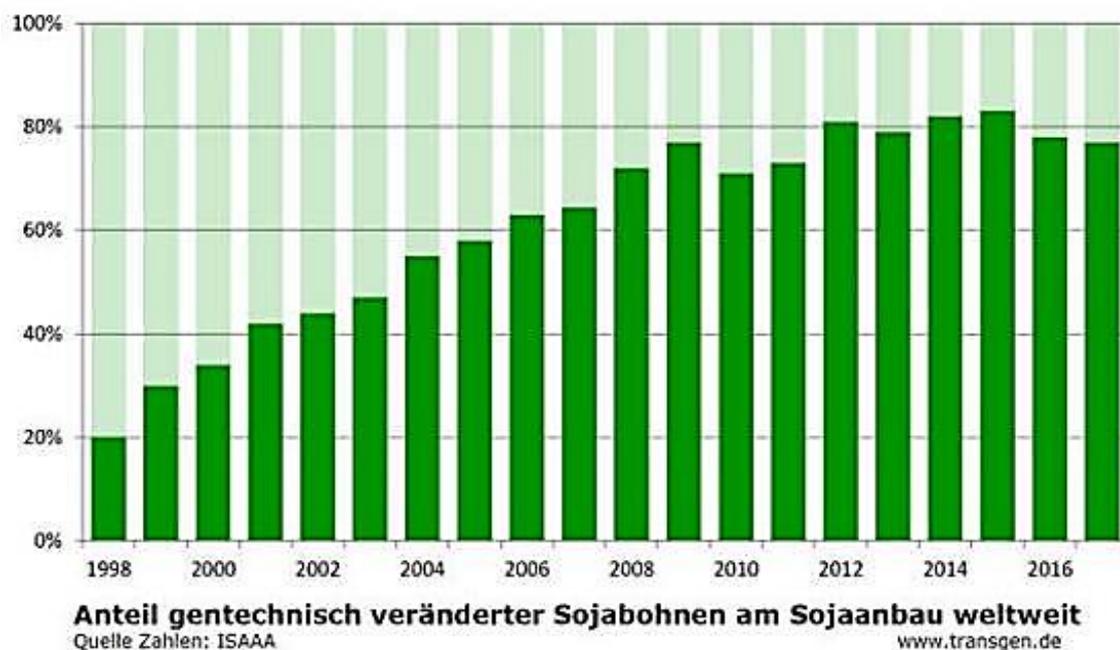


Abbildung 11: Anteil gentechnisch veränderter Sojabohnen am Sojaanbau weltweit

Der Anbau von Sojabohnen als eiweißreiches Nahrungs- und Futtermittel steht in Deutschland in direkter Konkurrenz zu langjährig etablierten Eiweißpflanzen wie der Ackerbohne oder der Futtererbse.

Im Jahr 2015 gab es in Deutschland insgesamt 15 Sojaaufbereitungsanlagen, von denen 11 Anlagen in den Hauptanbaugebieten in Bayern und Baden-Württemberg liegen. Bei der Verteilung der Lebensmittelhersteller für Soja und Sojaprodukte in Deutschland zeigt sich ein heterogeneres Bild. Die 21 Lebensmittelhersteller betreiben Anlagen zur Lebensmittelproduktion in allen Bundesländern, mit der Ausnahme vom Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

2.14 Sortenprüfungen und Zulassung von Sojabohnen in Deutschland

In Deutschland stellen Sortenzulassungen die Voraussetzung für den gewerblichen Vertrieb von Saatgut landwirtschaftlicher Pflanzenarten. Dafür muss in Registerprüfungen die „Unterscheidbarkeit von anderen Sorten“ in Bezug „auf Homogenität und Beständigkeit“, sowie in Werteprüfungen „eine deutliche Verbesserung für den Pflanzenbau, für die Verwertung des Ernteguts oder die Verwertung aus dem Erntegut gewonnener Erzeugnisse der neu zuzulassenden Sorte“ zu erwarten sein. Dieses wird in standardisierten mehrjährigen Sortenprüfungen durch vom Bundessortenamt (BSA) beauftragte Stellen des Bundessortenamtes, der Länder, der Züchter und anderen Institutionen überprüft. Einheitliche Erfassungsmethoden und Prüfrichtlinien stellen sicher, dass die Vergleichbarkeit der

V Versuchsergebnisse gegeben ist. Der Vollständigkeit halber sind die wichtigsten im Jahr 2017 gültigen Richtlinien unten aufgeführt:

Richtlinie(n)

Richtlinie des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen (BUNDESSORTENAMT, 2000)

Änderungen

Richtlinien des Bundessortenamtes für die Übermittlung der Ergebnisse aus landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen auf Datenträger (BUNDESSORTENAMT, 2003)

Kapitel 1.7: Vorlage des Vermehrungsmaterials (BUNDESSORTENAMT, 2014b)

Kapitel 5.2: Schlüsselverzeichnis für Düngemittel (BUNDESSORTENAMT, 2013)

Kapitel 2.8: Ernte und Bestimmungen am Erntegut (BUNDESSORTENAMT, 2014a)

Für Sojabohnen wird eine Sortenzulassung erstmalig für zehn Jahre erteilt und kann nach Ablauf dieser Zeit verlängert werden.

Beschreibende Sortenliste

Das Saatgutverkehrsgesetz (SaatG) soll sicherstellen, „dass der Saat- und Pflanzgutverbraucher im Handel hochwertiges Saatgut guter Sorten erhält. [...] „Zur Sicherstellung einer neutralen Unterrichtung des Saatgutverbraucher über Sorten ist im Saatgutverkehrsgesetz weiterhin festgelegt, dass das Bundessortenamt eine Beschreibende Sortenliste herauszugeben hat. Ziel der Beschreibenden Sortenliste ist es, eine objektive Beschreibung der zugelassenen und im Handel befindlichen Sorten in ihren Anbau-, Resistenz-, Qualitäts- und Ertragseigenschaften zu geben“ (BUNDESSORTENAMT, 2018).

Sortenübersicht														
Sorten- bezeichnung	Blühbeginn	Reife	Pflanzenlänge	Neigung zu Lager	Ertrags- und Qualitätseigenschaften						Ergänzende Angaben			
					Korntrug	Ölertrag	Rohproteinertrag	Ölgehalt	Rohproteingehalt	Tausendkornmasse	Kenn- Nummer	zugelassen seit	Züchter- Nummer	Bevollmächtigter (B) Vertreter (V)
Sojabohne (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)														
Mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen														
Amarok	3	5	5	4	6	6	7	5	5	4	SJ	150	2014	9925
Primus	3	6	5	3	6	6	8	5	8	6	SJ	88	2005	7624 (B) 8970
Tiguan	3	3	4	3	3	5	5	7	4	4	SJ	151	2014	6134 (V) 9616
Toutatis	3	4	5	2	7	8	6	7	3	4	SJ	174	2017	9925
In einem anderen EU-Land eingetragen														
Abelina	2	4	5	5	6	8	7	7	4	4	SJ	170	2014	7414
Adsoy	2	-	4	4	3	-	-	-	5	4	SJ	168	2012	9580
Amadea	2	6	5	5	6	-	6	-	3	4	SJ	177	2015	6134
Amandine	3	5	5	3	4	-	6	-	5	4	SJ	154	2012	4586
Coraline	3	6	6	6	8	-	8	-	5	4	SJ	183	2018	6134
ES Comandor	3	4	4	3	7	-	7	5	5	5	SJ	184	2016	8347
ES Mentor	3	7	4	2	8	7	8	5	6	5	SJ	140	2009	8347
Galice	2	-	4	-	7	-	-	-	4	5	SJ	191	2015	6134
Herta PZO	3	6	5	4	6	-	8	5	7	5	SJ	163	2013	59
Korus	3	6	5	2	6	-	8	4	7	4	SJ	152	2011	9276
Lissabon	3	5	4	3	6	7	7	6	3	4	SJ	126	2008	7414
Merlin	2	3	4	3	5	7	6	7	4	3	SJ	74	1997	1328
Obelix	2	4	4	2	6	-	7	7	4	6	SJ	178	2014	7414
Pollux	3	6	5	4	7	7	7	6	4	4	SJ	157	2012	4586
Regina	3	5	4	2	6	-	-	-	6	5	SJ	189	2016	7414
RGT Shouna	3	6	5	3	7	-	7	-	6	4	SJ	172	2014	7352
Silvia PZO	3	7	5	4	8	-	7	-	3	4	SJ	155	2012	8083
Sirelia	3	5	5	4	6	8	7	6	4	4	SJ	161	2012	7352
Solena	3	6	5	4	7	7	7	5	5	4	SJ	158	2012	203
Sultana	3	5	4	3	5	6	7	6	6	4	SJ	130	2009	7352
SY Eliot	3	6	5	3	8	-	8	-	4	5	SJ	165	2013	1328
SY Livius	3	6	5	3	7	-	7	-	5	4	SJ	164	2013	1328
Tourmaline	3	6	5	3	7	-	7	-	4	4	SJ	166	2013	4586
Viola	3	5	5	5	6	-	7	5	5	3	SJ	180	2015	7414

Abbildung 12: Sojabohnen aus der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes

3 Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage für diese Auswertung wurden die Ergebnisse der Landessortenversuche im Jahr 2017 der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt verwendet. In Tabelle 11 sind die verwendeten Ergebnisse der Feldversuche nach Bundesländern aufgelistet.

Tabelle 11: Ergebnisse aus Landessortenversuche im Jahr 2017 in ausgewählten Bundesländern

Bundesland	Datengrundlage
Baden-Württemberg	LTZ AUGUSTENBERG, 2018
Bayern	AIGNER et al., 2018
Hessen	LTZ AUGUSTENBERG, 2018
Rheinland-Pfalz	LTZ AUGUSTENBERG, 2018 DLR RHEINHESSEN
Sachsen-Anhalt	LLG SACHSEN-ANHALT, 2017

Alle weiteren Auswertungen basieren auf der Annahme, dass alle oben genannten Landessortenversuche nach den aktuell gültigen Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen, unter Berücksichtigung aller relevanten Änderungen durchgeführt wurden.

3.1.2 Beschreibung der Standorte

Die Landessortenversuche wurden im Jahr 2017 an 16 Versuchsstationen verteilt auf 5 Bundesländer in Deutschland durchgeführt. Das langjährige Lufttemperatur-Jahresmittel liegt bei 9,0 °C (7,8 °C und 11,1 °C) und die mittlere langjährige Jahresniederschlagsmenge liegt bei 827 mm (47 mm und 542 mm). Die Ackerböden weisen eine Ackerzahl zwischen 30 und 90 (im Mittel 65,8) auf. In Tabelle 12 werden die Daten für alle Versuchsstandorte detailliert vorgestellt.

Tabelle 12: Klimatische und Bodenbedingungen an den Versuchsstandorten (Langjähriges Mittel)

Bundesland	Versuchsstandort	Ackerzahl	Langjähriges Mittel Niederschlag [mm]	Langjähriges Mittel Tagestemperatur [°C]
BW	Bönningheim	78	765	9,8
	Müllheim	81	650	11,1
	Orschweier	85	827	9,5
	Tailfingen	65	770	7,8
BY	Oberhummel	68	814	7,8
	Rotthalmünster	72	750	8,1
	Köfering	82	646	7,9
	Wolkshausen	78	680	9,1
	Großaitingen	40	820	7,9
HE	Friedberg	65	620	9,1
	Griesheim	52	550	9,8
RP	Ober-Flörsheim	85	535	9,5
	Rinkenbergerhof	30	583	10
ST	Gadegast	33-40	574	8,7
	Bernburg	90	483	8,9
	Beetzendorf	45-50	575	8,4

Nach ROßBERG und RECKNAGEL (2017) haben die Versuchsstandorte eine ausreichende bis sehr gute Anbaueignung für Sojabohnen. Die Verteilung der Anbaueignung nach Bundesländern ist im Anhang III in Tabelle 49 aufgeführt. Alle weiteren Details zu den Standorten sind weiter unten im Text, sowie im Anhang III ab Seite 108 zu finden.

Die GPS-Koordinaten aller Versuchs- und Wetterstationen sind im Anhang II auf Seite 107 aufgeführt. Diese Daten wurden zuerst in Google Earth als Wegpunkt eingefügt und später, zur besseren Darstellung, nach Google Maps überführt. Eine Übersicht über die grobe Lage der Versuchsstandorte und die den Versuchsstandorten zugehörigen Wetterstationen, sind in Abbildung 13 bis Abbildung 18 für Deutschland und die ausgewählten Bundesländer dargestellt. Dabei zeigen die grünen Markierungen die Lage der Versuchsstandorte und die roten Markierungen die Lage der Wetterstationen des DWD.



Abbildung 13: Darstellung aller Standorte der Feldversuche und der Wetterstationen

Versuchsstandorte in Baden-Württemberg

Im Jahr 2017 wurden Landessortenversuche an 4 Standorten in Baden-Württemberg durchgeführt. Diese Standorte haben nach ROßBERG und RECKNAGEL (2017) und GEOPORTAL.JKI mit Werten zwischen 13 und 15 eine gute bis sehr gute Anbaueignung für Sojabohnen. Die mittlere Ackerzahl der Standorte lag bei 77,3, die minimalste bei 65 und die maximalste bei 85. Die Versuchsstandorte Bönningheim, Müllheim und Orschweier liegen im Boden-Klima-Raum Rheinebene und Nebentäler. Der Versuchsstandort Tailfingen im Raum Oberes Gäu und körnermaisfähige Übergangslagen.

Das langjährige Lufttemperatur-Jahresmittel lag bei 9,6 °C (7,8 °C und 11,1 °C) und die mittlere langjährige Jahresniederschlagsmenge lag bei 753 mm (650 mm und 827 mm). Die Luftlinien-Entfernungen zwischen den Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst und den Versuchsstandorten lag zwischen 2,5 km in Müllheim und maximal 17,2 km für Tailfingen.

Abbildung 14 zeigt eine Übersicht über die grobe Lage der Versuchsstandorte und die den Versuchsstandorten zugehörigen Wetterstationen im Bundesland Baden-Württemberg. Dabei zeigen die grünen Markierungen die Lage der Versuchsstandorte und die roten Markierungen die Lage der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst an.

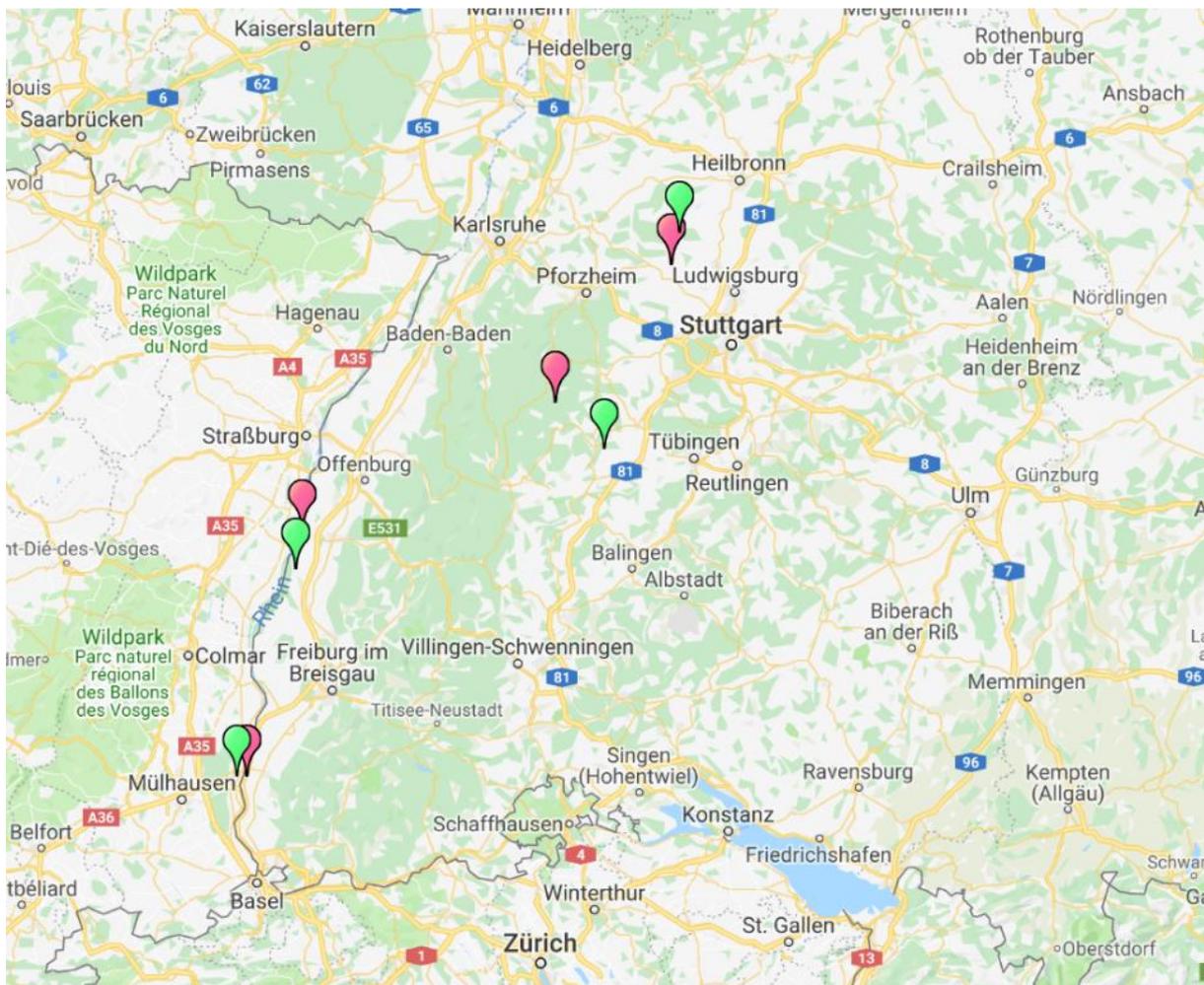


Abbildung 14: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Baden-Württemberg

Versuchsstandorte in Bayern

Im Jahr 2017 wurden in Bayern Sojabohnen an insgesamt 5 Standorten angebaut. Vier der fünf Standorte haben nach ROßBERG und RECKNAGEL (2017) und GEOPORTAL.JKI mit Werten zwischen 11 und 15 eine gute bis sehr gute Anbaueignung für Sojabohnen. Einzig dem Standort Großaitingen wird eine nur ausreichende Anbaueignung für Sojabohnen zugesprochen. Die mittlere Ackerzahl der Standorte lag bei 68, die geringste mit 40 bei Großaitingen und die maximalste mit 82 in Köfering.

Das langjährige Lufttemperatur-Jahresmittel lag bei 8,2 °C (7,8 °C und 9,1 °C) und die mittlere langjährige Jahresniederschlagsmenge bei 742 mm (646 mm und 820 mm). Die Luftlinien-Entfernungen zwischen den Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst und den entsprechenden Versuchsstandorten lag zwischen 13,3 km in Oberhummel und maximal 25,2 km für Großaitingen.

Abbildung 15 zeigt eine Übersicht über die grobe Lage der Versuchsstandorte und die den Versuchsstandorten zugehörigen Wetterstationen in Bayern. Dabei zeigen die grünen Markierungen die Lage der Versuchsstandorte und die roten Markierungen die Lage der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst.

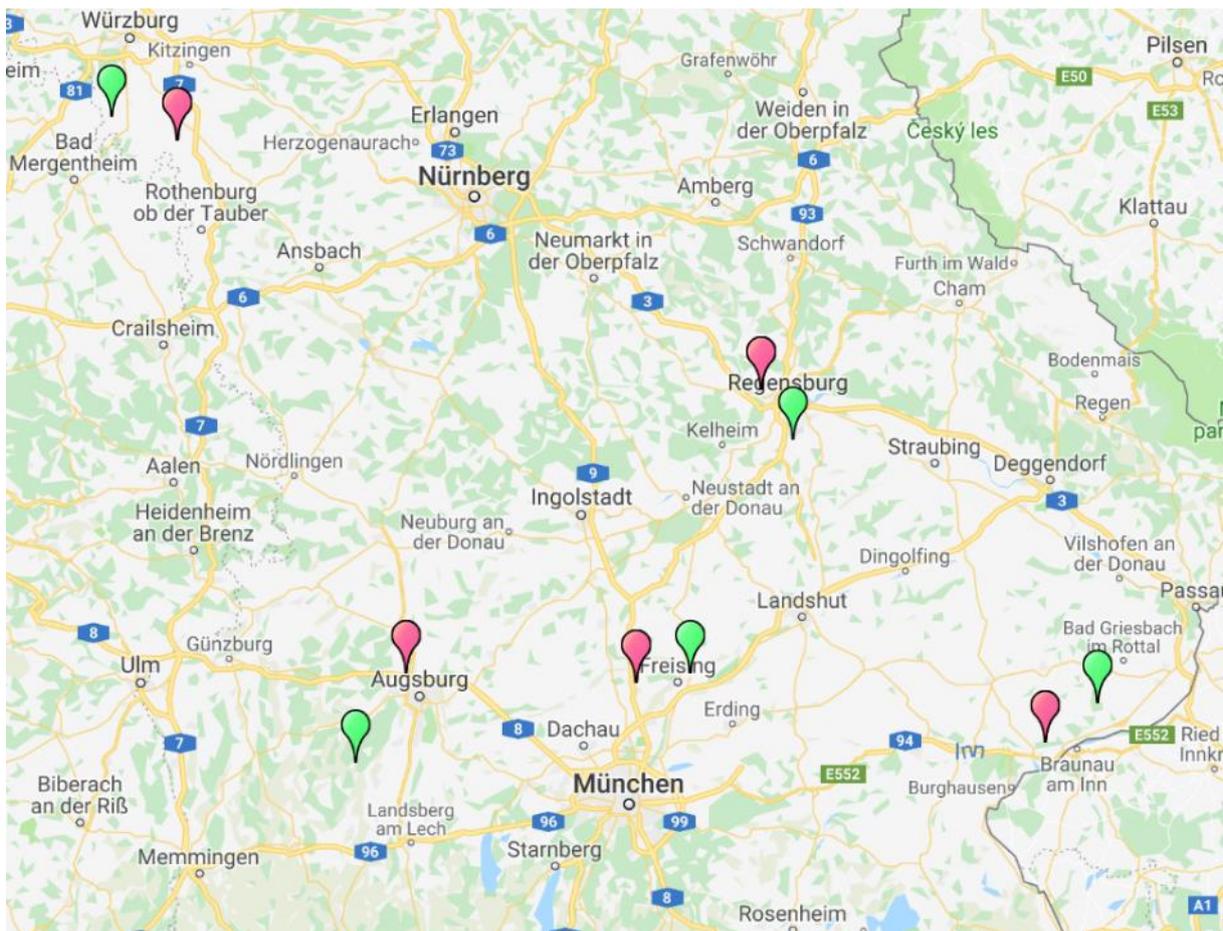


Abbildung 15: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Bayern

Versuchsstandorte in Hessen

Im Bundesland Hessen wurde im Jahr 2017 an 2 Versuchsstandorten Sojabohnen angebaut. Die Standorte Friedberg und Griesheim haben nach ROßBERG und RECKNAGEL (2017) und GEOPORTAL.JKI mit Werten 11-12 respektive 9 eine gute bis ausreichende Anbaueignung für Sojabohnen. Die mittlere Ackerzahl der Standorte lag bei 58,5.

Das langjährige Lufttemperatur-Jahresmittel lag bei 9,5 °C (9,1 °C und 9,8 °C) und die mittlere langjährige Jahresniederschlagsmenge lag bei 585 mm (550 mm und 620 mm). Die Luftlinien-Entfernungen zwischen den Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst und den entsprechenden Versuchsstandorten lag zwischen 3,2 km für Friedberg und 8,2 km für Griesheim.

Abbildung 16 zeigt eine Übersicht über die grobe Lage der Versuchsstandorte und die den Versuchsstandorten zugehörigen Wetterstationen in Hessen. Dabei zeigen die grünen Markierungen die Lage der Versuchsstandorte und die roten Markierungen die Lage der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst.

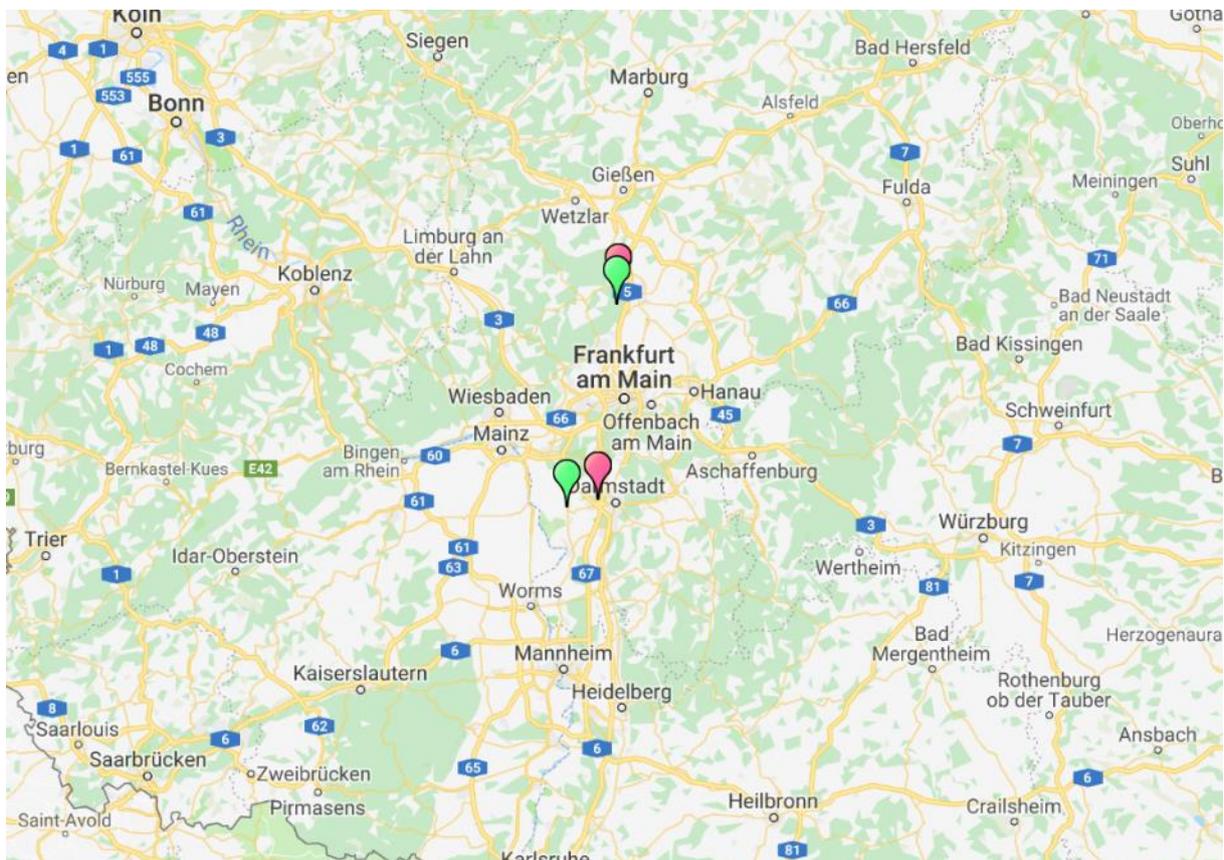


Abbildung 16: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Hessen

Versuchsstandorte in Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz wurde im Jahr 2017 an 2 Versuchsstandorten Sojabohnen angebaut. Die Standorte Ober-Flörsheim und Rinkenbergerhof haben nach ROßBERG und RECKNAGEL (2017) und GEOPORTAL.JKI mit Werten 11 und 12 eine gute Anbaueignung für Sojabohnen. Die mittlere Ackerzahl der Standorte lag bei 57,5. Der Versuchsstandort Rinkenbergerhof hatte eine Ackerzahl von 30; Ober-Flörsheim dagegen eine Ackerzahl von 85.

Das langjährige Lufttemperatur-Jahresmittel lag bei 9,88 °C (9,5 °C und 10,0 °C) und die mittlere langjährige Jahresniederschlagsmenge lag bei 559 mm (535 mm und 583 mm). Beide Standorte befinden sich im Boden-Klima-Raum Rheinebene und Nebentäler. Die Luftlinien-Entfernungen zwischen den Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst und den Versuchsstandorten lag bei 5,1 km für Ober-Flörsheim und 15,1 km für Rinkenbergerhof.

Abbildung 17 zeigt eine Übersicht über die grobe Lage der Versuchsstandorte und die den Versuchsstandorten zugehörigen Wetterstationen in Rheinland-Pfalz. Dabei zeigen die grünen Markierungen die Lage der Versuchsstandorte und die roten Markierungen die Lage der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst.

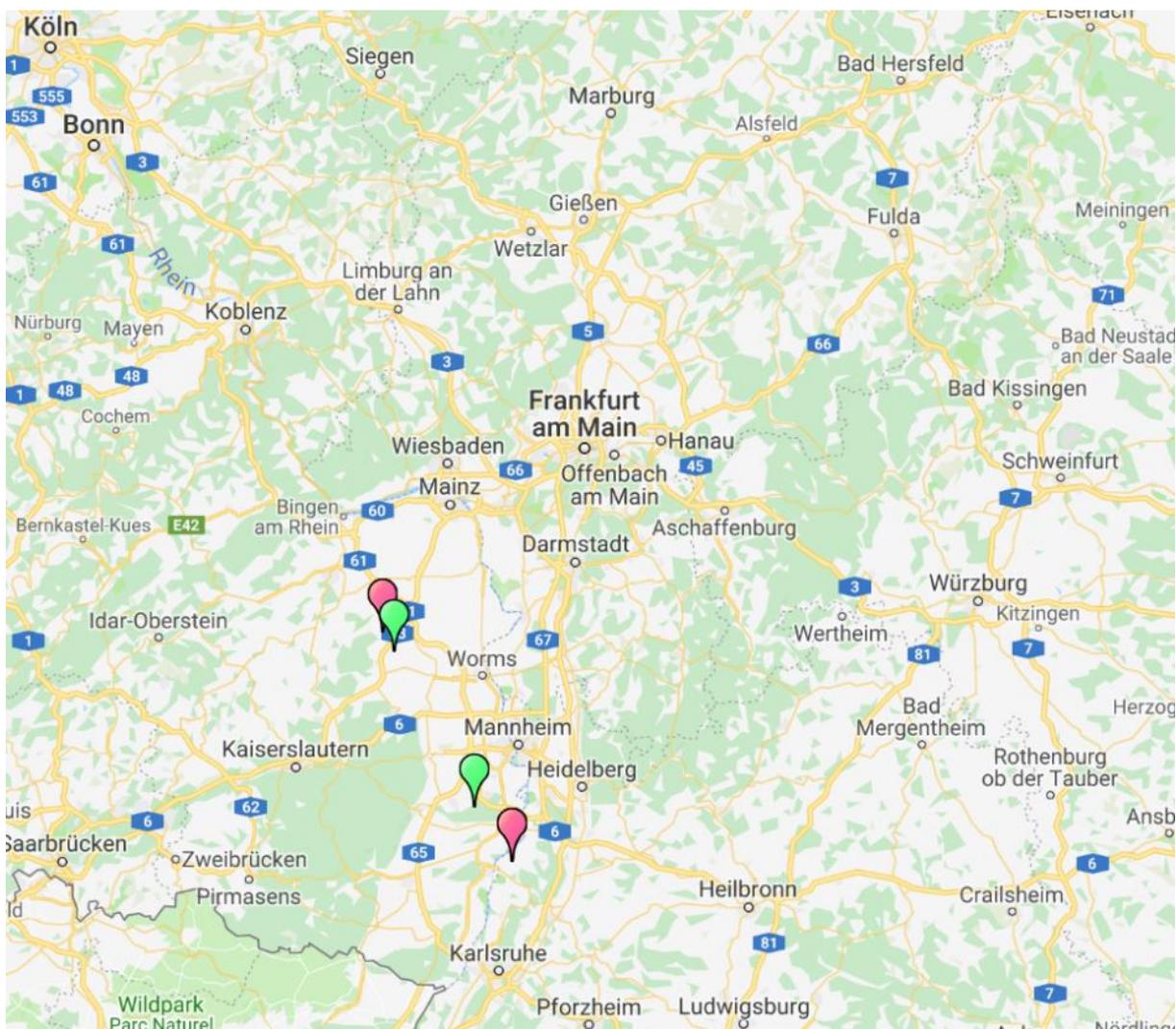


Abbildung 17: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Rheinland-Pfalz

Versuchsstandorte in Sachsen-Anhalt

Im Jahr 2017 wurden Landessortenversuche an 3 Standorten in Sachsen-Anhalt durchgeführt. Nach ROßBERG und RECKNAGEL (2017) und GEOPORTAL.JKI haben alle Standorte in Sachsen-Anhalt mit Werten zwischen 8 und 10 eine ausreichende Anbaueignung für Sojabohnen. Die mittlere Ackerzahl der Versuchsstandorte lag bei 54,7. Die niedrigste Ackerzahl war beim Standort Gadegast mit zwischen 33 und 40, während die höchste Ackerzahl in Bernburg bei 90 lag. In Beetzendorf wurden die Versuche auf Böden mit einer Ackerzahl zwischen 45 und 50 durchgeführt.

Das langjährige Lufttemperatur-Jahresmittel lag für die Standorte bei 8,4 °C (8,4 °C und 8,9 °C) und die mittlere langjährige Jahresniederschlagsmenge lag bei 575 mm (483 mm in Bernburg und 575 mm in Beetzendorf). Die Luftlinien-Entfernungen zwischen den Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst und den entsprechenden Versuchsstandorten lag zwischen 0,5 km für Bernburg und maximal 29,5 km für Beetzendorf.

Abbildung 17 zeigt eine Übersicht über die grobe Lage der Versuchsstandorte und die den Versuchsstandorten zugehörigen Wetterstationen in Sachsen-Anhalt. Dabei zeigen die grünen Markierungen die Lage der Versuchsstandorte und die roten Markierungen die Lage der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienst.

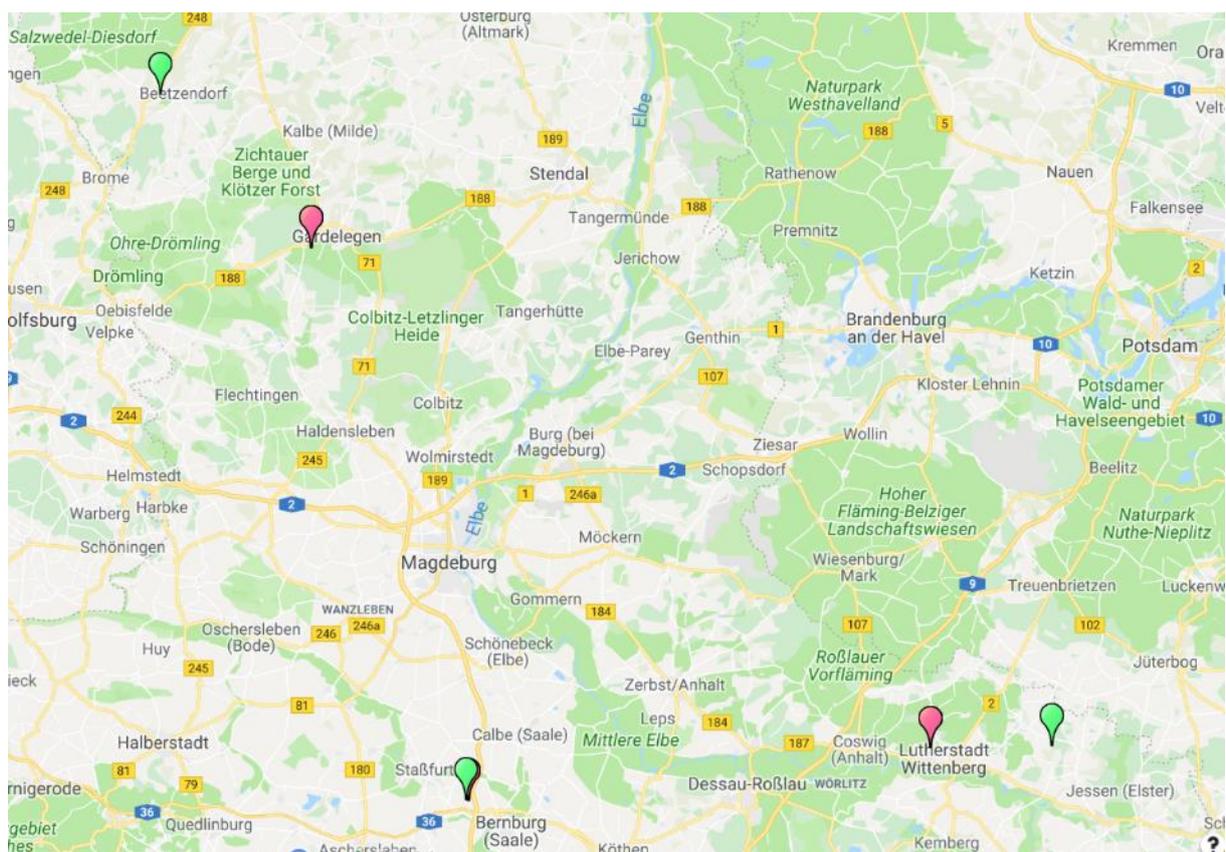


Abbildung 18: Lage der Versuchs- und Wetterstationen in Sachsen-Anhalt

3.1.3 Ausgewählte Sorten

Im Jahr 2017 wurden in den Landessortenversuchen insgesamt 22 Sojabohnensorten aus der Beschreibenden Sortenliste angebaut (BUNDESSORTENAMT, 2018). Von den 22 Sorten wurden nur 5 an allen Versuchsstandorten kultiviert. Diese 5 Sorten bilden die Grundlage der vorliegenden Untersuchung. Der Reifewert liegt bei den ausgewählten Sorten zwischen 3 und 6, was zwischen einer frühen und mittleren bis späten Jugendentwicklung liegt. Für RGT Shouna wurde in den Sortenversuchen die langsamste Jugendentwicklung und für die Sorte Merlin die schnellste Jugendentwicklung gemessen. Der Rohproteingehalt wurde für die ausgewählten Sorten von zwischen niedrig bis mittel und mittel bis hoch beschrieben. Den niedrigsten Wert hat die Sorte Merlin und den höchsten Wert die Sorten Regina und RGT Shouna. Beim Kornertrag wurden die geprüften Sorten zwischen einem zu erwartenden Ertragsniveau von mittel und hoch bewertet. Der geringste Kornertrag wurde für die Sorte Merlin, die höchsten Kornerträge für die Sorten ES Comandor und RGT Shouna gemessen. In Tabelle 13 sind die relevanten Sorten mit ihren Sorteneigenschaften beschrieben.

Tabelle 13: Sorteneigenschaften nach (BUNDESSORTENAMT, 2018)

Sortenname	Kenn-Nr. BSA	Jahr der Zulassung	Reife	Kornertrag	Rohprot. geh.	Sorteneigenschaften
ES Comandor	SJ00184	2016	4	7	5	Leicht überdurchschnittlicher Ertrag; Eiweißgehalt durchschnittlich, mittlere Lagerneigung; einige Tage später als Merlin
Merlin	SJ00074	1997	3	5	4	Schnelle Jugendentwicklung, mittlere Standfestigkeit, besonders frühreif, sehr gute Wahl für Grenzgebiete und/oder den Erstanbau (KÖGEL, 2018)
Regina	SJ00189	2016	5	6	6	Mittelschnelle Jugendentwicklung, gute Verzweigung, gute Standfestigkeit, mittlere Wuchshöhe und Unkrautunterdrückung (KÖGEL, 2018)
RGT Shouna	SJ00172	2014	6	7	6	Langsamere Jugendentwicklung, gute Standfestigkeit, bei guter Wasserversorgung gute Ertrag und Eiweißgehalt (KÖGEL, 2018)
Amarok	SJ00150	2014	5	6	5	Etwas später als Merlin rasche Jugendentwicklung, schlechtere Standfestigkeit, zügige Abreife (KÖGEL, 2018)

3.1.4 Klimadaten

In Anlehnung an ROßBERG und RECKNAGEL (2017) wurden für die Quantifizierung der meteorologischen Daten historische Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes verwendet (DEUTSCHER WETTERDIENST, 2019a). Dafür wurde unter Berücksichtigung der Lage der Versuchsstandorte die nahest gelegene Wetterstation des Deutschen Wetter Dienstes bestimmt und die Wetterdaten für das Jahr 2017 heruntergeladen und ausgewertet. Die Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den jeweils ausgewählten Wetterstationen wurde mit Hilfe von Google Earth (Version 7.3.2) ermittelt. Dazu wurden die GPS-Koordinaten der Versuchs- und Wetterstationen (siehe Anhang II, Seite 107) in das Programm überführt und mittels der Lineal-Funktion die Entfernungen zwischen den Standorten und den Stationen gemessen. Die Entfernung zwischen den Standorten und den Stationen beträgt im Mittel 12,7 km. Die minimalste Entfernung zwischen der Versuchsstation und der Wetterstation ist mit 0,5 km in Bernburg, Sachsen-Anhalt. Die maximalste Entfernung wurde zwischen der Versuchsstation Beetzendorf und der Wetterstation Gardelegen mit 29,5 km, ebenfalls in Sachsen-Anhalt, gemessen. Im Anhang in Tabelle 50 sind die Entfernungen zwischen den Versuchsstandorten und den Wetterstationen beschrieben.

3.2 Methode

Im Folgenden werden die Parameter vorgestellt, welche in der vorliegenden Untersuchung ausgewertet und analysiert wurden. Für die Parameter Wärmesumme und Niederschlagsmenge wurden zusätzlich zur Einteilung nach Literaturvorgaben Klasseneinteilungen nach dem mathematischen Prinzip Mittelwert $\pm \frac{1}{2}$ Standardabweichung vorgenommen.

3.2.1 Berechnung und Klassifizierung der Wärmesummen

Die tägliche Wärmesumme ($CHU_{\text{Tag}(24\text{h})}$) wurde nach BROWN und BOOTSMA (1993) für die einzelnen Versuchsstationen berechnet. Dafür wurde der Mittelwert aus der Summe der kalkulierten Wärmesumme für den Tag (CHU_{Tag}) und der kalkulierten Wärmesumme für die Nacht (CHU_{Nacht}) für jede Wetterstation berechnet und dem entsprechenden Versuchsstandort zugeordnet (Anhang II). In Anlehnung an IMGRABEN und RECKNAGEL (2019) wurde die Wärmesumme für jeden Versuchsstandort in der Zeitspanne vom 01.05.2017 bis zum 15.09.2017 nach folgender Formel berechnet:

Formel für die Berechnung der Wärmesumme für pro Tag (24Stunden) nach BROWN und BOOTSMA, 1993:

Berechnung der Wärmesumme für den Tag (CHU_{Tag}):

$T_{\text{max}} > 10,0^{\circ}\text{C}$ dann: $CHU_{\text{Tag}} = 3,33 (T_{\text{max}} - 10) - 0,084 (T_{\text{max}} - 10)^2$

ansonsten $CHU_{\text{Tag}} = 0$

Berechnung der Wärmesumme für die Nacht (CHU_{Nacht}):

$T_{\text{min}} > 4,4^\circ\text{C}$ dann: $CHU_{\text{Nacht}} = 1,8 (T_{\text{min}} - 4,4)$

ansonsten $CHU_{\text{Nacht}} = 0$

Berechnung der Wärmesumme für 24 Stunden ($CHU_{\text{Tag}(24\text{h})}$):

$CHU_{\text{Tag}(24\text{h})} = (CHU_{\text{Tag}} + CHU_{\text{Nacht}}) / 2$

Die Klassifizierung der Wärmesummen ist der Tabelle 14 zu entnehmen.

Tabelle 14: Klassifizierung der Wärmesummen nach mathematischen Gesichtspunkten

Wärmeklasse	$CHU_{\text{Tag}(24\text{h})}$
1	< 2684
2	2684 – 2769
3	2770 – 2940
4	2941 – 3026
5	> 3026

3.2.2 Berechnung und Klassifizierung des Niederschlags

Die Berechnung des Niederschlags wurde, nach den Empfehlungen von IMGRABEN und RECKNAGEL (2019), für die Zeitspanne vom 01.06.2017 bis zum 31.08.2017 für jeden Versuchsstandort berechnet. Dazu wurden die historischen Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Die Einteilung in Klassen ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 15: Klassifizierung des Niederschlags nach mathematischen Gesichtspunkten

Niederschlagsklasse	Niederschlag [mm]
1	< 205,0
2	205,0 – 226,9
3	227,0 – 270,0
4	270,1 – 292,0
5	$\geq 292,0$

3.2.3 Klassifizierung der Ackerzahlen

Für weiterführende statistische Auswertungen wurden 5 Ackerzahlklassen mit einer einheitlichen Klassenbreite von 20 bestimmt. Die Einteilung in Klassen ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 16: Klassifizierung der Ackerzahlen mit einheitlicher Klassenbreite

Ackerzahlklasse	Ackerzahl
1	0 - ≤ 20
2	> 20 - ≤ 40
3	> 40 - ≤ 60
4	> 60 - ≤ 80
5	> 80 - ≤ 100

3.2.4 Theoretische Berechnungen zur Ableitung von Anbauempfehlungen für Sojabohnen in ausgewählten Bundesländern und für ausgewählte Sorten

Zur theoretischen Ableitung von Empfehlungen für den Anbau von Sojabohnen in ausgewählten Bundesländern und für ausgewählte Sorten wurde der niedrigste, mittlere und der höchste Rohproteinерtrag [dt Rohprotein/ha] für jede Sorte und in jedem Bundesland berechnet.

Für die Berechnung des niedrigsten Rohproteinерtrags [dt Rohprotein/ha] wurde für jede Sorte der jeweils niedrigste Rohproteingehalt [%] durch 100 dividiert und der Quotient mit dem jeweils niedrigsten Kornertrag [dt/ha] in jedem Bundesland multipliziert. Dieser theoretische Ansatz dient der Ableitung einer Anbauempfehlung für den Risiko-aversiven Landwirt, da nur die jeweils niedrigsten Werte für den Kornertrag und den Rohproteingehalt einer Sorte in einem Bundesland berücksichtigt werden.

Für die Berechnung des mittleren Rohproteinерtrags [dt Rohprotein/ha] wurde für jede Sorte der mittlere Rohproteingehalt [%] durch 100 dividiert und der Quotient mit dem mittleren Kornertrag [dt/ha] in jedem Bundesland multipliziert. Dieser theoretische Ansatz dient der Ableitung einer Anbauempfehlung für den Risiko-neutralen Landwirt, da nur jeweils die mittleren Werte für den Kornertrag und den Rohproteingehalt einer Sorte in einem Bundesland berücksichtigt werden.

Für die Berechnung des höchsten Rohproteinерtrags [dt Rohprotein/ha] wurde für jede Sorte der höchste Rohproteingehalt [%] durch 100 dividiert und der Quotient mit dem höchsten Kornertrag [dt/ha] in jedem Bundesland multipliziert. Dieser theoretische Ansatz dient der Ableitung einer Anbauempfehlung für den Risiko-freudigen Landwirt, da nur jeweils die höchsten Werte für den Kornertrag und den Rohproteingehalt einer Sorte in einem Bundesland berücksichtigt werden.

Unter Berücksichtigung der so errechneten theoretischen Rohproteinерträge [dt Rohprotein/ha] wird eine Anbauempfehlung für Sojabohnen in den ausgewählten Bundesländern und für ausgewählte Sorten für den Risiko-aversiven, Risiko-neutralen und Risiko-freudigen Landwirt abgeleitet. Dafür wird jeweils der höchste Rohproteinерtrag [dt Rohprotein/ha] aller berücksichtigten Sorten in einer entsprechenden Risikoklasse verwendet.

3.2.5 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die Datenhaltung und Erstellung von Diagrammen erfolgten mit dem Programm Microsoft Excel. Statistische Berechnungen wurden mit dem Programm IBM STATISTICS SPSS 22.0 durchgeführt. Als Methoden wurden der einfache Mittelwertvergleich und Kreuztabellen genutzt. Das Signifikanzniveau wurde bei $p < 0,05$ festgelegt.

4 Ergebnisse

Für die Auswertungen wurden die Versuchsergebnisse der Landessortenversuche zur Sojabohne im Jahr 2017 aus Deutschland verwendet. Aus diesen wurden ausschließlich die Sojabohnensorten Amarok, ES Comandor, Merlin, Regina und RGT Shouna, die an 16 Versuchsstandorten in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt angebaut wurden, in die statistische Auswertung einbezogen. Die Berechnung der Niederschläge fand für den Zeitraum vom 01.06.2017 bis zum 31.08.2017 und für die Wärmesumme vom 01.05.2017 bis zum 15.09.2017 statt. Die Ergebnisse der ausgewählten Sorten zum Kornertrag [dt/ha] und zum Rohproteingehalt [%] sind in den folgenden beiden Tabellen aufgelistet. Alle Versuchsergebnisse, klimatische Beschreibungen der Standorte und die statistischen Auswertungen der Feldversuche sind entweder im Anhang ab Seite 105 oder in den entsprechenden Abschnitten zu finden.

Tabelle 17: Kornertrag [dt/ha] der ausgewählten Sorten im Jahr 2017

Sorte	Baden-Württemberg					Bayern						Hessen			Rheinland-Pfalz			Sachsen-Anhalt				M-Total
	Bö	Mü	Or	Tai	MW	Groß	Kö	Ob-hu	Ro	Wo	MW	Frie	Grie	WM	Ob-Flö	Rink	MW	Bee	BBG	Gad	MW	
Amarok	48,0	37,2	39,7	44,2	42,3	43,6	44,7	50,4	46,5	50,0	47,0	47,8	37,0	42,4	44,5	17,7	31,1	40,7	38,1	32,0	36,9	41,4
ES Comandor	50,1	38,7	45,1	49,8	45,9	46,9	44,3	50,6	45,4	50,5	47,5	47,1	36,7	41,9	40,1	23,3	31,7	30,1	35,7	28,7	31,5	41,4
Merlin	46,5	36,3	43,8	44,1	42,7	40,2	40,3	49,7	40,1	45,3	43,1	46,2	37,9	42,1	34,8	17,4	26,1	33,3	33,7	28,1	31,7	38,6
Regina	46,9	43,8	50,6	45,8	46,8	41,2	43,5	49,6	49,7	49,8	46,8	48,2	42,1	45,2	43,0	20,2	31,6	28,1	34,8	28,6	30,5	41,6
RGT Shouna	44,2	40,2	43,1	45,6	43,3	39,4	41,7	47,0	43,9	53,7	45,1	44,2	33,9	39,1	40,2	15,3	27,8	26,2	33,7	28,1	29,3	38,8
MW	47,1	39,2	44,5	45,9	44,2	42,3	42,9	49,5	45,1	49,9	45,9	46,7	37,5	42,1	40,5	18,8	29,7	31,7	35,2	29,1	32,0	40,4

Bö=Bönningheim; Mü=Müllheim; Or=Orschweier; Tai=Tailfingen; Groß=Großaitingen; Kö=Köfering; Ob-hu=Oberhummel; Ro=Rotthalmünster; Wo=Wolkshausen; Frie=Friedberg; Grie=Griesheim; Ob-Flö=Ober-Flörsheim; Rink=Rinkenbergerhof; Bee=Beetzendorf; BBG=Bernburg; Gad=Gadegast

Tabelle 18: Rohproteingehalt [%] der ausgewählten Sorten im Jahr 2017

Sorte	Baden-Württemberg					Bayern						Hessen			Rheinland-Pfalz			Sachsen-Anhalt				M-Total
	Bö	Mü	Or	Tai	MW	Groß	Kö	Ob-hu	Ro	Wo	MW	Frie	Grie	WM	Ob-Flö	Rink	MW	Bee	BBG	Gad	MW	
Amarok	36,8	36,4	36,0	37,2	36,6	43,0	41,8	42,7	39,4	42,6	41,9	37,3	35,4	36,4	33,4	39,0	36,2	37,3	34,6	36,0	36,0	38,1
ES Comandor	35,8	36,4	36,6	37,2	36,5	42,0	41,6	42,1	40,9	42,3	41,8	35,9	33,5	34,7	33,6	38,0	35,8	38,0	34,5	34,9	35,8	37,7
Merlin	35,2	34,7	34,5	35,5	35,0	39,5	38,1	39,8	38,2	39,6	39,0	33,5	32,7	33,1	29,8	36,8	33,3	36,2	31,7	33,9	33,9	35,6
Regina	36,7	37,3	37,7	38,2	37,5	42,3	42,2	42,7	41,1	42,6	42,2	36,6	35,4	36,0	35,8	38,8	37,3	38,0	33,5	36,5	36,0	38,5
RGT Shouna	37,2	37,8	37,6	37,2	37,5	42,9	41,9	42,8	41,2	43,5	42,5	36,2	38,3	37,3	33,2	38,7	36,0	37,6	35,1	36,7	36,5	38,6
MW	36,3	36,5	36,5	37,1	36,6	41,9	41,1	42,0	40,2	42,1	41,5	35,9	35,1	35,5	33,2	38,3	35,7	37,4	33,9	35,6	35,6	37,7

Bö=Bönningheim; Mü=Müllheim; Or=Orschweier; Tai=Tailfingen; Groß=Großaitingen; Kö=Köfering; Ob-hu=Oberhummel; Ro=Rotthalmünster; Wo=Wolkshausen; Frie=Friedberg; Grie=Griesheim; Ob-Flö=Ober-Flörsheim; Rink=Rinkenbergerhof; Bee=Beetzendorf; BBG=Bernburg; Gad=Gadegast

4.1 Ergebnisse aller ausgewerteten Daten

Die Variablen in Tabelle 19 (vgl. auch Abbildung 19), zeigen die mittleren Ergebnisse der untersuchten Merkmale Kornertrag, Rohprotein, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag aller betrachteten Versuchsstandorte und Sojabohnensorten.

Tabelle 19: Deskriptive Statistik zu den Merkmalen Kornertrag, Rohproteingehalt, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag

	N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	80	40,4	8,6	15,3	53,7
Rohproteingehalt [%]	80	37,7	3,1	29,8	43,5
Ackerzahl	80	66,0	18,6	30	90
Wärmesumme	80	2855	170,8	2534	3158
Niederschlag [mm]	80	248,6	43,3	180,2	312,1

Der mittlere Kornertrag sowie der mittlere Rohproteingehalt aller Sortenergebnisse liegt bei 40,4 dt/ha (zwischen 15,3 dt/ha und 53,7 dt/ha) respektive 37,7% (zwischen 29,8% und 43,5%). Dieser Kornertrag und Rohproteingehalt konnte auf Böden mit einer mittleren Ackerzahl von 66 (zwischen 30 und 90), einer Wärmesumme von 2855 (zwischen 2534 und 3158) und einem mittleren Niederschlag von 248,6 mm (zwischen 180,2 mm und 312,1 mm) gemessen werden. In der folgenden Abbildung 19 ist die lineare Beziehung zwischen Rohprotein und Kornertrag dargestellt.

