

Wasserverbrauch und Etablierung von Zwischenfrüchten im Thüringer Becken

Steffi Knoblauch^{1*}, Semrud Gruppe¹ und Andreas Kröckel²

Zusammenfassung

In niederschlagsarmen Gebieten birgt der Anbau von Zwischenfrüchten die Gefahr, dass der Bodenwasservorrat für die nachfolgende Hauptkultur geschmälert wird. Auf der Basis von Lysimetermessungen zeigte sich, dass eine Mitte August ausgesäte Sommerzwischenfrucht im Vergleich zu einer Brache mit auflaufendem Ausfallgetreide nur etwa 30 mm mehr Wasser verdunstet. Mit dem erzielten Trockenmasseertrag von 12 bis 16 dt/ha auf einem Lössboden wurde ein pflanzlicher N-Entzug von 30 bis 40 kg/ha realisiert, der im Interesse der Minderung der N-Auswaschung beachtlich ist. Da höhere Trockenmasseerträge mehr Wasser benötigen, sollte die Aussaat in Trockengebieten nicht wesentlich vor Mitte August erfolgen. In einem weiteren Lysimeterversuch wurde festgestellt, dass eine nach Ernte auf die Getreidestoppel verteilte Strohdecke die Verdunstung im Vergleich zu einem flachen Stoppelsturz signifikant um 0,5 mm/d vermindert. Diese Beobachtung wurde in der Praxis unter Einsatz einer Universaldrillmaschine im Direktsaatverfahren getestet.

Schlagwörter: Evaporation, Strohbedeckung, flacher Stoppelsturz, Trockenmasseertrag, pflanzliche N-Aufnahme

Zusammenfassung

In low rainfall regions catch crops can reduce the soil moisture level for the following main crop. With the help of lysimeter it could be shown, that summer catch crops required only 30 mm more water than a bare soil with volunteer cereals. The dry matter yield extended from 12 to 16 dt per hectare on a loess soil and the plant nitrogen uptake from 30 to 40 kg per hectare. This is an important contribution for reducing nitrate leaching to water bodies. It can be assumed, that a higher yield will need more water. Therefore the seed shouldn't be made before mid August. In a further lysimeter experiment was found, that straw covering cereal stubbles reduced the evaporation significantly by 0,5 mm per day compared to shallow stubble working. This result was tested in practice using a Universal seed drill by a direct sowing procedures.

Keywords: evaporation, straw cover, shallow stubble working, yield, plant nitrogen uptake

Einleitung

Zwischenfrüchte werden zwischen den Hauptkulturen in Ackerbaufruchtfolgen angebaut. Sie dienen der Verminderung der N-Auswaschung aus dem Wurzelraum, dem Schutz des Bodens vor Erosion und verbessern mit ihren Wurzelrückständen und der auf der Fläche verbleibenden oberirdischen Biomasse die Bodenfruchtbarkeit. Langjährige Messungen der N-Auswaschung auf Schwarzerden mit skelettreichem Unterboden im Thüringer Becken zeigen, dass die Einhaltung einer Nitratkonzentration des Sickerwassers kleiner 50 mg/l trotz fachgerechter Düngung schwierig ist. Durch Bindung von N in Zwischenfrüchten könnte die N-Auswaschung reduziert werden. Im Thüringer Becken, einem Teil des mitteldeutschen Trockengebietes, ist der Bodenwasserspeicher der tiefgründigen Löss im Frühjahr häufig nicht vollständig aufgefüllt. Eigene Messungen in der Ackerbaufruchtfolge von 2005 bis 2010 erbrachten in fünf von sechs Jahren zu Vegetationsbeginn Bodenfeuchtedefizite von -26 bis -192 mm (KNOBLAUCH 2011). In abgeschwächtem Maß traf dies auch auf eine skelettreiche

