Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Schlussbericht

zum Vorhaben

AgroForstEnergie

Thema:

Verbundvorhaben: Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis; Teilvorhaben 1: Standort Thüringen, Gesamtkoordination

Zuwendungsempfänger und ausführende Stelle:

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) - Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe

Förderkennzeichen:

22004907 bzw. 07NR049

Laufzeit:

01.07.2007 bis 31.12.2011

Datum der Veröffentlichung:

15.03.2012

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMELV für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Langtitel:	Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis
Kurztitel:	AgroForstEnergie

Projektleiter:	Dr. habil. Armin Vetter
Abteilung:	Pflanzenproduktion und Agrarökologie
Laufzeit:	07/2007 bis 12/2011
Auftraggeber:	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
Namen der Bearbeiter:	Dipl. Geogr. Manuela Bärwolff Dipl. Ing. agr. (FH) Maren Oswald Dipl. Ing. agr. Andrea Biertümpfel Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e. V. (Erhebung und Auswertung von Daten zur Begleitfauna)

Jena, im März 2012

(Dr. habil. Armin Vetter)
stellv. Präsident & Projektleiter

Inhalt

Abbildungsverzeichnis i
Tabellenverzeichnis v

1 Einleitung 1
2 Methoden 4
2.1 Versuchsanlage 4
2.1.1 Gehölzstreifen 4
2.1.2 Ackerstreifen 7
2.2 Standortcharakteristik 9
2.2.1 Klimatische Kenngrößen und Witterungsverlauf 10
2.2.2 Bodenkundliche Parameter der Untersuchungsfläche 11
2.3 Datenerhebungen 15
2.3.1 Erhebungen an den Gehölzen 15
2.3.1.1 Bestandesentwicklung der Gehölze 15
2.3.1.2 Ertragsschätzung der Pappeln 16
2.3.1.3 Ernte und Ertragserfassung der Streifen A, B und C 17
2.3.1.4 Rostbefall der Pappel 18
2.3.2 Versuch zu fremdenergiefreien Trocknungsvarianten für Holz aus KUP 18
2.3.3 Erhebungen an den Ackerkulturen 25
2.3.3.1 Einfluss der Gehölzstreifen auf die Überwinterung 25
2.3.3.2 Einfluss der Gehölzstreifen auf den Ernährungszustand 25
2.3.3.3 Krankheiten 26
2.3.3.4 Ertragserfassung Gesamtfläche 26
2.3.3.5 Ertragserfassung Teilfläche 28
2.3.3.6 Qualitätsparameter des Erntegutes 30
2.3.4 Untersuchung zur Überwinterung von Rapsglanzkäfern 31
2.3.5 Erhebungen im Boden 31
2.3.5.1 Bodenchemische Parameter 31
2.3.5.2 Wassergehalt des Bodens 32
2.3.6 Erfassung von Parametern des Mikroklimas 32
2.3.7 Untersuchungen zur ökologischen Vielfalt 35
2.3.7.1 Begleitflora 35
2.3.7.2 Begleitfauna 37
3 Ergebnisse und Diskussion 42
3.1 Erhebungen an den Gehölzen 42
3.1.1 Bestandesentwicklung 42
3.1.2 Ertragsschätzung der Pappeln 50
3.1.3 Erste Ernte der Gehölzstreifen A, B und C 50
3.1.4 Rostbefall an Pappel 53
3.2 Versuch zu fremdenergiefreien Trocknungsvarianten für Holz aus KUP 54
3.2.1 Wassergehaltsreduktion 54
3.2.2 Masseverluste 57

3.2.3 Schlussfolgerungen ... 58
3.3 Erhebungen an den Ackerkulturen ... 59
3.3.1 Einfluss der Gehölzstreifen auf Überwinterung ... 59
3.3.2 Einfluss der Gehölzstreifen auf den Ernährungszustand ... 61
3.3.3 Krankheiten ... 62
3.3.4 Lagerneigung des Getreides ... 63
3.3.5 Erträge der Feldfrüchte ... 65
3.3.6 Kornanalyse – Trockensubstanz im Erntegut ... 74
3.3.7 Kornanalyse – Besatz im Erntegut ... 77
3.3.8 Kornanalyse – weitere Qualitätsparameter des Ernteguts ... 80
3.4 Überwinterung von Rapsglanzkäfern in KUP-Streifen ... 85
3.5 Erhebungen im Boden ... 86
3.5.1 Bodenchemische Parameter ... 86
3.5.2 Wassergehalt des Bodens ... 90
3.6 Erfassung von Parametern des Mikroklimas ... 105
3.6.1 Mikroklimatische Effekte im Leebereich einer Windschutzpflanzung ... 105
3.6.2 Mikroklimatische Effekte im Agroforstsystem Dornburg ... 106
3.6.2.1 Windgeschwindigkeit ... 107
3.6.4.2 Luftfeuchte ... 109
3.6.4.3 Bodenfeuchte ... 110
3.6.4.4 Lufttemperatur ... 111
3.6.4.5 Bodentemperatur ... 112
3.6.4.6 Weitere mikroklimatische Parameter ... 113
3.7 Untersuchungen zur ökologischen Vielfalt ... 114
3.7.1 Begleitflora ... 114
3.7.1.1 Arteninventar ... 114
3.7.1.2 Transektbonitur ... 116
3.7.2 Begleitfauna ... 118
3.7.2.1 Vögel ... 119
3.7.2.2 Schmetterlinge ... 122
3.7.2.3 Säugetiere ... 125
3.7.2.4 Laufkäfer ... 127
4 Zusammenfassung ... 136

Literatur ... 140

Durchgeführte Veranstaltungen, Vorträge und Veröffentlichungen ... 142

Anhang ... 145

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einfluss von Windschutzstreifen auf Kleinklima und Ertrag 2
Abbildung 2: Flächenplan AgroForstEnergie Dornburg 5
Abbildung 3: Windrichtung während der Messzeiträume 2008 bis 2011 im Agroforstsystem Dornburg 6
Abbildung 4: Schematische Darstellung der angelegten Blühsträucher-Parzellen 7
Abbildung 5: Höhenmodell des Dornburger Schlages 10
Abbildung 6: Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum im Vergleich zum langjährigen Mittel 11
Abbildung 7: Räumliche Verteilung von a) ph-Klassen und b), c), d) Nährstoffgehaltsklassen im Oberboden 12
Abbildung 8: Räumliche Verteilung von organischem Kohlenstoff in den Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm 13
Abbildung 9: Durchschnittliche Anteile der Bodenarten auf der Gesamtfläche in 0 bis 60 cm Tiefe 14
Abbildung 10: Durchschnittliche Trockenrohdichte in vier Bodentiefen auf der Gesamtfläche 14
Abbildung 11: Nutzbare Feldkapazität (nFK) in vier Bodentiefen 15
Abbildung 12: Lage der Boniturflächen zur Feststellung von Wuchshöhe, WHD und BHD 16
Abbildung 13: Ernte der Gehölzstreifen mit New Holland Mähhacker 17
Abbildung 14: Verfahrensschritte zur Erzeugung trockenen Hackgutes aus Kurzumtriebsplantagen 20
Abbildung 15: Verfahren der Hackschnitzeltrocknung 20
Abbildung 16: Versuchsvarianten a) VLIES, b) DOM, c) DACH, d) GANZBAUM 22
Abbildung 17: Niederschlag während des Versuchszeitraumes im Vergleich zu langjährigen Mitteln 24
Abbildung 18: Lufttemperatur während des Versuchszeitraumes im Vergleich zum langjährigen Mittel 24
Abbildung 19: Positionen der Messpunkte der Bonitur vor und nach Winter 25
Abbildung 20: Ernte Sommergerste 2008 27
Abbildung 21: Ernte Winterraps 2009 27
Abbildung 22: Ernte Winterweizen 2010 28
Abbildung 23: Ernte Sommergerste 2011 28
Abbildung 24: Parzellenmähdrescher im Einsatz bei der Winterweizenernte 2010 29
Abbildung 25: Schematische Darstellung der Ertragserfassung mit Parzellenmähdrescher 30
Abbildung 26: Positionierung der Wetterstationen im Agroforstsystem Dornburg 34
Abbildung 27: Position der Boniturparzellen sowie der Untersuchungstransekte 36
Abbildung 28: Begehungsstrecke zur Ermittlung der Vogelfauna 37
Abbildung 29: Barber-Falle im Agroforstsystem Dornburg 39
Abbildung 30: Standorte der Barber-Fallen im Jahr 2008 40
Abbildung 31: Standorte der Barber-Fallen in den Jahren 2010 und 2011 40
Abbildung 32: Parameter der Bestandesentwicklung der Pappel (Max 1, 3, 4) in den Gehölzstreifen 45

Abbildung 33: Parameter der Bestandesentwicklung aller etablierter Arten in den Gehölzstreifen A bis C (Pflanzabstände 0,5 m x 2 m) 46
Abbildung 34: Parameter der Bestandesentwicklung aller etablierter Arten in den Gehölzstreifen D bis G (Pflanzabstände 1,5 m x 3 m) 48
Abbildung 35: Ausfall heimischer Gehölze bis Herbst 2011 49
Abbildung 36: Anzahl der Triebe je Stock aller etablierter Baumarten im Herbst 2011 49
Abbildung 37: Ertragsschätzung der Gehölzstreifen nach dem Ertragsschätzer-Modell der TU Dresden 50
Abbildung 38: Erträge der Gehölzstreifen A bis C (ausschließlich Pappelklon „Max“) nach erstem vierjährigem Umtrieb differenziert nach Pflanzreihen 51
Abbildung 39: Wassergehalte des Häckselmaterials aus den Gehölzstreifen A bis C (ausschließlich Pappelklon „Max“) differenziert nach Pflanzreihen 52
Abbildung 40: Ernteerträge vierjähriger heimischer Gehölze sowie Weide „Tora“ im Pflanzabstand 2 m x 0,5 m in den Gehölzstreifen A bis C im Vergleich zum Durchschnittsertrag des Pappelklons „Max“ 53
Abbildung 41: Wassergehalte vierjähriger heimischer Gehölze sowie Weide „Tora“ im Pflanzabstand 2 m x 0,5 m in den Gehölzstreifen A bis C im Vergleich zum Durchschnittsgehalt des Pappelklons „Max“ 53
Abbildung 42: Minimaler Rostbefall im Oktober 2009 54
Abbildung 43: Durchschnittlicher Wassergehalt der Hackschnitzel nach Trocknung 56
Abbildung 44: Wassergehalte der Hackschnitzel nach Trocknung im Außen- und Innenbereich der Mieten 56
Abbildung 45: Kondensationsschicht im Außenbereich der Miete DOM 57
Abbildung 46: Masseverluste der Versuchsvarianten nach durchschnittlich 173 Trocknungstagen 58
Abbildung 47: Bestandesparameter von Winterraps in verschiedenen Abständen von Gehölzstreifen vor und nach Winter 2008 60
Abbildung 48: Bestandesparameter von Winterweizen in verschiedenen Abständen von Gehölzstreifen vor und nach Winter 2009 61
Abbildung 49: Phoma-Befall an Wurzelhals und Stängel in Winterraps 2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 62
Abbildung 50: Mehltau-Befall an Blättern der Sommergerste 2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 63
Abbildung 51: Lager im Winterweizen 2010 am Gehölzstreifen 64
Abbildung 52: Lager im Winterweizen 2010 zwischen zwei Gehölzstreifen 65
Abbildung 53: Ertragsverteilung Winterweizen 2007 68
Abbildung 54: Ertragsverteilung Sommergerste 2008 69
Abbildung 55: Kornertrag der Sommergerste 2008 im Leebereich des Gehölzstreifens B 69
Abbildung 56: Ertragsverteilung Winterraps 2009 70
Abbildung 57: Kornertrag des Winterraps 2009 im Leebereich des Gehölzstreifens B 70
Abbildung 58: Ertragsverteilung Winterweizen 2010 71
Abbildung 59: Profil der Ertragshöhe von Winterweizen 2010 zwischen den Gehölzstreifen 71

Abbildung 60: Ertragshöhe des Winterweizens 2010 in Abhängigkeit von der Entfernung zum nächst westlichen Gehölzstreifen 72
Abbildung 61: Kornertrag des Winterweizens 2010 im Leebereich des Gehölzstreifens B 72
Abbildung 62: Ertragsverteilung Sommergerste 2011 73
Abbildung 63: Kornertrag der Sommergerste 2011 im Leebereich des Gehölzstreifens B 73
Abbildung 64: Kornertrag der Sommergerste 2011 im Leebereich des Gehölzstreifens E 74
Abbildung 65: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Sommergerste 2008 75
Abbildung 66: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Winterraps 2009 75
Abbildung 67: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Winterweizen 2010 76
Abbildung 68: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Sommergerste 2011 76
Abbildung 69: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Sommergerste 2008 78
Abbildung 70: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Winterraps 2009 78
Abbildung 71: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Winterweizen 2010 79
Abbildung 72: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Sommergerste 2011 79
Abbildung 73: Qualitätsparameter des Erntegutes, Sommergerste 2008 80
Abbildung 74: Qualitätsparameter des Erntegutes, Winterraps 2009 81
Abbildung 75: Qualitätsparameter des Erntegutes, Winterweizen 2010 83
Abbildung 76: Qualitätsparameter des Erntegutes, Sommergerste 2011 85
Abbildung 77: Auftreten von Rapsglanzkäfern in Streu von Pappel-Streifen, Pappel-KUP und natürlichem Feldgehölz 86
Abbildung 78: Pflanzenverfügbarer Stickstoff (N_{min}) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011 87
Abbildung 79: Kohlenstoffgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011 88
Abbildung 80: pH-Werte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011 88
Abbildung 81: Phosphorgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011 89
Abbildung 82: Kaliumgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011 89
Abbildung 83: Magnesiumgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011 89
Abbildung 84: Bodenwassergehalt am 12.06.2008 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 91
Abbildung 85: Bodenwassergehalt am 28.07.2008 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 91
Abbildung 86: Bodenwassergehalt am 09.10.2008 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 91
Abbildung 87: Bodenwassergehalt am 07.04.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 93

Abbildung 88: Bodenwassergehalt am 13.08.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 94
Abbildung 89: Bodenwassergehalt am 09.10.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 94
Abbildung 90: Bodenwassergehalt am 20.11.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 94
Abbildung 91: Bodenwassergehalt am 08.06.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 96
Abbildung 92: Bodenwassergehalt am 22.06.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 96
Abbildung 93: Bodenwassergehalt am 12.07.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 96
Abbildung 94: Bodenwassergehalt am 23.08.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 97
Abbildung 95 Nachwachsende Gehölzstreifen B und C sowie unbeerntete Streifen im Mai 2011. 100
Abbildung 96: Bodenwassergehalt am 04.05.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 100
Abbildung 97: Nachwachsende Gehölzstreifen B und C sowie unbeerntete Streifen im Juni 2011 101
Abbildung 98: Bodenwassergehalt am 06.06.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 101
Abbildung 99: Nachwachsende Gehölzstreifen B und C sowie unbeerntete Streifen im Juli 2011. 102
Abbildung 100: Bodenwassergehalt am 12.07.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 102
Abbildung 101: Bodenwassergehalt am 09.08.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 103
Abbildung 102: Bodenwassergehalt am 05.10.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 104
Abbildung 103: Einfluss einer Windschutzpflanzung auf die Windgeschwindigkeit, Buttelstedt 2008 106
Abbildung 104: Anteil der Winde aus Hauptwindrichtung Westsüdwest während der Auswertungszeiträume 107
Abbildung 105: Gesamtinventar der Gefäßpflanzen im Agroforstsystem – Anzahl Arten 115
Abbildung 106: Gesamtinventar der Gefäßpflanzen im Agroforstsystem – Deckungsgrad 116
Abbildung 107: Gefäßpflanzen in Kompartimenten des Agroforstsystem –Deckungsgrad 117
Abbildung 108: Gefäßpflanzen in Kompartimenten des Agroforstsystem – Artenzahl 118
Abbildung 109: Vorkommen von Laufkäfern an unterschiedlichen Positionen 2008 134
Abbildung 110: Vorkommen von Laufkäfern an unterschiedlichen Positionen 2010 134
Abbildung 111: Vorkommen von Laufkäfern an unterschiedlichen Positionen 2011 135

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Agrotechnische Maßnahmen auf den Ackerstreifen 8
Tabelle 2: Boniturschema zur Erfassung von Stärke und Lage des Befalls mit Blattrost 18
Tabelle 3: Herkunft und Eigenschaften des eingelagerten Holzes 21
Tabelle 4: Anzahl entnommener Proben bei Versuchsende 23
Tabelle 5: Zeitlicher Ablauf des Trocknungsversuches 23
Tabelle 6: Parameter und Prüfverfahren bei der Kornanalyse 30
Tabelle 7: Angewandte Prüfverfahren bei Bodenuntersuchungen 32
Tabelle 8: Messperioden der Wetterstationen 35
Tabelle 9: Deckungsgrad (Schätzwerte) von Pflanzenarten auf Vegetationsmessflächen 36
Tabelle 10. Fangperioden Laufkäfer 39
Tabelle 11: Vergleich der Ergebnisse der Trocknungsversuchsvarianten 58
Tabelle 12: Windgeschwindigkeit am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010 108
Tabelle 13: Windgeschwindigkeit an Gehölzstreifen E und F 2011 109
Tabelle 14: Luftfeuchte am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010 110
Tabelle 15: Luftfeuchte an Gehölzstreifen E und F 2011 110
Tabelle 16: Bodenfeuchte am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010 111
Tabelle 17: Bodenfeuchte an Gehölzstreifen E und F 2011 111
Tabelle 18: Lufttemperatur am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010 112
Tabelle 19: Lufttemperatur am Gehölzstreifen E und F 2011 112
Tabelle 20: Bodentemperatur in 10 cm Tiefe am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010 113
Tabelle 21: Bodentemperatur in 10 cm Tiefe an Gehölzstreifen E und F 2011 113
Tabelle 22: Bodentemperatur in 20 cm Tiefe am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010 113
Tabelle 23: Bodentemperatur in 20 cm Tiefe an Gehölzstreifen E und F 2011 113
Tabelle 24: Nachweise von Vogelarten in den Jahren 2008 bis 2011 120
Tabelle 25: Ermittelte Brutvögel in den Gehölzstreifen in 4 Untersuchungsjahren 122
Tabelle 26: Nachweise von Schmetterlingsarten in den Jahren 2008 bis 2011 124
Tabelle 27: Nachweise von Säugetieren in den Untersuchungsjahren 2008 bis 2011 125
Tabelle 28: Nachweise von Laufkäfern in den Jahren 2008, 2010, 2011 128

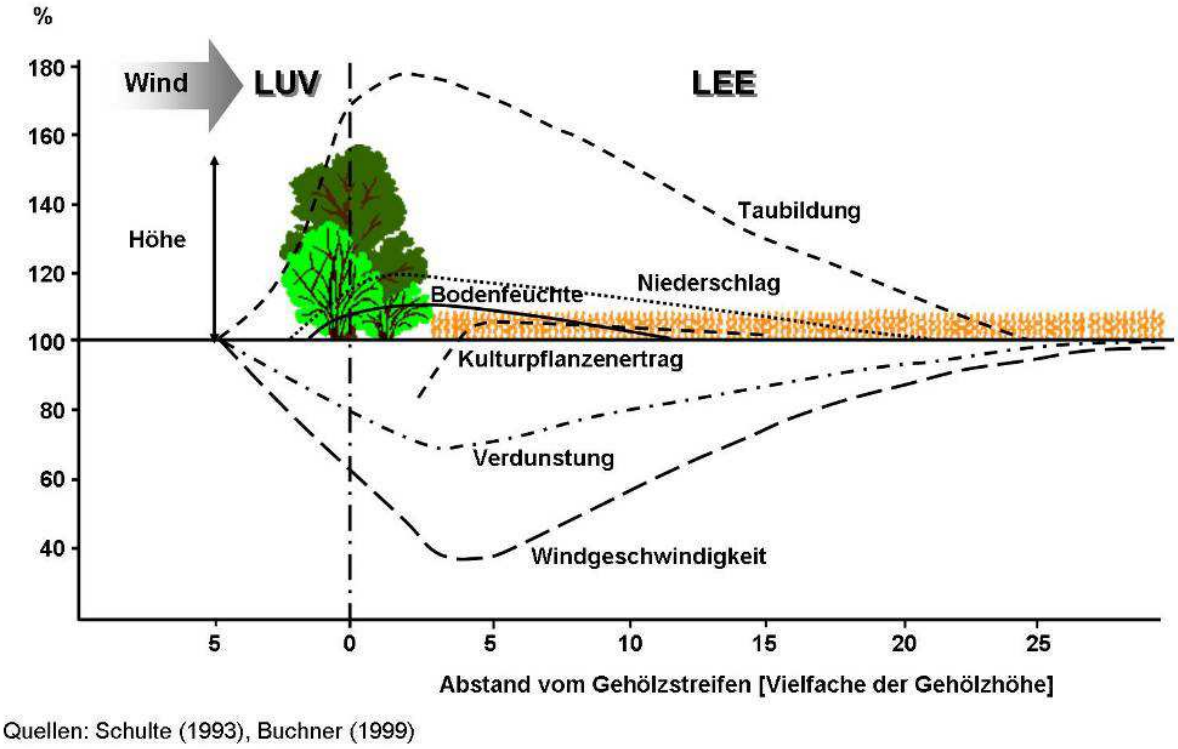
1 Einleitung

Eine Kulturlandschaft vereint im Idealfall Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion. All dies in Einklang zu bringen, ist unter den Bedingungen der modernen hochproduktiven Landwirtschaft nur schwer möglich. Daher gilt es einen Konsens zu finden, der die einzelnen Funktionen weitestgehend berücksichtigt. Die Agrarräume sind besonders in den neuen Bundesländern durch ‚ausgeräumte' Landschaften mit großen Schlägen geprägt. Windschutzstreifen sind nur in wenigen Regionen Deutschlands in ausreichendem Umfang vorhanden. Infolgedessen verstärken und beschleunigen sich Prozesse, welche einer nachhaltigen Landwirtschaft entgegenwirken. Wind- und Wassererosion nehmen zu und führen langfristig zu einer Herabsetzung der Qualität der Anbaufläche und somit zur Verringerung der Produktivität dieser Flächen. Enge Fruchtfolgen auf großen Schlägen führen zur starken Einschränkung der Vielfalt der angebauten Kulturen pro Flächeneinheit, wodurch der Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten und der einseitigen Belastung des Bodens Vorschub geleistet wird. Dadurch werden wiederum erhöhte Gaben von Pflanzenschutz- und Düngemitteln nötig.

Die Neuanlage von Feldgehölzen und Biotopverbundsystemen, zum Beispiel in Form von Hecken, findet in der Praxis kaum Anwendung. Dies ist vor allem darin begründet, dass keine Erlöse von diesen Flächen zu erzielen sind und Auflagen im Pflanzenschutz, d. h. Einschränkungen auf der angrenzenden Fläche (Abstände zu Saumbiotopen), zu Ertragsverlusten führen. Für Kurzumtriebsplantagen zur Erzeugung von Energieholz treffen diese Einschränkungen nicht zu. Allerdings sind Kurzumtriebsplantagen eine relativ extensive Form der Landbewirtschaftung, welche daher vorwiegend auf ertragsschwächeren Agrarstandorten zur Anlage kommen.

Eine Möglichkeit, die vielfältigen Funktionen der Kulturlandschaft in ertragsstarken Gebieten mit geringem Besatz an Landschaftselementen mit einer verstärkten Produktion biogener Energieträger in Einklang zu bringen, sind Agroforstsysteme. Agroforstwirtschaft bezeichnet den gleichzeitigen Anbau von Bäumen und einjährigen Kulturen auf einer Fläche. Es werden also forstliche und landwirtschaftliche Elemente verbunden. Dies geschieht mit dem Ziel, durch Synergiewirkungen der Kulturen einen ökonomischen und / oder umweltbezogenen Mehrwert zu erreichen. Eine moderne Spezialform der Agroforstsysteme stellt der streifenförmige Anbau von schnellwüchsigen Bäumen wie Pappeln oder Weiden im Kurzumtrieb innerhalb landwirtschaftlicher Ackerflächen dar. Aufgrund der prognostizierten Holzlücke von bis zu 40 Mio. m³ in Deutschland bis 2020

ist der Anbau von Energieholz im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen derzeit mit großen Hoffnungen verbunden. Er bietet bei tendenziell steigenden Holzpreisen eine lohnende Zukunftsoption für den Landwirt und einen Beitrag zur Kompensation fossiler Energieträger. Durch den Anbau in Agroforstsystemen mit mehreren Streifen auf einer Fläche oder als einzelne Streifen an besonders sensiblen Positionen entstehen bei durchdachter Planung der Anlage positive Effekte sowohl für die angrenzenden Ackerkulturen als auch für Natur und Umwelt. Je nach Ausgangsbedingungen der Fläche können die Gehölzstreifen genutzt werden um Windschutz zu erzeugen oder Wassererosion zu reduzieren. Untersuchungen an Windschutzstreifen belegen die vielfältigen Auswirkungen von Gehölzstrukturen auf Mikroklima und Ertrag der angrenzenden Ackerflächen (s. Abb. 1). Die lange Bodenruhe innerhalb der extensiv bewirtschafteten Baumstreifen trägt zu Bodenverbesserung und Kohlenstoffspeicherung bei und bietet Flora und Fauna Lebensraum. Ziel ist die Schaffung eines nachhaltigen Landnutzungssystems, welches zum Erhalt der Leistungsfähigkeit unserer wertvollen Ackerflächen beiträgt ohne die Notwendigkeit wirtschaftlicher Produktion aus den Augen zu verlieren.



Quellen: Schulte (1993), Buchner (1999)

Abbildung 1: Einfluss von Windschutzstreifen auf Kleinklima und Ertrag, nach SCHWABE, TLL, unveröffentlicht

Das Verbundprojekt AgroForstEnergie untersuchte die Anfangsphase (Anlagejahr 2007 bis 2011) des streifenförmigen Anbaus von Kurzumtriebsgehölzen (Pappeln) zur energetischen Nutzung auf einem konventionell ackerbaulich bewirtschafteten Praxisschlag. Dabei wurden sowohl ökonomische als auch ökologische Fragestellungen betrachtet.

Der Verbund des Projektes AgroForstEnergie bestand aus den folgenden vier Teilprojekten:

TP1	Standort Thüringen, Gesamtkoordination Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TP2	Rekultivierungsfläche in Brandenburg Brandenburgische Technische Universität Cottbus
TP3	Grünland- und Ackerflächen in Niedersachsen Julius-Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
TP4	Ökonomische Begleitforschung Justus-Liebig-Universität Gießen

Als Gesamtkoordinator des Verbundprojektes fungierte die Thüringer Landesanstalt als Initiator von Projekttreffen, welche in regelmäßigen Abständen während des Untersuchungszeitraumes durchgeführt wurden, sowie als Ansprechpartner für alle organisatorischen Belange des Projektes. Neben der Abstimmung von Untersuchungsmethoden erfolgte auch die Initiation gemeinsamer Veröffentlichungen sowie die Organisation von Veranstaltungen.

2 Methoden

2.1 Versuchsanlage

Das Agroforstsystem des Teilprojektes 1 des Verbundprojektes AgroForstEnergie wurde im März 2007 auf einem Schlag des Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgutes (TLPVG) Buttelstedt mit einer Gesamtgröße von 51,3 ha in der Gemarkung Dornburg angelegt. Der baumbestandene Flächenanteil beträgt etwa 10 %.

2.1.1 Gehölzstreifen

Auf dem Schlag wurden sieben Gehölzstreifen von je 12 m Breite angelegt (s. Abb. 2). Zur Bepflanzung wurden die Klone 1, 3 und 4 der Hybridpappelsorte Max verwendet, da diese in vorausgegangenen Untersuchungen der TLL auf vergleichbaren Standorten die besten Erträge erreichten. Als Pflanzmaterial kamen ca. 20 cm lange Steckhölzer zum Einsatz, welche nach Vorbohrung in das Pflanzloch eingebracht wurden. Die Streifen A, B und C bestehen aus jeweils 6 Baumreihen, der Pflanzabstand beträgt 0,5 m x 2 m. Diese Variante ist auf Umtriebszeiten von 3 bis 5 Jahren ausgelegt, die Ernte erfolgte erstmalig nach 4 Standjahren im Februar 2011 mit einem Mähhacker (New Holland KUP Vorsatz 130 FB). Die Streifen D, E, F und G bestehen aus jeweils 4 Baumreihen mit Pflanzabständen von 1,5 m x 3 m. Diese Variante ist geeignet für Umtriebszeiten von 8 bis 10 Jahren, hier soll bei der Ernte Forsttechnik zum Einsatz kommen. Zusätzlich zu den Pappelklonen wurden die Hochleistungsweide „Tora“ sowie ursprünglich 4 verschiedene heimische Gehölzarten (Hainbuche, Gemeine Esche, Gewöhnliche Birke, Aspe) in Parzellen mit einer Länge von je 10 m in die Gehölzstreifen integriert. Die Pflanzung fand – außer bei der Weide „Tora“, welche ebenfalls durch Stecklinge etabliert wurde – mit bewurzeltem Material statt.

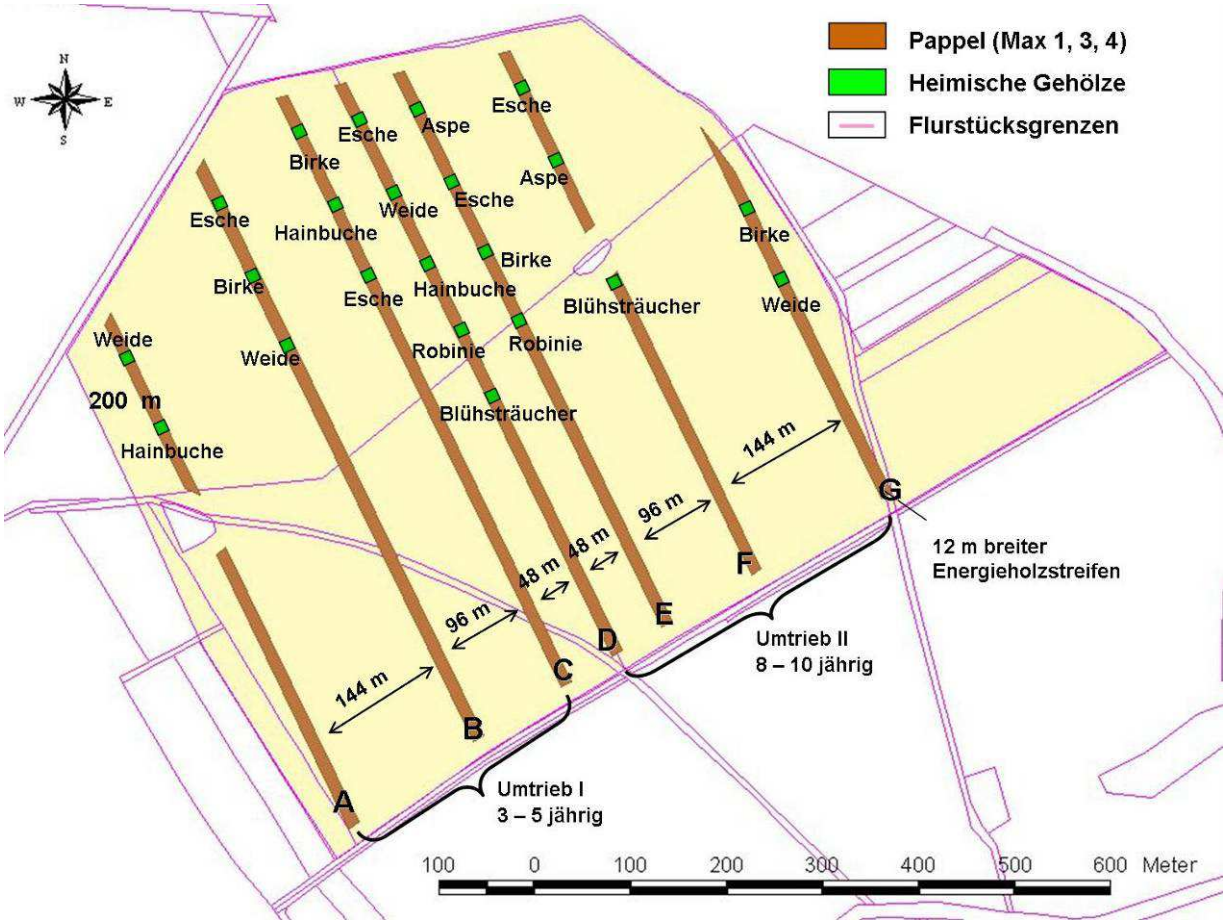


Abbildung 2: Flächenplan AgroForstEnergie Dornburg

Die Einordnung in Lee- (vom Wind abgewandt) und Luvbereich (dem Wind zugewandt) erfolgte nach der vorherrschenden Windrichtung, welche in dieser Region Westen ist. Die Messungen der Referenzwetterstation, die als einzige der insgesamt fünf im Projekt genutzten Messstationen mit einem Sensor zur Erfassung der Windrichtung ausgerüstet war, bestätigten dies. Da die Gehölzstreifen nicht exakt in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind, sondern an die Lage des Schlages angepasst wurden, werden insbesondere Winde aus Westsüdwest bzw. Ostnordost abgeschwächt. Der Anteil der Winde aus Westsüdwest machte während der Messzeiträume 2008 bis 2011 einen Anteil von 38 % aus (s. Abb. 3).

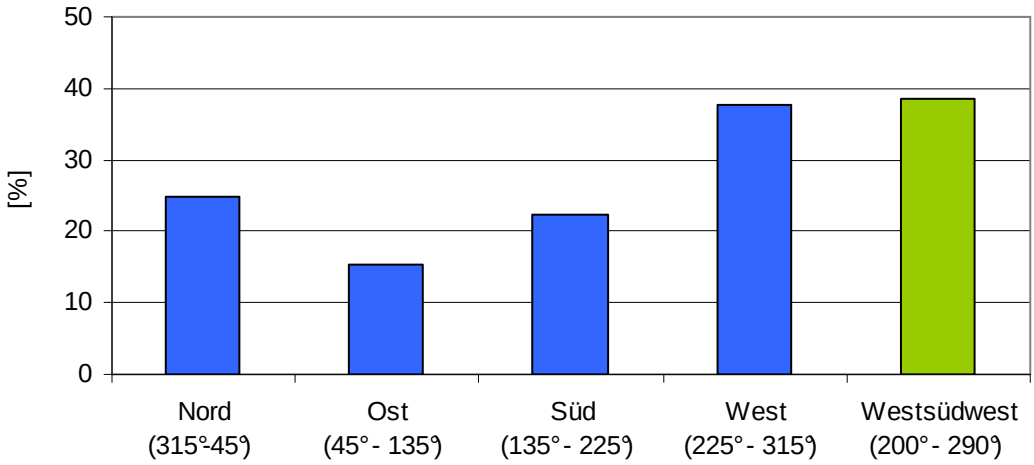


Abbildung 3: Windrichtung während der Messzeiträume 2008 bis 2011 im Agroforstsystem Dornburg

Eine Bonitur des Anwuchserfolges erfolgte im Oktober 2007. Dabei wurde jeder einzelne Pflanzplatz (insgesamt etwa 27.000) kontrolliert. Die Nachpflanzungen zur Ausbesserung der bei der Anwuchsbonitur festgestellten Ausfälle begannen bereits im November 2007. Zur Verwendung kamen hier aus eigenen Beständen geworbene Pappelruten der Sorte Max 1 mit Längen zwischen 1 m und 2 m. Alle Fehlstellen der Gehölzstreifen D, E, F und G (weite Reihenabstände) wurden ausgebessert. Die Nachpflanzung in den Gehölzstreifen A, B und C (enge Reihenabstände) erfolgte im März 2008 mit zugekauften Steckhölzern der Sorte ‚Max 1' analog zur Vorgehensweise 2007. Insgesamt wurden ca. 2.000 Ruten und 9.500 Steckhölzer für die vollständige Nachpflanzung verwendet.

Im Frühjahr 2008 wurden auch die ausgefallenen einheimischen Gehölze durch zugekaufte Bäume gleicher Herkunft ersetzt. Zeitgleich erfolgte die Neuanlage von zwei Parzellen Gewöhnliche Robinie (Streifen D und E) und zwei Parzellen mit einer Mischung aus heimischen Blühsträuchern (s. Abb. 4). Während der Pflanzabstand der Robinie 3,0 x 1,5 m, analog zur Pappel, betrug, belief sich der Abstand der Blühsträucher in der Reihe auf 1,0 m, da von einem geringeren jährlichen Zuwachs auszugehen ist. Die für die Blühsträucher-Parzellen gewählten Arten entsprechen der für Thüringen typischen Heckenstruktur und verfügen über einen guten Stockausschlag nach der Ernte. Sie wurden weniger mit dem Hintergrund der Biomasseleistung, als vielmehr aufgrund ihrer ökologischen Funktion in die Gehölzstreifen integriert.

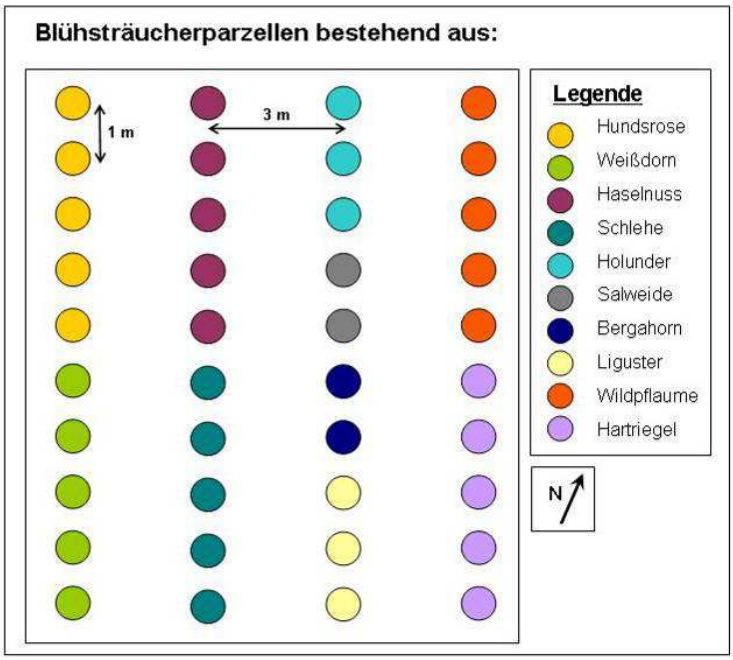


Abbildung 4: Schematische Darstellung der angelegten Blühsträucher-Parzellen

Eine Feststellung der Bestandesdichte erfolgte nochmals im Juli 2008 durch Kontrolle der einzelnen Pflanzstellen. Aufgrund schlechter Anwuchserfolge von Robinien und Blühsträuchern nach der Pflanzung im Frühjahr 2008 wurde eine Nachpflanzung der Fehlstellen erforderlich. Die Erfassung der Bestandesdichte im Sommer 2008 zeigte eine Anwuchsrate der Blühsträucherparzellen von durchschnittlichen 63 %, die Robinienparzellen wiesen Anwuchsraten von durchschnittlich 48 % auf. Die ausgefallenen Pflanzen wurden im März 2009 durch zugekaufte Gehölze gleicher Herkunft ersetzt.

Im Herbst 2010 erfolgte letztmalig eine Nachpflanzung einzelner Fehlstellen in den Parzellen heimischer Gehölze der Streifen D bis G. In drei Parzellen mit Totalausfall wurde auf eine Nachpflanzung verzichtet, da diese Arten (Hainbuche und Robinie) offensichtlich nicht für den Standort geeignet sind. Die betroffenen Parzellen bleiben als „Lerchenfenster“ und für die Entwicklung einer natürlichen Sukzession offen.

2.1.2 Ackerstreifen

Der ackerbaulich geprägte Teil des Agrarforstsystems macht einen Flächenanteil von etwa 90 % aus und wird im Rahmen einer betriebsüblichen konventionellen Fruchtfolge bewirtschaftet. Die Fläche wurde vor Anlage der Gehölzstreifen in zwei Schlägen bewirtschaftet. Im Jahr 2006 wurde im westlichen Bereich Winterweizen, im östlichen

Bereich Körnermais angebaut. Ab Herbst 2006 fand eine einheitliche Bewirtschaftung der Fläche statt mit folgenden Fruchtarten:

- 2007 Winterweizen
- 2008 Sommergerste
- 2009 Winterraps
- 2010 Winterweizen
- 2011 Sommergerste

Die agrotechnischen Maßnahmen, welche zur Bestandesführung im Untersuchungszeitraum durch das Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut (TLPVG) durchgeführt wurden, sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Agrotechnische Maßnahmen auf den Ackerstreifen

Sommergerste	
08.09.2007	Unkrautbekämpfung (Roundup Ultra Max, 2,2 l/ha)
31.03.2008	Saatbettbereitung mit Kompaktor
03.04.2008	Aussaat Sommergerste Sorte ‚Marthe' (115 kg/ha)
15.05.2008	Unkrautbekämpfung (Pointer SX + Starane XL, 25 g/ha + 0,8 l/ha)
14.08.2008	Mähdrusch mit Lexion 570, Ertrag: 37,2 d/ha
17.08.2008	Strohpressen
Winterraps	
18.08.2008	Organische Düngung durch Lohnunternehmen (30 m³ Gülle/ha)
19.08.2008	Bodenbearbeitung mit Tiefengrubber
23.08.2008	Saatbettbereitung mit Kompaktor
25.08.2008	Aussaat Winterraps Sorte ‚PR46W31' (2,5 kg/ha)
26.08.2008	Walzen mit Ackerwalze
27.08.2008	Unkrautbekämpfung (Colzor Trio, 4,0 l/ha)
16.09.2008	Unkrautbekämpfung (Fusilade Max, 0,8 l/ha)
19.09.2008	Schneckenbekämpfung (Metarex, 7,0 kg/ha)
12.10.2008	Fungizidbehandlung/Mikronährstoffdüngung (Caramba + Folicin Bor + Folicin Combi, 1,2 + 1,0 + 1,0 l/ha)
30.03.2009	mineralische Düngung N und S (Piamon 33, 300 kg/ha)
08.04.2009	Insektizidbehandlung (Talstar 8 SC, 0,13 l/ha, Folicin Bor, 0,8 l/ha)
16.04.2009	Wachstumsregler- und Insektizidbehandlung (Moddus, 0,4 l/ha; Biscaya, 0,3 l/ha; Folicin Combi, 1 l/ha)
02.05.2009	Fungizid- und Insektizidbehandlung (Cantus, 0,5 kg/ha; Biscaya, 0,3 l/ha; Folicin Bor, 0,5 l/ha)
06.08.2009	Mähdrusch, Ertrag: 47,8 dt/ha

Winterweizen	
18.08.2009	Düngung (35 m³/ha Schweinegülle)
25.08.2009	Grubbern
14.09.2009	Unkrautbekämpfung (Glyfos)
16.10.2009	Saatbettbereitung mit Kerner-Grubber
18.10.2009	Aussaat Winterweizen „Türkis“ (300 Kö/m²)
06.04.2010	Düngung, N-S 38-7, 300 kg/ha
24.04.2010	Herbizid- und Wachstumsreglerbehandlung (0,7 l/ha Starane / 0,4 l/ha Moddus / 30g/ha Pointer SX)
26.05.2010	Fungizid- und Wachstumsreglerbehandlung (1,5 l/ha Opus Top, 0,4 l/ha Moddus)
09.06.2010	Düngung, N-S 38-7, 160 kg/ha
23.06.2010	Fungizidbehandlung (2,5 l/ha Osiris)
08.09.2010	Mähdrusch, Ertrag: 85,0 dt/ha
Sommergerste	
10.09.2010	Bodenbearbeitung (Stoppelsturz mit Scheibengrubber, Tiefengrubbern mit Lemken)
03.10.2010	Pflanzenschutz: Unkraut- und Ausfallgetreidebekämpfung 2,5 l Glyfos
27.10.2010	Bodenbearbeitung: Grundbodenbearbeitung mit Lemken Thorit 20 cm tief
12.03.2011	Bodenbearbeitung: Saatbettbereitung mit Köckerling Allrounder
14.03.2011	Aussaat: mit Lemken Solitär 12, Sommergerste: Grace 147 kg/ha
22.03.2011	Düngung mineralisch: NPK 16/16/16
29.04.2011	Herbizid: 0,7l/ha Starane XL + 30g/ha Trimmer
27.07.2011	Mähdrusch, Ertrag: 62,1 dt/ha
10.08.2011	Bodenbearbeitung: Stoppelsturz mit Lemken Rubin (Kurzscheibenegge)
20.10.2011	Bodenbearbeitung: Grundbodenbearbeitung mit Lemken Thorit 20 cm tief

2.2 Standortcharakteristik

Dornburg liegt am Südostrand des Thüringer Beckens, unmittelbar vor dem Steilabfall der Hochfläche zwischen Ilm und Saale zum Saaletal. Entsprechend der Einteilung Thüringens in acht Agrargebiete sind die Versuchsflächen in Bezug auf Boden und Klima dem Agrargebiet 1 - Erfurter Becken - zuzuordnen. Die Untersuchungsfläche befindet sich auf einer Höhe von 270 – 290 m ü. NN (s. Abb. 5).

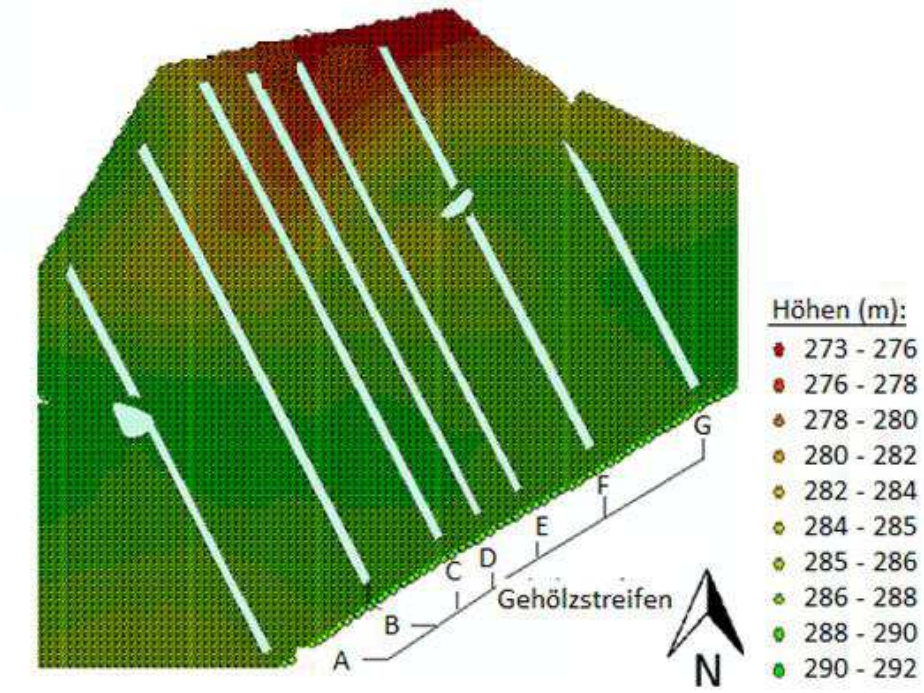


Abbildung 5: Höhenmodell des Dornburger Schlages; Quelle: SCHMIDT (2011b)

2.2.1 Klimatische Kenngrößen und Witterungsverlauf

Der Standort Dornburg ist gegenüber dem deutschlandweiten Mittel von 789 mm mit 585 mm als niederschlagsarm zu bezeichnen. Die Jahresmitteltemperatur liegt in Dornburg mit 8,3 °C etwas höher als der bundesweite Durchschnitt von 8,2 °C. Die Jahresdurchschnittswerte von Temperatur und Niederschlag der Versuchsjahre zeigt Abbildung 6. Die entsprechenden Monatsmittelwerte sind in Anlage 1 angefügt.

Auf das insgesamt sehr feuchte aber durch einen sehr trockenen und warmen April gekennzeichnete Jahr 2007 folgte das im Mittel etwas zu warme aber von der Niederschlagsverteilung eher durchschnittliche Jahr 2008. Auch hier trat im Mai eine Trockenperiode auf, die aber nach dem feuchten April weniger negative Auswirkungen hatte. Die Durchschnittstemperatur des Jahres 2009 lag mit 8,9 °C über dem langjährigen Mittel, während die Niederschläge mit 678 mm überdurchschnittlich hoch waren. Die extremen Tiefsttemperaturen von bis zu minus 20 °C im Januar 2009 verursachten keine sichtbaren Schädigungen der Gehölze. Längere Trockenperioden traten nicht auf. Die Durchschnittstemperatur des Jahres 2010 lag mit 7,8 °C unter dem langjährigen Mittel, während die Niederschläge mit 671 mm wiederum überdurchschnittlich hoch waren. Insbesondere die hohen Niederschläge in Juli und August verzögerten die Ernte der Ackerkulturen erheblich und führten zu deutlichen Qualitätsverlusten durch Auswuchs. Das Jahr 2011 war mit durchschnittlich 9,7 °C recht warm bei einem mittleren

Jahresniederschlag. Die Niederschlagsverteilung fiel jedoch sehr ungleichmäßig aus. Während die Monate Februar bis Mai von Trockenheit geprägt waren, fielen in Juni und Juli überdurchschnittlich hohe Niederschläge.

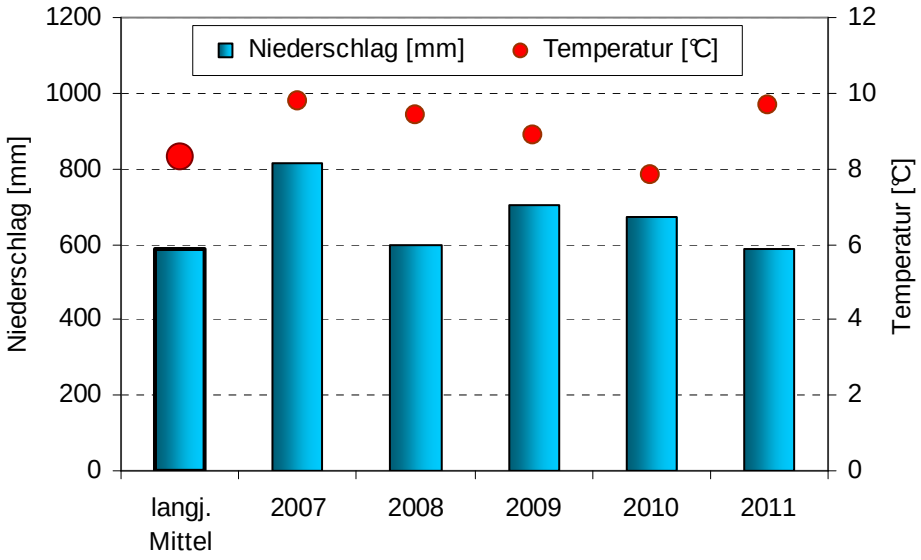


Abbildung 6: Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum im Vergleich zum langjährigen Mittel

2.2.2 Bodenkundliche Parameter der Untersuchungsfläche

Der geologische Untergrund der Untersuchungsfläche ist mittlerer Muschelkalk mit zum Teil stark erodierter Lößauflage.

Zur Ermittlung der Bodeneigenschaften und insbesondere möglicher räumlicher Unterschiede derselben innerhalb des mit 50 ha sehr weiträumigen Schlags wurde im Jahr 2009 eine rasterförmige Beprobung durchgeführt. In einem 100 x 100 m Raster (47 Beprobungspunkte) wurden bodenchemische Parameter (N_{min}, S_{min}, C_{org}, pH, P, K, Mg) erhoben. Die Einordnung der Werte von pH und Nährstoffen erfolgte in Klassen nach TLL (2007). Weiterhin wurden in einem 200 x 200 m Raster (9 Beprobungspunkte) bodenphysikalische Parameter (Trockenrohdichte, Porenvolumen, Porengrößenverteilung, kf-Wert, nFk, Luftkapazität) geprüft.

Die pH-Werte des Schlages bewegen sich im Oberboden im Bereich von 5,9 bis 7,7 und entsprechen damit den Klassen B (niedrig) bis E (sehr hoch). Die Karte der räumlichen Verteilung der pH-Klassen zeigt besonders hohe Werte im nordöstlichen Bereich des Schlages (Abb. 7 a). Hier ist aufgrund der steileren Geländemorphologie durch Abtragungsprozesse eine recht geringe Bodenmächtigkeit gegeben, die einen hohen

Steinanteil des anstehenden Muschelkalkes im Oberboden verursacht. Der Bodentyp kann hier als Rendzina angegeben werden. In ebenen Bereichen des Schlages mit höherer Bodenmächtigkeit befinden sich die pH-Werte im optimalen bis hohen Bereich. Der Bodentyp ist hier als Braunerde einzuordnen.

Die Erfassung der Nährstoffgehalte im Sommer 2009 stellt nur eine Momentaufnahme dar, die Gehalte variieren naturgemäß im Jahresverlauf und mit der jeweils angebauten Kultur. Die räumliche Verteilung der Nährstoffe kann dennoch eine Aussage liefern. Die Gehaltsklassen der Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium bewegen sich im Sommer 2009 im Gesamtspektrum der Klassen A (sehr niedrig) bis E (sehr hoch), wobei der Hauptanteil der Fläche durch die Klassen C (optimal) und D (hoch) charakterisiert ist (Abb. 7 b, c, d). Ein Muster der Verteilung ist nicht ablesbar.

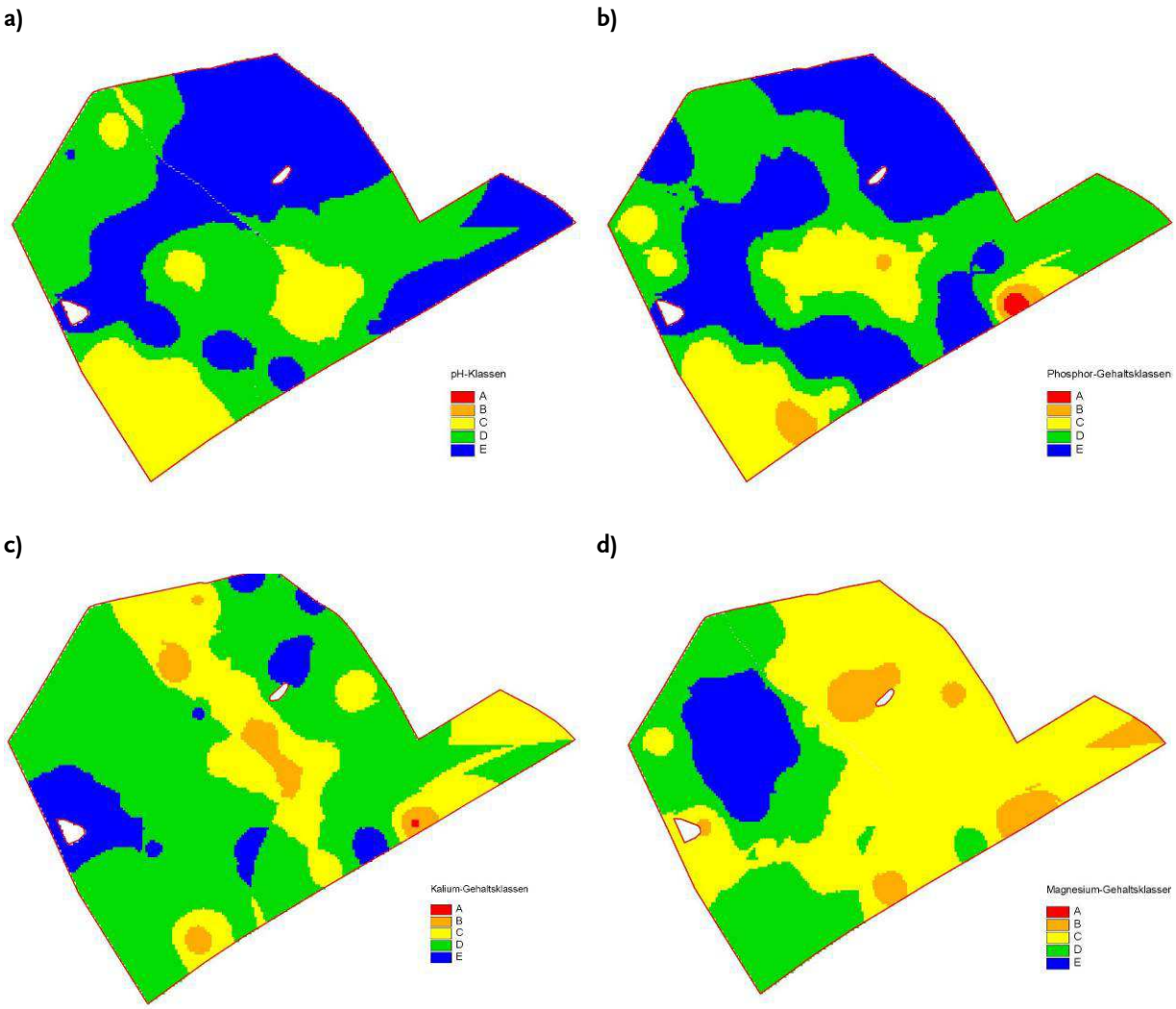
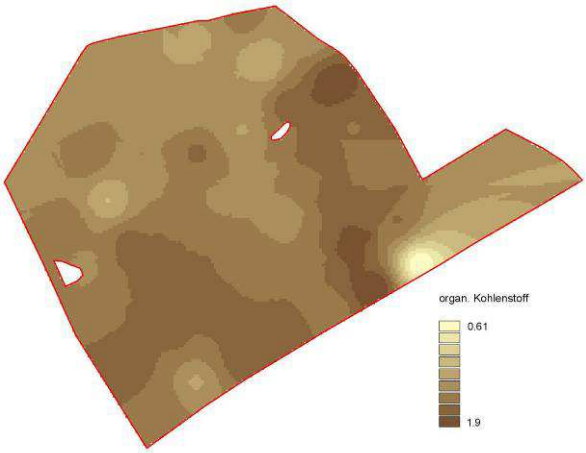


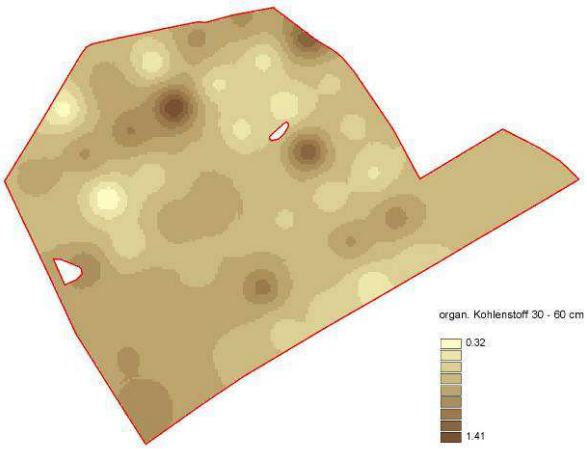
Abbildung 7: Räumliche Verteilung von a) ph-Klassen und b), c), d) Nährstoffgehaltsklassen im Oberboden

Die räumliche Verteilung des organischen Kohlenstoffanteils im Boden stellt Abbildung 8 a bis c dar. Es zeigt sich in allen Bodentiefen eine recht homogene Verteilung. Die Anteile organischer Masse nehmen naturgemäß mit zunehmender Bodentiefe ab. Der Durchschnitt liegt im Oberboden (0 – 30 cm) bei 1,5 %, in der Tiefe 30 bis 60 cm bei 0,8 % und in der Tiefe 60 bis 90 cm bei 0,5 %.

a)



b)



c)

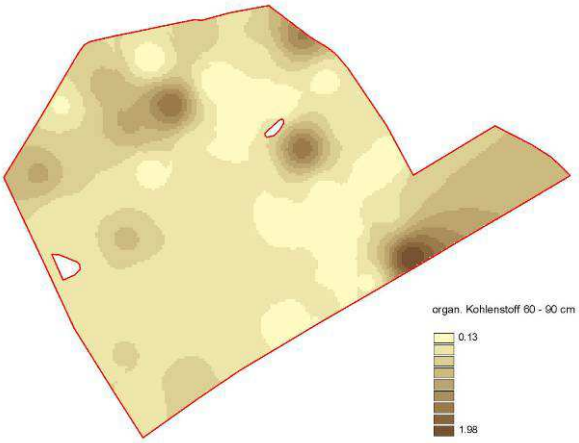


Abbildung 8: Räumliche Verteilung von organischem Kohlenstoff in den Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm

Die Analyse der Bodenarten erbrachte ein sehr homogenes Bild sowohl in der flächigen als auch in der vertikalen Verteilung. Abbildung 9 zeigt die mittleren Werte. Der Boden des Agroforstschlages ist durch besonders hohe Anteile von Schluff gekennzeichnet. Der Tonanteil macht etwa 28 % aus, Sand ist nur mit einem Anteil von durchschnittlich 8 % vorhanden.

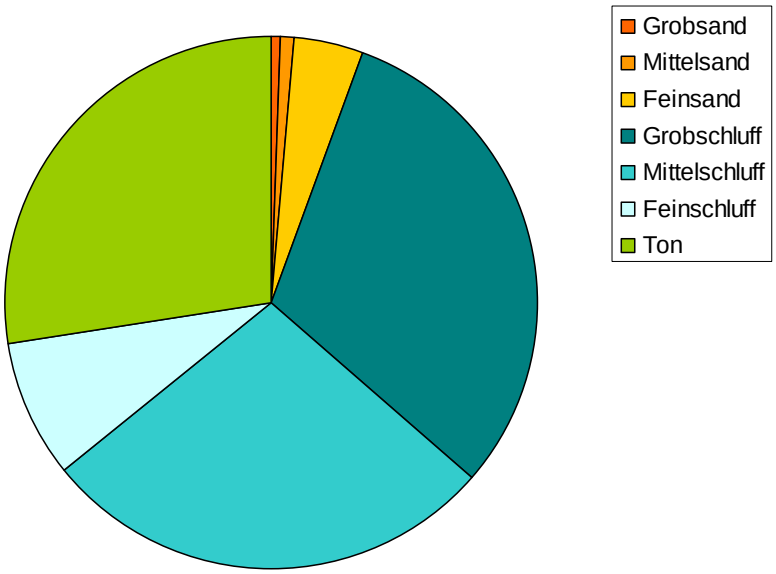


Abbildung 9: Durchschnittliche Anteile der Bodenarten auf der Gesamtfläche in 0 bis 60 cm Tiefe

Auch die Trockenrohdichte variiert kaum auf dem Schlag des Agroforstsystems. Unterschiede zeigen sich in den einzelnen betrachteten Bodentiefen. Die Dichte steigt von durchschnittlich 1,28 g/cm³ (gering) im oberen Bereich auf über 1,4 g/cm³ (mittel) im Bereich zwischen 30 und 60 cm Tiefe (s. Abb. 10).

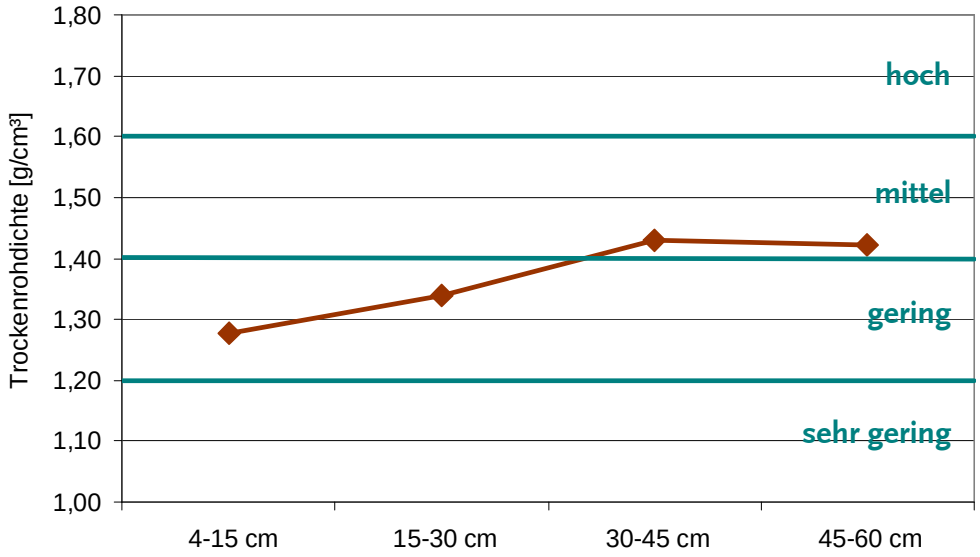


Abbildung 10: Durchschnittliche Trockenrohdichte in vier Bodentiefen auf der Gesamtfläche

Die nutzbare Feldkapazität gibt die Menge Wasser an, die von einem wassergesättigten Boden gegen die Schwerkraft gehalten werden kann, schließt dabei jedoch das Totwasser – also den Anteil an Wasser der aufgrund der starken Bindung in kleinen Bodenporen nicht

von Pflanzen aufgenommen werden kann – aus. Sie hat somit große Bedeutung für die Wasserversorgung der Pflanzen sowie für die Pflanzenverfügbarkeit von wasserlöslichen Nährstoffen und die Auswaschung wasserlöslicher Stoffe. Zwischen den untersuchten Bodentiefen waren nur minimale Unterschiede der nutzbaren Feldkapazität feststellbar. Die Werte bewegten sich in einem Schwankungsbereich von 3,8 Vol-% bis 21,4 Vol-%.

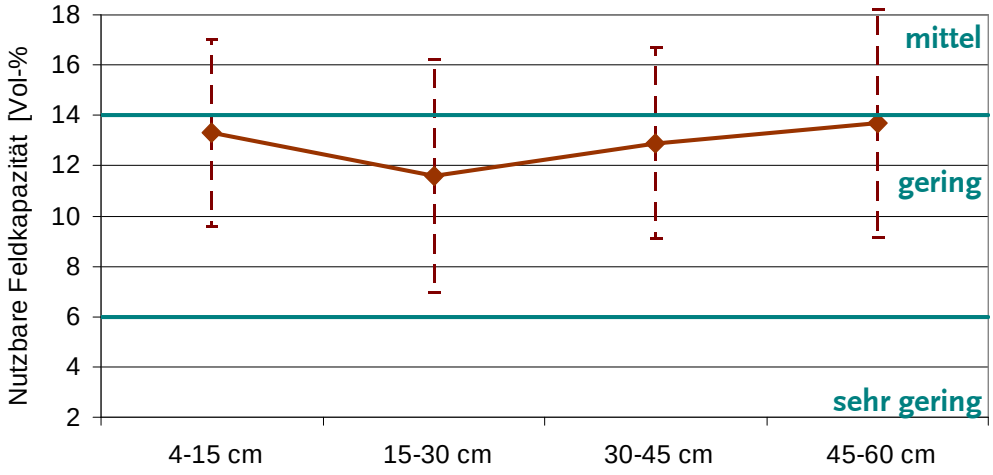


Abbildung 11: Nutzbare Feldkapazität (nFK) in vier Bodentiefen

2.3 Datenerhebungen

2.3.1 Erhebungen an den Gehölzen

2.3.1.1 Bestandesentwicklung der Gehölze

Die Bonitur der Bestandesentwicklung erfolgte jährlich jeweils im Herbst nach Laubfall. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, wurde bei insgesamt ca. 25 % der Bäume die Wuchshöhe gemessen sowie Wurzelhalsdurchmesser (WHD, 10 cm über dem Boden) und Brusthöhendurchmesser (BHD, 130 cm über dem Boden) bestimmt. Im Herbst 2011 nach der ersten Ernte der Gehölzstreife A bis C wurde zusätzlich die Anzahl der Triebe je Stock erfasst. Die Zuwachsdaten Höhe, WHD und BHD wurden jeweils nur am stärksten Trieb erhoben. Die Messbereiche wurden markiert, so dass direkte Vergleiche zwischen den jährlichen Daten und eine fehlerfreie Bestimmung der Zuwachsraten möglich waren. In jedem der Streifen A bis F wurde im nördlichen und im südlichen Bereich ein Messbereich von ca. 75 m Länge eingerichtet, im Streifen G nur im südlichen Bereich. Einen Überblick über die Verteilung der Boniturflächen gibt Abbildung 12.

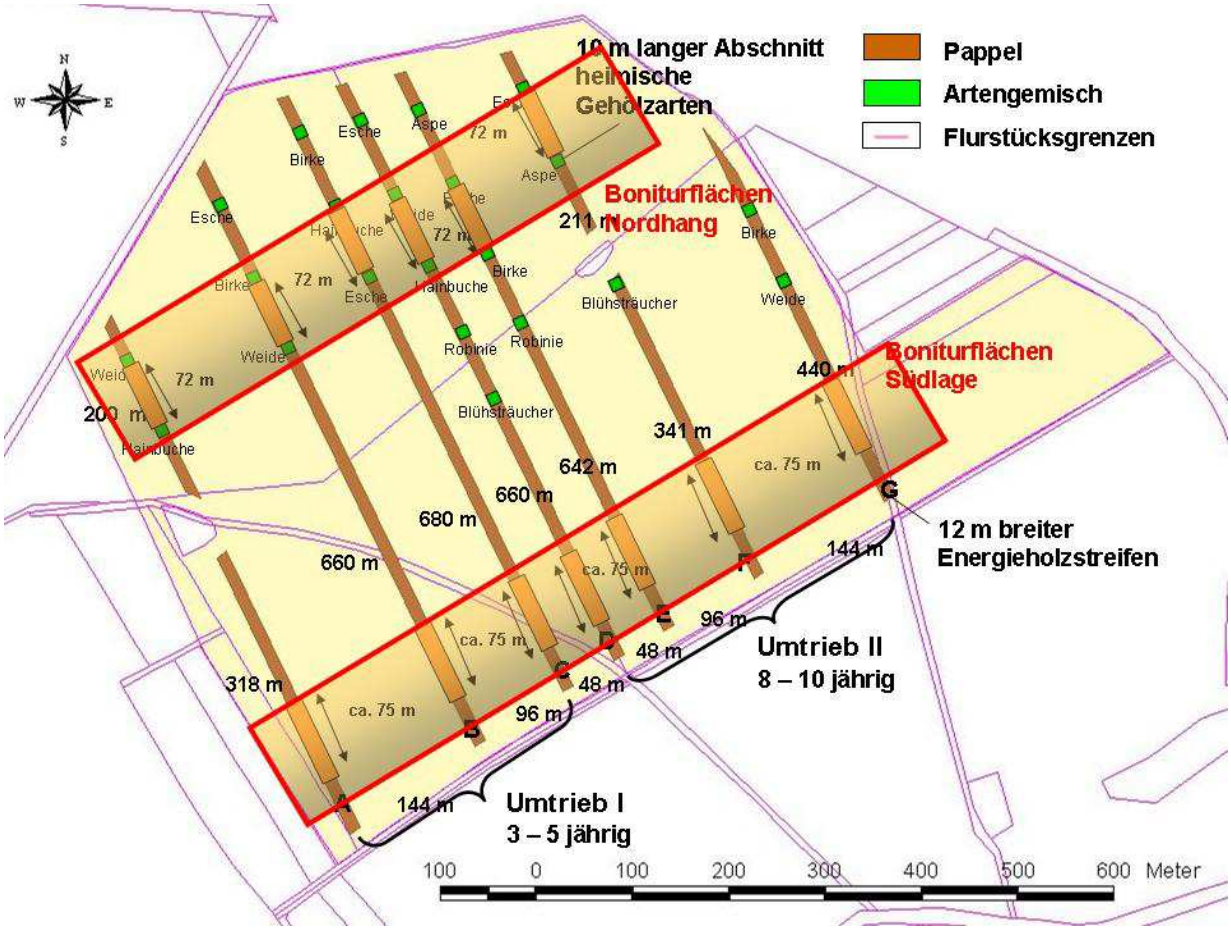


Abbildung 12: Lage der Boniturflächen zur Feststellung von Wuchshöhe, WHD und BHD

2.3.1.2 Ertragsschätzung der Pappeln

Der durch die Professur für Waldwachstum und Holzmeßkunde (Institut für Waldwachstum und forstliche Informatik) der TU Dresden entwickelte Ertragsschätzer soll für Pappel-Kurzumtriebsplantagen innerhalb definierter Grenzen (Höhenlage 120 – 650 m ü. NN, 450 – 1300 mm jährlicher Niederschlag, 7 – 10 °C mittlere Jahrestemperatur, Ackerwertzahl 30 – 70, erste Rotation 3jähriger bis 10jähriger Umtrieb) eine nichtinvasive Bestimmung der zu erwartenden Erträge liefern (RÖHLE 2010). Der Ertragsschätzer befindet sich noch in der Weiterentwicklung. Auf der Homepage des Lehrstuhls ist eine vorläufige Testversion frei verfügbar. Das Modell (Stand Mai 2010) wurde für eine Ertragsschätzung der Gehölzstreifen des Agroforstsystems Dornburg genutzt. Eingang fanden Daten (Wuchshöhe und Brusthöhendurchmesser) aus der Bonitur der Bestandesentwicklung des Jahres 2010.

2.3.1.3 Ernte und Ertragserfassung der Streifen A, B und C

Die erste Ernte der für einen drei- bis fünfjährigen Rotationszyklus angelegten KUP-Streifen A, B und C fand nach vier Vegetationsperioden im Februar 2011 statt. Im Vorfeld der vollautomatischen Ernte mit Mähhacker wurden die Parzellen der Zusatzbaumarten in den Streifen A bis C von Hand geerntet und gewogen. Ein Teil des Materials wurde maschinell gehackt und zur Bestimmung des Wassergehaltes genutzt.

Am 08.02.2011 fand die Ernte der Gehölzstreifen A bis C mit einem vollautomatischen Mähhacker der Firma New Holland (KUP Vorsatz 130 FB) in Dienstleistung (Agrartechnik Vertrieb Sachsen GmbH) statt (s. Abb. 13). Drei Abfuhreinheiten (Traktoren mit je 2 Anhängern) zum Transport des Hackgutes zur fünf Kilometer entfernten Lagerfläche waren im Einsatz. Die Ertragserfassung fand für jede Pflanzreihe jedes der drei Gehölzstreifen durch Wägung der gefüllten Anhänger auf einer landwirtschaftlichen Fahrzeugwaage statt. Eine Probenahme des Hackgutes (Mischprobe aus 10 Einzelproben für jede Pflanzreihe jedes Streifens) wurde durchgeführt um Wassergehalte, Korngrößen, Schüttdichten und Inhaltsstoffe bestimmen zu können.

Abbildung 13: Ernte der Gehölzstreifen mit New Holland Mähhacker (KUP-Vorsatz 130 FB)

2.3.1.4 Rostbefall der Pappel

Blattrostpilze (Melampsora spec.) gelten als die gefährlichsten Schaderreger im kommerziellen Anbau von Pappel und Weide. Bei starkem Befall kommt es zum baldigen Verdorren und Abfallen der Blätter. Zur Ermittlung des Rostbefalls wurden jeweils zu zwei Terminen (Spätsommer und Herbst) der Jahre 2009 und 2010 Bonituren zur Erfassung des Befallsdrucks an den Pappel-Beständen der Gehölzstreifen durchgeführt. Hierbei wurden im Streifen A Nord und Süd und im Streifen D Nord und Süd jeweils die für die Beobachtung der Bestandesentwicklung ausgewählten Abschnitte betrachtet. In jedem Abschnitt wurden jeweils 10 Blätter von 10 Bäumen auf Auftreten und Stärke des Blattrostbefalls untersucht. Dabei wurde nach der in Tabelle 2 erläuterten Klassifizierungsvorlage des FNR-Projektes „ProLoc“ gearbeitet.

Tabelle 2: Boniturschema zur Erfassung von Stärke und Lage des Befalls mit Blattrost

Befallsstufen		Anteil Blattoberfläche [%]	Befallslage
0	Kein	0	Blattunterseits
1	Leicht	1-25	Blattoberseits
2	Mittel	26-50	Beidseitig
3	Stark	51-75	Spross
4	Sehr stark	76-100	

2.3.2 Versuch zu fremdenergiefreien Trocknungsvarianten für Holz aus KUP

Derzeit bestehen Unsicherheiten und Wissenslücken im Verfahrensschritt der Trocknung des Holzes aus Kurzumtriebsplantagen. Erntefrisches Holz, welches üblicherweise in den Wintermonaten geerntet wird, weist Wassergehalte zwischen 50 und 60 % auf. Damit ist es nicht für die direkte Nutzung in Kleinfeuerungsanlagen bis ca. 1.000 kW Feuerungswärmeleistung geeignet. Wassergehalte des Brennstoffes für derartige Heizanlagen sollten bei ca. 30 % liegen. Der Einsatz zu nasser Hackschnitzel kann zunächst zu Fehlzündungen bzw. zu einer stark verminderten Leistung der Anlagen bis hin zu einem unvollständigem Ausbrand führen. Daraus resultieren erhöhte Emissionen, eine niedrige Effizienz und ggf. erhöhte Verschleißerscheinungen der Anlage.

Durch Trocknung des Materials auf ca. 30 % Wassergehalt (WG) wird in etwa eine Verdopplung des Heizwertes erreicht. Eine Lagerfähigkeit von Holzhackschnitzeln mit minimalen Masseverlusten durch mikrobiellen Abbau sowie ohne Gefahr der Selbstentzündung ist erst bei Wassergehalten unter 30 % gegeben. Zudem steigt mit sinkenden Wasseranteilen auch die Transportwürdigkeit des Brennstoffs. Die Trocknung des erzeugten Produktes ist also für die Mehrzahl der Nutzungspfade sinnvoll und

notwendig. Dem Landwirt bietet sich hier zusätzlich die Möglichkeit der weiteren Veredlung seines Erzeugnisses und damit einer erhöhten Wertschöpfung.

Zwei grundlegende Methoden sind bei der Erzeugung trockenen Hackgutes aus Kurzumtriebsplantagen zu unterscheiden (s. Abb. 14). Die Variante der hochtechnisierten Ernte per selbstfahrendem Mähhacker produziert ein feuchtes Hackgut mit 50 bis 60 % Wassergehalt. Eine Trocknung kann hier erst im Nachgang des Hackens in Haufwerken stattfinden. Für diese Variante bestehen gegenwärtig Beschränkungen der Wurzelhals-durchmesser zur Ernte (je nach Erntemaschine bis maximal 15 cm). Hiermit sind Umtriebszeiten in Abhängigkeit von der Bonität des Standortes von etwa 3 bis 5 Jahren möglich. Typische Bestandesdichten von etwa 10.000 Pflanzen pro Hektar in Einzel- oder Doppelreihe sind dabei üblich. Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung trockenen Hackgutes aus Kurzumtriebsplantagen besteht im Rahmen der Anwendung eines absetzigen Ernteverfahrens. Die Trocknung erfolgt dabei vor dem abschließenden Arbeitsschritt der Hackung als Vollholz im Polter, möglichst an einem sonnigen und windexponierten Standort. Einschränkungen der Beerntbarkeit aufgrund bestimmter Wurzelhalsdurchmesser gibt es dabei nicht, da Forsterntetechnik (wie z.B. Motorsäge, Baumschere bzw. Harvester) zum Einsatz kommt. Diese weist zudem den Vorteil der flächendeckenden Verfügbarkeit auf. Dementsprechend können auch längere Umtriebszeiten mit geringeren Pflanzdichten (2.000 bis 6.000 Stck./ha) zur Anwendung kommen.

Insbesondere für die Trocknung von feuchtem Hackgut sind unterschiedliche Verfahren möglich (s. Abb. 15). Grundsätzlich lässt sich in technische bzw. aktive Verfahren und natürliche bzw. passive Verfahren unterscheiden. Bei der natürlichen Trocknung wird auf die Nutzung von Fremdenergie verzichtet. Damit bieten diese Verfahren vor allem im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte sowie in den meisten Fällen auch aus Gründen der Ökonomie und Logistik Vorteile gegenüber der Trocknung unter Nutzung von Fremdenergie. Bei der natürlichen Trocknung werden, je nach Methode in unterschiedlichen Ausmaßen, Sonnenenergie, Windenergie und biologische Selbsterwärmung durch mikrobielle Aktivität genutzt.

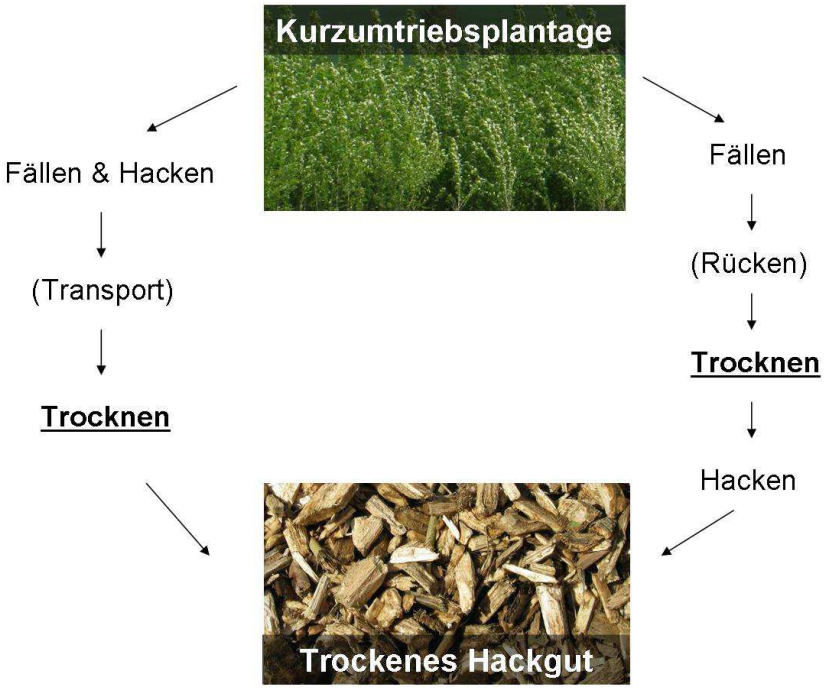


Abbildung 14: Verfahrensschritte zur Erzeugung trockenen Hackgutes aus Kurzumtriebsplantagen

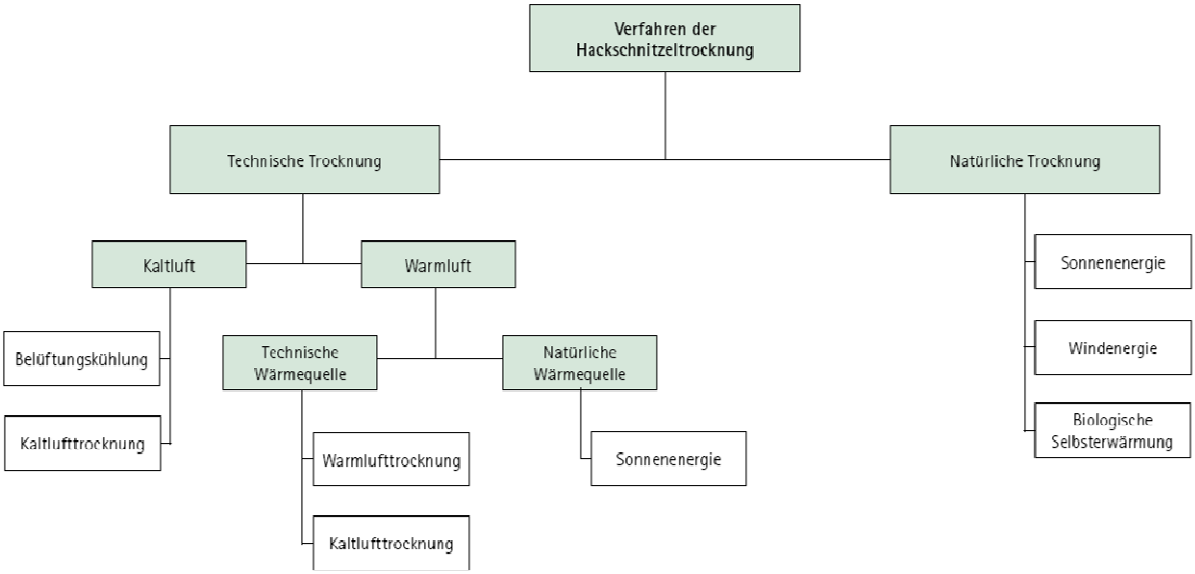


Abbildung 15: Verfahren der Hackschnitzeltrocknung, Quelle: LfULG 2009

Der Wissenstand, insbesondere die Trockenmasseverluste durch mikrobiellen Abbau bei natürlicher Trocknung betreffend, ist trotz einer Vielzahl von Untersuchungen nicht zufriedenstellend. Ergebnisse aus vergleichenden Studien beruhen oft auf kleinmaßstäblichen Versuchen, die den Abläufen der Trocknung im Praxismaßstab nur bedingt entsprechen. Daten aus großmaßstäblichen Versuchen beruhen häufig auf der Nutzung von Bilanzbeuteln, welche nur eine stichprobenartige Aussage geben und mit methodischen Unsicherheiten behaftet sind. Untersuchungen an Einzelhaufen sind aufgrund unterschiedlicher Versuchs- und Wetterbedingungen schwer vergleichbar. Hieraus resultieren sehr unterschiedliche Ergebnisse zu Trockenmasseverlusten bei natürlicher Trocknung von Hackschnitzeln. In einer Zusammenstellung von Literaturdaten durch SCHOLZ et al. (2005) werden Schwankungsbreiten für Trockenmasseverluste von 0,5 bis 10 % pro Monat angegeben. In eigenen Versuchen stellten SCHOLZ et al. (2005) Trockenmasseverluste zwischen 10 und 30 % pro Jahr, in Einzelfällen sogar bis zu 40 % pro Jahr fest.

Das gewogene und beprobte Hackgut wurde zusammen mit Erntematerial aus weiteren Versuchen der TLL für die Einrichtung eines Trocknungsversuches im Praxismaßstab genutzt. Ziel war die Beurteilung relevanter passiver Trocknungsverfahren für Holz aus Kurzumtriebsplantagen im direkten Vergleich und unter Praxisbedingungen. Das zu trocknende Material stammte aus Plantagen gleicher Pappelsorte (Max), jedoch unterschiedlicher Altersstruktur (s. Tab. 3). Hieraus resultieren u. a. Unterschiede im Rindenanteil, welche den biologischen Abbau durch Mikroorganismen beeinflussen können.