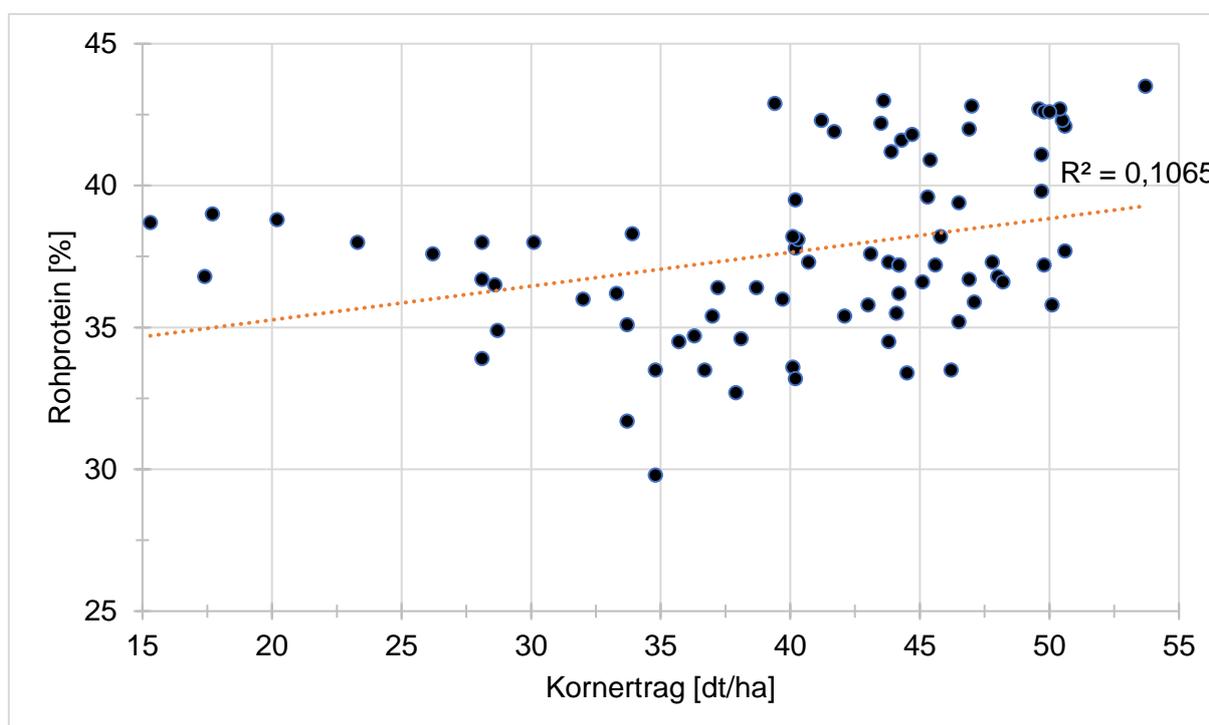


Abbildung 19: Mittlerer Kornertrag und mittlerer Rohproteingehalt aller untersuchten Sojabohnensorten ausgewählter Bundesländer im Jahr 2017 mit einer Korrelation von 0,1065

4.1.1 Analyse des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl und Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Für die Analyse des Zusammenhangs der Ackerzahl auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt von Sojabohnen wurden die Ackerzahlen nach mathematischen Gesichtspunkten klassifiziert und die Klassenmittelwerte auf signifikante Unterschiede überprüft. Anschließend wurde der Einfluss des Merkmals Ackerzahl auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt überprüft. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 20 und Tabelle 21 aufgelistet.

Tabelle 20: Deskriptive Statistik des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen

Parameter	Anzahl	Kornertrag [dt/ha]	Rohprotein [%]
		MW \pm SD (Min - Max)	MW \pm SD (Min - Max)
Ackerzahl nach mathematischen Gesichtspunkten			
20 – 39	10	23,9 ^a \pm 5,9 (15,3 – 32,0)	36,9 \pm 1,7 (33,9 – 39,0)
40 – 59	15	37,2 ^{b,c} \pm 5,9 (26,2 – 46,9)	38,1 \pm 3,3 (32,7 – 43,0)
60 – 79	30	47,4 ^{b,d,e} \pm 2,9 (40,1 – 53,7)	38,9 ^a \pm 2,9 (33,5 – 43,5)
80 – 100	25	40,5 ^{b,f} \pm 4,3 (33,7 – 50,6)	36,2 ^b \pm 3,2 (29,8 – 42,2)
Gesamt	80	40,4 \pm 8,6 (15,3 – 53,7)	37,7 \pm 1,4 (29,8 – 43,5)

a:b, c:d, e:f; p<0,05

Der mittlere Kornertrag in der Klasse der niedrigsten Ackerzahlen war mit 23,9 dt/ha signifikant unterschiedlich zu allen anderen Ackerzahlklassen. Im Gegensatz dazu weist die Ackerzahlklasse zwischen 60 und 79, mit 47,4 dt/ha, signifikant höhere Erträge als alle anderen Klassen auf. In dieser Klasse konnte gleichzeitig der maximalste Kornertrag mit 53,7 dt/ha und der maximalste mittlere Gruppenwert mit 47,4 dt/ha bestimmt werden (vgl. Abbildung 20).

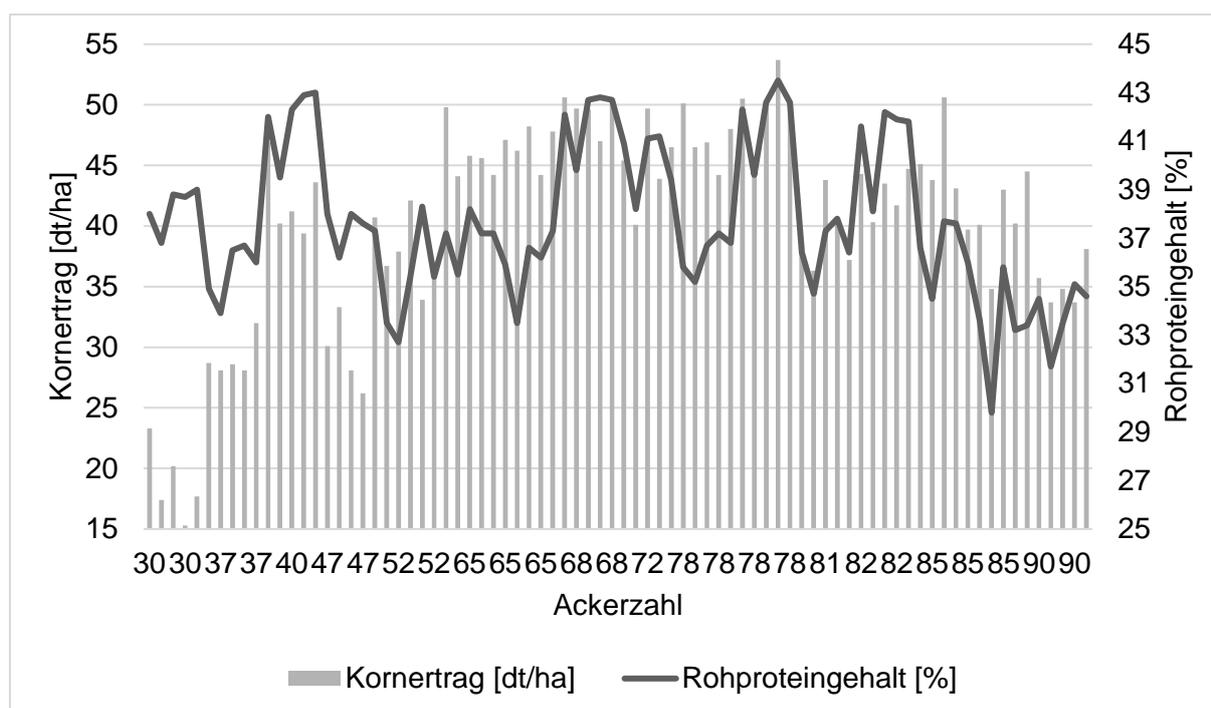


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Ackerzahl, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen

Die Ergebnisse in Tabelle 21 zeigen die Korrelation zwischen Ackerzahl, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen.

Tabelle 21: Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Ackerzahl, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen

	Kornertrag [dt/ha]	Rohproteingehalt [%]	Ackerzahl
Kornertrag [dt/ha]		,326**	,585**
Rohproteingehalt [%]	,326**		-,140
Ackerzahl	,584**	-,140	

** p<0,01

Die Ergebnisse der Auswertung zeigen eine signifikante positive Korrelation zwischen der Ackerzahl und dem Kornertrag. Eine signifikante Korrelation zwischen der Ackerzahl und dem Rohproteingehalt konnte dagegen nicht ermittelt werden.

4.1.2 Analyse des Zusammenhangs zwischen Wärmesumme und Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Für die Analyse des Zusammenhangs der Wärmesumme auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt von Sojabohnen wurden die Wärmesummen nach mathematischen Gesichtspunkten klassifiziert und die Gruppenmittelwerte auf signifikante Unterschiede überprüft. Anschließend wurde der Einfluss des Merkmals Wärmesumme auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt von Sojabohnen überprüft. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 22 und Tabelle 23 aufgelistet.

Tabelle 22: Deskriptive Statistik des Zusammenhangs zwischen Wärmesumme, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen

Parameter	Anzahl	Kornertrag [dt/ha]	Rohprotein [%]
		MW \pm SD (Min - Max)	MW \pm SD (Min - Max)
Wärmesumme [CHU] nach mathematischen Gesichtspunkten			
< 2684	20	42,3 ^a \pm 7,5 (26 - 51)	39,6 ^c \pm 2,6 (36 - 43)
2684 - 2769	5	49,9 ^a \pm 3,0 (45 - 54)	42,1 ^a \pm 1,5 (40 - 44)
2770 - 2940	20	39,4 \pm 6,8 (28 - 50)	37,5 ^b \pm 3,7 (30 - 42)
2941 - 3026	25	41,2 ^a \pm 5,4 (34 - 50)	35,5 ^{b,d} \pm 1,7 (32 - 38)
> 3026	10	31,6 ^b \pm 13,9 (15 - 51)	37,3 ^b \pm 1,4 (35 - 39)

a:b, c:d p<0,05

Der mittlere Kornertrag in der Klasse mit der höchsten Wärmesumme von > 3026 war mit 31,6 dt/ha signifikant unterschiedlich zu allen anderen Klassen, mit Ausnahme der Klasse mit Wärmesummen zwischen 2770 und 2940. In dieser Klasse gibt es die größte Differenz mit 35 dt/ha zwischen dem minimalen (15 dt/ha) und dem maximalen Kornertrag (50 dt/ha) je Wärme Klasse.

Der höchste mittlere Kornertrag mit 49,9 dt/ha konnte für Wärmesummen zwischen 2684 und 2769 erzielt werden. Diese Klasse hat gleichzeitig die geringste Klassenstärke mit 5 Einzelwerten aber auch die geringste Standardabweichung mit 3,0 zwischen den Einzelwerten. Der maximalste Kornertrag von 54 dt/ha konnte in der Klasse mit zweit geringsten Wärmesumme (zwischen 2684 – 2769) geerntet werden.

Ebenso wie für den mittleren Kornertrag, so konnte auch der höchste mittlere Rohproteingehalt in der Wärmesummenklasse zwischen 2684 und 2769 erreicht werden. Dieser unterscheidet sich signifikant von den anderen Klassen mit höheren Wärmesummen, nicht aber zu der Klasse mit der geringeren Wärmesumme von < 2684. Auch der höchste Rohproteingehalt von 44% wurde in dieser Klasse gemessen. Der geringste mittlere Rohproteingehalt von 35,5% wurde in der Klasse mit Wärmesummen zwischen 2941 und 3026, bei einer Standardabweichung von 1,7 und einer Klassenstärke von 25 gemessen. Signifikante Unterschiede im mittleren Rohproteingehalt wurden zwischen der Klasse mit der geringsten Wärmesumme von 39,6% zu der zweit höchsten Klasse mit einer Wärmesumme zwischen 2941 und 3026 von 35,5% bestimmt.

Alle Unterschiede konnten statistisch signifikant auf einem Niveau von p<0,05 nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse in Tabelle 23 zeigen die Korrelation zwischen Wärmesumme, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen.

Tabelle 23: Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Wärmesumme, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen

	Kornertrag [dt/ha]	Rohproteingehalt [%]	Wärmesumme [CHU]
Kornertrag [dt/ha]		,326**	-,323**
Rohproteingehalt [%]	,326**		-,363**
Wärmesumme [CHU]	-,323**	-,363**	

** p<0,01

Die Klassenmittelwerte der Wärmesummen zwischen < 2684 und 2769 sowie zwischen 2941 und 3026 zeigen untereinander keine statistische Differenz, jedoch zu der Gruppe mit Wärmesummen von > 3026. Dieser Unterschied konnte statistisch auf einem Niveau von p<0,05 nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Auswertung zeigen weiterhin eine hoch signifikante negative Korrelation zwischen Wärmesumme und Kornertrag oder Rohproteingehalt. Je höher die Wärmesumme ist, desto geringer waren Kornertrag und Rohproteingehalt der Sojabohnen (vgl. Abbildung 21).

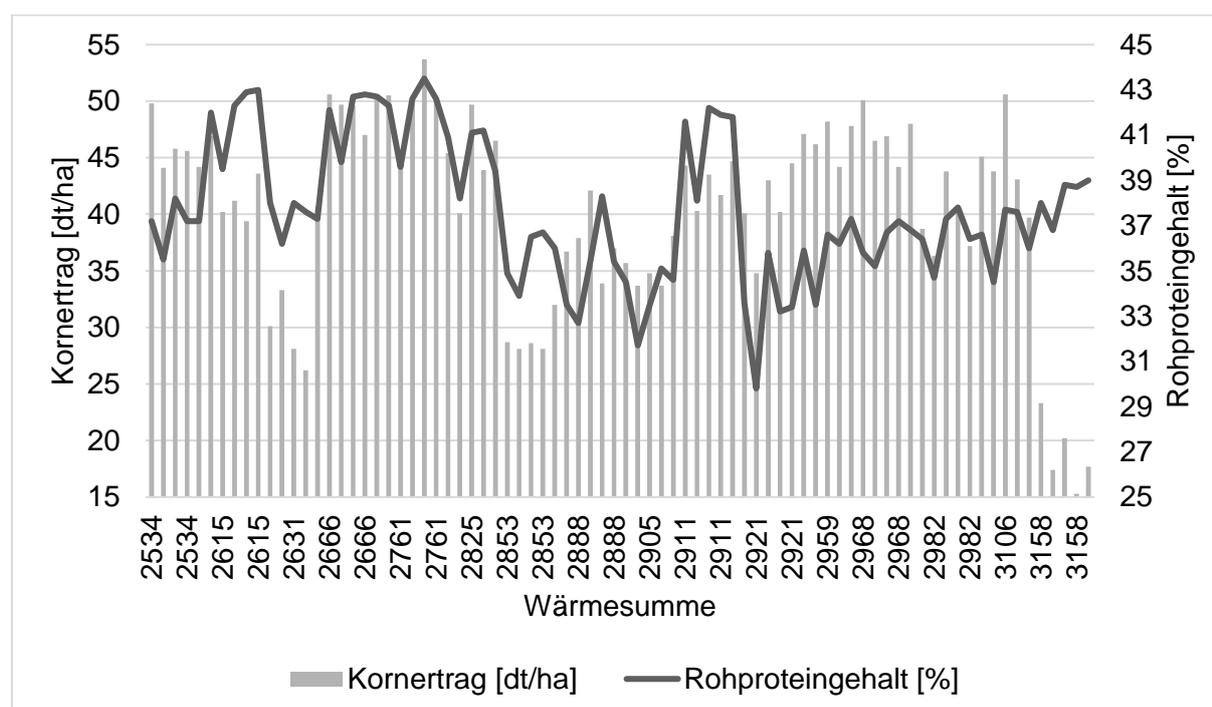


Abbildung 21: Zusammenhang zwischen Wärmesumme, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen

4.1.3 Analyse des Zusammenhangs zwischen Niederschlag und Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Für die Analyse des Zusammenhangs des Niederschlags auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt von Sojabohnen wurden die Niederschläge nach mathematischen Gesichtspunkten klassifiziert und die Gruppenmittelwerte auf signifikante Unterschiede überprüft. Anschließend wurde der Einfluss des Merkmals Niederschlag auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt überprüft. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 24 und Tabelle 25 aufgelistet.

Tabelle 24: Deskriptive Statistik des Zusammenhangs zwischen Niederschlag, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen

Parameter	Anzahl	Kornertrag [dt/ha]	Rohprotein [%]
		MW \pm SD (Min - Max)	MW \pm SD (Min - Max)
Niederschlag [mm] nach mathematischen Gesichtspunkten			
< 205 mm	20	34,4 ^a \pm 10,0 (15 - 45)	36,6 ^a \pm 3,6 (30 - 42)
205 - 226,9 mm	10	41,9 \pm 4,3 (36 - 51)	36,5 ^a \pm 1,2 (35 - 38)
227 - 270 mm	20	42,2 \pm 8,0 (28 - 50)	36,2 ^a \pm 1,2 (34 - 38)
270,1 - 292 mm	10	41,3 \pm 5,0 (34 - 50)	37,6 ^a \pm 3,2 (33 - 41)
> 292 mm	20	43,3 ^b \pm 8,3 (26 - 54)	40,9 ^b \pm 2,4 (36 - 44)

a:b; $p < 0,05$

Statistisch signifikante Unterschiede im mittleren Kornertrag konnten zwischen der niederschlagärmsten Klasse (< 205 mm) mit 34,4 dt/ha und der niederschlagreichsten Klasse (> 292 mm) mit 43,3 dt/ha bestimmt werden. Auch der niedrigste Kornertrag von 15 dt/ha wurde ebenfalls in der Klasse mit Niederschlägen < 205 mm gemessen. Eine hohe Standardabweichung von $\pm 10,0$ dt/ha, sowie die Differenz von 30 dt/ha zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Kornertrag in dieser Klasse, lassen darauf zurückschießen, dass andere Merkmale neben den Niederschlag einen Einfluss auf den Kornertrag haben müssen. Keine statistischen Unterschiede im mittleren Kornertrag konnten zwischen der niederschlagreichsten Klasse und den anderen Niederschlagsklassen ermittelt werden.

Ebenso wie beim mittleren Kornertrag ist auch der mittlere Rohproteingehalt von 40,9% bei der Niederschlagsklasse > 292 mm am höchsten. Unterschiede im Rohproteingehalt konnten von dieser Klasse zu allen anderen Klasse mit einem Niveau von $p < 0,05$ nachgewiesen werden. Alle anderen Klassen haben keine signifikanten Unterschiede im mittleren Rohproteingehalt. In der geringsten Niederschlagsklasse von < 205 mm deutet die hohe Standardabweichung und die hohe Differenz zwischen dem minimalen Rohproteingehalt und dem maximalen Rohproteingehalt auf weitere beeinflussende Merkmale als den Niederschlag hin.

Alle Unterschiede konnten statistisch signifikant auf einem Niveau von $p < 0,05$ nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse in Tabelle 25 zeigen die Korrelation zwischen Niederschlag, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen.

Tabelle 25: Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Niederschlag, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen

	Kornertrag [dt/ha]	Rohproteingehalt [%]	Niederschlag [mm]
Kornertrag [dt/ha]		,326**	,351**
Rohproteingehalt [%]	,326**		,458**
Niederschlag [mm]	,351**	,458**	

** p<0,01

Die statistischen Signifikanzen in Tabelle 24 zeigen, dass bei einem Niederschlag < 205 mm ein schlechterer mittlerer Kornertrag im Vergleich zu den niederschlagsreichen Klassen erzielt wurde. Gleiches gilt für den Rohproteingehalt. Höhere Niederschläge mündeten tendenziell in einen höheren mittleren Rohproteingehalt. Dieses wird in der Korrelationsanalyse Tabelle 25 bestätigt. Generell gilt, je mehr mm Niederschlag, desto höher ist der mittlere Kornertrag als auch desto höher ist der mittlere Rohproteingehalte bei einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,2312$ (vgl. Abbildung 22).

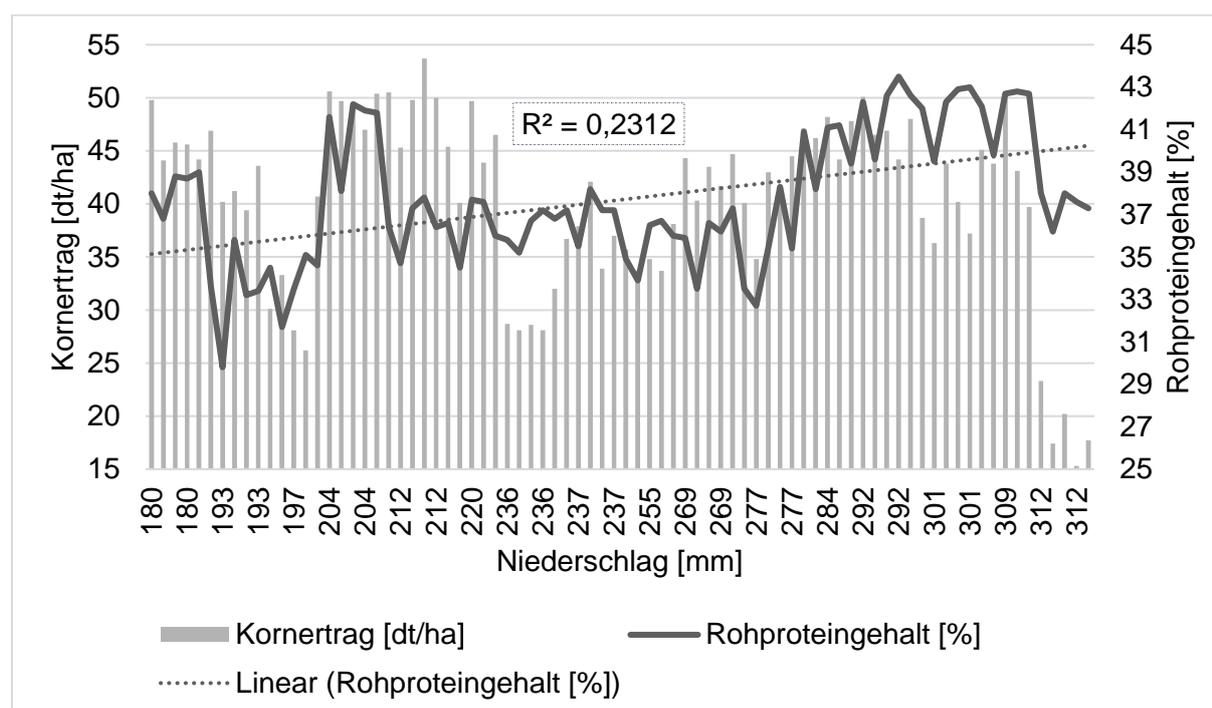


Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Niederschlag, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sojabohnen

4.2 Ergebnisse unter Betrachtung der Bundesländer

In diesem Kapitel werden die mittleren Ergebnisse der untersuchten Merkmale Kornertrag, Rohprotein, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag unter Betrachtung der Bundesländer dargestellt. Tabelle 26 zeigt die deskriptive Statistik zum mittleren Kornertrag und mittleren Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Bundesländer.

Tabelle 26: Deskriptive Statistik zu Kornertrag und Rohprotein in Abhängigkeit der Bundesländer

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag	BW	20	44,2 ^a	4,0	36,3	50,6
	BY	25	45,9 ^c	4,0	39,4	53,7
	HE	10	42,1 ^c	5,1	33,9	48,2
	RP	10	29,7 ^{b,d}	11,3	15,3	44,5
	ST	15	32,0 ^{b,d}	4,1	26,2	40,7
	Gesamt	80	40,4	8,5	15,3	53,7
Rohprotein	BW	20	36,6 ^a	1,0	34,5	38,2
	BY	25	41,5 ^b	1,5	38,1	43,5
	HE	10	35,5 ^a	1,7	32,7	38,3
	RP	10	35,7 ^a	2,9	29,8	39,0
	ST	15	35,6 ^a	1,8	31,7	38,0
	Gesamt	80	37,7	3,1	29,8	43,5

a:b; c:d p<0,05

Untersuchungen zum Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern

Beim Kornertrag wurden der höchste Einzelwert und der höchste Klassenmittelwert mit 53,7 dt/ha, respektive 45,9 dt/ha (\pm SD 4,0 dt/ha) im Bundesland Bayern erzielt (vgl. Abbildung 23). Der mittlere Kornertrag der Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg unterscheidet sich signifikant von den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Diese Unterschiede konnten statistisch auf einem Niveau von $p < 0,05$ nachgewiesen werden. Zu dem Bundesland Hessen gibt es keine signifikanten Unterschiede im mittleren Kornertrag. Die mittleren Kornerträge im Bundesland Rheinland-Pfalz weisen eine hohe Standardabweichung von $\pm 11,3$ dt/ha und eine hohe Differenz zwischen dem minimalen mittleren Kornertrag von 15,3 dt/ha und dem maximalen mittleren Kornertrag von 44,5 dt/ha auf.

Im Bundesland Bayern konnte ein mittleren Rohproteingehalt von 41,5% erzielt werden. In keinem anderen Bundesland konnten vergleichbar hohe mittlere Rohproteingehalte erzielt werden. Auch diese Unterschiede konnten statistisch signifikant auf einem Niveau von $p < 0,05$ nachgewiesen werden. Unter den anderen Bundesländern gab es keine signifikanten Unterschiede im mittleren Rohproteingehalt von zwischen 31,7% in Sachsen-Anhalt und 34,5% in Baden-Württemberg.

Die Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts der ausgewählten Sojabohnen nach Bundesländern sind in dem Wolkendiagramm Abbildung 23 dargestellt.

Ebenfalls dargestellt ist der Rohproteingehalt von 42%, welcher der Schwellenwert von Soja für die Nutzung des Proteins als Lebensmitteltofu darstellt.

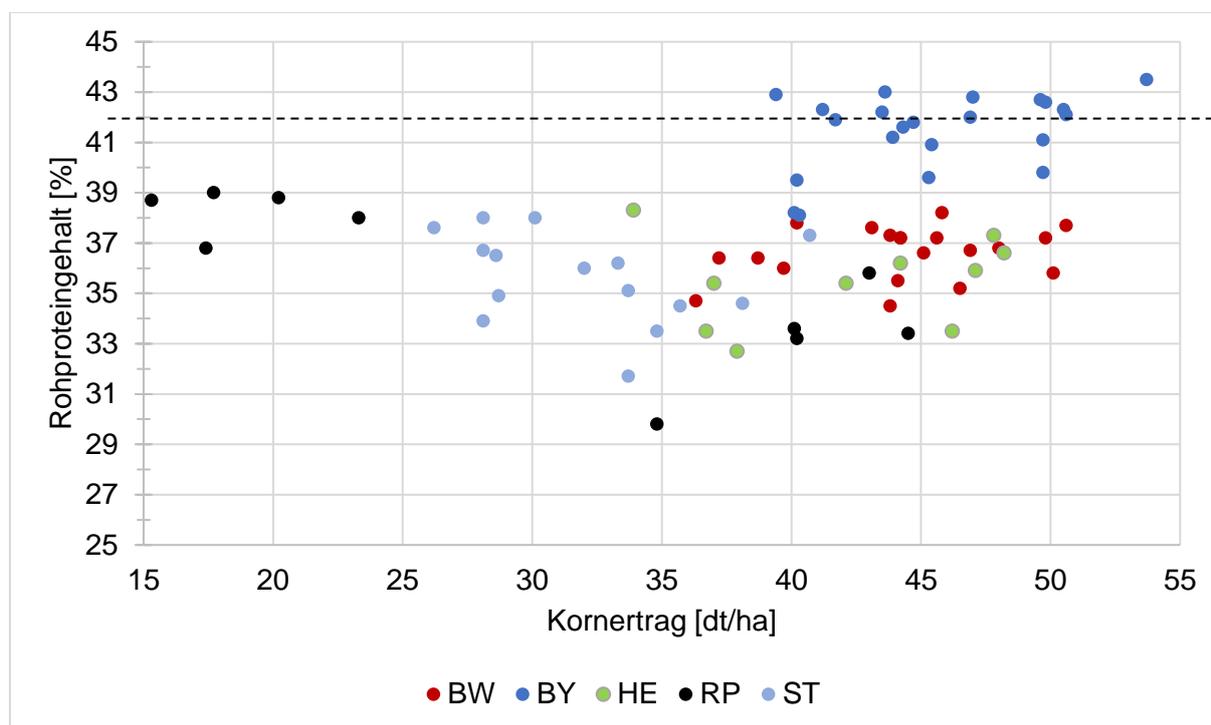


Abbildung 23: Verteilung von Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern

Im oben dargestellten Wolkendiagramm (vgl. Abbildung 23) ist deutlich zu erkennen, dass die höchsten Rohproteingehalte für die Sojabohnensorten in Bayern erreicht wurden. Die Gruppenmittelwerte von 41,5% (\pm SD 1,5%) für das Bundesland Bayern zeigen eine deutliche Differenz zu den Gruppenmittelwerten aller anderen Bundesländer (zwischen 35,5% in Hessen und 36,6% in Baden–Württemberg). Dieser Unterschied konnte statistisch auf einem Niveau von $p < 0,05$ nachgewiesen werden. Die anderen vier Bundesländer haben vergleichbare Rohproteingehalte und es besteht kein Unterschied in den Gruppenmittelwerten. Der höchste einzelne Rohproteingehalt wurde ebenfalls in Bayern mit 43,5% erzielt, der geringste in Rheinland-Pfalz mit 29,8%.

Untersuchungen zur Anbaueignung nach Bundesländern

Abbildung 24 zeigt einen Überblick über die Verteilung der Anbaueignungen der Versuchsstandorte für Sojabohnen nach Bundesländern.

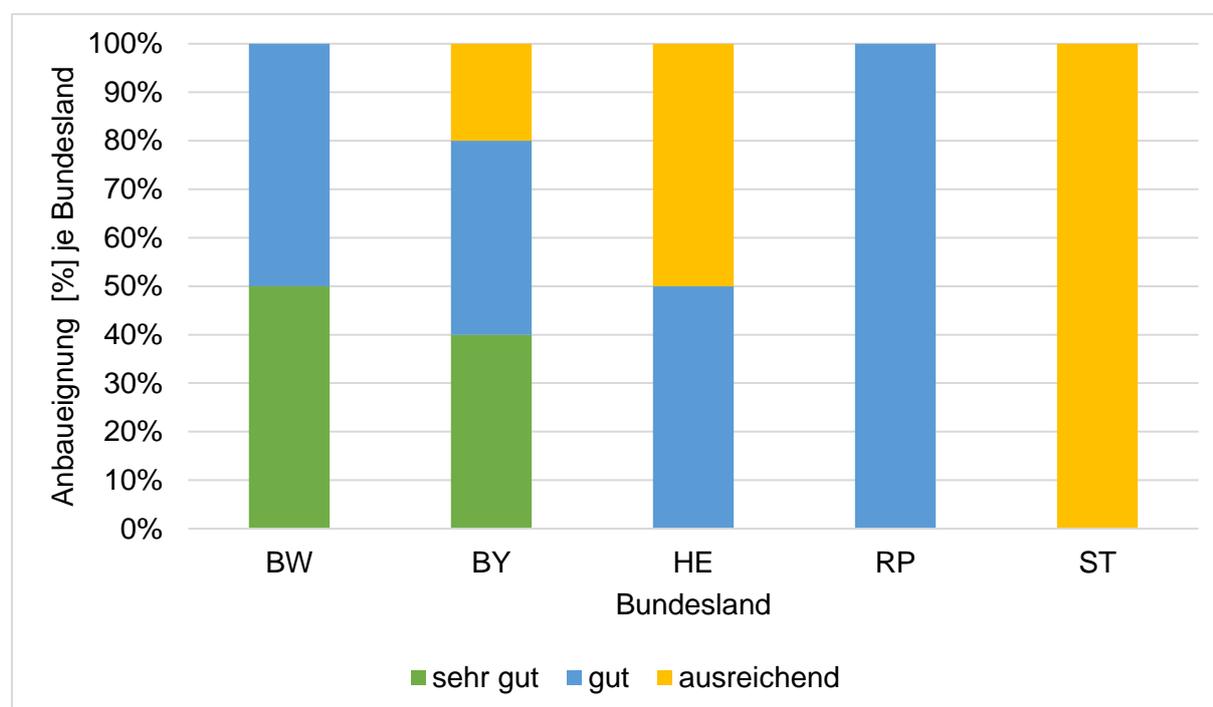


Abbildung 24: Sojaanbaueignung in % nach Bundesland

Die Sojabohnensorten wurden an Standorten mit sehr guter bis ausreichender Anbaueignung für Sojabohnen angebaut. Die Mehrzahl der Standorte hatte eine gute Anbaueignung. Betrachtet man die einzelnen Bundesländer, so fällt auf, dass die Versuchsstandorte in Baden-Württemberg ausschließlich sehr gute bis gute Eignungen für den Anbau von Sojabohnen hatten. Auch in Bayern hatten 80% der Lagen eine sehr gut bis gute Anbaueignung. In den Bundesländern Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt wurden die Sojabohnen in Regionen mit bestenfalls guter Anbaueignung angebaut. Alle Versuchsflächen in Sachsen-Anhalt hatte nur eine ausreichende Eignung für den erfolgreichen Sojaanbau.

4.2.1 Analyse des Einflusses der Ackerzahl auf Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern

Für die Beschreibungen wurden die Versuchsstandorte den Bundesländern zugeordnet und deren mittlere Ackerzahl errechnet. Diese Mittelwerte wurden anschließend auf signifikante Unterschiede zwischen der mittleren Ackerzahl der Bundesländer überprüft. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 27 aufgelistet.

Tabelle 27: Deskriptive Statistik zu Ackerzahlen unter Betrachtung der Bundesländer

		N	MW	±SD	Min	Max
Ackerzahl	BW	20	77,3 ^a	7,5	65	85
	BY	25	68,0	14,8	40	82
	HE	10	58,5	6,5	52	65
	RP	10	57,5	27,5	30	85
	ST	15	58,0 ^b	23,0	37	90
	Gesamt	80	66,0	18,5	30	90

a:b p<0,05

Die mittlere Ackerzahl aller Bundesländer liegt bei 66,0 (zwischen 57,5 in Rheinland-Pfalz und 77,3 in Baden-Württemberg). Signifikante Unterschiede in der mittleren Ackerzahl konnten zwischen dem Bundesland Baden-Württemberg mit 77,3 und dem Bundesland Sachsen-Anhalt mit 58,0 auf einem statistischen Niveau von $p < 0,05$ nachgewiesen werden. Die mittleren Ackerzahlen in den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern sind tendenziell höher als in den anderen Bundesländern. Der Versuchsstandort mit der niedrigste Ackerzahl von 30 wurde im Bundesland Rheinland-Pfalz und der Standort mit der höchste Ackerzahl von 90 im Bundesland Sachsen-Anhalt nachgewiesen. Hohe Standardabweichungen zeigen die Ackerzahlen insbesondere in den Bundesländern in Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt, was auf eine starke Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert deutet. Statistisch ist dieser Unterschied nicht zu belegen (vgl. Tabelle 27 und Tabelle 28).

Tabelle 28: Deskriptive Statistik zur Ackerzahl, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen nach Bundesländern

Parameter	Mittlere Ackerzahl	Kornertrag [dt/ha] MW ±SD (Min - Max)	Rohproteingehalt [%] MW ±SD (Min - Max)
Bundesländern			
BW	77,3 ^a	44,2 ^a ±4,0 (36,3,3 – 50,6)	36,6 ^a ±1,0 (34,5 – 38,2)
BY	68,0	45,9 ^c ±4,0 (39,4 – 53,7)	41,5 ^b ±1,5 (38,1 – 43,5)
HE	58,5	42,1 ^c ±5,1 (33,9 – 48,2)	35,5 ^a ±1,7 (32,7 – 38,3)
RP	57,5	29,7 ^{b,d} ±11,3 (15,3 – 44,5)	35,7 ^a ±2,9 (29,8 – 39,0)
ST	58,0 ^b	32,0 ^{b,d} ±4,1 (26,2 – 40,7)	35,6 ^a ±1,8 (31,7 – 38,0)
Gesamt	66,0	40,4 ±8,5 (15,3 – 53,7)	37,7 ±3,1 (29,8 – 43,5)

a:b, c:d, e:f; p<0,05

Im Bundesland Bayern konnte mit einer mittleren Ackerzahl von 68,0 die höchsten mittleren Kornerträge von 45,9 dt/ha und die höchsten mittleren Rohproteingehalte von 41,5% erzielt werden. Das schafft kein anderes Bundesland. Die Versuchsstandorte in dem Bundesland Baden-Württemberg erreichen, trotz der höchsten mittlere Ackerzahl von 77,3 nur mittlere Kornerträge von 44,2 dt/ha. Gleiches gilt für den Rohproteingehalt. Mit einem mittleren Rohproteingehalt von 36,6% erzielen die Versuchsstandorte in Baden-Württemberg einen um 4,9% geringeren mittleren Rohproteingehalt im direkten Vergleich mit Bayern. Alle anderen Bundesländer erzielten geringe mittlere Kornerträge und Rohproteingehalte im Vergleich zu Bayern und Baden-Württemberg (vgl. Abbildung 25 und Abbildung 26).

Abbildung 26 zeigt den Zusammenhang zwischen der Ackerzahl und dem Kornertrag von Sojabohnen nach Bundesländern.

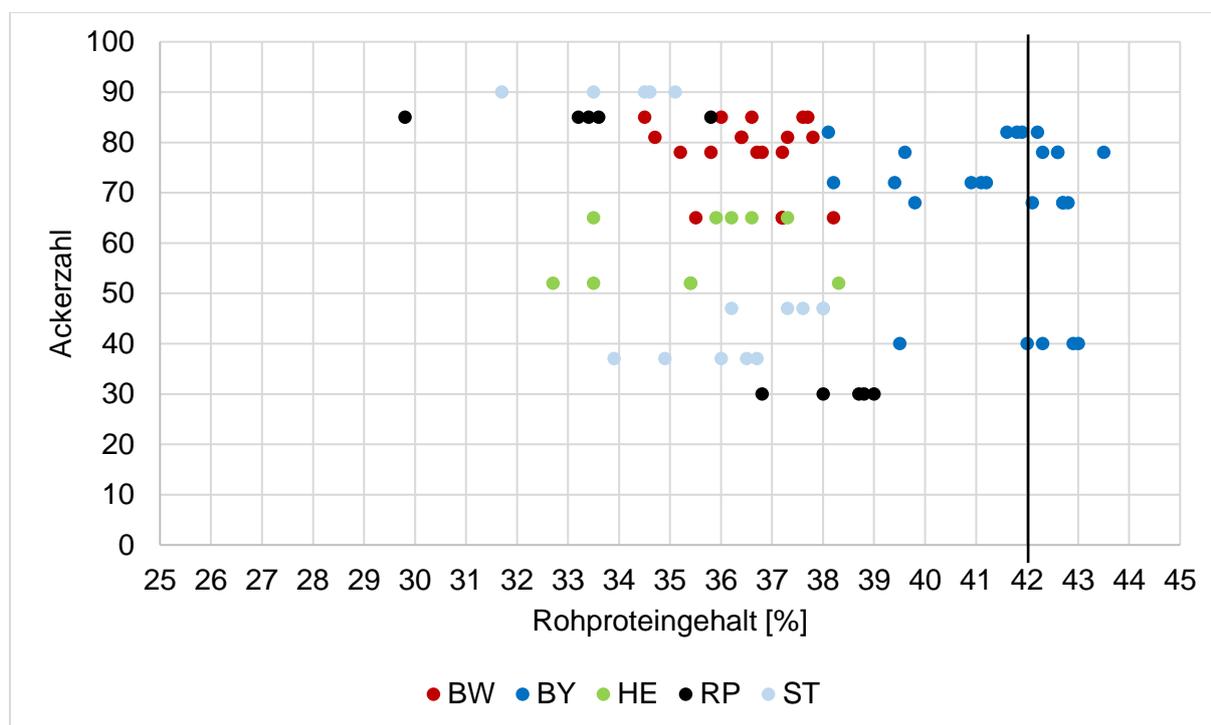


Abbildung 26: Zusammenhang von der Ackerzahl auf den Rohproteingehalt bei Sojabohnen nach Bundesländern

Die Versuchsstandorte sind in der Abbildung 26 den Bundesländern farblich zugeordnet. In der Abbildung kann man die Schwankungen des Rohproteingehalts der einzelnen Sorten erkennen. Ackerzahlen zwischen 40 und 90 konnten in dem Bundesland Bayern einen Rohproteingehalt von größer oder gleich 42% erzielen. Erträge von etwa 45 dt/ha konnten mit der Ausnahme von Sachsen-Anhalt in allen anderen ausgewählten Bundesländern erreicht werden.

4.2.2 Analyse des Einflusses von Wärmesumme auf Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern

Für die Beschreibungen wurden die Versuchsstandorte den Bundesländern zugeordnet und deren mittlere Wärmesumme errechnet. Diese Mittelwerte wurden anschließend auf signifikante Unterschiede zwischen der mittleren Wärmesumme der Bundesländer überprüft. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 29 aufgelistet.

Tabelle 29: Deskriptive Statistik zu Wärmesumme unter Betrachtung der Bundesländer

		N	MW	±SD	Min	Max
Wärmesumme	BW	20	2897,6 ^a	222,1	2534,4	3106,4
	BY	25	2755,5 ^b	108,7	2615,2	2911,0
	HE	10	2923,1	37,4	2887,6	2958,5
	RP	10	3039,3 ^{a;c}	125,0	2920,7	3157,8
	ST	15	2796,4 ^d	123,7	2631,4	2904,6
	Gesamt	80	2855,1	170,8	2534,4	3157,8

a:b; c:d p<0,05

Die mittlere Wärmesumme (vgl. Tabelle 29) liegt bei 2855,1 (zwischen 2534,4 und 3157,8) bei einer Standardabweichung von 170,8. Eine signifikante Differenz zwischen den mittleren Wärmesummen für Bayern (2755,5) zu Baden–Württemberg (2897,6) und Rheinland-Pfalz (3039,3) konnte statistisch auf einem Niveau von p<0,05 nachgewiesen werden. Signifikante Unterschiede in der Wärmesumme konnte ebenfalls zwischen Baden–Württemberg und Rheinland–Pfalz und Sachsen–Anhalt gefunden werden.

In der deskriptiven Statistik in Tabelle 30 sowie in Abbildung 27 und Abbildung 28 sind die Zusammenhänge zwischen der Wärmesumme, Kornertrag und Rohproteingehalt zwischen den Bundesländern aufgelistet bzw. grafisch dargestellt.

Tabelle 30: Deskriptive Statistik zu Wärmesumme, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen nach Bundesländern

Parameter	Mittlere Wärmesumme	Kornertrag [dt/ha] MW ±SD (Min - Max)	Rohprotein [%] MW ±SD (Min - Max)
Bundesländern			
BW	2897,6 ^a	44,2 ^a ±4,0 (36,3,3 – 50,6)	36,6 ^a ±1,0 (34,5 – 38,2)
BY	2755,5 ^b	45,9 ^c ±4,0 (39,4 – 53,7)	41,5 ^b ±1,5 (38,1 – 43,5)
HE	2923,1	42,1 ^c ±5,1 (33,9 – 48,2)	35,5 ^a ±1,7 (32,7 – 38,3)
RP	3039,3 ^{a;c}	29,7 ^{b,d} ±11,3 (15,3 – 44,5)	35,7 ^a ±2,9 (29,8 – 39,0)
ST	2796,4 ^d	32,0 ^{b,d} ±4,1 (26,2 – 40,7)	35,6 ^a ±1,8 (31,7 – 38,0)
Gesamt	2855,1	40,4±8,5 (15,3 – 53,7)	37,7±3,1 (29,8 – 43,5)

a:b; c:d, p<0,05

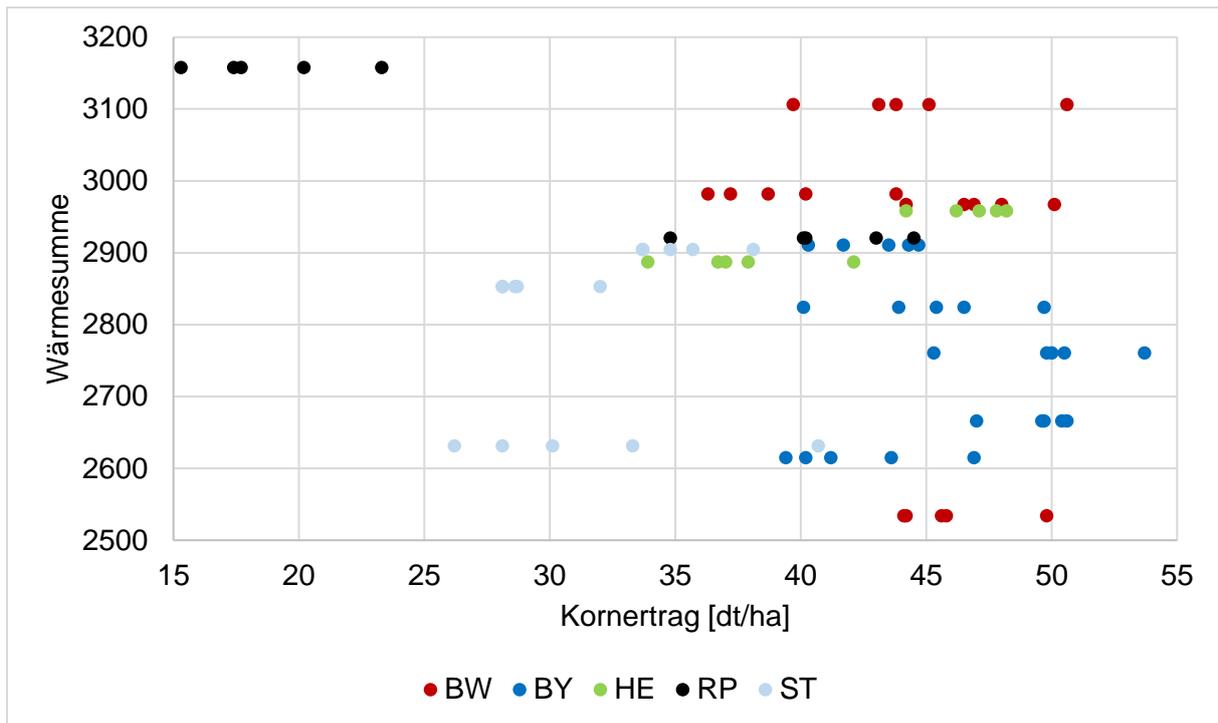


Abbildung 27: Zusammenhang zwischen der Wärmesumme und den Kornertrag bei Sojabohnen nach Bundesländern

Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen die Streuungen des Kornertrags und des Rohproteingehalts zwischen den Sorten nach Wärmesumme und Bundesland.

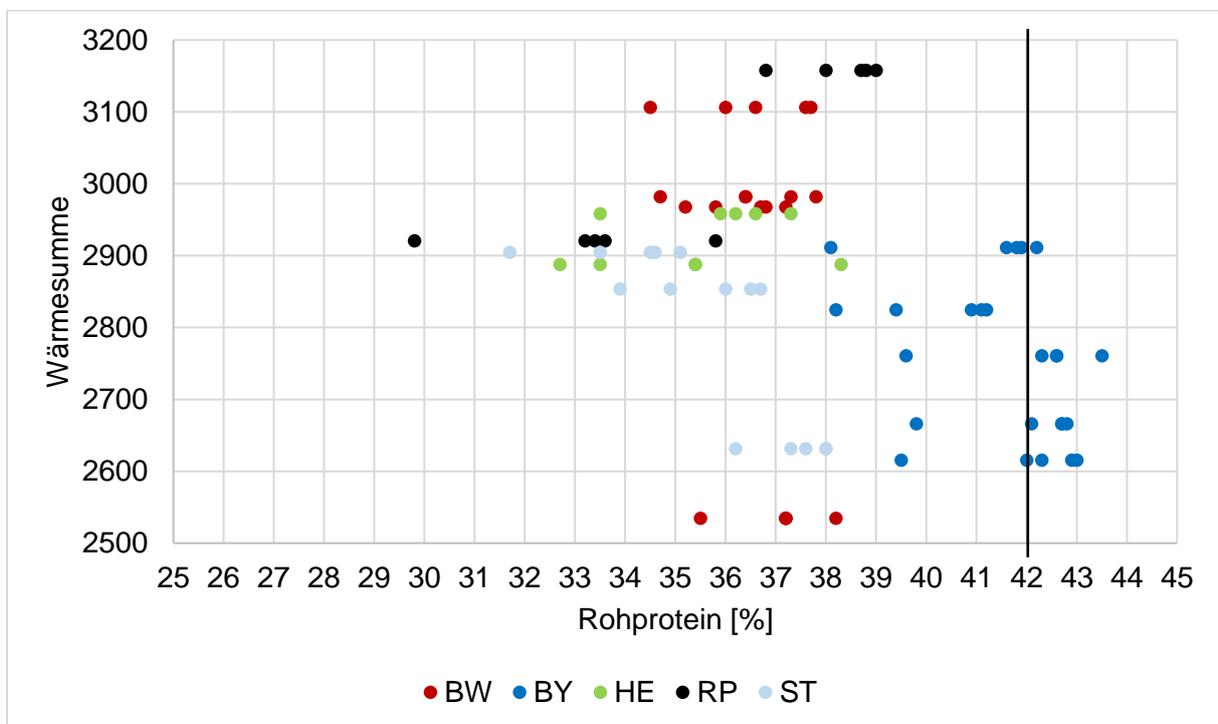


Abbildung 28: Zusammenhang zwischen der Wärmesumme und den Rohproteingehalt bei Sojabohnen nach Bundesländern

4.2.3 Analyse des Einflusses von Niederschlag auf Kornertrag und Rohproteingehalt nach Bundesländern

Für die Beschreibungen wurden die Versuchsstandorte den Bundesländern zugeordnet und deren mittlerer Niederschlag errechnet. Diese Mittelwerte wurden anschließend auf signifikante Unterschiede zwischen dem mittleren Niederschlag der Bundesländer überprüft. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 31 aufgelistet.

Tabelle 31: Deskriptive Statistik zum Niederschlag unter Betrachtung der Bundesländer

Niederschlag	BW	20	226,3 ^{b,c}	10,7	212,4	236,6
	BY	25	277,9 ^{b,d}	38,8	203,8	308,9
	HE	10	272,8 ^{b,d}	3,9	269,1	276,5
	RP	10	186,8 ^a	7,0	180,2	193,4
	ST	15	254,6 ^b	48,6	197,0	312,1
	Gesamt	80	248,6	43,3	180,2	312,1

a:b; c:d p<0,05

Der mittlere Niederschlag (vgl. Tabelle 31) liegt bei 248,6 mm mit einer Standardabweichung von 43,3mm. Die höchste Regenmenge konnte an einem Versuchsstandort in Bayern mit 312,1 mm und die geringste Regenmenge an einem Standort in Rheinland-Pfalz, mit 180,2 mm gemessen werden. Eine signifikante Differenz zwischen dem geringsten mittleren Niederschlag von 186,8 für das Bundesland Rheinland-Pfalz zu allen anderen Bundesländern konnte statistisch signifikant auf einem Niveau von p<0,05 nachgewiesen werden. Signifikante Unterschiede im mittleren Niederschlag konnte ebenfalls zwischen den Bundesländern Baden-Württemberg und Hessen gefunden werden. Der höchste mittlere Niederschlag wurde in Bayern mit 277,9 mm gemessen. Der geringste mit 186,8 mm in Rheinland-Pfalz.

In der deskriptiven Statistik in Tabelle 32 sowie in Abbildung 29 und Abbildung 30 sind die Zusammenhänge zwischen dem Niederschlag, Kornertrag und Rohproteingehalt zwischen den Bundesländern aufgelistet bzw. grafisch dargestellt.

Tabelle 32: Deskriptive Statistik zu Niederschlag, Kornertrag sowie Rohproteingehalt von Sojabohnen nach Bundesländern

Parameter	Mittlerer Niederschlag	Kornertrag [dt/ha] MW ±SD (Min - Max)	Rohprotein [%] MW ±SD (Min - Max)
Bundesländern			
BW	226,325 ^{b,c}	44,2 ^a ±4,0 (36,3 – 50,6)	36,6 ^a ±1,0 (34,5 – 38,2)
BY	277,900 ^{b,d}	45,9 ^c ±4,0 (39,4 – 53,7)	41,5 ^b ±1,5 (38,1 – 43,5)
HE	272,800 ^{b,d}	42,1 ^c ±5,1 (33,9 – 48,2)	35,5 ^a ±1,7 (32,7 – 38,3)
RP	186,800 ^a	29,7 ^{b,d} ±11,3 (15,3 – 44,5)	35,7 ^a ±2,9 (29,8 – 39,0)
ST	254,567 ^b	32,0 ^{b,d} ±4,1 (26,2 – 40,7)	35,6 ^a ±1,8 (31,7 – 38,0)
Gesamt	248,606	40,4±8,5 (15,3 – 53,7)	37,7±3,1 (29,8 – 43,5)

a:b, c:d, p<0,05

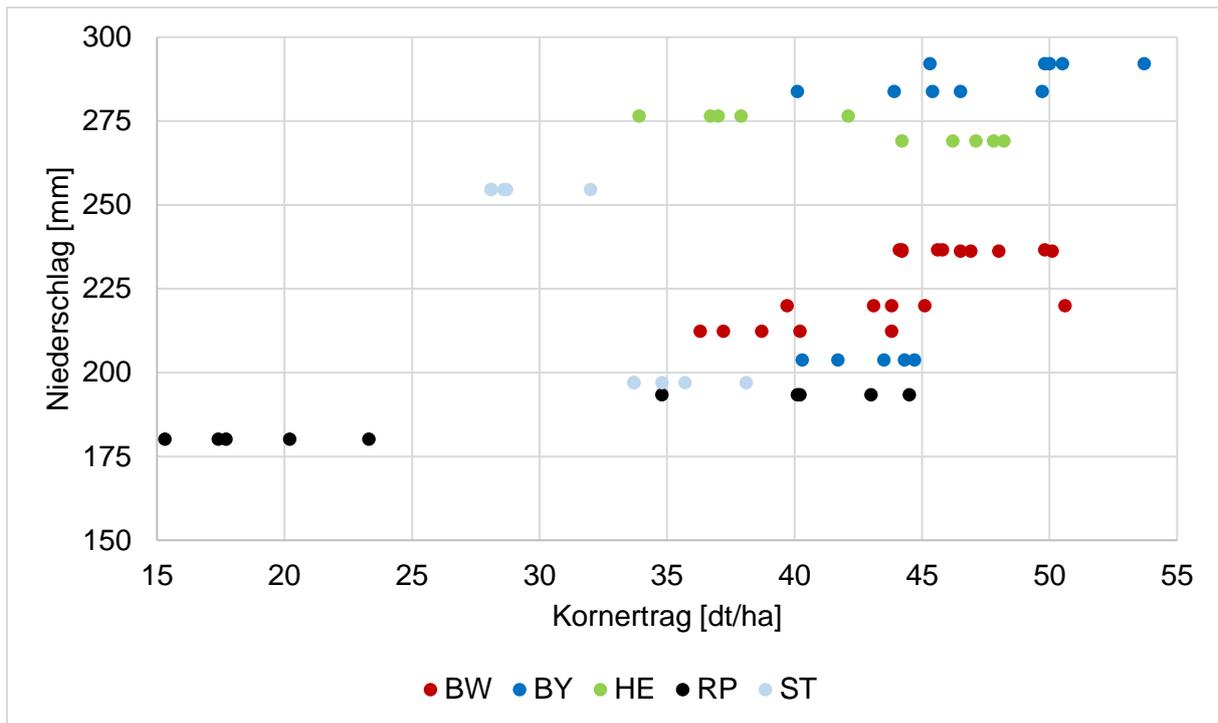


Abbildung 29: Zusammenhang von Niederschlags auf den Kornertrag bei Sojabohnen nach Bundesländern

Abbildung 29 und Abbildung 30 zeigen die Streuungen des Kornertrags und des Rohproteingehalts zwischen den Sorten nach Wärmesumme und Bundesland.

