# **HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN**

## Lebenswissenschaftliche Fakultät

Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften

# Roggenanbau an der Kapelle der Versöhnung

Studienprojekt

im Studiengang B.Sc. Agrarwissenschaften

vorgelegt von:

Gianmarco Amato, Kadir Sariyar, Max Eckelmann

Betreuer:

Prof. Dr. Dr. h.c. Frank Ellmer

Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau

## Inhaltsverzeichnis

Abbil	dungsverzeichnis	3
Tabel	lenverzeichnis	4
Abkü	rzungsverzeichnis	5
1.	Einleitung und Zielstellung	6
2.	Historischer Hintergrund des Roggenfeldes an der Bernauer Stra	ße7
3.	Material und Methoden	11
	3.1. Methodisches Vorgehen	11
	3.2. Roggen als Nutzpflanze	17
	3.3. Standort	20
	3.4. Anbaumaßnahmen	28
4.	Ergebnisse	30
	4.1. Bestandesentwicklung von Winterroggen	30
	4.1.1. Wachstums- und Entwicklungsverlauf	31
	4.1.2. Unkrautbonitur	37
	4.2. Ertrag von Winterroggen	40
	4.2.1. Flächenertrag	41
	4.2.2. Ertragsstruktur	43
5.	Zusammenfassung	46
6.	Quellenverzeichnis	47

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Sprengung der Versöhnungskirche 1985	.8
Abbildung 2:	Glockenstuhl und Kapelle illuminiert	.9
Abbildung 3:	Roggenernte an der "Kapelle der Versöhnung"	10
Abbildung 4:	Lageplan der Parzellen	12
Abbildung 5:	Roggenfeld an der "Kapelle der Versöhnung"	20
Abbildung 6:	Niederschlagshöhe und Lufttemperatur am Standort Berlin- Dahlem im langjährigen Mittel und im Anbaujahr 2015/20162	26
Abbildung 7:	Mittlere Entwicklung der Wuchshöhen für alle zehn Parzellen zu drei Terminen	33
Abbildung 8:	Dokumentation der Ackerbegleitflora auf ausgewählten  Boniturparzellen	39
Abbildung 9:	Strohertrag (dt ha <sup>-1</sup> TM)	<b>‡</b> 1
Abbildung 10:	Kornertrag dt ha <sup>-1</sup> (86 % TS)4	2
Abbildung 11:	Bestandesdichte (Ähren m <sup>-2</sup> )	<del>1</del> 3
Abbildung 12:	Tausendkorngewicht (g)	44
Abbildung 13:	Korngrößenklassenanteile der einzelnen Parzellen (%)	45

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Gewichtsanteile (% spelzenfreie Korntrockenmasse = 100)	
	wichtiger Inhaltsstoffe verschiedener Getreidearten	18
Tabelle 2:	Ergebnisse der Bodenanalyse	22
Tabelle 3:	Klimadaten der Bezugsperiode 1981-2010, Standort Berlin-Dahlem	25
Tabelle 4:	Agrotechnische Maßnahmen zum Roggenanbau an der "Kapelle der Versöhnung", Anbaujahr 2015/2016	28
Tabelle 5:	Entwicklungsverlauf des Roggenbestandes an der "Kapelle der Versöhnung" im Anbaujahr 2015/16	32
Tabelle 6:	Erster Teil der Fotoserien der Parzellen 5 und 9	35
Tabelle 7:	Zweiter Teil der Fotoserien der Parzellen 5 und 9	36
Tabelle 8:	Ergebnisse der Unkrautkartierung	37
Tabelle 9:	Auf dem Standort erfasste Unkrautarten	38

## Abkürzungsverzeichnis

BBCH BBCH-Code, einheitliche Codierung von Entwicklungsstadien

der Pflanze

Chwl Heißwasserlöslicher Kohlenstoff

Corg Organischer Kohlenstoff

Ct Gesamtkohlenstoff

K<sub>DL</sub> Kalium im Doppellaktat (DL) - Auszug

N<sub>t</sub> Gesamtstickstoff

PDL Phosphor im Doppellaktat (DL) - Auszug

TKG Tausendkorngewicht

VDLUVA Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und

Forschungsanstalten

## 1. Einleitung und Zielstellung

Bereits seit 2005 wird auf dem ehemaligen Todesstreifen an der Bernauer Straße rund um die heutige Kapelle der Versöhnung Roggen angebaut. Das auf rund 2000 m² angelegte Roggenfeld wird seitdem in gemeinsamer Zusammenarbeit zwischen der evangelischen Versöhnungsgemeinde und dem Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften der Humboldt Universität zu Berlin betreut. Der Getreideanbau zwischen dem Friedhof Sophien II und der Bernauer Straße nimmt dabei primär eine ganz besondere Symbolkraft ein. So ist der Roggen ein Sinnbild für das Leben auf dem ehemaligen Todesstreifen. Im Kontext dazu befassten sich drei Studenten der Agrarwissenschaften mit einem weiteren Studienprojekt Thema zum "Roggenanbau an der Kapelle der Versöhnung"

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt dabei vor allem auf den pflanzenbaulichen Aspekten des Roggenanbaus im Zentrum von Berlin. Im Zusammenhang damit ist zu erwähnen, dass diese Ausarbeitung einen weitestgehend observierenden Charakter besitzt. Davon ausgehend wurden für das Anbaujahr 2015/16 auf zehn Parzellen die Ergebnisse einer Bodenanalyse ausgewertet, die Bestandesentwicklung dokumentiert sowie die Ergebnisse zum Ertrag präsentiert und miteinander in Zusammenhang gebracht.

## 2. Historischer Hintergrund des Roggenfeldes an der Bernauer Straße

Das heutige Gelände an der "Kapelle der Versöhnung" kann auf eine sehr bewegte Historie zurückblicken. Um den historischen Kontext des Roggenfeldes an der Bernauer Straße besser erfassen zu können, wird in den nachfolgenden Punkten kurz auf die Geschichte des Standortes eingegangen.

#### Die Entstehung der Versöhnungskirche

Im Zuge des stetigen Bevölkerungswachstums in Berlin sowie der fortwährenden Erschließung der Vorstädte im Jahr 1830, entschied sich Friedrich Wilhelm der III. für den Neubau von vier Vorstadtkirchen. Unter diesen Gotteshäusern befand sich auch die Versöhnungskirche, welche nach den Plänen des Architekten Gotthilf Ludwig Möckel innerhalb von zwei Jahren erbaut wurde.

Nach der Fertigstellung des Baus im Jahre 1894 wurde die neugotische Kirche schließlich am 28. August 1894 feierlich in der Anwesenheit von Kaiserin Auguste Viktoria eingeweiht. In den darauffolgenden Jahren bis 1920 wuchs die Versöhnungsgemeinde auf rund 20.000 Angehörige an. In Folge des Zweiten Weltkrieges kam es in den Jahren 1939 bis 1945 zu schweren Beschädigungen des Gotteshauses, die nur durch eine intensive Renovierung behoben werden konnten.

#### Bau der Mauer

Mit dem Bau der Berliner Mauer am 13. August 1961 kam es zu einem weiteren einschneidenden Ereignis für die evangelische Versöhnungsgemeinde. So kam es im Zuge der Sperrmaßnahmen zur Schließung der Kirche im Todesstreifen. Doch dem nicht genug, kam es aufgrund des Ausbaus der Grenzanlagen zur Sprengung der gesamten Kirche am 28. Januar 1985. Der Befehl für die Sprengung des neugotischen Baus erfolgte dabei durch die DDR-Regierung, die das Gotteshaus als ein "anklagendes Symbol" für die Teilung Deutschlands empfand.



Abbildung 1: Sprengung der Versöhnungskirche 1985 (Landesarchiv Berlin)

#### Rückkehr in den Kirchenbesitz

Erst im Jahr 1995 kehrte das Grundstück an der Bernauer Straße in den Besitz der Versöhnungsgemeinde zurück. Unter der Auflage, diesen Standort erneut sakral zu nutzen, entstanden bereits im folgenden Jahr Pläne für eine Neunutzung. So kam es dazu, dass auf dem Grundriss des Chorraums, der ehemaligen Versöhnungskirche, der Neubau der heutigen "Kapelle der Versöhnung" entstand.

Den Plan für das neue Gotteshaus lieferten die Berliner Architekten Peter Sassenroth und Rudolf Reitermann. Der oval geformte Sakralbau aus massivem Stampflehm und beigemischten Schutt nimmt im Gegensatz zur alten Versöhnungskirche eine viel geringere Fläche in Anspruch und bietet den Besuchern somit die Möglichkeit den alten Grundriss des gesprengten Gotteshauses aus dem Jahre 1894 zu erkunden.

Hinsichtlich der Hülle des Gebäudes, entschieden sich die beiden Architekten für eine lichtdurchlässige Lamellenwand aus Holz, die dem Besucher einen Blick auf den innenliegenden Wandelgang erlaubt (vgl. Abb. 2). Seit der feierlichen Einweihung der Kapelle am 1. Februar 2000 wird der Bau nicht nur als Gottesdienststelle der evangelischen Kirchengemeinde genutzt, sondern bildet auch einen Bestandteil der Gedenkstätte Berliner Mauer.



Abbildung 2: Glockenstuhl und Kapelle illuminiert (Jungeblodt, 2001)

#### Roggenanbau an der Bernauer Straße

Bereits kurz nach dem Mauerfall kam es zu ersten Kultivierungsversuchen auf der ungenutzten Fläche rund um den ehemaligen Todesstreifen. Jedoch erst im Jahr 2005 wurde auf Grundlage der Idee von Michael Spengler das heute bekannte Roggenfeld an der "Kapelle der Versöhnung" erstmalig ausgesät. Es wurde sich gerade für Getreide entschieden, da sich somit aus der Sicht des Bildhauers Spengler, die Symbolik des Wachsens, des Werdens und des Vergehens am besten umsetzen ließe.



