

Großtechnische Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuchs Witznitz zur Reduzierung der Eiseneinträge in die Pleiße Jahresbericht 2015



Luzernekultur auf dem Testfeld

Dresden, den 25.05.2016

Titel **Großtechnische Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuchs Witznitz zur Reduzierung der Eiseneinträge in die Pleiße**
Jahresbericht 2015

Auftraggeber **LMBV** Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH
Knappenstraße 1, 01968 Senftenberg



Auftragnehmer GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden
Meraner Str. 10, 01217 Dresden



Auftragsnummer 40048735 vom 02.12.2013

Bearbeiter Dr.-Ing. Th. Gottschalk
Prof. Dr.-Ing. habil. U. Beims
Dip.-Ing. S. Raimann

Mitarbeit
Dr.-Ing. H. Mansel IBGW GmbH Leipzig
Dr. U. Haferkorn BfUL Brandis

Datum Dresden, den 25.05.2016

Dr.-Ing. T. Gottschalk
(Projektleiter)

Dr. F. Bilek
(Geschäftsführer)

Dr. R. Giese
(Geschäftsführer)

Inhaltsverzeichnis

Anlagenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis.....	6
1 Veranlassung.....	7
2 Zusammenstellung der Arbeiten.....	8
3 Auswertung der Monitoringergebnisse.....	11
3.1 Ernteerträge.....	11
3.2 Phänologie.....	21
3.3 Klima.....	28
3.4 Bodenwasserhaushalt an den Lysimetern	30
4 Düngung.....	35
5 Sanierungswirksame Umsetzung der Ergebnisse des Pilotversuches.....	36
6 Laufendhaltung der Modelle	38
7 Zusammenfassung	42
Anlagen	45

Anlagenverzeichnis

- | | |
|----------|--|
| Anlage 1 | Prüfberichte und Probendurchlaufzettel für die Bestimmung der Ernteerträge |
| Anlage 2 | Bilddokumentation |
| Anlage 3 | Präsentation zu den Dresdner Grundwassertagen am 02.06.2015 |
| Anlage 4 | Exkursionsführer Kippe Witznitz, 03.06.2015 |
| Anlage 5 | Beitrag in den Proceedings der Dresdner Grundwassertage 2015 |

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Lage der Kontrollpunkte K1 bis K6 im Südbereich der Kippe.....	15
Abb. 3-2:	Darstellung der Ernteerträge auf den Lysimetern in dt/ha	18
Abb. 3-3:	Darstellung der Ernteerträge auf den Lysimetern in dtTM/ha (Quelle: Lysimeterstation Brandis).....	19
Abb. 3-4:	Ernteerträge Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne (* bis 2011 mit Getreide, ab 2012 Luzerne)	20
Abb. 3-5:	Ernteerträge Luzerne (* ab 2014 reine Luzerne).....	20
Abb. 3-6:	Wuchshöhe Luzerne VF1 (Mittel).....	22
Abb. 3-7:	Wuchshöhe Knaulgras/Luzerne VF1 (Mittel).....	22
Abb. 3-8:	Wuchshöhe Luzerne K1-K6 (Mittel).....	23
Abb. 3-9:	Wuchshöhen auf den Lysimetern 2009 – 2015	24
Abb. 3-10:	LAI - Wert für die Lysimeter 2009 - 2015.....	25
Abb. 3-11:	Wuchshöhe und LAI für Luzerne 2009 - 2015.....	26
Abb. 3-12:	Wuchshöhe und LAI für Knaulgras 2009 - 2015.....	27
Abb. 3-13:	Niederschläge in Brandis und Witznitz	28
Abb. 3-14:	Lufttemperatur in Brandis und Witznitz.....	28
Abb. 3-15:	Potenzielle Verdunstung in Brandis und Witznitz	29
Abb. 3-16:	Klimatische Wasserbilanz in Brandis und Witznitz	29
Abb. 3-17:	Darstellung der realen Verdunstung.....	31
Abb. 3-18:	Darstellung der Bodenwasserausschöpfung	32
Abb. 3-19:	Darstellung der Sickerwassermengen.....	33
Abb. 5-1:	Plan der Luzeraneanbaufläche im Südbereich der Kippe (Quelle: LMBV)	36
Abb. 6-1:	Bodenphysikalische Parameter im Rahmen der Modellierung 2008 - 2011	38
Abb. 6-2:	Berechneter Hydroisohypsenplan für die Jahresscheibe 2015 (10/2015).....	40
Abb. 6-3:	Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße.....	41

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter von 2009 bis 2016.....	9
Tab. 3-1:	Ernteerträge 2015 in [dt FM/ha]	12
Tab. 3-2:	Ernteerträge 2015 in [dt TM/ha]	13
Tab. 3-3:	Ernteerträge 2015 in [dt TM/ha], Frischmasse (FM), Trockenmasse (TM).....	14
Tab. 3-4:	Bewirtschaftung der Lysimeter 12/1 bis 12/3.....	16
Tab. 3-5:	Erntemengen Frischmasse auf den Lysimetern in g/m ²	16
Tab. 3-6:	Ernteerträge Frischmasse auf den Lysimetern in dt/ha	17
Tab. 3-7:	Luzerne-Ernteerträge auf den Lysimetern in dtTM/ha (Quelle: Lysimeterstation Brandis).....	18
Tab. 7-1:	Meliorations- und Bewuchsvarianten der Versuchsfläche und Lysimeter 2015.....	43

1 Veranlassung

Im Zeitraum von 2008 bis 2011 wurde im Auftrag der LMBV das Vorhaben

„Durchführung eines Pilotversuches zur Reduzierung der Exfiltration von eisenbelastetem Grundwasser aus den Kippen des ehemaligen Tagebaues Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra“ in den Bearbeitungsetappen 1 und 2 durchgeführt.

Der Pilotversuch hat gezeigt, dass mit Dauergrünland aus Luzerne, durch eine Verbesserung der Kippenböden mittels Tiefenlockerung und Kalkung sowie mit einer optimalen Bewirtschaftung und Düngung der Bestände eine starke Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit der Eisen-, Sulfat- und Aciditätseinträge in Pleiße und Wyhra erreicht werden kann. Die Ergebnisse der umfangreichen Wasserhaushaltsuntersuchungen an den Versuchspartzellen auf der Kippe Witznitz und den Lysimetern in der Lysimeterstation Brandis sind im Abschlussbericht vom 31.01.2012 nachvollziehbar dokumentiert worden und bilden damit die Grundlage für die großtechnische Umsetzung der Ergebnisse in der Phase 3.

In der Ergebnisniederschrift des 17. Vorhabensbegleitenden Arbeitskreises wird dazu ausgeführt (TOP4, E2):

„Es wird empfohlen, Verhandlungen mit dem Grundstückseigentümer zur Ausweitung und langfristigen Sicherstellung des Dauergrünlandbaus auf der Kippe Witznitz aufzunehmen. Der technische Pilotversuch könnte dadurch in einen „Großversuch“ zur Bestätigung und Erweiterung der Grundlagenkenntnisse mit Sanierungswirksamkeit überführt werden.“

Auch auf der 82. Sitzung des Regionalen Sanierungsbeirates Westsachsen/Thüringen am 26.04.2012 wird das Vorhaben nachdrücklich unterstützt.

„Maßnahmen zur Optimierung der Wasserhaushaltsschicht und Dauergrünlandbau als nachhaltige Sanierungslösung sind nur über die Einbeziehung und Steuerung privatwirtschaftlicher Unternehmen möglich.“

„Es ist daher sinnvoll das Pilotprojekt Kippe Witznitz zwecks Einstieg in die Bearbeitungsetappe 3 als Großversuch unter Einbeziehung des Flächeneigentümers fortzuführen, da keine Möglichkeiten gesehen werden, über regionalplanerische Instrumente steuernd die Sicherung von Flächen zur Dauergünlandbewirtschaftung zu erwirken.“

Bereits ab 2012 wurde in Kooperation mit der Osterland Agrar GmbH zur schadlosen Überbrückung der Zeit zwischen dem Ende des Pilotversuches und dem Beginn des großtechnischen Versuches ein minimiertes Versuchs- und Monitoringprogramm zur Gewinnung von Wasserhaushaltsgrößen und pflanzen-physiologischen Parametern

sowie zur Erhaltung der Versuchsflächen durchgeführt. Im Jahr 2013 wurde das GFI durch die LMBV mit der Bestellung 45048735 mit den Leistungen zur ingenieurtechnischen Begleitung und Auswertung des sanierungswirksamen Feldversuchs zur Reduzierung der Grundwasserneubildung auf den Flächen der Kippe Witznitz im Sinne einer Fortführung des o. g. Pilotprojektes beauftragt, um bei den Lysimeteruntersuchungen und der Bewertung der Versuchsfläche 1 einen lückenlosen Anschluss an die im Herbst 2014 begonnene großtechnische Umsetzung zu gewährleisten. Die großtechnische/flächenhafte Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuches beinhaltet den Luzerneanbau auf nunmehr 225 ha auf dem südlichen Teil der Kippe Witznitz, der ingenieurtechnisch mit den Untersuchungen auf den Feldversuchsflächen und den Lysimetern zu begleiten und auszuwerten ist. Der vorliegende Bericht dokumentiert die Aktivitäten und wichtigsten Monitoringergebnisse des Jahres 2015.

2 Zusammenstellung der Arbeiten

Zum besseren Verständnis der Bewirtschaftung aller Lysimeter sind in Tab. 2-1 die landwirtschaftlichen Kulturen vom Versuchsbeginn 2009 bis 2016 angegeben. Die Lysimeter **12/1**, **12/3**, **14/2** und **14/4** gehörten von Anfang an zum Untersuchungsprogramm.

Das Lysimeter **12/2** war bis 2013 Referenzlysimeter, **aber nur bezüglich der Wasserhaushaltsgrößen**.

Ab 2014 wurden nach der Umrüstung alle drei 12er Lysimeter **12/1**, **12/2** und **12/3** gleich bewirtschaftet.

Die Lysimeter **13/1** und **13/2** auf der Kippe Witznitz wurden von Anbeginn an mit den gleichen Kulturen bewirtschaftet wie die umliegende landwirtschaftliche Nutzfläche. Durch die zum Teil hohen Grundwasserstände lassen sich hier keine Sickerwassermengen ermitteln, sondern nur einige Elemente des Bodenwasserhaushaltes und Ernteerträge.

Zusammenstellung der Arbeiten

Lysimeter Jahr	12_1	12_2	12_3	13_1	13_2	14_2	14_4
2009	Luzerne (500t/ha Kompost)	Winterraps	Luzerne (125t/ha Kompost)	Winterweizen	Winterweizen	Knautgras	Knautgras (125 t/ha Kompost)
2010	Luzerne	Winterweizen	Luzerne	Wintergerste	Wintergerste	Knautgras	Knautgras
2011	Luzerne	Wintergerste	Luzerne	Winterraps	Winterraps	Knautgras	Knautgras
2012	Luzerne	Winterraps	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Knautgras	Knautgras
2013	Luzerne (Kompost entfernt Neuaussaat)	Winterweizen	Luzerne (Kompost entfernt Neuaussaat)	Luzerne (3 l/m ² Gärreste)	Luzerne (3 l/m ² Gärreste)	Knautgras/ Luzerne (80/20)	Luzerne (Kompost entfernt Neuaussaat)
2014	Mais	Mais	Mais	Luzerne (2 l/m ² Gärreste)	Luzerne (2 l/m ² Gärreste)	Knautgras/ Luzerne (80/20)	Luzerne
2015	Winterweizen	Winterweizen	Winterweizen	Mais (3 l/m ² Gärreste)	Mais (3 l/m ² Gärreste)	Knautgras/ Luzerne (60/40)	Luzerne
2016	Winterraps	Winterraps	Winterraps	Wintergerste	Wintergerste	Knautgras/ Luzerne (60/40)	Luzerne

Tab. 2-1: Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter von 2009 bis 2016

Im Jahr 2015 wurden folgende wichtigen Aktivitäten durchgeführt und Aufgaben gelöst:

- 1) Die Lysimeter 14/2 und 14/4 sowie die Versuchsfläche 1 wurden synchron bewirtschaftet.
- 2) Es wurden insgesamt 18 Vor-Ort Termine auf den Versuchsflächen realisiert.

04.03.2015	07.07.2015
07.04.2015	20.07.2015
05.05.2015	18.08.2015
21.05.2015	03.09.2015
26.05.2015	17.09.2015
29.05.2015	08.10.2015
03.06.2015	14.10.2015
08.06.2015	26.10.2015
30.06.2015	29.10.2015

- 3) Es erfolgten 4 Ernten zur Bestimmung der pflanzenphysiologischen Parameter.
- 4) Auf den Lysimetern 12/1, 12/2 und 12/3 wurde entsprechend der landwirtschaftlichen Fruchtfolge Winterweizen angebaut.

- 5) Auf den Referenzlysimetern 13/1 und 13/2 wurde entsprechend der Neubestellung des Kippennordbereiches Mais angebaut.
- 6) Auf den Flächen des im September 2014 ausgesäten Luzernebestandes wurden in Abstimmung mit der LMBV 6 neue Kontrollpunkte ausgewählt (siehe Abb. 3-1). Auf der im August 2015 ausgesäten Fläche E (s. Abb. 5-1) werden 2016 zwei weitere Kontrollpunkte festgelegt.
- 7) Die Versuchsfläche 1 und die Lysimeter wurden dreimal gedüngt.
- 8) Die Osterland Agrar GmbH unterstützte den Pilotversuch durch viermaliges Ernten der gesamten Versuchsfläche 1 und durch zweimalige Bearbeitung der Randstreifen.
- 9) In 3 Beratungen mit der Osterland Agrar GmbH wurden die Erntetermine abgestimmt, die Weiterführung des großtechnischen Versuches beraten und die Herrichtung der Flächen für die Befahrung anlässlich der Dresdner Grundwassertage 2015 festgelegt.
- 10) Für die Abstimmung der weiteren Vorgehensweise erfolgten ca. 7 Beratungen mit der Lysimeterstation Brandis, den IBGW Leipzig und der LMBV.
- 11) Im Rahmen der Wasserhaushaltsmodellierung wurden 2015 die Datensätze für Klima, Wasserhaushalt und Aufwuchs aktualisiert.
- 12) Durch das IBGW erfolgte 2015 die Einpflegung aktueller Grundwasserstände, die Aktualisierung des Flutungsszenarios für den Kahnsdorfer See sowie die Ausweisung von berechneten Hydroisohypsen und Grundwasserganglinien.
- 13) Die Ergebnisse aller bisherigen Arbeiten auf der Kippe Witznitz wurden auf den Dresdner Grundwassertagen am 02.06.2015 in einem gemeinsamen Vortrag der LMBV und des GFI vorgestellt (s. Anlage 3).
- 14) Die Kippe Witznitz wurde auch für die mit Vertretern des StuBA, der Finanzdirektion Hannover, der Landesdirektion Sachsen sowie weiteren Tagungsteilnehmern durchgeführte Fachexkursion in das Mitteldeutsche Braunkohlenrevier ausgewählt. Der von der LMBV und dem GFI erarbeitete Exkursionsführer ist in Anlage 4 enthalten.

Die 6 neuen Kontrollflächen auf dem Luzernebestand im Südbereich der Kippe Witznitz wurden 2015 erstmals parallel zu den Ergebnissen auf der Versuchsfläche 1 bewertet. 2015 war nach der Aussaat 2014 das erste volle Vegetationsjahr. Die Kontrollflächen haben somit einen vergleichbaren reinen Luzernebestand wie die Versuchsflächen VF1-4 bis VF1-6. Auf den Versuchsflächen VF1-1 bis VF1-3 befindet sich ein Knautgras-Luzerne-Bestand.

3 Auswertung der Monitoringergebnisse

3.1 Festlegung der Kontrollflächen

Die Auswahl und Festlegung der Kontrollflächen (K1 bis K6) erfolgte nach folgenden Kriterien bzw. Zielstellungen:

- Abbildung der Verhältnisse der bewirtschafteten Gesamtfläche an repräsentativen Standorten und Nachweis der Wirkung der Bodenmelioration
- Gewährleistung der Erreichbarkeit der Flächen (wegenahe Standorte)
- Bodenbearbeitung
- Kalkung

Die Kontrollflächen K1 bis K 6 befinden sich im südlichen Teil der Kippe. Die Lage der Kontrollflächen ist in der Abb. 3-1 dargestellt.

3.2 Ernteerträge

Auf den Versuchsflächen (VF1-1 bis VF1-6) und den Kontrollflächen (K) wurden die in Tab. 3-1 und Tab. 3-2 zusammengestellten Erträge in Frischmasse (FM) und Trockenmasse (TM) erzielt.

