



**Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle
und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen
der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sicker-
wasserstroms durch Bewirtschaftung von
Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022)**

Jahresbericht 2018



Luzernekultur auf der Kippe Witznitz (Fläche A) im Jahr 2018

Dresden, den 15.03.2019

Titel Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022)
Jahresbericht 2018

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


Lausitzer und Mitteldeutsche
Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH

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

 **GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden**
im Grundwasser-Zentrum Dresden

Auftragsnummer 45058342 vom 03.12.2018

Bearbeiter Dipl.-Ing. M. Rumpel
Dr.-Ing. R. Giese
Dr. R. Madi
Prof. Dr.-Ing. habil. U. Beims

Mitarbeit Dr.-Ing. H. Mansel IBGW GmbH Leipzig
Dipl.-Geoökol. H. Büttcher IBGW GmbH Leipzig
Dipl.-Hydrol. Anke Winkler BfUL Brandis

Datum Dresden, den 15.03.2018

Dr. R. Giese
(Projektleiter)

Dr. F. Bilek
(Geschäftsführer)

Anschrift:
GFI Grundwasser-Consulting-
Institut GmbH Dresden
Meraner Straße 10
01217 Dresden

Fon +49.351.4050660
Fax +49.351.4050669
info@gfi-dresden.de
www.gfi-dresden.de

Bankverbindung:
Deutsche Kreditbank AG
IBAN DE18 1203 0000 1020 0151 43
SWIFT BIC: BYLADEM1001

Handelsregister:
Amtsgericht Dresden
HR B 10748
USt-IdNr. DE 169148266

Geschäftsführer
Dr.-Ing. R. Giese
Dr.-Ing. habil. Th. Luckner
Dr.-Ing. habil. F. Bilek



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Anlagenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Veranlassung	8
2 Zusammenstellung der Arbeiten	11
3 Auswertung der Monitoringergebnisse.....	13
3.1 Festlegung der Kontrollflächen	13
3.2 Ernteerträge der Kontrollflächen	14
3.3 Ernteerträge der Lysimeter (BfUL)	15
3.4 Vergleich der Ernteerträge.....	20
3.5 Phänologie.....	22
3.5.1 Wuchshöhen von Luzerne auf den Kontrollflächen.....	22
3.5.2 Wuchshöhen auf den Lysimetern.....	23
3.6 Klima.....	25
3.7 Bodenwasserhaushalt an den Lysimetern	28
4 Sanierungswirksame Umsetzung der Ergebnisse des Pilotversuches.....	34
5 Laufendhaltung der Modelle	37
5.1 Modellkalibrierung Wasserhaushaltsmodell	37
5.2 Grundwassermodell	38
6 Zusammenfassung.....	42

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1	Lage der Versuchsflächen und der Kontrollpunkte K1 bis K8 auf den Bewirtschaftungsflächen A bis E im Südbereich der Kippe	13
Abb. 3-2	Darstellung der Frischmassenerträge von Luzerne, Knaulgras bzw. Luzerne/Knaulgras auf den Lysimetern in [dt FM/ha] gem.....	18
Abb. 3-3	Ernteerträge Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne auf den Versuchsflächen und Lysimetern	20
Abb. 3-4	Ernteerträge Luzerne auf den Versuchsflächen und den Lysimetern	21
Abb. 3-5	Ernteerträge Luzerne auf den Bewirtschaftungsflächen (K1 bis K8).....	21
Abb. 3-6	Wuchshöhe Luzerne auf den Kontrollflächen K1-K6 (Mittelwert) und K7-K8 (Mittelwert).....	23
Abb. 3-7	Wuchshöhen für verschiedene Kulturen auf den Lysimetern von 2009 – 2018	24
Abb. 3-8	Niederschläge in Brandis und Witznitz	25
Abb. 3-9	Lufttemperatur in Brandis und Witznitz	26
Abb. 3-10	Potenzielle Verdunstung in Brandis und Witznitz nach Turc-Wendling....	27
Abb. 3-11	Klimatische Wasserbilanz in Brandis und Witznitz	27
Abb. 3-12	Darstellung der realen Verdunstung auf den 12er Lysimetern	28
Abb. 3-13	Darstellung der realen Verdunstung auf den 14er Lysimetern	29
Abb. 3-14	Darstellung der Bodenwasserausschöpfung der 12er Lysimeter	30
Abb. 3-15	Darstellung der Bodenwasserausschöpfung der 14er Lysimeter	31
Abb. 3-16	Darstellung der Sickerwassermengen auf den 12er Lysimetern	32
Abb. 3-17	Darstellung der Sickerwassermengen auf den 14er Lysimetern	32
Abb. 4-1	Plan der Luzerneanbaufläche im Südbereich der Kippe (Quelle: LMBV) ..	34
Abb. 4-2	Umgesetzte Meliorationsmaßnahmen auf der Grundlage des G.U.B.-Bodengutachtens (2013).....	35
Abb. 5-1	Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen für das Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne-Lysimeter 14/2 sowie der korrigierte Niederschlag (Tageswert Station Brandis)	37
Abb. 5-2	Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen für das Knaulgras bzw. Luzerne-Lysimeter 14/4 sowie der korrigierte Niederschlag (Tageswert Station Brandis)	38
Abb. 5-3	Berechneter Hydroisohypsenplan für die Jahresscheibe 2018 (1/2018) ..	40

Abb. 5-4	Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße während des Kalibrierungszeitraums.....	41
Abb. 5-5	Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße; Kalibrierungs- und Prognosezeitraum bis zur Einstellung stationärer Strömungsverhältnisse.....	41

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1	Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter in Brandis und Witznitz von 2009 bis 2018	11
Tab. 3-1	Ernteerträge bezogen auf Frischmasse 2018 in [dt FM/ha]	14
Tab. 3-2	Ernteerträge bezogen auf Trockenmasse 2018 in [dt TM/ha]	14
Tab. 3-3	Bewirtschaftung der Lysimeter 12/1 bis 12/3	16
Tab. 3-4	Bewirtschaftung der Lysimeter 14/2 und 14/4	16
Tab. 3-5	Ernteerträge Frischmasse FM auf den Lysimetern in dt FM/ha von 2009 bis 2016 (Knautgras, Luzerne bzw. Knautgras/Luzerne)	17
Tab. 3-6	Trockenmassenerträge im Jahr 2017 auf den 14er Lysimetern in [dt TM/ha] (Quelle: Lysimeterstation Brandis)	19
Tab. 3-7	Verdunstungshöhen auf den Lysimetern für die verschiedenen Anbaukulturen von 2010 bis 2018.....	30

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Prüfberichte für die Bestimmung der Ernteerträge
Anlage 2	Bilddokumentation

Abkürzungsverzeichnis

BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
FM	Frischmasse
GW	Grundwasser
GWN	Grundwasserneubildung
h	Grundwasserspiegellage in m NHN
HGMS	Hydrogeologisches Großraummodell Süd des IBGW
HYDRUS	Bodenwasserhaushaltsmodell
IBGW	Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
K	Kontrollflächen 1-8 auf den Bewirtschaftungsflächen der Kippe Witznitz
KAS	Kalkammonsalpeter (Stickstoffdünger)
Kg	Knautgras
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH
Lu	Luzerne
Lys	Lysimeter
M	Mais
Mg	Magnesium
MIBRAG	Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH
n	Van-Genuchten-Parameter (charakterisiert die Weite der Porengrößenverteilung)
NPK	Stickstoff-Phosphor-Kalium-Dünger
PK	Phosphor-Kalium-Dünger
RB	Randbedingung
SSA	Ammoniumsulfat (reiner Ammoniumdünger)
SW	Sickerwassermenge
TM	Trockenmasse
VF	Versuchsfläche 1-1 bis 1-3 (Knautgras-Luzerne) und 1-4 bis 1-6 (Luzerne)
Wg	Wintergerste
WH	Wasserhaushalt
Wr	Winterraps
Ww	Winterweizen

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 Versuchspartellen 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 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 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. Die vorliegenden Berichte vom 04.08.2015, 25.05.2016 und 30.03.2017 dokumentieren die Aktivitäten und wichtigsten Monitoringergebnisse der Jahre 2014, 2015 und 2016.

Im **Jahr 2018** wurde das GFI durch die LMBV mit der Bestellung 45058342 vom 03.12.2018 mit dem Vorhaben „*Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz, Nachsorgephase 2018-2022*“ beauftragt. Das Vorhaben umfasst die **Maßnahmen 5.1-1 Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Kippenbewirtschaftung Witznitz zur Reduzierung der Eiseneinträge in die Pleiße (2018 – 2022)** mit folgenden Teilleistungen:

- Weiterführung der Felduntersuchungen auf der Kippe Witznitz an den bestehenden Kontrollflächen K1-K8,
- Betrieb der Lysimeter der Station Brandis(Lys 14/2 und 14/4) und Witznitz (13/1),
- Koordination der Nachsorgemaßnahmen,
- Grundwassermodellierung sowie Bodenwasserhaushaltsmodellierung (1D + 3D).

Neu hinzugekommen ist die **Maßnahme 5.1-2 „Erweitertes Monitoring zur Erfolgskontrolle der Wirkungsprognosen der Minderung der GW-Neubildung“**. Es ist hierbei die Wirkung des Sickerwassereinflusses auf die GW-Neubildung im Hydrotop 1 (Fläche A) an einem Längsprofil (Sondermessprofil) von der GW-Hochlage im Kippenzentrum zum GW-Übertritt zur Pleiße zu untersuchen. Dazu sind entlang des Sondermessprofils zwei neue GW-Messstellen (GWM) zu errichten und an diesen sowie an der bestehenden GWM WIT42691 Bodenwassermessstellen mit jeweils zwei Vertikalprofile einzurichten. In Abhängigkeit des GW-Flurabstandes sind in 2 Teufen Feuchtesensoren (Feuchtprofil mit Wassergehalt, Saugspannung, Temperatur) einzubauen. Die Maßnahme 5.1-2 beinhaltet folgende Teilleistungen:

- Erkundungs- und Bauleistungen Messpunkte „Minderung GW-Neubildung“

- Ausrüstung Messpunkte „Minderung GW-Neubildung“
- Inbetriebnahme und Betrieb Messprofile „Minderung GW-Neubildung“
- Regelbetrieb pro Jahr Messprofile (2019ff).

Diese Maßnahme ist nicht Gegenstand des Berichtes, da das Sondermessprofil im Jahr 2019 errichtet wird.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Aktivitäten und wichtigsten Monitoringergebnisse des Jahres 2018.

2 Zusammenstellung der Arbeiten

Zum besseren Verständnis der Bewirtschaftung aller Lysimeter sind in **Tab. 2-1** die landwirtschaftlichen Kulturen vom Versuchsbeginn 2009 bis 2019 angegeben.

Tab. 2-1 Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter in Brandis und Witznitz von 2009 bis 2018

Lysimeter							
Jahr	12_1	12_2	12_3	13_1	13_2	14_2	14_4
LS-Station	Brandis	Brandis	Brandis	Witznitz	Witznitz	Brandis	Brandis
2009	Lu (500t/ha Kompost)	Wr	Lu (125t/ha Kompost)	Ww	Ww	Kg	Kg (125 t/ha Kompost)
2010	Lu	Ww	Lu	Wg	Wg	Kg	Kg
2011	Lu	Wg	Lu	Wr	Wr	Kg	Kg
2012	Lu	Wr	Lu	Lu	Lu	Kg	Kg
2013	Lu (Kompost entfernt; Neuaussaat)	Ww	Kg/Lu (Kompost entfernt; Neuaussaat)	Lu (3 l/m ² Gärreste)	Lu (3 l/m ² Gärreste)	Kg/Lu (80/20)	Lu (Kompost entfernt; Neuaussaat)
2014	M	M	M	Lu (2 l/m ² Gärreste)	Lu (2 l/m ² Gärreste)	Kg/Lu (80/20)	Lu
2015	Ww	Ww	Ww	M (3 l/m ² Gärreste)	M (3 l/m ² Gärreste)	Kg/Lu (60/40)	Lu
2016	Wr	Wr	Wr	Wg	Wg	Kg/Lu (60/40)	Lu
2017	Ww	Ww	Ww	Wr	Wr	Kg/Lu	Lu
2018	M	M	M	Lu	Lu	M	M

Lu...Luzerne, Wr...Winterraps, Ww...Winterweizen, Wg...Wintergerste, Kg...Knautgras, M...Mais

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 (eingestaute GW-Lysimeter) lassen sich hier keine Sickerwassermengen ermitteln, sondern nur einige Elemente des Bodenwasserhaushaltes und die Ernteerträge.

Im Frühjahr 2018 wurde die Luzerne bzw. das Luzerne-Knaulgras-Gemisch von den Lysimetern **14/2** und **14/4** aufgrund von Alterung und hohem Anteil an Fremdbewuchs entfernt und mit Mais bepflanzt. Nach der Ernte im August erfolgte die Aussaat von Phacelia als Gründüngung. Aufgrund der extremen Trockenheit im Jahr 2018, ist die Ergebnisverwertung für den Maisbewuchs nur beschränkt möglich. Daher ist für 2019 ein erneuter Maisbewuchs vorgesehen. Des Weiteren ist nach Aussage von Osterland im Jahr 2020 auch auf den landwirtschaftlichen Flächen der Kippe Witznitz als Fruchtfolge Mais vorgesehen. Daher sind ggf. Ende 2019 prognostische Aussagen zu Frischmasse und anderen phänologischen Parametern für den Anbau auf Kippenflächen möglich.

Die **Kontrollflächen K1 bis K6** auf den Bewirtschaftungsflächen besitzen seit 2015 wie auch die 2009 errichteten Versuchsflächen **VF1-4 bis VF1-6** einen **reinen Luzernebestand**. Im Jahr 2016 wurden zwei weitere Kontrollpunkte K7 und K8 auf den Bewirtschaftungsflächen ergänzt. Auf den Versuchsflächen **VF1-1 bis VF1-3** befand sich bis 2016 ein **Knaulgras-Luzerne-Bestand**. 2017 wurden die Versuchsflächen aufgegeben.

Im **Jahr 2018** wurden folgende wichtige Aktivitäten durchgeführt und Aufgaben gelöst:

- 1) Es wurden insgesamt **4 Vor-Ort-Termine** auf den Kontrollflächen realisiert, an denen unter anderem Frischmassen geerntet wurden.
30.04.2018, 18.05.2018, 11.06.2018, 17.09.2018
- 2) Es erfolgten **3 Ernten** am 18.05. und 11.06. und am 17.09.2018 auf den Kontrollflächen. Der Mais auf den 14er Lysimetern wurde am 09.08.2018 geerntet.
- 3) Auf den Lysimetern 12/1, 12/2 und 12/3 wurde entsprechend der landwirtschaftlichen Fruchtfolge Mais angebaut.
- 4) Auf den Referenzlysimetern 13/1 und 13/2 wurde entsprechend der Neubestellung des Kippennordbereiches Luzerne angebaut.
- 5) Mit der Osterland Agrar GmbH wurden die Erntetermine abgestimmt.
- 6) Es erfolgte 1 Abstimmungsberatungen mit der LMBV am 12.12.2018.
- 7) Im Rahmen der Wasserhaushaltsmodellierung wurden 2018 die Datensätze für Klima, Wasserhaushalt und Aufwuchs aktualisiert.
- 8) Durch das IBGW erfolgte 2018 die Einpflegung aktueller Grundwasserstände, die Aktualisierung des Flutungsszenarios für den Kahnsdorfer See sowie die Ausweisung von berechneten Hydroisohypsen und Grundwasserganglinien.

3 Auswertung der Monitoringergebnisse

3.1 Festlegung der Kontrollflächen

Die Auswahl und Festlegung der Kontrollflächen (K1 bis K8) 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 K8 befinden sich im südlichen Teil der Kippe auf den Bewirtschaftungsflächen A bis E. Die Lage der Kontrollflächen ist in der **Abb. 3-1** dargestellt.



