HUMBOLDT – UNIVERSITÄT ZU BERLIN

Landwirtschaftlich – Gärtnerische Fakultät

BEGLEITUNTERSUCHUNGEN ZUM ROGGENANBAU AN DER KAPELLE DER VERSÖHNUNG

Studienprojekt im Studiengang:

B.Sc. Agrarwissenschaften

vorgelegt von:

Sina – Alica Zeunert

Max Haupt

Betreuer:

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

Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau

Berlin, den 05.03.2013

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis		3
I	**Einleitung** *M. Haupt*	4
II	**Geschichte des Roggenfeldes** *S.-A. Zeunert*	5
III	**Pflanzenbauliche Aspekte**	11
III.1	Eigenschaften des Roggens *M. Haupt*	11
III.2	Standort *M. Haupt*	13
2.1	Boden *M. Haupt*	14
2.2	Klima und Witterung *M. Haupt*	19
III.3	Anbaumaßnahmen am Standort *M.Haupt*	23
III.4	Bestandsentwicklung *M.Haupt*	24
4.1	Wachstums- und Entwicklungsverlauf während der Vegetationsperiode *M.Haupt*	25
4.2	Unkrautbonitur *S.-A. Zeunert*	37
III.5	Ertrag und Qualität von Winterroggen *S.-A. Zeunert*	40
5.1	Flächenertrag *S.-A. Zeunert*	41
5.2	Ertragsstruktur *S.-A. Zeunert*	44
5.3	Qualitätsparameter *S.-A. Zeunert*	50
IV	**Zusammenfassung** *M.Haupt*	55
V	**Quellen**	56
VI	**Abbildungsverzeichnis**	61
VII	**Tabellenverzeichnis**	63
VIII	**Anhang**	64

Abkürzungsverzeichnis

LTZ	Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

I Einleitung

Im Rahmen des Studienprojekts „Begleituntersuchungen zum Roggenanbau an der Kapelle der Versöhnung“ befassten sich zwei Studierende der Landwirtschaftlich – Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität mit dem erstmalig 2005 von der Versöhnungsgemeinde durchgeführten Projekt. Das siebte Jahr des Roggenanbaus ging einher mit der Eröffnung des Abschnitt B der Außenausstellung der Gedenkstätte Berliner Mauer zwischen Ackerstraße und Strelitzer Straße. Das Roggenfeld um die Kapelle der Versöhnung und sein primäres Anbauziel, als Symbol des Lebens auf dem ehemaligen Todesstreifen zu fungieren, hat damit nach der Neugestaltung des Areals weiterhin Bestand.

Diese Arbeit besitzt weitestgehend einen observierenden Charakter und der Hauptfokus liegt, neben der unausweichlichen Beschäftigung mit den historischen Hintergründen des Standorts als Ursache für das heute gegenwärtige Roggenfeld inmitten Berlins, auf den pflanzenbaulichen Aspekten des Roggenanbaus am Standort Bernauer Straße. So werden im Folgenden unter anderem die Ergebnisse einer Bodenanalyse des Standorts sowie die Witterung im Anbaujahr 2011 / 2012 am Standort ausgewertet, die Bestandsentwicklung diskutiert und die Ergebnisse der Untersuchungen zu Ertrag und Qualität der Ernteprodukte präsentiert und zueinander in Zusammenhang gebracht.

II Geschichte des Roggenfeldes

Der Ursprung

Das heutige Gelände der *Kapelle der Versöhnung,* im Bereich der *Gedenkstätte Berliner Mauer* an der Bernauer Straße, wurde bis 1740 als landwirtschaftliche Nutzfläche und zur Feuerholzgewinnung genutzt. Erst durch König Friedrich dem II. entstanden 1751 Kolonialisierungspläne, die zur Erschließung dieser Flächen führten. Sein Vorhaben bestand darin, neue Siedlungsgebiete für Familien aus dem Bauhandwerk zu errichten, um dort eine unabhängige Wirtschaft aufzubauen und die bewaldeten Flächen nutzbar zu machen. Die angesiedelten Familien stammten größtenteils aus dem Voigtland, woher auch der Name der neu entstandenen Kolonie Neu Voigtland kommt. Auf der Fläche wurden parallel angeordnete Straßen mit einstöckigen Zweifamilienhäusern errichtet. Zwischen den Gebäuden wurden kleine Gärten angelegt, die einerseits dazu dienten, die wachsende Bevölkerung mit frischen Nahrungsmitteln zu versorgen und anderseits dem Stadtbild charakteristischen Ausdruck verliehen.

1831 wurde dieser Bereich eingemeindet und war fortan Teil Berlins. Die ursprüngliche Kolonie Neu Voigtland wurde nach dem gleichnamigen Stadttor zur Rosenthaler Vorstadt umbenannt. Durch die Eingemeindung und weitere städtebauliche Entwicklungen veränderte sich wieder das Erscheinungsbild um den Bereich der *Gedenkstätte Berliner Mauer*.

Die typischen Berliner Mietskasernen wurden bis zum Beginn des ersten Weltkrieges errichtet. Von ihnen ist heute sogar noch ein großer Teil erhalten.

Die Versöhnungskirche

Auf Grund des anhaltenden Bevölkerungswachstums und der fortlaufenden Erschließung der Vorstädte wurde zudem der Neubau weiterer Kirchen notwendig. 1830 begann Karl Friedrich Schinkel im Auftrag Friedrich Wilhelm des III. vier Vorstadtkirchen zu bauen. Darunter auch die Sankt Elisabeth Kirche in der Invalidenstraße.

Auf einem alten Teil des Friedhofes der Elisabethgemeinde begann der Bau der Versöhnungskirche unter Führung des Architekten Gotthilf Ludwig Möckel im Jahre 1892. Zwei Jahre später wurde die neue Kapelle feierlich eingeweiht. Kaiserin Auguste Viktoria überreichte persönlich den Schlüssel des neuen Gotteshauses. In den

folgenden Jahren gründeten sich mehrere Hilfsvereine, die zur Verbesserung der Lebensverhältnisse und zu einem engeren Gemeindeleben beitrugen.
Der zweite Weltkrieg beschädigte die Versöhnungskirche erheblich. Nur durch arbeits- und zeitaufwendige Renovierungen wurde die Nutzung des Gebäudes wieder möglich.

Im Schatten der Berliner Mauer

Am 13. August 1961 kam es zu einem weiteren einschneidenden Ereignis: Der Mauerbau. Dieser trennte nicht nur Familien und Freunde sondern auch die Versöhnungsgemeinde. Die Kirche lag inmitten der Sperrzone (Abb. 1), was dazu führte, dass man ihre Pforten für rund 20 Jahre versperrte.

Abbildung 1: Modell der ehemaligen Versöhnungskirche mit Umgebung nach dem Mauerbau, Ausstellungsstück im Dokumentationszentrum der Gedenkstätte Berliner Mauer, 18.07.2012 (M. Haupt)

Dem totalitärem Regime der DDR war dieser rote Backsteinbau mit dem Namen „Versöhnungskirche“ ein Dorn im Auge. Er zeigt nur zu deutlich das Unrecht der deutschen Teilung.

Als einzige Lösung, für dieses symbolträchtige Gebäude, kam also nur ein Abriss in Frage. Die Sprengung der Kirche erfolgte am 22. Januar 1985 (Abb. 2).

Abbildung 2: Sprengung der Kirche 1985 (Landesarchiv Berlin, 2012)

Erst einige Jahre nach dem Mauerfall am 09. November 1989 kehrte die Kirche mit ihrer Gemeinde an den alten Standort zurück. Auf dem Grundriss der alten Versöhnungskirche baute man die neue „Kapelle der Versöhnung“ (Abb. 3).

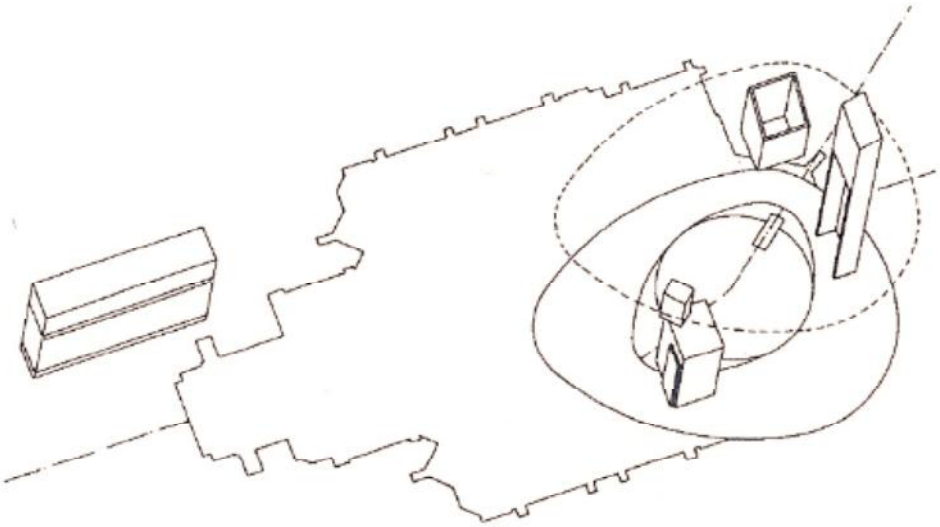

Abbildung 3: Isometrie (Reitermann/Sassenroth, 2000)

Sie ist jedoch mit 315 m^2 deutlich kleiner als das historische Gebäude. Durch den ehemaligen Postenweg und noch vorhandene Umrisse des alten Sakralbaus findet man Spuren, die auf die Vergangenheit des Ortes hinweisen. Während der Fertigstellung der Kirche bekamen die alten Glocken, der Altar und das Kirchturmkreuz einen neuen Platz auf dem Gelände.

Die Berliner Architekten Peter Sassenroth und Rudolf Reitermann entschieden sich als Baumaterial des Gebäudes für einen massiven Stampflehm, der mit zermahlenem Bauschutt der abgerissenen Kapelle ergänzt wurde. Eine lichtdurchlässige Lamellenwand aus Holz rundet das Gesamtbild ab (Abb. 4).

Abbildung 4: Glockenstuhl und Kapelle illuminiert (Jungeblodt, Christian, 2001)

Die Versöhnungskapelle ist ein Teil des Projektes „Gedenkstätte Berliner Mauer“. Zusammen mit dem Besucher- und Dokumentationszentrum, dem Denkmal, dem Fenster des Gedenkens und der Ausstellung im S-Bahnhof Nordbahnhof gehören diese sechs Elemente zu dem Gedenkstättenareal. Auf künstlerische, dokumentarische und religiöse Weise wird hier eine Annäherung an die deutsche Teilung geschaffen.

Das Roggenfeld

Die erste Kultivierung der brach liegenden Flächen um den ehemaligen Todesstreifen erfolgte durch die DDR-Bürgerbewegung im April 1990. Ziel war es in diesem einst von Trauer und Tod geprägten Bereich, das Leben aufblühen zu lassen. Aus diesem Grund säte man rund 10 Tonnen Lupinensamen. Das Vorhaben scheiterte jedoch, da Wildkaninchen und Vögel die Saat auffraßen.

Die weitere Kultivierung der Flächen erfolgte durch die Versöhnungsgemeinde. Man „pflanzte“ Bett, Tisch und Stuhl als Erinnerung an die vertriebenen Menschen im Bereich der Mauer in den Boden.

Da der Boden größtenteils aus Schutt besteht, säte man zur Bodenverbesserung Wildblumensamen aus. Anschließend folgte ein Trockenrasen um den Boden vor Winderosion zu schützen. Später wurde der Bereich nochmals mit Wildblumen und auch Raps bepflanzt.

Nach einer Idee des Bildhauer Michael Spengler wird seit 2005 der uns heute bekannte Roggen auf dem Gelände rund um die Kapelle angebaut (Abb. 5).

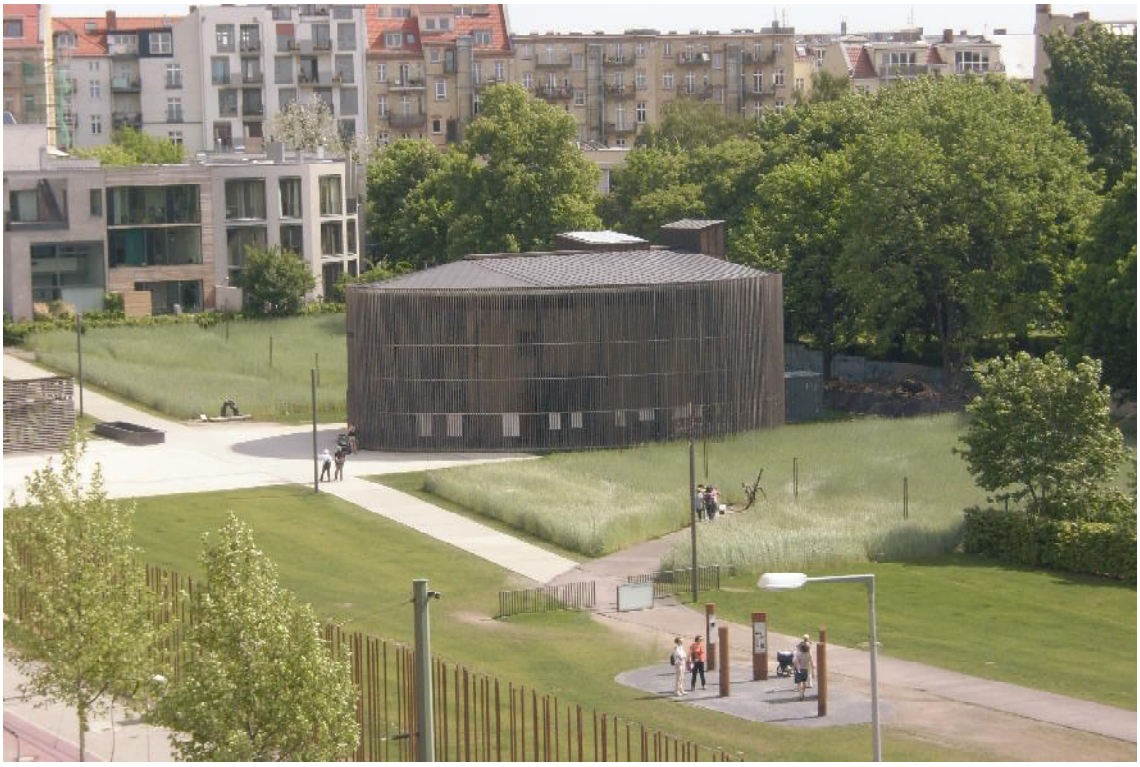

Abbildung 5: Kapelle der Versöhnung mit Roggenfeld am 12. Mai 2012 (S.-A. Zeunert)

Michael Spengler nutzt die Symbolkraft eines wogenden und lebendig anmutenden Roggenfeldes, welches als Sinnbild für das Leben im Todesstreifen steht.

Der Roggen steht aber nicht nur für das Leben, man findet in Bezug zur Kirche häufig auch die Metapher vom Korn in der Bibel. So zum Beispiel die Josephgeschichte mit den „sieben fetten und den sieben mageren Jahren“. Außerdem gewinnt der Mensch, der in der Großstadt oft den Bezug zur Natur verloren hat, durch die Prozesse des Säens, Wachsens und Erntens wieder einen Bezug dazu. Seither bewundern täglich tausende Besucher das Lehmbaukunstwerk, welches umrandet vom Roggenfeld im ehemaligen Todesstreifen der Berliner Mauer liegt.