Abbildung 3: Roggenernte an der "Kapelle der Versöhnung" (Ellmer, 26.07.2016)

Seit dem Anbaujahr 2006/07 wird das von der Stiftung Berliner Mauer finanzierte Roggenfeld pflanzenbaulich durch Studenten und Mitarbeiter des Albrecht Daniel Thaer-Instituts der Humboldt Universität zu Berlin betreut. Der Getreideschlag an der Bernauer Straße hat jedoch nicht nur eine symbolische Funktion. So findet auch das auf ihm erzeugte Getreide eine Verwendung. Aus den Roggenkörnern entstehen unter anderem das sogenannte "Friedensbrot", der "Fine Berlin Wall Whiskey" sowie die Abendmahls-Oblaten, welche für die Gottesdienste in der "Kapelle der Versöhnung" genutzt werden.

#### 3. Material und Methoden

Zur Einschätzung der Auswirkung der sehr heterogenen Bodenbeschaffenheit am Standort Bernauer Straße auf das Wachstum von Winterroggen wurden im Rahmen des Studienprojekts verschiedene Untersuchungen vorgenommen. So wurde auf elf Parzellen eine Bodenanalyse durchgeführt. Des Weiteren wurden auf zehn dieser Parzellen die Bestandesentwicklung des Roggens dokumentiert, eine Unkrautbonitur durchgeführt sowie die Flächenerträge und die Ertragsstruktur bestimmt.

## 3.1. Methodisches Vorgehen

Im Hinblick auf die Untersuchung des Bodens sowie des Pflanzenbestandes an der Bernauer Straße wurden verschiedene Versuchs- und Untersuchungsmethoden durchgeführt. Nachfolgend sollen die angewandten Methoden kurz beschrieben werden, um ein besseres Verständnis der daraus generierten Ergebnisse zu ermöglichen.

#### **Bodenanalyse**

Um die zum Beginn der Vegetationsphase zur Verfügung stehenden Pflanzennährstoffe besser quantifizieren zu können, wurde eine Bodenanalyse auf dem Standort durchgeführt. Aufgrund der bereits vorhandenen gestalterischen Elemente an der "Kapelle der Versöhnung" ergab sich eine Einteilung der Gesamtfläche in elf zu analysierende Parzellen (vgl. Abb. 4).

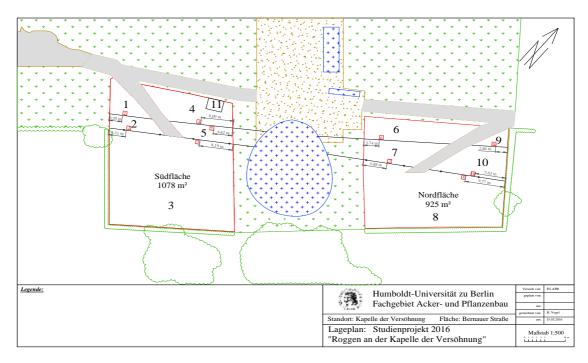


Abbildung 4: Lageplan der Parzellen (Vogel, 2016)

Für den ersten Schritt der Bodenanalyse wurden am 24. November 2015 Bodenproben mit Hilfe eines Bohrstocks in einer Tiefe von 0 bis 20 cm (Ap-Horizont) entnommen. Es wurden auf jeder Parzelle doppelt diagonal je zehn Einstiche durchgeführt, aus denen eine repräsentative Mischprobe der jeweiligen Parzelle erstellt wurde. Anschließend wurden die Bodenproben luftgetrocknet und der Grobboden vom Feinboden durch Siebung separiert, da ausschließlich eine Analyse des Feinbodens (≤ 2 mm) stattfinden sollte.

Die chemische Analyse der einzelnen Bodenproben erfolgte am 16. Januar 2016 im Gemeinschaftslabor Analytik des Albrecht Daniel Thaer-Instituts. Analysiert wurden die Parameter  $C_t$ ,  $N_t$ ,  $C_{hwl}$ ,  $C_{org}$ ,  $P_{DL}$ ,  $K_{DL}$ , und pH-Wert aus elf Doppelproben.

Die chemische Analyse der Parameter  $C_t$  sowie  $N_t$  erfolgte parallel, an einem Gerät und mit einer Einwaage. Als Gerät wurde hierfür ein CN-Analysator der Firma Elementar (Modell: Vario Max Cube) genutzt. Für die Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs und des Gesamtstickstoffs wurden jeweils 900 mg der Bodenproben abgewogen und in Stahltiegel gegeben. Nachfolgend wurden alle elf Doppelproben in den Analysator eingeordnet und im Sauerstoffgasstrom auf eine festgelegte Temperatur von 900 °C erhitzt (VDLUFA A 2.2.5).

Dadurch kam es sowohl zu einer Oxidation bzw. Verflüchtigung der mineralischen und organischen Stickstoffkomponenten, als auch zu einer Verbrennung bzw. Zersetzung des Kohlenstoffs. Nach der anschließenden Reduktion und Entfernung störender Verbrennungsprodukte im Gasstrom, wurden sowohl der Gehalt an Stickstoff als auch der Gehalt an Kohlenstoff bestimmt. Die abschließende Angabe des Gesamtstickstoffs und des Gesamtkohlenstoffs in der jeweiligen Bodenprobe erfolgte für beide Parameter in Prozent.

Zur besseren Einschätzung des Gehaltes an leicht umsetzbaren Kohlenstoff im Boden wurde eine Analyse des heißwasserextrahierbaren Kohlenstoffs durchgeführt. Für diese Analyse musste zunächst ein Hydrolysat aus den einzelnen Bodenproben gewonnen werden. Hierfür wurden jeweils 10 g einer Bodenprobe entnommen und mit 50 ml destilliertem Wasser versetzt. Anschließend wurden die Proben auf einem Heißblock mit aufgesetztem Rückflusskühler 1 Stunde unter mäßigem Sieden erhitzt (VDLUFA A 4.3.2). Nachdem das gewonnene Hydrolysat in einem Wasserbad auf Zimmertemperatur abgekühlt worden ist, wurde mittels Zentrifugierung bei 7000 U min<sup>-1</sup> und 4 °C ein schwebestofffreies Zentrifugat erzeugt. Nachfolgend wurde der in der Probe enthaltene Kohlenstoff mit Hilfe eines TC-Analysators der Firma Elementar (Modell: liqui TOC) bestimmt.

Die Bestimmung des Kohlenstoffs erfolgt dabei nach einer Verbrennung der flüssigen Probe im Sauerstoffstrom. Das in mg Kohlenstoff je 1000 ml Extrakt angegebene Messergebnis wurde abschließend in mg C je kg absolut trockenen Boden umgerechnet.

Separat zur Erfassung des Gehaltes an C<sub>hwl</sub> wurde der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden ermittelt. Hierfür wurden von jeder Bodenprobe 900 mg abgewogen und in Stahltiegel gegeben. Nachfolgend wurden alle Stahltiegel in einen Verbrennungsanalysator der Firma Elementar (Modell: Vario Max C) eingeordnet. In diesem Gerät wurden die Proben anschließend im Sauerstoffstrom bei einer Temperatur von 600 °C verbrannt bzw. zersetzt.

Es wurde sich hierbei für eine höhere Temperatur entschieden, da nur so eine vollständige Verbrennung der Proben gegeben war und die vorliegenden Bodenproben außerdem frei von Karbonat-Gestein waren. Nach der Reinigung und Messung des freigesetzten Kohlenstoffdioxids erfolgte die Berechnung des organischen Kohlenstoffgehaltes durch die gerätespezifische Software. Die Angabe des Gehaltes an organischem Kohlenstoff erfolgte abschließend in Prozent.

Anders als bei der Bestimmung von Ct, Nt und Corg musste für die chemische Analyse von Phosphor und Kalium zunächst eine Extraktion durchgeführt werden. Diese erfolgte durch Calciumlaktatlösung, welche mit Salzsäure auf einen pH von 3,6 eingestellt wurde (VDLUFA A 6.2.1.2.). Zur Durchführung der Extraktion wurden jeweils 5,0 g einer Probe eingewogen und mit 250 ml Calciumlaktatlösung versetzt. Anschließend wurden die Proben 1,5 h bei 30 U min<sup>-1</sup> geschüttelt. Nach der Filtration und Aufbereitung des Extrakts wurde eine Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) durchgeführt, um den Phosphor- und Kaliumgehalt der Proben quantitativ zu erfassen. Die Nährstoffgehalte wurden anschließend auf mg P je 100 g Boden bzw. mg K je 100 g Boden berechnet.

Zur Bestimmung des pH-Wertes wurden jeweils 10 g einer Probe mit 25 ml Calciumchlorid versetzt und anschließend filtriert. Nachfolgend wurden die pH-Werte der gewonnenen Filtrate mit Hilfe eines pH-Meters ermittelt.

#### Markierung der Ernteparzellen

Anders als bei der Bodenanalyse wurden für die Pflanzen- und Unkrautbonitur sowie für die Ertragsbestimmung nur zehn statt elf Parzellen angelegt und untersucht. Diese Maßnahme musste ergriffen werden, da der mangelhafte Feldaufgang auf Parzelle elf keine repräsentative Untersuchung des Pflanzenbestandes zuließ. Das Abstecken der 1m x 1m großen Boniturparzellen erfolgte am 15. März 2016.

#### Pflanzenbestandsbonitur

Gegenstand der Pflanzenbestandsbonitur waren sowohl die Bestimmung der Anzahl der Nutzpflanzen je m² als auch die Ermittlung der Pflanzenhöhen. Zur Bestimmung der Anzahl der Pflanzen je m² wurde am 19. April 2016 auf jeder Ernteparzelle die Gesamtzahl der vorhandenen Roggenpflanzen ermittelt sowie dokumentiert. Die Ermittlung der Pflanzenhöhen erfolgte hingegen an drei Einzelterminen. Hierbei wurde vor Abschluss des Ährenschiebens (BBCH 51) die Höhe der jeweiligen Pflanze am längsten Blatt ermittelt und nach Abschluss des Ährenschiebens (BBCH 59) an der Ährenspitze.

#### Unkrautbonitur

Im Hinblick auf die Unkrautbonitur wurde am 19. April 2016 auf allen zehn Parzellen die Anzahl der Unkrautpflanzen je m² ermittelt und dokumentiert. Zu beachten ist hierbei, dass die absolute Anzahl der Pflanzen für jede Ungras- bzw. Unkrautart separat erfasst worden ist.