Para-Rendzina aus unterem Keuper zu mit einem Defizit von -82 mm in einem von sechs Jahren. Durch Anbau von Zwischenfrüchten kann sich das Bodenwasserdargebot weiter vermindern. Hinzu kommt, dass es aufgrund der geringen Niederschläge im Sommer schwierig ist, die ausgebrachte Saat zum Auflaufen zu bringen. Im folgenden Beitrag wird im ersten Teil über die Wirkung einer Strohbedeckung der Getreidestoppel auf die Evaporation im Vergleich zu einem flachen Stoppelsturz berichtet. Im zweiten Teil steht die Verdunstung einer Sommerzwischenfrucht-Mischung im Vergleich zur Brache im Mittelpunkt. Der dritte Teil widmet sich einem Praxisversuch, in dem mit verschiedenen Anbauverfahren (Saatbettbereitung, Aussaat) der Einfluss auf den Feldaufgang, Trockenmasseertrag und N-Entzug von Sommerzwischenfrüchten geprüft worden ist.

Material und Methoden

Die Versuche wurden mit Hilfe der Feldlysimeter Butteltstedt und auf einem Feldschlag des Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgutes durchgeführt.

¹ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, D-07743 JENA

² Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut GmbH, Am Feldschlöbchen 6/7, D-99439 BUTTELSTEDT

* Ansprechpartner: Dr. Steffi Knoblauch, s.knoblauch@tllmail.de





Abbildung 1: Lysimeteranlage Butteltstedt.

Tabelle 1: Bodenphysikalische und -chemische Kennwerte der Versuchsböden.

Horizont	uT cm	ρ_t g cm ⁻³	Skelett G.-%	Bodenart	Tongehalt %	nFK b. pF 2,5 Vol. %	pH CaCl ₂	C _{org} %
Braunerde-Tschernosem aus Löß								
Ap	25	1,36	0,08	Lu	26,6	11,7	6,6	1,7
Ah	43	1,46				10,6	6,5	1,2
Ah-Bv	65	1,49	0,08	Lu	29,4	7,2	6,7	0,8
Ckc1	110	1,53	4,4	Lu	20,3	9,5	7,4	0,3
Ckc2	160	1,63	8	Lu	19,2	10,5	7,6	0,2
Ckc3	200	1,59	2,5	Lu	23,2	11,1	7,7	0,4
Para-Rendzina aus unterem Keuper								
Ap	30	1,5	34,1	Lt3	39,0	9,6	7,5	1,6
II eICv	58	1,62	16,4	Ls2	24,6	8,6	7,6	0,3
III eICv	69	1,72	11,1	Lt2	27,3	5,0	7,6	0,4
IV eICv	88	1,65	12,0	Lu	20,6	12,0	7,7	0,3
V eICv	110	1,86	16,3	Ls3	21,1	8,2	7,6	0,2
VI eICv	140	1,75	15,9	Ls2	24,5	7,9	7,5	0,2
VII eICv	200	1,75	30,9	Ls2	19,1	11,7	7,4	0,2

Die Lysimeteranlage Butteltstedt umfasst 16 Feldlysimeter mit einer Oberfläche von 2 m² und einer Tiefe von 2,0 (Para-Rendzina aus unterem Keuper) bzw. 2,5 m (Braunerde-Tschernosem aus Löß). Die Lysimeter sind monolithisch befüllt und befinden sich zur Vermeidung von Oaseneffekten inmitten eines ebenso wie die Lysimeter bewachsenen Feldschlages mit einem Umfang von 20 ha (Abbildung 1). Das Sickerwasser wird tensionsgesteuert mit Hilfe von Saugkerzen aus Keramik und Borosilikatglas (Braunerde-Tschernosem, lö) und gravitativ über eine körnungsabgestufte Filterzone aus Quarzschluff, -sand und -kies (Para-Rendzina, ku) gewonnen. Die Lysimeter werden kontinuierlich gewogen mit einer Meßgenauigkeit von +/- 100 g bzw. einer Niederschlags- und Verdunstungshöhe von 0,05 mm. Die Tageswerte der Verdunstung und des Niederschlages ergeben sich aus der Gewichtsänderung von gemittelten Stundenwerten. Im Jahr 2010 waren 10 Lysimeter wägbare, im Jahr 2014 alle 16 Lysimeter. Die Messung der Bodenfeuchte erfolgt in 20cm-Tiefenabstufungen mit Hilfe einer Am/Be-Neutronensonde in wöchentlichem Abstand während der Vegetationszeit.