Das Projekt wird durch die Stiftung Berliner Mauer finanziert. Die anliegenden Gedenkstätte sowie die Versöhnungsgemeinde unterstützen das Projekt. In Kooperation mit der *Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät* der *Humboldt-Universität zu Berlin* wird das Roggenfeld pflanzenbaulich betreut.

Auch die geernteten Roggenkörner finden Verwendung. Sie werden unter anderem für das so genannte „Friedensbrot“, den „FINE BERLIN WALL WHISKEY“ und die Abendmahls-Oblaten, die während der Gottesdienste verteilt werden, genutzt.

III Pflanzenbauliche Aspekte

III.1 Eigenschaften des Roggens

Die der Familie der *Gramineae* angehörende Getreideart Roggen (*Secale cereale)* stellt unter den im praktischen Anbau gängigen Getreidearten in Hinblick auf Standort und Klima den anspruchlosesten Vertreter dar. Insbesondere auf sandigen und sommertrockenen Böden gilt Roggen als ertragsstabile Fruchtart (Hanff et al., 2007) und zeichnet sich durch seine Winterfestigkeit, sein schnelles Regenerationsvermögen im Frühjahr sowie seinen geringen Wasserbedarf in der Hauptvegetationszeit aus (de Vries, 2007; Tabelle 1).

Tabelle 1: Witterungsfaktoren für Keimung, Wachstum und Blütenbildung bei Winterroggen (nach Geisler, 1988)

Keimtemperatur (°C) - Minimum - Optimum	 1 - 2 20 - 25
Wachstumsbeginn (°C)	2 - 3
Vernalisationsbedarf - Temperatur (°C) - Dauer (d)	 0 - 3 30 - 50
Winterhärte (°C), ohne Schneedecke	-25
Transpirationskoeffizient (l kg^{-1} TM)	400

Der Anbauumfang von Roggen in der BRD lag 2012 bei 710.000 ha (mit Wintermenggetreide). Es wurde ein Durchschnittsertrag von 54,8 dt ha^{-1} erzielt (Statistisches Bundesamt, 2012). Hierbei war Brandenburg mit einer Anbaufläche von 193.900 ha „Roggenanbauland Nummer 1“ (Amt für Statistik BB, 2012 a) und der Roggen aufgrund des hohen Anteils leichter Böden wie üblich das dominierende Getreide. In seiner Ertragsschätzung geht das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg von durchschnittlich 36,9 dt ha^{-1} aus (2012 b).

Das Feldversuchs-Ertragspotential des selbstverträglichen Roggens liegt bei > 100 dt ha^{-1}, das nutzbare Ertragspotenzial bei > 60 dt ha^{-1} (Diepenbrock et al., 2009). Es werden Bestandsdichten von durchschnittlich 300 – 600 Ähren m^{-2} und

Tausendkorngewichte zwischen 35 und 48 g erreicht (de Vries, 2007). Die Hauptbestandteile des erntereifen Korns sind bei einem Trockensubstanzgehalt von 86 % zu 65 bis 70 % Kohlenhydrate, zu 10 % Eiweiße und zu jeweils 2 % Fette und Mineralstoffe (KTLB, 2005).

Verwertung findet Roggen vor allem als Brotroggen, als Futter in der Tierproduktion und als nachwachsender Rohstoff zum Einsatz in Biogasanlagen, sowie zur Herstellung von Bioethanol (Roggenforum e.V., 2007).

Bei dem an der Kapelle der Versöhnung zum Anbau gelangenden Roggen handelt es sich um die Populationssorte Borellus der Saatzucht Steinach GmbH und Co KG, welche ursprünglich 1988 zugelassen wurde. Die langstrohige Sorte gilt als trockentolerant und wurde für grundwasserferne D-Standorte empfohlen (Lühe et al., 1999).

III.2 Standort

Die Anbaufläche befindet sich an der „Kapelle der Versöhnung“ auf dem Gelände der „Gedenkstätte Berliner Mauer“ an der Bernauer Straße, zwischen Ackerstraße und Strelitzer Straße (Breite: 52°32’09 N, Länge: 13°23’32 E, 39 - 44 m ü. NN). Sie verteilt sich auf zwei Teilflächen, welche die Kapelle flankieren (Abb. 6).

Abbildung 6: Teilflächen des Roggenfeldes 2012 (GOOGLE EARTH 2012)

Abbildung 7: Teilflächen des Roggenfeldes 2009 (Roß et al., 2009)

Damit hat sich die Anbaufläche im Zuge der Neugestaltung des Gedenkstättenareals bis zum August 2011 im Vergleich zu den Vorjahren verringert (Abb. 7), und beträgt nun insgesamt rund 2080 m². Das nordöstliche Teilstück (Fläche B, siehe Abb. 8) weist ein sanftes Gefälle in südwestlicher Richtung auf.

III.2.1 Boden

Im Rahmen des neuen Gedenkstättenkonzepts sind gestalterische Elemente in die Fläche integriert worden. Beispielsweise wurden Stahlbänder in den Boden eingelassen und mehrere Stelen aus Cortenstahl installiert, welche die Hinterlandmauer der ehemaligen Grenzanlage symbolisieren und erlebbar machen sollen. In Folge der Bauarbeiten wurde der Oberboden abgetragen und neues Material aufgebracht. Im Rahmen des Studienprojekts wurden deshalb am 29. November 2011 von beiden Teilflächen jeweils fünf Mischproben aus der Ackerkrume (d.h. aus den oberen 20 cm) für die Analyse im Labor entnommen. Im Vorfeld waren bereits Parzellen von der Größe 1 m x 1 m angelegt und abgesteckt worden (Abb. 8). Diese Parzellen wurden beprobt und das Material im Gemeinschaftslabor Analytik der Landwirtschaftlich – Gärtnerischen Fakultät untersucht.

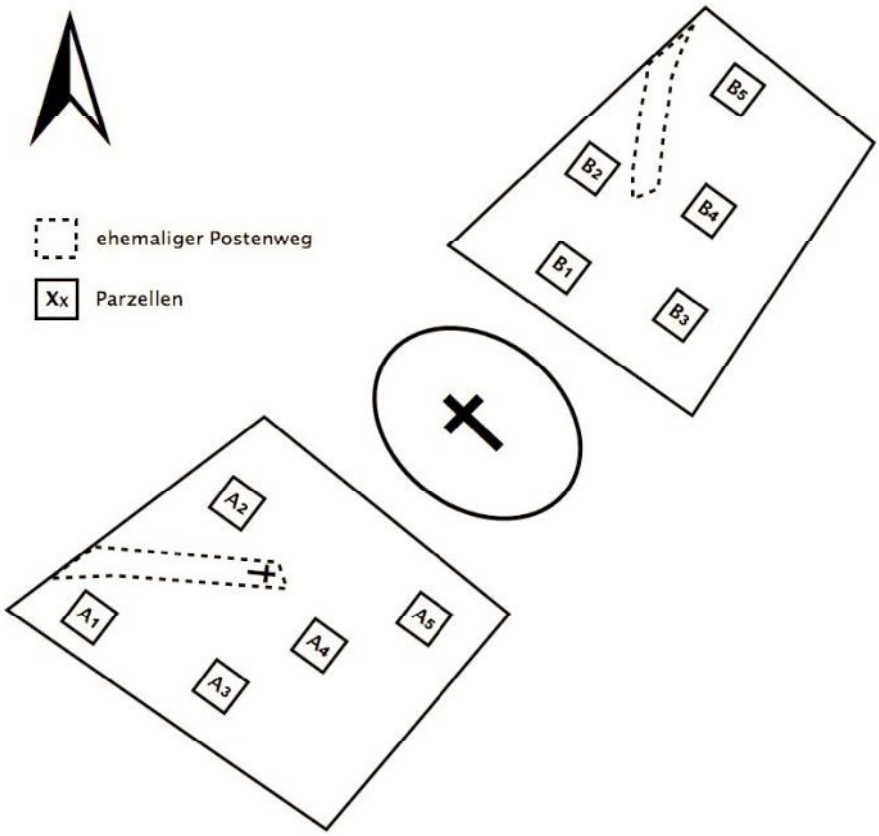

Abbildung 8: Lageplan der Parzellen - schematisch

Die Bodenart konnte mittels Fingerprobe gemäß der Bodenkundlichen Kartieranleitung als mittel schluffiger Sand (Su3) bestimmt werden. Es handelt sich also um einen

leichten Boden mit einem Tongehalt zwischen null und acht Masseprozent, einem Schluffgehalt zwischen 25 und 40 Masseprozent und einem Sandanteil zwischen 52 und 75 Masseprozent (Sponagel, 2005). Die Ergebnisse der Bodenanalyse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bodenanalyse

Parzellen	**pH-Wert**	**P**	**K**	**Mg**	**C_t (%)**	**C_{org} (%)**	**N_t (%)**
		mg 100 g^{-1} OS					
A1	7,24	8,56	5,40	3,39	1,637	1,220	0,093
A2	7,44	9,68	5,16	1,85	1,176	0,960	0,065
A3	7,38	7,33	3,91	2,63	1,199	1,040	0,074
A4	7,43	6,25	3,68	2,15	1,321	1,030	0,079
A5	7,32	8,96	3,50	2,04	1,046	0,860	0,057
B1	7,19	10,98	7,96	3,12	1,703	1,400	0,109
B2	7,30	8,87	6,14	3,05	1,515	1,320	0,098
B3	7,46	6,80	4,63	1,61	1,371	1,060	0,076
B4	7,52	6,38	4,57	1,64	1,246	0,780	0,065
B5	7,44	5,85	4,52	2,30	1,273	0,910	0,072
$X_{A\&B}$	7,37	7,97	4,95	2,38	1,349	1,060	0,079

Auffällig ist besonders der hohe pH-Wert von durchschnittlich 7,37. Damit ist der Standort der pH-Gehaltsklasse E zuzuordnen (Tabelle 3) und eine Kalkdüngung bis auf weiteres nicht notwendig. Für vergleichbare Böden bezüglich Bodenart und Humusgehalt empfiehlt der Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) einen pH-Wert zwischen 5,8 und 6,3 (enspricht pH-Gehaltsklasse C) (Kerschberger, 2000).

Als mangelhaft war hingegen die Versorgung mit pflanzenverfügbarem Kalium und Magnesium zu bewerten. Hier wurde jeweils lediglich Gehaltsklasse B erreicht. Durch eine im März erfolgte Düngung von 60 kg ha^{-1} K als „Korn-Kali“ (u.a. 40 % K_2O, 6 % MgO), wodurch auch 6,5 kg ha^{-1} Mg auf die Fläche gelangten, dürften sich diese Werte erhöht haben. Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor lag innerhalb der anzustrebenden Gehaltsklasse C und sollte in Zukunft durch eine Erhaltungsdüngung aufrechterhalten werden.

Tabelle 3: Einordnung in Gehaltsklassen nach VDLUFA bzw. LTZ (*), Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfahlen (**)

Parameter	$X_{A\&B}$	Gehaltsklasse nach VDLUFA	Gehaltsklasse C nach VDLUFA
pH-Wert	7,37	E	5,8 – 6,3
P_{DL} (mg 100 g^{-1})	7,97	C	4,5 – 9,0
K_{DL} (mg 100 g^{-1})	4,95	B*	8,0 – 12,0
Mg (mg 100 g^{-1})	2,38	B**	3,0 – 4,0**

Aus den Analyseergebnissen für den organischen Kohlenstoff lässt sich ein durchschnittlicher Gehalt an organischer Bodensubstanz von 1,83 % berechnen, was für die zugrunde liegende Bodenart einen guten Wert darstellt. Es ist zu erwarten, dass es in Zukunft bei fortgesetztem Roggenanbau in Selbstfolge, der damit verbundenen Bodenbearbeitung und ohne organische Düngung zu einem Abbau an organischer Bodensubstanz kommen wird. In Hinblick auf die positive Wirkung derselben auf Kationenaustauschkapazität (KAK) und nutzbare Feldkapazität (nFK), welche aufgrund des hohen Sandanteils des Bodens ohnehin als eher gering eingeschätzt werden müssen, ist dies nicht vorteilhaft. Bei dem derzeitigen Humusgehalt und unter Einbeziehung der Bodenart lässt sich für die potentielle Kationenaustauschkapazität ein Wert von 7,66 $cmol_c$ kg^{-1} Boden ableiten. Bezieht man den durchschnittlichen pH-Wert in die Berechnung mit ein, so verringert sich die KAK um 20 % und es ergibt sich eine effektive Kationenaustauschkapazität von 6,13 $cmol_c$ kg^{-1} Boden (Sponagel, 2005).
Abgeleitet aus den Gehalten an organischem Kohlenstoff und Stickstoff lässt sich das durchschnittliche C/N-Verhältnis der organischen Bodensubstanz als 13,5:1 bestimmen, was gemäß der Bodenkundlichen Kartieranleitung für eine hohe Humusqualität spricht.

Im Rahmen des Vorgängerprojektes wurde am 19. August 2009 auf der damaligen Teilfläche 2 des Roggenfeldes ein zentral liegendes Bodenprofil (Abb. 9) angelegt. Trotz der Einstellung des Roggenanbaus auf dem Areal der Teilfläche 2 sollen die damals gewonnen Erkenntnisse insbesondere über die Beschaffenheit des Untergrunds im Folgenden auf die heutige, in unmittelbarer Nachbarschaft liegende, Anbaufläche übertragen werden (vgl. Abb. 6 und 7).

Abbildung 9: Bodenprofil an der Kapelle der Versöhnung, 19.08.2009
(Ross et al., 2009)

Die Bodenform wurde 2009 als Pararendzina aus flachem, anthropogen abgelagertem, schwach grusführendem Carbonatlehmsand aus (Geschiebe-) Decksand über anthropogen abgelagertem Carbonatlehmsandgrusschutt (oj-(zz2)cls (Sp) \ ojclszn (Ybz, Sp)) aus Siedlungsbauschutt klassifiziert. Besondere pflanzenbauliche Relevanz besitzt die Festellung, dass auf den flachgründigen, maximal 20 cm mächtigen jeAp-Horizont ein stark verfestigter jyelC-Horizont (20 – 70 cm) folgt. Dieser erwies sich als schwer grabbar und besteht zu einem Anteil von deutlich über fünfzig Prozent aus grobem Bauschutt in Form von Ziegelsteinen und ganzen Mauerresten. Nur vereinzelt ermöglichen Lücken zwischen den Steinen Wurzelwachstum. So stellt der C-Horizont aufgrund seiner Beschaffenheit ein schwerlich zu überwindendes Hindernis für Pflanzenwurzeln dar, weshalb die darunter liegenden Bodenschichten pflanzenbaulich nicht von Bedeutung sind (Roß et al., 2009). Außerdem ist davon auszugehen, dass hier der kapillare Aufstieg von Wasser und damit die Wasserversorgung des Standortes insbesondere bei länger anhaltender Trockenheit beeinträchtigt wird.