#### **Ertragsbestimmung**

Zur Bestimmung des Roggenertrages wurden die im März 2016 angelegten Ernteparzellen am 21. Juli 2016 eine Woche vor der Ernte der Gesamtfläche in einer Schnitthöhe von 5 cm abgeerntet. Anschließend fand die sofortige Trocknung der geernteten Pflanzen bei 20 °C in der Lehr- und Forschungsstation Berlin-Dahlem statt. Nach Abschluss der Trocknung erfolgte die Aufbereitung der Proben für die Ertragsbestimmung.

Zur Durchführung der Ertragsbestimmung wurden sowohl der Flächenertrag, als auch die Ertragsstruktur ermittelt. Im Hinblick auf den Flächenertrag wurden der Korn- sowie der Strohertrag ermittelt. Für die Ertragsstruktur wurden hingegen das Tausendkorngewicht (TKG) und die Bestandesdichte ermittelt. Von einer Erfassung der Kornzahl je Ähre wurde abgesehen. Darüber hinaus wurden für jede Parzelle die Korngrößenklassenanteile ermittelt.

Für die Feststellung des Kornertrags wurden zwei Wochen nach Abschluss der Trocknung die Ähren vom Stroh getrennt und anschließend ausgedroschen. Nachfolgend fand die Reinigung der Körner von Spelzen und Strohresten statt. Für die Bestimmung des Strohertrages auf den zehn Parzellen wurden anschließend die Trockenmassen des Strohs mit den ausgedroschenen Ähren addiert. Um bei der Ermittlung beider Parameter eine einheitliche Trockensubstanz von 86 % zu garantieren, wurden sowohl die ausgedroschenen Kornproben als auch die Strohproben für 24 h einer Trocknung bei 105 °C unterzogen.

Nachdem die Parameter des Flächenertrages bestimmt wurden, sind die auf 86 % TS eingestellten Kornproben für die Bestimmung der Parameter TKG sowie Korngrößen herangezogen worden. Hierbei ist anzumerken, dass die Ermittlung des TKG auch bereits vor der Trocknung erfolgt ist, sodass eine Gegenüberstellung von Frischmasse und Trockenmasse stattfinden konnte.

Nach der Ermittlung des Tausendkorngewichtes mittels Kornzählgerät, wurden jeweils 100 g der einzelnen Kornproben abgewogen und einer Korngrößensortierung unterzogen. Dabei wurde eine Separierung in die Größenfraktionen 2,8 mm; 2,5 mm; 2,2 mm; 2,0 mm; 1,8 mm und kleiner als 1,8 mm vorgenommen. Anschließend wurde das Gewicht jeder einzelnen Fraktion erfasst und dokumentiert.

Zur Bestimmung der Bestandesdichte wurden hingegen bereits bei der Trennung von Ähren und Stroh für alle zehn Parzellen die absolute Anzahl der Ähren je m² ermittelt.

## 3.2. Roggen als Nutzpflanze

Die in Bezug auf Klima und Standort unempfindlichste sowie robusteste Getreideart stellt die der Familie der Poaceae angehörige Nutzpflanzenart Winterrogen (*Secale cereale L.*) dar. Roggen ist jedoch nicht nur eine sehr anspruchslose Getreideart, so gilt sie auch als ertragsstabilste Fruchtart von allen Getreidearten (Hanff et al., 2007). Ausgesprochen auffallend ist auch die Frostresistenz dieser Nutzpflanze, welche von keiner anderen Getreideart erreicht wird. So kann Roggen Kahlfröste bis -25 °C überstehen (Miedaner, 2013). Besonders für Brandenburg ist Winterrogen aus pflanzenbaulicher Sicht eine der bedeutendsten Marktfrüchte, was vor allem an den prägenden Standortbedingungen in diesem Bundesland mit größtenteils sandigen Böden, regelmäßigen Trockenperioden und Kahlfrostgefahr liegt (Barthelmes et al., 2016).

Im Jahr 2016 wurde in Deutschland ein mittlerer Roggenertrag von 55,5 dt ha<sup>-1</sup> erzielt. Die Anbaufläche lag dabei in einem Bereich von 575.200 ha (mit Wintermenggetreide), was einen Rückgang von 40.800 ha zum Vorjahr darstellt (Statistisches Bundesamt, 2016). Roggenanbauer Nummer eins war auch in diesem Jahr das Land Brandenburg mit einem Anbauumfang von 177.400 ha. Allerdings gab es auch hier, dem Trend in Deutschland folgend, einen Rückgang der Anbaufläche gegenüber dem Vorjahr um rund 10.000 ha (Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, 2016).

Im Hinblick auf die Verwertungsperspektiven von Winterroggen ergibt sich ein breites Spektrum an Nutzungsmöglichkeiten. So dienen rund 34 % des in Deutschland genutzten Roggens der menschlichen Ernährung (Hanus et al., 2008). Aus ihm werden unter anderem Backerzeugnisse, wie zum Beispiel Roggenbrot, Roggenmischbrot oder Pumpernickel (Miedaner, 2013) erzeugt.

Darüber hinaus wird ein Großteil des Roggens als hofeigenes Kraftfutter in der Nutztierhaltung eingesetzt. Rationsanteile in der Rinder- und Schweinefütterung von bis zu 50 % und mehr sind hierbei keine Seltenheit (Barthelmes et al., 2016). Daneben hat sich außerdem der Einsatz des Winterroggens als geschrotetes Korn sowie als Ganzpflanzensilage (GPS) in Biogasanlagen durchgesetzt.

Mit Inkrafttreten der Beimischungspflicht von Biokraftstoffen zu fossilen Kraftstoffen im Jahr 2007 gab es zudem einen Anstieg des Einsatzes von Roggen in der Bioethanolgewinnung. Die Nutzpflanze Roggen eignet sich besonders gut hierfür, da Winterrogen im Vergleich zu anderen Getreidearten einen hohen Schalenanteil sowie eine ausgeprägte Enzymaktivität besitzt und somit eine leicht zu verarbeitende Maische liefert (Miedaner, 2013).

Neben den bisher genannten Verwendungsmöglichkeiten von Winterroggen existiert zudem eine Nutzung in der Wärmeerzeugung. Hier wird durch die Verbrennung der Körner ein Heizwert von bis zu 4,74 kWh kg<sup>-1</sup> erreicht (de Vries et al., 2007).

Betrachtet man die Zusammensetzung der qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffe von Roggen, so spiegelt sich eine enorme Übereinstimmung des Gehaltes an Kohlenhydraten, Fett und Rohfaser von Winterweizen wider (Christen, 2008). Beurteilt man hingegen den Proteingehalt von Winterroggen, so muss gesagt werden, dass Roggen mit rund 11 % den geringsten Proteingehalt von allen heimischen Getreidearten aufweist (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1: Gewichtsanteile (% spelzenfreie Korntrockenmasse = 100) wichtiger Inhaltsstoffe verschiedener Getreidearten (nach Christen, 2008)

Arten	Zustand des	Kohlenhydrate	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Rohasche
	Korngutes	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Weizen	unbearbeitet	79,4	13,8	2,0	2,9	1,9
Gerste	entspelzt	81,5	12,6	2,3	1,8	1,9
Hafer	entspelzt	73,7	15,0	6,6	2,4	2,3
Roggen	unbearbeitet	81,9	11,3	1,8	2,8	2,2
Triticale	unbearbeitet	78,3	14,6	1,8	3,0	2,3

Im Hinblick auf den Roggenanbau an der "Kapelle der Versöhnung" wurde sich im Anbaujahr 2015/16 für einen Populationsroggen der Sorte Conduct (KWS) entschieden. Diese langstrohige Roggensorte mit einer mittleren Standfestigkeit zeichnet sich besonders durch eine geringe Mehltau-, Braunrost- sowie Mutterkornanfälligkeit aus (Barthelmes et al., 2016).

In den Landessortenversuchen im Anbaugebiet D-Süd des Landes Brandenburg erzielte die Sorte Conduct in den Jahren 2014 bis 2016 einen mittleren Kornertrag von 86 dt ha<sup>-1</sup>.

### 3.3. Standort

Das auf rund 2000 m² angelegte Roggenfeld, welches in gemeinsamer Zusammenarbeit zwischen der evangelischen Versöhnungsgemeinde und dem Albrecht Daniel Thaer-Institut betreut wird, befindet sich in unmittelbarer Nähe zur "Kapelle der Versöhnung" zwischen dem Friedhof Sophien II und der Bernauer Straße. (Breite: 52°32'09 N, Länge 13°23'32 E, 39-44 m ü. NN)

Im Hinblick auf die Einteilung des Geländes ist anzumerken, dass die Anbaufläche in zwei Teilflächen aufgespalten wurde, welche zu den jeweiligen Flanken der Kapelle liegen (vgl. Abb. 5). Diese Aufteilung der Fläche resultiert aus der Neugestaltung des Areals an der Gedenkstätte Berliner Mauer im Jahr 2011 und führte zu einer Verkleinerung der Gesamtfläche auf rund 0,2 ha. Eine Besonderheit weist dabei die Nordfläche auf. Hier ist eine leichte Hangneigung in südwestlicher Richtung aufzufinden (vgl. Abb. 4).



Abbildung 5: Roggenfeld an der "Kapelle der Versöhnung" (Digital Globe, 2017)

#### **Boden**

Bei der Neugestaltung des Grundstücks an der "Kapelle der Versöhnung" wurden auf der Fläche neue gestalterische Elemente angebracht, welche zum Ziel haben, die Grenzanlage des ehemaligen Todesstreifens besser zu visualisieren und erlebbar zu machen. So wurden unter anderem diverse Stahlbänder und Stahlpfeiler in die Anbaufläche integriert, um die Hinterlandmauer der ehemaligen Grenze zu symbolisieren. Aufgrund der Installation dieser Bauelemente kam es zu einem Austausch des Oberbodens auf der gesamten Anbaufläche.