Tabelle 3: Herkunft und Eigenschaften des eingelagerten Holzes

	AgroForstEnergie	TLL-KUP
Alter der Anlage [a]	4	17
Zeitspanne seit letzter Ernte [a]	---	12
Anzahl der Umtriebe	1	2
mittlerer BHD zur Ernte [cm]	2,2	7,3
Wassergehalt nach Ernte [%]	55,3 (N=54)	55,6 (N=18)
Heizwert $H_{u,wf}$ [MJ/kg TM]	16,97	17,87
eingelagert in Varianten	DOM, DACH	VLIES, GANZBAUM

Vier Versuchsvarianten wurden in der Nähe von Dornburg / Saale in Thüringen zwischen Februar und August 2011 unter ähnlichen Ausgangsbedingungen, jedoch mit unterschiedlichen Eingangsmassen eingerichtet (s. Abb. 16):

- VLIES – Haufwerk unter luftdurchlässigem Schutzvlies (TopTex Vlies) 30,25 t atro
- DOM – Haufwerk unter undurchlässiger Folie mit Lüftungsschächten und Abluftdomen („Verfahren zur Biomassetrocknung“, Patent TU Dresden, zur Funktionsweise siehe BRUMMACK 2008) 34,70 t atro
- DACH – Haufwerk unter Dach (nach drei Seiten offen) 6,44 t atro
- GANZBAUM – Unabgedeckte Ganzbäume im Stapel 8,33 t atro

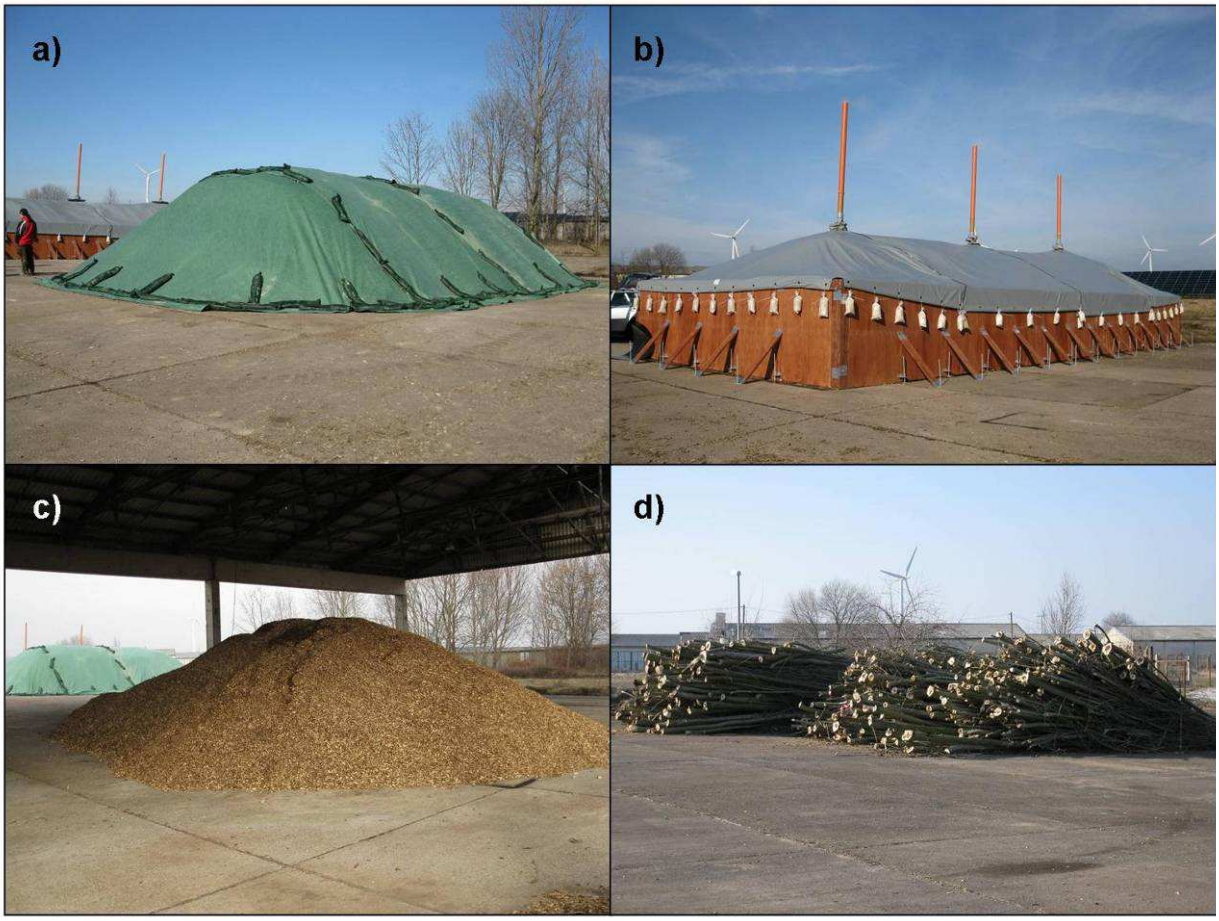


Abbildung 16: Versuchsvarianten a) VLIES, b) DOM, c) DACH, d) GANZBAUM

Die Versuchsvarianten VLIES, DOM und DACH bestehen aus Holzhackschnitzel-Haufwerken, die Variante GANZBAUM aus Ganzbäumen im Polter. Letztere wurden nach Beendigung des Trocknungsversuches gehackt. Alle Analysen fanden an gehacktem Material statt. Die Versuchsfläche war betoniert und wies eine leichte Neigung auf,

wodurch die Aufnahme von Fremdmaterial beim Umlagern verhindert und das Abfließen von Regenwasser weitestgehend gewährleistet wurde. Die Hackschnitzel bzw. Stammhölzer von der AgroForstEnergie-Fläche und aus Kurzumtriebsplantagen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft wurden unmittelbar nach der Ernte mit Wassergehalten von durchschnittlich 55,5 % in die Versuchsglieder überführt. Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Frage nach den jeweiligen Trockenmasseverlusten der Versuchsvarianten durch mikrobielle Abbauprozesse. Aus diesem Grund erfolgte eine Wägung der gesamten Holzmasse je Versuchsglied sowohl zu Beginn als auch nach Abschluss des Trocknungsversuches. Die Bestimmung von Wassergehalten sowie Partikelgrößenverteilung, Schüttdichte und verbrennungsrelevanten Inhaltsstoffen erfolgte ebenfalls zu Beginn und nach Beendigung des Versuches.

Tabelle 4: Anzahl entnommener Proben bei Versuchsende

	VLIES	DOM	DACH	GANZBAUM
Wassergehalt				
Stichproben äußere Schicht (Kondensationszone)	10	10	10	---
Stichproben Innenbereich der Miete	10	10	10	---
Mischproben von ausgelagertem Material	12	9	3	6
Verbrennungsrelevante Inhaltsstoffe				
Mischproben von ausgelagertem Material	3	3	3	3
Schüttdichte, Partikelgrößenverteilung				
Mischproben von ausgelagertem Material	3	3	3	3

Die Dauer des Trocknungsversuches war organisatorisch bedingt auf sechs Monate begrenzt. Da eine zeitgleiche Befüllung und Entnahme des Materials logistisch nicht möglich war, unterscheiden sich die tatsächlichen Zeiträume der einzelnen Versuchsvarianten geringfügig. Tabelle 5 gibt einen Überblick über den zeitlichen Verlauf des Versuches.

Tabelle 5: Zeitlicher Ablauf des Trocknungsversuches

	Versuchsbeginn	Versuchsende	Anzahl Tage
VLIES	24.02.2011	03.08.2011	160
DOM	09.02.2011	04.08.2011	176
DACH	09.02.2011	03.08.2011	175
GANZBAUM	22.02.2011	23.08.2011	182

Zur Beurteilung der Versuchsbedingungen war eine Betrachtung der Wettergegebenheiten während des Versuchszeitraumes hilfreich. Die Monate Februar bis Mai 2011 waren durch vergleichsweise geringe Niederschläge geprägt. Insbesondere der Juli war jedoch durch Niederschläge deutlich über dem langjährigen Mittel gekennzeichnet (s. Abb. 17).

Die Lufttemperaturen lagen während des gesamten Versuchszeitraumes über den langjährigen Mitteln Deutschlands. Insbesondere der April 2011 war durch vergleichsweise hohe Temperaturen geprägt (s. Abb. 18).

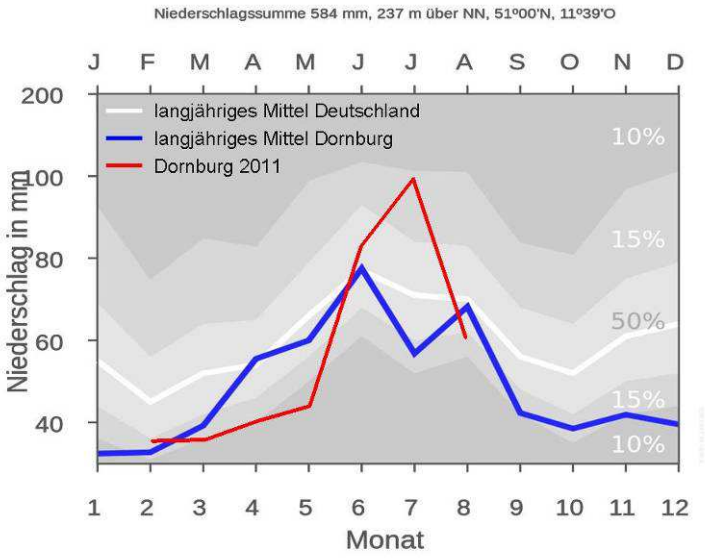


Abbildung 17: Niederschlag während des Versuchszeitraumes im Vergleich zu langjährigen Mitteln (Quelle: ergänzt nach http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:DORNBURG_SAALE_nieder.svg)

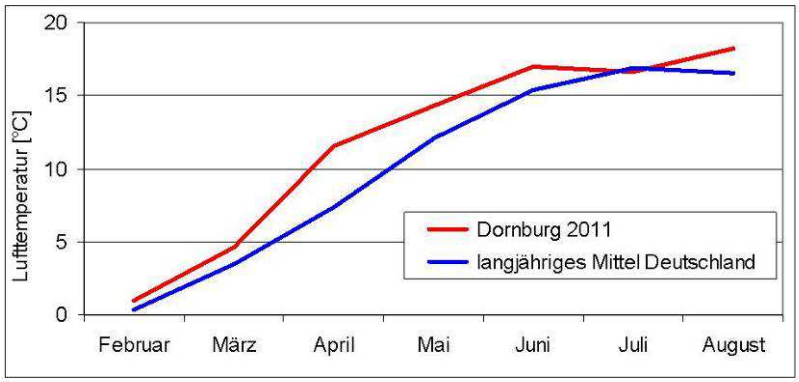


Abbildung 18: Lufttemperatur während des Versuchszeitraumes im Vergleich zum langjährigen Mittel

2.3.3 Erhebungen an den Ackerkulturen

2.3.3.1 Einfluss der Gehölzstreifen auf die Überwinterung

Die dreigliedrige Fruchtfolge der Ackerstreifen des Agroforstsystems Dornburg umfasst zwei Winterungen (Winterraps - 2008/09 und Winterweizen - 2009/10). Hier fanden jeweils zum Ende und zu Beginn der Vegetationsperiode Bonituren statt. Grundlage der Methodik waren die Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamtes (BSA 1988). Zu Vegetationsende wurden der Entwicklungsstand und die Bestandesdichte beurteilt. Zu Vegetationsbeginn wurden der Entwicklungsstand, die Bestandesdichte und die durch Auswinterung eventuell verursachten Schäden erfasst. Die Bonitur ermöglichte eine Einschätzung der Überwinterung. Sie fand in den für die Ertragserfassung vorgesehenen Parzellen sowie zusätzlich an den Positionen der Wetterstationen auf jeweils 0,25 m² statt (s. Abb. 19).

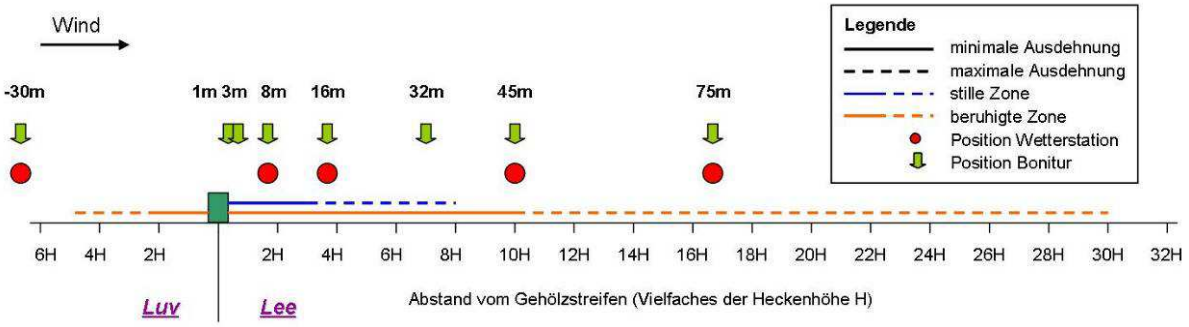


Abbildung 19: Positionen der Messpunkte der Bonitur vor und nach Winter

2.3.3.2 Einfluss der Gehölzstreifen auf den Ernährungszustand

In den Winterungen Raps (2008/09) und Weizen (2009/10) wurde jeweils im Frühjahr Pflanzenmaterial für eine Analyse der Nährstoffversorgung entnommen. Der Raps befand sich zum Probenahmezeitpunkt im Entwicklungsstadium 62, der Weizen im Entwicklungsstadium 31 nach BBCH-Skala (BBA 2001). Die Beprobung erfolgte 2009 an den Positionen in 0 m, 3 m, 8 m und 16 m leeseitiger Entfernung vom Gehölzstreifen B. Im Jahr 2010 wurden weitere Positionen (-30 m, 32 m, 45 m, 75 m) einbezogen Die Analyse der Inhaltsstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Kalzium, Schwefel, Chlor, Kupfer, Eisen, Zink, Bor, Mangan und Natrium erfolgte durch das Labor der TLL in Jena mittels optischer Emissionsspektrometrie (ICP-AES) und Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA). Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte nach TLL (2007).

2.3.3.3 Krankheiten

Zum Erntetermin des Winterrapses 2009 wurde in den für die Parzellenernte bestimmten Teilstücken (s. Abb. 25) eine Bonitur auf Befall mit Phoma lingam, eine der häufigsten Pilzerkrankungen in Raps, durchgeführt. Aus jedem der für die Ernte vorgesehenen Teilstücke (4 Entfernungen vom Gehölzstreifen, je 4 Wiederholungen) erfolgte nach der Ernte eine Entnahme von 25 Stängeln. An diesen wurde eine Bonitur am Wurzelhals und am Stängel durchgeführt. Die Klassifizierung erfolgte nach EPPO Standard PP 1/80 (2) für Stängelbefall bzw. nach EPPO Standard PP 1/78 (3) für Wurzelhalsbefall.
Anfang Juni 2011 fand in der Sommergerste eine Untersuchung auf Blattkrankheiten statt. Hauptaugenmerk lag auf Pilzkrankheiten, da im Nahbereich der Gehölze durch die verstärkte Beschattung und verminderte Luftbewegung eine besondere Gefährdung vermutet wurde. Auch hier wurden Proben in den Entfernungen 0, 3, 8, 16 m entsprechend der Ernteparzellen sowie zusätzlich in 32 und 45 m Entfernung (zwischen Gehölzstreifen F und G auch bei 75 m) entnommen.

2.3.3.4 Ertragserfassung Gesamtfläche

Die Ernte der Feldfrüchte auf den Ackerstreifen des Agroforstsystems Dornburg erfolgte durch das Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut (TLPVG). Zum Einsatz kamen jeweils drei bis vier Mähdrescher mit Arbeitsbreiten von 7,5 m (s. Abb. 20 - 23). Nahezu alle eingesetzten Mähdrescher verfügten über eine GPS-gestützte automatische Ertragserfassung, welche die Weiterverarbeitung der Daten in einem GIS und die Erstellung von Ertragsverteilungskarten ermöglichte. Die Weiterverarbeitung der Rohdaten erfolgte durch das Teilprojekt 4 (Universität Gießen). Die Methodik der Datenverarbeitung wird im entsprechenden Endbericht (SCHMIDT 2011b) erläutert.

Abbildung 20: Ernte Sommergerste 2008

Abbildung 21: Ernte Winterraps 2009

Abbildung 22: Ernte Winterweizen 2010

Abbildung 23: Ernte Sommergerste 2011

2.3.3.5 Ertragserfassung Teilfläche

Insbesondere im Nahbereich der Gehölze, welcher besonders stark von den Effekten des angrenzenden Gehölzstreifens betroffen ist, lieferte die Ertragserfassung der Mähdrescher

mit Schneidwerksbreiten von 7,5 m nur niedrig aufgelöste Daten. Um in diesem besonders sensiblen Bereich höher aufgelöste Daten zu erhalten, kam in den Jahren 2008, 2009, 2010 und 2011 ein Parzellenmähdrescher mit einer Schneidwerksbreite von 1,5 m zum Einsatz (s. Abb. 24). Stichprobenhaft wurde so der Ertrag im Nahbereich an einem Teilstück leeseitig eines Gehölzstreifens erfasst. Da der Schlag insgesamt sehr heterogen hinsichtlich der Bodengüte, Steinigkeit und Tiefgründigkeit ist, wurde anhand der Ertragskartierung des Jahres 2007 ein relativ homogenes Feldstück mit mittlerer Ertragshöhe ausgewählt. Dieses befand sich auf der Lee-Seite des Streifens B in Südlage. Gleichzeitig wiesen hier die Pappeln eine ausgeglichene Wuchshöhe auf.

In den Jahren 2008 und 2009 fand die Erfassung in vier Entfernungen (0, 3, 8, 16 m) statt. Diese Erhebung wurde in den Jahren 2010 und 2011 ausgeweitet, so dass der gesamte Bereich bis in 18 m Entfernung mit 12 Messstrecken abgedeckt wurde. 2011 wurde zudem ein Teilstück im Leebereich des noch unbeernteten Gehölzstreifens E ausgewählt, welches analog beerntet wurde. Die Ertragserfassung erfolgte stets in vier Wiederholungen von jeweils 10 m Länge (s. Abb. 25).

Abbildung 24: Parzellenmähdrescher im Einsatz bei der Winterweizenernte 2010

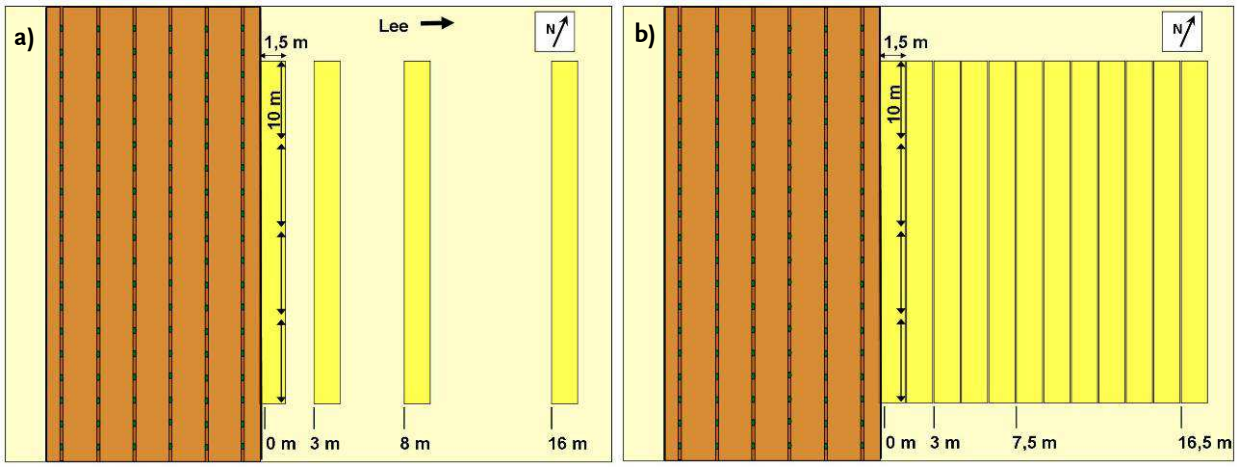


Abbildung 25: Schematische Darstellung der Ertragserfassung mit Parzellenmähdrescher, a) 2008 und 2009, b) 2010 und 2011

2.3.3.6 Qualitätsparameter des Erntegutes

Das aus der Ernte mit Parzellenmähdrescher stammende Erntegut wurde auf verschiedene Qualitätsparameter untersucht. Hierbei wurden Mischproben der vier Wiederholungen für jeden Erntestreifen hergestellt. In jeder Kultur wurden neben dem Ertrag auch der Trockensubstanzanteil sowie der Besatz erfasst. Tabelle 6 listet die weiterhin untersuchten Parameter und die jeweils angewandten Verfahren und entsprechenden Normen auf.

Tabelle 6: Parameter und Prüfverfahren bei der Kornanalyse

	Parameter	Verfahren	Norm
Winterraps	Tausendkornmasse		
	Rohfett	Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)	Hausmethode SOP V1-260-02
Winterweizen	Hektolitergewicht		
	Rohprotein	Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)	Hausmethode SOP V1-260-02
	Fallzahl	nach Hagbert-Perten	ICC-Standard Nr. 107
	Sedimentation	Sedimentationstest nach Zeleny	ICC-Standard Nr. 116
Sommergerste	Hektolitergewicht		
	Tausendkornmasse		
	Siebsortierung > 2,5 (> 2,2)		
	Rohprotein	Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)	Hausmethode SOP V1-260-02
ab 2011	DON	ELISA-Test	RIDASCREEN Elisa-Test
ab 2011	Zearalenon	ELISA-Test	RIDASCREEN Elisa-Test

2.3.4 Untersuchung zur Überwinterung von Rapsglanzkäfern

Rapsglanzkäfer verursachen bei Massenauftreten erhebliche wirtschaftliche Schäden insbesondere in Raps. Die Käfer überwintern gewöhnlich in der Streuschicht von Laubwäldern. Bei Bodentemperaturen um 10 °C verlassen sie die Winterlager und fliegen Rapsfelder an. Sie ernähren sich von Pollen sowie von Stempel und Fruchtknoten der Blüten und zerstören damit die Knospen. Die Larven ernähren sich ausschließlich von Pollen, sie verpuppen sich im Boden. Ende August fliegen die Jungkäfer in die Winterlager.
Um zu ermitteln, ob Rapsglanzkäfer die Streuschicht der Gehölzstreifen von Agroforstsystemen mit Energieholz zur Überwinterung nutzen, wurden im März 2010, nachdem im Vorjahr Raps auf der Fläche angebaut wurde, Beprobungen durchgeführt. Hierfür fand eine Entnahme der Streuschicht auf 0,25 m² in jeweils 20facher Wiederholung an den Standorten *Pappel-Streifen*, *Pappel-KUP* (räumlich angrenzend, 16jährig) und *natürliches Feldgehölz* (auf der Agroforstfläche bei Gehölzstreifen F) statt. Es wurden Stellen mit möglichst dicker, aber luftiger Streuschicht ausgewählt, um eine falsch-negative Aussage zu vermeiden. Die oberste Schicht des mineralischen Bodens wurde mit entnommen. Die Untersuchung der Proben auf die Anzahl der enthaltenen Rapsglanzkäfer erfolgte durch das BTL Bio-Test Labor GmbH Sagerheide. Die Käfer wurden mittels Wärmeeinwirkung aus den Proben ausgetrieben und gezählt.

2.3.5 Erhebungen im Boden

2.3.5.1 Bodenchemische Parameter

Regelmäßig in Frühjahr und Herbst fanden Bodenuntersuchungen zur Bestimmung von Makronährstoffen (P, K, Mg), pH-Wert und organischem Kohlenstoffgehalt in 0-20 cm Tiefe sowie zur Bestimmung des Gehaltes an mineralischem Stickstoff in 0-30 cm und 30-60 cm statt. In allen Gehölz- und Ackerstreifen wurde für jede Beprobungstiefe eine Mischprobe, bestehend aus ca. 15 Einzelproben, über die gesamte Länge der Streifen mittels eines Bohrstocks entnommen. Tabelle 7 zeigt die bei den Untersuchungen angewandten Verfahren und Normen.

Tabelle 7: Angewandte Prüfverfahren bei Bodenuntersuchungen

Parameter	Verfahren	Norm
P (CAL)	Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-Laktat(CAL)-Auszug mit Photometrie/F-AAS	MB VDLUFA BD. I A 6.2.1.1
K (CAL)	Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-Laktat(CAL)-Auszug mit Photometrie/F-AAS	MB VDLUFA BD. I A 6.2.1.1
Mg ($CaCl_2$)	Pflanzenverfügbares Magnesium im Calciumchlorid-Auszug mit F-AAS	MB VDLUFA BD. I A 6.2.4.1
pH ($CaCl_2$)	pH-Wert mit Potentiometrie	MB VDLUFA BD. I A 5.1.1
C_{org}	organischer (und Gesamt-) Kohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse)	DIN ISO 10694 (1996)
NO_3-N	pflanzenverfügbarer (Nitrat-) Stickstoff (N_{min}-Labormethode) mit Photometrie	MB VDLUFA BD. I A 6.1.4.1
NH_4-N	Pflanzenverfügbarer (Nitrat-) Stickstoff (N_{min}-Labormethode) mit Photometrie	MB VDLUFA BD. I A 6.1.4.1

2.3.5.2 Wassergehalt des Bodens

Zur Feststellung des Einflusses der Baumstreifen auf den Wassergehalt des Bodens im Ackerstreifen erfolgten in den Jahren 2008, 2009, 2010 und 2011 Messungen im Jahresverlauf. Dazu wurden Proben direkt im Baumstreifen C sowie 1, 2, 4, 8, 16 und 32 m auf Luv- und Lee-Seite im Pflanzenbestand in Bodentiefen von 0-10 cm, 10-20 cm und 20-30 cm in zweifacher Wiederholung (15 m und 50 m vom Vorgewende in Südlage) entnommen. Im Jahr 2011 fand die Erhebung zusätzlich am Gehölzstreifen F statt, welcher im Gegensatz zum Streifen C nicht beerntet worden war. Der Wassergehalt wurde gravimetrisch durch Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

2.3.6 Erfassung von Parametern des Mikroklimas

Zur Erhebung von mikroklimatischen Daten standen im Untersuchungszeitraum fünf Wetterstationen zur Verfügung. Alle Stationen waren ausgerüstet zur Messung von Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, relativer Feuchte, Bodentemperatur in 10 und 20 cm Tiefe, Niederschlagssumme und Blattbenetzung. Zwei Stationen (5 und 1) waren zusätzlich mit Bodenfeuchtesensoren für die Tiefen 20, 40 und 60 cm und einem Instrument zur Messung der Globalstrahlung ausgestattet. Die Station 5 erhob zudem die Windrichtung. Ab dem Jahr 2009 wurden alle fünf Stationen so eingerichtet, dass die Messungen von Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Globalstrahlung und relativer

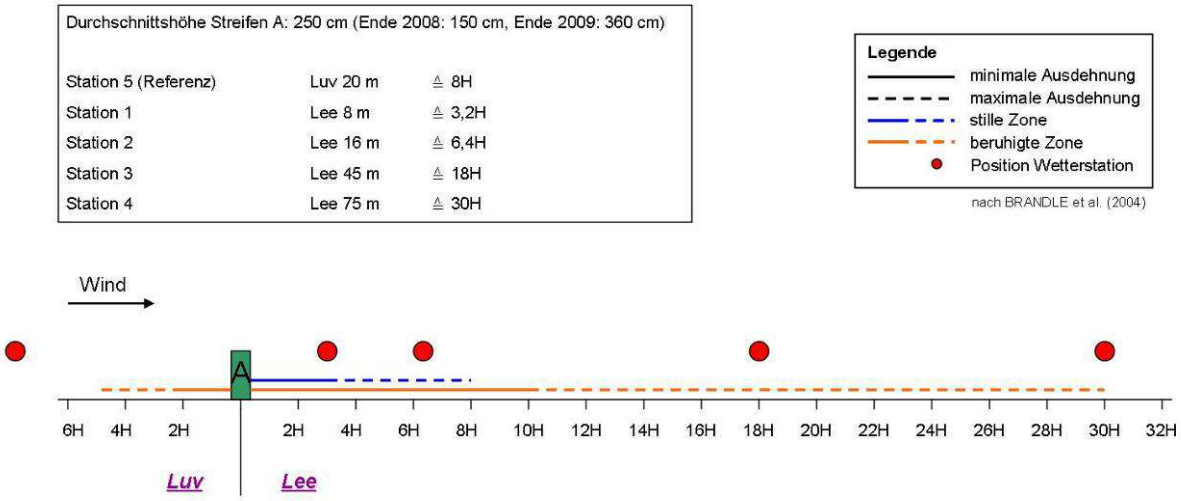
Luftfeuchte in 1,5 Meter Höhe erfolgten (eine niedrigere Einstellung war nicht möglich). So sollte der mikroklimatische Einfluss der Gehölzstreifen in Höhe der Feldfrucht nachgewiesen werden.

Die Stationen sollten im Projektverlauf dazu dienen, die Beeinflussung der o. g. Parameter durch die Baumstreifen zu definieren. Da aufgrund der geringen Wuchshöhe der Bäume 2008 noch kein maßgeblicher Einfluss zu erwarten war, ist lediglich eine Station (inkl. Bodenfeuchtesensor) in Dornburg auf der Luv-Seite des Streifens A zur Erfassung der unbeeinflussten Wetterereignisse aufgestellt worden. Die Position befand sich in Südlage, ca. 150 m vom Vorgewende entfernt. Der Aufbau der restlichen vier Stationen erfolgte 2008 hinter einer bestehenden ca. 6 m hohen Windschutzhecke bei Buttelstedt, nahe der Lysimeterstation der TLL. Dabei wurden zwei Stationen im Abstand der zweimaligen Heckenhöhe (10 m) und zwei Stationen im 20fachen Abstand (100 m) auf einem Winterrapsschlag auf der Lee-Seite installiert. Aufgrund technischer Probleme in der Anfangsphase der Messungen und entsprechend unvollständiger Messwerte wurden jedoch nur die Daten einer Station je Abstand in die Auswertungen einbezogen. In unmittelbarer Nachbarschaft auf der Luv-Seite befindet sich die Wetterstation Großobringen der TLL, die für Vergleichsdaten heranzuziehen ist. Die Messdauer aller Stationen beschränkte sich im Jahr 2008 während der Vegetationsperiode auf ca. 8 Wochen, da die Stationen vor der Ernte wieder zurückgebaut werden mussten.

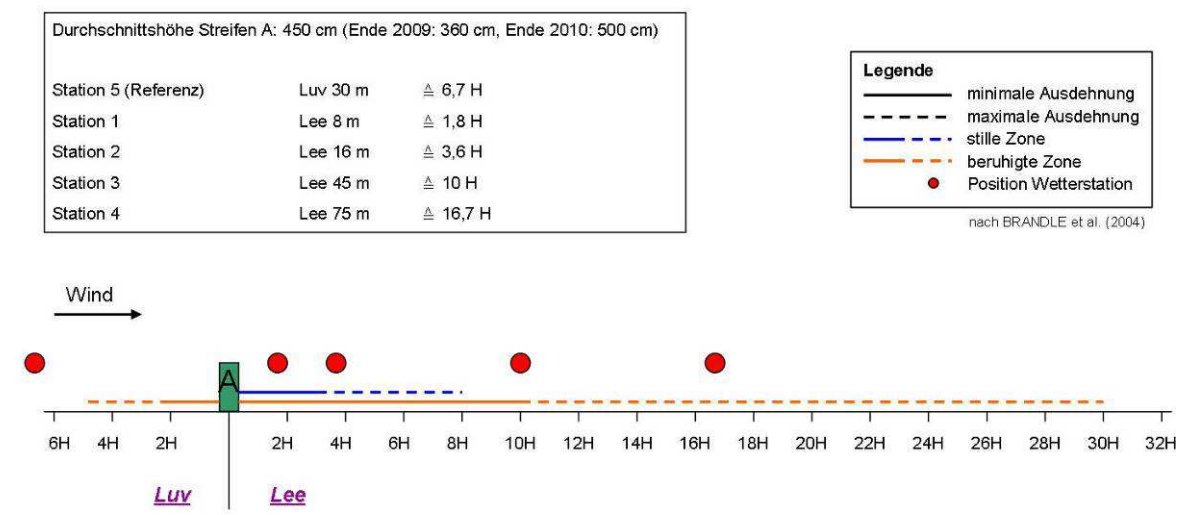
Ab November 2008 waren alle fünf Wetterstationen im Agroforstsystem Dornburg installiert. Zu Beginn der Projektlaufzeit konzentrierten sich die Messungen auf den Effekt eines einzelnen Gehölzstreifens. Die Wetterstationen 1 bis 4 wurden mit mehreren Unterbrechungen durch Bodenbearbeitung und Einsaat bis August 2010 in den Abständen 8 m, 16 m, 45 m und 75 m leeseitig des Gehölzstreifens A installiert, während die Station 5 als Referenzstation Daten in 20 bzw. 30 m Abstand luvseitig des Gehölzstreifens A erhob (s. Abb. 26 a, b). Zur Auswertung der nicht durchgehend erhobenen Daten wurden aus diesem Zeitraum je zwei Monate im Winter (25.01.2009 – 25.02.2009 und 25.01.2010 – 25.02.2010) und zwei Monate im Sommer (10.06.2009 – 10.07.2009 und 22.06.2009 – 22.07.2010) ausgewählt.

Die Messperiode 2011 konnte erst nach Aussaat der Sommergerste im Frühjahr begonnen werden, so dass hier ein Monat im Sommer (10.06.2011 – 10.07.2011) für die Auswertung herangezogen wurde. Die Position der Stationen wurde verändert, da an den frisch beernteten Streifen A bis C nur ein geringer Effekt erwartet werden konnte. Die Aufstellung der Stationen 1 bis 4 erfolgte nun im Leebereich der Gehölzstreifen E und F, jeweils in

a)



b)



c)

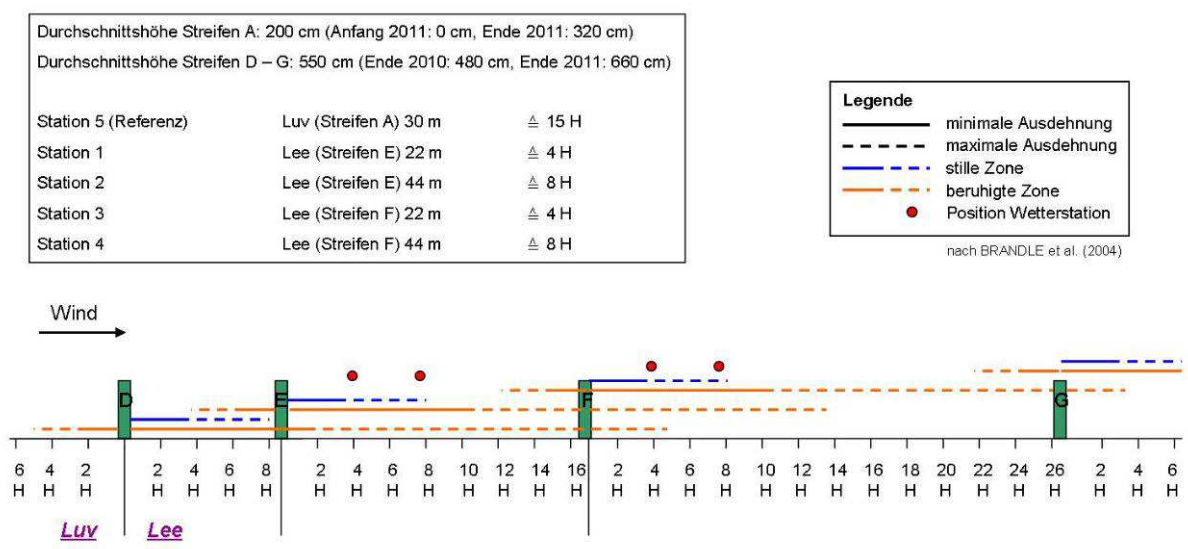


Abbildung 26: Positionierung der Wetterstationen im Agroforstsystem Dornburg; a) 2009, b) 2010, d) 2011

22 und 44 m Abstand. Diese Abstände entsprachen zum Messzeitraum etwa dem vierfachen bzw. achtfachen der durchschnittlichen Gehölzhöhe und befinden sich damit nach BRANDLE et al. (2004) in der stillen bzw. beruhigten Zone (s. Abb. 26 c). Tabelle 8 listet die Messperioden im Untersuchungszeitraum auf.

Tabelle 8: Messperioden der Wetterstationen

Windschutzhecke Buttelstedt	Agroforstsystem Dornburg
14.05.2008 – 16.07.2008 (Stationen 1 - 4)	13.05.2008 – 21.07.2008 (Station 5)
	26.11.2008 – 10.07.2009 (Stationen 1 - 5)
	21.12.2009 – 04.08.2010 (Stationen 1 - 5)
	19.04.2011 – 19.07.2011 (Stationen 1 - 5)

2.3.7 Untersuchungen zur ökologischen Vielfalt

2.3.7.1 Begleitflora

Zur Beurteilung der Begleitflora im Agroforstsystem Dornburg wurden zwei sich ergänzende Methoden angewandt.

Die Erfassung der floristischen Artenvielfalt erfolgte durch systematische Begehungen der Fläche und Aufnahme aller vorkommenden Arten. Hierbei wurde das Arteninventar der Fläche erfasst und eine Einschätzung des Deckungsgrades der auftretenden Arten durchgeführt. Diese Inventarisierung der Gefäßpflanzen sollte möglichst zu drei Terminen im Jahr stattfinden, um die unterschiedliche phänologische Entwicklung der Pflanzenarten zu berücksichtigen. Dies war nicht in jedem Untersuchungsjahr möglich. Erhebungstermine wurden realisiert in Mai und September 2008, März, Juni und September 2009 sowie in Mai und September 2011. Eine Wiederholung der Inventarisierung ist nicht in jedem Jahr notwendig, sollte jedoch spätestens alle 3 bis 5 Jahre erfolgen. Durch die Realisierung der Inventarisierung in 3 Jahren während des Untersuchungszeitraums wurde eine solide Datenbasis als Grundlage und Vergleichsmöglichkeit für folgende Erhebungen geschaffen.

Nach einem Zeitraum der Etablierung der Strukturen fanden erstmalig im Jahr 2010 Transektbonituren der Begleitvegetation nach Braun-Blanquet statt. Hierfür wurden vier Untersuchungstransekte, jeweils bestehend aus fünf Boniturparzellen von je 1 x 3 m, also 3 m² Größe, angelegt. Die Ausrichtung der Boniturparzellen erfolgte längs zur Richtung der linienförmigen Gehölzstruktur. Abbildung 27 zeigt die Position der Transekte auf dem

Versuchsschlag sowie die Position der Versuchsparzellen innerhalb eines Transekts. Die Bonituren fanden jährlich an zwei Terminen statt (Juni und August 2010, Mai und August 2011). Die auftretenden Pflanzenarten wurden auf jeder einzelnen Probefläche erfasst, der Deckungsgrad der Arten geschätzt und entsprechend Tabelle 9 klassifiziert.

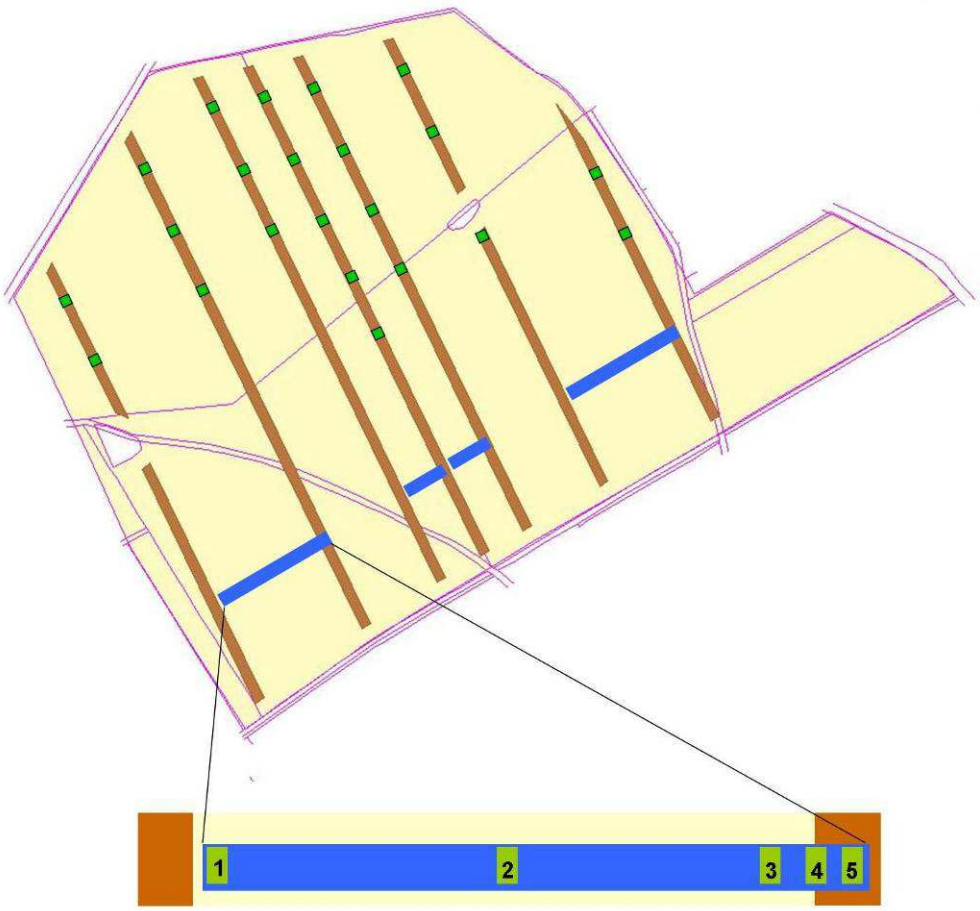


Abbildung 27: Position der Boniturparzellen sowie der Untersuchungstransekte (1: Ackerrand Lee – 1,5 m vom Saum, 2: Acker, 3: Ackerrand Luv – 1,5 m vom Saum, 4: Gehölzsaum Luv, 5: Gehölzstreifen)

Tabelle 9: Deckungsgrad (Schätzwerte) von Pflanzenarten auf Vegetationsmessflächen

Deckungsgradkürzel	Deckungsgrad (%)	Deckungsgrad Mittelwert (%)
r	<1, 1-3 Individuen	0,5
+	<1, > 3 Individuen	0,5
1a	1 - 3	2
1b	3 - 5	4
2a	5 - 15	10
2b	15 - 25	20
3	25 - 50	37,5
4	50 - 75	62,5
5	75 - 100	87,5

2.3.7.2 Begleitfauna

Die Untersuchungen zur Begleitfauna wurden im Rahmen eines Unterauftrags durch die Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e. V. durchgeführt. Die zu erfassenden Tiergruppen sowie die hierzu anzuwendenden Methoden waren seitens des Auftraggebers (TLL) vorgegeben und im Rahmen des Verbundprojektes AgroForstEnergie abgestimmt.

Brutvögel

Vogelarten dienen als gute Indikatoren für Landnutzungstypen, -intensitäten und Landschaftsstrukturen. Die Brutvogel-Siedlungsdichte ist durch das Ablaufen der Streifen ermittelt worden, indem das Verhalten der Vögel (singende Männchen, Vögel beim Nestbau, fütternde Vögel, revieranzeigendes Verhalten, Fund von Nestern, usw.) notiert und alle im Gebiet festgestellten Arten protokolliert wurden. Der Verlauf der begangenen Strecke ist in Abbildung 28 dargestellt. Die Erfassungen erfolgten in den frühen Morgen- und Vormittagsstunden bzw. an den Nachmittags- und Abendstunden.

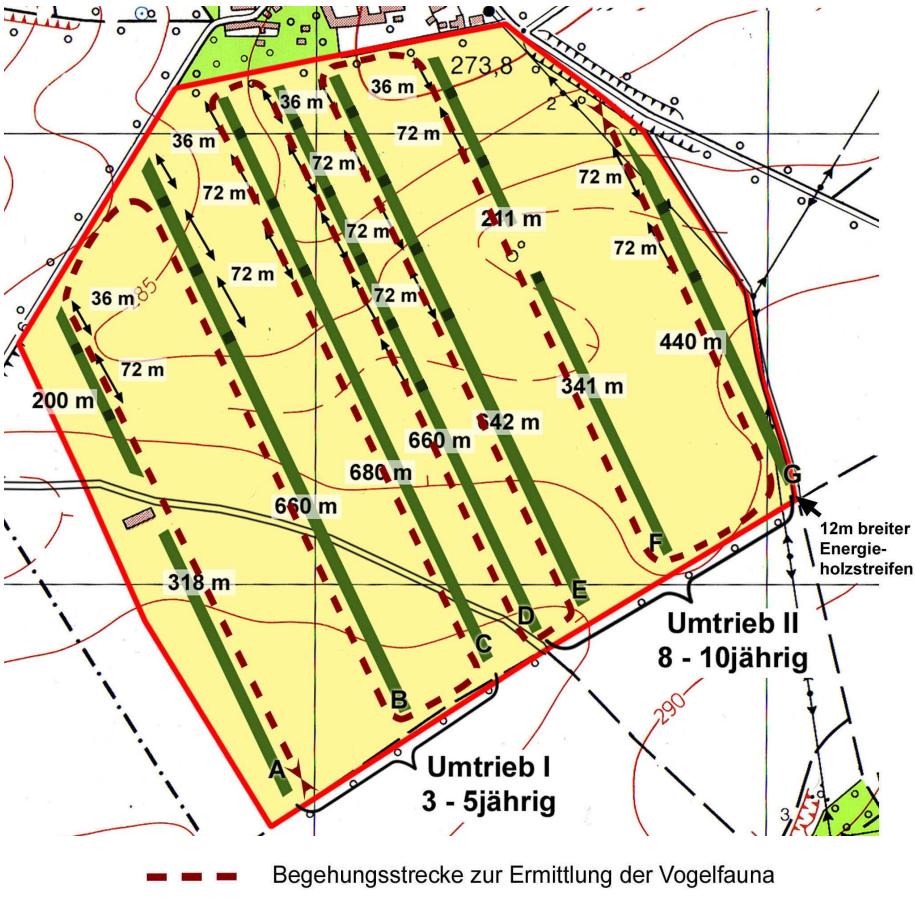


Abbildung 28: Begehungsstrecke zur Ermittlung der Vogelfauna

Laufkäfer

Die Erfassung der Laufkäfer erfolgte durch Fänge in Barber-Fallen, also im Boden vergrabenen Gefäßen, deren oberer Rand mit der umgebenden Bodenoberfläche abschließt. Zum Einsatz kamen Plastikbecher mit 500 ml Fassungsvermögen, welche zu etwa 2/3 mit gesättigter Benzoesäurelösung und einem Zusatz zur Verminderung der Oberflächenspannung gefüllt wurden. Zum einfachen Wechseln der Plastikbecher wurde ein knapp stärkeres Rohrstück im Boden eingesetzt. Zum Schutz vor eintretendem Regenwasser wurde jede Falle durch ein lichtdurchlässiges Plexiglasdach abgedeckt (s. Abb. 29). Die Untersuchungen fanden in den Jahren 2008, 2010 und 2011 statt. Im Jahr 2009 musste auf die Beprobung verzichtet werden, da aufgrund des angebauten Rapses eine Begehung der Ackerstreifen nicht möglich war. Die Länge der Fangperioden betrug etwa 14 Tage, in jedem Untersuchungsjahr wurden mehrere Zyklen durchgeführt (s. Tab. 10). Im Jahr 2008 wurden Fallen an 64 Standorten etabliert. Durch die sehr hohe Fallendichte sollte das Laufkäferinventar zu Beginn der Etablierungsphase als Grundlage und Vergleichsbasis für spätere Erhebungen erfasst werden. In den Jahren 2010 und 2011 wurden jeweils 24 Standorte beprobt. Die Abbildungen 30 und 31 zeigen die jeweiligen Standorte der Barber-Fallen. An jedem Standort wurden zwei Fallen installiert. Bei der Anordnung der Fallenstandorte wurde das gleiche System wie bei den Vegetationstransekten zugrunde gelegt (s. Abb. 27). Zusätzlich wurden Fallen in den beiden auf der Fläche gelegenen natürlichen Feldgehölzen sowie in einer nahegelegenen Kurzumtriebsplantage (Pflanzung 1994, Sorte Max) installiert. Die statistische Auswertung der unterschiedlichen Arten- und Individuenzahlen je Falle an verschiedenen Positionen erfolgte durch die Anwendung des t-Tests für zwei Stichproben (MYSTAT 12).

Eine ungünstige Witterungssituation (langanhaltende Regenfälle) und der daraus resultierende schlechte Zustand einiger Falleninhalte führte vor allem im Jahr 2010 dazu, dass nicht alle gefangenen Tiere bestimmt werden konnten. Zusätzlich wurden bei den Begehungen die in den Gebieten angetroffenen und im Gelände bestimmbaren Käfer mit in die Tabelle der Artnachweise aufgenommen.

Abbildung 29: Barber-Falle im Agroforstsystem Dornburg

Tabelle 10. Fangperioden Laufkäfer

Untersuchungsjahr	Fangperiode	Anzahl Fallenstandorte
2008	06.05. – 20.05.	64
	20.05. – 02.06.	64
	02.06. – 16.06.	64
	16.06. – 30.06.	64
	30.06. – 14.07.	64
2010	15.04. – 29.04.	24
	17. 05. – 31.05..	24
	15.06. – 29.06.	24
	15.07. – 29.07.	24
2011	03.05. – 17.05.	24
	31.05. – 14.06.	24
	28.06. – 12.07.	24

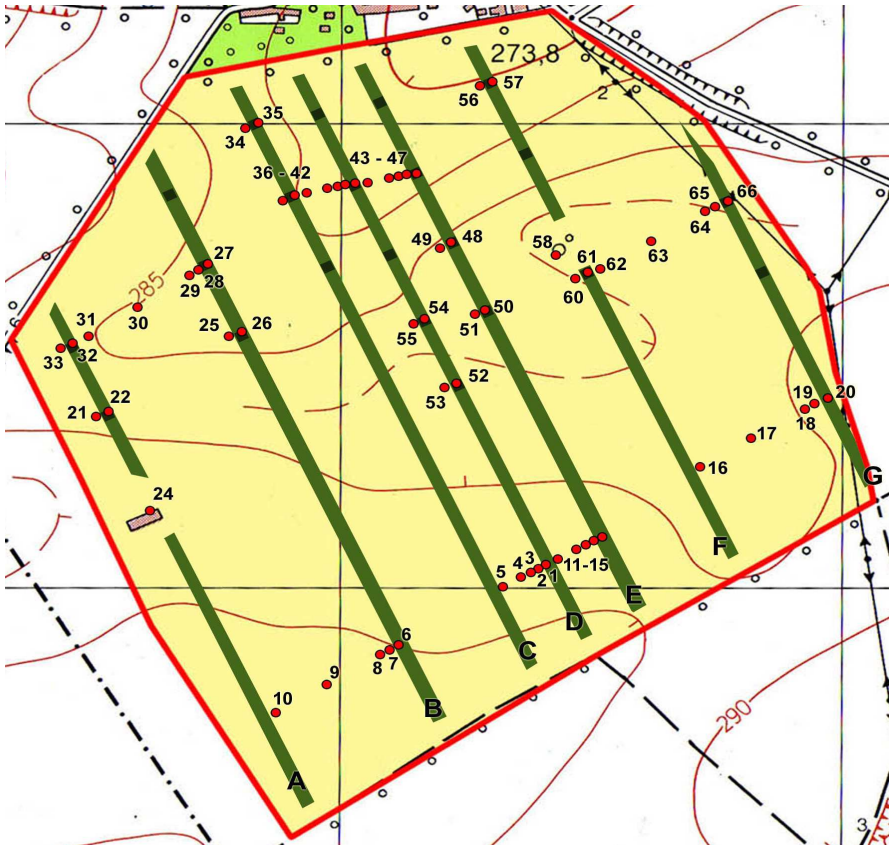


Abbildung 30: Standorte der Barber-Fallen im Jahr 2008

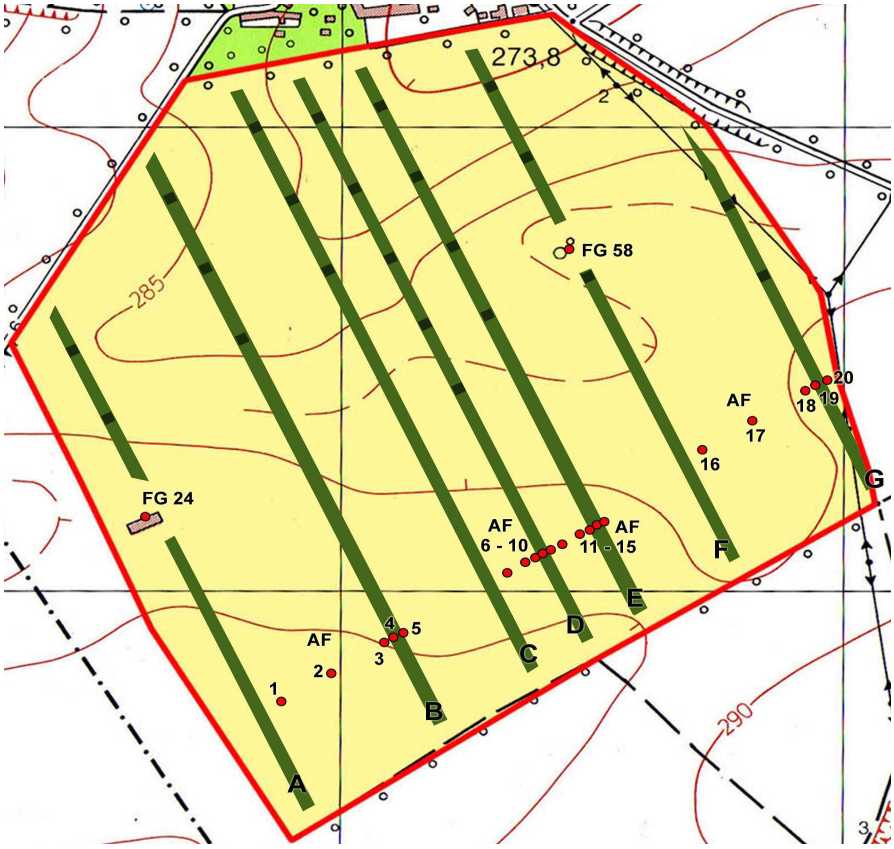


Abbildung 31: Standorte der Barber-Fallen in den Jahren 2010 und 2011

Tagfalter

Die Tagfaltererfassungen fanden an Tagen mit günstiger Witterung im Zeitraum von Ende April bis Mitte September der jeweiligen Untersuchungsjahre statt. Neben einem optischen Absuchen der zu betrachtenden Bereiche und eingehenden Beobachtungen wurden auch Tiere mit dem Kescher gefangen, um eine genaue Artbestimmung vorzunehmen. Im Anschluss erfolgte eine sofortige Wiederfreilassung der Individuen.
Eindeutig im Freiland bestimmbare geschützte Tagfalter wurden gegebenenfalls nur kurzfristig (z.B. Dickkopffalter) oder gar nicht der Natur entnommen.
Außerdem erfolgte an den Gehölz- und Vegetationsstrukturen eine gezielte Suche nach Imagines und Raupen.

Säugetiere

Bei den Begehungen beobachtete und eindeutig bestimmbare Säugetiere wurden notiert. Der Nachweis verschiedener Kleinsäuger erfolgte auch auf der Grundlage von Beifängen in den Barber-Fallen.
Im Jahr 2008 kamen zur Kleinsäugerfassung auch Drahtgitter-Lebendfallen zum Einsatz. Diese Fallen wurden an einzelnen festgelegten Terminen vom Abend bis in die Morgenstunden an den entsprechenden Standorten fängisch aufgestellt. Die gefangenen Tiere wurden aus den Fallen entnommen, bestimmt und am unmittelbaren Fangort wieder in Freiheit gesetzt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Erhebungen an den Gehölzen

3.1.1 Bestandesentwicklung

Die jährliche Erhebung der Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen lieferte eine Vielzahl von Daten, welche die Beleuchtung verschiedener Aspekte ermöglichte. Die Datenblätter mit den wichtigsten Zahlen zu den Erhebungen der Einzeljahre 2008 bis 2011 wurden in Anlage 2 bis 5 angefügt.

Beim Vergleich der Zuwachsparameter der Pappeln (Max 1, 3, 4) in den Gehölzstreifen mit unterschiedlichen Pflanzabständen (0,5 m x 2 m: Streifen A bis C, 1,5 m x 3 m: Streifen D bis G) zeigten sich bis zum Jahr 2010 kaum Unterschiede in der Höhenentwicklung (s. Abb. 32 a). Zu beachten ist, dass die Pflanzung der Gehölze im Frühjahr 2007 stattfand, die Erhebungen jedoch erst ab Herbst 2008, also nach zwei Vegetationsperioden, aufgenommen wurden. In diesem Zeitraum wurde nur ein sehr geringer Höhenzuwachs von 151 cm bzw. 174 cm erreicht. Bis zum Ende des Jahres 2010 nach vier Vegetationsperioden wuchsen die Bäume auf 460 cm bzw. 484 cm an. Zu Beginn des Jahres 2011 fand die erste Ernte der Gehölzstreifen A bis C statt. Die Daten der Erhebung Ende 2011 zeigen den enormen Höhenzuwachs in diesen Streifen nach der Ernte. Innerhalb einer Vegetationsperiode wurden so durchschnittliche Wuchshöhen von 320 cm erreicht. Hieraus wird deutlich, dass der Windschutz durch die Gehölzstreifen mit allen daraus resultierende Effekten bereits nach mindestens einer Vegetationsperiode nach Ernte wieder realisiert werden kann. Der Zuwachs der Gehölzstreifen D bis G wies im Jahr 2011 Höhenzuwächse vergleichbar mit denen der Vorjahre auf.

Bei der Betrachtung der Zuwächse der Wurzelhalsdurchmesser (WHD) und der Brusthöhendurchmesser (BHD) der Pappeln wird deutlich, dass bei geringeren Pflanzdichten eine höhere Biomasseproduktion je Baum stattfand (s. Abb. 32 b und c). Bei Pflanzabständen von 0,5 m x 2 m wurden nach vier Vegetationsperioden im Jahr 2010 durchschnittlich 4,9 cm WHD und 3,5 cm BHD erreicht gegenüber im Mittel 6,3 cm WHD und 4,3 cm BHD bei Pflanzabständen von 1,5 m x 3 m.

Die neben der Hauptbaumart Pappel in den Gehölzstreifen A bis C etablierten Arten zeigten sehr unterschiedliche Zuwächse im Untersuchungszeitraum (s. Abb. 33). Die Weide „Tora“ erreichte Höhen- und Durchmesserzuwächse, welche die der Pappel zum Teil sogar überstiegen. Unter den heimischen Gehölzen erwies sich die Birke bei hohen Pflanzdichten als zuwachsstärkster Vertreter. Jedoch traten hier hohe Ausfallraten von bis

zu 44 % nach fünf Vegetationsperioden auf (s. Abb. 35). Insbesondere nach der Ernte zu Beginn des Jahres 2011 konnten sich viele Birken nicht regenerieren. Das geringe Stockausschlagvermögen reduziert die Eignung nicht züchterisch bearbeiteter heimischer Birken zumindest für die hier betrachteten kurzen Umtriebszeiten von drei bis fünf Jahren.

Die Gemeine Esche leistete bei Pflanzabständen von 0,5 m x 2 m vergleichsweise geringe Zuwächse. Dies war möglicherweise durch das seit einigen Jahren verstärkt auftretende Eschentriebsterben beeinflusst. Erste Symptome (vertrocknende Blätter) konnten an den Beständen der Gehölzstreifen beobachtet werden. Positiv sind jedoch die recht geringen Ausfälle zu bewerten (s. Abb. 35).

Die Hainbuche erreichte nahezu keine Zuwächse in Höhe und Durchmesser. Insbesondere starker Verbiss gepaart mit langsamem Wachstum ließ der Hainbuche keine Chance, sich auf der Fläche zu etablieren. Nur eine dauerhafte Zäunung – welche aus Gründen der Logistik und der Kosten als nicht praktikabel anzusehen ist – könnte eine Verbesserung der Zuwachsleistung zur Folge haben. Die Art muss daher als nicht geeignet für den Standort und die hier untersuchte Aufgabenstellung bezeichnet werden.

Die Zuwächse in den Streifen D bis G mit Pflanzdichten von 1,5 m x 3 m unterschieden sich zum Teil deutlich von den Ergebnissen bei hohen Pflanzdichten (s. Abb. 34). Die Zuwächse bei der Weide „Tora“ lagen sowohl in der Höhe als auch bei Wurzelhals- und Brusthöhendurchmesser deutlich unter denen der Pappel „Max 1, 3, 4“ und waren sogar geringer als die Zuwächse der Weide bei hohen Pflanzdichten.

Auch die Birke und die Hainbuche erreichten trotz geringerer Pflanzdichten nicht die Zuwachsleistung der entsprechenden Parzellen in den Gehölzstreifen A bis C. Der starke Verbiss der Hainbuchen äußerte sich in einer kontinuierlichen Reduzierung der Wuchshöhen über die Jahre und einer Ausfallrate von 75 % bis zum Herbst 2011 (s. Abb. 35). Auch die Birke zeigte Anzeichen von Verbiss, welche sich in stagnierenden Zuwachsraten widerspiegelten. Die Esche wies auch in dieser Pflanzdichte relativ geringe Zuwächse auf, die jedoch deutlich über denen der Birke lagen.

Aspe, Robinie und Blühsträucher wurden ausschließlich in den Streifen mit Pflanzdichten von 1,5 m x 3 m etabliert. Die Aspe als heimische Pappelart erreichte Zuwachsleistungen, welche nahezu mit denen der Weide „Tora“ konkurrieren konnten. Die Robinie muss für den beschriebenen Standort und die betrachtete Aufgabenstellung als ungeeignet betrachtet werden, da Ausfälle von bis zu 100 % auftraten. Auch die Blühsträucher zeigten kaum Zuwächse bei hoher Verbissneigung. Sie nehmen jedoch aufgrund ihrer

ökologischen Funktion eine Sonderstellung ein und sollen nicht ausschließlich über die Biomasseleistung bewertet werden.

Während die verschiedenen Arten in den noch unbeernteten Streifen D bis G nur geringe Unterschiede in der Anzahl der Triebe je Stock aufwiesen, zeigten sich deutliche artspezifische Unterschiede in den nach der ersten Ernte wieder ausgetriebenen Gehölzstreifen A bis C (s. Abb. 36). Die Weide „Tora“ wies durchschnittlich 10 Triebe nach der ersten Ernte auf, die Pappel „Max 1, 3, 4“ im Mittel 6 Triebe. Dies ist insbesondere beachtlich, da die Zuwachsleistungen der jeweils stärksten Triebe von Weide und Pappel durchaus vergleichbar waren (s. Abb. 33). Esche und Birke schlugen mit jeweils durchschnittlich 3 Trieben aus dem Stock aus.

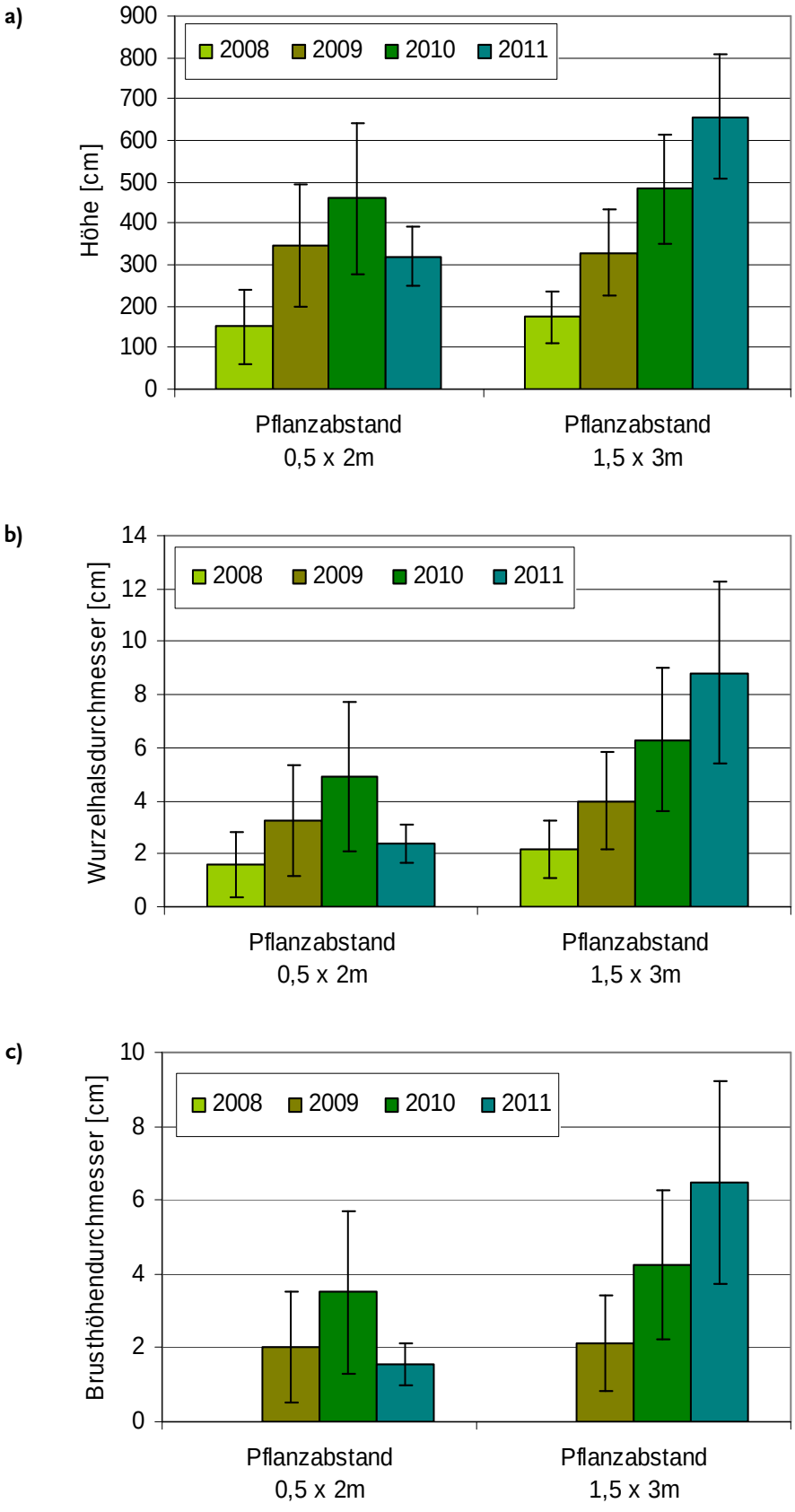


Abbildung 32: Parameter der Bestandesentwicklung der Pappel (Max 1, 3, 4) in den Gehölzstreifen; a) Höhe, b) Wurzelhalsdurchmesser, c) Brusthöhendurchmesser

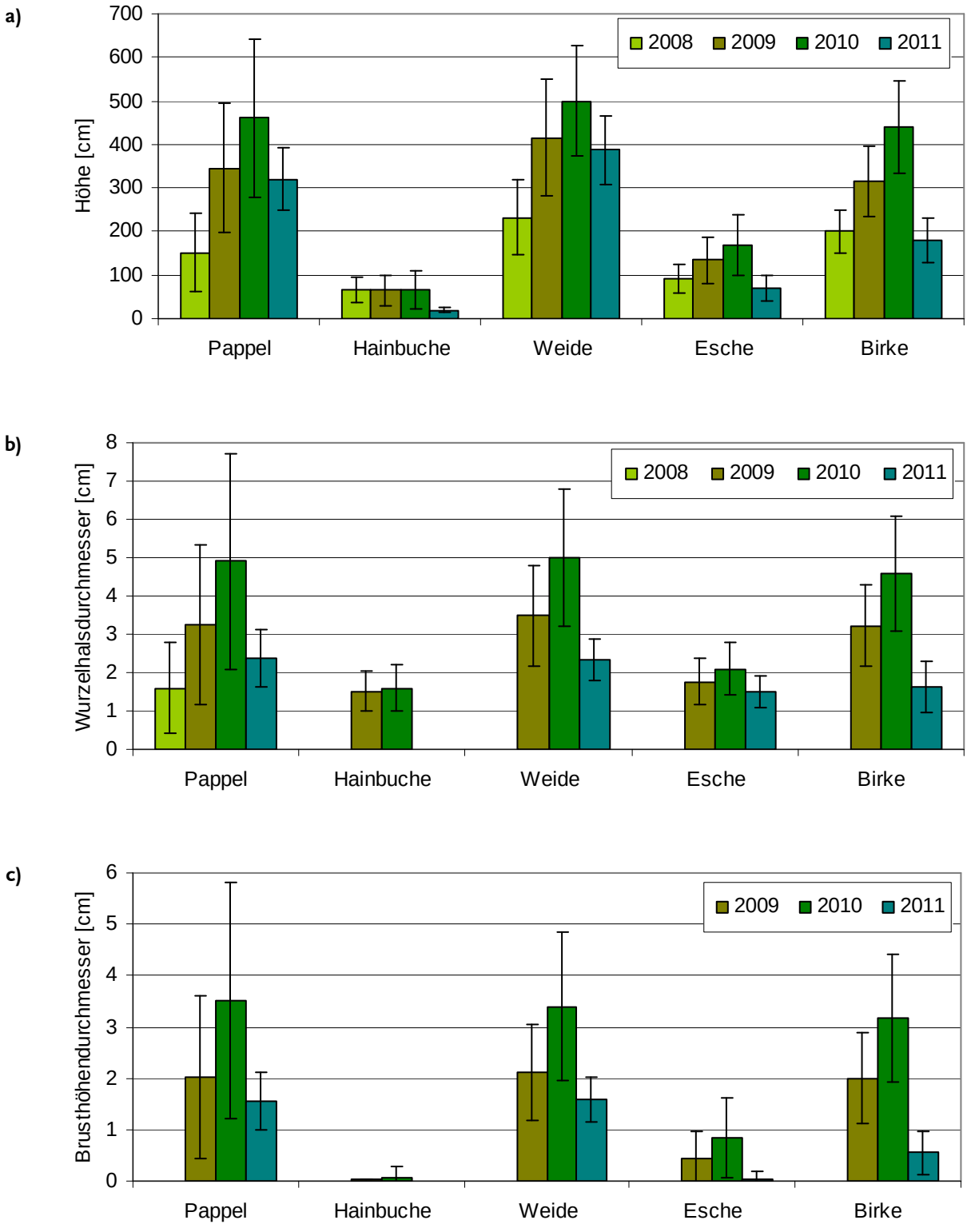
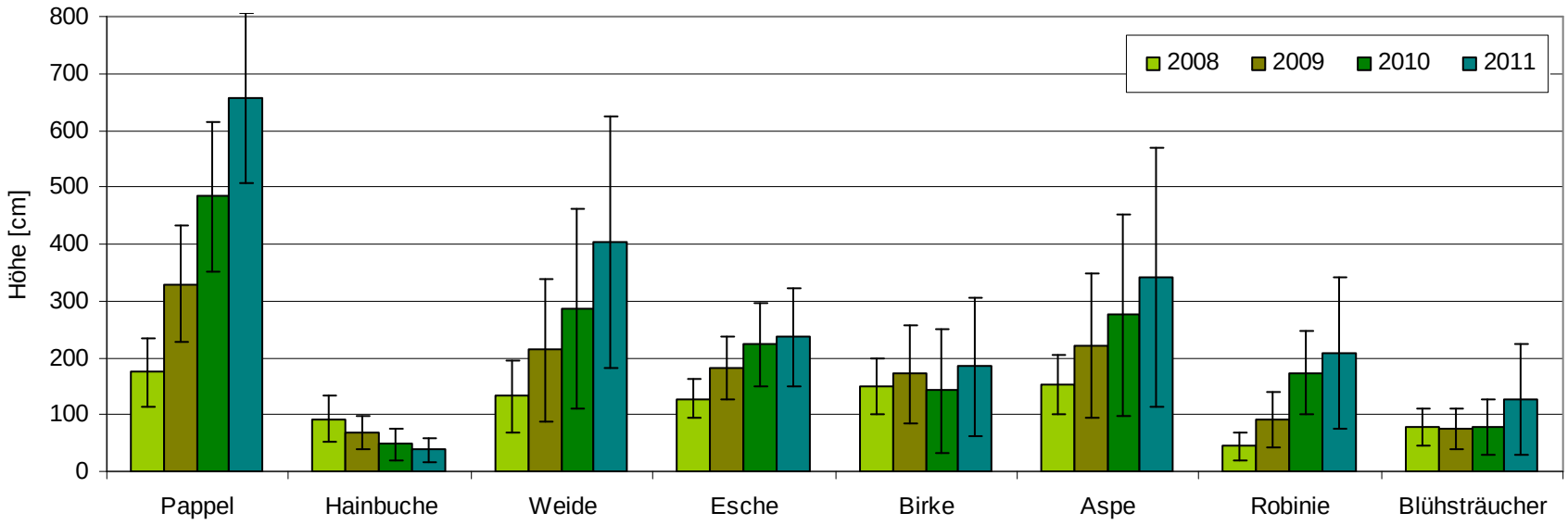
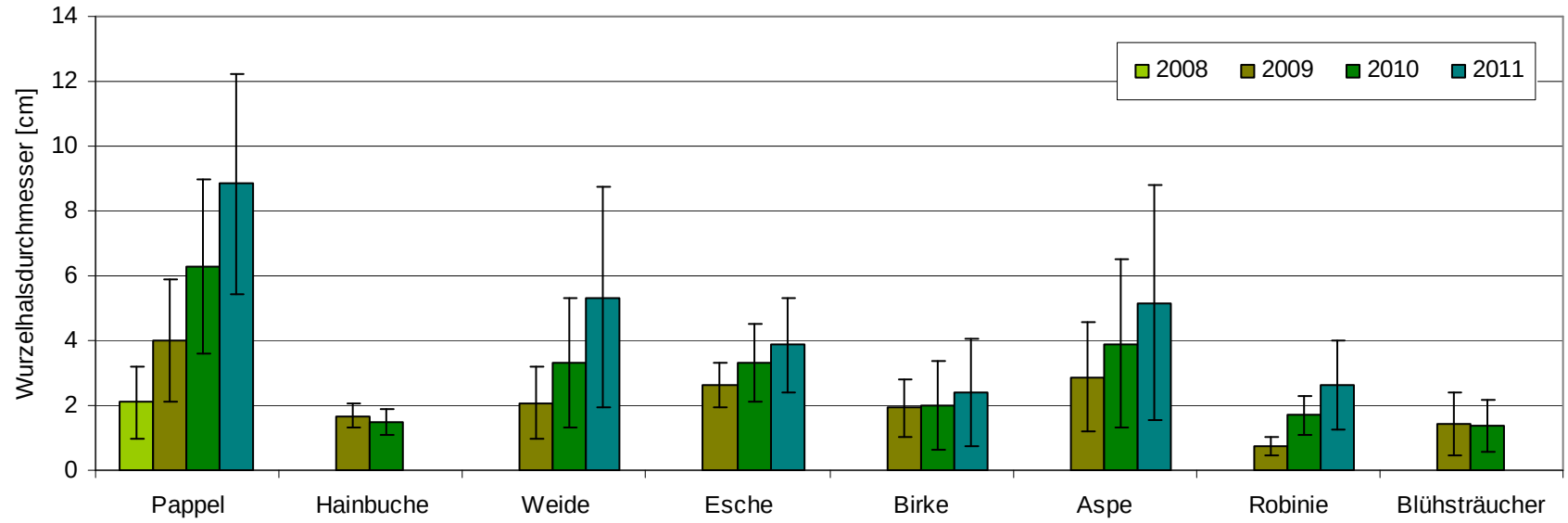


Abbildung 33: Parameter der Bestandesentwicklung aller etablierter Arten in den Gehölzstreifen A bis C (Pflanzabstände 0,5 m x 2 m); a) Höhe, b) Wurzelhalsdurchmesser, c) Brusthöhendurchmesser

a)


Höhe [cm]
800
700
600
500
400
300
200
100
0
2008
2009
2010
2011
Pappel
Hainbuche
Weide
Esche
Birke
Aspe
Robinie
Blühsträucher

b)


Wurzelhalsdurchmesser [cm]
14
12
10
8
6
4
2
0
2008
2009
2010
2011
Pappel
Hainbuche
Weide
Esche
Birke
Aspe
Robinie
Blühsträucher

c)

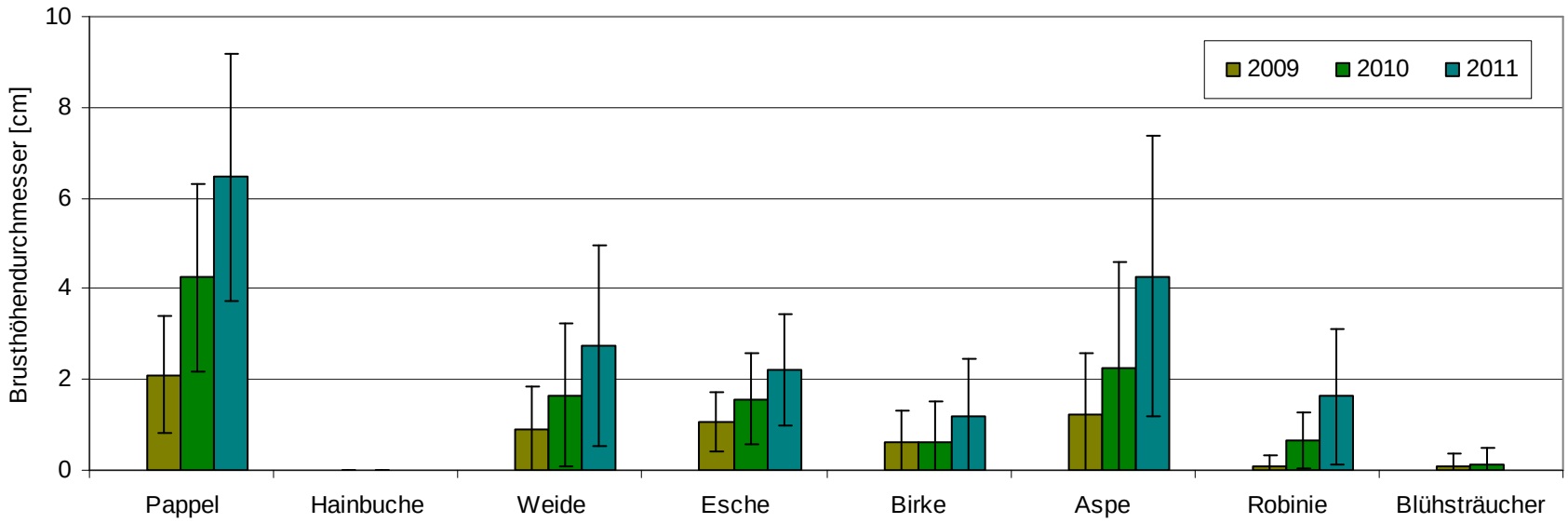


Abbildung 34: Parameter der Bestandesentwicklung aller etablierter Arten in den Gehölzstreifen D bis G (Pflanzabstände 1,5 m x 3 m); a) Höhe, b) Wurzelhalsdurchmesser, c) Brusthöhendurchmesser

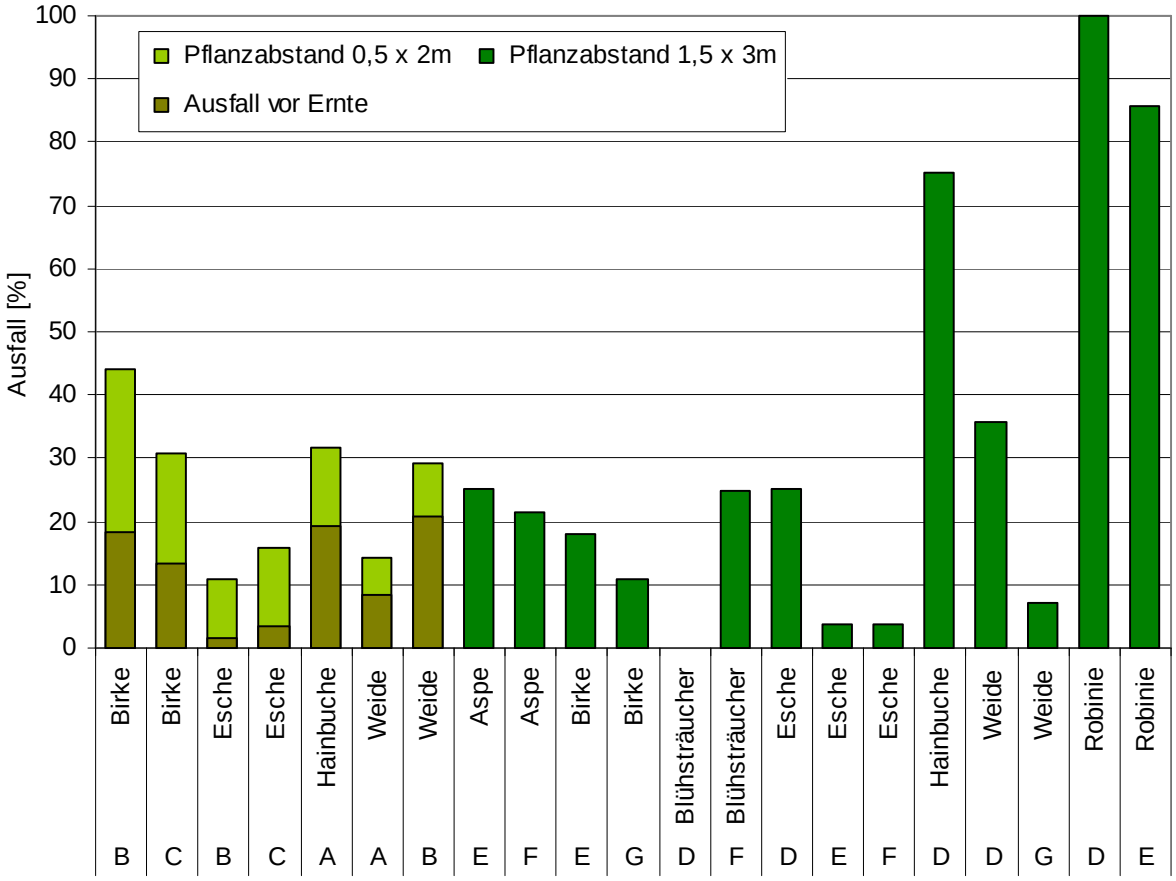


Abbildung 35: Ausfall heimischer Gehölze bis Herbst 2011

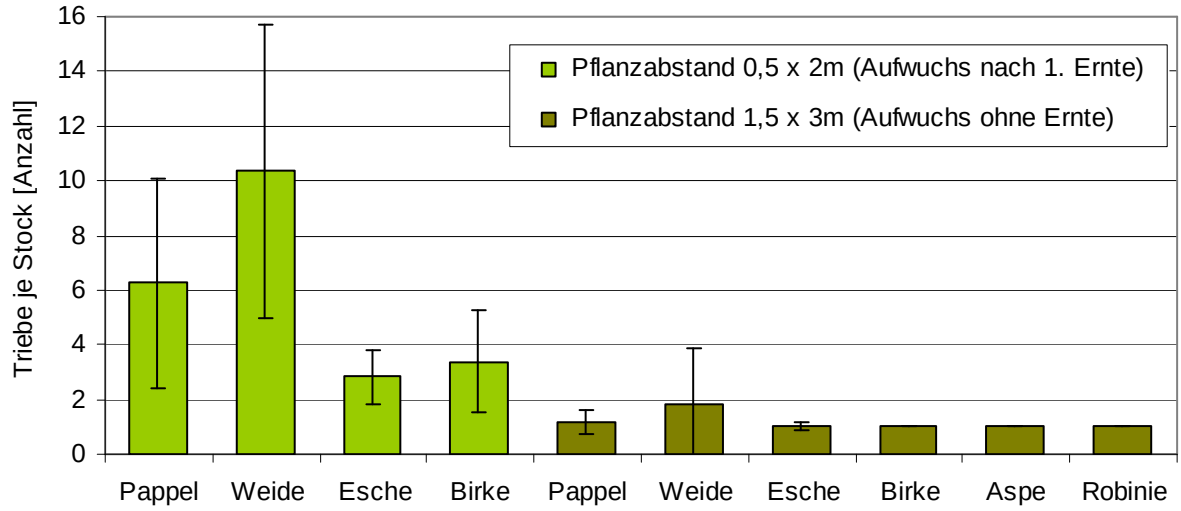


Abbildung 36: Anzahl der Triebe je Stock aller etablierter Baumarten im Herbst 2011

3.1.2 Ertragsschätzung der Pappeln

Einen ersten Eindruck über die zu erwartenden Biomasseerträge gibt die Ertragsschätzung nach dem Modell der TU Dresden (RÖHLE 2010). Die Darstellung der Ergebnisse in Abbildung 37 verdeutlicht die Unterschiede der zu erwartenden Erträge pro Hektar nach vier Jahren Standzeit der beiden Pflanzabstandsvarianten. Die eng bepflanzten Streifen A bis C (2 m x 0,5 m) werden nach der Modellberechnung einen Durchschnittsertrag von 7,2 t atro/ha/a erreichen, während für die weit bepflanzten Streifen D bis G (3 m x 1,5 m) ein potentieller Durchschnittsertrag von 2,4 t atro/ha/a modelliert wurde.