III.2.2 Klima und Witterung

In der Vergangenheit bestand durch den Einsatz einer mobilen Wetterstation die Möglichkeit, direkt am Standort „Kapelle der Versöhnung“ Daten über den Jahreswitterungsverlauf zu erheben. Für das Anbaujahr 2011 / 2012 stand dieses Instrument, auch aus ästhetischen Gründen im Zusammenhang mit der Gedenkstätte, nicht mehr zur Verfügung.

Daher werden für die Besprechung von Klima und Witterung meteorologische Beobachtungen der Klimastation des Versuchsstandorts Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 5 (Breite: 52°28' N; Länge: 13°18' E, Höhe: 51 m ü. NN) herangezogen. Dieser Standort liegt knappe 10 km (Luftlinie) in südwestlicher Richtung vom Standort an der Bernauer Straße entfernt. Beide Standorte lassen sich dem Übergangsbereich zwischen dem stärker maritim beeinflussten norddeutschen Flachland und dem kontinentalen osteuropäischen Festland zuordnen. Sie sind der immerfeuchten, warmgemäßigten Klimazone mit warmen Sommern zuzuordnen (Cfb) (Agrarklimatologie der Humboldt – Universität zu Berlin, 2012).

Tabelle 4 fasst ausgewählte Klimadaten aus der Bezugsperiode 1981 – 2010 für den Standort Berlin-Dahlem zusammen.

Tabelle 4: Klimadaten der Bezugsperiode 1981-2010, Standort Berlin-Dahlem (Agrarmeterologie der Humboldt - Universität zu Berlin, 2012)

Parameter	**Maßeinheiten**	**Werte**
Jahresmittel der Lufttemperatur	°C	9,9
Mittlere Jahressumme der Globalstrahlung	MJ m^{-2}	3561,5
Mittlere Summe der Sonnenscheindauer	h	1705,8
Mittlere Niederschlagshöhe	mm	561,9
Mittlere Verdunstungshöhe (nach Haude)	mm	697,3
Mittlere Summe der klimatischen Wasserbilanz	mm	-135,6

Die hier dargestellten Parameter besitzen für die klimatische Beschreibung des Standorts Bernauer Straße begrenzte Aussagekraft. Insbesondere die Übertragung von Niederschlagsmessungen vom Standort Berlin-Dahlem auf den Standort Bernauer Straße ist aufgrund der lokalen Begrenzung von Niederschlagsereignissen schwierig.

Generell muss davon ausgegangen werden, dass die mittlere Niederschlagshöhe im westlichen Stadtgebiet höher ausfällt, als dies in den Innenstadtbezirken der Fall ist, wo Niederschlagshöhen bis unter 540 mm registriert werden. Der Standort Dahlem profitiert hier im Vergleich zum Standort Bernauer Straße von den vorherrschenden westlichen Strömungen und den Steigungsregen verursachenden Höhenzügen des Grunewalds (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt - Berliner Umweltatlas, 2012). In Hinblick auf die Lufttemperatur ist davon auszugehen, dass der innerstädtische Standort Bernauer Straße verglichen mit Dahlem im Mittel etwas höhere Temperaturen erreicht. Unter Berücksichtigung der geschilderten Umstände ist die Nutzung der meteorologischen Beobachtung vom Standort Dahlem jedoch statthaft.

Abbildung 10 visualisiert den Verlauf der Niederschlagshöhen und der Lufttemperaturen am Standort Dahlem im langjährigen Mittel und im Zeitraum August 2011 bis August 2012 und erfasst somit auch die Anbauperiode des Roggens von Ende September 2011 bis Ende Juli 2012.

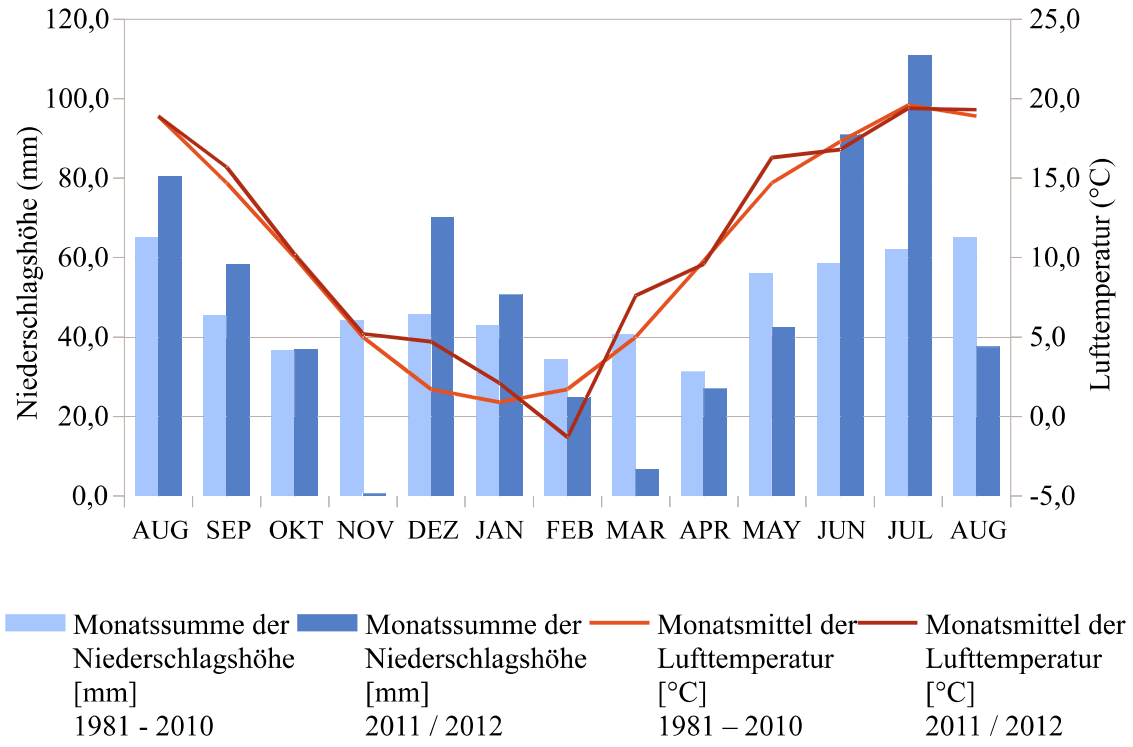

Abbildung 10: Niederschlagshöhe und Lufttemperatur am Standort Berlin - Dahlem im langjährigen Mittel und im Anbaujahr 2011 / 2012 (eigene Darstellung, nach Daten der Agarmeterologie der Humboldt – Universität zu Berlin, 2012)

Auffällig ist insbesondere der sehr geringe Niederschlag im November 2011 von lediglich 0,5 mm, welche auf ein einziges Niederschlagsereignis am 25. November entfallen. Bei dieser außergewöhnlichen Trockenheit handelte es sich nicht um einen Dahlemer Einzelfall, vielmehr ist der November 2011 nicht nur als trockenster November, sondern auch als trockenster Monat überhaupt seit Beginn der deutschen Wetteraufzeichnungen in die Geschichte eingegangen.

Auf den trockenen November folgte ein überdurchschnittlich niederschlagsreicher Dezember, der mit einer Niederschlagshöhe von 70,1 mm um 24,5 mm über dem langjährigen Mittel am Standort Dahlem lag und der zusätzlich mit einer mittleren Lufttemperatur von 4,7 °C sehr mild ausfiel.

Ähnlich mild und ebenfalls feuchter als im Mittel der Vergleichsperiode verlief der Januar 2012, während der Februar 2012 deutlich trockener war und in der ersten Hälfte von Temperaturen unter dem Gefrierpunkt dominiert wurde. Am 6. Februar 2012 wurde das Minimum der Lufttemperatur des Winters 2011 / 2012 am Standort Dahlem von -17,9 °C erreicht. Es ist der letzten Januar- und den ersten beiden Februarwochen zuzuschreiben, dass im Winter 2011 / 2012 mit einer Kältesumme von 140,6 K ein Ergebnis deutlich über dem langjährigen Mittel von 120,2 K erreicht wurde.

Der Beginn der thermischen Vegetationsperiode im Jahr 2012 am 22. Februar war außergewöhnlich früh (1981-2010: 10.03.). In der Folge verblieben die Tagesmitteltemperaturen über der 5 °C – Marke.

Der März 2012 lag mit einer durchschnittlichen Lufttemperatur von 7,6 °C über dem langjährigen Mittel und erreichte eine Niederschlagshöhe von nur 6,6 mm. Damit ergibt sich im Vergleich zum langjährigen Mittel ein Defizit von 33,9 mm Niederschlag. Nur der März 1929 und der März 1953 waren trockener.

Auch die Monate April und Mai 2012 verzeichneten geringere Summen der Niederschlagshöhen als die Vergleichsperiode. Neben der geringen monatlichen Niederschlagshöhe war für die Periode März bis Mai auch die ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge über die drei Monate bezeichnend, wie aus Abbildung 11 ersichtlich wird. So entfiel ein Großteil der Niederschläge in diesem Zeitraum auf einzelne, intensive Niederschlagsereignisse, während es beispielsweise zwischen dem 12. und 28. März sowie zwischen dem 16. und 30. Mai überhaupt keinen Regen gab.

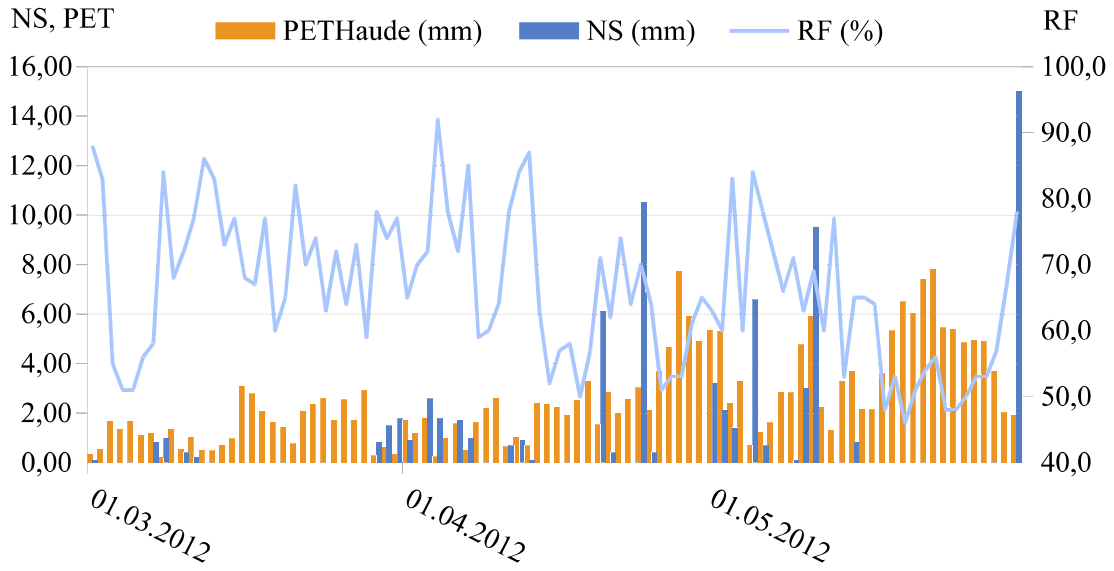

Abbildung 11: Verdunstungshöhe, Niederschlagshöhe und relative Luftfeuchte am Standort Berlin–Dahlem vom 1. März bis zum 31. Mai 2012 (eigene Darstellung, nach Daten der Agrarklimatologie der Humboldt-Universität zu Berlin, 2012)

Auf diese Frühsommertrockenheit folgten mit Juni und Juli zwei Monate, die hinsichtlich der Lufttemperaturen am Standort Dahlem weitestgehend dem langjährigen Mittel entsprachen, dieses jedoch im Falle der Niederschlagshöhen mit Monatssummen von 91,0 bzw. 110,9 mm Niederschlag deutlich übertrafen.

Für die kurze Vegetationsperiode von April bis Juli 2012 ergibt sich eine Niederschlagssumme von 271,4 mm Niederschlag und unter Einbeziehung der Verdunstungshöhen eine negative Wasserbilanz in Höhe von -117,3 mm. Aus pflanzenbaulicher Sicht ist eine derartige Wasserbilanz und die ungünstige Verteilung der Niederschläge im Sommer 2012 insbesondere unter der Annahme, dass am Standort Bernauer Straße die Wassernachlieferung aus dem Untergrund zumindest teilweise beeinträchtigt ist, negativ zu bewerten.

Die höchste Temperatur, welche der Roggen im Sommer 2012 ausgesetzt war, wurde mit 31,8 °C am 29. Juni 2012 erreicht. Mit einer Wärmesumme von 96,6 K blieb der Sommer 2012 in Hinblick auf die Tagesmitteltemperaturen am Standort Dahlem unter dem Wert des langjährigen Mittels von 103,1 K.

III.3 Anbaumaßnahmen am Standort

In Tabelle 5 sind die im Anbaujahr 2011 / 2012 am Standort Kapelle der Versöhnung umgesetzten Anbaumaßnahmen zusammengefasst. Aufgrund der spezifischen Verhältnisse am Standort steht hier generell nur ein begrenztes Repertoire an Maßnahmen zur Verfügung. So ist die Stoppel- und Bodenbearbeitung aufgrund der kleinteiligen Struktur und der gestalterischen Elemente auf der Anbaufläche nur mit aktiv angetriebenen Geräten wie Mulcher und Fräse möglich. Deren negative Wirkung auf das Bodengefüge und den Parameter Krümelstruktur muss deshalb in Kauf genommen werden. Die Tiefe der Bodenbearbeitung ist durch die Flachgründigkeit des Standortes begrenzt.

Tabelle 5: Agrotechnische Maßnahmen zum Roggenanbau an der Kapelle der Versöhnung, Anbaujahr 2011/2012

Termin	**Maßnahme**
08.08.2011	Stoppelbearbeitung mit Bodenfräse
22.08.2011	Bodenbearbeitung mit Fräse, 15 cm
26.09.2011	Aussaat Sorte: Borellus Saatdichte: 300 Körner m^{-2}
12.10.2011	Nachsaat an Feldecken per Hand
16.03.2012	Düngung Stickstoff: 60 kg ha^{-1} (Kalkammonsalpeter) Kalium: 60 kg ha^{-1} (Kornkali)
18.07.2012	Ernte der Boniturparzellen
24.07.2012	Ernte des Feldes mit Parzellenmähdrescher

Eine chemische Unkrautbekämpfung erfolgte im Anbaujahr 2011 / 2012 nicht. Generell wäre die Anwendung von Herbiziden und Pestiziden wegen des Besucherverkehrs auf dem Gelände der Gedenkstätte auch nur schwer umsetzbar.

Um trotz der weniger guten Standortbedingungen eine hohe Anzahl an Jungpflanzen und einen dichten Bestand zu erreichen, wurde eine vergleichsweise hohe Saatdichte von 300 Körnern m^{-2} gewählt. Nach Auflaufen des Roggens erfolgte zusätzlich an den Feldecken eine Nachsaat, um den ästhetischen Anforderungen gerecht zu werden.