Abb. 3-1 Lage der Versuchsflächen und der Kontrollpunkte K1 bis K8 auf den Bewirtschaftungsflächen A bis E im Südbereich der Kippe

Die Teilflächen A, B, C und D wurden erstmalig 2014 auf einer Fläche von ca. 187 ha mit Luzerne bepflanzt (K1 bis K6). 2015 erfolgte die Aussaat von Luzerne dann auf der Teilfläche E, sodass die Gesamtfläche etwa 224 ha betrug. Im Jahr 2017 wurden zusätzlich noch die Teilflächen F und G mit Luzerne bewirtschaftet, sodass weitere 107 ha Luzerne im Nordbereich dazukamen. Im Jahr 2018 und 2019 wird die Bewirtschaftung der Kontrollflächen mit Luzerne beibehalten. Der Fruchtwechsel ist nun für die Flächen A bis E

erst im Jahr 2020 geplant. Somit beträgt der Bewirtschaftungszeitraum der Flächen A, C und D mit Luzernekultur insgesamt 5 Jahre. Ursprünglich waren nur 4 Jahre vorgesehen, um eine Umwandlung der Landwirtschaftsflächen in nicht förderfähiges „Dauergrünland“ zu vermeiden. Die Sichtweise der EU-Kommission hat sich hinsichtlich des Anbaus von kleinkörnigen Leguminosen in Reinkulturen, wie z. B. Luzerne, geändert. Gemäß der Leitlinie der Europäischen Kommission zum Umgang mit Dauergrünland vom Sommer 2015 (DS/EGDP/2015/02 FINAL „permanent grassland guidance“) empfiehlt diese, den Anbau von Klee und Luzerne in Reinkultur nicht als Dauergrünland zu definieren. Es handelt sich dabei um rechtlich unverbindliche Auslegungen zum EU-Recht. Bund und Länder orientieren sich bei der Umsetzung des EU-Rechts aber an diesem Leitfaden.

3.2 Ernteerträge der Kontrollflächen

Auf den Kontrollflächen (K1 bis K8) wurden 2018 die in **Tab. 3-1** und **Tab. 3-2** zusammengestellten Erträge in Frischmasse (FM) und Trockenmasse (TM) für Luzerne erzielt.

Tab. 3-1 Ernteerträge bezogen auf Frischmasse 2018 in [dt FM/ha]

	1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte	Summe
K1	169,2	199,4	19,7	388,3
K2	162,8	243,4	13,1	419,3
K3	162,8	155,6	9,5	328,0
K4	224,8	220,6	48,9	494,3
K5	186,8	186,4	22,4	395,6
K6	205,6	102,2	8,4	316,2
K7	193,2	78,6	--	271,8
K8	193,2	75,2	--	268,4

Tab. 3-2 Ernteerträge bezogen auf Trockenmasse 2018 in [dt TM/ha]

	1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte	Summe
K1	45,4	44,8	6,3	96,4
K2	44,5	49,0	4,0	97,5
K3	44,5	38,8	3,0	86,3
K4	69,5	46,6	15,2	131,3
K5	51,3	37,6	7,2	96,1
K6	55,8	27,2	2,8	85,8
K7	57,2	26,2	--	83,4
K8	57,2	21,7	--	78,9

Die vergleichende Auswertung der **Frischmassenerträge** für das Jahr **2018** zeigt mit **durchschnittlich 360,2 dt FM/ha** den seit 2015 geringsten Wert. Im Vergleich dazu betragen die mittleren Frischmassenerträge

2015	585,8 dt FM /ha
2016	634,7 dt FM /ha
2017	792,3 dt FM/ha.

Der **Mittelwert** der letzten vier Vegetationsperioden 2015 bis 2018 beträgt somit **593,3 dt FM/ha**.

Der **Trockenmasseanteil** im Jahr **2018** schwankte bei den einzelnen Ernten zwischen 20,1% und 33,3 %. Für die **Kontrollflächen** wurden folgende Ergebnisse erreicht:

1. Ernte	K1 bis K6 Luzerne	27,8 %	K7 bis K8 Luzerne	29,6 %
2. Ernte	K1 bis K6 Luzerne	22,6 %	K7 bis K8 Luzerne	31,1%
3. Ernte	K1 bis K6 Luzerne	31,7 %	K7 bis K8 Luzerne	keine Angaben

Die ermittelten **Trockenmassen** der drei Ernten in **2018** lag in Summe zwischen 78,9 und 131,3 dt TM/ha, woraus sich ein Wert von durchschnittlich

94,5 dt TM/ha

ergibt.

Die Werte liegen damit deutlich unter den **Erträgen auf den Versuchsflächen VF1-4 bis VF1-6** für die Jahre 2009 bis 2016 mit durchschnittlich

612 dt FM/ha und

138 dt TM/ha.

In **Anlage 1** sind die Prüfberichte der Laboruntersuchungen zusammengestellt.

3.3 Ernteerträge der Lysimeter (BfUL)

Bei der Bewirtschaftung der mit Mais bepflanzten Lysimeter 12/1 und 12/3 wurden 2018 folgende Tätigkeiten durchgeführt:

Auf den Lysimetern 12/1 bis 12/3 wurde im Jahr 2018 Mais angebaut. Die Arbeiten auf den **12er Lysimetern** ist **Tab. 3-3** in für das Jahr 2018 zusammengefasst.

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

Datum	Tätigkeiten
22.08.2017	Start der Bewirtschaftung 2018
23.08.2017	Saatbettbereitung und Aussaat ZF Phacelia
15.09.2017	Herbizideinsatz
30.11.2017	Vegetationsende
01.03.2018	Nmin Bodenproben genommen
28.03.2018	Phacelia untergegraben
29.03.2018	Vegetationbeginn
18.04.2018	flüssige Gärreste auf den Lysimetern verteilt
26.04.2018	Saatbettbereitung
02.05.2018	Aussaat Mais Sorte Katari
	Unterfußdüngung mit Diammonphosphat
09.08.2018	Ernte Mais
10.10.2018	Umgegraben
11.10.2018	Saatbettbereitung und Aussaat Winterweizen Sorte Toras
06.11.2018	Herbizideinsatz
20.11.2018	Vegetationsende

Die beiden **14er Lysimeter** wurden in **2018** mit **Mais** betrieben. Die Tage, an denen auf den Lysimetern 14/2 und 14/4 die Düngung und die Ernten erfolgten, sind in **Tab. 3-4** aufgeführt.

Tab. 3-4 Bewirtschaftung der Lysimeter 14/2 und 14/4

Datum	Tätigkeiten
01.03.2018	Nmin Bodenproben genommen
29.03.2018	Vegetationende
17.04.2018	Luzerne/ Knaulgras entfernt und umgegraben
18.04.2018	flüssige Gärreste auf den Lysimetern verteilt
26.04.2018	Saatbettbereitung
02.05.2018	Aussaat Mais Sorte Katari
	Unterfußdüngung mit Diammonphosphat
09.08.2018	Ernte Mais
10.10.2018	Umgegraben
18.10.2018	Aussaat Phacelia
20.11.2018	Vegetationsende

Die **13er Lysimeter** der Station Witznitz wurden **2018** weiterhin mit **Luzerne** bewirtschaftet (siehe auch **Tab. 2-1**).

In **Tab. 3-5** sind die auf den Lysimetern erwirtschafteten Erträge in dt FM/ha für Luzerne, Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne auf den 14er Lysimetern für die Jahre 2009 bis 2017 und für Luzerne auf den 12er Lysimetern bis 2013 zusammengestellt.

Tab. 3-5 Ernteerträge Frischmasse FM auf den Lysimetern in dt FM/ha von 2009 bis 2017 (Knautgras, Luzerne bzw. Knautgras/Luzerne)

Datum	14_2 (dt FM/ha)	14_4 (dt FM/ha)	12_1 (dt FM/ha)	12_3 (dt FM/ha)	Bemerkung
16.07.09	149 ¹⁾	160 ¹⁾	24	93	
21.09.09	40 ¹⁾	39 ¹⁾	74	32	sehr vertrocknet
24.11.09	42 ¹⁾	25 ¹⁾	---	---	
21.05.10	237 ¹⁾	140 ¹⁾	402	435	
26.07.10	92 ¹⁾	84 ¹⁾	118	93	
30.09.10	159 ¹⁾	115 ¹⁾	172	155	
18.05.11	101 ¹⁾	66 ¹⁾	126	114	starke Vertrocknungen
10.08.11	85 ¹⁾	77 ¹⁾	108	110	
05.10.11	88 ¹⁾	102 ¹⁾	75	70	
21.05.12	77 ¹⁾	80 ¹⁾	106	111	
01.08.12	32 ¹⁾	32 ¹⁾	19	8	
01.10.12	15 ¹⁾	24 ¹⁾	1	---	
13.06.13	213 ²⁾	---	---	---	Neuaussaat April, außer 14/2
26.07.13	68 ²⁾	113	98	173	
30.09.13	60 ²⁾	68	54	43	
08.05.14	154 ²⁾	17	---	---	12er Lysimeter mit Mais bepflanzt
02.07.14	114 ²⁾	96	---	---	
19.08.14	48 ²⁾	82	---	---	
08.10.14	66 ²⁾	96	---	---	
20.05.15	44 ²⁾	177	---	---	12er Lysimeter mit Winterweizen bepflanzt
17.07.15	63 ²⁾	30	---	---	
02.09.15	143 ²⁾	127	---	---	
13.10.15	35 ²⁾	53	---	---	
18.05.16	209,5 ²⁾	240	---	---	12er Lysimeter mit Winterraps bepflanzt
28.06.16	90,5 ²⁾	96	---	---	
29.08.16	35 ²⁾	23	---	---	
03.11.16	25,5 ²⁾	16	---	---	
16.05.17	197 ²⁾	205	---	---	12er Lysimeter mit Winterweizen bepflanzt
21.06.17	35,2 ²⁾	35	---	---	
02.08.17	38,6 ²⁾	59	---	---	
05.09.17	32,6 ²⁾	44	---	---	

¹⁾ Knautgras

²⁾ Knautgras/Luzerne-Gemisch

Luzerne

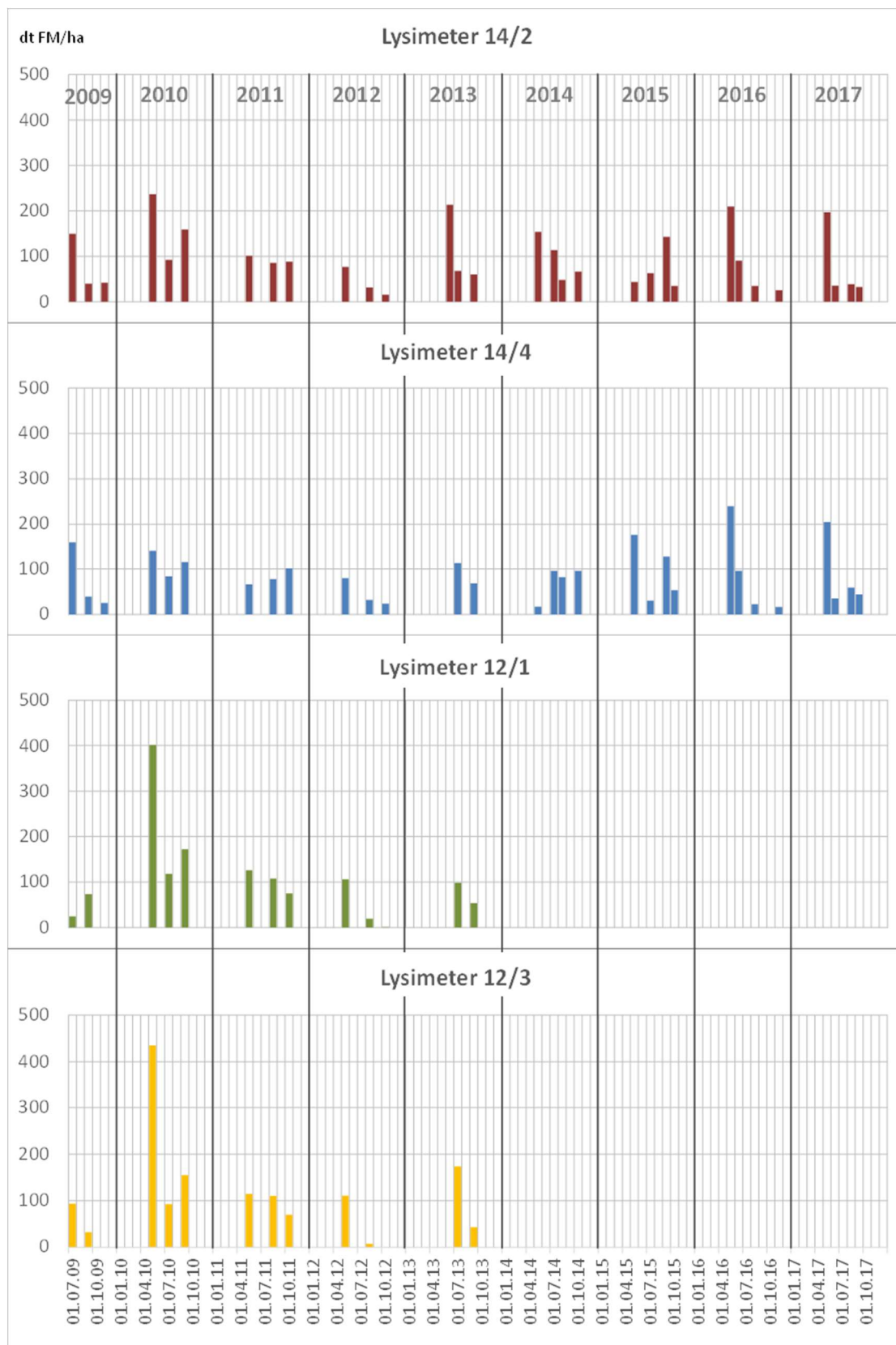


Abb. 3-2 Darstellung der Frischmassenerträge von Luzerne, Knautgras bzw. Luzerne/Knautgras auf den Lysimetern in [dt FM/ha] gem.

In **Abb. 3-2** sind die monatlichen Ernteerträge für Luzerne entsprechend **Tab. 3-5** grafisch dargestellt. Ab 2014 werden dort nur die Ergebnisse der Lysimeter 14/2 und 14/4 dokumentiert, auf denen Luzerne bzw. Knautgras/Luzerne bewirtschaftet wird. Da im Jahr 2018 auf allen Lysimetern der Station Brandis Mais gepflanzt wurden, tauchen weder in Tab. 3-5 noch in Abb. 3-2 die Ergebnisse der Frischmassen für das Jahr 2018 auf.

Die ermittelten **Trockenmassenerträge** für **Mais** im Jahr 2018 für die Lysimeter 14/2 und 14/4 sind in **Tab. 3-6** dargestellt.

Tab. 3-6 Trockenmassenerträge für Mais im Jahr 2018 auf den 14er Lysimetern in [dt TM/ha] (Quelle: Lysimeterstation Brandis)

Lysimeter	dt TM/ha
14/2	114
14/4	111

Die in den **Tab. 3-5** bis **Tab. 3-6** dargestellten Ergebnisse wurden durch die Lysimeterstation Brandis übermittelt. Die Untersuchungen wurden im zentralen Labor des LfULG durchgeführt. Laborberichte liegen dem GFI nicht vor.

Die Erträge von **Mais**, der am 30.09.2014 geerntet wurde, lagen bei

- Lysimeter 12/1: 535 dt FM/ha,
- Lysimeter 12/3: 477 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.

Die Erträge von **Winterraps**, der am 21.07.2016 geerntet wurde, lagen bei

- Lysimeter 12/1: 179 dt FM/ha
- Lysimeter 12/3: 207 dt FM/ha

Die Erträge für **Wintergerste** lagen 2016 bei

- Lysimeter 13/1: 88 dt FM/ha,

- Lysimeter 13/2: 102 dt FM/ha.

Die Erträge von **Winterweizen**, der am 07.08.2017 geerntet wurde, lagen bei

- Lysimeter 12/1: 100 dt FM/ha
- Lysimeter 12/3: 101 dt FM/ha

Die Erträge für **Winterraps** lagen 2017 bei

- Lysimeter 13/1: 116 dt FM/ha,
- Lysimeter 13/2: 116 dt FM/ha.

Die Erträge für **Mais**, der am 09.08.2018 geerntet wurde, lagen bei

- Lysimeter 12/1: 268 dt FM/ha,
- Lysimeter 12/2: 218 dt FM/ha,
- Lysimeter 12/2: 251 dt FM/ha
- Lysimeter 14/2: 287 dt FM/ha
- Lysimeter 14/4: 293 dt FM/ha.