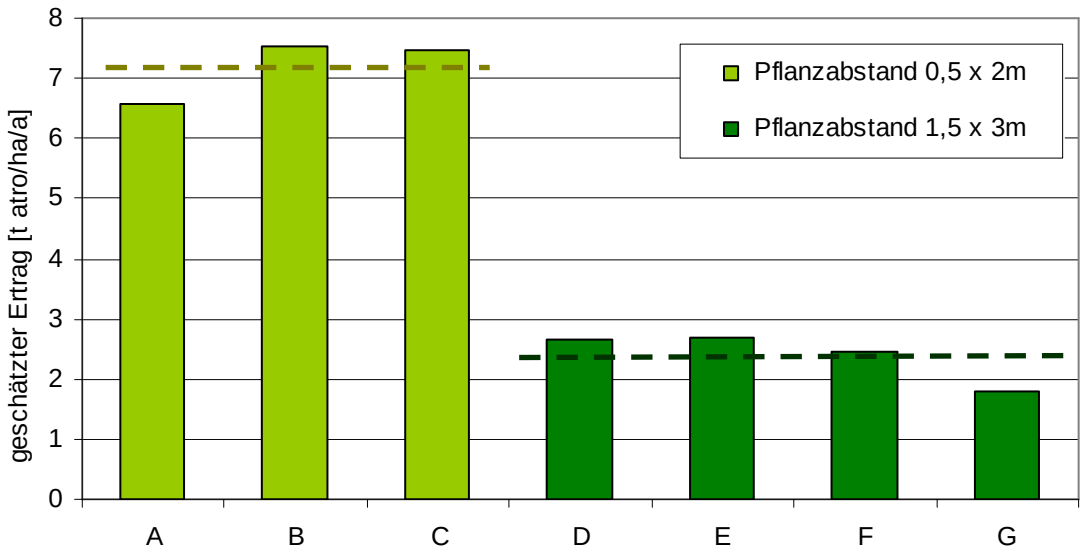


Abbildung 37: Ertragsschätzung der Gehölzstreifen (bei Ernte im Winter 2010/11 nach 4 Jahren) nach dem Ertragsschätzer-Modell der TU Dresden

3.1.3 Erste Ernte der Gehölzstreifen A, B und C

Die erste Ernte der Gehölzstreifen A, B und C mit Pflanzabständen von 2 m x 0,5 m fand im Januar 2011 nach vierjähriger Standzeit statt. Zur Anwendung kam ein mit dem KUP-Vorsatz 130 FB ausgestatteter NewHolland Feldhäcksler (590 PS), welcher Stammdurchmesser bis 15 cm zu Hackschnitzeln verarbeiten kann. Insgesamt wurden ca. 2,5 ha Gehölzfläche auf der zur Ernte unbestellten Ackerfläche beerntet. Die wissenschaftlich begleitete Ernte nahm etwa fünf Stunden in Anspruch. In der Praxis wäre eine Leistung von 1 ha/h durchaus zu erreichen. Trotz des feuchten und weichen Bodens war die Überfahrt durch den Häcksler ohne Probleme möglich. Schwierigkeiten hatten jedoch die voll beladenen Abfuhreinheiten bei der Überfahrt über das Vorgewende. Die geringe Spurtiefe in den Gehölzreihen war aber ein Hinweis darauf, dass nach 4 Jahren

Vegetationszeit schon ein ausreichend stabiles Bodengefüge vorhanden war, um Schadverdichtungen und Stockverletzungen bei der Ernte zu vermeiden.

Im Durchschnitt wurde ein Ertrag von 4,9 t atro/ha/a erreicht (s. Abb. 38). Die Unterschiede zwischen den Gesamterträgen der Streifen A, B und C fallen gering aus. Deutliche Unterschiede zeigen sich jedoch zwischen den einzelnen Pflanzreihen. Insbesondere Pflanzreihen bestehend aus dem Klon „Max 3“ weisen signifikant geringere Biomasseleistungen auf. Am ertragsreichsten war der Klon „Max 1“. Die Ertragsleistungen der einzelnen Reihen schwanken zwischen 2,4 und 7,0 t atro/ha/a. Die Erfahrungen aus dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen lassen erwarten, dass in den folgenden Umtrieben deutlich höhere Ertragsleistungen erreicht werden.

Beim Vergleich der durch den Ertragsschätzer ermittelten zu erwartenden Biomasse-leistung mit den tatsächlich geernteten Massen zeigt sich eine deutliche Überschätzung durch das Modell um mehr als 2 t atro/ha/a im Durchschnitt. Auch die Unterschiede zwischen den Gehölzstreifen konnten nicht korrekt abgebildet werden. Da sich das genutzte Modell noch in der Entwicklung befindet, ist von weiteren Verbesserungen auszugehen.

Die Wassergehalte des Erntematerials lagen zwischen 53,7 und 57,1 %. Sie wiesen geringe Unterschiede sowohl innerhalb der Streifen als auch zwischen den Streifen auf (Abb. 39). Diese Unterschiede scheinen nicht klonspezifisch zu sein. Möglich ist eine Abhängigkeit vom Standort. Tendenziell zeigt sich eine Abnahme der durchschnittlichen Wassergehalte der Hackschnitzel von Streifen A zu Streifen C.

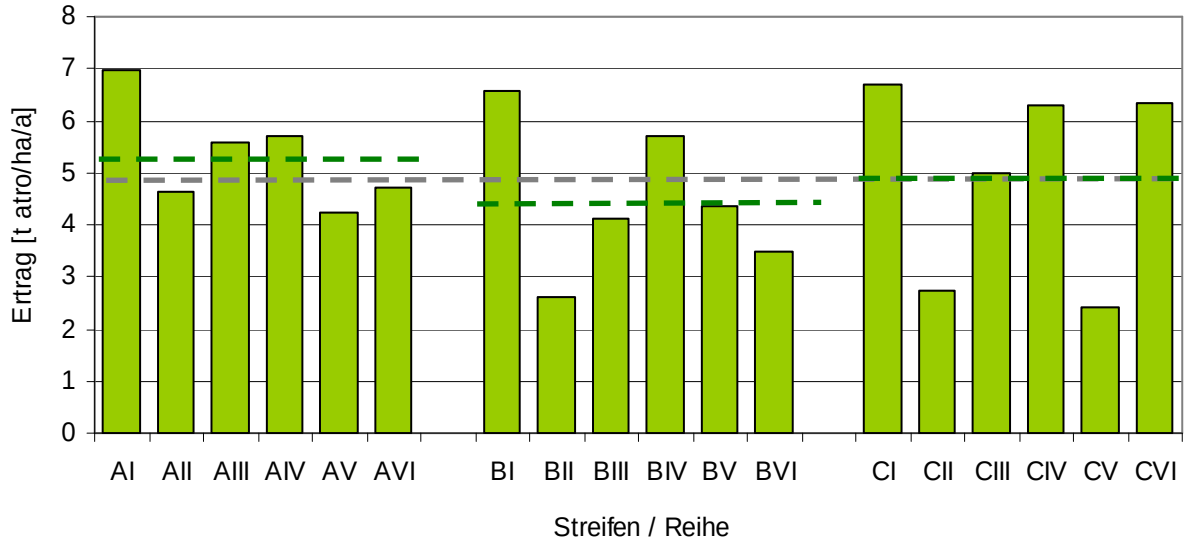


Abbildung 38: Erträge der Gehölzstreifen A bis C (ausschließlich Pappelklon „Max“) nach erstem vierjährigem Umtrieb differenziert nach Pflanzreihen

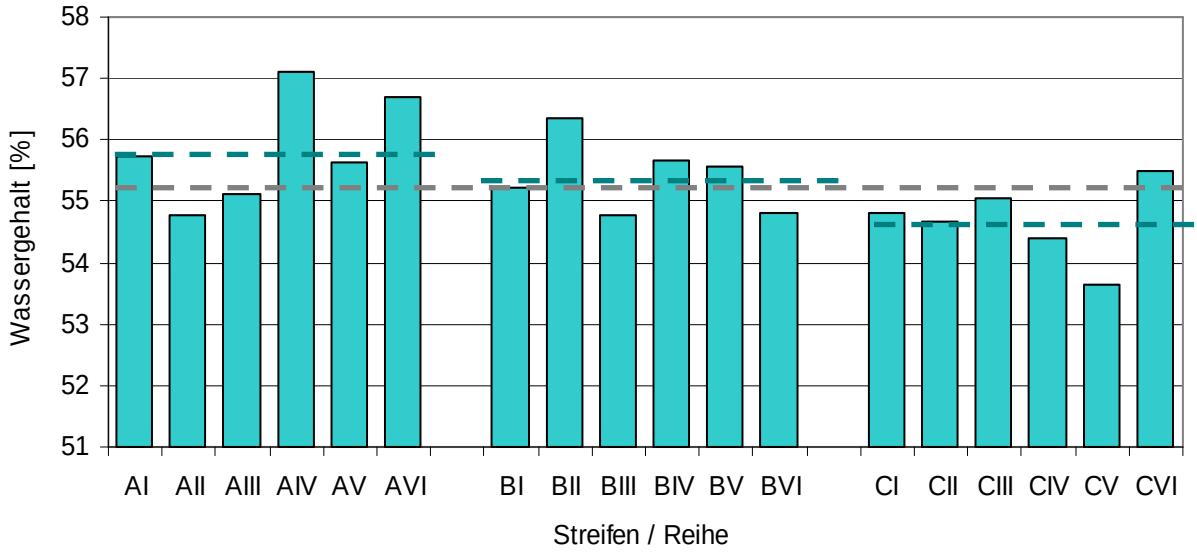


Abbildung 39: Wassergehalte des Häckselmaterials aus den Gehölzstreifen A bis C (ausschließlich Pappelklon „Max“) differenziert nach Pflanzreihen

Die Biomasseleistung der in Parzellen gepflanzten heimischen Gehölze sowie des Weidenklons „Tora“ im Vergleich zum Durchschnittsertrag des Pappelklons „Max“ zeigt Abbildung 40. Hainbuche und Esche erbrachten nur geringe Ertragsleistungen. Dies zeichnete sich bereits in den jährlichen Erhebungen der Bestandesentwicklung ab (s. Abb. 33). Die Erträge der Birke lagen im Durchschnitt um 1,2 t atro/ha/a unter denen der Pappel „Max“, während die Weide „Tora“ um 1,1 t atro/ha/a Mehrertrag brachte. Zu beachten ist jedoch, dass aufgrund der Parzellengröße der Zusatzbaumarten hier nur eine bedingte Vergleichbarkeit besteht. Die Tendenzen legen jedoch den Schluss nahe, dass unter den gegebenen Standortbedingungen und der betrachteten Umtriebszeit sowohl „Tora“ als auch heimische Birke wirtschaftliche Alternativbaumarten darstellen können. Für diese Beurteilung muss jedoch auch die Wiederaustriebsfähigkeit sowie die Ertragsentwicklung über die folgenden Umtriebszeiten einbezogen werden. Wie bereits in Kapitel 3.1.1 erläutert, mussten bei der Birke hohe Ausfälle insbesondere nach der Ernte verzeichnet werden, wodurch die Eignung für die gegebenen Bedingungen deutlich reduziert ist. Zu diesem Schluss führten auch langjährige Ertragsversuche der TLL auf einer nahegelegenen Untersuchungsfläche (TLL 2009b).

Die Wassergehaltsbestimmung des gehackten Erntematerials der Zusatzbaumarten im Vergleich zum Wassergehalt der Pappel „Max“ (s. Abb. 41) zeigt baumartenspezifische Unterschiede. Mit 42 % wies die Esche den geringsten Wassergehalt auf, gefolgt von Birke mit 50 %. Der Wassergehalt von „Tora“ lag – vergleichbar mit „Max“ – bei 56 %. Der deutlich höhere Wassergehalt der Hainbuche (63 %) kann auf die niedrigen Wuchshöhen

und die geringe Biomasseleistung je Pflanze zurückzuführen sein. Hieraus ergibt sich eine größere Bodennähe (dadurch reduzierte Verdunstung) sowie ein verändertes Verhältnis von Rindenanteil und Masse.

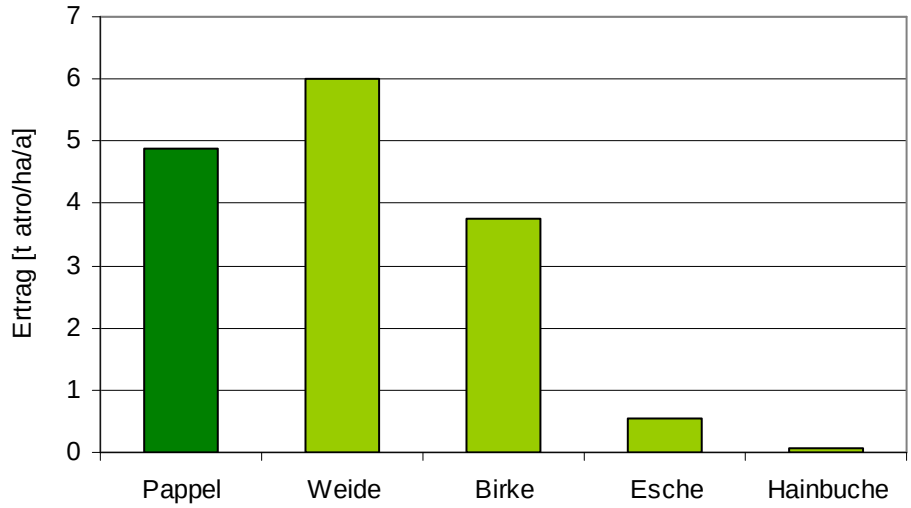


Abbildung 40: Ernteerträge vierjähriger heimischer Gehölze sowie Weide „Tora“ im Pflanzabstand 2 m x 0,5 m in den Gehölzstreifen A bis C im Vergleich zum Durchschnittsertrag des Pappelklons „Max“

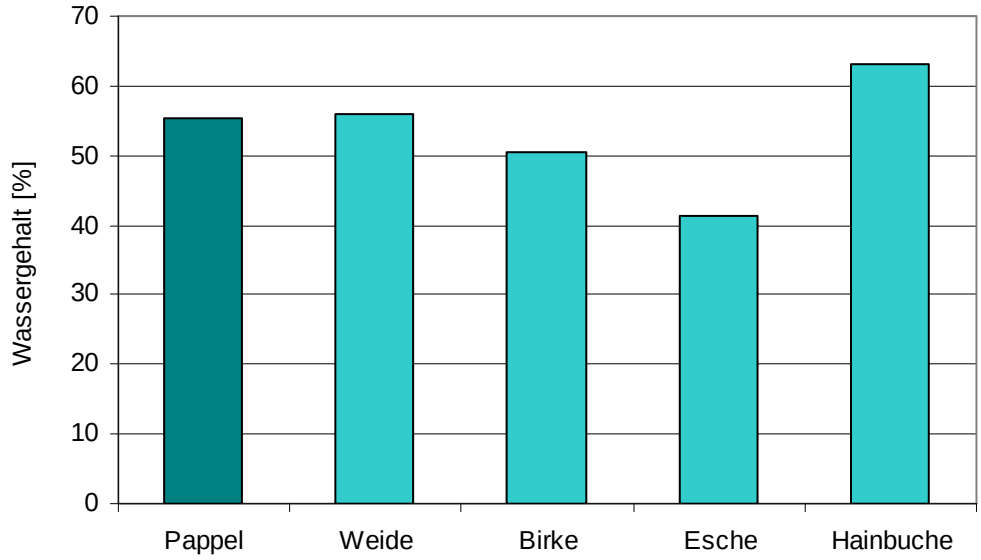


Abbildung 41: Wassergehalte vierjähriger heimischer Gehölze sowie Weide „Tora“ im Pflanzabstand 2 m x 0,5 m in den Gehölzstreifen A bis C im Vergleich zum Durchschnittsgehalt des Pappelklons „Max“

3.1.4 Rostbefall an Pappel

Die Bonituren des Rostbefalls an Pappeln ergaben im Juli 2009 keinen Befall. Bei der Wiederholung der Bonitur im Oktober 2009 ließ sich gleichmäßig an allen Prüfstellen ein sehr geringer Befall der Stufe 1 beidseitig feststellen. Abbildung 42 zeigt beispielhaft die

Stärke des erfassten Befalls. Dies deckt sich mit den Ergebnissen im ProLoc-Versuch Dornburg und weist auf die geringe Rostanfälligkeit der Max-Klone hin.

Abbildung 42: Minimaler Rostbefall im Oktober 2009

Auch im Jahr 2010 konnte zum ersten Boniturtermin im August kein Rostbefall an den Pappeln festgestellt werden. Bei der Wiederholung der Bonitur im Oktober zeigte sich wie im Vorjahr ein sehr geringer und gleichmäßig verteilter Befall der Blätter auf etwa 1 bis 2 % der Blattfläche (Befallsstufe 1, blattunterseitig bzw. beidseitig). Eine Beeinträchtigung der Biomasseleistung hierdurch kann ausgeschlossen werden.

3.2 Versuch zu fremdenergiefreien Trocknungsvarianten für Holz aus KUP

3.2.1 Wassergehaltsreduktion

Die Bestimmung der Wassergehalte zum Zeitpunkt der Auslagerung nach knapp sechsmonatiger Trocknungsdauer erfolgte stichprobenhaft (s. Tab. 4). Wie in Abbildung 43 gegenübergestellt, konnte die höchste Wassergehaltsreduktion auf 28,3 % bei Lagerung unter DACH erreicht werden. Auch die Trocknung in der Versuchsvariante GANZBAUM unter freiem Himmel erreichte zufriedenstellende 33,7 %. In der Versuchsvariante DOM wurden Endwassergehalte der Hackschnitzel von 36,8 % gemessen, unter dem luftdurchlässigen VLIES verblieb ein Restwassergehalt von 46,5 %. Zu beachten sind hierbei jedoch die deutlich geringeren eingelagerten Massen bei den Varianten DACH und GANZBAUM. Insbesondere in der Variante DACH wurde durch die geringere Haufwerksgröße eine schnellere Durchtrocknung gegenüber den Varianten DOM und VLIES erreicht. Geringere Effekte der Haufwerksgröße sind bei einer Trocknung im Ganzbaum anzunehmen, da hier durch große Hohlräume ein insgesamt höheres

Luftvolumen gegeben ist und damit auch bei größeren Haufen eine gute Durchströmbarkeit gewährleistet ist. Durch das Austreiben von frischen Blättern an den Stämmen im Polter entstand zusätzliche Verdunstungsoberfläche, welche die Trocknung beschleunigte. Eine weitere Verbesserung der Trocknung könnte durch das Unterlegen von Querhölzern zur Luftdurchströmung von unten erreicht werden. In der Variante VLIES wurde der Trocknungsprozess im Rahmen der Versuchsdauer nicht abgeschlossen. Zur Erreichung der angestrebten Werte von unter 30 % Wassergehalt bei den gegebenen Ausgangsbedingungen (insbesondere Haufwerksmasse) wäre eine Trocknungsdauer von mindestens 12 Monaten erforderlich gewesen. Hilfreich wäre ein mehrmaliges Umsetzen der Miete.

Bei differenzierter Betrachtung der Verteilung der Wassergehalte innerhalb der Mieten nach knapp sechsmonatiger Trocknungsdauer (s. Abb. 44) können weitere Erkenntnisse abgeleitet werden. Die Haufwerke unter DACH und unter VLIES waren durch verhältnismäßig geringe Wassergehalte im Außenbereich und höhere Wassergehalte im Innenbereich gekennzeichnet. Dies verdeutlicht den hier stattgefundenen Trocknungsprozess von außen nach innen auf Grundlage von Wind- und Sonnenenergie und lässt auf eine noch nicht abgeschlossene Trocknung schließen. In der Versuchsvariante DOM war ein entgegen gesetzter Effekt zu verzeichnen. Der Innenbereich der Miete zeigte deutlich reduzierte Wassergehalte, während im Außenbereich sehr hohe Werte von mehr als 70 % (WG bei Einlagerung: 55,5 %) gemessen wurden. Aufgrund der Funktionsweise der Methode (Durchströmungsprinzip infolge der durch Wärmefreisetzung verursachten Druckdifferenz zwischen dem Mieteninneren und der Umgebung (RÜBSAM & BRUMMACK 2011) findet eine Trocknung von innen nach außen statt. Aufgrund der Luftundurchlässigkeit der verwendeten Abdeckfolie bildete sich eine durchschnittlich etwa 30 cm starke Kondensationsschicht aus, welche jedoch stark variierende Mächtigkeiten (10 bis 70 cm) aufweisen kann (s. Abb. 45). Auch an den Lüftungsschächten im Inneren der Miete traten stark vernässte Zonen auf. Aufgrund dieser Kondensationszonen konnte der Wassergehalt der Gesamtmiete trotz abgeschlossenem Trocknungsprozess nicht weiter reduziert werden und erreichte nicht den Zielwert von weniger als 30 % Wassergehalt.

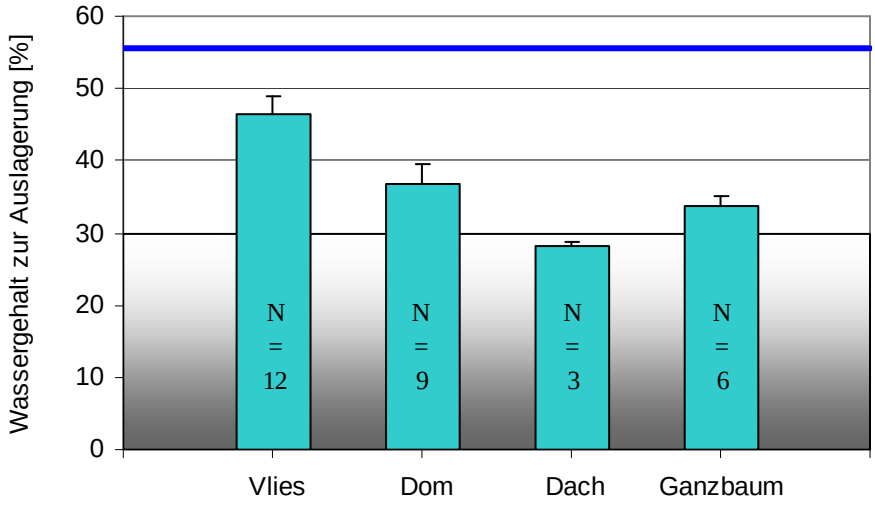


Abbildung 43: Durchschnittlicher Wassergehalt der Hackschnitzel nach Trocknung (die durchgezogene blaue Linie markiert den Wassergehalt zu Beginn der Trocknung, grau schattiert ist der Bereich in dem von einer nahezu verlustfreien Lagerfähigkeit von Holzhackschnitzeln auszugehen ist

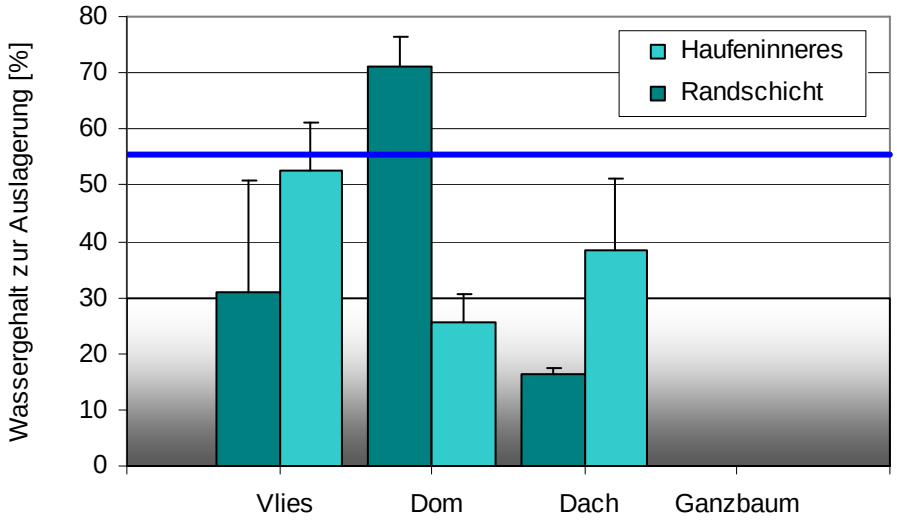


Abbildung 44: Wassergehalte der Hackschnitzel nach Trocknung im Außen- und Innenbereich der Mieten (die durchgezogene blaue Linie markiert den Wassergehalt zu Beginn der Trocknung; grau schattiert ist der Bereich in dem von einer nahezu verlustfreien Lagerfähigkeit von Holzhackschnitzeln auszugehen ist; jeder Balken repräsentiert die Ergebnisse von 10 Stichproben)

Abbildung 45: Kondensationsschicht im Außenbereich der Miete DOM

3.2.2 Masseverluste

Die Masseverluste der Holzhackschnitzel wurden durch die Differenz der absoluten Einlagerungs- und der absoluten Auslagerungsmasse bestimmt. Die Werte wurden unter Berücksichtigung der ermittelten durchschnittlichen Wassergehalte auf absolute Trockenmasse (atro) bezogen. Die der Berechnung zugrunde liegenden Daten sind in Tabelle 11 zusammengefasst. Abbildung 46 stellt die prozentualen Masseverluste bezogen auf den durchschnittlich erhobenen Wassergehalt des ausgelagerten durchmischten Materials bei Versuchsende gegenüber. Die Fehlerbalken (Standardabweichung) geben die Schwankungsbreiten an, welche sich aus den Spannweiten der ermittelten Wassergehalte bei Auslagerung ergibt. Der geringste Masseverlust von 5,8 % konnte bei der Trocknung im GANZBAUM verzeichnet werden, inklusive 1,1 % welche auf mechanische Verluste beim Hacken (nicht aufgenommenes Astmaterial) zurückzuführen waren. Ebenfalls niedrige Masseverluste (6,4 %) lagen bei der Trocknung unter VLIES vor. Hier ist jedoch zu beachten, dass der Trocknungsprozess noch bei Weitem nicht abgeschlossen war. Bei der weiteren Trocknung auf unter 30 % Wassergehalt muss mit weiteren Masseverlusten gerechnet werden. Die Masseverluste der Variante unter DACH betrugen im Versuchszeitraum 13,3 %. Bei der Variante DOM wurden die höchsten Masseverluste von 15,4 % festgestellt.

Tabelle 11: Vergleich der Ergebnisse der Trocknungsversuchsvarianten

Variante	Masse Versuchsbeginn [t]	Wassergehalt Versuchsbeginn [%]	Masse Versuchsende [t]	Wassergehalt Versuchsende [%]
VLIES	68,12	55,6	52,94	46,5
DOM	77,64	55,3	46,48	36,8
DACH	14,40	55,3	7,78	28,3
GANZBAUM	18,76	55,6	11,84	33,7

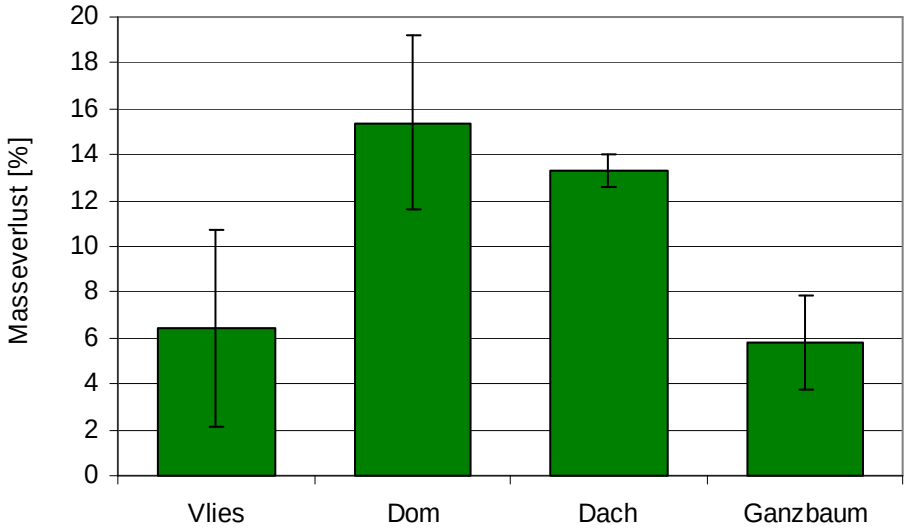


Abbildung 46: Masseverluste der Versuchsvarianten nach durchschnittlich 173 Trocknungstagen

3.2.3 Schlussfolgerungen

Der Vergleich der vier passiven Trocknungsvarianten im Hinblick auf Masseverlust und Wassergehaltsreduktion muss unter Beachtung der unterschiedlichen Eingangsmassen sowie der auf sechs Monate begrenzten Trocknungsdauer erfolgen. Die Trocknung von knapp 70 t Frischmasse unter halbdurchlässigem Vlies führte im genannten Zeitraum nicht zu lagerfähigem Material mit weniger als 30 % Wassergehalt. Der geringe Masseverlust war im Wesentlichen der noch nicht abgeschlossenen Trocknung geschuldet. Unter Praxisverhältnissen müsste ein mehrfaches Umschlagen des Materials erfolgen um den Prozess effektiver und zeitlich kürzer zu gestalten. Bei weiterer Trocknung bis zum angestrebten Wassergehalt von unter 30 % ist mit höheren Masseverlusten zu rechnen. Begleitende Abluftuntersuchungen der TU Dresden zeigten, dass die Trocknung von ca. 78 t Frischmasse mit Hilfe des Dombelüftungsverfahrens bereits nach vier Monaten

abgeschlossen war. Durch die Ausbildung einer markanten Kondensationszone unter der undurchlässigen Folie konnte der Zielwert von weniger als 30 % Wassergehalt für die Gesamtmasse jedoch nicht erreicht werden. Der Masseverlust war mit 15,4 % recht hoch und es ist bei weiterer Lagerung des gemischten Materials von einem zusätzlichen Biomasseabbau auszugehen. Das Haufwerk mit 14 t Hackschnitzeln unter Dach trocknete bei einem Masseverlust von 13,3 % bis unter 30 % Wassergehalt. Auch hier würde eine gelegentliche Umsetzung des Haufwerkes deutliche Vorteile im Trocknungsverlauf bewirken. Die Trocknung des KUP-Holzes im Ganzbaum wies das günstigste Verhältnis von Masseverlust (5,8 %) und Restwassergehalt (33,7 %) auf.

Bei der Auswahl des geeigneten Trocknungsverfahrens müssen die individuellen Ausgangsbedingungen berücksichtigt werden. Bei der Trocknung im Ganzbaum sind die geringsten Verluste und eine zügige Wassergehaltsreduktion zu erwarten. Zudem sind keine baulichen Voraussetzungen oder zusätzliches Material nötig. Um die Wirtschaftlichkeit der gesamten Kette zu gewährleisten, müssen jedoch weitere Faktoren wie Erntetechnik, Logistikkosten und verfügbare Lagerflächen berücksichtigt werden. Bei der Nutzung direkt hackender Erntetechnik (Mähhacker) bietet sich bei Vorhandensein verfügbarer Gebäude die Trocknung unter Dach an. Zur flexiblen Nutzung auf Freiflächen kann das Dombelüftungsverfahren eine vielversprechende und insbesondere zügige Trocknungsmöglichkeit sein, wobei hier durch Modifikationen im Mietendesign – beispielsweise die Ersetzung der undurchlässigen Folie durch ein semipermeables Vlies – wahrscheinlich verbesserte Trocknungsergebnisse erzielt werden könnten. Die Trocknung unter Vlies ist eine kostengünstige und einfache Variante, die außer einer befestigten Grundfläche (diese sollte für jegliche Trocknungsvariante Grundlage sein) keine bauliche Voraussetzung benötigt.

3.3 Erhebungen an den Ackerkulturen

3.3.1 Einfluss der Gehölzstreifen auf Überwinterung

Ein Einfluss der Gehölzstreifen auf die Entwicklung des Winterrapses konnte im Winter 2008/09 nicht nachgewiesen werden (s. Abb. 47). Sowohl die Blattzahl als auch der Wurzelhalsdurchmesser zeigten keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen. Eine leichte Zunahme der Pflanzenzahl pro Quadratmeter im Frühjahr gegenüber dem Winter, bedingt durch späteren Aufgang von Saatgut, zeigte sich auf allen untersuchten Positionen in gleicher Größenordnung. Die Unterschiede der absoluten

Pflanzenzahlen pro Quadratmeter zwischen den gemessenen Positionen sind produktionstechnisch bedingt. Auch die Reduktion der Wuchshöhen über den recht strengen Winter geschah gleichmäßig an allen untersuchten Positionen.

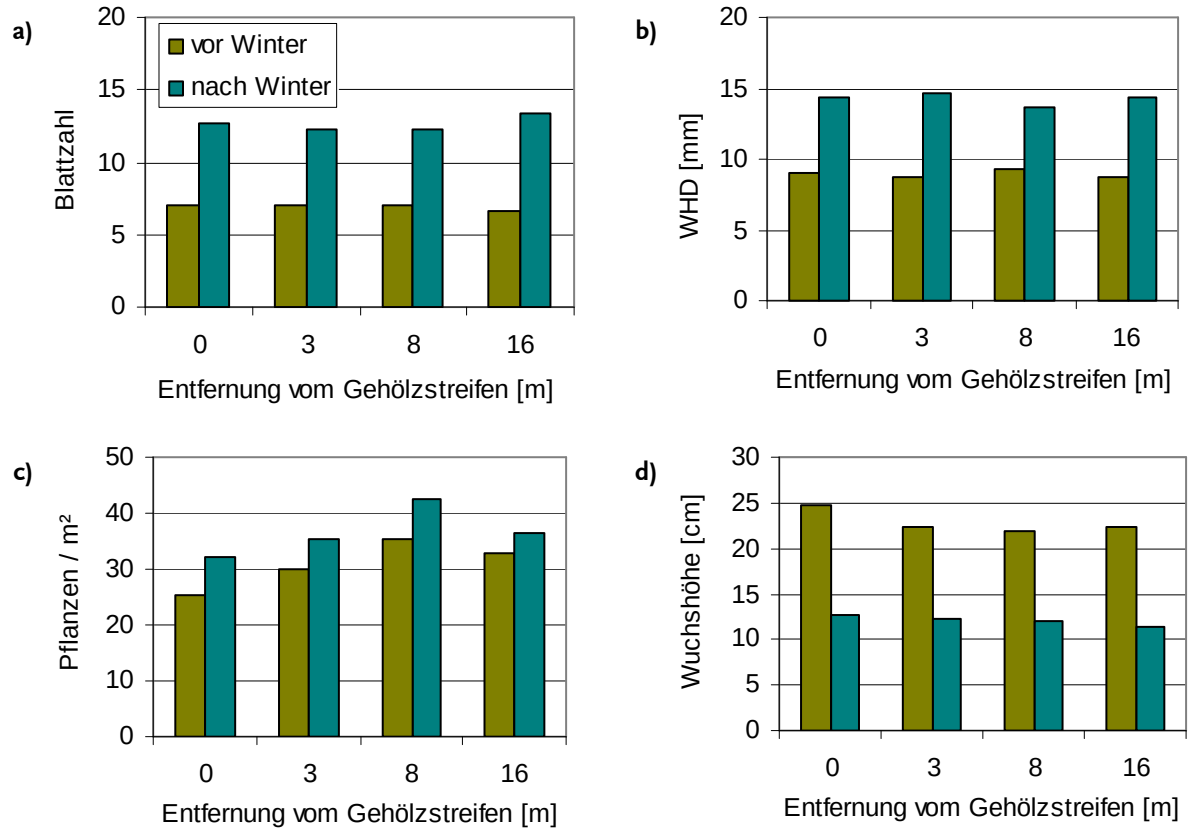


Abbildung 47: Bestandesparameter von Winterraps in verschiedenen Abständen von Gehölzstreifen vor und nach Winter 2008; a) Blattzahl, b) Wurzelhalsdurchmesser, c) Bestandesdichte und d) Wuchshöhe

Eine vergleichbare Bonitur vor und nach Winter wurde ebenfalls an dem im Herbst 2009 gedrillten Winterweizen durchgeführt. Um eine größere statistische Sicherheit zu erzielen, wurden dabei weitere Positionen einbezogen. Auch hier konnte kein Einfluss der Gehölzstreifen auf Bestandesparameter nachgewiesen werden. Abbildung 48 zeigt die Änderungen der Bestandesdichte sowie der Wuchshöhe in unterschiedlichen Abständen vom Gehölzstreifen. Die erfassten Unterschiede und Schwankungen lassen sich nicht durch einem Einfluss des Gehölzstreifens erklären.

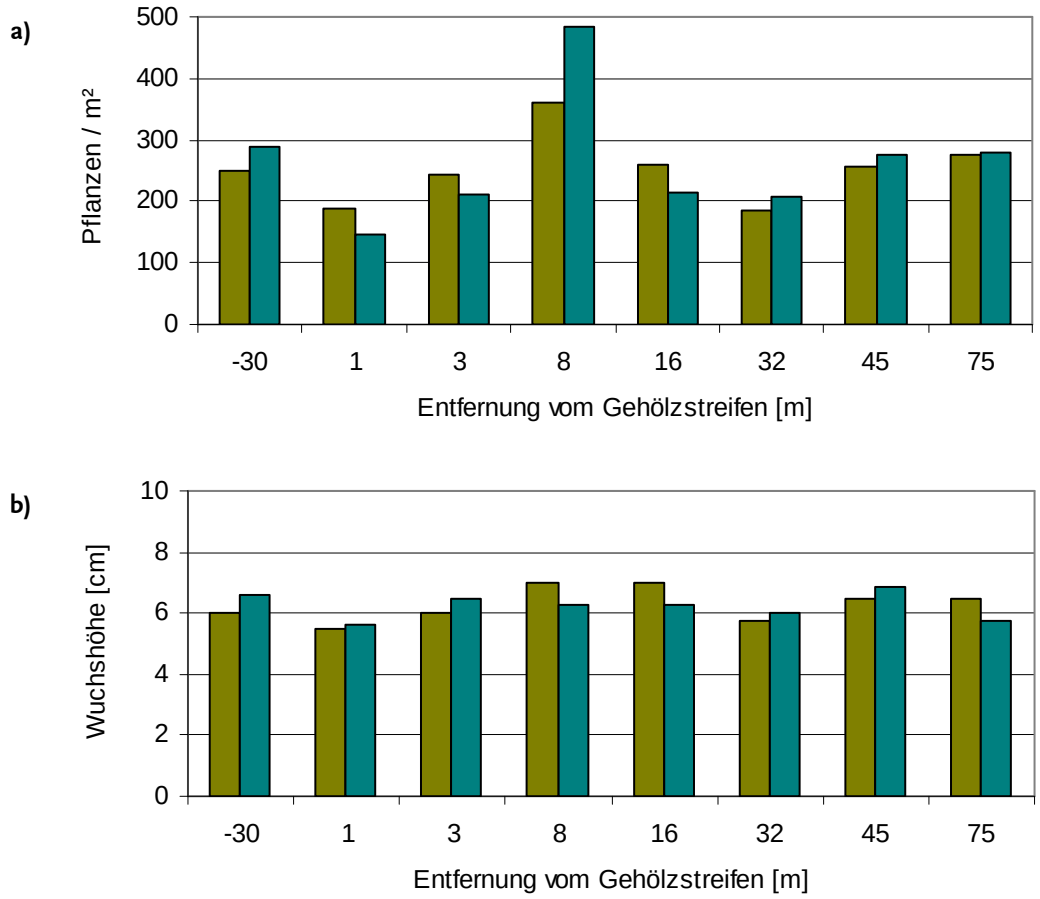


Abbildung 48: Bestandesparameter von Winterweizen in verschiedenen Abständen von Gehölzstreifen vor und nach Winter 2009; a) Bestandesdichte und b) Wuchshöhe

3.3.2 Einfluss der Gehölzstreifen auf den Ernährungszustand

Der Ernährungszustand des Winterrapses im Entwicklungsstadium 62 an den untersuchten Positionen ließ keinen Einfluss der Entfernung vom Gehölzstreifen erkennen. Die beobachteten Schwankungen bewegten sich im normalen Bereich. Insgesamt lag bei allen untersuchten Elementen eine ausreichende Versorgung nach TLL (2007) vor.

Der Ernährungszustand des Winterweizens im Entwicklungsstadium 31 zeigte wiederum keine Abhängigkeit von der Entfernung zum Gehölzstreifen. Auch hier bewegten sich die Schwankungen im normalen Bereich. Bei allen untersuchten Elementen lag eine ausreichende Versorgung nach TLL (2007) vor.

Eine graphische Darstellung der Ergebnisse wurde in den Anlagen 6 bzw. 7 angefügt.

3.3.3 Krankheiten

Der Befallsdruck durch Phoma lingam, einer der häufigsten Pilzerkrankungen in Raps, war am Winterraps zur Ernte 2009 insgesamt als hoch einzustufen (s. Abb. 49). Der Wurzelhalsbefall zeigte mit Indexwerten um 4 keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen. Beim Stängelbefall konnte jedoch eine Reduktion um etwa 0,5 Indexpunkte im Saumbereich des Gehölzstreifens gegenüber den anderen Messpositionen nachgewiesen werden. Als ursächlich hierfür kann möglicherweise die nachweislich geringere Bodenfeuchte im Saumbereich der Gehölze im Sommer 2009 angesehen werden (s. Kapitel 3.5.2).

Die Ergebnisse der Untersuchung 2009 zeigten keine Hinweise auf eine erhöhte Krankheitsgefährdung im Einflussbereich der Gehölzstreifen.

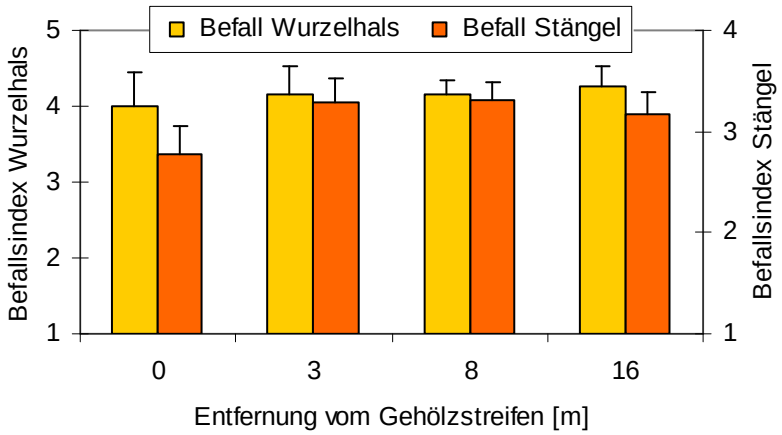


Abbildung 49: Phoma-Befall an Wurzelhals und Stängel in Winterraps 2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

Pilzkrankheiten an Getreide können insbesondere in feuchten Jahren wirtschaftliche Schäden verursachen und den Einsatz von Fungiziden nötig machen. Bei der Untersuchung der Sommergerste des Jahres 2011 auf Blattkrankheiten wurde ausschließlich ein Befall mit Echtem Mehltau, z. T. mit Mehltauabwehrnekrosen festgestellt. Die Datenerhebung fand entlang von zwei Transekten zwischen Gehölzstreifen statt. Die Gehölzstreifen D und E liegen 48 m voneinander entfernt. An allen untersuchten Positionen des Transekts zwischen diesen Gehölzstreifen wurde ein gegenüber der Referenz erhöhter Befallsdruck nachgewiesen (s. Abb. 50 a). Insbesondere im nahen Lee-Bereich des Gehölzstreifens D bei 1 und 3 m Entfernung trat ein besonders starker Befall auf. Die Gehölzstreifen F und G sind 144 m voneinander entfernt. Ein gegenüber der Referenz erhöhter Befallsdruck war nur im nahen Lee-Bereich des Streifens F erkennbar (s.

Abb. 50 b). Auffällig war der hohe Befallsdruck bei 75 m Entfernung. Hier kann von einem sehr geringen Einfluss der Gehölzstreifen ausgegangen werden, so dass die hohen Werte auf weitere Faktoren zurückzuführen sind.

Die Ergebnisse der Untersuchung 2011 bestätigten die Vermutung einer besonderen Gefährdung durch Pilzkrankheiten durch die verstärkte Beschattung und verminderte Luftbewegung insbesondere im sehr nahen Lee-Bereich. Auch zwischen Gehölzstreifen mit geringen Abständen muss mit leicht erhöhtem Pilzbefall gerechnet werden.

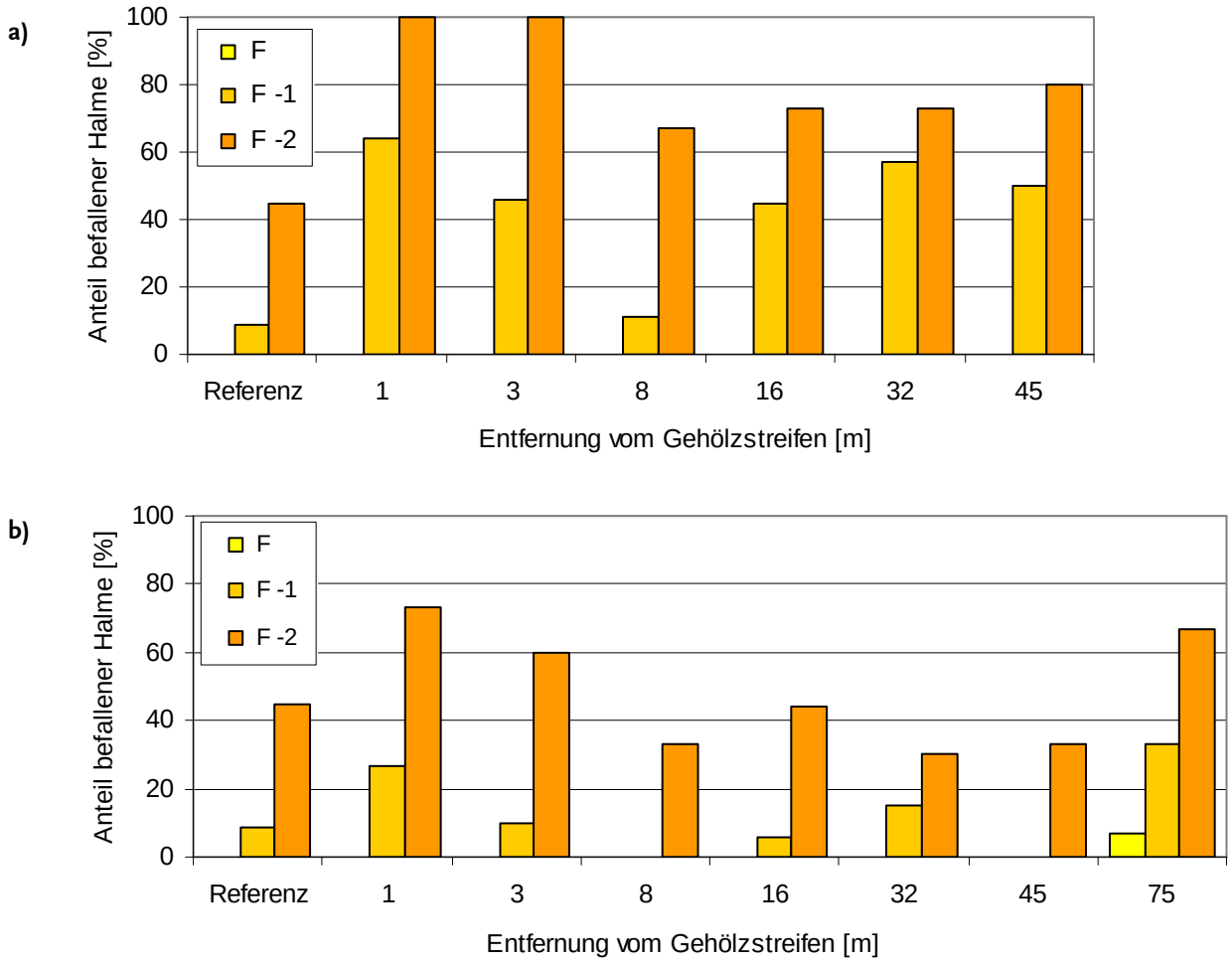


Abbildung 50: Mehltau-Befall an Blättern der Sommergerste 2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen; a) zwischen Gehölzstreifen D und E (48 m), b) zwischen Gehölzstreifen F und G (144 m)

3.3.4 Lagerneigung des Getreides

Durch die witterungsbedingte Verzögerung der Ernte im Jahr 2010 kam es auf vielen Ackerflächen zu Lager und Auswuchs. Auch auf der Untersuchungsfläche, welche mit Winterweizen bestellt war, zeigte sich starkes Lager. Die Lagerneigung des Getreides ist technologisch bedingt mittig zwischen den Fahrspuren am höchsten. Hieraus ergibt sich

auch eine erhöhte Lagerneigung an den Gehölzstreifen. Nach visueller Einschätzung trat jedoch an den Gehölzstreifen weniger Lager auf als auf der freien Fläche des Schlages (s. Abb. 51 und 52). Nach visueller Einschätzung war zwischen den am weitesten voneinander entfernten Gehölzstreifen (144 m Abstand) ein höherer Flächenanteil von Lager betroffen als zwischen den näher beieinander liegenden Streifen (48 m Abstand). Dies kann möglicherweise auf die Reduktion der Windgeschwindigkeiten durch die Gehölzstrukturen zurückgeführt werden.

Abbildung 51: Lager im Winterweizen 2010 am Gehölzstreifen

Abbildung 52: Lager im Winterweizen 2010 zwischen zwei Gehölzstreifen (144 m Abstand)

3.3.5 Erträge der Feldfrüchte

Der 2006/07 angebaute Winterweizen wies einen Durchschnittsertrag von 79,8 dt/ha (86 % TS) auf. Die räumliche Ertragsverteilung ist aufgrund der geringen Höhe der Bäume, welche im Frühjahr 2007 gepflanzt wurden, unbeeinflusst von der Entfernung vom Gehölzstreifen (s. Abb. 53). Diese Daten können somit als Referenz für spätere mögliche Ertragsbeeinflussungen durch die Gehölzstreifen genutzt werden. Die sehr ausgeprägte räumliche Variabilität der Ertragshöhe wurde unter anderem durch die Topographie des Schlages (s. Abb. 5) und die daraus resultierenden unterschiedlichen Bodenmächtigkeiten, durch die Nährstoffverteilung (s. Abb. 7), durch die Verteilung organischen Materials (s. Abb. 8) und weitere Faktoren beeinflusst.

Der Durchschnittsertrag der 2008 angebauten Sommergerste belief sich auf 37,2 dt/ha (86 % TS). Ein Einfluss der noch jungen Gehölzstreifen auf die Verteilung der Erträge konnte nicht festgestellt werden (s. Abb. 54). Die Ernte mit Parzellenmähdrescher (Arbeitsbreite 1,5 m) im Leebereich eines Abschnittes des Gehölzstreifens B zeigte einen reduzierten Ertrag im Nahbereich der Bäume sowie einen Anstieg des Ertrages über den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche bei etwa 8 m Entfernung (s. Abb. 55). Dieser Abstand entsprach während der Wachstumsperiode der Sommergerste etwa der fünffachen Gehölzstreifenhöhe. Diese Ergebnisse deckten sich mit Angaben in der Literatur, nach denen der Kulturpflanzenertrag bei etwa dem 5fachen der Heckenhöhe gegenüber dem Durchschnittsertrag ansteigen soll (s. Abb. 1).

Der 2008/09 angebaute Winterraps erreichte einen durchschnittlichen Ertrag von 47,8 dt/ha (91 % TS). Ein erkennbarer Einfluss der Gehölzstreifen auf die Ertragsverteilung der Gesamtfläche war wiederum nicht vorhanden (s. Abb. 56). Auch die Ergebnisse der kleinräumigen Ernte mit Parzellenmähdrescher konnten hier keinen deutlichen Einfluss sichtbar machen (s. Abb. 57). Die Erträge bis in 16 m leeseitiger Entfernung lagen recht gleichmäßig unter dem Durchschnitt der Gesamtfläche. Es war nicht erkennbar ob dieser reduzierte Ertrag auf die Nähe zum Gehölzstreifen oder auf andere standortbedingte oder ackerbauliche Faktoren zurückzuführen war.

Der Durchschnittsertrag des Winterweizens 2010 auf den Ackerstreifen des Dornburger AgroForstEnergie-Schlages betrug 85,0 dt/ha (86 % TS). Erstmals ließen sich räumliche Ertragsunterschiede feststellen, welche durch die Gehölzstrukturen bedingt sein können (s. Abb. 58). Augenscheinlich waren niedrigere Erträge im Nahbereich der Gehölzstreifen sowie höhere Erträge im Bereich zwischen den Gehölzstreifen. Dies konnte auch durch geostatistische Auswertungen der Daten, welche durch das Teilprojekt 4 (Universität Gießen) durchgeführt wurden, bestätigt werden (s. Abb. 59 und 60). Die Methodik der Auswertung wurde in SCHMIDT (2011a und 2011b) erläutert. Nicht ermittelbar ist jedoch, ob sich die Gesamterträge infolge der Etablierung der Gehölzstreifen verändern. Hierfür müssten die Erträge mit einer Referenzfläche verglichen werden, welche jedoch in der Praxis nicht vorhanden ist. Die Ernte mit Parzellenmähdrescher im Winterweizen 2010 zeigte kleinräumig keinen statistisch gesicherten Einfluss der Gehölzstreifen auf den Ertrag (s. Abb. 61). Tendenziell ließ sich eine leichte Erhöhung des Ertragsniveaus mit zunehmendem Abstand vom Gehölzstreifen erkennen.

Im Jahr 2011 wurde wiederum Sommergerste auf den Ackerstreifen angebaut. Der Durchschnittsertrag der Gesamtfläche betrug sehr hohe 62,8 dt/ha (86 % TS). Die räumliche Darstellung der Ertragsverteilung wies einen eindeutigen Effekt der Gehölzstreifen auf die Ertragshöhe nach (s. Abb. 62). Im Nahbereich der Gehölze traten gegenüber dem Flächendurchschnitt reduzierte Werte auf, während die Erträge im Bereich zwischen zwei Gehölzstreifen höher waren. Dieser Effekt konnte an allen Gehölzstreifen ermittelt werden, wobei in der östlichen Schlaghälfte wie bereits in den Vorjahren aufgrund der besseren Bodenqualität höhere Erträge erzielt wurden.

Die Ernte mit Parzellenmähdrescher wurde neben dem jährlich beerntetem Leebereich des Gehölzstreifens B zusätzlich im Leebereich des Gehölzstreifens E durchgeführt, um die Unterschiede des Einflusses von beernteten und nicht beernteten Streifen gegenüberstellen zu können. Im Leebereich des Streifens B, welcher trotz Beerntung im

Februar 2011 bis zum Herbst wieder Durchschnittshöhen von 327 cm erreichte (s. Anlage 5), wurde ein gegenüber dem Gesamtflächenertrag zum Teil deutlich reduzierter Ertrag festgestellt (s. Abb. 63). Dies ist auf den Einfluss der Gehölzstreifen zurückzuführen und bestätigt die Ergebnisse der räumlichen Darstellung der Erträge (s. Abb. 62). Die niedrigsten Erträge von unter 40 dt/ha traten im Bereich zwischen 7,5 m und 12 m Entfernung auf. Im direkt an den Gehölzstreifen angrenzenden Bereich wurde der Flächendurchschnitt erreicht. Ab 12 m Entfernung stiegen die Erträge deutlich an, erreichten jedoch auch bei 16,5 m noch nicht den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche. Eine ähnliche Tendenz war im Leebereich des Gehölzstreifens E (durchschnittlich 705 cm Höhe im Herbst 2011) erkennbar (s. Abb. 64). Die Schwankungen innerhalb dieses Bereiches mit Minimalwerten bei etwa 7,5 m Entfernung vom Gehölzstreifen sowohl an Streifen B als auch an Streifen E lassen sich nur zum Teil mit einer Wirkung der Gehölze erklären. Bei einer Reaktion auf Veränderungen des Mikroklimas oder auf Beschattung müssten die Effekte an unterschiedlichen Positionen auftreten, da die Gehölzstreifen unterschiedliche Höhen aufwiesen. Wahrscheinlicher ist eine bodenbedingte oder agrotechnische Ursache. Da diese räumlichen Effekte ebenfalls bei den Qualitätsparametern Hektolitergewicht, Vollkornanteil und Rohproteingehalt des Erntegutes auftraten (s. Kap. 3.3.8), ist von unterschiedlicher Nährstoffversorgung an den beernteten Positionen auszugehen. Aus der räumlichen Darstellung der Ertragsverteilung (s. Abb. 62) wird jedoch deutlich, dass es sich insbesondere am Gehölzstreifen B um einen Ertragseffekt handelt, welcher an anderen Gehölzstreifen nicht auftritt und somit nicht als typisch für die Ertragsverteilung im Grenzbereich von KUP-Streifen angesehen werden kann.

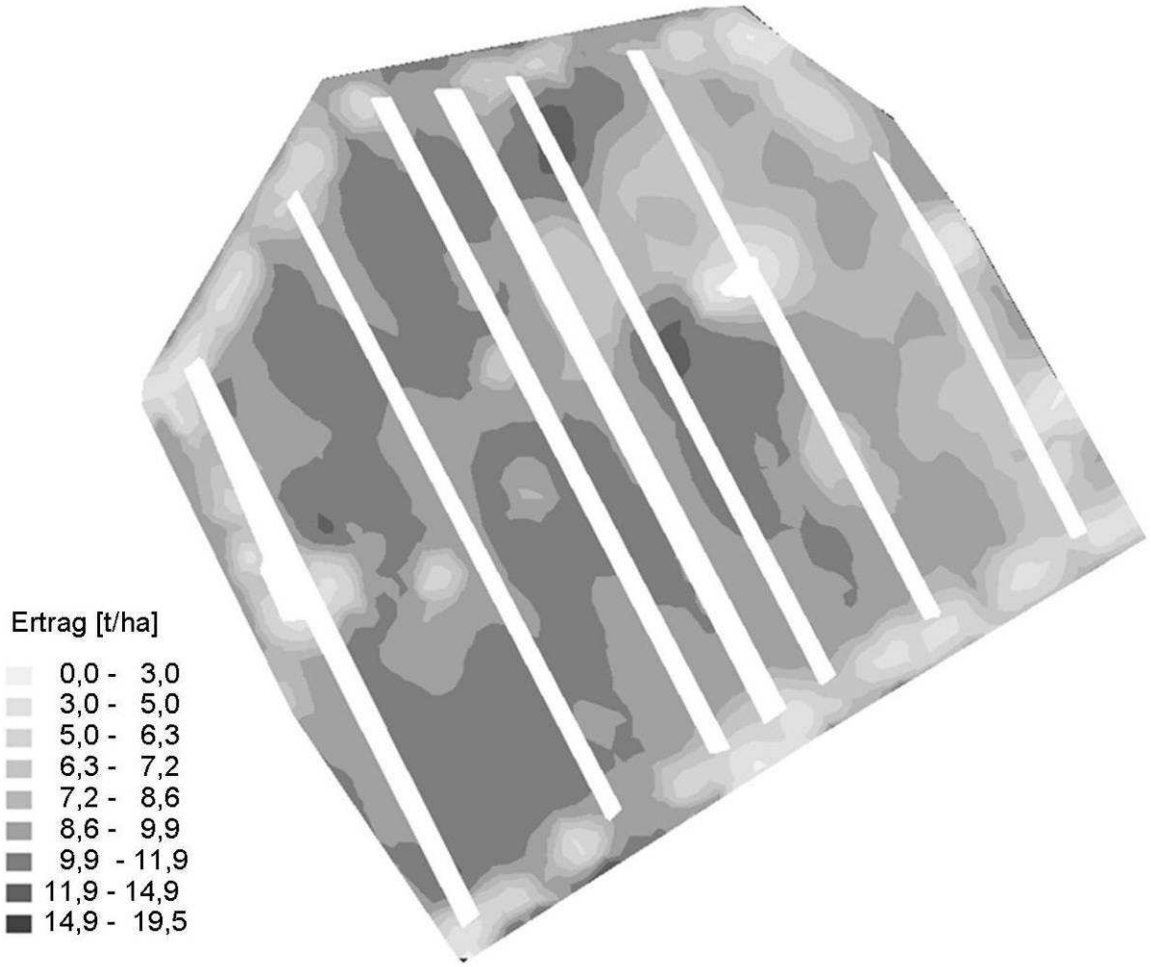


Abbildung 53: Ertragsverteilung Winterweizen 2007; Quelle: Schmidt, TP 4, Uni Gießen, unveröffentlicht

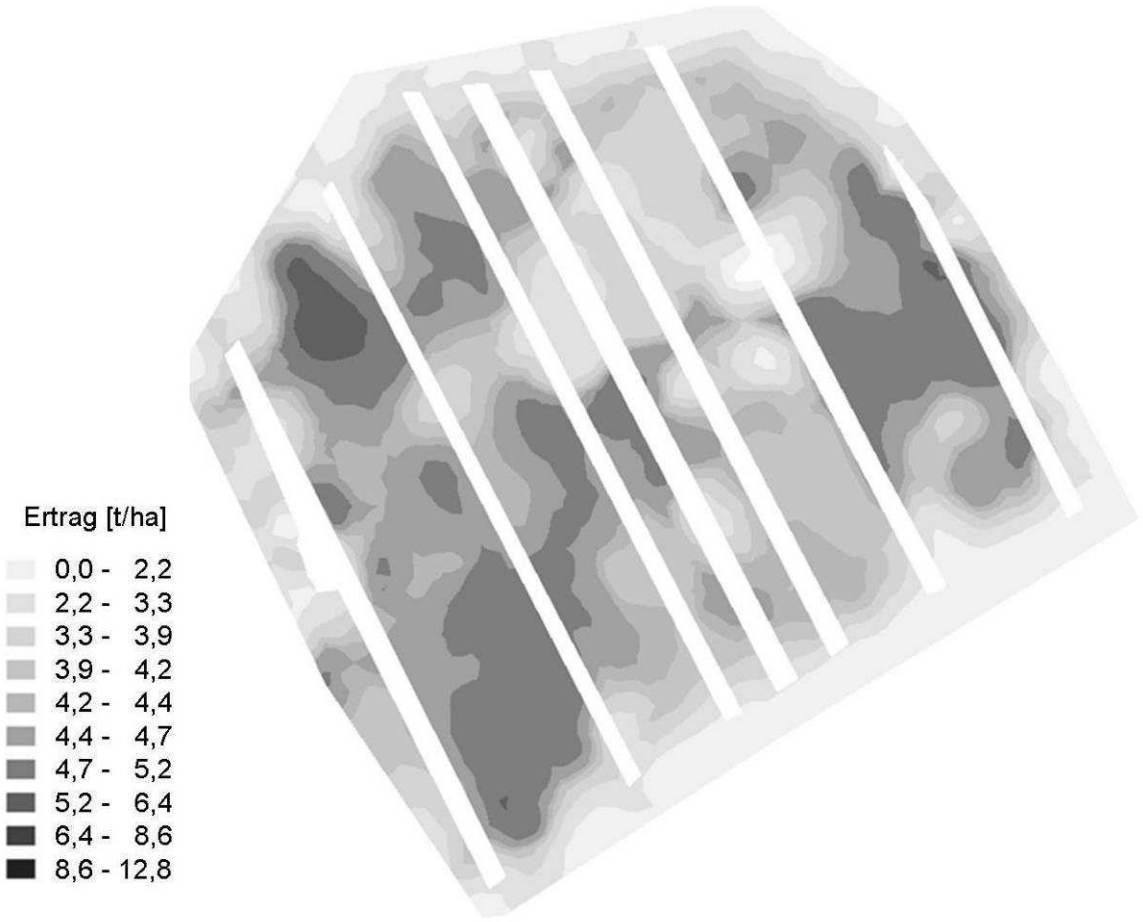


Abbildung 54: Ertragsverteilung Sommergerste 2008; Quelle: Schmidt, TP 4, Uni Gießen, unveröffentlicht

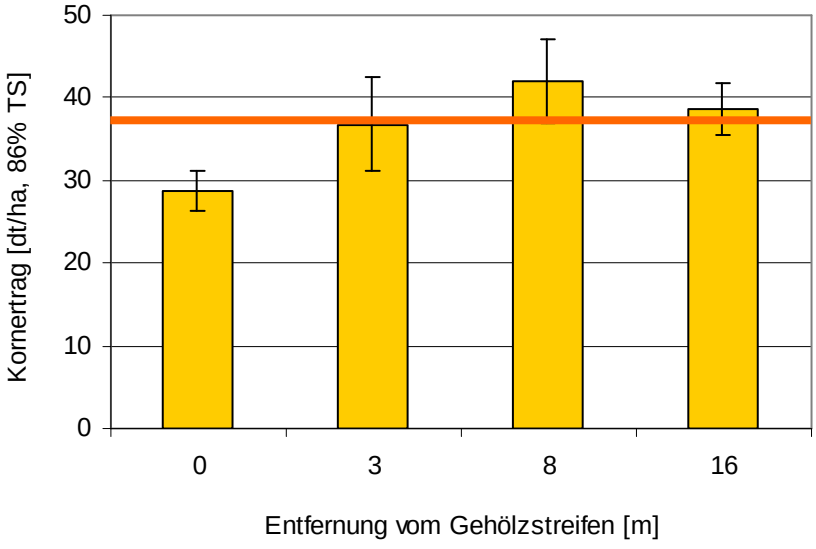


Abbildung 55: Kornertrag der Sommergerste 2008 im Leebereich des Gehölzstreifens B, die orange Linie markiert den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche

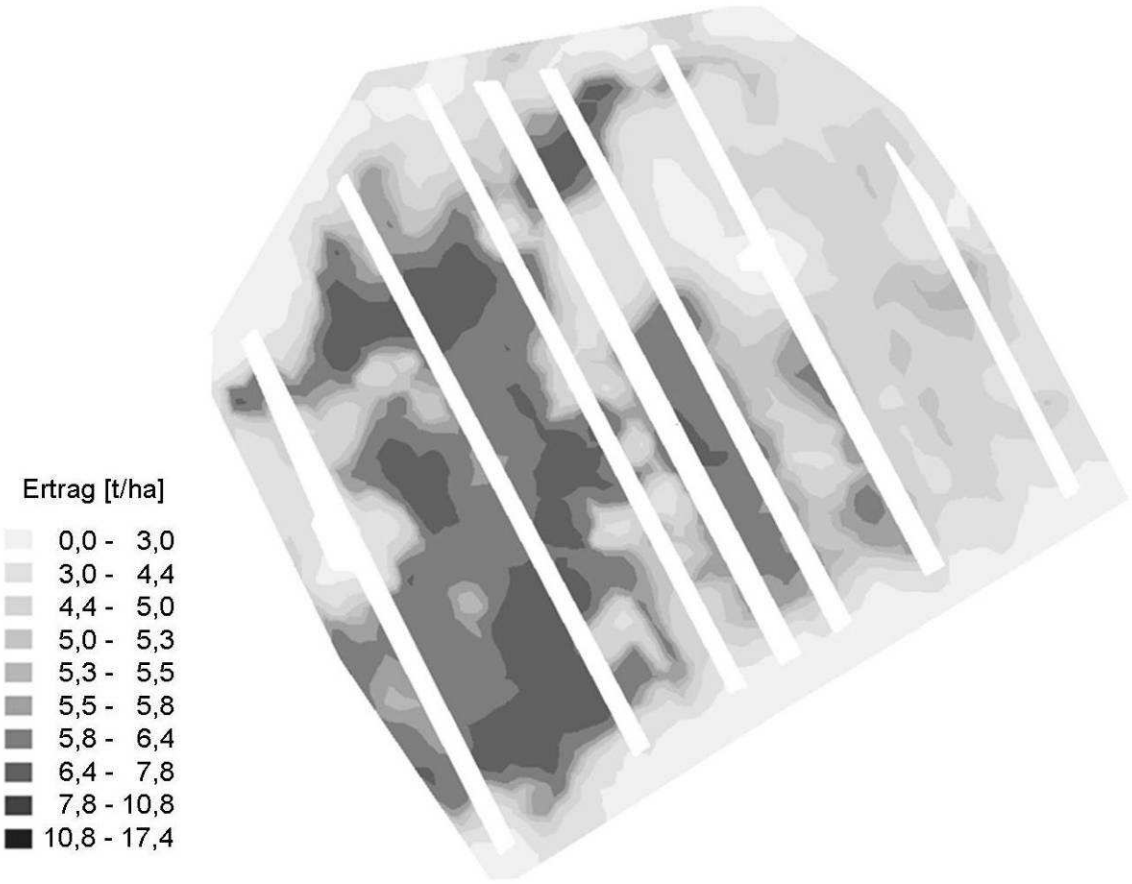


Abbildung 56: Ertragsverteilung Winterraps 2009; Quelle: Schmidt, TP 4, Uni Gießen, unveröffentlicht

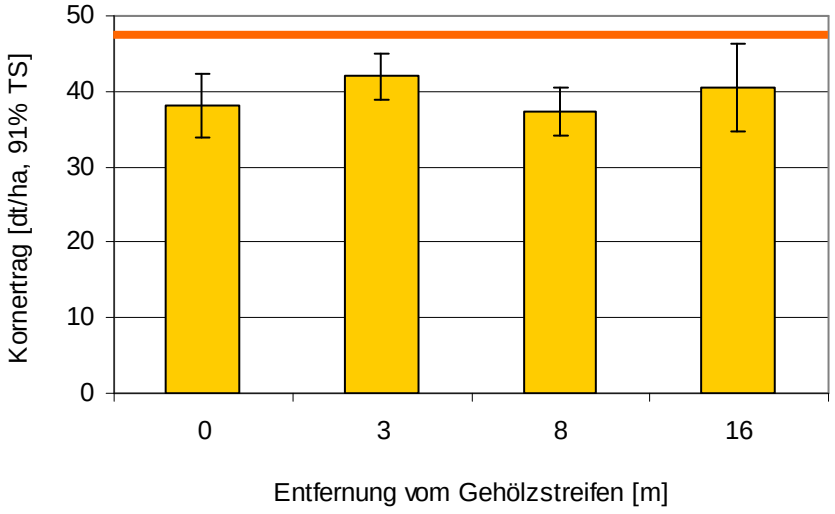


Abbildung 57: Kornertrag des Winterraps 2009 im Leebereich des Gehölzstreifens B, die orange Linie markiert den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche

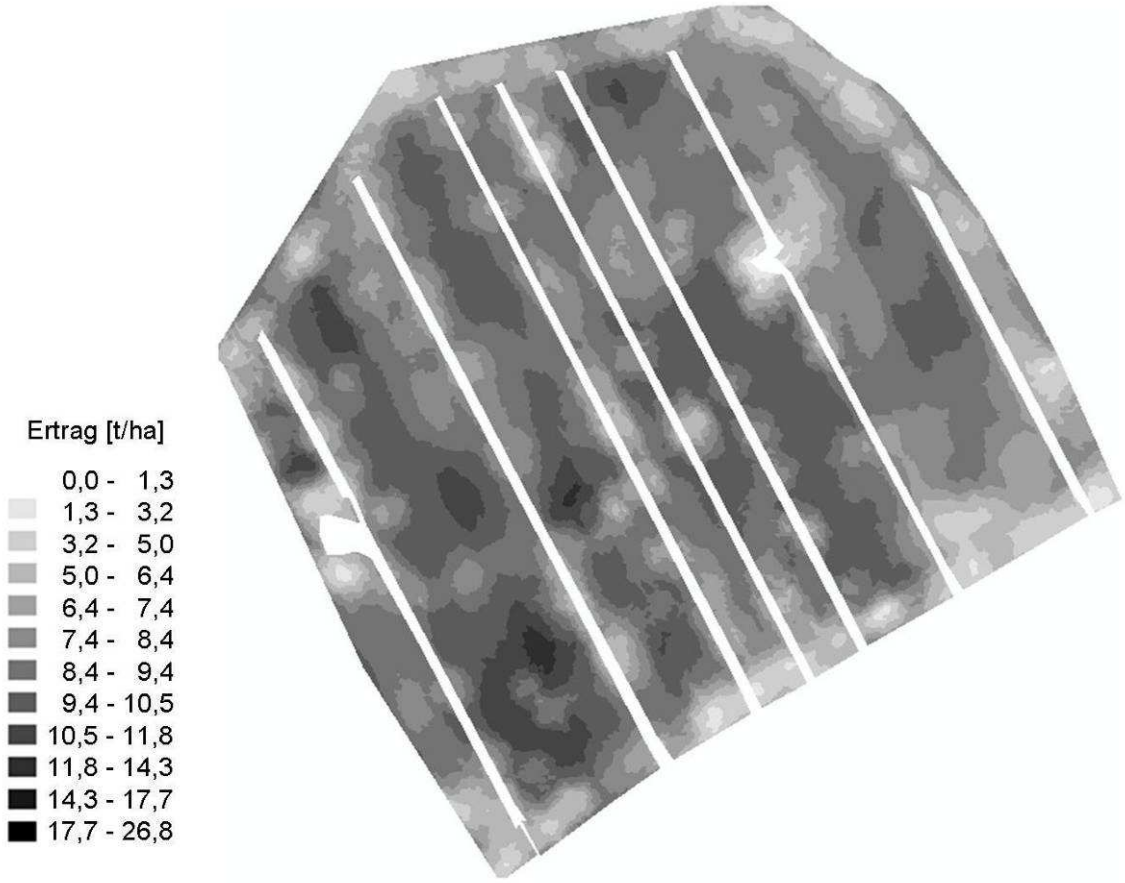


Abbildung 58: Ertragsverteilung Winterweizen 2010; Quelle: Schmidt, TP 4, Uni Gießen, unveröffentlicht

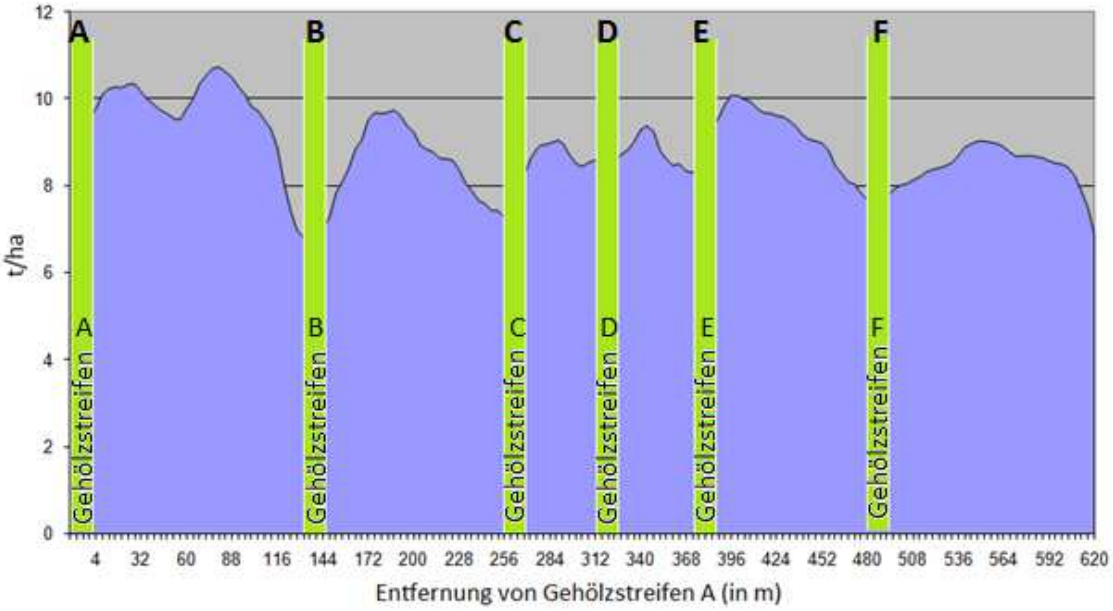


Abbildung 59: Profil der Ertragshöhe von Winterweizen 2010 zwischen den Gehölzstreifen; Quelle: SCHMIDT (2011a)

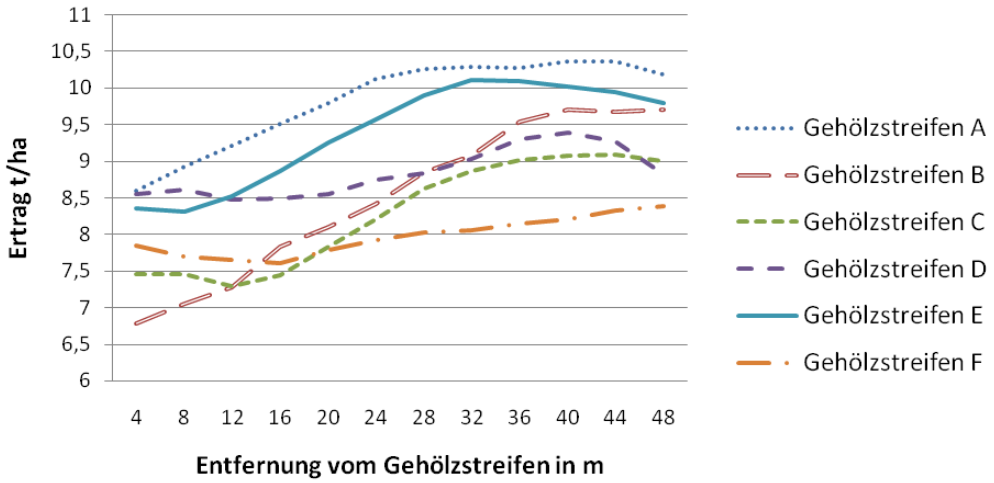


Abbildung 60: Ertragshöhe des Winterweizens 2010 in Abhängigkeit von der Entfernung zum nächst westlichen Gehölzstreifen; Quelle: SCHMIDT (2011a)

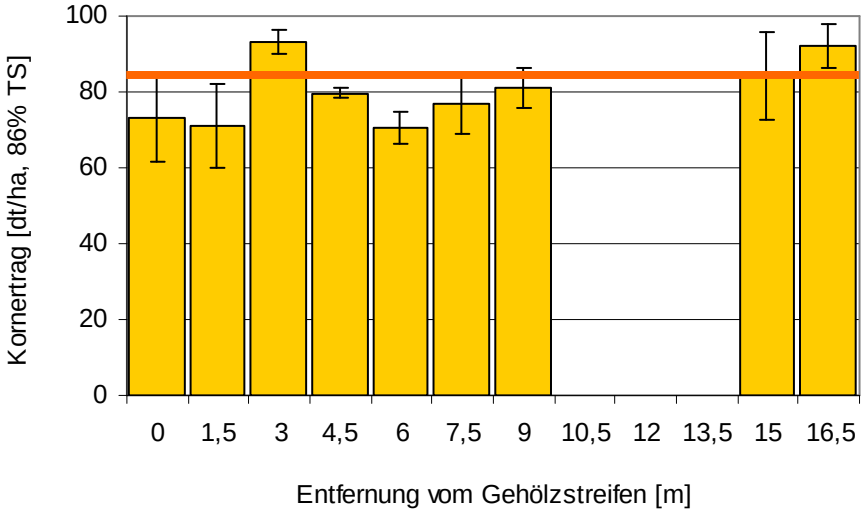


Abbildung 61: Kornertrag des Winterweizens 2010 im Leebereich des Gehölzstreifens B, die orange Linie markiert den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche

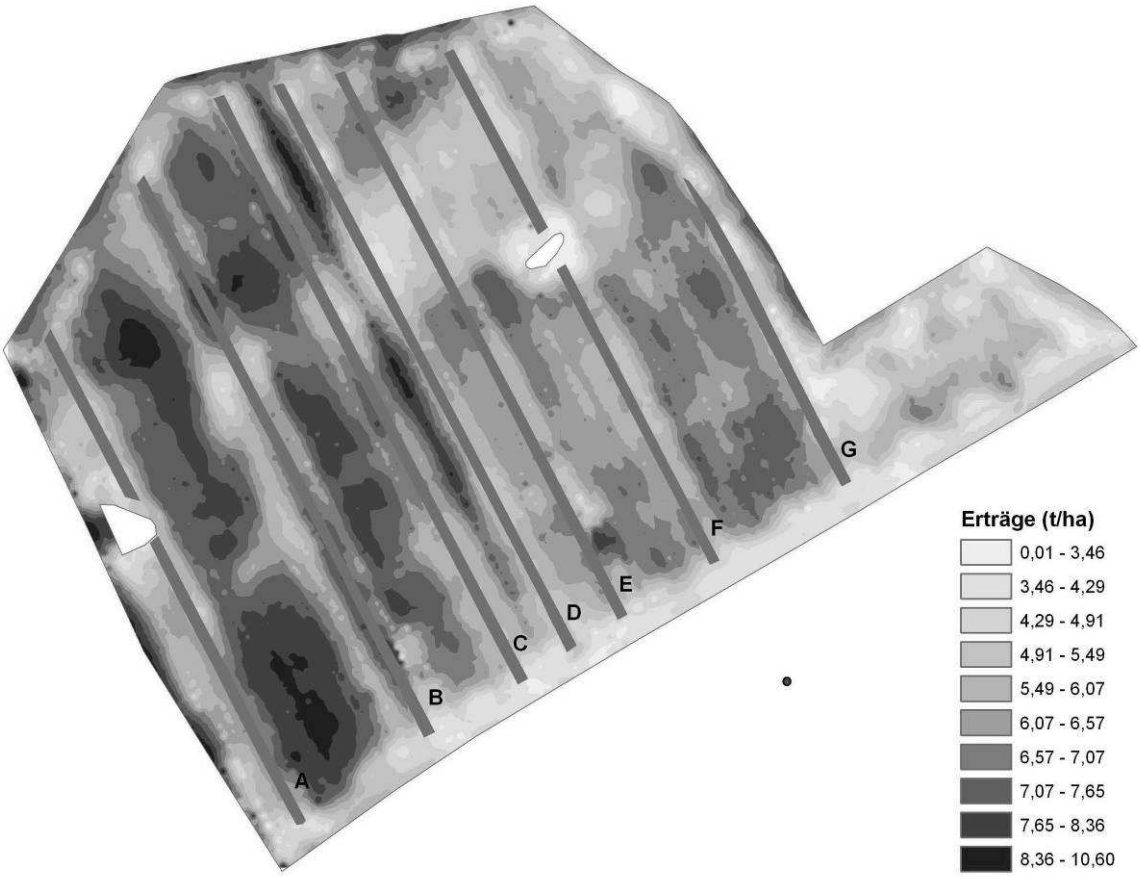


Abbildung 62: Ertragsverteilung Sommergerste 2011

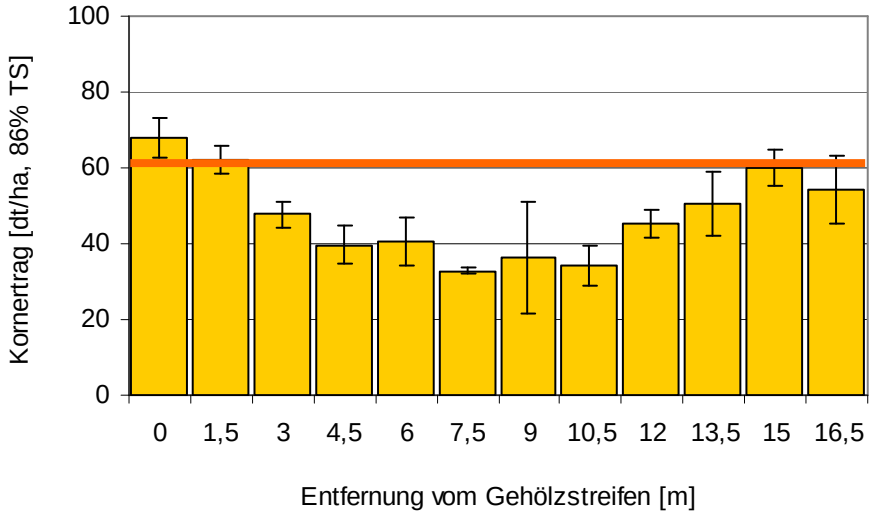


Abbildung 63: Kornertrag der Sommergerste 2011 im Leebereich des Gehölzstreifens B, die orange Linie markiert den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche

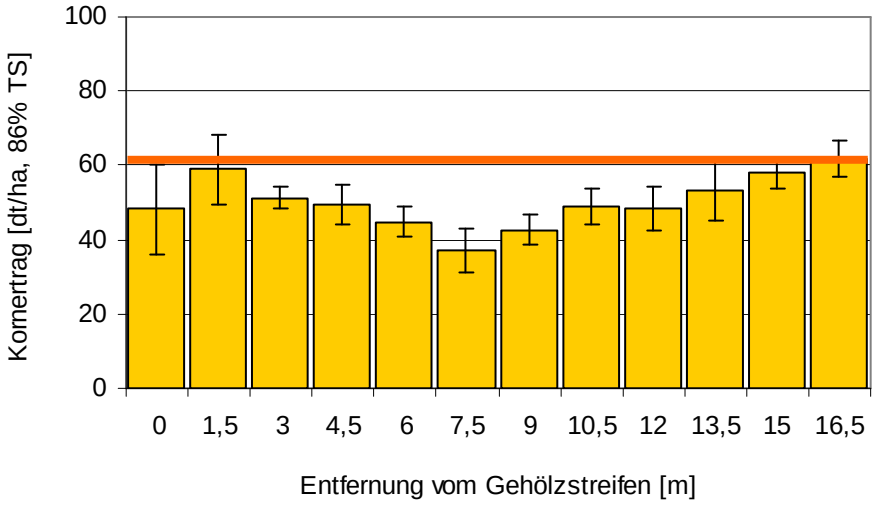


Abbildung 64: Kornertrag der Sommergerste 2011 im Leebereich des Gehölzstreifens E, die orange Linie markiert den Durchschnittsertrag der Gesamtfläche

3.3.6 Kornanalyse – Trockensubstanz im Erntegut

An dem aus der kleinräumigen Ernte im Leebereich der Gehölzstreifen stammenden Korn wurde eine Bestimmung des Trockensubstanzanteils vorgenommen. In der Sommergerste des Jahres 2008 war ein um etwa 0,5 % leicht erhöhter Wassergehalt im Erntegut im direkten Randbereich des Gehölzstreifens festzustellen (s. Abb. 65). Dieser Effekt verstärkte sich im Folgejahr. Im Winterraps 2009 betrug der Wassergehalt im Nahbereich des Streifens etwa 1,5 % mehr gegenüber den weiter entfernten Ernteparzellen (s. Abb. 66). Sehr viel deutlicher ausgeprägt trat dieser Trend im Jahr 2010 im Winterweizen auf (s. Abb. 67). Dies kann im Zusammenhang mit der Witterungssituation dieses Jahres stehen. Aufgrund des außergewöhnlich feuchten Sommers (s. Anlage 1) und einer infolgedessen verspäteten Ernte traten in vielen Kulturen Ernteausfälle und Qualitätsverluste durch Lager und Auswuchs auf. Insbesondere die Erntestreifen bei 0 m und 1,5 m waren von Lager betroffen, wodurch die hohe Feuchte des Erntegutes zu erklären ist. Die Sommergerste des Jahres 2011 zeigte sowohl im Leebereich des Gehölzstreifens B als auch des Streifens E einen leichten Trend zu geringfügig erhöhten Wassergehalten des Erntegutes im Nahbereich der Bäume (s. Abb. 68 a und b). Als verursachend hierfür kann unter anderem eine verstärkte Lagerneigung im Nahbereich der Gehölze – wie schon im Jahr 2010 festgestellt – bezeichnet werden. Größere Schwankungen des Trockensubstanzgehaltes im weiteren Verlauf der Transektbeerntung sind vermutlich auf agrotechnische Ursachen zurückzuführen.