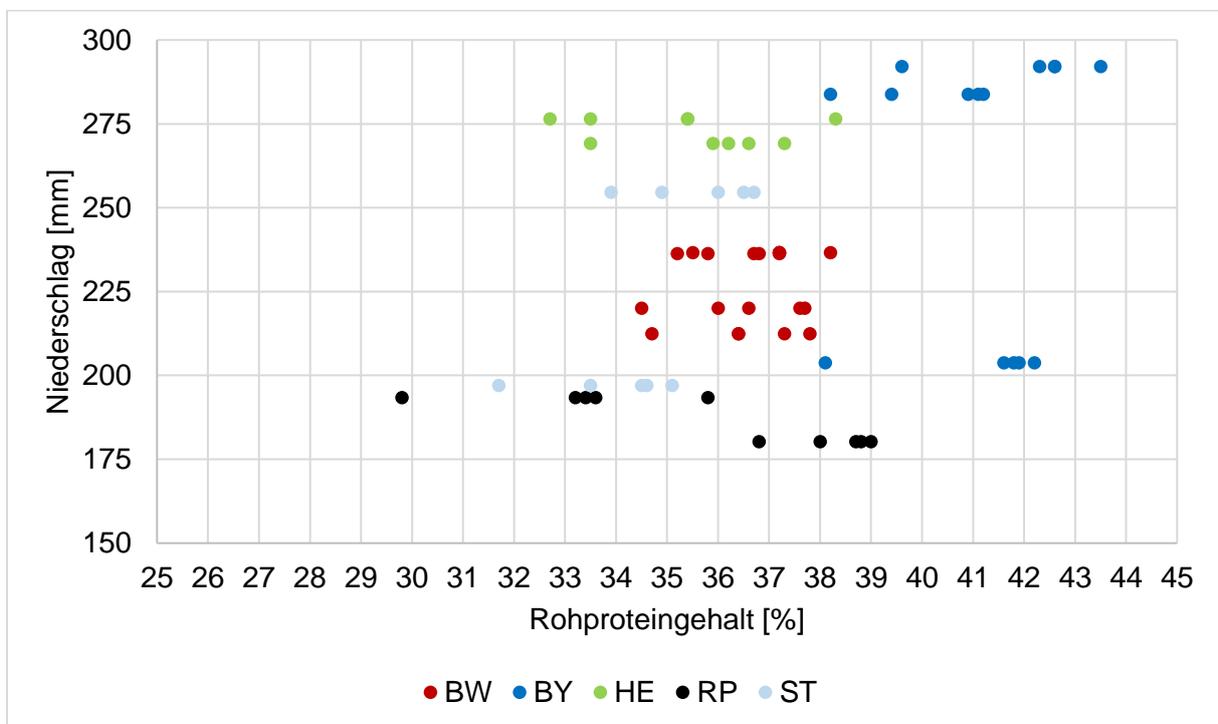


Abbildung 30: Zusammenhang zwischen Niederschlag und Rohproteongehalt bei Sojabohnen nach Bundesländern

4.3 Ergebnisse unter Betrachtung der Sorten

In der deskriptiven Statistik in Tabelle 33 werden die mittleren Ergebnisse der untersuchten Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten dargestellt.

Tabelle 33: Deskriptive Statistik zu Kornertrag sowie Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Sorte

Parameter	Anzahl	Kornertrag [dt/ha] MW±SD (Min - Max)	Rohproteingehalt [%] MW ±SD (Min - Max)
Sojabohnensorten			
Amarok	16	41,4±8,2 (18 – 50)	38,1±3,0 (33 – 43)
ES Comandor	16	41,4±8,5 (23 – 51)	37,7±3,1 (34 – 42)
Merlin	16	38,6±8,1 (20 – 50)	35,6±2,9 (30 – 40)
Regina	16	41,6±9,1 (15 – 51)	38,5±2,9 (34 – 43)
RGT Shouna	16	38,8±9,4 (15 – 54)	38,6±3,0 (33 – 44)
Gesamt	80	40,4±8,6 (15 – 54)	37,7±3,1 (30 – 44)

Die mittleren Kornerträge der Sojabohnensorten lag bei 40,4 dt/ha. Der höchste mittlere Kornertrag konnten für die Sorte Regina mit 41,6 dt/ha bestimmt werden. Die Sojabohnensorte Merlin zeigt dagegen den niedrigsten Kornertrag mit 38,6 dt/ha im direkten Vergleich mit den anderen geprüften Sorten.

Der mittlere Rohproteingehalt unter Berücksichtigung aller Sorten lag bei 37,7%. Der höchste mittlere Rohproteingehalt mit 38,6% konnte, ebenso wie der maximalste Rohproteingehalt mit 44% für die Sorte Regina bestimmt werden. Im direkten Vergleich zu den anderen Sorten hat die Sorte Merlin den geringsten mittleren Rohproteingehalt mit 35,6% und den geringsten Rohproteingehalt mit 30%.

Es konnten, weder für den mittleren Kornertrag noch für den mittleren Rohproteingehalt, Unterschiede in den Gruppenmittelwerte der Sojabohnensorten statistisch signifikant nachgewiesen werden.

Auffällig sind die vergleichsweisen hohen Standardabweichungen der einzelnen Sorten, die darauf schließen lassen, dass Unterschiede in der Wärmesumme, Niederschlag und Ackerzahl bestehen könnten (vgl. Abbildung 31).

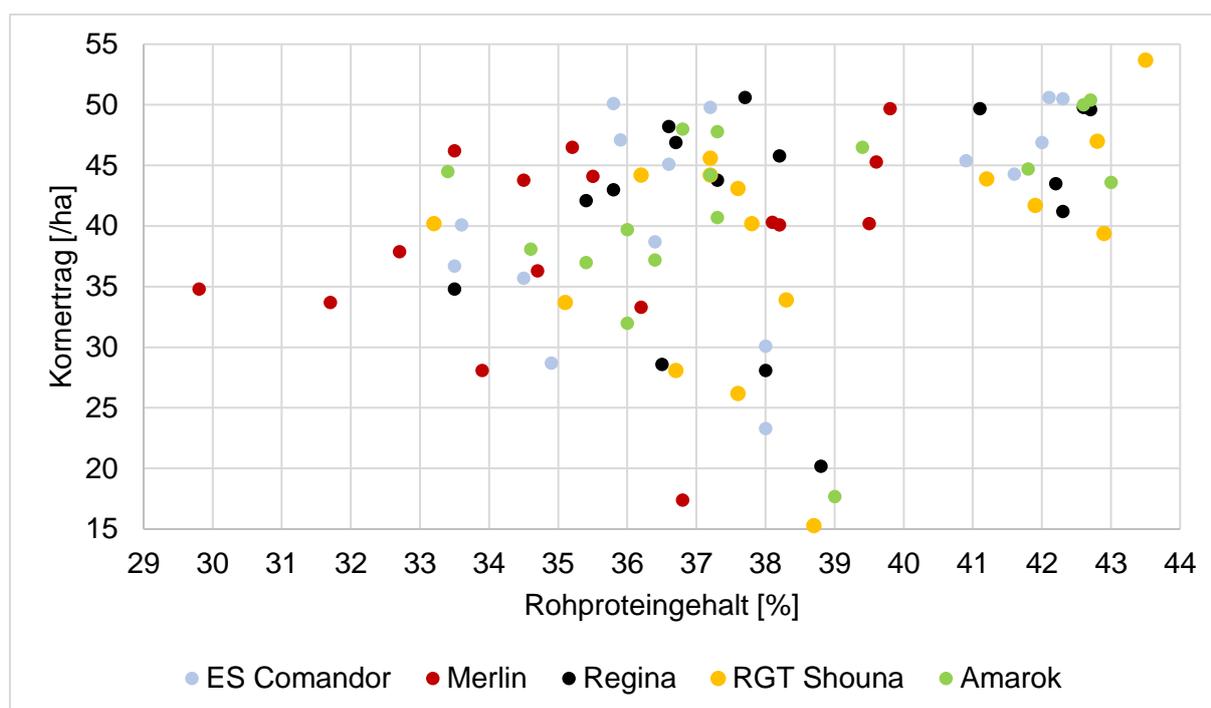


Abbildung 31: Verteilung des Kornertrag und des Rohproteingehalt nach Sojabohnensorten

Abbildung 31 zeigt die weite Verteilung des Kornertrag und des Rohproteingehalt unter Berücksichtigung der ausgewählten Sorten an den verschiedenen Standorten. Die Sorte RGT Shauna konnte beispielsweise an einem Standort den höchsten Kornertrag von 53,7 dt/ha bei einem Rohproteingehalt von 43,5% erreichen. Während dieselbe Sorte, im selben Jahr an einem anderen Standort den schlechtesten Kornertrag von nur 15,3 dt/ha bei 38,7% Rohproteingehalt erzielte. Dieses legt nahe, dass neben dem genetischen Potential einer Sorte, weitere Merkmale, wie beispielsweise Standortbedingungen und dass Klima einen Einfluss auf den zu erwartenden Kornertrag und den Rohproteingehalt haben.

4.3.1 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Merkmal Ackerzahlklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten

In der deskriptiven Statistik in Tabelle 34, wird der Einfluss der Ackerzahlklassen auf die Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten dargestellt.

Tabelle 34: Deskriptive Statistik zu Ackerzahlklassen, Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten

Ackerzahl klasse	ES Comandor MW±SD	Merlin MW±SD	Regina MW±SD	RGT Shouna MW±SD	Amarok MW±SD
Kornertrag [dt/ha]					
20 – 39	26,0±3,8 ^a	22,8±7,6 ^a	24,4±5,9 ^a	21,7±9,1 ^a	24,9±10,1 ^a
40 – 59	37,9±8,5 ^c	37,1±3,5 ^b	37,1±7,8	33,2±6,6 ^c	40,4±3,3 ^b
60 – 79	48,9±2,1 ^{b,d}	45,3±3,2 ^b	48,3±1,7 ^b	46,4±3,7 ^{b,d}	47,8±2,3 ^b
80 – 100	40,8±3,9	37,8±4,2 ^b	43,1±5,6 ^b	39,8±3,6 ^b	40,8±3,5 ^b
Gesamt	41,4±8,5	38,6±8,1	41,6±9,1	38,8±9,4	41,4±8,2
Rohproteingehalt [%]					
20 – 39	36,4±2,2	35,4±2,1	37,7±1,6	37,7±1,4	37,5±2,1
40 – 59	37,8±4,3	36,1±3,4	38,6±3,5	39,6±2,9	38,6±4,0
60 – 79	39,0±3,1	37,0±2,6	39,7±2,8	39,7±3,2	39,3±2,7
80 – 100	36,5±3,1	33,8±3,2	37,3±3,2	37,1±3,3	36,4±3,2
Gesamt	37,7±3,1	35,6±3,0	38,5±2,9	38,6±3,0	38,1±3,0

a:b, c:d, p<0,05

Der höchste Kornertrag, zwischen 45,3 dt/ha für die Sorte Merlin und 48,9 dt/ha für die Sorte ES Comandor, wurde für alle Sorten in der Ackerzahlklasse zwischen 60 und 79 erzielt. Der niedrigste mittlere Kornertrag, zwischen 21,7 dt/ha für die Sorte RGT Shouna und 26,0 dt/ha für die Sorte ES Comandor, wurde dagegen in der Ackerklasse zwischen 20 und 39 erreicht. Die Daten zeigen für alle Sorten, in unterschiedlichen Ausprägungen, signifikante Unterschiede im mittleren Kornertrag unter Berücksichtigung der Ackerzahlklassen. Die Unterschiede konnten für alle Sorten statistisch auf einem Niveau von p<0,05 nachgewiesen werden.

Dieses Bild zeigt sich jedoch nicht beim Rohproteingehalt. Unter Betrachtung aller ausgewerteten Sorten wurden ebenfalls der höchste Rohproteingehalt, zwischen 37,0% für die Sorte Merlin und 39,7% für jeweils die Sorten Regina und SGT Shouna, bei Ackerzahlen zwischen 60 und 79 erhalten. Die niedrigsten Rohproteingehalte mit 36,4% wurden für die Sorte ES Comandor bei Ackerzahlen zwischen 20 und 39 ermittelt. Diese Unterschiede sind statistisch nicht signifikant nachweisbar.

4.3.2 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Merkmal Wärmesummenklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten

In Tabelle 35 wird der Einfluss der Wärmesummenklasse auf die Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten dargestellt.

Tabelle 35: Analyse des Zusammenhanges zwischen den Wärmesummenklassen und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten

Wärmesummenklasse	N	ES Comandor	Merlin	Regina	RGT Shouna	Amarok
		MW \pm SD				
Kornertrag [dt/ha]						
< 2684	4	44,4 \pm 9,6	41,8 \pm 6,9	41,2 \pm 9,4	39,6 \pm 9,5	44,7 \pm 4,1
2684-2769	1	50,5 \pm 0,0	45,3 \pm 0,0	49,8 \pm 0,0	53,7 \pm 0,0	50,0 \pm 0,0
2770-2940	4	39,6 \pm 7,6	35,8 \pm 5,7	41,2 \pm 8,9	38,5 \pm 7,1	41,9 \pm 6,7
2941-3026	5	41,7 \pm 6,5	40,1 \pm 5,9	43,2 \pm 5,3	39,2 \pm 5,2	41,6 \pm 5,7
>3026	2	34,2 \pm 15,4	30,6 \pm 18,7	35,4 \pm 21,5	29,2 \pm 19,7	28,7 \pm 15,6
Gesamt	16	41,4 \pm 8,5	38,6 \pm 8,1	41,6 \pm 9,1	38,8 \pm 9,4	41,4 \pm 8,2
Rohproteingehalt [%]						
< 2684	4	39,8 \pm 2,6	37,8 \pm 2,2	40,3 \pm 2,5	40,1 \pm 3,2	40,1 \pm 3,2
2684-2769	1	42,3 \pm 0,0	39,6 \pm 0,0	42,6 \pm 0,0	43,5 \pm 0,0	42,6 \pm 0,0
2770-2940	4	37,8 \pm 4,1	35,0 \pm 4,0	38,9 \pm 3,2	38,3 \pm 4,1	37,7 \pm 3,7
2941-3026	5	35,2 \pm 1,2	33,6 \pm 1,4	35,9 \pm 1,5	36,9 \pm 1,3	36,1 \pm 1,1
>3026	2	37,3 \pm 1,0	35,7 \pm 1,6	38,3 \pm 0,8	38,2 \pm 0,8	37,5 \pm 2,1
Gesamt	16	37,7 \pm 3,1	35,6 \pm 3,0	38,5 \pm 2,9	38,6 \pm 3,0	38,1 \pm 3,0

Der höchste mittlere Kornertrag konnte für die Sorte Regina mit 41,6 dt/ha unter Berücksichtigung aller Versuchsstandorte gemessen werden. Unter Berücksichtigung der Wärmesummenklassen wurde der höchste mittlere Kornertrag (zwischen 45,3 dt/ha und 53,7 dt/ha) für alle Sorten bei einer Wärmesumme zwischen 2684 und 2769 erzielt werden. Die maximale Erntemenge, mit 53,7 dt/ha Sojabohnen, wurde bei der Sorte RGT Shouna geerntet. Zu berücksichtigen ist hier die geringe Besetzung der Wärmesummenklasse mit nur einem Standort. Der geringste mittlere Kornertrag wurde, für alle Sorten, bei einer Wärmesumme von > 3026 erzielt. Hohe Standardabweichungen in dieser Gruppe lassen vermuten, dass weitere Einflussgrößen wie beispielsweise Niederschlag und Ackerzahl einen Einfluss auf den Kornertrag haben.

Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Rohproteingehalt. Bei den untersuchten Sorten wurde bei einer Wärmesumme zwischen 2684 und 2769 die höchsten Rohproteingehalte (zwischen 39,6% und 43,5%) gemessen. Der Spitzenwert, mit 43,5% Rohproteingehalt, konnte ebenfalls für die Sorte RGT Shouna erzielt werden. Die niedrigsten mittleren Rohproteingehalte mit 33,6% wurden bei der Sorte Merlin bei Wärmesummen zwischen 2941 und 3026 erreicht. Auffällig ist, dass die Sorte Merlin zu allen Wärmesummen den jeweils geringsten Rohproteingehalt und zu keinem Zeitpunkt einen Rohproteingehalte von größer 39,6% im direkten Vergleich zu den anderen Sorten erreichen konnte.

Für die beiden Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt konnte durch die geringe Besetzung der Wärmesummenklasse, zwischen 2684 und 2769, keine signifikanten Unterschiede berechnet werden.

4.3.3 Analyse des Zusammenhangs zwischen den Niederschlagklassen und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten

In Tabelle 36 wird der Einfluss der Niederschlagsklasse auf die Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten dargestellt.

Tabelle 36: Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Merkmal Niederschlagklassen und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten

Nieder schlag- klasse [mm]	N	ES Comandor	Merlin	Regina	RGT Shouna	Amarok
		MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD
Kornertrag [dt/ha]						
< 205	4	35,9±9,1	31,6±9,9	35,4±10,9	32,7±12,1	36,3±12,7
205 – 226,9	2	41,9±4,5	40,1±5,3	47,2±4,8	41,7±2,1	38,5±1,8
227 - 270	4	43,9±10,2	41,2±8,8	42,4±9,2	40,5±8,3	43,0±7,5
270,1 - 292	2	41,1±6,2	39,0±1,6	45,9±5,4	38,9±7,1	41,8±6,7
>292	4	44,5±9,8	42,1±7,0	42,2±10,2	41,6±11,8	46,2±4,8
Gesamt	16	41,4±8,5	38,6±8,1	41,6±9,1	38,8±9,4	41,4±8,2
Rohproteingehalt [%]						
< 205	4	36,9±3,6	34,1±4,0	37,6±3,8	37,2±3,9	37,2±3,9
205 – 226,9	2	36,5±0,1	34,6±0,1	37,5±0,3	37,7±0,1	36,2±0,3
227 - 270	4	36,0±0,9	34,5±1,0	37,0±0,8	36,8±0,5	36,8±0,6
270,1 - 292	2	37,2±5,2	35,5±3,9	38,3±4,0	39,8±2,1	37,4±2,8
>292	4	41,1±2,1	38,8±1,7	41,4±2,3	41,7±2,8	41,4±2,7
Gesamt	16	37,7±3,1	35,6±2,9	38,5±2,9	38,6±3,0	38,1±3,0

Der höchste mittlere Kornertrag konnte für die Sorte Regina gemessen werden. Unter Berücksichtigung der Wärmesummenklassen wurde der höchste mittlere Kornertrag (zwischen 45,3 dt/ha und 53,7 dt/ha) für alle Sorten bei einer Wärmesumme zwischen 2684 und 2769 erzielt. Eine maximale Menge mit 53,7 dt/ha Sojabohnen wurde bei der Sorte RGT Shouna geerntet. Zu berücksichtigen ist, dass in dieser Klasse nur ein Standort vorhanden war. Der geringste mittlere Kornertrag wurde für alle Sorten bei einer Wärmesumme von > 3026 erzielt. Hohe Standardabweichungen in dieser Gruppe lassen vermuten, dass weitere Einflussgrößen wie beispielsweise Niederschlag und Ackerzahl einen Einfluss auf den Kornertrag haben.

4.3.4 Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Bundesland und dem Kornertrag sowie dem Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten

In Tabelle 36 wird der Einfluss des Bundeslands auf die Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt unter Betrachtung der Sorten dargestellt.

Tabelle 37: Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Bundesland und dem Kornertrag sowie dem Rohproteingehalt unter Betrachtung aller Sorten

Bundesland	N	ES Comandor MW±SD	Merlin MW±SD	Regina MW±SD	RGT Shouna MW±SD	Amarok MW±SD
Kornertrag [dt/ha]						
BW	4	45,9±5,3	42,7±4,4 ^{a*}	46,8±2,9 ^a	43,3±2,3	42,3±4,8
BY	2	47,5±2,9 ^a	43,1±4,3 ^a	46,8±4,1 ^c	45,1±5,5	47,0±3,0
HE	4	41,9±7,4	42,1±5,9	45,2±4,3	39,1±7,3	42,4±7,6
RP	2	31,7±11,9	26,1±12,3 ^{b,b*}	31,6±16,1	27,8±17,6	31,1±19,0
ST	4	31,5±3,7 ^b	31,7±3,1	30,5±3,7 ^{b,d}	29,3±3,9	36,9±4,5
Gesamt	16	41,4±8,5	38,6±8,1	41,6±9,1	38,8±9,4	41,4±8,2
Rohproteingehalt [%]						
BW	4	36,5±0,6 ^b	35,0±0,5 ^{b*}	37,5±0,6 ^b	37,5±0,3 ^b	36,6±0,5 ^b
BY	2	41,8±0,6 ^a	39,0±0,8 ^{a,a*}	42,2±0,6 ^a	42,5±0,9 ^a	41,9±1,5 ^a
HE	4	34,7±1,7 ^b	33,1±0,6 ^b	36,0±0,8 ^b	37,3±1,5 ^b	36,4±1,3 ^b
RP	2	35,8±3,1 ^b	33,3±4,9 ^b	37,3±2,1 ^b	36,0±3,9 ^b	36,2±4,0 ^b
ST	4	35,8±1,9 ^b	33,9±2,3 ^b	36,0±2,3 ^b	36,5±1,3 ^b	36,0±1,4 ^b
Gesamt	16	37,7±3,1	35,6±2,9	38,5±2,9	38,6±3,0	38,1±3,0

a:b; c:d; e:f (p <0,05); a*:b* (p<0,1)

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der einzelnen Bundesländer konnte der höchste mittlere Kornertrag mit 47,5 dt/ha für die Sorte ES Comandor in Bayern ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Wärmesummenklassen wurde der höchste mittlere Kornertrag (zwischen 43,1 dt/ha für die Sorte Merlin und 47,5 dt/ha für die Sorte ES Comandor) ebenfalls im Bundesland Bayern erzielt. Der geringste mittlere Kornertrag wurde für alle Sorten in Rheinland-Pfalz erzielt. Hohe Standardabweichungen in dieser Gruppe lassen vermuten, dass weitere Einflussgrößen wie beispielsweise Wärmesumme, Niederschlag und Ackerzahl einen Einfluss auf den Kornertrag haben könnten.

Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Rohproteingehalt. Im Bundesland Bayern wurden bei allen untersuchten Sorten Spitzenproteingehalte gemessen. Der höchste mittlere Rohproteingehalt wurde mit 42,5% bei der Sorte RGT Shouna gemessen. Unter Betrachtung aller in Bayern angebaute Sorten liegt der mittlere Rohproteingehalt bei 41,5% (zwischen 39,0% für die Sorte Merlin und 42,5% für die Sorte RGT Shouna).

Die niedrigsten mittleren Rohproteingehalte für alle Sorten wurden in Hessen mit 35,5% ermittelt. Auffällig ist, nur in Bayern ein durchschnittlicher Rohproteingehalt von 41,5% über alle Sorten erzielt werden konnte. In den anderen Bundesländern haben die gleichen Sorten einen statistisch signifikanten geringeren Rohproteingehalt (p<0,05) im direkten Vergleich zu Bayern.

4.3.5 Sorte ES Comandor

Abbildung 32 zeigt die Verteilung des Kornertrags [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] der Sojabohnensorte ES Comandor an den verschiedenen Standorten unter Berücksichtigung der Bundesländer. Alle weiteren Auswertungen zu den Merkmalen Anbaueignung, Bundesland, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Kornertrag [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] sind im Anhang ab Seite 197 zu finden.

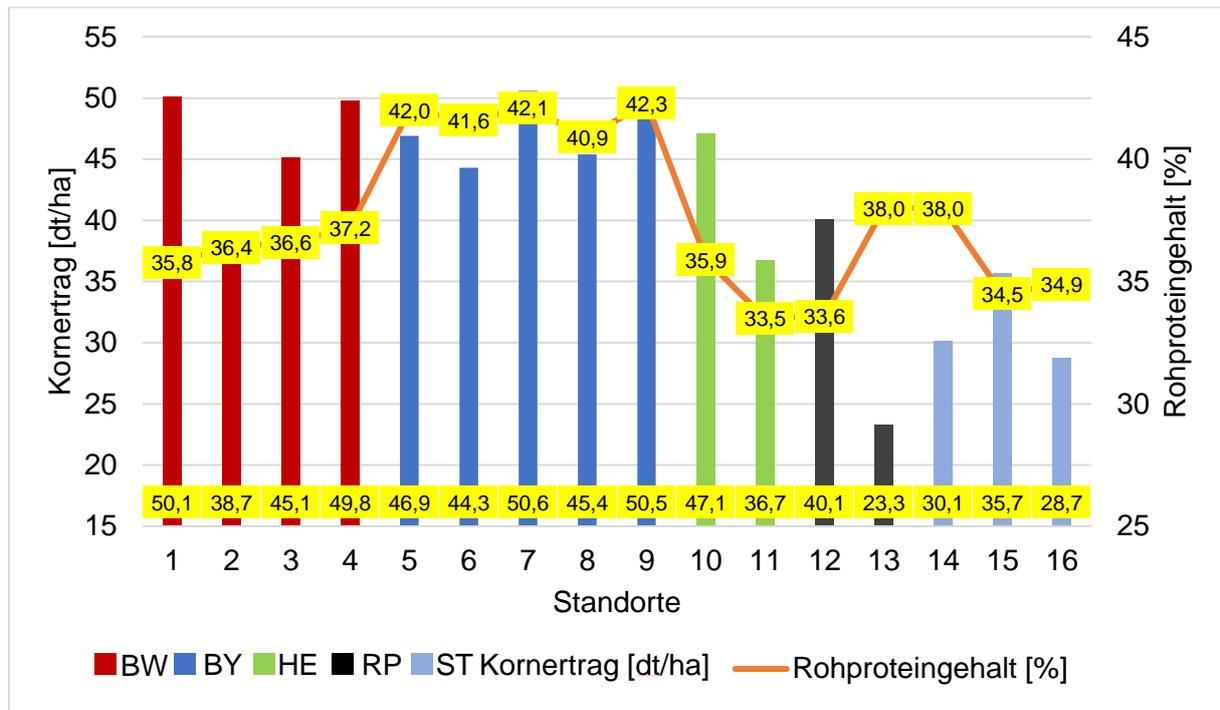


Abbildung 32: Sorte ES Comandor - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern

4.3.6 Sorte Merlin

Abbildung 32 zeigt die Verteilung des Kornertrags [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] der Sojabohnensorte Merlin an den verschiedenen Standorten unter Berücksichtigung der Bundesländer. Alle weiteren Auswertungen zu den Merkmalen Anbaueignung, Bundesland, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Kornertrag [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] sind im Anhang ab Seite 197 zu finden.

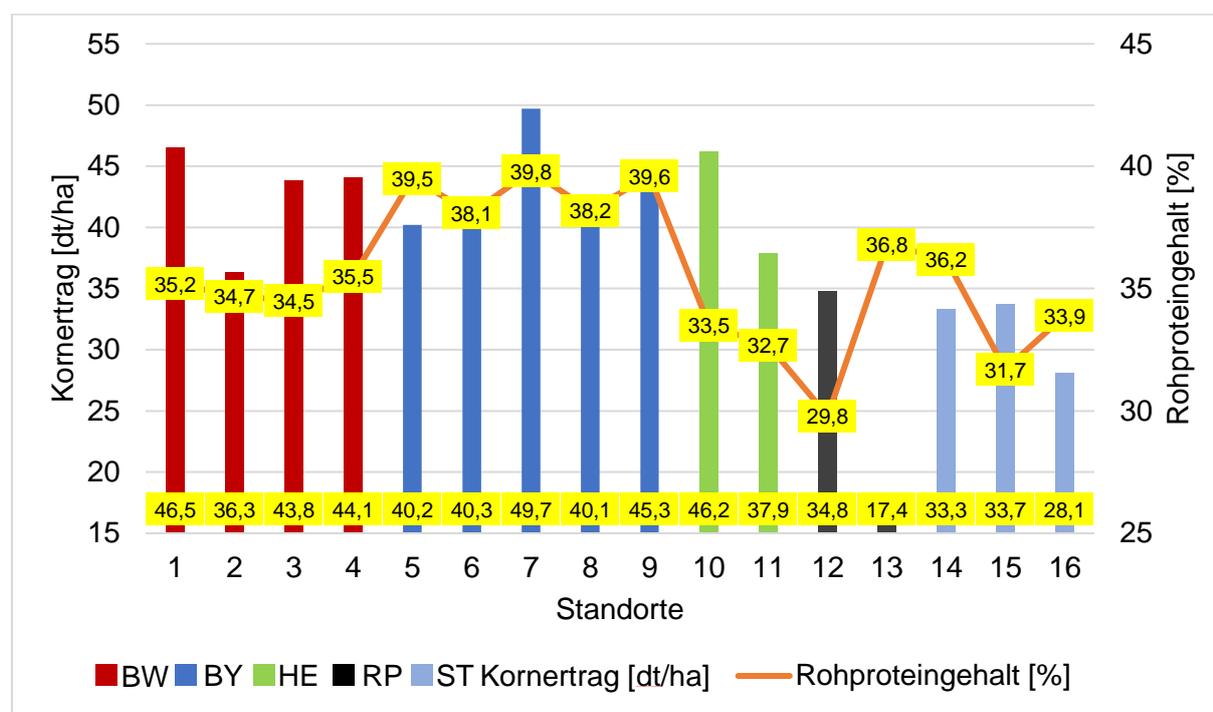


Abbildung 33: Sorte Merlin - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern

4.3.7 Sorte Regina

Abbildung 34 zeigt die Verteilung des Kornertrags [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] der Sojabohnensorte Regina an den verschiedenen Standorten unter Berücksichtigung der Bundesländer. Alle weiteren Auswertungen zu den Merkmalen Anbaueignung, Bundesland, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Kornertrag [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] sind im Anhang ab Seite 197 zu finden.

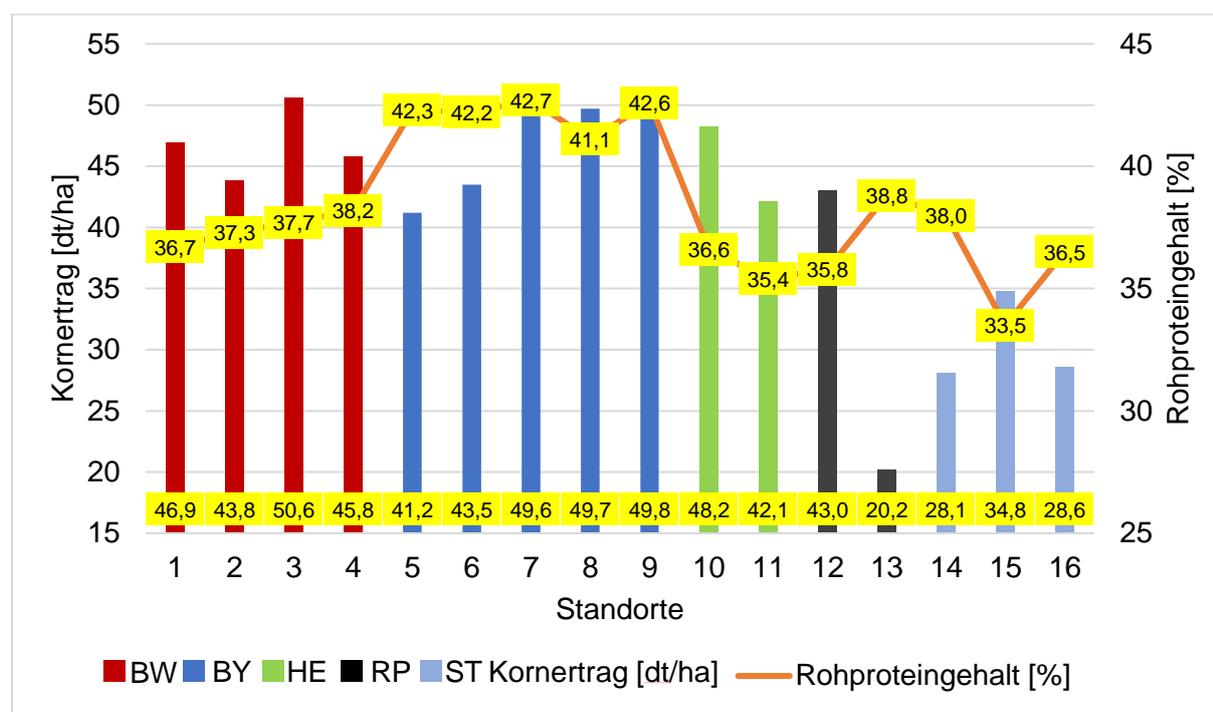


Abbildung 34: Sorte Regina - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern

4.3.8 Sorte RGT Shouna

Abbildung 35 zeigt die Verteilung des Kornertrags [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] der Sojabohnensorte RGT Shouna an den verschiedenen Standorten unter Berücksichtigung der Bundesländer. Alle weiteren Auswertungen zu den Merkmalen Anbaueignung, Bundesland, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Kornertrag [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] sind im Anhang ab Seite 197 zu finden.

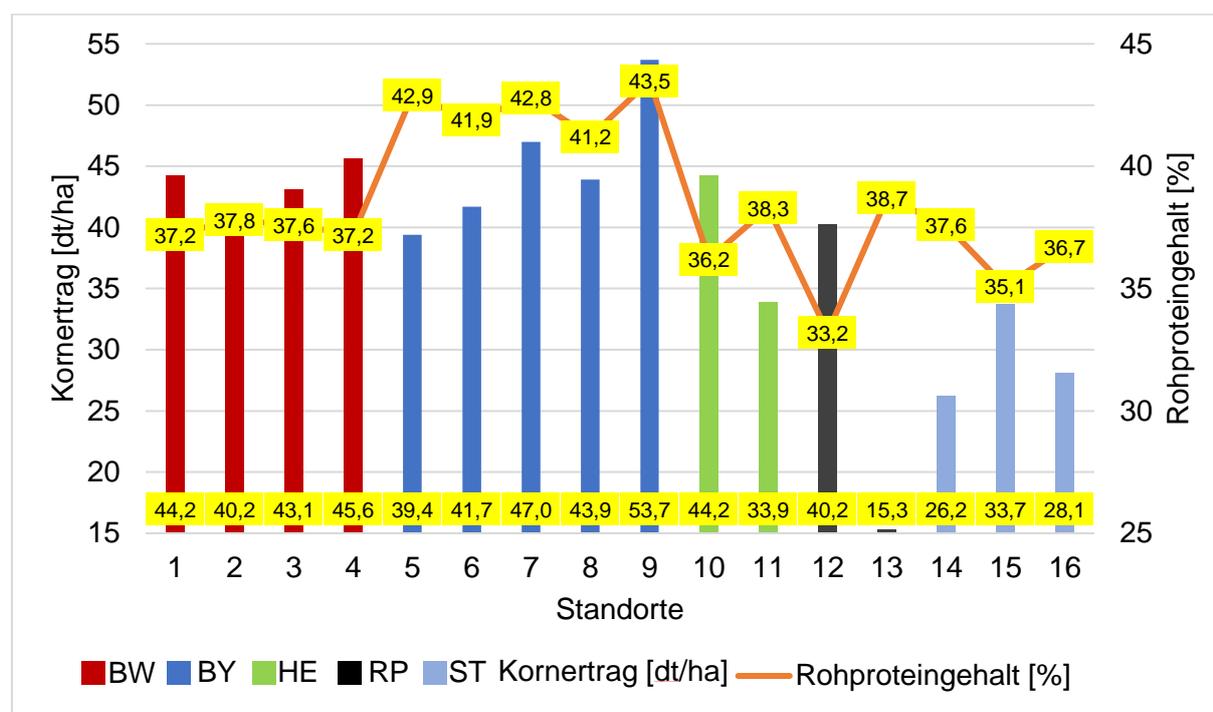


Abbildung 35: RGT Shouna - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern

4.3.9 Sorte Amarak

Abbildung 36 zeigt die Verteilung des Kornertrags [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] der Sojabohnensorte Amarak an den verschiedenen Standorten unter Berücksichtigung der Bundesländer. Alle weiteren Auswertungen zu den Merkmalen Anbaueignung, Bundesland, Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Kornertrag [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] sind im Anhang ab Seite 197 zu finden.

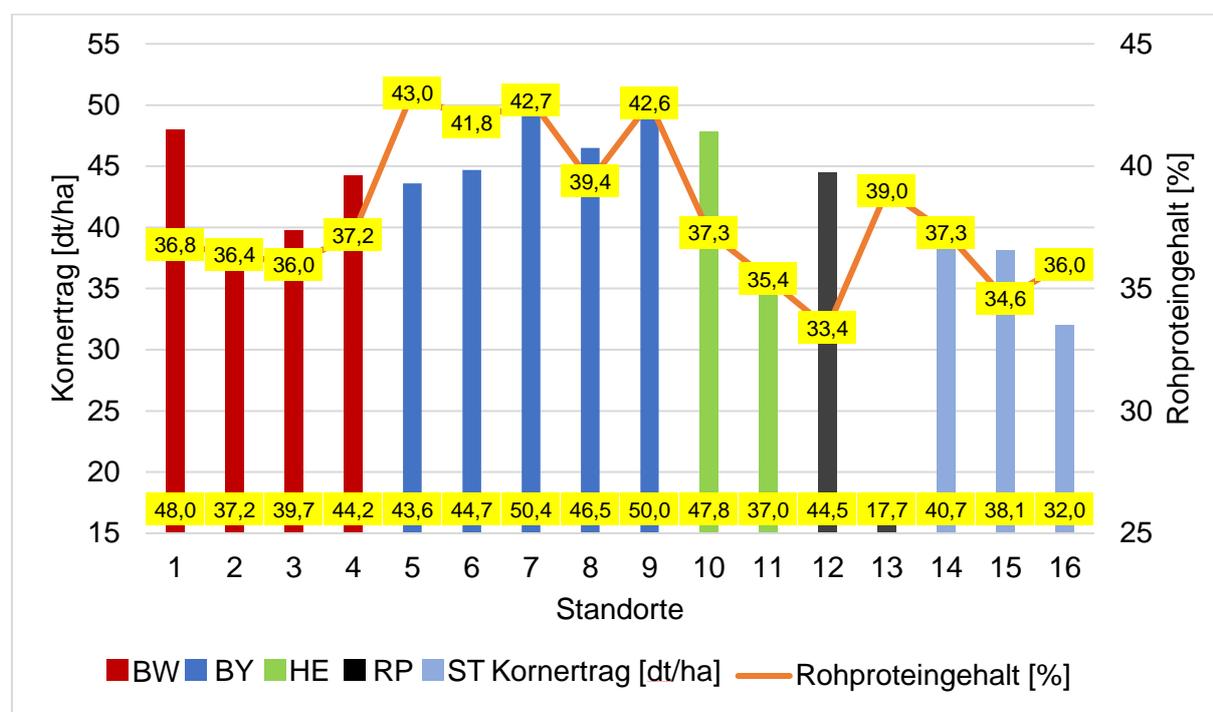


Abbildung 36: Sorte Amarak - Verteilung des Kornertrags und des Rohproteingehalts nach Bundesländern

4.4 Ergebnisse unter Betrachtung einer Verwendung der Sojabohnen zur Herstellung von Lebensmitteltofu (42% bis 45% Rohproteingehalt)

In der deskriptiven Statistik in Tabelle 38 werden die mittleren Ergebnisse der untersuchten Merkmale Kornertrag und Rohprotein unter Betrachtung der Sorten dargestellt.

Tabelle 38: Deskriptive Statistik zu Kornertrag sowie Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Sorte

Parameter	Anzahl	Kornertrag [dt/ha] MW±SD (Min - Max)	Rohproteingehalt [%] MW ±SD (Min - Max)
Sojabohnensorten			
Amarok	16	41,4±8,2 (18 – 50)	38,1±3,0 (33 – 43)
ES Comandor	16	41,4±8,5 (23 – 51)	37,7±3,1 (34 – 42)
Merlin	16	38,6±8,1 (20 – 50)	35,6±2,9 (30 – 40)
Regina	16	41,6±9,1 (15 – 51)	38,5±2,9 (34 – 43)
RGT Shouna	16	38,8±9,4 (15 – 54)	38,6±3,0 (33 – 44)
Gesamt	80	40,4±8,6 (15 – 54)	37,7±3,1 (30 – 44)

Für die Herstellung von Lebensmitteltofu werden besondere Anforderungen an das Rohprotein gestellt. Neben einer hohen Qualität des Rohproteins werden insbesondere nur Sojabohnen verwendet, die einen Rohproteinanteil von mindestens 42,0% aufweisen. Berücksichtigt man diesen Wert als Schwellenwert, so erreichen die Sorten Amarok, ES Comandor, Regina und RGT Shouna einen maximalen Rohproteingehalt von größer oder gleich 42,0% (vgl. Tabelle 38). Einzig die Sorte Merlin kann mit einem maximalen Rohproteingehalt von 40% diesen Schwellenwert nicht erreichen.

In Tabelle 39 sind die Bundesländer und deren Versuchsstandorte aufgelistet, an denen die getesteten Sorten einen Rohproteingehalt von mindestens 42% aufwiesen.

Tabelle 39: Kreuztabelle mit den Bundesländern und der Anzahl Standorte an denen die Sorten einen Rohproteingehalt von mindestens 42% erreichten

		Bundesland BY Anzahl Standorte	Gesamt
Sorte	ES Comandor	5	5
	Regina	5	5
	RGT Shouna	5	5
	Amarok	4	4
Gesamt		19	19

Unter Berücksichtigung der Bundesländer fällt auf, dass die Sorten nur in Bayern einen Rohproteingehalt von mindestens 42% erzielen konnten. Die Sorten ES Comandor, Regina und RGT Shouna erreichten dies an allen fünf Standorten in Bayern; die Sorte Amarok dagegen nur an vier der fünf Standorte in Bayern.

In Tabelle 40 und Tabelle 41 sind die klimatischen Bedingungen aufgelistet, unter denen die Sorten einen Rohproteingehalt von mindestens 42% erreicht haben.

Tabelle 40: Kreuztabelle mit den Wärmesummen in Bayern, an welchen die Sorten einen Rohproteingehalt von mindestens 42% erreichten

		Wärmesummenklasse			Gesamt
		< 2684	2684 – 2769	2770 – 2940	
Sorte	ES Comandor	2	1	2	5
	Regina	2	1	2	5
	RGT Shouna	2	1	2	5
	Amarok	2	1	1	4
Gesamt		8	4	7	19

Tabelle 41: Kreuztabelle mit den Niederschlagklassen in Bayern, wo die Sorten einen Rohproteingehalt von mindesten 42% erreichten

		Niederschlagklasse			Gesamt
		< 205 mm	270,1 - 292 mm	> 292 mm	
Sorte	ES Comandor	1	1	3	5
	Regina	1	1	3	5
	RGT Shouna	1	1	3	5
	Amarok	1	0	3	4
Gesamt		4	3	12	19

Unter Berücksichtigung der klimatischen Daten wird deutlich, dass die Sorten einen Rohproteingehalt für die Herstellung von Lebensmittelf tofu von mindestens 42% in Wärmeklassen zwischen < 2684 und 2940 sowie mit Niederschlägen zwischen < 205 mm und > 292 mm erreichten. Es zeigt sich kein gerichteter Trend in eine bestimmte klimatische Bedingung.

4.5 Theoretische Ansätze zu Sortenempfehlungen je Bundesland nach Risikobereitschaft des Landwirts

In Tabelle 42 sind die Ergebnisse der theoretischen Berechnung des gesamten Rohproteingehalts [dt/ha] für Sojabohnen in ausgewählten Bundesländern und für ausgewählte Sorten nach Risikobereitschaft des Landwirts aufgelistet.

Tabelle 42: Sortenempfehlung je Bundesland nach Risikobereitschaft

	BW 4 Standorte			BY 5 Standorte			HE 2 Standorte			RP 2 Standorte			ST 3 Standorte		
	RA	RN	RF												
Gesamt Rohproteingehalt [dt/ha]															
ES Comandor	13,9	16,8	18,6	18,1	19,9	21,4	12,3	14,5	16,9	7,8	11,3	15,2	9,9	11,3	13,6
Merlin	12,5	14,9	16,5	15,3	16,8	19,3	12,4	13,9	15,5	5,2	8,7	12,8	8,9	10,8	12,2
Regina	16,1	17,5	19,3	16,9	19,7	21,3	14,9	16,3	17,6	7,2	11,8	16,7	9,4	11,0	13,2
RGT Shouna	15,0	16,2	17,2	16,2	19,2	23,4	12,3	14,5	16,9	5,1	10,0	15,6	9,2	10,7	12,7
Amarok	13,4	15,5	17,9	17,2	19,7	21,7	13,1	15,4	17,8	5,9	11,3	17,4	11,1	13,3	15,2

RA = Risiko-aversiv

(Multiplikation von niedrigstem Kornertrag und niedrigstem Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland);

RN = Risiko-neutral

(Multiplikation von mittlerem Kornertrag und mittlerem Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland);

RF = Risiko-freudig

(Multiplikation von höchstem Kornertrag und höchstem Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland)

Der höchste Rohproteinertrag [dt/ha] mit 23,4 dt Rohprotein/ha konnte für die Sorte RGT Shouna im Bundesland Bayern ermittelt werden. Auch der niedrigste Rohproteinertrag [dt/ha] mit 5,1 dt Rohprotein/ha wurde für die Sorte RGT Shouna in Rheinland-Pfalz errechnet.

Für den Risiko-aversiven Landwirt kann die Sorte Regina für die Bundesländer Baden-Württemberg und Hessen, die Sorte ES Comandor für Bayern und Rheinland-Pfalz, sowie die Sorte Amarok in Sachsen-Anhalt empfohlen werden. Der Risiko-neutrale Landwirt sollte dagegen auf die Sorte Regina in den Bundesländern Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, sowie auf die Sorten ES Comandor in Bayern und Amarok in Sachsen-Anhalt zurückgreifen. Die höchsten Rohproteinerträge für den Risiko-freudigen Landwirt, konnten für die Sorte Amarok in den Bundesländern Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt errechnet werden. In Bayern konnte die Sorte RGT Shouna und in Baden-Württemberg die Sorte Regina die höchsten Rohproteingehalte für den Risiko-freudigen Landwirt erzielen.

Merlin konnte in keiner Risikoklasse und in keinem Bundesland die höchsten Rohproteinerträge [dt/ha] im direkten Vergleich zu den anderen Sorten erreichen.

In Tabelle 43 ist die deskriptive Statistik der theoretischen Berechnung des gesamten Rohproteingehalts [dt/ha] für Sojabohnen für alle ausgewählten Bundesländer und für ausgewählte Sorten nach Risikobereitschaft des Landwirts aufgelistet.

Tabelle 43: Deskriptive Statistik des mittleren Rohproteintrags für alle Bundesländer

	RA	RN	RF
	MW \pm SD (Min - Max)	MW \pm SD (Min - Max)	MW \pm SD (Min - Max)
	Gesamt Rohproteingehalt [dt/ha]		
ES Comandor	12,4 \pm 3,5 (7,8 - 18,1)	14,8 \pm 3,3 (11,3 - 19,9)	17,1 \pm 2,7 (13,6 - 21,4)
Merlin	10,9 \pm 3,5 (5,2 - 15,3)	13,0 \pm 2,9 (8,7 - 16,8)	15,3 \pm 2,6 (12,2 - 19,3)
Regina	12,9 \pm3,9 (7,2 - 16,9)	15,3 \pm3,3 (11,0 - 19,7)	17,6 \pm 2,7 (13,2 - 21,3)
RGT Shouna	11,6 \pm 4,0 (5,1 - 16,2)	14,1 \pm 3,4 (10,0 - 19,2)	17,2 \pm 3,5 (12,7 - 23,4)
Amarok	12,1 \pm 3,7 (5,9 - 17,2)	15,0 \pm 2,8 (11,3 - 19,7)	18,0 \pm2,1 (15,2 - 21,7)

RA = Risiko-aversiv

(Deskriptive Statistik von Multiplikation von niedrigstem Kornertrag und niedrigstem Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland);

RN = Risiko-neutral

(Deskriptive Statistik von Multiplikation von mittlerem Kornertrag und mittlerem Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland);

RF = Risiko-freudig

(Deskriptive Statistik von Multiplikation von höchstem Kornertrag und höchstem Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland)

Unter Betrachtung aller Werte weist die Sorte Regina mit einem mittleren Rohproteingehalt von 12,9 dt/ha den höchsten Ertrag in der Risiko-aversiven Klasse auf. Der minimalste Rohproteintrag dieser Sorte ist auf einem vergleichbaren Niveau wie bei der Sorte ES Comandor.

Unter der Betrachtung einer neutralen Risikoeinstellung liefert ebenfalls die Sorte Regina den höchsten mittleren Rohproteingehalt mit 15,3 dt/ha bei einer Standardabweichung von 3,3 dt/ha auf. Die Sorte Amarok, mit dem zweit höchsten mittleren Rohproteingehalt von 15,0 dt/ha lieferte zwar einen etwas geringeren mittleren Rohproteingehalt im Vergleich zur Sorte Regina, hat aber eine geringere Standardabweichung von 2,8 dt/ha und eine geringere Differenz zwischen dem minimalen Rohproteingehalt von 11,3 dt/ha und 19,7 dt/ha. Die Sorte ES Comandor zeigt den höchsten maximalen Rohproteingehalt mit 19,9 dt/ha in dieser Risikoklasse.

In der Klasse Risiko-freudig konnte der höchste mittlere Rohproteingehalt mit 18,0 dt/ha für die Sorte Amarok bestimmt werden. Der maximalste Rohproteingehalt konnte dagegen für die Sorte RGT Shouna errechnet werden.

5 Diskussion

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird die Diskussion anhand der aufgestellten Forschungsfragen durchgeführt.

Alle unten aufgeführten Diskussionen unterliegen der Einschränkung, dass ausschließlich Daten ausgewählter Sorten aus ausgewählten Landessortenversuchen aus dem Jahr 2017 verwendet wurden. Die in dieser Übersichtsarbeit beschriebenen Rückschlüsse beziehen sich dementsprechend nur auf die Anbausituation im Jahr 2017 unter Betrachtung ausgewählter Sorten und Bundesländer. Für allgemeinere Ableitungen muss die Anzahl der Untersuchungen erhöht werden und aus diesem Grund auch mehrere Anbaujahre berücksichtigt werden.

Zusammenhang zwischen Ackerzahl, Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Warme Regionen mit Niederschlägen während der Reproduktionsphase bieten ideale klimatische Bedingungen für einen erfolgreichen Sojaanbau (JEROCH et al., 2016). Aufgrund der hohen Temperaturansprüche der Sojabohnen sind kalte Böden und raue Lagen für den Anbau eher nicht geeignet (BUNDESSORTENAMT, 2003 und JEROCH et al., 2016). Ein Anbau auf sich leicht erwärmenden Böden, mit einer hohen Wasserhaltekapazität führt dagegen in der Regel zu höheren Erträgen und besseren Qualitäten als ein Anbau auf sandigen Böden mit geringer Wasserhaltekapazität. Letztere Böden mit geringer Wasserhaltekapazität haben geringere Bodenzahlen als schwere Böden mit hoher Wasserkapazität. Zur Bewertung der Qualität einer Ackerfläche wird in Deutschland die Ackerzahl verwendet. Dieser Vergleichswert basiert auf der Bodenwertzahl, welche durch Zuschläge oder durch Abschläge, unter Bewertung der natürlichen Bedingungen des individuellen Standortes, wie mittlere Temperatur und mittlerer Niederschlag, sowie um Standortmerkmale wie beispielsweise Hangneigung und Waldschatten korrigiert wird (SCHEFFER et al., 2010). Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass Versuchsstandorte mit einer höheren Ackerzahl grundsätzlich bessere Anbaubedingungen (Boden und Klima) und Standortqualitäten für einen erfolgreichen Sojaanbau haben als Standorte mit niedrigeren Ackerzahlen.

Diese Aussage wird durch die Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Ackerzahl, Kornertrag [dt/ha] und Rohproteingehalt [%] bestätigt. Diese zeigen eine positive Korrelation zwischen der Ackerzahl und dem Kornertrag, welche durch den grundsätzlichen Charakter der Ackerzahl erklärt werden kann.

Allerdings ist nicht durch diesen Faktor zu erklären, dass die höchste Ackerzahlklasse zwischen 80 und 100 einen mit 40,5 dt/ha signifikant geringeren Kornertrag im direkten Vergleich zur Ackerzahlklasse 60 bis 79 mit 47,4 dt/ha hat. Gleiches gilt für den Rohproteingehalt [%]. Die höchsten Rohproteingehalte mit 38,9% in der Ackerzahlklasse zwischen 60 bis 79 wiesen einen statistisch signifikant höheren Gehalt auf, als Sojabohnen, welche auf den Versuchsstandorten in der höchsten Ackerzahlklasse zwischen 80 bis 100 angebaut wurden.