Vergleichend mit den Feuchtmassenerträgen für Mais in den Jahren 2014 und 2015, sind die Erträge im Jahr 2018 deutlich geringer. Als Grund hierfür ist die extreme Trockenheit im Sommerhalbjahr 2018 zu nennen.

3.4 Vergleich der Ernteerträge

In **Abb. 3-3** und **Abb. 3-4** sind die Ernteerträge (Trockenmassen) für die Jahre 2009 bis 2017 auf den Lysimetern und den Versuchspartellen (bis 2016) für die beiden Kulturen Knaulgras und Luzerne dargestellt. Für 2018 stehen keine Daten für die Lysimeter zur Verfügung.

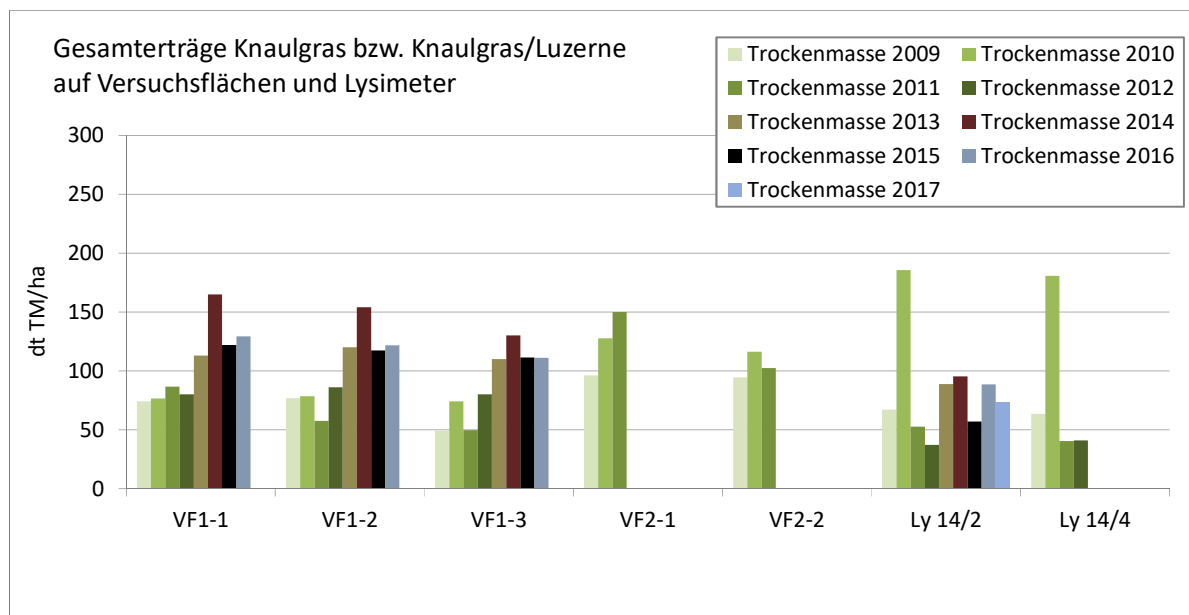


Abb. 3-3 Ernteerträge Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne auf den Versuchsflächen und Lysimetern

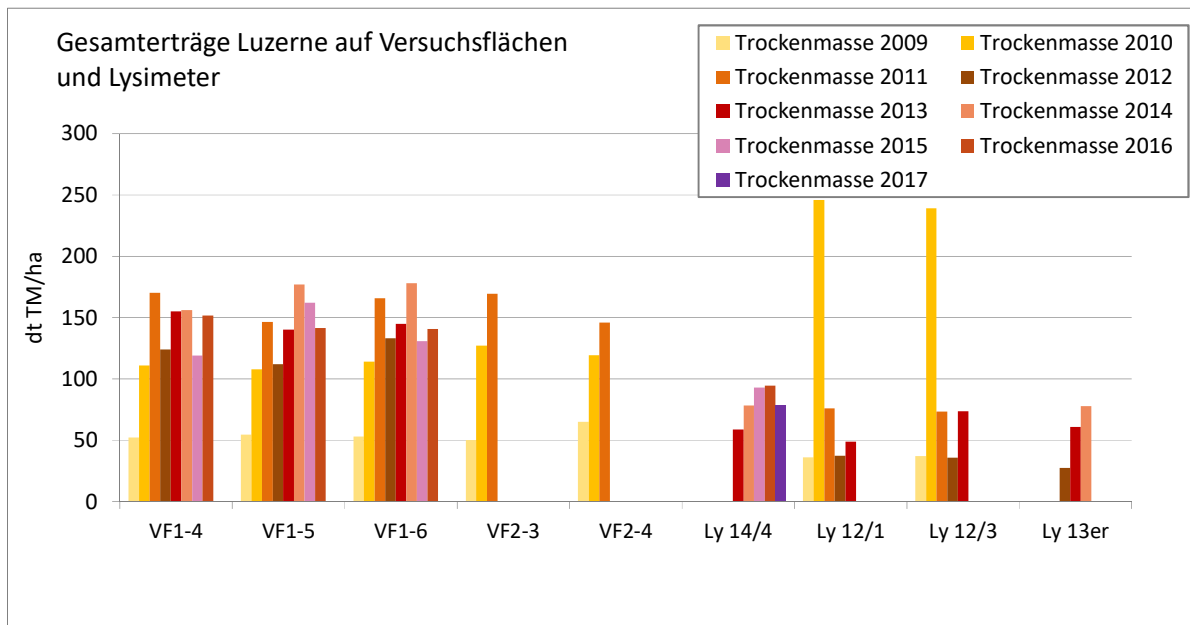


Abb. 3-4 Ernteerträge Luzerne auf den Versuchsflächen und den Lysimetern

Abb. 3-5 zeigt die Ernteerträge (Trockenmassen) für die Kontrollflächen K1 bis K8 auf den Landwirtschaftsflächen der Kippe Witznitz von 2015 bis 2018.

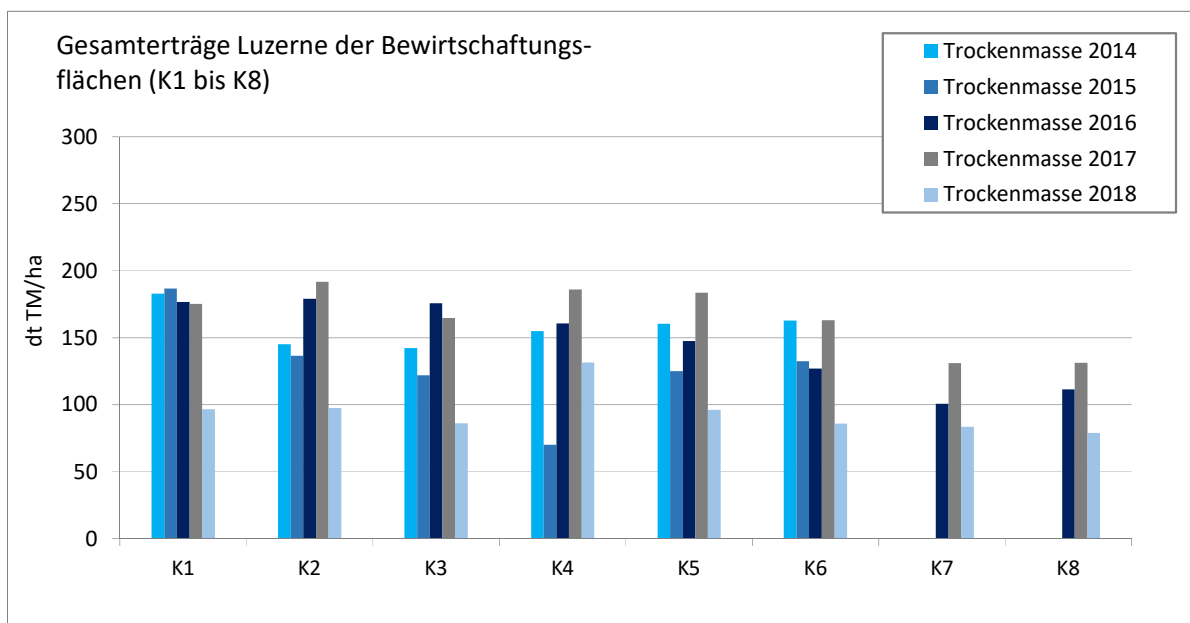


Abb. 3-5 Ernteerträge Luzerne auf den Bewirtschaftungsflächen (K1 bis K8)

Aus den Ergebnissen der Trockenmassen-Erträge an den Kontrollpunkten der Landwirtschaftsflächen zwischen 2014 bis 2018 (s. Abb. 3-5) im Vergleich zu den Ergebnissen auf den Versuchsflächen sowie auf den Lysimetern (Abb. 3-3 und Abb. 3-4) lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Die Trockenmassen-Erträge auf den Kontrollflächen K1 bis K6 waren in den Jahren 2014 bis 2017 im Mittel etwa gleich groß
 - 2014 158 dt TM/ha (K1 bis K6)
 - 2015 129 dt TM/ha (K1 bis K6)
 - 2016 161 dt TM/ha (K1 bis K6) 106 dt TM/ha (K7 und K8)
 - 2017 177 dt TM/ha (K1 bis K6) 131 dt TM/ha (K7 und K8)
- Im Jahr 2018 wurden mit 99 dt TM/ha (K1 bis K6) bzw. 81 dt TM/ha (K7 und K8) die bisher niedrigsten Erträge gemessen.
- Die TM-Erträge von reiner Luzerne bzw. dem Knautgras/Luzerne-Gemisch lagen auf den Lysimetern jeweils im Mittel mit 82 dt TM/ha (2009 bis 2017) deutlich unter den mittleren Erträgen auf der Versuchsfläche VF1 mit 131 dt TM/ha bzw. 99 dt TM/ha (2009 bis 2016) und der mit Luzerne bewirtschafteten Kontrollflächen (K1 bis K8) mit 151 dt TM/ha.
- Ursachen für die Mindererträge auf den Lysimetern sind ggf.
 - ungünstige Witterungsbedingungen und Trockenschäden,
 - bevorzugte Sickerwasserwege an der Lysimeterwandung oder in Schrumpfrissen,
 - Inseleffekt bei freistehenden Lysimetern (höherer Verdunstung),
 - erhöhter Fremdbewuchs.
- Die Erträge auf den Kontrollflächen der Bewirtschaftungsflächen lassen hinsichtlich der 2014 durchgeführten Meliorationsarbeiten keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.
- Die Erträge auf den gekalkten Flächen waren gegenüber den nicht gekalkten Flächen etwas höher. Unterschiede zwischen den tiefengelockerten Bereichen und nicht tiefengelockerten Bereichen war nicht erkennbar.

Laut Aussagen des Bewirtschafters Osterland bleibt der Luzerne-Bewuchs auf den Kippenflächen bis zum Frühjahr bestehen. Bei gutem Aufwuchs erfolgt eine letzte Ernte und anschließend die Aussaat von Silomais.

3.5 Phänologie

3.5.1 Wuchshöhen von Luzerne auf den Kontrollflächen

Im Jahr 2018 wurden insbesondere die Wuchshöhen auf den Kontrollpunkten K1 bis K8 der Bewirtschaftungsflächen erfasst.

Abb. 3-6 zeigt die Wuchshöhen auf den Bewirtschaftungsflächen als Mittelwert an den Kontrollpunkten K1 bis K6 und K7 bis K8, die bei den Befahrungen und unmittelbar vor dem Ernten aufgenommen wurden.

Die Wuchshöhen zum Erntezeitpunkt korrelieren sehr gut mit den in Abschnitt 3.1 dokumentierten Ernteerträgen.

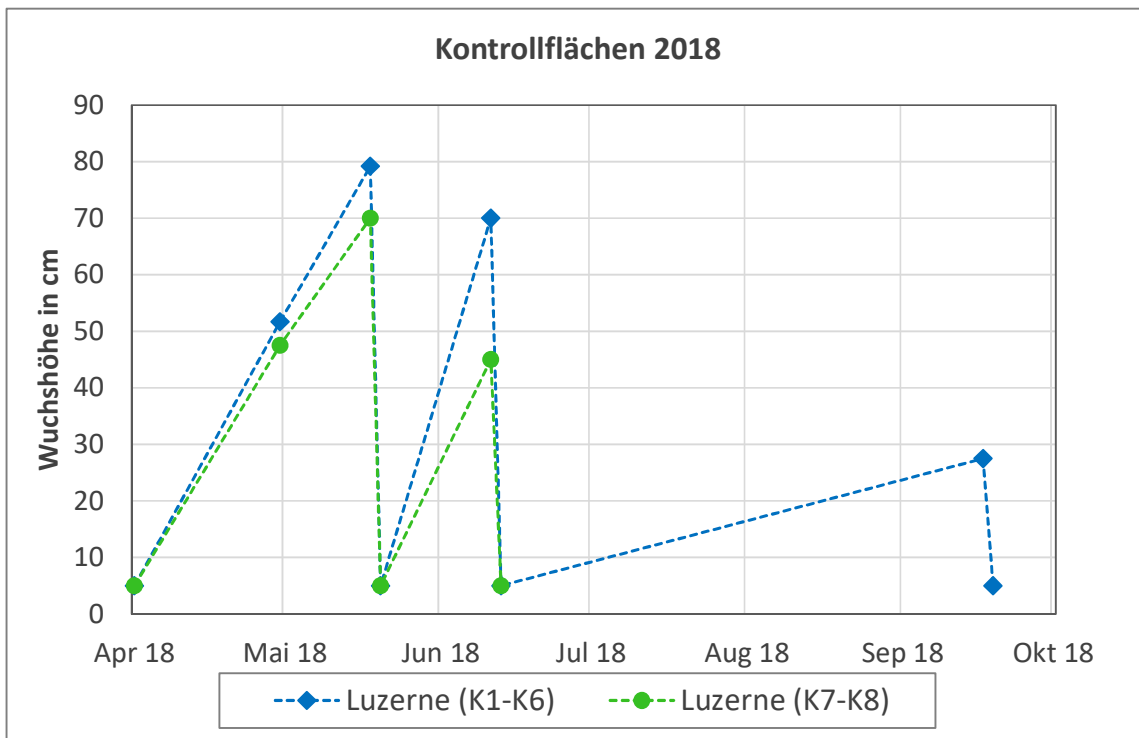


Abb. 3-6 Wuchshöhe Luzerne auf den Kontrollflächen K1-K6 (Mittelwert) und K7-K8 (Mittelwert)

3.5.2 Wuchshöhen auf den Lysimetern

Abb. 3-7 zeigt die Fortschreibung der Wuchshöhen auf den Lysimetern.