Bei allen Erhebungen konnte die Tendenz zu vermindertem Trockensubstanzanteil im Erntegut im Nahbereich der Gehölzstreifen bis etwa 3 m festgestellt werden. Dieser war jedoch nicht ausschließlich durch die Nähe zu den Bäumen bedingt. Häufig ließ sich in diesem Bereich Lager des Getreides feststellen, welches überwiegend agrotechnische Ursachen hatte (s. Kap. 3.3.4) und einen erhöhten Feuchtegehalt im Erntegut verursachen kann.

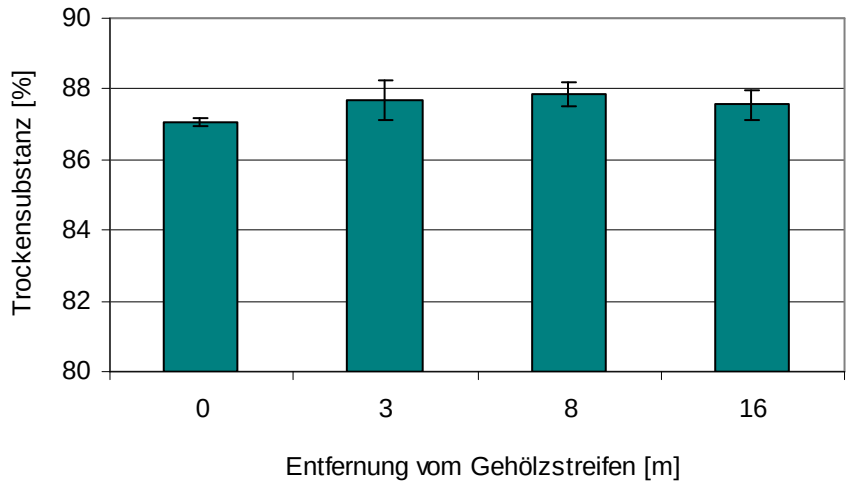


Abbildung 65: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Sommergerste 2008

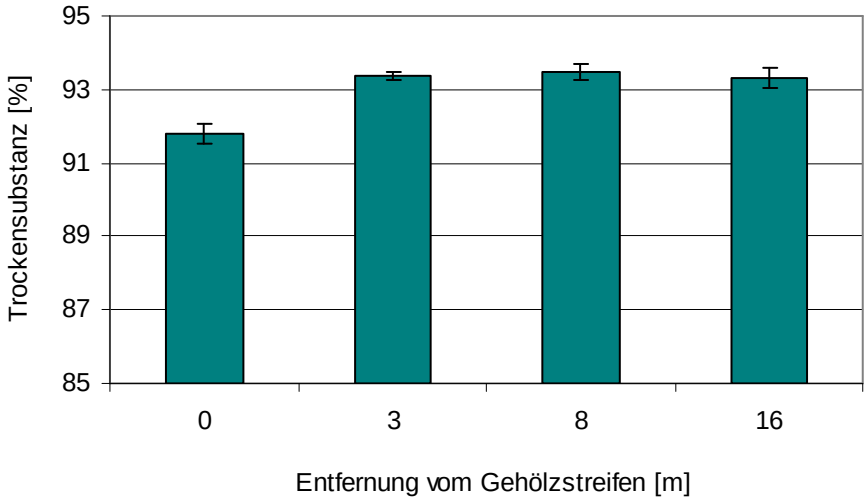


Abbildung 66: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Winterraps 2009

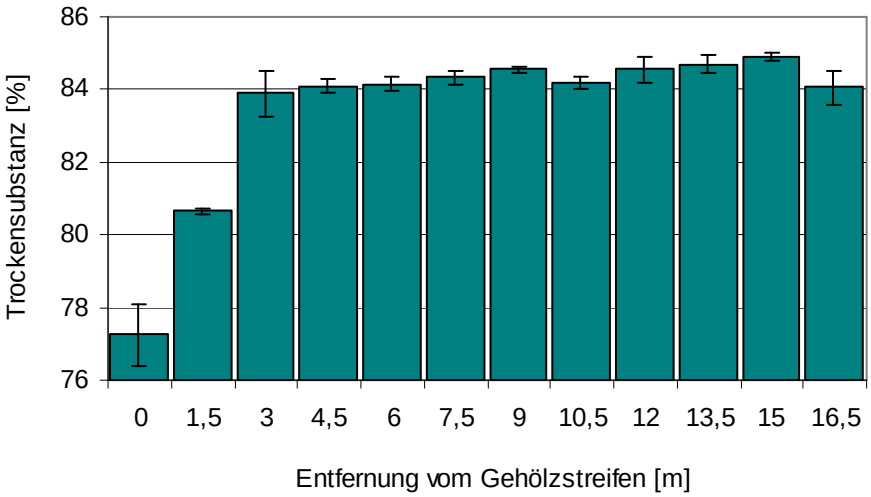
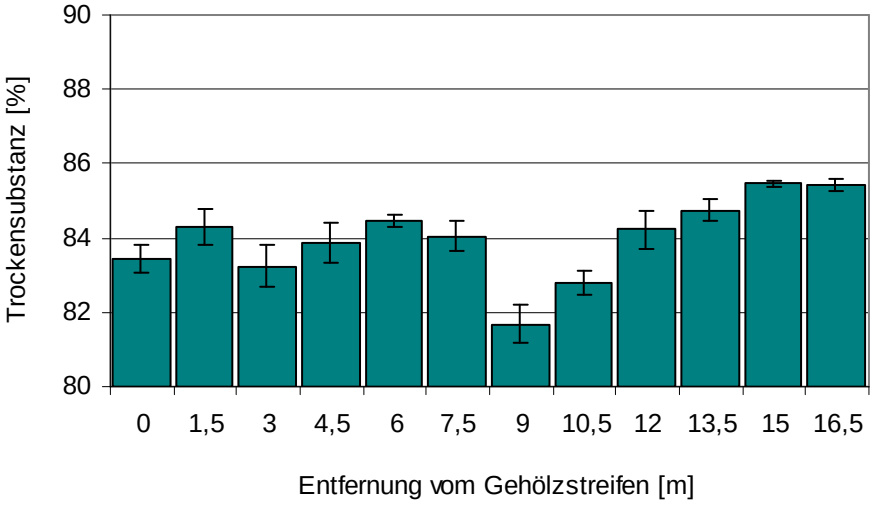


Abbildung 67: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Winterweizen 2010

a)



b)

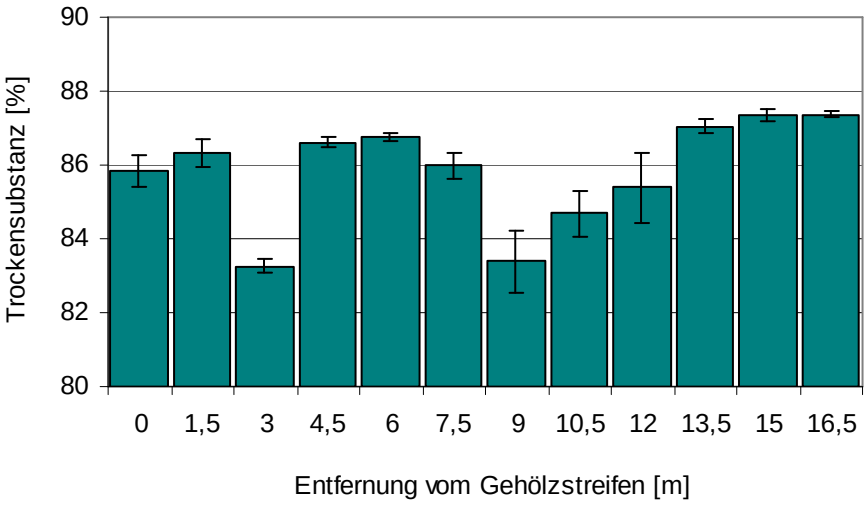


Abbildung 68: Trockensubstanzanteil des Ernteguts, Sommergerste 2011;
a) Leebereich des Gehölzstreifens B, b) Leebereich des Gehölzstreifens E

3.3.7 Kornanalyse – Besatz im Erntegut

An dem aus der kleinräumigen Ernte im Leebereich der Gehölzstreifen stammendem Erntegut wurde der Besatz, also der Anteil an Ernteresten, Boden, Steinchen und Fremdsamen, bestimmt. Im Nahbereich der Gehölzstreifen besteht die Möglichkeit eines erhöhten Besatzes durch Ausbreitung von Beikraut aus den Gehölzstreifen heraus, in welchen nach der Anlage keine Beikrautregulierung stattfand. Zudem erhöht sich der Besatz in der Regel in feuchterem Erntegut sowie durch Lager.

In der Sommergerste des Jahres 2008 war in den untersuchten Bereichen ein Besatz von etwa 1 % enthalten (s. Abb. 69). Es bestand eine leichte Tendenz zu abnehmendem Besatz mit zunehmender Entfernung vom Streifen.

Im Korn des Winterraps 2009 war ein hoher Besatz festzustellen (s. Abb. 70). Im Nahbereich des Gehölzstreifens wurden Werte von über 4 % erreicht. Auch bei 16 m Entfernung ließen sich mehr als 3 % feststellen. Ein abnehmender Besatz mit zunehmender Entfernung vom Gehölzstreifen war nachweisbar. Die handelsübliche Qualität bei Rapssaat beinhaltet einen Besatz von bis zu 2 %, darüber hinaus sind jedoch Preisabschläge üblich. Ab 4 % Besatz ist das Erntegut möglicherweise nicht ohne Reinigung vermarktungsfähig.

Im Jahr 2010 zeigte der Besatz im Winterweizen ein weniger offensichtlich interpretierbares Muster (s. Abb. 71). Lokal traten hohe Anteile von bis zu 3,2 % auf, ohne dass diese durch die Entfernung vom Gehölzstreifen erklärbar waren. Die hohe Standardabweichung der betroffenen Parzellen (4,5, 7,5, 16,5 m) machte jedoch deutlich, dass es sich um vereinzelt auftretende hohe Werte handelte, die möglicherweise durch Lager und die dadurch verstärkte Aufnahme von Fremdmaterial mit dem Erntegut verursacht wurden. Bei Nichtbeachtung dieser Werte war eine ausgeprägte Abnahme des Fremdbesatzes mit zunehmendem Abstand vom Gehölzstreifen (3,1 % am Streifen, 0,8 % bei 15 m Entfernung) erkennbar. Auch für Getreide beinhaltet die handelsübliche Qualität einen Besatzanteil von bis zu 2 %.

Die Sommergerste aus 2011 wies insgesamt wie im Jahr 2008 einen durchschnittlichen Fremdbesatz von etwa 1 % auf. Lediglich im Grenzbereich des Gehölzstreifens B trat ein hoher Besatz auf, welcher jedoch, wie aus der hohen Standardabweichung ersichtlich, möglicherweise durch ein vereinzeltes Beikrautnest oder Lager verursacht war (s. Abb. 72 a). Der vergleichsweise hohe Besatz bei 9 m ließ sich nicht durch die Entfernung vom Gehölzstreifen begründen. Im Leebereich des Gehölzstreifens E, welcher im Rahmen der Ernte 2011 ebenfalls überprüft wurde, trat an allen untersuchten Positionen ein geringer

Besatz um bzw. unter 1 % auf (s. Abb. 72 b). Es gab keinen erhöhten Anteil von Fremdbesatz im Nahbereich der Gehölze.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Jahren 2008 bis 2011 wurde deutlich, dass die Gehölzstreifen einen erhöhten Besatz in Druschfrüchten verursachen können. Der Einflussbereich beschränkt sich hierbei jedoch auf wenige Meter, so dass die Gefährdung der Qualität des Erntegutes der Gesamtfläche als gering einzustufen ist. Die Zunahme einzelner Beikrautnester könnte jedoch – durch Vermehrung der Beikräuter in den Streifen und Verbreitung durch Wind und Tiere im räumlichen Umfeld – mit der Etablierung der Gehölzstreifen in Zusammenhang stehen. Weiterhin konnten Unterschiede bezüglich der Fruchtarten festgestellt werden. Winterraps und Winterweizen zeigten eine höhere Gefährdung als Sommergerste. Da sich die Ergebnisse jedoch auf nur einen Durchlauf der Fruchtfolge beziehen, sollten Verallgemeinerungen noch nicht vorgenommen werden. Hierfür ist die Betrachtung der Entwicklung in den Folgejahren unumgänglich.

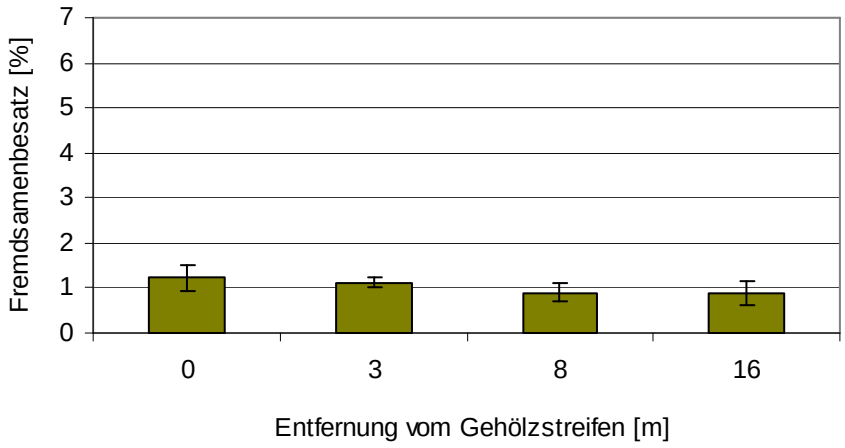


Abbildung 69: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Sommergerste 2008

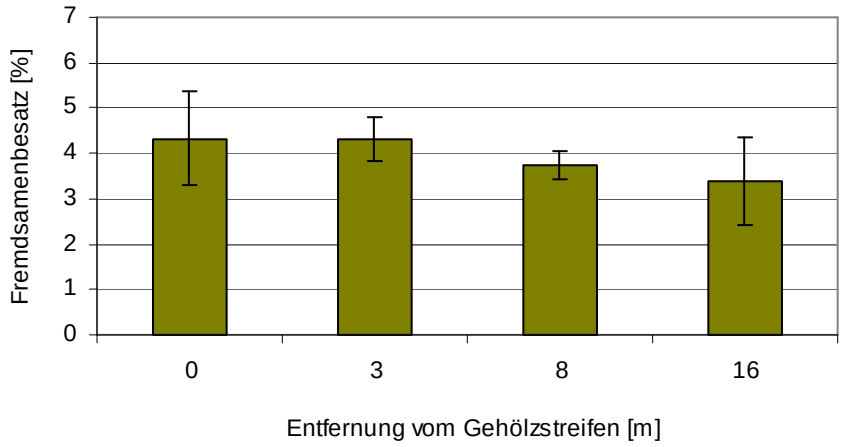


Abbildung 70: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Winterraps 2009

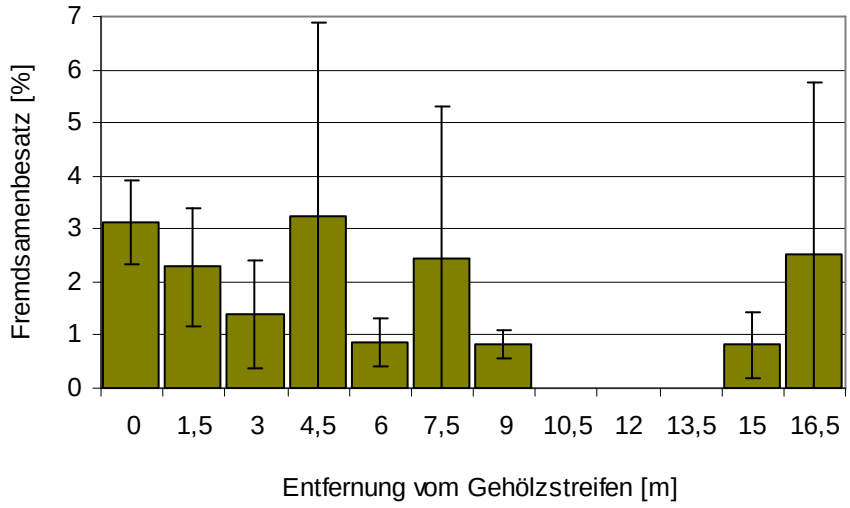
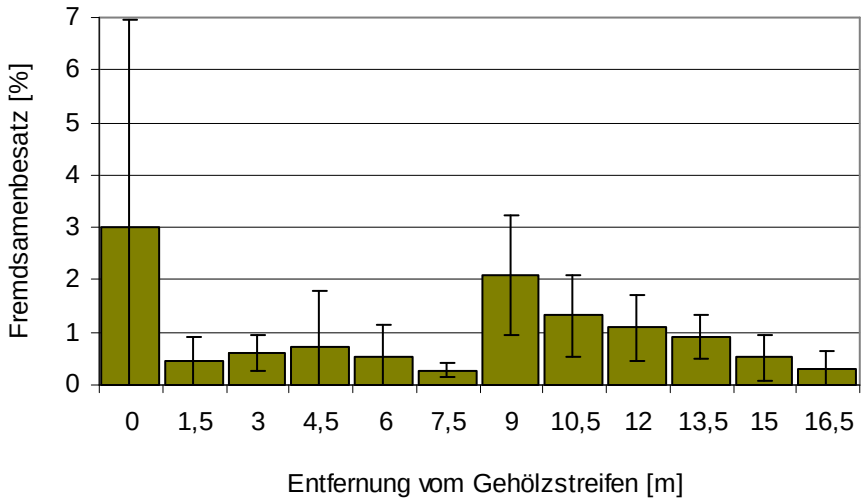


Abbildung 71: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Winterweizen 2010

a)



b)

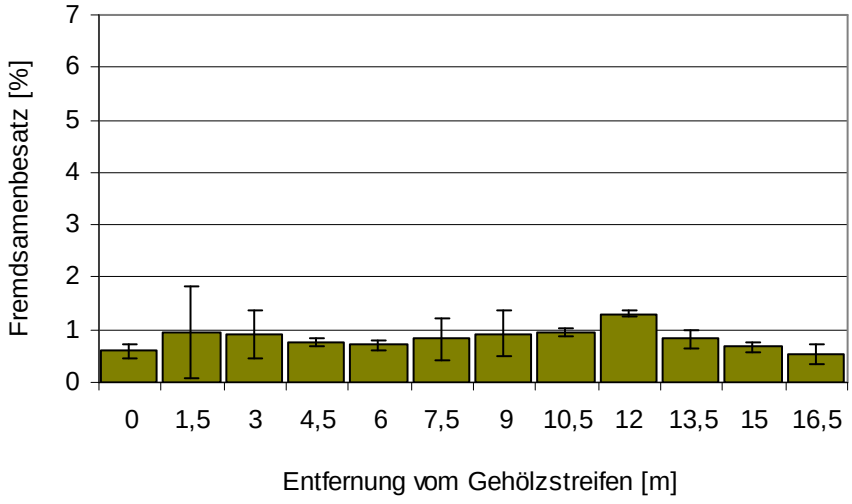


Abbildung 72: Fremdsamenbesatz im Erntegut, Sommergerste 2011
a) Leebereich des Gehölzstreifens B, b) Leebereich des Gehölzstreifens E

3.3.8 Kornanalyse – weitere Qualitätsparameter des Ernteguts

Für die drei in der Fruchtfolge angebauten Marktfrüchte Sommergerste, Winterraps und Winterweizen wurden – ebenfalls am Erntegut der Parzellenernte – jeweils relevante qualitätsbestimmende Parameter beurteilt, insbesondere im Hinblick auf unterschiedliche Ausprägungen in den verschiedenen Entfernungen vom Gehölzstreifen.

Die Sommergerste des Jahres 2008 erfüllte an allen Positionen die Qualitätsanforderungen für Braugerste (vgl. TLL 2008a) mit einem Rohproteingehalt von durchschnittlich 10,2 % der TM und einem Vollkornanteil von mehr als 98 %. Das Hektolitergewicht belief sich auf durchschnittlich 67 kg/hl (Qualitätsstandard: > 64 kg/hl). Die Tausendkornmasse betrug im Mittel 45,3 g. Alle genannten Qualitätsparameter variierten in den unterschiedlichen Entfernungen vom Baumstreifen nur geringfügig, folgten aber tendenziell dem Ertrag, d. h. im Abstand von 8 m vom Gehölzstreifen wurde die beste Merkmalsausprägung erreicht (s. Abb. 73 a - d).

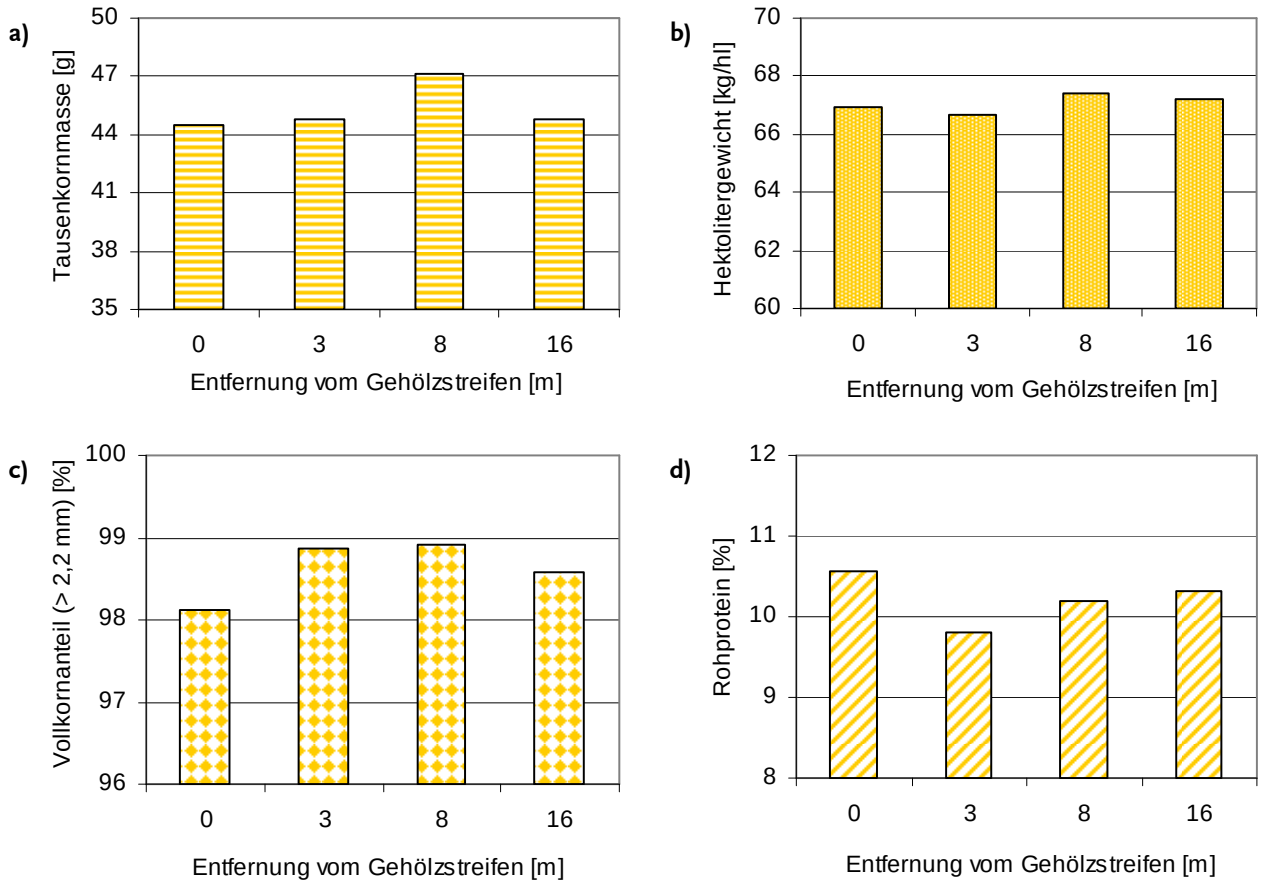


Abbildung 73: Qualitätsparameter des Erntegutes, Sommergerste 2008;
a) Tausendkorngewicht, b) Hektolitergewicht, c) Vollkornanteil, d) Rohprotein

Für die Beurteilung der Qualität des Winterrapses ist vor allem der Rohfettanteil (bzw. Ölgehalt) relevant. Dieser betrug im Jahr 2009 vergleichsweise hohe 48,8 % der TM im Mittel an allen untersuchten Positionen. Tendenziell lagen die Gehalte im Nahbereich des Gehölzstreifens etwas unter dem Mittelwert, während sie ab 8 m Entfernung 49,5 % der TM betrugen (s. Abb. 74 b). Die Tausendkornmasse, ein Parameter welcher auch die Ertragshöhe beeinflusst, betrug durchschnittlich 4,5 g, wobei im direkten Nahbereich des Gehölzstreifens 4,7 g erreicht wurden, im weiter entfernten Bereich lediglich um die 4,4 g (s. Abb. 74 a). Diese Unterschiede müssen jedoch nicht durch die Nähe zum Gehölzstreifen beeinflusst sein, sondern können auch übliche schlaginterne Schwankungen widerspiegeln.

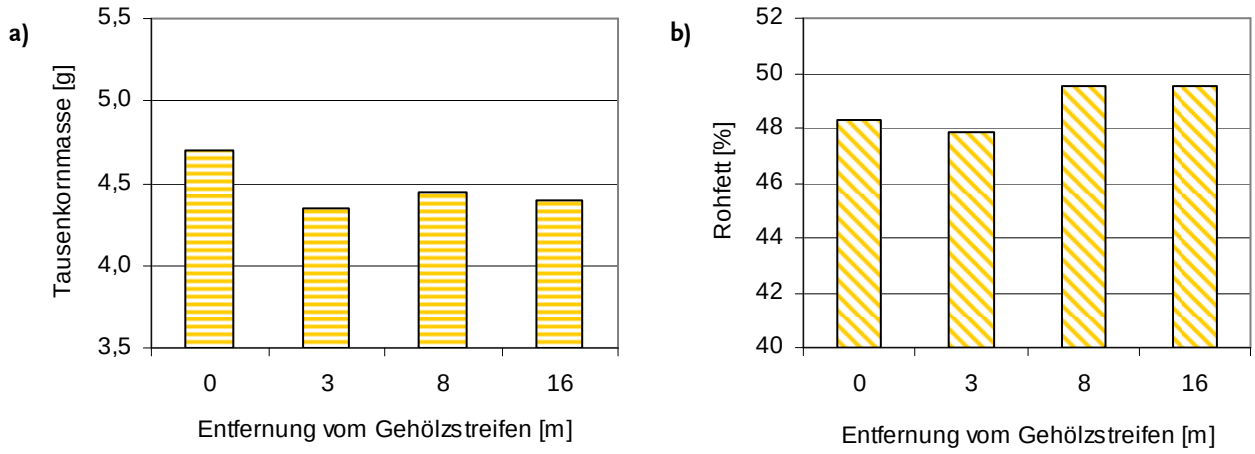


Abbildung 74: Qualitätsparameter des Erntegutes, Winterraps 2009; a) Tausendkorngewicht, b) Rohfett

Aufgrund des außergewöhnlich feuchten Sommers 2010 (s. Anlage 1) und einer infolgedessen verspäteten Ernte traten in vielen Kulturen Ernteausfälle und Qualitätsverluste durch Lager und Auswuchs auf. Hiervon war auch der Winterweizen des Agroforstschlages betroffen. Das durchschnittliche erreichte Hektolitergewicht war mit 69 kg/hl sehr gering. Das Hektolitergewicht gilt als Indikator für die Mehlausbeute und kann bei Weizen im Bereich von 62 - 87 kg/hl liegen. Für E- und A-Weizen gilt ein Qualitätsstandard von > 77 kg/hl, für B-Weizen von > 76 kg/hl (TLL 2009a). An den untersuchten Positionen traten deutliche Schwankungen (66 – 72 kg/hl) auf (s. Abb. 75 a). Tendenziell nahm das Hektolitergewicht mit zunehmendem Abstand vom Gehölzstreifen zu. Der Rohproteingehalt, welcher sich auf die Backeigenschaften des Weizens auswirkt, betrug im Mittel 12,6 % der TM (B-Weizen-Qualität). Auch hier wurden starke

Schwankungen zwischen 11,1 und 14,2 % an den untersuchten Positionen festgestellt (s. Abb. 75 b).

Der Sedimentationstest ist eine indirekte Methode zur Bestimmung der Glutenmenge und der Glutenqualität in Weizen. Die Sedimentationswerte liegen zwischen 8 bei kleberarmen Mehlen mit niedrigem Proteingehalt und 78 bei kleberstarken Mehlen mit sehr hohem Proteingehalt (> 50: E-Weizen, > 45: A-Weizen, > 25: B-Weizen). Sowohl ein höherer Glutengehalt als auch eine bessere Glutenqualität führen zu langsamer Sedimentation und folglich zu höheren Sedimentationswerten. Im Winterweizen 2010 zeigte sich eine gleichmäßig verteilte, sehr hohe Sedimentationszahl zwischen 51 und 65. Eine Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen war nicht gegeben (s. Abb. 75 c).

Die Bestimmung der Fallzahl stellt den indirekten Nachweis der α-Amylase -Aktivität dar und ist ein Maß für die Backfähigkeit von Getreide (> 280: E-Weizen, > 250: A-Weizen, > 220: B-Weizen). Die Höhe der Fallzahl wird vor allem durch die Witterung im Reife- und Erntezeitraum bestimmt. Durch Auswuchs entstehen niedrige Fallzahlwerte. Durch die extremen Witterungsbedingungen des Sommers 2010 verzögerte sich der Erntetermin und es kam zu massivem Auswuchs. Als Folge wurden in allen Proben minimale Fallzahlen von 62 s gemessen (s. Abb. 75 d). Ein Unterschied zwischen verschiedenen Entfernungen von Gehölzstreifen bestand nicht.

Im Jahr 2011 wurde wiederum Sommergerste angebaut. Hier wurde zusätzlich zum Leebereich des Gehölzstreifens B auch der Leebereich des Streifens E in die Untersuchungen einbezogen, um mögliche Unterschiede des Einflusses von beernteten und nicht beernteten Streifen ermitteln zu können. Abbildung 76 stellt die Ergebnisse gegenüber (linke Seite: Leebereich des Streifens B, rechte Seite: Leebereich des Streifens E).

Das Erntegut des Jahres 2011 wies ein recht hohes Hektolitergewicht von durchschnittlich 71,8 kg/hl am Streifen B und 70,7 kg/hl am Streifen E auf. Der Qualitätsstandard (> 64 kg/hl) wird deutlich überschritten. Mit durchschnittlich 9,5 % der TM (B) bzw. 9,6 % der TM (E) war der Rohproteingehalt etwas geringer als im Jahr 2008 und erfüllte damit wieder deutlich die Anforderungen für Braugerste (< 11 %). Auch der Vollkornanteil (> 2,5 mm) übererfüllte mit 97 % (B) bzw. 98 % (E) die Norm (> 90 bzw. 92 %). Auffällig war der bei allen beschriebenen Qualitätsparametern auftretende Effekt eine Verminderung der Werte um den Bereich 6 m im Leebereich beider Gehölzstreifen. Ähnliche Auffälligkeiten traten ebenfalls bei den Erträgen auf (s. Kap. 3.3.5). Die alleinige Verursachung durch die Gehölzstreifen (Mikroklima, Beschattung) wurde ausgeschlossen, da die jeweiligen

Minimalwerte aufgrund der unterschiedlichen Höhen der Streifen B und E an unterschiedlichen Positionen auftreten müssten. Am wahrscheinlichsten ist eine unterschiedliche Nährstoffversorgung an den beernteten Positionen. Denkbar ist eine ungleichmäßige Ausbringung von Nährstoffen bei der Düngung. Bei der Nutzung von Düngerstreuern mit einer Arbeitsbreite von 12 m könnten im Bereich hinter dem Traktor geringere Düngergaben erfolgt sein.

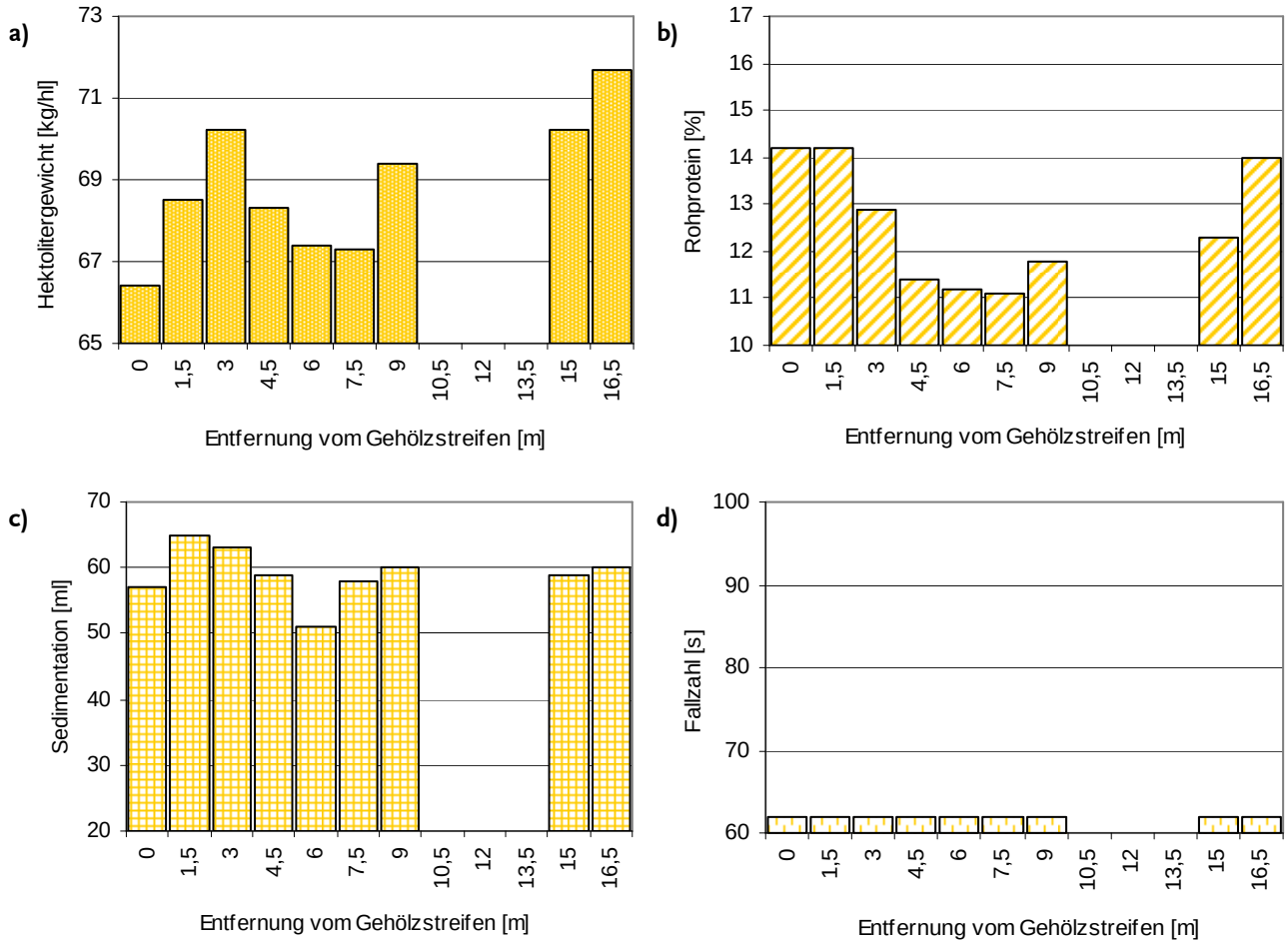
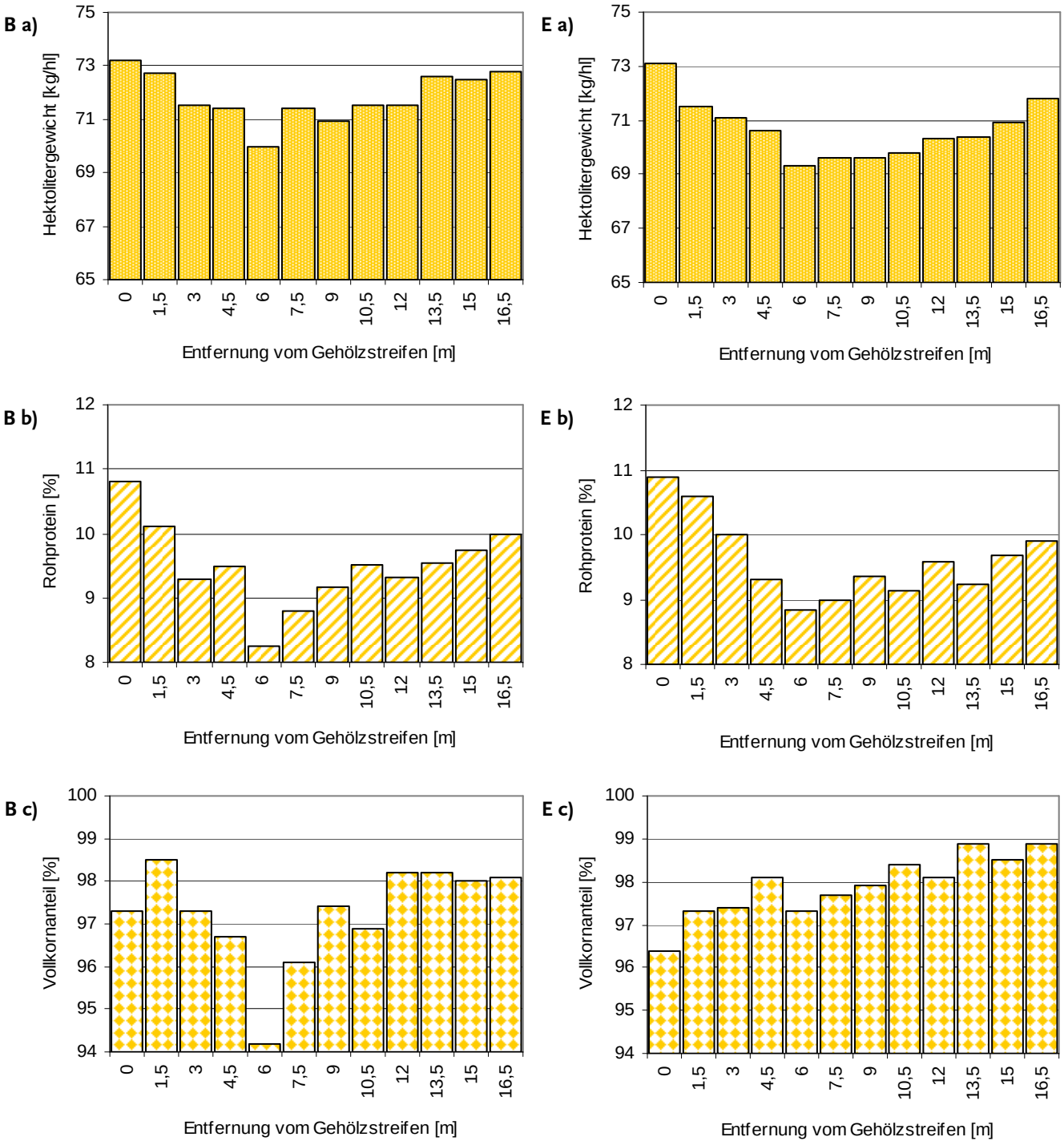


Abbildung 75: Qualitätsparameter des Erntegutes, Winterweizen 2010; a) Hektolitergewicht, b) Rohprotein, c) Sedimentation, d) Fallzahl

Da durch die Beschattung durch die Gehölzstreifen und die geringe Durchlüftung der Bestände durch die Windschutzwirkung der Bäume insbesondere im nahen Leebereich ein für Pilzkrankheiten günstiges Mikroklima entstehen kann, welches zu Mykotoxinbelastung führt, wurde im Erntegut auch der Deoxynivalenolgehalt (DON) sowie der Zearalenongehalt (ZEA) analysiert. Problematische Gehalte an Mykotoxinen konnten an keiner der untersuchten Positionen festgestellt werden (Abb. 76 d und e). Ein Einfluss der

Gehölzstreifen auf die Höhe des Mykotoxingehaltes bestand weder im Lee des Streifens B noch des Streifens E.



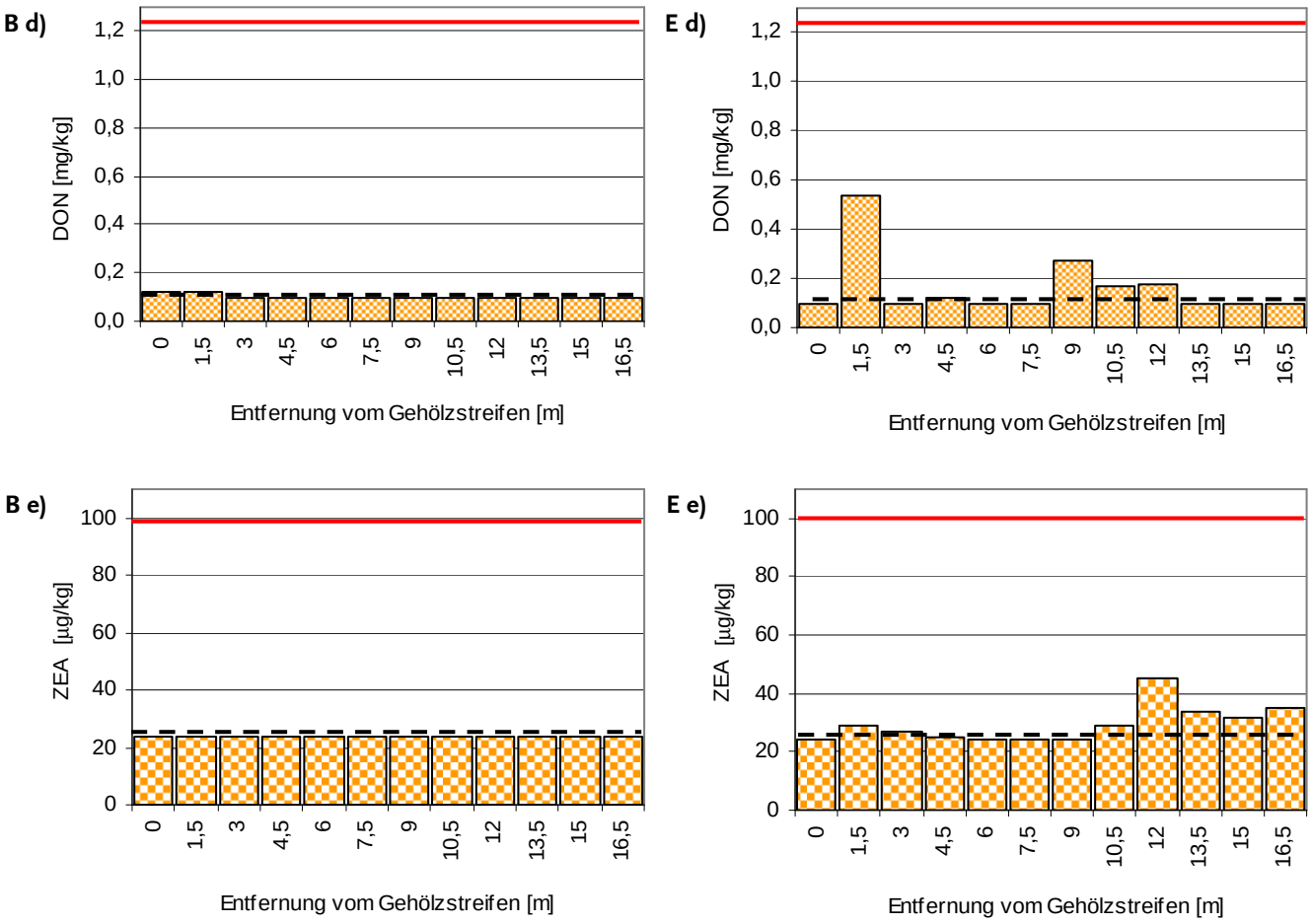


Abbildung 76: Qualitätsparameter des Erntegutes, Sommergerste 2011;
linke Seite: Leebereich des Gehölzstreifens B, rechte Seite: Leebereich des Gehölzstreifens E;
a) Hektolitergewicht, b) Rohprotein, c) Vollkornanteil, d) Deoxynivalenolgehalt (DON), e) Zearalenongehalt (ZEA);
gestrichelte Linien markieren Nachweisgrenzen, rote Linien geben gesetzliche Grenzwerte an

3.4 Überwinterung von Rapsglanzkäfern in KUP-Streifen

Rapsglanzkäfer verursachen bei Massenauftreten erhebliche wirtschaftliche Schäden insbesondere in Raps. Die Käfer überwintern gewöhnlich in der Streuschicht von Laubwäldern. Bei Bodentemperaturen um 10 °C verlassen sie die Winterlager und fliegen Rapsfelder an. Sie ernähren sich von Pollen sowie von Stempel und Fruchtknoten der Blüten und zerstören damit die Knospen. Die Larven ernähren sich ausschließlich von Pollen, sie verpuppen sich im Boden. Ende August fliegen die Jungkäfer in die Winterlager.
Um zu ermitteln, ob Rapsglanzkäfer die Streuschicht der Gehölzstreifen von Agroforstsystemen mit Energieholz zur Überwinterung nutzen, wurden im März 2010, nachdem im Vorjahr Raps auf der Fläche angebaut wurde, Beprobungen durchgeführt. Neben dem Standort *Pappel-Streifen* wurden die Standorte *Pappel-KUP* und *natürliches*

Feldgehölz zu Vergleichszwecken gewählt. In den 20 Proben aus Gehölzstreifen (Pappel Max) wurden keine Rapsglanzkäfer gefunden. In den Proben der Standorte *Pappel-KUP* (16jährig, Sorte Max) und *natürliches Feldgehölz* befanden sich sehr wenige Exemplare (s. Abb. 77). Kai Gloyna, Experte des untersuchenden BTL Bio Test Labor GmbH Sagerheide, schätzte die Versuchsergebnisse folgendermaßen ein: „Obwohl sich in allen Proben eine Vielzahl unterschiedlicher Insekten, Asseln, Spinnen und auch Tausendfüßer befanden, war die Zahl zu extrahierender Glanzkäfer nur sehr gering. Insgesamt fanden wir nur 13 Tiere in den 60 Proben. Daher ist die Hypothese, dass Gehölzstreifen (gute) Winterlager darstellen, klar abzulehnen. In diesen sollten sich wenigstens mehrere hundert Käfer/qm nachweisen lassen. Dafür ist aber die derzeitige Streuschicht zu dünn und zu schlecht belüftet“.

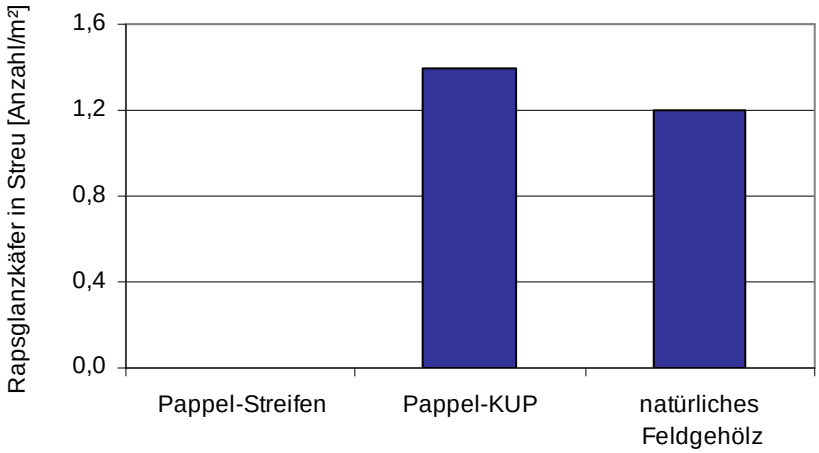


Abbildung 77: Auftreten von Rapsglanzkäfern in Streu von Pappel-Streifen, Pappel-KUP und natürlichem Feldgehölz

3.5 Erhebungen im Boden

3.5.1 Bodenchemische Parameter

Die Gehalte von pflanzenverfügbarem Stickstoff (N_{min}) im Boden sowie deren Gehalte im Verlauf des Untersuchungszeitraumes entsprachen der für die jeweils angebaute Marktfrucht erforderlichen Düngungsstrategie. Winterweizen benötigt hohe Stickstoffmengen, um hohe Erträge und Qualitäten zu erzielen. Entsprechend hohe N_{min}-Gehalte fanden sich in den Jahren 2007 und 2010 im Boden (s. Abb. 78). In den Jahren 2008 (Sommergerste), 2009 (Winterraps) und 2011 (Sommergerste) waren die Gehalte geringer. Ab dem Jahr 2009, also zwei Jahre nach Etablierung der Gehölzstreifen, zeigten sich in diesen gegenüber den Ackerstreifen reduzierte Stickstoffgehalte, welche auf die in

diesem Bereich unterlassene Düngung zurückzuführen ist. Besonders augenscheinlich war der Effekt im Herbst 2010.

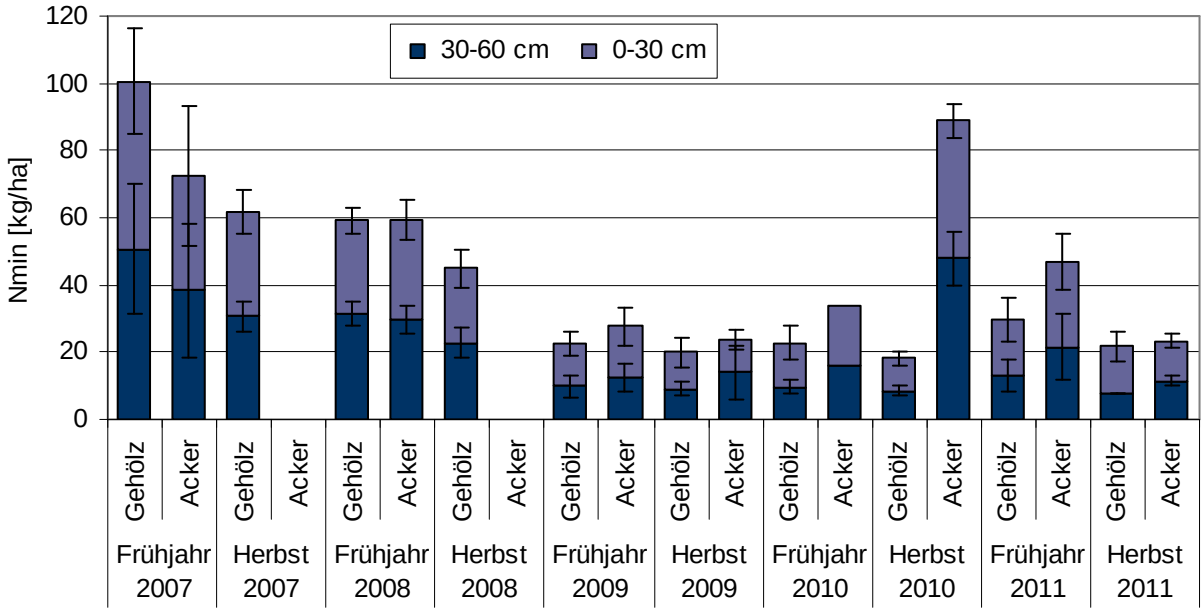


Abbildung 78: Pflanzenverfügbarer Stickstoff (N_{min}) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011

In den ersten drei Jahren nach Etablierung der Anlage konnten keine statistisch abgesicherten Unterschiede der Kohlenstoffgehalte im Oberboden zwischen Gehölzstreifen und Ackerstreifen festgestellt werden. Die erhöhten Humusgehalte im Ackerbereich des Agroforstsystems sind auf die Einarbeitung der Sommergerstenstoppel in den Boden kurz vor der Probenahme zurückzuführen. Langfristig zu erwarten ist jedoch eine stetige Zunahme von Humus im Boden der Gehölzstreifen in den kommenden Jahren durch den vermehrten Verbleib von organischem Material (Laubstreu, abgestorbenes Wurzelmaterial) und das durch die langfristige Bodenruhe ungestörte Bodenleben.

Die pH-Werte variierten im Untersuchungszeitraum kaum. Signifikante Unterschiede zwischen Acker- und Gehölzstreifen waren nicht feststellbar (s. Abb. 80). Auch hier gilt, dass mögliche Änderungen auf langfristigen Prozessen beruhen und daher erst nach einigen Jahren nachweisbar sein werden. Die pH-Werte ließen sich den Klassen D (7,1 - 7,4; hoher pH-Wert) und C (6,3 – 7,0; mittlerer pH-Wert) zuordnen und werden maßgeblich vom Ausgangsgestein Muschelkalk beeinflusst.

Die Gehalte der Makronährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium veränderten sich nur geringfügig während des Untersuchungszeitraumes (s. Abb. 81 - 83). Signifikante Unterschiede zwischen den Gehalten der Ackerstreifen und der Gehölzstreifen waren nicht

nachweisbar. Die Phosphorgehalte entsprachen der Gehaltsklasse E (sehr hoch), die Kalium- und Magnesiumgehalte der Gehaltsklasse D (hoch). Eine organische Düngung der Ackerstreifen erfolgte jeweils im Sommer der Jahre 2008 und 2009. Eine mineralische Düngung von Phosphor und Kalium fand im Frühjahr 2011 auf den Ackerstreifen statt.

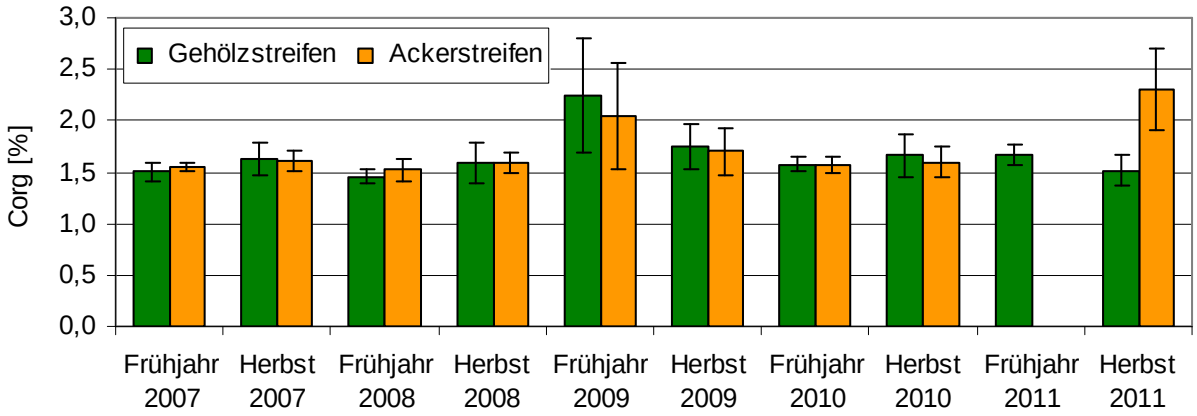


Abbildung 79: Kohlenstoffgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011

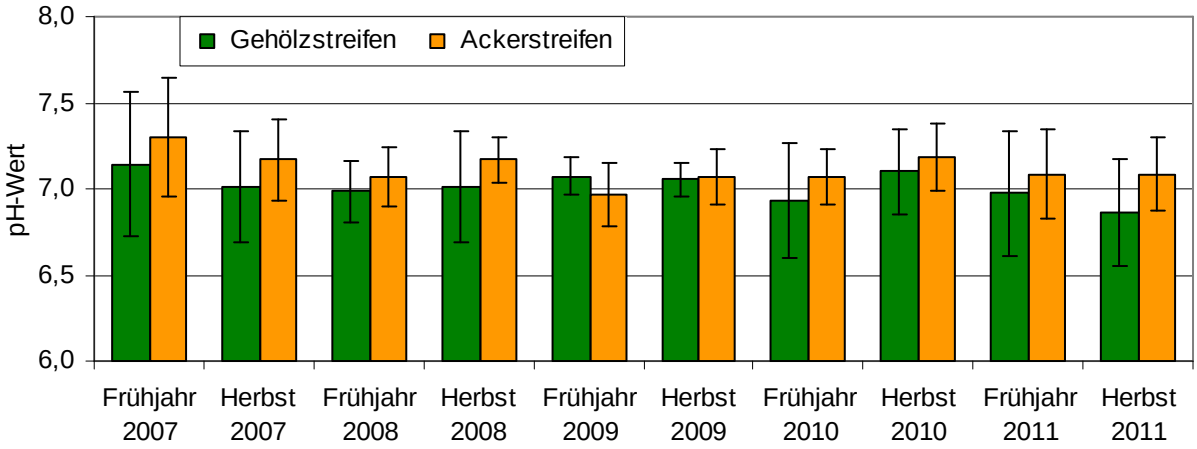


Abbildung 80: pH-Werte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011

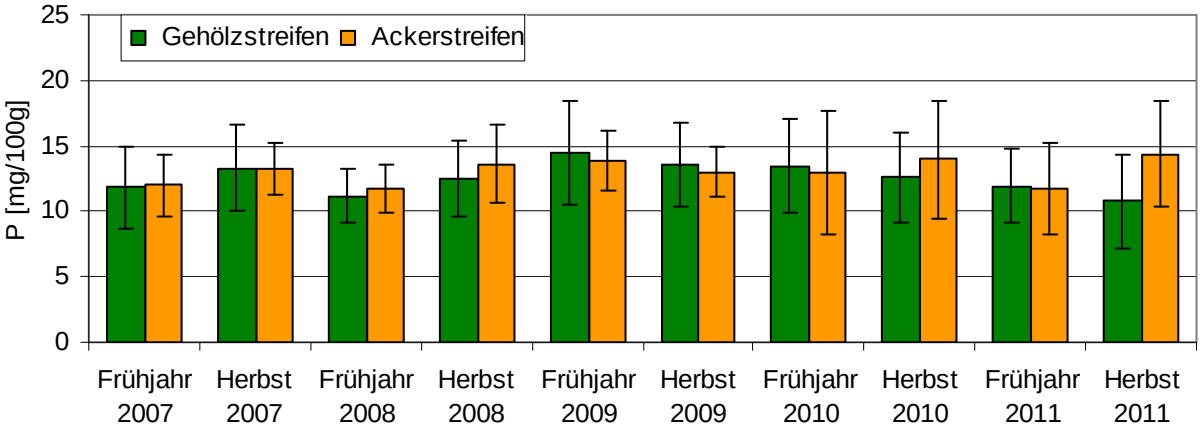


Abbildung 81: Phosphorgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011

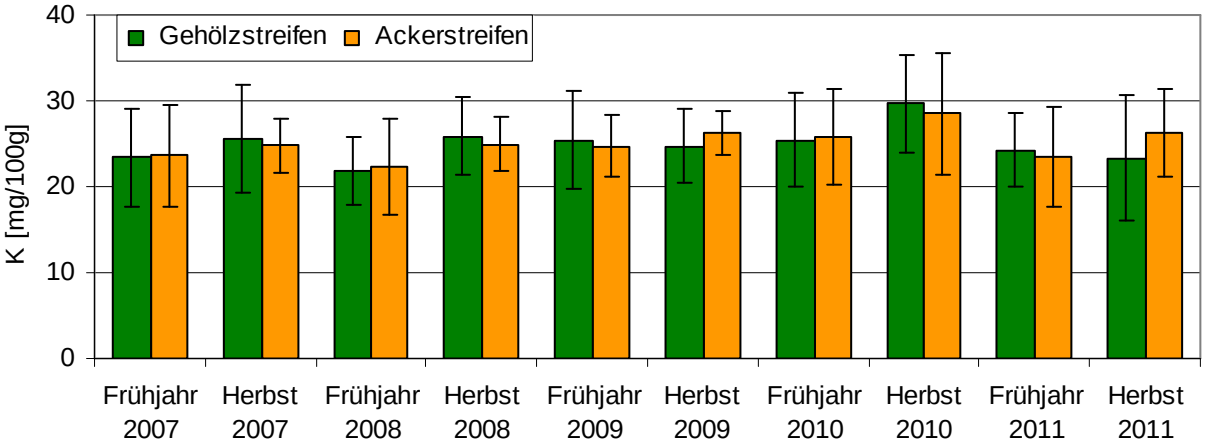


Abbildung 82: Kaliumgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011

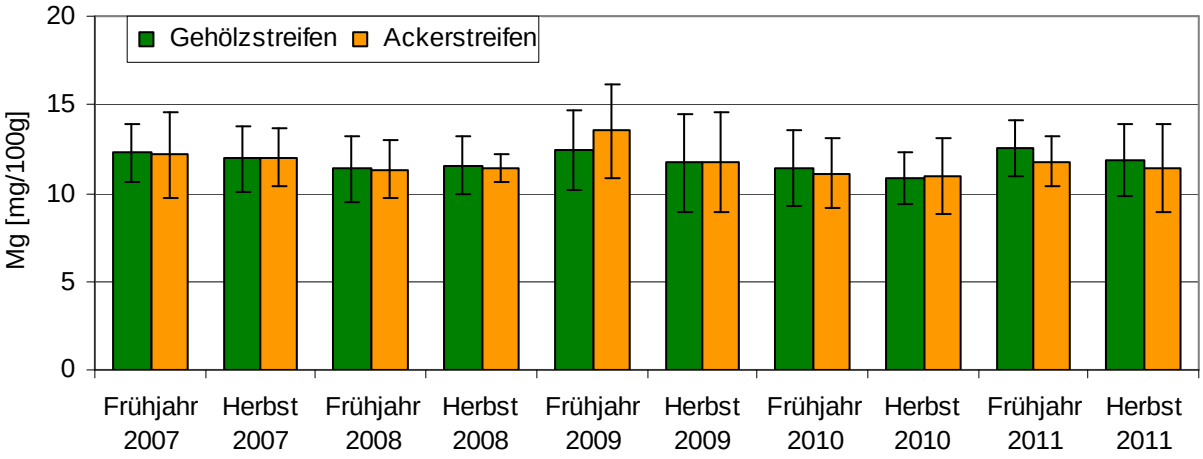


Abbildung 83: Magnesiumgehalte im Oberboden (0-20 cm) auf Gehölz- und Ackerstreifen, Frühjahr 2007 bis Herbst 2011

3.5.2 Wassergehalt des Bodens

Die Etablierung von Gehölzstreifen in Ackerschlägen beeinflusst mikroklimatische Größen wie Windgeschwindigkeit und Verdunstung insbesondere im windabgewandten Bereich (Lee) der Gehölze (s. Abb. 1). Daraus könnte eine Veränderung der Bodenwassergehalte im Oberboden resultieren, welche wiederum Bedeutung für das Wachstum der in diesem Bereich angebauten Ackerfrüchte hätte. Zur Untersuchung der Ausprägung dieses Effektes innerhalb des Agroforstsystems wurden systematisch Beprobungen des Oberbodens in drei Tiefenstufen (0-10, 10-20, 20-30 cm) zu jeweils mehreren Terminen in 2008, 2009, 2010 und 2011 durchgeführt.

Die gravimetrische Bestimmung der Bodenwassergehalte erfolgte 2008 zu drei Terminen am 12. Juni, am 28. Juli und am 09. Oktober. Die erste Probenahme, die zeitlich in die Kornfüllungsphase der Sommergerste und damit in eine Zeitspanne hohen Wasserbedarfs der Kultur fiel, fand bei relativ trockenen Witterungsbedingungen statt. So fielen 30 Tage vor der Beprobung lediglich ca. 42 mm Niederschlag bei relativ hohen Durchschnittstemperaturen (s. Anlage 8 a). Die bestimmten Bodenwassergehalte lagen dementsprechend auf einem niedrigen Niveau (s. Abb. 84), wiesen jedoch starke räumliche Schwankungen auf. Am stärksten ausgetrocknet war die oberste Bodenschicht von 0 bis 10 cm. Insgesamt enthielt der Boden im Leebereich der Bäume einen geringeren Wasseranteil.

Auch im Monat vor der zweiten Probenahme am 28. Juli 2008, zur Vollreife der Sommergerste, war die Verdunstung deutlich höher als die Niederschlagsmenge, die in diesem Zeitraum 53 mm betrug (s. Anlage 8 b). Dementsprechend lagen die Bodenwassergehalte auch hier mit Werten um 17 % auf einem relativ niedrigen Level (s. Abb. 85). Deutlich reduzierte Wassergehalte traten innerhalb des Baumstreifens und dort insbesondere in der oberen Bodenschicht von 0 bis 10 cm auf. Im Gegensatz zum vorherigen Termin verliefen die Bodenfeuchten auf Luv- und Leeseite nahezu identisch, obwohl sich die Werte im Bereich von 2 bis 8 m auf der Leeseite vor allem in den tieferen Schichten tendenziell auf etwas höherem Niveau bewegten.

Vor der dritten Bodenwassergehaltsbestimmung am 9. Oktober 2008 war es relativ kühl. Deshalb hielten sich, obwohl mit 36 mm nur wenig Regen fiel, Niederschlag und Verdunstung (43 mm) etwa die Waage (s. Anlage 8 c). Durch die geringeren Verdunstungsraten war die Bodenfeuchte, trotz der geringen Niederschlagsmengen in allen Bodenschichten mit Werten zwischen 15 und 23 % etwas höher als bei den vorherigen Messungen (s. Abb. 86). Deutlich reduzierte Wassergehalte traten wiederum im

Oberboden innerhalb des Gehölzstreifens auf. Wie auch bei der vorherigen Bestimmung lagen die Gehalte auf der Leeseite tendenziell über denen der Luvseite, wobei sich dieser Trend bis zur weitesten Entfernung bei 32 m fortsetzte.

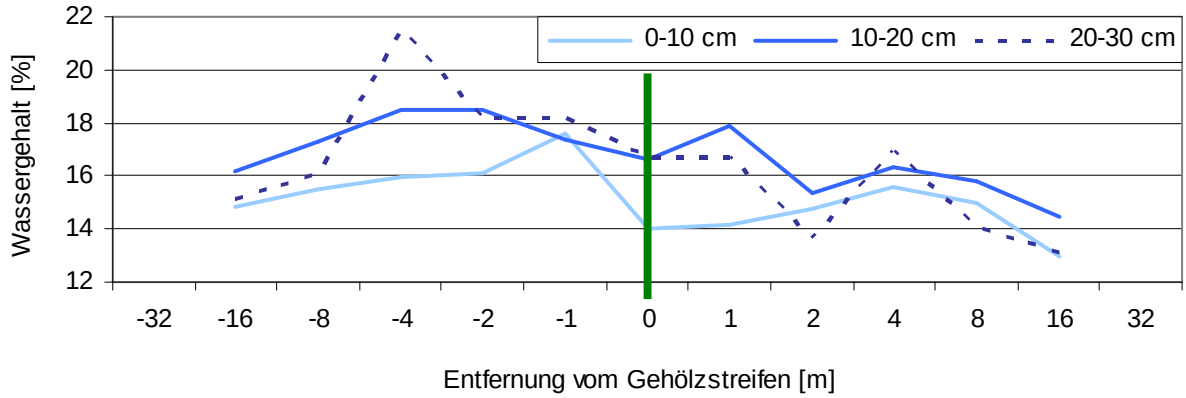


Abbildung 84: Bodenwassergehalt am 12.06.2008 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

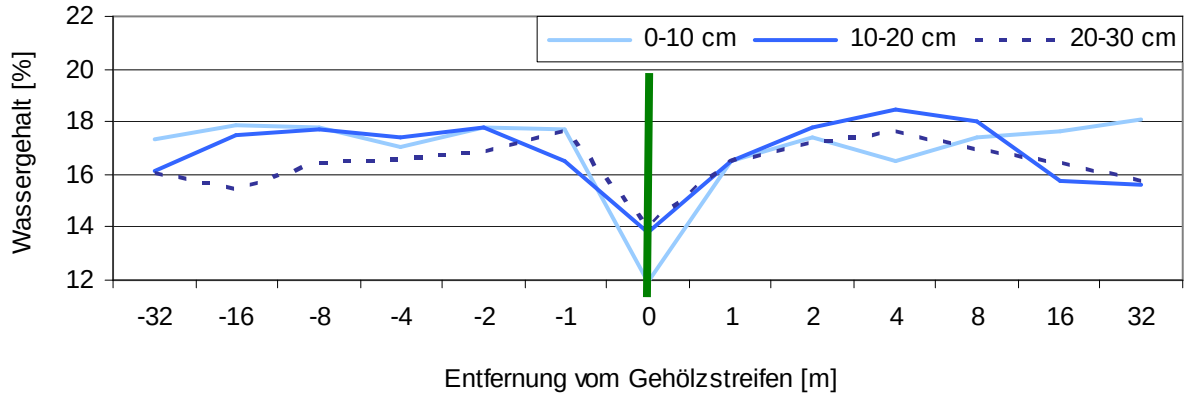


Abbildung 85: Bodenwassergehalt am 28.07.2008 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

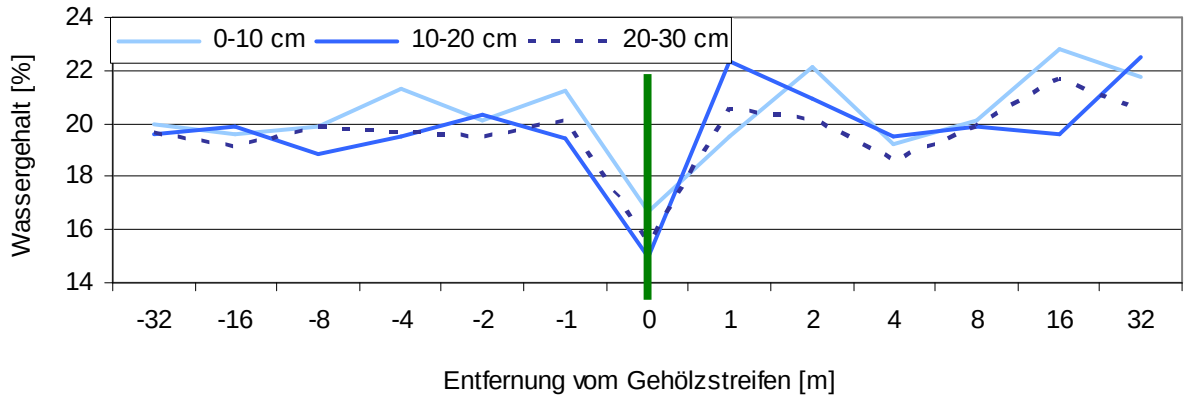


Abbildung 86: Bodenwassergehalt am 09.10.2008 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

Im Jahr 2009 erfolgte die Bestimmung der Bodenwassergehalte am 07. April, am 13. August, am 09. Oktober und am 20. November. Die erste Messung fand zu Vegetationsbeginn nach einer knapp zweiwöchigen Trockenperiode und parallelem Anstieg der Lufttemperaturen von 5 auf 12 °C statt (s. Anlage 9 a). Die Wassergehalte befanden sich in den drei gemessenen Tiefen im Bereich von 15 bis 20 % (s. Abb. 87). Entlang des untersuchten Transekts von 32 m luvseitig bis 32 m leeseitig ließ sich zu diesem Zeitpunkt kein Einfluss des Gehölzstreifens feststellen. Die Bodenwassergehalte in 20 bis 30 cm und 10 bis 20 cm Tiefe unterschieden sich nur minimal voneinander, während in der obersten Bodenschicht bei 0 bis 10 cm Tiefe ein im Durchschnitt etwa 3 % geringerer Anteil an Bodenwasser enthalten war. Dies ließ sich auf die vorangegangene Trockenperiode zurückführen. Die höheren Wassergehalte in 10 bis 30 cm Bodentiefe resultierten aus den niederschlagsreichen und verdunstungsarmen vorangegangenen Wintermonaten mit typischerweise positiver klimatischer Wasserbilanz.

Kurz nach der Ernte des Winterrapses fand am 13.08.2009 die zweite Bestimmung der Bodenwassergehalte in Abhängigkeit von der Entfernung zum Gehölzstreifen statt. Der Zeitraum vor der Probenahme ist durch Tagesmitteltemperaturen um 20 °C, hohe Verdunstungsraten und wenig Niederschlag gekennzeichnet (s. Anlage 9 b). Die Wassergehalte zeigten zu diesem Zeitpunkt eine deutliche Abhängigkeit von luv- und leeseitiger Entfernung vom Gehölzstreifen (s. Abb. 88). Der nachweisbare Einflussbereich der Bäume erstreckte sich etwa 8 m luvseitig und etwa 16 m leeseitig. Im unbeeinflussten Ackerbereich betrugen die Bodenwassergehalte etwa 17 % in allen untersuchten Bodentiefen. Auf der windzugewandten Seite war eine Reduktion der Wassergehalte um bis zu 5 % in allen drei untersuchten Bodentiefen feststellbar, welche mit zunehmender Entfernung vom Streifen nachließ. Die Gehalte der verschiedenen Bodentiefen waren jeweils ähnlich. Die Reduktion der Wassergehalte kann auf den starken Wasserbedarf der Pappeln zurückgeführt werden. Im Leebereich des Gehölzstreifens wiederholt sich dieser Effekt in den Bodentiefen 10 bis 20 cm und 20 bis 30 cm in der gleichen räumlichen Ausdehnung. Auffällig war jedoch eine deutliche Erhöhung der Wassergehalte der obersten Bodenschicht an den Positionen 4 und 8 m leeseitig. Hier überstiegen die Werte den Ackerdurchschnitt um etwa 4 %. Ursächlich hierfür war vermutlich die Reduktion der Windgeschwindigkeit und damit der Verdunstung durch die Gehölzstreifen.

Am 09.10.2009 fand eine weitere Untersuchung der Bodenwassergehalte statt. Auch dieser Zeitpunkt ließ sich im stark negativen Bereich der klimatischen Wasserbilanz lokalisieren. Die Durchschnittstemperaturen im Monat vor den Probenahmen schwankten um 15 °C,

die Verdunstungsstärke war mit etwa 2 mm täglich relativ gering bei ausgeglichenen Niederschlägen (s. Anlage 9 c). Die Bodenwassergehalte aller untersuchten Bodentiefen zeigten eine deutliche Reduktion um bis zu 8 % im Nahbereich des Gehölzstreifens zwischen 2 m leeseitig und 2 m luvseitig (s. Abb. 89). Die Stärke der Reduktion war vergleichbar in allen Bodentiefen. Ein weitergehender Einfluss der Bäume ließ sich nicht nachweisen, mögliche Effekte wurden durch starke räumliche Schwankungen der Werte überdeckt.

Der vierwöchige Zeitraum vor der letzten Beprobung im Jahr 2009 am 20. November war durch Lufttemperaturen um 7 °C, hohe Niederschläge und geringe Verdunstungsraten gekennzeichnet (s. Anlage 9 d). Die klimatische Wasserbilanz befand sich zu diesem Zeitpunkt in einem starken Aufwärtstrend. Dementsprechend betrugen die Bodenwassergehalte durchschnittlich 20 % (s. Abb. 90). Ein Einfluss des Gehölzstreifens war wie bei der Untersuchung Anfang April 2009 nicht feststellbar. Graduelle Unterschiede in der Höhe der Wassergehalte bestanden zwischen den verschiedenen Bodentiefen. Mit zunehmender Bodentiefe konnte eine leichte Abnahme der Bodenfeuchte festgestellt werden.

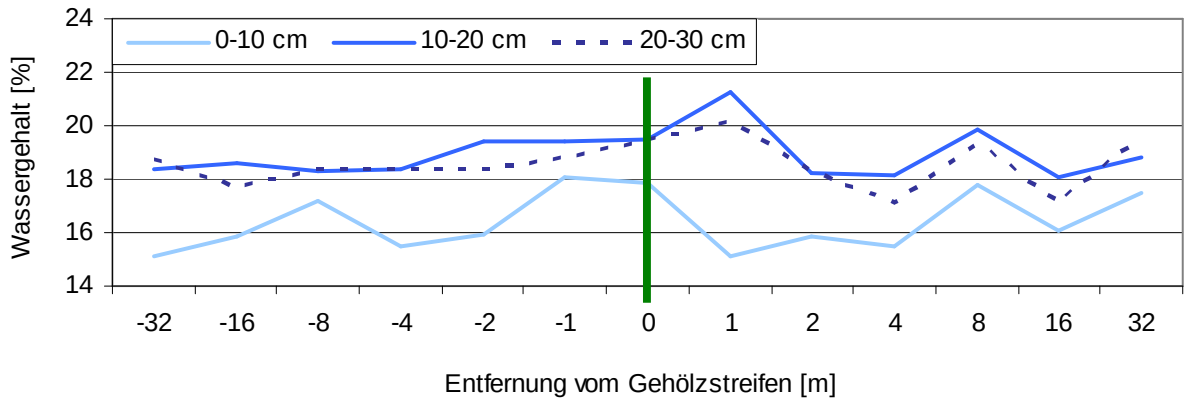


Abbildung 87: Bodenwassergehalt am 07.04.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

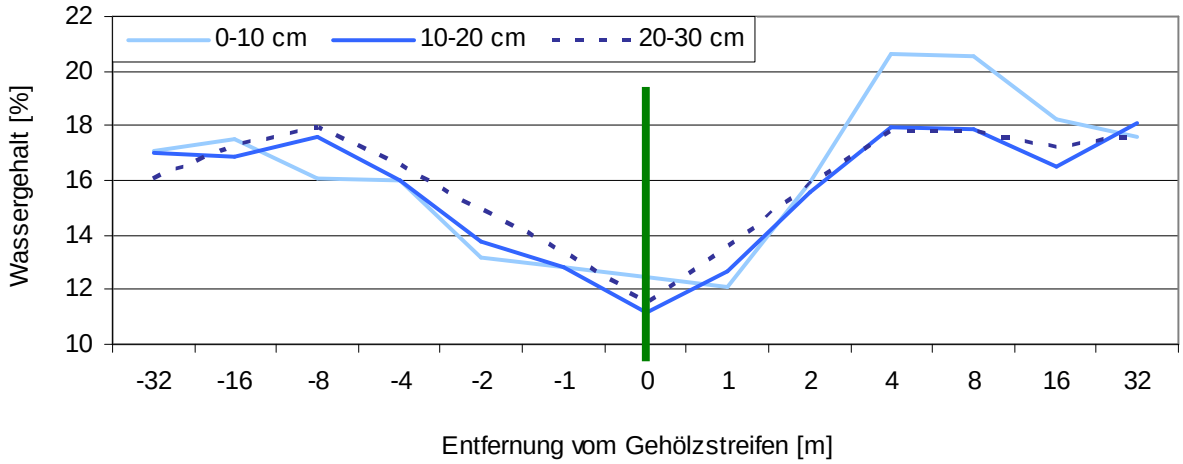


Abbildung 88: Bodenwassergehalt am 13.08.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

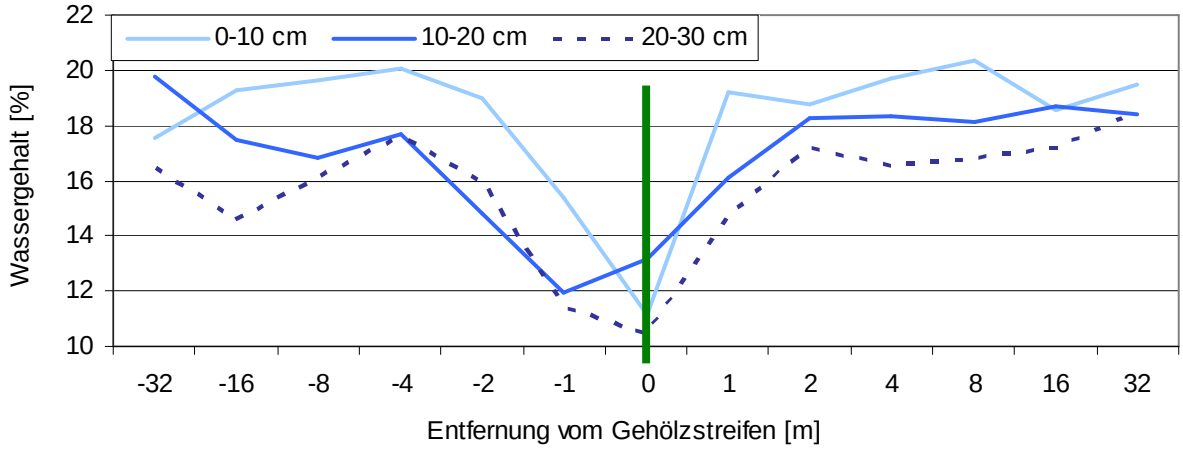


Abbildung 89: Bodenwassergehalt am 09.10.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

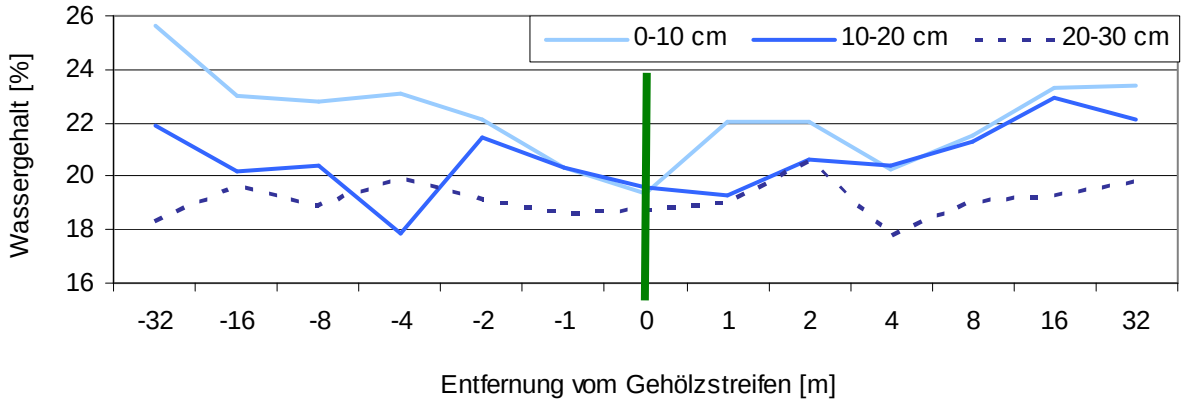


Abbildung 90: Bodenwassergehalt am 20.11.2009 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

Aufgrund der Erfahrungen, welche im bisherigen Untersuchungszeitraum gesammelt werden konnten, wurden die Untersuchungen zum Bodenwassergehalt im Jahr 2010 auf den Hochsommer (Juni bis August) konzentriert. Insbesondere bei trockenen

Witterungsbedingungen und gleichzeitig hohem Wasserbedarf der Kulturpflanzen machte sich in den Vorjahren ein Einfluss der windbremsenden Wirkung der Baumstreifen bemerkbar. Der Sommer 2010 war insbesondere in Juli und August von extremen Niederschlägen geprägt, wobei die Böden bereits im Mai durch hohe Niederschläge wassergesättigt wurden (s. Anlage 1). Der Anspruch, besonders trockene Phasen zur Beprobung zu nutzen, konnte daher nur bedingt umgesetzt werden.

Die Ergebnisse der Bodenwassergehaltsbestimmungen spiegelten die jeweiligen Witterungssituationen wider. Zum ersten Termin am 08.06. war der Boden durch vorangegangene hohe Niederschläge noch wassergesättigt (s. Anlage 10 a). Die Wassergehalte schwankten in einer Amplitude von 16 bis 20 % unabhängig von der Bodentiefe und der Nähe der Gehölzstreifen (s. Abb. 91).

Erste Austrocknungseffekte des Bodens zeigten sich zum zweiten Termin am 22.06. Die Probenahme erfolgte nach einer mehrwöchigen nahezu niederschlagsfreien Periode mit recht hohen Temperaturen und entsprechend starker Verdunstung (s. Anlage 10 b). Der Wassergehalt der obersten zehn Bodenzentimeter wies Wassergehalte zwischen 14 und 15 % auf (s. Abb. 92). Die Gehalte in 10 bis 30 cm Bodentiefe bewegten sich mit geringen Schwankungen zwischen 16 und 17 %. Auch hier war kein Einfluss der Gehölzstreifen ersichtlich.

Zum dritten Termin, am 12.07., wurden aufgrund der Trockenheit über den Monat Juni hinweg (s. Anlage 10 c) recht geringe Wassergehalte zwischen 10 und 13 % in allen drei betrachteten Bodenschichten erfasst (s. Abb. 93). Hierbei war ein deutlicher Trend zu einem Anstieg der Bodenwassergehalte im Lee-Bereich des Baumstreifens sichtbar. Der Unterschied machte bis zu 2 % aus.

Am 23.08. fand letztmalig für 2010 eine Bodenfeuchtemessung statt. Aufgrund der vorangegangenen hohen Niederschläge (s. Anlage 10 d) waren wiederum starke Schwankungen der Werte zwischen 18 und 25 % sichtbar (s. Abb. 94). Der letzte Niederschlag schien die tiefste Bodenschicht noch nicht erreicht zu haben, so dass hier niedrigere Werte auftraten. Der geringere Wassergehalt im Baumstreifen konnte auf den Effekt der Interzeption, also den Rückhalt von Niederschlag an Pflanzen, zurückgeführt werden. Durch die gegenüber dem Winterweizen höhere Blattfläche je Flächeneinheit der Gehölze wurde hier mehr Niederschlagswasser zurückgehalten und ein dementsprechend höherer Anteil direkt wieder verdunstet.