Unter Betrachtung der Bundesländer ist ein vergleichbarer Trend zu beobachten. Das Bundesland Bayern, mit der zweit-höchsten mittleren Ackerzahl von 68,0 konnte den höchsten mittleren Kornertrag von 45,9 dt/ha bei einem Rohproteingehalt von 41,5% erzielen. Die

Versuchsstandorte mit der höchsten mittleren Ackerzahl von 77,3 in Baden–Württemberg, konnten zwar einen vergleichbaren Kornertrag erreichen. Allerdings wurde ein signifikant geringerer Rohproteingehalt von nur 36,6% erzielt. Die Bundesländer Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt, mit mittleren Ackerzahlen von zwischen 57,5 und 58,5 (HE: 58,5, RP: 57,5, ST: 58,5) konnten zwar untereinander vergleichbare Rohproteingehalte von zwischen 35,5% und 35,7% (HE: 35,5%, RP: 35,7%, ST: 35,6%) erzielen, jedoch gab es signifikante Unterschiede beim Kornertrag. Hessen erzielte hier mit einem mittleren Kornertrag von 42,1 dt/ha vergleichbare Kornerträge wie Bayern und Baden–Württemberg, während Rheinland-Pfalz mit 29,7% und Sachsen-Anhalt mit 32,0%, geringere Kornerträge erreichten. Besondere Bedeutung für die Bewertung des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl, Kornertrag [dt/ha], sowie Rohproteingehalt [%], stellt hier die Analyse unter Betrachtung der Sorten dar. Alle Sorten waren, unabhängig der Ackerzahlklasse, in der Lage Rohproteingehalte zwischen 35,4% und 39,7% zu erreichen. Es gab keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Ackerzahl und Rohproteingehalt. Dementsprechend sind die Einflüsse auf den Kornertrag nur teilweise, und die Einflüsse auf den Rohproteingehalt von Sojabohnen nicht durch die Ackerzahl zu erklären. Die erzielten Ergebnisse lassen darauf zurückschießen, dass andere Merkmale, neben der Ackerzahl, einen Einfluss auf den Kornertrag und insbesondere auf den Rohproteingehalt haben müssen.

Zusammenhang zwischen Wärmesumme, Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Die Sojabohne ist eine Kurztagpflanze mit hohen Wärmeansprüchen (JEROCH et al., 2016). Das Temperaturoptimum für das Pflanzenwachstum liegt zwischen 20 °C und 25 °C. Bei einer Tagestemperatur von 30 °C stellt sich das maximale Pflanzenwachstum ein (SHEN et al., 2005). Eine Tagestemperatur von 10 °C und eine Nachttemperatur von 4,4 °C wird als physiologischer Nullpunkt beschrieben, da bei diesen Temperaturen keine weitere Entwicklung bei wärmeliebenden Kulturen stattfindet (BACHTELER, 2017). Wird der Temperaturanspruch der Sojabohne während der Zeit des Hauptwachstums (zwischen Juli und September) nicht erreicht, ist mit Mindererträgen zu rechnen (SOLDATI, 1999). Unter Berücksichtigung dieser Daten kann davon ausgegangen werden, dass an Standorten mit einer niedrigen Wärmesumme ein niedriger Kornertrag und ein niedriger Rohproteingehalt als an Standorten mit einer höheren Wärmesumme erzielt werden kann.

Diese Aussage konnte jedoch weder für den mittleren Kornertrag [dt/ha], noch für den mittleren Rohproteingehalt [%] bestätigt werden. Die Auswertungen zeigen den höchsten mittleren Kornertrag mit 49,9 dt/ha und den höchsten mittleren Rohproteingehalt mit 42,1% jeweils in der zweit niedrigsten Wärmesummenklasse zwischen 2684 und 2769. Die Unterschiede im Kornertrag waren in dieser Klasse zu allen anderen Wärmesummenklassen signifikant. Ein ähnliches Bild zeigte sich beim höchsten mittleren Rohproteingehalt. In zuvor genannter Wärmesummenklasse unterscheidet sich der Gehalt signifikant von den anderen Klassen mit höheren Wärmesummen. Eine Ausnahme ist die Klasse mit der geringeren Wärmesumme von < 2684, welche keinen signifikanten Unterschied aufweist. Der höchsten Kornertrag mit 54 dt/ha und der höchsten Rohproteingehalt mit 44% konnte ebenfalls in der Klasse mit einer Wärmesumme zwischen 2684 und 2769 für alle betrachteten Sorten und unter Berücksichtigung aller Versuchsstandorte erzielt werden. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Ergebnisse dieser Klasse nur von einem einzigen Standort kommen. Vergleicht man

die Ergebnisse zwischen der niedrigsten Wärmesumme von < 2684 (vier Versuchsstandorte mit im Durchschnitt 42,3 dt/ha) mit den Ergebnissen der höchsten Wärmesumme von > 3026 (zwei Versuchsstandorte mit Durchschnittlich 31,6 dt/ha) so wurden in der höchsten Wärmesummenklasse signifikant niedrigere Kornerträge erzielt. Dieses Ergebnis konnte für den Rohproteingehalt nicht signifikant bestätigt werden, obwohl ebenfalls ein tendenziell um 2,3% geringerer Rohproteingehalt erzielt wurde. Diese Daten werden durch Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen Wärmesumme, Kornertrag [dt/ha] und Rohproteingehalt [%] bestätigt. Diese zeigen mit -,323 für den Kornertrag und -,363 für den Rohproteingehalt eine mittlere negative Korrelation.

Unter Betrachtung der Bundesländer ist ein vergleichbareres Ergebnis zu beobachten. Das Bundesland Bayern, mit der niedrigsten Wärmesumme von 2756 erreichte, bei den in dieser Arbeit untersuchten Sorten, den zweit höchsten mittleren Kornertrag von 45,9 dt/ha bei einem Rohproteingehalt von 41,5%. Dagegen konnten die Versuchsstandorte im Bundesland Rheinland-Pfalz, mit der höchsten mittleren Wärmesumme von 3040, nur einen mittleren Kornertrag von 29,7 dt/ha bei einem mittleren Rohproteingehalt von 35,7% erreichen. Spitzenkornerträge von über 50 dt/ha konnten nur in den beiden Bundesländern Bayern bei einer Wärmesumme von 2756 und Baden-Württemberg bei einer Wärmesumme von 2998 erzielt werden. Beim Rohprotein ist ebenfalls ein klarer Trend zu erkennen. Je höher die Wärmesumme, desto geringer waren der Kornertrag und der Rohproteingehalt. Vergleicht man die geografische Lage der Bundesländer und deren Versuchsstationen mit dem jeweils erreichten mittleren Kornertrag und dem mittleren Rohproteingehalt fällt auf, dass im Jahr 2017 die nördlicheren Bundesländer einen niedrigeren mittleren Kornertrag und einen niedrigeren mittleren Rohproteingehalt aufweisen als die südlicheren Bundesländer.

Bei den Sojabohnensorten konnte der höchste mittlere Gesamtkornertrag für die Sorte Regina mit 41,6 dt/ha gemessen werden. Unter Berücksichtigung der Wärmesummenklassen wurde der höchste mittlere Kornertrag (zwischen 45,3 dt/ha und 53,7 dt/ha) für alle Sorten bei einer Wärmesumme zwischen 2684 und 2769 erzielt werden. Die maximale Erntemenge in dieser Wärmesummenklasse, mit 53,7 dt/ha Sojabohnen, wurde bei der Sorte RGT Shouna erreicht. Zu berücksichtigen ist hier die geringe Besetzung der Wärmesummenklasse mit nur einem Standort. Der geringste mittlere Kornertrag wurde für alle Sorten, bei einer Wärmesumme von > 3026 erzielt. Hohe Standardabweichungen in dieser Gruppe lassen vermuten, dass weitere Einflussgrößen wie beispielsweise Niederschlag und Ackerzahl einen Einfluss auf den Kornertrag haben. Ein ähnliches Bild wie beim Kornertrag zeigt sich auch beim Rohproteingehalt. Bei den untersuchten Sorten wurde bei einer Wärmesumme zwischen 2684 und 2769 die höchsten Rohproteingehalte (zwischen 39,6% und 43,5%) gemessen. Der Spitzenwert, mit 43,5% Rohproteingehalt, konnte ebenfalls für die Sorte RGT Shouna erzielt werden. Der niedrigste mittlere Rohproteingehalt mit 33,6% wurde bei der Sorte Merlin bei Wärmesummen zwischen 2941 und 3026 erreicht. Auffällig ist, dass die Sorte Merlin zu allen Wärmesummen den jeweils geringsten Rohproteingehalt und zu keinem Zeitpunkt einen Rohproteingehalt von größer 39,6% im direkten Vergleich zu den anderen Sorten erreichen konnte. Für die beiden Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt konnten durch die geringe Besetzung der Wärmesummenklasse, zwischen 2684 und 2769, keine signifikanten Unterschiede berechnet werden.

Die sortenbezogenen Ergebnisse zu Kornertrag und Rohprotein stimmen mit den Sorteneigenschaften aus der Beschreibenden Sortenliste des BUNDESSORTENAMT (2018)

überein. Der geringste Kornertrag, sowie der niedrigste Rohproteingehalt, wurden dort für die Sorte Merlin beschrieben. Dies spiegelt sich in den ausgewerteten Ergebnissen der Landessortenversuche wieder.

Mit einem durchschnittlichen Kornertrag von 38,6 dt/ha und einem durchschnittlichen Rohproteingehalt von 35,6% hat die Sorte im direkten Vergleich mit den anderen geprüften Sorten den jeweils schlechtesten Wert. Gleichzeitig ist die Sojabohnensorte Merlin die älteste Sorte. Sie wurde bereits im Jahr 1997 erstmalig in Deutschland zugelassen. Die anderen Sorten wurden dagegen erstmalig zwischen 2014 und 2016 in Deutschland zugelassen. Dies könnte ein Hinweis für sortenzüchterische Erfolge zu Tagneutralen Pflanzen und damit zu klimatisch angepassten Sorten für Deutschland sein.

Die oben diskutierten Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der Wärmesumme, dem Kornertrag und dem Rohproteingehalt lassen sich nicht logisch durch die Wärmesumme allein erklären. Die Ergebnisse lassen jedoch darauf zurückschließen, dass andere Merkmale neben der Wärmesumme, einen Einfluss auf den Kornertrag und insbesondere auf den Rohproteingehalt haben müssen. Aufgrund der Auffälligkeiten eines Zusammenhangs der geografischen Lage der Bundesländer und der Versuchsstationen auf den mittleren Kornertrag und den mittleren Rohproteingehalt sollten weitere Untersuchungen die genetische Eigenschaft der Sojabohne als Kurztagpflanze, und dementsprechend den Einfluss der Tageslichtlängen, auf die reproduktive Entwicklung und den Kornertrag, sowie den Rohproteingehalt genauer betrachten.

Zusammenhang zwischen Niederschlag, Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Statistisch signifikante Unterschiede im mittleren Kornertrag konnten zwischen der niederschlagärmsten Klasse (< 205 mm) mit 34,4 dt/ha und der niederschlagreichsten Klasse (> 292 mm) mit 43,3 dt/ha bestimmt werden. Auch der niedrigste Kornertrag von 15 dt/ha wurde ebenfalls in der Klasse mit Niederschlägen < 205 mm gemessen. Eine hohe Standardabweichung von $\pm 10,0$ dt/ha, sowie die Differenz von 30 dt/ha zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Kornertrag in dieser Klasse, lassen darauf zurückschließen, dass andere Merkmale neben den Niederschlag einen Einfluss auf den Kornertrag haben müssen. Keine statistischen Unterschiede im mittleren Kornertrag konnten zwischen der niederschlagreichsten Klasse und den anderen Niederschlagsklassen ermittelt werden.

Ebenso wie beim mittleren Kornertrag ist auch der mittlere Rohproteingehalt von 40,9% bei der Niederschlagsklasse > 292 mm am höchsten. Unterschiede im Rohproteingehalt konnten von dieser Klasse zu allen anderen Klassen nachgewiesen werden. Alle anderen Klassen haben keine signifikanten Unterschiede im mittleren Rohproteingehalt. In der geringsten Niederschlagsklasse von < 205 mm deutet die hohe Standardabweichung und die hohe Differenz zwischen dem minimalen Rohproteingehalt und dem maximalen Rohproteingehalt auf weitere beeinflussende Merkmale als den Niederschlag hin.

Die statistischen Signifikanzen zeigen, dass bei einem mittleren Niederschlag < 205 mm ein schlechterer mittlerer Kornertrag im Vergleich zu den niederschlagsreichen Klassen erzielt wurde. Gleiches gilt für den Rohproteingehalt. Höhere Niederschläge münden tendenziell in

einen höheren mittleren Rohproteingehalt. Es besteht eine mittlere Korrelation zwischen Niederschlag und Kornertrag, und eine hohe Korrelation zwischen Niederschlag und Rohproteingehalt. Generell kann zusammengefasst werden, je mehr mm Niederschlag, desto höher ist der mittlere Kornertrag und der mittlere Rohproteingehalt. Diese Ergebnisse lassen sich durch die Untersuchungen zum Wasserverbrauch von Sojabohnen von YONTS et al. (2008) sowie TACKER und VORIES (1998) erklären. YONTS et al. (2008) beschreibt einen Wasserverbrauch in Höhe von 229 mm vom Ende der Hülsenbildung bis zur Ernte von Sojabohnen.

Ein etwas differenzierteres Bild zeigt sich dagegen unter Betrachtung der Bundesländer. Signifikante Unterschiede im mittleren Kornertrag konnten zwischen den Bundesländern Baden-Württemberg, mit einem Kornertrag von 44,2 dt/ha (bei 226 mm), zu Rheinland-Pfalz, mit 29,7 dt/ha (bei 187 mm), und zu Sachsen-Anhalt, von 32,0 dt/ha (bei 255 mm), festgestellt werden. Während sich in Rheinland-Pfalz der niedrige Kornertrag durch eine Niederschlagsmenge unter dem von YONTS et al. (2008) beschriebenen Wasserbedarf von 229 mm vom Ende der Hülsenbildung bis zur Sojabohnenernte erklären lässt, gilt dies nicht mehr für den mittleren Kornertrag in Sachsen-Anhalt. Der um 12,2 dt/ha geringere Kornertrag in Sachsen-Anhalt lässt sich nicht mit einer zu geringen Niederschlagsmenge erklären, sondern lässt vermuten, dass andere Merkmale, neben dem Niederschlag, einen Einfluss auf den Kornertrag haben müssen. Mögliche Erklärungen dafür könnten in der Entstehung des Niederschlags, sowie die Dauer und die Art (Tröpfchengröße) des Niederschlags sein. Der in dieser Auswertung betrachtete Niederschlag wurde in der Zeit zwischen dem 01.06.2017 bis zum 31.08.2017 für jeden Versuchsstandort berechnet. Diese Niederschlagszahl in mm beschreibt zwar die Summe aus den täglichen Niederschlägen während des betrachteten Zeitraums, gibt aber keine detaillierten Informationen über die Dauer und die Menge des Niederschlags. Ein Nieseldauerregen kann die gleiche Niederschlagsmenge in [mm] in dem betrachteten Zeitraum aufweisen, wie ein einmaliges Starkregenereignis. Allerdings sind die Auswirkungen beider Niederschläge auf den Boden und auf pflanzenverfügbares Wasser sehr unterschiedlich. Während bei einem Nieseldauerregen der Boden die Möglichkeit hat das Wasser aufzunehmen, fällt bei einem Starkregenereignis sehr viel Regen in sehr kurzer Zeit. Die Folge ist, dass der Boden meist kaum Zeit hat das Wasser aufzunehmen und es damit den Pflanzen nicht zur Verfügung steht. Dies könnte zu Wasserstress führen, der während der Ertragsrelevanten Zeit zu signifikanten und irreversiblen Ertragsminderungen durch kleinere, frühreife Körner führt (BREVEDAN und EGLI, 2003 und MURATA, 1969).

Der höchste Rohproteingehalt von 41,5% konnte in Bayern mit dem höchsten mittleren Niederschlag von 277,9 mm im Vergleich zu allen anderen Bundesländern erreicht werden. Einen mittleren Rohproteingehalt von 41,5% erreichte kein anderes Bundesland. Die Rohproteingehalte in den anderen Bundesländern sind signifikant zwischen 35,5% in Hessen bei 273 mm und 36,6% in Baden-Württemberg bei 226 mm. Selbst im Bundesland Rheinland-Pfalz, mit der geringsten Niederschlagsmenge von 187 mm, und dem geringsten Kornertrag, konnten vergleichbare Rohproteingehalte von 35,7% erreicht werden.

Das Bild führt sich auch unter Betrachtung der Sorten fort. Niederschläge > 205 mm garantieren Kornerträge oberhalb von 38,5 dt/ha, wobei die höchsten mittleren Kornerträge, mit Ausnahme für die Sorte RGT Shouna in der Niederschlagsklasse > 292 mm erzielt wurden. Eine ähnliche Reaktion zeigt sich auch beim Rohprotein. Je mehr mm Niederschlag desto mehr Rohprotein. Die höchsten Proteingehalte wurden in der Klasse mit dem meisten

Niederschlag gemessen. Die Zusammenhänge zwischen Niederschlagsmenge und Rohproteingehalt fallen allerdings nicht so stark aus wie beim Kornertrag.

Ungenauigkeiten in der Aussagekraft der in dieser Übersichtsarbeit dargestellten Ergebnisse zeigen sich dadurch, dass ausschließlich die Niederschlagssumme während der Vegetationsperiode bestimmt wurde. Dieser Wert gibt keine Informationen über die Dauer und die Menge des Niederschlags am entsprechenden Versuchsfeld. Ebenfalls wurden in dieser Arbeit keine Bodenmerkmale, wie beispielsweise seine nutzbare Feldkapazität oder Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Aussaat erhoben. Des Weiteren wurden in diesen Untersuchungen die Wetterdaten der dem Versuchsstandort nahest gelegenen Wetterstation verwendet. Mit Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den jeweils ausgewählten Wetterstationen von im Mittel 12,7 km können die in dieser Arbeit aufgeführten Klimadaten von dem tatsächlichen vorherrschenden Wetter an den Versuchsstandorten abweichen. Für weitergehende Untersuchungen sollte dementsprechend auf Wetterdaten, sofern verfügbar, aus unmittelbarer Nähe der Versuchsflächen zurückgegriffen werden.

Untersuchungen zur linearen Beziehung zwischen den Parametern Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Kornertrag sowie Rohproteingehalt

Die Ergebnisse der Untersuchungen zwischen den Parametern Ackerzahl und dem Kornertrag zeigen eine mit 59% positive lineare Beziehung. Eine starke Korrelation zwischen den beiden Variablen konnte belegt werden. Dies konnte nicht für das Merkmal Rohprotein gezeigt werden. Die ausgewerteten Daten zeigten hier eine geringe negative Korrelation.

Auch die Untersuchungen zur Beziehung zwischen dem Parameter Wärmesumme auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt zeigten eine negative Korrelation zwischen den entsprechenden Variablen. Eine mittlere Korrelation mit -32% respektive -36% konnte bestimmt werden.

Die stärkste Beziehung zwischen Niederschlag und Rohproteingehalt konnte für den Rohproteingehalt gezeigt werden. Mit einer starken Korrelation von 0,458 konnte eine positive Beziehung zwischen den beiden Merkmalen gezeigt werden. Eine positive lineare Beziehung auf einem mittleren Niveau von 35% konnte ebenfalls für die Merkmale Niederschlag und Kornertrag gezeigt werden.

Unter Berücksichtigung der obengenannten Untersuchungen hat der Parameter Ackerzahl mit 59% und der Parameter Niederschlag mit 35% einen Einfluss auf den Kornertrag. Für den Rohproteingehalt hat von den drei untersuchten Merkmalen das Merkmal Niederschlag mit 46% den größten Einfluss auf den Rohproteingehalt der untersuchten Sorten.

Ableitung von Empfehlungen für den Anbau von Sojabohnen für ausgewählte Bundesländer und ausgewählte Sorten in Deutschland

Für eine Sortenempfehlung für ausgewählten Bundesländer wurde in dieser Arbeit der niedrigste, mittlere und der höchste Rohproteinertrag [dt Rohprotein/ha] für jede Sorte und in jedem Bundesland berechnet. Dieser Ansatz wurde gewählt, um unterschiedliche Risikoeinstellungen der Landwirte zu berücksichtigen. Danach konnte für den Risiko-aversiven Landwirt die Sorte Regina für die Bundesländer Baden-Württemberg und Hessen und die Sorte ES Comandor für Bayern und Rheinland-Pfalz, sowie die Sorte Amarok in Sachsen-Anhalt empfohlen werden. Der Risiko-neutrale Landwirt sollte dagegen auf die Sorte Regina in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz sowie auf die Sorten ES Comandor und Amarok in Bayern respektive Sachsen-Anhalt zurückgreifen. Höchste Rohproteinerträge, für den Risiko-freudigen Landwirt, konnten für die Sorte Amarok in Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt errechnet werden. In den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg konnten die beiden Sorten RGT Shouna und Regina die höchsten Rohproteingehalte erzielen. Merlin konnte als einzige Sorte, in keiner Risikoklasse und in keinem Bundesland den höchsten Kornertrag oder den höchsten Rohproteingehalt erzielen.

Unter Betrachtung aller Werte erreichte die Sorte Regina mit einem mittleren Rohproteingehalt von 12,9 dt/ha (SD $\pm 3,9$, zwischen 7,2 dt/ha und 16,9) den höchsten mittleren Rohproteingehalt in der Risiko-aversiven Klasse. Der minimalste Rohproteinertrag dieser Sorte ist auf einem vergleichbaren Niveau wie bei der Sorte ES Comandor mit 7,8 dt/ha. Unter der Betrachtung einer neutralen Risikoeinstellung liefert ebenfalls die Sorte Regina den höchsten mittleren Rohproteingehalt mit 15,3 dt/ha (SD $\pm 3,9$ zwischen 11,0 dt/ha und 19,7 dt/ha) auf. Die Sorte Amarok, mit dem zweit höchsten mittleren Rohproteingehalt von 15,0 dt/ha lieferte zwar einen etwas geringeren mittleren Rohproteingehalt im Vergleich zur Sorte Regina, hat aber eine geringere Standardabweichung von $\pm 2,8$ und eine geringere Differenz zwischen dem minimalen Rohproteingehalt von 11,3 dt/ha und 19,7 dt/ha. Die Sorte ES Comandor erzielt dagegen den höchsten maximalen Rohproteingehalt mit 19,9 dt/ha in dieser Risikoklasse. In der Klasse Risiko-freudig konnte der höchste mittlere Rohproteingehalt mit 18,0 dt/ha für die Sorte Amarok bestimmt werden. Der maximalste Rohproteingehalt konnte dagegen für die Sorte RGT Shouna mit 23,4 dt/ha errechnet werden.

Schwächen der oben aufgelisteten Empfehlungen liegen insbesondere in der geringen Anzahl der Wiederholungen je Bundesland, sowie die Betrachtung der Ergebnisse aus nur einem Anbaujahr. Des Weiteren werden ausschließlich die jeweils höchsten mittleren Rohproteingehalte einer Risikoklasse betrachtet. Unter Berücksichtigung der maximalen Erträge sowie der Standardabweichungen könnten andere Empfehlungen getroffen werden. Dieses kann beispielhaft für die Sorte Regina unter der Berücksichtigung aller Bundesländer in der Klasse Risiko-neutral gezeigt werden. Die Sojabohnensorte Regina konnte zwar in dieser Klasse den höchsten mittleren Ertrag erreichen, nicht aber den höchsten minimalen von 11,3 dt/ha und den höchsten maximalen von 19,9 dt/ha Rohproteinertrag in dt/ha. Diese werden von den Sorte Amarok und ES Comandor erzielt. Des Weiteren sind die hier beschriebenen Rohproteingehalte teilweise von unterschiedlichen Standortbedingungen beeinflusst. Da die Grundlage der Kalkulation die Multiplikation des jeweils niedrigsten, mittleren und höchsten Kornertrag mit dem jeweils höchsten Rohproteingehalt je Sorte und je Bundesland ist. Dadurch werden teilweise Kornerträge und Rohproteingehalte von unterschiedlichen Standorten mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen verrechnet und

daraus eine theoretische Ableitung auf die entsprechenden zu erzielenden Rohproteingehalte in dt/ha gemacht. Dieses wird dahingehend unterstützt, da Sojabohnen hohe Ansprüche an den Standort und insbesondere an die vorherrschende Tageslichtlänge, Temperatur und den Niederschlag aufweisen. Aus diesen Gründen werden in Landessortenversuchen für die Ableitung von Sortenempfehlungen eine Vielzahl weiterer Parameter berücksichtigt wie beispielsweise Vorkulturen, Nährstoffversorgung der Böden vor der Aussaat, Bodenbearbeitung, Beikrautregulierung, Saattechnik, Keimung, Blühbeginn, Kulturführung und Beerntbarkeit.

Aus den oben genannten Gründen wird in aktuellen Sortenzüchtungen auf geeignete Sorten für die klimatischen Verhältnisse in Deutschland selektiert. Dabei wird der Schwerpunkt der aktuellen Sojazüchtung auf das Merkmal Frühreife bei guter Beerntbarkeit und je nach Verwendungszweck ausreichend hohen Proteingehalten zur Verwendung als Speiseware gelegt.

Die oben beschriebenen theoretischen Ableitungen bieten keine Information zu Rückschlüssen auf den entsprechenden Rohproteingehalt [%] der Sojabohnen. Deshalb können diese Sortenempfehlungen nur für die Verwertung als Tierfuttermittel, nicht jedoch zur Verarbeitung als Sojavollfettmehl (Rohproteingehalt > 40%) oder zur Lebensmittelherstellung (zwischen 42% und 45%) verwendet werden.

Hinweise für weiterführende Untersuchungen

Aus den oben aufgeführten Ausarbeitungen lassen sich folgende Ratschläge ableiten:

- Untersuchung des Einflusses der geografischen Lage, respektive der Tageslichtlänge, der Versuchsstandorte auf den Kornertrag [%] und Rohproteingehalt [%] von Sojabohnen.
- Untersuchung des Einflusses der Art, Dauer und Häufigkeit von Niederschlag auf den Kornertrag [%] und Rohproteingehalt [%] von Sojabohnen.
- Untersuchungen des Einflusses der nutzbaren Feldkapazität und Niederschlag auf den Kornertrag [%] und Rohproteingehalt [%] von Sojabohnen.
- Überführung ob die Kernaussagen dieser Überblicksarbeit sich auch bei der Analyse von mehreren Anbaujahren bestätigen lassen.
- Analyse eines Zusammenhangs zwischen dem Jahr der Sojabohnensortenzulassung in Deutschland und dem Kornertrag und dem Rohproteingehalt

6 Schlussfolgerung

Die Merkmale Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag wurden auf deren Einfluss auf den Kornertrag [dt/ha] und den Rohproteingehalt [%] von Sojabohnen untersucht. Als Datengrundlage dafür dienten die Versuchsergebnisse aus Landessortenversuche im Jahr 2017 der Bundesländer, Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Von den im Jahr 2017 angebauten Sorten wurden nur die Sojabohnensorten ES Comandor, Merlin, Regina, RGT Shouna, und Amarok an allen Versuchsstandorten untersucht.

Es konnte belegt werden, dass der Parameter Ackerzahl mit 59% und der Parameter Niederschlag mit 35% einen Einfluss auf den Kornertrag haben. Für den Rohproteingehalt hat von den drei untersuchten Merkmalen das Merkmal Niederschlag mit 46% den größten Einfluss auf den Rohproteingehalt der untersuchten Sorten. Die erzielten Ergebnisse lassen darauf zurückschießen, dass andere Merkmale, neben den untersuchten Merkmalen, einen Einfluss auf den Kornertrag und auf den Rohproteingehalt haben müssen.

Die geringe bis mittlere Korrelation von 0,326 zwischen Kornertrag und Rohprotein lässt darauf zurückschließen, dass aktuelle Pflanzenzüchtungen neben dem Merkmal Frühreife bei guter Beerntbarkeit immer auch auf die beiden Merkmale Kornertrag und Rohproteingehalt selektiert werden müssen.

Vergleicht man die geografische Lage der Bundesländer und deren Versuchsstationen mit dem jeweils erreichten mittleren Kornertrag und dem mittleren Rohproteingehalt fällt auf, dass im Jahr 2017 die nördlicheren Bundesländer einen niedrigeren mittleren Kornertrag und einen niedrigeren mittleren Rohproteingehalt aufweisen als die südlicheren Bundesländer. Aufgrund der Auffälligkeiten eines Zusammenhangs der geografischen Lage der Bundesländer und der Versuchsstationen auf den mittleren Kornertrag und den mittleren Rohproteingehalt sollten weitere Untersuchungen die genetische Eigenschaft der Sojabohne als Kurztagpflanze, und dementsprechend den Einfluss der Tageslichtlängen, auf die reproduktive Entwicklung und den Kornertrag, sowie den Rohproteingehalt genauer betrachten. Gleiches gilt für den Niederschlag und die Entfernung zwischen Versuchsstandort und einer geeigneten Wetterstation.

Ungenauigkeiten in der Aussagekraft der in dieser Übersichtsarbeit dargestellten Ergebnisse zeigen sich dadurch, dass ausschließlich die Niederschlagssumme während der gesamten Vegetationsperiode bestimmt wurde. Dieser Wert gibt keine Informationen über die Dauer und die Menge des Niederschlags am entsprechenden Versuchsfeld. Ebenfalls wurden in dieser Arbeit keine Bodenmerkmale, wie beispielsweise seine nutzbare Feldkapazität oder Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Aussaat erhoben. Des weiteren wurden in diesen Untersuchungen die Wetterdaten der dem Versuchsstandort nahest gelegenen Wetterstation verwendet. Mit Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den jeweils ausgewählten Wetterstationen von im Mittel 12,7 km können die in dieser Arbeit aufgeführten Klimadaten von dem tatsächlichen vorherrschenden Wetter an den Versuchsstandorten abweichen. Für weitergehende Untersuchungen sollte dementsprechend auf Wetterdaten, sofern verfügbar, aus unmittelbarer Nähe der Versuchsflächen zurückgegriffen werden.

Eine allgemeine Sortenempfehlung ist ohne Berücksichtigung des Ertrags- und des Qualitätsziel mit den gegebenen Daten so nicht möglich. Auch reichen die Untersuchten Parameter Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag für eine Aussagekräftigere Empfehlung nicht aus. Es sollten die Anzahl der Replikate erhöht werden durch die Betrachtung mehrerer Anbaujahre.

Vergleicht man die mittleren Kornerträge aus den Landessortenversuche von 40,4 dt/ha mit den weltweiten höchsten Erntemengen im Jahr 2016 von 43 dt/ha in der Türkei und den USA mit 35 dt/ha, so sind die Kornerträge aus den Deutschen Landessortenversuche konkurrenzfähig.

7 Zusammenfassung

In Deutschland besteht eine enorme Eiweißlücke in der Tierproduktion. Endemische Körnerleguminosen wie die Ackerbohne, Futtererbse und Lupinen können diese Lücke allein nicht schließen. Hier kann die Sojabohne mit hohem Anteil an essenziellen Aminosäuren für die Ernährung von Menschen und landwirtschaftlichen Nutztieren eine wertvolle Möglichkeit sein, um die Eiweißlücke zu schließen. Pflanzenzüchterische Fortschritte ermöglichen mittlerweile einen sinnvollen und rentablen Anbau der Sojabohne für viele Landwirte in unterschiedlichen Regionen Deutschlands, so dass das Eiweiß von in Deutschland angebauten Sojabohnen für die Ernährung von Menschen und landwirtschaftlichen Nutztieren genutzt werden kann. Da die Nachfrage nach Produkten aus Sojabohnen vorhanden ist, haben immer mehr Landwirte in Deutschland die Bereitschaft Sojabohnen in den Fruchtfolgen zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen wurden in der vorliegenden Überblicksarbeit die biologischen und anbautechnischen Gesichtspunkte der Sojabohne in einem ersten Schritt genauer betrachtet. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Parameter Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf den Ertrag und den Proteingehalt von Sojabohnen unter Betrachtung der Sorten in ausgewählten Bundesländern in Deutschland bewertet. Darüber hinaus wurden Untersuchungen zur linearen Beziehung zwischen den Parametern Ackerzahl, Wärmesumme und Niederschlag auf Kornertrag sowie Rohproteingehalt und später eine Ableitung von Sortenempfehlungen für den Anbau von Sojabohnen für ausgewählte Bundesländer und ausgewählte Sorten in Deutschland erarbeitet. Als Datengrundlage dafür dienten die Versuchsergebnisse aus Landessortenversuche im Jahr 2017 der Bundesländer, Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Von den im Jahr 2017 angebauten Sorten wurden nur die Sojabohnensorten ES Comandor, Merlin, Regina, RGT Shouna, und Amarok an allen Versuchsstandorten kultiviert. Diese 5 Sorten bilden die Grundlage der vorliegenden Untersuchung. Die Ergebnisse der Untersuchungen zwischen den Parametern Ackerzahl und dem Kornertrag zeigen eine mit 59% positive lineare Beziehung. Eine starke Korrelation zwischen den beiden Variablen konnte belegt werden. Dies konnte nicht für das Merkmal Rohprotein gezeigt werden. Die ausgewerteten Daten zeigten hier eine geringe negative Korrelation. Auch die Untersuchungen zur Beziehung zwischen dem Parameter Wärmesumme auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt zeigten eine negative Korrelation zwischen den entsprechenden Variablen. Eine mittlere Korrelation mit -32% respektive -36% konnte bestimmt werden. Die stärkste Beziehung zwischen Niederschlag und Rohproteingehalt konnte für den Rohproteingehalt gezeigt werden. Mit einer starken Korrelation von 0,458 konnte eine positive Beziehung zwischen den beiden Merkmalen gezeigt werden. Eine positive lineare Beziehung auf einem mittleren Niveau von 35% konnte ebenfalls für die Merkmale Niederschlag und Kornertrag gezeigt werden.

Unter Berücksichtigung der obengenannten Untersuchungen hat der Parameter Ackerzahl mit 59% und der Parameter Niederschlag mit 35% einen Einfluss auf den Kornertrag. Für den Rohproteingehalt hat von den drei untersuchten Merkmalen das Merkmal Niederschlag mit 46% den größten Einfluss auf den Rohproteingehalt der untersuchten Sorten.

8 Literaturverzeichnis

- AGRARHEUTE (2014): Soja-Spezial Nr. 4: Halbzeit - zu wenig Knöllchenbakterien.
- AIGNER, A. (2014): Wann soll die Bohne in den Boden?: Soja: Die Gratwanderung zwischen zu früh und zu spät säen bewältigen. Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt, Nr. 13, 50–51.
- AIGNER, A., M. SCHMIDT und T. ECKL (2018): Versuchsergebnisse aus Bayern 2017 - Sojabohnen: Ergebnisse aus Versuchen in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- ANTHE, J. (Hrsg.) (2015): SoJA - SoNicht: Eiweißquellen auf dem Prüfstand ; Dokumentationsband der 22. Witzenhäuser Konferenz, 2. bis 6. Dezember, Kassel Univ. Press, Kassel.
- BACHETELER, K. (2018): Entwicklungsstadien und Bedürfnisse der Sojabohne: Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter. Taifun-Tofu GmbH.
- BACHTELER, K. (2017): Crop-Heat-Unit-System bei Sojabohnen: Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter. Taifun-Tofu GmbH.
- BENDER, R. R., J. W. HAEGELE, M. L. RUFFO und F. E. BELOW (2013): Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal* 105, 161–170.
- BERSCHNEIDER, J. (2016): Chances and Limitations of European Soybean Production:: Market Potential Analysis. Master Thesis. Institute of Agricultural Policy and Markets (420); Agricultural and Food Policy (420a), Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim.
- BMEL (2016): Ackerbohne, Erbse & Co.: Die Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung des Leguminosenanbaus in Deutschland.
- BORECKA-JAMRO, D. (1999): Soybean (in Polish).
- BREVEDAN, R. E. und D. B. EGLI (2003): Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. *Crop Science* 43, 2083–2088.
- BRILLMAYER, F. A. (1947): Kultur der Soja in Österreich.
- BROWN, D. M. und A. BOOTSMA (1993): Crop heat units for corn and other warm-season crops in Ontario. Factsheet. Agdex/Ontario. Min. of agriculture and food 111, 31.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2017): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV): DüV 2017.

- BUNDESSORTENAMT, OSTERFELDDAMM 80, 30627 HANNOVER (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Bundessortenamt. URL: https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/Richtlinie_LW2000.pdf. (abgerufen am: 14.4.2019).
- BUNDESSORTENAMT, OSTERFELDDAMM 80, 30627 HANNOVER (2003): Richtlinien des Bundessortenamtes für die Übermittlung der Ergebnisse aus landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen auf Datenträger. Bundessortenamt. URL: https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/260_Richtlinien_BSA_18_02_2003.pdf. (abgerufen am: 14.4.2019).
- BUNDESSORTENAMT, OSTERFELDDAMM 80, 30627 HANNOVER (2013): Schlüsselverzeichnis Dünger. Bundessortenamt. URL: https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/RILI_5_2_Min_Duengung_201303.pdf. (abgerufen am: 14.4.2019).
- BUNDESSORTENAMT, OSTERFELDDAMM 80, 30627 HANNOVER (2014a): Ernte und Bestimmungen am Erntegut. Bundessortenamt. URL: https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/RILI_2_8_Erntegut_201404.pdf. (abgerufen am: 14.4.2019).
- BUNDESSORTENAMT, OSTERFELDDAMM 80, 30627 HANNOVER (2014b): Vorlage von Vermehrungsmaterial. Bundessortenamt. URL: https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/RILI_1_7_VorlageVM_201205.pdf. (abgerufen am: 14.4.2019).
- BUNDESSORTENAMT, OSTERFELDDAMM 80, 30627 HANNOVER (2018): Beschreibende Sortenliste: Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben und Zwischenfrüchte - 2018. Bundessortenamt.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2019a): CDC Climate Data Center. URL: <https://cdc.dwd.de/portal/201904171234/mapview>. (abgerufen am: 2.6.2019).
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2019b): Klimawandel wird auch unser Leben in Deutschland verändern. URL: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/ueberblick/ueberblick_node.html;jsessionid=895CE5654199413501A594BC830D89A0.live21062#doc344940bodyText5. (abgerufen am: 21.5.2019).
- DLR RHEINHESSEN: Versuchsbericht Sojabohnen Rheinland-Pfalz 2017: Versuchsserien: Landessortenversuche Sojabohnen (S42.1).
- EGLI, D. B. (2010): Soybean Yield Physiology: Principles and Processes of Yield Production: Chapter 6. The Soybean: Botany, Production and Uses, 113–141.
- EGLI, D. B. und W. P. BRUENING (2000): Potential of early-maturing soybean cultivars in late plantings. *Agronomy Journal* 92, 532–537.

- FEHR, W. R. und C. E. CAVINESS (1977): Stages of Soybean Development.: Special Report 87. Serr. Agric. Home Econ. Exp. Stn. Spc. Rep 3-1977.
- FIBL und H. DIERAUER (2009): Biosoja: Merkblatt 1023.
- FISCHER, C. (2014): Infoblatt Sojabohne. Klett Verlag.
- GACOVSKI, Z. und S. STOJANOVSKI (2012): EXAMINATION ON GENETIC POTENTIAL OF TRAIT YIELD OF GRAIN ON SOYBEAN VARIETIES CULTIVATED IN THE BITOLA PART OF PELAGONIA. URL: https://www.researchgate.net/publication/284038673_EXAMINATION_ON_GENETIC_POTENTIAL_OF_TRAIT_YIELD_OF_GRAIN_ON_SOYBEAN_VARIETIES_CULTIVATED_IN_THE_BITOLA_PART_OF_PELAGONIA. (abgerufen am: 19.4.2019).
- GAZZONI, D. L. (2016): Soybean and bees, Embrapa, Londrina.
- GEOPORTAL.JKI: Visualisierungen der Anbaueignung für Sojabohnen in Deutschland im Geoportal des JKI. URL: http://geoportal.julius-kuehn.de/map?app=soja_neu. (abgerufen am: 21.6.2019).
- HACK, H., H. BLEIHOLDER, L. BUHR, U. MEIER, U. SCHNOCK-FRICKE, E. WEBER und A. WITZENBERGER (1992): Einheitliche codierung der phänologischen entwicklungsstadien mono-und dikotyler pflanzen–erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes 44, 265–270.
- HELLRIEGEL, H. (1886): Welche Stickstoffquellen stehen der Pflanze zu Gebote. Tageblatt der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin, 290.
- IMGRABEN, H. und J. RECKNAGEL (2019): Anbauanleitung Sojabohnen 2019. URL: https://www.sojafoerderring.de/wp-content/uploads/2019/04/Anbauanleitung_für_Sojabohnen_2019_lang.pdf. (abgerufen am: 1.5.2019).
- JEROCH, H., A. LIPIEC, H. ABEL, J. ZENTEK, E. R. GRELA und G. BELLOF (2016): Körnerleguminosen als Futter- und Nahrungsmittel. DLG-VERLAG GMBH, Frankfurt am Main.
- JKI (2014): Geoportal-Anwendung des Julius Kühn-Institutes zur Anbaueignung für Sojabohnen. URL: http://geoportal.julius-kuehn.de/map?app=soja_neu. (abgerufen am: 30.5.2019).
- KAHNT, G. (2008): Leguminosen im konventionellen und ökologischen Landbau, DLG-Verlag.

- Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD: 19. Legislaturperiode Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Ökologische Landwirtschaft und Eiweißstrategie stärken (2019). URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf?download=1>. (abgerufen am: 28.12.2018).
- KÖGEL, A. (2018): Der Standort bestimmt die Sojasorte. *bioland*, Nr. 01, 8–9.
- KOLBE, H., W. KARALUS, M. HÄNSEL, A. GRÜNBECK, M. GRAMM, B. ARP und B. KRELLING (2002): Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau: Information für Praxis und Beratung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- KÖPKE und ULRICH (2016): Reduzierte Bodenbearbeitung zu Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau - Merkblatt. INSTITUT FÜR ORGANISCHEN LANDBAU DER UNIVERSITÄT BONN.
- KÖPKE, U. und T. NEMECEK (2010): Ecological services of faba bean. *Field crops research* 115, 217–233.
- LEHNER, F. (2011): Der weltweite Sojamarke und die europäische Eiweißlücke, Finadvice Financial Advisory GmbH, 3. Österreichisches Soja-Symposium, LBWFS Ritzlho.
- LLG SACHSEN-ANHALT (2017): Landessortenversuche Sojabohnen: Versuchsergebnisse 2017.
- LTZ AUGUSTENBERG (2018): Versuchsberichte zur Pflanzenproduktion: Landessortenversuche 2017 - Sojabohnen sehr früh (000) - früh (00).
- MEIER, U. (2018): Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen: BBCH Monografie, Open Agrar Repository.
- MIERSCH, M. (2019): Sojaanbau in Deutschland hat viele Vorteile – Zeit für die Eiweißwende! URL: <https://www.sojafoerderring.de/>. (abgerufen am: 21.5.2019).
- MÜCKE, M. (2016): Mechanische Unkrautregulierung. Sojabohnen-Feldtag, 8.6.2016, Klein Süstedt. (abgerufen am: 22.4.2019).
- MURATA, Y. (1969): Physiological responses to nitrogen in plants. *Physiological Aspects of Crop Yield*, 235–263.
- NORAS, B. (2017): Die Bedeutung der eiweißliefernden Rohstoffe für die tierische Veredlungswirtschaft in Deutschland. Deutscher Verband Tiernahrung E.V. URL: https://www.dvtiernahrung.de/fileadmin/Dokumente_ab_07_2013/Presse/2017_03_28_DVT-Pk_Eiwei%C3%9Fversorgung-GVO.pdf.
- OVID (2017a): Ohne Soja und Raps geht es nicht.

- OVID (2017b): Sojaanbau in Deutschland auf Erfolgskurs: Importe weiter unverzichtbar, Berlin.
- RECKNAGEL, J. (2014): Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland. Sojafeldtag des Sojanetzwerks in Augustenberg, 10.9.2014, Augustenberg, Deutschland. URL: <https://www.sojafoerderring.de/wp-content/uploads/2014/06/Recknagel-Baldersheim-20140910.pdf>.
- RECKNAGEL, J. (2019): Märkte und Preise. URL: <https://www.sojafoerderring.de/markt/maerkte-und-preise/>. (abgerufen am: 31.5.2019).
- RECKNAGEL, J. und H. IMGRABEN (2013a): Soja Praxistipps: So klappt der Sojaanbau. FiBL, D. e.V.
- RECKNAGEL, J. und H. IMGRABEN (2013b): Soja Praxistipps: So klappt der Sojaanbau. FiBL Deutschland e.V.
- RECKNAGEL, J. und M. MIERSCH (2019): Der Deutsche Sojafördering e.V. URL: <https://www.sojafoerderring.de/aktuell/sojafoerderring/>. (abgerufen am: 31.5.2019).
- ROßBERG, D. und J. RECKNAGEL (2017): Untersuchungen zur Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland. Journal für Kulturpflanzen 69, 137–145.
- ROTZLER, D., P. STAMP, C. A. BETRIX, J. C. GROOTE, O. MOULLETT und A. SCHORI (2009): Agronomische Bedeutung lanzett-förmiger Blätter bei der Soja, Agrarforschung, 472–477.
- RYBINSKI, W. A. und B. GORYNOWCIZ (2016): Pflanzenbauliche Voraussetzungen und Maßnahmen zur Erzeugung von Körnerleguminosen, Körnerleguminosen als Futter- und Nahrungsmittel, 2. Aufl., DLG Verlag, Frankfurt am Main, 27–46.
- SCHEFFER, F., P. SCHACHTSCHABEL, H.-P. BLUME, G. W. BRÜMMER, R. HORN, E. KANDELER, I. KÖGEL-KNABNER, R. KRETZSCHMAR, K. STAHR, S. THIELE-BRUHN, G. WELP und B.-M. WILKE (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- SCHICK, R. (1932): Photoperiodismus: (Sammelreferat). Der Züchter 4, 122–135.
- SCHMIDT, H. (1997): Viehlose Fruchtfolge im Ökologischen Landbau-Auswirkungen systemeigener und systemfremder Stickstoffquellen auf Prozesse im Boden und die Entwicklung der Feldfrüchte. Universität Gesamthochschule Kassel.
- SCHUSTER, W. (1998): Geschichte und Verbreitung der Leguminosen. Leguminosen zur Kornnutzung, 73–86.
- SCHUSTER, W. und R. A. MARQUARD (1992): Ölpflanzen in Europa: Mit einer Einf.: " Biologie der Pflanzenöle", DLG-Verlag.

- SHEN, R. P., B. SUN und Q.-G. ZHAO (2005): Spatial and temporal variability of N, P and K balances for agroecosystems in China. *Pedosphere* 15, 347–355.
- SINGH, B.B., R.K. SOLANKI, B.K. CHAUBEY und P. VERMA (2011): Breeding for Improvement of Warm Season Food Legumes. *Biology and Breeding of Food Legumes*, Kanpur, India 2011, 63–80.
- SOLDATI, A. (1999): Die Sojabohne. *In*: Keller, E. R., H. Hanus und K.-U. Heyland (Hrsg.), *Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen*, Ulmer, Stuttgart, 659–685.
- SPORY, K. und H. HANSEN (2018): Demonstrationsnetzwerk Erbse / Bohne. URL: <http://www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de/>. (abgerufen am: 28.12.2018).
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Fachserie 3 Reihe 3.2.1: Wachstum und Ernte - Feldfrüchte - August/September 2018. URL: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteAugustSeptember2030321182094.pdf?__blob=publicationFile.
- TACKER, P. und E. VORIES (1998): Irrigation: Chapter 8. *Arkansas Soybean Handbook 1999*, 49–56.
- TAIFUN TOFU GMBH UND DEUTSCHER SOJAFÖRDERRING E.V. (2019): Saatgutimpfung: Sorgfalt zahlt sich aus. URL: <https://www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/aussaaitimpfung/>. (abgerufen am: 22.4.2019).
- UNSLEBER, J. (2018): Der Start entscheidet. *Wochenblatt-Magazin Pflanzenschutz*, 27–30.
- UNSLEBER, J. (2019): Chemische Beikrautregulierung. URL: <https://www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/beikrautregulierung/konventionell/>. (abgerufen am: 28.4.2019).
- UNSLEBER, J., C. KREIKENBOHM, R. SCHÄTZL, S. BRAUN, C. NADLER und A. REINDL (2018): Soja – Anbau und Verwertung: Handreichung Unterrichtsmaterial 1.
- VELA (2014): *Landwirtschaftlicher Pflanzenbau*, BLV Buchverlag, München.
- VON BEESTEN, F. (2019): Einteilung der Sojasorten in Reifegruppen: Sojaförderring. URL: <https://www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/sortenratgeber/reifegruppen/>. (abgerufen am: 5.5.2019).
- WICHERN, J. M. (2016): Produktionstechnik und Anbauerfahrungen bei Sojabohnen. Sojainformationsveranstaltung, 2016. URL: <https://www.sojafoerderring.de/wp-content/uploads/2015/04/Anbau-Vorteile-und-Wirtschaftlichkeit-der-Sojabohne.pdf>. (abgerufen am: 28.4.2019).
- YONTS, C. D., S. R. MELVIN und D. E. EISENHAUER (2008): Predicting the Last Irrigation of the Season. *NebGuide*.

ZADOKS, J. C., T. T. CHANG und C. F. KONZAK (1974): A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research* 14, 415–421.