Die Wuchshöhe von Mais im Jahr 2018 auf den 12er und 14er Lysimetern war mit maximal 184 cm und im Mittel 168 cm vergleichsweise gering. Die Wuchshöhen von Mais im Jahr

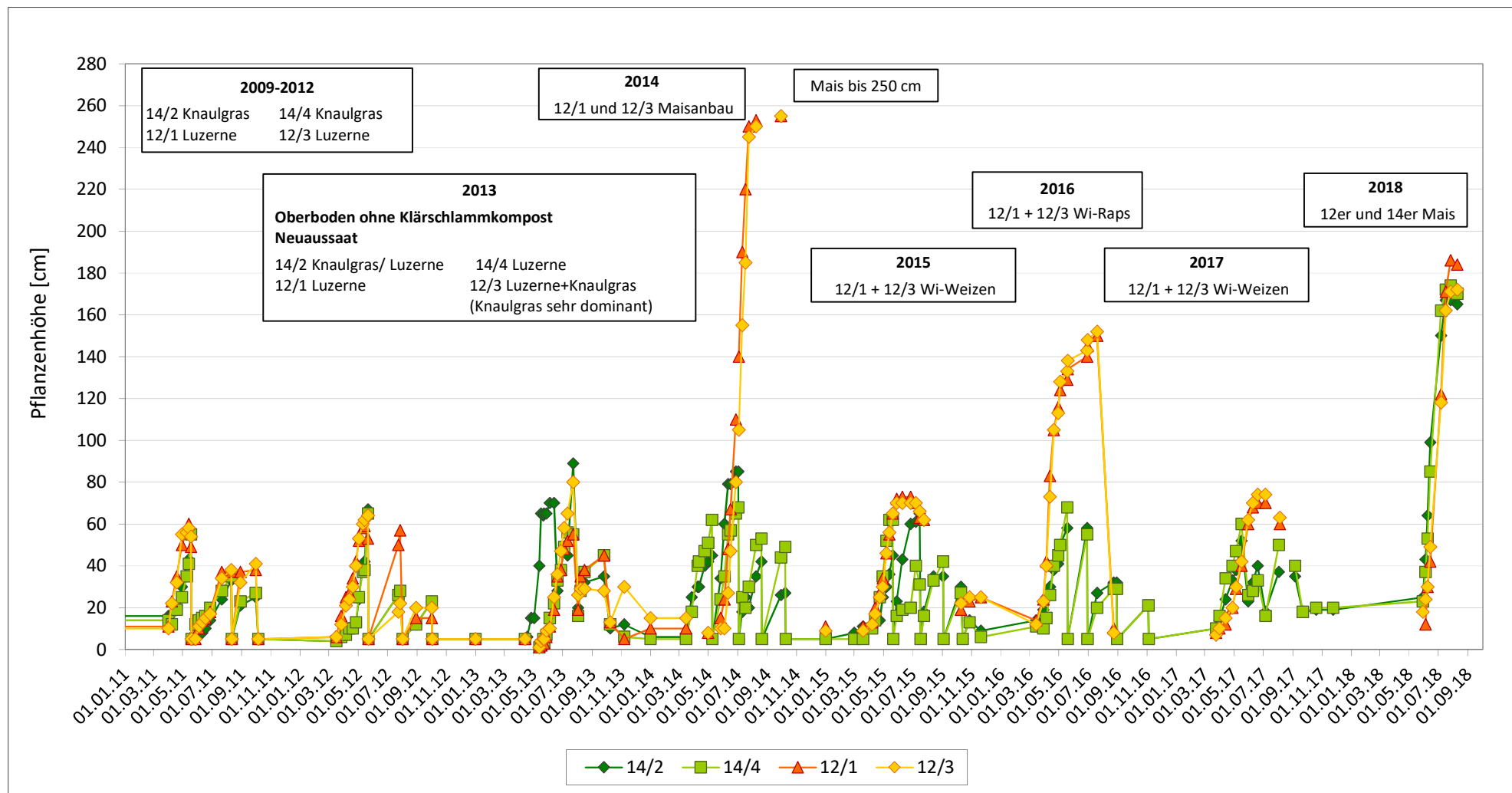


Abb. 3-7 Wuchshöhen für verschiedene Kulturen auf den Lysimetern von 2009 – 2018

3.6 Klima

In den **Abb. 3-8 bis Abb. 3-11** sind die Klimadaten der Stationen Brandis und Witznitz für das Jahr 2018 im Vergleich zu den Jahren ab 2013 dargestellt.

Der Niederschlag 2018 betrug in

Brandis	444 mm
Witznitz	389 mm.

Die Station Brandis wies somit 14 % mehr Niederschlag auf, als die landwirtschaftlichen Flächen auf der Kippe Witznitz. Die gemessene Niederschlagsmenge in Brandis sowie in Witznitz lag jedoch deutlich unter dem langjährigen Mittel von 673 mm/a (Station Brandis). Insbesondere die Monate April bis August sowie Oktober und November waren sehr trocken. Dabei sind z. T. sehr große lokale Unterschiede zwischen den beiden Stationen Brandis und Witznitz erkennbar.

Tab. 3-7 Niederschlagsmengen an den Stationen Brandis und Witznitz in ausgewählten Monaten mit hohen Niederschlagsdifferenzen

	Witznitz	Brandis	Mittelwert (1981 - 2010)
	mm	mm	mm
April	28	48	50
Mai	12	20	58
Juni	20	48	67
August	33	18	70
Dezember	66	85	54

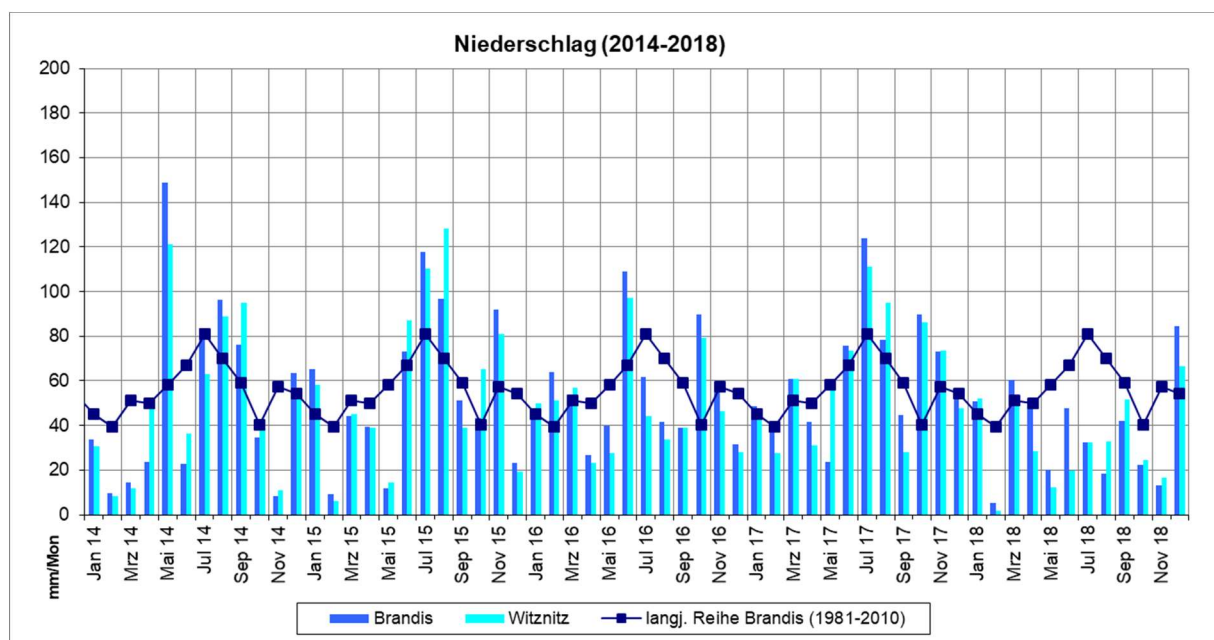


Abb. 3-8 Niederschläge in Brandis und Witznitz

Die extreme Trockenheit im Sommerhalbjahr wirkte sich insbesondere auf die dritte Ernte nachteilig bezüglich der Pflanzenentwicklung aus.

Die mittlere **Lufttemperatur** betrug 2018 in

Brandis	11,5 °C
Witznitz	11,3 °C

Und war damit etwa 2,2 °C bzw. 1,9 °C über dem langjährigen Mittelwert von 9,3 °C. Die Monate Februar und März waren insgesamt etwa 2,3 °C bzw. 2,0 °C zu kalt. Der Januar war dagegen 4 °C zu warm. Die Monate April bis Oktober waren durchschnittlich 3,0 °C und der Monat Dezember 3,2 °C zu warm.

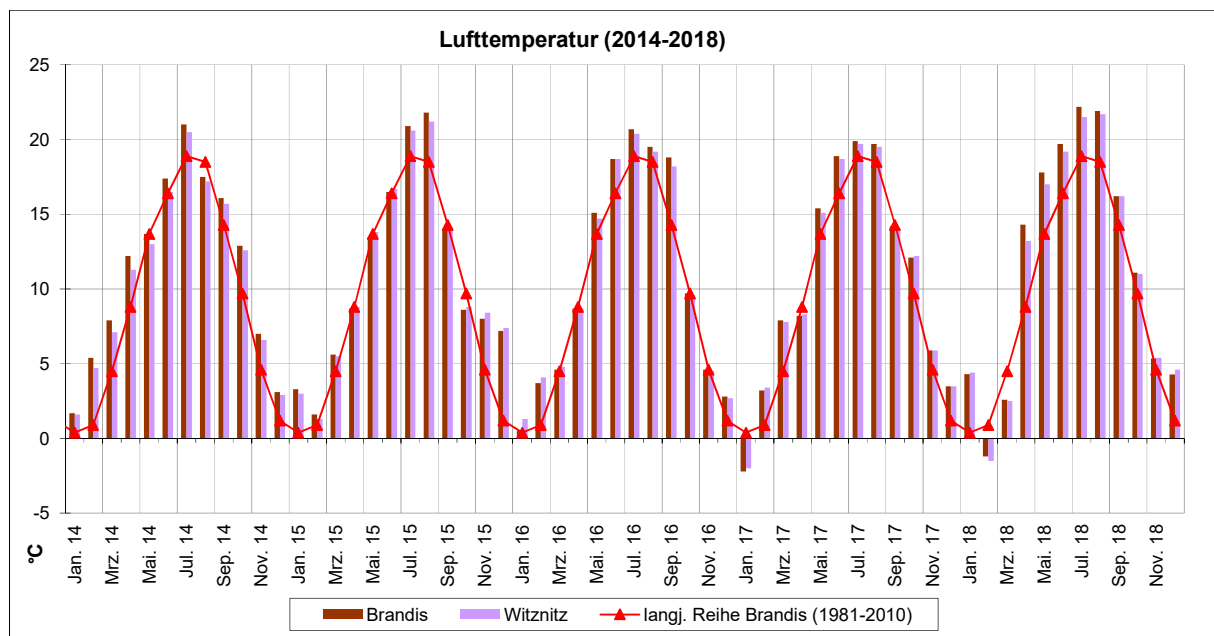


Abb. 3-9 Lufttemperatur in Brandis und Witznitz

Die **potenzielle Verdunstung** (berechnet nach Turc-Wendling) betrug in

Brandis	860 mm
Witznitz	829 mm

und lag somit 173 mm bzw. 142 mm über dem langjährigen Mittelwert von 687 mm/a. Insbesondere in den Monaten April bis August war die potentielle Verdunstung deutlich höher als die langjährigen Monatsmittelwerte.

Die **klimatische Wasserbilanz** war **2018** negativ, was zu einer geringen Grundwasserneubildung im Vergleich zu dem Vorjahr 2017 mit positiven klimatischen Wasserbilanz (negative klimatische Wasserbilanz) führte.

Brandis	-415 mm
---------	---------

Witznitz -440 mm

Der langjährige Mittelwert (1981 bis 2010) ist ebenfalls negativ und beträgt -41,4 mm.

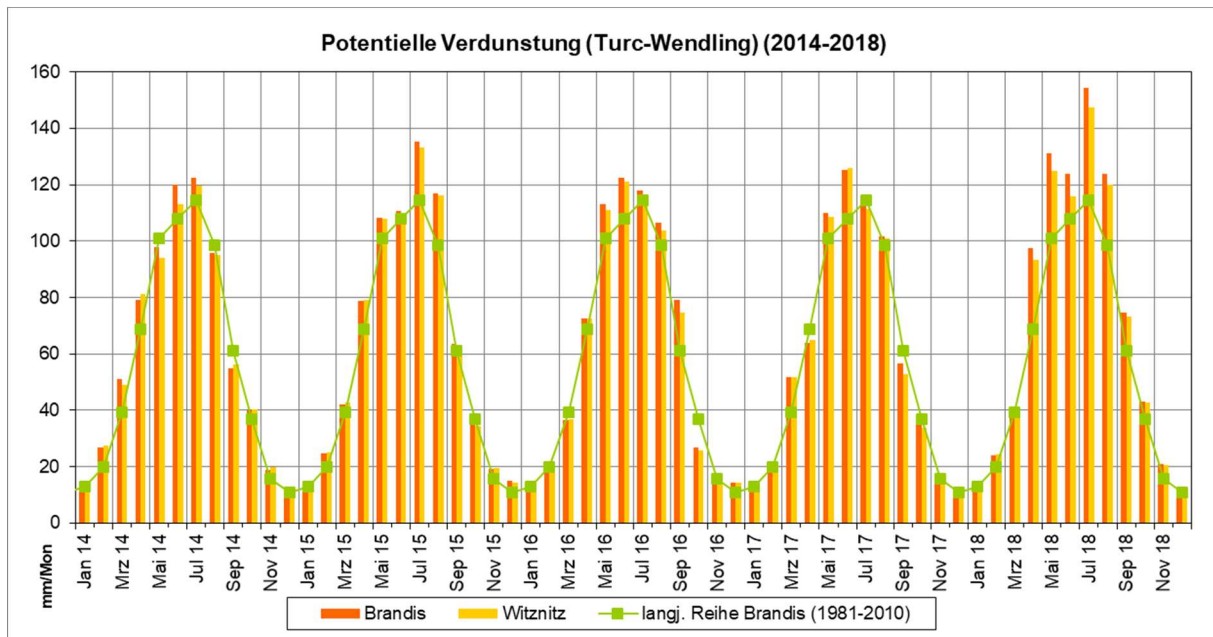


Abb. 3-10 Potenzielle Verdunstung in Brandis und Witznitz nach Turc-Wendling

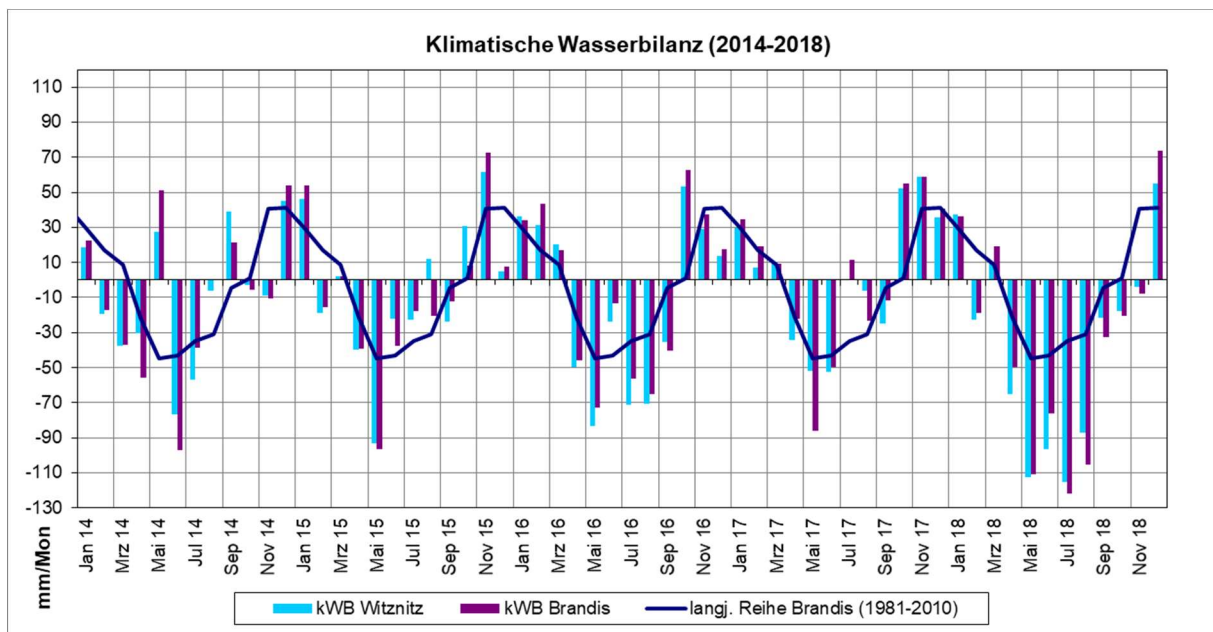


Abb. 3-11 Klimatische Wasserbilanz in Brandis und Witznitz

Im niederschlagsreichen Jahr **2013** betrug die klimatische Wasserbilanz

Brandis 138 mm

Witznitz 70,2 mm

Die monatlichen Extrema traten 2018 in

Brandis 74 mm im Dezember und - 122 mm im Juli bzw. in
 Witznitz 55 mm im Dezember und - 115 mm im Juli auf.

3.7 Bodenwasserhaushalt an den Lysimetern

In den **Abb. 3-12** bis **Abb. 3-17** sind die Bodenwasserhaushaltsgrößen für 2018

- Verdunstung
- Bodenwasserausschöpfung und
- Sickerwasser

im Vergleich zu den Jahren ab 2012 dargestellt.