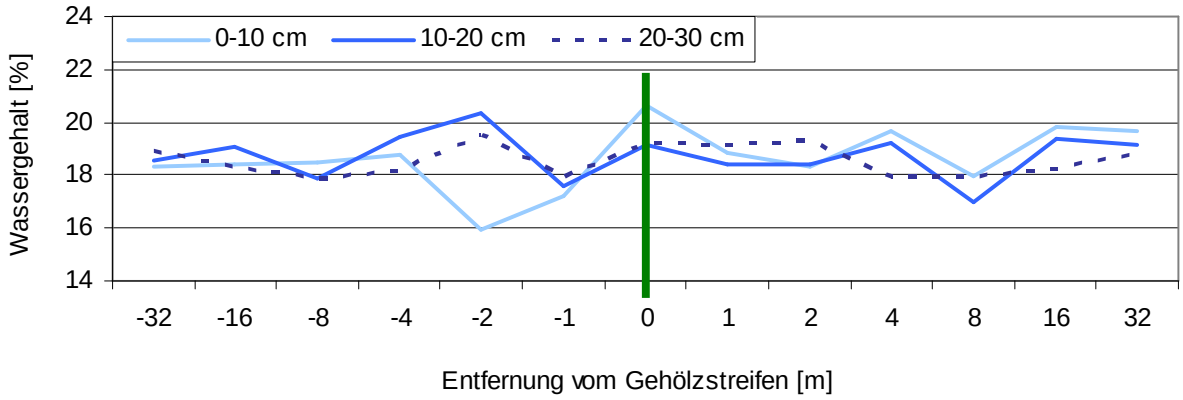


Abbildung 91: Bodenwassergehalt am 08.06.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

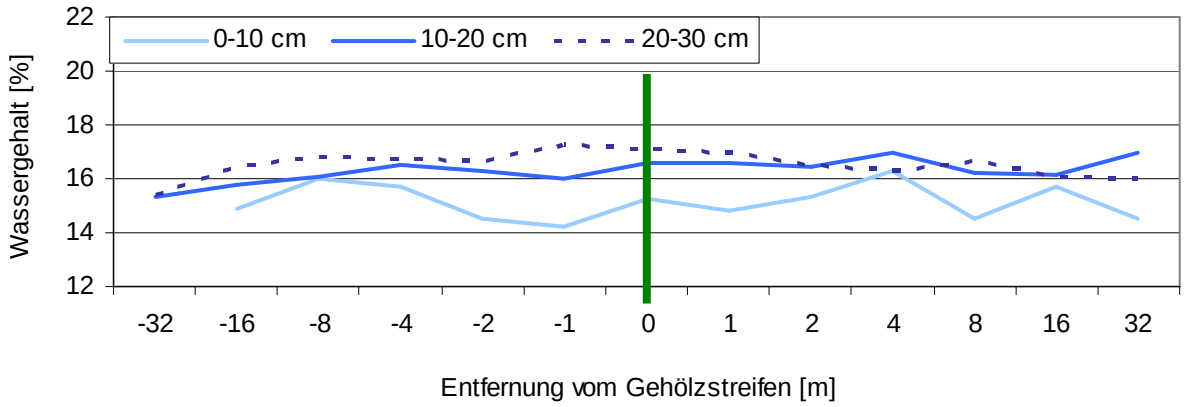


Abbildung 92: Bodenwassergehalt am 22.06.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

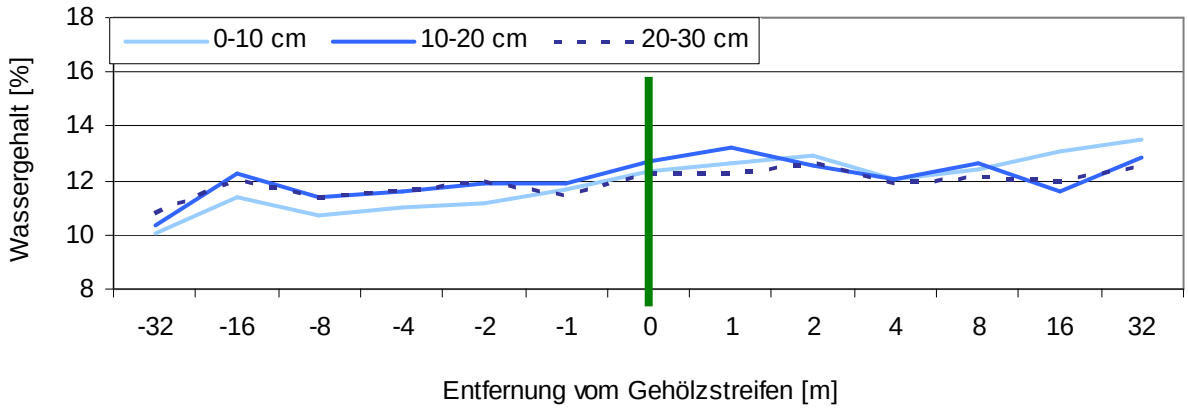


Abbildung 93: Bodenwassergehalt am 12.07.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

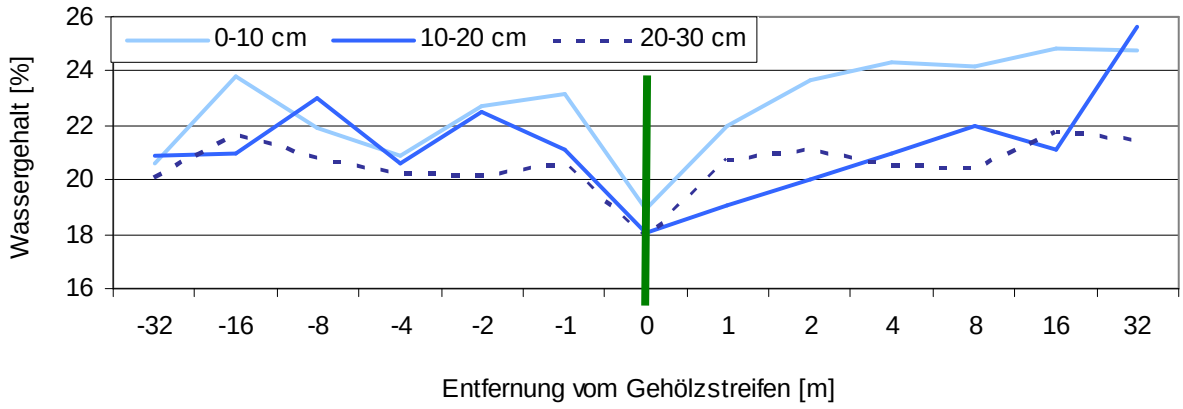


Abbildung 94: Bodenwassergehalt am 23.08.2010 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen

Im Jahr 2011 fanden die Erhebungen am 04.05., am 06.06., am 12.07., am 09.08. sowie am 05.10. statt. Im Februar 2011 erfolgte die erstmalige Ernte der Gehölzstreifen A, B und C. Um Unterschiede zwischen beernteten und nicht beernteten Streifen zu erfassen, wurden die Untersuchungen neben den alljährlichen Erhebungen am Streifen C zusätzlich am Streifen F durchgeführt.

Im April, zu Beginn der Vegetationsperiode, fielen kaum Niederschläge bei recht hohen Temperaturen und entsprechend starker Verdunstung (s. Anlage 11 a). Die Wassergehalte am Gehölzstreifen C bewegten sich Anfang Mai zwischen entsprechend geringen 11 bis 19 % (s. Abb. 96 a). Da das Wiederaufwachsen der Pappeln gerade begonnen hatte, war ein Einfluss des Gehölzstreifens C auf Bodenwassergehalte im angrenzenden Bereich durch Reduktion der Windgeschwindigkeit auszuschließen (s. Abb. 95). Die beobachteten Schwankungen sind auf weitere Einflussfaktoren zurückzuführen. Am Gehölzstreifen F betrugen die Wassergehalte zwischen 11 und 20 % (s. Abb. 96 b). Insbesondere im nahen Leebereich bis zu 2 m Entfernung wurden in allen drei Bodentiefen um bis zu 5 % höhere Wassergehalte gemessen. Ursächlich hierfür kann die Beschattung und dadurch verminderte Verdunstungsrate durch die zu diesem Zeitpunkt etwa 4 m hohen Pappeln gewesen sein. Auffällig waren reduzierte Wassergehalte in der obersten Bodenschicht (0-10 cm) bei 2 m luvseitigem Abstand, welche sowohl am Streifen C als auch am Streifen F auftraten.

Der Zeitraum vor der zweiten Probenahme am 06.06. war wiederum geprägt durch unterdurchschnittliche Niederschläge bei hohen Temperaturen und somit hoher Verdunstungsrate (s. Anlage 11 b). Im Juni 2011 erreichten die beernteten Gehölzstreifen etwa die Höhe der umgebenden Sommergerste (s. Abb. 97), eine Windschutzwirkung und Beeinflussung mikroklimatischer Parameter konnte somit am Streifen C nahezu

ausgeschlossen werden. Die Bodenwassergehalte bewegten sich im Bereich zwischen 12 und 18 % (s. Abb. 98 a). Die innerhalb des Streifens C erhöhten Wassergehalte aller drei Bodentiefen können auf eine stärkere Beschattung gegenüber den angrenzenden Ackerbereichen zurückgeführt werden. Im Einflussbereich des Gehölzstreifens F waren nur geringe Schwankungen der Wassergehalte zwischen 13 und 17 % zu verzeichnen (s. Abb. 98 b). Eine Beeinflussung durch die Bäume war nicht zu erkennen.

Der Zeitpunkt der dritten Erhebung am 12.07.2011 folgte auf eine niederschlagsreiche Phase mit positiver Wasserbilanz (s. Anlage 11 c). Entsprechend höher als zu den vorangegangenen Terminen waren die Wassergehalte des Bodens. Diese bewegten sich an beiden Streifen zwischen 18 und 24 %. Die zügig aufwachsenden beernteten Streifen erreichten zu diesem Zeitpunkt wieder Höhen von etwa 2 m, so dass von einer Windschutzwirkung in einem begrenzten Bereich auszugehen war (s. Abb. 99). Die Ergebnisse der Messungen am Streifen C wiesen starke räumliche Schwankungen auf, welche nicht mit einem Einfluss der Gehölzstreifen in Zusammenhang gebracht werden konnten (s. Abb. 100 a). Eine mögliche Beeinflussung durch den Gehölzstreifen wurde durch weitere Faktoren überlagert. Am Streifen F waren die Schwankungen weniger stark ausgeprägt (s. Abb. 100 b). Erkennbar war eine Wassergehaltsreduktion um etwa 3 % gegenüber den umgebenden Positionen im Inneren des Gehölzstreifens, welche durch die stärkere Interzeptionsverdunstung und eventuell höhere Wasseraufnahme in der Gehölzstruktur gegenüber der angrenzenden Feldkultur begründbar war. Im Leebereich konnte ein gegenüber dem Luvbereich leicht erhöhter Bodenwassergehalt insbesondere in der obersten Bodenschicht festgestellt werden, welcher vermutlich auf die Veränderung mikroklimatischer Parameter durch die Windschutzwirkung zurückführbar ist.

Eine vierte Erhebung fand am 09. August 2011 nach der Ernte der Sommergerste statt. Im Zeitraum von 30 Tagen vor der Probenahme waren Niederschlag und Verdunstung nahezu ausgeglichen bei jahreszeittypischen hohen Temperaturen (s. Anlage 11 d). Am Streifen C ließ sich eine deutliche leeseitige Erhöhung der Wassergehalte um 2 bis 3 % in der obersten Bodenschicht (0 bis 10 cm) bis in 4 m Entfernung vom Gehölz erkennen (s. Abb. 101 a). In den tieferen Bodenschichten konnte kein eindeutiger Effekt nachgewiesen werden. Am Streifen F war der Einfluss der Bäume auf die Bodenwassergehalte um einiges deutlicher ausgeprägt (s. Abb. 101 b). Bis zu einem Abstand von 2 m sowohl im Luv als auch im Lee enthielt der Boden in allen untersuchten Bodentiefen um bis zu 6 % weniger Wasser. Ab einer Entfernung von 4 m vom Gehölzstreifen normalisierten sich die Werte.

Im Leebereich des Streifens F ließ sich insbesondere in 0 bis 10 cm Tiefe ein um 4 % gegenüber dem entsprechenden Luv-Wert erhöhter Wassergehalt des Bodens nachweisen. Der Zeitraum vor der letzten Probenahme in 2011 am 05.10. war geprägt durch eine zweiwöchige Trockenperiode nahezu ohne Niederschläge (s. Anlage 11 e). Entsprechend zeigte insbesondere die oberste Bodenschicht eine deutliche Austrocknung und sehr geringe Bodenwassergehalte. Am Streifen C, welcher zum Ende der Vegetationsperiode eine Höhe von über 3 m erreicht hatte, war wiederum ein deutlicher Effekt im Leebereich sichtbar (s. Abb. 102 a). In 0 bis 10 cm Tiefe war die Verdunstung vermutlich deutlich reduziert, so dass um bis zu 6 % höhere Wassergehalte auftraten. Die tieferen Bodenschichten schienen unbeeinflusst zu sein. Am Streifen F konnte dieser Effekt nicht bestätigt werden (s. Abb. 102 b). Die niedrigen Wassergehalte der obersten Bodenschicht zeigten räumliche Schwankungen, welche nicht in Zusammenhang mit der Entfernung von den Gehölzen standen. An beiden Streifen war im Bereich von etwa 2 m luv- und leeseitig in den tieferen Bodenschichten (10-30 cm) eine Reduktion der Bodenwassergehalte, vermutlich durch stärkere Interzeption und Wasseraufnahme, erkennbar. Dieser Effekt war am Streifen F aufgrund der höheren Biomasse je Fläche ausgeprägter.

Abbildung 95 Nachwachsende Gehölzstreifen B und C sowie unbeerntete Streifen im Mai 2011

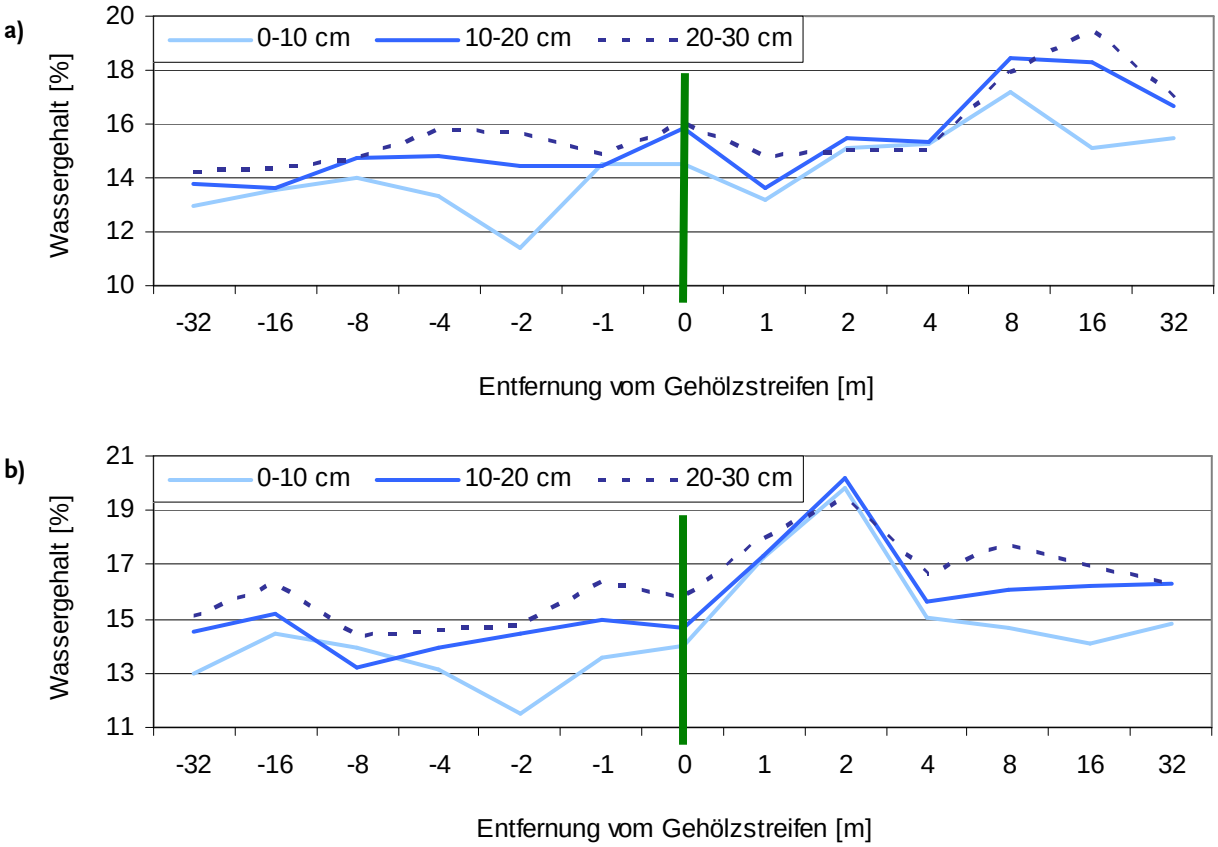


Abbildung 96: Bodenwassergehalt am 04.05.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen; a) am Gehölzstreifen C, b) am Gehölzstreifen F

Abbildung 97: Nachwachsende Gehölzstreifen B und C sowie unbeerntete Streifen im Juni 2011

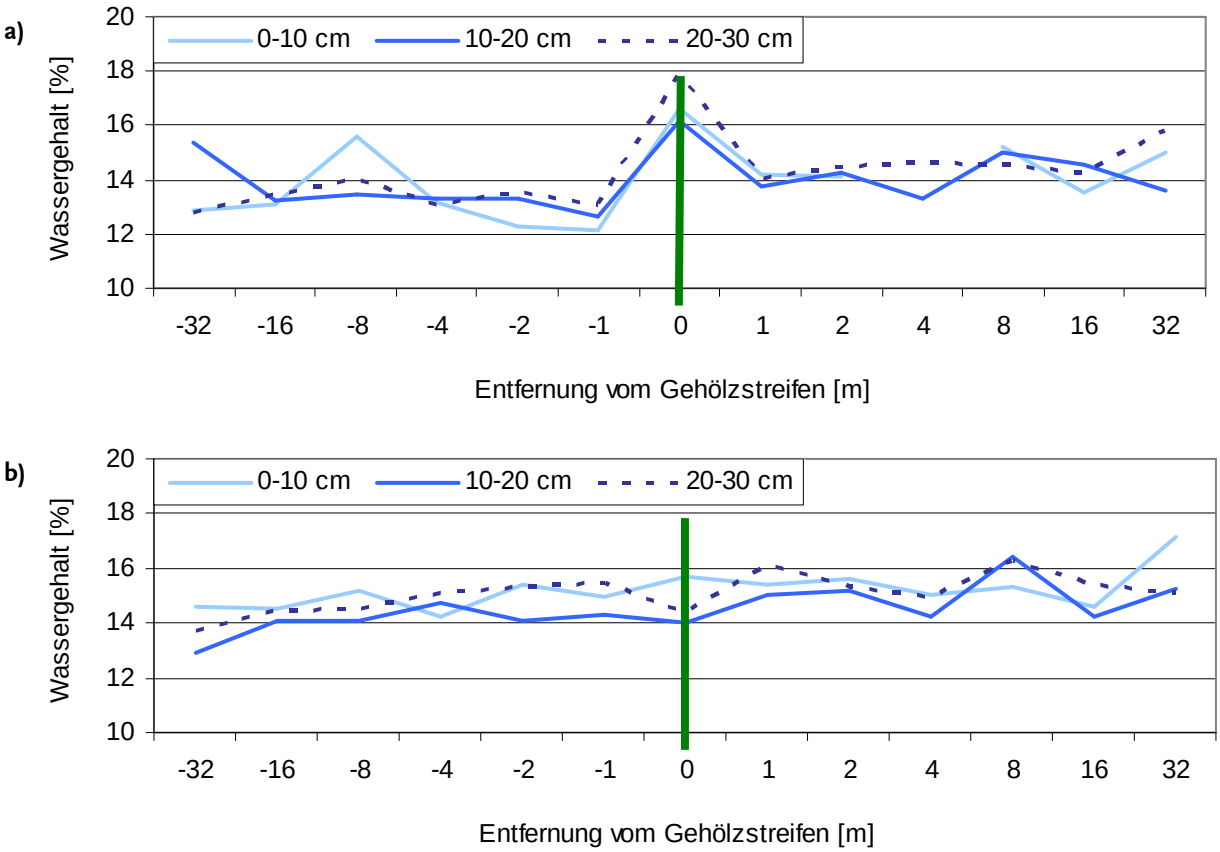


Abbildung 98: Bodenwassergehalt am 06.06.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen; a) am Gehölzstreifen C, b) am Gehölzstreifen F

Abbildung 99: Nachwachsende Gehölzstreifen B und C sowie unbeerntete Streifen im Juli 2011

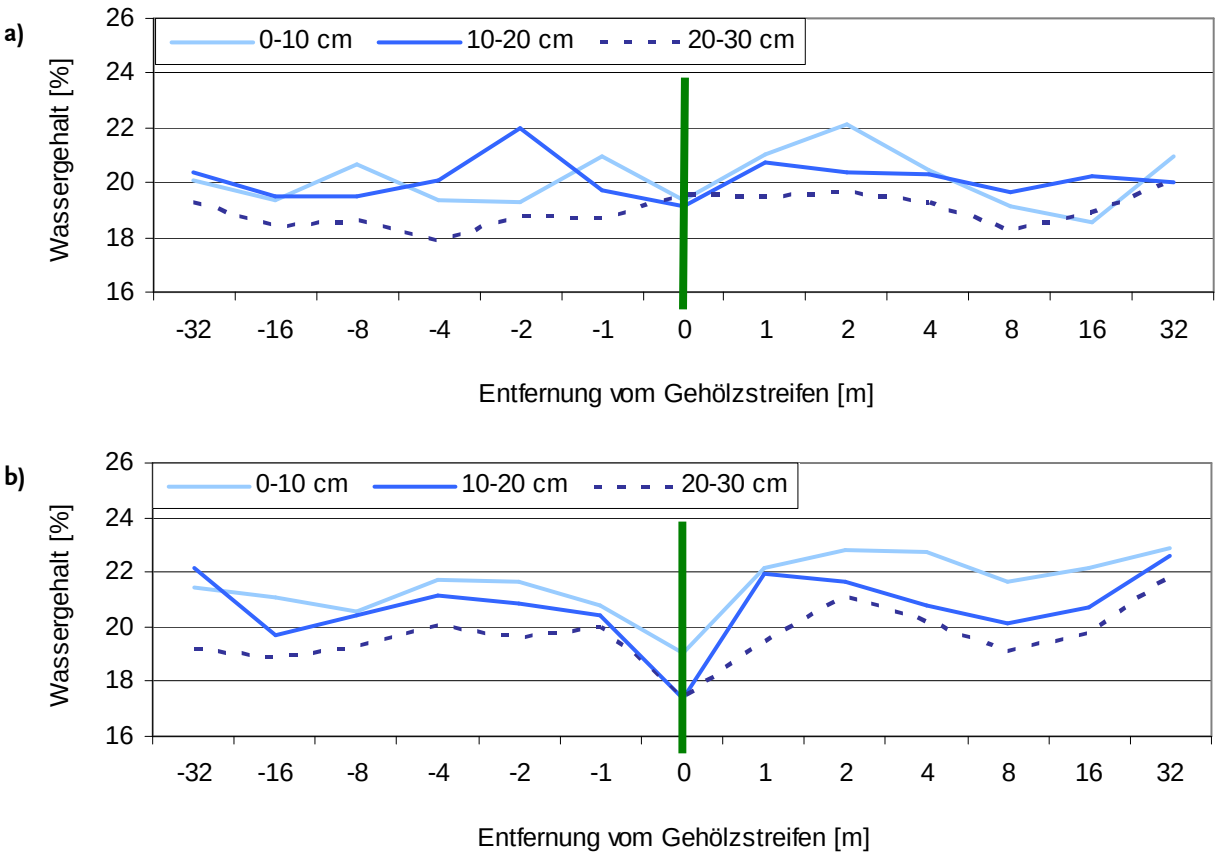


Abbildung 100: Bodenwassergehalt am 12.07.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen; a) am Gehölzstreifen C, b) am Gehölzstreifen F

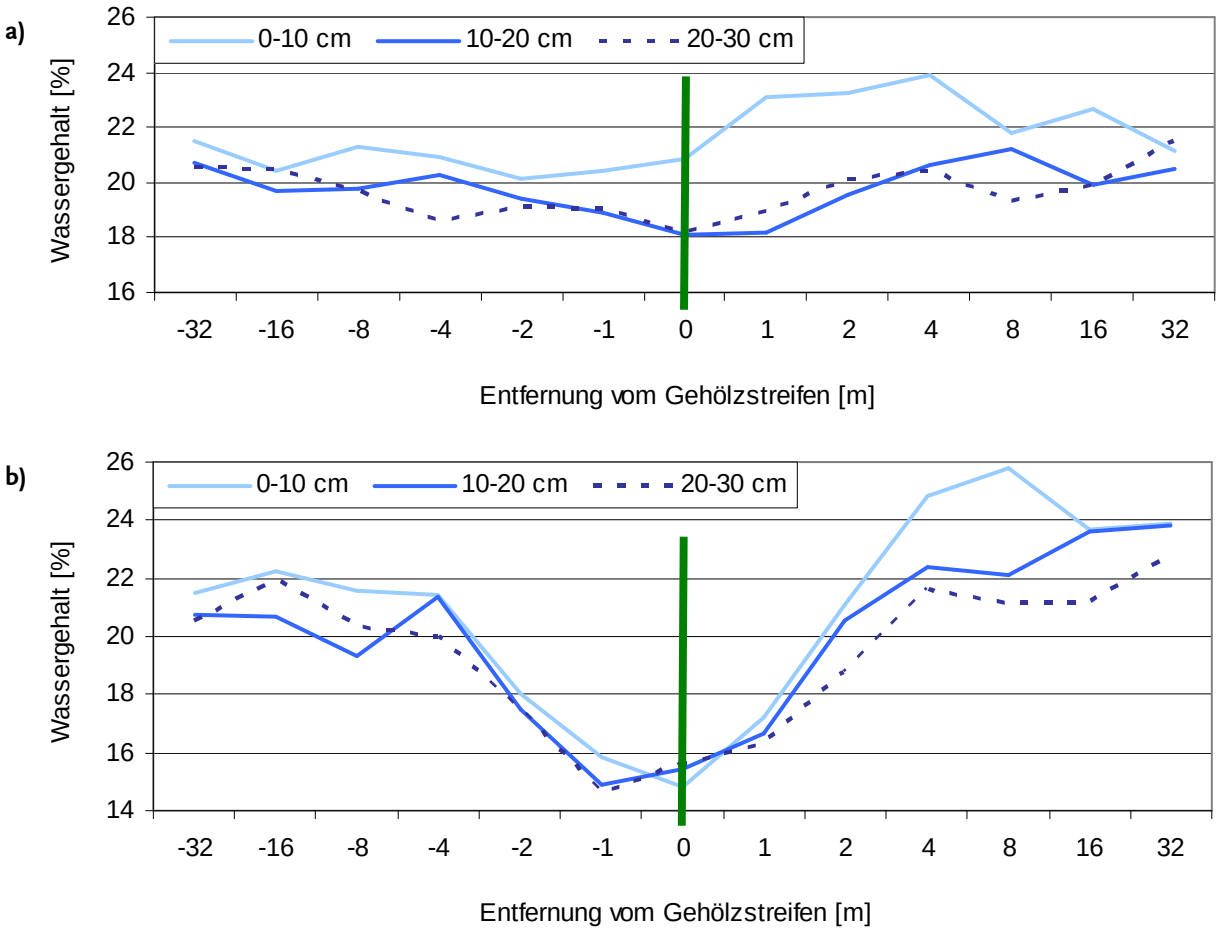


Abbildung 101: Bodenwassergehalt am 09.08.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen; a) am Gehölzstreifen C, b) am Gehölzstreifen F

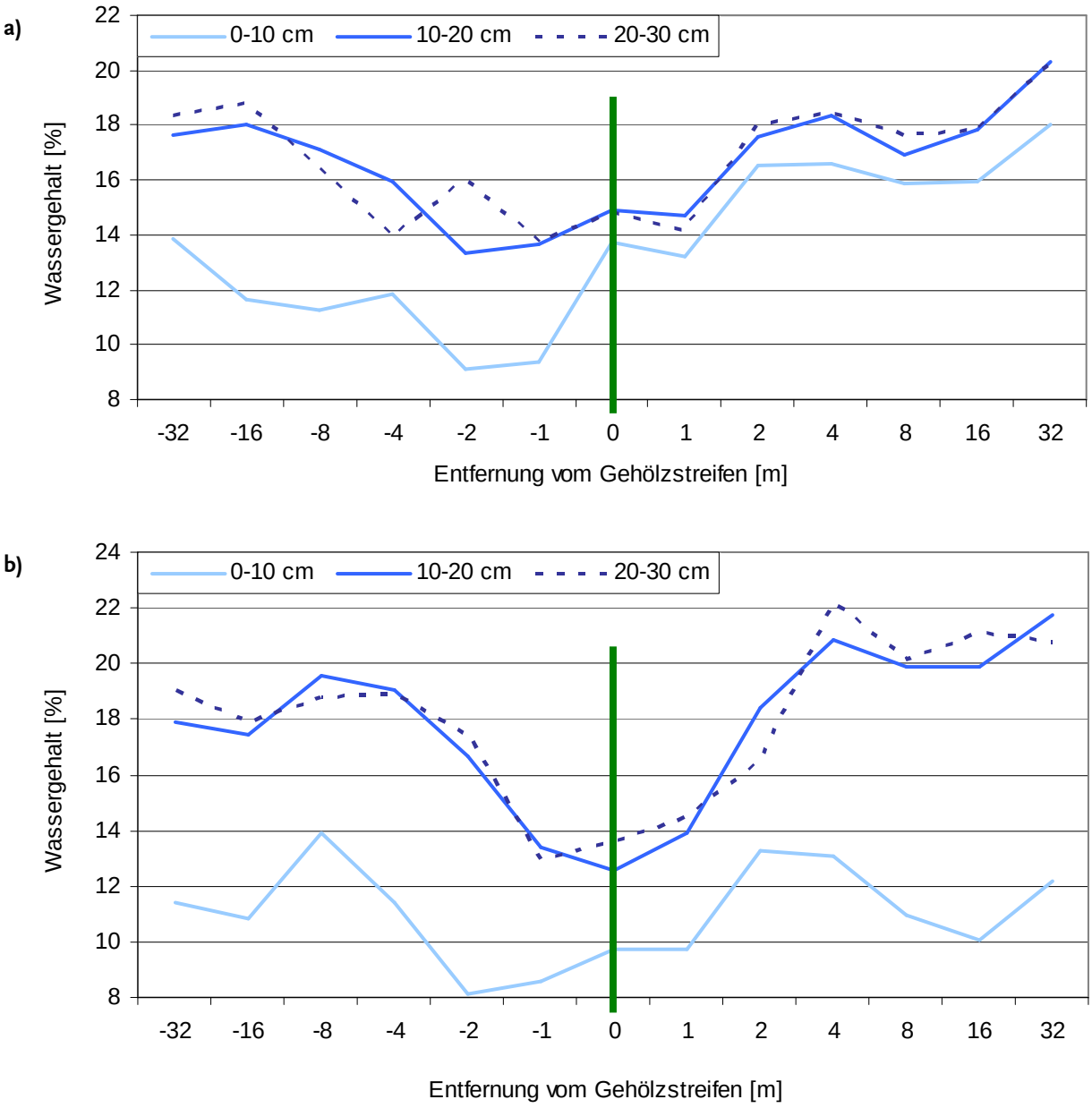


Abbildung 102: Bodenwassergehalt am 05.10.2011 in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen; a) am Gehölzstreifen C, b) am Gehölzstreifen F

Bei einer jahresübergreifenden Bewertung der insgesamt 16 Untersuchungen zu Bodenwassergehalten können folgende allgemeine Tendenzen abgeleitet werden. Eine Beeinflussung der Bodenwassergehalte durch die Gehölzstreifen findet erst ab Juli statt. Bei hoher Wasserverfügbarkeit ist der Einfluss auch im Hochsommer gering. Bei abnehmender Wasserverfügbarkeit kristallisieren sich zwei Effekte heraus, welche je nach Witterungsbedingungen und weiteren Faktoren unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Einerseits traten in einem Bereich von etwa 2 m an beiden Seiten der Streifen um bis zu 6 % reduzierte Wassergehalte auf. Als ursächlich hierfür können die höhere Interzeptionsverdunstung an den Bäumen, welche dazu führt das weniger

Niederschlagswasser den Boden erreicht, sowie der höhere Wasserbedarf der Gehölze gegenüber den Feldfrüchten angesehen werden. Zum anderen wurden im weiter entfernten Leebereich um bis zu 4 % erhöhte Wassergehalte gemessen. Dies lässt sich auf die Windschutzwirkung der Gehölzstreifen zurückführen, welche wiederum eine reduzierte Verdunstung bedingt. Der Einflussbereich dieses Effekts ist abhängig von der Höhe der Bäume.

Für die Einflussnahme auf die angrenzenden Ackerkulturen lässt sich daraus folgendes ableiten. Insbesondere in trockenen Witterungsperioden ab Juli kann im Nahbereich der Gehölzstreifen (etwa 2 m) eine ertragsbeeinflussende Verminderung der Wasserverfügbarkeit auftreten. Demgegenüber kann die höhere Wasserverfügbarkeit im Oberboden des Leebereiches eine Verbesserung der Wasserverfügbarkeit mit positivem Effekt auf den Ertrag der Ackerkultur bewirken. Eine quantitative Abschätzung der ertragsbezogenen Auswirkungen dieser Effekte ist aufgrund der starken Witterungsabhängigkeit und der Vielzahl der weiteren beeinflussenden Faktoren jedoch nicht möglich.

3.6 Erfassung von Parametern des Mikroklimas

3.6.1 Mikroklimatische Effekte im Leebereich einer Windschutzpflanzung

Die im Jahr 2008 über etwa zwei Monate innerhalb der Vegetationsperiode durchgeführten Datenerhebungen an einem etwa 6 m hohen zweireihigen Windschutzstreifen unbekannten Alters bei Buttelstedt im Weimarer Land lieferten einen ersten Eindruck der möglicherweise im Agroforstsystem Dornburg zu erwartenden Veränderungen.

Ein deutlicher Einfluss der Windschutzhecke wurde auf die Windgeschwindigkeit festgestellt (s. Abb. 103). Im Vergleich zur Referenzstation im Luvbereich des Streifens wurden sowohl in 10 m als auch in 100 m leeseitiger Entfernung deutliche Reduktionen festgestellt. In 10 m Entfernung war die Windgeschwindigkeit um durchschnittlich 1,2 m/s (≙ 59 %), in 100 m Entfernung noch um durchschnittlich 1,0 m/s (≙ 50 %) gegenüber der Windgeschwindigkeit auf der Luvseite reduziert.

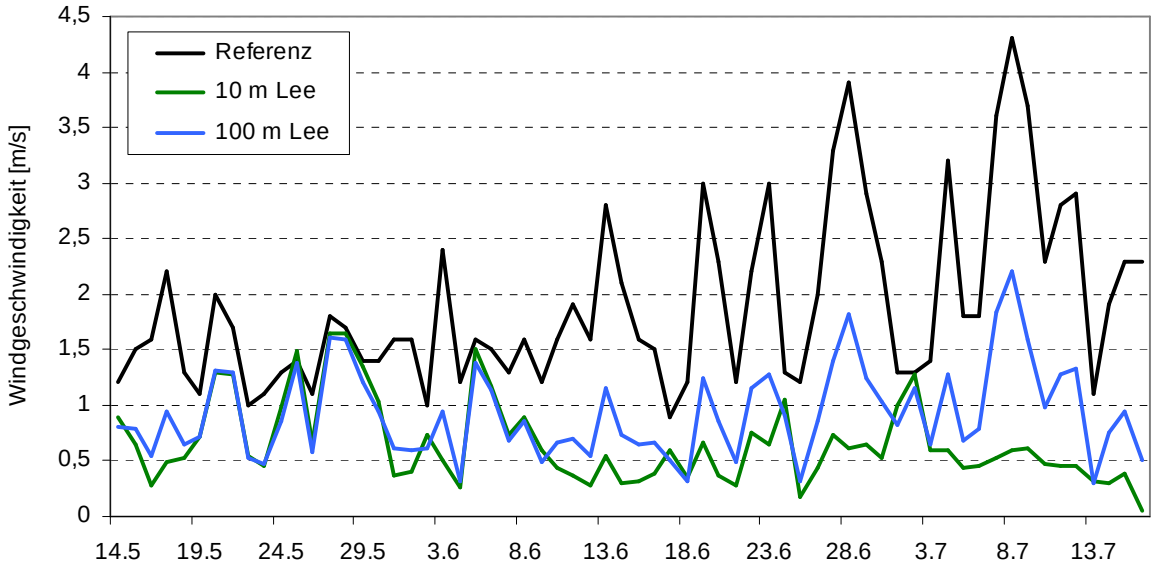


Abbildung 103: Einfluss einer Windschutzpflanzung auf die Windgeschwindigkeit, Buttelstedt 2008

Weiterhin wurden die Parameter Niederschlag, Luftfeuchte, Lufttemperatur, Bodentemperatur in 10 und 20 cm Tiefe sowie Blattbenetzung auf Unterschiede zwischen Luv- und Leeseite getestet. Bei keinem dieser Parameter konnte ein Einfluss des Windschutzstreifens nachgewiesen werden.

3.6.2 Mikroklimatische Effekte im Agroforstsystem Dornburg

Zur Auswertung der nicht durchgehend erhobenen mikroklimatischen Parameter wurden für Winter 2009, Sommer 2009, Winter 2010, Sommer 2010 sowie Sommer 2011 jeweils Datensätze über den Zeitraum eines Monats ausgewählt, welche als repräsentativ für die Jahreszeit und die Effekte von unbelaubten bzw. belaubten Gehölzstreifen anzusehen ist (s. Kap. 2.3.6). Die mikroklimatischen Effekte der Gehölzstreifen basieren zum einen auf der Beschattung, die jedoch nur einen begrenzten Bereich beeinflussen kann, sowie auf der windbremsenden Wirkung, welche wiederum auf weitere Parameter einwirken kann und einen größeren Bereich erfasst (bis zum 25fachen der Streifenhöhe, s. Abb. 1). Die Gehölzstreifen sind nicht exakt in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet, sondern wurden an die Lage des Schlages angepasst, so dass insbesondere Winde aus Westsüdwest bzw. Ostnordost abgeschwächt werden. Die Hauptwindrichtung der Region ist Westen. Dies konnte auch für die betrachtete Fläche bestätigt werden (s. Abb. 3). Die Einordnung in Luv und Lee der Gehölzstreifen bezieht sich demnach auf diese Hauptwindrichtung. Trotzdem treten auch zu einem nicht unerheblichen Anteil Winde Norden oder Süden auf, welche durch die Gehölzstreifen in geringerem Maße beeinflusst werden können. Winde aus

Osten können ebenfalls effektiv abgeschwächt werden, in diesem Fall kehren sich jedoch Luv und Lee um. Dies ist insbesondere bei der Auswertung der Mikroklimadaten zu berücksichtigen. Während der Messzeiträume wehte der Wind zu unterschiedlichen Anteilen aus Westsüdwest (s. Abb. 104). Insbesondere im Messzeitraum 2011 wurde hier ein überdurchschnittlicher Anteil von 68 % erreicht. Die tagesgenaue Darstellung der vorherrschenden Windrichtung während der Messzeiträume zeigt Anlage 12.

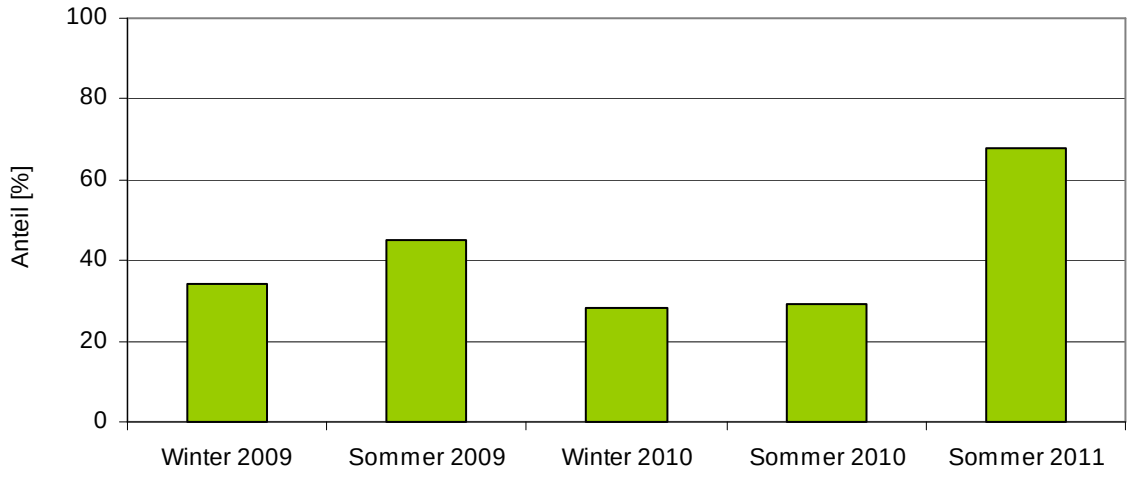


Abbildung 104: Anteil der Winde aus Hauptwindrichtung Westsüdwest während der Auswertungszeiträume

3.6.2.1 Windgeschwindigkeit

Im Sommer des Jahres 2009 betrug die durchschnittliche Höhe des Gehölzstreifens A etwa 250 cm (Ende 2008: 160 cm, Ende 2009: 360 cm, s. Abb. 26 a), so dass sich die Messstationen in 8 m sowie in 16 m leeseitiger Entfernung noch in der stillen Zone befanden. Die Station in 45 m Abstand befand sich im Bereich der beruhigten Zone, während die Station in 75 m Abstand theoretisch nicht mehr durch den Gehölzstreifen A beeinflusst gewesen sein sollte. Die Messungen fanden in 2,5 m Höhe statt. Ein Effekt der Gehölzstreifen auf die Windgeschwindigkeit ließ sich im Winter 2009 nicht nachweisen (s. Tab. 12). Im Sommer 2009 traten leicht reduzierte Werte in 16 m und 45 m Abstand auf.

Im Jahr 2010 fanden die Messungen in 1,5 m Höhe statt, um die tatsächliche Beeinflussung der landwirtschaftlichen Kulturen besser abschätzen zu können. Die durchschnittliche Höhe des Gehölzstreifens A betrug etwa 450 cm (Ende 2009: 360 cm, Ende 2010: 500 cm). Somit befanden sich die Stationen in 8 m, 16 m und 45 m Entfernung innerhalb der minimalen Ausdehnung der stillen bzw. der beruhigten Zone, während die Station bei 75 m im nicht generell beeinflussten Bereich der beruhigten Zone lag (s.

Abb. 26 b). Die Daten des Messzeitraumes im Winter 2010 bestätigen diese Einordnung (s. Tab. 12). In 8 m leeseitiger Entfernung wurde eine durchschnittliche Reduktion um 0,63 m/s (≙ 25,9 %) gemessen. In 16 m Entfernung betrug die Reduktion noch 0,52 m/s (≙ 21,5 %). Diese Unterschiede konnten statistisch gesichert werden. Die Reduktion in 45 m von 0,09 m/s (≙ 3,9 %) war statistisch nicht signifikant. In 75 m Entfernung wurde das Niveau der Referenzstation erreicht. Beachtlich sind diese Ergebnisse, da hier der unbelaubte Zustand der Gehölzstreifen repräsentiert wird. Im Sommer 2010 in belaubtem Zustand der Gehölze war das Niveau der Windstärke deutlich geringer. Im Lee bei 8 m Abstand betrug die Reduktion der Windgeschwindigkeit 0,50 m/s (≙ 87,1 %), bei 16 m 0,06 m/s (≙ 10,9 %). In 45 m und 75 m Entfernung überstiegen die durchschnittlichen Geschwindigkeiten die an der Referenzstation gemessenen Werte.

Tabelle 12: Windgeschwindigkeit am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010
(t-Test für abhängigen Stichproben: * ≙ p < 0,05, ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „größer als Referenz“)

	Winter 2009	Sommer 2009	Winter 2010	Sommer 2010
Referenz	2,420	1,292	2,441	0,580
Lee 8 m	2,432	1,310	1,810 **	0,075 **
Lee 16 m	2,362	1,255 **	1,917 **	0,517 *
Lee 45 m	2,339 *	1,267 *	2,347	0,641
Lee 75 m	2,438	1,300	2,474	0,677

Im Jahr 2011 wurden die Stationen nach Aussaat der Sommergerste im Frühjahr aufgestellt. Die Positionierung der Stationen im Lee unterschied sich von der der Vorjahre. Die Messungen wurden jeweils 22 m und 44 m im Leebereich der unbeernteten Gehölzstreifen E und F durchgeführt. Die Abstände wurden zur Repräsentation der mikroklimatischen Parameter in vierfacher und achtfacher Heckenhöhe, also im Bereich der stillen und der beruhigten Zone (s. Abb. 26 c), gewählt. In der gewählten Messperiode wehte der Wind überdurchschnittlich häufig aus der Hauptwindrichtung (s. Abb. 104), so dass die ermittelten Veränderungen gegenüber der Referenz ebenfalls als überdurchschnittlich zu bewerten waren. Im Lee bei 22 m Abstand von den Bäumen wurde am Streifen E eine durchschnittliche Reduktion der Windgeschwindigkeit um 0,79 m/s (≙ 54,3 %), am Streifen F um 0,71 m/s (≙ 48,6 %) erfasst (s. Tab 13). Im 44 m leeseitiger Entfernung betrug die Verminderung 0,41 m/s (≙ 28,3 %) am Streifen E und 0,22 m/s (≙ 14,9 %) am Streifen F. Die tendenziell niedrigere Reduzierung im Lee des Streifens F war möglicherweise durch die unterschiedlichen Abstände zwischen den Gehölzstreifen D und

E bzw. E und F bedingt. Im nahen Lee des Streifens E ist eine leichte Beeinflussung durch den Streifen D nicht ausgeschlossen, während im Lee des Streifens F keine Beeinflussung durch den Streifen E zu erwarten ist (s. Abb. 26 c). Es ist jedoch auch möglich, dass dieser Effekt durch nicht näher bestimmbare weitere Parameter verursacht wurde.

Tabelle 13: Windgeschwindigkeit an Gehölzstreifen E und F 2011
(t-Test für abhängigen Stichproben: * ≙ p < 0,05, ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „größer als Referenz“)

	Sommer 2011	
Referenz	1,460	
E Lee 22 m	0,667	**
E Lee 44 m	1,047	**
F Lee 22 m	0,750	**
F Lee 44 m	1,242	**

Die tagesgenaue Darstellung der Windgeschwindigkeiten während der Messzeiträume 2009 bis 2011 zeigt Anlage 13. Hier wird ersichtlich, dass insbesondere Windspitzen, welche zu wirtschaftlichen Schäden in landwirtschaftlichen Kulturen führen können (Lager in Getreide, Windbruch in Mais), abgeschwächt wurden.

3.6.4.2 Luftfeuchte

Aufgrund der nachgewiesenen Reduzierung der Windgeschwindigkeit im Leebereich der Gehölzstreifen bestand die Erwartung einer parallelen Erhöhung der Luftfeuchte aufgrund reduzierter Verdunstung und stärkerer Taubildung (s. Abb. 1). Dies konnte jedoch in keinem der betrachteten Messzeiträume bestätigt werden. Im Gegenteil war die Luftfeuchte im Leebereich der Bäume in allen Entfernungen zu allen Messperioden signifikant geringer als an der Referenzstation (s. Tab. 14 und 15). Die Verteilung der Werte lässt jedoch darauf schließen, dass dies eher durch räumliche Effekte unabhängig von den Gehölzstreifen verursacht war, da sich die Verringerung der Luftfeuchte tendenziell mit zunehmendem Abstand vom Gehölzstreifen bzw. nach Westen verstärkte und nicht mit den Veränderungen der Windgeschwindigkeit an den unterschiedlichen Messpositionen korreliert war. Eine Erfassung möglicher Erhöhungen der Luftfeuchte war demnach nicht möglich, obwohl ein derartiger Effekt nicht ausgeschlossen werden kann, da dieser durch weitere, nicht näher bestimmbare Einflüsse überlagert sein kann. Die tagesgenaue Darstellung der Luftfeuchte während der Messzeiträume 2009 bis 2011 zeigt Anlage 14.

Tabelle 14: Luftfeuchte am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „größer als Referenz“)

	Winter 2009	Sommer 2009	Winter 2010	Sommer 2010
Referenz	93,037	86,302	88,403	75,896
Lee 8 m	92,444 **	85,301 **	87,462 **	75,295 **
Lee 16 m	92,097 **	83,721 **	87,002 **	72,340 **
Lee 45 m	92,492 **	84,485 **	87,447 **	71,515 **
Lee 75 m	92,028 **	83,989 **	86,670 **	71,231 **

Tabelle 15: Luftfeuchte an Gehölzstreifen E und F 2011
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „größer als Referenz“)

	Sommer 2011
Referenz	83,447
E Lee 22 m	80,816 **
E Lee 44 m	78,621 **
F Lee 22 m	79,607 **
F Lee 44 m	78,607 **

3.6.4.3 Bodenfeuchte

Durch die nachweisliche Verminderung der Windgeschwindigkeit im Leebereich der Gehölzstreifen sollen die Verdunstung reduziert und die Taubildung verstärkt werden (s. Abb. 1). Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass das höhere Feuchtigkeitsangebot höhere Bodenwassergehalte insbesondere im Oberboden im beeinflussten Leebereich der Gehölzstreifen verursacht. Diese Fragestellung wurde bereits durch detaillierte Beprobungen in mehreren Entfernungen luv- und leeseitig von Gehölzstreifen in den Tiefen 0 bis 10 cm, 10 bis 20 cm und 20 bis 30 cm bearbeitet (s. Kap. 3.5.2). Da die Ergebnisse dieser Untersuchungen jedoch keine Bewertung der zeitlichen Heterogenität erlauben, wurden auch die Messergebnisse von TDR-Sonden, welche jedoch nur an der Referenzstation sowie an einer leeseitig installierten Station integriert waren, zur Beurteilung herangezogen werden. Die Messtiefen der Sonden lagen jeweils bei 20 cm, 40 cm und 60 cm. Von 2008 bis 2010 waren die Sensoren leeseitig in 8 m Entfernung vom Gehölzstreifen A installiert. Insbesondere in den Messperioden des Jahres 2010 konnten an dieser Position deutlich Reduktionen der Windgeschwindigkeit erfasst werden (s. Tab. 12). Eine Auswirkung auf die Bodenfeuchte war durch die Messsonden jedoch nicht zu verzeichnen (s. Tab. 16). Auch im Jahr 2011, in welchem die Messungen in 22 m leeseitiger Entfernung des Gehölzstreifens E stattfanden, konnten keine eindeutigen Aussagen abgeleitet werden. Die signifikante Erhöhung der Bodenfeuchte in 40 cm Tiefe

kann nicht zweifelsfrei auf den Einfluss des Gehölzstreifens zurückgeführt werden, da in den weiteren Bodentiefen, insbesondere in 20 cm Tiefe, kein Effekt nachweisbar war. Hier ist anzumerken, dass die Anzahl der Messpunkte nicht ausreichte, um das extrem komplexe System des Bodenwasserhaushaltes abzubilden. Eine Erweiterung von Messeinrichtungen war jedoch aus Kostengründen nicht möglich. Unter Berücksichtigung der gravimetrisch erfassten Bodenwassergehalte (s. Kap. 3.5.2) bestätigte sich jedoch das Bild eines räumlich und zeitlich extrem komplexen Systems, bei welchem nicht alle Einflussgrößen benannt und berücksichtigt werden können. Ein möglicherweise bestehender Effekt der Gehölzstreifen auf die Bodenfeuchte im Leebereich war nicht groß genug, um zweifelsfrei von anderen Effekten abgegrenzt werden zu können. Die tagesgenaue Darstellung der Bodenfeuchte während der Messzeiträume 2009 bis 2011 zeigt Anlage 15.

Tabelle 16: Bodenfeuchte am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01, °° ≙ p > 0,99 für Hypothese „kleiner als Referenz“)

		Winter 2009	Sommer 2009	Winter 2010	Sommer 2010
Referenz	20 cm	21,713	27,484	28,503	19,027
Lee 8 m	20 cm	23,375 **	27,09	28,622	17,280
Referenz	40 cm	25,550	22,968	30,797	17,780
Lee 8 m	40 cm	25,450	21,426 °°	30,134 °°	19,800 **
Referenz	60 cm	24,856	22,477		
Lee 8 m	60 cm	22,206 °°	17,497 °°	27,053	20,994

Tabelle 17: Bodenfeuchte an Gehölzstreifen E und F 2011
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „kleiner als Referenz“)

		Sommer 2011
Referenz	20 cm	29,219
Lee 22 m	20 cm	29,555
Referenz	40 cm	25,126
Lee 22 m	40 cm	28,113 **
Referenz	60 cm	25,965
Lee 22 m	60 cm	25,813

3.6.4.4 Lufttemperatur

Zu allen Messperioden in 2009 und 2010, sowohl im Sommer als auch im Winter, waren die Temperaturen im nahen Leebereich bei 8 m Abstand von den Bäumen leicht reduziert gegenüber den Referenzwerten (s. Tab. 18). Ein gerichteter Unterschied konnte an den

weiter entfernten Messstationen nicht erfasst werden. Hier waren die Werte mal höher, mal niedriger als die entsprechende Referenz. Auch im Sommer 2011 schienen die beobachteten Unterschiede weniger durch die Entfernung vom Gehölzstreifen als vielmehr durch weitere, nicht benennbare Faktoren beeinflusst zu sein. Die tagesgenaue Darstellung der Lufttemperatur während der Messzeiträume 2009 bis 2011 zeigt Anlage 16.

Tabelle 18: Lufttemperatur am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „gleich Referenz“)

	Winter 2009	Sommer 2009	Winter 2010	Sommer 2010
Referenz	-0,201	15,606	-2,148	20,411
Lee 8 m	-0,297 **	15,151 **	-2,492 **	19,649 **
Lee 16 m	-1,167 **	15,579	-2,947 **	20,616 **
Lee 45 m	-0,365 **	15,737 **	-2,148	20,716 **
Lee 75 m	-0,182	15,961 **	-1,923 **	21,064 **

Tabelle 19: Lufttemperatur am Gehölzstreifen E und F 2011
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „gleich Referenz“)

	Sommer 2011
Referenz	15,805
E Lee 22 m	15,498 **
E Lee 44 m	16,361 **
F Lee 22 m	16,531 **
F Lee 44 m	16,708 **

3.6.4.5 Bodentemperatur

Auch die Bodentemperaturen in 10 cm und 20 cm Tiefe ließen keinen Rückschluss auf einen gerichteten Einfluss der Gehölzstreifen zu (s. Tab. 20 bis 23). Die ermittelten geringfügigen Unterschiede schienen eher durch weitere Umweltfaktoren bzw. durch messtechnisch bedingte Abweichungen beeinflusst zu sein. Die in Anlage 17 und 18 dargestellten tagesgenauen Ergebnisse während der einzelnen Messzeiträume ließen jedoch darauf schließen, dass Kältespitzen im Winter im Leebereich der Gehölzstreifen abgeschwächt werden (s. Anl. 17 b und c sowie Anl. 18 b). Dies ist insbesondere für überwinternde Ackerkulturen positiv zu bewerten, da extreme Minusgrade zur Auswinterung der Pflanzen führen können.

Tabelle 20: Bodentemperatur in 10 cm Tiefe am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „gleich Referenz“)

	Winter 2009	Sommer 2009	Winter 2010	Sommer 2010
Referenz	-0,137	14,858	-0,517	17,585
Lee 8 m	-0,071	14,091 **	-0,073 **	17,986 **
Lee 16 m	-0,764 **	14,284 **	-0,481	17,370 **
Lee 45 m	0,033 **	14,220 **	0,012 **	17,117 **
Lee 75 m	0,068 **	14,785	-0,325 **	17,722 **

Tabelle 21: Bodentemperatur in 10 cm Tiefe an Gehölzstreifen E und F 2011
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „gleich Referenz“)

	Sommer 2011
Referenz	14,849
E Lee 22 m	15,881 **
E Lee 44 m	16,313 **
F Lee 22 m	16,403 **
F Lee 44 m	16,436 **

Tabelle 22: Bodentemperatur in 20 cm Tiefe am Gehölzstreifen A 2009 bis 2010
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „gleich Referenz“)

	Winter 2009	Sommer 2009	Winter 2010	Sommer 2010
Referenz	-0,161	14,437	-0,156	16,574
Lee 8 m	-0,108	13,568 **	0,128 **	16,660 **
Lee 16 m	-0,686 **	13,805 **	-0,168	16,743 **
Lee 45 m	0,182 **	13,830 **	0,291 **	16,439 **
Lee 75 m	0,139 **	14,418	0,046 **	17,001 **

Tabelle 23: Bodentemperatur in 20 cm Tiefe an Gehölzstreifen E und F 2011
(t-Test für abhängigen Stichproben: ** ≙ p < 0,01 für Hypothese „gleich Referenz“)

	Sommer 2011
Referenz	14,546
E Lee 22 m	15,202 **
E Lee 44 m	15,968 **
F Lee 22 m	16,119 **
F Lee 44 m	16,123 **

3.6.4.6 Weitere mikroklimatische Parameter

Weitere erhobene Parameter des Mikroklimas waren Niederschlag, Blattbenetzung und Globalstrahlung. Hier konnten keine Unterschiede zwischen den Messpositionen ermittelt werden, die durch den Einfluss der Gehölzstreifen bedingt waren. Insbesondere der hohe

geräteeigene Messfehler der Blattbenetzungs- und Globalstrahlungssensoren von jeweils +/- 10 % machte eine Erfassung geringfügiger Trends und Tendenzen an unterschiedlichen, kleinräumig abweichenden Messpositionen unmöglich.

3.7 Untersuchungen zur ökologischen Vielfalt

3.7.1 Begleitflora

3.7.1.1 Arteninventar

Bereits zu Beginn der Erhebungen des Gesamtarteninventars von Gefäßpflanzen des Agroforstsystems im Jahr 2008, in der zweiten Vegetationsperiode nach Etablierung der Gehölzstreifen, traten in diesen deutlich höhere Artenzahlen im Vergleich zum Ackerbereich auf. Hierfür waren die Nichtanwendung von Herbiziden sowie die Bodenruhe durch unterlassene Bodenbearbeitung ursächlich. Der im Boden vorhandene Samenpool konnte so aktiviert werden. Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes veränderten sich die Gesamtartenzahlen (s. Abb. 105). Dies ist auf natürliche Schwankungen aufgrund der Witterungsbedingungen der einzelnen Untersuchungsjahre, auf die verschiedenen angebauten Feldfrüchte und deren assoziierter Begleitflora sowie auf die sich durch das Wachstum und die Ernte der Gehölzstreifen verändernden kleinräumigen Umweltbedingungen zurückzuführen. Im Verlauf der einsetzenden natürlichen Sukzession ist von einer zunehmenden Zuwanderung weiterer Arten, vorwiegend aus dem näheren Umland, zu rechnen. Hierbei werden aufgrund der veränderten Standortbedingungen innerhalb der Gehölzstreifen vermutlich bisher auf der Fläche nicht beheimatete Arten hinzukommen. Erste Hinweise auf diesen Effekt gaben einige zum Ende des Untersuchungszeitraumes erstmals nachgewiesene Arten, welche für den Lebensraum waldnaher Staudenfluren und Gebüsche charakteristisch sind (z. B. Oregano und Gemeiner Odermennig; s. Anl. 19) und somit eine Erweiterung des Artenspektrums der Gesamtfläche bedeuten.

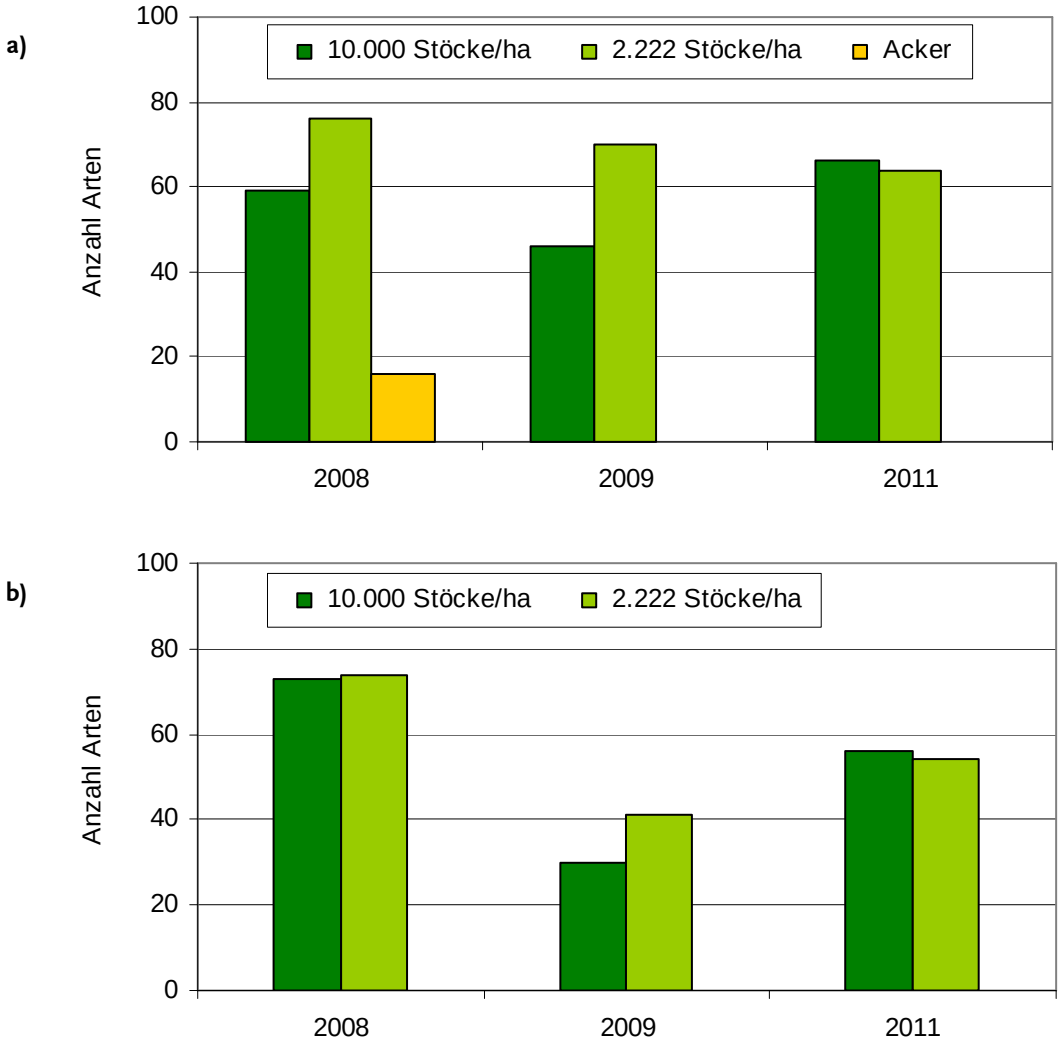


Abbildung 105: Gesamtinventar der Gefäßpflanzen im Agroforstsystem – Anzahl Arten; a) Frühsommer 2008 – 2011, b) Frühherbst 2008 - 2011

Die Gesamtdeckungsgrade der Begleitflora der Gehölzstreifen betrugen während des Untersuchungszeitraumes zwischen 35 und 91 % (s. Abb. 106). Diese unterschieden sich bei den Erhebungen in den Frühsommern der einzelnen Jahre kaum zwischen den eng und weit bestockten Streifen (s. Abb. 106 a). In den Frühherbstbonituren der Jahre 2008 und 2009 zeigten sich deutlich höhere Deckungsgrade innerhalb der weit bepflanzten Gehölzstreifen D bis G (s. Abb. 106 b). Dies war auf die geringere Konkurrenz mit den angepflanzten Bäumen um Licht und Wasser in diesen Streifen zurückzuführen. Im Jahr 2011 kehrte sich dieser Effekt um, zu begründen mit der nach der Ernte der Streifen A bis C reduzierten Konkurrenzkraft der Bäume und der zunehmenden Ausdunklung innerhalb der Streifen D bis G.

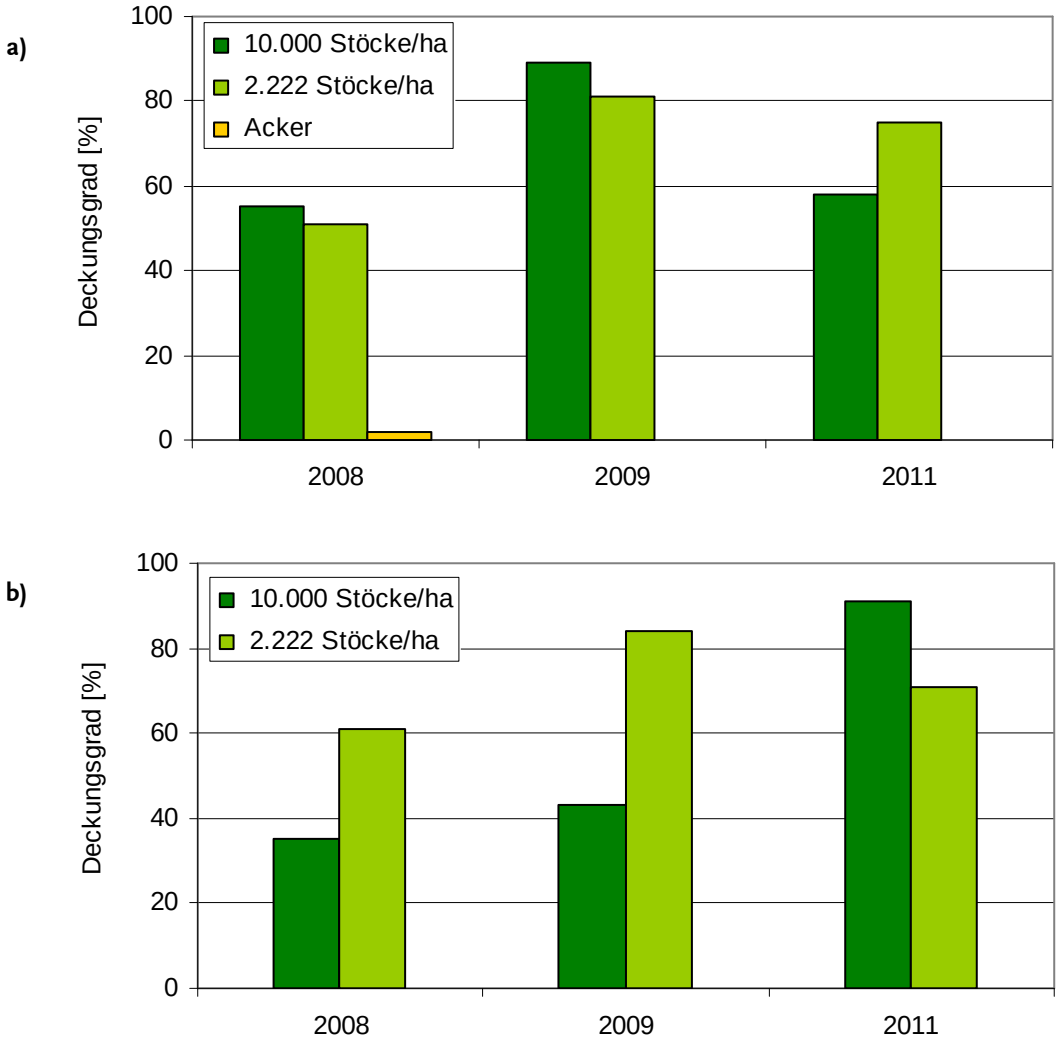


Abbildung 106: Gesamtinventar der Gefäßpflanzen im Agroforstsystem – Deckungsgrad; a) Frühsommer 2008 – 2011, b) Frühherbst 2008 - 2011

3.7.1.2 Transektbonitur

In den Jahren 2010 und 2011 fanden zusätzlich zu den Erhebungen des Gesamtarteninventars gezielte Untersuchungen zu Deckungsgraden und Artenzusammensetzungen in unterschiedlichen Kompartimenten des Agroforstsystems statt. Deutlich zeigte sich der Unterschied zwischen den hohen Deckungsgraden der Begleitflora in Gehölzstreifen und im Saumbereich gegenüber den Ackerkompartimenten (s. Abb. 107). Während im Jahr 2010 (Winterweizen) nahezu keine Begleitvegetation auf dem Acker zu finden war, traten insbesondere im Spätsommer 2011 recht hohe Deckungsgrade auf. Dies ist mit der bereits etwa einen Monat vor der Bonitur erfolgten Ernte der Sommergerste zu begründen. In den Stoppeln der Sommergerste, welche auch

vor der Ernte deutlich lichter war als der Winterweizen in 2010, konnte sich noch eine recht ausgeprägte Begleitflora etablieren.

Die Auswertung der Artenzahlen zeigte ein ähnliches Ergebnis (s. Abb. 108). Im Jahr 2010 hatten sich im Gehölzstreifen sowie im Gehölzstreifensaum deutlich mehr Arten etabliert als in den untersuchten Kompartimenten des Ackers. Im Jahr 2011 waren die Artenzahlen im Acker insgesamt höher. Interessant war die Reduzierung der Arten in den Gehölzstreifen von 2010 zu 2011 bei nahezu unverändertem Deckungsgrad. Hier wurde deutlich, dass insbesondere der Bereich des Saumes zur Diversität des Gesamtsystems beiträgt. Ob sich generell auf dem Acker im Nahbereich der Gehölzstreifen ein höherer Unkrautdruck einstellt, war mit den vorliegenden Daten nicht zu beurteilen. Hier kann nur die Auswertung weiterer Erhebungen zu einer Aussage führen.

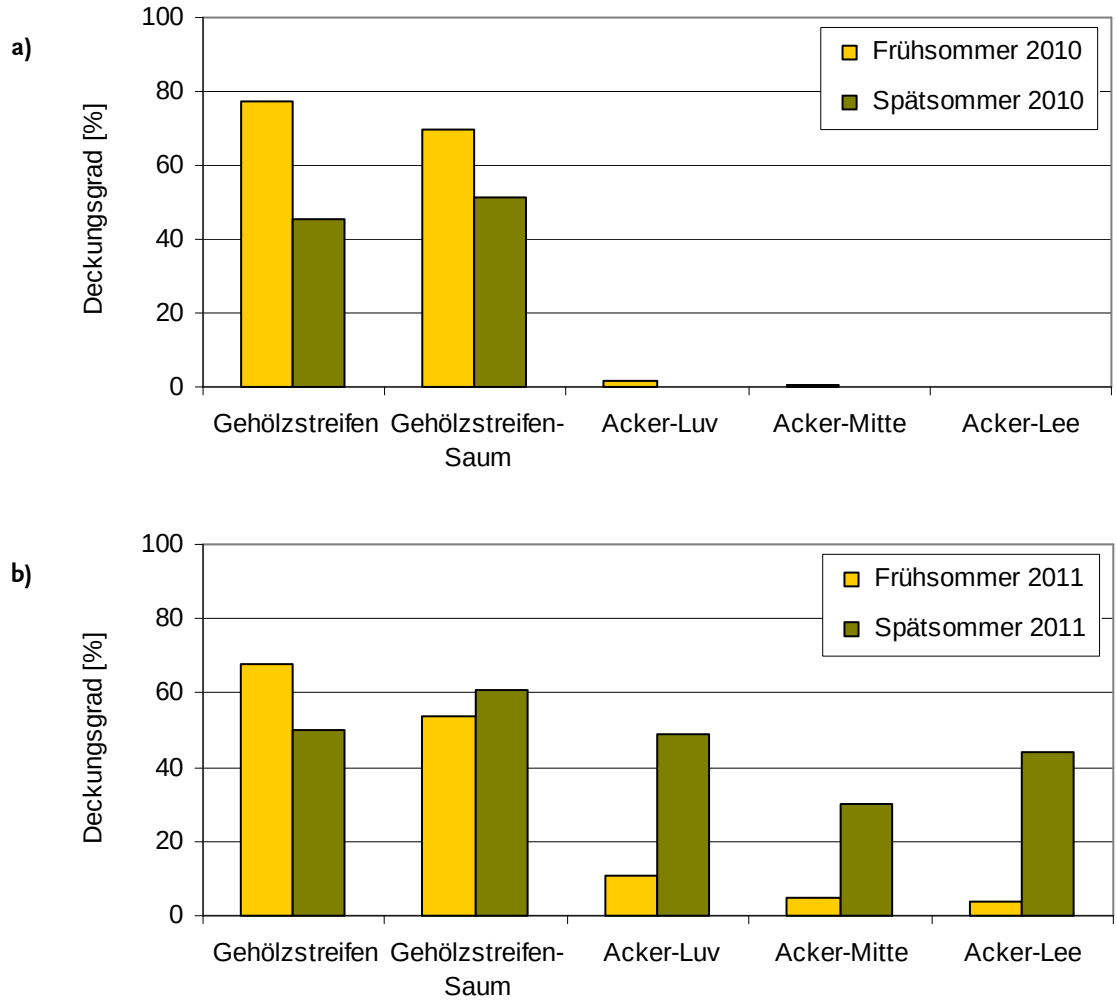


Abbildung 107: Gefäßpflanzen in Kompartimenten des Agroforstsystem –Deckungsgrad; a) 2010, b) 2011

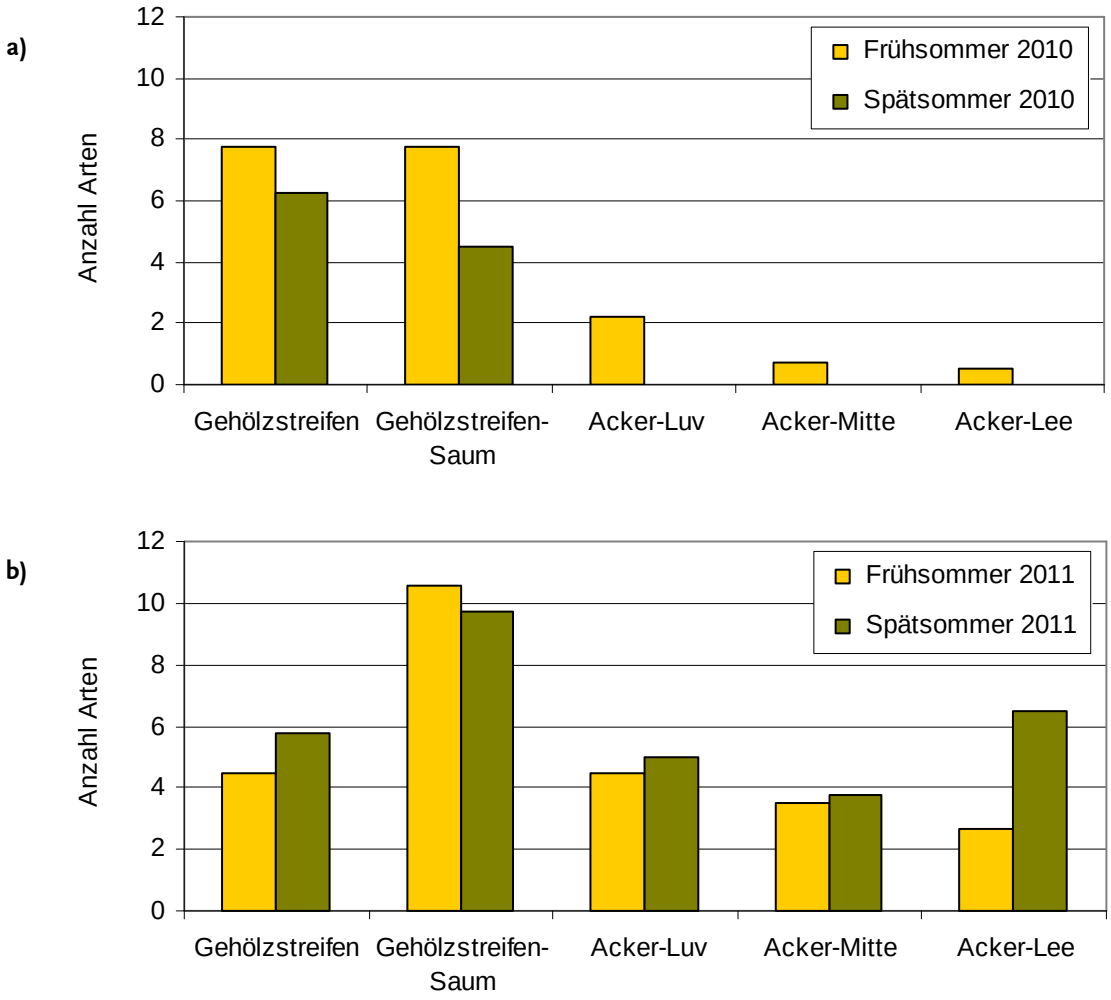


Abbildung 108: Gefäßpflanzen in Kompartimenten des Agroforstsystem – Artenzahl; a) 2010, b) 2011

3.7.2 Begleitfauna

Für verschiedene Arten haben derartige Agroforststrukturen eine Habitatfunktion als Reproduktionsstätte, Nahrungsraum oder Leitlinie in der Landschaft. Hochspezialisierte bzw. besonders seltene Arten konnten nicht festgestellt werden. Die Artenzusammensetzung ist repräsentativ für das Gebiet. Der Vergleich der einzelnen Jahre bzw. die Gesamtbewertung wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Eine wichtige Rolle spielt z.B. das Wetter, insbesondere Wind und Feuchtigkeit. Vor allem die im jeweiligen Untersuchungsjahr bzw. zum entsprechenden Zeitpunkt herrschende Bodenfeuchtigkeit kann die Fängigkeit der Bodenfallen erheblich beeinflussen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Bewirtschaftung der Gehölzstreifen bzw. die dort erfolgten Eingriffe. Ab dem Jahr 2010 erfolgte beispielsweise in den Streifen kein Rückschnitt der Begleitvegetation. Die ausgebildete Bodenvegetation und die Pflanzenartenzusammensetzung schwankten also

zwischen den Jahren erheblich. Einen Einfluss hat in diesem Zusammenhang auch die Höhe und Dichte der Gehölzstreifen im jeweiligen Untersuchungsjahr. Neben den Gehölzen spielen aber auch die angebaute Feldfrucht sowie der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln eine wichtige Rolle. Insbesondere die Zusammensetzung der Kleinsäuger- und Insektenarten kann dadurch beeinflusst werden. Außerdem befindet sich die Untersuchungsfläche in der Nähe von Siedlungen, was auch einen Einfluss auf Artenzusammensetzung ausüben kann. Da die genannten Faktoren schwer abzugrenzen sind und sich zum Teil gegenseitig überlagern, kann keine exakte Aussage zu den Ursachen getroffen werden, warum welche Arten in einem Jahr vorkamen und in einem anderen nicht. Hinsichtlich der einzelnen Arten sind somit vielmehr allgemeine Angaben möglich, ob deren Vorkommen repräsentativ für derartige Systeme ist.
In den vier Untersuchungsjahren konnten im Untersuchungsgebiet insgesamt 13 Säugetierarten, 46 Vogelarten, 33 Tagfalterarten und 62 Laufkäferarten erfasst werden.

3.7.2.1 Vögel

Von 2008 – 2011 wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt 46 Vogelarten festgestellt bzw. nachgewiesen (s. Tab. 24). Von den 46 nachgewiesenen Arten sind 6 in der Roten Liste Thüringens (Stand 2001) enthalten, die aber keine Brutvögel auf der Agroforstflächen waren. In den Anlagen 20 bis 23 wurden die Listen der Sichtungen zu den einzelnen Begehungsterminen der Jahre 2008 bis 2011 angefügt.
Als Brutvögel in den Heckenstreifen sind 11 Arten zu nennen. 30 Arten waren in den 4 Untersuchungsjahren jährlich nachweisbar. Individuen der Arten Amsel, Haussperling und Rabenkrähe waren bei allen Kontrollen in den Unsuchungsflächen in den 4 Jahren ständig anwesend, sie haben die höchste Stetigkeit im Gebiet. Von den Arten Blaumeise, Buchfink, Feldsperling, Goldammer, Ringeltaube, Rotkehlchen und Star gelangen in den einzelnen Jahren mehrfache Nachweise. Die im Gebiet bestätigten Arten Feldlerche, Gebirgsstelze, Graureiher, Kolkrabe, Kornweihe, Mehlschwalbe, Rauchschwalbe und Wachtel weisen durch ihre ökologische Habitatbindung keinen unmittelbaren Bezug zu den Gehölzen auf. Mäusebussard, Kornweihe, Rotmilan, Sperber und Turmfalke sind Greifvögel, die mehr oder weniger die Gehölzflächen sowie deren Umland als Nahrungsräume nutzen. Wenn die landwirtschaftlichen Kulturen (z.B. Getreide, Raps) in ihrem Wachstum eine Höhe etwas über 20 cm erreicht haben, stehen diese Anbauflächen den Greifvögeln nicht mehr als Nahrungsflächen mit ihren Beutetieren zur Verfügung. Insofern haben die

Tabelle 24: Nachweise von Vogelarten in den Jahren 2008 bis 2011

Art	Wissenschaftlicher Name	RLT	Untersuchungsjahre				Bemerkung
			2008	2009	2010	2011	
Amsel	*Turdus merula*		x	x	x	x	
Bachstelze	*Motacilla alba*		x	x	x	x	
Baumpieper	*Anthus trivialis*		x			x	
Blaumeise	Parus caeruleus		x	x	x	x	
Buchfink	*Fingilla coelebs*		x	x	x	x	
Dorngrasmücke	*Sylvia communis*		x	x	x	x	
Eichelhäher	*Garrulus glandarius*		x	x	x	x	
Elster	*Pica pica*		x	x	x	x	
Feldlerche	*Alauda arvensis*		x	x	x	x	Keine Beziehung zur Gehölzstruktur
Feldsperling	*Passer montanus*		x	x	x	x	
Fitis	*Phylloscopus trochilus*					x	
Gartenbaumläufer	*Certhia brachydactyla*		x				
Gartengrasmücke	*Sylvia borin*				x	x	
Gebirgsstelze	*Motacilla cinerea*		x				
Goldammer	*Emberiza citrinella*		x	x	x	x	
Graureiher	*Ardea cinerea*		x				Keine Beziehung zur Gehölzstruktur
Grauspecht	*Picus canus*		x				
Grünfink	*Carduelis chloris*		x	x	x	x	
Hänfling	*Carduelis cannabina*		x	x	x	x	
Hausrotschwanz	*Phoenicurus ochrurus*		x	x	x	x	
Haussperling	*Passer domesticus*		x	x	x	x	
Heckenbraunelle	*Prunella modularis*					x	
Kohlmeise	*Parus major*		x	x	x	x	
Kolkrabe	*Corvus corax*		x	x		x	
Kornweihe	*Circus cyaneus*	0			x		Keine Beziehung zur Gehölzstruktur
Mäusebussard	*Buteo buteo*		x	x	x	x	
Mehlschwalbe	*Delichon urbica*	3	x	x	x	x	Keine Beziehung zur Gehölzstruktur
Mönchsgrasmücke	*Sylvia atricapilla*		x	x	x	x	
Neuntöter	*Lanius collurio*		x		x		
Rabenkrähe	*Corvus corone*		x	x	x	x	
Rauchschwalbe	*Hirondo rustica*	3	x	x	x	x	Keine Beziehung zur Gehölzstruktur
Rebhuhn	*Perdix perdix*	2	x	x	x	x	
Ringeltaube	*Columba palumbus*		x	x	x	x	
Rotkehlchen	*Erithacus rubecula*		x	x	x	x	
Rotmilan	*Milvus milvus*	3	x	x	x	x	
Sperber	*Accipiter nisus*					x	
Star	*Sturnus vulgaris*		x	x	x	x	
Stieglitz	*Carduelis carduelis*		x	x	x	x	
Sumpfrohrsänger	*Acrocephalus palustris*					x	
Turmfalke	*Falco tinnunculus*		x	x	x	x	
Turteltaube	*Streptopelia turtur*		x			x	
Wacholderdrossel	*Turdus pilaris*		x	x	x	x	
Wachtel	*Coturnix coturnix*	3	x	x	x	x	Keine Beziehung zur Gehölzstruktur
Zaungrasmücke	*Sylvia curruca*		x	x	x	x	
Zaunkönig	*Troglodytes troglodytes*		x	x	x	x	
Zilpzalp	*Phylloscopus collybita*		x	x	x	x	

Gehölzstreifen als Leitlinien besonders für Vögel und Säugetiere eine Bedeutung. Greifvögel suchen an den Leitlinien, also zwischen den Randbereichen der linienförmigen Gehölze und des beginnenden Feldbereiches, bevorzugt nach Nahrung.

Die angebauten Baumarten sind in ihrer Jungentwicklung wenig strukturiert (z.B. kaum Verteilung von waagerechten Ästen in unterschiedlicher Stärke), so dass sie durch ihr senkrechtes rutenartiges Wachsen sehr wenige geeignete Unterlagen für Vogelnester bieten. Dies ändert sich erst, wenn beispielsweise Hainbuche und Robinie das mittlere Alter ihrer Entwicklung erreicht haben. Aus dieser Sicht sind die genutzten Baumarten nicht optimal als Nistplatzmöglichkeiten für in Gehölzen brütende Vögel geeignet. Somit reduzieren sich die Brutmöglichkeiten, nur in Gebüschen brütende Vögel haben Chancen zur Anlage eines Nestes. Allerdings bestehen für am Boden brütende Vögel durch die Ausbildung der Gehölzstreifen geeignete Möglichkeiten. Hierzu zählen Fitis (Nest am Boden im hohen Gras), Zilpzalp (Nest am Boden in dichter Vegetation), Goldammer (Nest nur gelegentlich am Boden in grasreichen Flächen) und Rotkehlchen (Nest in Bodenvertiefungen mit dichter Vegetation).

Gehölzstrukturen, wie die Agroforststreifen und die dort unregelmäßig aufwachsenden Gräser und Ruderalpflanzen, werden von den Vogelarten **Amsel**, Baumpieper, Blaumeise, Buchfink, **Dorngrasmücke**, Eichelhäher, Elster, Feldsperling, **Fitis**, Gartenbaumläufer, **Gartengrasmücke**, Grauspecht, **Goldammer**, Grünfink, Hämpfling, Hausrotschwanz, Haussperling, **Heckenbraunelle**, Kohlmeise, **Mönchsgrasmücke**, Neuntöter, Rabenkrähe, Rebhuhn, Ringeltaube, **Rotkehlchen**, Star, Stieglitz, **Sumpfrohrsänger**, Turteltaube, **Wacholderdrossel**, **Zaungrasmücke**, Zaunkönig und Zilpzalp als Nahrungs- und/oder Bruthabitate genutzt. Die in den 4 Untersuchungsjahren in den Gehölzstreifen nachgewiesenen 11 Brutvogelarten sind hervorgehoben. Entscheidend für die Besiedlung der Gehölzstreifen durch Vögel sind deren innerer und äußerer Aufbau, der Anteil von Althölzern, die Wuchshöhe, die Lückigkeit der Gehölzreihen, die Vielgestaltigkeit der Gehölzarten in ihren Altersklassen, die Aststrukturen in ihrer Ausbildung und besonders die Umgebungsmerkmale der Gehölzreihen. Hier muss darauf hingewiesen werden, dass die Nähe der Ortslage Wilsdorf auch einen Einfluss auf die Zusammensetzung der Ornis in den Agroforststreifen hat. Als Beispiel seien Haus- und Feldsperling, Hausrotschwanz sowie Mehl- und Rauchschwalbe genannt.