Um einen besseren Überblick über die chemischen und biologischen Eigenschaften des neu aufgebrachten Bodenmaterials zu erlangen, wurden am 24. November 2015 auf elf Parzellen Bodenproben in einer Tiefe von 20 cm entnommen. Die gewonnenen Bodenproben wurden nach anschließender Trocknung und Siebung zur chemischen Analyse in das Gemeinschaftslabor Analytik des Albrecht Daniel Thaer-Institutes gegeben. Zusätzlich zur chemischen Analyse des Bodens, erfolgte eine Bestimmung der Bodenart mittels Fingerprobe gemäß der Bodenkundlichen Kartieranleitung. Diese ergab, dass am Standort ein schwach schluffiger Sand vorliegt (Su2).

Die Ergebnisse der am Standort durchgeführten Bodenanalyse sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bodenanalyse

Parzellen	Nt	Ct	Corg	Chwl	$P_{DL}$	$\mathbf{K}_{\mathrm{DL}}$	pH-Wert
	(%)	(%)	(%)	(mg kg-1)			
					(mg 100 g	-1 Boden)	-
1	0,10	1,82	1,35	734	10,32	9,87	7,07
2	0,08	1,56	1,13	668	9,43	8,80	6,95
3	0,07	1,38	1,00	558	7,65	6,84	7,06
4	0,08	1,55	1,11	666	7,22	9,73	7,08
5	0,07	1,53	1,13	711	7,62	10,03	7,10
6	0,08	1,58	1,10	703	9,62	10,51	7,08
7	0,08	1,61	1,26	753	8,78	7,94	7,14
8	0,06	1,37	0,94	582	6,00	8,12	7,17
9	0,07	1,55	1,16	704	7,87	11,22	7,23
10	0,09	1,83	1,20	660	6,32	8,11	7,30
11	0,08	1,52	1,01	762	7,03	8,78	7,28
Mittelwert	0,08	1,57	1,13	682	7,98	9,10	7,13

Betrachtet man die durch die Bodenanalyse erlangten Ergebnisse, so fällt auf den ersten Blick besonders der hohe mittlere pH-Wert von 7,13 auf. Somit kann der am Standort vorliegende Boden als schwach alkalischer Boden eingestuft werden und ordnet sich in die pH-Klasse E ein. Im Hinblick hierauf kann daher davon ausgegangen werden, dass eine Kalkdüngung bis auf Weiteres nicht notwendig ist, da die Bodenreaktion höher ist als erwünscht. Eine weitere Erhöhung des pH-Wertes würde sogar dazu führen, dass die Nährstoffverfügbarkeit und damit auch Pflanzenertrag und Qualität negativ beeinflusst werden würden. Der anzustrebende pH-Wert für den vorliegenden Boden liegt zwischen 5,1 und 5,8 (Diepenbrock et al., 2016), was der Gehaltklasse C entsprechen würde.

Des Weiteren wurde in der Bodenanalyse der Gehalt an pflanzenverfügbaren Phosphor und Kalium im Boden ermittelt. Hierbei wurde nach der DL-Methode vorgegangen. Im Hinblick auf den Gehalt an leichtlöslichen Phosphor kann festgehalten werden, dass der Phosphorgehalt in der Parzelle Nr. 1 mit 10,32 mg 100 g<sup>-1</sup> Boden am höchsten und in der Parzelle Nr. 8 mit 6,00 mg 100 g<sup>-1</sup> Boden am niedrigsten lag.

Der mittlere Gehalt an pflanzenverfügbaren Phosphor aller Bodenproben lag hingegen bei 7,98 mg 100 g<sup>-1</sup> Boden, was der P-Gehaltsklasse C entsprechen würde (VDLUFA, 1997). Somit ist der Gehalt an leichtlöslichen Phosphor am Standort als optimal einzustufen (Diepenbrock et al., 2016).

Hinsichtlich des Gehaltes an pflanzenverfügbaren Kalium wird ersichtlich, dass der Kaliumgehalt in Parzelle Nr. 9 mit 11,22 mg 100 g<sup>-1</sup> Boden am höchsten und in Parzelle Nr. 3 mit 6,84 mg 100 g<sup>-1</sup> Boden am niedrigsten lag. Im Mittel lag der Gehalt an leichtlöslichen Kalium aller Bodenproben bei 9,10 mg 100 g<sup>-1</sup> Boden, was der K-Gehaltsklasse C entsprechen würde (VDLUFA, 1999). Demnach ist der Gehalt an pflanzenverfügbaren Kalium am Standort als optimal einzustufen (Diepenbrock et al., 2016).

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass sowohl der am Standort herrschende Gehalt an leichtlöslichen Phosphor, als auch der Gehalt an Kalium den Sollwerten der vorliegenden Bodenart entsprechen. Daraus kann abgeleitet werden, dass ausschließlich eine Erhaltungsdüngung in der Höhe der P- und K-Abfuhr stattfinden sollte.

Separat zur Erfassung des Gehaltes an Phosphor und Kalium wurde der Gehalt an organischem Kohlenstoff (Corg) im Boden ermittelt. Anhand der aus der Bodenanalyse erlangten Ergebnisse für den Gehalt an Corg konnte anschließend der durchschnittliche Humusgehalt im Boden berechnet werden. Hierzu wurde der mittlere Gehalt an organischem Kohlenstoff, der bei 1,13 % lag, mit dem Faktor 1,724 multipliziert. Am vorliegenden Standort ergab sich somit ein Humusgehalt von 1,947 %, was den für die Bodenart vorliegenden Sollwert von 1,0 % (Diepenbrock et al., 2016) um fast ein Prozent übersteigt.

Im Hinblick auf den zukünftigen Roggenanbau an der "Kapelle der Versöhnung" kann daher mit einem Erhalt bzw. sogar mit einer Anreicherung der organischen Bodensubstanz gerechnet werden, da die Ernterückstande, wie Stroh oder ausgedroschene Ähren auf dem Feld verbleiben und nicht abgefahren werden. Diese Aussage kann zudem durch den Vergleich des aktuellen Humusgehaltes mit dem Gehalt an OBS aus dem Anbaujahr 2011/12 unterstrichen werden.

So wird ersichtlich, dass der aktuelle Humusgehalt im Verhältnis zum Anbaujahr 2011/2012 um 0,11 % angestiegen ist, von 1,83 % auf 1,94 %.

Neben der Ermittlung des Humusgehaltes, wurde auch das durchschnittliche C/N-Verhältnis am Standort bestimmt. Hierzu wurde der mittlere Gehalt an C<sub>org</sub> durch den mittleren N<sub>t</sub>-Gehalt dividiert. Somit konnte ein mittleres C/N-Verhältnis von 14,125:1 ermittelt werden. Es kann also somit nach Richtwerten der Bodenkundlichen Kartieranleitung davon ausgegangen werden, dass am Standort eine eher stickstoffarme organische Substanz zugrunde liegt.

#### Klima und Witterung

Im Hinblick auf den Themenkomplex Klima und Witterung muss erwähnt werden, dass für die Betrachtung der Klima- und Witterungsverhältnisse im Anbaujahr 2015/16 die Daten der Klimastation in Berlin-Dahlem (Breite: 52°28' N; Länge: 13°18' E; Höhe: 51 m ü NN) verwendet worden sind. Dies wurde nötig, da nicht wie in vergangenen Jahren der Jahreswitterungsverlauf mit einer mobilen Wetterstation direkt an der "Kapelle der Versöhnung" erfasst werden konnte. Somit muss festgehalten werden, dass eine genaue Erfassung des Jahreswitterungsverlaufes am Standort der "Kapelle der Versöhnung" nicht möglich war und aufgrund dessen nur ein Vergleich mit dem am Standort Berlin-Dahlem generierten Klimadaten stattfinden konnte. Die Aussagekraft der erfassten Parameter (vgl. Tab. 3) für die Interpretation der klimatischen Verhältnisse an der Versuchsfläche in Berlin-Mitte ist daher beschränkt.

Das Roggenfeld an der Kapelle der Versöhnung befindet sich circa 10 km (Luftlinie) in nordöstlicher Richtung von der Klimastation in Berlin-Dahlem entfernt. Beide Standorte lassen sich jedoch dem Übergangsbereich zwischen dem durchaus kontinental geprägten osteuropäischen Festland und dem vermehrt maritim beeinflussten norddeutschen Flachland zuordnen. Sowohl der Standort an der "Kapelle der Versöhnung", als auch der Standort in Berlin Dahlem sind somit von einem weitestgehend immerfeuchten, warmgemäßigten Klima mit warmen Sommern geprägt (Fachgebiet Agrarklimatologie der Humboldt-Universität zu Berlin, 2017).

Tabelle 3: Klimadaten der Bezugsperiode 1981-2010, Standort Berlin-Dahlem (Agrarklimatologie der Humboldt-Universität zu Berlin, 2017)

Parameter	Maßeinheiten	Werte
Jahresmittel der Lufttemperatur	°C	9,9
Mittlere Jahressumme der Globalstrahlung	MJ m <sup>-2</sup>	3561,5
Mittlere Summe der Sonnenscheindauer	h	1705,8
Mittlere Niederschlagshöhe	mm	561,9
Mittlere Verdunstungsghöhe (nach Haude)	mm	697,3
Mittlere Summe der klimatischen Wasserbilanz	mm	-135,6

Wie eingehend schon erwähnt, muss jedoch im Hinblick auf die Interpretation der übertragenen Klimadaten von einer geringeren Aussagekraft dieser ausgegangen werden. Besonders in Bezug auf die Übertragung der Angaben zur Niederschlagshöhe vom Standort Berlin-Dahlem auf den Standort in Berlin-Mitte muss mit Vorsicht agiert werden. So ist die durchschnittliche Niederschlagshöhe im westlichen Stadtteil von Berlin in der Regel höher, als dies in den Innenstadtbezirken der Fall ist. Demnach werden in der Stadtmitte geringfügigere Niederschlagshöhen bis unter 540 mm erfasst (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, 2016).