Bei den Versuchsböden handelt es sich um einen Braunerde-Tschernosem aus Löß und eine Para-Rendzina aus unterem

Keuper (Tabelle 1). Die Bodenart des Lößbodens ist durchgängig schluffiger Lehm. In Anbetracht von Grobporengehalten > 6 Vol.% bis in 200 cm Tiefe bestehen günstige Bedingungen für die Durchwurzelung. Die nFK-Werte liegen mit 7,1 bis 13,2 Vol.% im mittleren Bereich.

Der Keuperverwitterungsboden ist in der Ackerkrume durch einen mittel tonigen Lehm (Bodenartengruppe Schlufftone) mit einem Tongehalt von 39% sowie einen mittleren Skelettanteil von 34,1 % gekennzeichnet. Darunter folgen Verwitterungsprodukte des unteren Keupers (Tonstein, Schluff- und Tonmergel, Dolomit, Sandstein), z.T. durchmischt mit Löß mit im Tiefenverlauf stark wechselnden Korngrößenanteilen und Skelettgehalten. Die Bodenart der C-Horizonte variiert zwischen sandigem, schluffigem und tonigem Lehm.

In der Fruchtfolge gelangen Winterraps, Winterweizen, Silomais/ Sorghum bicolor und Braugerste zum Anbau. Für die Bestimmung der unvermeidbaren N-Auswaschung von zwei für das Thüringer Becken typischen Böden wird eine fachgerechte mineralische und mineralisch-organische Düngung geprüft. Das Stroh bleibt auf dem Feld. Zwei Lysimeter werden mit Zusatzwasser versorgt für die Ermittlung der potenziellen Evapotranspiration des Pflanzenbestandes.

Tabelle 2: Varianten im Lysimeterversuch.

Versuchsjahr 2010		
Variante	1_1	1_2
Ablauf der Stoppelbearbeitung/-bedeckung	nach Aberntung von Winterweizen Stroh häcksel breitwürfig ausgebracht am 26.7.2010 Stoppelsturz, 5 cm tief, am 26.7.2014 (Bedeckungsgrad Stroh 30...60%)	Strohbedeckung (Bedeckungsgrad 100%) Stoppelsturz, 5 cm tief, am 4.4.2014
Lysimeter	k1, k5, k6, lö13, lö15	k2, k3, k7, lö14, lö16
Versuchsjahr 2013		
Variante	2_1	2_2
Ablauf des Bewuchses mit Zwischenfrucht bzw. Ausfallgetreide und der Bodenbearbeitung	nach Aberntung von Sommergerste Stroh häcksel breitwürfig ausgebracht (Bedeckungsgrad 100%) am 20.8.2013 Aussaat Sommer-Zwischenfruchtmischung ¹ am 26.8.2013 Mulchen des Zwischenfruchtbestandes am 13.11.2013 Grubberfurche (in etwa wendender Umbruch mit Spaten, 15 cm tief) am 14.3.2014	ungehindertes Auflaufen von Ausfall-Sommergerste Pflugfurche (wendender Umbruch mit Spaten, 20 cm tief) am 30.10.2013
Lysimeter	k1 bis 7, lö8 bis 12, lö15 und 16	lö13 und 14

¹ Aqua Pro (DSV) mit den Saatpartnern und Anteilen in %: Rauhafer 46, Phacelia 16, Buchweizen 16, Öllein 16, Ramtillkraut 5,5 und Färberdistel 0,5