Da im Untersuchungsgebiet nur die Kombination Gehölzstreifen mit vorwiegend Pappeln in intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen vorkommt und Grünlandanteile fehlen, fallen eine Reihe von Arten als Brutvögel aus. Auch für Singvögel trifft zu, dass sie nicht auf

benachbarte Flächen (z.B. kurzrasiges Grünland) ausweichen können, sondern ihr Futter innerhalb oder im benachbarten Gehölzstreifen suchen müssen. Auch dieser Faktor wirkt reduzierend auf die Vogeldichte. Die in den einzelnen Jahren ermittelten Brutvögel und ihre Dichten sind in Tabelle 25 dargestellt. Ob es sich um erfolgreiche Bruten handelte, also stets Jungvögel erfolgreich ausgeflogen sind, kann nicht belegt werden.

Tabelle 25: Ermittelte Brutvögel in den Gehölzstreifen in 4 Untersuchungsjahren

Art	Anzahl der Brutpaare / Jahr				Brutpaare pro 10 ha Dichte			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
Amsel	7	4	4	3	14,6	8,3	8,3	6,3
Dorngrasmücke	6	3	3	4	12,5	6,3	6,3	8,3
Fitis	5	4	-	2	10,4	8,3	-	4,2
Gartengrasmücke	9	5	6	5	18,8	10,4	12,5	10,4
Goldammer	-	2	1	1	-	4,2	2,1	2,1
Heckenbraunelle	4	-	5	2	8,3	-	10,4	4,2
Mönchsgrasmücke	3	1	4	2	6,3	2,1	8,3	4,2
Rotkehlchen	8	3	1	1	16,7	6,3	2,1	2,1
Sumpfrohrsänger	1	-	-	-	2,1	-	-	-
Zaungrasmücke	6	1	7	4	12,5	2,1	14,6	8,3
Wacholderdrossel	1	-	1	-	2,1	-	2,1	-

3.7.2.2 Schmetterlinge

Das nachgewiesene Tagfalterspektrum im Untersuchungsgebiet spiegelt die qualitative und quantitative Situation dieser Tiere in Ostthüringen wider. Im Untersuchungszeitraum von 2008 bis 2011 wurden die Flächen insgesamt von 25 Dickkopf- und Echten Tagfalterarten aufgesucht (s. Tab. 26 bzw. Anlagen 24 - 27). Dabei kamen Falter aus der Umgebung und nutzten insbesondere auch bei ständigen Windbewegungen die Gehölzstrukturen. Acht Arten (*Ochlodes sylvanus*, *Aglais urticae*, *Gonepteryx rhamni*, *Inachis io*, *Maniola jurtina*, *Pieris brassicae*, *Pieris napi* und *Pieris rapae*) wurden jedes Jahr beobachtet.

Bei den Weißlingsarten blieb das Vorkommen immer gleich. Ebenso bei den Arten Tagpfauenauge, Kleiner Fuchs und Zitronenfalter. Alle anderen Arten erschienen nicht regelmäßig. Auch die Individuenzahlen schwankten oft. Zwei Arten wurden nur einmal in den nunmehr vier Jahren beobachtet. Das war 2008 *Limenitis populi* der Große Eisvogel und 2010 *Argynnis paphia* der Kaisermantel. Beide Arten sind Waldschmetterlinge, sie sind zur Reproduktion an größere Waldungen gebunden. Dies trifft auch für die

Wiesenbewohner – wie das Große Ochsenauge (*Maniola jurtina*) und den Kleinen Heufalter (*Coenonympha pamphilus*) – zu. Die Reproduktion war innerhalb der Jahre unterschiedlich. Wie die Beobachtungen belegen, konnten 2008 vier Tagfalterarten reproduzieren. Im Jahr 2009 *Maniola jurtina* hinzu, wobei die Tiere bei der Eiablage beobachtet wurden. Eine Überwinterung dieser nur in einer Generation fliegenden Art ist im Gebiet eher unwahrscheinlich. 2010 kamen Individuen von nur 3 Arten (*Pieris rapae*, *Pieris napi* und *Polygonia c-album*) zur Reproduktion.

Nach vier Beobachtungsjahren kann man schlussfolgern, dass von den Tagfaltern nur die Weißlinge der Gattung *Pieris* zum Biotopinventar derartiger Agrarforstsysteme gehören. Im ständigen Wechsel der Ernte der Weichhölzer und des wieder Aufwachsens werden in den ersten zwei Jahren auch das Tagpfauenauge (*Inachis io*) sowie der Kleine Fuchs (*Aglais urticae*) regelmäßig diese Systeme zur Reproduktion nutzen. Die beiden Wanderfalterarten: Admiral (*Vanessa atalanta*) und der Distelfalter (*Vanessa cardui*) werden je nach der Einwanderintensität in manchen Jahren das Habitatangebot in der Untersuchungsfläche nutzen. Regelmäßiger wird noch der C-Falter (*Polygonia c-album*) als Reproduzent und als Überwinterer (der Falter sitzt dabei geschützt an Zweigen der Gehölze) nachgewiesen werden. Alle anderen Tagfalterarten werden mit geringen Ausnahmen besonders im Frühjahr Nahrungsgäste sein.

Insbesondere in frisch beernteten Gehölzstreifen und den Randbereichen der Gehölzflächen finden die Raupen oder die Falter z. T. geeignete Futterpflanzen (Ackerwildkräuter und Wildstauden). Einige Arten nutzen auch Kulturarten, z.B. wenn diese als Einzelexemplare aus Samen von Pflanzen des vorjährigen Anbaus aufgegangen sind. Beobachtet wurde dies z.B. von Weißlingsarten an Raps.

Interessant sind in zunehmendem Maße auch einige Spannerschmetterlingsarten, die in den beiden letzen Jahren offensichtlich erfolgreich Ansiedlungsversuche unternehmen.

Die festgestellten selteneren vier Rote-Liste-Arten der Kategorien „gefährdet“ und „stark gefährdet“ konnten jeweils nur in einem Untersuchungsjahr beobachtet werden und gehörten somit nicht zum dauerhaften Arteninventar.

Tabelle 26: Nachweise von Schmetterlingsarten in den Jahren 2008 bis 2011

Art		RLT	Jahre			
			2008	2009	2010	2011
Dickkopffalter	Hesperidae					
Dunkler Dickkopffalter	*Erynnis tages*		x			
Rostfarbiger Dickkopffalter	*Ochlodes sylvanus*		x	x	x	x
Schwarzkolbiger Dickkopffalter	*Thymelicus lineola*		x	x		x
Echte Tagfalter	Diurna					
Kleiner Fuchs	*Aglais urticae*		x	x	x	x
Schornsteinfeger oder Brauner Waldfalter	*Aphantopus hyperantus*			x		x
Landkärtchen oder Landkärtchenfalter	*Araschnia levana*			x	x	
Kaisermantel	*Argynnis paphia*				x	
Brauner Bläuling	*Aricia agestis*					x
Kleiner Heufalter	*Coenonympha pamphilus*			x	x	x
Goldene Acht	*Colias hyale*	3				x
Zitronenfalter	*Gonepteryx rhamni*		x	x	x	x
Tagpfauenauge	*Inachis io*		x	x	x	x
Kleiner Perlmuttfalter	*Issoria lathonia*					x
Großer Eisvogel	*Limenitis populi*	2	x			
Kleiner Feuerfalter	*Lycaena phleas*				x	
Großes Ochsenauge	*Maniola jurtina*		x	x	x	x
Schachbrett oder Schachbrettfalter	*Melanargia galathea*		x	x	x	
Großer Kohlweißling	*Pieris brassicae*		x	x	x	x
Rapsweißling / Heckenweißling	*Pieris napi*		x	x	x	x
Kleiner Kohlweißling	*Pieris rapae*		x	x	x	x
C-Falter	*Polygonia c-album*				x	
Gemeiner Bläuling	*Polyommatus icarus*					x
Resedaweißling	*Pontia daplidice*	3			x	
Admiral	*Vanessa atalanta*				x	x
Distelfalter	*Vanessa cardui*		x			
Zunehmende weitere Schmetterlingsarten in den Untersuchungsflächen:						
	Capera exanthemata					x
	Capera pusaria					x
Gr. Gabelschwanz	*Cerura vinula*				x	
	Comtogramma billneata					x
	Lithostege griseata					x
Spannerart	*Lomaspilis marginata*				x	x
Bremsenschwärmer (Glasflügler)	*Paranthrene tabaniformis*				x	
Spannerart	*Xanthorhoe montanata*				x	x

3.7.2.3 Säugetiere

Die Nachweise der Säugetiere erfolgten überwiegend durch Sichtbeobachtungen bei den Begehungen. Lediglich in den Jahren 2008 und 2011 wurden außerdem einige Lebendfallen zum Nachweis der Kleinsäuger eingesetzt. Die Nachweise als Beifänge in den Barber-Fallen vor allem in den Jahren 2010 und 2011 erfolgten nicht systematisch. Tabelle 27 zeigt eine Übersicht der Nachweise im Untersuchungszeitraum.

Tabelle 27: Nachweise von Säugetieren in den Untersuchungsjahren 2008 bis 2011

Art		RLT	Jahr			
			2008	2009	2010	2011
Feldhase	*Lepus europaeus*			x	x	x
Feldmaus *	*Microtus arvalis*		x	x	x	x
Feldspitzmaus *	*Crocidura leucodon*		x			
Hermelin	*Mustela erminea*	3				x
Igel	*Erinaceus europaeus*	3				x
Reh	*Capreolus capreolus*			x	x	x
Rötelmaus *	*Clethrionomys glareolus*		x	x	x	x
Rotfuchs	*Vulpes vulpes*				x	x
Schermaus	*Arvicola terrestris*					x
Steinmarder	*Martes foina*			x	x	x
Waldmaus *	*Apodemus sylvaticus*		x	x	x	x
Waldspitzmaus *	*Sorex araneus*		x	x	x	x
Zwergspitzmaus *	Sorex minutus		x			x

* Einzelne Exemplare in Barberfallen bzw. Lebendfallen nachgewiesen

Die Häufigkeit und Selektivität dieser Fänge kann auf verschiedene – eingangs bereits erwähnte Faktoren – zurückgeführt werden. So ist z.B. denkbar, dass die Kleinsäuger bei trockener Witterung durch die Feuchtigkeit in den Fallen angelockt wurden oder die gefangenen Insekten als potentielle Nahrung für sie attraktiv wirkten. Somit sind zur Individuendichte der einzelnen Arten keine Aussagen möglich. Lediglich das nachgewiesene Gesamtartenspektrum kann für die Untersuchungsjahre genannt und bewertet werden.

Vier Kleinsäugerarten (Feldmaus, Rötelmaus, Waldmaus und Waldspitzmaus) konnten jedes Jahr festgestellt werden und sind als typisch für das Untersuchungsgebiet anzusehen. Die am häufigsten beobachtete Art – die Feldmaus – legt ihre Baue überwiegend auf den Ackerflächen bzw. in den Randbereichen an, wenn der Pflanzenbestand nicht zu dicht ist. Rötelmäuse sind hingegen als typisch für die Gehölzstreifen anzusehen, da sie offene Ackerflächen eher meiden und eine gewisse

Feuchtigkeit bevorzugen (Mikroklima). Ohne die Gehölzstreifen würde diese Art also im Untersuchungsgebiet fehlen. Waldmäuse können Gehölzflächen besiedeln, sind aber nicht an dieses Habitat gebunden, so dass sie auch in offenerem Gelände (z.B. auf Wiesen und landwirtschaftlichen Flächen) vorkommen. Waldspitzmäuse können verschiedene Lebensräume nutzen. Wichtige Voraussetzungen sind ein ausreichendes Nahrungsangebot (daher z.B. kleine Insekten, Spinnen, Regenwürmer) und eine gut ausgebildete Krautschicht mit einer gewissen Bodenfeuchte. Daher sind sie bezogen auf die Untersuchungsflächen als typisch für die Gehölzstreifen bzw. deren Randbereiche anzusehen. Die Feldspitzmaus konnte nur 2008 nachgewiesen werden. Die lockeren Gehölzsäume werden zum Teil von ihr bewohnt. Diese Art ist aber als selten im Gebiet anzusehen, ebenso die Zwergspitzmaus.

Feldhasen konnten in drei Untersuchungsjahren beobachtet werden. Die Nutzung der entsprechenden Strukturen ist witterungsabhängig. Beobachtungen aus anderen Gebieten zeigen, dass die als typische Bewohner der offenen Feldflur angesehenen Tiere bei windiger und schneereicher Witterung in Gehölzstreifen Deckung finden. Bei feuchtem Wetter werden diese allerdings dann eher wieder gemieden.

Der Igel konnte nur 2011 festgestellt werden. Wobei er die Gehölzbereiche und Saumzonen bei entsprechender Strukturierung und bei entsprechendem Nahrungsangebot durchaus besiedeln kann. Auch die Nähe der Siedlung kann das Vorkommen beeinflussen.

Der Rotfuchs hat keine besonderen Ansprüche an den Lebensraum. Er kann Wälder ebenso nutzen wie offene Ackerflächen und urbanes Gelände. Er kommt in Thüringen flächendeckend in einer relativ hohen Dichte vor. Seine Anwesenheit im Untersuchungsgebiet ist somit nicht an das Vorhandensein der Gehölzstreifen gebunden, wenngleich er dort auch zahlreiche Deckungsmöglichkeiten und aufgrund des erweiterten Kleinsäugerspektrums (z. B. Rötelmaus) noch weitere Nahrung findet.

Der in Thüringen ebenfalls fast flächendeckend vorkommende Steinmarder ist als typisch für Mischwälder und Übergangsbereiche zwischen Wald und Offenland anzusehen. In Agrargebieten werden Flurgehölze bzw. Gehölzinseln besiedelt. Somit kann der Steinmarder auch als charakteristische Art solcher Agroforstsysteme gelten.

Einmalig wurde im Jahr 2011 im Gebiet ein Hermelin beobachtet. Diese Art besiedelt verschiedene Lebensräume, typisch sind z.B. auch Feldraine, Waldränder und Hecken. Somit ist ein Vorkommen auf den Untersuchungsflächen nicht ungewöhnlich.

Rehe sind typische Bewohner des Waldrandes und Offenlandes. Da gebüschreiche Waldsäume in Verbindung mit Offenlandflächen als günstiger Lebensraum für diese Art anzusehen ist, können sie als typisch für die Untersuchungsflächen gelten.
Auf der Untersuchungsfläche gelangen keine Nachweise (Sichtbeobachtungen) von Fledermäusen. In der Ortslage Wilsdorf konnten insgesamt an zwei Abenden fliegende Fledermäuse beobachtet werden.
Abschließend kann man sagen, dass keine der nachgewiesenen Säugetierarten ausschließlich an derartige Systeme gebunden ist. Zwei der nachgewiesenen Arten stehen auf der Roten Liste Thüringens, in der Kategorie „gefährdet“.

3.7.2.4 Laufkäfer

Laufkäfer leben vorwiegend räuberisch und sind in den unterschiedlichsten Lebensräumen zu finden. Die meisten Laufkäfer leben auf und in seltenen Fällen auch im Boden. Allgemein gelten Laufkäfer als Zeigerarten für bestimmte Lebensräume. Die Artenzusammensetzung und der Artenreichtum an einem Habitattyp erlauben in der Regel Rückschlüsse auf dessen Qualität. Laufkäfer reagieren oftmals recht schnell auf Umwelteinflüsse (Gifte, Niederschläge, Mikroklima, Bodentyp, Düngung, Nährstoffe, usw.). Soweit bekannt, nehmen nicht selten die als stenök (an spezielle Umweltparameter angepasst) lebenden Käfer ab, vgl. Rote Listen. Die an verschiedene Umweltgegebenheiten angepassten Arten (euryöke) nehmen in bestimmten Lebensräumen zu oder breiten sich in der Fläche aus. Die Mehrzahl der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten können als euryök bezeichnet werden (s. Tab. 28). Die Laufkäfer wurden an verschiedenen Standorten innerhalb der Untersuchungsfläche gefangen (s. Kap. 2.3.7.2). Die Einzelnachweise für die Jahre 2008, 2010 und 2011 wurden in den Anlagen 28 bis 30 zusammengestellt.

Tabelle 28: Nachweise von Laufkäfern in den Jahren 2008, 2010, 2011

Art		RLT	Untersuchungsjahre 2008	2010	2011
Ovaler Breitkäfer	*Abax ovalis*				x
Großer Breitkäfer	*Abax parallelepipetus*		x		x
	Acupalpus meridianus		x	x	
Erz-Kanalkäfer	*Amara aena*		x	x	x
Sonnen-Kanalkäfer	*Amara apricaria*			x	x
Prächtiger Kanalkäfer	*Amara aulica*			x	
Gewöhnlicher Kanalkäfer	*Amara communis*		x	x	
Breithals-Kanalkäfer	*Amara consularis*			x	
Gelbbeiniger Kanalkäfer	*Amara familiaris*		x	x	x
Glänzender Kamelläufer	*Amara nitida*	3		x	
Ovaler Kanalkäfer	*Amara ovata*		x	x	x
Gemeiner Kanalkäfer	*Amara plebeja*		x	x	
	Amara similata		x		
Gelbfüßiger Haarahlenläufer	*Asaphidion flavipes*			x	
Zweifleck-Kreuzläufer	*Badister bipustulatus*		x	x	
Flachmoor-Ahlenläufer	*Bembidion assimile*			x	
Glatter Ahlenläufer	*Bembidion lampros*		x		
Ufer-Ahlenläufer	*Bembidion tetracolum*		x		
Großer Bombardierkäfer	*Brachinus crepitans*		x	x	x
Kleiner Bombardierkäfer	*Brachinus explodens*		x		
Breithals-Kahnläufer	*Calathus ambiguus*			x	
Breithalskäfer	*Calathus erratus*	3	x	x	x
Braunfüßiger Breithalskäfer	*Calathus fuscipes*		x	x	x
Goldschmied	*Carabus auratus*	2	x	x	x
Kurzgewölbter Laufkäfer	*Carabus convexus*		x	x	x
Lederlaufkäfer	*Carabus coriaceus*			x	x
Gekörnter Laufkäfer	*Carabus granulatus*			x	x
Hainlaufkäfer	*Carabus nemoralis*		x		x
Feld-Sandlaufkäfer	*Cicindela campestris*		x	x	
Gewöhnlicher Grabspornläufer	*Clivina fossor*			x	
Schwarzköpfiger Scheunenkäfer	*Demetrias atricapillus*		x		
Ried-Halmläufer	*Demetrias monostigma*	2	x		
	Harpalus aeneus		x	x	x
	Harpalus affinis		x		
	Harpalus azureus azureus *[1]			x	x
Herz-Haarschnellläufer	*Harpalus cordatus* *[2]	2		x	
Auffälliger Schnellläufer	*Harpalus distinguendus*		x	x	x
	Harpalus griseus *[3]	2		x	x
Feinpunktierter Haarschnellläufer	*Harpalus puncticeps* *[4]			x	
Behaarter Schnellläufer	*Harpalus rufipes* *[5]		x	x	x
Smaragd-Schnellläufer	*Harpalus smaragdinus*	2	x	x	x
Gewöhnlicher Bartkäfer	*Leistus ferrugineus*	2	x	x	
Rotrandiger Bartläufer	*Leistus rufomarginatus*				x
Dornbartkäfer	*Leistus spinibarbis*	2	x		
Borstenhornkäfer	*Loricera pilicornis*		x	x	x
Schmaler Zwergstutzläufer	*Microlestes minutulus*			x	
Gewöhnlicher Dammläufer	*Nebria brevicollis*		x	x	x
Gewöhnlicher Laubläufer	*Nothiophilus palustris*				x

Dunkler Laubläufer	*Notiophilus aquaticus*	x		
Zweifleckiger Laubläufer	*Notiophilus biguttatus*	x	x	
Schwarzer Enghalsläufer	*Platynus assimilis*		x	
Bunter Enghalsläufer	*Platynus dorsalis* *[6]	x	x	x
Buntfarbener Putzkäfer	*Platynus dorsalis*	x		
Kupferfarbener Listkäfer	*Poecilus cupreus*	x	x	x
Verschiedenfarbiger Listkäfer	*Poecilus versicolor*	x	x	x
	Pterostichus macer		x	x
Gemeiner Grabkäfer	*Pterostichus melanarius*	x	x	x
Großer Grabkäfer	*Pterostichus niger*	x	x	x
	Pterostichus oblongopunctatus		x	x
Munterer Grabkäfer	*Pterostichus strenuus*		x	
Spitzzangenläufer	*Stomis pumicatus*		x	x
Gewöhnlicher Flinkläufer	*Trechus quadristriatus*	x	x	

RLT = Rote Liste Thüringen

*[1]	= *Ophonus azureus*	*[4]	= *Ophonus puncticeps*
*[2]	= *Ophonus cordatus*	*[5]	= *Pseudoophonus rufipes*
*[3]	= *Pseudoophonus griseus*	*[6]	= *Anchomenus dorsalis*

Im folgenden Abschnitt werden die Artnachweise der Laufkäfer nach Jahren und Standorten zusammengestellt sowie das Vorkommen von nennenswerten Arten kommentiert.

Innerhalb der Untersuchungsjahre gab es Veränderungen bezüglich der Gehölzstrukturen durch teilweise Nutzung und Mahd von auf Stock gesetzten Gehölzstreifen. Somit entstanden zeitweise völlig andere Habitatstrukturen auch hinsichtlich der Licht- und Platzsituationen, so dass eine feine ökologische Zuordnung der Laufkäfer zu den Fallenstandorten ohnehin erschwert ist. Daher lässt das nachgewiesene Artensprektrum eine differenzierte Betrachtung zu bevorzugten oder zu gemiedenen Standorten schwer erkennen und verbietet weitgehend eine Feindifferenzierung zwischen Arten der landwirtschaftlichen Fläche und der sich in unterschiedlichem Alter befindlichen Agroforststreifen. Alle neun Rote Liste Arten sowie einige ausgewählte Arten werden in alphabetischer Reihenfolge kommentiert:

RLT 3

Amara nitida STURM, 1825 Glänzender Kamelläufer

Diese Art konnte nur 2010 festgestellt werden. Sie gehört zu den Kulturlandbewohnern und ist aufgrund anthropogener Einflüsse als gefährdete Art eingestuft. Die Arten der Gattung *Amara* ernähren sich überwiegend karnivor. Wenige aber auch vegetarisch.

RLT 3

Calathus erratus SAULBERG, 1827

Diese Art ist mit relativ geringen Stückzahlen, jedoch innerhalb aller 3 Jahre in den Fallen gefunden worden. Sie hat eine überwiegend karnivore Lebensweise und ist als Wiesenart in der Kulturlandschaft als gefährdet eingestuft.

RLT 2

Carabus auratus LINNEUS, 1761 Goldlaufkäfer, Goldschmied

Diese flugunfähige Art wurde in die Rote Liste Thüringens aufgenommen. Die Art besiedelt Felder und Wiesen. Somit können diese Laufkäfer die Untersuchungsstreifen als Lebensraum nutzen, wenn diese durch regelmäßige Mahd entsprechend offen gehalten werden. Die Art konnte entsprechend 2008 und 2010/2011 im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden. Als echter Fleischfresser (auch Aas) ist der Goldlaufkäfer in der Kulturlandschaft stark gefährdet.

Carabus convexus FABRICIUS, 1775 Kurzgewölbter Laufkäfer, Konvexer Laufkäfer

Carabus convexus ist nachtaktiv. Er ist einer der kleinsten Großlaufkäferarten und konnte in allen drei Untersuchungsjahren nachgewiesen werden. Als hygrophile Art ist er im atlantischen Klimabereich auch in xerophilen Lebensräumen zu finden. Er nutzt unbewaldete Gebiete, lebt ausschließlich karnivor und hat ähnliche Ansprüche an den Lebensraum wie *Carabus auratus*.

Carabus coriaceus LINNEUS, 1758 Lederlaufkäfer

Er ist der größte Laufkäfer unserer Heimat und wurde 2010 und 2011 in den Bodenfallen festgestellt. Er ist als ausgesprochene Waldart in Laubwäldern, Nadel-Laubmischwäldern, Gärten, Hecken und Ortslagen, jedoch sehr selten auf Feldern, zu finden. Die Käfer sind flugunfähig und nacht-, dämmerungs- und tagaktiv. Er konnte innerhalb der Untersuchungsflächen nur in den Jahren 2010/2011 und auch nur in einer sehr geringen Individuendichte festgestellt werden.

Carabus granulatus LINNEUS, 1758 Gekörnter Laufkäfer

Diese Art bewohnt feuchte Laub-, Auen- und Bruchwälder sowie feuchte Wiesen. Die bestimmten Käfer stammen offensichtlich aus den südlich angrenzenden Weidenanpflanzungen. Er ist einer der wenigen flugfähigen Großlaufkäfer.

Carabus nemoralis MÜLL., 1764 Hainlaufkäfer

Diese 2010 und 2011 nachgewiesene Art besiedelt alle Waldtypen, Hecken, Gärten, Ortslagen und auch Felder. Er kann somit für die Untersuchungsflächen als biotoptypisch eingeordnet werden.

Cicindela campestris LINNEUS, 1758 Feld-Sandläufer

Bei dieser in zwei Untersuchungsjahren anwesenden Art handelt es sich um sehr gut flugfähige Käfer. Sie lieben Sand- und Lehmböden an wärmebegünstigen Stellen an Waldrändern, in Waldblößen (z.B. auch Kahlschläge) aber auch Trockenrasen an Hängen und ähnlichen Wegrändern zwischen Feldern und Wiesen. Für diese Art spielen offenere gemähte bzw. auf Stock gesetzte Gehölzflächen eine nicht unbedeutende Rolle.

RLT 2

Demetrias monostigma Ried-Halmläufer

Dieser Kleinlaufkäfer ist flugfähig. Typische Habitate sind feuchtere Bereiche, z.B. Moore oder Sümpfe. Da diese Art nur 2008 nachgewiesen werden konnte, ist davon auszugehen, dass es sich um einzelne verdriftete Exemplare handelte.

RLT 2

Ophonus cordatus Duft., 1812 ***Harpalus cordatus*** Herz-Haarschnellläufer

Diese Käfer besiedeln Trockenhänge, Kalktriften und kommen auch in Steinbrüchen vor. Diese thermophile Art konnte nur 2010 in einer geringen Individuendichte festgestellt werden. Es ist also davon auszugehen, dass es sich dabei um eine Ausnahme handelte.

RLT 2

Pseudoophonus griseues PANZER, 1779 ***Harpalus griseus***

Diese verhältnismäßig häufige Laufkäferart – die 2010 und 2011 festgestellt werden konnte – wird bevorzugt auf Feldern gefunden, besonders auf solchen mit sandigen Böden. Die

Käfer und Larven ernähren sich überwiegend karnivor. Die Gefährdungsstufe ergibt sich durch den anthropogen beeinflussten Lebensraum.

RLT 2

Harpalus smaragdinus DUFTSCHMID, 1812 Smaragd-Schnellläufer

Diese artenreiche Gattung ist bei uns in fast allen Lebensräumen vertreten. *H. smaragdinus* ist nicht unbedingt auf die Feldfluren als Lebensraum angewiesen. Die in allen drei Jahren nachgewiesenen Exemplare können aus den Randbereichen des Ortes Wilsdorf und/oder den Weidenanpflanzungen, auch feuchten Wiesen, im Süden der Versuchsflächen eingeflogen sein. Eine Windverdriftung aus anderen Bereichen ist auch möglich. Die Gefährdungsstufe in der RLT ergibt sich aus der gleichen Sicht wie bei *Pseudoophonus griseus*.

RLT 2

Leistus ferrugineus L., 1758 Gewöhnlicher Bartkäfer

Diese Art konnte 2008 und 2010 in geringer Individuenzahl nachgewiesen werden. Diese Käfer nutzen offene warme Böden und kommen auch auf sandig-lehmigen Äckern sowie innerhalb feuchterer Ruderalfluren vor. Typisch sind außerdem auch Waldränder.

RLT 2

Leistus spinibarbis F. 1775 Dornbartkäfer

Diese thermophile Art gehört zu den flugfähigen Kleinlaufkäfern und konnte nur 2008 nachgewiesen werden. Sie besiedelt offenere Bereiche, z.B. Heiden, Kalksteinbrüche und Wärmehänge, kann aber auch lichte Wälder als Lebensraum nutzen.

Die Gesamtartenzahl umfasste 62 Laufkäferarten. Die häufigsten vier Arten hinsichtlich Präsenz und Individuendichte waren innerhalb der Untersuchungsjahre *Poecilus cupreus*, *Poecilus versicolor*, *Harpalus rufipes* (*Pseudoophonus rufipes*) und *Pterostichus melanarius*. Hierbei handelt es sich auch um allgemein häufigere Arten, z. T. auch Kulturfolger, die z.B. lehmige Äcker, Wiesen und Ruderalflächen sowie auch Waldränder und Flussauen besiedeln. Die möglichen Gründe des Vorhandenseins der flugfähigen Kleinlaufkäfer (z.B. *Amara nitida, Calathus erratus, Pseudoophonus griseus* und *Harpalus smaragdinus*) in den Versuchsflächen wurden bereits in den Artkommentaren angedeutet. Eine Zuwanderung oder Verdriftung aus den Ortsrandgebieten von Wilsdorf und Zimmern

sowie dem südlichen Waldrand kann bei verschiedenen Arten nicht ausgeschlossen werden. Jedenfalls ist es möglich, dass auch die selteneren Arten solche Agroforstsysteme als Habitat nutzen können. Dass nicht nur ausschließlich Offenlandarten festgestellt wurden, kann möglicherweise auf eine zunehmende Gehölzverdichtung innerhalb der Streifen zurückgeführt werden. Zusammenfassend kann man sagen, dass sich das Vorhandensein der Gehölzstreifen (gegenüber reinen Agrarflächen) positiv auf die Anzahl der vorkommenden Laufkäferarten auswirkte, da einige von ihnen sicherlich in reinen Agrarflächen fehlen würden.

Die Auswertung der Laufkäferfänge hinsichtlich Individuenzahlen und Artenzahlen entsprechend der jeweiligen Positionen der Fallen (Gehölzstreifen Gehölzsaum Luv, Ackerrand Luv, Acker, Ackerrand Lee, natürliches Feldgehölz, KUP) ließ weitere Rückschlüsse zu. Im Jahr 2008, in der zweiten Vegetationsperiode nach Etablierung der Gehölzstreifen, wurden recht geringe Individuen- und Artenzahlen je Falle und Leerung erreicht (s. Abb. 109). Die Auswertung bezieht sich hier ausschließlich auf die auch in den Jahren 2010 und 2011 beprobten Standorte um eine Vergleichbarkeit zwischen den Jahren zu gewährleisten. Die Unterschiede waren insbesondere zwischen den Ackerpositionen (Sommergerste) sowie dem natürlichen Feldgehölz gering und statistisch nicht signifikant verschieden ($p > 0{,}05$). Im Gehölzstreifen traten jedoch statistisch signifikant höhere Individuenzahlen auf als an den Positionen Ackerrand Luv, Acker, Ackerrand Lee und natürliches Feldgehölz. Die Artenzahlen waren hier signifikant höher als beim natürlichen Feldgehölz. Auch die Individuenzahlen im Gehölzsaum waren signifikant höher gegenüber Ackerrand Luv, Acker, Ackerrand Lee und natürliches Feldgehölz. Die Artenzahlen im Gehölzsaum unterschieden sich signifikant von denen in Ackerrand Luv und natürlichem Feldgehölz. Diese Ergebnisse deuten auf erste positive Effekte der Gehölzstreifen bereits kurz nach Etablierung des Systems auf die Biodiversität hin.

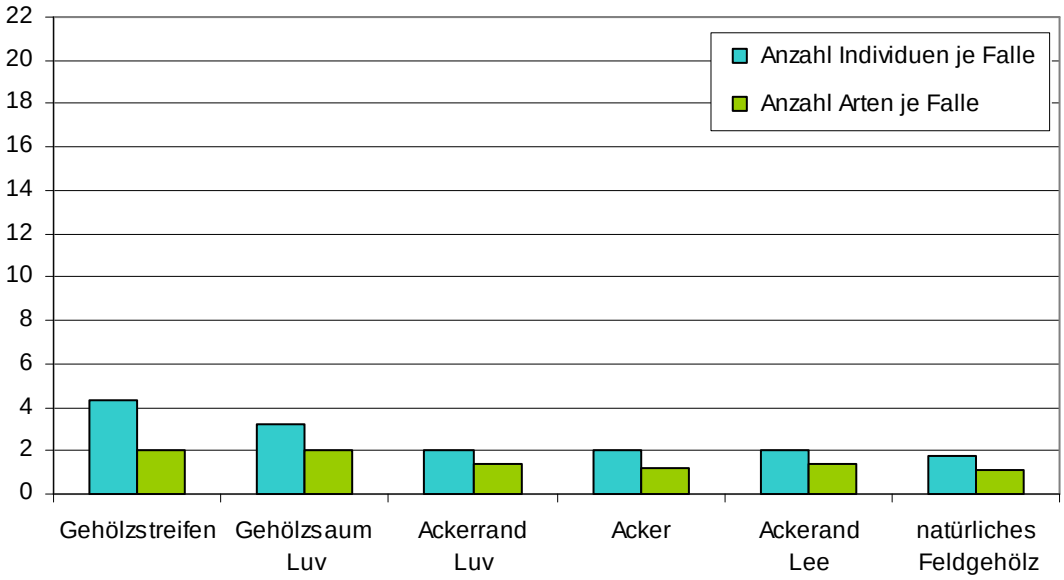


Abbildung 109: Vorkommen von Laufkäfern an unterschiedlichen Positionen 2008

Im Jahr 2010 war der Schlag mit Winterweizen bestellt. Die Arten- und Individuenzahlen auf den verschiedenen Positionen des Agroforstsystems zeigten im Vergleich zum Vorjahr deutlich höhere Werte (s. Abb. 110). Die Unterschiede zwischen Gehölzstreifen, Gehölzsaum, Ackerrand und Acker waren statistisch nicht signifikant, jedoch waren diese jeweils signifikant höher als an den Positionen natürliches Feldgehölz und KUP. Die Arten- und Individuenzahlen des natürlichen Feldgehölzes entsprachen etwa denen des Jahres 2008.

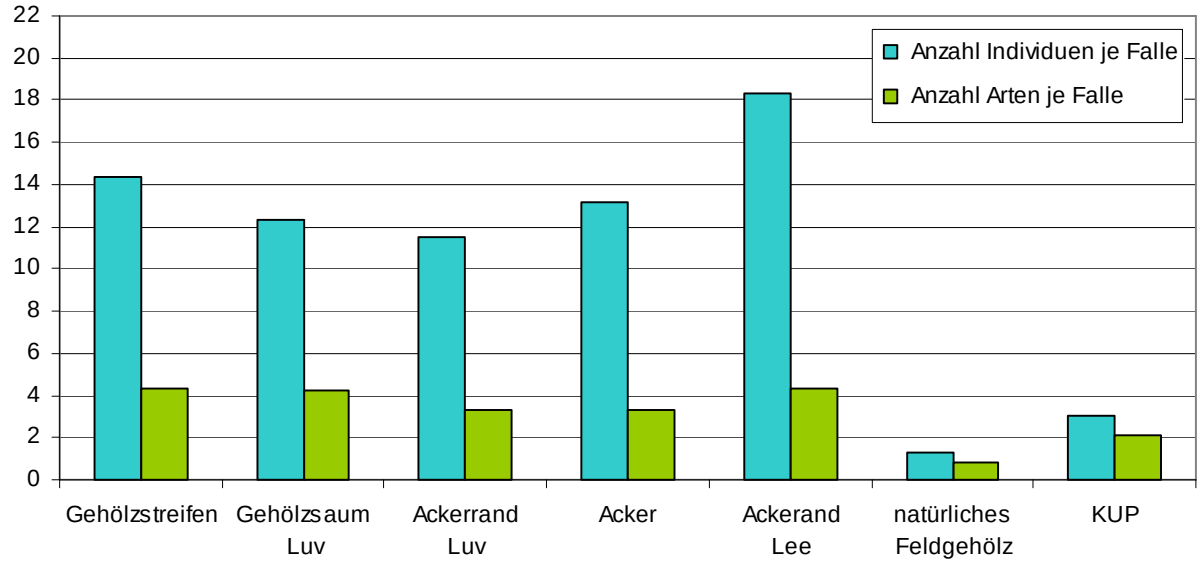


Abbildung 110: Vorkommen von Laufkäfern an unterschiedlichen Positionen 2010

Im Jahr 2011 war der Schlag wie 2008 mit Sommergerste bestellt. Auch hier wurden an den Positionen des Agroforstsystems deutlich höhere Arten- und Individuenzahlen als im Jahr 2008 bei der erstmaligen Erhebung erfasst (s. Abb. 111). Die ermittelten Unterschiede zwischen Gehölzstreifen, Gehölzsaum, Ackerrand und Acker waren jedoch statistisch nicht signifikant. Signifikante Unterschiede bestanden jedoch sowohl bei Individuen- als auch bei Artenzahlen gegenüber dem natürlichen Feldgehölz und gegenüber den Individuenzahlen der KUP. Diese wiederum entsprachen etwa dem Niveau der Vorjahre.

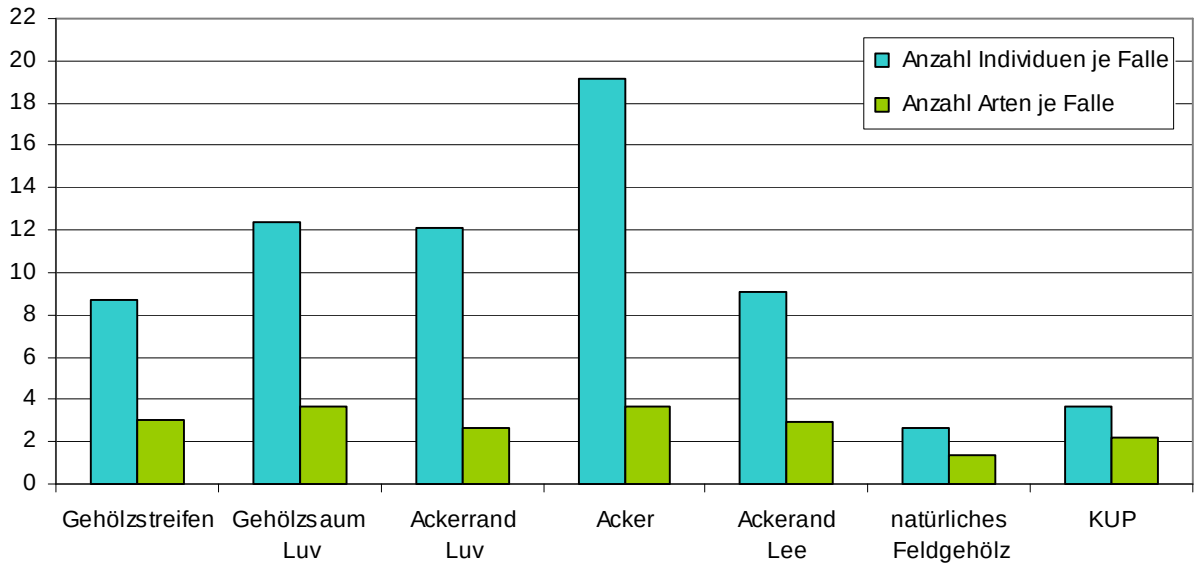


Abbildung 111: Vorkommen von Laufkäfern an unterschiedlichen Positionen 2011

Die Auswertung der Individuen- und Artenzahlen an unterschiedlichen Positionen des Agroforstsystems sowie an natürlichen Feldgehölzen und einer Kurzumtriebsplantage in den Jahren 2008, 2010 und 2011 ließ Rückschlüsse auf eine zunehmende Besiedlung der gesamten Agroforstfläche zu. Da hier Effekte der angebauten Fruchtarten und der Witterungsbedingungen während der Jahre berücksichtigt werden müssen, ist eine weitere Beobachtung der Entwicklung nötig um die Ergebnisse korrekt einordnen zu können.

4 Zusammenfassung

Das Agroforstsystem des TP1 des Verbundprojektes AgroForstEnergie wurde im März 2007 auf einem Schlag mit einer Gesamtgröße von 51,3 ha in der Gemarkung Dornburg angelegt. Der Flächenanteil der sieben 12 m breiten KUP-Streifen (vorwiegend Pappel Max) beträgt etwa 10 %. In drei Gehölzstreifen wurden Pflanzabstände von 0,5 m x 2 m realisiert, ausgerichtet auf die etwa vierjährige Rotation zur Beerntung mithilfe eines vollautomatischen Mähhackers. In vier Gehölzstreifen betragen die Pflanzabstände 1,5 m x 3 m, geeignet für Umtriebszeiten von 8 bis 10 Jahren zur Beerntung mit Forsttechnik. Der nicht von Bäumen bestandene Flächenanteil von ca. 90 % wurde in betriebsüblicher Fruchtfolge (Winterweizen, Sommergerste, Winterraps) bewirtschaftet.
Im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2011 wurden ertragsrelevante Parameter in den Gehölzstreifen und in den Ackerkulturen erhoben. Mit dem Erntegut der Gehölze wurde ein Trocknungsversuch durchgeführt. Veränderungen von Bodeneigenschaften und des Mikroklimas wurden durch Erhebungen geprüft. Die Bewertung der ökologischen Vielfalt wurde durch die Erhebung von Daten zu Begleitflora und Begleitfauna (Vögel, Schmetterlinge, Säugetiere, Laufkäfer) realisiert.

Gehölzstreifen

Die jährlich gemessenen Durchmesser und Höhen der Gehölze ließen eine unterschiedliche Entwicklung der vierjährig und acht- bis zehnjährig bewirtschafteten Streifen erkennen. Die Auswirkung auf die Erträge kann jedoch erst nach Beerntung beider Rotationen sicher beurteilt werden. Die Integration heimischer Gehölze war aufgrund schlechter Anwuchserfolge und hohem Verbissdruck schwer zu realisieren. Robinie und Hainbuche konnten nicht zufriedenstellend etabliert werden. Letztere ist zudem aufgrund der Regelungen zur KUP-Artenliste (BLE-Bekanntmachungen Nr. 05/10/31 und Nr. 15/10/31) zurzeit nicht betriebsprämienfähig. Gleiches gilt für Blühsträucher. Birke erreichte gute Zuwächse und Erträge, zeigte jedoch ein reduziertes Stockausschlagsvermögen. Esche ist aufgrund des Eschentriebsterbens und entsprechenden Ertragsausfällen nicht zum Anbau zu empfehlen. Aspe erzielte vielversprechende Zuwächse in der hohen Umtriebszeit.
Bei der ersten Beerntung der in vierjähriger Rotation bewirtschafteten Gehölzstreifen wurde ein Ertrag der Pappel Max von durchschnittlich 4,9 t atro/ha/a erzielt. Die Weide Tora erzielte vergleichbare Ergebnisse. Die in der folgenden Vegetationsperiode erreichten Zuwächse lassen auf deutlich höhere Erträge in den Folgerotationen schließen.

Fremdenergiefreie Trocknungsvarianten für Holz aus KUP

Die Ergebnisse des Trocknungsversuchs von Erntematerials mit vier fremdenergiefreien Varianten ließen folgende Schlussfolgerungen zu. Bei der Auswahl des geeigneten Trocknungsverfahrens müssen die individuellen Ausgangsbedingungen berücksichtigt werden. Bei der Trocknung im Ganzbaum sind die geringsten Verluste und eine zügige Wassergehaltsreduktion zu erwarten. Zudem sind keine baulichen Voraussetzungen oder zusätzliches Material nötig. Um die Wirtschaftlichkeit der gesamten Kette zu gewährleisten, müssen jedoch weitere Faktoren wie Erntetechnik, Logistikkosten und verfügbare Lagerflächen berücksichtigt werden. Bei der Nutzung direkt hackender Erntetechnik (Mähhacker) bietet sich bei Vorhandensein verfügbarer Gebäude die Trocknung unter Dach an. Zur flexiblen Nutzung auf Freiflächen kann das Dombelüftungsverfahren eine vielversprechende und insbesondere zügige Trocknungsmöglichkeit sein, wobei hier durch Modifikationen im Mietendesign – beispielsweise die Ersetzung der undurchlässigen Folie durch ein semipermeables Vlies – wahrscheinlich verbesserte Trocknungsergebnisse erzielt werden könnten. Die Trocknung unter Vlies ist eine kostengünstige und einfache Variante, die außer einer befestigten Grundfläche (diese sollte für jegliche Trocknungsvariante Grundlage sein) keine bauliche Voraussetzung benötigt.

Ackerkulturen

Ein Einfluss der Gehölzstreifen auf Überwinterung und Ernährungszustand der Ackerkulturen konnte durch die bisherigen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Es bestand jedoch die Tendenz einer durch den Einfluss der Gehölzstreifen erhöhten Anfälligkeit gegenüber Pilzkrankheiten im Winterweizen. Die Lagerneigung des Getreides schien durch eng angeordnete Gehölzstreifen reduziert zu sein.

Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes konnte ein zunehmender Einfluss der Gehölzstreifen auf die räumliche Ertragsverteilung der Ackerkulturen verzeichnet werden. Deutlich nachweisbar waren die Effekte einer Ertragsreduzierung im Nahbereich der Gehölze und einer Ertragserhöhung im Bereich zwischen den Streifen erstmals im Winterweizen des Jahres 2010, drei Jahre nach Etablierung der Gehölze. Das Phänomen verstärkte sich in der Sommergerste 2011. Hier lassen die kommenden Jahre interessante Ergebnisse erwarten. Ein höherer Feuchtegehalt des Erntegutes kann im direkten Nahbereich der Baumstreifen auftreten. Auch der Besatz im Erntegut kann im Nahbereich der Gehölze erhöht sein. Eine eindeutige Beeinflussung weiterer Qualitätsparameter des

Erntegutes kann erst im Verlauf weiterer Untersuchungen in den Folgejahren verifiziert werden.

Überwinterung von Rapsglanzkäfern

Rapsglanzkäfer verursachen bei Massenauftreten erhebliche wirtschaftliche Schäden insbesondere in Raps. Die Käfer überwintern gewöhnlich in der Streuschicht von Laubwäldern. Die Untersuchung wies eindeutig nach, dass Gehölzstreifen keine geeigneten Winterlager für Rapsglanzkäfer darstellen. Auch ältere Kurzumtriebsplantagen stellen keine Gefahr dar. Die vorhandene Streuschicht ist hierfür zu dünn und zu schlecht belüftet.

Boden

Die unterlassene Düngung auf der Fläche der Gehölzstreifen führte dort bereits nach zwei Jahren zu reduzierten Gehalten mineralischen Stickstoffs im Boden gegenüber den angrenzenden Ackerstreifen. Unterschiede im Gehalt organischen Kohlenstoffs, ph-Wert und weiteren Hauptnährstoffen waren dagegen noch nicht nachweisbar.

Das Bodenwasserregime wird von einer Vielzahl Faktoren beeinflusst, so dass eine Quantifizierung des Effektes der Gehölzstreifen nicht möglich war. Einige allgemeine Tendenzen konnten jedoch abgeleitet werden. Eine Beeinflussung der Bodenwassergehalte durch die Gehölzstreifen fand erst ab Juli statt. Bei hoher Wasserverfügbarkeit war der Einfluss auch im Hochsommer gering. Bei abnehmender Wasserverfügbarkeit kristallisierten sich zwei Effekte heraus, welche je nach Witterungsbedingungen und weiteren Faktoren unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Einerseits traten in einem Bereich von etwa 2 m an beiden Seiten der Streifen um bis zu 6 % reduzierte Wassergehalte auf. Als ursächlich hierfür können die höhere Interzeptionsverdunstung an den Bäumen, welche dazu führt das weniger Niederschlagswasser den Boden erreicht, sowie der höhere Wasserbedarf der Gehölze gegenüber den Feldfrüchten angesehen werden. Zum anderen wurden im weiter entfernten Leebereich um bis zu 4 % erhöhte Wassergehalte gemessen. Dies lässt sich auf die Windschutzwirkung der Gehölzstreifen zurückführen, welche wiederum eine reduzierte Verdunstung bedingt. Der Einflussbereich dieses Effekts war abhängig von der Höhe der Bäume. Für die Einflussnahme auf die angrenzenden Ackerkulturen lässt sich daraus folgendes ableiten. Insbesondere in trockenen Witterungsperioden ab Juli kann im Nahbereich der Gehölzstreifen (etwa 2 m) eine ertragsbeeinflussende Verminderung der Wasserverfügbarkeit auftreten. Demgegenüber kann die höhere Wasserverfügbarkeit im Oberboden des Leebereiches eine

Verbesserung der Wasserverfügbarkeit mit positivem Effekt auf den Fruchtertrag bewirken. Eine quantitative Abschätzung der ertragsbezogenen Auswirkungen dieser Effekte ist aufgrund der starken Witterungsabhängigkeit und der Vielzahl der weiteren beeinflussenden Faktoren jedoch nicht möglich.

Mikroklima

Bereits in den ersten Jahren nach Etablierung der Gehölzstreifen konnten deutliche Reduzierungen der Windgeschwindigkeiten im Leebereich beobachtet werden. Im Jahr 2010 ließ sich die Beeinflussung bis in 16 m Abstand nachweisen, im Jahr 2011 auch noch in 44 m Entfernung. Übertragen auf die jeweilige Höhe der Gehölzstreifen bedeutet dies eine Reduzierung der Windgeschwindigkeiten bis in eine Entfernung des achtfachen der mittleren Baumhöhe. Insbesondere Windspitzen, welche zu wirtschaftlichen Schäden in landwirtschaftlichen Kulturen führen können (Lager in Getreide, Windbruch in Mais), wurden abgeschwächt.

Die weiteren betrachteten Faktoren Luftfeuchte, Bodenfeuchte, Lufttemperatur und Bodentemperatur ließen keinen gerichteten Einfluss der Gehölzstreifen erkennen. Beobachtet werden konnte jedoch eine Abschwächung von Kältespitzen im Winter im Leebereich der Gehölzstreifen. Dies ist insbesondere für überwinternde Ackerkulturen positiv zu bewerten da extreme Minusgrade zur Auswinterung der Pflanzen führen können.

Ökologische Vielfalt

Die Begleitflora erfuhr eine enorme Diversifizierung nach Etablierung der Gehölzstrukturen. Insbesondere den Saumbereichen zwischen Gehölzstreifen und Acker kommt eine große Bedeutung zu. Neben der vermehrten Aktivierung des typischen Artenspektrums des Agrarraumes konnten bereits erste Zuwanderungen mit spezieller Ausrichtung auf den neu geschaffenen Lebensraum beobachtet werden, welche sich in den kommenden Jahren verstärken könnten.

Auch die Begleitfauna zeigte erste Reaktionen auf das neue Lebensraumangebot. In den vier Untersuchungsjahren konnten insgesamt 13 Säugetierarten, 46 Vogelarten, 33 Tagfalterarten und 62 Laufkäferarten erfasst werden. Bei einigen erfassten Arten besteht ein klarer Bezug zu den Gehölzstrukturen.

Literatur

BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT (BBA) [Hrsg.] (2001[2]): Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. BBCH Monographie. http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/bbch/BBCH-Skala_deutsch.pdf.

BRANDLE, J.R., HODGES, L., ZHOU, X. H. (2004): Windbreaks in North American agricultural systems. In: Agroforestry Systems 61, S. 65-78.

BRUMMACK, J. (2008): Fremdenergiefreie Trocknung von Holzhackgut. In: Bornimer Agrartechnische Berichte 63, S. 5-20.

BUNDESSORTENAMT (BSA) (1988): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Hannover.

LfULG (2009): Anbauempfehlungen Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb. http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/4616_1.pdf.

RÖHLE, H. (2010): Entwicklung praxistauglicher Schätzmethoden zur Bestimmung der Ertragsleistung in Kurzumtriebsbeständen. In: Tagungsband Agrarholz 2010, Symposium 18./19. Mai 2010 in Berlin.

RÜBSAM, R., BRUMMACK, J. (2011): Trockenmiete Eckolstädt, Februar bis August 2011, Versuchsbericht. Unveröffentlicht.

SCHMIDT, C. (2011a): 4. Zwischenbericht "Ökonomische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis" im Rahmen des Forschungsprojekts: „Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis". Unveröffentlicht.

SCHMIDT, C. (2011b): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen. Veröffentlichung als Endbericht des Teilprojektes 4 des Verbundprojektes AgroForstEnergie (Förderung durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, FKZ 22009907) vorgesehen.

SCHOLZ, V., IDLER, C., DARIES, W., EGERT, J. (2005): Lagerung von Feldholzhackgut. Verluste und Schimmelpilze. In: Agrartechnische Forschung 11/4, S. 100-113.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) [Hrsg.] (2007): Düngung in Thüringen 2007 nach „Guter fachlicher Praxis". Schriftenreihe Heft 7/2007. Jena.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) [Hrsg.] (2008a): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Sommergerste. http://www.tll.de/ainfo/pdf/sgll0608.pdf.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) [Hrsg.] (2008b): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterraps. http://www.tll.de/ainfo/pdf/wrap0608.pdf.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) [Hrsg.] (2009a): Qualitätsuntersuchungen der Thüringer Getreide- und Rapsernte anhand repräsentativer Ernteproben. Untersuchungsbericht 2009 und langjährige Gesamtübersicht. http://www.tll.de/ainfo/pdf/bee_0310.pdf.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) [Hrsg.] (2009b): 15 Jahre Energieholzversuche in Thüringen. http://www.tll.de./ainfo/pdf/ehol1009.pdf.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) [Hrsg.] (2011): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterweizen. http://www.tll.de/ainfo/pdf/ll_ww.pdf.

Durchgeführte Veranstaltungen, Vorträge und Veröffentlichungen

Im Rahmen des Projektes AgroForstEnergie wurden durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe das 1. und das 2. Forum Agroforstsysteme veranstaltet. Die erste Veranstaltung fand am 14. und 15.05.2009 in Jena statt. Dazu wurden, neben der Vorstellung der Teilprojekte von AgroForstEnergie, verschiedene Aspekte des Themas Kurzumtrieb und Agroforst, wie z. B. rechtliche, naturschutzfachliche, wirtschaftliche, technische und praktische Fragen beleuchtet und diskutiert. Das Interesse an der Veranstaltung und den diskutierten Themen war rege. Insgesamt konnten etwa 100 Besucher gezählt werden. Das 2. Forum Agroforstsysteme fand am 20. und 21. Juni 2011 in Dornburg statt. Hier wurde ein Fokus auf die aktuelle Forschungslandschaft zu Agroforstsystemen in Deutschland und Europa gesetzt. So konnte ein sehr guter Überblick über die abgeschlossenen, laufenden und geplanten Projekte gewonnen und eine stärkere Vernetzung der Forschungsarbeiten in die Wege geleitet werden. Auch aktuelle Probleme und Fragestellungen wie die rechtliche Einordnung von Agroforstsystemen und die Option der Nutzung von Agroforstsystemen als Ausgleichsmaßnahmen wurden thematisiert. Etwa 80 Personen nahmen an der Veranstaltung teil. Die Vorträge des 1. und des 2. Forums Agroforstsysteme sind im AINFO der TLL veröffentlicht und können unter www.tll.de/ainfo/html/afs.htm nachgelesen werden.

Erste Ergebnisse und Erkenntnisse des Forschungsprojektes wurden in mehreren Vorträgen, Postern und Artikeln veröffentlicht. Diese sind im Folgenden in chronologischer Sortierung aufgelistet.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE [Hrsg.] (2012): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Kapitel 9: Agroforstwirtschaft. Im Druck.

BÄRWOLFF, M., HERING, T., ZAHN, B. (2012): Fremdenergiefreie Trocknungsvarianten für Holz aus Kurzumtriebsplantagen. Poster zum 18. Thüringer Bioenergietag am 28.02.2012 in Jena.

BÄRWOLFF, M., HERING, T. (2012): Fremdenergiefreie Trocknungsvarianten für Holz aus Kurzumtriebsplantagen. Trocknungsversuch mit 4 Varianten im Rahmen des Projektes AgroForstEnergie. http://www.tll.de./ainfo/pdf/holz0212.pdf.

BÄRWOLFF, M., HERING, T. (2011): Fremdenergiefreie Trocknungsvarianten für Holz aus KUP - Trocknungsversuch mit 4 Varianten im Rahmen des Projektes AgroForstEnergie: Vortrag zum Fachgespräch Energiepflanzen – Energetische Nutzung von Festbrennstoffen am 07.11.2011 in Jena.

BÄRWOLFF, M., VETTER, A. (2011): Kombination von Kurzumtriebsgehölzen und einjährigen Ackerkulturen in modernen Agroforstsystemen für eine nachhaltige Landnutzung. Vortrag zum Ungarisch-Thüringischen Bioenergiesymposium am 25.10.2011 in Jena.

BÄRWOLFF, M., HERING, T. (2011): Fremdenergiefreie Trocknungsvarianten für Holz aus KUP - Trocknungsversuch mit 4 Varianten im Rahmen des Projektes AgroForstEnergie. Vortrag zur 17. Fachtagung Energetische Nutzung Nachwachsender Rohstoffe am 15 und 16.09.2011 in Freiberg.

BÄRWOLFF, M, VETTER, A. (2011): Mehr Struktur auf großen Schlägen – Agroforstwirtschaft auf ausgeräumter Agrarfläche Thüringens. Vortrag zum 2. Forum Agroforstsysteme am 20. und 21.06.2011 in Dornburg.

BÄRWOLFF, M., VETTER, A. (2011): Sustainable production of woody biomass and annual crops in alley cropping systems in central Germany. Vortrag zum International Workshop on Agroforestry - vom 15. bis 17.06.2011 in Cottbus.

BÄRWOLFF, M., BÖHM, C., SCHMIDT, C., SCHWARZ, K.-U., VETTER, A. (2011): Combining short-rotation coppice with annual crops – modern agroforestry systems for sustainable land use. Vortrag und Tagungsbandbeitrag zur 19th European Biomass Conference and Exhibition vom 06. bis 10.06.2011 in Berlin.

BÄRWOLFF, M., VETTER, A. (2011): Nachhaltige Erzeugung von Energieholz in Agroforstsystemen – das Projekt AgroForstEnergie. Vortrag zum Agenda 1. Fortschrittstreffen der Länderkooperation "Biomasse für Sunfuel®" – 2. Phase am 05. und 06.05.2011 in Witzenhausen.

BÄRWOLFF, M., VETTER, A., BÖHM, C., HOFFMANN, J., SCHMIDT, C. (2011): Agroforstsysteme mit Energieholz – Verbundprojekt AgroForstEnergie. In: energie pflanzen 2/2011, S. 9-11.

VETTER, A., BÄRWOLFF, M. (2010): Verbundprojekt AgroForstEnergie - Food- und Non-Food-Produktion auf einer Fläche. Vortrag zur Expertentagung Agroforst am 24. und 25.06.2010 in Bonn. http://www.landschaftsentwicklung.wzw.tum.de/fileadmin/w00bds/www/pdf/Vortrag9_Forschungsvorhaben_AgroForstEnergie_VETTER.pdf.

VETTER, A. (2010): Agroforst oder Kurzumtriebsplantage – Was gehört auf welche Fläche? Vortrag zur Fachtagung Kurzumtriebsplantagen und Agroforst im ländlichen Raum am 20.05.2010 in Dornburg/Saale. http://www.tll.de./ainfo/pdf/afs/afs01_10.pdf.

HERING, T. (2010): Ertragserwartungen unter Thüringer Standortbedingungen. Vortrag zur Fachtagung Kurzumtriebsplantagen und Agroforst im ländlichen Raum am 20.05.2010 in Dornburg/Saale. http://www.tll.de./ainfo/pdf/afs/afs03_10.pdf.

BÄRWOLFF, M. (2010): Ökologische Bewertung von Kurzumtriebsplantagen. Vortrag zur Fachtagung Kurzumtriebsplantagen und Agroforst im ländlichen Raum am 20.05.2010 in Dornburg/Saale. http://www.tll.de./ainfo/pdf/afs/afs07_10.pdf.

VETTER, A., BÄRWOLFF, M. (2010): Verbundprojekt AgroForstEnergie – Mischkulturen mit Energieholz. Tagungsbeitrag zum Symposium Agrarholz 2010 am 18. und 19.05.2010 in Berlin. http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Agrarholz2010/ 18_2_Beitrag_Vetter.pdf.

BÄRWOLFF, M., GRÜNEWALD, H., BÖHM, C., SCHWARZ, K.-U., SCHMIDT, C. (2010): AgroForstEnergie: Agroforestry with short rotation woody crops – economic and ecological evaluation in farming practice. Poster zum FNR/BMELV- Workshop "Promoting sustainable bioenergy production & use - Challenges ahead for EU wide implementation of RES Directive 2009/28/EC" am 11.03.2010 in Berlin.

BÄRWOLFF, M. (2010): Erste Ergebnisse des Verbundprojektes AgroForstEnergie. Vortrag zum KoNaRo-Fachgespräch „Anbau schnellwachsender Baumarten" am 02.02.2010 in Bernburg.

BÄRWOLFF, M. (2010): Rechtliche Aspekte des Anbaus von Energieholz in Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen. Faltblatt der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. http://www.tll.de./ainfo/pdf/ekup0510.pdf.

VETTER, A. (2009): Ökonomische und Ökologische Bewertung von Agroforstsystemen. Ein Verbundvorhaben des BMELV gefördert durch die FNR. Vortrag zum Forum Agroforstsysteme am 14. und 15.05.2009 in Jena. http://www.tll.de./ainfo/pdf/afs/afs07_09.pdf.

VETTER, A., BÄRWOLFF, M., BIERTÜMPFEL, A. (2009): Energieholz aus Plantagen oder Agroforstsystemen - eine vergleichende Betrachtung. Vortrag zum Forum Agroforstsysteme am 14. und 15.05.2009 in Jena. http://www.tll.de./ainfo/pdf/afs/ afs18_09.pdf.

BÄRWOLFF, M., BIERTÜMPFEL, A. (2009): Verbundprojekt AgroForstEnergie „Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis". Teilprojekt 1: Standort Thüringen – Dornburg. Vortrag zum Forum Agroforstsysteme am 14. und 15.05.2009 in Jena. http://www.tll.de./ainfo/pdf/afs/afs08_09.pdf.

BÄRWOLFF, M., BIERTÜMPFEL, A. (2009): AgroForstEnergie. Agroforstsysteme mit Energieholz. Faltblatt der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. http://www.tll.de./ainfo/pdf/holz0109.pdf.

Anhang

Anlage 1: Monatliche Mittelwerte des Witterungsverlaufes in Dornburg während des Untersuchungszeitraumes 146
Anlage 2: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2008 147
Anlage 3: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2009 149
Anlage 4: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2010 151
Anlage 5: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2011 153
Anlage 6: Nährstoffgehalte von Winterraps (2009) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 155
Anlage 7: Nährstoffgehalte von Winterweizen (2010) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen 156
Anlage 8: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2008 157
Anlage 9: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2009 159
Anlage 10: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2010 161
Anlage 11: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2011 163
Anlage 12: Mikroklima Dornburg – Windrichtung 165
Anlage 13: Mikroklima Dornburg – Windgeschwindigkeit 168
Anlage 14: Mikroklima Dornburg – Luftfeuchte 171
Anlage 15: Mikroklima Dornburg – Bodenfeuchte 174
Anlage 16: Mikroklima Dornburg – Lufttemperatur 177
Anlage 17: Mikroklima Dornburg – Bodentemperatur in 10 cm Tiefe 180
Anlage 18: Mikroklima Dornburg – Bodentemperatur in 20 cm Tiefe 183
Anlage 19: Arteninventar der Gefäßpflanzen 2008 bis 2011 186
Anlage 20: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2008 191
Anlage 21: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2009 192
Anlage 22: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2010 193
Anlage 23: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2011 194
Anlage 24: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2008 195
Anlage 25: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2009 195
Anlage 26: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2010 196
Anlage 27: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2011 197
Anlage 28: Nachweise von Laufkäfern in Barber-Fallen im Jahr 2008 198
Anlage 29: Nachweise von Laufkäfern in Barber-Fallen im Jahr 2010 199
Anlage 30: Nachweise von Laufkäfern in Barber-Fallen im Jahr 2011 200

Anlage 1: Monatliche Mittelwerte des Witterungsverlaufes in Dornburg während des Untersuchungszeitraumes

	Temperatur [°C] in 2m						Niederschlag [mm]					
	langjähriges Mittel (1961 – 1990)	2007	2008	2009	2010	2011	langjähriges Mittel (1961 – 1990)	2007	2008	2009	2010	2011
Jan	-0,8	4,7	4,1	-3,4	-4,4	1,1	32	47	31	14	20	25
Feb	0	4	3,4	0,2	0,1	1,0	33	32	24	60	19	12
März	3,4	6	4,3	4,1	4,7	4,6	39	52	52	58	37	12
Apr	7,2	10,6	7,4	11,6	8,6	11,6	56	5	104	66	19	22
Mai	12,2	14,5	14,2	13,5	10,4	14,3	60	128	16	64	101	31
Juni	15,4	17,9	17,1	14,3	16,8	17,0	78	92	63	46	20	117
Juli	17,2	17,8	18,4	18,2	20,8	16,6	57	104	56	78	108	153
Aug	17	16,9	17,9	18,9	16,7	18,2	68	73	58	22	146	68
Sep	13,8	12,5	11,8	14,3	12,4	15,4	42	155	53	60	59	72
Okt	9,2	7,8	8,9	7,6	7,9	9,2	39	19	62	58	13	37
Nov	4,1	3,4	4,7	7,5	4,4	3,4	42	70	22	88	80	0
Dez	0,7	1,2	0,3	-0,3	-4,8	3,8	40	40	56	90	49	38
$\bar{x}$ / $\sum$	8,3	9,8	9,4	8,9	7,8	9,7	585	816	597	705	671	586

Anlage 2: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2008

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw
0,5 m x 2 m	A - C	Pappel	4879	151	90	1253	1,6	1,2
0,5 m x 2 m	A - C	Hainbuche	177	67	30	---	---	---
0,5 m x 2 m	A - C	Weide	227	232	86	---	---	---
0,5 m x 2 m	A - C	Esche	232	92	32	---	---	---
0,5 m x 2 m	A - C	Birke	217	200	50	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Pappel	1349	174	61	869	2,1	1,1
1,5 m x 3 m	D - G	Hainbuche	27	92	40	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Weide	49	132	64	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Esche	82	128	34	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Birke	49	150	48	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Aspe	56	152	52	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Robinie	20	44	24	---	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Blühsträucher	73	78	32	---	---	---
0,5 m x 2 m	A	Pappel	1679	151	77	357	1,5	1,1
0,5 m x 2 m	A	Hainbuche	91	54	24	---	---	---
0,5 m x 2 m	A	Weide	115	266	77	---	---	---
0,5 m x 2 m	B	Pappel	1651	138	90	438	1,5	1,2
0,5 m x 2 m	B	Weide	112	197	82	---	---	---
0,5 m x 2 m	B	Birke	110	199	51	---	---	---
0,5 m x 2 m	B	Esche	115	82	31	---	---	---
0,5 m x 2 m	C	Pappel	1549	166	101	458	1,7	1,4
0,5 m x 2 m	C	Esche	117	102	30	---	---	---
0,5 m x 2 m	C	Hainbuche	86	80	31	---	---	---
0,5 m x 2 m	C	Birke	107	202	48	---	---	---

weiter Anlage 2

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw
1,5 m x 3 m	D	Blühsträucher	34	89	35	---	---	---
1,5 m x 3 m	D	Robinie	11	28	6	---	---	---
1,5 m x 3 m	D	Hainbuche	27	92	40	---	---	---
1,5 m x 3 m	D	Weide	22	141	62	---	---	---
1,5 m x 3 m	D	Esche	26	119	40	---	---	---
1,5 m x 3 m	E	Pappel	391	182	56	201	2,5	1,2
1,5 m x 3 m	E	Robinie	9	63	23	---	---	---
1,5 m x 3 m	E	Birke	24	132	32	---	---	---
1,5 m x 3 m	E	Esche	28	136	37	---	---	---
1,5 m x 3 m	E	Aspe	28	176	47	---	---	---
1,5 m x 3 m	F	Pappel	382	173	54	201	2,1	1,0
1,5 m x 3 m	F	Blühsträucher	39	69	26	---	---	---
1,5 m x 3 m	F	Aspe	28	128	44	---	---	---
1,5 m x 3 m	F	Esche	28	126	22	---	---	---
1,5 m x 3 m	G	Pappel	200	154	66	101	1,9	1,0
1,5 m x 3 m	G	Weide	27	125	66	---	---	---
1,5 m x 3 m	G	Birke	25	168	54	---	---	---

Begriffserklärung:

Höhe Höhe der Gehölze, gemessen an Einzelbäumen
WHD Wurzelhalsdurchmesser

N Stichprobengröße
MW Mittelwert
Stdabw Standardabweichung

Anlage 3: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2009

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw	BHD N	BHD MW	BHD Stdabw
0,5 m x 2 m	A - C	Pappel	4764	346	149	1462	3,2	2,1	1457	2,0	1,6
0,5 m x 2 m	A - C	Hainbuche	171	64	35	158	1,5	0,5	150	0,0	0,0
0,5 m x 2 m	A - C	Weide	216	416	134	206	3,5	1,3	206	2,1	0,9
0,5 m x 2 m	A - C	Esche	235	134	54	203	1,8	0,6	203	0,4	0,5
0,5 m x 2 m	A - C	Birke	213	316	82	189	3,2	1,1	189	2,0	0,9
1,5 m x 3 m	D - G	Pappel	1343	330	103	975	4,0	1,9	970	2,1	1,3
1,5 m x 3 m	D - G	Hainbuche	17	69	29	17	1,7	0,4	17	0,0	0,0
1,5 m x 3 m	D - G	Weide	52	214	125	52	2,1	1,1	52	0,9	0,9
1,5 m x 3 m	D - G	Esche	82	183	56	82	2,6	0,7	81	1,1	0,7
1,5 m x 3 m	D - G	Birke	37	172	87	37	1,9	0,9	37	0,6	0,7
1,5 m x 3 m	D - G	Aspe	47	221	127	46	2,9	1,7	45	1,2	1,3
1,5 m x 3 m	D - G	Robinie	23	91	48	23	0,7	0,3	23	0,1	0,2
1,5 m x 3 m	D - G	Blühsträucher	63	74	35	30	1,4	1,0	30	0,1	0,3
0,5 m x 2 m	A	Pappel	1641	363	116	529	3,3	1,9	528	2,0	1,4
0,5 m x 2 m	A	Hainbuche	87	45	19	86	1,4	0,5	71	0,0	0,0
0,5 m x 2 m	A	Weide	112	482	99	112	4,1	1,2	112	2,6	1,0
0,5 m x 2 m	B	Pappel	1536	332	162	470	4,2	2,1	468	2,0	1,6
0,5 m x 2 m	B	Weide	104	345	131	94	2,8	1,1	94	1,6	0,9
0,5 m x 2 m	B	Birke	105	306	93	94	3,1	1,2	94	1,9	1,0
0,5 m x 2 m	B	Esche	119	115	47	103	1,6	0,6	103	0,3	0,5
0,5 m x 2 m	C	Pappel	1587	340	165	463	3,3	2,2	461	2,1	1,7
0,5 m x 2 m	C	Esche	116	154	53	100	2,0	0,6	100	0,6	0,5
0,5 m x 2 m	C	Hainbuche	84	84	37	72	1,7	0,5	79	0,0	0,2
0,5 m x 2 m	C	Birke	108	325	68	95	3,3	0,9	95	2,1	0,8

weiter Anlage 3

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw	BHD N	BHD MW	BHD Stdabw
1,5 m x 3 m	D	Blühsträucher	35	76	31	14	1,5	1,1	14	0,1	0,2
1,5 m x 3 m	D	Robinie	15	79	40	15	0,7	0,3	15	0,0	0,1
1,5 m x 3 m	D	Hainbuche	17	69	29	17	1,7	0,4	17	0,0	0,0
1,5 m x 3 m	D	Weide	20	285	132	20	2,5	1,2	20	1,3	1,0
1,5 m x 3 m	D	Esche	26	174	70	26	2,6	0,8	26	0,9	0,8
1,5 m x 3 m	E	Pappel	395	357	95	279	4,4	1,9	279	2,2	1,2
1,5 m x 3 m	E	Robinie	8	112	56	8	0,8	0,2	8	0,2	0,3
1,5 m x 3 m	E	Birke	22	137	61	22	1,9	0,7	22	0,4	0,5
1,5 m x 3 m	E	Esche	28	190	52	28	2,6	0,6	27	1,1	0,6
1,5 m x 3 m	E	Aspe	26	286	123	25	3,8	1,7	24	2,0	1,3
1,5 m x 3 m	F	Pappel	379	330	89	255	4,2	1,8	255	2,2	1,3
1,5 m x 3 m	F	Blühsträucher	28	72	40	16	1,4	0,9	16	0,1	0,3
1,5 m x 3 m	F	Aspe	21	140	77	21	1,8	0,9	21	0,4	0,7
1,5 m x 3 m	F	Esche	28	184	44	28	2,7	0,7	28	1,1	0,6
1,5 m x 3 m	G	Pappel	196	276	112	145	3,3	1,8	142	1,6	1,3
1,5 m x 3 m	G	Weide	26	189	98	26	1,9	1,1	26	0,8	0,8
1,5 m x 3 m	G	Birke	15	222	95	15	2,0	1,1	15	0,9	0,9

Begriffserklärung:

Höhe Höhe der Gehölze, gemessen an Einzelbäumen
WHD Wurzelhalsdurchmesser
BHD Brusthöhendurchmesser (bei etwa 130 cm Höhe)

N Stichprobengröße
MW Mittelwert
Stdabw Standardabweichung

Anlage 4: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2010

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw	BHD N	BHD MW	BHD Stdabw
0,5 m x 2 m	A - C	Pappel	4768	460	182	1795	4,9	2,8	1795	3,5	2,3
0,5 m x 2 m	A - C	Hainbuche	187	66	45	187	1,6	0,6	187	0,1	0,2
0,5 m x 2 m	A - C	Weide	205	499	127	205	5,0	1,8	205	3,4	1,4
0,5 m x 2 m	A - C	Esche	234	169	70	234	2,1	0,7	234	0,8	0,8
0,5 m x 2 m	A - C	Birke	202	440	107	202	4,6	1,5	202	3,2	1,2
1,5 m x 3 m	D - G	Pappel	1350	484	132	1350	6,3	2,7	1350	4,3	2,1
1,5 m x 3 m	D - G	Hainbuche	12	48	28	12	1,5	0,4	12	0,0	0,0
1,5 m x 3 m	D - G	Weide	50	286	177	50	3,3	2,0	48	1,6	1,6
1,5 m x 3 m	D - G	Esche	81	223	74	81	3,3	1,2	81	1,6	1,0
1,5 m x 3 m	D - G	Birke	34	143	109	34	2,0	1,4	34	0,6	0,9
1,5 m x 3 m	D - G	Aspe	43	275	177	43	3,9	2,6	43	2,2	2,4
1,5 m x 3 m	D - G	Robinie	8	173	73	7	1,7	0,6	8	0,7	0,6
1,5 m x 3 m	D - G	Blühsträucher	59	78	50	37	1,4	0,8	37	0,1	0,4
0,5 m x 2 m	A	Pappel	1647	499	149	603	4,9	2,5	603	3,6	1,9
0,5 m x 2 m	A	Hainbuche	97	46	17	97	1,6	0,6	97	0,0	0,0
0,5 m x 2 m	A	Weide	110	546	112	110	5,8	1,6	110	4,1	1,3
0,5 m x 2 m	B	Pappel	1608	438	194	600	4,8	3,0	600	3,4	2,5
0,5 m x 2 m	B	Weide	95	444	122	95	4,1	1,6	95	2,6	1,1
0,5 m x 2 m	B	Birke	98	427	118	98	4,5	1,7	98	3,3	1,4
0,5 m x 2 m	B	Esche	118	143	67	118	1,8	0,8	118	0,6	0,8
0,5 m x 2 m	C	Pappel	1513	442	195	592	4,9	3,0	592	3,5	2,5
0,5 m x 2 m	C	Esche	116	195	63	116	2,4	0,8	116	1,1	0,7
0,5 m x 2 m	C	Hainbuche	90	87	55	90	1,7	0,6	90	0,1	0,3
0,5 m x 2 m	C	Birke	104	452	94	104	4,6	1,4	104	3,1	1,1

weiter Anlage 4

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw	BHD N	BHD MW	BHD Stdabw
1,5 m x 3 m	D	Pappel	378	471	140	378	6,0	2,6	378	4,2	2,2
1,5 m x 3 m	D	Blühsträucher	34	87	56	12	1,6	1,6	12	0,2	0,3
1,5 m x 3 m	D	Robinie	4	126	66	3	1,6	1,6	4	0,3	0,5
1,5 m x 3 m	D	Hainbuche	12	48	28	12	1,5	1,5	12	0,0	0,0
1,5 m x 3 m	D	Weide	18	389	184	18	4,2	4,2	18	2,4	1,7
1,5 m x 3 m	D	Esche	25	208	94	25	3,3	3,3	25	1,6	1,3
1,5 m x 3 m	E	Pappel	396	538	105	396	7,2	2,6	396	4,6	1,8
1,5 m x 3 m	E	Robinie	4	220	48	4	1,8	1,8	4	1,1	0,5
1,5 m x 3 m	E	Birke	19	140	97	19	2,2	2,2	19	0,6	0,8
1,5 m x 3 m	E	Esche	28	227	68	28	3,2	3,2	28	1,6	0,8
1,5 m x 3 m	E	Aspe	22	394	150	22	5,8	5,8	22	3,8	2,3
1,5 m x 3 m	F	Pappel	385	483	105	385	6,4	2,5	385	4,4	1,9
1,5 m x 3 m	F	Blühsträucher	25	64	39	25	1,3	1,3	25	0,1	0,4
1,5 m x 3 m	F	Aspe	21	150	101	21	2,0	2,0	21	0,6	1,0
1,5 m x 3 m	F	Esche	28	234	61	28	3,5	3,5	28	1,7	0,9
1,5 m x 3 m	G	Pappel	191	397	158	191	5,1	2,7	191	3,2	2,2
1,5 m x 3 m	G	Weide	26	252	151	26	3,1	3,1	24	1,5	1,3
1,5 m x 3 m	G	Birke	15	147	126	15	1,8	1,8	15	0,7	1,1

Begriffserklärung:

Höhe	Höhe der Gehölze, gemessen an Einzelbäumen
WHD	Wurzelhalsdurchmesser
BHD	Brusthöhendurchmesser (bei etwa 130 cm Höhe)
N	Stichprobengröße
MW	Mittelwert
Stdabw	Standardabweichung

Anlage 5: Datenblatt zur Bestandesentwicklung der Gehölzstreifen 2011

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw	BHD N	BHD MW	BHD Stdabw	Triebe N	Triebe MW	Triebe Stdabw
0,5 m x 2 m	A - C	Pappel	1749	320	72	1758	2,4	0,8	1759	1,6	0,6	1759	6,3	3,8
0,5 m x 2 m	A - C	Hainbuche	82	19	6	0	---	---	0	---	---	0	---	---
0,5 m x 2 m	A - C	Weide	188	388	79	188	2,3	0,6	188	1,6	0,4	188	10,4	5,4
0,5 m x 2 m	A - C	Esche	208	70	30	51	1,5	0,4	107	0,0	0,2	55	2,8	1,0
0,5 m x 2 m	A - C	Birke	150	180	53	149	1,6	0,7	149	0,6	0,4	150	3,4	1,9
1,5 m x 3 m	D - G	Pappel	267	657	150	1357	8,8	3,4	1357	6,5	2,7	1357	1,2	0,4
1,5 m x 3 m	D - G	Hainbuche	7	38	21	0	---	---	0	---	---	0	---	---
1,5 m x 3 m	D - G	Weide	45	403	220	44	5,3	3,4	45	2,8	2,2	45	1,8	2,0
1,5 m x 3 m	D - G	Esche	75	236	85	77	3,9	1,4	77	2,2	1,2	77	1,0	0,2
1,5 m x 3 m	D - G	Birke	48	184	122	46	2,4	1,7	47	1,2	1,3	48	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	D - G	Aspe	43	341	227	42	5,2	3,6	34	4,3	3,1	43	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	D - G	Robinie	4	208	133	4	2,6	1,4	4	1,6	1,5	4	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	D - G	Blühsträucher	71	127	98	0	---	---	0	---	---	0	---	---
0,5 m x 2 m	A	Pappel	600	318	57	599	2,4	0,6	600	1,5	0,5	600	6,3	3,4
0,5 m x 2 m	A	Hainbuche	82	19	6	0	---	---	0	---	---	0	---	---
0,5 m x 2 m	A	Weide	103	433	57	103	2,6	0,5	103	1,8	0,3	103	9,4	4,4
0,5 m x 2 m	B	Pappel	582	327	74	582	2,4	0,7	582	1,6	0,6	582	5,7	3,5
0,5 m x 2 m	B	Weide	85	333	67	85	2,0	0,4	85	1,3	0,4	85	11,5	6,2
0,5 m x 2 m	B	Birke	67	192	44	66	1,8	0,6	66	0,7	0,4	67	3,2	1,6
0,5 m x 2 m	B	Esche	107	90	27	51	1,5	0,4	107	0,1	0,2	55	2,8	1,0
0,5 m x 2 m	C	Pappel	577	316	83	577	2,3	0,9	577	1,5	0,7	577	6,8	4,5
0,5 m x 2 m	C	Esche	101	49	17	0	---	---	101	0	0,0	0	---	---
0,5 m x 2 m	C	Hainbuche	---	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
0,5 m x 2 m	C	Birke	83	170	57	83	1,5	0,7	83	0,5	0,4	83	3,5	2,0

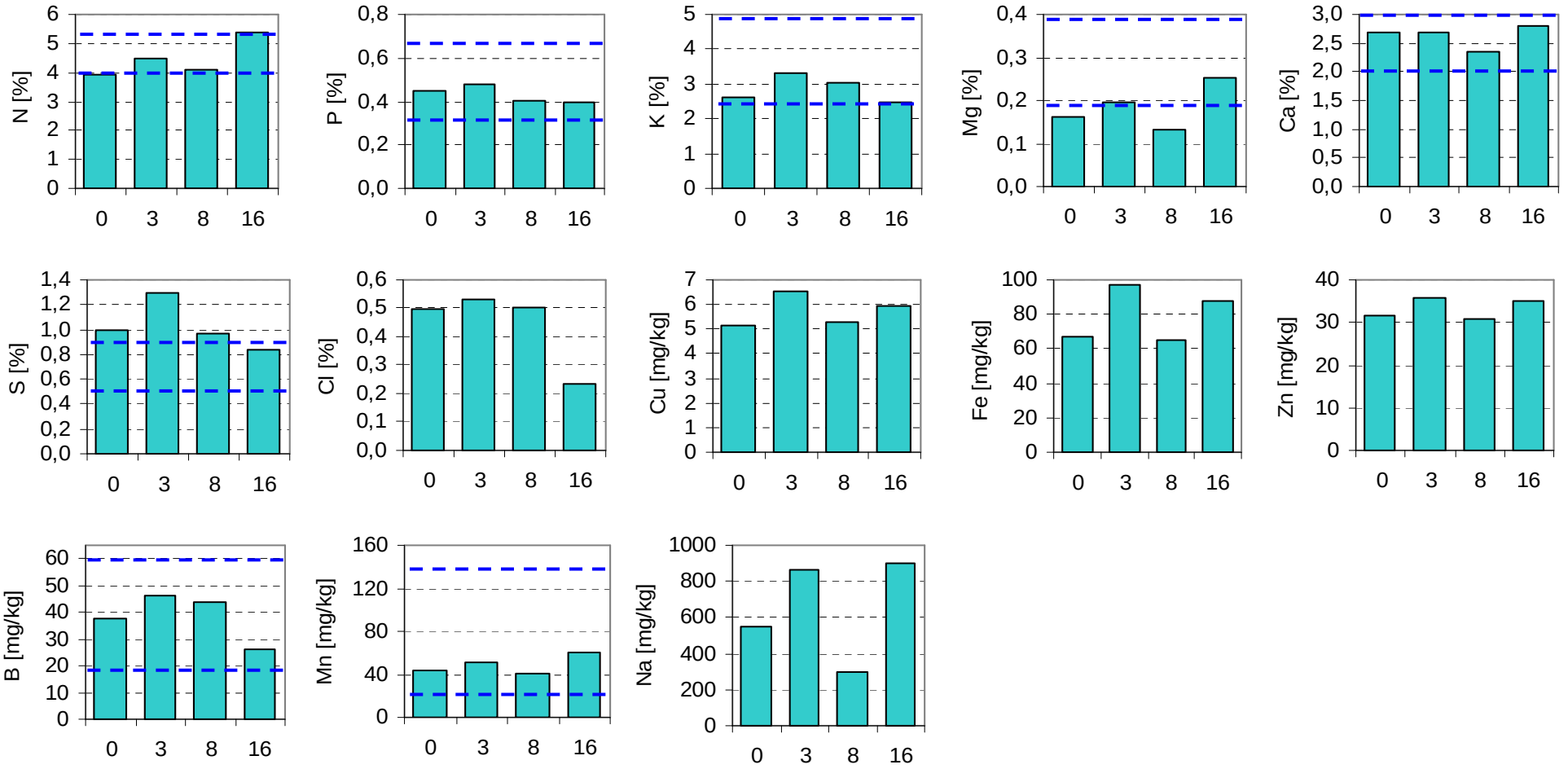
weiter Anlage 5

Pflanzabstand	Streifen	Art	Höhe N	Höhe MW	Höhe StdAbw	WHD N	WHD MW	WHD Stdabw	BHD N	BHD MW	BHD Stdabw	Triebe N	Triebe MW	Triebe Stdabw
1,5 m x 3 m	D	Pappel	73	655	144	377	8,9	3,4	377	6,6	2,9	377	1,1	0,5
1,5 m x 3 m	D	Blühsträucher	41	153	121	0	---	---	0	---	---	0	---	---
1,5 m x 3 m	D	Robinie	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
1,5 m x 3 m	D	Hainbuche	7	38	21	0	---	---	0	---	---	0	---	---
1,5 m x 3 m	D	Weide	18	467	258	17	6,2	4,1	18	3,5	2,6	18	2,5	3,0
1,5 m x 3 m	D	Esche	21	254	72	22	4,3	1,9	22	2,5	1,4	22	1,1	0,3
1,5 m x 3 m	E	Pappel	79	705	128	396	9,5	3,5	396	7,0	2,7	396	1,1	0,4
1,5 m x 3 m	E	Robinie	4	208	133	4	2,6	1,4	4	1,6	1,5	4	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	E	Birke	23	207	113	21	2,6	1,9	22	1,3	1,4	23	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	E	Esche	27	211	99	28	3,3	1,0	28	1,8	1,2	28	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	E	Aspe	21	501	194	21	7,5	3,3	21	5,5	3,1	21	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	F	Pappel	75	666	135	384	8,7	3,1	384	6,5	2,5	384	1,2	0,4
1,5 m x 3 m	F	Blühsträucher	30	91	31	0	---	---	0	---	---	30	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	F	Aspe	22	187	129	21	2,9	2,2	13	2,3	1,9	22	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	F	Esche	27	248	77	27	4,1	1,3	27	2,4	1,0	27	1,0	0,0
1,5 m x 3 m	G	Pappel	40	549	177	200	7,6	3,5	200	5,1	2,7	200	1,2	0,5
1,5 m x 3 m	G	Weide	26	347	173	26	4,9	2,8	26	2,3	1,8	26	1,4	0,6
1,5 m x 3 m	G	Birke	25	163	128	25	2,2	1,5	25	1,1	1,2	25	1,0	0,0

Begriffserklärung:

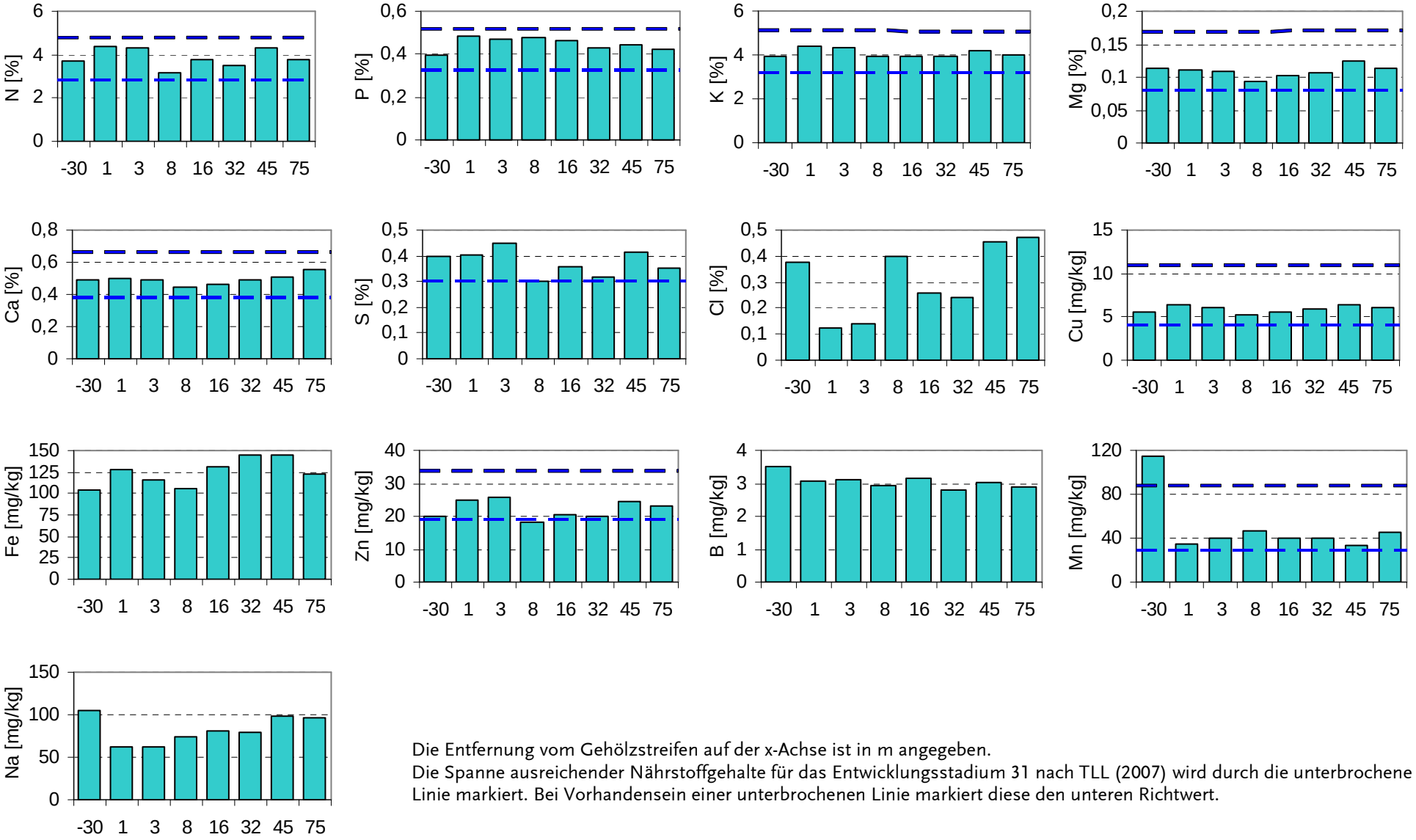
Höhe	Höhe der Gehölze, gemessen an Einzelbäumen
WHD	Wurzelhalsdurchmesser
BHD	Brusthöhendurchmesser (bei etwa 130 cm Höhe)
Triebe	Anzahl der Triebe
N	Stichprobengröße
MW	Mittelwert
Stdabw	Standardabweichung

Anlage 6: Nährstoffgehalte von Winterraps (2009) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen



Die Entfernung vom Gehölzstreifen auf der x-Achse ist in m angegeben.
Die Spanne ausreichender Nährstoffgehalte für das Entwicklungsstadium 62 nach TLL (2007) wird durch die unterbrochene Linie markiert.