Tab. 3-1: Ernteerträge 2015 in [dt FM/ha]

	1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte	4. Ernte	Summe
VF1-1	242,1	109,1	126,8	47,2	525,2
VF1-2	215,4	150,6	121,6	47,6	535,2
VF1-3	176,2	96,0	118,4	78,4	469,0
VF1-4	156,2	221,6	107,2	78,4	563,4
VF1-5	373,3	95,2	116,0	64,0	648,5
VF1-6	218,7	127,1	157,6	96,4	599,8
K1	420,0	147,8	129,2	168,4	865,4
K2	222,8	86,7	157,6	133,6	600,7
K3	186,4	94,3	167,2	126,0	573,9
K4	10,7	129,4	103,2	110,0	353,3
K5	132,3	127,1	143,2	146,4	549,0
K6	193,1	98,2	160,8	120,4	572,5

Tab. 3-3 zeigt als Übersicht die Ernteergebnisse aller 7 Ernten von 2009 bis 2015 auf der Versuchsfläche VF1. Durch die verspätete Aussaat auf der Kontrollfläche K4 waren die Erträge der ersten Ernte sehr gering.

Tab. 3-2: Ernteerträge 2015 in [dt TM/ha]

	1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte	4. Ernte	Summe
VF1-1	59,8	23,7	24,1	14,6	122,2
VF1-2	49,8	26,8	25,9	14,9	117,4
VF1-3	47,6	21,6	24,1	18,2	111,5
VF1-4	57,0	26,0	20,3	15,8	119,1
VF1-5	95,5	21,1	25,8	19,7	162,1
VF1-6	60,9	25,6	29,2	15,0	130,7
K1	97,7	31,3	24,7	33,0	186,7
K2	62,0	21,4	27,6	25,5	136,5
K3	47,5	19,2	30,0	25,2	121,9
K4	2,7	24,8	18,6	24,2	70,3
K5	41,0	31,0	25,6	27,4	125,0
K6	50,6	24,6	32,1	25,2	132,5

Der Trockenmasseanteil im 7. Versuchsjahr schwankte bei den einzelnen Ernten zwischen ~ 18 % und ~ 30 %. Für die Versuchsfläche 1 ergaben sich folgende Durchschnittswerte:

1. Ernte	Knautgras/Luzerne	24,9 %
	Luzerne	30,0 %
2. Ernte	Knautgras/Luzerne	20,7 %
	Luzerne	21,2 %
3. Ernte	Knautgras/Luzerne	20,2 %
	Luzerne	19,9 %
4. Ernte	Knautgras/Luzerne	28,4 %
	Luzerne	22,2 %

Für die Kontrollfläche wurden folgende Ergebnisse erreicht:

Auswertung der Monitoringergebnisse

1. Ernte	Luzerne	26,5 %
2. Ernte	Luzerne	22,5 %
3. Ernte	Luzerne	18,4 %
4. Ernte	Luzerne	20,1 %

Tab. 3-3: Ernteerträge 2009 bis 2015 in dt FM /ha und dt TM/ha

Parzelle	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	FM dt/ha	TM dt/ha												
VF-1-1-KG/L	228,2	74,4	321,7	76,8	292,9	86,6	317,4	80,3	545,0	112,7	685,2	164,9	525,2	122,2
VF-1-2-KG/L	229,5	76,9	343,5	78,4	196,3	57,7	431,2	85,8	598,0	119,6	643,4	153,7	535,2	117,4
VF-1-3-KG/L	165,3	49,2	327,0	74,1	158,9	49,8	214,7	80,5	608,0	110,0	593,8	130,4	469,0	111,5
VF-1-4-L	183,4	52,1	537,7	110,9	594,5	170,0	396,2	124,0	782,0	154,6	760,0	155,9	563,4	119,1
VF-1-5-L	207,8	54,6	533,4	107,9	648,6	146,4	506,8	112,0	787,0	140,4	842,7	177,3	648,5	162,1
VF-1-6-L	199,1	53,1	584,6	114,2	693,5	165,9	451,0	132,6	855,0	145,0	968,4	178,4	599,8	130,7

Die vergleichende Auswertung der Ernteerträge auf den ausschließlich mit Luzerne bestellten Parzellen VF-1-4 bis VF-1-6 der Versuchsfläche VF1 und den ebenfalls ausschließlich mit Luzerne bestellten 6 neuen Kontrollflächen K1 bis K6 zeigt, dass auch im 7. Vegetationsjahr auf der Versuchsfläche noch sehr hohe Erträge für reine Luzerne vorhanden waren und dass die Erntemengen auf den Parzellen VF-1-4 bis VF-1-6 der Versuchsfläche VF1 etwa den Erntemengen im 1. Erntejahr auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche entsprachen. Im Mittel betrug der Ernteertrag der Parzellen VF-1-4 bis VF-1-6 der Versuchsfläche VF1 604 dt FM/ha und 137 dt TM/ha. Auf den Kontrollflächen K 1 bis K 6 wurden 585 dt FM/ha und 129 dt TM/ha erzielt. Bezieht man die mit Knaulgras/Luzerne bewachsenen Parzellen VF-1-1 bis VF-1-3 der Versuchsfläche VF1 mit im Mittel 510 dt FM/ha und 117 dt TM/ha in die Auswertung ein, ist der Unterschied insbesondere bei der Frischmasse noch geringer. Die Mittelwerte der Erträge der Kontrollflächen K 1 bis K 6 mit 585 dt FM/ha und 129 dt TM/ha lagen dabei höher als die mittleren Erträge der mit Knaulgras/Luzerne bewachsenen Parzellen VF-1-1 bis VF-1-3 der Versuchsfläche VF1 mit im Mittel 510 dt FM/ha und 117 dt TM/ha.

Aufgrund der bereits aus den Ergebnissen des Projektes abgeleiteten Umsetzung der großflächigen Aussaat von Luzerne ist dem Vergleich der Ernteerträge der Kontrollflächen K1 bis K6 mit den Parzellen VF-1-4 bis VF-1-6 der Versuchsfläche VF1 eine höhere praktische Bedeutung beizumessen als einem Vergleich unter Berücksichtigung der mit Knaulgras bewachsenen Flächen.

In Anlage 1 sind die Probenlaufzettel und die Prüfberichte der Laboruntersuchungen zusammengestellt.

Nach der Umrüstung der Lysimeter 12/1 bis 12/3 mit klärschlammfreiem Oberboden und einem Maisbestand in 2014 wurde 2015 auf diesen Lysimetern Winterweizen angebaut (siehe auch Tab. 2-1). Die Lysimeter sollen auch in den kommenden Jahren mit landwirtschaftlichem Fruchtwechsel betrieben werden, um so einen Erkenntnisvorlauf zu den Auswirkungen des bei Luzerne notwendigen Fruchtwechsels nach 3 bis 4 Jahren zu gewinnen.



Abb. 3-1: Lage der Versuchsflächen und der Kontrollpunkte K1 bis K6 im Südbereich der Kippe

Bei der Bewirtschaftung der mit Winterweizen bepflanzten Lysimeter 12/1 bis 12/3 wurden 2015 folgende Tätigkeiten durchgeführt:

Auswertung der Monitoringergebnisse

Tab. 3-4: Bewirtschaftung der Lysimeter 12/1 bis 12/3

Datum	Beschreibung / Tätigkeiten
15.01.2015	Mäusebekämpfung pro Loch
25.03.2015	1. N-Gabe
28.03.2015	Vegetationsbeginn
13.04.2015	Fungizid, Herbizid, Wachstumsreglereinsatz
04.05.2015	2. N-Gabe
22.05.2015	Wachstumsreglereinsatz
22.05.2015	Fungizideinsatz
05.06.2015	3. N-Gabe
10.06.2015	Insektizideinsatz
10.06.2015	Fungizideinsatz
04.08.2015	Ernte auf den Lysimetern und dem Feld
03.01.2016	Vegetationsende

Die beiden 14er Lysimeter wurden in Analogie zur Versuchsfläche VF1 mit einem Luzerne/Knaulgrasgemisch (14/2) und reiner Luzerne (14/4) betrieben, wobei im Mai 2015 auf dem Lysimeter 14/2 ein Teil des Knaulgrases entfernt wurde. Die danach neu eingesäte Luzerne wurde mit insgesamt 19 Liter Wasser bewässert. Die 13er Lysimeter wurde ab 2015 mit Mais bewirtschaftet (siehe auch Tab. 2-1).

Tab. 3-5: Erntemengen Frischmasse auf den Lysimetern in g/m²

Datum	14_2 (g/m ²)	14_4 (g/m ²)	12_1 (g/m ²)	12_3 (g/m ²)	Bemerkung
16.07.09	1494	1604	240	932	
21.09.09	400	390	735	320	sehr vertrocknet
24.11.09	420	252	---	---	
21.05.10	2366	1398	4016	4352	
26.07.10	923	838	1181	925	
30.09.10	1591	1152	1721	1547	
18.05.11	1010	662	1258	1142	starke Vertrocknungen
10.08.11	854	774	1076	1100	
05.10.11	884	1016	746	700	
21.05.12	770	800	1060	1110	
01.08.12	316	318	192	76	
01.10.12	154	236	10	---	
13.06.13	2134	---	---	---	Neuaussaat April, außer 14/2
26.07.13	680	1134	984	1734	
30.09.13	602	682	536	430	
08.05.14	1540	170	---	---	
02.07.14	1140	960	---	---	
19.08.14	480	820	---	---	
08.10.14	660	960	---	---	
20.05.15	440	1770			

Auswertung der Monitoringergebnisse

Datum	14_2 (g/m ²)	14_4 (g/m ²)	12_1 (g/m ²)	12_3 (g/m ²)	Bemerkung
17.07.15	630	300			
02.09.15	1430	1270			
13.10.15	350	530			

Aus Tab. 3-5 ergeben sich die in Tab. 3-6 angegebenen Erträge in dt/ha.

Tab. 3-6: Ernteerträge Frischmasse auf den Lysimetern in dt/ha

Datum	14_2 (dt/ha)	14_4 (dt/ha)	12_1 (dt/ha)	12_3 (dt/ha)	Bemerkung
16.07.09	149	160	24	93	
21.09.09	40	39	74	32	sehr vertrocknet
24.11.09	42	25	---	---	
21.05.10	237	140	402	435	
26.07.10	92	84	118	93	
30.09.10	159	115	172	155	
18.05.11	101	66	126	114	starke Vertrocknungen
10.08.11	85	77	108	110	
05.10.11	88	102	75	70	
21.05.12	77	80	106	111	
01.08.12	32	32	19	8	
01.10.12	15	24	1	---	
13.06.13	213	---	---	---	Neuaussaat April, außer 14/2
26.07.13	68	113	98	173	
30.09.13	60	68	54	43	
08.05.14	154	17	---	---	
02.07.14	114	96	---	---	
19.08.14	48	82	---	---	
08.10.14	66	96	---	---	
20.05.15	44	177			
17.07.15	63	30			
02.09.15	143	127			
13.10.15	35	53			

In Abb. 3-2 sind die Ernteerträge entsprechend Tab. 3-6 grafisch dargestellt. Ab 2014 werden dort nur die Ergebnisse der Lysimeter 14/2 und 14/4 dokumentiert.

Auswertung der Monitoringergebnisse

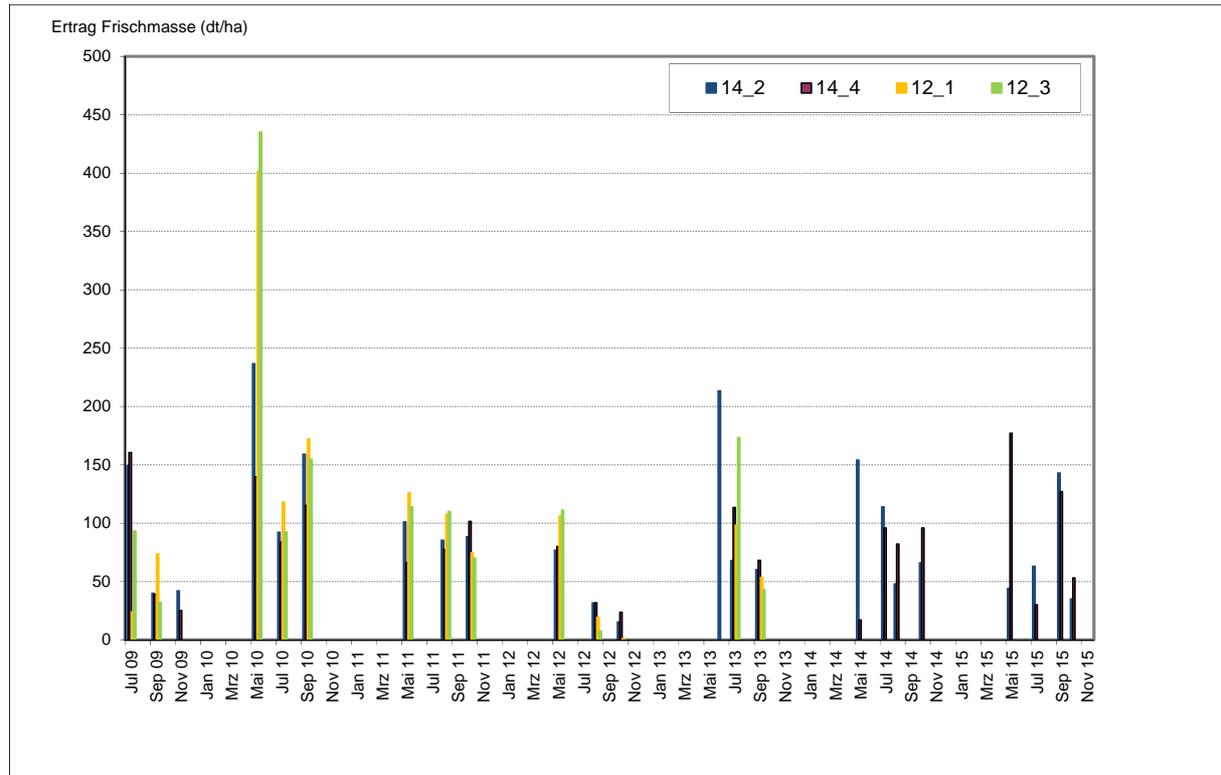


Abb. 3-2: Darstellung der Ernteerträge auf den Lysimetern in dtFM/ha

Bei einem Trockenmasseanteil zwischen 16 und 31 % ergeben sich folgende Jahresmengen an Trockenmasse (s. Tab. 3-7). Die in den Tab. 3-5 bis 3-7 dargestellten Ergebnisse wurden durch die Lysimeterstation Brandis übermittelt. Die Untersuchungen wurden im zentralen Labor des LfULG durchgeführt. Laborberichte liegen dem GFI nicht vor.

Tab. 3-7: Luzerne-Ernteerträge auf den Lysimetern in dtTM/ha (Quelle: Lysimeterstation Brandis)

Lysimeter	1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte	4. Ernte	Summe
14/2	9	20	22	6	57
14/4	45	10	26	12	93

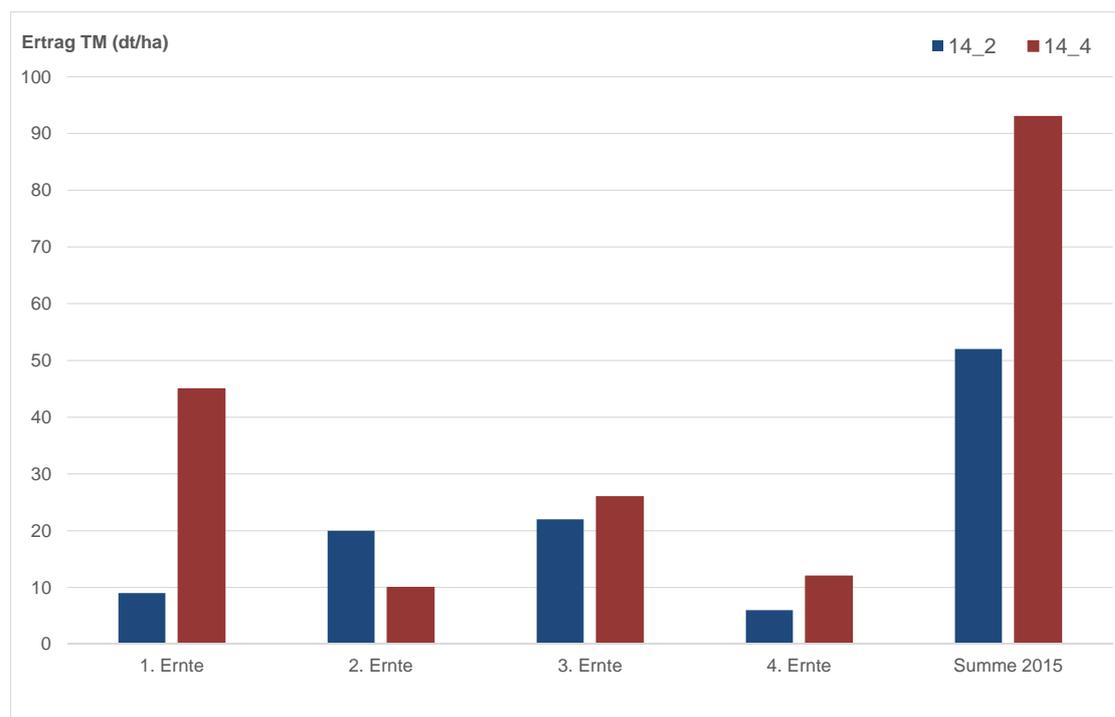


Abb. 3-3: Darstellung der Luzerne-Ernteerträge auf den Lysimetern in dtTM/ha (Quelle: Lysimeterstation Brandis)

Die Erträge von **Mais**, der am 30.09. 2014 geerntet wurde, lagen bei

- Lysimeter 12-1: 553 dt FM/ha,
- Lysimeter 12-3: 513 dt FM/ha.