9 Selbständigkeitserklärung

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen (einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Bechen, den 29. Juli 2019

Carsten Puth

Unterschrift der Verfasserin/des Verfassers

(Vor- und Zuname)

Anhang

Anhang I: Allgemeine Informationen

Tabelle 44: Anbaufläche, Ertrag und Erntemenge von Sojabohnen in Deutschland nach Bundesländern (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018)

		Sojabohnen		
		Anbau- fläche	Ertrag je ha	Ernte- menge
		1 000 ha	dt	1 000 t
Deutschland	2017	19,1 B	34,4	65,7
	2018	24,1 B	24,4	58,7
Baden-Württemberg	2017	6,9 C	37,1	25,6
	2018	7,3 C	25,6	18,6
Bayern	2017	8,4 C	34,8	29,3
	2018	11,6 C	27,2	31,6
Berlin	2017	–	–	–
	2018	–	–	–
Brandenburg	2017	0,4 A	22,3	0,9
	2018	0,6 B	12,3	0,7
Bremen	2017	–	–	–
	2018	–	–	–
Hamburg	2017	–	–	–
	2018	–	–	–
Hessen	2017	0,5 D	36,5	2,0
	2018	0,7 D	19,5	1,5
Mecklenburg-Vorpommern	2017	0,2 C	29,4	0,5
	2018	0,2 B	13,8	0,3
Niedersachsen	2017	0,5 D	26,2	1,4
	2018	0,7 D	19,5	1,3
Nordrhein-Westfalen	2017	/ E	/	/
	2018	/ E	21,8	/
Rheinland-Pfalz	2017	/ E	/	/
	2018	0,6 D	/	/
Saarland	2017	. A	/	.
	2018	. A	/	.
Sachsen	2017	0,4 B	31,2	1,1
	2018	0,5 A	8,4	0,4
Sachsen-Anhalt	2017	1,0 B	29,0	2,8
	2018	0,9 C	10,1	1,0
Schleswig-Holstein	2017	–	–	–
	2018	/ E	/	/
Thüringen	2017	0,3 A	23,2	0,6
	2018	0,3 A	16,6	0,4

1 Erfassung ab 2016.

Anhang II Lage der Versuchs- und Wetterstationen

Tabelle 45: Lage der Versuchs- und Wetterstationen

Bundesland	Versuchsstation					Wetterstation					Entfernung Luftlinie [km]
	Code	Standort	Lat	Lon	Höhe [m]	Stations ID	Standort	Lat	Lon	Höhe [m]	
Baden- Württemberg	VS1	Bönningheim	49,03157	9,09847	230	4349	Sachsenheim	48,9569	9,0710	248	8,5
Baden- Württemberg	VS2	Müllheim	47,80394	7,60609	232	259	Müllheim	47,8064	7,6387	273	2,5
Baden- Württemberg	VS3	Orschweier	48,27592	7,80299	166	2812	Lahr	48,3647	7,8280	155	10,5
Baden- Württemberg	VS4	Tailfingen	48,54505	8,84581	450	5562	Neubulach-Oberhaugstett	48,6516	8,6801	570	17,2
Bayern	VS5	Großaitingen	48,13385	10,46395	542	232	Augsburg	48,4254	10,9420	461	25,2
Bayern	VS6	Köfering	48,93166	12,20854	349	4104	Regensburg	49,0425	12,1019	365	14,5
Bayern	VS7	Oberhummel	48,42646	11,87247	460	5404	Weihenstephan-Dürnast	48,4025	11,6946	477	13,3
Bayern	VS8	Rotthalmünster	48,35954	13,20266	375	4706	Simbach/Inn	48,2719	13,0273	360	16,2
Bayern	VS9	Wolkshausen	49,62486	9,97891	281	5149	Gollhofen	49,5741	10,1910	308	16,4
Hessen	VS10	Friedberg	50,32801	8,74766	240	3442	Naunheim, Bad	50,3574	8,7506	149	3,2
Hessen	VS11	Griesheim	49,86143	8,56764	90	917	Darmstadt	49,8809	8,6779	162	8,2
Rheinland- Pfalz	VS12	Ober-Flörsheim	49,68491	8,15659	285	150	Alzey	49,7273	8,1164	215	5,5
Rheinland- Pfalz	VS13	Rinkenbergerhof	49,35634	8,41697	99	5275	Waghäusel-Kirrlach	49,2445	8,5374	105	15,1
Sachsen- Anhalt	VS14	Beetzendorf	52,70287	11,08926	47	1544	Gardelegen	52,5129	11,3940	47	29,5
Sachsen- Anhalt	VS15	Bernburg	51,82422	11,70677	80	445	Bernburg/Saale (Nord)	51,8218	11,7109	84	0,5
Sachsen- Anhalt	VS16	Gadegast	51,89166	12,89048	93	5629	Wittenberg	51,8892	12,6445	105	17

Anhang III Klimatische- und Bodenbedingungen an den Versuchsstationen

Tabelle 46: Klimatische Bedingungen an den Versuchsstandorten (Langjähriges Mittel)

Bundesland	Code	Versuchsstandort	Langjähriges Mittel Niederschlag [mm]	Langjähriges Mittel Tagestemperatur [°C]	Höhe über Normal Null [Meter NN]
Baden-Württemberg	VS1	Bönningheim	765	9,8	230
Baden-Württemberg	VS2	Müllheim	650	11,1	232
Baden-Württemberg	VS3	Orschweier	827	9,5	166
Baden-Württemberg	VS4	Tailfingen	770	7,8	450
Bayern	VS5	Oberhummel	814	7,8	460
Bayern	VS6	Rotthalmünster	750	8,1	375
Bayern	VS7	Köfering	646	7,9	349
Bayern	VS8	Wolkshausen	680	9,1	281
Bayern	VS9	Großaitingen	820	7,9	542
Hessen	VS10	Friedberg	620	9,1	240
Hessen	VS11	Griesheim	550	9,8	90
Rheinland-Pfalz	VS12	Ober-Flörsheim	535	9,5	285
Rheinland-Pfalz	VS13	Rinkenbergerhof	583	10	99
Sachsen-Anhalt	VS14	Gadegast	574	8,7	93
Sachsen-Anhalt	VS15	Bernburg	483	8,9	80
Sachsen-Anhalt	VS16	Beetzendorf	575	8,4	47

Tabelle 47: Bodeneigenschaften an den Versuchsstandorten im Jahr 2017

Bundesland	Code	Versuchsstandort	Bodenart	Ackerzahl	Nmin [kg/ha]	P ₂ O ₅ [mg/100g Boden]	K ₂ O [mg/100g Boden]	Mg [mg/100g Boden]	pH-Wert
Baden-Württemberg	VS1	Bönningheim	uL	78	66	20	22	15	7
	VS2	Müllheim	uL	81	40	27	29	12	7,2
	VS3	Orschweier	uL	85	52	8	14	25	6,8
	VS4	Tailfingen	uL	65	44	11	16	18	6,5
Bayern	VS5	Oberhummel	sL	68	69	20	23	-	6,8
	VS6	Rotthalmünster	sL	72	96	21	18	-	6,5
	VS7	Köfering	uL	82	91	15	36	-	6,8
	VS8	Wolkshausen	IU	78	60	8	10	-	7,5
	VS9	Großaitingen	sL	40	68	14	23	-	6,9
Hessen	VS10	Friedberg	uL	65	63	16	20	15	7,1
	VS11	Griesheim	IT	52	-	-	-	-	-
Rheinland-Pfalz	VS12	Ober-Flörsheim	L	85	-	-	-	-	-
	VS13	Rinkenbergerhof	aIS	30	60	18	10	4	5,4
Sachsen-Anhalt	VS14	Gadegast	IS	33-40	42	25,4	22	7,2	6,5
	VS15	Bernburg	L	90					n.a.
	VS16	Beetzendorf	IS	45-50	80	11	16,8	3,8	6,2

- Keine Daten vorhanden

Tabelle 48: Bodenklimaraum und Anbaueignung von Sojabohnen für die Standorte

Bundesland	Versuchsstation	Anbaueignung Sojabohnen		Bodenklimaraum	Bodenklimaraum
		Nr	Klartext		
BW	Bönningheim	13	gut	121	Rheinebene und Nebentäler Rheinebene und Nebentäler Rheinebene und Nebentäler Oberes Gäu und körnermaisfähige Übergangslagen
	Müllheim	15	sehr gut	121	
	Orschweier	14	sehr gut	121	
	Tailfingen	13	gut	123	
BY	Großaitingen	9	ausreichend	115	Tertiär-Hügelland Donau-Süd Gäu, Donau- und Inntal Tertiär-Hügelland Donau-Süd Gäu, Donau- und Inntal Nordwestbayern-Franken
	Köfering	15	sehr gut	116	
	Oberhummel	11	gut	115	
	Rotthalmünster	14-15	sehr gut	116	
	Wolkshausen	12	gut	113	
HE	Friedberg	11-12	gut	133	Zentralhessische Ackerbauggebiete, Warburger Börde Rheinebene und Nebentäler
	Griesheim	9	ausreichend	121	
RP	Ober-Flörsheim	12	gut	121	Rheinebene und Nebentäler Rheinebene und Nebentäler
	Rinkenbergerhof	11	gut	121	
ST	Beetzendorf	8-9	ausreichend	109	Diluviale Böden der Altmark und Überlappung nördliches Niedersachsen Lößböden in der Ackerebene (Ost Trocken-warme diluviale Böden des ostdeutschen Tieflandes
	Bernburg	10	ausreichend	107	
	Gadegast	10	ausreichend	104	

Tabelle 49: Verteilung der Anbaueignung nach Bundesländern

Anbaueignung	Bundesland					Gesamt
	BW	BY	HE	RP	ST	
sehr gut	2	2	0	0	0	4
gut	2	2	1	2	0	7
ausreichend	0	1	1	0	3	5
Gesamt	4	5	2	2	3	16

Anhang IV Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den Wetterstationen

Tabelle 50: Luftlinienentfernung zwischen den Versuchsstationen und den Wetterstationen

Bundesland	Versuchsstation Standort	Wetterstation	Entfernung Luftlinie [km]
Baden-Württemberg	Bönningheim	Sachsenheim	8,5
Baden-Württemberg	Müllheim	Müllheim	2,5
Baden-Württemberg	Orschweier	Lahr	10,5
Baden-Württemberg	Tailfingen	Neubulach-Oberhaugstett	17,2
Bayern	Großaitingen	Augsburg	25,2
Bayern	Köfering	Regensburg	14,5
Bayern	Oberhummel	Weihenstephan-Dürnast	13,3
Bayern	Rotthalmünster	Simbach/Inn	16,2
Bayern	Wolkshausen	Gollhofen	16,4
Hessen	Friedberg	Naunheim, Bad	3,2
Hessen	Griesheim	Darmstadt	8,2
Rheinland-Pfalz	Ober-Flörsheim	Alzey	5,5
Rheinland-Pfalz	Rinkenbergerhof	Waghäusel-Kirrlach	15,1
Sachsen-Anhalt	Beetzendorf	Gardelegen	29,5
Sachsen-Anhalt	Bernburg	Bernburg/Saale (Nord)	0,5
Sachsen-Anhalt	Gadegast	Wittenberg	17

Anhang V: Auswahl angebaute Sorten je Versuchsstandort

Tabelle 51: Auswahl angebaute Sorten je Standort in 2017 (nach Bundesländern)

Bundesland	Bayern					Baden-Württemberg				Hessen		Rheinland-Pfalz		Sachsen-Anhalt			Gesamtergebnis
	Großsaitingen	Köfering	Oberhummel	Rotthalmünst er	Wolkshausen	Bönningheim	Müllheim	Orschweier	Tailfingen	Friedberg	Griesheim	Ober- Flörsheim	Rinkenberger hof	Beetzendorf	Bernburg	Gadegast	
Abelina														1	1	1	3
Adsoy									1								1
Amadea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		14
Amarok	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Coraline	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
ES Comandor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ES Mentor	1	1	1	1	1							1	1				7
Galice	1		1			1	1	1	1			1	1				8
Lissabon		1		1	1									1	1	1	6
Merlin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Obelix	1		1			1	1	1	1	1	1			1	1	1	11
Primus												1	1				2
Regina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
RGT Shouna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Silvia PZO		1		1	1												3
Sirelia						1	1	1	1					1	1	1	7
Solena		1		1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	12
Sultana	1		1			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	12
SY Eliot	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1				11
SY Livius	1	1	1	1	1										1		6
Toutatis	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Viola						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Gesamtergebnis	14	12	14	12	12	15	15	14	16	11	11	15	15	14	16	14	220

Anhang VI: Aussaat, Erntezeitpunkt, Kornertrag und Rohproteingehalt ausgewählter Sorten

Tabelle 52: Aussaat- und Erntezeitpunkt

Bundesland	Code	Versuchsstandort	Vorfrucht	Aussaat	Ernte
Baden-Württemberg	VS1	Bönningheim	Gerste-Sommer	11.05.2017	18.10.2017
Baden-Württemberg	VS2	Müllheim	Weizen-Winter	04.05.2017	25.09.2017
Baden-Württemberg	VS3	Orschweier	Weizen-Winter	05.05.2017	26.09.2017
Baden-Württemberg	VS4	Tailfingen	Gerste-Sommer	12.05.2017	27.09.2017
Bayern	VS5	Oberhummel	Gerste-Winter	13.04.2017	27.09.2017
Bayern	VS6	Rotthalmünster	Weizen-Winter	04.05.2017	27.09.2017
Bayern	VS7	Köfering	Gerste-Winter	09.05.2017	05.10.2017
Bayern	VS8	Wolkshausen	Weizen-Winter	06.04.2017	16.10.2017
Bayern	VS9	Großaitingen	Zuckerrübe	11.05.2017	28.09.2017
Hessen	VS10	Friedberg	Weizen-Winter	25.04.2017	14.10.2017
Hessen	VS11	Griesheim	Weizen-Winter	21.04.2017	27.09.2017
Rheinland-Pfalz	VS12	Ober-Flörsheim	Gerste-Sommer	19.04.2017	21.09.2017
Rheinland-Pfalz	VS13	Rinkenbergerhof	Roggen-Winter	24.04.2017	30.08.2017
Sachsen-Anhalt	VS14	Gadegast	Raps-Winter- Körnernutzung	03.05.2017	28.09.2017
Sachsen-Anhalt	VS15	Bernburg	k.D.	07.05.2017	28.09.2017
Sachsen-Anhalt	VS16	Beetzendorf	Mais-Silo	21.04.2017	17.10.2017

k.D. = keine Daten vorhanden.

Tabelle 53: Kornertrag [dt/ha] ausgewählter Sorten im Jahr 2017

Sorte	Baden-Württemberg					Bayern						Hessen			Rheinland-Pfalz			Sachsen-Anhalt				M-Total	
	Bönningheim	Mülheim	Orschweiler	Tailfingen	MW	Großsaitingen	Köfering	Oberhummel	Rotthalmünster	Wolkshausen	MW	Friedberg	Griesheim	WM	Ober-Flörsheim	Rinkenbergerhof	MW	Beetzendorf	Bernburg	Gadegast	MW		
Abelina																		31,7	39,7	29,9	33,8	33,8	
Adsoy				40,8	40,8																		40,8
Amadea	48,0	41,1	45,0	46,2	45,1	44,2	42,5	51,0	39,9	52,0	45,9	44,5	40,3	42,4	41,6	16,1	28,9		35,1		35,1	42,0	
Amarok	48,0	37,2	39,7	44,2	42,3	43,6	44,7	50,4	46,5	50,0	47,0	47,8	37,0	42,4	44,5	17,7	31,1	40,7	38,1	32,0	36,9	41,4	
Coraline	47,1	42,7	46,3	46,9	45,8	42,3		50,3			46,3	46,8	41,3	44,1	45,2	23,9	34,6	28,8	34,3	32,8	32,0	40,7	
ES Comandor	50,1	38,7	45,1	49,8	45,9	46,9	44,3	50,6	45,4	50,5	47,5	47,1	36,7	41,9	40,1	23,3	31,7	30,1	35,7	28,7	31,5	41,4	
ES Mentor						47,1	49,7	55,2	53,5	55,9	52,3				47,4	23,1	35,3					47,4	
Galice	45,0	40,0	42,8	51,8	44,9	45,7		53,4			49,6				43,8	17,0	30,4					42,4	
Lissabon							42,8		32,9	48,6	41,4							29,4	36,8	26,9	31,0	36,2	
Merlin	46,5	36,3	43,8	44,1	42,7	40,2	40,3	49,7	40,1	45,3	43,1	46,2	37,9	42,1	34,8	17,4	26,1	33,3	33,7	28,1	31,7	38,6	
Obelix	49,1	40,5	47,4	51,0	47,0	42,7		47,3			45,0	41,7	42,3	42,0				30,8	36,3	27,2	31,4	41,5	
Primus															38,4	19,2	28,8					28,8	
Regina	46,9	43,8	50,6	45,8	46,8	41,2	43,5	49,6	49,7	49,8	46,8	48,2	42,1	45,2	43,0	20,2	31,6	28,1	34,8	28,6	30,5	41,6	
RGT Shouna	44,2	40,2	43,1	45,6	43,3	39,4	41,7	47,0	43,9	53,7	45,1	44,2	33,9	39,1	40,2	15,3	27,8	26,2	33,7	28,1	29,3	38,8	
Silvia PZO							53,3		57,4	62,6	57,8											57,8	
Sirelia	48,3	39,2	50,4	50,9	47,2													18,8	38,7	28,9	28,8	39,3	
Solena	49,3	42,9	51,8	48,7	48,2		42,2		47,4	54,0	47,9				43,9	19,0	31,5	26,0	38,2	30,2	31,5	41,1	
Sultana	42,0	40,6		41,8	41,5	32,7		44,9			38,8	44,8	32,4	38,6	36,3	20,3	28,3	17,2	27,3	17,9	20,8	33,2	
SY Eliot	46,3	42,3	41,9	49,6	45,0	46,7	49,8	55,5	38,8	60,5	50,3				42,8	14,7	28,8					44,4	
SY Livius						45,2	46,3	51,5	46,1	57,0	49,2								33,1		33,1	46,5	
Toutatis	45,8	45,1	41,0	46,3	44,6	39,3		46,1			42,7	41,9	36,1	39,0	40,1	24,7	32,4	28,6	32,0	28,6	29,7	38,1	
Viola	45,8	37,8	37,9	47,6	42,3							44,6	37,9	41,3	40,3	17,1	28,7	27,3	35,5	28,8	30,5	36,4	
M-Total	46,8	40,6	44,8	46,9	44,8	42,7	45,1	50,2	45,1	53,3	47,2	45,3	38,0	41,6	41,5	19,3	30,4	28,4	35,2	28,3	30,8	40,4	

Tabelle 54: Rohproteingehalt [%] ausgewählter Sorten im Jahr 2017

Sorte	Baden-Württemberg					Bayern						Hessen			Rheinland-Pfalz			Sachsen-Anhalt				M-Total
	Bönningheim	Mülheim	Orschweiler	Tailfingen	MW	Großsaitingen	Köfering	Oberhummel	Rotthalmünster	Wolkshausen	MW	Friedberg	Griesheim	MW	Ober-Flörsheim	Rinkenbergerhof	MW	Beetzendorf	Bernburg	Gadegast	MW	
Abelina																		37,0	33,4	35,1	35,2	35,2
Adsoy				37,7	37,7																	37,7
Amadea	36,0	34,9	35,6	36,4	35,7	41,5	39,3	39,6	36,8	41,0	39,6	35,2	34,9	35,1	30,4	36,6	33,5		33,3		33,3	36,5
Amarok	36,8	36,4	36,0	37,2	36,6	43,0	41,8	42,7	39,4	42,6	41,9	37,3	35,4	36,4	33,4	39,0	36,2	37,3	34,6	36,0	36,0	38,1
Coraline	36,3	36,2	35,9	37,4	36,5	43,3		42,5			42,9	36,1	33,5	34,8	34,1	38,5	36,3	38,2	34,2	35,5	36,0	37,1
ES Comandor	35,8	36,4	36,6	37,2	36,5	42,0	41,6	42,1	40,9	42,3	41,8	35,9	33,5	34,7	33,6	38,0	35,8	38,0	34,5	34,9	35,8	37,7
ES Mentor						43,0	43,0	42,6	40,2	44,0	42,6				35,7	39,1	37,4					41,1
Galice	35,7	35,2	35,1	36,1	35,5	41,3		41,0			41,2				32,9	36,6	34,8					36,7
Lissabon							40,5		38,3	40,9	39,9							36,2	32,5	34,8	34,5	37,2
Merlin	35,2	34,7	34,5	35,5	35,0	39,5	38,1	39,8	38,2	39,6	39,0	33,5	32,7	33,1	29,8	36,8	33,3	36,2	31,7	33,9	33,9	35,6
Obelix	35,6	35,1	34,6	35,6	35,2	40,4		41,2			40,8	36,3	33,5	34,9				37,6	33,8	34,1	35,2	36,2
Primus															37,8	41,9	39,9					39,9
Regina	36,7	37,3	37,7	38,2	37,5	42,3	42,2	42,7	41,1	42,6	42,2	36,6	35,4	36,0	35,8	38,8	37,3	38,0	33,5	36,5	36,0	38,5
RGT Shouna	37,2	37,8	37,6	37,2	37,5	42,9	41,9	42,8	41,2	43,5	42,5	36,2	38,3	37,3	33,2	38,7	36,0	37,6	35,1	36,7	36,5	38,6
Silvia PZO							38,5		38,0	39,6	38,7											38,7
Sirelia	37,1	35,8	36,9	37,4	36,8													38,1	34,9	36,0	36,3	36,6
Solena	37,4	36,5	37,1	37,3	37,1		42,5		40,1	42,6	41,7				33,5	37,8	35,7	37,1	35,5	36,8	36,5	37,9
Sultana	36,5	37,0		37,9	37,1	43,0		42,6			42,8	36,5	34,7	35,6	32,9	37,9	35,4	37,7	34,0	35,7	35,8	37,2
SY Eliot	36,5	36,5	35,8	36,6	36,4	42,3	40,5	40,6	39,5	41,1	40,8				32,0	37,8	34,9					38,1
SY Livius						42,0	42,5	41,2	40,7	42,9	41,9								32,7		32,7	40,3
Toutatis	34,1	33,0	34,7	34,7	34,1	39,4		39,0			39,2	34,4	32,8	33,6	31,0	35,7	33,4	36,0	31,6	33,4	33,7	34,6
Viola	37,6	36,3	37,3	38,2	37,4							37,2	35,3	36,3	32,2	37,6	34,9	38,2	34,3	35,6	36,0	36,3
Total	37,6	37,8	37,7	38,2	37,8	43,3	43,0	42,8	41,2	44,0	42,9	37,3	38,3	37,8	37,8	41,9	39,9	38,2	35,5	36,8	36,8	39,5

Anhang VII Berechnungen der Wärmesummen

Tabelle 55: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Bönningheim, BW (DWD-Station 4349)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{Nacht}	CHU _{Total}
4349	01.05.2017	10,4	5,2	1,3	1,4	1,4
4349	02.05.2017	15,7	7,0	16,3	4,7	10,5
4349	03.05.2017	14,3	5,7	12,8	2,3	7,6
4349	04.05.2017	16,5	4,1	18,1	0,0	9,0
4349	05.05.2017	16,4	7,2	17,9	5,0	11,5
4349	06.05.2017	23,0	4,3	29,1	0,0	14,5
4349	07.05.2017	14,1	11,1	12,2	12,1	12,2
4349	08.05.2017	11,1	6,7	3,6	4,1	3,9
4349	09.05.2017	13,9	2,6	11,7	0,0	5,9
4349	10.05.2017	19,7	0,8	24,4	0,0	12,2
4349	11.05.2017	24,1	6,0	30,3	2,9	16,6
4349	12.05.2017	22,4	12,0	28,4	13,7	21,0
4349	13.05.2017	23,0	9,8	29,1	9,7	19,4
4349	14.05.2017	23,0	11,5	29,1	12,8	20,9
4349	15.05.2017	22,9	10,2	29,0	10,4	19,7
4349	16.05.2017	25,2	7,8	31,2	6,1	18,7
4349	17.05.2017	28,3	10,3	32,8	10,6	21,7
4349	18.05.2017	25,3	13,3	31,3	16,0	23,7
4349	19.05.2017	17,8	6,2	20,9	3,2	12,1
4349	20.05.2017	18,2	4,0	21,7	0,0	10,8
4349	21.05.2017	21,8	4,5	27,6	0,2	13,9
4349	22.05.2017	23,4	12,3	29,5	14,2	21,9
4349	23.05.2017	26,2	11,1	31,9	12,1	22,0
4349	24.05.2017	22,6	13,4	28,6	16,2	22,4
4349	25.05.2017	23,2	12,3	29,3	14,2	21,8
4349	26.05.2017	26,0	9,8	31,8	9,7	20,7
4349	27.05.2017	29,8	11,0	33,0	11,9	22,4
4349	28.05.2017	31,3	13,2	32,8	15,8	24,3
4349	29.05.2017	33,8	16,7	31,7	22,1	26,9
4349	30.05.2017	29,3	17,3	33,0	23,2	28,1
4349	31.05.2017	25,1	15,3	31,1	19,6	25,4
4349	01.06.2017	26,7	12,5	32,2	14,6	23,4
4349	02.06.2017	27,8	15,5	32,7	20,0	26,3
4349	03.06.2017	28,1	14,3	32,8	17,8	25,3
4349	04.06.2017	20,2	10,3	25,2	10,6	17,9
4349	05.06.2017	20,7	10,1	26,0	10,3	18,1
4349	06.06.2017	20,3	10,7	25,4	11,3	18,4
4349	07.06.2017	17,8	8,3	20,9	7,0	13,9
4349	08.06.2017	25,0	6,2	31,1	3,2	17,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{Nacht}	CHU _{Total}
4349	09.06.2017	26,8	10,6	32,2	11,2	21,7
4349	10.06.2017	23,8	10,4	30,0	10,8	20,4
4349	11.06.2017	31,1	10,8	32,9	11,5	22,2
4349	12.06.2017	24,9	12,4	31,0	14,4	22,7
4349	13.06.2017	24,7	10,2	30,8	10,4	20,6
4349	14.06.2017	26,9	11,0	32,3	11,9	22,1
4349	15.06.2017	30,7	13,4	32,9	16,2	24,6
4349	16.06.2017	23,7	16,2	29,9	21,2	25,5
4349	17.06.2017	22,0	11,3	27,9	12,4	20,1
4349	18.06.2017	26,9	14,7	32,3	18,5	25,4
4349	19.06.2017	31,3	12,5	32,8	14,6	23,7
4349	20.06.2017	33,6	15,0	31,8	19,1	25,4
4349	21.06.2017	32,2	17,5	32,5	23,6	28,1
4349	22.06.2017	34,7	17,1	31,0	22,9	26,9
4349	23.06.2017	28,8	16,6	32,9	22,0	27,4
4349	24.06.2017	27,3	14,3	32,5	17,8	25,1
4349	25.06.2017	26,5	15,7	32,1	20,3	26,2
4349	26.06.2017	30,4	14,4	33,0	18,0	25,5
4349	27.06.2017	27,0	18,3	32,3	25,0	28,7
4349	28.06.2017	26,7	16,4	32,2	21,6	26,9
4349	29.06.2017	24,0	14,0	30,2	17,3	23,7
4349	30.06.2017	24,7	12,3	30,8	14,2	22,5
4349	01.07.2017	19,8	13,4	24,6	16,2	20,4
4349	02.07.2017	21,6	13,8	27,3	16,9	22,1
4349	03.07.2017	25,2	13,9	31,2	17,1	24,2
4349	04.07.2017	27,1	13,9	32,4	17,1	24,7
4349	05.07.2017	30,8	13,8	32,9	16,9	24,9
4349	06.07.2017	33,7	14,6	31,7	18,4	25,0
4349	07.07.2017	32,0	19,0	32,6	26,3	29,4
4349	08.07.2017	31,6	17,7	32,7	23,9	28,3
4349	09.07.2017	29,7	18,4	33,0	25,2	29,1
4349	10.07.2017	26,9	17,1	32,3	22,9	27,6
4349	11.07.2017	24,1	16,4	30,3	21,6	25,9
4349	12.07.2017	23,7	14,2	29,9	17,6	23,7
4349	13.07.2017	23,2	10,9	29,3	11,7	20,5
4349	14.07.2017	23,6	12,5	29,8	14,6	22,2
4349	15.07.2017	22,2	11,5	28,1	12,8	20,5
4349	16.07.2017	25,5	10,9	31,4	11,7	21,6
4349	17.07.2017	28,6	13,8	32,9	16,9	24,9
4349	18.07.2017	31,7	17,7	32,7	23,9	28,3
4349	19.07.2017	35,6	17,5	30,2	23,6	26,9
4349	20.07.2017	25,6	17,0	31,5	22,7	27,1
4349	21.07.2017	28,9	15,1	32,9	19,3	26,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{Nacht}	CHU _{Total}
4349	22.07.2017	27,8	16,6	32,7	22,0	27,3
4349	23.07.2017	23,4	15,2	29,5	19,4	24,5
4349	24.07.2017	19,9	13,1	24,7	15,7	20,2
4349	25.07.2017	15,6	12,6	16,0	14,8	15,4
4349	26.07.2017	20,0	11,3	24,9	12,4	18,7
4349	27.07.2017	23,4	11,1	29,5	12,1	20,8
4349	28.07.2017	23,7	14,2	29,9	17,6	23,7
4349	29.07.2017	28,9	13,9	32,9	17,1	25,0
4349	30.07.2017	30,0	17,3	33,0	23,2	28,1
4349	31.07.2017	29,4	17,2	33,0	23,0	28,0
4349	01.08.2017	31,2	19,1	32,8	26,5	29,7
4349	02.08.2017	29,1	18,2	33,0	24,8	28,9
4349	03.08.2017	28,8	19,1	32,9	26,5	29,7
4349	04.08.2017	26,4	15,4	32,0	19,8	25,9
4349	05.08.2017	27,5	14,4	32,6	18,0	25,3
4349	06.08.2017	24,3	11,9	30,4	13,5	22,0
4349	07.08.2017	26,6	10,3	32,1	10,6	21,4
4349	08.08.2017	24,6	13,5	30,7	16,4	23,5
4349	09.08.2017	22,8	12,1	28,9	13,9	21,4
4349	10.08.2017	15,4	11,9	15,5	13,5	14,5
4349	11.08.2017	15,3	12,4	15,3	14,4	14,8
4349	12.08.2017	19,2	13,0	23,5	15,5	19,5
4349	13.08.2017	23,4	14,8	29,5	18,7	24,1
4349	14.08.2017	28,2	14,0	32,8	17,3	25,0
4349	15.08.2017	30,7	15,3	32,9	19,6	26,3
4349	16.08.2017	26,0	16,4	31,8	21,6	26,7
4349	17.08.2017	28,1	15,2	32,8	19,4	26,1
4349	18.08.2017	29,2	15,6	33,0	20,2	26,6
4349	19.08.2017	21,9	11,6	27,7	13,0	20,3
4349	20.08.2017	21,2	10,7	26,8	11,3	19,0
4349	21.08.2017	22,6	10,5	28,6	11,0	19,8
4349	22.08.2017	25,1	9,1	31,1	8,5	19,8
4349	23.08.2017	29,2	13,2	33,0	15,8	24,4
4349	24.08.2017	27,1	14,6	32,4	18,4	25,4
4349	25.08.2017	30,1	14,7	33,0	18,5	25,8
4349	26.08.2017	30,5	15,9	33,0	20,7	26,8
4349	27.08.2017	27,5	16,9	32,6	22,5	27,5
4349	28.08.2017	27,8	15,7	32,7	20,3	26,5
4349	29.08.2017	31,0	13,8	32,9	16,9	24,9
4349	30.08.2017	31,8	16,6	32,7	22,0	27,3
4349	31.08.2017	20,2	13,9	25,2	17,1	21,2
4349	01.09.2017	17,8	11,1	20,9	12,1	16,5
4349	02.09.2017	18,4	10,3	22,0	10,6	16,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{Nacht}	CHU _{Total}
4349	03.09.2017	18,7	8,5	22,6	7,4	15,0
4349	04.09.2017	21,9	7,2	27,7	5,0	16,4
4349	05.09.2017	25,7	14,1	31,6	17,5	24,5
4349	06.09.2017	21,1	11,7	26,6	13,1	19,9
4349	07.09.2017	18,8	10,9	22,8	11,7	17,2
4349	08.09.2017	20,0	10,0	24,9	10,1	17,5
4349	09.09.2017	17,4	12,2	20,0	14,0	17,0
4349	10.09.2017	19,4	8,4	23,9	7,2	15,5
4349	11.09.2017	18,5	8,6	22,2	7,6	14,9
4349	12.09.2017	17,2	9,2	19,6	8,6	14,1
4349	13.09.2017	20,7	10,4	26,0	10,8	18,4
4349	14.09.2017	19,6	10,6	24,2	11,2	17,7
4349	15.09.2017	17,9	6,3	21,1	3,4	12,2
Total						2967,5

Tabelle 56: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Müllheim, BW (DWD-Station 259)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
259	01.05.2017	11,6	5,4	5,1	1,8	3,5
259	02.05.2017	15,4	6,5	15,5	3,8	9,7
259	03.05.2017	17,0	7,3	19,2	5,2	12,2
259	04.05.2017	15,7	6,0	16,3	2,9	9,6
259	05.05.2017	19,0	5,0	23,2	1,1	12,1
259	06.05.2017	14,6	4,6	13,5	0,4	7,0
259	07.05.2017	13,4	9,7	10,4	9,5	9,9
259	08.05.2017	12,5	7,4	7,8	5,4	6,6
259	09.05.2017	15,5	3,3	15,8	0,0	7,9
259	10.05.2017	22,4	1,2	28,4	0,0	14,2
259	11.05.2017	19,9	11,4	24,7	12,6	18,7
259	12.05.2017	20,9	8,5	26,3	7,4	16,8
259	13.05.2017	23,3	11,7	29,4	13,1	21,3
259	14.05.2017	21,1	10,7	26,6	11,3	19,0
259	15.05.2017	22,2	9,9	28,1	9,9	19,0
259	16.05.2017	25,6	7,3	31,5	5,2	18,4
259	17.05.2017	28,9	9,2	32,9	8,6	20,8
259	18.05.2017	21,9	14,0	27,7	17,3	22,5
259	19.05.2017	16,2	4,8	17,4	0,7	9,1
259	20.05.2017	17,1	4,0	19,4	0,0	9,7
259	21.05.2017	21,9	4,0	27,7	0,0	13,9
259	22.05.2017	25,3	6,5	31,3	3,8	17,5
259	23.05.2017	26,6	10,6	32,1	11,2	21,6
259	24.05.2017	23,0	13,4	29,1	16,2	22,6
259	25.05.2017	24,2	10,1	30,3	10,3	20,3
259	26.05.2017	27,7	8,1	32,6	6,7	19,6
259	27.05.2017	31,1	10,0	32,9	10,1	21,5
259	28.05.2017	31,9	14,3	32,6	17,8	25,2
259	29.05.2017	32,1	14,2	32,6	17,6	25,1
259	30.05.2017	29,1	16,9	33,0	22,5	27,7
259	31.05.2017	26,4	14,7	32,0	18,5	25,3
259	01.06.2017	26,1	15,5	31,8	20,0	25,9
259	02.06.2017	27,8	13,6	32,7	16,6	24,6
259	03.06.2017	27,3	12,7	32,5	14,9	23,7
259	04.06.2017	21,6	13,2	27,3	15,8	21,6
259	05.06.2017	21,9	10,5	27,7	11,0	19,4
259	06.06.2017	18,9	9,5	23,0	9,2	16,1
259	07.06.2017	18,6	7,9	22,4	6,3	14,4
259	08.06.2017	26,4	6,8	32,0	4,3	18,2
259	09.06.2017	24,8	9,0	30,9	8,3	19,6
259	10.06.2017	25,9	13,0	31,7	15,5	23,6

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
259	11.06.2017	31,4	10,7	32,8	11,3	22,1
259	12.06.2017	26,9	14,9	32,3	18,9	25,6
259	13.06.2017	27,1	9,6	32,4	9,4	20,9
259	14.06.2017	28,0	12,2	32,7	14,0	23,4
259	15.06.2017	31,3	14,8	32,8	18,7	25,8
259	16.06.2017	26,9	13,5	32,3	16,4	24,3
259	17.06.2017	24,2	12,5	30,3	14,6	22,5
259	18.06.2017	28,6	10,3	32,9	10,6	21,7
259	19.06.2017	32,5	11,0	32,4	11,9	22,1
259	20.06.2017	34,1	16,4	31,5	21,6	26,5
259	21.06.2017	34,1	17,7	31,5	23,9	27,7
259	22.06.2017	34,9	16,4	30,8	21,6	26,2
259	23.06.2017	32,3	18,5	32,5	25,4	28,9
259	24.06.2017	27,8	17,3	32,7	23,2	27,9
259	25.06.2017	27,0	16,0	32,3	20,9	26,6
259	26.06.2017	31,4	13,3	32,8	16,0	24,4
259	27.06.2017	28,7	15,9	32,9	20,7	26,8
259	28.06.2017	25,5	15,7	31,4	20,3	25,9
259	29.06.2017	20,5	13,6	25,7	16,6	21,1
259	30.06.2017	23,5	13,8	29,6	16,9	23,3
259	01.07.2017	18,2	13,8	21,7	16,9	19,3
259	02.07.2017	19,5	13,7	24,1	16,7	20,4
259	03.07.2017	25,2	14,6	31,2	18,4	24,8
259	04.07.2017	28,0	12,3	32,7	14,2	23,5
259	05.07.2017	31,6	12,6	32,7	14,8	23,7
259	06.07.2017	34,2	14,8	31,4	18,7	25,1
259	07.07.2017	33,2	19,5	32,0	27,2	29,6
259	08.07.2017	35,0	17,8	30,8	24,1	27,4
259	09.07.2017	27,7	17,8	32,6	24,1	28,4
259	10.07.2017	25,3	16,2	31,3	21,2	26,3
259	11.07.2017	24,0	16,1	30,2	21,1	25,6
259	12.07.2017	26,2	16,7	31,9	22,1	27,0
259	13.07.2017	25,1	14,7	31,1	18,5	24,8
259	14.07.2017	25,3	14,6	31,3	18,4	24,8
259	15.07.2017	21,9	10,3	27,7	10,6	19,2
259	16.07.2017	27,1	10,2	32,4	10,4	21,4
259	17.07.2017	30,2	12,5	33,0	14,6	23,8
259	18.07.2017	32,3	13,8	32,5	16,9	24,7
259	19.07.2017	34,1	16,3	31,5	21,4	26,4
259	20.07.2017	28,3	17,6	32,8	23,8	28,3
259	21.07.2017	29,4	16,5	33,0	21,8	27,4
259	22.07.2017	28,0	14,7	32,7	18,5	25,6
259	23.07.2017	23,2	13,8	29,3	16,9	23,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
259	24.07.2017	19,7	12,8	24,4	15,1	19,8
259	25.07.2017	21,2	13,5	26,8	16,4	21,6
259	26.07.2017	22,3	13,6	28,3	16,6	22,4
259	27.07.2017	23,4	15,5	29,5	20,0	24,8
259	28.07.2017	24,6	14,6	30,7	18,4	24,5
259	29.07.2017	29,2	12,7	33,0	14,9	24,0
259	30.07.2017	29,1	17,4	33,0	23,4	28,2
259	31.07.2017	30,3	15,7	33,0	20,3	26,7
259	01.08.2017	30,4	17,0	33,0	22,7	27,8
259	02.08.2017	31,0	17,4	32,9	23,4	28,1
259	03.08.2017	31,0	20,0	32,9	28,1	30,5
259	04.08.2017	27,1	17,2	32,4	23,0	27,7
259	05.08.2017	27,6	13,9	32,6	17,1	24,8
259	06.08.2017	24,7	11,3	30,8	12,4	21,6
259	07.08.2017	27,3	9,4	32,5	9,0	20,7
259	08.08.2017	22,0	14,0	27,9	17,3	22,6
259	09.08.2017	22,6	11,1	28,6	12,1	20,3
259	10.08.2017	16,7	10,8	18,5	11,5	15,0
259	11.08.2017	15,6	10,7	16,0	11,3	13,7
259	12.08.2017	21,3	13,4	26,9	16,2	21,6
259	13.08.2017	26,0	14,5	31,8	18,2	25,0
259	14.08.2017	29,2	12,0	33,0	13,7	23,3
259	15.08.2017	30,5	14,8	33,0	18,7	25,8
259	16.08.2017	27,2	15,5	32,4	20,0	26,2
259	17.08.2017	28,8	15,8	32,9	20,5	26,7
259	18.08.2017	29,7	15,3	33,0	19,6	26,3
259	19.08.2017	23,6	13,2	29,8	15,8	22,8
259	20.08.2017	22,6	8,4	28,6	7,2	17,9
259	21.08.2017	23,1	9,0	29,2	8,3	18,7
259	22.08.2017	25,4	13,2	31,4	15,8	23,6
259	23.08.2017	30,5	11,9	33,0	13,5	23,2
259	24.08.2017	27,6	14,1	32,6	17,5	25,0
259	25.08.2017	29,8	13,6	33,0	16,6	24,8
259	26.08.2017	31,7	15,8	32,7	20,5	26,6
259	27.08.2017	29,8	14,4	33,0	18,0	25,5
259	28.08.2017	29,3	14,8	33,0	18,7	25,8
259	29.08.2017	31,0	14,0	32,9	17,3	25,1
259	30.08.2017	32,4	15,5	32,4	20,0	26,2
259	31.08.2017	21,7	13,0	27,5	15,5	21,5
259	01.09.2017	17,9	11,5	21,1	12,8	16,9
259	02.09.2017	16,9	9,7	19,0	9,5	14,3
259	03.09.2017	20,8	8,9	26,2	8,1	17,1
259	04.09.2017	23,5	9,5	29,6	9,2	19,4

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
259	05.09.2017	27,1	15,3	32,4	19,6	26,0
259	06.09.2017	22,0	11,3	27,9	12,4	20,1
259	07.09.2017	20,7	11,3	26,0	12,4	19,2
259	08.09.2017	19,6	10,1	24,2	10,3	17,2
259	09.09.2017	18,1	11,7	21,5	13,1	17,3
259	10.09.2017	20,3	9,6	25,4	9,4	17,4
259	11.09.2017	18,1	12,7	21,5	14,9	18,2
259	12.09.2017	18,6	12,0	22,4	13,7	18,1
259	13.09.2017	22,6	13,7	28,6	16,7	22,7
259	14.09.2017	21,7	9,5	27,5	9,2	18,3
259	15.09.2017	18,8	6,7	22,8	4,1	13,5
Total						2981,9

Tabelle 57: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Orschweier, BW (DWD-Station 2812)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
2812	01.05.2017	12,4	6,4	7,5	3,6	5,6
2812	02.05.2017	17,4	6,7	20,0	4,1	12,1
2812	03.05.2017	17,3	7,2	19,8	5,0	12,4
2812	04.05.2017	15,7	6,9	16,3	4,5	10,4
2812	05.05.2017	18,6	8,2	22,4	6,8	14,6
2812	06.05.2017	14,6	7,0	13,5	4,7	9,1
2812	07.05.2017	14,0	11,3	12,0	12,4	12,2
2812	08.05.2017	12,1	8,2	6,6	6,8	6,7
2812	09.05.2017	15,3	5,5	15,3	2,0	8,6
2812	10.05.2017	21,1	3,1	26,6	0,0	13,3
2812	11.05.2017	20,3	8,9	25,4	8,1	16,7
2812	12.05.2017	21,4	11,7	27,0	13,1	20,1
2812	13.05.2017	23,7	11,5	29,9	12,8	21,3
2812	14.05.2017	21,3	12,5	26,9	14,6	20,7
2812	15.05.2017	22,5	11,2	28,5	12,2	20,4
2812	16.05.2017	25,3	8,5	31,3	7,4	19,3
2812	17.05.2017	29,3	10,9	33,0	11,7	22,3
2812	18.05.2017	22,9	13,7	29,0	16,7	22,9
2812	19.05.2017	17,7	8,3	20,7	7,0	13,8
2812	20.05.2017	17,4	4,9	20,0	0,9	10,5
2812	21.05.2017	21,0	5,1	26,5	1,3	13,9
2812	22.05.2017	25,1	8,1	31,1	6,7	18,9
2812	23.05.2017	26,4	11,9	32,0	13,5	22,8
2812	24.05.2017	23,2	13,0	29,3	15,5	22,4
2812	25.05.2017	23,6	12,9	29,8	15,3	22,5
2812	26.05.2017	26,7	10,7	32,2	11,3	21,8
2812	27.05.2017	31,9	13,0	32,6	15,5	24,1
2812	28.05.2017	32,7	14,7	32,3	18,5	25,4
2812	29.05.2017	32,8	17,4	32,3	23,4	27,8
2812	30.05.2017	29,7	18,0	33,0	24,5	28,7
2812	31.05.2017	25,2	16,8	31,2	22,3	26,8
2812	01.06.2017	25,2	15,6	31,2	20,2	25,7
2812	02.06.2017	27,1	17,2	32,4	23,0	27,7
2812	03.06.2017	27,6	14,7	32,6	18,5	25,6
2812	04.06.2017	21,0	10,9	26,5	11,7	19,1
2812	05.06.2017	22,3	11,2	28,3	12,2	20,2
2812	06.06.2017	20,3	10,3	25,4	10,6	18,0
2812	07.06.2017	19,0	9,3	23,2	8,8	16,0
2812	08.06.2017	25,6	7,5	31,5	5,6	18,5
2812	09.06.2017	23,9	11,4	30,1	12,6	21,3
2812	10.06.2017	24,8	10,3	30,9	10,6	20,8

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
2812	11.06.2017	30,6	11,9	33,0	13,5	23,2
2812	12.06.2017	25,7	13,6	31,6	16,6	24,1
2812	13.06.2017	25,2	10,4	31,2	10,8	21,0
2812	14.06.2017	27,4	12,7	32,5	14,9	23,7
2812	15.06.2017	31,3	14,8	32,8	18,7	25,8
2812	16.06.2017	23,9	12,8	30,1	15,1	22,6
2812	17.06.2017	23,0	10,7	29,1	11,3	20,2
2812	18.06.2017	27,4	16,7	32,5	22,1	27,3
2812	19.06.2017	31,4	14,3	32,8	17,8	25,3
2812	20.06.2017	33,7	16,8	31,7	22,3	27,0
2812	21.06.2017	32,7	18,0	32,3	24,5	28,4
2812	22.06.2017	34,9	17,5	30,8	23,6	27,2
2812	23.06.2017	29,7	17,5	33,0	23,6	28,3
2812	24.06.2017	28,6	18,2	32,9	24,8	28,9
2812	25.06.2017	26,4	16,6	32,0	22,0	27,0
2812	26.06.2017	30,1	14,4	33,0	18,0	25,5
2812	27.06.2017	29,1	18,2	33,0	24,8	28,9
2812	28.06.2017	26,4	17,4	32,0	23,4	27,7
2812	29.06.2017	22,9	15,2	29,0	19,4	24,2
2812	30.06.2017	24,8	14,7	30,9	18,5	24,7
2812	01.07.2017	19,3	14,5	23,7	18,2	20,9
2812	02.07.2017	20,7	14,3	26,0	17,8	21,9
2812	03.07.2017	25,3	14,7	31,3	18,5	24,9
2812	04.07.2017	27,9	15,7	32,7	20,3	26,5
2812	05.07.2017	31,1	14,2	32,9	17,6	25,3
2812	06.07.2017	34,3	15,4	31,3	19,8	25,6
2812	07.07.2017	33,3	19,6	32,0	27,4	29,7
2812	08.07.2017	33,1	18,1	32,1	24,7	28,4
2812	09.07.2017	27,4	19,3	32,5	26,8	29,7
2812	10.07.2017	26,2	16,6	31,9	22,0	26,9
2812	11.07.2017	23,4	16,3	29,5	21,4	25,5
2812	12.07.2017	24,0	16,9	30,2	22,5	26,3
2812	13.07.2017	24,7	11,7	30,8	13,1	22,0
2812	14.07.2017	25,0	15,3	31,1	19,6	25,3
2812	15.07.2017	22,1	12,1	28,0	13,9	20,9
2812	16.07.2017	25,4	13,1	31,4	15,7	23,5
2812	17.07.2017	29,9	13,1	33,0	15,7	24,3
2812	18.07.2017	32,3	16,1	32,5	21,1	26,8
2812	19.07.2017	33,4	19,7	31,9	27,5	29,7
2812	20.07.2017	27,8	18,0	32,7	24,5	28,6
2812	21.07.2017	29,2	15,1	33,0	19,3	26,1
2812	22.07.2017	28,9	17,2	32,9	23,0	28,0
2812	23.07.2017	24,2	16,3	30,3	21,4	25,9

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
2812	24.07.2017	20,6	14,3	25,9	17,8	21,8
2812	25.07.2017	19,1	13,7	23,3	16,7	20,0
2812	26.07.2017	22,3	14,0	28,3	17,3	22,8
2812	27.07.2017	24,2	16,3	30,3	21,4	25,9
2812	28.07.2017	25,0	15,9	31,1	20,7	25,9
2812	29.07.2017	29,0	14,6	32,9	18,4	25,7
2812	30.07.2017	29,3	17,3	33,0	23,2	28,1
2812	31.07.2017	27,5	16,7	32,6	22,1	27,3
2812	01.08.2017	29,0	17,6	32,9	23,8	28,4
2812	02.08.2017	31,0	19,6	32,9	27,4	30,1
2812	03.08.2017	30,4	19,7	33,0	27,5	30,3
2812	04.08.2017	25,9	15,6	31,7	20,2	25,9
2812	05.08.2017	27,9	15,3	32,7	19,6	26,2
2812	06.08.2017	24,1	12,0	30,3	13,7	22,0
2812	07.08.2017	26,7	9,5	32,2	9,2	20,7
2812	08.08.2017	24,0	16,7	30,2	22,1	26,1
2812	09.08.2017	24,3	12,1	30,4	13,9	22,2
2812	10.08.2017	16,9	9,8	19,0	9,7	14,3
2812	11.08.2017	18,2	9,6	21,7	9,4	15,5
2812	12.08.2017	20,6	13,8	25,9	16,9	21,4
2812	13.08.2017	24,1	14,5	30,3	18,2	24,2
2812	14.08.2017	28,6	13,4	32,9	16,2	24,5
2812	15.08.2017	30,9	15,4	32,9	19,8	26,4
2812	16.08.2017	27,2	17,3	32,4	23,2	27,8
2812	17.08.2017	29,4	17,5	33,0	23,6	28,3
2812	18.08.2017	29,1	15,5	33,0	20,0	26,5
2812	19.08.2017	22,5	11,1	28,5	12,1	20,3
2812	20.08.2017	21,9	10,7	27,7	11,3	19,5
2812	21.08.2017	23,0	10,9	29,1	11,7	20,4
2812	22.08.2017	25,0	14,5	31,1	18,2	24,6
2812	23.08.2017	29,5	12,5	33,0	14,6	23,8
2812	24.08.2017	28,1	16,2	32,8	21,2	27,0
2812	25.08.2017	30,5	14,8	33,0	18,7	25,8
2812	26.08.2017	31,8	16,2	32,7	21,2	27,0
2812	27.08.2017	28,7	16,5	32,9	21,8	27,3
2812	28.08.2017	28,7	15,5	32,9	20,0	26,4
2812	29.08.2017	31,1	14,4	32,9	18,0	25,4
2812	30.08.2017	32,9	16,4	32,2	21,6	26,9
2812	31.08.2017	21,4	14,5	27,0	18,2	22,6
2812	01.09.2017	20,8	12,0	26,2	13,7	19,9
2812	02.09.2017	18,9	9,6	23,0	9,4	16,2
2812	03.09.2017	20,8	9,4	26,2	9,0	17,6
2812	04.09.2017	23,0	8,5	29,1	7,4	18,2

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
2812	05.09.2017	26,7	15,6	32,2	20,2	26,2
2812	06.09.2017	21,9	14,7	27,7	18,5	23,1
2812	07.09.2017	20,1	10,9	25,1	11,7	18,4
2812	08.09.2017	20,0	10,8	24,9	11,5	18,2
2812	09.09.2017	18,8	11,8	22,8	13,3	18,1
2812	10.09.2017	20,5	9,8	25,7	9,7	17,7
2812	11.09.2017	19,4	12,7	23,9	14,9	19,4
2812	12.09.2017	18,8	11,9	22,8	13,5	18,1
2812	13.09.2017	22,4	11,6	28,4	13,0	20,7
2812	14.09.2017	22,1	10,8	28,0	11,5	19,8
2812	15.09.2017	18,8	8,0	22,8	6,5	14,6
Total						3106,4

Tabelle 58: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Tailfingen, BW (DWD-Station 5562)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5562	01.05.2017	8,8	4,2	0,0	0,0	0,0
5562	02.05.2017	14,8	4,7	14,0	0,5	7,3
5562	03.05.2017	11,8	3,3	5,7	0,0	2,9
5562	04.05.2017	12,0	2,0	6,3	0,0	3,2
5562	05.05.2017	14,2	3,5	12,5	0,0	6,3
5562	06.05.2017	17,4	1,5	20,0	0,0	10,0
5562	07.05.2017	12,5	9,2	7,8	8,6	8,2
5562	08.05.2017	10,0	5,1	0,0	1,3	0,6
5562	09.05.2017	10,5	0,4	1,6	0,0	0,8
5562	10.05.2017	17,8	-0,8	20,9	0,0	10,4
5562	11.05.2017	20,5	4,6	25,7	0,4	13,0
5562	12.05.2017	19,3	10,1	23,7	10,3	17,0
5562	13.05.2017	20,0	8,4	24,9	7,2	16,1
5562	14.05.2017	18,8	7,6	22,8	5,8	14,3
5562	15.05.2017	19,4	7,4	23,9	5,4	14,6
5562	16.05.2017	23,3	6,0	29,4	2,9	16,2
5562	17.05.2017	25,6	8,7	31,5	7,7	19,6
5562	18.05.2017	22,6	11,7	28,6	13,1	20,9
5562	19.05.2017	16,2	3,3	17,4	0,0	8,7
5562	20.05.2017	14,9	1,5	14,3	0,0	7,2
5562	21.05.2017	18,4	2,6	22,0	0,0	11,0
5562	22.05.2017	21,4	6,1	27,0	3,1	15,1
5562	23.05.2017	23,2	9,5	29,3	9,2	19,2
5562	24.05.2017	20,0	11,1	24,9	12,1	18,5
5562	25.05.2017	20,4	9,7	25,5	9,5	17,5
5562	26.05.2017	23,6	8,0	29,8	6,5	18,1
5562	27.05.2017	27,4	9,3	32,5	8,8	20,7
5562	28.05.2017	28,8	11,8	32,9	13,3	23,1
5562	29.05.2017	29,2	14,0	33,0	17,3	25,1
5562	30.05.2017	26,4	13,2	32,0	15,8	23,9
5562	31.05.2017	22,8	12,3	28,9	14,2	21,5
5562	01.06.2017	24,2	10,7	30,3	11,3	20,8
5562	02.06.2017	23,9	13,6	30,1	16,6	23,3
5562	03.06.2017	24,2	11,6	30,3	13,0	21,7
5562	04.06.2017	18,4	8,2	22,0	6,8	14,4
5562	05.06.2017	17,3	8,8	19,8	7,9	13,9
5562	06.06.2017	16,6	6,7	18,3	4,1	11,2
5562	07.06.2017	14,7	6,5	13,8	3,8	8,8
5562	08.06.2017	22,3	3,8	28,3	0,0	14,1
5562	09.06.2017	21,9	8,7	27,7	7,7	17,7
5562	10.06.2017	22,4	7,9	28,4	6,3	17,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5562	11.06.2017	28,7	9,4	32,9	9,0	20,9
5562	12.06.2017	22,4	10,0	28,4	10,1	19,2
5562	13.06.2017	23,5	7,9	29,6	6,3	18,0
5562	14.06.2017	25,4	10,1	31,4	10,3	20,8
5562	15.06.2017	28,5	12,2	32,9	14,0	23,4
5562	16.06.2017	20,4	11,7	25,5	13,1	19,3
5562	17.06.2017	19,9	9,1	24,7	8,5	16,6
5562	18.06.2017	23,9	11,9	30,1	13,5	21,8
5562	19.06.2017	29,4	9,6	33,0	9,4	21,2
5562	20.06.2017	31,2	15,0	32,8	19,1	26,0
5562	21.06.2017	29,8	14,2	33,0	17,6	25,3
5562	22.06.2017	31,8	15,6	32,7	20,2	26,4
5562	23.06.2017	26,8	16,7	32,2	22,1	27,2
5562	24.06.2017	25,6	13,8	31,5	16,9	24,2
5562	25.06.2017	23,6	14,8	29,8	18,7	24,2
5562	26.06.2017	28,8	12,3	32,9	14,2	23,6
5562	27.06.2017	26,3	15,6	32,0	20,2	26,1
5562	28.06.2017	24,0	14,4	30,2	18,0	24,1
5562	29.06.2017	20,2	10,0	25,2	10,1	17,7
5562	30.06.2017	22,1	9,5	28,0	9,2	18,6
5562	01.07.2017	16,6	9,8	18,3	9,7	14,0
5562	02.07.2017	18,9	12,3	23,0	14,2	18,6
5562	03.07.2017	22,1	12,9	28,0	15,3	21,6
5562	04.07.2017	25,7	12,2	31,6	14,0	22,8
5562	05.07.2017	29,4	12,4	33,0	14,4	23,7
5562	06.07.2017	30,4	13,6	33,0	16,6	24,8
5562	07.07.2017	29,4	15,6	33,0	20,2	26,6
5562	08.07.2017	31,1	14,9	32,9	18,9	25,9
5562	09.07.2017	27,6	16,6	32,6	22,0	27,3
5562	10.07.2017	23,0	15,7	29,1	20,3	24,7
5562	11.07.2017	21,2	13,9	26,8	17,1	21,9
5562	12.07.2017	21,9	12,9	27,7	15,3	21,5
5562	13.07.2017	21,7	8,0	27,5	6,5	17,0
5562	14.07.2017	21,6	11,4	27,3	12,6	20,0
5562	15.07.2017	18,9	9,5	23,0	9,2	16,1
5562	16.07.2017	23,2	8,1	29,3	6,7	18,0
5562	17.07.2017	26,4	11,6	32,0	13,0	22,5
5562	18.07.2017	28,6	14,5	32,9	18,2	25,5
5562	19.07.2017	32,6	15,9	32,4	20,7	26,5
5562	20.07.2017	22,9	13,2	29,0	15,8	22,4
5562	21.07.2017	26,2	12,1	31,9	13,9	22,9
5562	22.07.2017	27,2	15,2	32,4	19,4	25,9
5562	23.07.2017	20,4	11,6	25,5	13,0	19,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5562	24.07.2017	17,2	11,1	19,6	12,1	15,8
5562	25.07.2017	14,9	10,7	14,3	11,3	12,8
5562	26.07.2017	18,6	10,3	22,4	10,6	16,5
5562	27.07.2017	20,2	11,0	25,2	11,9	18,6
5562	28.07.2017	21,6	10,3	27,3	10,6	19,0
5562	29.07.2017	28,2	11,9	32,8	13,5	23,1
5562	30.07.2017	29,3	15,5	33,0	20,0	26,5
5562	31.07.2017	27,7	14,9	32,6	18,9	25,8
5562	01.08.2017	28,9	17,4	32,9	23,4	28,2
5562	02.08.2017	28,2	16,7	32,8	22,1	27,5
5562	03.08.2017	27,6	16,9	32,6	22,5	27,5
5562	04.08.2017	24,7	13,3	30,8	16,0	23,4
5562	05.08.2017	26,6	12,3	32,1	14,2	23,2
5562	06.08.2017	21,4	10,5	27,0	11,0	19,0
5562	07.08.2017	23,5	8,3	29,6	7,0	18,3
5562	08.08.2017	20,7	12,0	26,0	13,7	19,8
5562	09.08.2017	20,4	9,8	25,5	9,7	17,6
5562	10.08.2017	13,9	8,5	11,7	7,4	9,5
5562	11.08.2017	13,9	7,5	11,7	5,6	8,6
5562	12.08.2017	16,7	11,3	18,5	12,4	15,5
5562	13.08.2017	21,0	12,8	26,5	15,1	20,8
5562	14.08.2017	25,9	11,9	31,7	13,5	22,6
5562	15.08.2017	28,6	13,4	32,9	16,2	24,5
5562	16.08.2017	23,6	15,3	29,8	19,6	24,7
5562	17.08.2017	26,0	13,9	31,8	17,1	24,4
5562	18.08.2017	27,6	13,9	32,6	17,1	24,8
5562	19.08.2017	18,8	8,8	22,8	7,9	15,4
5562	20.08.2017	19,0	7,8	23,2	6,1	14,6
5562	21.08.2017	19,5	8,5	24,1	7,4	15,7
5562	22.08.2017	23,0	7,4	29,1	5,4	17,2
5562	23.08.2017	27,1	10,8	32,4	11,5	22,0
5562	24.08.2017	26,9	14,1	32,3	17,5	24,9
5562	25.08.2017	29,5	12,9	33,0	15,3	24,1
5562	26.08.2017	29,0	14,8	32,9	18,7	25,8
5562	27.08.2017	25,2	15,1	31,2	19,3	25,2
5562	28.08.2017	26,6	13,8	32,1	16,9	24,5
5562	29.08.2017	28,8	13,3	32,9	16,0	24,5
5562	30.08.2017	29,8	15,5	33,0	20,0	26,5
5562	31.08.2017	18,0	12,0	21,3	13,7	17,5
5562	01.09.2017	16,9	9,4	19,0	9,0	14,0
5562	02.09.2017	15,8	7,3	16,5	5,2	10,9
5562	03.09.2017	16,3	6,1	17,6	3,1	10,4
5562	04.09.2017	18,2	5,9	21,7	2,7	12,2