Anlage 7: Nährstoffgehalte von Winterweizen (2010) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Gehölzstreifen



Die Entfernung vom Gehölzstreifen auf der x-Achse ist in m angegeben.
Die Spanne ausreichender Nährstoffgehalte für das Entwicklungsstadium 31 nach TLL (2007) wird durch die unterbrochene Linie markiert. Bei Vorhandensein einer unterbrochenen Linie markiert diese den unteren Richtwert.

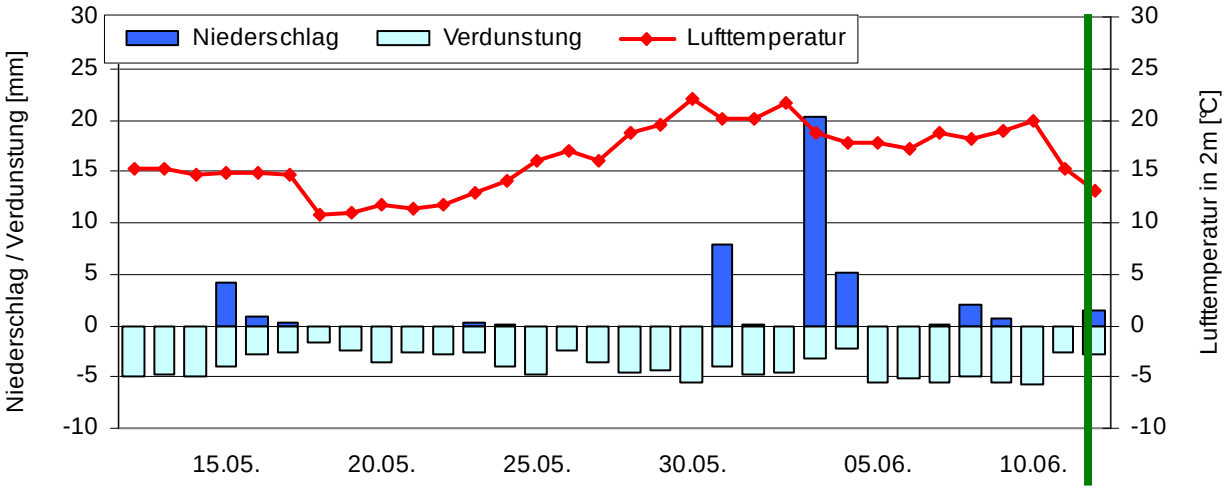
Anlage 8: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2008

a) Witterungsverlauf vor Probenahme am 12.06.2008

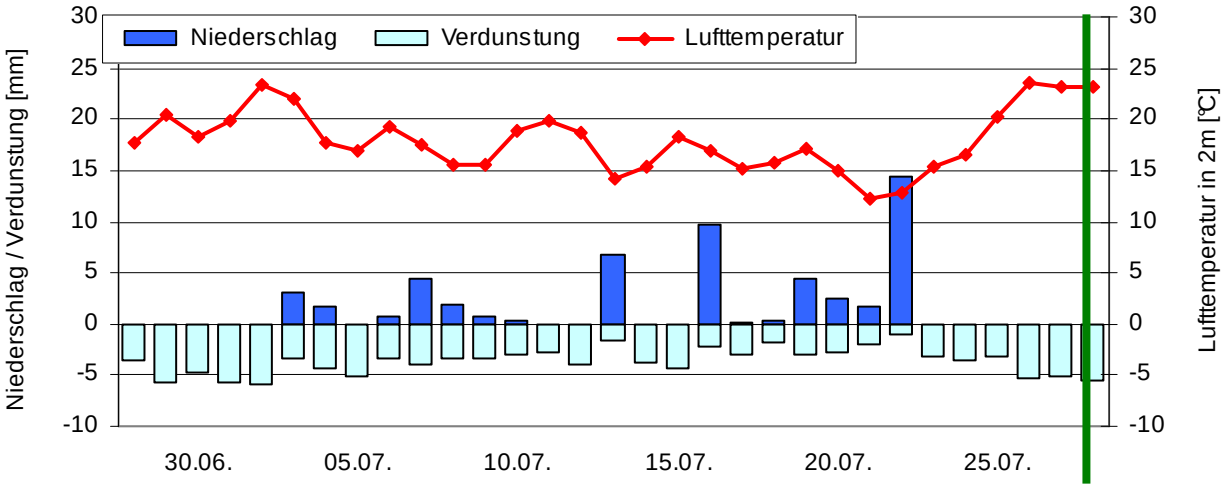
b) Witterungsverlauf vor Probenahme am 28.07.2008

c) Witterungsverlauf vor Probenahme am 09.10.2008

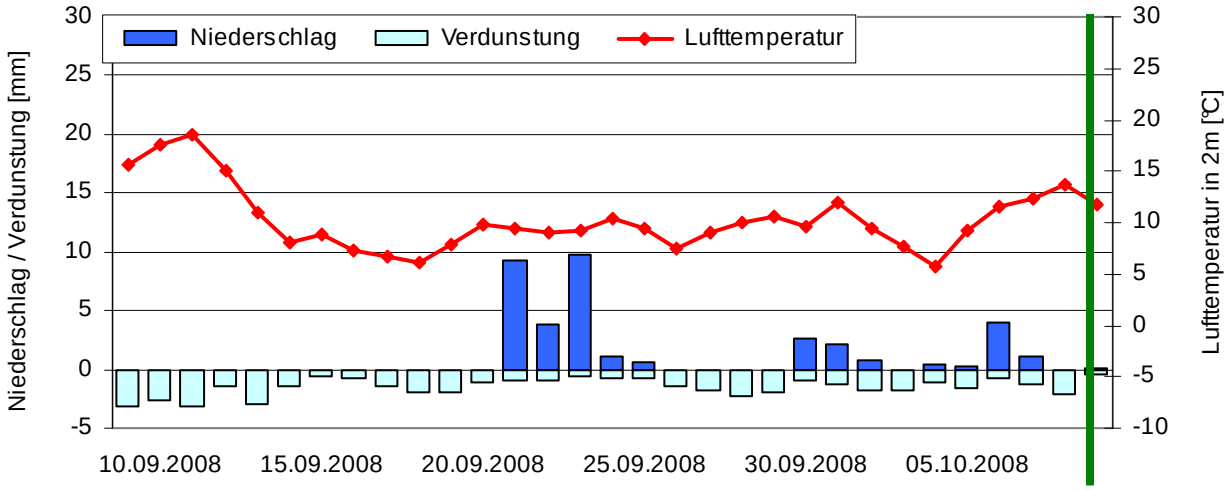
a)



b)



c)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
10.09.2008
15.09.2008
20.09.2008
25.09.2008
30.09.2008
05.10.2008

Anlage 9: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2009

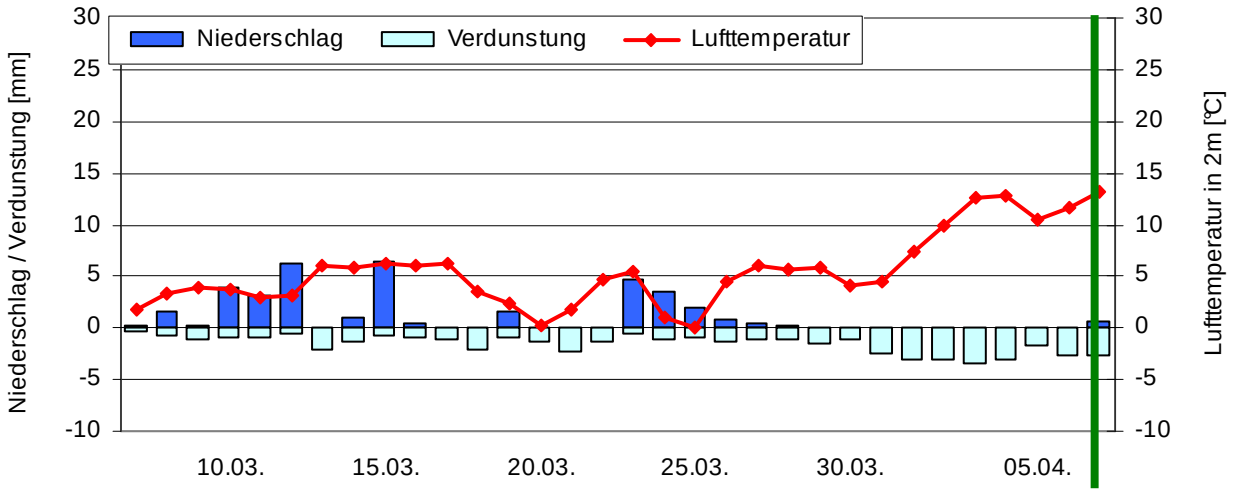
a) Witterungsverlauf vor Probenahme am 07.04.2009

b) Witterungsverlauf vor Probenahme am 13.08.2009

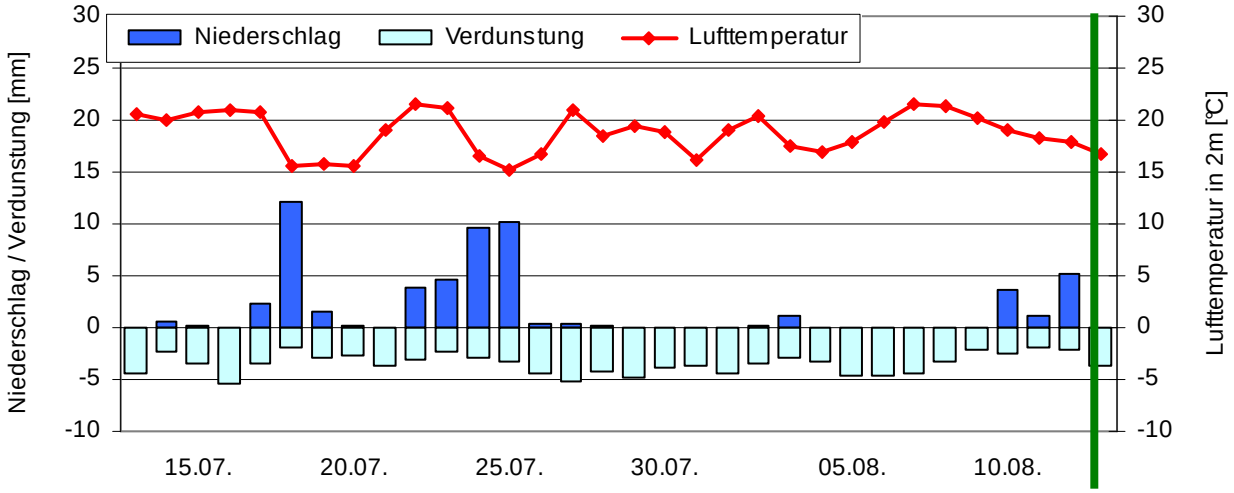
c) Witterungsverlauf vor Probenahme am 09.10.2009

d) Witterungsverlauf vor Probenahme am 20.11.2009

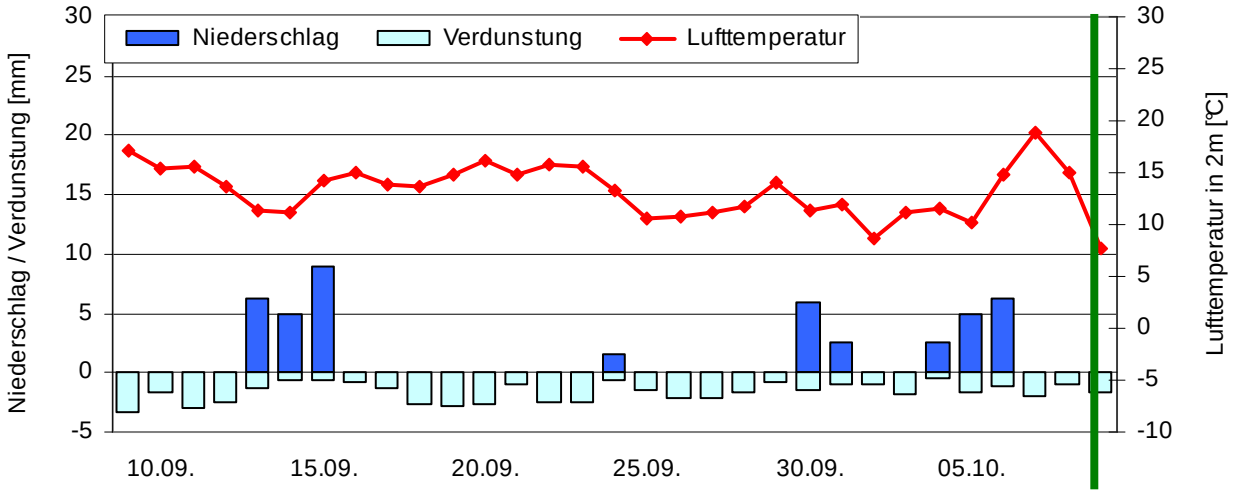
a)



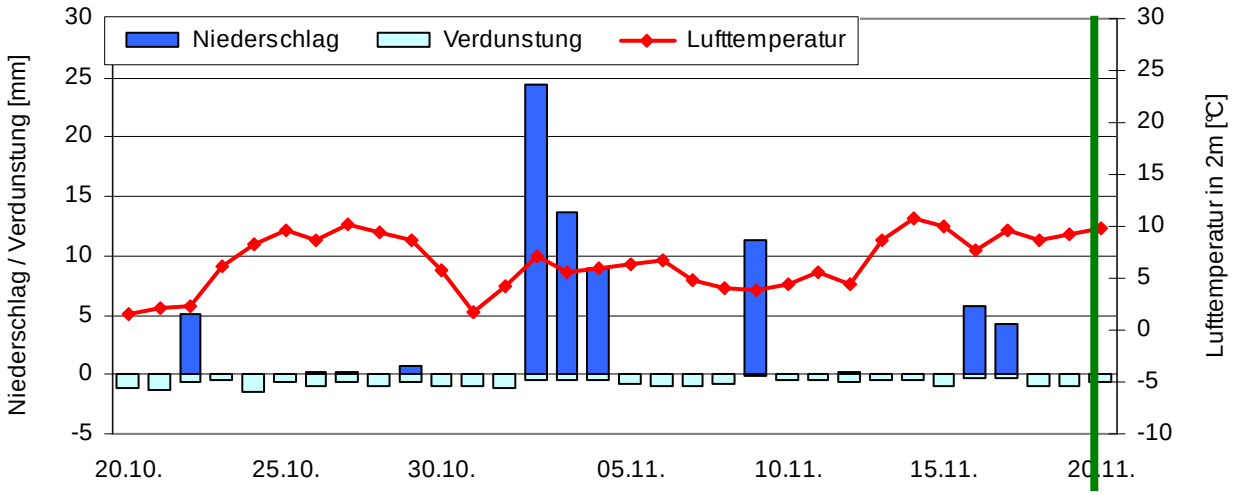
b)



c)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
10.09.
15.09.
20.09.
25.09.
30.09.
05.10.

d)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
20.10.
25.10.
30.10.
05.11.
10.11.
15.11.
20.11.

Anlage 10: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2010

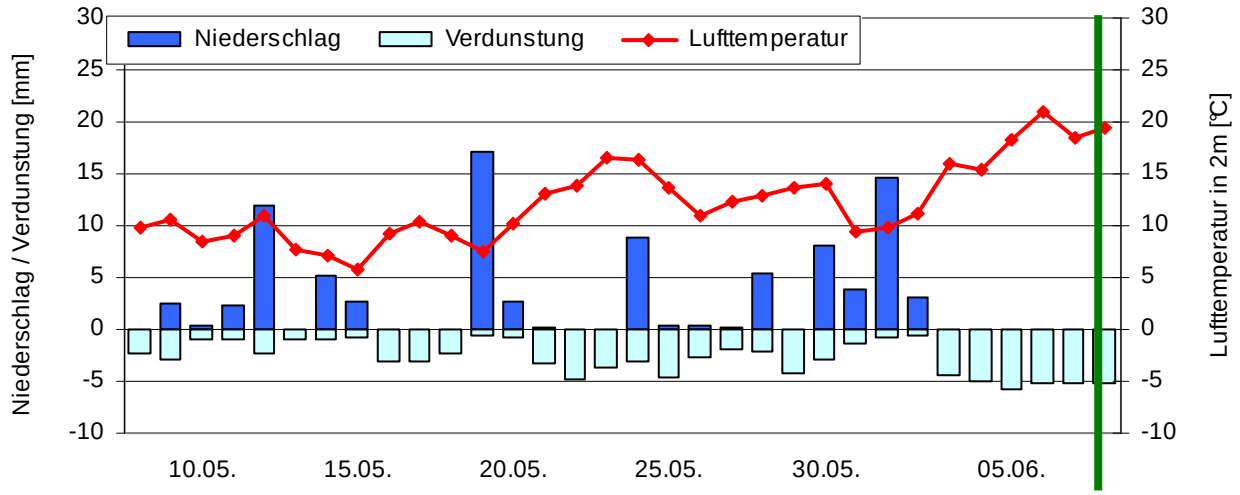
a) Witterungsverlauf vor Probenahme am 08.06.2010

b) Witterungsverlauf vor Probenahme am 22.06.2010

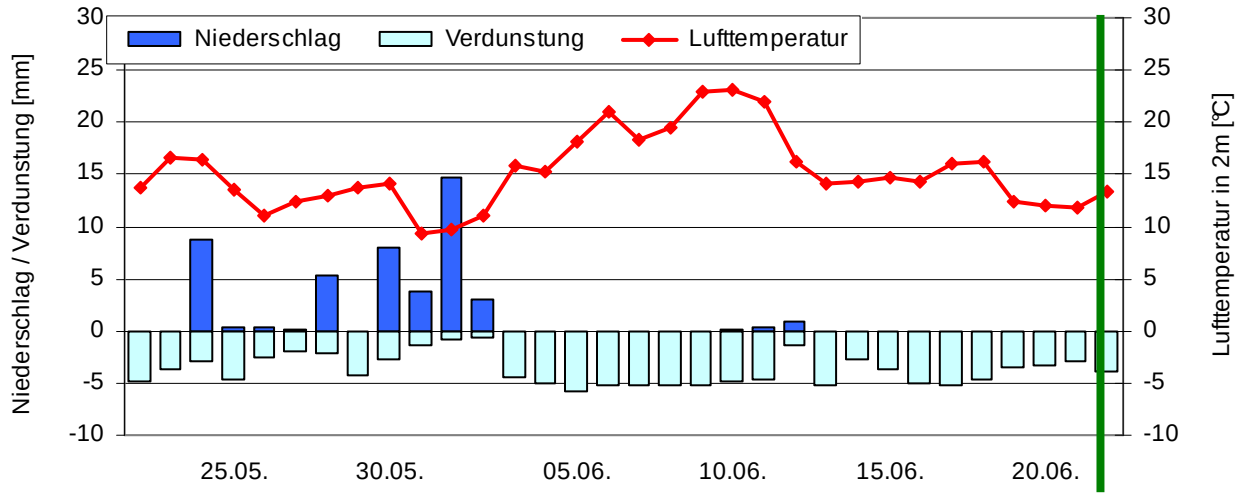
c) Witterungsverlauf vor Probenahme am 12.07.2010

d) Witterungsverlauf vor Probenahme am 23.08.2010

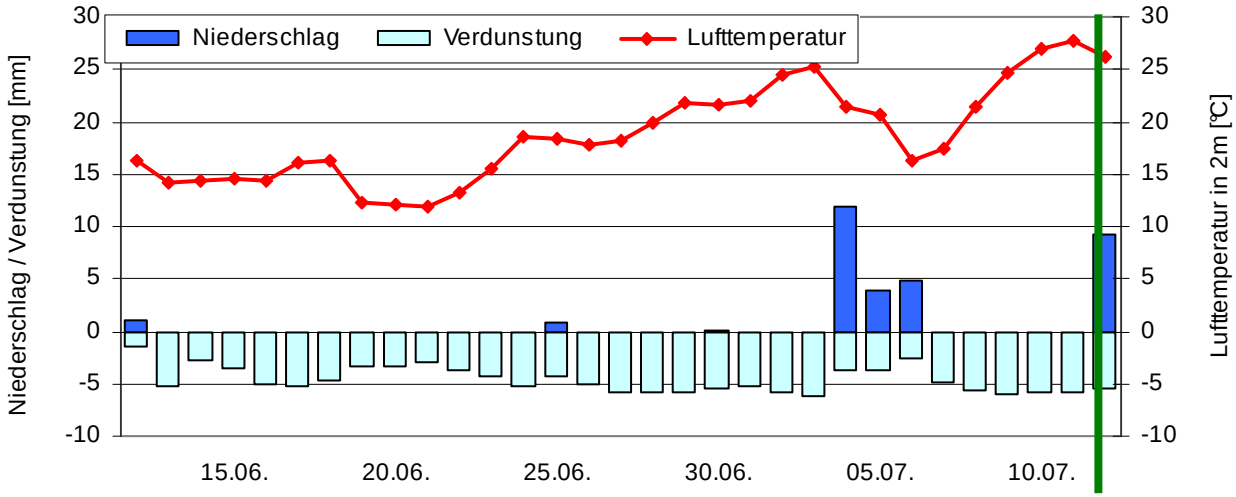
a)



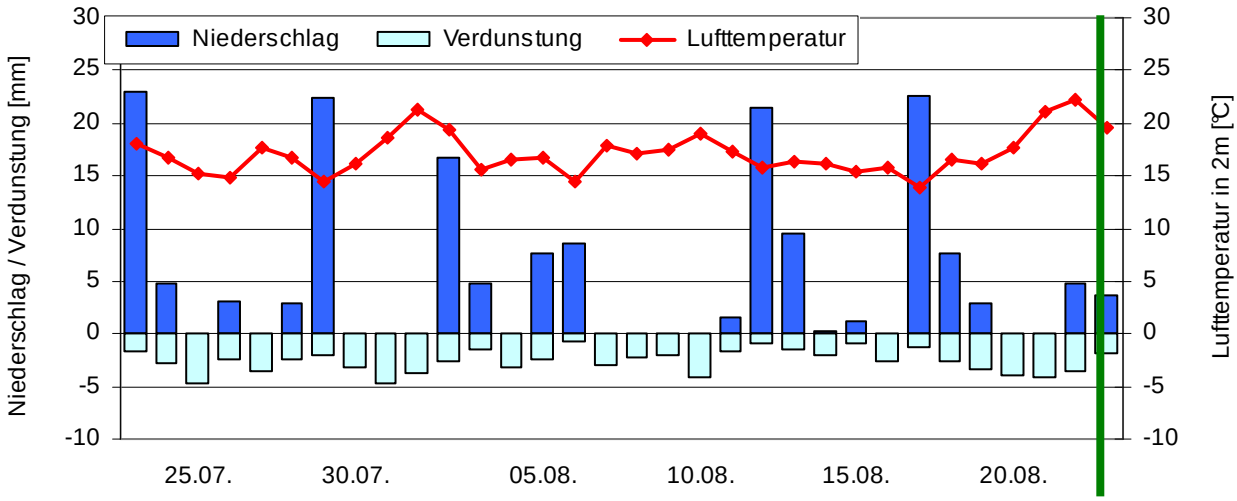
b)



c)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
15.06.
20.06.
25.06.
30.06.
05.07.
10.07.

d)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
25.07.
30.07.
05.08.
10.08.
15.08.
20.08.

Anlage 11: Witterungsverlauf vor Bodenwassergehaltsbestimmungen 2011

a) Witterungsverlauf vor Probenahme am 04.05.2011

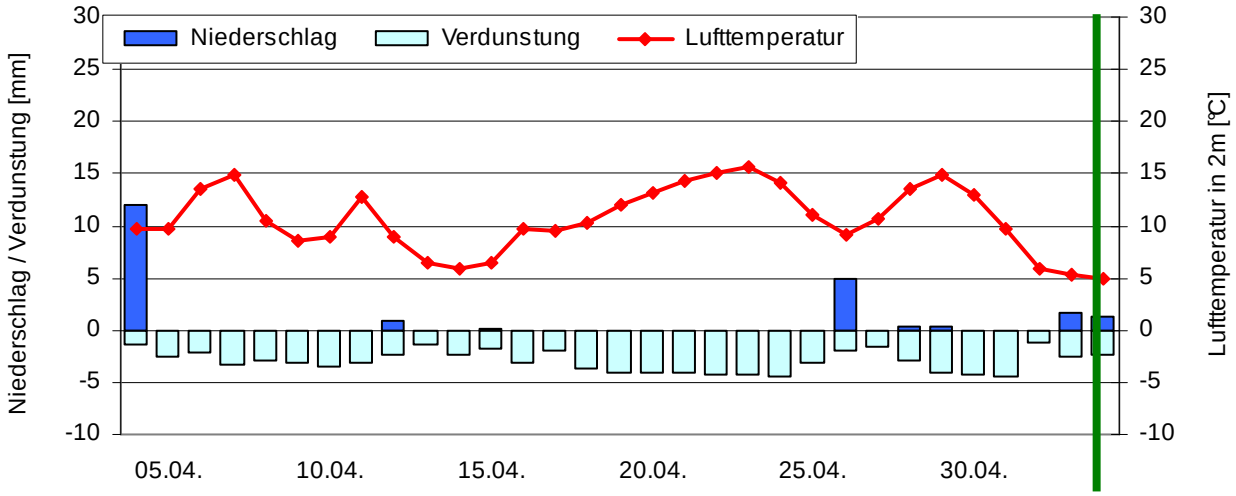
b) Witterungsverlauf vor Probenahme am 06.06.2011

c) Witterungsverlauf vor Probenahme am 12.07.2011

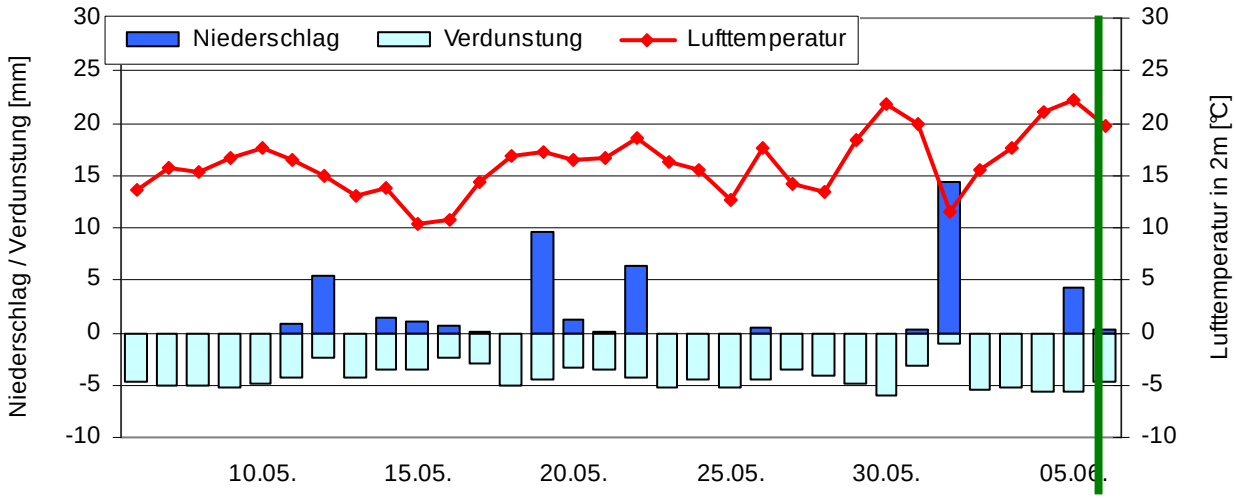
d) Witterungsverlauf vor Probenahme am 09.08.2011

e) Witterungsverlauf vor Probenahme am 05.10.2011

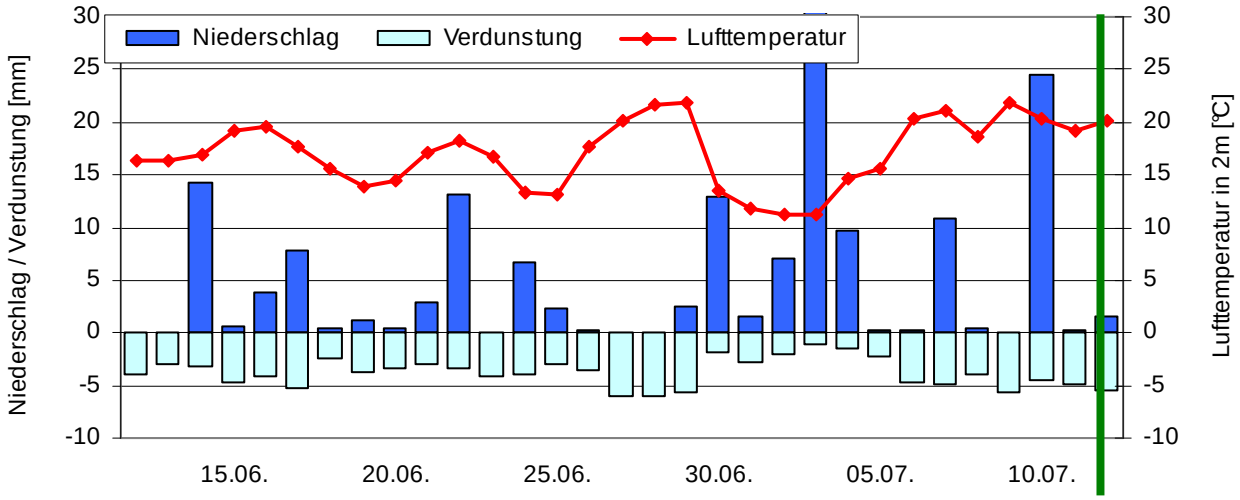
a)



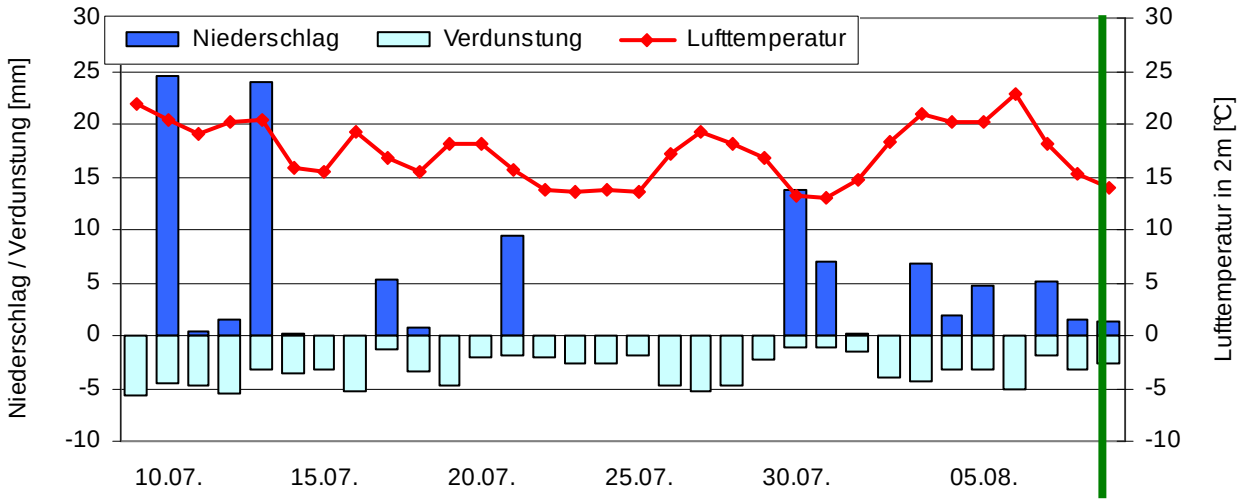
b)



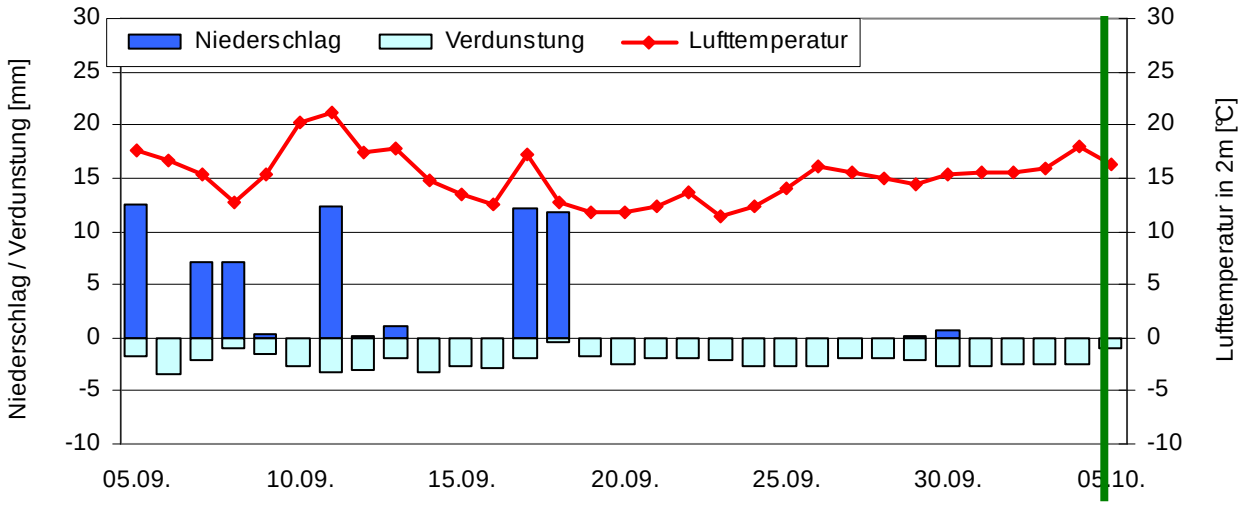
c)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
15.06.
20.06.
25.06.
30.06.
05.07.
10.07.

d)


Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
10.07.
15.07.
20.07.
25.07.
30.07.
05.08.

e)

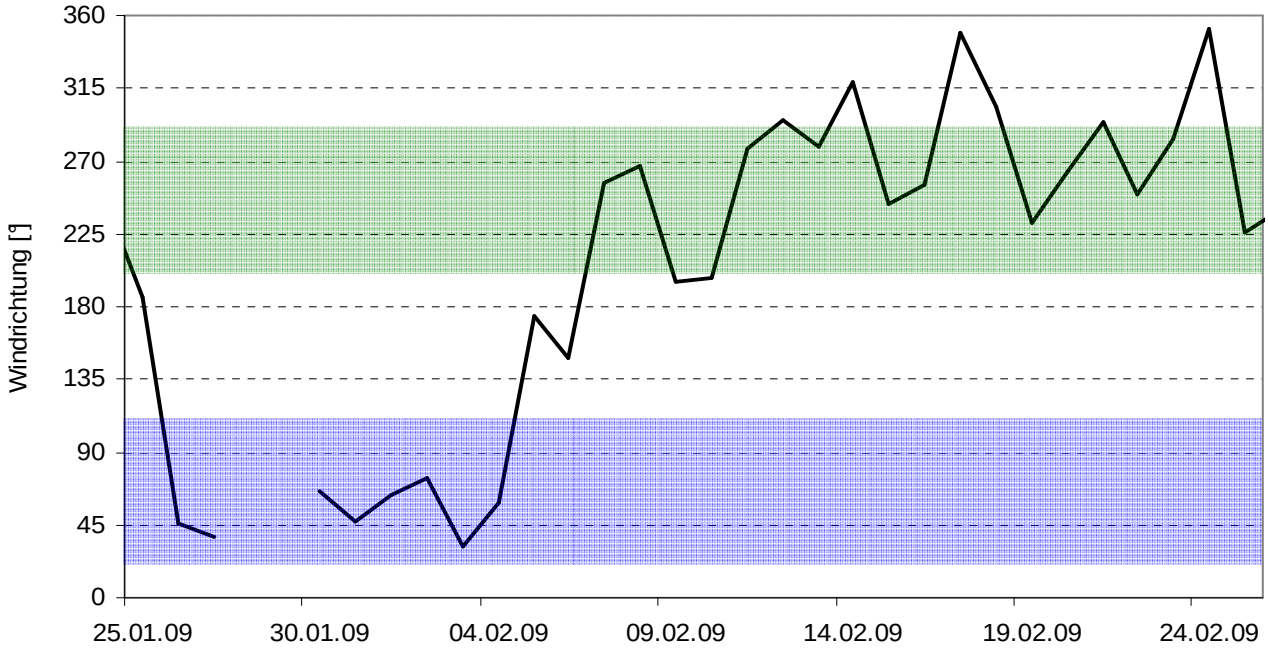

Niederschlag
Verdunstung
Lufttemperatur
Niederschlag / Verdunstung [mm]
Lufttemperatur in 2m [°C]
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
05.09.
10.09.
15.09.
20.09.
25.09.
30.09.
05.10.

Anlage 12: Mikroklima Dornburg – Windrichtung

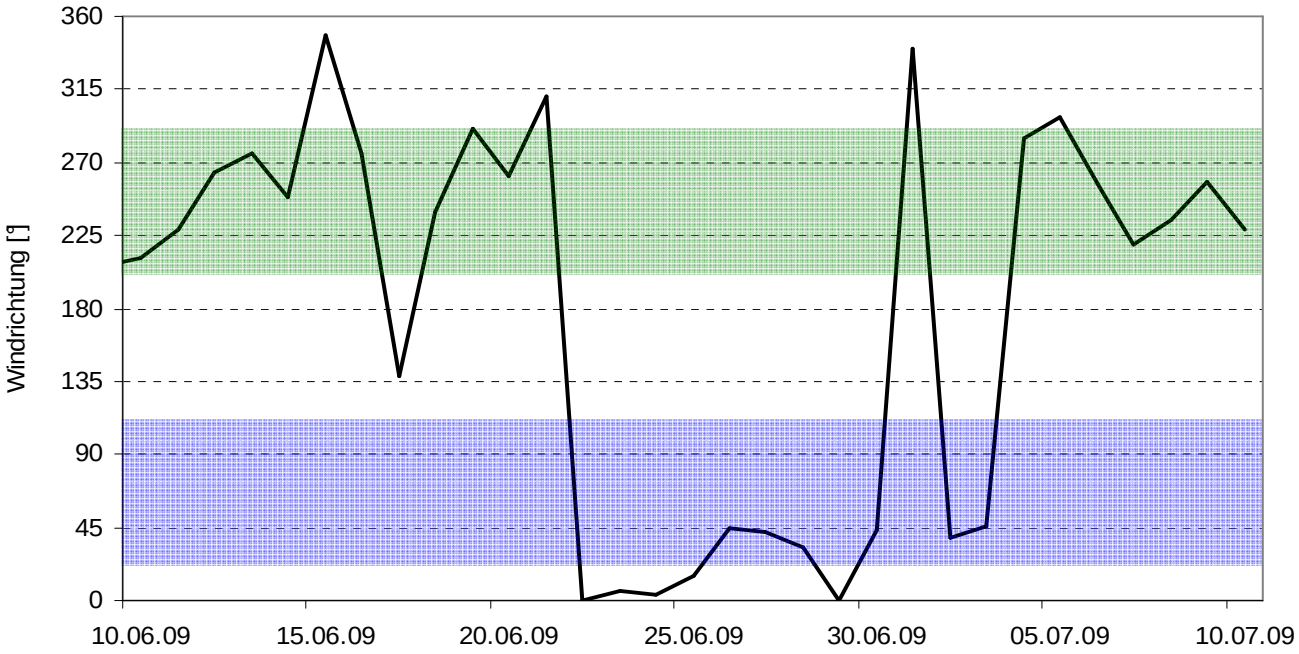
Der Bereich der Windrichtungen, gegen welche die Gehölzstreifen ausgerichtet sind, wurde farbig hinterlegt (Westsüdwest, 200° – 290° und Ostnordost, 20° - 110°). Der grün markierte Bereich deckt die Hauptwindrichtung des Gebietes ab. Bei der Einordnung in Luv- und Lee-Bereich wurde bei allen Auswertungen die Annahme dieser Hauptwindrichtung zugrunde gelegt.

a) Winter 2009
b) Sommer 2009
c) Winter 2010
d) Sommer 2010
e) Sommer 2011

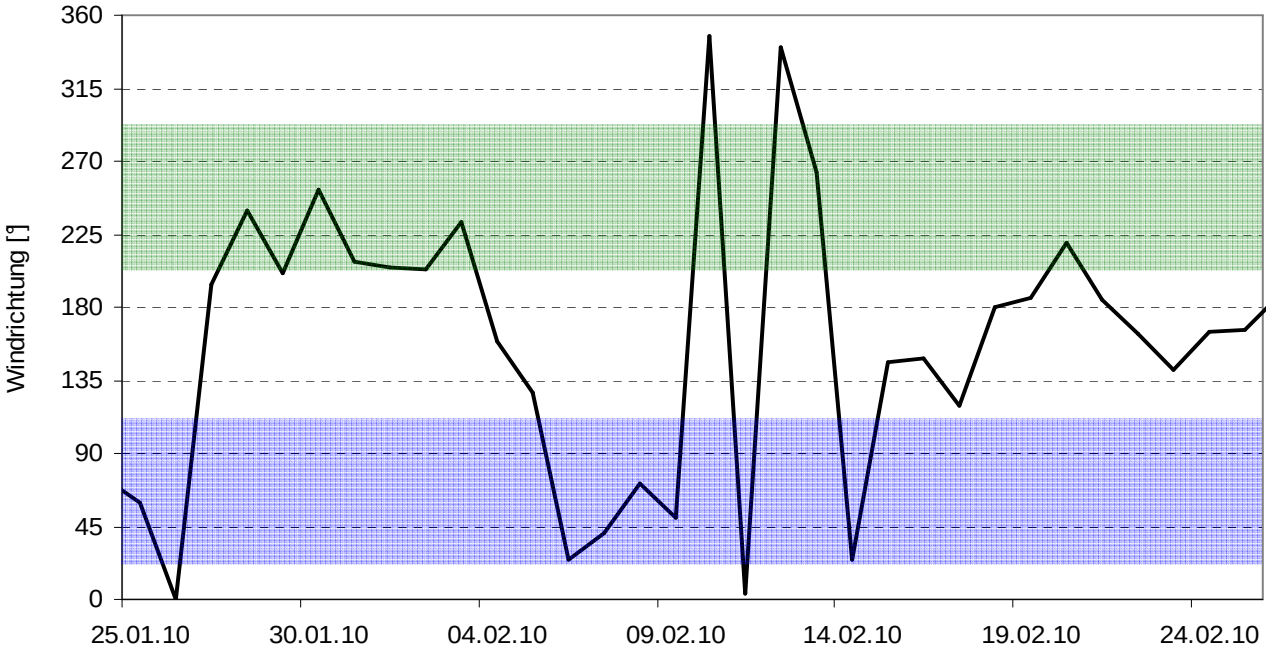
a)



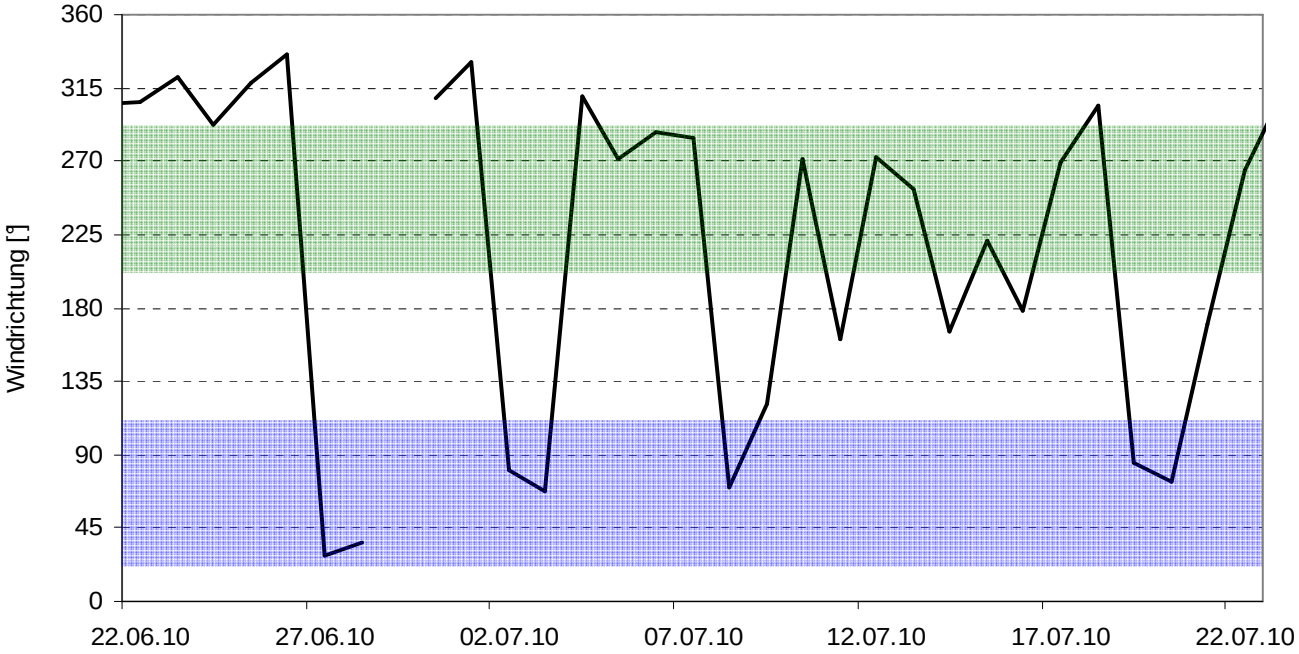
b)


Windrichtung [°]
360
315
270
225
180
135
90
45
0
10.06.09
15.06.09
20.06.09
25.06.09
30.06.09
05.07.09
10.07.09

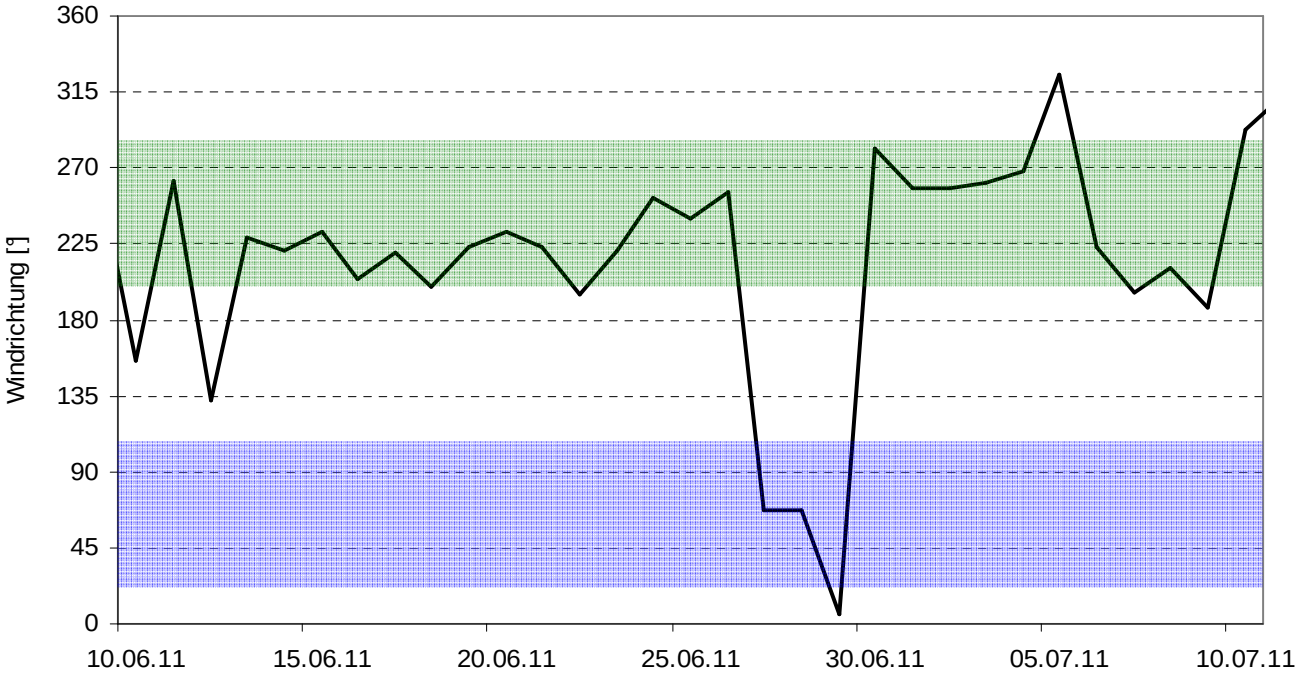
c)


Windrichtung [°]
360
315
270
225
180
135
90
45
0
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10

d)


Windrichtung [°]
360
315
270
225
180
135
90
45
0
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10

e)


Windrichtung [°]
360
315
270
225
180
135
90
45
0
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07.11

Anlage 13: Mikroklima Dornburg – Windgeschwindigkeit

a) Winter 2009

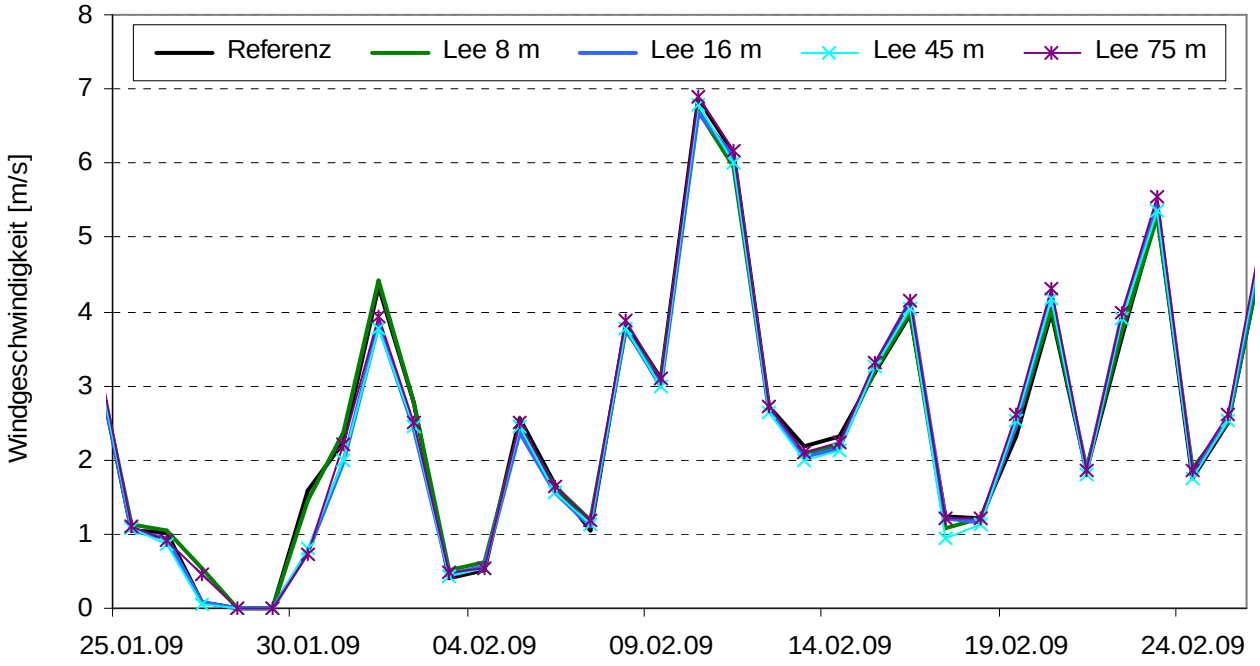
b) Sommer 2009

c) Winter 2010

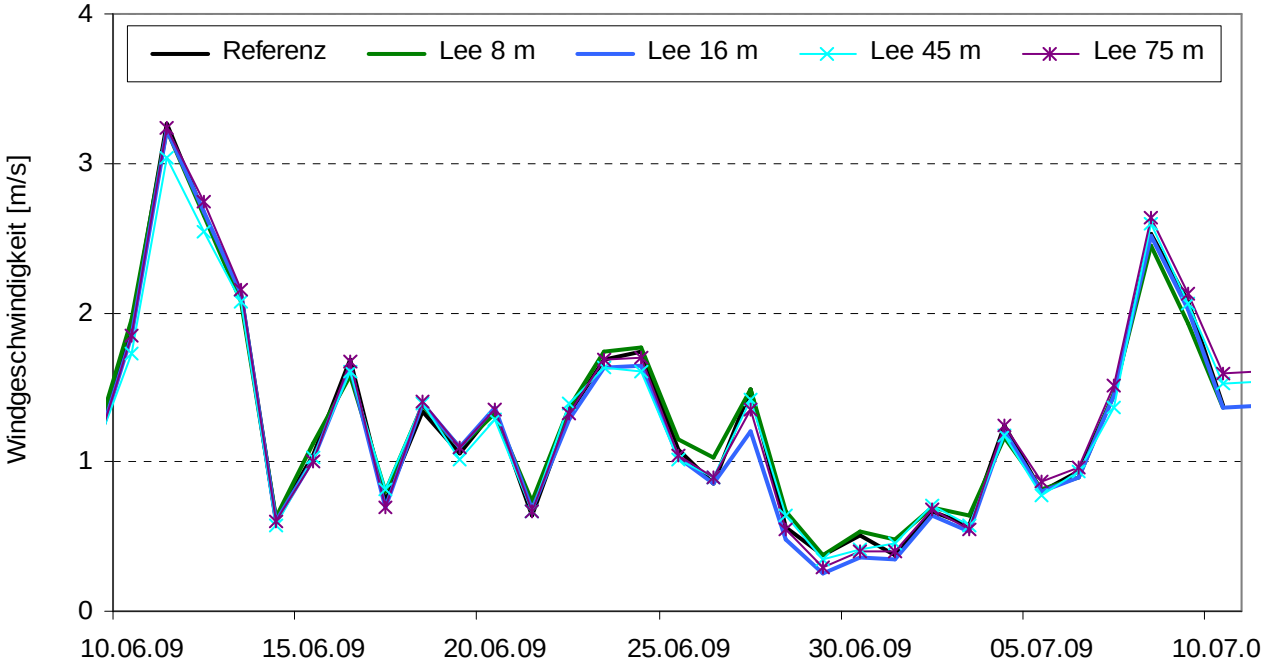
d) Sommer 2010

e) Sommer 2011

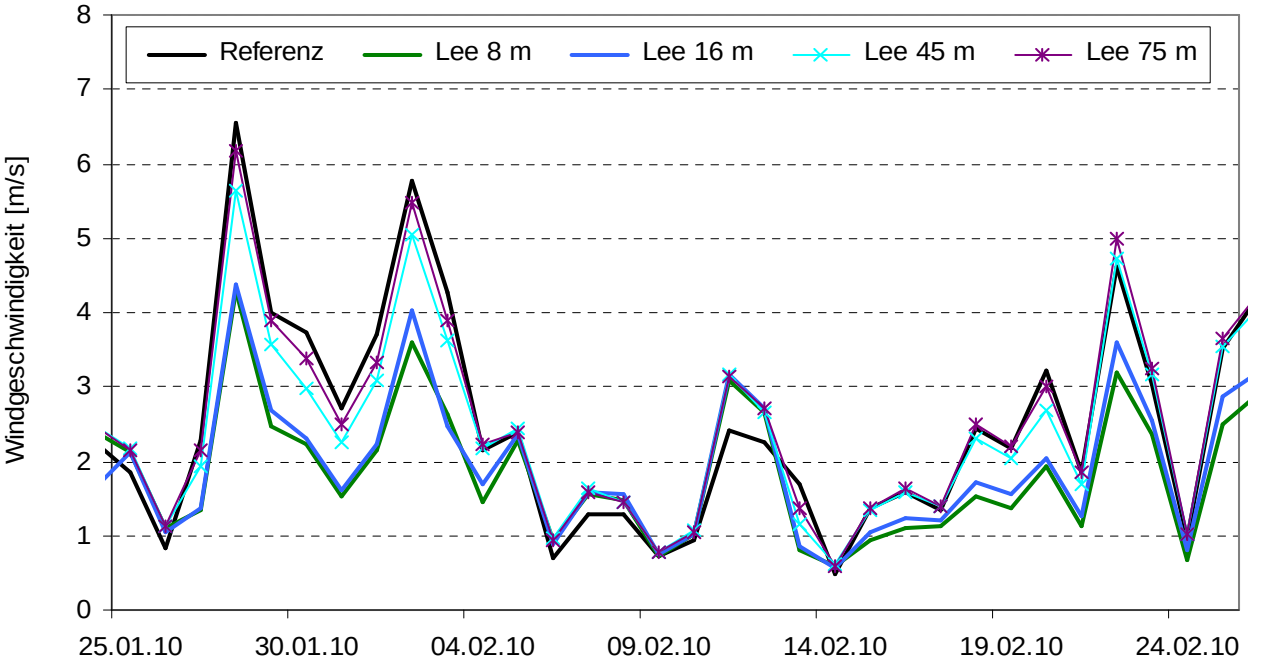
a)



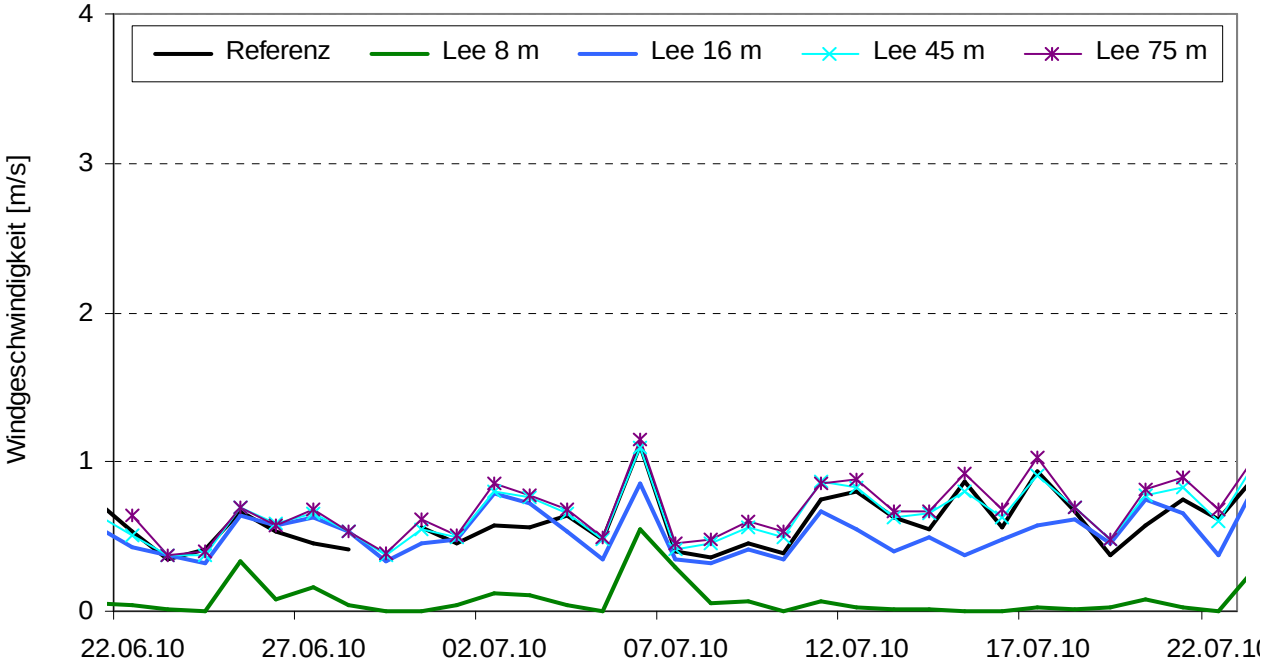
b)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Windgeschwindigkeit [m/s]
0
1
2
3
4
10.06.09
15.06.09
20.06.09
25.06.09
30.06.09
05.07.09
10.07.0

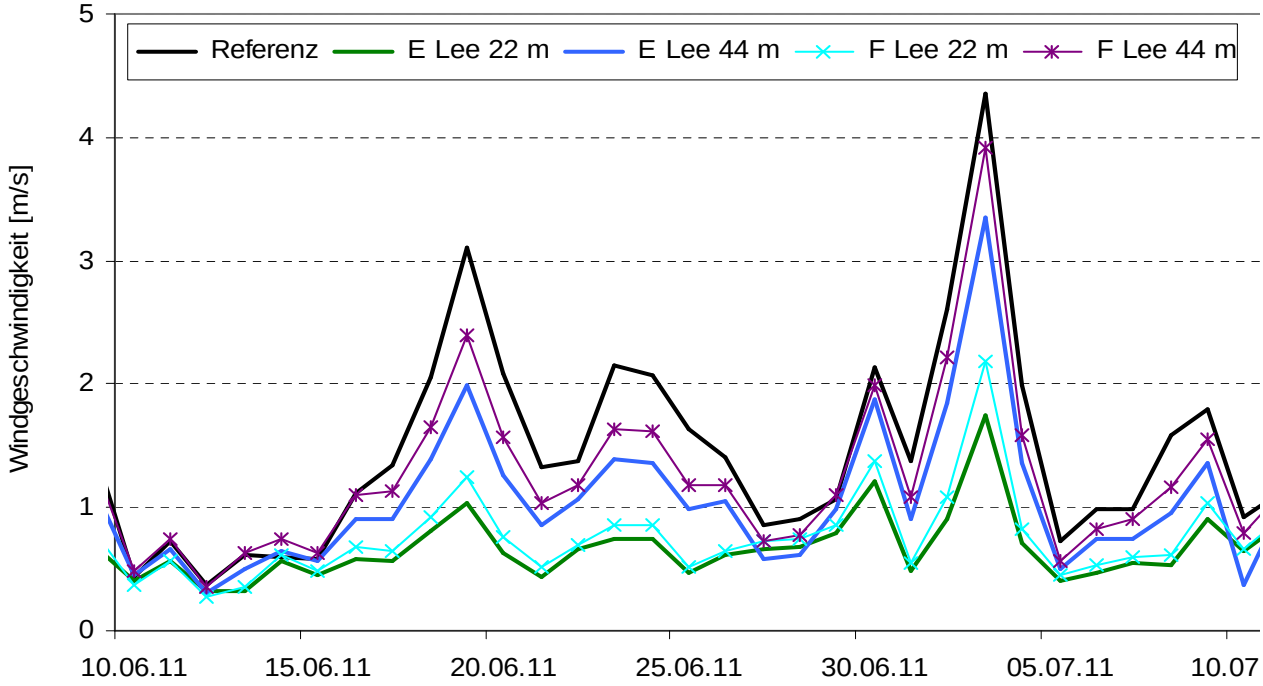
c)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Windgeschwindigkeit [m/s]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10

d)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Windgeschwindigkeit [m/s]
0
1
2
3
4
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10

e)


Referenz
E Lee 22 m
E Lee 44 m
F Lee 22 m
F Lee 44 m
Windgeschwindigkeit [m/s]
0
1
2
3
4
5
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07

Anlage 14: Mikroklima Dornburg – Luftfeuchte

a) Winter 2009

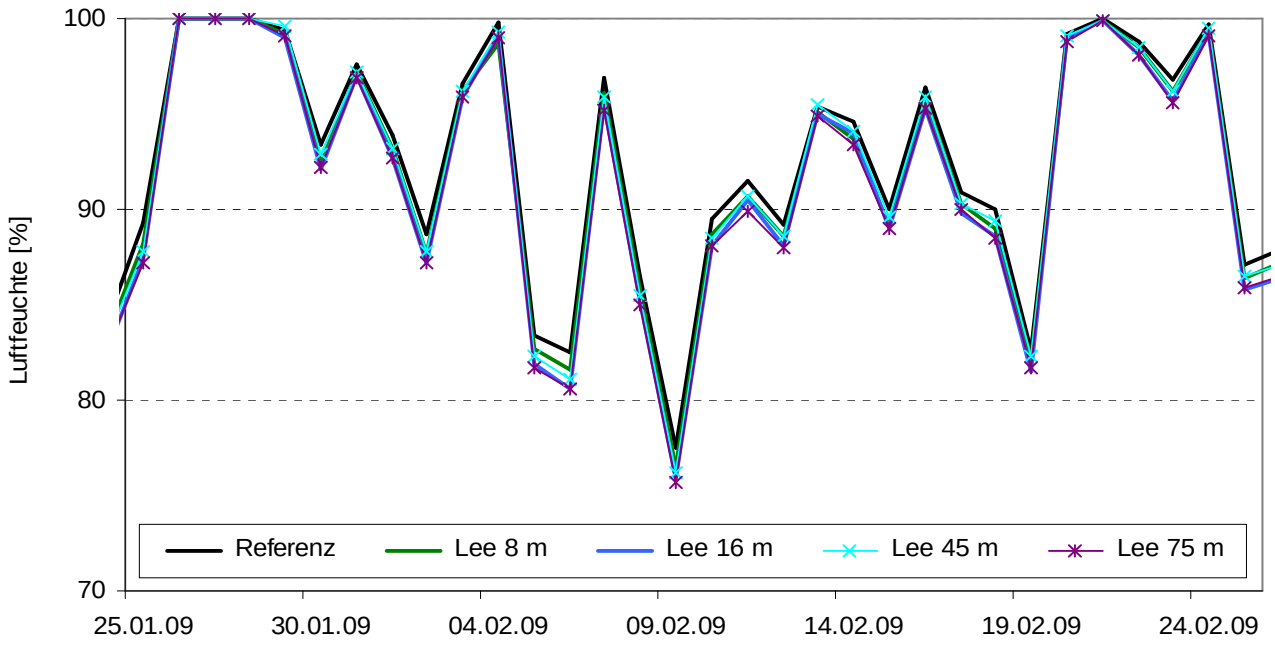
b) Sommer 2009

c) Winter 2010

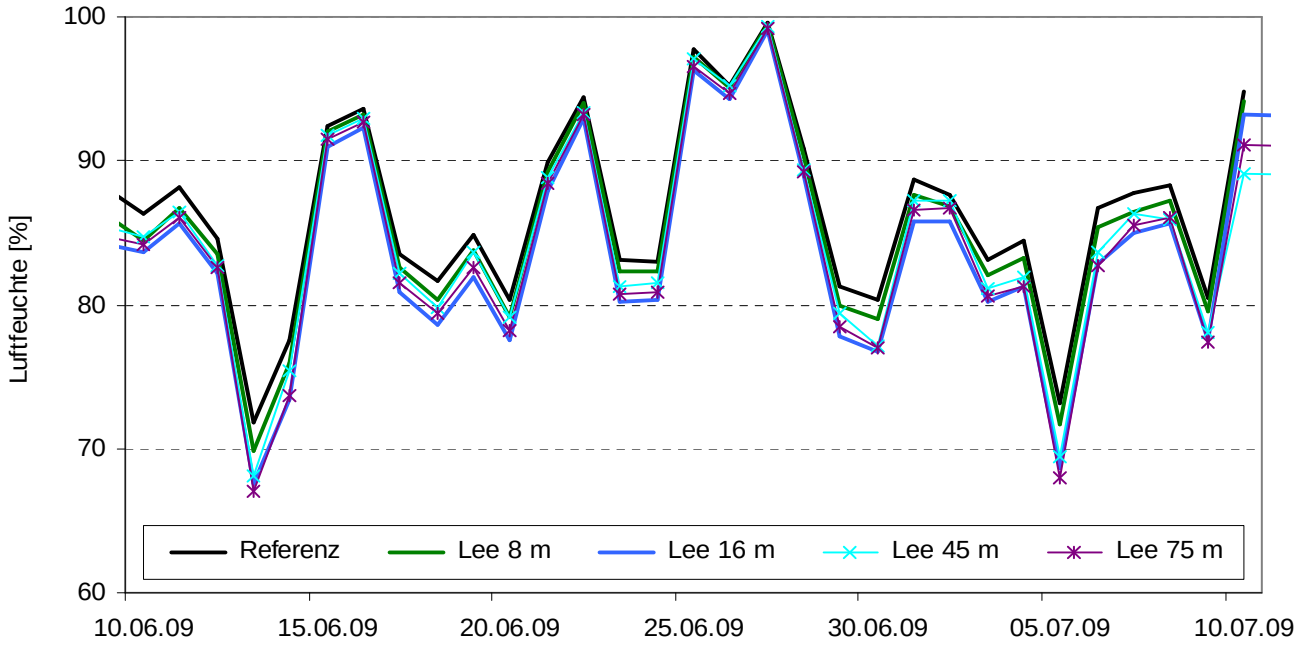
d) Sommer 2010

e) Sommer 2011

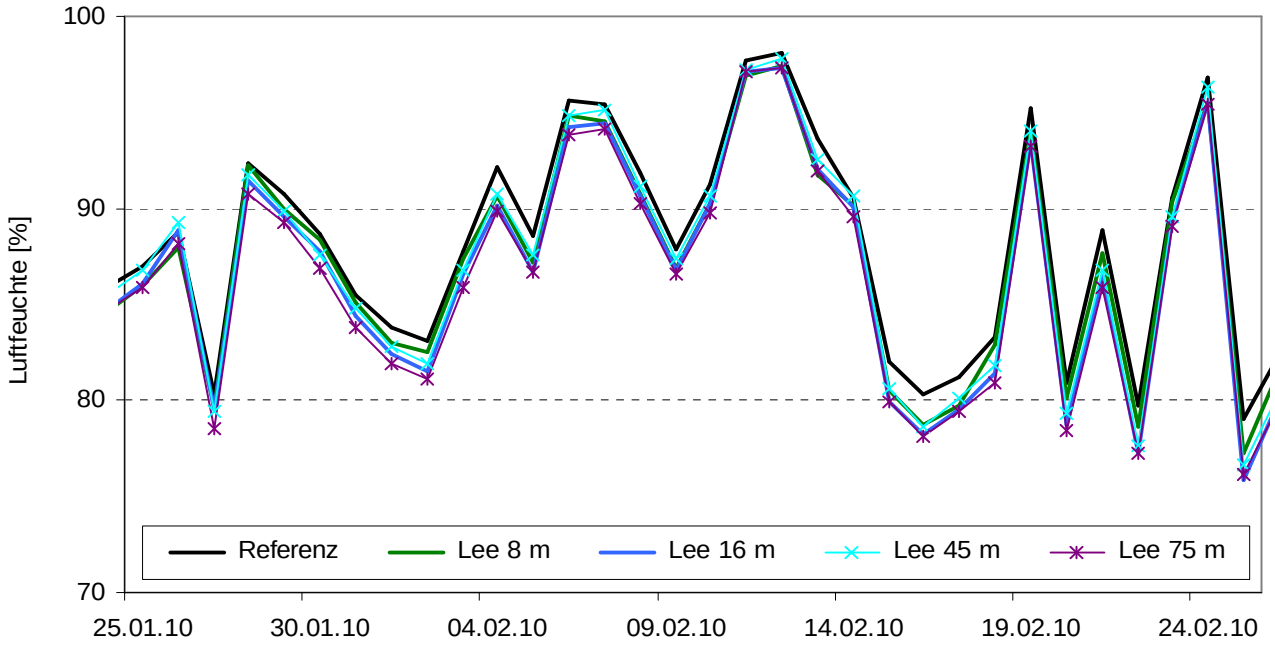
a)



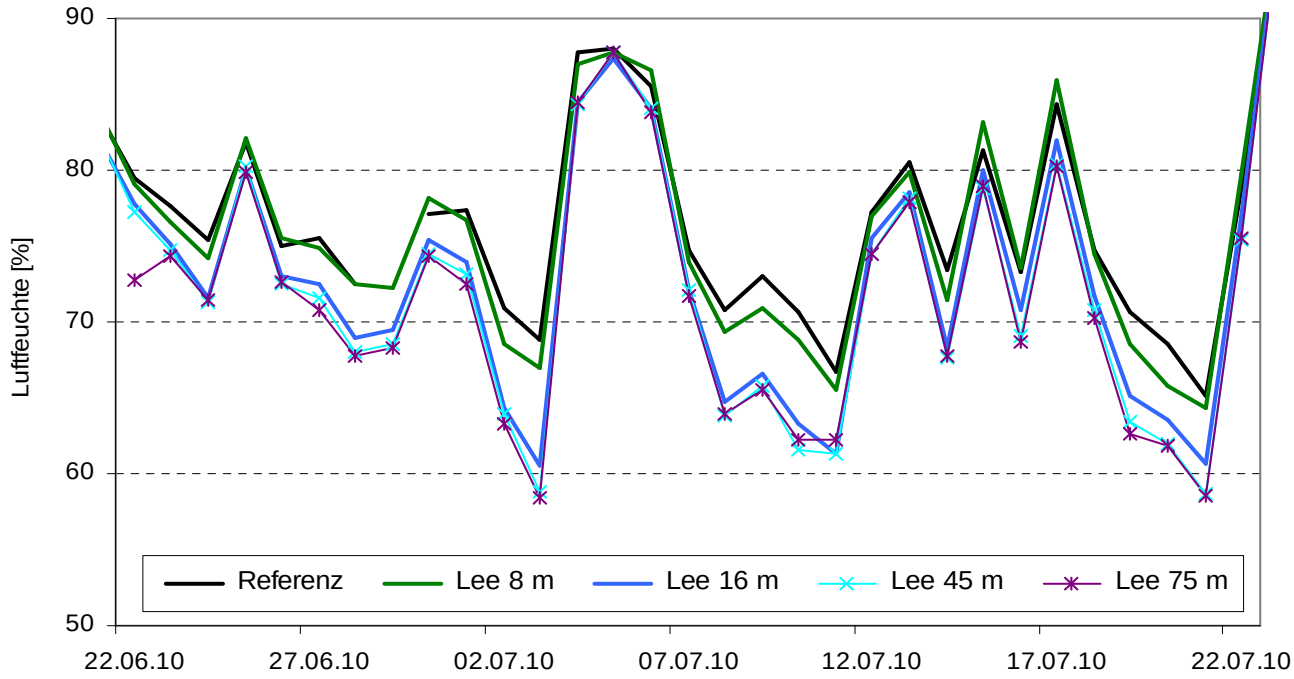
b)



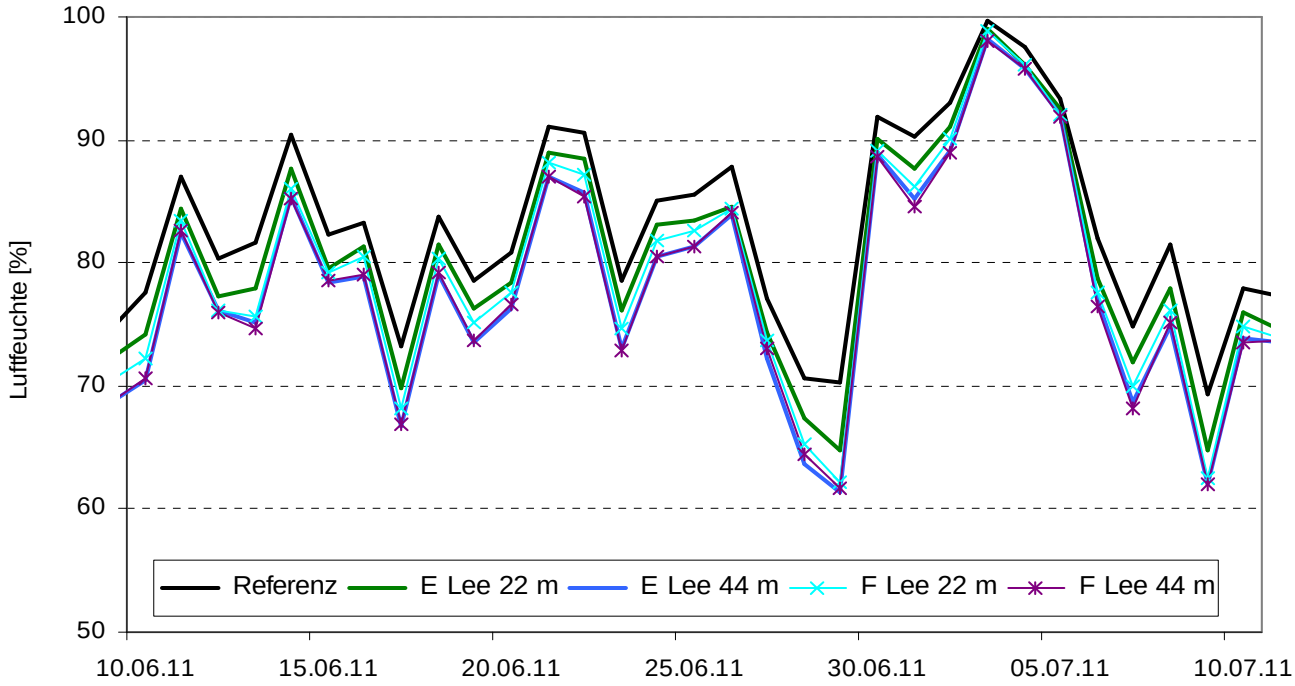
c)


100
90
80
70
Luftfeuchte [%]
Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10

d)


90
80
70
60
50
Luftfeuchte [%]
Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10

e)


100
90
80
70
60
50
Luftfeuchte [%]
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07.11
Referenz
E Lee 22 m
E Lee 44 m
F Lee 22 m
F Lee 44 m