Die Erträge von **Luzerne** lagen 2014 bei

- Lysimeter 13-1: 267 dt FM/ha,
- Lysimeter 13-2: 255 dt FM/ha.

Die Erträge von **Winterweizen**, der am 04.08.2015 geerntet wurde, lagen bei

- Lysimeter 12-1: 94 dt FM/ha
- Lysimeter 12-3: 99 dt FM/ha

Die Erträge von **Mais** lagen 2015 bei

- Lysimeter 13-1: 512 dt FM/ha,
- Lysimeter 13-2: 624 dt FM/ha.

In Abb. 3-4 und Abb. 3-5 sind die Ernteerträge für die Jahre 2009 bis 2015 auf den Lysimetern und den Versuchspartellen für die beiden Kulturen Knautgras und Luzerne dargestellt.

Auswertung der Monitoringergebnisse

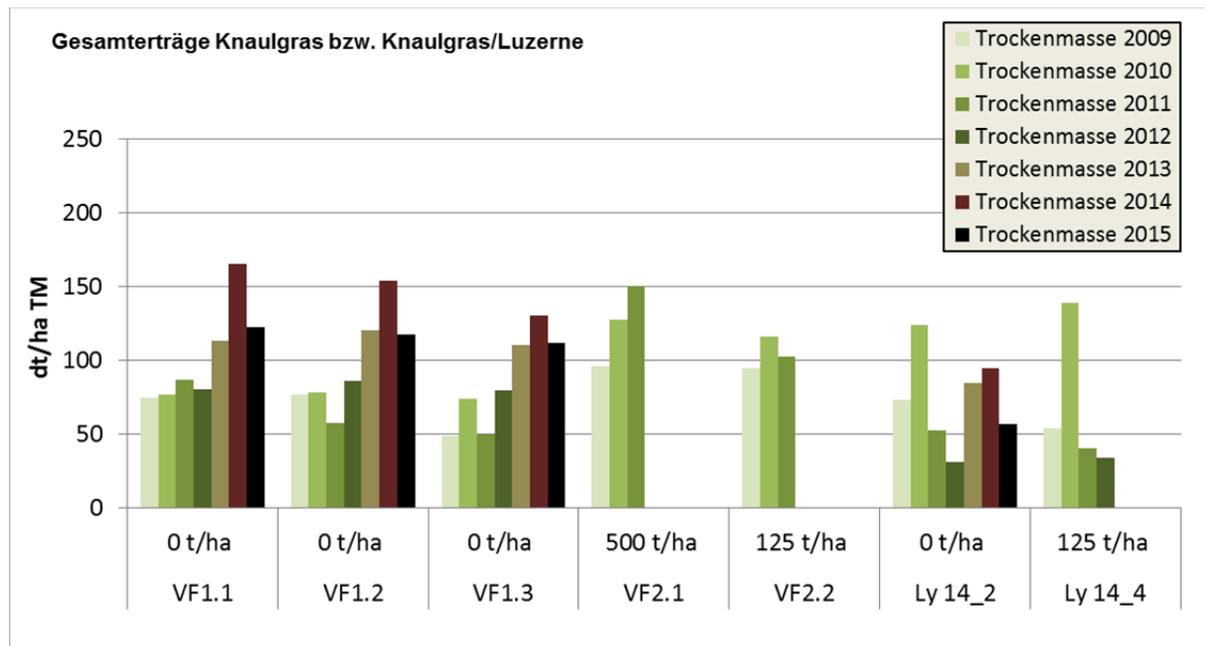


Abb. 3-4: Ernteerträge Knautgrass bzw. Knautgrass/Luzerne

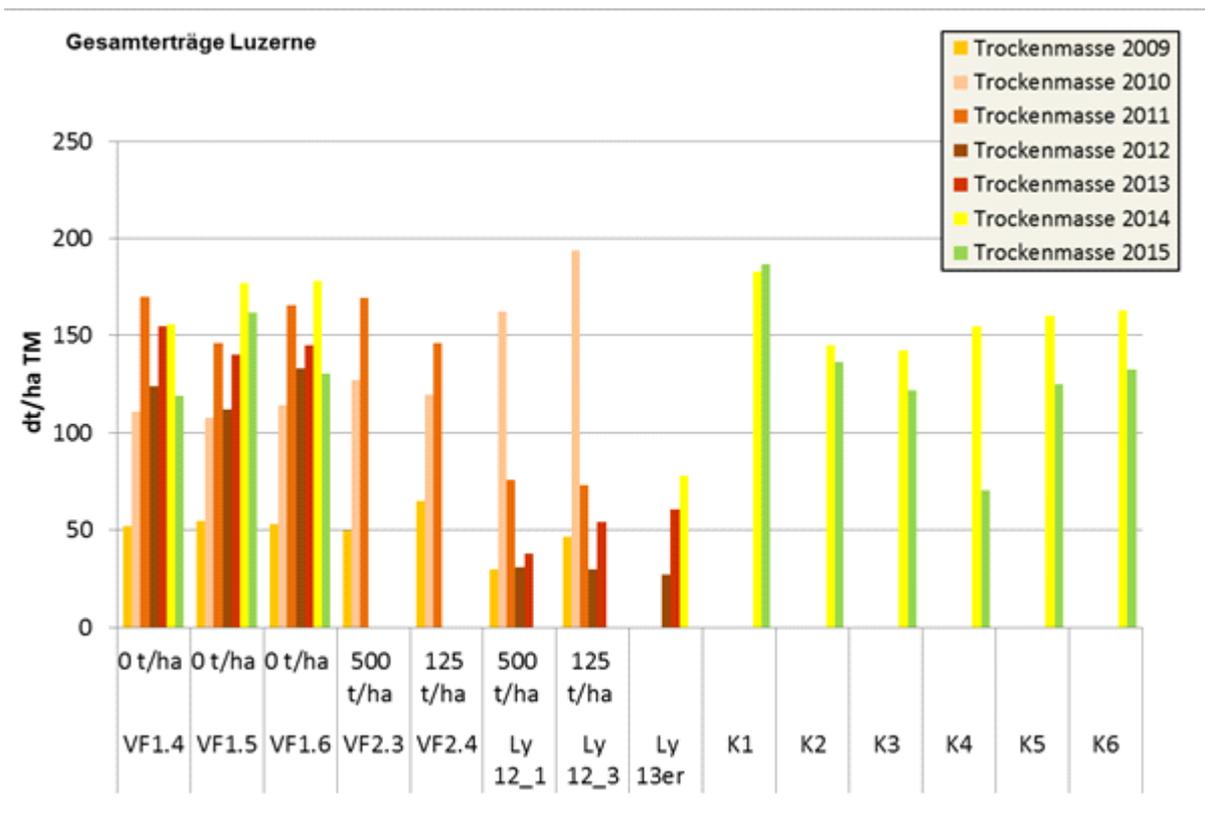


Abb. 3-5: Ernteerträge Luzerne

Aus der Bewertung und dem Vergleich der Ernteerträge 2015 und im Vergleich ab 2009 lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Die Ernteerträge auf der Versuchsfläche VF1 waren auch im 7. Vegetationsjahr noch sehr hoch, jedoch etwas geringer als 2014.
- Die Ernteerträge auf den Luzerne-Parzellen der Versuchsfläche VF1 entsprachen etwa den mittleren Erträgen auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche.
- Die Erträge auf den Parzellen VF1-1 bis VF1-3 sind nach Übergang von reinem Knautgras zu Knautgras/Luzerne-Gemisch deutlich gestiegen, liegen aber noch unter den Werten von reiner Luzerne.
- Die Trockenmasse des Erntegutes der Feldversuchspartellen lag je nach Witterung zwischen 18 und 30 %, die des Erntegutes der Lysimeter zwischen 16 und 31 %
- Die Erträge von reiner Luzerne und dem Knautgras/Luzerne-Gemisch auf den Lysimetern lag deutlich unter den Erträgen auf der Versuchsfläche VF1 und der landwirtschaftlichen Nutzfläche (K1 bis K6).
- Ursache für die Mindererträge auf den Lysimetern waren ungünstige Witterungsbedingungen, Trockenschäden, der spärliche Wuchs der Luzerne zwischen dem Gras und der Inseleffekt der Lysimeter.
- Der Mais hatte 2014 einen maximalen Ertrag von 533 dt FM/ha, was ca. 50 dt über dem mittleren Ertrag lag, 2015 lag der Ertrag bei maximal 624 dt FM/ha, was eine weitere Steigerung bedeutet. Die Maiserträge 2015 lagen über denen der Luzerne.
- Der Winterweizen hatte 2015 einen Ertrag von 97 dt/ha.

Anhand der Ergebnisse der Kontrollflächen können aufgrund des kurzen Bewirtschaftungszeitraums noch keine Aussagen zum Erfordernis bzw. zum Erfolg der Meliorationsmaßnahmen getroffen werden.

3.3 Phänologie

Im Jahr 2015 wurde insbesondere die Wuchshöhe erfasst. Die Abb. 3-6 und Abb. 3-7 zeigen für die Versuchsfläche 1 die bei den Befahrungen und unmittelbar vor den Ernten ermittelten mittleren Wuchshöhen für Luzerne und Knautgras/Luzerne. Abb. 3-8 zeigt die Wuchshöhen der Luzerne auf den Kontrollflächen.

Auswertung der Monitoringergebnisse

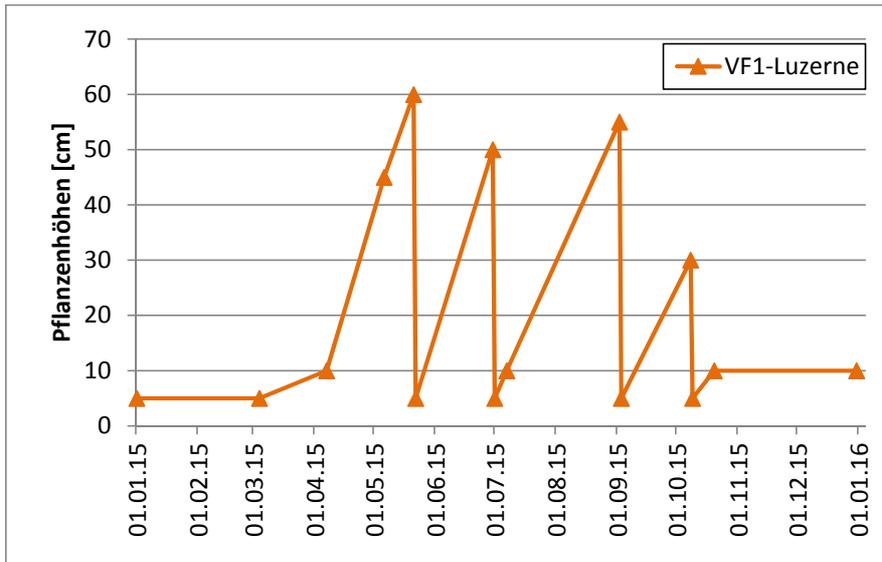


Abb. 3-6: Wuchshöhe Luzerne VF1 (Mittel)

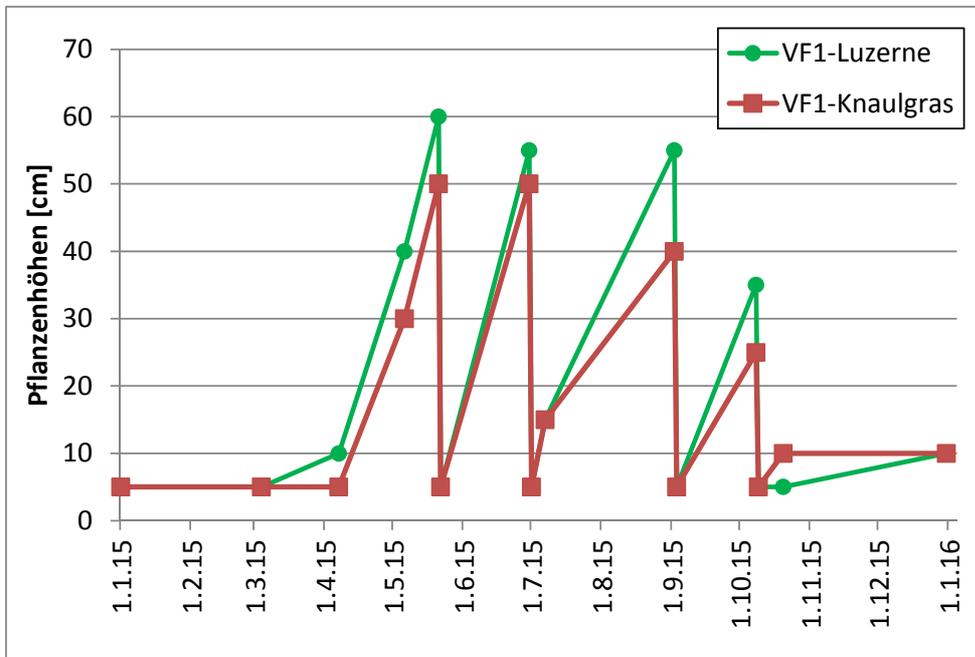


Abb. 3-7: Wuchshöhe Knautgrass/Luzerne VF1 (Mittel)

Auswertung der Monitoringergebnisse

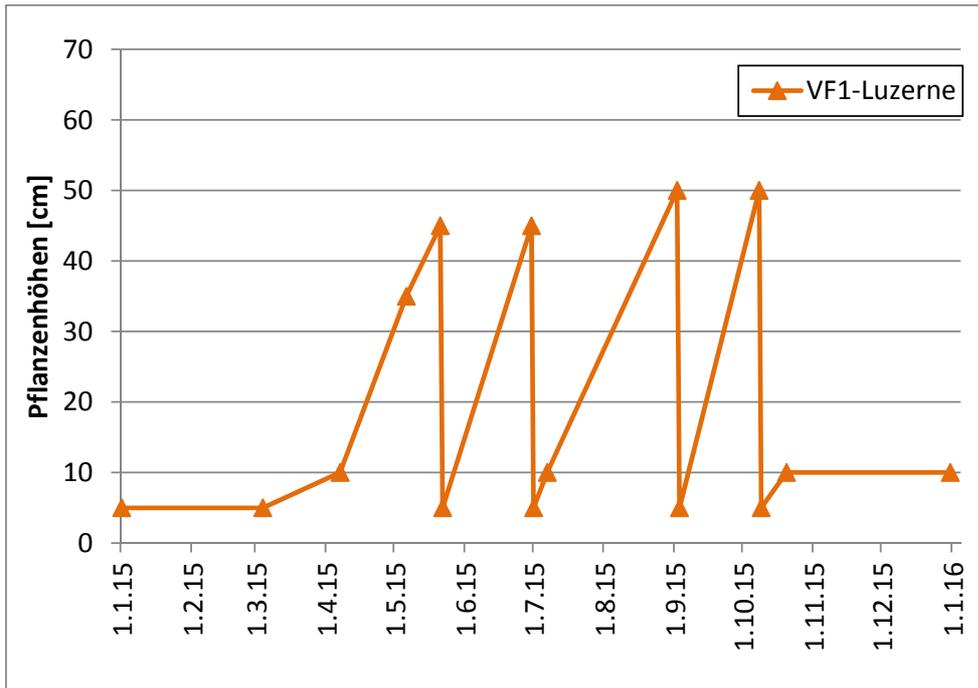


Abb. 3-8: Wuchshöhe Luzerne K1-K6 (Mittel)

Die Wuchshöhen zum Erntezeitpunkt korrelieren sehr gut mit den in Abschnitt 3.1 dokumentierten Ernteerträgen. Abb. 3-9 zeigt die Fortschreibung der Wuchshöhen auf den Lysimetern.