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5562	05.09.2017	23,3	12,2	29,4	14,0	21,7
5562	06.09.2017	18,1	11,8	21,5	13,3	17,4
5562	07.09.2017	16,3	7,7	17,6	5,9	11,8
5562	08.09.2017	15,9	7,1	16,7	4,9	10,8
5562	09.09.2017	16,0	9,1	17,0	8,5	12,7
5562	10.09.2017	17,3	6,7	19,8	4,1	12,0
5562	11.09.2017	15,1	6,2	14,8	3,2	9,0
5562	12.09.2017	14,5	8,0	13,3	6,5	9,9
5562	13.09.2017	18,5	7,4	22,2	5,4	13,8
5562	14.09.2017	18,5	8,0	22,2	6,5	14,4
5562	15.09.2017	16,4	4,0	17,9	0,0	8,9
Total						2534,4

Tabelle 59: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Großaitingen, Bayern (DWD-Station 232)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
232	01.05.2017	11,6	1,3	5,1	0,0	2,6
232	02.05.2017	13,8	4,9	11,4	0,9	6,2
232	03.05.2017	14,3	3,4	12,8	0,0	6,4
232	04.05.2017	14,8	1,6	14,0	0,0	7,0
232	05.05.2017	15,2	6,2	15,0	3,2	9,1
232	06.05.2017	20,3	3,8	25,4	0,0	12,7
232	07.05.2017	12,9	9,5	9,0	9,2	9,1
232	08.05.2017	11,7	6,3	5,4	3,4	4,4
232	09.05.2017	11,6	3,6	5,1	0,0	2,6
232	10.05.2017	17,9	1,0	21,1	0,0	10,5
232	11.05.2017	22,0	2,9	27,9	0,0	13,9
232	12.05.2017	21,2	9,9	26,8	9,9	18,3
232	13.05.2017	20,6	9,9	25,9	9,9	17,9
232	14.05.2017	19,3	10,3	23,7	10,6	17,2
232	15.05.2017	19,9	7,6	24,7	5,8	15,2
232	16.05.2017	22,1	6,5	28,0	3,8	15,9
232	17.05.2017	24,4	6,6	30,5	4,0	17,2
232	18.05.2017	26,3	8,6	32,0	7,6	19,8
232	19.05.2017	21,4	5,6	27,0	2,2	14,6
232	20.05.2017	17,8	3,0	20,9	0,0	10,4
232	21.05.2017	19,3	3,7	23,7	0,0	11,9
232	22.05.2017	22,9	7,4	29,0	5,4	17,2
232	23.05.2017	24,8	7,6	30,9	5,8	18,3
232	24.05.2017	18,6	9,0	22,4	8,3	15,4
232	25.05.2017	20,3	7,1	25,4	4,9	15,1
232	26.05.2017	23,0	5,7	29,1	2,3	15,7
232	27.05.2017	25,6	7,6	31,5	5,8	18,6
232	28.05.2017	28,8	7,6	32,9	5,8	19,3
232	29.05.2017	30,3	10,9	33,0	11,7	22,3
232	30.05.2017	28,4	16,5	32,8	21,8	27,3
232	31.05.2017	25,0	13,0	31,1	15,5	23,3
232	01.06.2017	25,6	13,3	31,5	16,0	23,8
232	02.06.2017	26,7	10,3	32,2	10,6	21,4
232	03.06.2017	28,0	12,8	32,7	15,1	23,9
232	04.06.2017	20,1	10,1	25,1	10,3	17,7
232	05.06.2017	20,2	10,3	25,2	10,6	17,9
232	06.06.2017	15,7	7,0	16,3	4,7	10,5
232	07.06.2017	15,3	5,1	15,3	1,3	8,3
232	08.06.2017	21,6	4,6	27,3	0,4	13,8
232	09.06.2017	24,8	7,3	30,9	5,2	18,1
232	10.06.2017	22,4	9,1	28,4	8,5	18,4

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
232	11.06.2017	27,1	8,4	32,4	7,2	19,8
232	12.06.2017	25,7	11,6	31,6	13,0	22,3
232	13.06.2017	24,0	8,7	30,2	7,7	18,9
232	14.06.2017	24,7	10,0	30,8	10,1	20,4
232	15.06.2017	29,1	8,0	33,0	6,5	19,7
232	16.06.2017	24,2	12,9	30,3	15,3	22,8
232	17.06.2017	20,8	13,0	26,2	15,5	20,8
232	18.06.2017	23,5	12,3	29,6	14,2	21,9
232	19.06.2017	28,5	10,9	32,9	11,7	22,3
232	20.06.2017	30,9	13,3	32,9	16,0	24,5
232	21.06.2017	30,8	14,2	32,9	17,6	25,3
232	22.06.2017	32,2	12,5	32,5	14,6	23,6
232	23.06.2017	29,9	13,6	33,0	16,6	24,8
232	24.06.2017	27,7	13,3	32,6	16,0	24,3
232	25.06.2017	25,1	11,8	31,1	13,3	22,2
232	26.06.2017	29,6	12,0	33,0	13,7	23,3
232	27.06.2017	27,0	16,5	32,3	21,8	27,1
232	28.06.2017	25,8	15,8	31,6	20,5	26,1
232	29.06.2017	22,6	13,5	28,6	16,4	22,5
232	30.06.2017	23,1	12,3	29,2	14,2	21,7
232	01.07.2017	21,5	13,3	27,2	16,0	21,6
232	02.07.2017	19,6	13,1	24,2	15,7	19,9
232	03.07.2017	22,3	10,9	28,3	11,7	20,0
232	04.07.2017	25,5	10,8	31,4	11,5	21,5
232	05.07.2017	29,0	10,2	32,9	10,4	21,7
232	06.07.2017	31,3	12,6	32,8	14,8	23,8
232	07.07.2017	30,2	14,9	33,0	18,9	25,9
232	08.07.2017	29,7	15,4	33,0	19,8	26,4
232	09.07.2017	28,5	15,9	32,9	20,7	26,8
232	10.07.2017	25,9	15,2	31,7	19,4	25,6
232	11.07.2017	22,8	12,6	28,9	14,8	21,8
232	12.07.2017	24,5	13,2	30,6	15,8	23,2
232	13.07.2017	21,0	9,8	26,5	9,7	18,1
232	14.07.2017	20,7	9,4	26,0	9,0	17,5
232	15.07.2017	18,4	9,6	22,0	9,4	15,7
232	16.07.2017	22,7	6,7	28,7	4,1	16,4
232	17.07.2017	26,5	9,7	32,1	9,5	20,8
232	18.07.2017	29,1	10,9	33,0	11,7	22,3
232	19.07.2017	31,9	14,8	32,6	18,7	25,7
232	20.07.2017	26,6	13,3	32,1	16,0	24,1
232	21.07.2017	29,0	13,3	32,9	16,0	24,5
232	22.07.2017	28,3	14,7	32,8	18,5	25,7
232	23.07.2017	22,2	15,3	28,1	19,6	23,9

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
232	24.07.2017	18,7	10,4	22,6	10,8	16,7
232	25.07.2017	16,8	11,1	18,8	12,1	15,4
232	26.07.2017	14,5	12,3	13,3	14,2	13,8
232	27.07.2017	20,0	9,5	24,9	9,2	17,0
232	28.07.2017	21,7	13,2	27,5	15,8	21,7
232	29.07.2017	26,8	12,5	32,2	14,6	23,4
232	30.07.2017	31,1	13,6	32,9	16,6	24,7
232	31.07.2017	28,6	14,0	32,9	17,3	25,1
232	01.08.2017	33,2	15,3	32,0	19,6	25,8
232	02.08.2017	29,0	17,4	32,9	23,4	28,2
232	03.08.2017	29,9	16,8	33,0	22,3	27,7
232	04.08.2017	26,1	18,3	31,8	25,0	28,4
232	05.08.2017	28,0	16,2	32,7	21,2	27,0
232	06.08.2017	20,9	11,1	26,3	12,1	19,2
232	07.08.2017	23,6	9,2	29,8	8,6	19,2
232	08.08.2017	26,7	10,5	32,2	11,0	21,6
232	09.08.2017	21,4	14,9	27,0	18,9	23,0
232	10.08.2017	17,3	11,4	19,8	12,6	16,2
232	11.08.2017	14,9	11,0	14,3	11,9	13,1
232	12.08.2017	18,8	10,4	22,8	10,8	16,8
232	13.08.2017	24,0	10,3	30,2	10,6	20,4
232	14.08.2017	25,9	12,4	31,7	14,4	23,1
232	15.08.2017	29,4	12,0	33,0	13,7	23,3
232	16.08.2017	24,6	15,4	30,7	19,8	25,3
232	17.08.2017	26,9	14,0	32,3	17,3	24,8
232	18.08.2017	30,2	14,4	33,0	18,0	25,5
232	19.08.2017	20,1	12,5	25,1	14,6	19,8
232	20.08.2017	19,5	7,9	24,1	6,3	15,2
232	21.08.2017	19,7	8,1	24,4	6,7	15,5
232	22.08.2017	21,8	6,2	27,6	3,2	15,4
232	23.08.2017	25,4	8,8	31,4	7,9	19,6
232	24.08.2017	26,5	13,3	32,1	16,0	24,0
232	25.08.2017	28,8	12,4	32,9	14,4	23,7
232	26.08.2017	29,0	13,8	32,9	16,9	24,9
232	27.08.2017	22,1	13,4	28,0	16,2	22,1
232	28.08.2017	25,2	13,8	31,2	16,9	24,1
232	29.08.2017	26,5	11,2	32,1	12,2	22,2
232	30.08.2017	30,7	11,6	32,9	13,0	22,9
232	31.08.2017	21,1	13,3	26,6	16,0	21,3
232	01.09.2017	14,3	12,0	12,8	13,7	13,2
232	02.09.2017	13,8	10,1	11,4	10,3	10,9
232	03.09.2017	17,1	6,2	19,4	3,2	11,3
232	04.09.2017	19,5	4,3	24,1	0,0	12,0

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
232	05.09.2017	22,9	11,8	29,0	13,3	21,1
232	06.09.2017	21,9	12,6	27,7	14,8	21,2
232	07.09.2017	17,2	8,1	19,6	6,7	13,1
232	08.09.2017	18,9	7,2	23,0	5,0	14,0
232	09.09.2017	16,3	7,9	17,6	6,3	12,0
232	10.09.2017	14,2	7,4	12,5	5,4	9,0
232	11.09.2017	18,5	6,8	22,2	4,3	13,3
232	12.09.2017	15,1	7,7	14,8	5,9	10,4
232	13.09.2017	18,9	7,2	23,0	5,0	14,0
232	14.09.2017	18,9	8,7	23,0	7,7	15,4
232	15.09.2017	16,3	6,7	17,6	4,1	10,9
Total						2615,2

Tabelle 60: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Köfering, Bayern (DWD-Station 4104)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4104	01.05.2017	19,2	3,2	23,5	0,0	11,8
4104	02.05.2017	15,7	4,1	16,3	0,0	8,1
4104	03.05.2017	18,4	4,6	22,0	0,4	11,2
4104	04.05.2017	19,1	4,3	23,3	0,0	11,7
4104	05.05.2017	18,3	6,9	21,9	4,5	13,2
4104	06.05.2017	22,5	4,5	28,5	0,2	14,3
4104	07.05.2017	20,0	10,3	24,9	10,6	17,8
4104	08.05.2017	16,3	7,8	17,6	6,1	11,9
4104	09.05.2017	12,0	1,7	6,3	0,0	3,2
4104	10.05.2017	16,8	-0,9	18,8	0,0	9,4
4104	11.05.2017	22,9	2,3	29,0	0,0	14,5
4104	12.05.2017	23,8	10,9	30,0	11,7	20,8
4104	13.05.2017	21,3	9,9	26,9	9,9	18,4
4104	14.05.2017	22,7	9,6	28,7	9,4	19,1
4104	15.05.2017	20,9	8,1	26,3	6,7	16,5
4104	16.05.2017	24,7	7,3	30,8	5,2	18,0
4104	17.05.2017	25,8	8,7	31,6	7,7	19,7
4104	18.05.2017	29,2	9,8	33,0	9,7	21,3
4104	19.05.2017	30,1	9,0	33,0	8,3	20,6
4104	20.05.2017	21,1	7,6	26,6	5,8	16,2
4104	21.05.2017	21,1	8,2	26,6	6,8	16,7
4104	22.05.2017	23,6	8,0	29,8	6,5	18,1
4104	23.05.2017	25,8	9,3	31,6	8,8	20,2
4104	24.05.2017	21,5	9,6	27,2	9,4	18,3
4104	25.05.2017	21,1	9,4	26,6	9,0	17,8
4104	26.05.2017	26,1	7,8	31,8	6,1	19,0
4104	27.05.2017	27,1	10,8	32,4	11,5	22,0
4104	28.05.2017	28,5	12,2	32,9	14,0	23,4
4104	29.05.2017	31,4	11,6	32,8	13,0	22,9
4104	30.05.2017	32,3	15,7	32,5	20,3	26,4
4104	31.05.2017	29,4	14,6	33,0	18,4	25,7
4104	01.06.2017	28,8	11,9	32,9	13,5	23,2
4104	02.06.2017	30,2	12,0	33,0	13,7	23,3
4104	03.06.2017	29,8	12,4	33,0	14,4	23,7
4104	04.06.2017	22,0	10,9	27,9	11,7	19,8
4104	05.06.2017	23,4	9,4	29,5	9,0	19,3
4104	06.06.2017	18,1	9,2	21,5	8,6	15,1
4104	07.06.2017	17,8	8,2	20,9	6,8	13,9
4104	08.06.2017	22,1	7,3	28,0	5,2	16,6
4104	09.06.2017	27,2	7,8	32,4	6,1	19,3
4104	10.06.2017	24,8	11,4	30,9	12,6	21,7

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4104	11.06.2017	26,8	9,1	32,2	8,5	20,3
4104	12.06.2017	29,0	13,5	32,9	16,4	24,7
4104	13.06.2017	27,4	10,1	32,5	10,3	21,4
4104	14.06.2017	29,0	10,4	32,9	10,8	21,9
4104	15.06.2017	29,0	10,3	32,9	10,6	21,8
4104	16.06.2017	26,9	15,6	32,3	20,2	26,2
4104	17.06.2017	23,2	11,6	29,3	13,0	21,1
4104	18.06.2017	26,6	9,6	32,1	9,4	20,7
4104	19.06.2017	29,3	10,1	33,0	10,3	21,6
4104	20.06.2017	34,7	11,7	31,0	13,1	22,1
4104	21.06.2017	34,6	16,2	31,1	21,2	26,2
4104	22.06.2017	34,9	15,9	30,8	20,7	25,8
4104	23.06.2017	32,5	16,9	32,4	22,5	27,5
4104	24.06.2017	32,3	15,0	32,5	19,1	25,8
4104	25.06.2017	28,7	14,6	32,9	18,4	25,6
4104	26.06.2017	32,9	14,2	32,2	17,6	24,9
4104	27.06.2017	26,3	16,7	32,0	22,1	27,1
4104	28.06.2017	30,2	16,4	33,0	21,6	27,3
4104	29.06.2017	22,9	14,0	29,0	17,3	23,1
4104	30.06.2017	25,2	12,6	31,2	14,8	23,0
4104	01.07.2017	22,3	12,6	28,3	14,8	21,5
4104	02.07.2017	23,4	13,6	29,5	16,6	23,0
4104	03.07.2017	26,2	14,3	31,9	17,8	24,9
4104	04.07.2017	26,9	13,6	32,3	16,6	24,4
4104	05.07.2017	31,8	11,8	32,7	13,3	23,0
4104	06.07.2017	34,2	14,5	31,4	18,2	24,8
4104	07.07.2017	29,6	17,8	33,0	24,1	28,6
4104	08.07.2017	32,8	16,5	32,3	21,8	27,0
4104	09.07.2017	28,4	17,8	32,8	24,1	28,5
4104	10.07.2017	29,5	18,3	33,0	25,0	29,0
4104	11.07.2017	25,6	15,7	31,5	20,3	25,9
4104	12.07.2017	26,8	14,7	32,2	18,5	25,4
4104	13.07.2017	24,3	10,4	30,4	10,8	20,6
4104	14.07.2017	25,7	9,6	31,6	9,4	20,5
4104	15.07.2017	20,7	10,9	26,0	11,7	18,9
4104	16.07.2017	27,0	8,2	32,3	6,8	19,6
4104	17.07.2017	29,3	12,3	33,0	14,2	23,6
4104	18.07.2017	30,1	14,0	33,0	17,3	25,1
4104	19.07.2017	34,8	18,0	30,9	24,5	27,7
4104	20.07.2017	30,8	16,8	32,9	22,3	27,6
4104	21.07.2017	30,0	15,9	33,0	20,7	26,9
4104	22.07.2017	31,2	16,5	32,8	21,8	27,3
4104	23.07.2017	27,1	16,5	32,4	21,8	27,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4104	24.07.2017	19,2	11,7	23,5	13,1	18,3
4104	25.07.2017	22,4	10,8	28,4	11,5	19,9
4104	26.07.2017	16,3	12,4	17,6	14,4	16,0
4104	27.07.2017	20,0	12,1	24,9	13,9	19,4
4104	28.07.2017	24,1	13,5	30,3	16,4	23,3
4104	29.07.2017	29,1	14,1	33,0	17,5	25,2
4104	30.07.2017	34,4	15,0	31,2	19,1	25,2
4104	31.07.2017	29,6	16,0	33,0	20,9	26,9
4104	01.08.2017	34,4	18,4	31,2	25,2	28,2
4104	02.08.2017	31,9	18,7	32,6	25,7	29,2
4104	03.08.2017	30,0	18,6	33,0	25,6	29,3
4104	04.08.2017	30,0	17,6	33,0	23,8	28,4
4104	05.08.2017	31,7	14,1	32,7	17,5	25,1
4104	06.08.2017	22,7	14,5	28,7	18,2	23,5
4104	07.08.2017	26,1	13,1	31,8	15,7	23,7
4104	08.08.2017	31,8	11,1	32,7	12,1	22,4
4104	09.08.2017	26,1	16,1	31,8	21,1	26,4
4104	10.08.2017	23,6	13,2	29,8	15,8	22,8
4104	11.08.2017	15,8	12,9	16,5	15,3	15,9
4104	12.08.2017	18,8	11,9	22,8	13,5	18,1
4104	13.08.2017	22,0	13,6	27,9	16,6	22,2
4104	14.08.2017	27,4	13,0	32,5	15,5	24,0
4104	15.08.2017	29,5	12,8	33,0	15,1	24,1
4104	16.08.2017	26,2	15,4	31,9	19,8	25,9
4104	17.08.2017	27,8	13,7	32,7	16,7	24,7
4104	18.08.2017	31,4	15,4	32,8	19,8	26,3
4104	19.08.2017	23,5	12,3	29,6	14,2	21,9
4104	20.08.2017	22,8	9,2	28,9	8,6	18,8
4104	21.08.2017	22,2	7,9	28,1	6,3	17,2
4104	22.08.2017	22,5	7,0	28,5	4,7	16,6
4104	23.08.2017	25,4	8,2	31,4	6,8	19,1
4104	24.08.2017	28,2	12,2	32,8	14,0	23,4
4104	25.08.2017	30,5	15,2	33,0	19,4	26,2
4104	26.08.2017	32,5	15,7	32,4	20,3	26,4
4104	27.08.2017	27,0	16,0	32,3	20,9	26,6
4104	28.08.2017	28,5	14,8	32,9	18,7	25,8
4104	29.08.2017	26,8	12,8	32,2	15,1	23,7
4104	30.08.2017	29,1	10,9	33,0	11,7	22,3
4104	31.08.2017	27,0	14,3	32,3	17,8	25,1
4104	01.09.2017	15,7	10,9	16,3	11,7	14,0
4104	02.09.2017	14,8	9,9	14,0	9,9	12,0
4104	03.09.2017	19,0	8,2	23,2	6,8	15,0
4104	04.09.2017	21,6	7,1	27,3	4,9	16,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4104	05.09.2017	23,7	7,7	29,9	5,9	17,9
4104	06.09.2017	23,1	12,8	29,2	15,1	22,2
4104	07.09.2017	17,8	8,5	20,9	7,4	14,1
4104	08.09.2017	20,9	8,0	26,3	6,5	16,4
4104	09.09.2017	17,3	10,5	19,8	11,0	15,4
4104	10.09.2017	16,7	8,9	18,5	8,1	13,3
4104	11.09.2017	20,3	8,5	25,4	7,4	16,4
4104	12.09.2017	18,3	8,8	21,9	7,9	14,9
4104	13.09.2017	19,2	9,1	23,5	8,5	16,0
4104	14.09.2017	18,1	9,0	21,5	8,3	14,9
4104	15.09.2017	17,0	7,3	19,2	5,2	12,2
Total						2911,0

Tabelle 61: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Oberhummel, Bayern (DWD-Station 5404)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5404	01.05.2017	14,1	2	12,2	0,0	6,1
5404	02.05.2017	14,9	4,1	14,3	0,0	7,2
5404	03.05.2017	15,5	5,4	15,8	1,8	8,8
5404	04.05.2017	14,6	4,9	13,5	0,9	7,2
5404	05.05.2017	16,2	6,4	17,4	3,6	10,5
5404	06.05.2017	20,2	5,5	25,2	2,0	13,6
5404	07.05.2017	13,1	9,8	9,5	9,7	9,6
5404	08.05.2017	11,8	6,5	5,7	3,8	4,8
5404	09.05.2017	11,1	3,4	3,6	0,0	1,8
5404	10.05.2017	16,8	0,2	18,8	0,0	9,4
5404	11.05.2017	21,5	3,2	27,2	0,0	13,6
5404	12.05.2017	21,9	11,4	27,7	12,6	20,2
5404	13.05.2017	21,2	9,4	26,8	9,0	17,9
5404	14.05.2017	20,2	9,2	25,2	8,6	16,9
5404	15.05.2017	18	8,3	21,3	7,0	14,1
5404	16.05.2017	21,7	6,8	27,5	4,3	15,9
5404	17.05.2017	23,4	7,9	29,5	6,3	17,9
5404	18.05.2017	27,1	8,8	32,4	7,9	20,2
5404	19.05.2017	24,7	7,2	30,8	5,0	17,9
5404	20.05.2017	17,3	4,2	19,8	0,0	9,9
5404	21.05.2017	18	5,7	21,3	2,3	11,8
5404	22.05.2017	22,2	7,9	28,1	6,3	17,2
5404	23.05.2017	24,1	8,3	30,3	7,0	18,6
5404	24.05.2017	17,9	10,5	21,1	11,0	16,0
5404	25.05.2017	19,4	7,5	23,9	5,6	14,7
5404	26.05.2017	22,7	5,9	28,7	2,7	15,7
5404	27.05.2017	24,9	8	31,0	6,5	18,7
5404	28.05.2017	27,4	9	32,5	8,3	20,4
5404	29.05.2017	29,7	10,1	33,0	10,3	21,6
5404	30.05.2017	28,7	16,1	32,9	21,1	27,0
5404	31.05.2017	25,3	15,7	31,3	20,3	25,8
5404	01.06.2017	25,9	13,4	31,7	16,2	24,0
5404	02.06.2017	26,5	11,7	32,1	13,1	22,6
5404	03.06.2017	27,8	12,5	32,7	14,6	23,6
5404	04.06.2017	19,1	10	23,3	10,1	16,7
5404	05.06.2017	21,3	9,6	26,9	9,4	18,1
5404	06.06.2017	16,9	8	19,0	6,5	12,7
5404	07.06.2017	15	5,2	14,6	1,4	8,0
5404	08.06.2017	22,2	3,7	28,1	0,0	14,1
5404	09.06.2017	24,9	7,2	31,0	5,0	18,0
5404	10.06.2017	22	10,1	27,9	10,3	19,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5404	11.06.2017	26,3	8	32,0	6,5	19,2
5404	12.06.2017	26,5	11,4	32,1	12,6	22,3
5404	13.06.2017	24,1	11,8	30,3	13,3	21,8
5404	14.06.2017	24,7	11	30,8	11,9	21,3
5404	15.06.2017	28,9	9,6	32,9	9,4	21,1
5404	16.06.2017	23,7	11,7	29,9	13,1	21,5
5404	17.06.2017	20,4	10,2	25,5	10,4	18,0
5404	18.06.2017	22,9	7,4	29,0	5,4	17,2
5404	19.06.2017	28,2	10,1	32,8	10,3	21,5
5404	20.06.2017	30,6	12,6	33,0	14,8	23,9
5404	21.06.2017	30,9	14,9	32,9	18,9	25,9
5404	22.06.2017	31,3	14	32,8	17,3	25,0
5404	23.06.2017	29,6	15,4	33,0	19,8	26,4
5404	24.06.2017	26,7	14,4	32,2	18,0	25,1
5404	25.06.2017	22,8	12,3	28,9	14,2	21,5
5404	26.06.2017	29,9	13,5	33,0	16,4	24,7
5404	27.06.2017	26,4	16,5	32,0	21,8	26,9
5404	28.06.2017	25,8	15,5	31,6	20,0	25,8
5404	29.06.2017	22,8	13,8	28,9	16,9	22,9
5404	30.06.2017	22	13,3	27,9	16,0	21,9
5404	01.07.2017	21,3	12,8	26,9	15,1	21,0
5404	02.07.2017	19,2	13	23,5	15,5	19,5
5404	03.07.2017	22,7	12,5	28,7	14,6	21,7
5404	04.07.2017	25	11,7	31,1	13,1	22,1
5404	05.07.2017	29,2	10,5	33,0	11,0	22,0
5404	06.07.2017	31,3	12,5	32,8	14,6	23,7
5404	07.07.2017	29,4	15,4	33,0	19,8	26,4
5404	08.07.2017	30,3	16,4	33,0	21,6	27,3
5404	09.07.2017	27,9	16,7	32,7	22,1	27,4
5404	10.07.2017	26,5	15,4	32,1	19,8	25,9
5404	11.07.2017	23,6	14,7	29,8	18,5	24,1
5404	12.07.2017	25,2	13,3	31,2	16,0	23,6
5404	13.07.2017	21,6	9,9	27,3	9,9	18,6
5404	14.07.2017	20,8	9,7	26,2	9,5	17,9
5404	15.07.2017	19,6	11,2	24,2	12,2	18,2
5404	16.07.2017	23,3	8,3	29,4	7,0	18,2
5404	17.07.2017	26	10,6	31,8	11,2	21,5
5404	18.07.2017	29,3	11,9	33,0	13,5	23,2
5404	19.07.2017	32	15	32,6	19,1	25,8
5404	20.07.2017	27,5	14,2	32,6	17,6	25,1
5404	21.07.2017	28,5	13	32,9	15,5	24,2
5404	22.07.2017	28,6	15,6	32,9	20,2	26,5
5404	23.07.2017	23	15,7	29,1	20,3	24,7

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5404	24.07.2017	18,1	11,4	21,5	12,6	17,0
5404	25.07.2017	17,9	11,2	21,1	12,2	16,7
5404	26.07.2017	13,9	12,2	11,7	14,0	12,9
5404	27.07.2017	19	11,5	23,2	12,8	18,0
5404	28.07.2017	21,1	14	26,6	17,3	21,9
5404	29.07.2017	27,3	12,4	32,5	14,4	23,4
5404	30.07.2017	32	14,2	32,6	17,6	25,1
5404	31.07.2017	30,4	15,5	33,0	20,0	26,5
5404	01.08.2017	33,8	15,8	31,7	20,5	26,1
5404	02.08.2017	30,6	17,4	33,0	23,4	28,2
5404	03.08.2017	30,4	16,9	33,0	22,5	27,7
5404	04.08.2017	28,3	18,7	32,8	25,7	29,3
5404	05.08.2017	29,6	17,4	33,0	23,4	28,2
5404	06.08.2017	20,1	12,1	25,1	13,9	19,5
5404	07.08.2017	23,3	9,3	29,4	8,8	19,1
5404	08.08.2017	28,6	10,9	32,9	11,7	22,3
5404	09.08.2017	23,1	15,5	29,2	20,0	24,6
5404	10.08.2017	17,4	11,4	20,0	12,6	16,3
5404	11.08.2017	14,1	11,2	12,2	12,2	12,2
5404	12.08.2017	18,5	10,5	22,2	11,0	16,6
5404	13.08.2017	23,4	10,8	29,5	11,5	20,5
5404	14.08.2017	25,6	11,4	31,5	12,6	22,1
5404	15.08.2017	30,5	11,8	33,0	13,3	23,1
5404	16.08.2017	24,5	15,7	30,6	20,3	25,5
5404	17.08.2017	27,6	13,3	32,6	16,0	24,3
5404	18.08.2017	29,3	14,8	33,0	18,7	25,8
5404	19.08.2017	19,9	12,3	24,7	14,2	19,5
5404	20.08.2017	20,3	9,5	25,4	9,2	17,3
5404	21.08.2017	20	8,4	24,9	7,2	16,1
5404	22.08.2017	21,2	6,5	26,8	3,8	15,3
5404	23.08.2017	24,2	8,1	30,3	6,7	18,5
5404	24.08.2017	27,4	11,8	32,5	13,3	22,9
5404	25.08.2017	28,7	11,8	32,9	13,3	23,1
5404	26.08.2017	30,4	15,1	33,0	19,3	26,1
5404	27.08.2017	25,4	14,8	31,4	18,7	25,0
5404	28.08.2017	25,5	13,7	31,4	16,7	24,1
5404	29.08.2017	25,4	12,5	31,4	14,6	23,0
5404	30.08.2017	29,2	10,7	33,0	11,3	22,2
5404	31.08.2017	24,2	13,9	30,3	17,1	23,7
5404	01.09.2017	15,1	11,6	14,8	13,0	13,9
5404	02.09.2017	13,7	10,3	11,2	10,6	10,9
5404	03.09.2017	16,5	7,1	18,1	4,9	11,5
5404	04.09.2017	19,2	5,6	23,5	2,2	12,8

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5404	05.09.2017	21,6	8	27,3	6,5	16,9
5404	06.09.2017	22,3	13	28,3	15,5	21,9
5404	07.09.2017	17,3	9,2	19,8	8,6	14,2
5404	08.09.2017	19,5	7,1	24,1	4,9	14,5
5404	09.09.2017	18,8	8	22,8	6,5	14,6
5404	10.09.2017	15,8	7,6	16,5	5,8	11,1
5404	11.09.2017	18,8	6	22,8	2,9	12,8
5404	12.09.2017	14,2	8,6	12,5	7,6	10,0
5404	13.09.2017	18,9	8	23,0	6,5	14,7
5404	14.09.2017	18,9	8,8	23,0	7,9	15,5
5404	15.09.2017	16,2	6	17,4	2,9	10,1
Total						2666,0

Tabelle 62: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Rotthalmünster, Bayern (DWD-Station 4706)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4706	01.05.2017	18,6	2,9	22,4	0,0	11,2
4706	02.05.2017	17,4	3,9	20,0	0,0	10,0
4706	03.05.2017	18,0	7,8	21,3	6,1	13,7
4706	04.05.2017	17,9	4,9	21,1	0,9	11,0
4706	05.05.2017	16,3	5,2	17,6	1,4	9,5
4706	06.05.2017	21,3	4,3	26,9	0,0	13,5
4706	07.05.2017	16,1	10,7	17,2	11,3	14,3
4706	08.05.2017	13,6	7,8	10,9	6,1	8,5
4706	09.05.2017	11,0	5,2	3,2	1,4	2,3
4706	10.05.2017	17,1	1,7	19,4	0,0	9,7
4706	11.05.2017	21,7	2,8	27,5	0,0	13,7
4706	12.05.2017	23,2	11,5	29,3	12,8	21,0
4706	13.05.2017	22,5	10,6	28,5	11,2	19,8
4706	14.05.2017	21,8	9,3	27,6	8,8	18,2
4706	15.05.2017	20,9	9,5	26,3	9,2	17,7
4706	16.05.2017	23,3	7,7	29,4	5,9	17,7
4706	17.05.2017	24,3	8,4	30,4	7,2	18,8
4706	18.05.2017	28,9	11,6	32,9	13,0	22,9
4706	19.05.2017	28,0	9,9	32,7	9,9	21,3
4706	20.05.2017	17,3	7,4	19,8	5,4	12,6
4706	21.05.2017	19,1	8,7	23,3	7,7	15,5
4706	22.05.2017	22,8	7,4	28,9	5,4	17,1
4706	23.05.2017	25,0	9,3	31,1	8,8	19,9
4706	24.05.2017	19,8	10,6	24,6	11,2	17,9
4706	25.05.2017	19,8	9,2	24,6	8,6	16,6
4706	26.05.2017	25,3	7,9	31,3	6,3	18,8
4706	27.05.2017	25,9	8,9	31,7	8,1	19,9
4706	28.05.2017	27,9	11,1	32,7	12,1	22,4
4706	29.05.2017	29,6	9,3	33,0	8,8	20,9
4706	30.05.2017	30,5	12,2	33,0	14,0	23,5
4706	31.05.2017	27,3	16,2	32,5	21,2	26,9
4706	01.06.2017	26,7	13,6	32,2	16,6	24,4
4706	02.06.2017	27,2	12,7	32,4	14,9	23,7
4706	03.06.2017	28,9	12,7	32,9	14,9	23,9
4706	04.06.2017	19,8	11,4	24,6	12,6	18,6
4706	05.06.2017	24,2	9,9	30,3	9,9	20,1
4706	06.06.2017	20,0	10,1	24,9	10,3	17,6
4706	07.06.2017	18,3	8,0	21,9	6,5	14,2
4706	08.06.2017	22,6	5,9	28,6	2,7	15,7
4706	09.06.2017	28,4	7,5	32,8	5,6	19,2
4706	10.06.2017	23,9	10,7	30,1	11,3	20,7

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4706	11.06.2017	27,0	9,0	32,3	8,3	20,3
4706	12.06.2017	28,8	13,8	32,9	16,9	24,9
4706	13.06.2017	26,5	13,0	32,1	15,5	23,8
4706	14.06.2017	26,0	10,9	31,8	11,7	21,7
4706	15.06.2017	31,0	11,7	32,9	13,1	23,0
4706	16.06.2017	26,0	16,6	31,8	22,0	26,9
4706	17.06.2017	21,5	12,2	27,2	14,0	20,6
4706	18.06.2017	24,3	10,8	30,4	11,5	21,0
4706	19.06.2017	28,4	9,5	32,8	9,2	21,0
4706	20.06.2017	32,6	11,9	32,4	13,5	22,9
4706	21.06.2017	32,1	17,1	32,6	22,9	27,7
4706	22.06.2017	33,1	15,8	32,1	20,5	26,3
4706	23.06.2017	31,1	17,1	32,9	22,9	27,9
4706	24.06.2017	28,9	14,2	32,9	17,6	25,3
4706	25.06.2017	23,3	14,5	29,4	18,2	23,8
4706	26.06.2017	31,3	15,6	32,8	20,2	26,5
4706	27.06.2017	26,3	16,8	32,0	22,3	27,1
4706	28.06.2017	26,6	14,9	32,1	18,9	25,5
4706	29.06.2017	23,9	13,4	30,1	16,2	23,1
4706	30.06.2017	24,1	13,0	30,3	15,5	22,9
4706	01.07.2017	23,8	12,8	30,0	15,1	22,5
4706	02.07.2017	20,9	13,8	26,3	16,9	21,6
4706	03.07.2017	23,9	12,4	30,1	14,4	22,2
4706	04.07.2017	26,7	12,8	32,2	15,1	23,7
4706	05.07.2017	30,5	11,2	33,0	12,2	22,6
4706	06.07.2017	32,9	13,8	32,2	16,9	24,6
4706	07.07.2017	29,8	14,9	33,0	18,9	26,0
4706	08.07.2017	29,9	15,5	33,0	20,0	26,5
4706	09.07.2017	27,7	16,1	32,6	21,1	26,8
4706	10.07.2017	28,7	15,9	32,9	20,7	26,8
4706	11.07.2017	26,6	16,3	32,1	21,4	26,8
4706	12.07.2017	26,6	15,3	32,1	19,6	25,9
4706	13.07.2017	24,1	9,7	30,3	9,5	19,9
4706	14.07.2017	21,8	8,6	27,6	7,6	17,6
4706	15.07.2017	19,5	9,7	24,1	9,5	16,8
4706	16.07.2017	24,4	7,5	30,5	5,6	18,1
4706	17.07.2017	28,0	10,3	32,7	10,6	21,7
4706	18.07.2017	30,1	11,4	33,0	12,6	22,8
4706	19.07.2017	33,3	15,6	32,0	20,2	26,1
4706	20.07.2017	30,2	14,9	33,0	18,9	25,9
4706	21.07.2017	28,0	13,5	32,7	16,4	24,6
4706	22.07.2017	28,9	14,5	32,9	18,2	25,6
4706	23.07.2017	25,4	15,8	31,4	20,5	25,9

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4706	24.07.2017	19,5	11,8	24,1	13,3	18,7
4706	25.07.2017	18,9	11,7	23,0	13,1	18,1
4706	26.07.2017	15,3	12,1	15,3	13,9	14,6
4706	27.07.2017	20,3	13,5	25,4	16,4	20,9
4706	28.07.2017	21,0	12,0	26,5	13,7	20,1
4706	29.07.2017	27,7	11,6	32,6	13,0	22,8
4706	30.07.2017	31,5	13,7	32,8	16,7	24,8
4706	31.07.2017	30,8	16,9	32,9	22,5	27,7
4706	01.08.2017	33,2	15,4	32,0	19,8	25,9
4706	02.08.2017	31,5	16,6	32,8	22,0	27,4
4706	03.08.2017	32,0	14,9	32,6	18,9	25,8
4706	04.08.2017	29,9	20,3	33,0	28,6	30,8
4706	05.08.2017	30,7	18,3	32,9	25,0	29,0
4706	06.08.2017	19,3	12,3	23,7	14,2	19,0
4706	07.08.2017	23,0	12,4	29,1	14,4	21,7
4706	08.08.2017	27,6	14,9	32,6	18,9	25,7
4706	09.08.2017	25,7	15,6	31,6	20,2	25,9
4706	10.08.2017	21,3	12,7	26,9	14,9	20,9
4706	11.08.2017	15,4	11,7	15,5	13,1	14,3
4706	12.08.2017	18,9	12,8	23,0	15,1	19,1
4706	13.08.2017	23,2	12,2	29,3	14,0	21,7
4706	14.08.2017	25,8	10,9	31,6	11,7	21,7
4706	15.08.2017	29,2	12,0	33,0	13,7	23,3
4706	16.08.2017	26,2	14,3	31,9	17,8	24,9
4706	17.08.2017	29,8	12,8	33,0	15,1	24,1
4706	18.08.2017	29,8	15,3	33,0	19,6	26,3
4706	19.08.2017	19,0	13,6	23,2	16,6	19,9
4706	20.08.2017	21,6	11,1	27,3	12,1	19,7
4706	21.08.2017	21,1	8,0	26,6	6,5	16,5
4706	22.08.2017	23,1	6,6	29,2	4,0	16,6
4706	23.08.2017	24,9	8,1	31,0	6,7	18,8
4706	24.08.2017	29,3	9,6	33,0	9,4	21,2
4706	25.08.2017	29,8	12,9	33,0	15,3	24,2
4706	26.08.2017	31,3	15,3	32,8	19,6	26,2
4706	27.08.2017	27,5	14,6	32,6	18,4	25,5
4706	28.08.2017	25,6	13,7	31,5	16,7	24,1
4706	29.08.2017	25,4	11,6	31,4	13,0	22,2
4706	30.08.2017	28,3	9,9	32,8	9,9	21,4
4706	31.08.2017	29,0	15,4	32,9	19,8	26,4
4706	01.09.2017	16,3	12,9	17,6	15,3	16,5
4706	02.09.2017	13,0	10,9	9,2	11,7	10,5
4706	03.09.2017	17,1	7,5	19,4	5,6	12,5
4706	04.09.2017	20,9	4,7	26,3	0,5	13,4

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
4706	05.09.2017	20,2	6,9	25,2	4,5	14,9
4706	06.09.2017	21,5	12,2	27,2	14,0	20,6
4706	07.09.2017	18,8	9,1	22,8	8,5	15,6
4706	08.09.2017	21,9	6,8	27,7	4,3	16,0
4706	09.09.2017	21,9	7,6	27,7	5,8	16,7
4706	10.09.2017	14,6	11,7	13,5	13,1	13,3
4706	11.09.2017	18,7	9,7	22,6	9,5	16,1
4706	12.09.2017	14,8	10,3	14,0	10,6	12,3
4706	13.09.2017	18,3	6,2	21,9	3,2	12,5
4706	14.09.2017	20,8	7,2	26,2	5,0	15,6
4706	15.09.2017	17,3	7,0	19,8	4,7	12,3
Total						2824,5

Tabelle 63: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Wolkshausen, Bayern (DWD-Station 5149)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5149	01.05.2017	10,7	4,2	2,3	0,0	1,1
5149	02.05.2017	10,6	4,3	2,0	0,0	1,0
5149	03.05.2017	10,6	4,4	2,0	0,0	1,0
5149	04.05.2017	15,8	7,9	16,5	6,3	11,4
5149	05.05.2017	13,7	5,2	11,2	1,4	6,3
5149	06.05.2017	21,1	4,9	26,6	0,9	13,8
5149	07.05.2017	16,5	10,8	18,1	11,5	14,8
5149	08.05.2017	12,5	6,6	7,8	4,0	5,9
5149	09.05.2017	12,0	1,8	6,3	0,0	3,2
5149	10.05.2017	18,3	0,4	21,9	0,0	10,9
5149	11.05.2017	23,3	5,2	29,4	1,4	15,4
5149	12.05.2017	20,6	11,2	25,9	12,2	19,0
5149	13.05.2017	21,8	10,3	27,6	10,6	19,1
5149	14.05.2017	21,3	9,8	26,9	9,7	18,3
5149	15.05.2017	21,3	8,3	26,9	7,0	17,0
5149	16.05.2017	24,2	6,7	30,3	4,1	17,2
5149	17.05.2017	27,5	9,9	32,6	9,9	21,2
5149	18.05.2017	25,5	13,4	31,4	16,2	23,8
5149	19.05.2017	20,4	8,4	25,5	7,2	16,4
5149	20.05.2017	17,7	5,8	20,7	2,5	11,6
5149	21.05.2017	20,9	4,5	26,3	0,2	13,2
5149	22.05.2017	21,6	9,8	27,3	9,7	18,5
5149	23.05.2017	24,7	8,8	30,8	7,9	19,4
5149	24.05.2017	18,9	9,5	23,0	9,2	16,1
5149	25.05.2017	22,0	7,3	27,9	5,2	16,5
5149	26.05.2017	24,8	7,4	30,9	5,4	18,1
5149	27.05.2017	28,2	12,1	32,8	13,9	23,3
5149	28.05.2017	29,8	12,5	33,0	14,6	23,8
5149	29.05.2017	32,1	15,8	32,6	20,5	26,5
5149	30.05.2017	27,9	15,9	32,7	20,7	26,7
5149	31.05.2017	24,1	12,0	30,3	13,7	22,0
5149	01.06.2017	25,4	9,8	31,4	9,7	20,5
5149	02.06.2017	27,9	10,9	32,7	11,7	22,2
5149	03.06.2017	28,5	14,1	32,9	17,5	25,2
5149	04.06.2017	21,1	11,5	26,6	12,8	19,7
5149	05.06.2017	17,8	10,8	20,9	11,5	16,2
5149	06.06.2017	20,9	9,7	26,3	9,5	17,9
5149	07.06.2017	16,8	8,3	18,8	7,0	12,9
5149	08.06.2017	22,6	6,8	28,6	4,3	16,5
5149	09.06.2017	24,4	10,6	30,5	11,2	20,8
5149	10.06.2017	22,9	8,3	29,0	7,0	18,0

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5149	11.06.2017	28,9	9,9	32,9	9,9	21,4
5149	12.06.2017	25,1	10,9	31,1	11,7	21,4
5149	13.06.2017	22,8	8,5	28,9	7,4	18,1
5149	14.06.2017	25,6	8,7	31,5	7,7	19,6
5149	15.06.2017	28,9	9,9	32,9	9,9	21,4
5149	16.06.2017	22,8	13,5	28,9	16,4	22,6
5149	17.06.2017	19,9	9,5	24,7	9,2	17,0
5149	18.06.2017	25,6	12,8	31,5	15,1	23,3
5149	19.06.2017	30,1	11,3	33,0	12,4	22,7
5149	20.06.2017	31,5	12,0	32,8	13,7	23,2
5149	21.06.2017	31,4	17,0	32,8	22,7	27,7
5149	22.06.2017	32,5	14,8	32,4	18,7	25,6
5149	23.06.2017	27,2	14,0	32,4	17,3	24,9
5149	24.06.2017	25,9	12,7	31,7	14,9	23,3
5149	25.06.2017	25,1	13,3	31,1	16,0	23,6
5149	26.06.2017	28,4	15,7	32,8	20,3	26,6
5149	27.06.2017	26,8	15,7	32,2	20,3	26,3
5149	28.06.2017	24,7	16,6	30,8	22,0	26,4
5149	29.06.2017	21,3	13,6	26,9	16,6	21,7
5149	30.06.2017	22,4	12,3	28,4	14,2	21,3
5149	01.07.2017	19,9	13,6	24,7	16,6	20,6
5149	02.07.2017	20,8	13,5	26,2	16,4	21,3
5149	03.07.2017	23,5	12,6	29,6	14,8	22,2
5149	04.07.2017	25,3	12,1	31,3	13,9	22,6
5149	05.07.2017	28,7	12,3	32,9	14,2	23,6
5149	06.07.2017	31,1	13,0	32,9	15,5	24,2
5149	07.07.2017	29,1	16,8	33,0	22,3	27,6
5149	08.07.2017	29,9	14,8	33,0	18,7	25,9
5149	09.07.2017	29,7	14,6	33,0	18,4	25,7
5149	10.07.2017	25,3	17,4	31,3	23,4	27,3
5149	11.07.2017	23,5	16,3	29,6	21,4	25,5
5149	12.07.2017	21,6	12,4	27,3	14,4	20,9
5149	13.07.2017	21,0	8,9	26,5	8,1	17,3
5149	14.07.2017	21,6	11,5	27,3	12,8	20,1
5149	15.07.2017	19,1	9,3	23,3	8,8	16,1
5149	16.07.2017	24,1	8,3	30,3	7,0	18,6
5149	17.07.2017	25,9	13,1	31,7	15,7	23,7
5149	18.07.2017	29,8	14,5	33,0	18,2	25,6
5149	19.07.2017	32,8	15,4	32,3	19,8	26,0
5149	20.07.2017	24,5	15,5	30,6	20,0	25,3
5149	21.07.2017	28,3	15,1	32,8	19,3	26,0
5149	22.07.2017	27,4	16,2	32,5	21,2	26,9
5149	23.07.2017	22,8	14,8	28,9	18,7	23,8

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5149	24.07.2017	19,5	12,0	24,1	13,7	18,9
5149	25.07.2017	14,3	12,0	12,8	13,7	13,2
5149	26.07.2017	15,8	10,9	16,5	11,7	14,1
5149	27.07.2017	21,4	11,2	27,0	12,2	19,6
5149	28.07.2017	22,3	14,2	28,3	17,6	22,9
5149	29.07.2017	27,1	14,6	32,4	18,4	25,4
5149	30.07.2017	29,4	16,0	33,0	20,9	26,9
5149	31.07.2017	28,2	16,3	32,8	21,4	27,1
5149	01.08.2017	30,6	16,5	33,0	21,8	27,4
5149	02.08.2017	27,8	17,4	32,7	23,4	28,0
5149	03.08.2017	27,0	17,8	32,3	24,1	28,2
5149	04.08.2017	24,1	14,6	30,3	18,4	24,3
5149	05.08.2017	26,7	13,2	32,2	15,8	24,0
5149	06.08.2017	23,1	11,0	29,2	11,9	20,5
5149	07.08.2017	25,4	9,0	31,4	8,3	19,8
5149	08.08.2017	24,3	11,0	30,4	11,9	21,2
5149	09.08.2017	24,5	13,8	30,6	16,9	23,8
5149	10.08.2017	16,2	13,6	17,4	16,6	17,0
5149	11.08.2017	15,0	12,4	14,6	14,4	14,5
5149	12.08.2017	19,4	12,1	23,9	13,9	18,9
5149	13.08.2017	22,6	14,1	28,6	17,5	23,0
5149	14.08.2017	27,3	13,5	32,5	16,4	24,4
5149	15.08.2017	29,4	14,2	33,0	17,6	25,3
5149	16.08.2017	25,4	16,5	31,4	21,8	26,6
5149	17.08.2017	26,6	16,0	32,1	20,9	26,5
5149	18.08.2017	28,3	15,0	32,8	19,1	25,9
5149	19.08.2017	20,8	11,3	26,2	12,4	19,3
5149	20.08.2017	20,2	9,3	25,2	8,8	17,0
5149	21.08.2017	20,9	9,2	26,3	8,6	17,5
5149	22.08.2017	22,6	7,6	28,6	5,8	17,2
5149	23.08.2017	26,2	9,8	31,9	9,7	20,8
5149	24.08.2017	25,6	12,9	31,5	15,3	23,4
5149	25.08.2017	28,8	13,5	32,9	16,4	24,6
5149	26.08.2017	28,8	15,5	32,9	20,0	26,4
5149	27.08.2017	25,9	15,7	31,7	20,3	26,0
5149	28.08.2017	26,2	14,2	31,9	17,6	24,8
5149	29.08.2017	28,8	12,2	32,9	14,0	23,5
5149	30.08.2017	31,0	15,6	32,9	20,2	26,5
5149	31.08.2017	20,9	14,4	26,3	18,0	22,2
5149	01.09.2017	17,9	9,7	21,1	9,5	15,3
5149	02.09.2017	18,4	8,4	22,0	7,2	14,6
5149	03.09.2017	17,7	6,5	20,7	3,8	12,2
5149	04.09.2017	21,3	6,1	26,9	3,1	15,0

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHUTAG	CHUNACHT	CHUTOTAL
5149	05.09.2017	23,0	8,9	29,1	8,1	18,6
5149	06.09.2017	22,2	12,0	28,1	13,7	20,9
5149	07.09.2017	17,6	10,6	20,5	11,2	15,8
5149	08.09.2017	18,1	11,3	21,5	12,4	16,9
5149	09.09.2017	15,6	12,0	16,0	13,7	14,8
5149	10.09.2017	18,0	10,4	21,3	10,8	16,0
5149	11.09.2017	16,7	10,2	18,5	10,4	14,5
5149	12.09.2017	17,2	10,3	19,6	10,6	15,1
5149	13.09.2017	18,8	10,1	22,8	10,3	16,5
5149	14.09.2017	12,7	10,0	8,4	10,1	9,2
5149	15.09.2017	16,8	6,1	18,8	3,1	10,9
Total						2760,8

Tabelle 64: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Friedberg, Hessen (DWD-Station 3442)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
3442	01.05.2017	12,0	5,8	6,3	2,5	4,4
3442	02.05.2017	10,7	5,4	2,3	1,8	2,0
3442	03.05.2017	10,1	5,3	0,3	1,6	1,0
3442	04.05.2017	14,4	8,7	13,0	7,7	10,4
3442	05.05.2017	14,6	6,3	13,5	3,4	8,5
3442	06.05.2017	22,1	5,1	28,0	1,3	14,6
3442	07.05.2017	16,5	11,7	18,1	13,1	15,6
3442	08.05.2017	12,2	7,4	6,9	5,4	6,2
3442	09.05.2017	15,0	2,9	14,6	0,0	7,3
3442	10.05.2017	19,3	0,4	23,7	0,0	11,9
3442	11.05.2017	22,5	4,1	28,5	0,0	14,3
3442	12.05.2017	20,0	12,2	24,9	14,0	19,5
3442	13.05.2017	23,5	9,4	29,6	9,0	19,3
3442	14.05.2017	20,1	10,2	25,1	10,4	17,8
3442	15.05.2017	22,6	7,9	28,6	6,3	17,5
3442	16.05.2017	25,8	7,9	31,6	6,3	19,0
3442	17.05.2017	28,1	10,5	32,8	11,0	21,9
3442	18.05.2017	25,3	14,1	31,3	17,5	24,4
3442	19.05.2017	18,3	10,1	21,9	10,3	16,1
3442	20.05.2017	18,4	7,3	22,0	5,2	13,6
3442	21.05.2017	22,1	5,1	28,0	1,3	14,6
3442	22.05.2017	23,8	10,3	30,0	10,6	20,3
3442	23.05.2017	26,6	11,0	32,1	11,9	22,0
3442	24.05.2017	20,5	12,4	25,7	14,4	20,1
3442	25.05.2017	24,9	11,4	31,0	12,6	21,8
3442	26.05.2017	26,9	12,1	32,3	13,9	23,1
3442	27.05.2017	29,2	12,3	33,0	14,2	23,6
3442	28.05.2017	31,2	12,9	32,8	15,3	24,1
3442	29.05.2017	32,9	16,9	32,2	22,5	27,4
3442	30.05.2017	27,2	16,4	32,4	21,6	27,0
3442	31.05.2017	25,8	13,9	31,6	17,1	24,4
3442	01.06.2017	26,4	13,7	32,0	16,7	24,4
3442	02.06.2017	28,3	12,4	32,8	14,4	23,6
3442	03.06.2017	26,0	15,6	31,8	20,2	26,0
3442	04.06.2017	23,0	12,7	29,1	14,9	22,0
3442	05.06.2017	23,3	10,5	29,4	11,0	20,2
3442	06.06.2017	20,3	10,8	25,4	11,5	18,5
3442	07.06.2017	19,3	9,2	23,7	8,6	16,2
3442	08.06.2017	22,8	10,5	28,9	11,0	19,9
3442	09.06.2017	21,2	10,1	26,8	10,3	18,5
3442	10.06.2017	25,7	8,9	31,6	8,1	19,8