Die folgende Abbildung (Abb. 6) stellt den Verlauf der Niederschlagshöhen und der Lufttemperaturen am Standort Berlin-Dahlem im langjährigen Mittel und für den Zeitraum von August 2015 bis August 2016 dar. Somit wird auch die Periode des Roggenanbaus, vom 24. September 2015 bis zum 28. Juli 2016, erfasst.

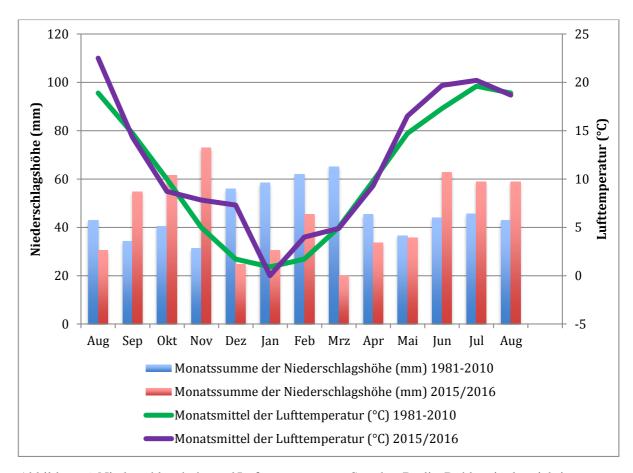


Abbildung 6: Niederschlagshöhe und Lufttemperatur am Standort Berlin-Dahlem im langjährigen Mittel und im Anbaujahr 2015/2016 (eigene Darstellung nach Daten der Humboldt- Universität zu Berlin, 2016)

Die Auswertung der Diagramme führt zu der Erkenntnis, dass die Niederschlagshöhe in den Monaten September, Oktober und November des Jahres 2015 eindeutig über den langjährigen Mitteln lagen. Besonders der Monat November war mit circa 72,9 mm äußerst niederschlagsreich. Ausgesprochen niederschlagsarm war hingegen der Zeitabschnitt von Dezember 2015 bis April 2016. In diesem Zeitraum sticht eine intensive Trockenperiode ins Auge, die lediglich Niederschlagshöhen mit sich brachte, die deutlich unter den langjährigen Mitteln lagen.

Ausgehend von dieser Beobachtung kann davon ausgegangen werden, dass in den Monaten der intensiven Durststrecke die BBCH-Stadien drei bis fünf, die für das Wachstum des Roggens essentiell sind, besonders stark beeinträchtigt wurden.

In den Sommermonaten Juni bis August waren hingegen erneut hohe Niederschlagshöhen zu beobachten, die eventuell den Blühverlauf des Roggens erschwert haben könnten. Besonders der Monat Juni, mit einer Niederschlagshöhe von 62,8 mm, war in diesem Anbaujahr sehr niederschlagsreich.

Betrachtet man sich die Lufttemperaturen, so wird ersichtlich, dass diese in den Wintermonaten November, Dezember und Februar sowie in den Sommermonaten Mai, Juni und Juli des Anbaujahres 2015/2016 im Vergleich zum langjährigen Mittel deutlich höher ausgefallen sind. So ist besonders auffällig, dass die Lufttemperatur im Monat Dezember um rund 6 °C höher lag als im langjährigen Mittel.

Zudem fällt auf, dass sich im Anbaujahr 2015/16 das Vegetationsende, also die Phase von mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen mit einer Durchschnittstemperatur unter 5 °C im Winterhalbjahr, um circa anderthalb Monate verschoben hat, nämlich von Mitte November auf Ende Dezember. Die Kälte hielt im Winter 2016 nicht besonders lange an und schon ab Anfang Februar begannen die Temperaturen wieder über dem Durchschnitt zu liegen.

### 3.4 Anbaumaßnahmen

In Bezug auf die agrotechnischen Maßnahamen an der "Kapelle der Versöhnung" ist zu bemerken, dass infolge der speziellen Gegebenheiten am Standort nur ein begrenztes Repertoire an Anbaumaßnahamen zur Verfügung stand. Besonders schwierig gestalteten sich die Bodenbearbeitung sowie der Stoppelumbruch, was vor allem an der kleinteiligen Struktur und an der Vielzahl der gestalterischen Elemente auf der Anbaufläche liegt. Von einer Bearbeitung der Anbaufläche mit dem Pflug wurde aufgrund der gegebenen Standortverhältnisse generell abgesehen und sich für eine Bodenbearbeitung mittels Fräse entschieden. Aber auch hier kam es zu Einschränkungen, so wurde die Tiefgründigkeit der Bodenbearbeitung auf die ersten 20 cm des Oberbodens beschränkt, was an dem nah anliegenden, stark verfestigten jyelC-Horizont liegt.

Tabelle 4: Agrotechnische Maßnahmen zum Roggenanbau an der "Kapelle der Versöhnung", Anbaujahr 2015/2016

Termin	Agrotechnische Maßnahme
18.09.2015	Bodenbearbeitung mit Fräse (15 cm)
24.09.2015	Aussaat:
	- Saatdichte: 300 Körner m <sup>-2</sup>
	- Sorte: Conduct (TKM: 35,5g)
04.11.2015	Herbizidspritzung:
	- Malibu (4,0 l ha <sup>-1</sup> )
	Nachsaat:
	- an den Feldrändern per Hand
März 2016	Düngung:
	- Stickstoff: 50 kg ha <sup>-1</sup> (Kalkammonsalpeter)
21.07.2016	Ernte der zehn Boniturparzellen
28.07.2016	Ernte des gesamten Feldes mit Parzellenmähdrescher

Am 18. September 2015 wurden die Teilflächen mittels Fräse in einer Tiefe von circa 15 cm bearbeitet. Sechs Tage später erfolgte die Aussaat des Roggens (vgl. Tab. 4). Im Hinblick hierauf ist zu erwähnen, dass sich für einen Populationsroggen der Sorte Conduct (KWS) entschieden wurde, die Aussaatdichte betrug hierbei 300 Körner m<sup>-2</sup>. In Bezug auf die Saatdichte ist zu erwähnen, dass sich auf Grund der doch sehr heterogenen Standortbedingungen für eine verhältnismäßig hohe Saatdichte entschieden wurde.

Am 04. November 2015 wurde eine chemische Unkrautbekämpfung am Standort durchgeführt. Hierbei wurde sich für das Getreideherbizid Malibu (BASF) entschieden. Dieses Herbizid zeichnet sich besonders durch sein breites Wirkungsspektrum gegen Ungräser und Unkräuter im Wintergetreide aus und kann sowohl im Vor- als auch im Nachauflauf in Winterroggen eingesetzt werden (BASF, 2016). Ebenfalls am 04. November 2015 erfolgte eine Nachsaat des Winterroggens per Hand, da eine flächendeckende Aussaat in den Feldecken aufgrund der Größe der vorliegenden Saattechnik nur schwer realisiert werden konnte.

Im März des folgenden Jahres wurde eine Düngung des Feldes mit 50 kg N ha<sup>-1</sup> in Form von Kalkammonsalpeter durchgeführt.

Am 28. Juli 2016, sieben Tage nach der Ernte der Boniturparzellen, erfolgte schließlich die Ernte des gesamten Feldes mit Hilfe eines Parzellenmähdreschers der Lehr- und Forschungsstation Thyrow. Hierbei betrug die gereinigte Erntemenge insgesamt 192,13 kg.

## 4. Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt der Arbeit werden die Ergebnisse der pflanzenbaulichen Untersuchung der zehn Boniturparzellen dargestellt.

## 4.1. Bestandesentwicklung von Winterroggen

Um eine genaue Dokumentation der Bestandesentwicklung des Winterroggens an der "Kapelle der Versöhnung" zu erreichen, wurde der Standort ab dem 19. April 2016 wöchentlich aufgesucht. Hierbei wurden alle zehn Parzellen fotografisch dokumentiert und auf folgende Parameter untersucht:

- Pflanzenlänge
- Makrostadien nach BBCH-Skala
- Krankheiten
- Ackerbegleitflora

Im Hinblick auf den Parameter Pflanzenlänge ist anzumerken, dass dieser durch die Messung von zehn, beliebig ausgewählten, Einzelpflanzen je Parzelle erfolgte. Erfasst wurden hierbei jeweils die Höhen vom Boden ausgehend bis zur Spitze des längsten Blattes bzw. bis zur Grannenspitze des Haupthalmes. Darauffolgend wurde der Mittelwert der zehn erfassten Pflanzenhöhen für jede Parzelle gebildet.

In einem begleitenden Schritt wurden zugleich die jeweiligen Entwicklungsstadien auf Basis der BBCH-Skala ermittelt. Bei der Dokumentation wurde außerdem auf die Anwesenheit von Schädlingen sowie auf das Auftreten von Krankheiten und Ungräser bzw. Unkräuter geachtet.

#### 4.1.1. Wachstums- und Entwicklungsverlauf

Aufgrund der doch sehr hohen Saatdichte von 300 Körner m<sup>-2</sup> wurde ein durchaus homogener Feldaufgang am Standort erreicht. Des Weiteren kann festgehalten werden, dass infolge der ausgeprägten Niederschläge sowie der verhältnismäßig hohen Temperaturen im Wintermonat November die vorwinterliche Entwicklung des Roggenbestandes äußerst wünschenswert verlief und der Roggen somit gut entwickelt in die Vegetationspause gehen konnte.

Um einen grundlegenden Eindruck über den Entwicklungsverlauf des Roggenbestandes an der Bernauer Straße zu erlangen, wurde die Bestandesentwicklung des Roggens im Anbaujahr 2015/16 in Form von chronologisch geordneten BBCH-Stadien (vgl. Tab. 5) zusammengefasst. Hierbei ist zu bemerken, dass für die Terminierung der einzelnen BBCH-Stadien der Mittelwerte aller Parzellen verwendet wurden ist. Somit muss davon ausgegangen werden, dass vereinzelt auftretende Entwicklungsunterschiede zwischen den einzelnen Parzellen, in Form von wenigen Mikrostadien, nicht erfasst wurden sind. Darüber hinaus ist anzumerken, dass einige Entwicklungsstadien äußerst rasant abliefen und aus diesem Grund nicht genau terminiert werden konnten, da diese nicht rechtzeitig erkannt wurden sind.