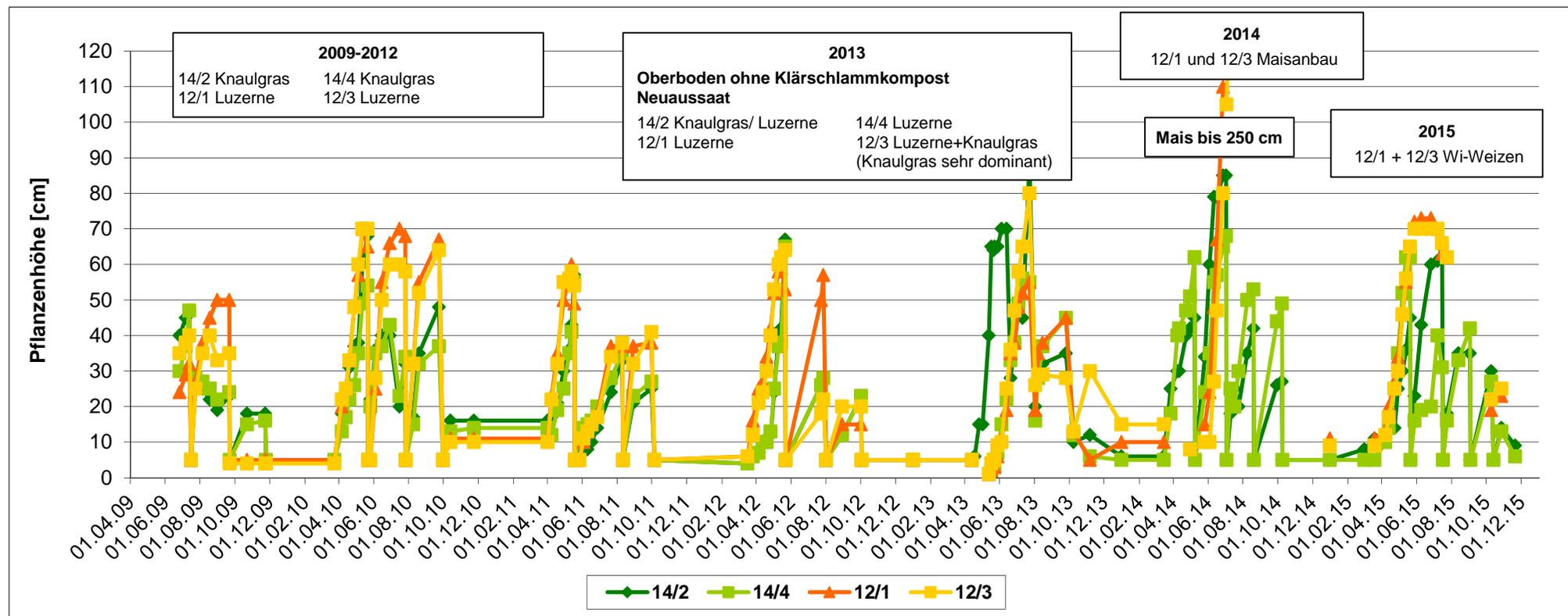


Abb. 3-9: Wuchshöhen auf den Lysimetern 2009 – 2015

Im Jahr 2015 zeigen sich auch an der Wuchshöhe die gute dritte Ernte auf Lysimeter 14.2 und die gute erste und dritte Ernte auf dem Lysimeter 14.4. Der Aufwuchs vor der ersten und vierten Ernte auf dem Lysimeter 14.2 war relativ gering.

Der LAI für das Jahr 2015 korreliert sehr gut mit der Wuchshöhe. (s. Abb. 3-10)

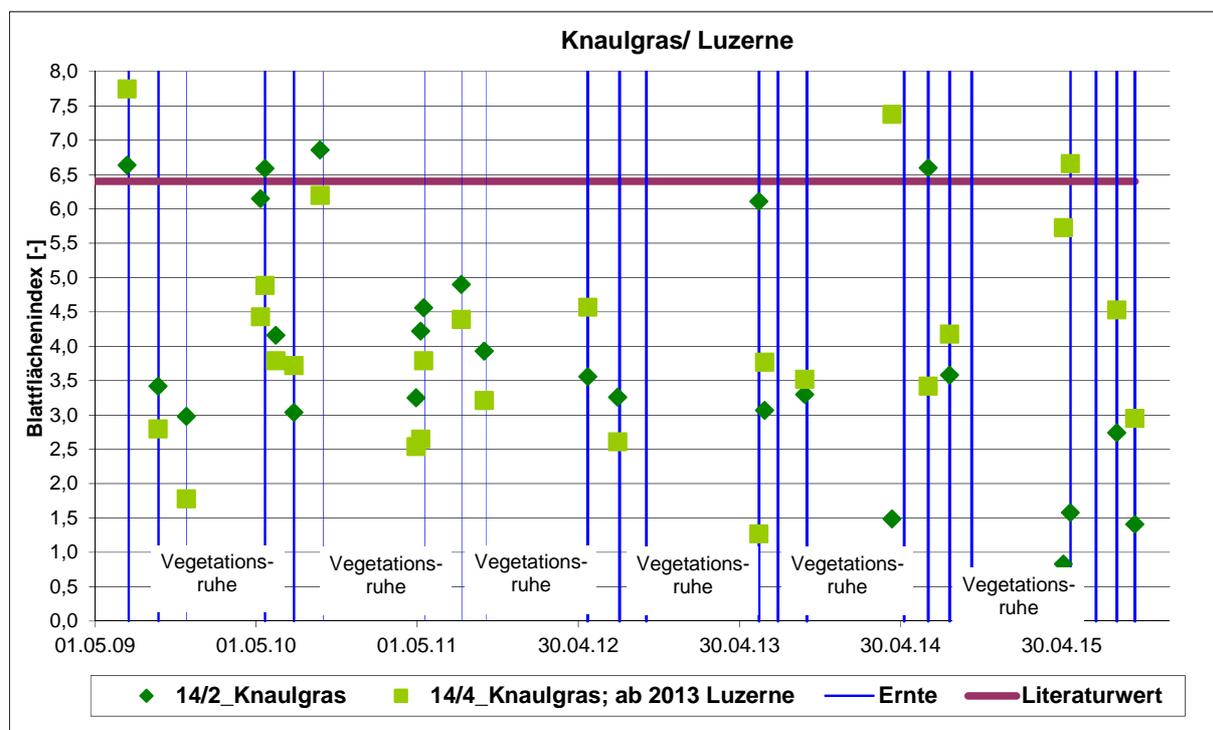


Abb. 3-10: LAI - Wert für die Lysimeter 2009 - 2015

Aus vergleichenden Beobachtungen mit den Vorjahren ergaben sich für die erste bis dritte Ernte auf der Versuchsfläche 1

- bei Luzerne ein LAI-Wert von 6 und 7
- bei Knautgras/Luzerne ein LAI-Wert von 5 und 6

und bei der vierten Ernte

- bei Luzerne ein LAI-Wert von 5 und 6
- bei Knautgras/Luzerne ein LAI-Wert von 3 und 4.

Insgesamt lagen die Wuchshöhe, der Blattflächenindex und die Erträge 2015 unter den Werten von 2014.

Auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche ergeben sich für alle Ernten LAI-Werte von 5 bis 6.

In den Abb. 3-11 und Abb. 3-12 sind die Wuchsbedingungen auf der Versuchsfläche 1 nochmal zusammenfassend ab 2009 dargestellt.

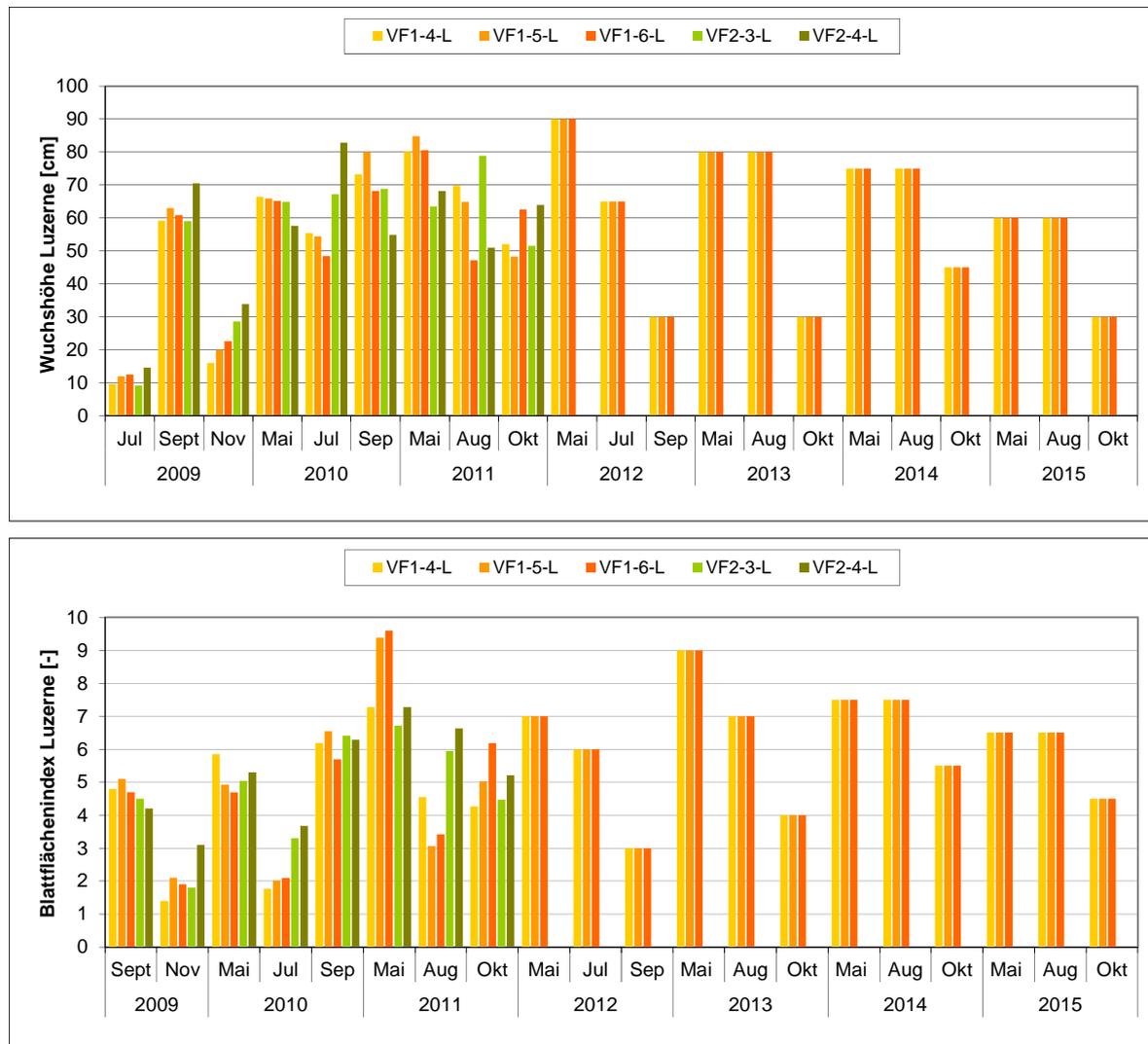


Abb. 3-11: Wuchshöhe und LAI für Luzerne 2009 - 2015

Im Vergleich zu den Lysimetern haben die Beobachtungen und Messungen auf dem Feld insbesondere bei Luzerne eine größere Wuchshöhe und einen, insbesondere 2011, 2013, 2014 und 2015 dichteren Bestand bei schnellerem Aufwuchs als auf den Lysimetern gezeigt. Daraus ergibt sich auch eine größere Evapotranspiration und demzufolge eine geringere Grundwasserneubildung als die, die auf den Lysimetern gemessen wurde.

Auswertung der Monitoringergebnisse

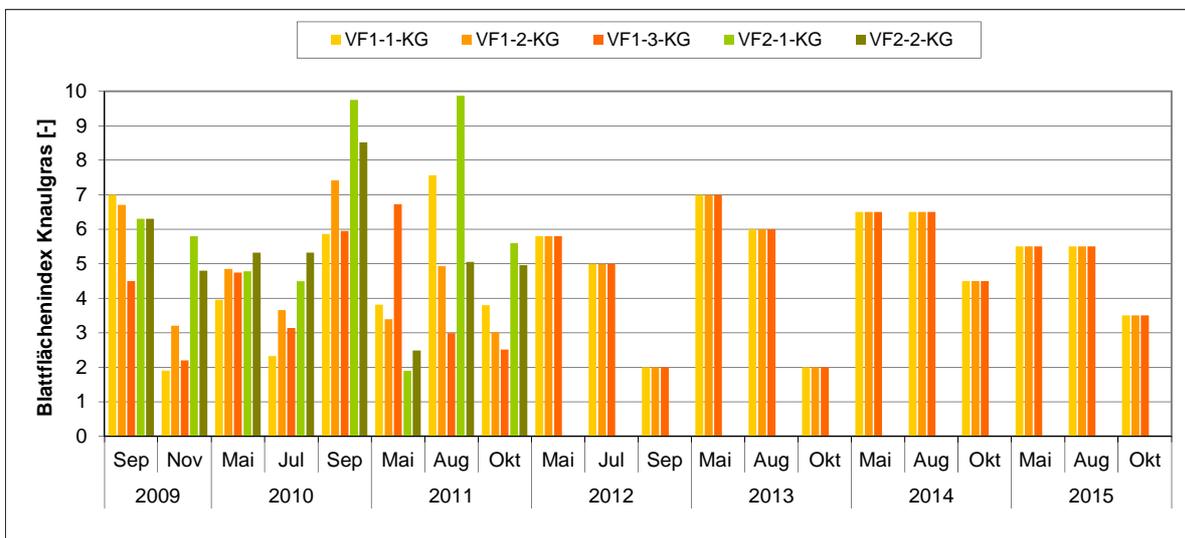
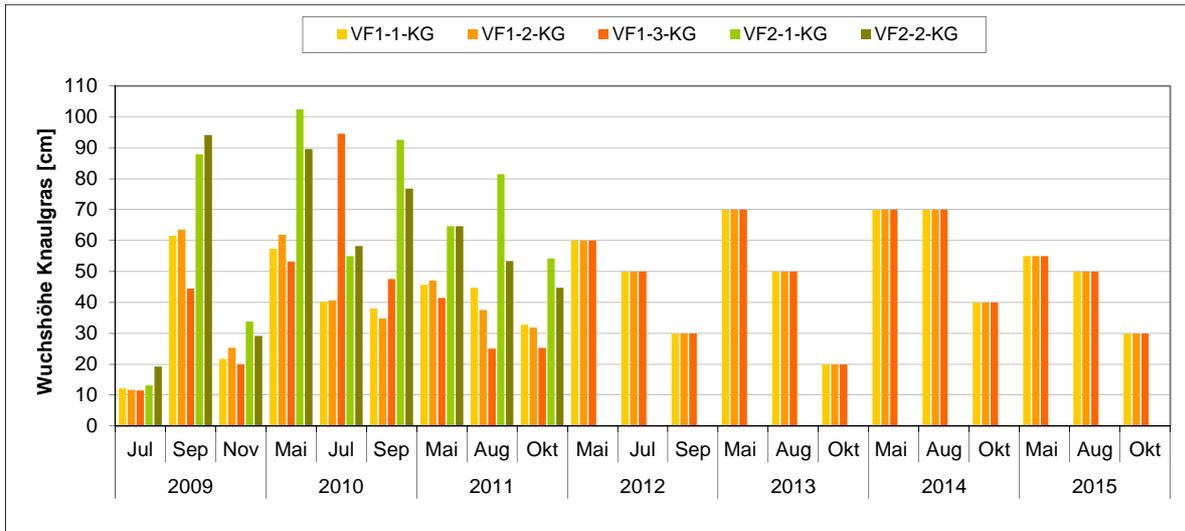


Abb. 3-12: Wuchshöhe und LAI für Knaulgras 2009 - 2015

3.4 Klima

In den Abb. 3-13 bis Abb. 3-16 sind die Klimadaten der Stationen Brandis und Witznitz für das Jahr 2015 im Vergleich zu den Jahren ab 2011 dargestellt.