Tabelle 3: Varianten im Feldversuch.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Stroh häcksel breitwürfig mit Mähdrescher am 2.8.2014			Strohschwad und Strohabfuhr am 10.8.2014		
ohne Stoppelsturz			Stoppelsturz mit Kurzscheibenegge, 10 bis 12 cm tief, am 14.8.2014		Güllegrubber mit 30 m ² /ha Rindergülle, resp. 40 kg/ha N _{ges} , 15 cm tief, am 14.8.2014
Aussaat im Direktsaatverfahren mit Universalsämaschine Ultima CS, Köckerling, pneumatisch, 3 bis 4 cm tief am 18.8.2014			Aussaat mit Drillmaschine Solitair 12, Lemken, pneumatisch, 2 bis 3 cm tief am 18.8.2014		
ZF, Phacelia	ZF, Universal ¹	ZF-Mischung, Aqua Pro ²			

¹ Zwischenfrucht (ZF) Universal (Saatunion) mit den Saatpartnern und Anteilen: Rauhafer 65, Phacelia 15, Alexandrinerklee 20

² Aqua Pro (DSV) mit den Saatpartnern und Anteilen in %: Rauhafer 46, Phacelia 16, Buchweizen 16, Öllein 16, Ramtillkraut 5,5 und Färberdistel 0,5

Im Jahr 2010 wurde nach Aberntung von Winterweizen das Stroh breitflächig auf die Stoppel verteilt und die Hälfte der Lysimeter am 26.7. einem flachen Stoppelsturz mit einer Bearbeitungstiefe von etwa 5 cm unterzogen (Var. 1_1, Tabelle 2). Die andere Hälfte blieb die folgenden 9 Tage unbearbeitet (Var. 1_2, Tabelle 2) und erhielt am 4.8.2010 einen flachen Stoppelsturz.

Im Jahr 2013 wurde nach Ernte von Sommergerste das gehäckselte Stroh wie 2010 breitflächig auf die Lysimeter ausgebracht. Sechs Tage später erfolgte auf 14 Lysimetern die Aussaat der Zwischenfrucht-Mischung Aqua Pro mit den Bestandsbildnern Rauhafer, Phacelia, Buchweizen, Öllein, Ramtillkraut und Färberdistel (Var. 2_1, Tabelle 2). Das Saatgut kam mit Kleingeräten etwa 2cm tief unter die Strohdecke zur Ablage. Auf zwei Lysimetern wurde keine Zwischenfrucht ausgesät und ein Aufwuchs mit Ausfall-Sommergerste zugelassen (Var. 2_2, Tabelle 2).

Am 30.10. erfolgte der Umbruch der mit Ausfallgetreide bewachsenen Stoppel, entsprechend einer Pflugfurche. Der Zwischenfruchtbestand der übrigen Lysimeter wurde am 14.11. geerntet und unmittelbar danach als Langgut auf die Lysimeter zurückgegeben, entsprechend des Mulchens. Mitte März, am 14.3.2014 wurde der mit abgestorbenem Pflanzenmaterial der Zwischenfrüchte bedeckte Boden umgebrochen.

Der Feldversuch mit dem Praxispartner TLPVG lief auf einem Feldschlag mit der Vorfrucht Winterweizen auf einem Braunerde-Tschernosem aus Löß (Tabelle 1) ab. Während der Ernte des Winterweizens brachte der Mähdrescher auf einem Teil der Versuchsfläche das Häckselstroh breitwürfig aus mit dem Ergebnis eines Bedeckungsgrades von überwiegend 100%. Auf einem anderen Teil wurde das Stroh abgefahren. In die mit Stroh bedeckte Fläche wurde die Aussaat drei verschiedener Zwischenfruchtmischungen

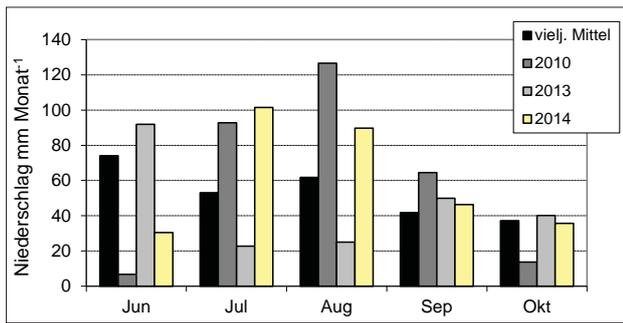


Abbildung 2: Niederschlag in den Sommermonaten der Versuchsjahre.