III.4 Bestandsentwicklung

Ab Mitte März wurde der Standort wöchentlich aufgesucht, um die Bestandsentwicklung zu dokumentieren und den Verlauf von Wachstum und Entwicklung festzuhalten.
Unter Wachstum ist dabei definitionsgemäß die irreversible Zunahme von Masse und / oder Volumen der Pflanzensubstanz infolge von Zellteilung, Zellvergrößerung und Einlagerung von Stoffen in die Zellen, einhergehend mit einer Differenzierung der Zellen nach Form und Funktion, zu verstehen. Die Differenzierung führt dabei zur Ausbildung spezialisierter Pflanzengewebe und -organe. Die Pflanzenentwicklung setzt Wachstum und Differenzierung voraus und drückt sich im Wandel der Pflanzengestalt aus (Skript zum Modul Acker- und Pflanzenbau, 2011).
Für folgende Parameter wurden dafür auf zehn abgesteckten Parzellen der Größe 1 m x 1 m (Abb. 8) regelmäßig Daten erhoben:

- Bestandshöhe
- Wuchshöhe
- Entwicklungsstadium

Die Bestands- und die Wuchshöhe wurden mit dem Zollstock ermittelt, wobei im ersten Fall die Höhe mittels Peilung über den Bestand bestimmt wurde, während im zweiten Fall aus fünf Messungen der Pflanzenlänge der Mittelwert gebildet wurde. Gemessen wurde ausgehend vom Boden bis zur Spitze des längsten Blattes, bzw. bis zur Grannenspitze des Haupthalms. Die Bestimmung des Entwicklungsstadiums erfolgte auf Grundlage der BBCH – Skala. Außerdem wurden die Parzellen fotografiert. Zusätzlich wurde auf das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen im Bestand, sowie auf die Ackerbegleitflora geachtet.

III.4.1 Wachstums- und Entwicklungsverlauf während der Vegetationsperiode

Die Vorwinterentwicklung des Roggens verlief bei größtenteils gleichmäßigem Feldaufgang ungeachtet der ausgeprägten Trockenheit im November wünschenswert, und der Bestand trat gut etabliert in die Vegetationspause ein. Am 16.03.2012, dem ersten „Feldbesuch“ nach dem Winter (Abb. 12), zeigte sich, dass dieser trotz der Kahlfröste Ende Januar, Anfang Februar sowie vereinzelt auch im März ohne Schaden überstanden wurde. Im Falle des Roggens war dies erwartungsgemäß, während es bei anderen Wintergetreidearten und auch bei Raps beispielsweise in Brandenburg zu Auswinterungsschäden kam (Landesbauernverband Brandenburg e.V., 2012).

Abbildung 12: Frühjahrsbonitur des Roggens an der Kapelle der Versöhnung, 16.03.2012 (P. Lemoine)

In Abbildung 13 ist auf Grundlage der erhobenen Daten die Entwicklung der Bestandshöhen auf den einzelnen Parzellen visualisiert.

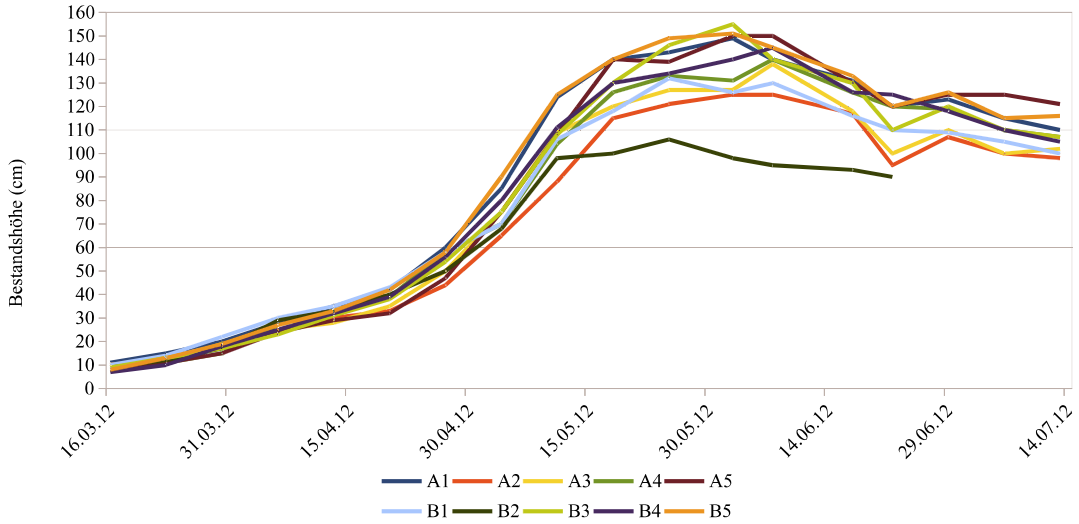

Abbildung 13: Entwicklung der Bestandshöhe auf den einzelnen Parzellen an der Kapelle der Versöhnung

Abbildung 14 fasst diese Daten zur besseren Übersicht zum Mittelwert über alle Parzellen zusammen. Außerdem ist die Standardabweichung dargestellt, sowie die Mittelwerte der Parzellen auf Fläche A und auf Fläche B.

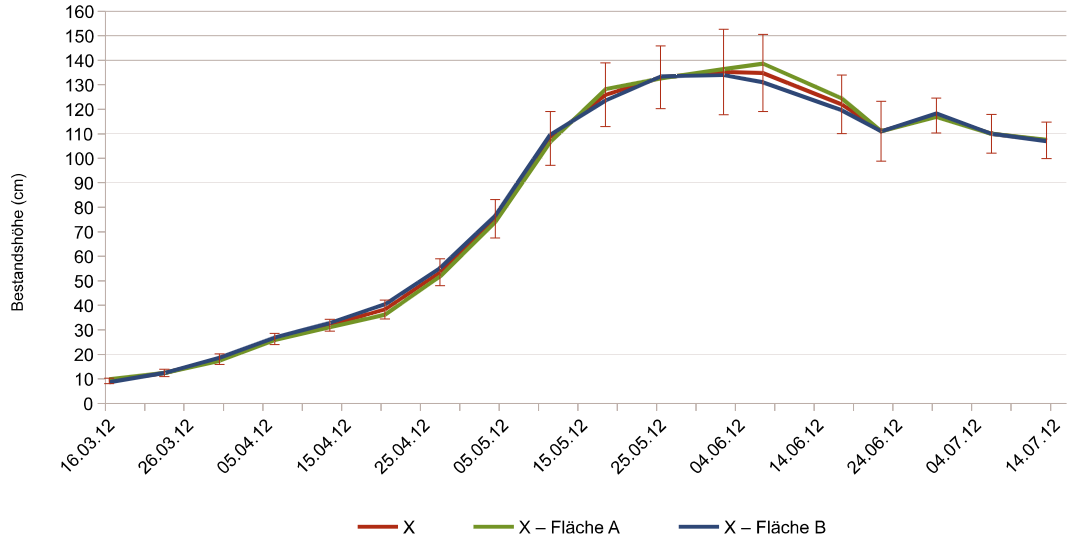

Abbildung 14: Mittlere Entwicklung der Bestandshöhe für alle Parzellen (mit Standardabweichung), für die Parzellen der Fläche A und für die Parzellen der Fläche B an der Kapelle der Versöhnung

Analoge Darstellungen existieren mit den Abbildungen 15 und 16 für die Wuchshöhe.

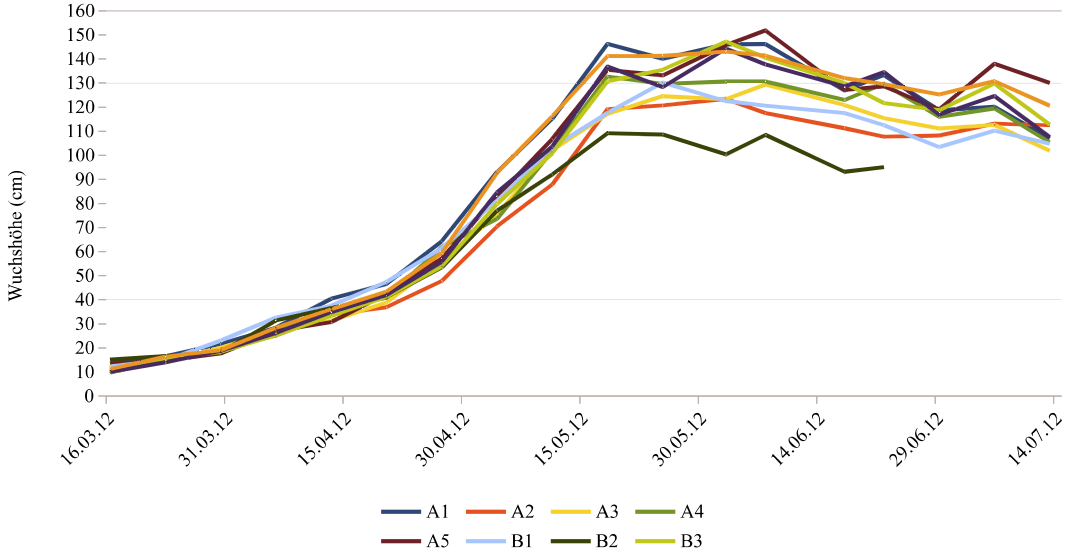

Abbildung 15: Entwicklung der Wuchshöhe auf den einzelnen Parzellen an der Kapelle der Versöhnung

Alle Parzellen entwickelten sich in Hinblick auf Bestands- und Wuchshöhe bis ungefähr Ende April vergleichsweise homogen. Erst danach erfolgte eine zunehmende Differenzierung.

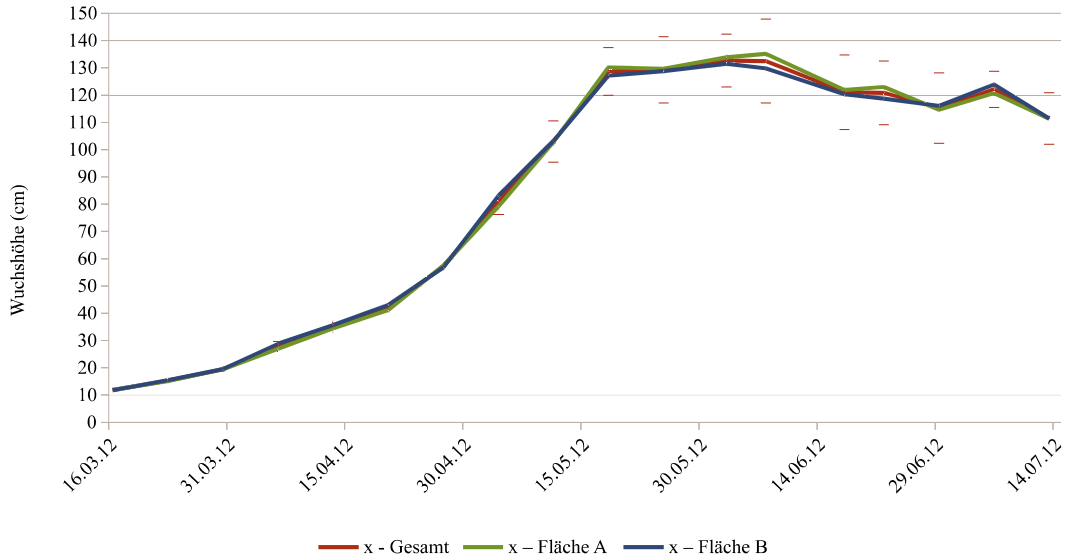

Abbildung 16: Mittlere Entwicklung der Wuchshöhe für alle Parzellen (mit Standardabweichung), für die Parzellen der Fläche A und für die Parzellen der Fläche B an der Kapelle der Versöhnung

Diese fällt zeitlich mit der anhaltenden Trockenheit ab Mitte Mai zusammen, weshalb geschlussfolgert werden kann, dass die Ursache in der unterschiedlichen Beschaffenheit des Untergrunds der einzelnen Parzellen liegt. So scheint die Wassernachlieferung aus dem Untergrund insbesondere im Falle von Parzelle B2 stark eingeschränkt zu sein, so dass Bestands- und Wuchshöhe des Roggens hier ab Mitte Mai stagnierten. Auf den anderen Parzellen setzte der Roggen sein Wachstum mit abnehmenden Wachstumsraten bis etwa Ende Mai fort.

Mit Beginn der Fruchtentwicklung ab Anfang Juni waren für Bestands- und Wuchshöhe keine Zunahmen mehr zu verzeichnen. Die Bestandshöhe nahm sogar deutlich ab, was zum einen an der normalen Habitusveränderung des Roggens und der Lagerneigung der Sorte Borellus liegt (Bundessortenamt, 2012), zum anderen aber auch eine Ursache im unbefugten Betreten des Feldes durch Besucher hat. Dieser Besucherverkehr stellte neben der ungünstigen Niederschlagsverteilung im Anbaujahr 2011 / 2012 die größte Schwierigkeit für den Roggen dar und ist auch der Grund dafür, dass ab dem 22. Juni 2012 keine Daten mehr für Parzelle B2 erhoben werden konnten.

Tabelle 6 fasst den Entwicklungsverlauf des Roggenbestands an der Kapelle der Versöhnung im Anbaujahr 2011 / 2012 in Form der BBCH-Entwicklungsstadien in chronologischer Reihenfolge zusammen. Generell verlief die Entwicklung des Roggens relativ homogen. Nur vereinzelt traten Entwicklungsunterschiede zwischen den Parzellen in der Größenordnung von wenigen Mikrostadien auf, weshalb hier der Mittelwert aller Parzellen für das jeweilige Datum verwendet wurde. Teilweise verliefen Entwicklungsabschnitte wie beispielsweise das Ährenschwellen sehr schnell oder wurden nicht entsprechend rechtzeitig erkannt. Deshalb sind hier auch die Daten des Entwicklungsverlaufs des Roggenbestands auf dem agrarmeterologischen Intensivmessfeld in Dahlem zum Vergleich dargestellt.
Wie Tabelle 6 zu entnehmen ist, erstreckte sich die Zeit der Roggenblüte im Jahr 2012 am Standort Kapelle der Versöhnung von etwa Mitte bis Ende Mai. Die Blüte entfiel damit auf einen trockenen und warmen Zeitraum, was die Pollenverbreitung des obligatorisch fremdbefruchtenden Roggens begünstigte. Ein Großteil der zu diesem Zeitpunkt noch vorhandenen Blütchen dürfte befruchtet worden sein und damit maßgeblich zur Ertragsbildung des Roggen beigetragen haben (Abb. 17).