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
3442	11.06.2017	30,1	11,2	33,0	12,2	22,6
3442	12.06.2017	24,9	13,3	31,0	16,0	23,5
3442	13.06.2017	22,1	11,0	28,0	11,9	19,9
3442	14.06.2017	26,0	11,2	31,8	12,2	22,0
3442	15.06.2017	29,4	12,0	33,0	13,7	23,3
3442	16.06.2017	22,7	13,4	28,7	16,2	22,5
3442	17.06.2017	19,6	10,4	24,2	10,8	17,5
3442	18.06.2017	27,1	15,5	32,4	20,0	26,2
3442	19.06.2017	30,4	13,8	33,0	16,9	24,9
3442	20.06.2017	32,9	13,7	32,2	16,7	24,5
3442	21.06.2017	32,0	18,2	32,6	24,8	28,7
3442	22.06.2017	34,3	16,0	31,3	20,9	26,1
3442	23.06.2017	28,2	18,5	32,8	25,4	29,1
3442	24.06.2017	26,8	15,7	32,2	20,3	26,3
3442	25.06.2017	24,9	15,3	31,0	19,6	25,3
3442	26.06.2017	26,5	16,3	32,1	21,4	26,7
3442	27.06.2017	25,3	14,9	31,3	18,9	25,1
3442	28.06.2017	24,5	15,1	30,6	19,3	24,9
3442	29.06.2017	21,5	14,3	27,2	17,8	22,5
3442	30.06.2017	22,0	14,1	27,9	17,5	22,7
3442	01.07.2017	19,0	14,8	23,2	18,7	20,9
3442	02.07.2017	21,4	13,1	27,0	15,7	21,4
3442	03.07.2017	25,9	11,8	31,7	13,3	22,5
3442	04.07.2017	27,3	13,6	32,5	16,6	24,5
3442	05.07.2017	30,6	13,3	33,0	16,0	24,5
3442	06.07.2017	32,4	15,6	32,4	20,2	26,3
3442	07.07.2017	31,4	16,8	32,8	22,3	27,6
3442	08.07.2017	30,5	15,2	33,0	19,4	26,2
3442	09.07.2017	31,2	17,4	32,8	23,4	28,1
3442	10.07.2017	24,2	18,5	30,3	25,4	27,9
3442	11.07.2017	25,9	16,3	31,7	21,4	26,6
3442	12.07.2017	21,6	11,0	27,3	11,9	19,6
3442	13.07.2017	21,8	9,2	27,6	8,6	18,1
3442	14.07.2017	24,6	9,6	30,7	9,4	20,0
3442	15.07.2017	22,6	11,1	28,6	12,1	20,3
3442	16.07.2017	23,7	13,0	29,9	15,5	22,7
3442	17.07.2017	26,5	17,0	32,1	22,7	27,4
3442	18.07.2017	30,9	15,7	32,9	20,3	26,6
3442	19.07.2017	34,2	17,8	31,4	24,1	27,8
3442	20.07.2017	26,0	18,3	31,8	25,0	28,4
3442	21.07.2017	28,4	16,1	32,8	21,1	26,9
3442	22.07.2017	26,0	16,7	31,8	22,1	27,0
3442	23.07.2017	22,7	15,7	28,7	20,3	24,5

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
3442	24.07.2017	21,4	13,0	27,0	15,5	21,3
3442	25.07.2017	15,5	13,9	15,8	17,1	16,4
3442	26.07.2017	23,5	12,7	29,6	14,9	22,3
3442	27.07.2017	23,6	12,9	29,8	15,3	22,5
3442	28.07.2017	23,7	13,7	29,9	16,7	23,3
3442	29.07.2017	28,3	14,9	32,8	18,9	25,9
3442	30.07.2017	28,0	18,0	32,7	24,5	28,6
3442	31.07.2017	28,7	16,6	32,9	22,0	27,4
3442	01.08.2017	25,1	17,6	31,1	23,8	27,4
3442	02.08.2017	28,4	17,7	32,8	23,9	28,4
3442	03.08.2017	28,6	18,7	32,9	25,7	29,3
3442	04.08.2017	26,7	15,8	32,2	20,5	26,4
3442	05.08.2017	26,4	15,0	32,0	19,1	25,5
3442	06.08.2017	24,6	11,6	30,7	13,0	21,8
3442	07.08.2017	26,4	9,3	32,0	8,8	20,4
3442	08.08.2017	22,3	13,6	28,3	16,6	22,4
3442	09.08.2017	25,3	12,9	31,3	15,3	23,3
3442	10.08.2017	15,9	13,8	16,7	16,9	16,8
3442	11.08.2017	16,1	13,1	17,2	15,7	16,4
3442	12.08.2017	17,2	11,9	19,6	13,5	16,6
3442	13.08.2017	25,2	15,1	31,2	19,3	25,2
3442	14.08.2017	26,5	13,9	32,1	17,1	24,6
3442	15.08.2017	29,1	14,1	33,0	17,5	25,2
3442	16.08.2017	26,1	16,1	31,8	21,1	26,4
3442	17.08.2017	27,5	14,8	32,6	18,7	25,6
3442	18.08.2017	25,2	15,9	31,2	20,7	26,0
3442	19.08.2017	22,2	11,6	28,1	13,0	20,5
3442	20.08.2017	20,6	10,4	25,9	10,8	18,3
3442	21.08.2017	22,6	10,4	28,6	10,8	19,7
3442	22.08.2017	24,7	10,9	30,8	11,7	21,2
3442	23.08.2017	26,8	11,6	32,2	13,0	22,6
3442	24.08.2017	24,3	13,9	30,4	17,1	23,8
3442	25.08.2017	27,5	12,7	32,6	14,9	23,7
3442	26.08.2017	27,0	17,3	32,3	23,2	27,8
3442	27.08.2017	26,1	15,4	31,8	19,8	25,8
3442	28.08.2017	27,7	14,9	32,6	18,9	25,8
3442	29.08.2017	30,0	13,9	33,0	17,1	25,1
3442	30.08.2017	29,5	14,4	33,0	18,0	25,5
3442	31.08.2017	21,2	13,3	26,8	16,0	21,4
3442	01.09.2017	21,8	10,2	27,6	10,4	19,0
3442	02.09.2017	20,9	10,9	26,3	11,7	19,0
3442	03.09.2017	20,6	8,5	25,9	7,4	16,6
3442	04.09.2017	22,5	6,8	28,5	4,3	16,4

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
3442	05.09.2017	24,8	14,2	30,9	17,6	24,3
3442	06.09.2017	22,5	13,0	28,5	15,5	22,0
3442	07.09.2017	21,2	13,2	26,8	15,8	21,3
3442	08.09.2017	19,7	13,1	24,4	15,7	20,0
3442	09.09.2017	19,3	10,6	23,7	11,2	17,4
3442	10.09.2017	19,2	8,7	23,5	7,7	15,6
3442	11.09.2017	19,6	10,0	24,2	10,1	17,2
3442	12.09.2017	19,7	11,2	24,4	12,2	18,3
3442	13.09.2017	18,8	10,7	22,8	11,3	17,1
3442	14.09.2017	16,5	10,1	18,1	10,3	14,2
3442	15.09.2017	15,9	7,1	16,7	4,9	10,8
Total						2958,5

Tabelle 65: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Griesheim, Hessen (DWD-Station 917)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
917	02.05.2017	10,3	7,5	1,0	5,6	3,3
917	03.05.2017	11,6	6,5	5,1	3,8	4,4
917	04.05.2017	16,3	7,9	17,6	6,3	12,0
917	05.05.2017	15,3	5,7	15,3	2,3	8,8
917	06.05.2017	21,0	5,1	26,5	1,3	13,9
917	07.05.2017	15,6	11,8	16,0	13,3	14,7
917	08.05.2017	11,8	6,3	5,7	3,4	4,6
917	09.05.2017	15,1	1,0	14,8	0,0	7,4
917	10.05.2017	20,5	-0,8	25,7	0,0	12,9
917	11.05.2017	23,5	3,8	29,6	0,0	14,8
917	12.05.2017	21,7	11,4	27,5	12,6	20,0
917	13.05.2017	23,4	8,8	29,5	7,9	18,7
917	14.05.2017	23,3	9,0	29,4	8,3	18,9
917	15.05.2017	22,9	7,7	29,0	5,9	17,5
917	16.05.2017	26,6	6,1	32,1	3,1	17,6
917	17.05.2017	29,0	10,4	32,9	10,8	21,9
917	18.05.2017	24,4	12,0	30,5	13,7	22,1
917	19.05.2017	17,6	9,1	20,5	8,5	14,5
917	20.05.2017	18,9	5,5	23,0	2,0	12,5
917	21.05.2017	22,4	3,6	28,4	0,0	14,2
917	22.05.2017	24,3	9,2	30,4	8,6	19,5
917	23.05.2017	26,8	9,9	32,2	9,9	21,1
917	24.05.2017	20,3	9,8	25,4	9,7	17,6
917	25.05.2017	24,7	10,3	30,8	10,6	20,7
917	26.05.2017	27,1	9,0	32,4	8,3	20,3
917	27.05.2017	29,6	12,8	33,0	15,1	24,1
917	28.05.2017	31,9	12,0	32,6	13,7	23,2
917	29.05.2017	33,3	15,6	32,0	20,2	26,1
917	30.05.2017	29,5	17,3	33,0	23,2	28,1
917	31.05.2017	26,0	12,0	31,8	13,7	22,7
917	01.06.2017	27,0	11,2	32,3	12,2	22,3
917	02.06.2017	28,5	11,4	32,9	12,6	22,7
917	03.06.2017	27,2	15,3	32,4	19,6	26,0
917	04.06.2017	22,9	10,2	29,0	10,4	19,7
917	05.06.2017	23,3	9,5	29,4	9,2	19,3
917	06.06.2017	20,7	10,3	26,0	10,6	18,3
917	07.06.2017	18,3	9,9	21,9	9,9	15,9
917	08.06.2017	24,1	9,0	30,3	8,3	19,3
917	09.06.2017	23,3	9,5	29,4	9,2	19,3
917	10.06.2017	24,7	7,8	30,8	6,1	18,5
917	11.06.2017	31,4	9,8	32,8	9,7	21,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
917	12.06.2017	25,8	10,2	31,6	10,4	21,0
917	13.06.2017	24,5	7,7	30,6	5,9	18,3
917	14.06.2017	27,3	9,3	32,5	8,8	20,6
917	15.06.2017	31,0	12,0	32,9	13,7	23,3
917	16.06.2017	23,7	12,8	29,9	15,1	22,5
917	17.06.2017	20,4	10,1	25,5	10,3	17,9
917	18.06.2017	27,9	12,5	32,7	14,6	23,6
917	19.06.2017	31,1	11,6	32,9	13,0	22,9
917	20.06.2017	34,1	12,1	31,5	13,9	22,7
917	21.06.2017	32,4	17,7	32,4	23,9	28,2
917	22.06.2017	34,2	15,6	31,4	20,2	25,8
917	23.06.2017	28,6	17,5	32,9	23,6	28,2
917	24.06.2017	27,1	14,2	32,4	17,6	25,0
917	25.06.2017	25,3	15,9	31,3	20,7	26,0
917	26.06.2017	29,6	17,0	33,0	22,7	27,8
917	27.06.2017	27,4	16,6	32,5	22,0	27,2
917	28.06.2017	25,9	14,6	31,7	18,4	25,0
917	29.06.2017	24,0	14,5	30,2	18,2	24,2
917	30.06.2017	23,1	14,0	29,2	17,3	23,2
917	01.07.2017	18,8	15,0	22,8	19,1	20,9
917	02.07.2017	21,2	13,7	26,8	16,7	21,7
917	03.07.2017	25,5	12,0	31,4	13,7	22,6
917	04.07.2017	27,4	12,8	32,5	15,1	23,8
917	05.07.2017	30,8	12,0	32,9	13,7	23,3
917	06.07.2017	33,2	14,3	32,0	17,8	24,9
917	07.07.2017	32,1	16,9	32,6	22,5	27,5
917	08.07.2017	32,3	14,6	32,5	18,4	25,4
917	09.07.2017	31,9	14,3	32,6	17,8	25,2
917	10.07.2017	25,6	18,7	31,5	25,7	28,6
917	11.07.2017	25,9	15,3	31,7	19,6	25,7
917	12.07.2017	21,6	10,4	27,3	10,8	19,1
917	13.07.2017	22,2	7,4	28,1	5,4	16,8
917	14.07.2017	24,6	9,7	30,7	9,5	20,1
917	15.07.2017	21,6	9,3	27,3	8,8	18,1
917	16.07.2017	24,1	11,9	30,3	13,5	21,9
917	17.07.2017	27,7	14,2	32,6	17,6	25,1
917	18.07.2017	30,6	15,4	33,0	19,8	26,4
917	19.07.2017	34,2	17,4	31,4	23,4	27,4
917	20.07.2017	26,0	16,8	31,8	22,3	27,0
917	21.07.2017	28,4	12,7	32,8	14,9	23,9
917	22.07.2017	26,9	16,9	32,3	22,5	27,4
917	23.07.2017	23,0	15,6	29,1	20,2	24,6
917	24.07.2017	19,4	12,4	23,9	14,4	19,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
917	25.07.2017	15,2	13,0	15,0	15,5	15,3
917	26.07.2017	23,1	13,8	29,2	16,9	23,1
917	27.07.2017	24,8	15,5	30,9	20,0	25,4
917	28.07.2017	23,3	13,1	29,4	15,7	22,5
917	29.07.2017	28,6	15,8	32,9	20,5	26,7
917	30.07.2017	28,4	15,7	32,8	20,3	26,6
917	31.07.2017	27,5	15,6	32,6	20,2	26,4
917	01.08.2017	27,8	17,2	32,7	23,0	27,8
917	02.08.2017	28,9	16,0	32,9	20,9	26,9
917	03.08.2017	27,9	16,9	32,7	22,5	27,6
917	04.08.2017	25,6	14,9	31,5	18,9	25,2
917	05.08.2017	25,8	13,2	31,6	15,8	23,7
917	06.08.2017	24,1	10,1	30,3	10,3	20,3
917	07.08.2017	27,2	9,8	32,4	9,7	21,1
917	08.08.2017	24,1	12,9	30,3	15,3	22,8
917	09.08.2017	25,0	13,3	31,1	16,0	23,5
917	10.08.2017	16,0	13,4	17,0	16,2	16,6
917	11.08.2017	16,0	13,2	17,0	15,8	16,4
917	12.08.2017	17,0	12,4	19,2	14,4	16,8
917	13.08.2017	24,7	13,1	30,8	15,7	23,2
917	14.08.2017	27,6	12,6	32,6	14,8	23,7
917	15.08.2017	28,1	13,3	32,8	16,0	24,4
917	16.08.2017	25,6	16,1	31,5	21,1	26,3
917	17.08.2017	27,4	14,0	32,5	17,3	24,9
917	18.08.2017	27,0	15,6	32,3	20,2	26,2
917	19.08.2017	21,8	11,6	27,6	13,0	20,3
917	20.08.2017	20,8	9,4	26,2	9,0	17,6
917	21.08.2017	22,7	10,0	28,7	10,1	19,4
917	22.08.2017	24,5	9,2	30,6	8,6	19,6
917	23.08.2017	27,6	11,3	32,6	12,4	22,5
917	24.08.2017	25,0	13,0	31,1	15,5	23,3
917	25.08.2017	28,0	13,0	32,7	15,5	24,1
917	26.08.2017	28,6	16,0	32,9	20,9	26,9
917	27.08.2017	25,9	14,5	31,7	18,2	24,9
917	28.08.2017	27,4	14,4	32,5	18,0	25,3
917	29.08.2017	30,2	13,7	33,0	16,7	24,9
917	30.08.2017	29,7	14,7	33,0	18,5	25,8
917	31.08.2017	20,6	12,7	25,9	14,9	20,4
917	01.09.2017	21,4	8,7	27,0	7,7	17,4
917	02.09.2017	20,8	7,8	26,2	6,1	16,1
917	03.09.2017	20,4	6,3	25,5	3,4	14,5
917	04.09.2017	22,4	5,8	28,4	2,5	15,4
917	05.09.2017	25,3	13,9	31,3	17,1	24,2

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
917	06.09.2017	21,7	13,7	27,5	16,7	22,1
917	07.09.2017	19,6	11,7	24,2	13,1	18,7
917	08.09.2017	19,7	13,7	24,4	16,7	20,6
917	09.09.2017	18,6	12,0	22,4	13,7	18,1
917	10.09.2017	19,6	10,6	24,2	11,2	17,7
917	11.09.2017	18,8	11,4	22,8	12,6	17,7
917	12.09.2017	18,1	12,0	21,5	13,7	17,6
917	13.09.2017	19,6	11,5	24,2	12,8	18,5
917	14.09.2017	13,4	9,9	10,4	9,9	10,1
917	15.09.2017	16,8	5,4	18,8	1,8	10,3
917	16.09.2017	17,2	3,2	19,6	0,0	9,8
Total						2887,6

Tabelle 66: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Oberflörsheim, Rheinland-Pfalz (DWD-Station 150)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
150	01.05.2017	11,3	7,0	4,2	4,7	4,4
150	02.05.2017	12,2	7,4	6,9	5,4	6,2
150	03.05.2017	14,2	6,8	12,5	4,3	8,4
150	04.05.2017	14,9	7,3	14,3	5,2	9,8
150	05.05.2017	15,5	6,0	15,8	2,9	9,3
150	06.05.2017	19,9	5,3	24,7	1,6	13,2
150	07.05.2017	15,2	11,1	15,0	12,1	13,6
150	08.05.2017	11,1	7,4	3,6	5,4	4,5
150	09.05.2017	14,1	3,1	12,2	0,0	6,1
150	10.05.2017	18,7	0,5	22,6	0,0	11,3
150	11.05.2017	22,0	6,0	27,9	2,9	15,4
150	12.05.2017	21,4	12,1	27,0	13,9	20,5
150	13.05.2017	23,5	9,9	29,6	9,9	19,8
150	14.05.2017	22,7	9,6	28,7	9,4	19,1
150	15.05.2017	22,5	8,5	28,5	7,4	17,9
150	16.05.2017	24,8	9,0	30,9	8,3	19,6
150	17.05.2017	26,8	10,6	32,2	11,2	21,7
150	18.05.2017	22,7	14,5	28,7	18,2	23,5
150	19.05.2017	17,2	8,4	19,6	7,2	13,4
150	20.05.2017	17,5	5,6	20,3	2,2	11,2
150	21.05.2017	20,3	5,2	25,4	1,4	13,4
150	22.05.2017	22,8	9,4	28,9	9,0	18,9
150	23.05.2017	26,3	12,1	32,0	13,9	22,9
150	24.05.2017	21,7	11,0	27,5	11,9	19,7
150	25.05.2017	23,5	11,8	29,6	13,3	21,5
150	26.05.2017	24,8	12,0	30,9	13,7	22,3
150	27.05.2017	29,0	11,5	32,9	12,8	22,9
150	28.05.2017	30,9	14,0	32,9	17,3	25,1
150	29.05.2017	32,3	15,7	32,5	20,3	26,4
150	30.05.2017	28,7	16,7	32,9	22,1	27,5
150	31.05.2017	23,9	12,4	30,1	14,4	22,2
150	01.06.2017	26,2	11,6	31,9	13,0	22,4
150	02.06.2017	27,9	13,1	32,7	15,7	24,2
150	03.06.2017	26,6	15,7	32,1	20,3	26,2
150	04.06.2017	22,0	10,4	27,9	10,8	19,3
150	05.06.2017	22,0	10,3	27,9	10,6	19,2
150	06.06.2017	19,5	9,3	24,1	8,8	16,4
150	07.06.2017	17,8	7,8	20,9	6,1	13,5
150	08.06.2017	23,1	7,1	29,2	4,9	17,0
150	09.06.2017	22,5	10,5	28,5	11,0	19,7
150	10.06.2017	24,5	8,3	30,6	7,0	18,8

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
150	11.06.2017	29,0	11,4	32,9	12,6	22,8
150	12.06.2017	25,1	11,8	31,1	13,3	22,2
150	13.06.2017	24,2	9,4	30,3	9,0	19,7
150	14.06.2017	26,3	10,5	32,0	11,0	21,5
150	15.06.2017	30,8	12,0	32,9	13,7	23,3
150	16.06.2017	23,8	12,0	30,0	13,7	21,8
150	17.06.2017	21,3	9,9	26,9	9,9	18,4
150	18.06.2017	26,6	14,0	32,1	17,3	24,7
150	19.06.2017	30,9	11,1	32,9	12,1	22,5
150	20.06.2017	33,1	13,3	32,1	16,0	24,1
150	21.06.2017	31,5	19,1	32,8	26,5	29,6
150	22.06.2017	35,5	17,2	30,3	23,0	26,7
150	23.06.2017	28,5	15,9	32,9	20,7	26,8
150	24.06.2017	27,0	13,1	32,3	15,7	24,0
150	25.06.2017	25,5	13,7	31,4	16,7	24,1
150	26.06.2017	30,0	14,5	33,0	18,2	25,6
150	27.06.2017	27,2	17,0	32,4	22,7	27,6
150	28.06.2017	25,4	15,8	31,4	20,5	25,9
150	29.06.2017	23,8	14,0	30,0	17,3	23,6
150	30.06.2017	23,3	13,4	29,4	16,2	22,8
150	01.07.2017	19,3	14,0	23,7	17,3	20,5
150	02.07.2017	21,3	14,5	26,9	18,2	22,5
150	03.07.2017	26,2	12,0	31,9	13,7	22,8
150	04.07.2017	27,8	13,5	32,7	16,4	24,5
150	05.07.2017	31,4	13,2	32,8	15,8	24,3
150	06.07.2017	33,7	15,6	31,7	20,2	25,9
150	07.07.2017	32,2	17,2	32,5	23,0	27,8
150	08.07.2017	32,9	16,8	32,2	22,3	27,3
150	09.07.2017	30,2	17,0	33,0	22,7	27,8
150	10.07.2017	25,9	17,9	31,7	24,3	28,0
150	11.07.2017	25,8	15,3	31,6	19,6	25,6
150	12.07.2017	23,7	10,8	29,9	11,5	20,7
150	13.07.2017	21,9	8,9	27,7	8,1	17,9
150	14.07.2017	25,4	9,5	31,4	9,2	20,3
150	15.07.2017	22,0	10,0	27,9	10,1	19,0
150	16.07.2017	25,0	14,3	31,1	17,8	24,4
150	17.07.2017	27,5	14,5	32,6	18,2	25,4
150	18.07.2017	30,3	16,4	33,0	21,6	27,3
150	19.07.2017	34,9	17,6	30,8	23,8	27,3
150	20.07.2017	26,6	14,8	32,1	18,7	25,4
150	21.07.2017	28,6	12,6	32,9	14,8	23,8
150	22.07.2017	29,4	17,2	33,0	23,0	28,0
150	23.07.2017	23,7	15,9	29,9	20,7	25,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
150	24.07.2017	20,2	12,5	25,2	14,6	19,9
150	25.07.2017	16,5	12,6	18,1	14,8	16,4
150	26.07.2017	23,1	14,3	29,2	17,8	23,5
150	27.07.2017	25,1	15,0	31,1	19,1	25,1
150	28.07.2017	24,6	12,8	30,7	15,1	22,9
150	29.07.2017	28,5	15,3	32,9	19,6	26,2
150	30.07.2017	29,0	17,9	32,9	24,3	28,6
150	31.07.2017	28,0	15,8	32,7	20,5	26,6
150	01.08.2017	26,1	16,3	31,8	21,4	26,6
150	02.08.2017	28,5	16,7	32,9	22,1	27,5
150	03.08.2017	29,5	19,0	33,0	26,3	29,6
150	04.08.2017	26,2	14,8	31,9	18,7	25,3
150	05.08.2017	25,9	14,4	31,7	18,0	24,9
150	06.08.2017	23,8	11,6	30,0	13,0	21,5
150	07.08.2017	26,6	9,7	32,1	9,5	20,8
150	08.08.2017	24,4	13,4	30,5	16,2	23,4
150	09.08.2017	24,2	11,2	30,3	12,2	21,3
150	10.08.2017	16,0	12,6	17,0	14,8	15,9
150	11.08.2017	16,3	12,2	17,6	14,0	15,8
150	12.08.2017	18,2	13,4	21,7	16,2	18,9
150	13.08.2017	24,1	12,9	30,3	15,3	22,8
150	14.08.2017	27,1	12,6	32,4	14,8	23,6
150	15.08.2017	27,6	13,8	32,6	16,9	24,8
150	16.08.2017	25,4	15,4	31,4	19,8	25,6
150	17.08.2017	27,2	15,2	32,4	19,4	25,9
150	18.08.2017	25,9	15,3	31,7	19,6	25,7
150	19.08.2017	21,3	12,0	26,9	13,7	20,3
150	20.08.2017	20,5	11,2	25,7	12,2	19,0
150	21.08.2017	22,5	11,0	28,5	11,9	20,2
150	22.08.2017	24,0	9,4	30,2	9,0	19,6
150	23.08.2017	27,1	12,9	32,4	15,3	23,8
150	24.08.2017	25,1	15,2	31,1	19,4	25,3
150	25.08.2017	27,5	14,7	32,6	18,5	25,5
150	26.08.2017	28,6	16,2	32,9	21,2	27,1
150	27.08.2017	24,9	16,2	31,0	21,2	26,1
150	28.08.2017	26,8	16,0	32,2	20,9	26,6
150	29.08.2017	29,6	14,4	33,0	18,0	25,5
150	30.08.2017	29,2	16,0	33,0	20,9	26,9
150	31.08.2017	20,0	12,5	24,9	14,6	19,7
150	01.09.2017	20,4	8,8	25,5	7,9	16,7
150	02.09.2017	19,3	10,8	23,7	11,5	17,6
150	03.09.2017	19,5	8,6	24,1	7,6	15,8
150	04.09.2017	20,1	7,3	25,1	5,2	15,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
150	05.09.2017	24,9	13,5	31,0	16,4	23,7
150	06.09.2017	22,6	12,9	28,6	15,3	22,0
150	07.09.2017	19,8	12,2	24,6	14,0	19,3
150	08.09.2017	20,4	11,4	25,5	12,6	19,1
150	09.09.2017	18,9	10,3	23,0	10,6	16,8
150	10.09.2017	18,7	8,6	22,6	7,6	15,1
150	11.09.2017	20,0	10,7	24,9	11,3	18,1
150	12.09.2017	18,4	10,7	22,0	11,3	16,7
150	13.09.2017	20,6	10,8	25,9	11,5	18,7
150	14.09.2017	15,5	9,3	15,8	8,8	12,3
150	15.09.2017	16,6	6,5	18,3	3,8	11,0
Total						2920,7

Tabelle 67: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Rinkenbergerhof, Rheinland-Pfalz (DWD-Station 5275)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5275	01.05.2017	11,5	8,0	4,8	6,5	5,6
5275	02.05.2017	14,4	7,4	13,0	5,4	9,2
5275	03.05.2017	16,1	6,4	17,2	3,6	10,4
5275	04.05.2017	18,0	5,8	21,3	2,5	11,9
5275	05.05.2017	17,7	9,0	20,7	8,3	14,5
5275	06.05.2017	21,5	7,2	27,2	5,0	16,1
5275	07.05.2017	15,8	11,5	16,5	12,8	14,6
5275	08.05.2017	11,6	7,9	5,1	6,3	5,7
5275	09.05.2017	15,0	4,2	14,6	0,0	7,3
5275	10.05.2017	20,7	1,7	26,0	0,0	13,0
5275	11.05.2017	24,4	7,1	30,5	4,9	17,7
5275	12.05.2017	22,3	12,9	28,3	15,3	21,8
5275	13.05.2017	24,3	12,4	30,4	14,4	22,4
5275	14.05.2017	23,8	12,3	30,0	14,2	22,1
5275	15.05.2017	23,6	11,7	29,8	13,1	21,4
5275	16.05.2017	26,7	9,8	32,2	9,7	21,0
5275	17.05.2017	30,0	13,1	33,0	15,7	24,3
5275	18.05.2017	23,4	15,8	29,5	20,5	25,0
5275	19.05.2017	17,3	7,7	19,8	5,9	12,9
5275	20.05.2017	18,1	5,5	21,5	2,0	11,7
5275	21.05.2017	22,5	5,3	28,5	1,6	15,1
5275	22.05.2017	25,0	12,0	31,1	13,7	22,4
5275	23.05.2017	27,7	13,0	32,6	15,5	24,1
5275	24.05.2017	22,4	11,4	28,4	12,6	20,5
5275	25.05.2017	24,7	12,3	30,8	14,2	22,5
5275	26.05.2017	27,1	10,6	32,4	11,2	21,8
5275	27.05.2017	31,8	12,6	32,7	14,8	23,7
5275	28.05.2017	33,2	16,0	32,0	20,9	26,5
5275	29.05.2017	34,2	18,1	31,4	24,7	28,0
5275	30.05.2017	30,7	18,3	32,9	25,0	29,0
5275	31.05.2017	26,3	14,9	32,0	18,9	25,4
5275	01.06.2017	28,3	12,6	32,8	14,8	23,8
5275	02.06.2017	30,2	16,4	33,0	21,6	27,3
5275	03.06.2017	29,7	16,3	33,0	21,4	27,2
5275	04.06.2017	21,0	12,2	26,5	14,0	20,3
5275	05.06.2017	21,6	11,3	27,3	12,4	19,9
5275	06.06.2017	19,8	10,2	24,6	10,4	17,5
5275	07.06.2017	19,3	9,6	23,7	9,4	16,5
5275	08.06.2017	25,9	7,8	31,7	6,1	18,9
5275	09.06.2017	23,8	13,0	30,0	15,5	22,7
5275	10.06.2017	25,6	11,9	31,5	13,5	22,5

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5275	11.06.2017	31,9	13,4	32,6	16,2	24,4
5275	12.06.2017	26,1	14,5	31,8	18,2	25,0
5275	13.06.2017	25,0	11,2	31,1	12,2	21,6
5275	14.06.2017	28,2	12,2	32,8	14,0	23,4
5275	15.06.2017	31,3	14,3	32,8	17,8	25,3
5275	16.06.2017	24,7	15,9	30,8	20,7	25,7
5275	17.06.2017	22,4	12,5	28,4	14,6	21,5
5275	18.06.2017	27,7	16,2	32,6	21,2	26,9
5275	19.06.2017	32,6	14,2	32,4	17,6	25,0
5275	20.06.2017	34,7	16,5	31,0	21,8	26,4
5275	21.06.2017	33,5	18,6	31,9	25,6	28,7
5275	22.06.2017	35,4	19,5	30,4	27,2	28,8
5275	23.06.2017	30,3	18,8	33,0	25,9	29,5
5275	24.06.2017	28,0	16,7	32,7	22,1	27,4
5275	25.06.2017	26,5	18,1	32,1	24,7	28,4
5275	26.06.2017	31,0	17,1	32,9	22,9	27,9
5275	27.06.2017	28,0	19,9	32,7	27,9	30,3
5275	28.06.2017	26,5	17,8	32,1	24,1	28,1
5275	29.06.2017	25,0	15,2	31,1	19,4	25,2
5275	30.06.2017	24,9	14,4	31,0	18,0	24,5
5275	01.07.2017	19,9	14,8	24,7	18,7	21,7
5275	02.07.2017	22,1	15,0	28,0	19,1	23,5
5275	03.07.2017	26,0	15,2	31,8	19,4	25,6
5275	04.07.2017	28,8	16,9	32,9	22,5	27,7
5275	05.07.2017	32,3	15,3	32,5	19,6	26,1
5275	06.07.2017	35,1	15,6	30,7	20,2	25,4
5275	07.07.2017	33,0	19,3	32,2	26,8	29,5
5275	08.07.2017	34,4	17,7	31,2	23,9	27,6
5275	09.07.2017	32,3	18,9	32,5	26,1	29,3
5275	10.07.2017	27,3	18,3	32,5	25,0	28,7
5275	11.07.2017	25,5	16,5	31,4	21,8	26,6
5275	12.07.2017	22,3	14,1	28,3	17,5	22,9
5275	13.07.2017	24,5	9,7	30,6	9,5	20,1
5275	14.07.2017	26,3	14,1	32,0	17,5	24,7
5275	15.07.2017	23,4	13,7	29,5	16,7	23,1
5275	16.07.2017	26,4	13,7	32,0	16,7	24,4
5275	17.07.2017	30,3	14,4	33,0	18,0	25,5
5275	18.07.2017	32,4	17,0	32,4	22,7	27,6
5275	19.07.2017	35,1	20,6	30,7	29,2	29,9
5275	20.07.2017	27,0	19,9	32,3	27,9	30,1
5275	21.07.2017	30,3	16,4	33,0	21,6	27,3
5275	22.07.2017	29,8	17,5	33,0	23,6	28,3
5275	23.07.2017	23,5	16,9	29,6	22,5	26,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5275	24.07.2017	20,7	14,0	26,0	17,3	21,6
5275	25.07.2017	16,2	13,0	17,4	15,5	16,4
5275	26.07.2017	22,4	13,9	28,4	17,1	22,7
5275	27.07.2017	24,3	14,5	30,4	18,2	24,3
5275	28.07.2017	24,8	14,0	30,9	17,3	24,1
5275	29.07.2017	29,3	15,3	33,0	19,6	26,3
5275	30.07.2017	29,9	18,4	33,0	25,2	29,1
5275	31.07.2017	27,6	17,6	32,6	23,8	28,2
5275	01.08.2017	31,2	18,7	32,8	25,7	29,3
5275	02.08.2017	29,6	19,0	33,0	26,3	29,6
5275	03.08.2017	29,2	19,9	33,0	27,9	30,4
5275	04.08.2017	26,3	16,4	32,0	21,6	26,8
5275	05.08.2017	27,5	15,1	32,6	19,3	25,9
5275	06.08.2017	25,2	12,6	31,2	14,8	23,0
5275	07.08.2017	28,2	10,2	32,8	10,4	21,6
5275	08.08.2017	24,7	16,0	30,8	20,9	25,8
5275	09.08.2017	25,8	12,3	31,6	14,2	22,9
5275	10.08.2017	16,4	13,0	17,9	15,5	16,7
5275	11.08.2017	16,2	13,1	17,4	15,7	16,5
5275	12.08.2017	19,0	14,2	23,2	17,6	20,4
5275	13.08.2017	23,6	15,9	29,8	20,7	25,2
5275	14.08.2017	29,2	16,3	33,0	21,4	27,2
5275	15.08.2017	29,8	16,0	33,0	20,9	26,9
5275	16.08.2017	27,1	17,1	32,4	22,9	27,6
5275	17.08.2017	29,2	16,1	33,0	21,1	27,0
5275	18.08.2017	28,7	16,8	32,9	22,3	27,6
5275	19.08.2017	22,7	13,8	28,7	16,9	22,8
5275	20.08.2017	22,3	11,3	28,3	12,4	20,3
5275	21.08.2017	23,9	10,8	30,1	11,5	20,8
5275	22.08.2017	26,3	11,2	32,0	12,2	22,1
5275	23.08.2017	29,3	15,4	33,0	19,8	26,4
5275	24.08.2017	27,1	16,7	32,4	22,1	27,3
5275	25.08.2017	30,6	15,3	33,0	19,6	26,3
5275	26.08.2017	30,7	17,0	32,9	22,7	27,8
5275	27.08.2017	27,5	16,8	32,6	22,3	27,4
5275	28.08.2017	29,3	15,1	33,0	19,3	26,1
5275	29.08.2017	32,2	15,2	32,5	19,4	26,0
5275	30.08.2017	31,8	18,2	32,7	24,8	28,8
5275	31.08.2017	20,2	15,1	25,2	19,3	22,2
5275	01.09.2017	21,2	12,2	26,8	14,0	20,4
5275	02.09.2017	19,3	11,6	23,7	13,0	18,3
5275	03.09.2017	20,6	8,3	25,9	7,0	16,4
5275	04.09.2017	21,6	8,4	27,3	7,2	17,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5275	05.09.2017	26,4	14,7	32,0	18,5	25,3
5275	06.09.2017	22,3	14,6	28,3	18,4	23,3
5275	07.09.2017	20,7	13,1	26,0	15,7	20,8
5275	08.09.2017	20,8	11,4	26,2	12,6	19,4
5275	09.09.2017	19,0	13,6	23,2	16,6	19,9
5275	10.09.2017	20,7	10,6	26,0	11,2	18,6
5275	11.09.2017	18,4	9,9	22,0	9,9	16,0
5275	12.09.2017	19,2	13,0	23,5	15,5	19,5
5275	13.09.2017	20,0	12,8	24,9	15,1	20,0
5275	14.09.2017	14,3	10,4	12,8	10,8	11,8
5275	15.09.2017	17,9	7,3	21,1	5,2	13,1
Total						3157,8

Tabelle 68: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Beetsdorf, Sachsen-Anhalt (DWD-Station 1544)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
1544	01.05.2017	16,8	5,1	18,8	1,3	10,0
1544	02.05.2017	12,1	8,4	6,6	7,2	6,9
1544	03.05.2017	16,2	6,9	17,4	4,5	11,0
1544	04.05.2017	8,8	7,3	0,0	5,2	2,6
1544	05.05.2017	10,4	6,9	1,3	4,5	2,9
1544	06.05.2017	16,4	8,6	17,9	7,6	12,7
1544	07.05.2017	19,6	7,0	24,2	4,7	14,5
1544	08.05.2017	11,9	5,8	6,0	2,5	4,3
1544	09.05.2017	11,3	3,9	4,2	0,0	2,1
1544	10.05.2017	12,8	0,4	8,7	0,0	4,3
1544	11.05.2017	21,3	-1,3	26,9	0,0	13,5
1544	12.05.2017	24,5	11,3	30,6	12,4	21,5
1544	13.05.2017	22,8	9,0	28,9	8,3	18,6
1544	14.05.2017	20,9	8,0	26,3	6,5	16,4
1544	15.05.2017	20,4	9,1	25,5	8,5	17,0
1544	16.05.2017	19,8	7,8	24,6	6,1	15,3
1544	17.05.2017	27,0	14,6	32,3	18,4	25,3
1544	18.05.2017	28,9	15,7	32,9	20,3	26,6
1544	19.05.2017	26,6	12,0	32,1	13,7	22,9
1544	20.05.2017	19,6	7,6	24,2	5,8	15,0
1544	21.05.2017	20,9	6,2	26,3	3,2	14,8
1544	22.05.2017	22,9	5,6	29,0	2,2	15,6
1544	23.05.2017	25,0	6,9	31,1	4,5	17,8
1544	24.05.2017	18,5	6,1	22,2	3,1	12,6
1544	25.05.2017	21,2	5,7	26,8	2,3	14,5
1544	26.05.2017	25,2	9,0	31,2	8,3	19,7
1544	27.05.2017	27,5	8,1	32,6	6,7	19,6
1544	28.05.2017	29,1	11,5	33,0	12,8	22,9
1544	29.05.2017	29,8	12,5	33,0	14,6	23,8
1544	30.05.2017	26,7	14,4	32,2	18,0	25,1
1544	31.05.2017	22,6	9,2	28,6	8,6	18,6
1544	01.06.2017	22,7	6,1	28,7	3,1	15,9
1544	02.06.2017	25,4	5,2	31,4	1,4	16,4
1544	03.06.2017	22,0	13,6	27,9	16,6	22,2
1544	04.06.2017	20,6	13,4	25,9	16,2	21,0
1544	05.06.2017	21,1	9,7	26,6	9,5	18,1
1544	06.06.2017	24,7	10,5	30,8	11,0	20,9
1544	07.06.2017	18,2	10,7	21,7	11,3	16,5
1544	08.06.2017	20,7	11,3	26,0	12,4	19,2
1544	09.06.2017	26,7	10,8	32,2	11,5	21,9
1544	10.06.2017	22,8	9,0	28,9	8,3	18,6

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
1544	11.06.2017	28,4	9,4	32,8	9,0	20,9
1544	12.06.2017	21,6	15,3	27,3	19,6	23,5
1544	13.06.2017	19,8	9,0	24,6	8,3	16,4
1544	14.06.2017	23,1	5,9	29,2	2,7	16,0
1544	15.06.2017	27,9	7,4	32,7	5,4	19,0
1544	16.06.2017	20,2	12,6	25,2	14,8	20,0
1544	17.06.2017	22,3	11,0	28,3	11,9	20,1
1544	18.06.2017	26,6	10,1	32,1	10,3	21,2
1544	19.06.2017	30,4	12,5	33,0	14,6	23,8
1544	20.06.2017	27,5	12,2	32,6	14,0	23,3
1544	21.06.2017	24,4	7,2	30,5	5,0	17,8
1544	22.06.2017	29,6	9,8	33,0	9,7	21,4
1544	23.06.2017	24,1	17,1	30,3	22,9	26,6
1544	24.06.2017	21,6	16,5	27,3	21,8	24,6
1544	25.06.2017	21,8	14,8	27,6	18,7	23,2
1544	26.06.2017	21,4	9,3	27,0	8,8	17,9
1544	27.06.2017	22,9	7,7	29,0	5,9	17,5
1544	28.06.2017	25,9	14,6	31,7	18,4	25,0
1544	29.06.2017	23,8	13,3	30,0	16,0	23,0
1544	30.06.2017	20,4	14,6	25,5	18,4	22,0
1544	01.07.2017	17,5	14,4	20,3	18,0	19,1
1544	02.07.2017	19,8	11,2	24,6	12,2	18,4
1544	03.07.2017	22,6	9,2	28,6	8,6	18,6
1544	04.07.2017	21,1	11,9	26,6	13,5	20,1
1544	05.07.2017	21,4	12,0	27,0	13,7	20,4
1544	06.07.2017	26,6	11,1	32,1	12,1	22,1
1544	07.07.2017	28,7	15,6	32,9	20,2	26,5
1544	08.07.2017	25,7	15,7	31,6	20,3	26,0
1544	09.07.2017	23,5	13,0	29,6	15,5	22,6
1544	10.07.2017	22,2	14,0	28,1	17,3	22,7
1544	11.07.2017	25,3	14,2	31,3	17,6	24,5
1544	12.07.2017	18,3	10,9	21,9	11,7	16,8
1544	13.07.2017	20,2	9,2	25,2	8,6	16,9
1544	14.07.2017	22,0	9,2	27,9	8,6	18,3
1544	15.07.2017	22,1	11,0	28,0	11,9	19,9
1544	16.07.2017	21,3	9,9	26,9	9,9	18,4
1544	17.07.2017	23,8	10,3	30,0	10,6	20,3
1544	18.07.2017	24,7	8,4	30,8	7,2	19,0
1544	19.07.2017	30,0	11,9	33,0	13,5	23,3
1544	20.07.2017	25,6	15,3	31,5	19,6	25,6
1544	21.07.2017	25,9	14,5	31,7	18,2	24,9
1544	22.07.2017	23,9	15,2	30,1	19,4	24,7
1544	23.07.2017	24,6	13,7	30,7	16,7	23,7

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
1544	24.07.2017	22,4	11,1	28,4	12,1	20,2
1544	25.07.2017	18,9	13,4	23,0	16,2	19,6
1544	26.07.2017	22,1	13,5	28,0	16,4	22,2
1544	27.07.2017	24,4	11,9	30,5	13,5	22,0
1544	28.07.2017	23,9	12,6	30,1	14,8	22,4
1544	29.07.2017	26,8	14,8	32,2	18,7	25,5
1544	30.07.2017	31,1	17,1	32,9	22,9	27,9
1544	31.07.2017	29,1	15,4	33,0	19,8	26,4
1544	01.08.2017	28,0	16,1	32,7	21,1	26,9
1544	02.08.2017	26,3	16,2	32,0	21,2	26,6
1544	03.08.2017	29,3	15,8	33,0	20,5	26,7
1544	04.08.2017	24,5	15,5	30,6	20,0	25,3
1544	05.08.2017	20,1	11,8	25,1	13,3	19,2
1544	06.08.2017	22,4	9,2	28,4	8,6	18,5
1544	07.08.2017	25,0	7,1	31,1	4,9	18,0
1544	08.08.2017	27,0	9,5	32,3	9,2	20,8
1544	09.08.2017	24,9	12,7	31,0	14,9	23,0
1544	10.08.2017	23,1	12,3	29,2	14,2	21,7
1544	11.08.2017	17,3	13,5	19,8	16,4	18,1
1544	12.08.2017	18,4	12,4	22,0	14,4	18,2
1544	13.08.2017	22,4	10,4	28,4	10,8	19,6
1544	14.08.2017	24,4	7,9	30,5	6,3	18,4
1544	15.08.2017	28,4	13,5	32,8	16,4	24,6
1544	16.08.2017	24,1	13,0	30,3	15,5	22,9
1544	17.08.2017	25,4	11,8	31,4	13,3	22,3
1544	18.08.2017	21,5	15,7	27,2	20,3	23,8
1544	19.08.2017	21,0	12,0	26,5	13,7	20,1
1544	20.08.2017	20,2	8,6	25,2	7,6	16,4
1544	21.08.2017	19,7	9,0	24,4	8,3	16,3
1544	22.08.2017	19,1	6,9	23,3	4,5	13,9
1544	23.08.2017	22,9	4,6	29,0	0,4	14,7
1544	24.08.2017	23,1	9,3	29,2	8,8	19,0
1544	25.08.2017	23,0	11,3	29,1	12,4	20,8
1544	26.08.2017	23,5	9,6	29,6	9,4	19,5
1544	27.08.2017	22,6	9,8	28,6	9,7	19,2
1544	28.08.2017	23,2	6,9	29,3	4,5	16,9
1544	29.08.2017	28,1	7,7	32,8	5,9	19,3
1544	30.08.2017	30,8	12,3	32,9	14,2	23,6
1544	31.08.2017	22,5	12,1	28,5	13,9	21,2
1544	01.09.2017	19,2	8,4	23,5	7,2	15,4
1544	02.09.2017	20,3	6,1	25,4	3,1	14,2
1544	03.09.2017	20,3	4,7	25,4	0,5	13,0
1544	04.09.2017	21,0	4,5	26,5	0,2	13,3

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
1544	05.09.2017	23,6	4,7	29,8	0,5	15,1
1544	06.09.2017	21,8	12,2	27,6	14,0	20,8
1544	07.09.2017	19,6	10,9	24,2	11,7	18,0
1544	08.09.2017	16,9	11,2	19,0	12,2	15,6
1544	09.09.2017	18,8	12,2	22,8	14,0	18,4
1544	10.09.2017	19,8	9,4	24,6	9,0	16,8
1544	11.09.2017	17,9	11,5	21,1	12,8	16,9
1544	12.09.2017	19,7	8,8	24,4	7,9	16,2
1544	13.09.2017	19,0	8,9	23,2	8,1	15,6
1544	14.09.2017	15,9	10,1	16,7	10,3	13,5
1544	15.09.2017	17,2	7,2	19,6	5,0	12,3
Total						2631,4

Tabelle 69: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Bernburg, Sachsen-Anhalt (DWD-Station 445)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
445	01.05.2017	18,7	4,8	22,6	0,7	11,7
445	02.05.2017	11,7	7,0	5,4	4,7	5,0
445	03.05.2017	17,4	4,6	20,0	0,4	10,2
445	04.05.2017	10,4	7,9	1,3	6,3	3,8
445	05.05.2017	10,6	7,5	2,0	5,6	3,8
445	06.05.2017	17,4	7,5	20,0	5,6	12,8
445	07.05.2017	20,6	8,7	25,9	7,7	16,8
445	08.05.2017	11,9	5,4	6,0	1,8	3,9
445	09.05.2017	13,0	3,7	9,2	0,0	4,6
445	10.05.2017	17,1	3,0	19,4	0,0	9,7
445	11.05.2017	23,2	1,4	29,3	0,0	14,7
445	12.05.2017	23,9	10,8	30,1	11,5	20,8
445	13.05.2017	23,7	11,7	29,9	13,1	21,5
445	14.05.2017	21,9	9,4	27,7	9,0	18,4
445	15.05.2017	21,8	9,3	27,6	8,8	18,2
445	16.05.2017	23,1	7,8	29,2	6,1	17,7
445	17.05.2017	28,3	13,0	32,8	15,5	24,1
445	18.05.2017	30,2	13,6	33,0	16,6	24,8
445	19.05.2017	28,6	11,9	32,9	13,5	23,2
445	20.05.2017	20,9	10,6	26,3	11,2	18,7
445	21.05.2017	22,5	8,7	28,5	7,7	18,1
445	22.05.2017	24,4	8,4	30,5	7,2	18,9
445	23.05.2017	26,6	9,6	32,1	9,4	20,7
445	24.05.2017	19,0	8,4	23,2	7,2	15,2
445	25.05.2017	20,8	8,1	26,2	6,7	16,4
445	26.05.2017	26,0	10,7	31,8	11,3	21,6
445	27.05.2017	28,1	10,0	32,8	10,1	21,4
445	28.05.2017	30,4	12,4	33,0	14,4	23,7
445	29.05.2017	31,1	16,4	32,9	21,6	27,2
445	30.05.2017	27,9	16,6	32,7	22,0	27,3
445	31.05.2017	24,6	11,5	30,7	12,8	21,7
445	01.06.2017	24,6	8,7	30,7	7,7	19,2
445	02.06.2017	27,7	8,7	32,6	7,7	20,2
445	03.06.2017	22,5	13,0	28,5	15,5	22,0
445	04.06.2017	21,2	13,8	26,8	16,9	21,8
445	05.06.2017	22,3	12,2	28,3	14,0	21,1
445	06.06.2017	23,9	11,0	30,1	11,9	21,0
445	07.06.2017	18,5	9,7	22,2	9,5	15,9
445	08.06.2017	22,3	12,3	28,3	14,2	21,2
445	09.06.2017	26,3	11,6	32,0	13,0	22,5
445	10.06.2017	24,2	10,8	30,3	11,5	20,9

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
445	11.06.2017	27,8	13,0	32,7	15,5	24,1
445	12.06.2017	23,2	12,6	29,3	14,8	22,0
445	13.06.2017	20,0	11,3	24,9	12,4	18,7
445	14.06.2017	25,5	10,8	31,4	11,5	21,5
445	15.06.2017	28,9	9,6	32,9	9,4	21,1
445	16.06.2017	21,0	13,1	26,5	15,7	21,1
445	17.06.2017	22,5	12,3	28,5	14,2	21,4
445	18.06.2017	27,1	12,1	32,4	13,9	23,1
445	19.06.2017	31,3	14,4	32,8	18,0	25,4
445	20.06.2017	30,9	14,6	32,9	18,4	25,6
445	21.06.2017	26,5	12,1	32,1	13,9	23,0
445	22.06.2017	33,2	12,2	32,0	14,0	23,0
445	23.06.2017	25,6	16,9	31,5	22,5	27,0
445	24.06.2017	26,1	15,9	31,8	20,7	26,3
445	25.06.2017	25,6	15,6	31,5	20,2	25,8
445	26.06.2017	24,0	10,7	30,2	11,3	20,7
445	27.06.2017	25,9	9,3	31,7	8,8	20,3
445	28.06.2017	27,0	14,4	32,3	18,0	25,2
445	29.06.2017	22,3	15,1	28,3	19,3	23,8
445	30.06.2017	21,6	13,4	27,3	16,2	21,8
445	01.07.2017	19,6	12,3	24,2	14,2	19,2
445	02.07.2017	21,4	12,8	27,0	15,1	21,1
445	03.07.2017	25,6	11,0	31,5	11,9	21,7
445	04.07.2017	23,7	12,8	29,9	15,1	22,5
445	05.07.2017	25,2	13,2	31,2	15,8	23,5
445	06.07.2017	30,9	12,8	32,9	15,1	24,0
445	07.07.2017	31,8	17,8	32,7	24,1	28,4
445	08.07.2017	28,6	16,7	32,9	22,1	27,5
445	09.07.2017	27,4	14,5	32,5	18,2	25,3
445	10.07.2017	27,0	16,3	32,3	21,4	26,9
445	11.07.2017	28,0	15,6	32,7	20,2	26,4
445	12.07.2017	20,2	11,5	25,2	12,8	19,0
445	13.07.2017	21,3	10,6	26,9	11,2	19,0
445	14.07.2017	24,4	9,1	30,5	8,5	19,5
445	15.07.2017	23,2	13,2	29,3	15,8	22,6
445	16.07.2017	24,2	11,9	30,3	13,5	21,9
445	17.07.2017	25,5	11,1	31,4	12,1	21,7
445	18.07.2017	28,9	10,9	32,9	11,7	22,3
445	19.07.2017	33,3	12,0	32,0	13,7	22,8
445	20.07.2017	26,8	17,3	32,2	23,2	27,7
445	21.07.2017	29,2	16,9	33,0	22,5	27,7
445	22.07.2017	28,3	16,8	32,8	22,3	27,6
445	23.07.2017	26,1	13,5	31,8	16,4	24,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
445	24.07.2017	24,2	11,1	30,3	12,1	21,2
445	25.07.2017	15,6	13,4	16,0	16,2	16,1
445	26.07.2017	20,9	13,6	26,3	16,6	21,4
445	27.07.2017	24,7	13,2	30,8	15,8	23,3
445	28.07.2017	24,4	13,6	30,5	16,6	23,5
445	29.07.2017	27,6	15,3	32,6	19,6	26,1
445	30.07.2017	32,2	18,9	32,5	26,1	29,3
445	31.07.2017	30,1	16,7	33,0	22,1	27,6
445	01.08.2017	29,6	17,2	33,0	23,0	28,0
445	02.08.2017	28,8	17,1	32,9	22,9	27,9
445	03.08.2017	29,6	18,1	33,0	24,7	28,8
445	04.08.2017	26,7	16,8	32,2	22,3	27,3
445	05.08.2017	23,9	13,2	30,1	15,8	22,9
445	06.08.2017	23,6	11,0	29,8	11,9	20,8
445	07.08.2017	27,2	8,8	32,4	7,9	20,2
445	08.08.2017	30,3	11,3	33,0	12,4	22,7
445	09.08.2017	27,9	15,8	32,7	20,5	26,6
445	10.08.2017	22,9	15,2	29,0	19,4	24,2
445	11.08.2017	16,9	13,0	19,0	15,5	17,2
445	12.08.2017	20,2	12,0	25,2	13,7	19,5
445	13.08.2017	24,4	13,7	30,5	16,7	23,6
445	14.08.2017	26,6	11,7	32,1	13,1	22,6
445	15.08.2017	30,0	16,0	33,0	20,9	26,9
445	16.08.2017	25,2	15,0	31,2	19,1	25,1
445	17.08.2017	26,9	14,6	32,3	18,4	25,3
445	18.08.2017	25,8	15,6	31,6	20,2	25,9
445	19.08.2017	22,3	13,2	28,3	15,8	22,0
445	20.08.2017	21,6	11,2	27,3	12,2	19,8
445	21.08.2017	20,8	10,1	26,2	10,3	18,2
445	22.08.2017	21,1	10,4	26,6	10,8	18,7
445	23.08.2017	24,6	8,5	30,7	7,4	19,0
445	24.08.2017	24,4	12,3	30,5	14,2	22,4
445	25.08.2017	25,5	13,7	31,4	16,7	24,1
445	26.08.2017	27,3	13,8	32,5	16,9	24,7
445	27.08.2017	24,6	13,0	30,7	15,5	23,1
445	28.08.2017	26,6	11,0	32,1	11,9	22,0
445	29.08.2017	29,8	10,1	33,0	10,3	21,6
445	30.08.2017	32,2	15,8	32,5	20,5	26,5
445	31.08.2017	26,5	13,8	32,1	16,9	24,5
445	01.09.2017	19,6	10,3	24,2	10,6	17,4
445	02.09.2017	21,9	9,6	27,7	9,4	18,5
445	03.09.2017	20,4	7,9	25,5	6,3	15,9
445	04.09.2017	23,3	8,0	29,4	6,5	18,0