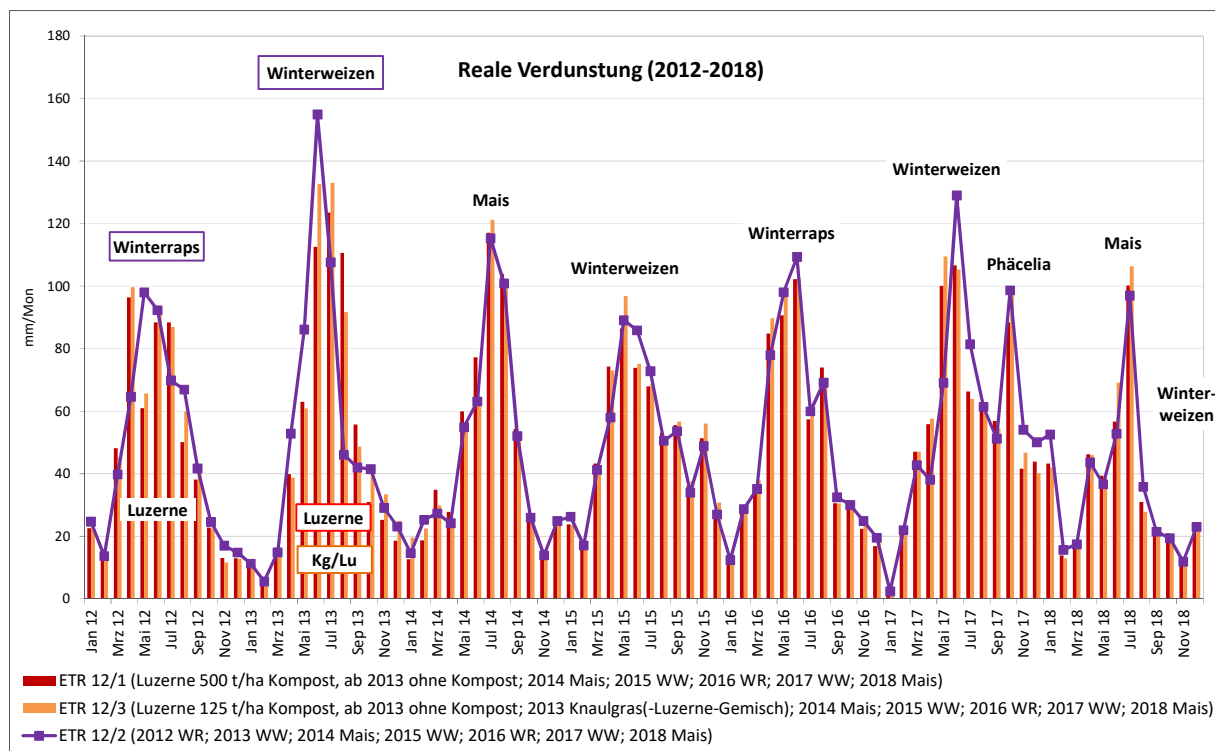


Abb. 3-12 Darstellung der realen Verdunstung auf den 12er Lysimetern

Die **reale Verdunstung** lag bei den Lysimetern 12/1 und 12/3 mit Mais mit durchschnittlich 432 mm etwa 268 mm und 160 mm unter den Verdunstungswerten von 2017 (Winterweizen) und 2016 (Winterraps). Insbesondere in den Monaten August bis Dezember waren die Verdunstungswerte gegenüber den 2017 Werten geringer. Dies ist mit den sehr geringen Niederschlagsmengen zu begründen.

Die reale Verdunstung des Maisbestandes auf den 14er Lysimetern erreichte mit 465 mm (Lys. 14/2) und 482 mm (Lys. 14/4) etwas höhere Verdunstungshöhen (s. **Abb. 3-13**), wie der Maisbestand auf den 12er Lysimetern (Mittelwert 431 mm). Die Werte auf den beiden 14er Lysimetern waren geringer als die Vorjahreswerte mit Luzerne, was zum einen auf den

Maisbewuchs und zum anderen auf die geringen Niederschläge zurückzuführen ist. Im Jahr 2018 lagen der Maximalwert bei etwa 105 mm im Juni und der Minimalwert bei 13 mm im November.

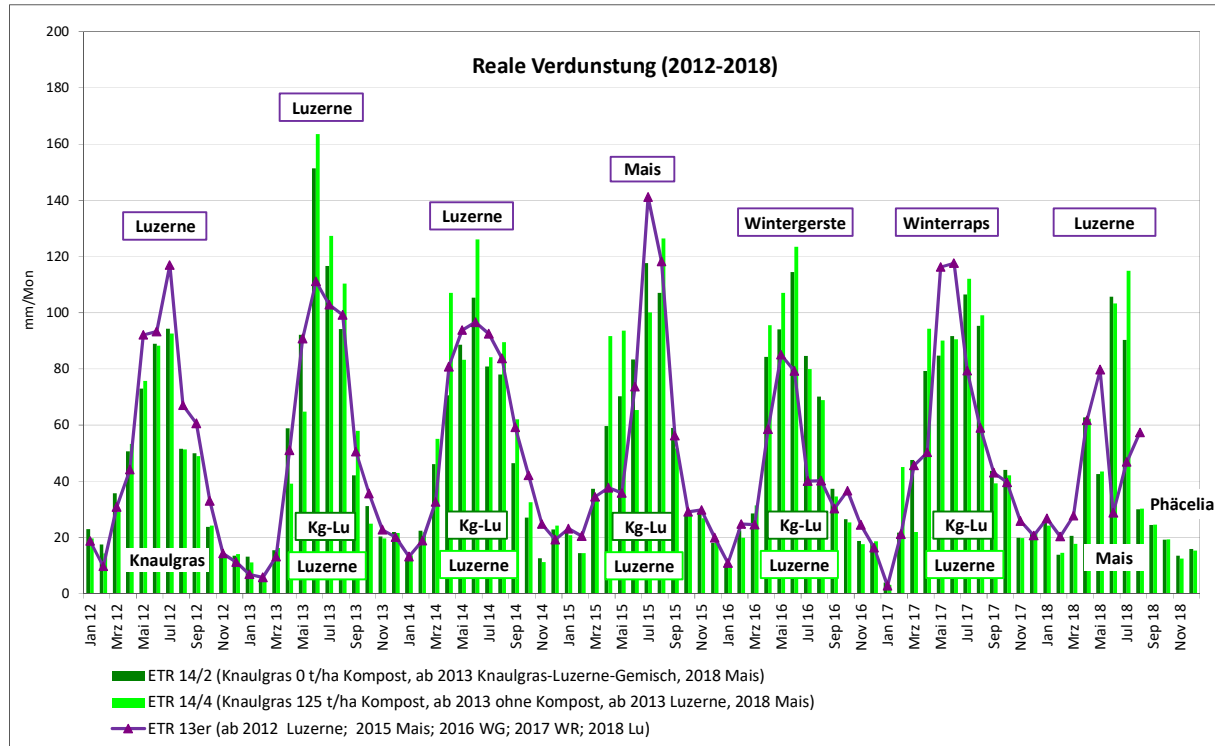


Abb. 3-13 Darstellung der realen Verdunstung auf den 14er Lysimetern

Die Verdunstungshöhen auf den 13er Vergleichslysimetern der Station Witznitz, die 2018 mit Luzerne bewirtschaftet wurden, konnte wegen Probleme mit der Abdeckung ab September 2018 nicht erfasst werden.

Vergleicht man einmal die verschiedenen Anbaukulturen untereinander, ergeben sich folgende **durchschnittliche Verdunstungshöhen** (Mittelwerte der Einzelwerte aus

Tab. 3-8):

Luzerne	667 mm/a
Winterweizen	626 mm/a
Knaulgras	609 mm/a
Winterraps	605 mm/a
Wintergerste	542 mm/a
Mais	507 mm/a.

Der Mittelwert für Mais wird durch das Extremjahr 2018 negativ beeinflusst und ist ggf. höher. Aufgrund seiner kurzen Vegetationsperiode reicht er aber dennoch nicht an die dauergrünen Kulturen wie Luzerne oder dem Wintergetreide, insbesondere Winterweizen heran.

Tab. 3-8 Verdunstungshöhen auf den Lysimetern für die verschiedenen Anbaukulturen von 2010 bis 2018

Lysimeter	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
14_2	713 Kg	603 Kg	541 Kg	647 Kg/Lu	620 Kg/Lu	634 Kg/Lu	623 Kg/Lu	659 Kg/Lu	465 M
14_4	668 Kg	600 Kg	530 Kg	648 Lu	716 Lu	661 Lu	645 Lu	678 Lu	482 M
12_1	833	706	560	593	576	570	628	693	427
12_3	822 Lu	715 Lu	582 Lu	601 Lu	574 M	580 Ww	647 Wr	709 Ww	438 M
12_2	595 Ww	544 Wg	577 Wr	595 Ww	556 M	567 Ww	632 Wr	700 Ww	427 M
13er	601 Wg	527 Wr	600 Lu	592 Lu	656 Lu	614 M	480 Wg	621 Wr	--- Lu

Lu...Luzerne Kg...Knautlgras M...Mais Ww...Winterweizen Wr...Winterraps Wg...Wintergerste

Die **Bodenwasserausschöpfung** war bei den 12er Lysimetern mit Mais im August relativ hoch (vgl. 2014). Erhöhte Niederschläge im September sind an der Verringerung der Bodenwasserausschöpfung zu erkennen (vgl. **Abb. 3-14**).

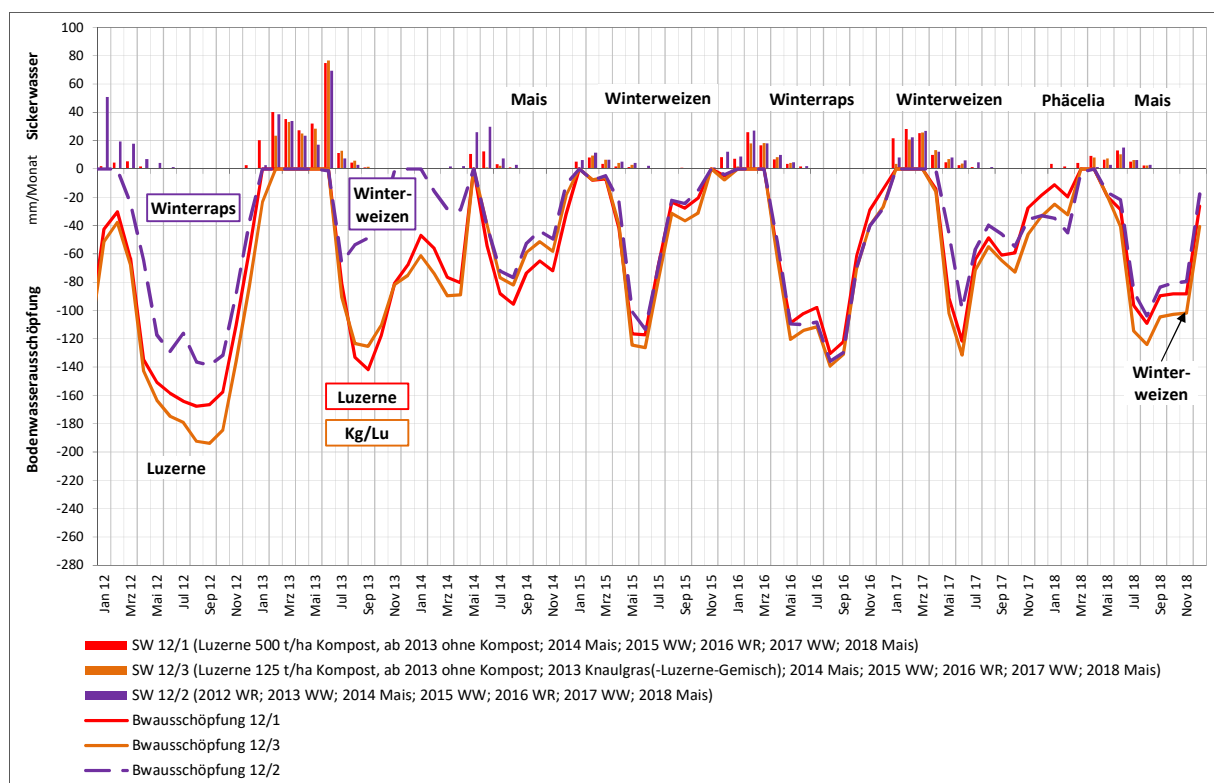


Abb. 3-14 Darstellung der Bodenwasserausschöpfung der 12er Lysimeter

Die 14er Lysimeter besaßen 2018 trotz gleicher Bewirtschaftung mit Mais eine deutlich größere Bodenwasserausschöpfung (s. **Abb. 3-15**) als die 12er Lysimeter. Dies ist damit zu begründen, dass die Zwischenfrucht Phäcelia auf den 12er Lysimetern im Herbst 2017 sowie im Frühjahr 2018 den Bodenspeicher weitgehend erschöpft hat. Im Vergleich dazu hat die Luzerne auf den 14er Lysimetern aufgrund der schlechten physiologischen Entwicklung dem Bodenkörper weniger Wasser entzogen, sodass sich der Mais auf diesen Lysimetern besser entwickeln konnte. Erkennbar ist dies auch an den Ernteerträgen. Der durchschnittliche FM-Ertrag auf den 14er Lysimetern war mit 290 dt FM/ha 15 % höher als auf den 12er Lysimetern mit durchschnittlich 246 dt FM/ha.

Des Weiteren ist in Abb. 3-15 mit zunehmendem Alter der Luzerne-Pflanzen ein Anstieg der Bodenwasserausschöpfung erkennbar, was mit der Wurzel ausdehnung in tiefere Schichten zu begründen ist. Erst 2017 ist eine Abnahme der Ausschöpfung erkennbar.

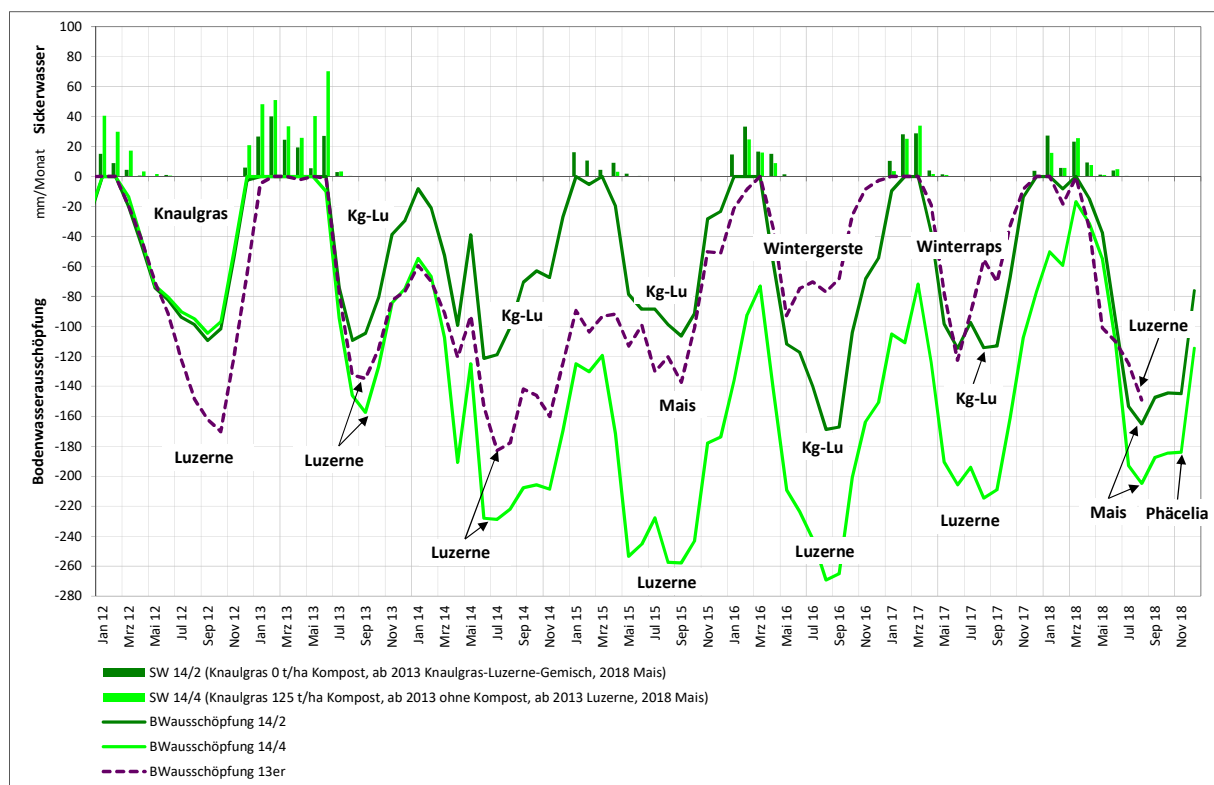


Abb. 3-15 Darstellung der Bodenwasserausschöpfung der 14er Lysimeter

Die **Sickerwassermengen** der 12er Lysimetern betragen im Jahr 2018 etwa 29 mm bis 46 mm (s. **Abb. 3-16**) und waren damit deutlich geringer als in den Vorjahren 2016 und 2017. Die höchst gemessenen Sickerwassermengen von 10 mm/Monat bis 15 mm/Monat traten hierbei im Juli auf. Dies ist damit zu begründen, dass die 12er Lysimetern 3 m tief sind und somit ein verzögerter Durchbruch im Vergleich zu den nur 2 m tiefen 14er Lysimetern stattfindet.