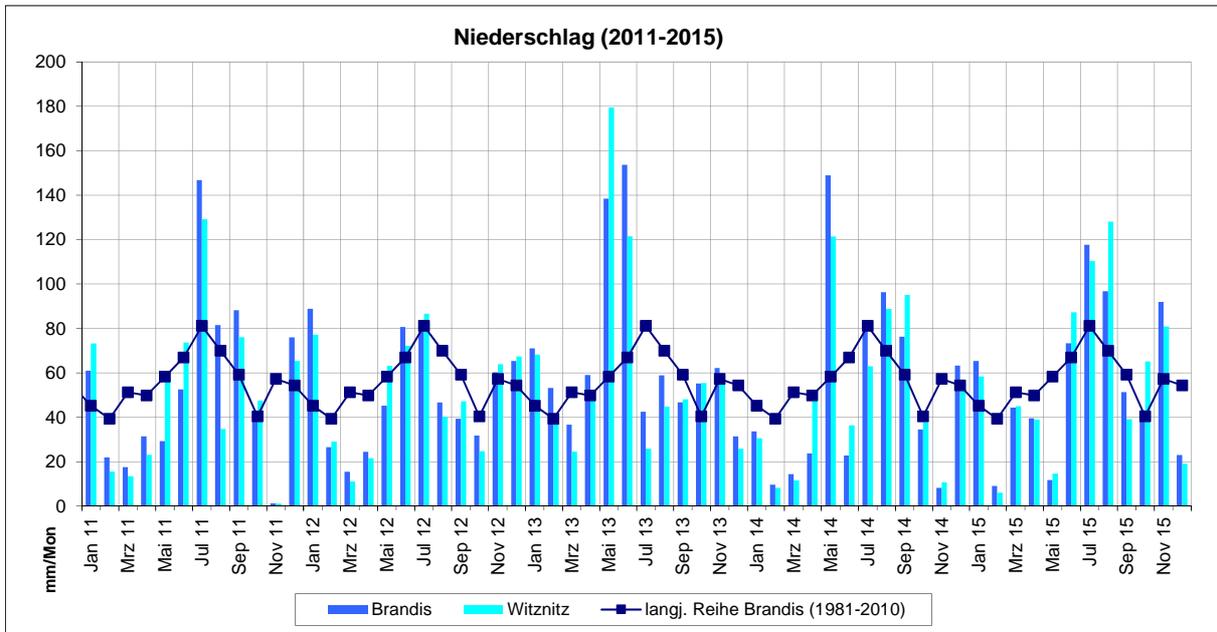


Abb. 3-13: Niederschläge in Brandis und Witznitz

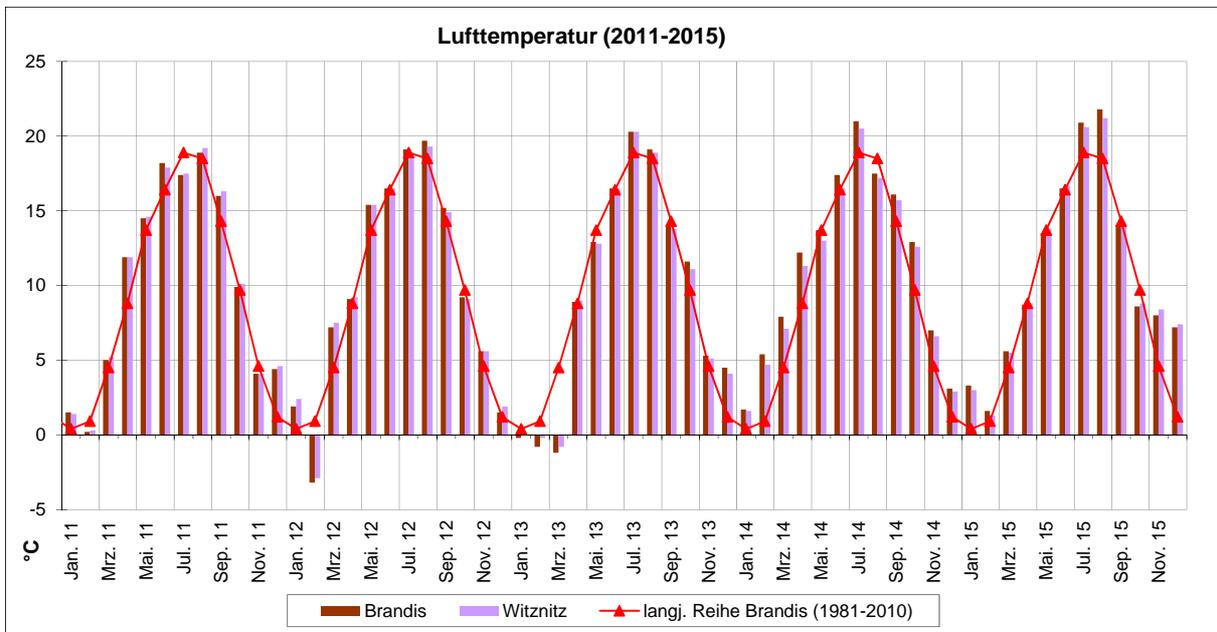


Abb. 3-14: Lufttemperatur in Brandis und Witznitz

Auswertung der Monitoringergebnisse

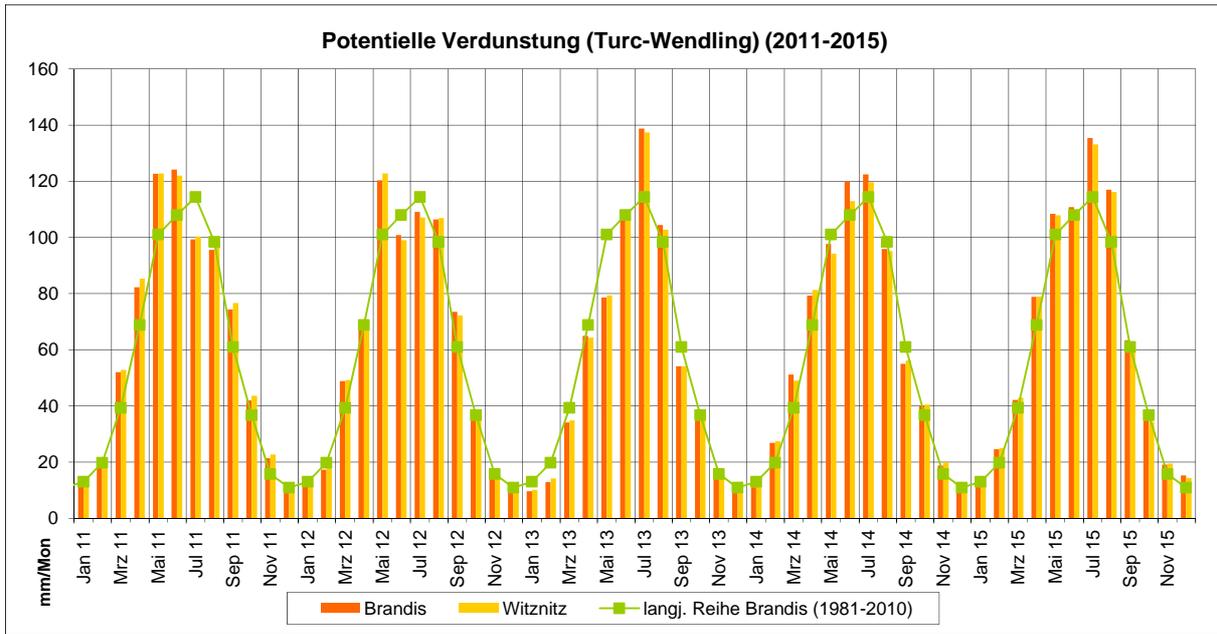


Abb. 3-15: Potenzielle Verdunstung in Brandis und Witznitz

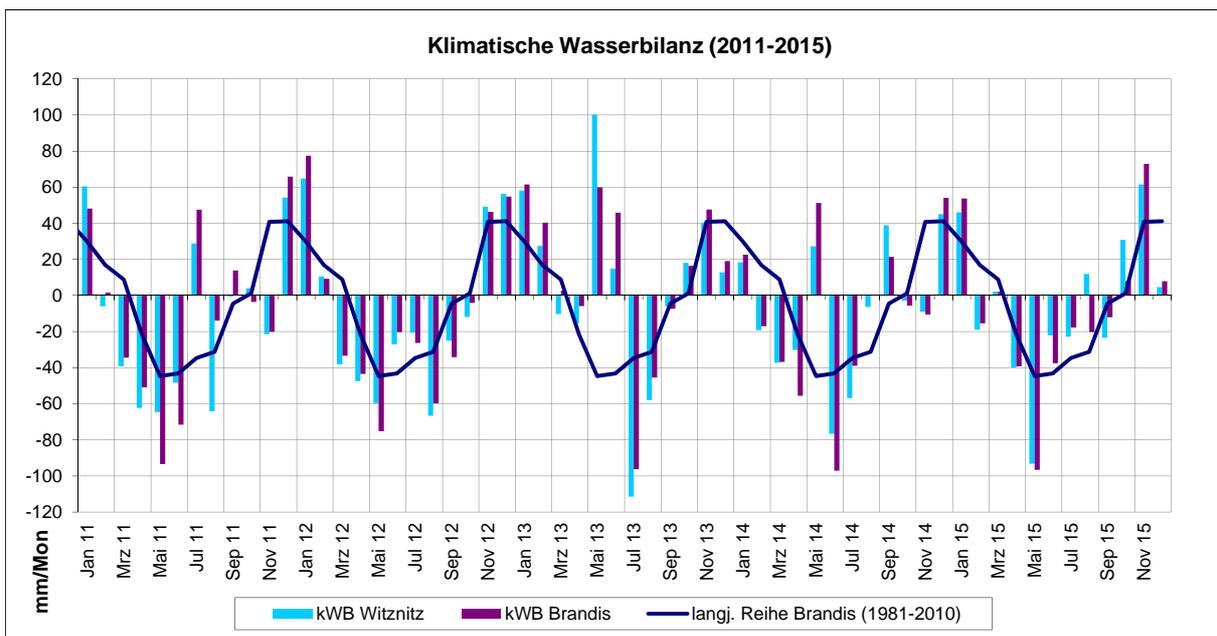


Abb. 3-16: Klimatische Wasserbilanz in Brandis und Witznitz

Der Niederschlag 2015 betrug in

Brandis: 667 mm

Witznitz: 693 mm

was dem langjährigen Mittel von 673 mm entsprach. Hervorzuheben sind die sehr hohen Niederschläge im Juli und August.

Brandis: Juli 118 mm, August 97 mm

Witznitz: Juli 110 mm, August 128 mm

und die geringen Niederschläge in den Monaten Februar, Mai und Dezember. Die sehr ungleiche Niederschlagsverteilung wirkt sich nachteilig auf die Pflanzenentwicklung aus, insbesondere Trockenperioden unmittelbar nach den Ernten.

Die Lufttemperaturen lagen um 1,5 °C über dem langjährigen Jahresmittel. Insbesondere die Monatsmittelwerte in den Wintermonaten lagen bis zu 6 °C über den langjährigen Monatsmittelwerten.

Die potenzielle Verdunstung betrug an beiden Stationen ca. 760 mm, was ca. 50 mm über langjährigen Mittelwert lag. Deutliche Unterschiede zum langjährigen Mittel gab es insbesondere im Juli und August.

Die klimatische Wasserbilanz war 2015 wie auch 2014 negativ, was letztlich auch zu der geringen Grundwasserneubildung führte.

Brandis: - 94 mm Witznitz - 63,7 mm

Dagegen betrug die klimatische Wasserbilanz im niederschlagsreichen Jahr 2013

Brandis: 138 mm Witznitz 70,2 mm

Die monatlichen Extrema traten 2015 im November mit

Brandis $KWB_{11} = 73$ mm und im Mai mit $KWB_5 = -97$ mm auf bzw.

Witznitz $KWB_{11} = 61$ mm und im Mai mit $KWB_5 = -93$ mm auf.

3.5 Bodenwasserhaushalt an den Lysimetern

In den Abb. 3-17 bis Abb. 3-19 sind die Bodenwasserhaushaltsgrößen für 2015

- Verdunstung
- Bodenwasserausschöpfung und
- Sickerwasser

im Vergleich zu den Jahren ab 2011 dargestellt.

Auswertung der Monitoringergebnisse

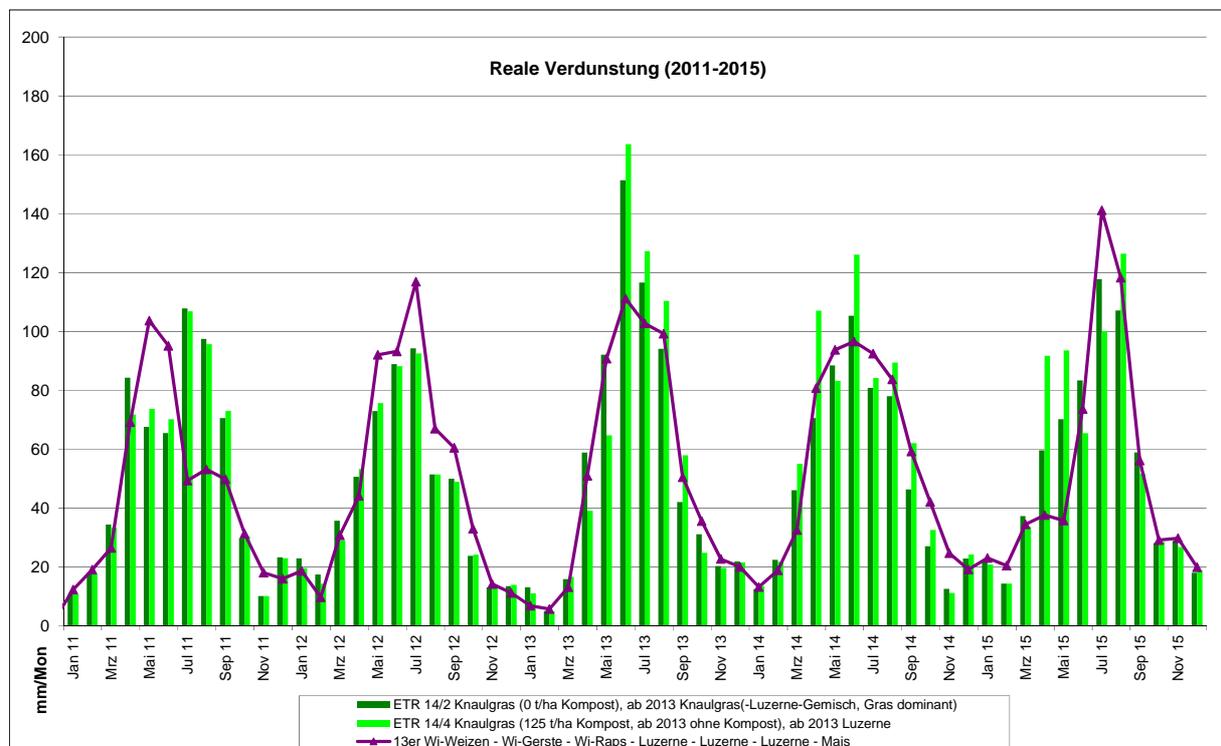
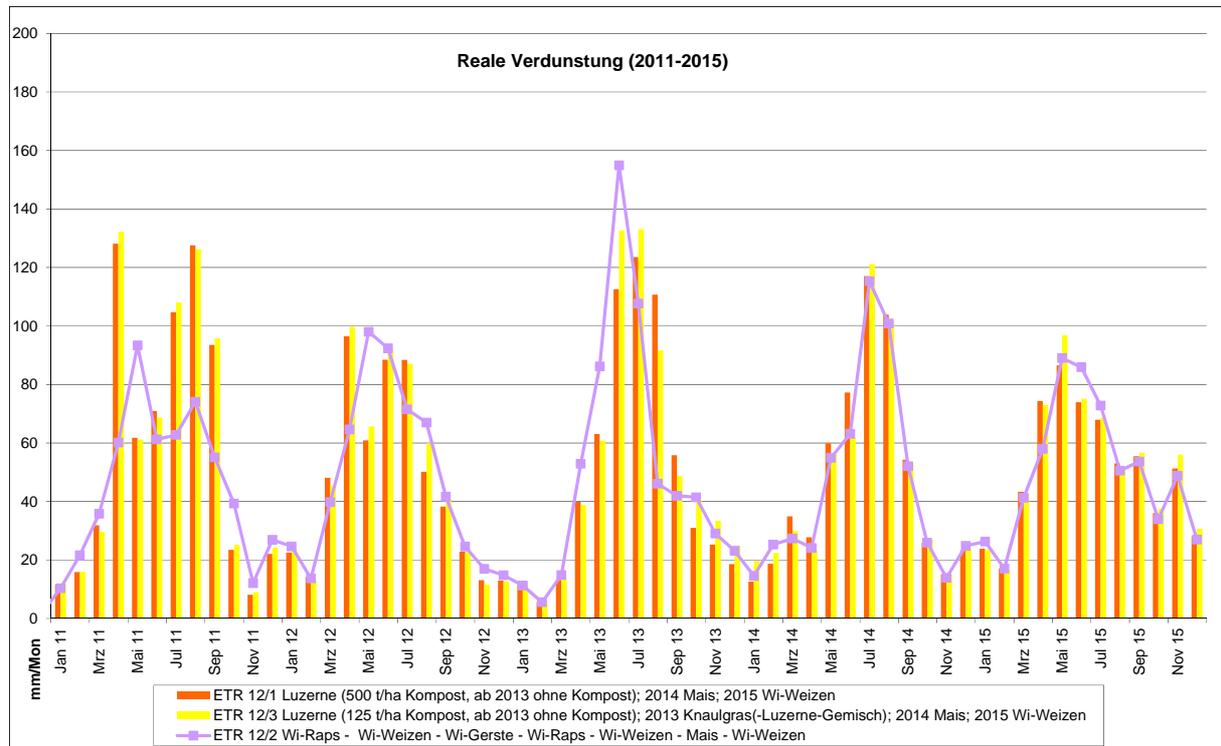