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
445	05.09.2017	25,8	8,4	31,6	7,2	19,4
445	06.09.2017	23,3	12,7	29,4	14,9	22,2
445	07.09.2017	21,5	9,9	27,2	9,9	18,5
445	08.09.2017	17,6	13,3	20,5	16,0	18,2
445	09.09.2017	20,5	13,0	25,7	15,5	20,6
445	10.09.2017	21,5	9,6	27,2	9,4	18,3
445	11.09.2017	17,9	11,3	21,1	12,4	16,7
445	12.09.2017	20,0	8,6	24,9	7,6	16,2
445	13.09.2017	20,6	9,4	25,9	9,0	17,4
445	14.09.2017	17,5	10,0	20,3	10,1	15,2
445	15.09.2017	18,7	8,4	22,6	7,2	14,9
Total						2904,6

Tabelle 70: Berechnung der Wärmesumme für den Standort Gadegast, Sachsen-Anhalt (DWD-Station 5629)

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5629	01.05.2017	16,4	4,2	17,9	0,0	8,9
5629	02.05.2017	11,5	7,7	4,8	5,9	5,4
5629	03.05.2017	16,1	5,1	17,2	1,3	9,2
5629	04.05.2017	10,7	7,8	2,3	6,1	4,2
5629	05.05.2017	11,5	8,2	4,8	6,8	5,8
5629	06.05.2017	17,2	9,8	19,6	9,7	14,7
5629	07.05.2017	18,2	9,6	21,7	9,4	15,5
5629	08.05.2017	11,5	4,9	4,8	0,9	2,9
5629	09.05.2017	10,5	2,5	1,6	0,0	0,8
5629	10.05.2017	15,5	4,1	15,8	0,0	7,9
5629	11.05.2017	21,2	3,2	26,8	0,0	13,4
5629	12.05.2017	24,6	9,8	30,7	9,7	20,2
5629	13.05.2017	20,6	11,9	25,9	13,5	19,7
5629	14.05.2017	21,5	10,2	27,2	10,4	18,8
5629	15.05.2017	20,9	10,0	26,3	10,1	18,2
5629	16.05.2017	21,7	8,9	27,5	8,1	17,8
5629	17.05.2017	25,8	13,9	31,6	17,1	24,4
5629	18.05.2017	27,9	14,3	32,7	17,8	25,3
5629	19.05.2017	30,0	13,6	33,0	16,6	24,8
5629	20.05.2017	20,8	11,8	26,2	13,3	19,7
5629	21.05.2017	22,4	9,2	28,4	8,6	18,5
5629	22.05.2017	22,9	10,1	29,0	10,3	19,6
5629	23.05.2017	26,0	8,5	31,8	7,4	19,6
5629	24.05.2017	18,1	8,3	21,5	7,0	14,2
5629	25.05.2017	19,3	6,2	23,7	3,2	13,5
5629	26.05.2017	25,2	11,6	31,2	13,0	22,1
5629	27.05.2017	27,5	13,7	32,6	16,7	24,6
5629	28.05.2017	31,8	13,8	32,7	16,9	24,8
5629	29.05.2017	31,3	16,2	32,8	21,2	27,0
5629	30.05.2017	28,9	16,9	32,9	22,5	27,7
5629	31.05.2017	23,9	10,9	30,1	11,7	20,9
5629	01.06.2017	23,6	8,3	29,8	7,0	18,4
5629	02.06.2017	27,3	7,6	32,5	5,8	19,1
5629	03.06.2017	24,6	14,4	30,7	18,0	24,4
5629	04.06.2017	19,3	11,1	23,7	12,1	17,9
5629	05.06.2017	22,5	11,4	28,5	12,6	20,6
5629	06.06.2017	25,3	12,8	31,3	15,1	23,2
5629	07.06.2017	18,1	10,2	21,5	10,4	16,0
5629	08.06.2017	22,2	12,0	28,1	13,7	20,9
5629	09.06.2017	28,0	12,4	32,7	14,4	23,6
5629	10.06.2017	23,7	12,0	29,9	13,7	21,8

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5629	11.06.2017	28,0	12,6	32,7	14,8	23,7
5629	12.06.2017	23,3	14,1	29,4	17,5	23,4
5629	13.06.2017	19,9	11,1	24,7	12,1	18,4
5629	14.06.2017	23,9	8,6	30,1	7,6	18,8
5629	15.06.2017	27,5	11,3	32,6	12,4	22,5
5629	16.06.2017	21,3	12,6	26,9	14,8	20,8
5629	17.06.2017	22,2	11,1	28,1	12,1	20,1
5629	18.06.2017	26,8	10,6	32,2	11,2	21,7
5629	19.06.2017	30,2	14,3	33,0	17,8	25,4
5629	20.06.2017	30,3	15,8	33,0	20,5	26,8
5629	21.06.2017	26,0	13,1	31,8	15,7	23,7
5629	22.06.2017	31,9	12,2	32,6	14,0	23,3
5629	23.06.2017	24,5	16,7	30,6	22,1	26,4
5629	24.06.2017	26,0	17,0	31,8	22,7	27,2
5629	25.06.2017	24,8	15,6	30,9	20,2	25,5
5629	26.06.2017	21,9	13,1	27,7	15,7	21,7
5629	27.06.2017	23,4	11,7	29,5	13,1	21,3
5629	28.06.2017	27,0	14,7	32,3	18,5	25,4
5629	29.06.2017	22,0	14,9	27,9	18,9	23,4
5629	30.06.2017	20,8	15,2	26,2	19,4	22,8
5629	01.07.2017	19,5	13,6	24,1	16,6	20,3
5629	02.07.2017	20,5	12,2	25,7	14,0	19,9
5629	03.07.2017	23,5	11,1	29,6	12,1	20,9
5629	04.07.2017	21,9	11,6	27,7	13,0	20,3
5629	05.07.2017	21,7	11,1	27,5	12,1	19,8
5629	06.07.2017	26,7	13,0	32,2	15,5	23,8
5629	07.07.2017	29,4	17,5	33,0	23,6	28,3
5629	08.07.2017	26,2	16,2	31,9	21,2	26,6
5629	09.07.2017	25,2	15,1	31,2	19,3	25,2
5629	10.07.2017	24,1	16,1	30,3	21,1	25,7
5629	11.07.2017	26,2	15,2	31,9	19,4	25,7
5629	12.07.2017	20,8	12,1	26,2	13,9	20,0
5629	13.07.2017	18,9	9,9	23,0	9,9	16,4
5629	14.07.2017	22,0	9,3	27,9	8,8	18,3
5629	15.07.2017	22,2	13,1	28,1	15,7	21,9
5629	16.07.2017	23,7	10,8	29,9	11,5	20,7
5629	17.07.2017	23,3	13,4	29,4	16,2	22,8
5629	18.07.2017	25,8	10,9	31,6	11,7	21,7
5629	19.07.2017	30,5	16,0	33,0	20,9	26,9
5629	20.07.2017	27,9	17,4	32,7	23,4	28,0
5629	21.07.2017	28,1	16,5	32,8	21,8	27,3
5629	22.07.2017	25,5	18,0	31,4	24,5	28,0
5629	23.07.2017	25,2	16,1	31,2	21,1	26,1

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5629	24.07.2017	23,5	11,6	29,6	13,0	21,3
5629	25.07.2017	16,0	14,3	17,0	17,8	17,4
5629	26.07.2017	16,5	13,4	18,1	16,2	17,1
5629	27.07.2017	21,4	11,7	27,0	13,1	20,1
5629	28.07.2017	23,5	13,1	29,6	15,7	22,7
5629	29.07.2017	26,6	13,4	32,1	16,2	24,2
5629	30.07.2017	32,6	16,7	32,4	22,1	27,2
5629	31.07.2017	29,6	18,9	33,0	26,1	29,5
5629	01.08.2017	29,7	17,6	33,0	23,8	28,4
5629	02.08.2017	28,0	18,0	32,7	24,5	28,6
5629	03.08.2017	28,9	18,1	32,9	24,7	28,8
5629	04.08.2017	26,7	17,0	32,2	22,7	27,4
5629	05.08.2017	25,5	14,0	31,4	17,3	24,4
5629	06.08.2017	22,2	10,6	28,1	11,2	19,6
5629	07.08.2017	24,7	9,0	30,8	8,3	19,5
5629	08.08.2017	27,5	14,3	32,6	17,8	25,2
5629	09.08.2017	27,0	17,4	32,3	23,4	27,9
5629	10.08.2017	22,9	13,9	29,0	17,1	23,0
5629	11.08.2017	18,0	13,6	21,3	16,6	18,9
5629	12.08.2017	19,8	12,0	24,6	13,7	19,1
5629	13.08.2017	22,1	13,7	28,0	16,7	22,4
5629	14.08.2017	24,5	12,1	30,6	13,9	22,2
5629	15.08.2017	29,6	14,5	33,0	18,2	25,6
5629	16.08.2017	23,3	15,6	29,4	20,2	24,8
5629	17.08.2017	26,3	14,9	32,0	18,9	25,4
5629	18.08.2017	27,5	16,0	32,6	20,9	26,7
5629	19.08.2017	21,6	12,7	27,3	14,9	21,1
5629	20.08.2017	20,7	10,2	26,0	10,4	18,2
5629	21.08.2017	19,8	11,7	24,6	13,1	18,9
5629	22.08.2017	18,8	8,9	22,8	8,1	15,4
5629	23.08.2017	21,7	7,4	27,5	5,4	16,4
5629	24.08.2017	22,3	11,5	28,3	12,8	20,5
5629	25.08.2017	23,9	12,5	30,1	14,6	22,3
5629	26.08.2017	24,8	15,7	30,9	20,3	25,6
5629	27.08.2017	23,1	13,8	29,2	16,9	23,1
5629	28.08.2017	23,2	9,8	29,3	9,7	19,5
5629	29.08.2017	27,7	11,7	32,6	13,1	22,9
5629	30.08.2017	30,9	14,9	32,9	18,9	25,9
5629	31.08.2017	25,8	14,5	31,6	18,2	24,9
5629	01.09.2017	17,6	10,0	20,5	10,1	15,3
5629	02.09.2017	20,6	10,1	25,9	10,3	18,1
5629	03.09.2017	20,3	8,3	25,4	7,0	16,2
5629	04.09.2017	21,7	6,8	27,5	4,3	15,9

Stations ID	Datum	T Max [°C]	T Min [°C]	CHU _{TAG}	CHU _{NACHT}	CHU _{TOTAL}
5629	05.09.2017	24,1	7,3	30,3	5,2	17,7
5629	06.09.2017	22,8	12,3	28,9	14,2	21,5
5629	07.09.2017	19,1	9,5	23,3	9,2	16,3
5629	08.09.2017	19,0	9,7	23,2	9,5	16,4
5629	09.09.2017	18,2	14,0	21,7	17,3	19,5
5629	10.09.2017	21,4	10,9	27,0	11,7	19,4
5629	11.09.2017	18,2	9,8	21,7	9,7	15,7
5629	12.09.2017	18,4	8,7	22,0	7,7	14,9
5629	13.09.2017	19,5	9,1	24,1	8,5	16,3
5629	14.09.2017	14,6	9,8	13,5	9,7	11,6
5629	15.09.2017	17,7	7,9	20,7	6,3	13,5
Total						2853,3

Anhang VIII Berechnung der Niederschläge an den Versuchsstandorten

Tabelle 71: Niederschläge an den Versuchsstandorten in Baden-Württemberg im Jahr 2017

Datum	Niederschlag [mm/d]			
	Bönningheim ID 4349	Müllheim ID 259	Orschweier ID 2812	Tailfingen ID 5562
01.06.2017	0,0	0,1	0,0	0,0
02.06.2017	0,0	0,0	0,3	2,4
03.06.2017	16,1	7,7	17,7	14,7
04.06.2017	1,4	0,0	3,2	0,1
05.06.2017	5,2	0,1	0,4	4,0
06.06.2017	0,4	5,5	3,9	3,9
07.06.2017	0,6	0,0	0,7	2,9
08.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
09.06.2017	1,9	1,2	3,7	2,0
10.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
11.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
12.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
13.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
14.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
15.06.2017	0,2	0,0	8,3	1,1
16.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
17.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
18.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
19.06.2017	0,1	0,0	0,0	0,0
20.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
21.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
22.06.2017	0,1	0,0	0,0	0,0
23.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
24.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
25.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
26.06.2017	6,3	2,6	2,7	3,7
27.06.2017	7,5	18,1	9,1	6,5
28.06.2017	33,4	2,0	0,5	5,4
29.06.2017	3,3	4,6	0,7	2,5
30.06.2017	0,6	0,1	0,2	1,4
01.07.2017	3,4	3,2	3,8	1,0
02.07.2017	0,1	1,3	0,2	0,1
03.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
04.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
05.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
06.07.2017	0,0	0,0	0,0	2,4
07.07.2017	0,9	0,0	2,9	0,8
08.07.2017	1,4	2,0	3,6	9,7
09.07.2017	1,7	3,5	1,1	6,9
10.07.2017	11	3,5	19,9	10,8
11.07.2017	0,7	0,0	0,1	0,1

Datum	Niederschlag [mm/d]			
	Bönningheim ID 4349	Müllheim ID 259	Orschweier ID 2812	Tailfingen ID 5562
12.07.2017	1,6	1,4	10,5	2,7
13.07.2017	0,1	1,1	0,0	0,7
14.07.2017	0,5	0,2	0,5	1,8
15.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
16.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
17.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
18.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
19.07.2017	3,1	0,2	0,0	6,5
20.07.2017	5,8	0,5	2,9	6,5
21.07.2017	11	8,3	7,6	10,4
22.07.2017	3,3	7,4	0,1	2,8
23.07.2017	0,0	0,7	0,0	0,1
24.07.2017	0,3	4,9	7,7	8,8
25.07.2017	24,6	9,9	14,2	27,5
26.07.2017	4,5	1,4	2,2	0,6
27.07.2017	2,5	7,0	9,1	5,3
28.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
29.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
30.07.2017	2,2	3,6	4,0	1,4
31.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,1
01.08.2017	20,1	20,7	7,6	7,5
02.08.2017	0,0	0,4	0,6	0,0
03.08.2017	0,1	0,0	0,4	0,2
04.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
05.08.2017	0,5	1,4	0,0	0,0
06.08.2017	0,0	0,4	0,0	0,0
07.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
08.08.2017	0,2	2,9	0,3	0,2
09.08.2017	11,6	18,0	10,7	9,6
10.08.2017	9,3	14,8	12,7	8,2
11.08.2017	8,3	0,6	5,5	29,9
12.08.2017	1,6	0,0	0,0	0,8
13.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
14.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
15.08.2017	6,5	8,1	7,5	3,6
16.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
17.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
18.08.2017	10	31,2	6,7	8,8
19.08.2017	0,0	0,0	6,4	0,0
20.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
21.08.2017	0,4	0,0	0,0	0,0
22.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
23.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0

Datum	Niederschlag [mm/d]			
	Bönningheim ID 4349	Müllheim ID 259	Orschweier ID 2812	Tailfingen ID 5562
24.08.2017	0,1	0,0	0,0	0,0
25.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
26.08.2017	0,0	0,4	0,1	0,0
27.08.2017	0,0	0,0	0,0	3,8
28.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
29.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0
30.08.2017	7,8	5,0	16,5	4,7
31.08.2017	4,0	6,4	3,2	1,7
Total	236,3	212,4	220,0	236,6

Tabelle 72: Niederschläge an den Versuchsstandorten in Bayern im Jahr 2017

Datum	Niederschlag [mm/d]				
	Großaitingen ID 232	Köfering ID 4104	Oberhummel ID 5404	Rotthalmünster ID 4706	Wolkshausen ID 5149
01.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02.06.2017	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0
03.06.2017	4,5	2,2	4,2	0,0	19,4
04.06.2017	0,5	0,0	0,1	0,7	5,7
05.06.2017	1,1	0,0	2,2	4,1	0,1
06.06.2017	6,0	12,9	6,9	8,6	3,6
07.06.2017	5,2	0,8	0,3	0,0	0,4
08.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09.06.2017	6,9	3,9	6,5	3,3	5,7
10.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15.06.2017	0,0	0,8	3,8	1,2	0,0
16.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20.06.2017	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
21.06.2017	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
22.06.2017	2,5	0,0	4,9	5,1	0,0
23.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24.06.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25.06.2017	0,5	0,0	1,0	1,2	0,0
26.06.2017	4,0	0,9	4,3	9,9	3,5
27.06.2017	0,5	2,0	8,1	0,5	0,3
28.06.2017	24,5	16,6	12,4	14,5	35,3
29.06.2017	4,5	12,5	2,6	7,6	9,3
30.06.2017	2,1	0,5	0,0	0,8	0,0
01.07.2017	0,8	3,2	0,3	0,8	2,5
02.07.2017	1,9	1,1	0,2	3,7	1,1
03.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06.07.2017	0,0	0,0	0,2	0,0	5,2
07.07.2017	2,8	0,8	0,7	0,0*	12,3
08.07.2017	3,1	0,0	0,0	1,7	0,0
09.07.2017	10,3	0,7	24,6	2,4	0,4
10.07.2017	3,6	5,9	6,8	10,5	4,5
11.07.2017	4,1	0,3	3,8	1,0	0,6
12.07.2017	2,4	0,0*	3,6	1,5	7,9

Datum	Niederschlag [mm/d]				
	Großaitingen ID 232	Köfering ID 4104	Oberhummel ID 5404	Rotthalmünster ID 4706	Wolkshausen ID 5149
13.07.2017	0,0	0,0*	0,0	0,0	0,0
14.07.2017	3,6	6,9	9,2	8,5	0,4
15.07.2017	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
16.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,4	2,2
20.07.2017	0,6	0,1	0,3	8,0	2,3
21.07.2017	1,5	0,0	0,0	2,5	0,4
22.07.2017	4,8	0,9	3,5	12,0	0,0
23.07.2017	0,0	0,3	0,6	9,9	0,0
24.07.2017	3,8	3,6	4,2	4,6	0,7
25.07.2017	23,7	6,1	22,3	21,2	34,2
26.07.2017	15,9	3,3	28,3	24,9	20,5
27.07.2017	7,9	1,9	6,0	4,9	1,7
28.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30.07.2017	14,1	14,1	2,1	0,0	13,4
31.07.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
01.08.2017	6,7	5,8	8,5	4,9	0,9
02.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9
03.08.2017	6,9	1,3	7,3	0,7	1,3
04.08.2017	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
05.08.2017	0,4	0,1	0,0	17,0	3,4
06.08.2017	0,3	0,0	0,0	10,3	0,0
07.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08.08.2017	14,7	13,9	19,7	18,2	0,0
09.08.2017	0,0	0,2	0,0	3,2	2,7
10.08.2017	11,9	14,1	13,1	2,8	16,6
11.08.2017	2,6	3,8	1,5	9,8	3,6
12.08.2017	0,3	0,4	1,0	1,4	0,7
13.08.2017	0,0	0,1	1,0	0,0	0,8
14.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15.08.2017	20,9	18,7	28,6	3,0	1,9
16.08.2017	0,0	2,1	0,0	0,0	0,7
17.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18.08.2017	16,2	22,4	26,8	10,3	16,8
19.08.2017	2,0	0,0	10,2	4,5	0,0
20.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Datum	Niederschlag [mm/d]				
	Großaitingen ID 232	Köfering ID 4104	Oberhummel ID 5404	Rotthalmünster ID 4706	Wolkshausen ID 5149
25.08.2017	0,1	0,0	0,1	0,0	17,2
26.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27.08.2017	9,2	0,8	1,2	2,6	0,0
28.08.2017	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
29.08.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30.08.2017	1,4	0,6	0,1	0,0	16,4
31.08.2017	36,9	17,0	15,5	8,9	5,5
Total	300,9	203,8	308,9	283,8	292,1

* = Fehlmessung, Niederschlag als 0,0 mm angenommen.

Tabelle 73: Niederschläge an den Versuchsstandorten in Hessen im Jahr 2017

Datum	Niederschlag [mm/d]	
	Friedberg ID 3442	Griesheim ID 917
01.06.2017	0,0	0,0
02.06.2017	0,2	0,1
03.06.2017	41,2	12,7
04.06.2017	0,1	0,2
05.06.2017	0,0	0,0
06.06.2017	0,6	0,1
07.06.2017	0,5	1,0
08.06.2017	0,0	0,0
09.06.2017	2,8	2,9
10.06.2017	0,0	0,0
11.06.2017	0,0	0,0
12.06.2017	0,0	0,0
13.06.2017	0,0	0,0
14.06.2017	0,0	0,0
15.06.2017	0,9	10,8
16.06.2017	0,0	0,0
17.06.2017	0,0	0,0
18.06.2017	0,0	0,0
19.06.2017	0,0	0,0
20.06.2017	0,0	0,0
21.06.2017	0,0	0,0
22.06.2017	10,5	0,1
23.06.2017	0,0	0,0
24.06.2017	0,0	0,0
25.06.2017	0,0	0,0
26.06.2017	1,1	0,0
27.06.2017	1,1	1,0
28.06.2017	2,5	16,4
29.06.2017	3,2	5,7
30.06.2017	0,0	1,6
01.07.2017	5,4	6,6
02.07.2017	0,1	0,0
03.07.2017	0,0	0,0
04.07.2017	0,0	0,0
05.07.2017	0,0	0,0
06.07.2017	11,1	10,6
07.07.2017	0,5	0,5
08.07.2017	0,0	0,0
09.07.2017	7,5	0,1
10.07.2017	1,7	2,6
11.07.2017	1,1	0,3
12.07.2017	12,0	18,8

Datum	Niederschlag [mm/d]	
	Friedberg ID 3442	Griesheim ID 917
13.07.2017	0,0	0,0
14.07.2017	0,5	0,6
15.07.2017	0,0	0,0
16.07.2017	0,0	0,0
17.07.2017	0,0	0,2
18.07.2017	0,0	0,0
19.07.2017	5,1	1,2
20.07.2017	2,9	0,5
21.07.2017	4,8	13,2
22.07.2017	10,9	1,5
23.07.2017	4,5	3,0
24.07.2017	17,3	9,7
25.07.2017	19,3	42,2
26.07.2017	0,1	2,0
27.07.2017	4,3	11,0
28.07.2017	0,4	0,0
29.07.2017	0,0	0,0
30.07.2017	1,8	0,1
31.07.2017	16,0	14,0
01.08.2017	0,2	0,6
02.08.2017	1,3	3,3
03.08.2017	0,0	0,0
04.08.2017	0,0	0,0
05.08.2017	0,9	1,0
06.08.2017	0,0	0,0
07.08.2017	0,0	0,0
08.08.2017	0,4	0,0
09.08.2017	4,2	2,6
10.08.2017	11,0	22,6
11.08.2017	41,2	23,3
12.08.2017	0,3	1,1
13.08.2017	0,0	0,2
14.08.2017	0,0	0,0
15.08.2017	1,6	11,6
16.08.2017	0,0	0,0
17.08.2017	0,0	0,0
18.08.2017	6,6	8,3
19.08.2017	0,0	0,0
20.08.2017	0,0	0,0
21.08.2017	0,0	0,0
22.08.2017	0,0	0,0
23.08.2017	0,0	0,0
24.08.2017	0,0	0,0

Datum	Niederschlag [mm/d]	
	Friedberg ID 3442	Griesheim ID 917
25.08.2017	8,5	9,2
26.08.2017	0,0	0,1
27.08.2017	0,0	0,0
28.08.2017	0,0	0,0
29.08.2017	0,0	0,0
30.08.2017	0,0	0,3
31.08.2017	0,9	1,0
Total	269,1	276,5

Tabelle 74: Niederschläge an den Versuchsstandorten in Rheinland-Pfalz im Jahr 2017

Datum	Niederschlag [mm/d]	
	Alzey ID 150	Waghäusel-Kirrlach ID 5275
01.06.2017	0,0	0,0
02.06.2017	0,1	0,0
03.06.2017	12,9	19,4
04.06.2017	0,0	1,5
05.06.2017	0,0	0,0
06.06.2017	0,7	8,1
07.06.2017	0,9	0,4
08.06.2017	0,0	0,0
09.06.2017	1,0	11,6
10.06.2017	0,0	0,0
11.06.2017	0,0	0,0
12.06.2017	0,0	0,0
13.06.2017	0,0	0,0
14.06.2017	0,0	0,0
15.06.2017	0,3	0,4
16.06.2017	0,0	0,0
17.06.2017	0,0	0,0
18.06.2017	0,0	0,0
19.06.2017	0,0	0,0
20.06.2017	0,0	0,0
21.06.2017	0,0	0,0
22.06.2017	1,0	0,0
23.06.2017	0,0	0,0
24.06.2017	0,0	0,0
25.06.2017	0,0	0,0
26.06.2017	0,0	0,0
27.06.2017	1,9	2,1
28.06.2017	10,3	11,5
29.06.2017	2,0	0,7
30.06.2017	0,0	0,0
01.07.2017	0,4	2,9
02.07.2017	0,0	0,0
03.07.2017	0,0	0,0
04.07.2017	0,0	0,0
05.07.2017	0,0	0,0
06.07.2017	17,0	0,4
07.07.2017	0,0	0,9
08.07.2017	0,0	0,0
09.07.2017	3,9	0,1
10.07.2017	2,3	6,2
11.07.2017	1,6	1,6

Datum	Niederschlag [mm/d]	
	Alzey ID 150	Waghäusel-Kirrlach ID 5275
12.07.2017	5,6	2,7
13.07.2017	0,0	0,0
14.07.2017	0,0	0,2
15.07.2017	0,0	0,0
16.07.2017	0,0	0,0
17.07.2017	0,0	0,0
18.07.2017	0,0	0,0
19.07.2017	0,2	0,0
20.07.2017	1,4	1,5
21.07.2017	1,5	4,9
22.07.2017	5,4	0,0
23.07.2017	7,6	1,2
24.07.2017	10,7	2,4
25.07.2017	19,3	29,2
26.07.2017	0,5	3,3
27.07.2017	4,6	4,7
28.07.2017	0,0	0,0
29.07.2017	0,0	0,0
30.07.2017	0,1	0,1
31.07.2017	11,3	3,3
01.08.2017	0,5	2,7
02.08.2017	0,4	0,7
03.08.2017	0,0	0,3
04.08.2017	0,0	0,0
05.08.2017	2,4	0,2
06.08.2017	0,0	0,0
07.08.2017	0,0	0,0
08.08.2017	1,0	0,2
09.08.2017	6,6	8,2
10.08.2017	10,1	18,5
11.08.2017	13,6	16,5
12.08.2017	0,8	1,2
13.08.2017	0,0	0,3
14.08.2017	0,0	0,0
15.08.2017	8,7	1,5
16.08.2017	0,0	0,0
17.08.2017	0,0	0,0
18.08.2017	8,6	6,2
19.08.2017	0,3	0,0
20.08.2017	0,0	0,0
21.08.2017	0,0	0,0
22.08.2017	0,0	0,0
23.08.2017	0,0	0,0

Datum	Niederschlag [mm/d]	
	Alzey ID 150	Waghäusel-Kirrlach ID 5275
24.08.2017	0,0	0,0
25.08.2017	14,4	0,0
26.08.2017	0,0	0,0
27.08.2017	0,0	0,1
28.08.2017	0,0	0,0
29.08.2017	0,0	0,0
30.08.2017	1,0	1,7
31.08.2017	0,5	0,6
Total	193,4	180,2

Tabelle 75: Niederschläge an den Versuchsstandorten in Sachsen-Anhalt im Jahr 2017

Datum	Niederschlag [mm/d]		
	Beetzendorf ID 1544	Bernburg ID 445	Gadegast ID 5629
01.06.2017	0,0	0,0	0,0
02.06.2017	0,0	0,3	0,0
03.06.2017	4,7	8,9	0,7
04.06.2017	4,1	11,1	30,6
05.06.2017	0,0	0,0	10,8
06.06.2017	10,0	2,9	2,7
07.06.2017	0,1	0,0	0,1
08.06.2017	0,0	0,0	0,0
09.06.2017	4,1	0,1	0,0
10.06.2017	0,0	0,0	0,0
11.06.2017	0,6	0,3	0,3
12.06.2017	0,0	0,0	0,0
13.06.2017	0,0	0,0	0,0
14.06.2017	0,0	0,0	0,0
15.06.2017	9,7	5,0	5,0
16.06.2017	2,7	5,8	1,4
17.06.2017	0,0	0,0	0,0
18.06.2017	0,0	0,0	0,0
19.06.2017	0,0	0,0	0,0
20.06.2017	0,0	0,0	0,0
21.06.2017	0,0	0,0	0,0
22.06.2017	40,9	10,0	20,2
23.06.2017	0,0	0,0	0,0
24.06.2017	0,0	0,0	0,0
25.06.2017	13,6	1,1	6,6
26.06.2017	0,0	0,6	0,0
27.06.2017	0,0	0,0	0,0
28.06.2017	5,6	1,0	16,4
29.06.2017	39,5	3,0	13,9
30.06.2017	4,3	0,1	1,0
01.07.2017	1,2	3,0	4,0
02.07.2017	0,1	0,1	0,2
03.07.2017	0,5	0,0	0,2
04.07.2017	0,1	0,0	0,0
05.07.2017	0,0	0,0	0,0
06.07.2017	0,0	0,0	0,0
07.07.2017	5,1	0,0	0,3
08.07.2017	0,4	0,8	0,0
09.07.2017	0,0	0,8	1,4
10.07.2017	3,7	3,4	14,6
11.07.2017	0,0	0,0	6,3

Datum	Niederschlag [mm/d]		
	Beetzendorf ID 1544	Bernburg ID 445	Gadegast ID 5629
12.07.2017	10,5	15,8	18,9
13.07.2017	0,0	0,0	0,0
14.07.2017	1,7	3,5	0,0
15.07.2017	0,0	0,0	0,0
16.07.2017	1,7	0,6	0,0
17.07.2017	0,0	0,0	0,0
18.07.2017	0,0	0,0	0,0
19.07.2017	5,3	11,3	0,8
20.07.2017	0,0	0,1	0,0
21.07.2017	2,1	0,0	0,0
22.07.2017	16,5	7,0	3,4
23.07.2017	0,0	0,0	0,0
24.07.2017	21,8	6,7	12,7
25.07.2017	33,5	16,2	8,7
26.07.2017	2,7	7,1	14,4
27.07.2017	0,0	2,0	0,2
28.07.2017	0,0	0,1	0,0
29.07.2017	1,0	0,0	0,0
30.07.2017	1,9	0,0	0,0
31.07.2017	2,7	13,9	4,7
01.08.2017	0,4	0,2	0,1
02.08.2017	0,6	0,2	0,0
03.08.2017	0,0	0,0	0,0
04.08.2017	0,0	0,0	0,0
05.08.2017	7,1	0,0	4,0
06.08.2017	0,0	0,0	0,0
07.08.2017	0,0	0,0	0,0
08.08.2017	0,2	0,0	0,0
09.08.2017	0,0	1,9	5,2
10.08.2017	16,7	27,6	21,1
11.08.2017	13,4	2,3	1,5
12.08.2017	1,7	0,0	0,1
13.08.2017	0,0	0,0	0,0
14.08.2017	0,0	0,0	0,0
15.08.2017	0,4	3,5	0,0
16.08.2017	0,0	1,1	14,3
17.08.2017	0,2	2,3	0,0
18.08.2017	10,9	9,6	3,1
19.08.2017	0,0	0,0	0,0
20.08.2017	0,9	0,7	3,4
21.08.2017	0,0	0,0	0,0
22.08.2017	0,0	0,0	0,0
23.08.2017	0,0	0,0	0,0

Datum	Niederschlag [mm/d]		
	Beetzendorf ID 1544	Bernburg ID 445	Gadegast ID 5629
24.08.2017	3,2	4,7	0,0
25.08.2017	0,0	0,0	0,0
26.08.2017	0,0	0,0	0,0
27.08.2017	0,0	0,0	0,0
28.08.2017	0,0	0,0	0,0
29.08.2017	0,0	0,0	0,0
30.08.2017	0,0	0,0	0,2
31.08.2017	4,0	0,3	1,1
Total	312,1	197,0	254,6

Anhang IX Statistische Analysen der Standorte

Tabelle 76: Klassifizierung der Wärmesummen und des Niederschlag nach Standorten

Bundesland	Versuchsstandort	Wärmesumme		Niederschlag	
		MW	Klasse	MW	Klasse
BW	Bönningheim	2967,5	4	303,8	5
	Müllheim	2981,9	4	260,4	3
	Orschweier	3106,4	5	290,5	4
	Tailfingen	2534,4	1	316,2	5
BY	Oberhummel	2615,2	1	352,6	5
	Rotthalmünster	2911,0	3	50,2	1
	Köfering	2666,0	1	359,5	5
	Wolkshausen	2824,5	3	237,5	3
	Großaitingen	2760,8	2	355,6	5
HE	Friedberg	2958,5	4	322,8	5
	Griesheim	2887,6	3	338,4	5
RP	Ober-Flörsheim	2920,7	3	244,6	3
	Rinkenbergerhof	3157,8	5	255,9	3
ST	Beetendorf	2631,4	1	347,2	5
	Bernburg	2904,6	3	234,2	3
	Gadegast	2853,3	3	276,9	4

Tabelle 77: Klassifizierung der Ackerzahlen und der Anbaueignung nach Standorten

Bundesland	Versuchsstandort	Ackerzahl		Anbaueignung	
		MW	Klasse	MW	Klasse
BW	Bönningheim	78	4	13	gut
	Müllheim	81	5	15	sehr gut
	Orschweier	85	5	14	sehr gut
	Tailfingen	65	4	13	gut
BY	Oberhummel	68	4	9	ausreichend
	Rotthalmünster	72	4	15	sehr gut
	Köfering	82	5	11	gut
	Wolkshausen	78	4	14-15	sehr gut
	Großaitingen	40	3	12	gut
HE	Friedberg	65	4	11-12	gut
	Griesheim	52	3	9	ausreichend
RP	Ober-Flörsheim	85	5	12	gut
	Rinkenbergerhof	30	2	11	gut
ST	Beetendorf	33-40	2	8-9	ausreichend
	Bernburg	90	5	10	ausreichend
	Gadegast	45-50	3	10	ausreichend

Anhang X Statistische Analysen unter Betrachtung der Sorten

Sorte Amarak

Tabelle 78: Auswertung der Anbaueignungsklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarak

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	Sehr gut	4	42,025	4,3154	37,2	46,5
	Gut	7	43,229	11,5124	17,7	50,4
	Ausreichend	5	38,280	4,3379	32,0	43,6
	Gesamt	16	41,381	8,1649	17,7	50,4
Rohprotein- gehalt [%]	Sehr gut	4	38,400	2,7276	36,0	41,8
	Gut	7	38,429	3,3340	33,4	42,7
	Ausreichend	5	37,260	3,3568	34,6	43,0
	Gesamt	16	38,056	3,0408	33,4	43,0

Tabelle 79: Auswertung des Bundesland auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarak

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	BW	4	42,275	4,7912	37,2	48,0
	BY	5	47,040	3,0681	43,6	50,4
	HE	2	42,400	7,6368	37,0	47,8
	RP	2	31,100	18,9505	17,7	44,5
	ST	3	36,933	4,4658	32,0	40,7
	Gesamt	16	41,381	8,1649	17,7	50,4
Rohproteingehalt [%]	BW	4	36,600	,5164	36,0	37,2
	BY	5	41,900	1,4663	39,4	43,0
	HE	2	36,350	1,3435	35,4	37,3
	RP	2	36,200	3,9598	33,4	39,0
	ST	3	35,967	1,3503	34,6	37,3
	Gesamt	16	38,056	3,0408	33,4	43,0

a:b p<0,05

Sorte Amarak ff.Tabelle 80: Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarak

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	20-39	2	21,700 ^a	9,0510	15,3	28,1
	40-59	3	33,167 ^c	6,6305	26,2	39,4
	60-79	6	46,433 ^{b,d}	3,7474	43,9	53,7
	80-100	5	39,780 ^b	3,6065	33,7	43,1
	Gesamt	16	38,775	9,4039	15,3	53,7
Rohproteingehalt [%]	20-39	2	37,700	1,4142	36,7	38,7
	40-59	3	39,600	2,8792	37,6	42,9
	60-79	6	39,683	3,1953	36,2	43,5
	80-100	5	37,120	3,2783	33,2	41,9
	Gesamt	16	38,619	3,0025	33,2	43,5

a:b, c:d; p<0,05

Tabelle 81: Auswertung der Wärmesummenklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarak

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	<2684	4	44,725	4,0803	40,7	50,4
	2684 - 2769	1	50,000	.	50,0	50,0
	2770 - 2940	4	41,925	6,6775	32,0	46,5
	2941 - 3026	5	41,620	5,7482	37,0	48,0
	> 3026	2	28,700	15,5563	17,7	39,7
	Gesamt	16	41,381	8,1649	17,7	50,4
Rohprotein- gehalt [%]	<2684	4	40,050	3,2357	37,2	43,0
	2684 - 2769	1	42,600	.	42,6	42,6
	2770 - 2940	4	37,650	3,7000	33,4	41,8
	2941 - 3026	5	36,100	1,0909	34,6	37,3
	> 3026	2	37,500	2,1213	36,0	39,0
	Gesamt	16	38,056	3,0408	33,4	43,0

Sorte Amarok ff.Tabelle 82: Auswertung der Niederschlagklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Amarok

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	< 205	4	36,250	12,7409	17,7	44,7
	205 – 226,9	2	38,450	1,7678	37,2	39,7
	227 - 270	4	43,000	7,5383	32,0	48,0
	270,1 - 292	2	41,750	6,7175	37,0	46,5
	>292	4	46,175	4,7989	40,7	50,4
	Gesamt	16	41,381	8,1649	17,7	50,4
Rohprotein- gehalt [%]	< 205	4	37,200	3,8987	33,4	41,8
	205 – 226,9	2	36,200	,2828	36,0	36,4
	227 - 270	4	36,825	,5909	36,0	37,3
	270,1 - 292	2	37,400	2,8284	35,4	39,4
	>292	4	41,400	2,7386	37,3	43,0
	Gesamt	16	38,056	3,0408	33,4	43,0

Sorte ES ComandorTabelle 83: Auswertung der Anbaueignungsklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	Sehr gut	4	43,3750	3,15106	38,70	45,40
	Gut	7	44,5000	10,06827	23,30	50,60
	Ausreichend	5	35,6200	7,18971	28,70	46,90
	Gesamt	16	41,4438	8,54267	23,30	50,60
Rohprotein- gehalt [%]	Sehr gut	4	38,8750	2,75847	36,40	41,60
	Gut	7	37,8429	3,27560	33,60	42,30
	Ausreichend	5	36,5800	3,46511	33,50	42,00
	Gesamt	16	37,7063	3,13230	33,50	42,30

Tabelle 84: Auswertung des Bundesland auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	BW	4	45,9250	5,33315	38,70	50,10
	BY	5	47,5400 ^a	2,89879	44,30	50,60
	HE	2	41,9000	7,35391	36,70	47,10
	RP	2	31,7000	11,87939	23,30	40,10
	ST	3	31,5000 ^b	3,70405	28,70	35,70
	Gesamt	16	41,4438	8,54267	23,30	50,60
Rohprotein- gehalt [%]	BW	4	36,5000 ^b	,57735	35,80	37,20
	BY	5	41,7800 ^a	,55408	40,90	42,30
	HE	2	34,7000 ^b	1,69706	33,50	35,90
	RP	2	35,8000 ^b	3,11127	33,60	38,00
	ST	3	35,8000 ^b	1,91572	34,50	38,00
	Gesamt	16	37,7063 ^b	3,13230	33,50	42,30

a:b (p <0,05)

Sorte ES Comandor ff.Tabelle 85: Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	20-39	2	26,000 ^a	3,8184	23,3	28,7
	40-59	3	37,900 ^c	8,4640	30,1	46,9
	60-79	6	48,917 ^{b,d}	2,1535	45,4	50,6
	80-100	5	40,780 ^b	3,9258	35,7	45,1
	Gesamt	16	41,444	8,5427	23,3	50,6
Rohproteingehalt [%]	20-39	2	36,450	2,1920	34,9	38,0
	40-59	3	37,833	4,2525	33,5	42,0
	60-79	6	39,033	3,0722	35,8	42,3
	80-100	5	36,540	3,0997	33,6	41,6
	Gesamt	16	37,706	3,1323	33,5	42,3

a:b, c:d; p<0,05

Tabelle 86: Auswertung der Wärmesummenklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	<2684	4	44,3500	9,63206	30,10	50,60
	2684 - 2769	1	50,5000	.	50,50	50,50
	2770 - 2940	4	39,625	7,630	28,70	45,40
	2941 - 3026	5	41,660	5,90931	35,70	50,10
	> 3026	2	34,2000	15,41493	23,30	45,10
	Gesamt	16	41,444	8,54267	23,30	50,60
Rohprotein- gehalt [%]	<2684	4	39,8250	2,59021	37,20	42,10
	2684 - 2769	1	42,3000	.	42,30	42,30
	2770 - 2940	4	37,5000	4,0862	33,60	41,60
	2941 - 3026	5	35,2200	1,1904	33,50	36,40
	> 3026	2	37,3000	,98995	36,60	38,00
	Gesamt	16	37,7063	3,13230	33,50	42,30

Keine signifikanten Unterschiede

Sorte ES Comandor ff.Tabelle 87: Auswertung der Niederschlagklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte ES Comandor

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	< 205	4	35,850	9,0736	23,3	44,3
	205 – 226,9	2	41,900	4,5255	38,7	45,1
	227 - 270	4	43,925	10,2393	28,7	50,1
	270,1 - 292	2	41,050	6,1518	36,7	45,4
	>292	4	44,525	9,7695	30,1	50,6
	Gesamt	16	41,444	8,5427	23,3	50,6
Rohprotein- gehalt [%]	< 205	4	36,925	3,6491	33,6	41,6
	205 – 226,9	2	36,5	,1414	36,4	36,6
	227 - 270	4	35,950	,9469	34,9	37,2
	270,1 - 292	2	37,200	5,2326	33,5	40,9
	>292	4	41,100	2,0704	38,0	42,3
	Gesamt	16	37,706	3,1323	33,5	42,3

Sorte MerlinTabelle 88: Analyse des Zusammenhangs zwischen der Anbaueignungsklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	Sehr gut	4	40,1250	3,06417	36,30	43,80
	Gut	7	40,5714	11,21899	17,40	49,70
	Ausreichend	5	34,6400	4,66348	28,10	40,20
	Gesamt	16	38,6063	8,10461	17,40	49,70
Rohproteingehalt [%]	Sehr gut	4	36,3750	2,05163	34,50	38,20
	Gut	7	35,7429	3,49183	29,80	39,80
	Ausreichend	5	34,8000	3,11769	31,70	39,50
	Gesamt	16	35,6063	2,94855	29,80	39,80

Tabelle 89: Analyse des Zusammenhangs zwischen den Bundesländern und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	BW	4	42,6750	4,41843	36,30	46,50
	BY	5	43,1200	4,29092	40,10	49,70
	HE	2	42,0500	5,86899	37,90	46,20
	RP	2	26,1000	12,30366	17,40	34,80
	ST	3	31,7000	3,12410	28,10	33,70
	Gesamt	16	38,6063	8,10461	17,40	49,70
Rohproteingehalt [%]	BW	4	34,9750	,45735	34,50	35,50
	BY	5	39,0400	,82037	38,10	39,80
	HE	2	33,1000	,56569	32,70	33,50
	RP	2	33,3000	4,94975	29,80	36,80
	ST	3	33,9333	2,25019	31,70	36,20
	Gesamt	16	35,6063	2,94855	29,80	39,80

Sorte Merlin ff.

Tabelle 90: Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Merlin

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	20-39	2	22,750 ^a	7,5660	17,4	28,1
	40-59	3	37,133 ^b	3,5133	33,3	40,2
	60-79	6	45,317 ^b	3,1651	40,1	49,7
	80-100	5	37,780 ^b	4,1925	33,7	43,8
	Gesamt	16	38,606	8,1046	17,4	49,7
Rohproteingehalt [%]	20-39	2	35,350	2,0506	33,9	36,8
	40-59	3	36,133	3,4005	32,7	39,5
	60-79	6	36,967	2,5990	33,5	39,8
	80-100	5	33,760	3,1699	29,8	38,1
	Gesamt	16	35,606	2,9486	29,8	39,8

a:b; p<0,05

Tabelle 91: Analyse des Zusammenhangs zwischen der Wärmesumme und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin

ONEWAY deskriptive Statistiken						
		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	<2684	4	41,8250	6,89221	33,30	49,70
	2684 - 2769	1	45,3000	.	45,30	45,30
	2770 - 2940	4	35,825	5,7454	28,10	40,30
	2941 - 3026	5	40,1200	5,8823	33,70	46,50
	> 3026	2	30,6000	18,66762	17,40	43,80
	Gesamt	16	38,6063	8,10461	17,40	49,70
Rohproteingehalt [%]	<2684	4	37,7500	2,21585	35,50	39,80
	2684 - 2769	1	39,6000	.	39,60	39,60
	2770 - 2940	4	35,000	3,43667	29,80	38,20
	2941 - 3026	5	33,560	,87369	31,70	35,20
	> 3026	2	35,6500	1,62635	34,50	36,80
	Gesamt	16	35,6062	2,94855	29,80	39,80

Sorte Merlin ff.Tabelle 92: Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Niederschlag und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Merlin

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	<205	4	31,550	9,8653	17,4	40,3
	205 - 226,9	2	40,050	5,3033	36,6	43,8
	227 – 270	4	41,225	8,8149	28,1	46,5
	270,1 – 292	2	39,000	1,5556	37,9	40,1
	>292	4	42,125	7,0486	33,3	49,7
	Gesamt	16	38,606	8,1046	17,	49,7
Rohproteingehalt [%]	<205	4	34,100	3,9808	29,8	38,1
	205 - 226,9	2	34,600	,1414	34,5	34,7
	227 – 270	4	34,525	,9743	33,5	35,5
	270,1 – 292	2	35,450	3,8891	32,7	38,2
	>292	4	38,775	1,7212	36,2	39,8
	Gesamt	16	35,606	2,9486	29,8	39,8

Sorte Regina

Tabelle 93: Analyse des Zusammenhangs zwischen der Anbaueignungsklasse und dem Kornertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	Sehr gut	4	46,9000	3,77271	43,50	50,60
	Gut	7	43,3571	10,47884	20,20	49,80
	Ausreichend	5	34,9600	6,66056	28,10	42,10
	Gesamt	16	41,6188	9,06791	20,20	50,60
Rohproteingehalt [%]	Sehr gut	4	39,5750	2,44319	37,30	42,20
	Gut	7	38,7714	2,83591	35,80	42,70
	Ausreichend	5	37,1400	3,31858	33,50	42,30
	Gesamt	16	38,4625	2,88187	33,50	42,70

Tabelle 94: Analyse des Zusammenhangs zwischen den Bundesländern und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	BW	4	46,7750	2,85467	43,80	50,60
	BY	5	46,7600	4,10768	41,20	49,80
	HE	2	45,1500	4,31335	42,10	48,20
	RP	2	31,6000	16,12203	20,20	43,00
	ST	3	30,5000	3,73229	28,10	34,80
	Gesamt	16	41,6188	9,06791	20,20	50,60
Rohproteingehalt [%]	BW	4	37,4750	,63443	36,70	38,20
	BY	5	42,1800	,63797	41,10	42,70
	HE	2	36,0000	,84853	35,40	36,60
	RP	2	37,3000	2,12132	35,80	38,80
	ST	3	36,0000	2,29129	33,50	38,00
	Gesamt	16	38,4625	2,88187	33,50	42,70

Sorte Regina ff.Tabelle 95: Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte Regina

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	20-39	2	24,400 ^a	5,9397	20,2	28,6
	40-59	3	37,133	7,8360	28,1	42,1
	60-79	6	48,333 ^b	1,6801	45,8	49,8
	80-100	5	43,140 ^b	5,6079	34,8	50,6
	Gesamt	16	41,619	9,0679	20,2	50,6
Rohproteingehalt [%]	20-39	2	37,650	1,6263	36,5	38,8
	40-59	3	38,567	3,4847	35,4	42,3
	60-79	6	39,650	2,8360	36,6	42,7
	80-100	5	37,300	3,1961	33,5	42,2
	Gesamt	16	38,463	2,8819	33,5	42,7

a:b; p<0,05

Tabelle 96: Analyse des Zusammenhanges zwischen der Wärmesumme und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	<2684	4	41,1750	9,36888	28,10	49,60
	2684 - 2769	1	49,8000	.	49,80	49,80
	2770 - 2940	4	41,200	8,9357	28,60	49,70
	2941 - 3026	5	43,160	5,2634	34,80	48,20
	> 3026	2	35,4000	21,49605	20,20	50,60
	Gesamt	16	41,6187	9,06791	20,20	50,60
Rohproteingehalt [%]	<2684	4	40,3000	2,54689	38,00	42,70
	2684 - 2769	1	42,6000	.	42,60	42,60
	2770 - 2940	4	38,900	3,2197	35,80	42,20
	2941 - 3026	5	35,900	1,5083	33,50	37,30
	> 3026	2	38,2500	,77782	37,70	38,80
	Gesamt	16	38,4625	2,88187	33,50	42,70

Sorte Regina ff.Tabelle 97: Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Niederschlag und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte Regina

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	< 205	4	35,375	10,8745	20,2	43,5
	205 – 226,9	2	47,200	4,8083	43,8	5,6
	227 - 270	4	42,375	9,2356	28,6	48,2
	270,1 - 292	2	45,900	5,3740	42,1	49,7
	>292	4	42,175	10,2034	28,1	49,8
	Gesamt	16	41,619	9,0679	20,2	50,6
Rohproteingehalt [%]	< 205	4	37,575	3,7704	33,5	42,2
	205 – 226,9	2	37,500	,2828	37,3	37,7
	227 - 270	4	37,500	,8042	36,5	38,2
	270,1 - 292	2	38,250	4,0305	35,4	41,1
	>292	4	41,400	2,2730	38,0	42,7
	Gesamt	16	38,463	2,8819	33,5	42,7

Sorte RGT ShounaTabelle 98: Analyse des Zusammenhanges zwischen der Anbaueignungsklasse und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	Sehr gut	4	42,2250	1,62763	40,20	43,90
	Gut	7	41,4571	12,23790	15,30	53,70
	Ausreichend	5	32,2600	5,23861	26,20	39,40
	Gesamt	16	38,7750	9,40394	15,30	53,70
Rohproteingehalt [%]	Sehr gut	4	39,6250	2,24258	37,60	41,90
	Gut	7	38,4000	3,65650	33,20	43,50
	Ausreichend	5	38,1200	2,92780	35,10	42,90
	Gesamt	16	38,6188	3,00249	33,20	43,50

Tabelle 99: Analyse des Zusammenhanges zwischen den Bundesländern und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	BW	4	43,2750	2,29111	40,20	45,60
	BY	5	45,1400	5,54644	39,40	53,70
	HE	2	39,0500	7,28320	33,90	44,20
	RP	2	27,7500	17,60696	15,30	40,20
	ST	3	29,3333	3,89915	26,20	33,70
	Gesamt	16	38,7750	9,40394	15,30	53,70
Rohproteingehalt [%]	BW	4	37,4500	,30000	37,20	37,80
	BY	5	42,4600	,90719	41,20	43,50
	HE	2	37,2500	1,48492	36,20	38,30
	RP	2	35,9500	3,88909	33,20	38,70
	ST	3	36,4667	1,26623	35,10	37,60
	Gesamt	16	38,6188	3,00249	33,20	43,50

Sorte RGT Shauna ff.Tabelle 100: Auswertung der Ackerzahlklasse auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt der Sorte RGT Shouna

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	20-39	2	21,700 ^a	9,0510	15,3	28,1
	40-59	3	33,167 ^c	6,6305	26,2	39,4
	60-79	6	46,433 ^{b,d}	3,7474	43,9	53,7
	80-100	5	39,780 ^b	3,6065	33,7	43,1
	Gesamt	16	38,775	9,4039	15,3	53,7
Rohproteingehalt [%]	20-39	2	37,700	1,4142	36,7	38,7
	40-59	3	39,600	2,8792	37,6	42,9
	60-79	6	39,683	3,1953	36,2	43,5
	80-100	5	37,120	3,2783	33,2	41,9
	Gesamt	16	38,619	3,0025	33,2	43,5

a:b, c:d; p<0,05

Tabelle 101: Analyse des Zusammenhanges zwischen der Wärmesumme und dem Ertrag] sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	<2684	4	39,5500	9,49298	26,20	47,00
	2684 - 2769	1	53,7000	.	53,70	53,70
	2770 - 2940	4	38,475	7,0816	28,10	43,90
	2941 - 3026	5	39,240	5,2281	33,70	44,20
	> 3026	2	29,2000	19,65757	15,30	43,10
	Gesamt	16	38,7750	9,40394	15,30	53,70
Rohproteingehalt [%]	<2684	4	40,1250	3,15106	37,20	42,90
	2684 - 2769	1	43,5000	.	43,50	43,50
	2770 - 2940	4	38,250	4,0796	33,20	41,90
	2941 - 3026	5	36,920	1,2834	35,10	37,80
	> 3026	2	38,1500	,77782	37,60	38,70
	Gesamt	16	38,6188	3,00249	33,20	43,50

Sorte RGT Shauna ff.Tabelle 102: Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Niederschlag und dem Ertrag sowie Rohproteingehalt für die Sorte RGT Shouna

		N	MW	±SD	Min	Max
Kornertrag [dt/ha]	< 205	4	37,725	12,1245	15,3	41,7
	205 – 226,9	2	41,650	2,0506	40,2	43,1
	227 - 270	4	40,525	8,3096	28,1	45,6
	270,1 - 292	2	38,900	7,0711	33,9	43,9
	>292	4	41,575	11,7978	26,2	53,7
	Gesamt	16	38,775	9,4039	15,3	53,7
Rohproteingehalt [%]	< 205	4	37,225	3,8621	33,2	41,9
	205 – 226,9	2	37,700	,1414	37,6	37,8
	227 - 270	4	36,825	,4787	36,2	37,2
	270,1 - 292	2	39,750	2,0506	38,3	41,2
	>292	4	41,700	2,7508	37,6	43,5
	Gesamt	16	38,619	3,0025	33,2	43,5