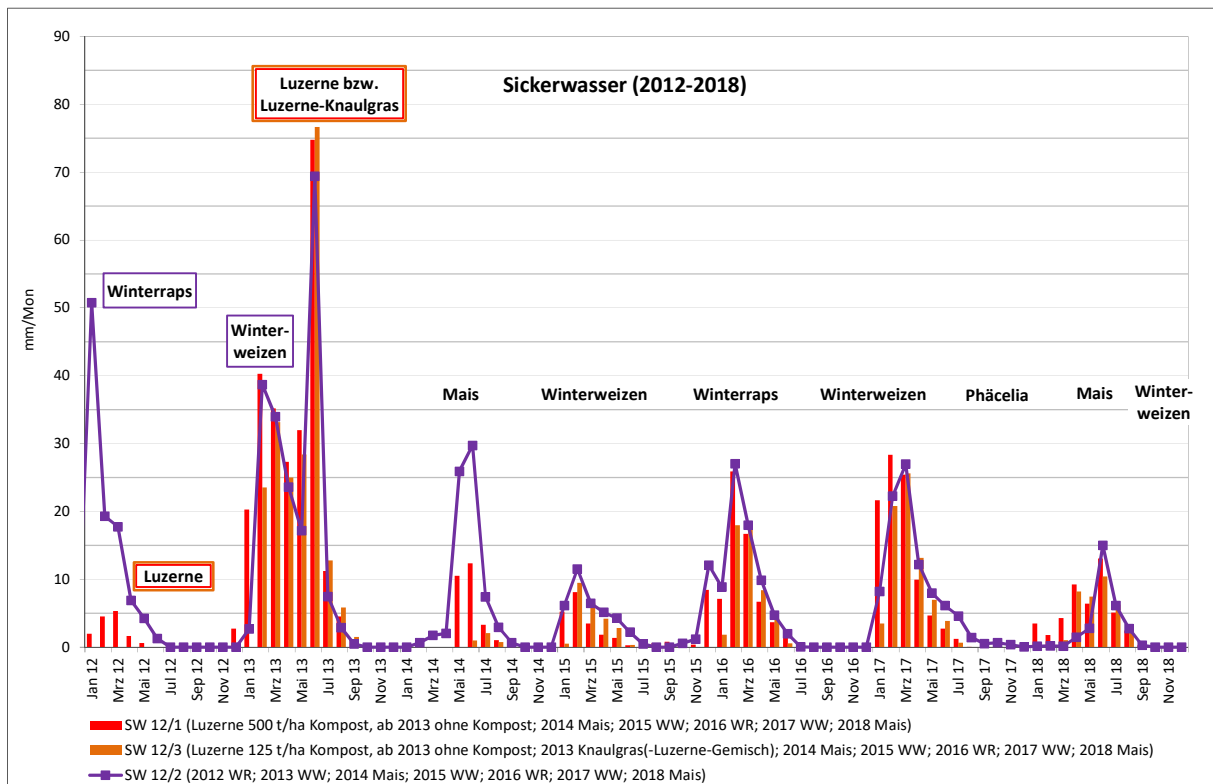


Abb. 3-16 Darstellung der Sickerwassermengen auf den 12er Lysimetern

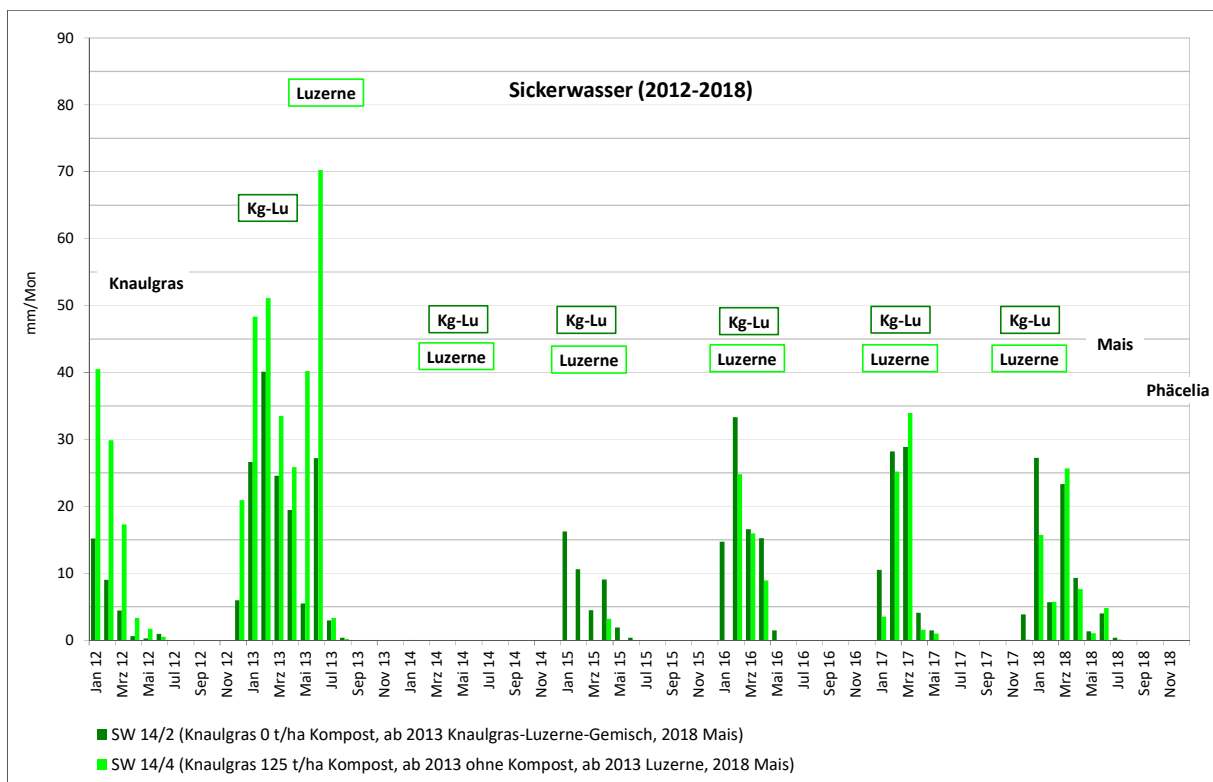


Abb. 3-17 Darstellung der Sickerwassermengen auf den 14er Lysimetern

In **Abb. 3-17** ist die Sickerwasserbildung vom Winter 2012/2013 zu gut zu erkennen, die aus den erhöhten Niederschlägen Ende 2012 resultierte. 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 resultierte. 2014 kam es in den 14er Lysimeter zu keiner Sickerwasserbildung. Im Jahr 2015 wurde insbesondere im Lys. 14/2 mit Knautgras-Luzerne-Gemisch eine höhere Sickerwasserbildung registriert, als im Lys. 14/4 mit reiner Luzerne. 2016 und 2017 kam es dann zu einer etwa gleich großen Sickerwasserbildung in den Wintermonaten.

Im Jahr 2018 war die Sickerwasserbildung etwa vergleichbar zu den Vorjahreswerten 2017 und 2016. Lediglich der Februar-Wert war im Vergleich zu den Vorjahreswerten wesentlich geringer. Die im Frühjahr 2018 gemessenen Sickerwassermengen sind noch auf den Luzerne- bzw. Knautgras-Luzerne-Bewuchs zurückzuführen. Die Aussaat von Mais erfolgte Anfang Mai. Während der gesamten Vegetationsperiode kam es zu keiner weiteren Sickerwasserbildung. Auch im Nachgang der Maisernte und Aussaat von Phäcelia trat bis Ende 2018 kein Sickerwasser auf. Dies ist im Wesentlichen auf die sehr geringen Niederschlagsmengen zurückzuführen.

Auffällig ist, dass die auf den 14er Lysimetern gemessenen Sickerwassermengen im Jahr 2018 trotz höherer Bodenwasserausschöpfung höher waren, als auf den 12er Lysimetern. Im Jahr 2018 wurden folgende Sickerwassermengen gemessen:

- Lys. 14/4 60,6 mm (Luzerne – Mais – Phäcelia)
- Lys. 14/2 71,2 mm (Knautgras-Luzerne – Mais – Phäcelia)
- Lys. 12/1 46,2 mm (Phäcelia – Mais – Winterweizen)
- Lys. 12/2 28,9 mm (Phäcelia – Mais – Winterweizen)
- Lys. 12/3 35,9 mm (Phäcelia – Mais – Winterweizen)

Zu begründen ist dies ebenfalls mit der Zwischenfrucht Phäcelia auf den 12er Lysimetern. Wie oben beschrieben, hat Phäcelia im Herbst 2017 und Frühjahr 2018 dem Bodenspeicher relativ viel Wasser entzogen. Die Luzerne auf den 14er Lysimetern hat dem Bodenspeicher hingegen weniger Wasser entzogen, sodass mehr Sickerwasser wirksam wurde.

4 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. 4-1** zeigt den Plan der Luzerneanbaufläche, wo auf ca. 200 ha insgesamt

- 404 Bodensondierungen,
- 42 Schürfe und
- 28 Penetrometermessungen

durchgeführt wurden.

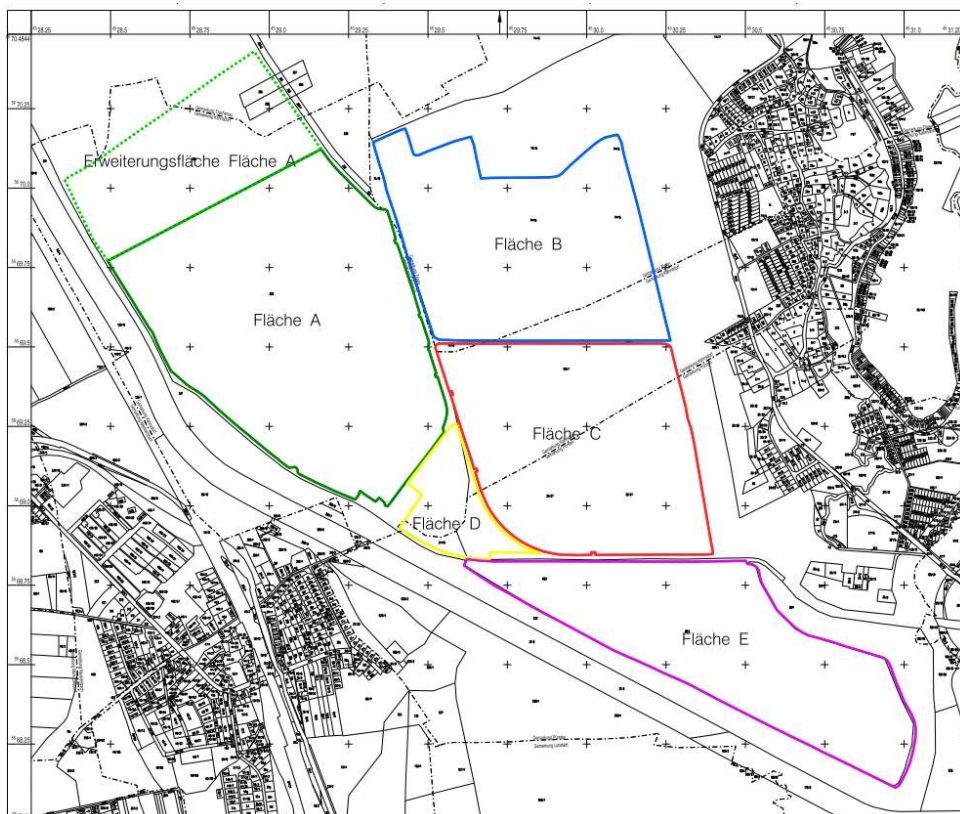


Abb. 4-1 Plan der Luzerneanbaufläche im Südbereich der Kippe (Quelle: LMBV)

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 den Empfehlungen des Bodengutachtens von 2013 auf zunächst ca. 185 ha (Flächen A, B, C und D).

Von den 185 ha wurden 10 ha mit einem Wippscharlockerer aufgelockert und 33,5 ha gekalkt. Danach wurden die großen Schollen mehrfach durch Tiefgrubbern zerkleinert und eine Startdüngung mit einem Kombidünger vorgenommen (vgl. **Abb. 4-2**).

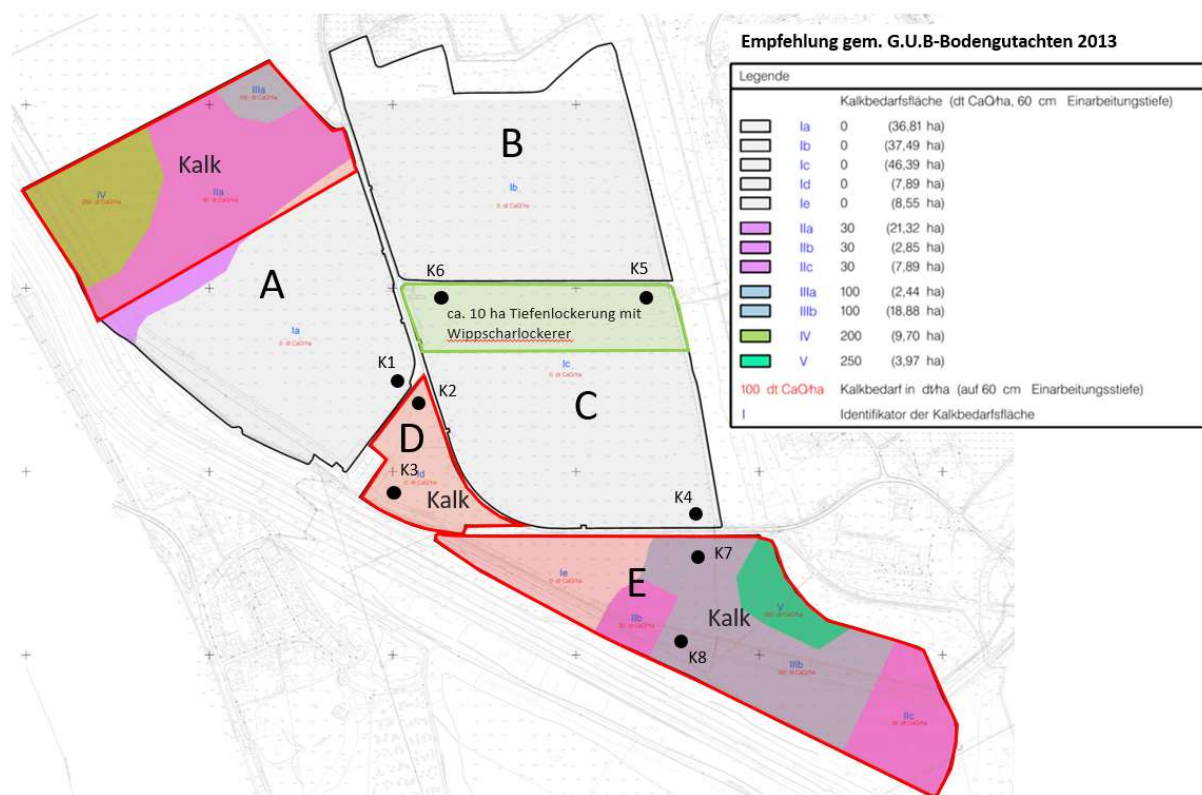


Abb. 4-2 Umgesetzte Meliorationsmaßnahmen auf der Grundlage des G.U.B.-Bodengutachtens (2013)

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

Die Fläche E mit ca. 40 ha wurde im August 2015 bearbeitet und eingesät, sodass die Gesamtfläche etwa 225 ha umfasst. Auch dort ist die Luzerne 2016 gut aufgegangen. Im Jahr 2017 erfolgte zusätzlich im Nordbereich der Kippe Witznitz (Fläche F und G) ein Luzerneanbau von ca. 107 ha (s. **Abb. 3-1**).