mit Hilfe einer Universalsämaschine ohne vorherigen Stoppelsturz vorgenommen (Tabelle 3) in Anlehnung an die Aussaat im Lysimeterversuch 2013. Im Vergleich hierzu erfolgte der Einsatz der Universalsämaschine auf einer von Stroh beräumten Fläche. In einer weiteren Variante kam das praxisübliche Anbauverfahren, Strohabfuhr - flacher Stoppelsturz – Drillmaschine, zur Anwendung. In Trockenperioden könnte der Oberboden in diesem Verfahren stark austrocknen. Im Interesse des Betriebes wurde eine weitere Variante mit Güllegrubber nach Strohabfuhr und Ausbringung von 30 m³/ha Rindergülle erprobt (Tabelle 3). Die Lysimeterstation Buttstedt und die landwirtschaftlichen Nutzflächen des Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgutes (TLPG) liegen im Thüringer Becken. Das vieljährige Mittel (1960 bis 1991) der Temperatur beträgt 8,3 °C, dasjenige des Niederschlages 544 mm. Die vieljährigen Werte von April bis September lauten 13,9 °C und 336 mm. Im Versuchsjahr 2010 war es nach einem sehr trockenen und warmen Juni überdurchschnittlich feucht (Abbildung 2) mit etwas über- und unternormalen Temperaturen. Im

Jahr 2013 folgte auf einem niederschlagsreichen Juni eine sehr trockene und warme Witterung im Juli und August. Der September wies eine normale Witterung auf. Im Jahr 2014 zeichneten sich die Monate Juli und August durch ergiebige Niederschläge und übernormale Temperaturen im Juli sowie etwas zu kühler Witterung im August aus. Im September und Oktober war es niederschlagsnormal und deutlich zu warm.

Ergebnisse und Diskussion

Evaporation von Getreidestoppel mit Strohbdeckung im Vergleich zu flachem Stoppelsturz

Nach Aberntung von Sommergerste zeigt die Evaporation im Mittel von je fünf Lysimetern einen nahezu gleichen Verlauf in Abhängigkeit von der Globalstrahlung (Abbildung 3). Nach Aufbringung der Strohhäcksel und anschließendem flachen Stoppelsturz der Hälfte der Lysimeterböden weicht die Evaporation der beiden Varianten deutlich voneinander ab, vor allem bei hohem Verdunstungsanspruch. Im Mittel des Zeitraumes vom 26.7. bis 3.8.2010 verdunsteten die Lysimeter mit Strohbdeckung 1,18 mm/d und diejenigen mit flachem Stoppelsturz 1,70 mm/d. Der Unterschied ist mit einer $GD_{Tukey, 5\%} = 0,186$ statistisch gesichert. Nachdem auch die mit Stroh bedeckten Lysimeter flach bearbeitet werden, gleichen sich die Werte der Evaporation an. Die Mittelwerte der beiden Varianten betragen 1,73 (1_2) und 1,68 mm/d (1_1) und unterscheiden sich mit einer $GD_{Tukey, 5\%} = 0,25$ nicht mehr signifikant. Während der neun Tage mit differenzierter Bodenbedeckung regnet es an allen Tagen, insgesamt 33 mm, was die Evaporation begünstigt hat.