Tabelle 6: Entwicklungsverlauf der Roggenbestände an der Kapelle der Versöhnung und auf dem E-Feld in Dahlem im Anbaujahr 2011 / 2012 (Quelle für Daten des E-Feldes: Agrarklimatologie der Humboldt - Universität zu Berlin)

BBCH-Code	Beschreibung	K. d. V.*	E-Feld**
00	Keimung: Aussaat – trockener Samen	26.09.2011	22.09.2011
09	Auflaufen	-	28.09.2011
12	Blattentwicklung: 2-Blatt-Stadium	-	04.10.2011
13	3-Blatt-Stadium	-	12.10.2011
21	Bestockung	-	16.10.2011
26		16.03.2012	-
28		23.03.2012	-
29		30.03.2012	-
31	Schossen	06.04.2012	04.04.2012
32		13.04.2012	11.04.2012
33		27.04.2012	-
49	Ährenschwellen: Grannenspitzen	-	29.04.2012
51	Ährenschieben	-	01.05.2012
58		04.05.2012	-
59		11.05.2012	07.05.2012
61	Blüte	-	15.05.2012
64		18.05.2012	-
65		-	18.05.2012
69		02.06.2012	23.05.2012
71	Fruchtentwicklung	-	28.05.2012
73		07.06.2012	-
75		-	10.06.2012
85	Fruchtreife: Teigreife	22.06.2012	19.06.2012
87	Gelbreife	29.06.2012	09.07.2012
89	Vollreife	06.07.2012	18.07.2012
92	Absterben: Todreife	13.07.2012	-

* Kapelle der Versöhnung

** Agrarklimatologisches Intensivmessfeld in Dahlem

Ein weiterer positiver Effekt der günstigen Witterungsbedingungen zur Blüte und des hohen Befruchtungserfolges äußerte sich im geringen Befall mit Mutterkorn *(Claviceps purpurea)*. Dieser Pilz befällt zur Blütezeit unbefruchtete Blütchen und anstelle des Korns entstehen die für den Menschen toxischen Überdauerungsorgane des Pilzes, sogenannte Sklerotien. Außerdem sind nach erfolgter Infektion weitere Sekundärinfektionen im Bestand durch Wind, Insekten, Regen oder den Kontakt mit benachbarten Ähren möglich. Auf den zehn Parzellen wurde kein Befall mit *Claviceps purpurea* festgestellt, lediglich am Tag der Ernte wurden zwei infizierte Ähren entdeckt (Abb. 18).

Abbildung 17: Roggenähre in der Blüte mit ausgetretenen Staubgefäßen, 18.05.2012 (M. Haupt)

Abbildung 18: Mit *Claviceps purpurea* infizierte Ähren (Sklerotien), 24.07.2012 (M. Haupt)

Neben *Claviceps purpurea* trat außerdem im Juli auf dem Abschnitt hinter dem Kreuz der ehemaligen Versöhnungskirche in Verlängerung des Postenwegs noch ein Schwärzepilz auf, der nicht näher bestimmt wurde. An dieser Stelle war der Bestand ohnehin auffallend schwächlich, was an den Überresten des Wegs im Untergrund liegt.

Tierische Schaderreger wurden nicht beobachtet, wenn man Hunde hier außer acht lässt. Trotzdem machte das Roggenfeld etwa ab Mitte Juni zunehmend einen schlechteren Eindruck. Die hohen Niederschläge in diesem Zeitraum verursachten teilweise Lager, viel schwerwiegender war jedoch wie schon erwähnt der Besucherverkehr abseits der Wege. Teilweise schien das Feld auch Übernachtungsgäste anzuziehen.

In den Tabellen 7, 8 und 9 sind einige der über die Vegetationszeit entstandenen Fotos der Parzellen A1 und A2 einander gegenübergestellt. Letztere stellte eine Parzelle mit einem vergleichsweise niedrigem Ertrag dar, während sich Parzelle A1 für den Standort Bernauer Straße als eine der „Hochertragsparzellen“ erwies. Beide Fotoserien bezeugen auch die abnehmende optische Strahlkraft des Feldes gegen Vegetationsende.

Tabelle 7: Erster Teil der Fotoserien der Parzellen A1 und A2 (M. Haupt)

Parzelle A1	**Parzelle A2**
BBCH 33, 20.04.2012	BBCH 32, 20.04.2012
BBCH 58, 04.05.2012	BBCH 57, 04.05.2012

Tabelle 8: Zweiter Teil der Fotoserien der Parzellen A1 und A2 (M. Haupt)

Parzelle A1	**Parzelle A2**
BBCH 64, 18.05.2012	BBCH 63, 18.05.2012
BBCH 71, 07.06.2012	BBCH 73, 07.06.2012
BBCH 85, 22.06.2012	BBCH 85, 22.06.2012

Tabelle 9: Dritter Teil der Fotoserien der Parzellen A1 und A2 (M. Haupt)

Parzelle A1	**Parzelle A2**
BBCH 89, 06.07.2012	BBCH 89, 06.07.2012
BBCH 92, 18.07.2012	BBCH 92, 18.07.2012
abgeerntete Parzelle, 18.07.2012	abgeerntete Parzelle, 18.07.2012

Die Ernte der nunmehr neun Parzellen zur nachfolgenden Analyse der Ertragsstruktur erfolgte am 18.07.2012 bei Regen. Der eigentlichen Roggenernte gingen erfreulicher Weise einige trockene und sommerlich warme Tage voraus, so dass der Bestand halbwegs abgetrocknet war. Trotzdem musste das Erntegut in der Lehr- und Forschungsstation Dahlem noch auf der Trocknungsanlage nachgetrocknet werden.
Mit Hilfe von Herrn Bösche, Dr. Hübner und zweier Gaststudenten aus Ghana konnte die Ernte am 24.07.2012 in einem gemeinsamen Kraftakt und mit dem Einsatz eines Parzellenmähdreschers unter den Augen mehrerer Pressevertreter und zahlreicher Berlin-Besucher erfolgreich eingebracht werden. Abbildung 19 zeigt die Ernte der Fläche A am Turmkreuz der ehemaligen Versöhnungskirche.

Abbildung 19: Roggenernte: Herr Bösche mit dem Parzellenmähdrescher, 24.07.2012 (M. Haupt)

Als einer der Höhepunkte des Studienprojekts soll hier der „Lange Tag der Stadtnatur 2012“ nicht unerwähnt bleiben. Dieser fand am 16. und 17. Juni statt und gemeinsam

mit Mitgliedern der Versöhnungsgemeinde standen wir bereit, um den Besuchern Rede und Antwort zur Geschichte des Standorts und zur Entstehung und Symbolik des Roggenfeldes zu stehen, sowie um pflanzenbauliche Fragen zu beantworten. Das Studienprojekt stellte außerdem einen Teil seiner Arbeit mit einem Poster vor (Abb. 20) und auch für das leibliche Wohl der Besucher war von Seiten der Versöhnungsgemeinde mit Roggenprodukten gesorgt.

Abbildung 20: Poster, erstellt für den Langen Tag der Stadtnatur 2012

Leider blieb die Besucherzahl hinter den Erwartungen zurück. Gründe dafür könnten die langjährige Teilnahme der Versöhnungsgemeinde am Langen Tag der Stadtnatur und die Vielzahl anderer, auch kindgerechterer, Angebote sein. Dafür bot sich umso mehr Raum für interessante Gespräche mit Mitgliedern der Versöhnungsgemeinde und den wenigen Besuchern.

III.4.2 Unkrautbonitur

Am 16. März 2012 wurde auf den Roggenfeldern der Gedenkstätte Berliner Mauer eine Unkrautkartierung durchgeführt.
Hierbei wurden die Flächen A und B mit den zuvor abgesteckten Parzellen A1-A5 und B1-B5 auf Unkräuter untersucht (Abb. 21). Ein Messrahmen mit der Größe von ¼ m^2 kam zum Einsatz.

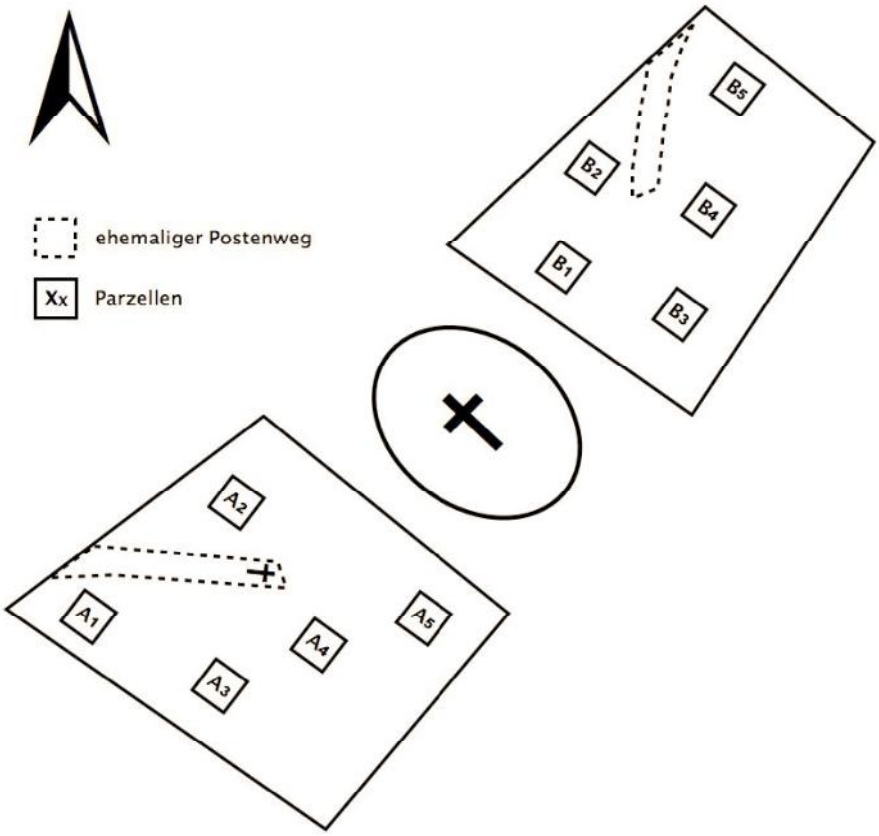

Abbildung 21: Lageplan der Parzellen - schematisch

Insgesamt befanden sich auf den 10 Parzellen 11 unterschiedliche Unkräuter (Tab. 10 und 11). Auf der gesamten Fläche herrschte ein geringer Unkrautdruck. Lediglich an den Flächenrändern und den platt gelegenen Bereichen in der Fläche war ein erhöhter Unkrautbesatz zu verzeichnen, der vor allem durch den mageren Wuchs bzw. die Zerstörung des Roggens und der somit höheren Konkurrenzkraft des Unkrautes einhergeht.

Tabelle 10: Unkrautbonitur der Fläche A

Boniturstelle	Unkräuter
A1	•Weißer Gänsefuß (Chenopodium album) •Klatschmohn (Papaver rhoeas)
A2	•Vogelmiere (Stellaria media) •Klatschmohn (Papaver rhoeas)
A3	•Flohknöterich (Polygonum persicaria) •Hirtentäschelkraut (Capsella bursa-pastoris)
A4	•Purpurrote Taubnessell (Lamium purpureum) •Ahorn (Acer) •Flohknöterich (Polygonum persicaria) •Gemeiner Löwenzahn (Taraxacum officinalis)
A5	•Vogelmiere (Stellaria media) •Ahorn (Acer) •Hirtentäschelkraut (Capsella bursa-pastoris)

Tabelle 11: Unkrautbonitur der Fläche B

Boniturstelle	Unkräuter
B1	•Vogelmiere (Stellaria media) •Hirtentäschelkraut (Capsella bursa-pastoris) •Vogelknöterich (Polygonum aviculare) •Persischer Ehrenpreis (Veronica persica)
B2	•Vogelmiere (Stellaria media) •Gemeiner Löwenzahn (Taraxacum officinalis) •Hirtentäschelkraut (Capsella bursa-pastoris) •Purpurrote Taubnessel (Lamium purpurea)
B3	-
B4	•Gemeiner Löwenzahn (Taraxacum officinalis) •Purpurrote Taubnessel (Lamium purpurea)
B5	•Vogelmiere (Stellaria media) •Vogelknöterich (Polygonum aviculare) •Ackerhornkraut (Cerastium arvense)

Abbildung 22: Klatschmohn (Papaver rhoeas) auf Parzelle A2, 02.06.2012 (S.-A. Zeunert)

Ab Mitte Mai befand sich auf der Pazelle A1 und A2 Klatschmohn (Abb. 23), der im gesamten Bestand einen sehr geringen Unkrautdruck ausübte

III.5 Ertrag und Qualität

Zur Feststellung des Roggenertrags der Kapelle der Versöhnung, ernteten wir mit Hilfe von Herr Vogel am 18.07.2012 die von uns zuvor abgesteckten zehn Parzellen zu je 1 m². Im Allgemeinen machte das Roggenfeld eher einen schlechten Eindruck. Infolgedessen, dass in diesem Jahr das erste Mal auf eine Umgrenzung der Flächen verzichtet wurde, liegt der Grund wahrscheinlich darin. Wir nehmen an, dass das Feld oft als Liegefläche missbraucht wurde und Hunde dort frei herumliefen. Angesichts dessen, war es uns nicht mehr möglich die Parzelle B2 zu ernten.

Die neun geernteten Proben wurden dann von Herrn Vogel in die Versuchsstation in Dahlem zum Trocknen gebracht. Die anschließende Aufbereitung der Proben erfolgte zwei Wochen später. Hierbei untersuchten wir folgende Ertragskomponenten zur Auswertung des Flächenertrages:

- Kornertrag
- Strohertrag

Sowie die Parameter zur Bestimmung der Ertragsstruktur:

- Bestandesdichte (Ähren je m^{-2})
- Kornzahl je Ähre
- Tausendkorngewicht (TKG)
- Korngröße

III.5.1 Flächenertrag

Strohertrag

Um den Strohertrag der einzelnen Parzellen zu ermitteln addiert man die Trockenmasse des Strohs mit den ausgedroschenen Ähren. Somit erhält man einen durchschnittlichen Strohertrag von 60,2 dt ha^{-1}.

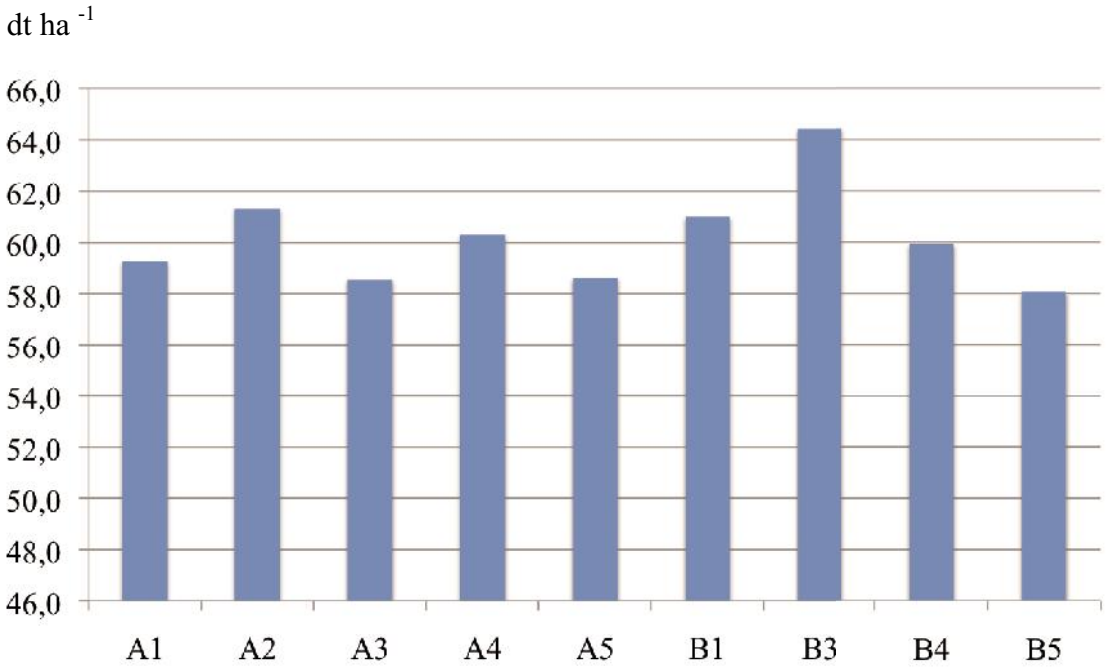

Abbildung 23: Strohertrag (dt ha^{-1})

Strohertrag Fläche A

Auf den Parzellen der Fläche A liegt der durchschnittliche Strohertrag bei 59,6 dt ha^{-1}. Einen etwas höheren Strohertrag weist mit 61,3 dt ha^{-1} die Parzelle A2 auf (Abb. 23).