Abb. 3-17: Darstellung der realen Verdunstung

Auswertung der Monitoringergebnisse

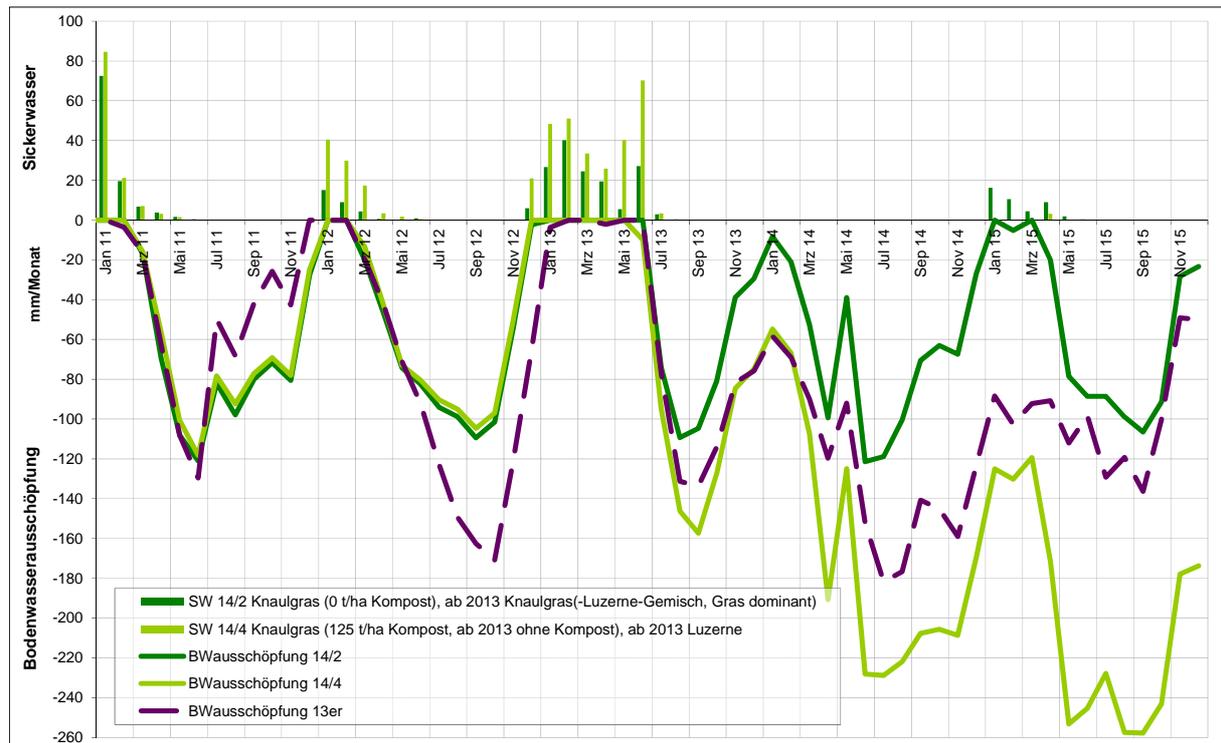
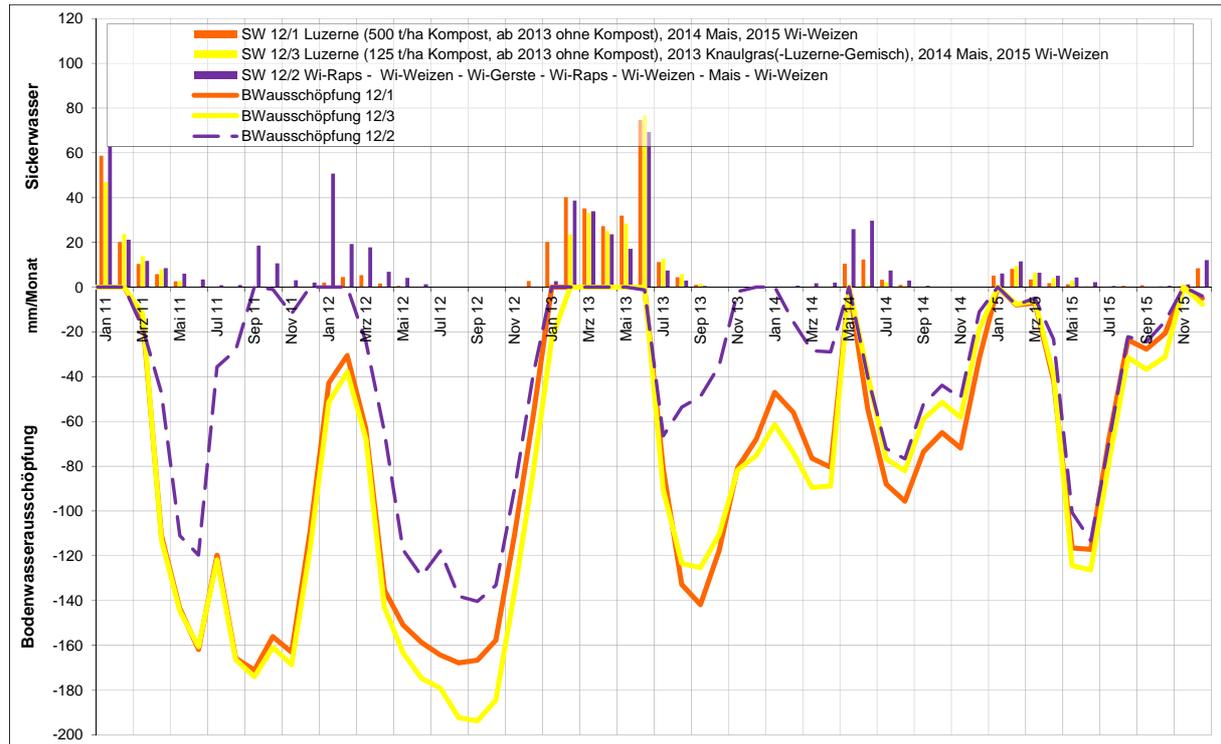


Abb. 3-18: Darstellung der Bodenwasserausschöpfung

Auswertung der Monitoringergebnisse

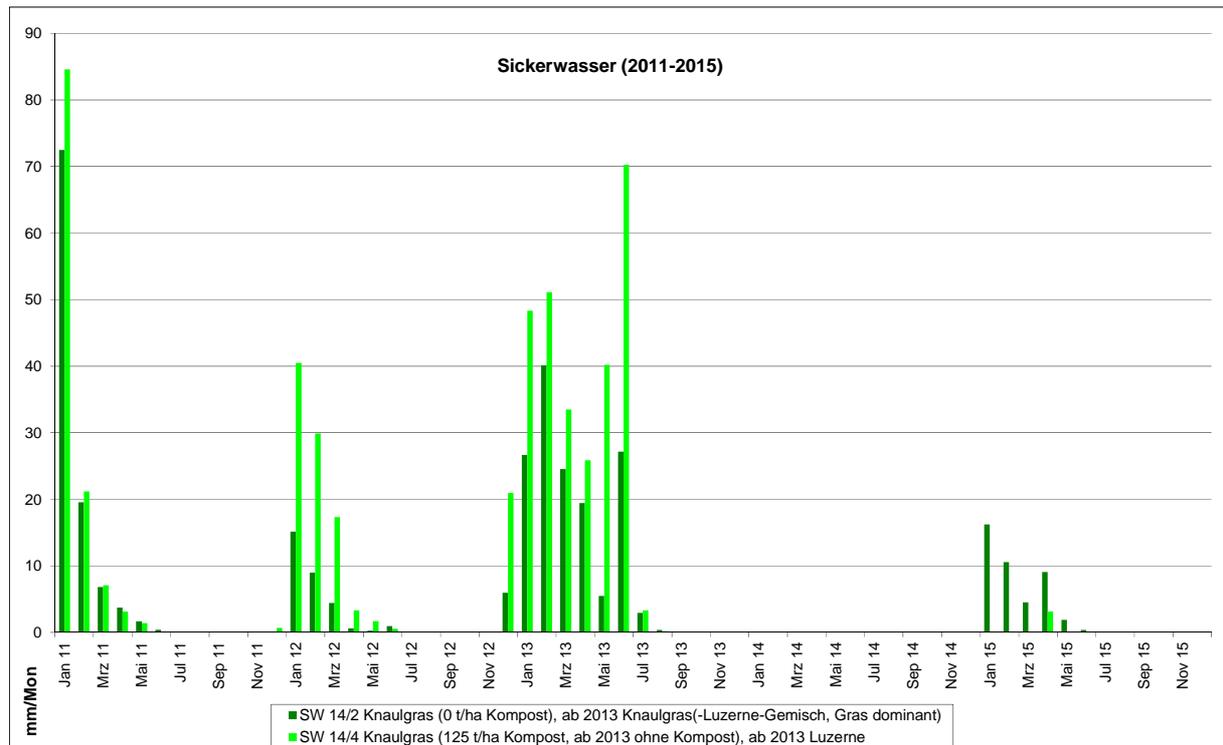
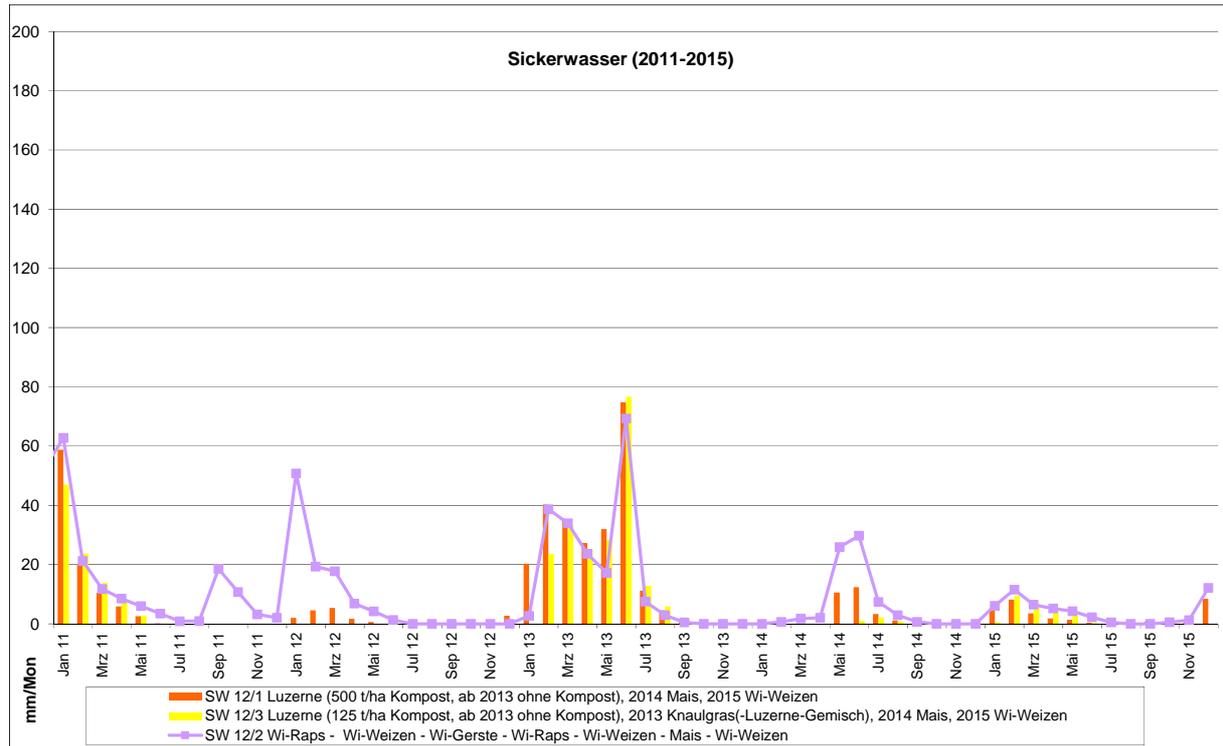


Abb. 3-19: Darstellung der Sickerwassermengen

Die reale Verdunstung lag bei den Lysimetern 12/1 und 12/3 ca. 60 mm über dem Wert von 2014, was insbesondere an den hohen Monatswerten am Jahresende lag. Dagegen lag die reale Verdunstung auf dem Lysimeter 14/4 mit Luzerne etwa 40 mm unter den Werten von 2014 obwohl im Juli und August hohe Niederschläge auftraten, am Jahresanfang und am Jahresende jedoch sehr wenig Niederschlag fiel.

Die niedrigere reale Verdunstung gegenüber 2014 korrespondiert auch mit den niedrigeren Ernteerträgen 2015. Negativ auf die reale Verdunstung hat sich auch die sehr ungleichförmige Niederschlagsverteilung über das Jahr ausgewirkt.

Die Bodenwasserausschöpfung war bei den 12er Lysimetern nur im Mai und Juni hoch, die hohen Niederschläge im Juli und August sind an der deutlichen Verringerung der Bodenwasserausschöpfung zu erkennen. Bei den Lysimetern mit Luzerne und Knautgras/Luzerne hat Luzerne eine deutlich größere Bodenwasserausschöpfung und demzufolge eine geringere Sickerwassermenge. Gegenüber von 2014 gab es nur von Januar bis April leicht positive Werte.

Im Jahr 2015 wurden folgende Sickerwassermengen gemessen:

Luzerne:	3,2 mm	(14/4)
Knautgras/Luzerne:	42,3 mm	(14/2)
Referenzwert (W-Weizen):	35,6 mm	(12/2)

In Abb. 3-19 ist sehr gut die Sickerwasserbildung vom Winter 2012/2013 zu erkennen, die aus den erhöhten Niederschlägen Ende 2012 resultiert. Aber auch im Frühsommer 2013 wurde relativ viel Sickerwasser gebildet, was aus den hohen Niederschlägen vom Mai und Juni in Verbindung mit dem Bodenaustausch und der Neueinsaat resultiert. Dagegen ist für 2014 die sehr geringe Sickerwasserbildung zu erkennen. Diese Entwicklung setzte sich auch 2015 fort.

Aus den dokumentierten Werten ergeben sich auch Schlussfolgerungen für den sanierungswirksamen Großversuch in Bezug auf den geplanten Wechsel Dauergrünland-konventionelle Bewirtschaftung. Durch diesen Wechsel entstehen Zeitphasen mit erhöhter Grundwasserneubildung, die es in ihrer Auswirkung auf den Grundwasserstand zu bewerten gilt. Das soll 2016 mit den geplanten Wasserhaushalts- und Grundwassermodellierungen untersucht werden.

4 Düngung

Die Versuchsfläche und die Lysimeter wurden 2015 dreimal gedüngt. Die Düngermenge von 2009 bis 2011 aus

- Tripel - Superphosphat,
- Kali und
- Kalkammonsalpeter

wurde in N-K-P-Volldünger (15/15/15) umgerechnet.

Demnach war eine Düngergabe von

132 g/m²

erforderlich.

Je Versuchsparzelle wurde wie in den Vorjahren nur eine Teilfläche von 8 x 16 m = 128 m² gedüngt, was zu einer Düngermenge von

ca. 17 kg / Teilfläche einer Parzelle

führte, sodass für die Düngung jeweils ca. 100 kg Dünger erforderlich waren. Diese Teilflächen sind identisch mit den Probenahmeflächen.

Im Februar 2014 und März 2015 wurde die gesamte Nordfläche der Kippe Witznitz mit Gülle aus der Kälbermastanlage Kahnsdorf gedüngt.

5 Sanierungswirksame Umsetzung der Ergebnisse des Pilotversuches

Zur Vorbereitung der großtechnischen Umsetzung des Luzerneanbaus im Südbereich der Kippe Witznitz zur Reduzierung der Eiseneinträge in die Pleiße wurde 2013 eine bodengeologische Kartierung mit einer entsprechenden Meliorationsempfehlung durchgeführt. Abb. 5-1 zeigt den Plan der Luzerneanbaufläche, wo auf ca. 200 ha insgesamt

- 404 Bodensondierungen,
- 42 Schürfe und
- 28 Penetrometermessungen

durchgeführt wurden.

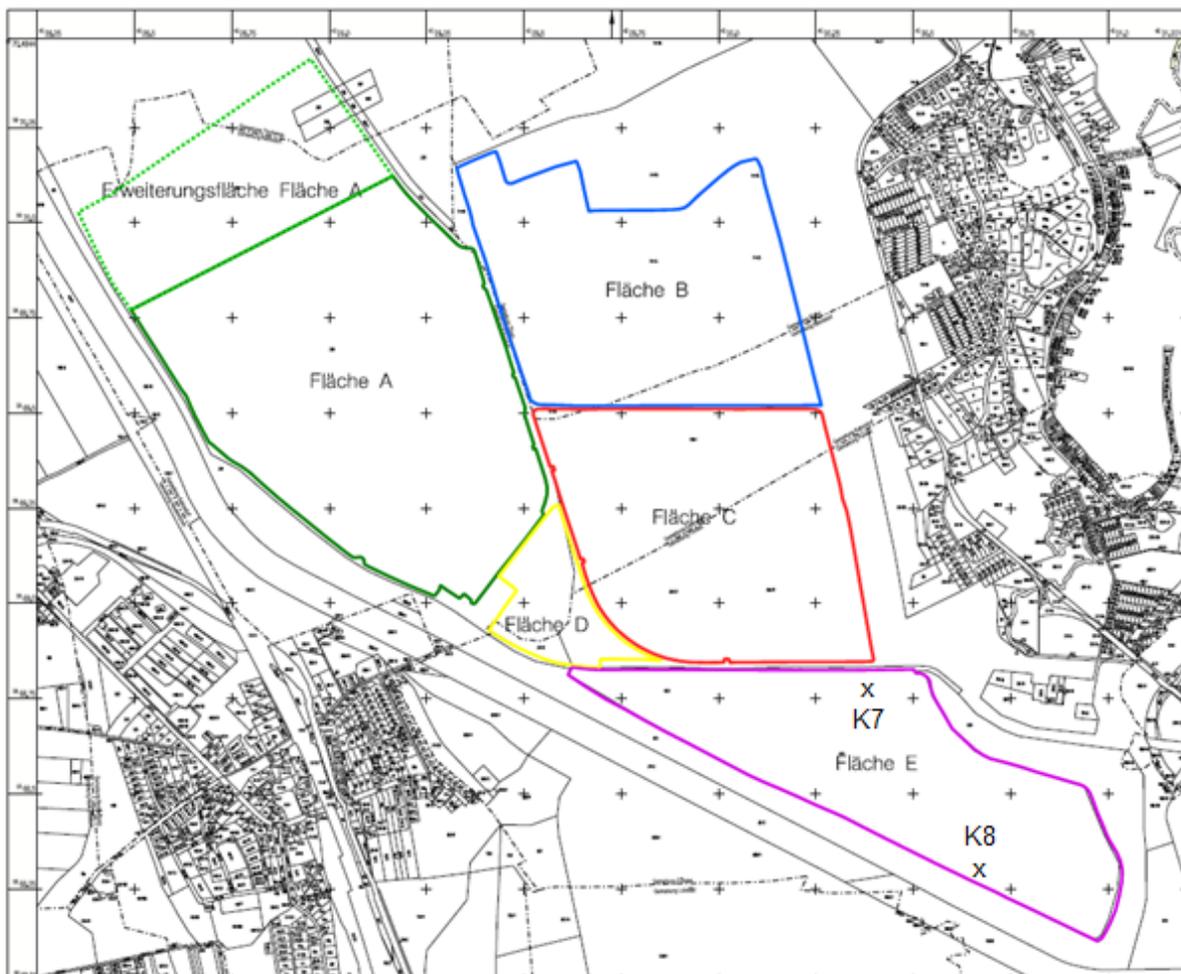


Abb. 5-1: Plan der Luzerneanbaufläche im Südbereich der Kippe (Quelle: LMBV)

Für die so ausgegrenzten substratspezifischen Einheiten wie beispielsweise

- kiesführenden Kipp-Kalknormallehm oder
- kiesführender Kipp-Sandlehm

wurden aus den Parametern

- Lagerungsdichte
- nutzbare Feldkapazität
- Luftkapazität
- Wasserdurchlässigkeit
- pH-Wert
- Sorptionskapazität
- Basenkapazität und Nährstoffgehalt (N, P, K, Mg, Ca)

Meliorationsempfehlungen bezüglich

- Tiefenlockerung
- Kalkung und
- Düngung

abgeleitet.