Tabelle 5: Entwicklungsverlauf des Roggenbestandes an der "Kapelle der Versöhnung" im Anbaujahr 2015/16

BBCH-Code	Beschreibung	Datum
00	Keimung: Aussaat – trockener Samen	25.09.2015
10	Blattentwicklung	-
20	Bestockung	-
24	Bestockung: 4. Bestockungsbetrieb sichtbar	23.03.2016
31	Schossen: 1-Knoten-Stadium	05.04.2016
32	Schossen: 2-Knoten-Stadium	19.04.2016
47	Ähren-/Rispenschwellen:	25.04.2016
	Blattscheide des Fahnenblattes öffnet sich	23.04.2010
49	Ähren-/Rispenschwellen:	01.05.2016
	Grannen werden über dem Fahnenblatt sichtbar	
51	Ähren-/Rispenschieben: Beginn des Ährenschieben	03.05.2016
53	Ähren-/Rispenschieben: 30% der Ähre ausgetreten	06.05.2016
58	Ähren-/Rispenschieben: 80% der Ähre ausgetreten	09.06.2016
59	Ähren-/Rispenschieben: Ende des Ährenschiebens	13.05.2016
61	Beginn der Blüte: erste Staubgefäße werden sichtbar	19.05.2016
69	Ende der Blüte	01.06.2016
71	Fruchtentwicklung:	
	Erste Körner haben die Hälfte ihrer endgültigen	04.06.2016
	Größe erreicht	
80	Frucht- und Samenreife	25.06.2016
90	Absterben	15.07.2016
99	Absterben: Erntegut	28.07.2016

Betrachtet man den Wachstums- und Entwicklungsverlauf des Roggens am vorliegenden Standort, so kann festgestellt werden, dass von Beginn der Vegetationsphase bis Mitte April die Bestandesentwicklung und das Pflanzenwachstum größtenteils homogen verliefen. Eine zunehmende Differenzierung bei Wachstum und Entwicklung erfolgte erst in dem darauffolgenden Zeitabschnitt, was vor allem an der doch sehr heterogenen Beschaffenheit des Standortes liegt.

33

Besonders auffällig war, dass die Pflanzenlängen auf den nördlichen Parzellen vergleichsweise höher ausfielen als die auf den südlichen. Des Weiteren war ein beträchtlicher Minderwuchs der Pflanzen am Übergang des ehemaligen Patroullienweges in das Feld deutlich sichtbar, was vor allem an der dünnen Bodenschicht an diesem Flächenabschnitt gelegen haben muss (vgl. Abb. 5). Diese und andere Faktoren, wie zum Beispiel Nährstoffgehalt des Bodens, Licht, Temperatur und der Wasserhaushalt führten zu einem sehr heterogenen Wachstums- und Entwicklungsverlauf auf der gesamten Fläche.

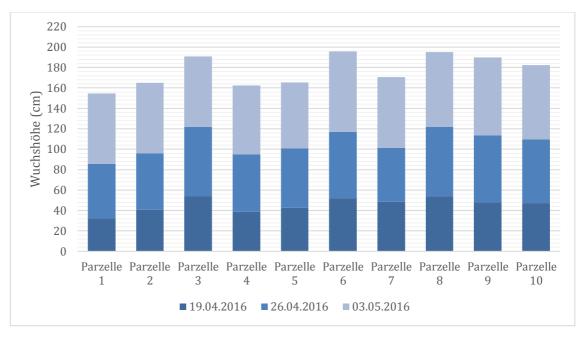


Abbildung 7: Mittlere Entwicklung der Wuchshöhen für alle zehn Parzellen zu drei Terminen

Ab Ende April ging der größte Teil der Roggenpflanzen zum Ährenschwellen über. Bereits Mitte Mai, nach der Vollendung des Ährenschiebens, konnte der Eintritt der Blüte beobachtet werden, die gegen Ende Mai ihren Abschluss fand. Im Zeitraum der auslaufenden Blüte kam es zu einer Abnahme der Wachstumsraten. Des Weiteren wies der Roggen auf einigen Parzellen sogar eine Unterbrechung innerhalb des Pflanzenwachstums auf.

Mit einsetzender Fruchtentwicklung der Roggenpflanzen ab Anfang Juni konnten außerdem keine Zunahmen der Pflanzenlängen mehr verzeichnet werden. Nach Abschluss der Fruchtentwicklung reihte sich gegen Ende Juni die Frucht- und Samenreife ein, die durch das einsetzende Absterben der Roggenpflanzen ab Mitte Juli beendet wurde.

In Bezug auf diesen Aspekt ist außerdem zu erwähnen, dass es trotz hoher Niederschlagsmengen im Juni und Juli nur zu einer geringen Lagerbildung im Bestand gekommen ist, was vor allem an der lediglich mittel hoch ausfallenden Lagerneigung der Sorte Conduct liegt (KWS, 2016).

Ebenfalls als sehr positiv kann hervorgehoben werden, dass auf keiner der untersuchten Parzellen eine Infektion mit dem Pilz *Claviceps purpurea*, auch Mutterkorn genannt, nachgewiesen werden konnte. Dies liegt vor allem an dem Aspekt, dass sich mit der Sorte Conduct (KWS) für einen Populationsroggen entschieden wurde, welcher in der Regel weniger anfällig für *C. purpurea* ist als Hybridroggen. Die ausschlaggebende Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Bestäubungseigenschaften. So weisen Populationssorten grundlegend mehr Pollen auf als Hybridroggen und bestäuben somit schneller. Hybridsorten haben hingegen aufgrund der geringeren Pollenausschüttung einen längeren Blühzeitraum. Demzufolge kann hieraus geschlussfolgert werden, dass das Risiko für eine Infektion mit *C. purpurea* bei Populationssorten geringer ist als bei Hybridsorten (Hanus et al., 2008).

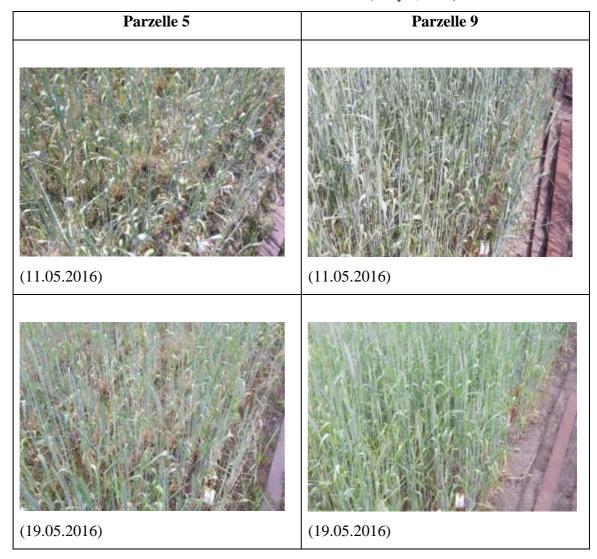
Ein möglichst geringer Befall des Roggenbestandes mit Mutterkorn ist gerade an der "Kapelle der Versöhnung" äußerst wichtig, da der geerntete Roggen als Brotgetreide genutzt werden soll und somit einen Mutterkorngewichtsanteil von 0,05 % nicht überschreiten darf (Miedaner, 2013).

Um ein besseres Bild des deutlich heterogenen Wachstums- und Entwicklungsverlaufes der Roggenpflanzen an der "Kapelle der Versöhnung" zu ermöglichen, werden in den folgenden Tabellen (Tab. 6 und Tab. 7) zwei der zehn Parzellen zur Veranschaulichung gegenübergestellt.

Tabelle 6: Erster Teil der Fotoserien der Parzellen 5 und 9 (Sariyar, 2016)



Tabelle 7: Zweiter Teil der Fotoserien der Parzellen 5 und 9 (Sariyar, 2016)



Den Tabellen 6 und 7 ist zu entnehmen, dass die Bestandesdichte auf Parzelle fünf im Vergleich zur Parzelle neun trotz der hohen Saatdichte von 300 Körner m<sup>-2</sup> deutlich niedriger ausgefallen ist. Jedoch ergab sich aufgrund der geringeren Bestandesdichte eine intensivere Bestockung auf der Parzelle fünf. In Bezug hierauf muss aber auch erwähnt werden, dass durch die niedrige Bestandesdichte der Unkrautdruck auf dieser Parzelle deutlich höher war, als auf der Vergleichsparzelle.

Trotz des doch sehr heterogenen Wachstums- und Entwicklungsverlaufs konnte am 28. Juli 2016, eine Woche nach der Ernte der Boniturparzellen, die Ernte der gesamten Fläche mit Hilfe eines Parzellenmähdreschers der Lehr- und Forschungsstation Thyrow stattfinden.

#### 4.1.2. Unkrautbonitur

Am 19. April 2016 erfolgte auf den zehn Parzellen des Roggenfeldes an der Bernauer Straße eine Unkrautkartierung. Hierbei wurde versucht, die totale Anzahl an Unkrautpflanzen je Parzelle zu ermitteln, was aufgrund der Unübersichtlichkeit innerhalb der Parzellen jedoch durchaus schwer zu realisieren war. Aus diesem Grund konnte lediglich eine ungefähre Anzahl an Unkrautpflanzen je Parzelle ermittelt werden, die in der Tabelle 8 aufgeführt ist.

Tabelle 8: Ergebnisse der Unkrautkartierung

Parzellen	Anzahl der Unkräuter	Bestandesdichte
	(Pflanzen je m²)	(Ähren je m²)
1	15	176
2	130	201
3	120	234
4	80	183
5	60	187
6	110	245
7	130	285
8	110	265
9	115	405
10	115	279

Der Unkrautbesatz auf allen untersuchten Parzellen ist gleichmäßig hoch ausgefallen. Lediglich auf den Parzellen eins, vier und fünf konnte der Unkrautbesatz im Vergleich zu den übrigen Parzellen als eher gering eingestuft werden. Im Hinblick hierauf muss aber auch erwähnt werden, dass der geringe Unkrautbesatz auf diesen Parzellen sich hinsichtlich der Bestandesdichte nicht positiv ausgewirkt hat. So kann aus der Tabelle 8 entnommen werden, dass die Parzellen mit einer höheren Unkrautanzahl gleichzeitig eine höhere Anzahl an Ähren je m² aufwiesen.