Strohertrag Fläche B

Mit einem Mittelwert von 60,90 dt ha^{-1} ist der Strohertrag der Fläche B geringfügig höher als der der Fläche A. Parzelle B3 sticht mit einem durchschnittlichen Strohertrag von 64,40 dt ha^{-1} hervor und weist damit den höchsten Ertrag der Flächen A und B auf. Auch der geringste Ertrag befindet sich auf der Fläche B. Mit 58,00 dt ha^{-1} weist Parzelle B5 den niedrigsten Wert auf (Abb. 23).

Vergleicht man die Erträge der beiden Flächen A und B miteinander, unterscheiden sich diese lediglich um circa 1,25 dt ha^{-1} und können daher als homogen angesehen werden.

Kornertrag

Der diesjährige Kornertrag liegt bei 34,33 dt ha^{-1} und ist damit im Vergleich zur Ernte 2009 rund 2 dt ha^{-1} höher. Insgesamt liegt er jedoch deutlich unter dem bundesweitem Durchschnitt von circa 50 dt ha^{-1}.

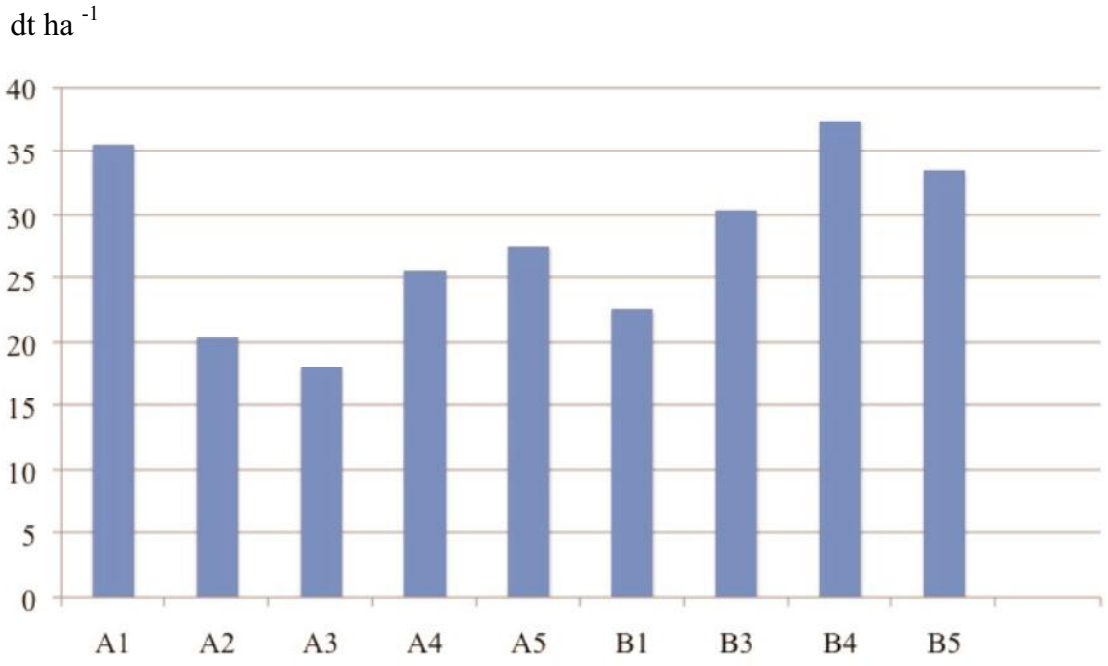

Abbildung 24: Kornertrag gesamt dt ha^{-1} (86% TS)

Kornertrag Fläche A

Die fünf Parzellen der Fläche A weisen im Durchschnitt einen Kornertrag von 25,46 dt ha^{-1} auf. Die Spanne vom höchsten bis zum niedrigsten Wert liegt bei 17,53 dt ha^{-1} (Abb. 24). Aus diesem Wert lässt sich ein heterogenes Wachstum ableiten.

Kornertrag Fläche B

Im Mittel liegt der Kornertrag um 5,52 dt ha^{-1} höher als auf der Fläche A. Trotz allem liegen die Werte noch im unteren Bereich. Insgesamt weisen die Parzellen der Fläche B etwas geringere Schwankungen auf. Die Spanne liegt hier bei 14,85 dt ha^{-1}. Lässt man die Parzelle B1 außer acht, liegen die Schwankungen nur noch bei 6,98 dt ha^{-1}, was auf einen homogenen Kornertrag schließen lässt (Abb. 24).

III.5.2 Ertragsstruktur

Ertragskomponenten

Die Ertragskomponenten setzen sich aus der Bestandesdichte (Ähren m^{-2}), der Kornzahl je Ähre und dem Tausendkorngewicht (TKG) zusammen. Die Ausbildung der einzelnen Merkmale wird hierbei maßgeblich von den zwischen- und innerpflanzlicher Konkurrenzbeziehungen um Licht, Wasser, Nährstoffe, Assimilate und pflanzliche Hormone beeinflusst.

Bestandesdichte (Ähren m^{-2})

Die durchschnittliche Bestandesdichte auf allen neun Parzellen, liegt bei 356 Ähren je m². Dies bedeutet im Vergleich zum Jahr 2009 einen Anstieg um circa 90 Ähren je m². Vergleicht man die Werte mit dem bundesweiten Durchschnitt von circa 350-600 Ähren je m², liegt der Wert im unteren Bereich.

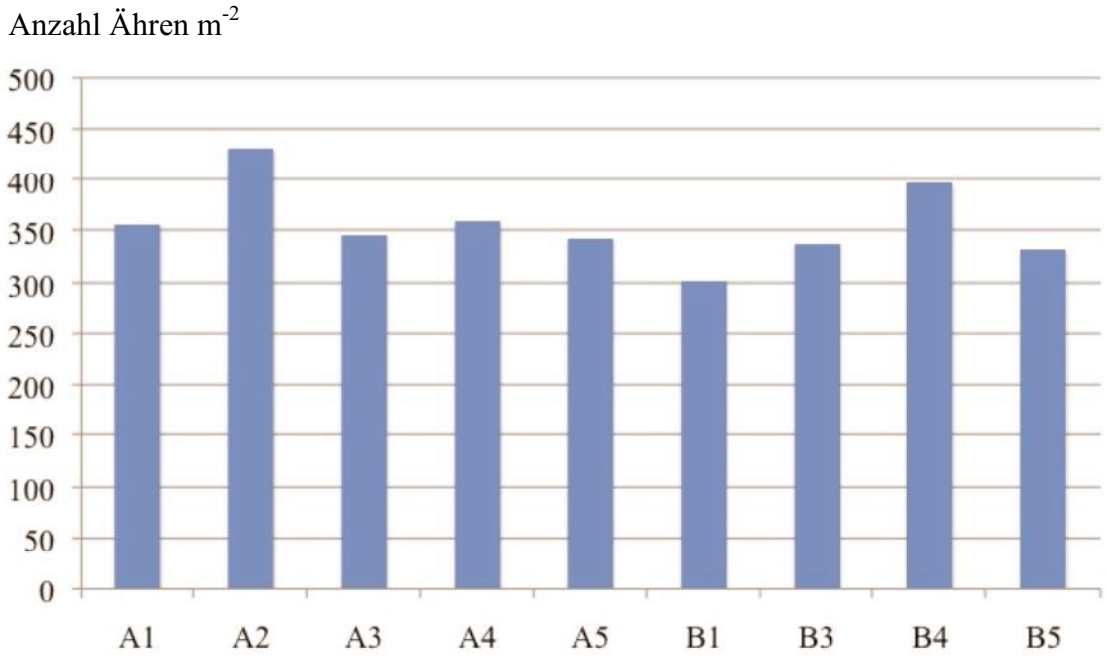

Abbildung 25: Bestandesdichte (Ähren m^{-2})

Bestandesdichte (Ähren m^{-2}) Fläche A

Im Mittel befinden sich auf dieser Fläche 368 ährentragende Halme, mit einer Abweichung von bis zu 88 Halmen. Auffallend ist hier Parzelle A2. Sie weist eine deutlich höhere Anzahl auf und kann daher als „gut“ bewertet werden (Abb. 25).

Bestandesdichte (Ähren m^{-2}) Fläche B

Der Durchschnitt, der gemessenen ährentragenden Halme, liegt bei 342. Dieser Wert liegt knapp unter dem bundesweiten Durchschnitt.

Insgesamt weisen die Flächen A und B Differenzen von bis zu 129 ährentragenden Halmen auf (Abb. 25).

Kornzahl je Ähre gesamt

Die durchschnittliche Kornzahl je Ähre beträgt 26 Körner. Dieser Wert liegt unter dem bundesweiten Durchschnitt von 30-50 Körnern.

Im Jahr 2009 lag die durchschnittliche Kornzahl je Ähre bei 30 Körnern. Im Vergleich zur diesjährigen Ernte 2012 stimmen die Werte verhältnismäßig überein.

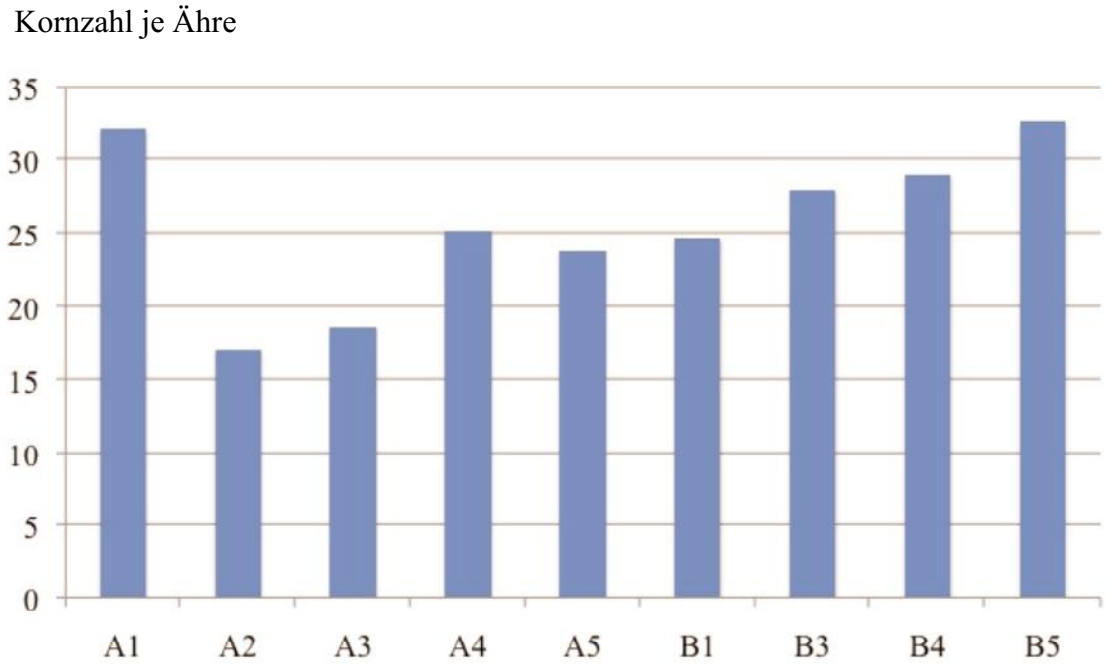

Abbildung 26: Kornzahl je Ähre

Kornzahl je Ähre Fläche A

Der Mittelwert liegt hier nur bei 23 Körnern je Ähre. Hierbei fallen die Pazelle A2 und A3 auf, die eine besonders geringe Kornanzahl aufweisen (Abb. 26).

Kornzahl je Ähre Fläche B

Auf dieser Fläche liegt der durchschnittliche Wert bei 29 Körnern je Ähre. Zwischen den einzelnen Parzellen lassen sich kaum Unterschiede festmachen, so dass man von einer einheitlichen Kornzahl der Fläche B sprechen kann (Abb. 26).

Die auf der Fläche A und B gemessene Spanne von bis zu 16 Körnern deutet auf eine homogene, aber doch insgesamt geringe Kornzahl je Ähre hin.

In der Periode der Ährchen- und Blütenausbildung im März war die Niederschlagshöhe sehr gering. Somit wurden weniger Ährchen und Blüten ausgebildet, was dazu führt, dass in diesem Jahr nur eine geringe Kornzahl je Ähre zu verzeichnen war. Der Niederschlag stellt somit in Bezug zur Kornzahl je Ähre einen ertragsbegrenzenden Faktor dar.

Tausendkorngewicht (TKG) gesamt

Das Tausendkorngewicht von 33,93 g liegt im bundesweitem Mittel von 30-35 g. Das Gewicht im Vergleich zur Ernte 2009 hat sich kaum verändert (2009 TKG: 33,4 g).

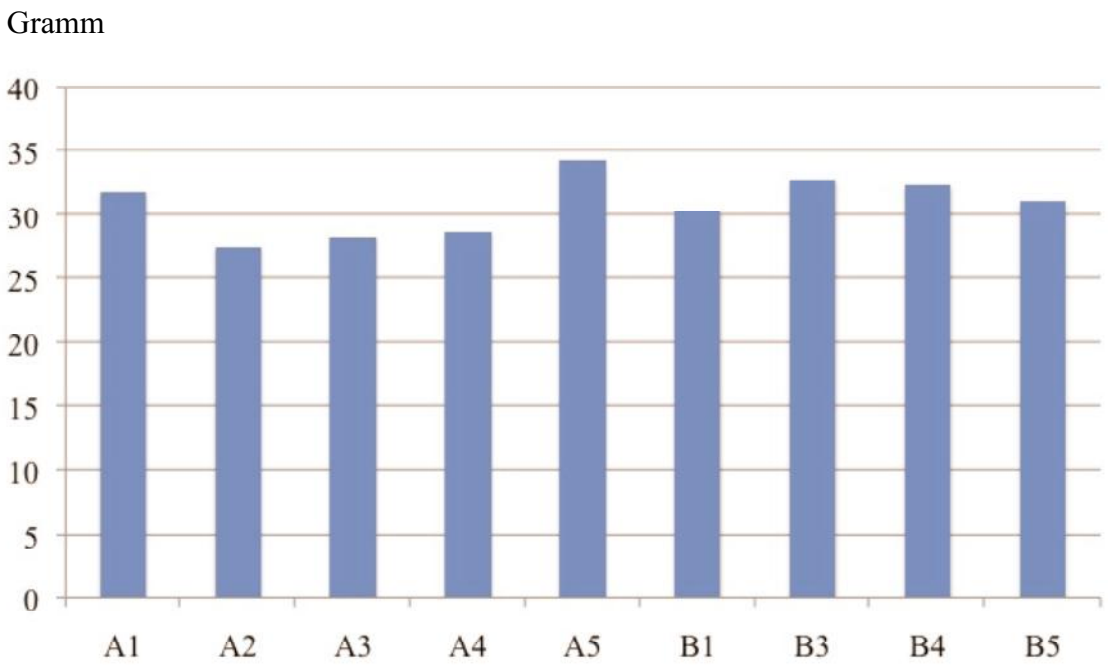

Abbildung 27: Tausendkorngewicht (g)

Tausendkorngewicht Fläche A

Das durchschnittliche Gewicht liegt hier bei 30,10 g. Dieser Wert wird vor allem durch Parzelle A5 beeinflusst, deren TKG sehr hoch ist (Abb. 27).