Auch wenn der Unterschied von 0,52 mm/d nicht sehr groß ausfällt, weist die statistische Sicherung des Ergebnisses da-

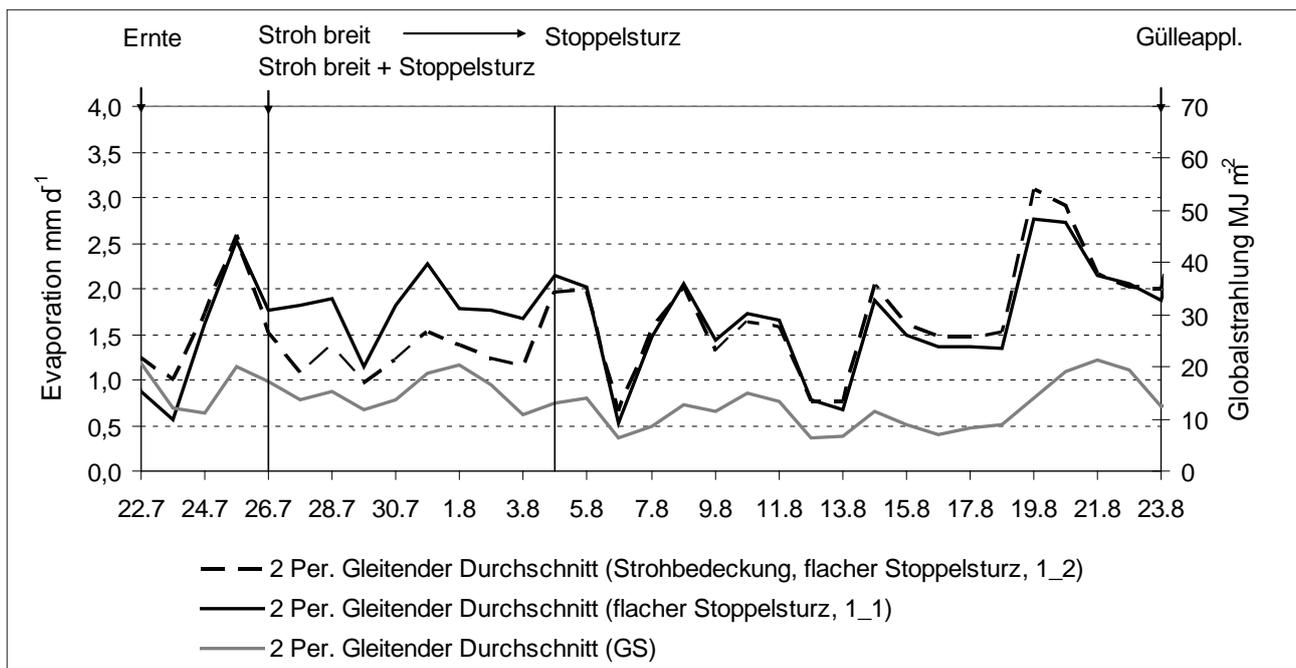


Abbildung 3: Evaporation von Getreidestoppel mit Strohbdeckung im Vergleich zu flachem Stoppelsturz, Versuchsjahr 2010.