Im August 2014 begann die Bodenbearbeitung entsprechend dem Bodengutachten von 2013 auf zunächst ca. 150 ha (Flächen A bis D), die restlichen ca. 75 ha (Fläche E) wurden im August 2015 bearbeitet und eingesät.

Von den 150 ha wurden 16 ha mit einem Stechhublockerer aufgelockert und 33,5 ha gekalkt. Danach wurden die großen Schollen mehrfach durch Tiefgrubbern zerkleinert und eine Startdüngung mit einem Kombidünger vorgenommen.

Die Aussaat der Luzerne erfolgte ab 04.09.2014. Durch die günstigen Witterungsbedingungen ist die Luzerne gut aufgegangen.

Auch die Luzerne auf der Fläche E ist gut aufgegangen.

In Anlage 2 sind ausgewählte Bilder der Maßnahmen enthalten.

6 Laufendhaltung der Modelle

Bei der Laufendhaltung des **Wasserhaushaltsmodells** auf der Basis des Programms HYDRUS-1D musste 2013 das Strukturmodell präzisiert werden. Abb. 6-1 zeigt die bisherige Struktur der modellierten Lysimeter.

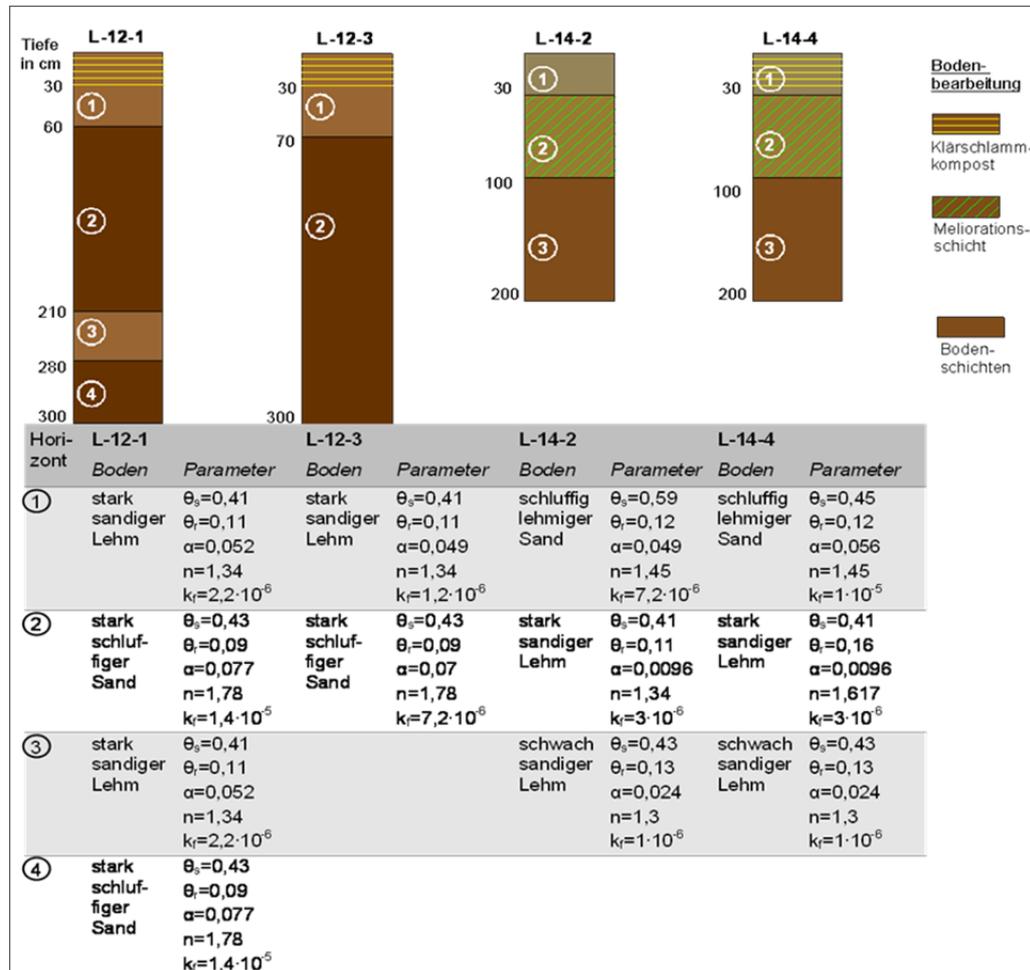


Abb. 6-1: Bodenphysikalische Parameter im Rahmen der Modellierung 2008 - 2011

Durch den Austausch der klärschlammhaltigen Oberschicht an den Lysimetern 12.1, 12.3 und 14.4 in 2013 mussten die van-Genuchten-Parameter des Horizontes 1 präzisiert werden. Des Weiteren erfolgte die wuchsabhängige Korrektur der Evapotranspiration auf Grund der Neueinsaat der Lysimeter. Auch die Tageswerte der Niederschläge von 2012 bis 2015 für die Stationen Brandis und Witznitz wurden in den Datenspeicher aufgenommen. Damit ist die Grundlage für die 2016 geplanten Szenariorechnungen gegeben.

Bei der Laufendhaltung des Grundwasserströmungsmodells erfolgte durch die IBGW GmbH im Jahr 2015

- das Einpflegen aktueller Grundwasserstände,
- die Aktualisierung des Flutungsszenarios für den Kahnsdorfer See sowie
- die Ausweisung von berechneten Hydroisohypsen und Grundwasserganglinien.

Das Modell bildet in der Prognose derzeit ausschließlich mittlere Grundwasserneubildungsverhältnisse ab. Eine klimabedingte Variabilität wird in der Prognose derzeit modellseitig nicht berücksichtigt.

Abb. 6-2 zeigt die auf der Basis des Modells berechneten Hydroisohypsen für 10/2015. Nördlich der Pleißequerung wird eine Grundwasserhochlage mit maximalen Wasserständen um +141 m NHN berechnet. Davon ausgehend kommt es zum Abstrom

- in Richtung Pleiße,
- zum Kahnsdorfer See sowie
- in Richtung der Ortslage Kahnsdorf.

Südlich der Pleißequerung bildet sich rechnerisch eine Hochlage auf ca. +139 m NHN aus, von wo aus der GW-Abstrom ebenfalls in Richtung Pleiße erfolgt. Die in der Abb. 6-2 weiterhin enthaltenen gemessenen Grundwasserstände des letzten zur Verfügung stehenden Monitoringzeitraumes belegen eine grundsätzlich plausible Modellanpassung. Nur im Zentrum der beiden Hochlagen auf den Kippen werden durch das Modell bis zu 2 m höhere Wasserstände berechnet als gemessen. Als Ursache dafür kann genannt werden, dass in der Kalibrierungsphase die Werte für die variable Grundwasserneubildung bisher nur bis 12/2014 zur Verfügung standen und damit das trockene Jahr 2015 nicht berücksichtigt wurde. Im Zuge der Feinkalibrierung des HGMS (Version2016) werden die Werte nachgeführt.

Abb. 6-3 zeigt die Grundwasserdynamik im zeitlichen Verlauf anhand der Ganglinien zweier Pegel im Südanstrom zur Pleiße (3641, 52341) sowie zweier Pegel im nördlichen Anstrom in Richtung Pleiße (4121, 4661), vgl. Lage in Abb. 6-2. Insgesamt wird die gemessene Entwicklung an allen vier Messstellen mit dem Modell hinreichend gut nachvollzogen, wobei die gemessenen Wasserstände im Zeitraum 2015 z. T. etwas unter den Modellergebnissen liegen, da das GW-Modell ausschließlich mittlere klimatische Verhältnisse berücksichtigt. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung der Ganglinien ist grundlegend zwischen Nord- und Südanstrom zur Pleiße zu unterscheiden. Während der Grundwasserwiederanstieg im Norden zum gegenwärtigen Zeitpunkt schon nahezu als abgeschlossen gelten kann und langfristig lediglich nur noch ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist (grüne und blaue Linie), kommt es im Südanstrom ab ca. 2040 noch einmal zu einem Grundwasserspiegel-

anstieg, welcher auf die Einstellung der Wasserhaltung im Tagebau Vereinigtes Schleenhain der MIBRAG zurückzuführen ist (orangefarbene und rote Linie).

Diese letzte Aussage unterstreicht nachdrücklich den Hinweis, auch den Südzuffluss und damit die Stofffrachten zur Pleiße durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren.

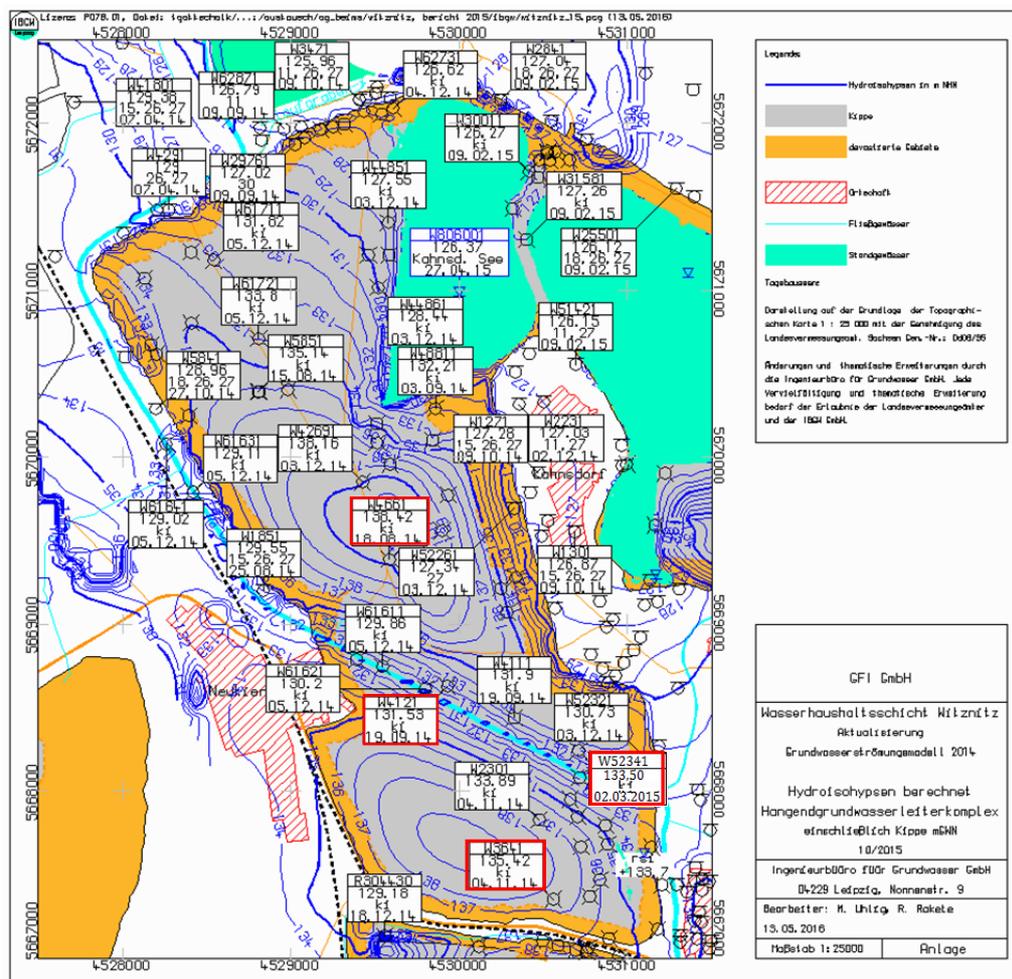


Abb. 6-2: Berechneter Hydroisohypsenplan für die Jahresscheibe 2015 (10/2015)

Aus den Grundwasserstandsganglinien in Abb. 6-3 sind noch keine Trends ableitbar, die die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung eindeutig belegen. Da der großflächige Luzerneanbau auf dem Südteil der Kippe Witznitz erst ab 2014 erfolgt, müssen hierfür insgesamt längere Zeiträume betrachtet werden.

Zusammenfassung

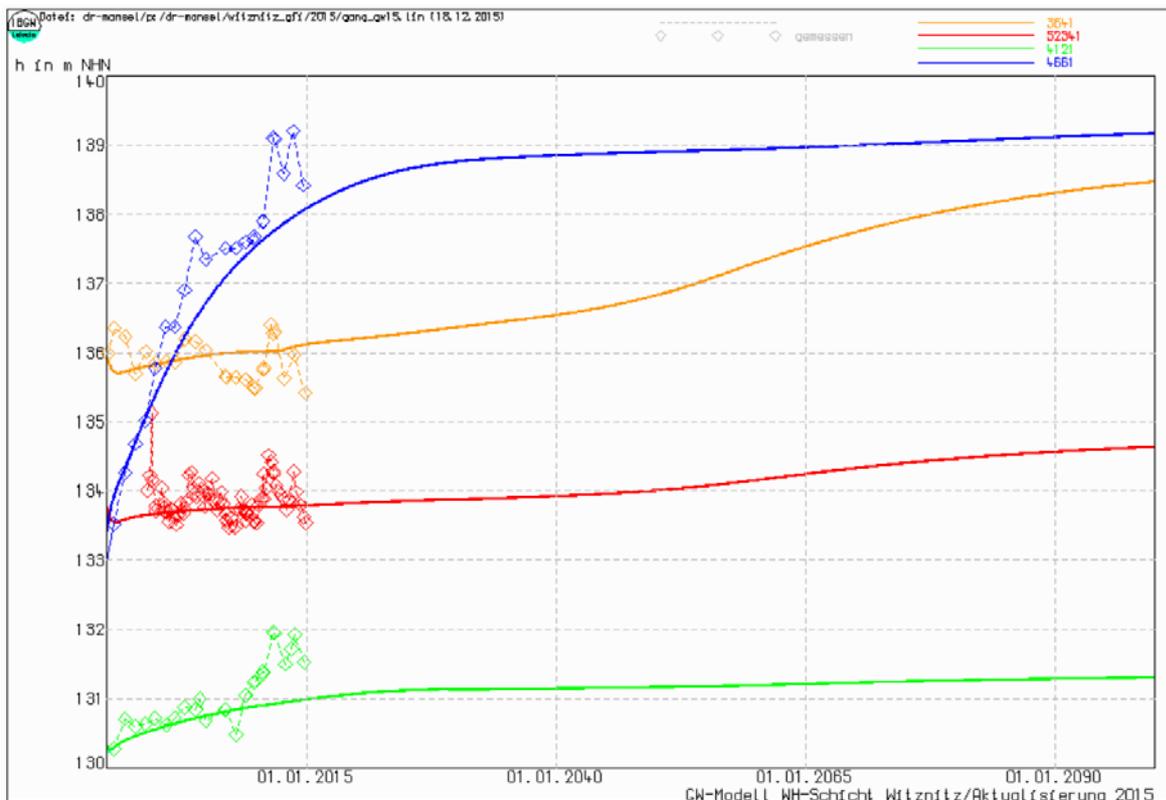
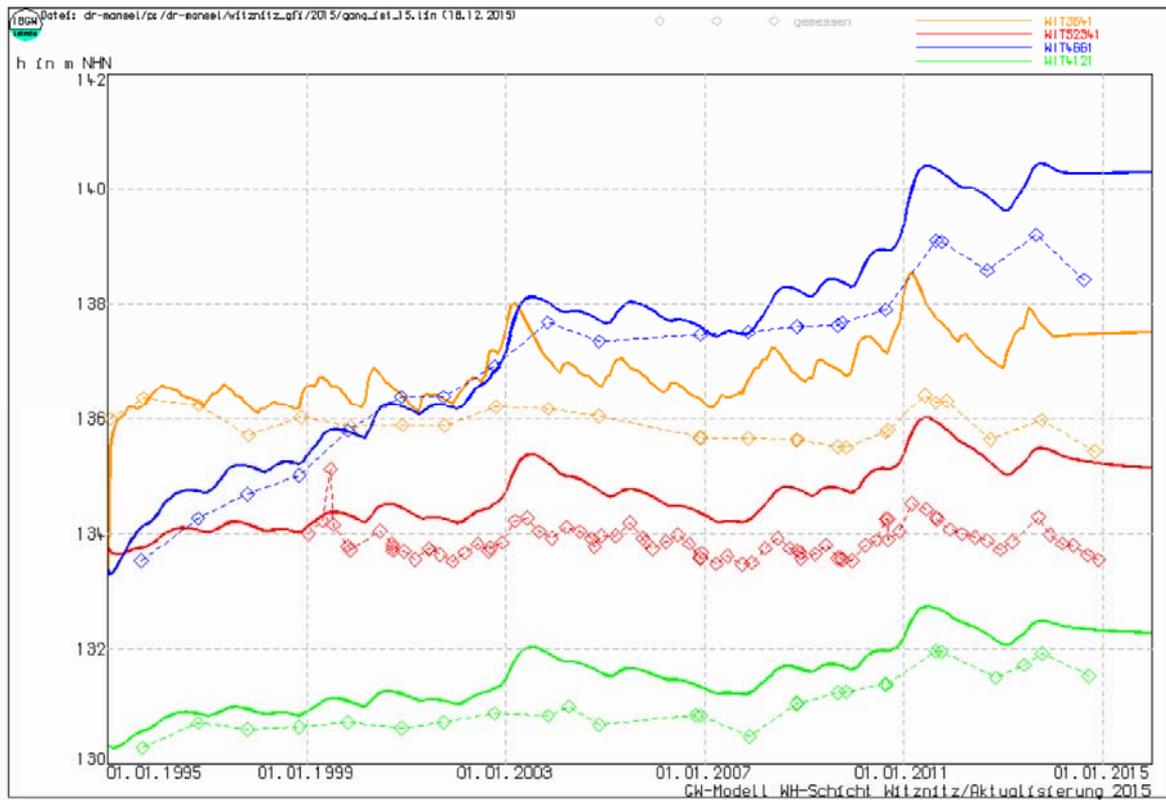