Tausendkorngewicht Fläche B

Die Fläche B verfügt insgesamt über ein homogenes TKG, mit einem Durchschnitt von 31,65 g. Zwischen den einzelnen Parzellen treten lediglich geringe Differenzen auf, die nicht größer als 6,82 g sind (Abb. 27).

Insgesamt weist die Fläche A ein geringeres Tausendkorngewicht auf, als Fläche B.

Korngröße (%) gesamt

Bezüglich der Siebsortierung ist festzustellen, dass circa 80 % der beprobten Körner in dem Größenbereich von 2,2-2,8 mm liegen. Nur 10 % der Körner weisen eine Größe von 2,8 bis über 3 mm auf. Mit ebenfalls einem durchschnittlichen Wert von 10 % befinden sich Körner mit einer Größe unter 2,2 mm in der gesamten Probe.

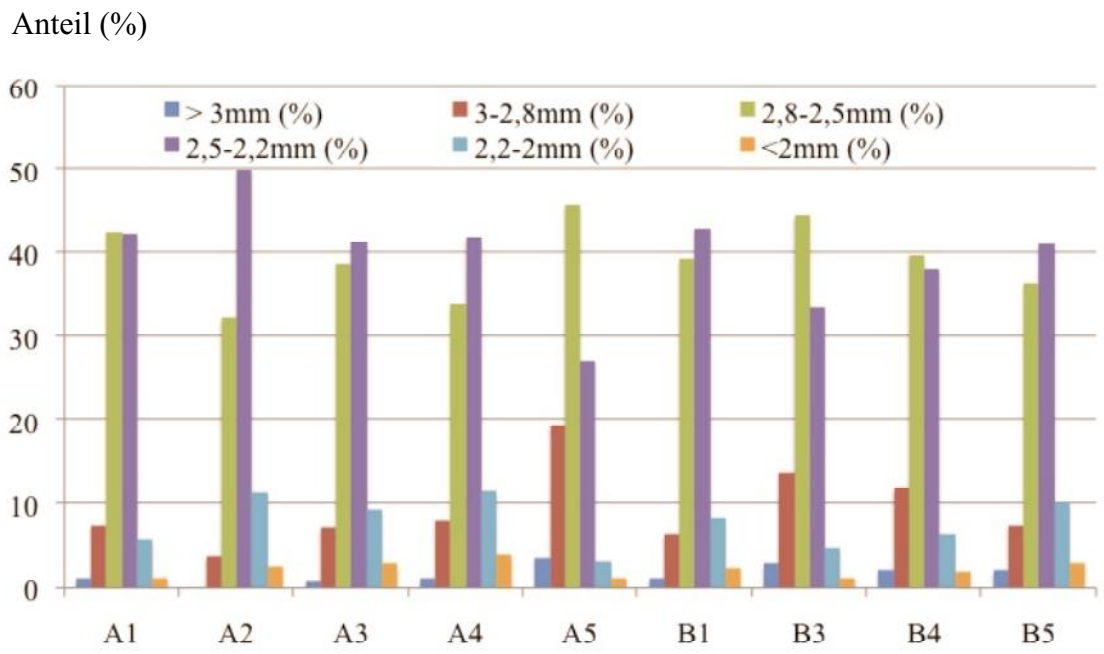

Abbildung 28: Korngrößenklassenanteile der einzelnen Pazellen (%)

Korngröße Fläche A

Auf den beprobten Flächen A1-A4 befindet sich über die Hälfte der Körner (55,87 %) mit einer Korngröße die kleiner als 2,5 mm ist. Lediglich auf der Parzelle A5 stellt man fest, dass insgesamt größere Körner vorhanden sind (Korngröße ab 2,5 mm: 68,74 %) (Abb. 28).

Korngröße Fläche B

Die Siebsortierung ergab auf der Fläche B folgendes: Die Anzahl durchschnittlich großer (ab 2,5 mm) und kleiner (unter 2,5 mm) Körner ist nahezu identisch (51,74 % zu 48,23 %). Innerhalb der Fläche B gibt es keine auffälligen Abweichungen (Abb. 28).

Vergleicht man die Flächen A und B fallen im Hinblick auf die Korngröße Unterschiede auf. So weichen die Werte mit bis zu 23 % von einander ab (A5 Vgl. A2 im Größenbereich 2,5-2,2 mm (%)). Die geringste Korngröße der gesamt Probe weist mit 36,22 % die Parzelle A2 auf. Der größte Anteil an großen Körnern befindet sich auf der Parzelle A5 mit 68,74 % (Abb. 29).

Abbildung 29: Ähre auf Parzelle A5, 13.07.2012 (S.-A. Zeunert)

Die Abbildung 29 zeigt eine Roggenähre auf der Pazelle A5 in einem BBCH Stadium von 93. In diesem Stadium ist die sortentypische Fruchtausfärbung und Reifung bereits beendet.

III.5.3 Qualitätsparameter

Ein entscheidendes Ziel beim Anbau von Getreide ist die Sicherung der Qualität. Hierbei unterscheiden sich die Qualitätsanforderungen des Roggens erheblich. Je nach Verwendungszweck, werden unterschiedliche Eigenschaften des Getreides und seiner Mahlprodukte angestrebt.
Ein wichtiges Qualitätskriterium ist der Rohproteingehalt. Kennzahlen wie der Wassergehalt sowie die Fallzahl zur Bestimmung der Stärkequalität bieten hierbei weitere differenziertere Beurteilungsmöglichkeiten. Zum größten Teil werden diese Kriterien von Umweltfaktoren beeinflusst. Eine wesentliche Rolle spielen hier vor allem die Sortenauswahl, das Klima, der Boden und die Düngung.
Durch produktionstechnische Steuerungen können gezielt verschiedene Parameter beeinflusst werden. So wird zum Beispiel durch die Höhe der Stickstoffgabe, vor allem in der Zeit des Ährenschiebens und der Blüte, der Rohproteingehalt positiv beeinflusst.

Rohprotein nach NIRS und Dumas

Der Rohproteingehalt wird mit Hilfe von zwei verschiedenen Messmethoden untersucht:

-Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)
-nasschemische Analyse nach DUMAS

Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) ist ein spektrometrisches Analyseverfahren und dient zur Untersuchung der Rohprotein-, Stärke- und Wassergehalte. Sie gibt Aufschluss über die Backqualität und den Futterwert des Getreides. Für den Landwirt sind die Untersuchungsergebnisse von großer Bedeutung, da eine Fehleinschätzung der Getreidequalität zu wirtschaftlichen Einbußen führen kann.

Infolgedessen, dass für die Rohproteinmessung eine Kalibrierung genutzt werden musste, welche nicht selbst erstellt werden konnte, sondern die bereits auf dem Messgerät vorhanden war, ist es nicht nachvollziehbar ob die NIRS-Werte auf die TS-Werte verrechnet sind oder nicht. Das geht auch nicht aus der Geräte-Dokumentation hervor, da keine Informationen dazu vorliegen.

Die Rohproteinwerte der NIRS-Messung sind trotz allem mit den im Labor bestimmten TS-Werten verrechnet. Wie man aus Abbildung 30 erkennen kann, stimmen die Werte für die Rohproteinmessung mit NIRS und Dumas recht gut überein.
Um eine fundierte wissenschaftliche Aussage treffen zu können, wird im Weiteren auf die als gesichert geltenden Werte der nasschemischen Methode nach Dumas verwiesen (nach Dr. Kirsten Weiß).

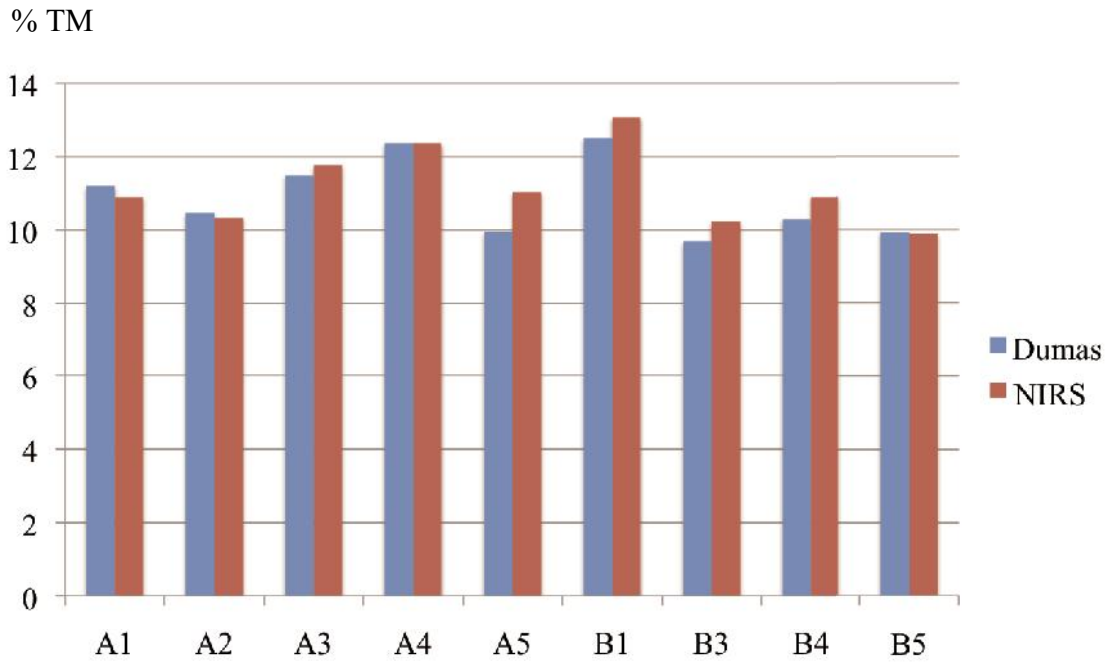

Abbildung 30: Vergleich des Rohproteingehalts in % der TM (Dumas,NIRS)

Rohproteingehalt nach Dumas

Im Allgemeinen liegt der Rohproteingehalt des Roggens in der Trockenmasse bei 9 bis 11 % (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.).

Der erstrebenswerte und somit auch optimale Wert liegt bei 11 % der Trockenmasse.

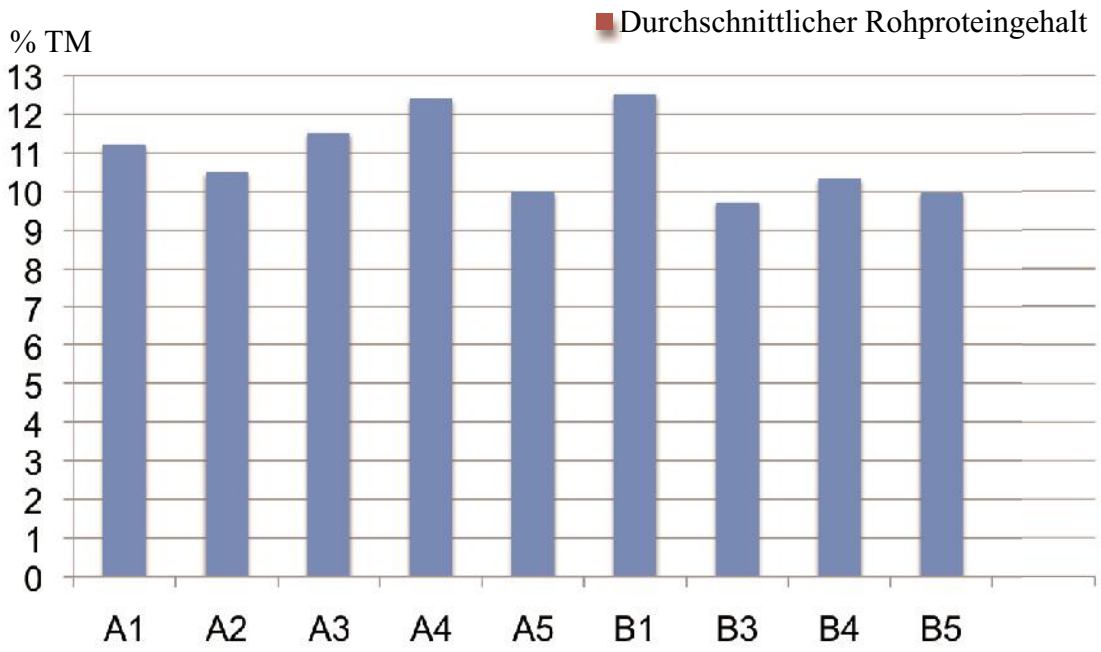

Abbildung 31: Rohproteingehalt in % der TM (Dumas)

Es wurde im Durchschnitt ein Rohproteingehalt von 10,88 % der Trockenmasse gemessen (Abb. 31). Somit ist der Wert als „sehr gut“ einzuordnen.

Rohproteingehalt Fläche A

Der durchschnittliche Wert liegt hier bei 11,10 % Rohproteingehalt.

Parzelle A4 weist mit 12,37 % einen leicht erhöhten Rohproteingehalt auf. Hingegen im Vergleich zu den anderen Parzellen der Wert der Parzelle A5 etwas niedriger ausfällt.

Rohproteingehalt Fläche B

Im Mittel liegen hier die Rohproteingehalte bei 10,61 %. Parzelle B1 hat mit 12,50 % den höchsten Rohproteingehalt des gesamten Untersuchungsumfanges. Auf der Parzelle B3 befindet sich mit 9,69 % der geringste Prozentsatz.

Zusammenfassend lässt sich auf allen beprobten Flächen ein insgesamt guter Rohproteingehalt feststellen. Zwischen den einzelnen Parzellen gibt es keine beachtenswerten Schwankungen.

Fallzahl

Der Stärkegehalt, ihr Aufbau und der Verkleisterungsgrad bestimmen in hohem Maße das Backverhalten des Roggenmehls.

Beeinflusst werden diese Parameter durch enzymatische Schäden, welche durch einen vorzeitigen Auswuchs oder auch bakterielle bzw. pilzliche Erkrankungen verursacht werden können (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.).

Zur Qualitätsbestimmung der Stärke misst man die so genannte „Fallzahl“. Ausgehend von einer Mehl-Wasser-Suspension, wird die Zähigkeit des Stärkekleisters überprüft. Diese wird nach 60 Sekunden Rührzeit in einem heißen Wasserbad gemessen.

Eine niedrige Fallzahl (unter 75 Sekunden) entspricht einer erhöhten Enzymaktivität und kann ein Anzeichen für Auswuchsschäden sein. Hingegen eine Fallzahl über 75 Sekunden auf einen qualitativ hochwertigen Roggen schließen lässt. Im umgedrehten Fall folgert man bei einer Fallzahl von über 175 Sekunden auf eine zu geringe Enzymaktivität, welche ebenfalls unerwünscht ist (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.).