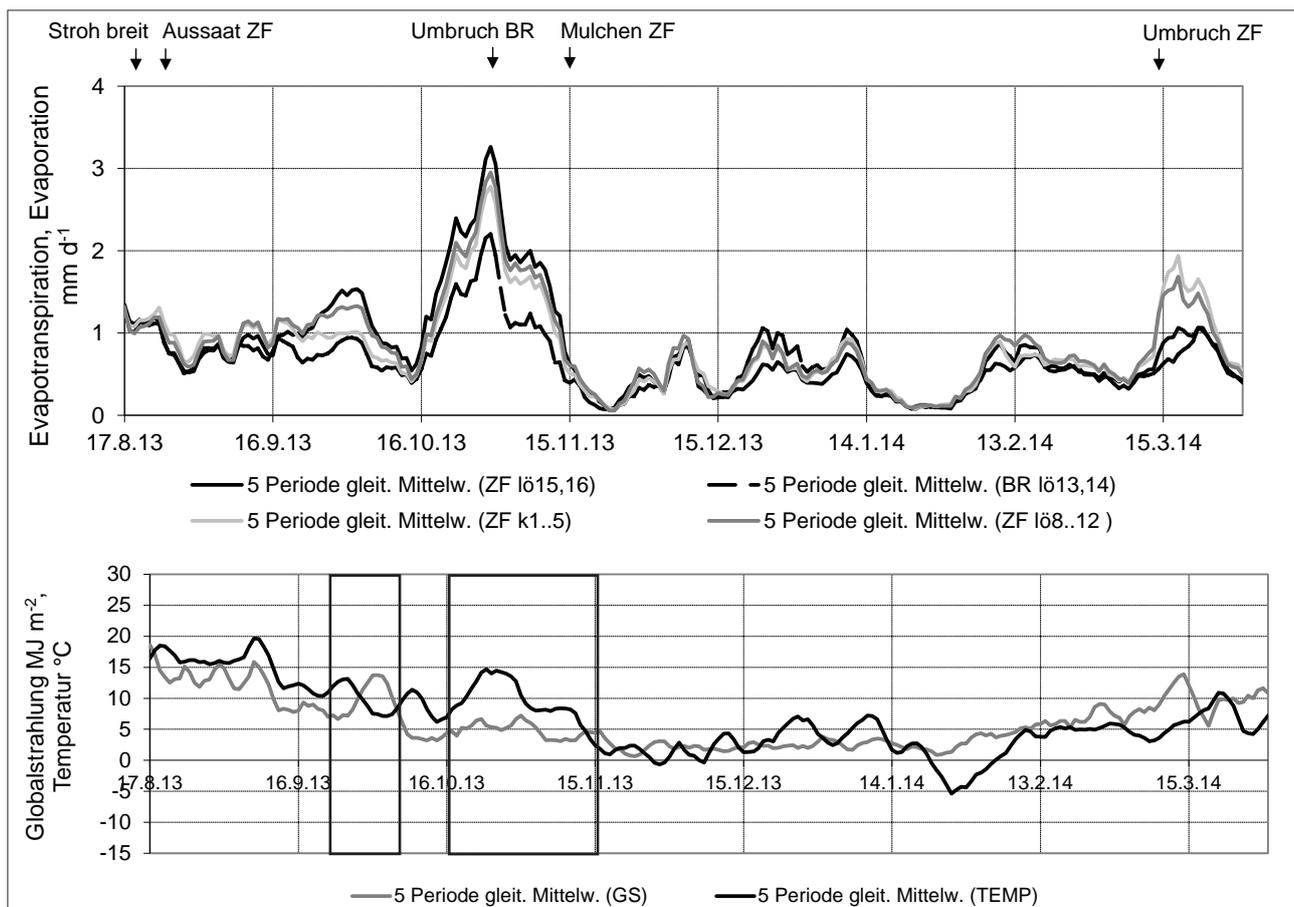


Abbildung 4: Evaporation/ Evapotranspiration von Sommerzwischenfrucht (ZF, 2_1) und Brache mit auflaufender Ausfall-Sommergerste/ Pflugfurche (BR, 2_2).

raufhin, dass eine Strohecke die Evaporation im Vergleich zum flachen Stoppelsturz vermindert. Es kann vermutet werden, dass dieser Unterschied mit zunehmender Bearbeitungstiefe größer wird, da eine größere Bodenoberfläche dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre ausgesetzt ist. Des Weiteren kann eine um 0,5 mm/d geringere Verdunstung über eine längere Periode dazu beitragen, den Bodenwassergehalt in der oberen Saatbettzone anzuheben und die Bedingungen für die Keimung der Saat zu verbessern. Für die Etablierung von Zwischenfrüchten bei ausbleibenden Niederschlägen im Juli und August könnte diese Wassermenge bedeutsam sein.

Evapotranspiration einer Sommerzwischenfrucht im Vergleich zu Brache

Nach Aussaat der Sommerzwischenfrucht-Mischung (ZF) am 26.8. lief der Pflanzenbestand etwa 9 Tage später auf. Mit zunehmender Globalstrahlung zeichnete sich ab Ende September ein deutlicher Anstieg der Evapotranspiration (ET) der mit Zwischenfrucht etablierten Lysimeter ab. Die ET der mit Ausfallgetreide bewachsenen Lysimeter blieb demgegenüber zurück (Abbildung 4). Der ZF-Bestand hatte zu diesem Zeitpunkt einen Bedeckungsgrad von 50 % auf den Löß-Lysimetern und 20 % auf den Keuper-Lysimetern

erreicht. Derjenige des Ausfallgetreides glich mit 20% dem der Keuper-Lysimeter.