In Bezug auf die Verteilung der Unkrautarten, wurden auf den zehn untersuchten Parzellen insgesamt neun Pflanzenarten erfasst. Die unten aufgeführte Tabelle 9 fasst die auf der Versuchsfläche dokumentierten Unkrautarten zusammen. Aufgelistet sind hierbei der Trivialname, der wissenschaftliche Name sowie der EPPO-Code der jeweiligen Pflanzenart.

Im Hinblick auf den EPPO-Code ist anzumerken, dass dieser genutzt wird, um landwirtschaftliche Nutzpflanzen und ihre Schadorganismen zu identifizieren. Der Code selbst wird hierbei durch die European and Mediterranean Plant Protection Organization festgelegt sowie kontrolliert.

Tabelle 9: Auf dem Standort erfasste Unkrautarten

Trivialname	Wissenschaftlicher Name	EPPO – Code
Flohknöterich	Polygonum persicaria L.	POLPE
Gemeiner Löwenzahn	Taracacum officinalis L.	TAROF
Hirtentäschelkraut	Capsella bursa-pastoris L.	CAPBP
Klatschmohn	Papaver rhoeas L.	PAPRH
Luzerne	Medicago sativa L.	MEDSA
Purpurrote Taubnessel	Lamium purpurea L.	LAMPU
Quendel-Sandkraut	Arenaria serpyllifolia L.	ARESE
Vogelknöterich	Polygonum aviculare L.	POLAV
Vogelmiere	Stellaria media L.	STEME

Um einen besseren Eindruck der am Standort vorliegenden Ackerbegleitflora zu erhalten, wurden in der Abbildung 8 drei der zehn Parzellen gegenübergestellt. Die hierfür ausgewählten Parzellen können lediglich einen kleinen Abschnitt der gesamten Versuchsfläche widerspiegeln und es kann somit nicht auf das gesamte Roggenfeld geschlossen werden. Zum besseren Überblick wurde jeweils eine Parzelle mit geringem, eine mit mittleren sowie eine Parzelle mit starken Unkrautdruck ausgewählt.

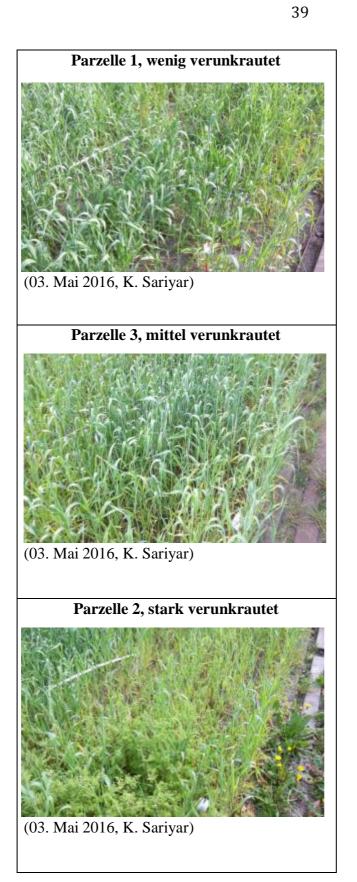


Abbildung 8: Dokumentation der Ackerbegleitflora auf ausgewählten Boniturparzellen

## 4.2. Ertrag von Winterroggen

Für die exakte Ermittlung des Ertrages an der "Kapelle der Versöhnung" wurden die im März 2016 angelegten Ernteparzellen am 21. Juli 2016 eine Woche vor Ernte der Gesamtfläche in einer Schnitthöhe von 5 cm abgeerntet. In einem nachfolgenden Schritt fand die sofortige Trocknung der geernteten Pflanzen bei 20 °C in der Lehr- und Forschungsstation Berlin Dahlem statt. Nach Abschluss der Trocknung erfolgte die Aufbereitung der Proben für die Ertragsbestimmung. Hierzu wurden sowohl der Flächenertrag, als auch die Ertragsstruktur ermittelt. In Bezug auf den Flächenertrag wurden der Korn- sowie der Strohertrag ermittelt. Für die Bestimmung der Ertragsstruktur wurden hingegen die Bestandesdichte und das Tausendkorngewicht (TKG) ermittelt. Darüber hinaus wurden für jede Parzelle die Korngrößenklassenanteile bestimmt.

### 4.2.1. Flächenertrag

Im folgenden Abschnitt der Arbeit werden die Ergebnisse des Flächenertrages ausgewertet. Im Hinblick hierauf ist festzuhalten, dass sowohl die erfassten Werte des Strohertrages, als auch die Ergebnisse des Kornertrages von g m<sup>-2</sup> in dt ha<sup>-1</sup> umgerechnet wurden.

### **Strohertrag**

Zur Bestimmung des Strohertrages ist zu erwähnen, dass für die Ermittlung der einzelnen Parzellenerträge die Trockenmassen des Strohs mit den ausgedroschenen Ähren addiert wurden sind. Somit ergibt sich für das Anbaujahr 2015/16 ein mittlerer Strohertrag für alle zehn Parzellen von 21,66 dt ha<sup>-1</sup>, was einen durchaus geringen Wert darstellt.

Betrachtet man die Verteilung der Stroherträge auf den einzelnen Parzellen, so wird ersichtlich, dass die Parzelle neun den höchsten Strohertrag aufwies. Es konnte auf dieser Parzelle ein Ertrag von 45,4 dt ha<sup>-1</sup> ermittelt werden. Als Parzelle mit dem niedrigsten Strohertrag konnte hingegen die Parzelle drei mit einem Ertrag von 10,2 dt ha<sup>-1</sup> identifiziert werden (vgl. Abb. 9).

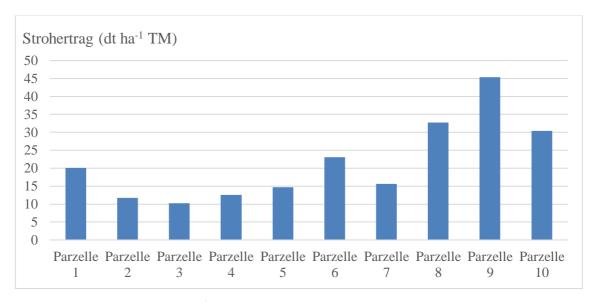


Abbildung 9: Strohertrag (dt ha<sup>-1</sup> TM)

#### **Kornertrag**

Betrachtet man sich den durchschnittlichen Kornertrag aus dem Anbaujahr 2015/16, so kann festgestellt werden, dass dieser mit 18,22 dt ha<sup>-1</sup> deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von 55,5 dt ha<sup>-1</sup> lag. Des Weiteren ist der aktuelle Kornertrag um rund 16,11 dt ha<sup>-1</sup> geringer ausgefallen als der durchschnittliche Ertrag aus dem Anbaujahr 2011/12. Im Hinblick hierauf ist jedoch anzumerken, dass in beiden Anbaujahren unterschiedliche Sorten zum Anbau gekommen sind. Somit können nur bedingt Schlüsse aus dem Vergleich beider Anbaujahre gezogen werden.

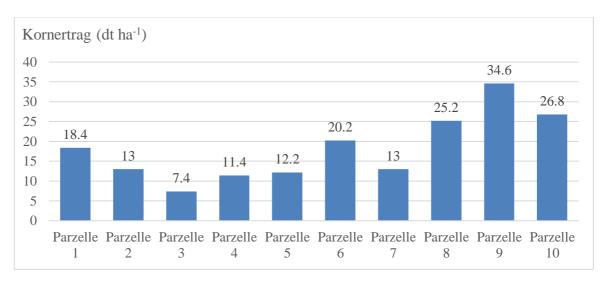


Abbildung 10: Kornertrag dt ha<sup>-1</sup> (86 % TS)

Betrachtet man sich die Verteilung der Kornerträge auf den einzelnen Parzellen, so ist deutlich, dass auf der Parzelle neun mit 34,6 dt ha<sup>-1</sup> der höchste und auf Parzelle drei mit 7,4 dt ha<sup>-1</sup> der geringste Kornertrag erfasst wurde (vgl. Abb. 10). Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass sich die Heterogenität des Standortes auch in den generierten Stroh- sowie Kornerträgen widerspiegelt.

## 4.2.2. Ertragsstruktur

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Ertragsstruktur ausgewertet. Die Ertragsstruktur setzt sich hierbei aus den Ertragskomponenten Bestandesdichte (Ähren m<sup>-2</sup>) und dem Tausendkorngewicht (TKG) zusammen. Wie eingehend schon erwähnt, fand zudem für jede der zehn Ernteparzellen eine Korngrößensortierung statt.

## Betandesdichte (Ähren m<sup>-2</sup>)

Die mittlere Bestandesdichte auf allen zehn Parzellen betrug im Anbaujahr 2015/16 246 Ähren je m², was einen durchaus niedrigen Wert darstellt, wenn man den bundesweiten Durchschnitt von 350-600 Ähren je m² zu einem Vergleich heranzieht. Betrachtet man zudem die durchschnittliche Bestandesdichte aus dem Anbaujahr 2011/12, so wird deutlich, dass die Bestandesdichte aus dem aktuellen Anbaujahr um rund 110 Ähren je m² niedriger ausgefallen ist.

In Bezug auf die Verteilung der Bestandesdichte auf den einzelnen Parzellen wies die Parzelle neun die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen auf. So konnten auf dieser Parzelle 405 Ähren je m² gezählt werden, was als "gut" zu bewerten ist. Als Parzelle mit der niedrigsten Bestandesdichte konnte hingegen die Parzelle eins mit 176 Ähren je m² identifiziert werden.