Abb. 6-3: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße

7 Zusammenfassung

Im Jahr 2014 wurde der Pilotversuch nach einer Übergangszeit in den großtechnischen Versuch überführt. Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der produktionswirksamen Maßnahme wurden weiterhin die 6 Parzellen der Versuchsfläche 1 mit Luzerne und einem Luzerne-Gras-Gemisch betrieben. Zwei von den 4 Lysimetern in Brandis werden analog zu Versuchsfläche 1 ebenfalls mit Luzerne bzw. einem Luzerne-Gras-Gemisch bewirtschaftet. Auf den beiden anderen Lysimetern wurde im Frühjahr 2014 Mais und 2015 Winterweizen angebaut. Die beiden 13er Lysimeter auf der Kippe Witznitz wurden nach dreijährigem Luzerneanbau mit Mais bestellt. Damit sollten vorab die Auswirkungen des für die Produktionsfläche nach 4 Jahren geplanten Fruchtwechsels untersucht werden.

Zusätzlich wurden 6 neue Kontrollflächen auf der Luzernefläche im Südbereich der Kippe Witznitz in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Die Standorte wurden mit der LMBV abgestimmt (siehe Abschn. 3.1).

Durch die für das Pflanzenwachstum günstigen Witterungsverhältnisse erfolgten 2015 am 18.05., 30.06., 02.09. und 08.10. insgesamt 4 Ernten. Dabei wurden alle begleitenden Untersuchungen wie z.B. Ermittlung von Frischmasse, Trockenmasse und Wuchshöhe durchgeführt. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Erträge auf der Versuchsfläche 1 nach 7 Vegetationsperioden weiterhin hoch sind und nicht wie in der landwirtschaftlichen Praxis angenommen, nach 3 - 4 Jahren deutlich zurückgehen. Weiterhin lassen sich folgende Kernaussagen treffen:

- 2015 war ein im Vergleich zum langjährigen Mittelwert trockenes Jahr mit negativer klimatischer Wasserbilanz, aber mit hohen Niederschlagsmengen im Juli und August.
- Die Niederschlagsverteilung war sehr ungleichmäßig.
- Die Ergebnisse des Jahres 2015 haben die Aussage, dass Luzerne gut zur Reduzierung der Grundwasserneubildung geeignet ist, wiederholt nachdrücklich bestätigt.
- Die Ernteerträge auf der Versuchsfläche waren auch im 7. Vegetationsjahr noch sehr hoch.
- Das Luzerne/Knautgrasgemisch hat deutlich höhere Erträge als reines Knautgras.
- Die Ernteerträge auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche waren im Mittel und in der Jahressumme etwa gleich den Erträgen auf den Luzerneparzellen der Versuchsfläche VF1.
- Die Sickerwassermengen an den Lysimetern waren sehr gering.
 - Luzerne: 3,2 mm/Jahr
 - Knautgras/Luzerne: 42,3 mm/Jahr
 - Referenzwert (Winterweizen): 35,6 mm/Jahr

Im August 2014 erfolgte der Abschluss des Vertrages zwischen der LMBV und der Osterland AGRAR GmbH zum Anbau von ca. 225 ha Luzerne im sanierungsrelevanten Südtteil der Kippe Witznitz. Am 25.08.2014 begann die Bodenbearbeitung entsprechend dem Bodengutachten von 2013 auf zunächst 150 ha, die restlichen ca. 75 ha wurden im Herbst 2015 bearbeitet und eingesät.

Von den 150 ha wurden 16 ha mit einem Stechhublockerer aufgelockert und 33,5 ha gekalkt. Danach wurden große Schollen mehrfach durch Tiefgrubbern zerkleinert und eine Startdüngung mit einem Kombidünger vorgenommen.

Die Aussaat der Luzerne erfolgte am 04.09.2014 sowie Mitte August 2015. Durch die günstigen Witterungsbedingungen ist die Luzerne gut aufgegangen.

Im Rahmen der weiteren wissenschaftlichen Begleitung des Großversuchs wurden 2015 die Versuchsfläche 1 und die 4 Lysimeter weiter betrieben sowie 6 neue Referenzpunkte auf den Luzerneflächen im Südbereich der Kippe festgelegt.

Tab. 7-1 gibt eine Übersicht über die Meliorations- und Bewuchsvarianten der Versuchsflächen und Lysimeter im Jahr 2015.

Tab. 7-1: Meliorations- und Bewuchsvarianten der Versuchsfläche und Lysimeter 2015

Versuchsfläche 1 Parzelle	Meliorationsmaßnahme	Bewuchs
1	Kalkung, Tiefenmelioration	Knautgras/ Luzerne
2	Tiefenmelioration	Knautgras/ Luzerne
3	keine	Knautgras/ Luzerne
4	Kalkung, Tiefenmelioration	Luzerne
5	Tiefenmelioration	Luzerne
6	keine	Luzerne

Lysimeter Brandis	Meliorationsmaßnahme	Bewuchs
Boden Kippe Espenhain		
12/1	Kalkung, Tiefenmelioration	Winterweizen
12/2	Kalkung, Tiefenmelioration	Winterweizen
12/3	Kalkung, Tiefenmelioration	Winterweizen
Boden Kippe Witznitz		
14/2	Kalkung	Knautgras/ Luzerne
14/4	Kalkung	Luzerne

Zusammenfassung

Lysimeter Witznitz	Meliorationsmaßnahme	Bewuchs
13/1	ohne zusätzliche Maßnahmen	Mais
13/2	ohne zusätzliche Maßnahmen	Mais

Aus den Grundwasserstandsganglinien in Abb. 6-3 sind noch keine Trends ableitbar, die die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung eindeutig belegen. Hierfür müssen insgesamt längere Zeiträume betrachtet werden.

Die Ergebnisse aller bisherigen Arbeiten auf der Kippe Witznitz wurden gemeinsam von LMBV und GFI in einem Vortrag zu den Dresdner Grundwassertagen am 02.06.2015 vorgestellt. Auch die Fachexkursion mit Vertretern des StuBA, der Finanzdirektion Hannover, der Landesdirektion Sachsen, Vertretern aus Fachbehörden und Tagungsteilnehmern führte zu Projektschwerpunkten auf der Kippe Witznitz.

Anlagen

Anlage 1

Prüfberichte und Probendurchlaufzettel für die Bestimmung der Ernteerträge



Prüfbericht

Probeneingang: 19.05.2015

Messdatum: von 21.05.2015 bis 21.05.2015

15-Witz-001

19.05.2015

von 21.05.2015 bis 21.05.2015

Auftraggeber: Prof. Beims - GFI GmbH

Interne Auftrags-Nr.: 15-Witz-001

Prüfgegenstand: Biomaterial

Ausstellungsdatum: 11.02.16

Seite 1 von 1

Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts in Schlämmen und Sedimenten nach DIN EN 12880 und Boden nach DIN ISO 11465

Prüfergebnisse:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dem Prüflabor vorliegenden Prüfgegenstände. Unsachgemäßer Zustand des Prüfgegenstandes bei der Anlieferung kann zur eingeschränkten Aussagekraft der Prüfergebnisse führen. Die in den Vorschriften angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Veröffentlichungen, auch auszugsweise nur mit Zustimmung des Prüflabors.

Parameter	Einheit	15/_1125	15/_1126	15/_1127	15/_1128	15/_1129	15/_1130	15/_1131	15/_1132
	Trockenmasse	24,7	23,1	27,0	36,5	25,6	27,8	23,3	27,8
Parameter	Einheit	15/_1133	15/_1134	15/_1135	15/_1136				
	Trockenmasse	25,5	25,4	31,0	26,2				

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Chem. Lorna Schmalz
 (tech. Laborleiterin, stellvert. QMB)

Legende: n.n. - nicht nachgewiesen (<Nachweisgrenze) k.Probe - keine Probe
 <Zahl - nachgewiesen, nicht bestimmbar (<Bestimmungsgrenze) n.a. - nicht analysiert
 TM - Trockenmasse
 Korngröße für Bodenanalyse < 2 mm



Prüfbericht 15-Witz-002

Probeneingang: 30.06.2015

Messdatum: von 03.07.2015 bis 03.07.2015

Verfahren: Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts in Schlämmen und Sedimenten nach DIN EN 12880 und Boden nach DIN ISO 11465

Auftragsgeber: Prof. Beims - GFI GmbH

Interne Auftrags-Nr. 15-Witz-002

Prüfgegenstand: Biomaterial

Ausstellungsdatum: 11.02.16

Seite 1 von 1

Prüfergebnisse:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dem Prüflabor vorliegenden Prüfgegenstände. Unnachgeprüfter Zustand des Prüfgegenstandes bei der Anlieferung kann zur eingeschränkten Aussagekraft der Prüfergebnisse führen. Die in den Vorschriften angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Veröffentlichungen, auch auszugsweise nur mit Zustimmung des Prüflabors.

Parameter	Einheit	Proben-Nr.									
		15/_1458	15/_1459	15/_1460	15/_1481	15/_1482	15/_1483	15/_1484	15/_1485	15/_1486	15/_1488
Trockenmasse	%	VF1-1	VF1-2	VF1-3	VF1-4	VF1-5	VF1-6	K1	K2	K3	
		21,7	17,8	22,5	21,4	22,2	20,1	21,1	24,7	20,3	
Trockenmasse	%	Proben-Nr.									
		15/_1467	15/_1488	15/_1489							
Trockenmasse	%	K4	K5	K6							
		19,1	24,4	25,1							

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Chem. Lorna Schmalz
(tech. Laborleiterin, stellvert. OMB)

Legende: n.n. - nicht nachgewiesen (<Nachweisgrenze) k.Probe - kein Probenmaterial lag vor
<Zahl - nachgewiesen, nicht bestimmbar (<Bestimmungsgrenze) n.a. - nicht analysiert
TM - Trockenmasse
Korngröße für Bodenanalyse < 2 mm

Dieser Bericht wurde durch ein validiertes Laborinformationssystem generiert.



GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden

im Grundwasser-Zentrum Dresden



Prüfbericht 15-Witz-003 Prof. Beims - GFI GmbH Ausstellungsdatum: 11.02.16
 Probenzugang: 02.09.2015 Interne Auftrags-Nr. 15-Witz-003 Seite 1 von 1
 Messdatum: von 07.09.2015 bis 07.09.2015 Prüfgegenstand: Biomaterial
 Verfahren: Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts in Schlämmen und Sedimenten nach DIN EN 12880 und Boden nach DIN ISO 11465

Prüfergebnisse:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dem Prüflabor vorliegenden Prüfgegenstände. Unschonemäßiger Zustand des Prüfgegenstandes bei der Anlieferung kann zur eingeschränkten Aussagekraft der Prüfergebnisse führen. Die in den Vorschriften angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Veröffentlichungen, auch auszugsweise nur mit Zustimmung des Prüflabors.

Parameter	Einheit	Proben-Nr.									
		15/_1980	15/_1981	15/_1982	15/_1983	15/_1984	15/_1985	15/_1986	15/_1987	15/_1988	
Trockenmasse	%	VF1-1	VF1-2	VF1-3	VF1-4	VF1-5	VF1-6	K1	K2	K3	
		19,0	21,3	20,4	19,0	22,3	18,5	17,5	18,0	18,0	
Trockenmasse	%	BG									
		18,0	17,8	20,0							

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Chem. Lorina Schmalz
 (tech. Laborleiterin, stellvert. QMB)

Legende: n.n. - nicht nachgewiesen (<Nachweisgrenze) k.Probe - kein Probenmaterial lag vor *Dieser Bericht wurde durch ein validiertes Laborinformationssystem generiert.*
 <Zahl - nachgewiesen, nicht bestimmbar (<Bestimmungsgrenze) n.a. - nicht analysiert TM - Trockenmasse
 Korngröße für Bodenanalyse < 2 mm





Prüfbericht 15-Witz-004

Probeneingang: 08.10.2015
Messdatum: von 13.10.2015 bis 13.10.2015
Verfahren: Bestimmung des Trocknungsrückstandes und des Wassergehalts in Schlämmen und Sedimenten nach DIN EN 12880 und Boden nach DIN ISO 11465

Auftragsgeber: Prof. Beims - GFI GmbH
Interne Auftrags-Nr.: 15-Witz-004
Prüfgegenstand: Biomaterial

Ausstellungsdatum: 11.02.16
Seite 1 von 1

Prüfergebnisse:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dem Prüflabor vorliegenden Prüfgegenstände. Unsachgemäßer Zustand des Prüfgegenstandes bei der Anlieferung kann zur eingeschränkten Aussagekraft der Prüfergebnisse führen. Die in den Vorschriften angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Veröffentlichungen, auch auszugsweise nur mit Zustimmung des Prüflabors.

Parameter	Einheit	Proben-Nr.									
		15/_2629	15/_2630	15/_2631	15/_2632	15/_2633	15/_2634	15/_2635	15/_2636	15/_2637	
Trockenmasse	%	VF1-1	VF1-2	VF1-3	VF1-4	VF1-5	VF1-6	K1	K2	K3	
		30,9	31,3	23,3	20,2	30,8	15,5	19,6	19,1	20,0	
Trockenmasse	%	Proben-Nr.		15/_2638	15/_2639	15/_2640					
		Proben-Bezeichnung		K4	K5	K6					
Trockenmasse	%	Proben-Nr.		22,0	18,7	20,9					
		Proben-Bezeichnung		BG	BG	BG					

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Chem. Lorina Schmalz
(tech. Laborleiterin, stellvert. QMB)

Legende: n.n. - nicht nachgewiesen (<Nachweisgrenze) k.Probe - kein Probenmaterial lag vor
<Zahl - nachgewiesen, nicht bestimmbar (<Bestimmungsgrenze) n.a. - nicht analysiert
TM - Trockenmasse
Korngröße für Bodenanalyse < 2 mm

Dieser Bericht wurde durch ein validiertes Laborinformationssystem generiert.



Anlage 2

Bilddokumentation



Bild 1: Stechhublockerer auf Fläche C am 25.08.2014



Bild 2: Vorbereitung der Flächen für die Luzerneumsaat



Bild 3: Saatgut Luzerne auf nördlicher Fläche A am 04.09.2014



Bild 4: Luzerneaussaat auf nördlicher Fläche A am 04.09.2014

Anlagen



Bild 5: Luzerneaufwuchs am 14.11.2014



Bild 6: Vegetationsruhe am 04.03.2015



Bild 7: Vegetationsruhe auf der Luzernefläche im Süden am 04.03.2015



Bild 8: Vegetationsbeginn Luzerne am 07.04.2015



Bild 9: Vegetationsbeginn Knautgras/Luzerne am 07.04.2015



Bild 10: Aufwuchs Winterweizen in Brandis am 06.05.2015