Anlage 15: Mikroklima Dornburg – Bodenfeuchte

a) Winter 2009

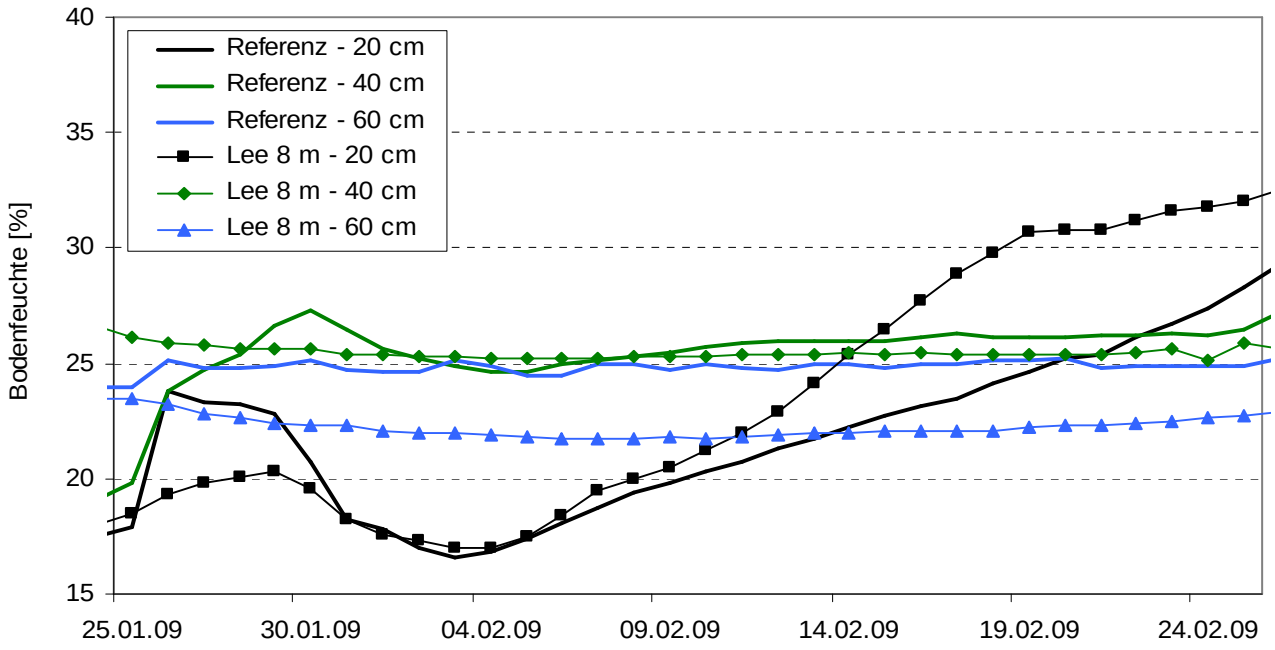
b) Sommer 2009

c) Winter 2010

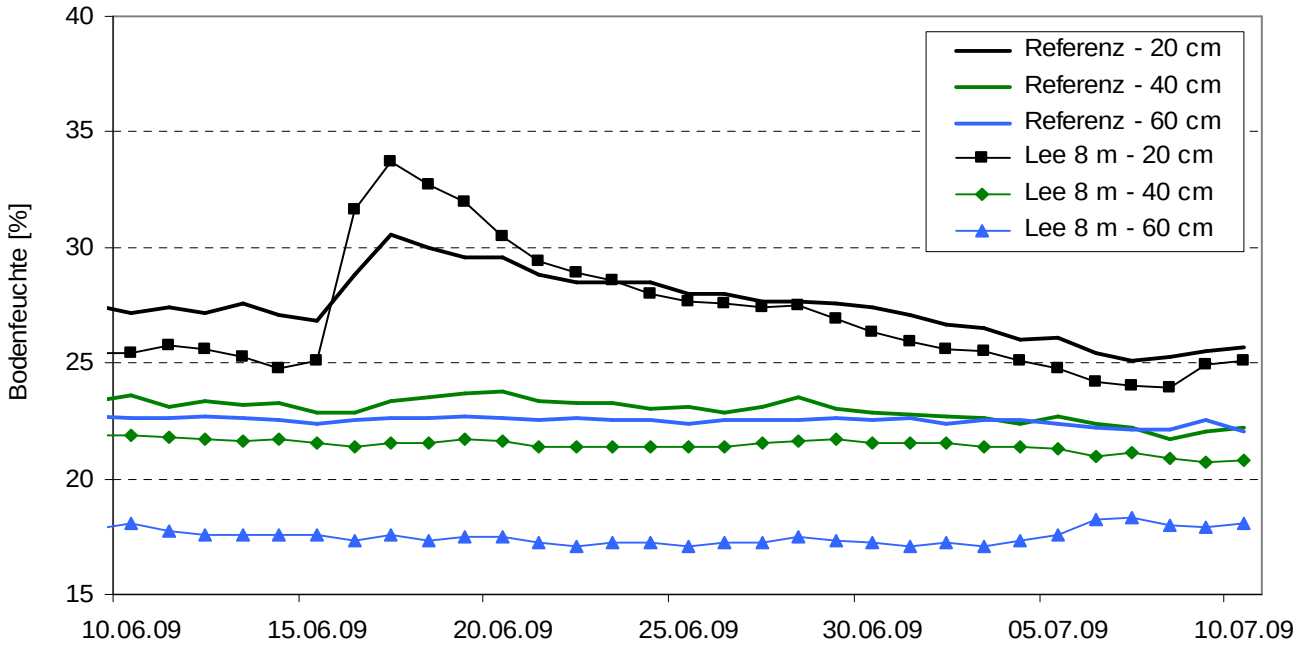
d) Sommer 2010

e) Sommer 2011

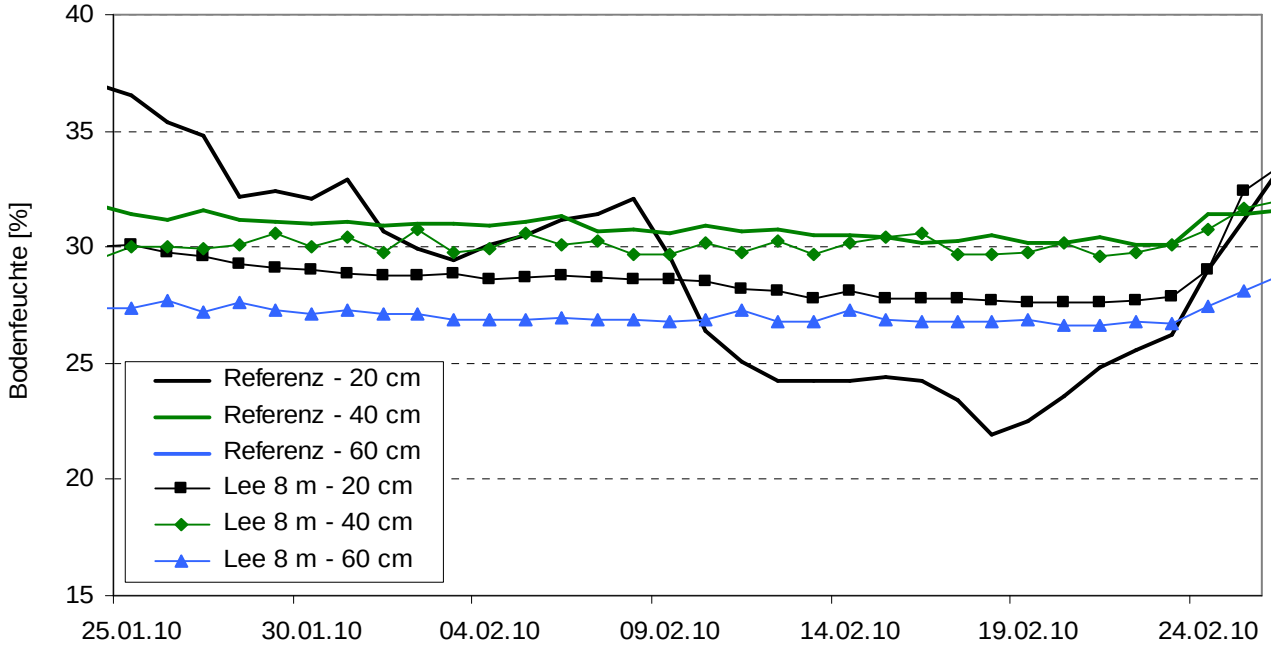
a)



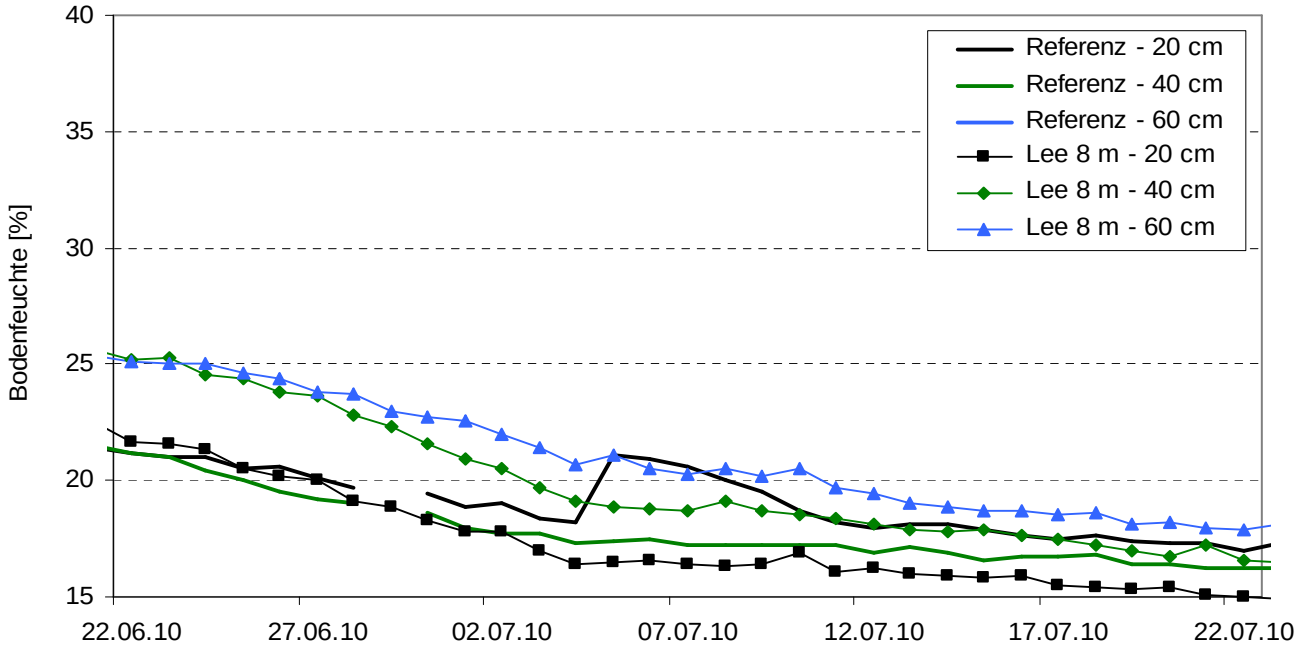
b)



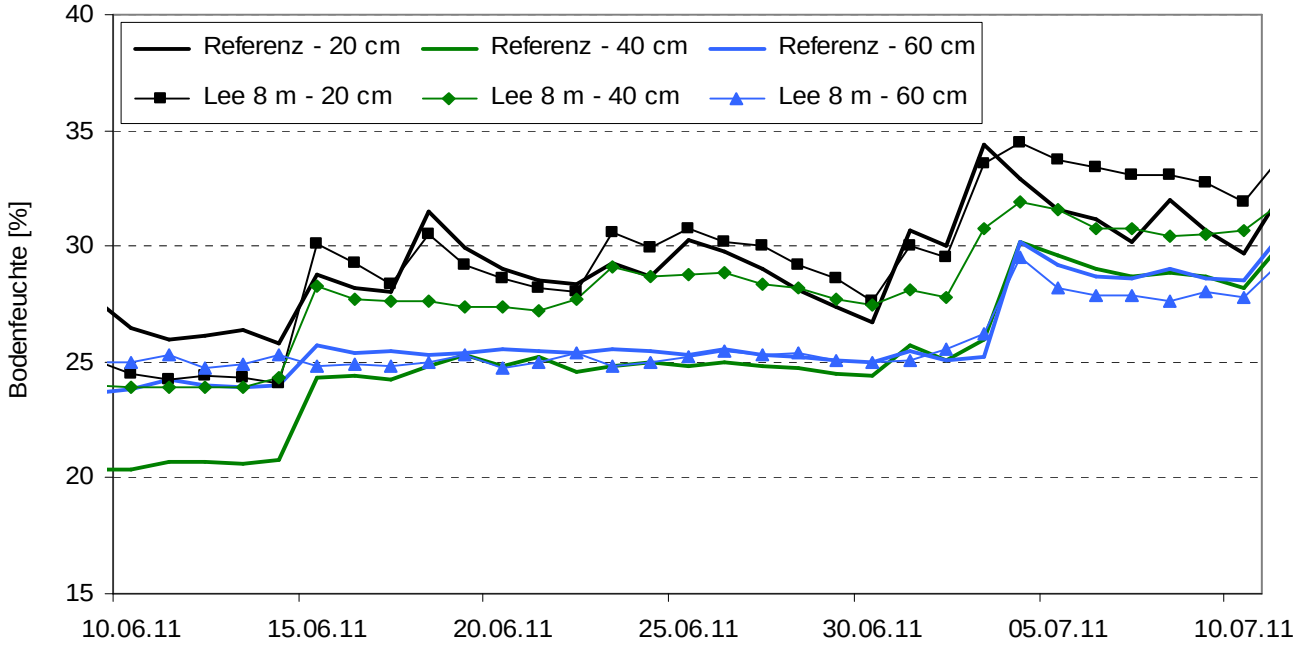
c)


Bodenfeuchte [%]
40
35
30
25
20
15
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10
Referenz - 20 cm
Referenz - 40 cm
Referenz - 60 cm
Lee 8 m - 20 cm
Lee 8 m - 40 cm
Lee 8 m - 60 cm

d)


Bodenfeuchte [%]
40
35
30
25
20
15
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10
Referenz - 20 cm
Referenz - 40 cm
Referenz - 60 cm
Lee 8 m - 20 cm
Lee 8 m - 40 cm
Lee 8 m - 60 cm

e)


Referenz - 20 cm
Referenz - 40 cm
Referenz - 60 cm
Lee 8 m - 20 cm
Lee 8 m - 40 cm
Lee 8 m - 60 cm
Bodenfeuchte [%]
40
35
30
25
20
15
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07.11

Anlage 16: Mikroklima Dornburg – Lufttemperatur

a) Winter 2009

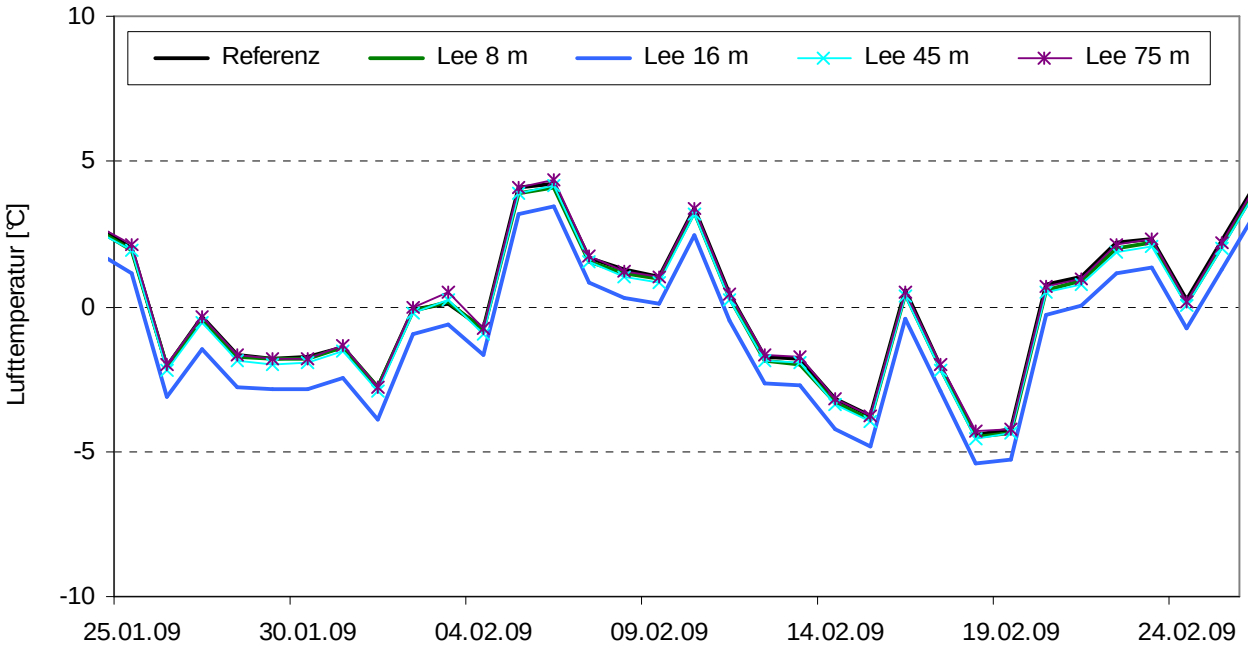
b) Sommer 2009

c) Winter 2010

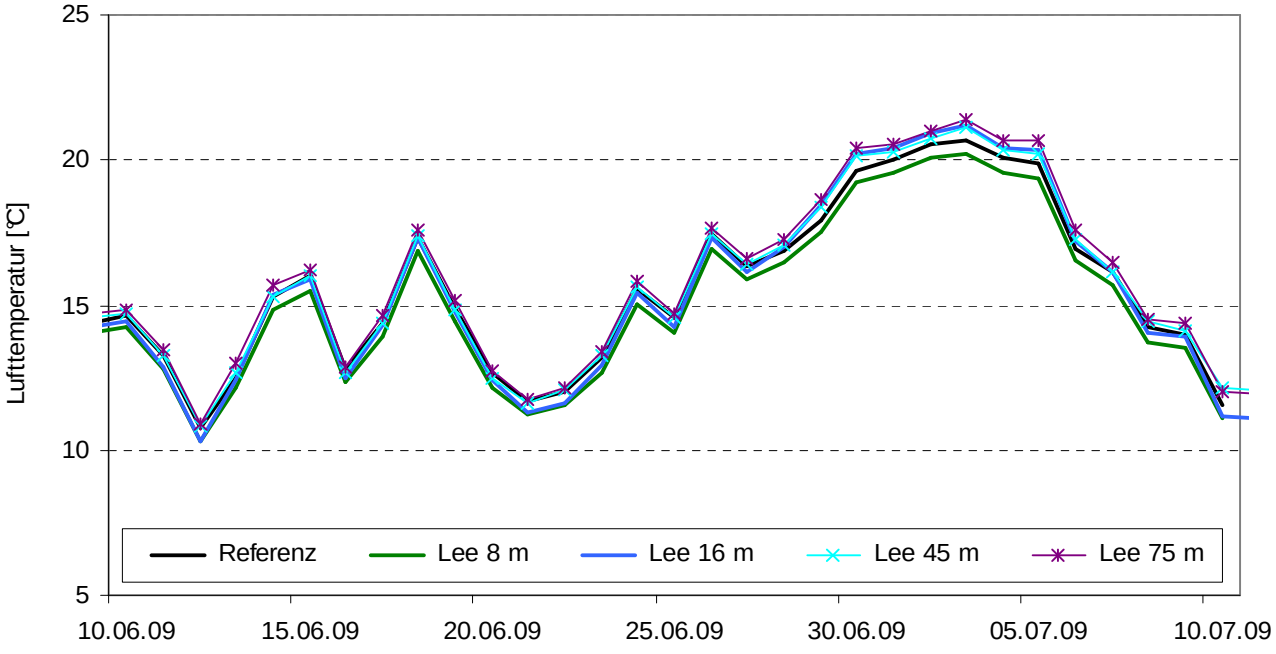
d) Sommer 2010

e) Sommer 2011

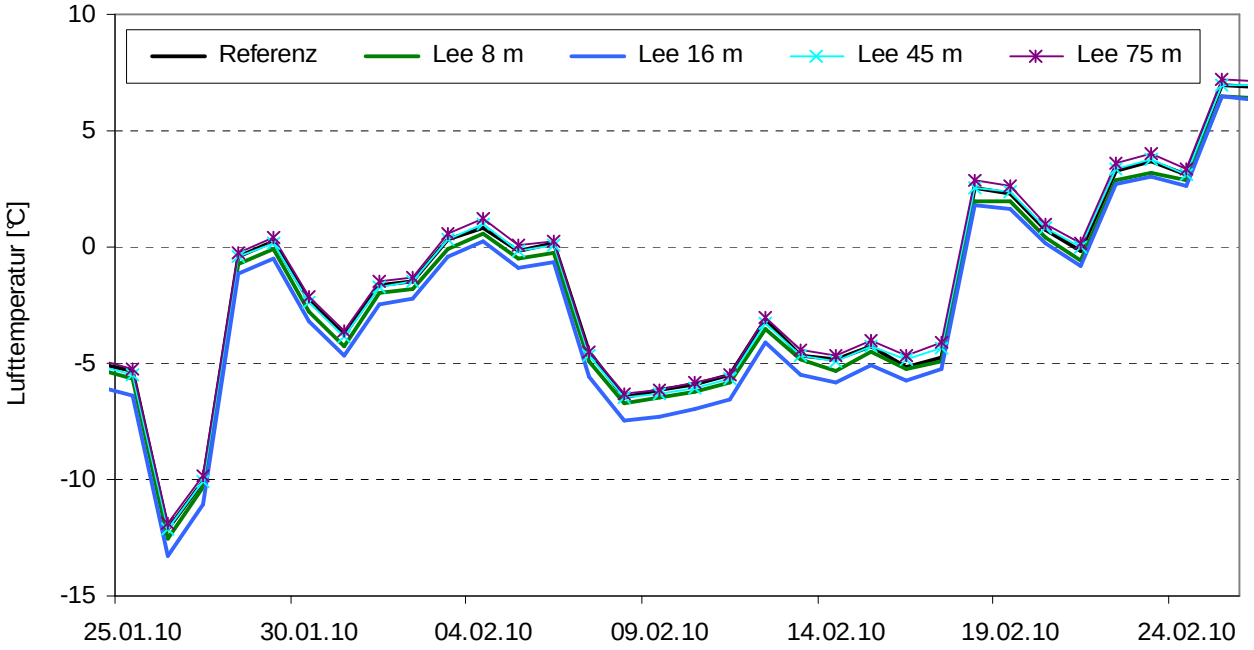
a)



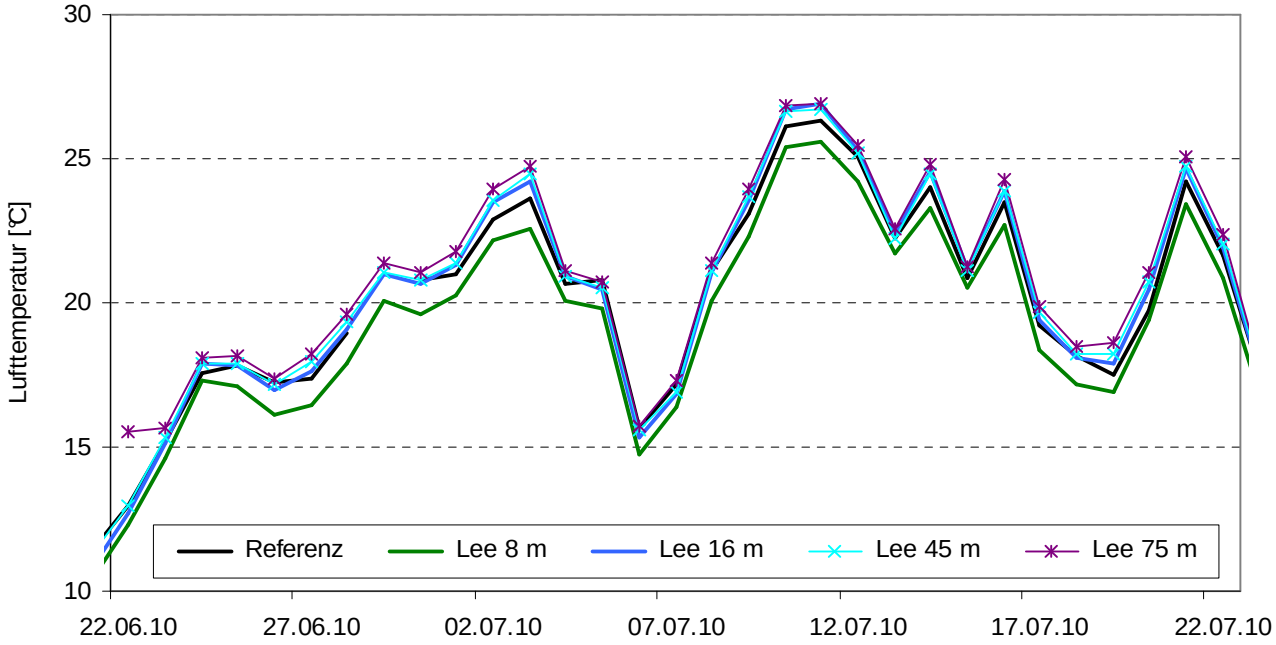
b)



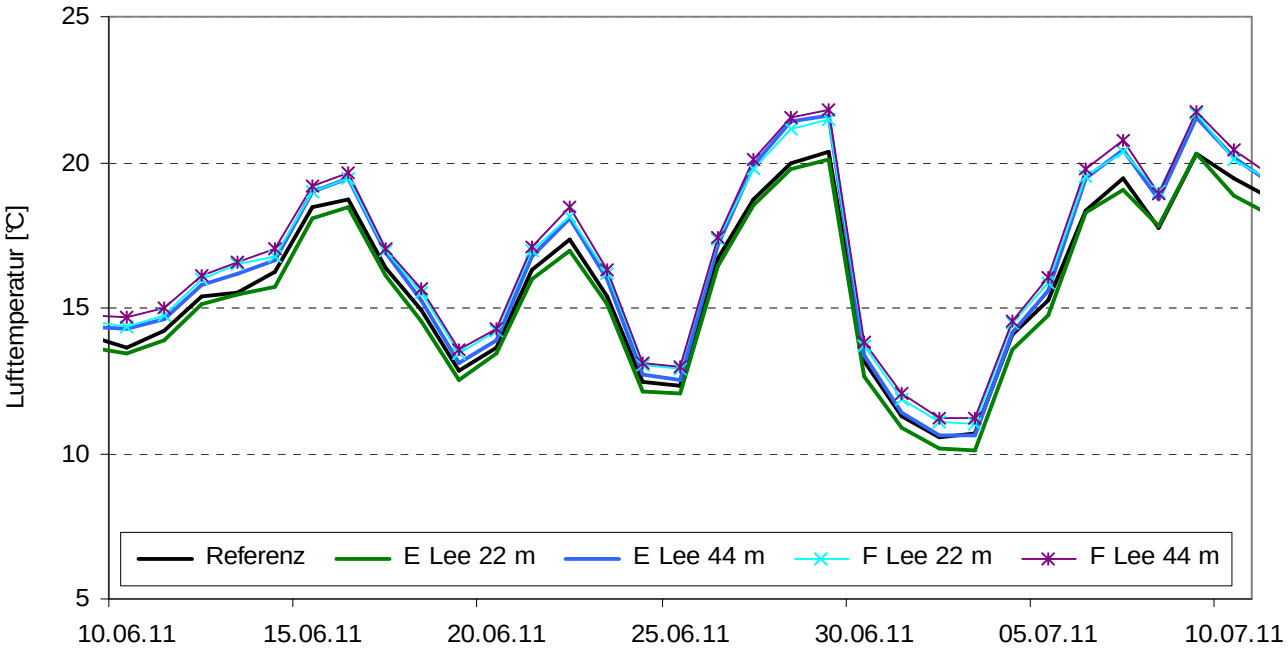
c)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Lufttemperatur [°C]
10
5
0
-5
-10
-15
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10

d)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Lufttemperatur [°C]
30
25
20
15
10
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10

e)


25
20
15
10
5
Lufttemperatur [°C]
Referenz
E Lee 22 m
E Lee 44 m
F Lee 22 m
F Lee 44 m
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07.11

Anlage 17: Mikroklima Dornburg – Bodentemperatur in 10 cm Tiefe

a) Winter 2009

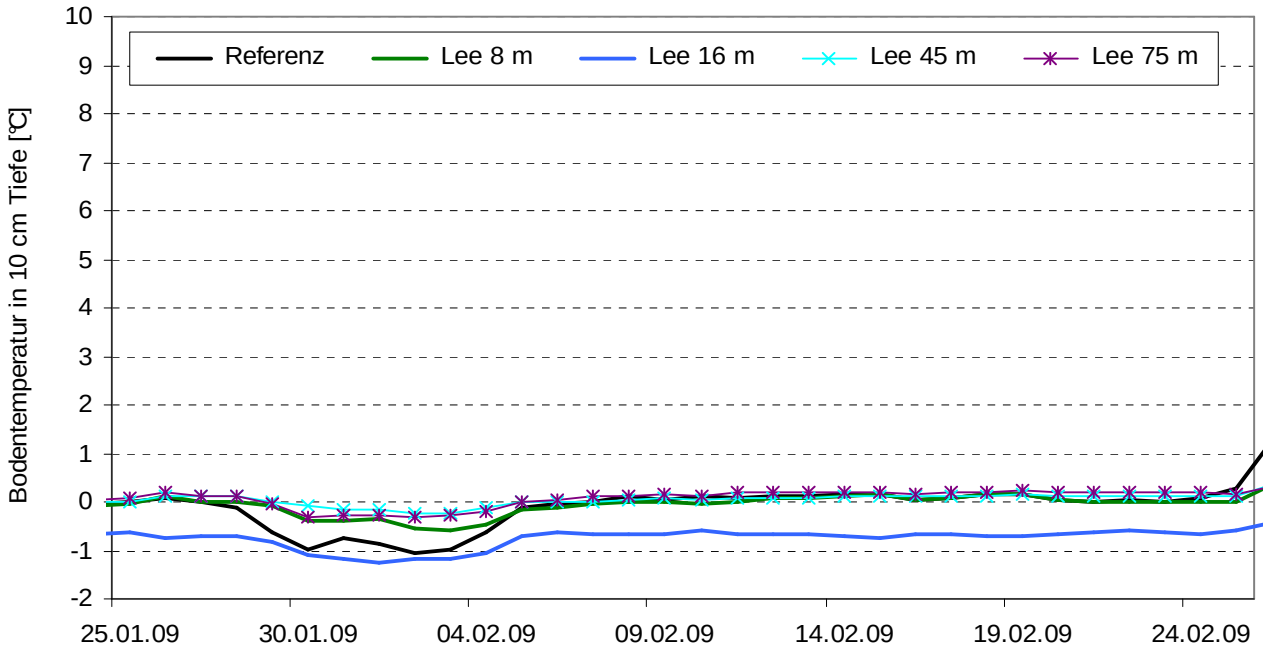
b) Sommer 2009

c) Winter 2010

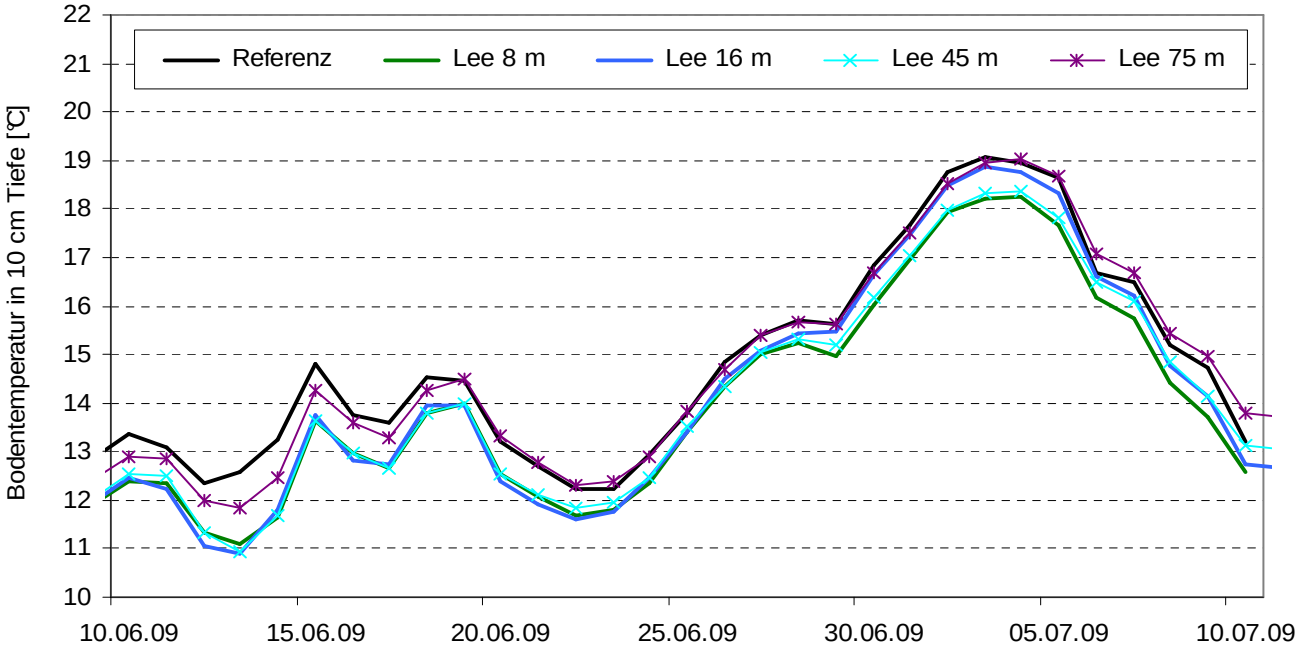
d) Sommer 2010

e) Sommer 2011

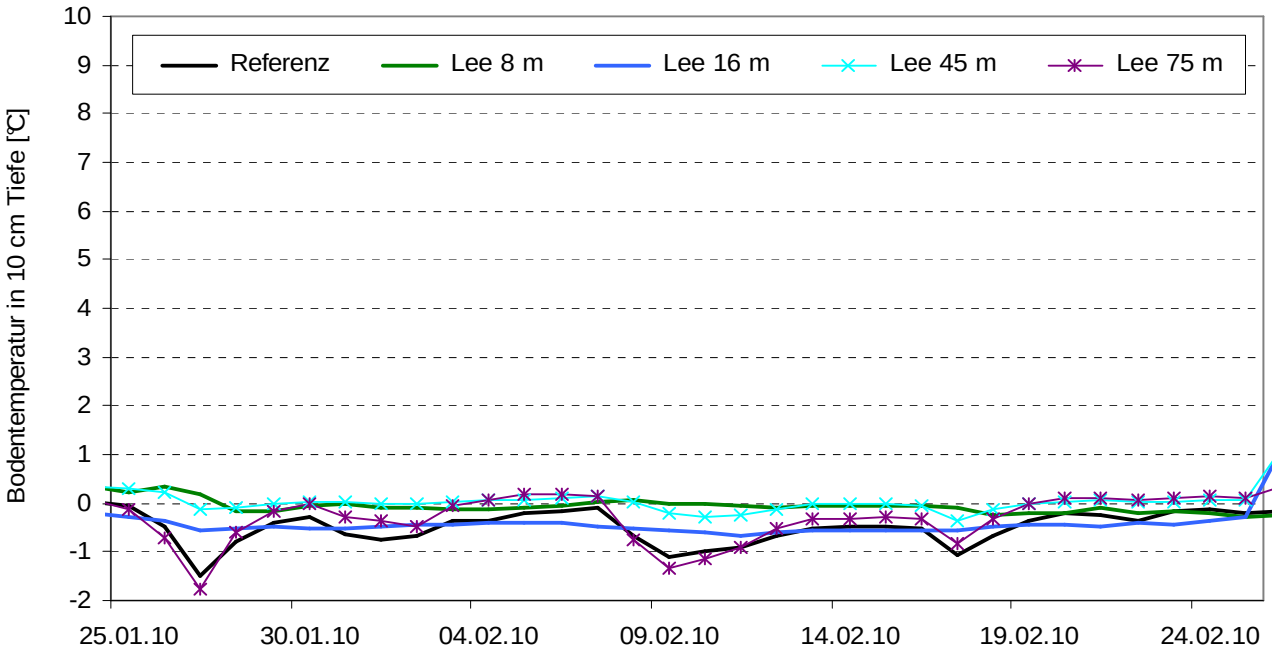
a)



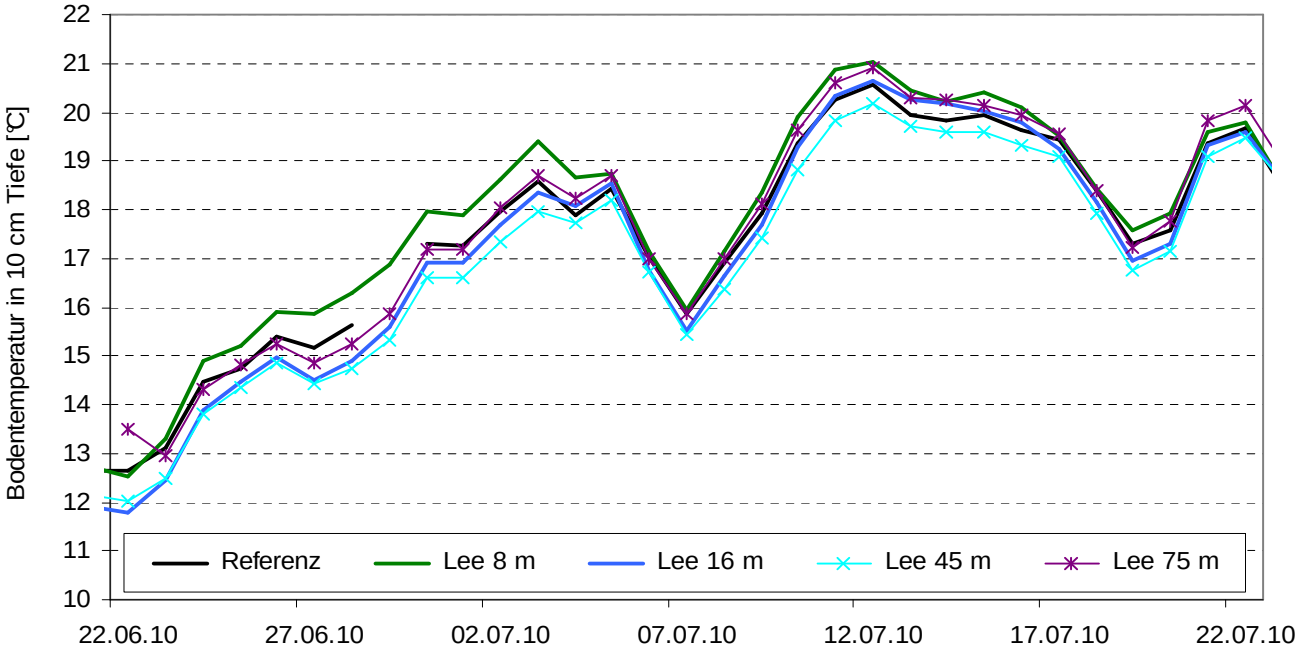
b)



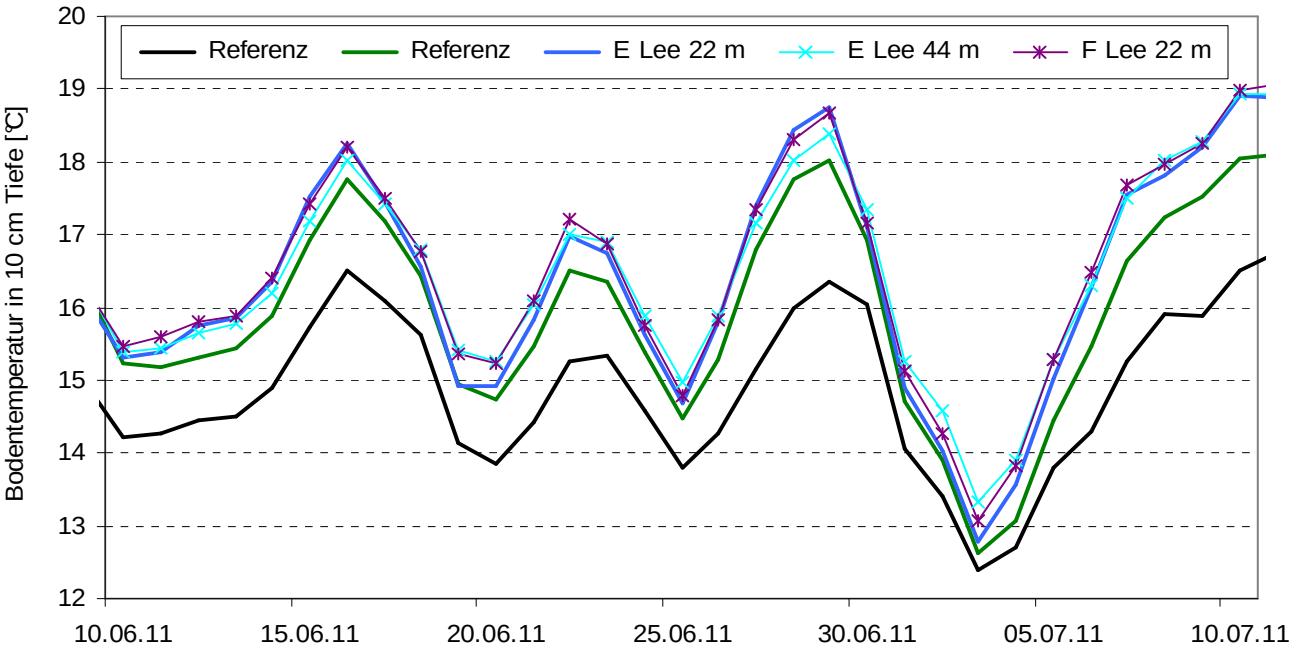
c)


Bodentemperatur in 10 cm Tiefe [°C]
Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10

d)


Bodentemperatur in 10 cm Tiefe [°C]
Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10

e)


Referenz
Referenz
E Lee 22 m
E Lee 44 m
F Lee 22 m
Bodentemperatur in 10 cm Tiefe [°C]
20
19
18
17
16
15
14
13
12
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07.11

Anlage 18: Mikroklima Dornburg – Bodentemperatur in 20 cm Tiefe

a) Winter 2009

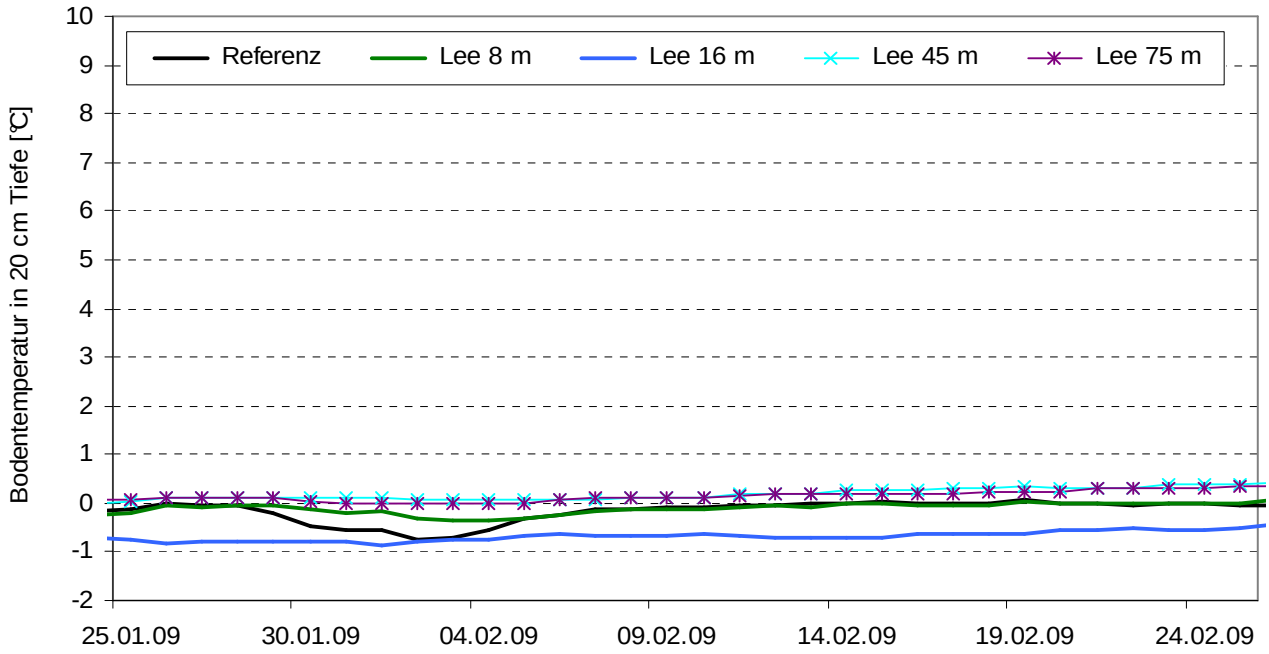
b) Sommer 2009

c) Winter 2010

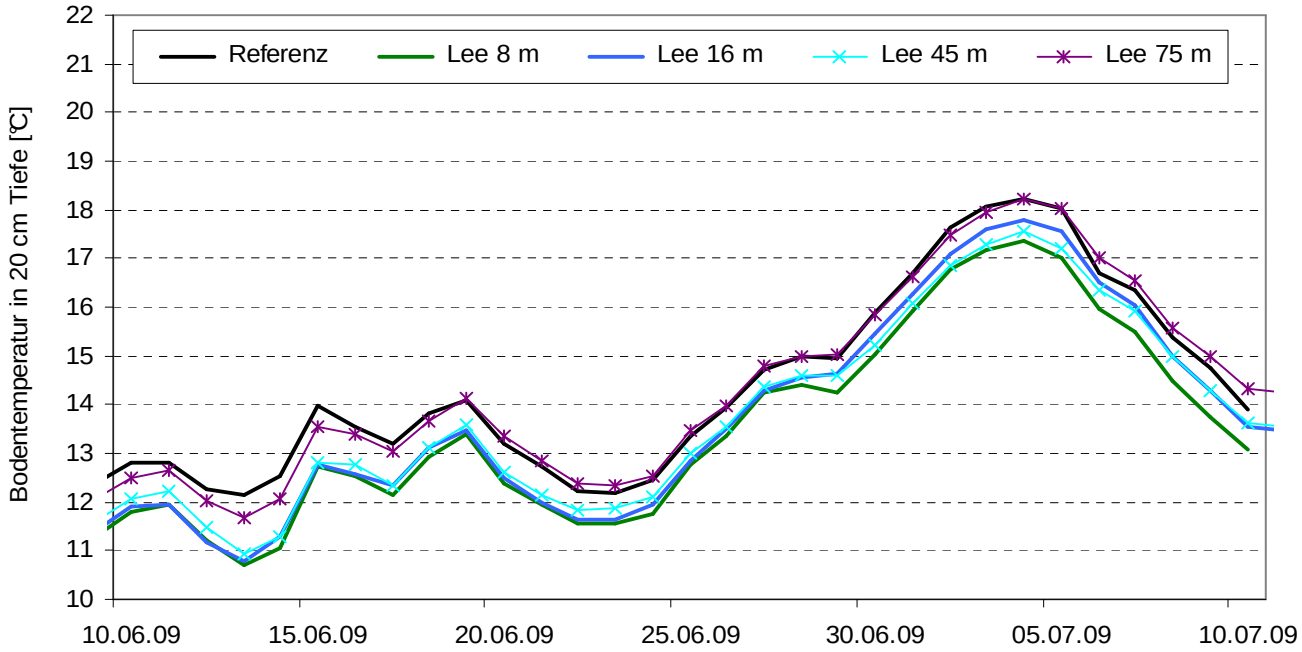
d) Sommer 2010

e) Sommer 2011

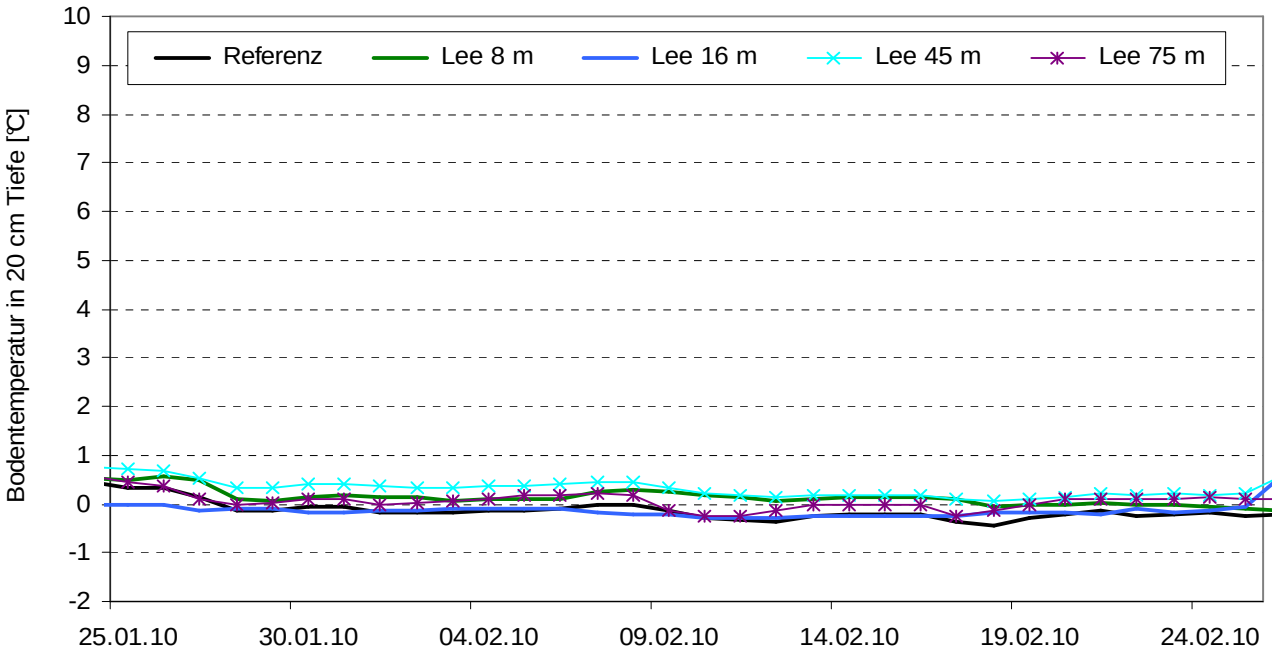
a)



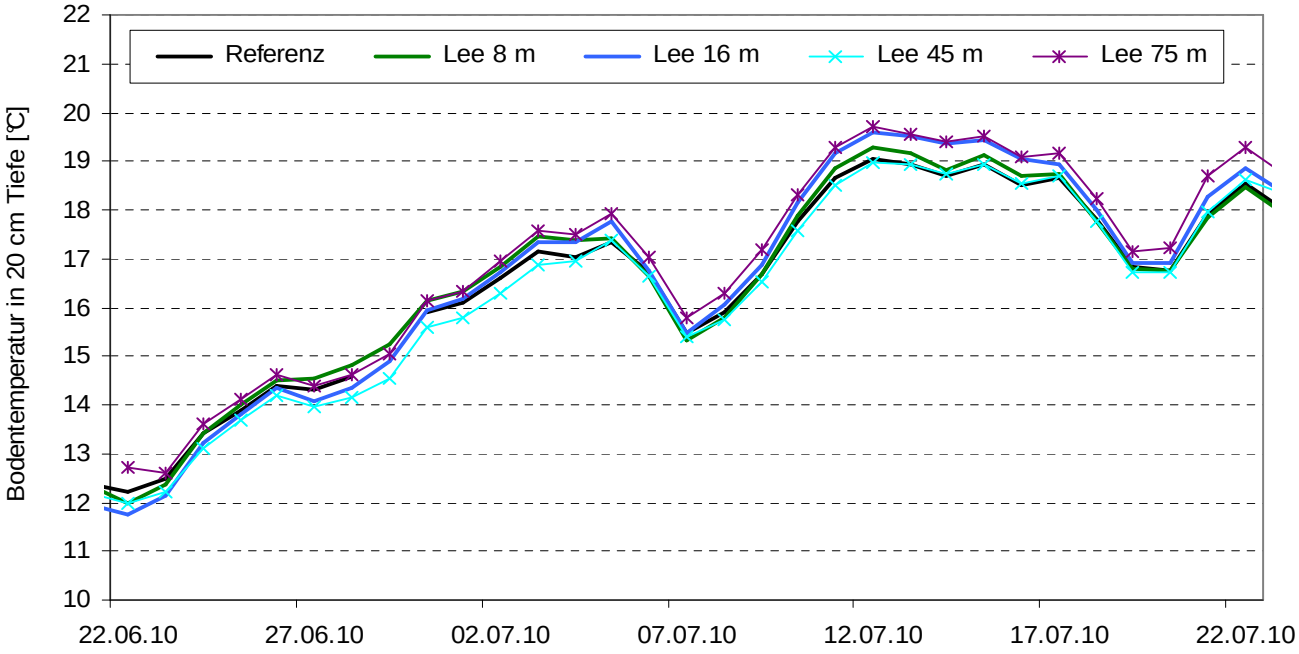
b)



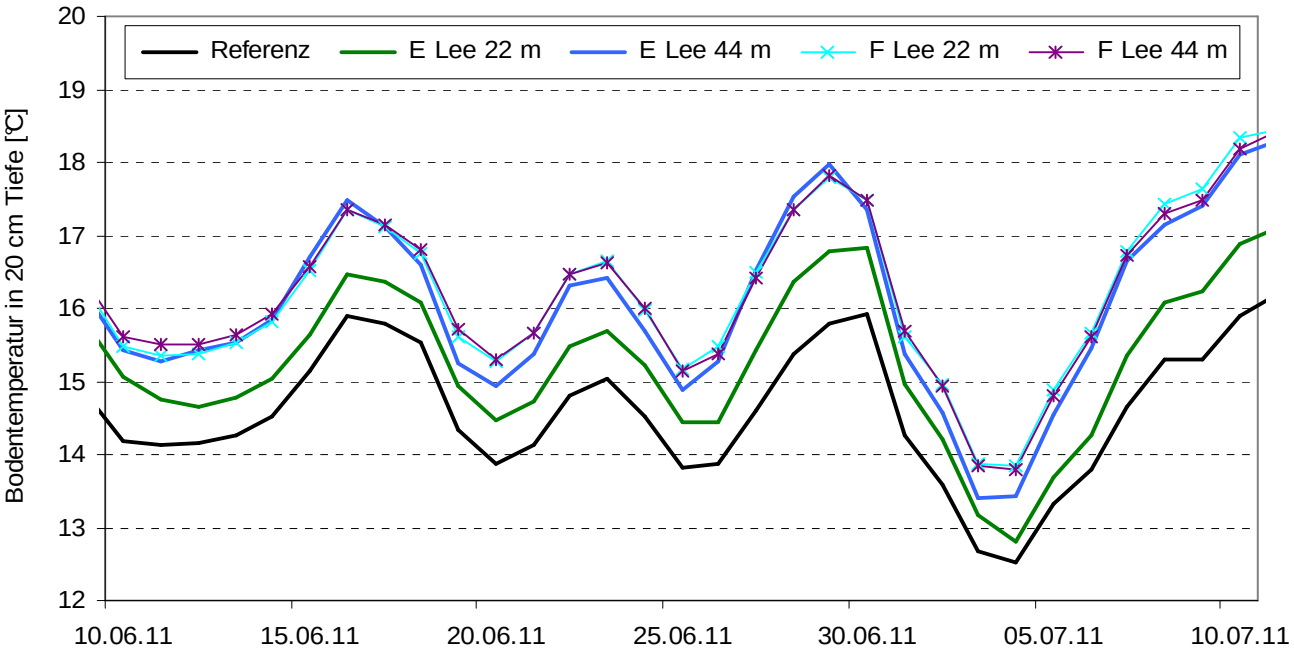
c)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Bodentemperatur in 20 cm Tiefe [°C]
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
25.01.10
30.01.10
04.02.10
09.02.10
14.02.10
19.02.10
24.02.10

d)


Referenz
Lee 8 m
Lee 16 m
Lee 45 m
Lee 75 m
Bodentemperatur in 20 cm Tiefe [°C]
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
22.06.10
27.06.10
02.07.10
07.07.10
12.07.10
17.07.10
22.07.10

e)


Referenz
E Lee 22 m
E Lee 44 m
F Lee 22 m
F Lee 44 m
Bodentemperatur in 20 cm Tiefe [°C]
20
19
18
17
16
15
14
13
12
10.06.11
15.06.11
20.06.11
25.06.11
30.06.11
05.07.11
10.07.11

Anlage 19: Arteninventar der Gefäßpflanzen 2008 bis 2011

		2008					2009				2011			
		Frühsommer			Frühherbst		Frühsommer		Frühherbst		Frühsommer		Frühherbst	
		A - C	D - G	Acker	A - C	D - G	A - C	D - G	A - C	D - G	A - C	D - G	A - C	D - G
Acer negundo	Eschen-Ahorn		x			x								
Acer pseudoplatanus	Berg-Ahorn										x	x		
Achillea millefolium	Gemeine Schafgarbe	x	x		x	x		x	x		x	x	x	x
Aegopodium podagraria	Giersch			x							x			
Agrimonia eupatoria	Gemeiner Odermennig													x
Agrostis sp.	Straußgras											x		
Ajuga reptans	Kriechender Günsel		x		x							x	x	x
Alopecurus pratensis	Wiesen-Fuchsschwanz						x	x	x	x				
Amaranthus retroflexus	Zurückgebogener Amaranth	x	x	x	x									
Anagallis arvensis	Roter Gauchheil, Acker-Gauchheil		x		x			x			x			
Anthemis arvensis	Acker-Hundskamille	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Anthriscus sylvestris	Wiesen-Kerbel		x		x	x	x	x			x	x	x	x
Apera spica-venti	Windhalm												x	x
Arctium lappa	Große Klette	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Arctium minus	Kleine Klette							x						
Arrhenatherum elatius	Gewöhnlicher Glatthafer										x	x	x	x
Artemisia vulgaris	Gewöhnlicher Beifuß	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
Atriplex patula	Gemeine Melde		x		x	x					x	x		
Avena fatua	Flughafer												x	
Ballota nigra	Schwarznessel	x	x											
Bellis perennis	Gänseblümchen		x									x		
Brassica napus	Raps	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Bromus hordeaceus	Weiche Trespe		x		x	x	x	x		x	x	x		
Bromus sterilis	Taube Trespe	x	x		x	x	x	x	x				x	
Capsella bursa-pastoris	Gewöhnliches Hirtentäschel		x		x	x	x	x			x	x		
Carex hirta	Behaarte Segge										x			
Cerastium arvense	Acker-Hornkraut				x		x							

Chenopodium album	Weißer Gänsefuß	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Chenopodium giganteum	Baumspinat		x			x								
Cichorium intybus	Wegwarte				x								x	x
Cirsium arvense	Acker-Kratzdistel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cirsium vulgare	Lanzett-Kratzdistel	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	
Conium maculatum	Geflleckter Schierling		x											x
Convolvulus arvensis	Acker-Winde	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x
Conyza canadensis	Kanadisches Berufkraut	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cornus mas	Kornelkirsche											x		x
Cornus sanguinea	Blutroter Hartriegel		x			x								
Corylus avellana	Gemeine Hasel						x							
Crataegus spp.	Weißdorn		x					x			x	x		x
Crepis biennis	Wiesen-Pippau							x	x	x			x	x
Cynoglossum officinale	Gewöhnliche Hundszunge		x											
Dactylis glomerata	Gewöhnliches Knaulgras	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x
Daucus carota	Wilde Möhre													x
Deschampsia spec.	Schmiele												x	
Descurainia sophia	Gemeine Besenrauke							x						
Echinochloa crus-galli	Hühnerhirse	x	x		x	x				x				
Elymus repens	Gemeine Quecke	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Epilobium angustifolium	Schmalblättriges Weidenröschen	x	x		x		x	x						
Epilobium parviflorum	Kleinblütiges Weidenröschen								x	x	x	x	x	x
Erodium cicutarium	Gewöhnlicher Reiherschnabel		x			x								
Euonymus europaeus	Pfaffenhütchen													
Euphorbia helioscopia	Sonnenwend-Wolfsmilch	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
Fallopia convolvulus	Gewöhnlicher Windenknöterich	x	x	x		x	x	x			x	x		
Festuca rubra	Rot-Schwingel									x	x	x		
Fumaria officinalis	Gewöhnlicher Erdrauch	x	x	x	x	x		x			x	x		
Galeopsis tetrahit	Gemeiner Hohlzahn				x	x		x			x	x	x	x
Galinsoga ciliata	Behaartes Knopfkraut, Zottiges Franzosenkraut													
Galinsoga parviflora	Kleinblütiges Knopfkraut, Kleinblütiges Franzosenkraut				x	x				x				
Galium aparine	Kletten-Labkraut	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
Galium molugo	Wiesen-Labkraut													
Geranium dissectum	Schlitzblättriger Storchschnabel		x		x	x	x	x				x		

Geranium molle	Weicher Storchschnabel	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Geranium robertianum	Stinkender Storchschnabel	x				x		x						
Geum urbanum	Echte Nelkenwurz	x	x			x					x	x		x
Glechoma hederacea	Gundermann				x					x	x	x		
Heracleum sphondylium	Wiesen-Bärenklau											x	x	
Hieracium sp	Habichtskraut							x	x	x				
Hordeum vulgare	Gerste													
Hypochoeris radicata	Gemeines Ferkelkraut							x						
Lactuca serriola	Kompaß-Lattich		x		x	x		x			x	x	x	x
Lamium album	Weiße Taubnessel				x		x				x		x	
Lamium amplexicaule	Stängelumfassende Taubnessel										x			
Lamium purpureum	Purpurrote Taubnessel	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
Lapsana communis	Gemeiner Rainkohl	x	x		x	x		x			x			
Lathyrus latifolius	Breitblättrige Platterbse							x		x				
Lathyrus pratensis	Wiesen-Platterbse	x	x		x	x								
Lathyrus tuberosus	Knollen-Platterbse											x	x	x
Leontodon autumnalis	Herbst-Löwenzahn											x	x	
Lepidium ruderale	Schutt-Kresse					x					x			
Leucanthemum vulgare	Margarite					x						x		
Lolium perenne	Deutsches Weidelgras	x			x	x	x	x		x			x	x
Lotus corniculatus	Gewöhnlicher Hornklee							x						x
Malva neglecta	Weg-Malve, Käsepappel	x	x		x	x	x	x						
Matricaria discoidea	Strahlenlose Kamille	x	x		x	x	x	x						
Matricaria inodora	Geruchlose Kamille										x	x	x	x
Medicago lupulina	Hopfenklee		x					x				x	x	x
Melilotus albus	Weißer Steinklee												x	
Melilotus altissimus	Hoher Steinklee												x	
Mercurialis annua	Einjähriges Bingelkraut		x		x	x								
Myosotis arvensis	Acker-Vergißmeinnicht	x	x				x	x			x	x		
Origanum vulgare	Oregano, Gemeiner Dost													x
Papaver rhoeas	Klatschmohn	x	x		x	x	x	x			x		x	x
Parthenocissus quinquefolia	Selbstkletternde Jungfernrebe											x		x
Pastinaca sativa	Echte Pastinake	x	x		x	x	x		x		x		x	
Phleum pratense	Wisenlieschgras					x							x	x
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x

Plantago major	Breit-Wegerich	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Poa annua	Einjähriges Rispengras	x	x		x	x								
Poa sp	Rispengras	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Polygonum aviculare	Vogelknöterich	x		x	x	x				x	x		x	
Polygonum lapathifolium	Ampfer-Knöterich							x		x				
Polygonum persicaria	Flo-, Pfirsichblättriger Knöterich	x	x		x	x		x			x		x	x
Populus sp.	Pappel													
Populus tremula	Espe													
Prunella vulgaris	Gewöhnliche Braunelle									x				
Prunus domestica	Pflaume	x	x		x						x			x
Prunus spinosa	Schlehe, Schwarzdorn													x
Ranunculus repens	Kriechender Hahnenfuß											x		x
Reseda luteola	Färber-Wau	x			x									
Rosa canina	Hundsrose				x				x		x	x		x
Rumex crispus	Krauser Ampfer	x	x				x	x			x	x	x	
Rumex obtusifolius	Stumpfblättriger Ampfer		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix sp	Weide							x						
Sambucus nigra	Schwarzer Holunder	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
Senecio jacobaea	Jakobs Greiskraut		x		x	x								
Senecio viscosus	Klebriges Greiskraut	x						x						
Senecio vulgaris	Gemeines Greiskraut	x	x		x	x	x	x	x	x				
Silene latifolia subsp. alba	Weiße Lichtnelke				x	x		x						
Silybum marianum	Mariendistel					x								
Sinapis arvensis	Acker-Senf	x			x	x					x			
Sisymbrium officinale	Weg-Rauke		x			x	x							
Solanum nigrum	Schwarzer Nachtschatten				x	x			x	x				
Solidago canadensis	Kanadische Goldrute	x			x	x			x		x	x	x	x
Sonchus arvensis	Acker-Gänsedistel	x	x		x	x		x		x		x		x
Sonchus asper	Rauhe Gänsedistel, Dorn-Gänsedistel	x	x		x	x		x					x	
Sonchus oleraceus	Kohl-Gänsedistel						x	x			x	x	x	x
Stachys arvensis	Acker-Ziest		x		x	x								
Stellaria media	Gewöhnliche Vogelmiere	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		
Stellaria sp	Sternmiere													x
Tanacetum vulgare	Rainfarn		x										x	

Taraxacum officinale	Gewöhnlicher Löwenzahn	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Thlaspi arvense	Acker-Hellerkraut	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Tragopogon pratensis	Wiesen-Bocksbart											x	x	
Trifolium dubium	Kleiner Klee		x		x	x								
Trifolium pratense	Rot-Klee	x	x			x		x						x
Trifolium repens	Weiß-Klee		x		x	x		x		x	x	x		x
Triticum aestivum	Ausfallweizen	x	x				x	x		x	x	x	x	x
Tussilago farfara	Huflattich	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Urtica dioica	Große Brennnessel	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Veronica arvensis	Feld-Ehrenpreis	x			x	x							x	
Veronica persica	Persischer Ehrenpreis	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	
Vicia augustifolia	Schmalblättrige Wicke										x	x	x	
Vicia cracca	Vogel-Wicke							x						
Vicia sepium	Zaun-Wicke							x						
Viola arvensis	Acker-Stiefmütterchen	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
Anzahl Arten		59	76	16	73	74	46	70	30	41	66	64	56	54

Anlage 20: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2008

Art		RLT	2008					
			03.06.	17.06.	02.07.	22.07.	06.08.	26.08.
Amsel	*Turdus merula*		x	x	x	x	x	x
Bachstelze	*Motacilla alba*			x	x			x
Baumpieper	Anthus trivialis		x					
Blaumeise	*Parus caeruleus*			x	x	x	x	
Buchfink	*Fingilla coelebs*		x	x				x
Dorngrasmücke	*Sylvia communis*				x	x		
Eichelhäher	*Garrulus glandarius*		x	x				
Elster	*Pica pica*			x	x	x	x	
Feldlerche	*Alauda arvensis*		x	x	x	x	x	x
Feldsperling	*Passer montanus*				x	x		x
Gartenbaumläufer	*Certhia brachydactyla*			x				
Gebirgsstelze	*Motacilla cinerea*				x			
Goldammer	*Emberiza citrinella*		x		x	x		x
Graureiher	*Ardea cinerea*			x				
Grauspecht	*Picus canus*					x		
Grünfink	*Carduelis chloris*		x	x			x	x
Hänfling	*Carduelis cannabina*				x	x		
Hausrotschwanz	*Phoenicurus ochrurus*			x	x		x	
Haussperling	*Passer domesticus*		x	x	x	x	x	x
Kohlmeise	*Parus major*		x	x				
Kolkrabe	*Corvus corax*				x		x	
Mäusebussard	*Buteo buteo*		x	x	x	x	x	x
Mehlschwalbe	*Delichon urbica*	3	x	x	x	x	x	x
Mönchsgrasmücke	*Sylvia atricapilla*				x	x		
Neuntöter	*Lanius collurio*		x				x	
Rabenkrähe	*Corvus corone*		x	x	x	x	x	x
Rauchschwalbe	*Hirondo rustica*			x	x	x	x	
Rebhuhn	*Perdix perdix*	2				x		
Ringeltaube	*Columba palumbus*			x		x		x
Rotkehlchen	*Erithacus rubecula*		x	x	x			x
Rotmilan	*Milvus milvus*	3	x	x				
Star	*Sturnus vulgaris*		x	x		x	x	x
Stieglitz	*Carduelis carduelis*			x	x	x		
Sumpfrohrsänger	*Acrocephalus palustris*			x				
Turmfalke	*Falco tinnunculus*		x	x		x	x	
Turteltaube	*Streptopelia turtur*			x	x			
Wacholderdrossel	*Turdus pilaris*						x	x
Wachtel	*Coturnix coturnix*	3	x	x				
Zaungrasmücke	*Sylvia curruca*					x	x	
Zaunkönig	*Troglodytes trogldytes*					x		x
Zilpzalp	*Phylloscopus collybita*		x		x	x	x	

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 21: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2009

Art		RLT	2009					
			10.05.	29.05.	11.06.	02.07.	25.07.	21.08.
Amsel	*Turdus merula*		x	x	x	x	x	x
Bachstelze	*Motacilla alba*			x	x		x	
Blaumeise	*Parus caeruleus*		x		x	x		x
Buchfink	*Fringilla coelebs*		x	x		x	x	x
Dorngrasmücke	*Sylvia communis*			x	x	x		
Eichelhäher	*Garrulus glandarius*		x					X
Elster	*Pica pica*		x	x		x	x	
Feldlerche	*Alauda arvensis*		x	x	x	x	x	x
Feldsperling	*Passer montanus*		x	x	x		x	x
Goldammer	*Emberiza citrinella*		x		x	x	x	
Grünfink	*Carduelis chloris*		x	x		x	x	x
Hänfling	*Carduelis cannabina*			x	x	x		x
Hausrotschwanz	*Phoenicurus ochrurus*		x	x				x
Haussperling	*Passer domesticus*		x	x	x	x	x	x
Kohlmeise	*Parus major*		x		x		x	x
Kolkrabe	*Corvus corax*			x				x
Mäusebussard	*Buteo buteo*		x		x	x	x	x
Mehlschwalbe	*Delichon urbica*	3	x	x	x	x	x	x
Mönchsgrasmücke	*Sylvia atricapilla*			x	x	x		x
Rabenkrähe	*Corvus corone*		x	x	x	x	x	x
Rauchschwalbe	*Hirundo rustica*		x	x		x	x	
Rebhuhn	*Perdix perdix*	2	x	x				
Ringeltaube	*Columba palumbus*			x	x	x		x
Rotkehlchen	*Erithacus rubecula*		x		x	x	x	x
Rotmilan	*Milvus milvus*	3		x		x	x	
Star	*Sturnus vulgaris*		x	x		x	x	x
Stieglitz	*Carduelis carduelis*			x	x			x
Turmfalke	*Falco tinnunculus*		x		x	x		
Wacholderdrossel	*Turdus pilaris*							x
Wachtel	*Coturnix coturnix*	3			x			
Zaungrasmücke	*Sylvia curruca*			x	x		x	
Zaunkönig	*Troglodytes trogldytes*		x		x	x		x
Zilpzalp	*Phylloscopus collybita*			x	x		x	

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 22: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2010

Art		RLT	2010					
			08.05.	27.05.	10.06.	01.07.	24.07.	17.08.
Amsel	*Turdus merula*		x	x	x	x	x	x
Bachstelze	*Motacilla alba*			x				x
Blaumeise	*Parus caeruleus*		x	x	x	x		
Buchfink	*Fringilla coelebs*		x	x	x	x	x	x
Dorngrasmücke	*Sylvia communis*		x	x	x			x
Eichelhäher	*Garrulus glandarius*							x
Elster	*Pica pica*			x		x	x	
Feldlerche	*Alauda arvensis*		x	x	x	x	x	x
Feldsperling	*Passer montanus*		x		x			x
Gartengrasmücke	*Sylvia borin*				x	x		
Goldammer	*Emberiza citrinella*		x	x	x	x	x	x
Grünfink	*Carduelis chloris*			x				x
Hänfling	*Carduelis cannabina*			x		x		
Hausrotschwanz	*Phoenicurus ochrurus*		x			x	x	x
Haussperling	*Passer domesticus*		x	x	x	x	x	x
Kohlmeise	*Parus major*		x					x
Kornweihe	*Circus cyaneus*	0						x
Mäusebussard	*Buteo buteo*		x		x		x	x
Mehlschwalbe	*Delichon urbica*	3		x	x	x	x	x
Mönchsgrasmücke	*Sylvia atricapilla*			x	x			x
Neuntöter	*Lanius collurio*				x			
Rabenkrähe	*Corvus corone*		x	x	x	x	x	x
Rauchschwalbe	*Hirundo rustica*			x		x	x	
Rebhuhn	*Perdix perdix*	2			x			
Ringeltaube	*Columba palumbus*		x			x	x	
Rotkehlchen	*Erithacus rubecula*		x	x	x	x	x	x
Rotmilan	*Milvus milvus*	3		x	x			x
Star	*Sturnus vulgaris*			x			x	x
Stieglitz	*Carduelis carduelis*			x	x		x	x
Turmfalke	*Falco tinnunculus*		x		x	x		x
Wacholderdrossel	*Turdus pilaris*							x
Wachtel	*Coturnix coturnix*	3				x		
Zaungrasmücke	*Sylvia curruca*			x	x	x	x	
Zaunkönig	*Troglodytes troglodytes*		x			x		x
Zilpzalp	*Phylloscopus collybita*				x		x	x

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 23: Nachweise von Vogelarten auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2011

Art		RLT	2011					
			07.05.	20.05.	03.06.	25.06.	09.07.	09.08.
Amsel	*Turdus merula*		x	x	x	x	x	x
Bachstelze	*Motacilla alba*			x		x		
Baumpieper	*Anthus trivialis*			x				
Blaumeise	Parus caeruleus		x	x	x	x	x	x
Buchfink	*Fingilla coelebs*		x		x	x		x
Dorngrasmücke	*Sylvia communis*			x	x			
Eichelhäher	*Garrulus glandarius*					x		
Elster	*Pica pica*			x	x			x
Feldlerche	*Alauda arvensis*		x	x	x	x		x
Feldsperling	*Passer montanus*		x	x	x	x	x	x
Fitis	*Phylloscopus trochilus*			x	x			x
Gartengrasmücke	*Sylvia borin*		x		x	x	x	
Goldammer	*Emberiza citrinella*		x	x	x	x		
Grünfink	*Carduelis chloris*			x	x	x	x	x
Hänfling	*Carduelis cannabina*				x	x	x	
Hausrotschwanz	*Phoenicurus ochrurus*			x			x	x
Haussperling	*Passer domesticus*		x	x	x	x	x	x
Heckenbraunelle	*Prunella modularis*			x	x			
Kohlmeise	*Parus major*		x	x	x	x	x	x
Kolkrabe	*Corvus corax*						x	
Mäusebussard	*Buteo buteo*		x		x	x	x	x
Mehlschwalbe	*Delichon urbica*	3		x	x	x	x	x
Mönchsgrasmücke	*Sylvia atricapilla*			x	x		x	
Rabenkrähe	*Corvus corone*		x	x	x	x	x	x
Rauchschwalbe	*Hirondo rustica*			x	x	x	x	x
Rebhuhn	*Perdix perdix*	2						x
Ringeltaube	*Columba palumbus*		x	x	x	x	x	x
Rotkehlchen	*Erithacus rubecula*		x	x	x	x	x	x
Rotmilan	*Milvus milvus*	3	x	x	x	x	x	x
Sperber	*Accipiter nisus*				x		x	
Star	*Sturnus vulgaris*		x	x	x	x	x	x
Stieglitz	*Carduelis carduelis*		x		x	x	x	
Sumpfrohrsänger	*Acrocephalus palustris*			x	x			
Turmfalke	*Falco tinnunculus*		x			x	x	
Turteltaube	*Streptopelia turtur*			x		x		
Wacholderdrossel	*Turdus pilaris*					x	x	x
Wachtel	*Coturnix coturnix*	3		x	x	x	x	x
Zaungrasmücke	*Sylvia curruca*		x	x		x	x	
Zaunkönig	*Troglodytes troglodytes*				x	x		
Zilpzalp	*Phylloscopus collybita*					x		

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 24: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2008

Art		RLT	2008					
			03.06.	17.06.	03.07.	25.07.	22.08.	03.09.
Distelfalter	Vanessa cardui		x	x	x			
Dunkler Dickkopffalter	Erynnis tages				x			
Großer Eisvogel	Limenitis populi	2			x			
Großer Kohlweißling	Pieris brassicae				x	x	x	
Kleiner Fuchs	Aglais urticae			x	x		x	
Kleiner Kohlweißling	Pieris rapae		x		x	x	x	x
Ochsenauge	Maniola jurtina				x	x		
Ockergelber Dickkopffalter	Ochlotes sylvanus				x			
Rapsweißling	Pieris napi		x	x	x	x		x
Schwarzkolbiger Braundickkopf	Thymelicus lineola				x		x	x
Tagpfauenauge	Inachis jo					x	x	
Zitronenfalter	Gonepteryx rhamni			x		x		
Schachbrett	Melanargia galathea			x		x		

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 25: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2009

Art		RLT	2009					
			31.05.	17.06.	18.07.	06.08.	29.08.	08.09.
Dickkopffalter - Hesperidae								
Schwarzkolbiger Dickkopffalter	*Thymelicus lineola*				x			
Rostfarbiger Dickkopffalter	*Ochlotes sylvanus*			x				
Echte Tagfalter - Diurna								
Großer Kohlweißling	*Pieris brassicae*				x			
Kleiner Kohlweißling	*Pieris rapae*		x	x	x	x	x	x
Heckenweißling	*Pieris napi*		x	x	x	x	x	
Zitronenfalter [1]	*Gonepteryx rhamni*				x			
Schachbrett [1]	*Melanargia galathea*					x		
Schornsteinfeger	*Aphantopus hyperantus*				x			
Großes Ochsenauge	*Maniola jurtina*				x	x	x	x
Kleiner Heufalter	*Coenonympha pamphilus*				x			
Distelfalter *	*Vanessa cardui*		x	x	x	x		
Tagpfauenauge	*Inachis io*			x	x	x		
Kleiner Fuchs	*Aglais urticae*			x				
Landkärtchen	*Araschnia levana*				x			

RLT = Rote Liste Thüringen

** Wanderfalter* *[1] gesetzlich geschützt*

Anlage 26: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2010

Art		RLT	2010								
			24.04.	09.05.	24.05.	13.06.	27.06.	23.07.	26.08.	07.09.	11.09.
Dickkopffalter – Hesperidae											
Ockergelber Dickkopffalter	*Ochlodes sylvanus*					x					
Echte Tagfalter – Diurna											
Gr. Kohlweißling	*Pieris brassicae*							x			
Kl. Kohlweißling	*Pieris rapae*		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Heckenweißling	*Pieris napi*		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resedaweißling	*Pontia daplidice*	3								x	
Zitronenfalter	*Gonepteryx rhamni*										x
Kl. Feuerfalter	*Lycaena phleas*							x			
Kaisermantel	*Argynnis paphia*										x
Admiral	*Vanessa atalanta*										x
Tagpfauenauge	*Inachis io*		x			x					
Kleiner Fuchs	*Aglais urticae*				x		x				
C-Falter	*Polygonia c-album*										x
Landkärtchenfalter	*Araschnia levana*			x		x		x			
Kl. Heufalter	*Coenonympha pamphilus*						x	x		x	
Ochsenauge	*Maniola jurtina*						x	x			
Schachbrettfalter	*Melanargia galathea*							x			
Zunehmende weitere Schmetterlingsarten in den Untersuchungsflächen											
Gr. Gabelschwanz	*Cerura vinula*						x				
Bremsenschwärmer (Glasflügler)	*Paranthrene tabaniformis*					x					
Spannerart	*Xanthorhoe montanata*					x					
Spannerart	*Lomaspilis marginata*			x							

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 27: Nachweise von Schmetterlingen auf der Untersuchungsfläche im Jahr 2011

Art		RLT	2011								
			23.04.	07.05.	28.05.	09.06.	17.07.	04.08.	18.08.	03.09.	11.09.
Dickkopffalter	Hesperidae										
Ockergelber Dickkopffalter	*Ochlodes sylvanus*					x					
	Thymelicus lineola						x				
Echte Tagfalter	Diurna										
Gr. Kohlweißling	*Pieris brassicae*						x	x	x		
Kl. Kohlweißling	*Pieris rapae*		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Heckenweißling	*Pieris napi*		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Goldene Acht	*Colias hyale*	3						x			
Zitronenfalter	*Gonepteryx rhamni*			x							
Brauner Bläuling	*Aricia agestis*				x						
Gemeiner Bläuling	*Polyommatus icarus*									x	
Großes Ochsenauge	*Maniola jurtina*						x	x	x		
Kl. Heufalter	*Coenonympha pamphilus*							x	x		
Brauner Waldfalter	*Aphantopus hyperantus*						x				
Admiral	*Vanessa atalanta*						x	x			x
Tagpfauenauge	*Inachis io*		x	x	x	x	x				
Kleiner Fuchs	*Aglais urticae*		x		x	x	x	x	x		
Kleiner Perlmuttfalter	*Issoria lathonia*							x	x	x	x
Zunehmende weitere Schmetterlingsarten in den Untersuchungsflächen											
	Lithostege griseata		x								
	Xanthorrhoe montanata		x								
	Comtogramma billneata		x								
	Lomaspilis marginata		x			x					
	Capera pusaria		x			x					
	Capera exanthemata		x			x					

RLT = Rote Liste Thüringen

Anlage 28: Nachweise von Laufkäfern in Barber-Fallen im Jahr 2008

Art		2008							
		20.05.	02.06.	16.06.	30.06.	14.07.	28.07.	gesamt	RLT
Großer Breitkäfer	*Abax parallelepipetus*				1	2		3	
	Acupalpus meridianus		1	1				2	
Erz-Kanalkäfer	*Amara aenea*	7		10	2	1	3	23	
Gewöhnlicher Kanalkäfer	*Amara communis*		1					1	
Gelbbeiniger Kanalkäfer	*Amara familiaris*		3			1		4	
Ovaler Kanalkäfer	*Amara ovata*		3		1	17		21	
Gemeiner Kanalkäfer	*Amara plebeja*					1		1	
	Amara similata					3		3	
Buntfarbener Putzkäfer	*Platynus dorsalis*	18	24	9	3	6	1	61	
	Badister bipustulatus		1			1		2	
Glatter Ahlenläufer	*Bembidion lampros*			2		1		3	
Ufer-Ahlenläufer	*Bembidion tetracolum*		1					1	
Großer Bombardierkäfer	*Brachinus crepitans*	6	13	6	20	5	3	53	
Kleiner Bombardierkäfer	*Brachinus explodens*			1	1	4		6	
Breithalskäfer	*Calathus erratus*				4	1	7	12	3
Braunfüßiger Breithalskäfer	*Calathus fuscipes*		3	2		2	4	11	
Goldschmied	*Carabus auratus*	5	33	1	1	2		42	2
Kurzgewölbter Laufkäfer	*Carabus convexus*	8	5	7	2	1		23	
Hainlaufkäfer	*Carabus nemoralis*		2	2	7			11	
Feldsandläufer	*Cicindela campestris*		1					1	
Schwarzköpfiger Scheunenkäfer	*Demetrias atricapillus*				1		1	2	
Ried-Halmläufer	*Demetrias monostigma*		2			1		3	2
	Harpalus aeneus	28	20	11	4	8	2	73	
	Harpalus affinis					7		7	
Auffälliger Schnellläufer	*Harpalus distinguendus*	3	25	1		2		31	
Behaarter Schnellläufer	*Harpalus rufipes* *[5]	17	12	128	108	89	49	403	
Smaragd-Schnellläufer	*Harpalus smaragdinus*	1	2	4		3		10	2
Gewöhnlicher Bartkäfer	*Leistus ferrugineus*		4	2				6	2
Dornbartkäfer	*Leistus spinibarbis*		3			2		5	2
Borstenhornläufer	*Loricera pilicornis*		4	3				7	
Gewöhnlicher Dammläufer	*Nebria brevicollis*		6			5		11	
Dunkler Laubläufer	*Notiophilus aquaticus*		1			2		3	
Zweifleckiger Laubläufer	*Notiophilus biguttatus*		3			2		5	

RLT = Rote Liste Thüringen

*[5] = *Pseudoophonus rufipes*

Anlage 29: Nachweise von Laufkäfern in Barber-Fallen im Jahr 2010

Art		2010					
		29.04.	27.05.	29.06.	30.07.	gesamt	RLT
	Acupalpus meridianus	1				1	
Erz-Kanalkäfer	*Amara aena*	30	13	1	1	45	
Sonnen-Kanalkäfer	*Amara apricaria*	2				2	
Prächtiger Kanalkäfer	*Amara aulica*			3	1	4	
Gewöhnlicher Kanalkäfer	*Amara communis*		1			1	
Breithals-Kanalkäfer	*Amara consularis*				1	1	
Gelbbeiniger Kanalkäfer	*Amara familiaris*		2			2	
Glänzender Kamelläufer	*Amara nitida*	82	10	11	3	106	3
Ovaler Kanalkäfer	*Amara ovata*	23	1			24	
Gemeiner Kanalkäfer	*Amara plebeja*	1		1		2	
Gelbfüßiger Haarahlenläufer	*Asaphidion flavipes*	3				3	
Zweifleck-Kreuzläufer	*Badister bipustulatus*	1				1	
Flachmoor-Ahlenläufer	*Bembidion assimile*	5		2		7	
Großer Bombardierkäfer	*Brachinus crepitans*	10	25	27	8	70	
Breithals-Kahnläufer	*Calathus ambiguus*			2		2	
	Calathus erratus			2	15	17	3
Braunfüßiger Breithalskäfer	*Calathus fuscipes*	1		30	20	51	
Goldschmied	*Carabus auratus*	19	28	3	1	51	2
Kurzgewölbter Laufkäfer	*Carabus convexus*	9	2	1		12	
Lederlaufkäfer	*Carabus coriaceus*				2	2	
Gekörnter Laufkäfer	*Carabus granulatus*	3		1	1	5	
Feld-Sandlaufkäfer	*Cicindela campestris*	1				1	
Gewöhnlicher Grabspornläufer	*Clivina fossor*	1				1	
	Harpalus aeneus	35	15	21	5	76	
	Harpalus azureus azureus *[1]	5		2	2	9	
Herz-Haarschnellläufer	*Harpalus cordatus* *[2]				2	2	2
Auffälliger Schnellläufer	*Harpalus distinguendus*	3		1		4	
	Harpalus griseus *[3]		3	8	2	13	2
Feinpunktierter Haarschnellläufer	*Harpalus puncticeps* *[4]			1		1	
Behaarter Schnellläufer	*Harpalus rufipes* *[5]	5	203	180	51	439	
Smaragd-Schnellläufer	*Harpalus smaragdinus*	9	3	5		17	2
Gewöhnlicher Bartkäfer	*Leistus ferrugineus*		1	1		2	2

RLT = Rote Liste Thüringen

*[1] = *Ophonus azureus*
*[2] = *Ophonus cordatus*
*[3] = *Pseudoophonus griseus*
*[4] = *Ophonus puncticeps*
*[5] = *Pseudoophonus rufipes*

Anlage 30: Nachweise von Laufkäfern in Barber-Fallen im Jahr 2011

Art		2011				
		17.05.	14.06.	12.07.	gesamt	RLT
Ovaler Breitkäfer	*Abax ovalis*			2	2	
Großer Breitkäfer	*Abax parallelepipedus*	1	6	2	9	
Erz-Kanalkäfer	*Amara aenea*			2	2	
Sonnen-Kanalkäfer	*Amara apricaria*			4	4	
Gelbbeiniger Kanalkäfer	*Amara familiaris*			1	1	
Ovaler Kanalkäfer	*Amara ovata*	3	3	14	20	
Großer Bombardierkäfer	*Brachinus crepitans*	2	4	1	7	
Breithalskäfer	*Calathus erratus*		1	2	3	3
Braunfüßiger Breithalskäfer	*Calathus fuscipes*		1	1	2	
Goldschmied	*Carabus auratus*	6	3		9	2
Kurzgewölbter Laufkäfer	*Carabus convexus*	16	7	9	32	
Lederlaufkäfer	*Carabus coriaceus*	2	2	3	7	
Gekörnter Laufkäfer	*Carabus granulatus*			2	2	
Hainlaufkäfer	*Carabus nemoralis*		8	5	13	
	Harpalus aeneus	10	20	64	94	
	*Harpalus azureus azureus**[1]	2		1	3	
Auffälliger Schnellläufer	*Harpalus distinguendus*			5	5	
	*Harpalus griseus**[3]			11	11	2
Behaarter Schnellläufer	*Harpalus rufipes**[5]	12	142	208	362	
Smaragd-Schnellläufer	*Harpalus smaragdinus*			9	9	2
Rotrandiger Bartläufer	*Leistus rufomarginatus*			1	1	
Borstenhornkäfer	*Loricera pilicornis*			2	2	
Gewöhnlicher Dammläufer	*Nebria brevicollis*	13	2	2	17	
Gewöhnlicher Laubläufer	*Nothiophilus palustris*	2			2	
Bunter Enghalsläufer	*Platynus dorsalis*	1	8	28	37	
Kupferfarbener Listkäfer	*Poecilus cupreus*	23	53	27	103	
Verschiedenfarbiger Listkäfer	*Poecilus versicolor*	5	14	16	35	
	Pterostichus macer			2	2	
Gemeiner Grabkäfer	*Pterostichus melanarius*	12	128	507	647	
Großer Grabkäfer	*Pterostichus niger*	5	17	60	82	
	Pterostichus oblongopunctatus			1	1	
Spitzzangenläufer	*Stomis pumicatus*			1	1	

RLT = Rote Liste Thüringen

*[1] = *Ophonus azureus*
*[3] = *Pseudoophonus griseus*
*[5] = *Pseudoophonus rufipes*