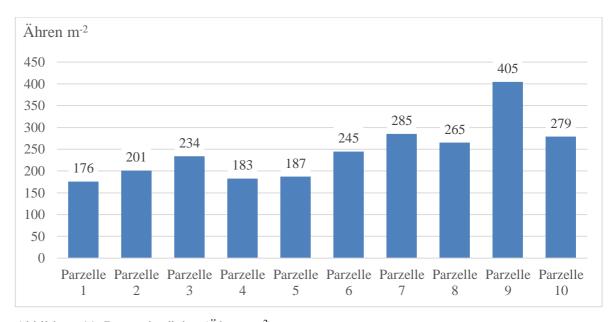


Abbildung 11: Bestandesdichte (Ähren m<sup>-2</sup>)

#### Tausendkorngewicht (TKG)

Das durchschnittliche Tausendkorngewicht aller zehn Parzellen an der "Kapelle der Versöhnung" betrug im aktuellen Anbaujahr 25,38 g. Dies stellt einen Rückgang um 8,55 g zum Anbaujahr 2011/12 dar. Außerdem liegt das aktuelle TKG deutlich unter dem bundesweiten Mittel von 30-35 g. Betrachtet man die einzelnen Parzellen genauer, so kann zudem festgestellt werden, dass sich die heterogenen Standortbedingungen auch in den einzelnen Tausendkorngewichten widerspiegeln.

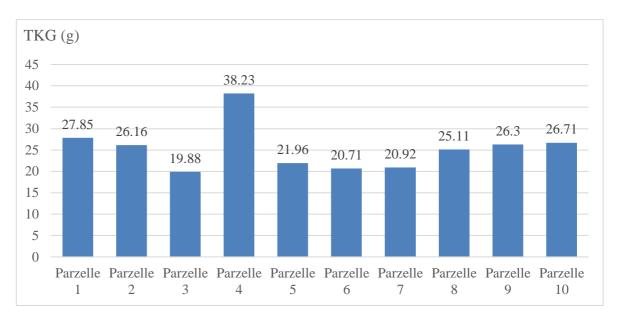


Abbildung 12: Tausendkorngewicht (g)

Das höchste Tausendkorngewicht konnte auf der Parzelle vier mit 38,23 g erfasst werden. Das niedrigste TKG fand sich hingegen auf der Parzelle drei mit 19,88 g wieder.

Insgesamt kann die Mehrheit der erfassten Tausendkorngewichte jedoch als homogen betrachtet werden. Lediglich Parzelle vier sticht mit einem überdurchschnittlich hohen TKG hervor, was der heterogenen Standortbeschaffenheit geschuldet ist.

#### Korngrößen (%)

Im Hinblick auf die Siebung der Kornproben ist anzumerken, dass aufgrund der geringen Erntemenge auf Parzelle drei lediglich eine Sortierung mit 73,21 g statt mit 100 g für diese Probe stattfinden konnte.

Betrachtet man die Ergebnisse der Siebsortierung, so ist besonders auffällig, dass sich der Großteil der Roggenkörner in der Korngrößenklasse von 2,2 mm bis 2,5 mm wiedergefunden hat. Lediglich ein geringer Anteil der Körner war größer als 2,8 mm bzw. kleiner als 2,2 mm. Besonders bei den Parzellen eins, zwei, neun sowie zehn fällt deutlich auf, dass über 40 % der gesiebten Roggenkörner eine Korngröße von 2,2 mm bis 2,5 mm aufwiesen.

Außerdem kann festgestellt werden, dass die Parzellen neun und zehn den höchsten Anteil an Körnern über 2,8 mm Größe aufwiesen. Als Parzellen mit dem höchsten Anteil an Korngrößen unter 1,8 mm konnten hingegen die Parzellen fünf und sechs identifiziert werden.

Insgesamt hat die Mehrheit der gesiebten Körner eine homogene Größe aufgewiesen, was bei den doch sehr ungleichen Standortbedingungen ausgesprochen erstaunlich ist.

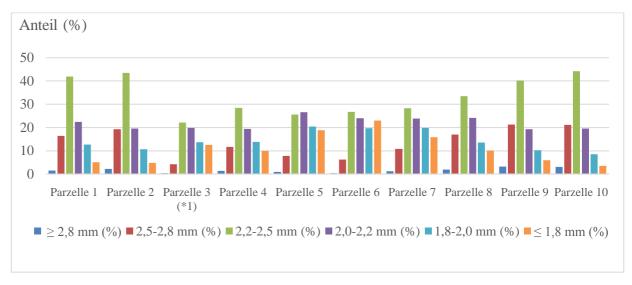


Abbildung 13: Korngrößenklassenanteile der einzelnen Parzellen (%)

[\*1Siebsortierung mit 71,21 g statt 100 g]

# 5. Zusammenfassung:

Die Aufgabe des Studienprojektes war die Durchführung verschiedener pflanzenbaulicher Untersuchungen am Roggenfeld an der "Kapelle der Versöhnung", die einen weitestgehend observierenden Charakter besitzen sollten. Davon ausgehend wurde an Hand der erfassten Ergebnisse einer Bodenanalyse sowie auf Grundlage von Klimadaten eine Bewertung des Standortes vorgenommen. Darüber hinaus wurde der Roggenbestand hinsichtlich Wachstum, Entwicklung sowie Befall mit Schaderregern und Unkraut beobachtet. Im Hinblick hierauf ist zu erwähnen, dass für eine exakte Erfassung dieser Parameter, das Roggenfeld zwischen der Bernauer Straße und dem Friedhof Sophien II in einem Zeitraum von April bis Juni wöchentlich aufgesucht wurde. Außerdem wurden die Ergebnisse zum Ertrag sowie der Ertragsstruktur präsentiert und miteinander in Zusammenhang gebracht.

Somit konnte ausgehend von den während der Vegetationsphase erhobenen Daten eine Darstellung für die Entwicklung der Wuchshöhen erstellt, sowie der Entwicklungsverlauf des Roggenbestandes am Standort dokumentiert werden. In Ansätzen ergaben sich hieraus Zusammenhänge zwischen dem Standort und den erfassten Parametern.

Zusammenfassend kann für das Anbaujahr 2015/16 festgehalten werden, dass bedingt durch die erhebliche Heterogenität des Standortes das primäre Anbauziel, eines lebhaften, dichten und wogenden Roggenbestandes als Symbolik für das Wachsen, das Werden und das Vergehen nicht über den gesamten Anbauzeitraum erreicht werden konnte. Des Weiteren muss erwähnt werden, dass im Vergleich zur praktischen Landwirtschaft ein unterdurchschnittlicher Ertrag erzielt wurde, der jedoch in Anbetracht der schwierigen Standortbedingungen und der extensiven Bewirtschaftungsweise als akzeptabel angesehen werden kann.

### 6. Quellenverzeichnis:

### Literaturquellen:

Barthelmes, G., Ebel, G., 2016: Sortenratgeber 2016/17 Winterroggen/Wintertriticale, Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Frankfurt (Oder). 3-10

de Vries, G., 2007: Roggenanbau und Vermarktung, 1. Auflage, Roggenforum e.V., Bergen. 20-45

Diepenbrock, W., Ellmer, F., Léon, J., 2016: Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, 4. Auflage, Verlag E. Ulmer, Stuttgart. 21-22.

Hanus, H., Heyland, K.-U., Keller, R., 2008: Handbuch des Pflanzenbaus, Bd. 2. Verlag E. Ulmer, Stuttgart. 322-38, 436.

Haupt, M., Zeunert, S.-A., 2013: Begleituntersuchungen zum Roggenanbau an der Kapelle der Versöhnung, Berlin. 3-55.

Lieberei, R., Reisdorff, C., 2012: Nutzpflanzen, 8. Auflage, G. Thieme Verlag, Stuttgart. 74.

Miedaner, T., 2013: Roggenanbau, DLG-Verlag GmbH Frankfurt am Main. 44-46, 92-120.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS-UND FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA), 2016: Methode A 2.2.5, Bestimmung von Gesamtstickstoff nach trockener Verbrennung. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. I Die Untersuchung von Böden, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS-UND FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA), 2012: Methode A 6.2.1.2, Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppellaktat (DL)-Auszug. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. I Die Untersuchung von Böden, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS-FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA), 2004: Methode A 4.3.2, Heißwasserextrahierbarer Kohlenstoff und Stickstoff. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs-Untersuchungsmethodik (VDLUFAund Methodenbuch), Bd. I Die Untersuchung von Böden, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS-UND FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA), 1999: Standpunkt-VDLUFA Kalium-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, Richtwerte für die Gehaltsklasse C, VDLUFA-Verlag, Darmstadt. 3-5.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS-UND FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA), 1997: Standpunkt-VDLUFA Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, VDLUFA-Verlag, Darmstadt. 3-8.

#### **Internet – Quellen:**

BASF-Pflanzenschutz Deutschland:

https://www.agrar.basf.de/agroportal/de/de/produkte\_/produktempfehlung/product\_deta\_ils\_2391.html

09.03.2017

Evangelische Versöhnungsgemeinde:

http://www.versoehnungskapelle.de/news/1/267207/nachrichten/267207.html http://www.versoehnungskapelle.de/news/1/239424/nachrichten/10-jahreroggenfeld.html

24.11.2016

Humboldt-Universität zu Berlin:

https://www.agrar.hu-

<u>berlin.de/de/institut/departments/dntw/agrarmet/service/wo/Klima-Dahlem.html</u> 09.03.2017

Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung <a href="http://www.isip.de/isip/servlet/isip-de/regionales/brandenburg/landwirtschaft/sorten">http://www.isip.de/isip/servlet/isip-de/regionales/brandenburg/landwirtschaft/sorten</a> 14.01.2017

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei-Mecklenburg Vorpommern: <a href="http://www.landwirtschaft">http://www.landwirtschaft</a>

mv.de/cms2/LFA\_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Oekono mie\_Pflanzenproduktion/Wirtschaftlichkeit\_des\_Roggenanbaus\_in\_Mecklenburg-Vorpommern/Roggenbroschuere.pdf

14.01.2017

Stiftung Berliner Mauer-Gedenkstätte Berliner Mauer:

http://berliner-mauer.mobi/kapelle-der-versoehnung.html?&

24.11.2016

### Statistisches Bundesamt:

https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/Tabellen/FeldfruechteZeitreihe.html
14.01.2017

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Umweltatlas): <a href="http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d408\_04.htm#RTFToC12">http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d408\_04.htm#RTFToC12</a> 09.03.2017