Nach Aussagen von Herrn Graichen (Osterland GmbH) sind folgende Auswirkungen der Bodenmeliorationen auf die Ernteerträge ersichtlich:

- die Erträge auf den gekalkten Flächen waren gegenüber den nicht gekalkten Flächen höher,
- ein Unterschied zwischen den tiefengelockerten Bereichen und nicht tiefengelockerten Bereichen war nicht erkennbar. Nach mehrmaligem Befahren der Flächen mit schweren Geräten erfolgt eine Verdichtung des Substrats und die Tieferlockerung verliert ihre Wirksamkeit.

Ein Vergleich der Kontrollflächen lässt keine eindeutige Schlussfolgerung zu. Die höchsten Trockenmassen-Erträge wurden demnach im ersten Vegetationsjahr auf den Kontrollflächen K1 und K2 erwirtschaftet, die weder gekalkt noch tiefengelockert wurden. Die Erträge auf den Kontrollflächen K3 bis K6 waren im Mittel der Jahre 2015 bis 2017 etwa gleich groß. Die geringsten Trockenmasse-Erträge wurden an der Kontrollfläche K4 im ersten Vegetationsjahr gemessen (vgl. **Abb. 3-5**). Der Kontrollpunkt K4 liegt im Süden der Fläche C und damit sehr nahe den Bereichen, die durch stark versauerndes Kippensubstrat im Untergrund gekennzeichnet sind.

Die Ernteerträge auf den Kontrollpunkten K7 und K8 lagen bisher deutlich unter den Erträgen der Kontrollflächen K1 bis K6.

5 Laufendhaltung der Modelle

5.1 Modellkalibrierung Wasserhaushaltsmodell

Für das Wasserhaushaltsmodell auf der Basis des Programms **HYDRUS-1D** wurde das Strukturmodell zuletzt 2013 präzisiert. Im Jahr 2016 erfolgte eine Neukalibrierung der Hydrus-Modelle für die Lysimeter 14/2 und 14/4 für den Zeitraum 01./2012 bis 12./2015. Hierbei wurde auch der Fruchtfolgewechsel im Jahr 2013 berücksichtigt. In den Folgejahren 2017 und 2018 erfolgte dann eine Überprüfung der Vorjahres-Messwerte und Anpassung des Wasserhaushaltsmodells.

Das Ergebnis der gemessenen und berechneten kumulativen Sickerwassermengen für die Lysimeter 14/2 und 14/4 zeigt **Abb. 5-1** und **Abb. 5-2**.

Es konnte wiederholt eine gute Abbildung der Sickerwassermengen für das Lysimeter 14/2 erzielt werden. (s. **Abb. 5-1**). Lediglich das Umbruchjahr 2013 wird modelltechnisch über- und das Jahr 2017 unterschätzt. Eine Anpassung hinsichtlich der phänologischen Kennwerte ist für 2018 hinsichtlich Mais und Phäcelia nicht erfolgt, da nach Umstellung der Lysimeter keine Sickerwassermengen gemessen wurden. Das erschwert eine modelltechnische Anpassung. Der erneute Anbau von Mais im Jahr 2018 wird ggf. eine bessere Datengrundlage zur Modellanpassung liefern.

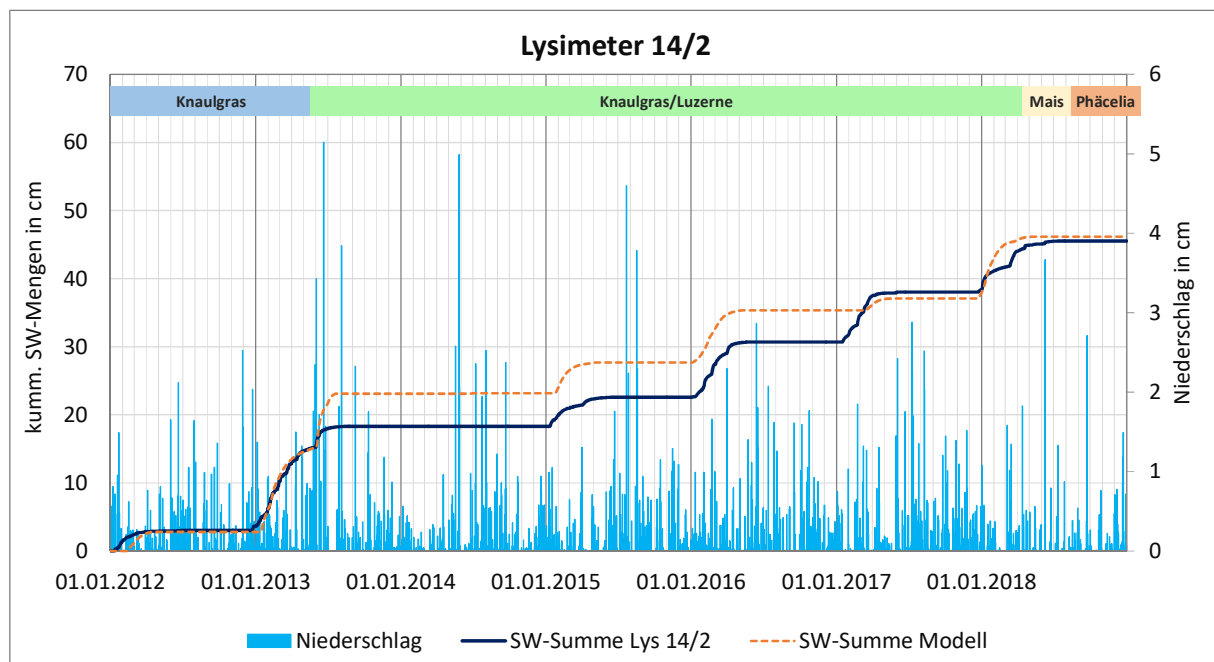


Abb. 5-1 Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen für das Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne-Lysimeter 14/2 sowie der korrigierte Niederschlag (Tageswert Station Brandis)

Eine gute Übereinstimmung der berechneten und gemessenen Sickerwassermengen weist auch weiterhin das kalibrierte Modell für das Lysimeter 14/4 auf (s. **Abb. 5-2**). Die berechneten SW-Mengen zu Beginn des Jahres 2017 unterschätzen die gemessenen SW-Mengen.

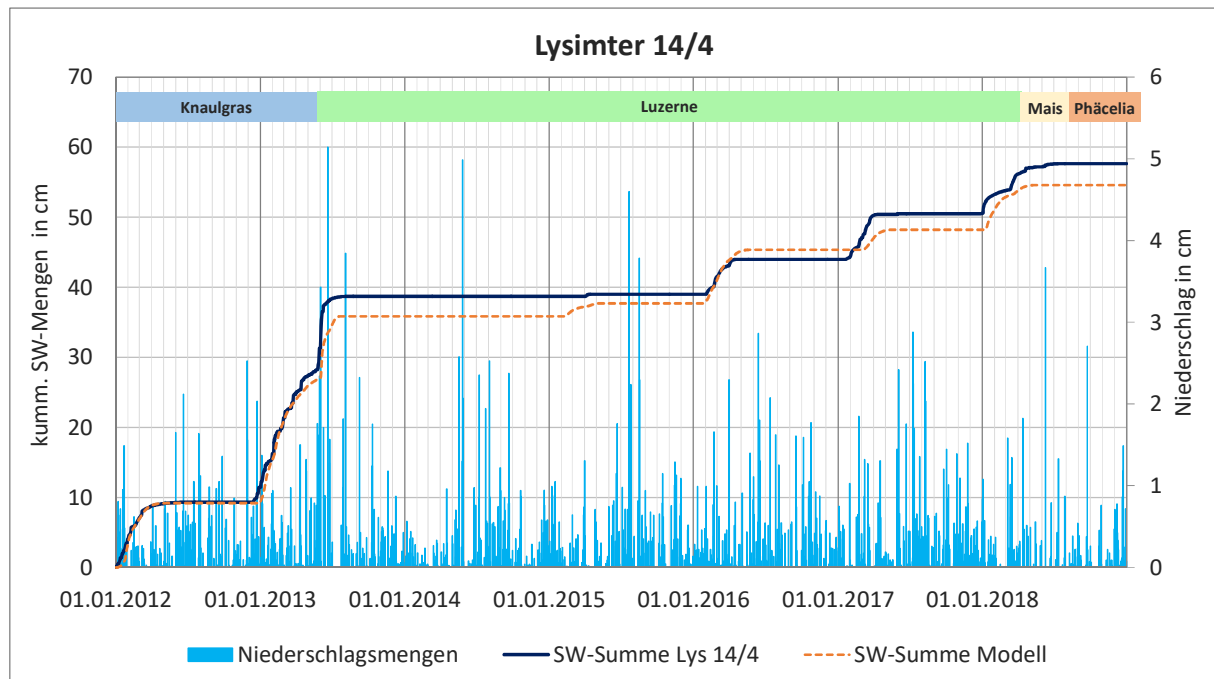


Abb. 5-2 Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen für das Knaulgras bzw. Luzerne-Lysimeter 14/4 sowie der korrigierte Niederschlag (Tageswert Station Brandis)

5.2 Grundwassermodell

Folgende Arbeiten wurden im Rahmen der Laufendhaltung des Grundwasserströmungsmodells HGMSWITZ (Stand 12/2018) durch die IBGW GmbH durchgeführt:

- das Einpflegen aktueller Grundwasserstände bis Frühjahr 2018,
- die Berücksichtigung einer klimavariablen Grundwasserneubildung bis Ende 2017
- die Ausweisung von berechneten Hydroisohypsen und Grundwasserganglinien.

Die klimavariablen Grundwasserneubildung, welche bisher bis Ende 2015 im Modell berücksichtigt war, wurde auf der Basis gemessener Klimadaten nun bis Ende 2017 verlängert. Die Prognosen rechnen für den instationären Zeitraum bis zum Erreichen des stationären Strömungszustands mit mittleren Grundwasserneubildungswerten. Die Fläche des Großversuchs Witznitz wurde speziell mit einer verringerten Grundwasserneubildung von ca. 70% der zuvor für die traditionelle Landwirtschaftsfläche angesetzten Neubildung belegt. Dies berücksichtigt die Anpflanzung von Luzerne, welche hohe Evapotranspirationsraten aufweist.

Abb. 5-3 zeigt die auf der Basis des Modells berechneten Hydroisohypsen für den Zustand Januar 2018 zusammen mit gemessenen Wasserständen. Nördlich der Pleißequerung stellt sich gemäß den Modellberechnungen eine Grundwasserhochlage mit maximalen Wasserständen um +139 m NHN ein. Der Abstrom erfolgt von dort aus in Richtung Pleiße, zum Kahnsdorfer See (*rkd*) sowie in Richtung der Ortslage Kahnsdorf. Südlich der Pleißequerung bildet sich im Modell eine Hochlage auf ca. +137 m NHN aus, von wo aus der GW-Abstrom in Richtung Pleiße sowie nach Süden in das gewachsene Gebiet südlich von Neukieritzsch sowie den Pfeiler im Übergang zur Kippe Deutzen erfolgt.

Die gemessenen Grundwasserstände (siehe **Abb. 5-3**) des Herbstmonitorings 2017, welche zum Vergleich mit den berechneten Werten 01/2018 herangezogen wurden, belegen eine vergleichsweise plausible Modellanpassung. Im Bereich der Hochlage nördlich der Pleißequerung ergibt sich allerdings eine Überschätzung der gemessenen Wasserstände auf Basis des Modells um ca. 1,3 m (Messstelle **WIT4661**). Auch südlich der Pleiße wird an der Messstelle WIT3641 ein Wasserstand berechnet, der ca. 1,2 m über dem gemessenen Wasserstand liegt. Dies könnte zum einen auf die extreme Trockenheit der letzten Jahre zurückzuführen sein, welche sich möglicherweise tatsächlich stärker auswirkt als durch die klimavariablen Grundwasserneubildung berücksichtigt. Für die Hochlage nördlich der Pleiße ist darüber hinaus auch die im Bereich der Großversuchsfläche bisher im Modell angesetzte Neubildungsreduzierung auf 70% der Werte für traditionelle Landwirtschaft relevant. Die Neubildungsreduzierung durch die Luzerne ist ggf. in Zukunft höher anzusetzen.

Abb. 5-4 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. 5-3**. Insgesamt wird die gemessene Entwicklung an allen vier Messstellen mit dem Modell zunächst gut nachvollzogen. In den letzten trockenen Jahren zeigt sich eine Überschätzung der gemessenen Wasserstände, welches entsprechend in zukünftigen Modellüberarbeitungen zu berücksichtigen ist.

Innerhalb des Prognosezeitraums ist für alle Messstellen ein leichter Anstieg der Grundwasserstände um max. 2 m zu erkennen (**Abb. 5-5**), welcher maßgeblich auf die Einstellung mittlerer Klima- und Strömungsverhältnisse zurückzuführen ist. Südlich der Pleiße (Messstellen **WIT3641** und **WIT52341**) resultiert der Anstieg zusätzlich aus dem nach Abschluss der Bergbauaktivitäten im Tagebau Vereinigtes Schleenhain erfolgenden Grundwasserwiederanstieg.

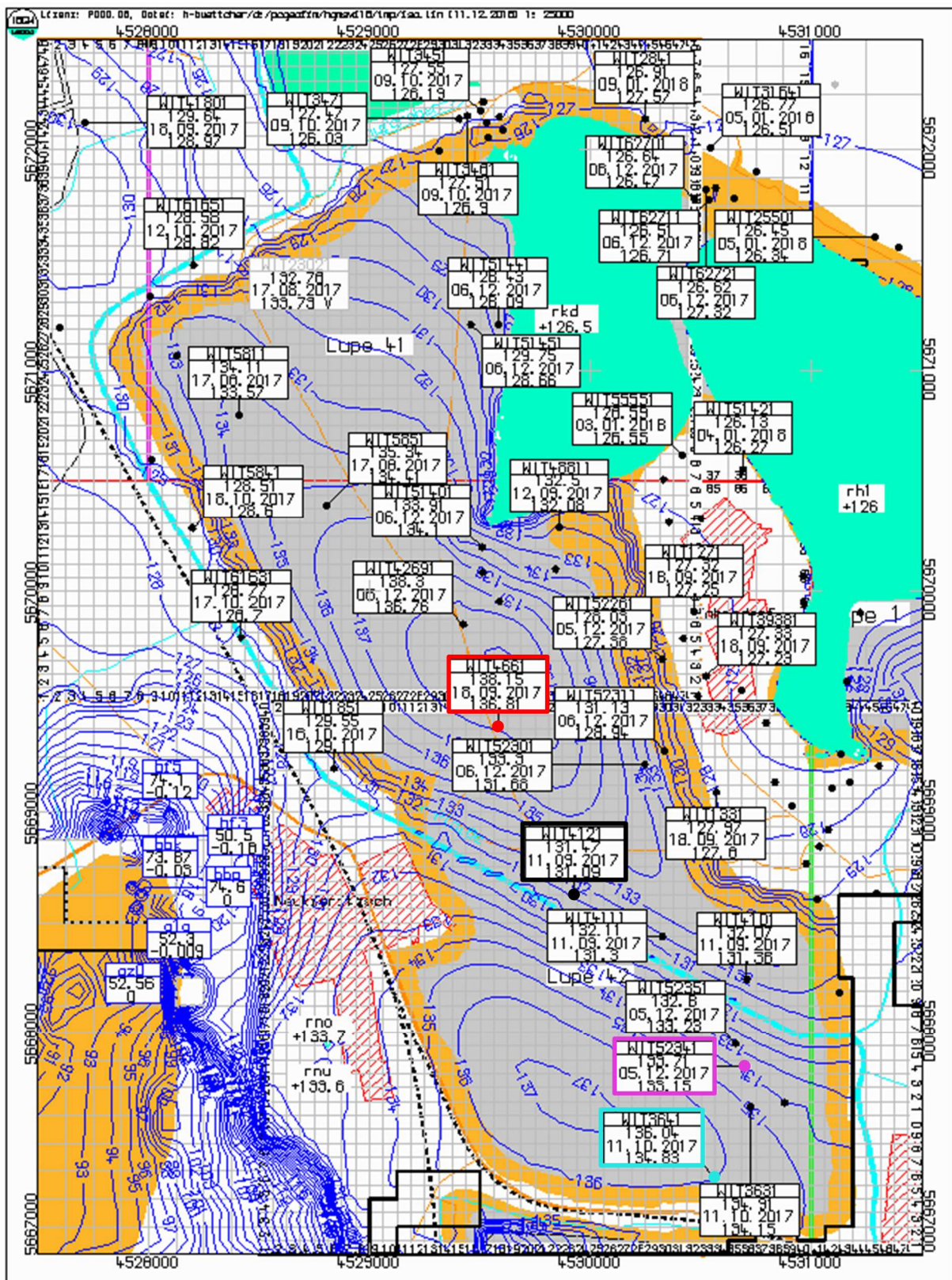


Abb. 5-3 Berechneter Hydroisohypsenplan für die Jahresscheibe 2018 (1/2018)