Die Fallzahl stellt eine kostengünstige, schnelle und reproduzierbare Methode zur Bestimmung des Gütezustandes des Roggens dar, die sich seit Jahren durchsetzt und bewährt.

Ergebnisse zur Fallzahl

Da die Übereinstimmung der Rohproteinwerte in % TM mittels Dumas bzw. NIRS nahezu identisch sind, wurden auch die NIRS-Stärkewerte auf % TM verrechnet. Es war nicht möglich die NIRS-Stärkewerte in ihrer Richtigkeit weiter zu überprüfen, da im Gemeinschaftslabor kein Gerät für eine nasschemische Stärkemethodeprüfung zur Verfügung steht.

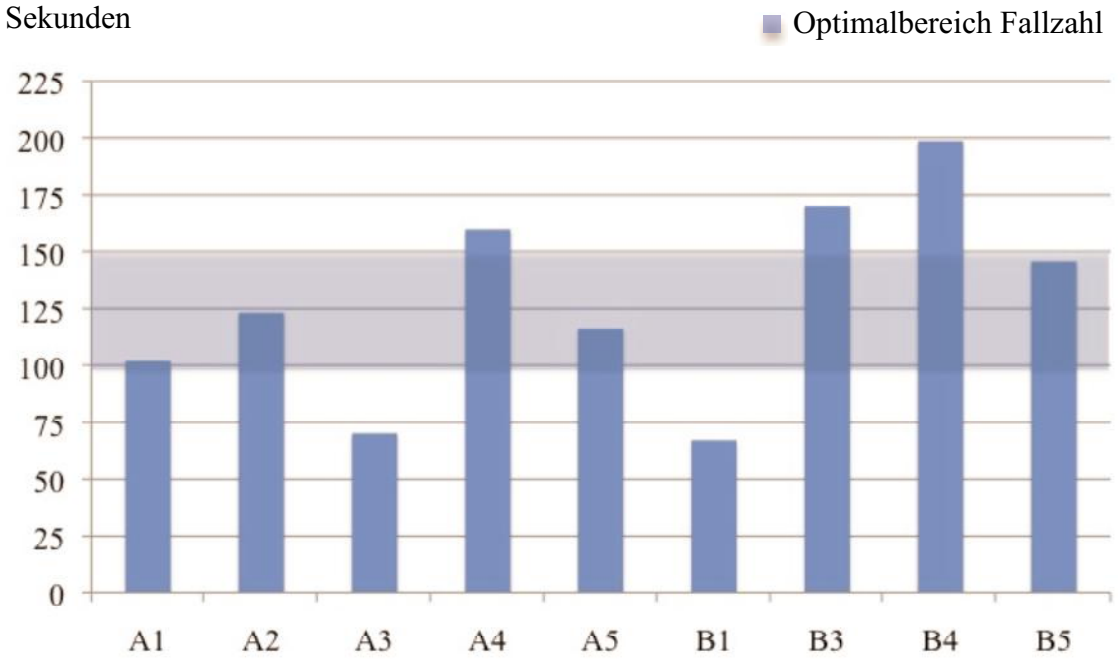

Abbildung 32: Fallzahl in Sekunden

Die durchschnittliche Fallzahl der neun Parzellen liegt bei 128 Sekunden. Dieser Wert befindet sich somit im Optimalbereich von 100-150 Sekunden (Winterroggen aktuell). Folglich kann man hier von einer guten bis sehr guten Stärkequalität ausgehen.
Schaut man sich nun die einzelnen Parzellen genauer an, stellt man fest, dass es hingegen der ersten allgemeinen Beurteilung, doch erhebliche Unterschiede gibt.

Fallzahl Fläche A

Die Teilfläche A3 weist mit 70 Sekunden eine niedrige Fallzahl auf, die deutlich unter dem erwarteten Wert liegt. Mit 160 Sekunden liegt die Parzelle A5 etwas über dem wünschenswertem Bereich von 100-150 Sekunden (Abb. 32).

Fallzahl Fläche B

Die höchste Fallzahl befindet sich mit 199 Sekunden auf der Parzelle B4. Dieser Wert deutet auf einen enzymschwachen Roggen hin und hat ohne Zugabe enzymatisch wirksamer Stoffe eine geringe Backqualität. Die geringste Fallzahl befindet sich mit 62 Sekunden auf der Parzelle B1. Auch dieser Wert ist im Hinblick auf die Stärkequalität eher negativ zu bewerten (Abb. 32).

IV Zusammenfassung

Aufgabe des Studienprojektes war vorrangig die Anstellung von pflanzenbaulichen Untersuchungen am Roggenfeld an der Kapelle der Versöhnung. Zur Bewertung des Standortes wurde unter anderem eine Bodenanalyse im Labor durchgeführt und Klimadaten ausgewertet. Der Bestand wurde hinsichtlich Wachstum, Entwicklung und Befall mit Schaderregern und Unkraut beobachtet. Außerdem wurde der Ertrag bestimmt und die Ertragsstruktur und die Qualität des Ernteguts untersucht.

Auf Grundlage der während der Vegetationszeit erhoben Daten konnten Darstellungen für die Entwicklung der Bestands- und der Wuchshöhe erstellt, sowie der Entwicklungsverlauf des Roggenbestands am Standort dokumentiert werden. Ansatzweise konnten hier Kausalitäten zu den Standortfaktoren hergestellt werden.

Der Befall mit Unkraut und Schaderregern war im Anbaujahr 2011 / 2012 unerheblich. Trotzdem konnte das primäre Anbauziel eines vitalen, dichten und wogenden Roggenbestands als Sinnbild des Lebens und seiner Rückkehr in den ehemaligen Todesstreifen der Berliner Mauer nicht über den gesamten Anbauzeitraum erreicht werden, da das Feld im Juni und Juli stark unter dem Betreten durch Besucher litt.

Es wurde ein im Vergleich zur praktischen Landwirtschaft unterdurchschnittlicher Ertrag realisiert, der aber in Anbetracht der schwierigen Standortbedingungen und der extensiven Bewirtschaftungsweise zufriedenstellend ist. Die Ergebnisse der Qualitätsanalyse lassen die von der Versöhnungsgemeinde angestrebte Verwertung als Brotroggen und zur Verarbeitung zu Oblaten für das Abendmahl zu.

V Quellen

Literaturquellen:

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2012 a), Pressemitteilung Nr. 158 vom 31. Mai 2012

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2012 b), Pressemitteilung Nr. 231 vom 26. Juli 2012

Baumgärtel, G. et al. (1999), Standpunkt: Kalium-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, VDLUFA

Diepenbrock, W.; Ellmer, F.; Léon, J. (2009), Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grundwissen Bachelor, 2. Auflage, Eugen Ulmer KG Stuttgart, 184

Dörre, R. et al. (1979), „ Winterroggen-aktuell“, DLG-Verlags-GmbH Frankfurt am Main

Ellmer, F. (2011), Skript zum Modul Acker- und Pflanzenbau, Abschnitt II Pflanzenbau, 7 und 8

Hanff, H.; Dr. Adam, L. (2007), Wirtschaftlichkeit des Roggenanbaus in Brandenburg - In: Roggenforum e.V.: Roggen – Getreide mit Zukunft, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 18 – 23

Kerschberger, M. et al. (2000), Standpunkt: Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden, VDLUFA

Kerschberger, M et al. (1997), Standpunkt: Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, VDLUFA

KTBL (2005): Faustzahlen fur die Landwirtschaft, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.), 13. Auflage, 299

Lühe, W.; Lühe, H.; Schreiber, E. (1999), Landessortenversuch Winterroggen Wintertriticale Versuchsbericht 1998, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 26

Roß et al. (2009), Getreideanbau in der Gedenkstätte Berliner Mauer, Studienprojekt 2009, 19, 16 - 23

Schneider-Götz, N. et al (2011), Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland in Baden-Württemberg, LTZ Augustenberg

Seibel, W.; Steller, W. (1988), Roggen: Anbau, Verarbeitung, Markt, Behr´s Verlag GmbH und Co Hamburg

Sponagel, H. et al. (2005), Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 142 – 147, 362 - 372

de Vries, G. (2007), Pflanzenbauliche Grundlagen - In: Roggenforum e.V.: Roggen – Getreide mit Zukunft, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 125 -132, 141

Internet - Quellen:

Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
http://www.ages.at/uploads/media/14_Ertragsstruktur_Bestandesaufbau.pdf
30.11.2012

Agrarklimatologie der Humboldt – Universität zu Berlin
http://www.agrar.hu-berlin.de/fakultaet/departments/dntw/agrarmet/service/wb
07.12.2012

Berlin Street Media:
http://www.brunnenstrasse.de/_buch/04.shtml
26.10.2012

Bundessortenamt:
http://www.bundessortenamt.de/isapi/drvisapi.dllMIval=typo3_bsl_int_SorteundMItab=wbpagesundp_druck=jaundp_jahr=2003undp_sortiment=1undp_knr=308undp_kbst=RW,
15.12.2012

Evangelische Versöhnungsgemeinde:
http://www.kapelle-versoehnung.de/bin/deutsch/index.php
20.12.2012

Deutsche Geschichte (Rebecca-Maria Reinicke):
http://suite101.de/article/die-versoehnungskirche-im-wandel-der-zeit-a96974#axzz2Fgk18ccd
31.10.2012

Deutscher Wetter Dienst
http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=trueund_pageLabel=dwdwww_menu2_presseund_nfls=false
07.12.1012

Die Welt:
http://www.welt.de/kultur/history/article2215636/Fall-eines-Gotteshauses-und-Versagen-der-Kirche.html,
24.10.2012

Gedenkstätte Berliner Mauer:
http://www.berliner-mauer-gedenkstaette.de/de/die-berliner-mauer-10.html
25.10.2012

Landesbauernverband Brandenburg e.V.
http://www.lbv-brandenburg.de/index.phpoption=com_contentundview=articleundid=1076:erntetelegramm-zum-abschluss-der-getreideernte-inbrandenburgundcatid=87:aktuellesundItemid=63,
16.12.2012

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfahlen
http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/phosphat-kalium-magnesium-pdf.pdf, 20.11.2012

Michael Spengler:
http://www.denkwerk-berlin.de/kunstprojekte_roggenfeld.html
25.10.2012

Saatbau Linz
http://www.saatbaulinz.at/sor_showartikel.asp?id=61
20.11.2012

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt - Berliner Umweltatlas
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d408_04.htm#RTFToC12,
07.12.2012

Statistisches Bundesamt
https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Ernte/Tabellen/FeldfruechteAnbauflaechenErntemengen.html,
13.11.2012

SUS Landwirtschaftsverlag GmbH
http://www.susonline.de/meldungen/fuetterung/Getreidequalitaet-untersuchen-lassen-925428.html
20.11.2012

Raiffeisen GmbH und Co. KG
http://www.raiffeisen.com/pflanzen/ackermanager/weizen_html
07.11.2012

VI Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modell der ehemaligen Versöhnungskirche mit Umgebung nach dem Mauerbau, Ausstellungsstück im Dokumentationszentrum der Gedenkstätte Berliner Mauer, 18.07.2012

Abbildung 2: Sprengung der Kirche 1985

Abbildung 3: Isometrie

Abbildung 4: Glockenstuhl und Kapelle illuminiert

Abbildung 5: Kapelle der Versöhnung mit Roggenfeld am 12. Mai 2012

Abbildung 6: Teilflächen des Roggenfeldes 2012

Abbildung 7: Teilflächen des Roggenfeldes 2009

Abbildung 8: Lageplan der Parzellen

Abbildung 9: Bodenprofil an der Kapelle der Versöhnung, 19.08.2009

Abbildung 10: Niederschlagshöhe und Lufttemperatur am Standort Berlin – Dahlem im langjährigen Mittel und im Anbaujahr 2011 / 2012

Abbildung 11: Verdunstungshöhe, Niederschlagshöhe und relative Luftfeuchte am Standort Berlin–Dahlem vom 1. März bis zum 31. Mai 2012

Abbildung 12: Frühjahrsbonitur des Roggens an der Kapelle der Versöhnung, 16.03.2012

Abbildung 13: Entwicklung der Bestandshöhe auf den einzelnen Parzellen an der Kapelle der Versöhnung

Abbildung 14: Mittlere Entwicklung der Bestandshöhe für alle Parzellen, für die Parzellen der Fläche A und für die Parzellen der Fläche B an der Kapelle der Versöhnung

Abbildung 15: Entwicklung der Wuchshöhe auf den einzelnen Parzellen an der Kapelle der Versöhnung

Abbildung 16: Mittlere Entwicklung der Wuchshöhe für alle Parzellen, für die Parzellen der Fläche A und für die Parzellen der Fläche B an der Kapelle der Versöhnung

Abbildung 17: Roggenähre in der Blüte mit ausgetretenen Staubgefäßen, 18.05.2012

Abbildung 18: mit *Claviceps purpurea* infizierte Ähren (Sklerotien), 24.07.2012

Abbildung 19: Roggenernte: Herr Bösche mit dem Parzellenmähdrescher, 24.07.2012
Abbildung 20: Poster, erstellt für den Langen Tag der Stadtnatur 2012
Abbildung 21: Lageplan der Parzellen – schematisch
Abbildung 22: Klatschmohn (Papaver rhoeas) auf Parzelle A2, 02.06.2012
Abbildung 23: Strohertrag in dt ha^{-1}
Abbildung 24: Kornertrag gesamt in dt ha^{-1} (86% TS)
Abbildung 25: Bestandesdichte (Ähren m^{-2})
Abbildung 26: Kornzahl je Ähre
Abbildung 27: Tausendkorngewicht in Gramm
Abbildung 28: Korngrößenklassenanteile auf den einzelnen Parzellen (%)
Abbildung 29: Ähre auf Parzelle A5, 13.07.2012
Abbildung 30: Vergleich des Rohproteingehalts in %TM (Dumas, NIRS)
Abbildung 31: Rohproteingehalt in % TM (Dumas)
Abbildung 32: Fallzahl in Sekunden

VII Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Witterungsfaktoren für Keimung, Wachstum und Blütenbildung bei Winterroggen

Tabelle 2: Ergebnisse der Bodenanalyse

Tabelle 3: Einordnung in Gehaltsklassen nach VDLUFA bzw. (*) LTZ, (**) Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfahlen

Tabelle 4: Klimadaten der Bezugsperiode 1981 – 2010, Standort Berlin-Dahlem

Tabelle 5: Agrotechnische Maßnahmen zum Roggenanbau an der Kapelle der Versöhnung, Anbaujahr 2011 / 2012

Tabelle 6: Entwicklungsverlauf der Roggenbestände an der Kapelle der Versöhnung und auf dem E-Feld in Dahlem im Anbaujahr 2011 / 2012

Tabelle 7: Erster Teil der Fotoserien der Parzellen A1 und A2

Tabelle 8: Zweiter Teil der Fotoserien der Parzellen A1 und A2

Tabelle 9: Dritter Teil der Fotoserien der Parzellen A1 und A2

Tabelle 10: Unkrautbonitur der Fläche A

Tabelle 11 Unkrautbonitur der Fläche B

VIII Anhang