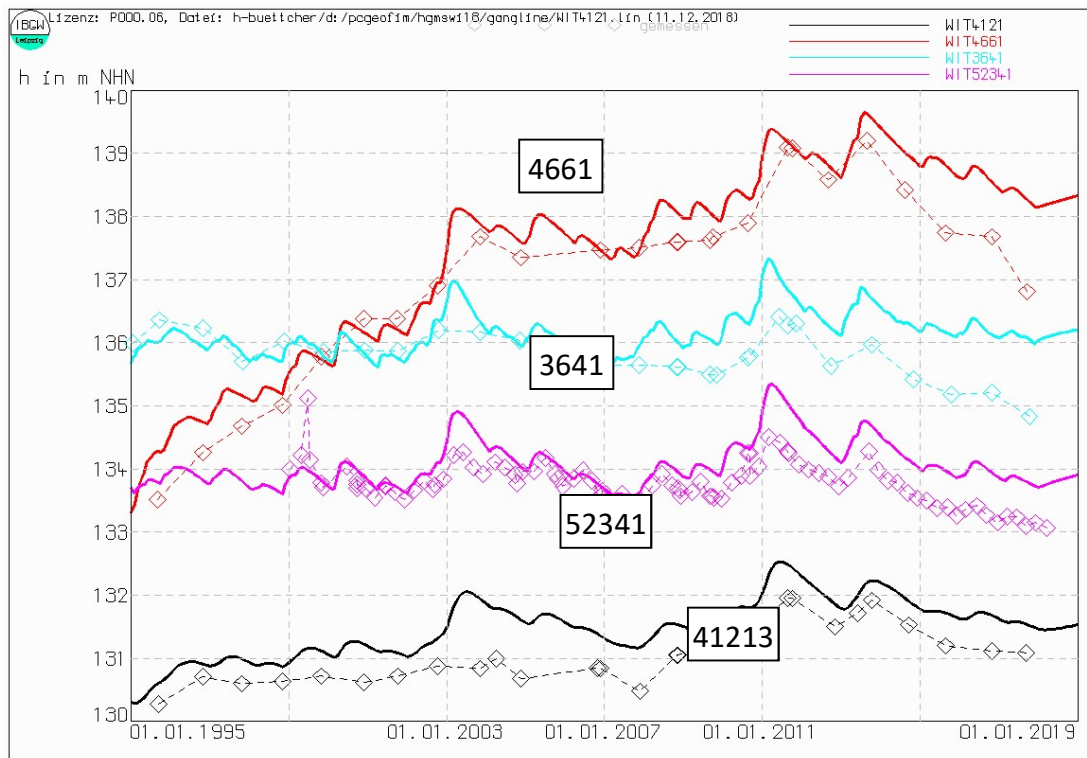


Abb. 5-4 Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße während des Kalibrierungszeitraums

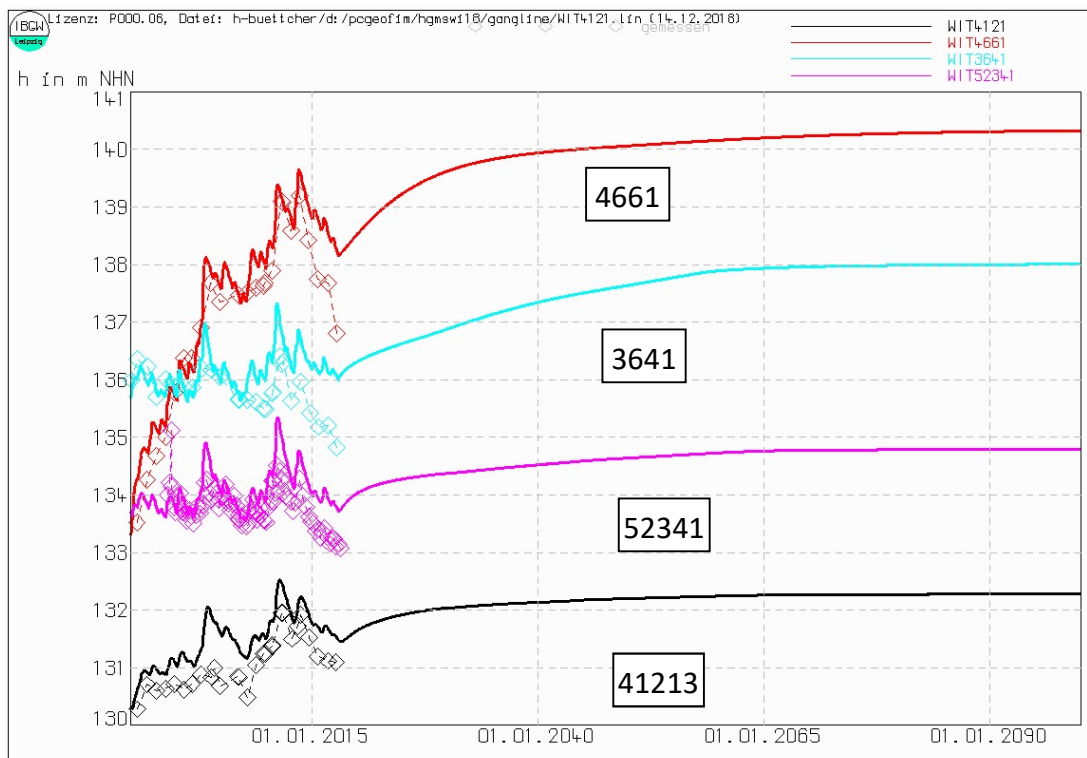


Abb. 5-5 Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße; Kalibrierungs- und Prognosezeitraum bis zur Einstellung stationärer Strömungsverhältnisse

6 Zusammenfassung

Die großtechnische Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuches begann 2014 mit der Luzerneaussaat auf den Teilflächen A bis D und 2015 auf der Teilfläche E. Somit stehen für die Bewertung vier bzw. drei volle Vegetationsperioden zur Verfügung. Auf der Lysimeterstation Brandis wurden parallel die Lysimeter 14/2 und 14/4 mit Luzerne/Knautgras bzw. reiner Luzerne betrieben. Die 12er und 13er Lysimeter dienen als Referenzlysimeter und zur Bewertung des geplanten einjährigen Fruchtwechsels nach 4 Jahren Luzerneanbau.

Auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden 8 Kontrollpunkte in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Die Versuchsfläche VF1 wird seit 2017 nicht mehr bewertet.

Auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden 2018 insgesamt 3 Ernten durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Untersuchungen lassen sich folgende Kernaussagen treffen:

- Die Erntemenge war mit durchschnittlich 360 dt FM/ha der niedrigste Ertrag seit Beginn des Großversuchs.
- Im Vergleich dazu lagen die höchsten Erträge 2017 bei 792,3 dt FM/ha (5 Ernten).
- Grund für die geringen Erträge war das extrem trockene Jahr 2018, in welchem nur etwa 60 % des langjährigen mittleren Niederschlags gefallen sind.
- Die Trockenmassen-Erträge auf den Kontrollflächen K7 und K8 (81 dt TM/ha) lagen auch 2018 wieder unter den Werten der Kontrollflächen K1 bis K6 (99 dt TM/ha).
- Die Erträge auf den Kontrollflächen der Bewirtschaftungsflächen lassen hinsichtlich der 2014 durchgeführten Meliorationsarbeiten keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.
- Die Erträge auf den gekalkten Flächen waren gegenüber der nicht gekalkten Flächen etwas höher. Unterschiede zwischen den tiefengelockerten Bereichen und nicht tiefengelockerten Bereichen war nicht erkennbar.

Auf den Lysimetern wurde im April 2018 der Luzernebestand entfernt und Mais gesät. Die Ernte erfolgte Anfang August. Im September wurde als Zwischenfrucht Phäcelia angebaut. Für 2018 ist erneut Mais vorgesehen, da auf den Kippenflächen im Jahr 2020 ebenfalls Mais angebaut werden soll. Die an den Lysimetern gemessenen Sickerwassermengen betragen im Jahr 2018

- Lys. 14/4 60,6 mm (Luzerne – Mais – Phäcelia)
- Lys. 14/2 71,2 mm (Knautgras-Luzerne – Mais – Phäcelia)
- Lys. 12/1 46,2 mm (Phäcelia – Mais – Winterweizen)
- Lys. 12/2 28,9 mm (Phäcelia – Mais – Winterweizen)
- Lys. 12/3 35,9 mm (Phäcelia – Mais – Winterweizen)

wobei die Sickerwassermengen nicht im Zusammenhang mit dem Maisbewuchs stehen, sondern auf die Vorfrucht Luzerne bzw. Knautgras-Luzerne (14er Lysimeter) und Phäcelia

(12er Lysimeter) zurückzuführen ist. Als Grund für die hohen Sickerwassermengen auf den 14er Lysimetern ist die schlechte physiologische Entwicklung des Luzerne bzw. Knautgras-Luzerne-Bestandes zu nennen, der im April 2018 entfernt wurde. Nach Anbau und Ernte von Mais sowie dem Anbau von Phäcelia als Gründüngung im Herbst wurden keine weiteren Sickerwassermengen gemessen.

Die Ergebnisse der letzten 7 Jahre zeigen, dass nicht zuletzt die stark differenzierten Erträge auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche und den Lysimetern (letztere wurden mit dem Jahresbericht 2016 zur modellgestützten Wirkungsprognose der Maßnahme am Schutzgut Pleiße verwendet) eine Quantifizierung der effektiven Minderung der GW-Neubildung im Kippenkörper erschweren. Vergleicht man die seit Juli 2013 bis Dezember 2018 gemessenen Sickerwassermengen der mit Luzerne bzw. Knautgras-Luzerne bewirtschafteten 14er Lysimeter und der konventionell betriebenen 12er Lysimeter, so ergeben summarisch folgende Mengen:

14/2	275,4 mm (Knautgras-Luzerne)
14/4	182,2 mm (Luzerne)
12er	226 mm (Mittelwert).

Die Sickerwassermengen der Luzerne-Lysimeter unterscheiden sich kaum zu den konventionell betriebenen Lysimetern. Die Gründe dafür sind u. a.

- ungünstige Witterungsbedingungen und Trockenschäden,
- bevorzugte Sickerwasserwege an der Lysimeterwandung oder in Schrumpfrissen,
- erhöhter Fremdbewuchs,
- begrenzte Durchwurzelungstiefen.

Eine angestrebte Minderung der Sickerwassermenge auf 25 % gegenüber Getreide ist somit aus den vorliegenden Lysimeter-Ergebnissen bisher noch nicht ersichtlich. Der Vergleich der seit 2009 ermittelten TM-Erträge zeigt jedoch, dass die Erträge auf den Kontrollflächen mit 152 dt TM/ha mehr als 80 % höher sind, als auf den Lysimetern mit nur 82 dt TM/ha.

Es ist davon auszugehen, dass die Aufwuchsbedingungen auf den Kippenflächen besser sind, so dass es dort zu einer höheren Evapotranspiration, d. h. einem höheren Sickerwasserrückhalt kommt. Es ist daher in dem aktuellen Nachsorgeprojekt eine Erfolgskontrolle vorgesehen. Die Bewirtschaftungswirkung des seit 2017 vollumfänglich umgesetzten Luzerneanbaus auf der Kippe soll mittels Errichtung und Betrieb eines Referenz-Messprofils evaluiert werden. Der Weiterbetrieb der beiden Lysimeter in Brandis soll zur Vorbereitung und Begleitung einer optimierten Fruchtfolge mit einjähriger Zwischenfrucht-Bewirtschaftung nach 4-jährigem Luzerneanbau sowie der Parameterprüfung dienen. Dieser Fruchtwechsel steht für die Bewirtschaftung der Kippenflächen der Osterland GmbH ab 2020 an.

Anlage 1

**Prüfberichte für
die Bestimmung der Ernteerträge**



**GFI Grundwasser-Consulting-Institut
GmbH Dresden**
im Grundwasser-Zentrum Dresden

Prüfbericht 18-Witz-001
Auftraggeber: Prof. Beims - GFI GmbH
Interne Auftrags-Nr. 18-Witz-001
Prüfgegenstand: Biomaterial



Ausstellungsdatum: 13.06.18
Seite 1 von 1

Verfahren: Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts in Schlamm und Sediment nach DIN EN 12880 und in Boden
DIN ISO 11465
Probeneingang: 22.05.2018
Messdatum: von 25.05.2018 bis 25.05.2018
Probenahme: Kunde

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	18/ 0756	18/ 0759	18/ 0760	18/ 0761	18/ 0762
	Trockenmasse	%	26,8	27,3	30,9	27,5
Parameter	Einheit	18/ 0763				
	Trockenmasse	%	29,6			

Mit freundlichen Grüßen

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

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

Verfahren: Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts in Schlamm und Sediment nach DIN EN 12880 und in Boden
DIN ISO 11465
Probeneingang: 11.06.2018 Messdatum: von 13.06.2018 bis 13.06.2018 Probenahme: Kunde

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	18/ 0987	18/ 0988	18/ 0989	18/ 0990	18/ 0991
	Trockenmasse	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5
Parameter	Einheit	18/ 0992	18/ 0993	18/ 0994		
	Trockenmasse	K-6	K-8	K-7		
		22,5	20,1	24,9	21,1	20,2
		26,6	33,3	28,6		

Mit freundlichen Grüßen



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

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

Verfahren: Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts in Schlamm und Sediment nach DIN EN 12880 und in Boden
DIN ISO 11465
Probeneingang: 17.09.2018 Messdatum: von 19.09.2018 bis 19.09.2018 Probenahme: Kunde

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	Messdatum: 19.09.2018				
		18/1869	18/1870	18/1871	18/1872	18/1873
Trockenmasse	%	1	2	3	4	5
		BG				
		31,9				
Parameter	Einheit	Messdatum: 19.10.2018				
		18/1874	18/1875	18/1876	18/1877	18/1878
Trockenmasse	%	6				
		BG				
		31,2				

Mit freundlichen Grüßen



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

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

Anlage 2

Bilddokumentation 2018



Guter Aufwuchs auf Fläche A am 30.04.2018



Weniger guter Aufwuchs auf Fläche E am 30.04.2018



Spärlicher Aufwuchs auf Fläche F am 30.04.2018



Neu hergerichtete Lysimeter 14/2 und 14/4 am 30.03.2018 (2 Tage vor Maisaussaat)



Gute Erträge auf der Fläche C am 18.05.2018 (1. Ernte)



Viel Beiwuchs auf der Fläche C am 18.05.2018 (1. Ernte)



Guter Aufwuchs auf der Fläche A am 11.06.2018 zur 2. Ernte



Fläche C bei der 2. Ernte am 11.06.2018



Fast vertrocknete Fläche A am 17.09.2018 (3. Ernte)



Total vertrocknete Fläche F am 17.09.2018 (3. Ernte)