Unter dem Einfluss einer deutlich zu warmen Witterung ab Mitte bis Ende Oktober (Monatsmittelwert 11,7 °C im Vergleich zu 8,9 °C im vielj. Mittel) steigt die ET der ZF mit Bedeckungsgraden von 80 bis 100% deutlich über dem Wert des Ausfallgetreides (Bedeckungsgrad 50%). Nach Umbruch des Ausfallgetreides sinkt die Verdunstung rapide, diejenige der ZF aufgrund geringer werdenden Verdunstungsanspruchs der Atmosphäre in abgeschwächtem Maß. Nach Mulchen der Zwischenfrucht am 14.11.2013 ist im weiteren Verlauf des Winterhalbjahres bis zum Zeitpunkt des Umbruchs der abgefrorenen ZF am 14.3.2014 kein Unterschied mehr zu einer Pflugfurche zu erkennen.

Im Mittel des Zeitraumes Aussaat Zwischenfrucht bis Mulchen betrug die Evapotranspiration 1,15 mm/d auf den mit Para-Rendzina (ku) befüllten Lysimetern und 1,25 bis 1,31 mm/d auf den Lysimetern mit Braunerde-Tschernosem (lö) (Tabelle 4). Die Verdunstung des mit Ausfall-Sommergerste bewachsenen Lysimeters lag mit 0,91 mm/d deutlich niedriger. In der Summe verbrauchte der ZF-Bestand auf dem Lößboden 28 bis 33 mm mehr Wasser als ein Bewuchs mit Ausfallgetreide und nachfolgender Pflugfurche. Ab Mulchen des ZF-Bestandes Mitte November bis zum Umbruch Mitte März des Folgejahres gab es keinen Unterschied mehr zur Pflugfurche.

Tabelle 4: Evapotranspiration/ Evaporation im Anbauverfahren Sommerzwischenfrucht-Mischung im Vergleich zu Ausfallgetreide/ Pflug.

Variante	2_1 Aufwuchs ZF ^{1/} gemulchte ZF ²		2_2 Ausfallgetreide ^{3/} Pflugfurche ⁴		Differenz ZF zu Ausfallgetreide/ Pflugfurche		
	Para-Rendzina	Braunerde-Tschernosem					
	k15	lö8..12	lö15, 16	lö13,14	lö8..12 zu lö13,14	lö15,16 zu lö13,14	
Evapotranspiration/ Evaporation							
Aussaat bis Mulchen ZF ¹	mm	92	100	106	73	+28	+33
	mm/ d	1,15	1,25	1,32	0,91	+0,34	+0,41
Mulchen bis Umbruch ZF ²	mm	59	62	50	58	+4	-8
	mm/ d	0,49	0,52	0,41	0,48	+0,03	-0,07
Trockenmasseertrag	dt/ ha	9,4	11,8	16,3	7,3		
N-Entzug	kg/ha	30,0	32,3	39,7	22,5		

¹ Zeitraum 26.8. bis 13.11.2013, ² Zeitraum 14.11.2013 bis 13.3.2013, ³ Zeitraum 26.8. bis 28.10.2013, ⁴ Zeitraum 29.9.2013 bis 13.3.2014

Der Trockenmasseertrag der Zwischenfrucht der Löß-Lysimeter belief sich auf 11,8 bis 16,3 dt/ha. Damit wurde ein N-Entzug von 32,3 bis 39,7 kg/ha erzielt. Der Pflanzenbestand der Keuper-Lysimeter, der von Anfang in seiner Entwicklung zurückblieb, bildete demgegenüber einen geringeren Trockenmasseertrag (Tabelle 4).

Da es im Verlauf einer Vegetationszeit auch andere Quellen unproduktiver Verdunstungsverluste gibt, wie z.B. aufwachsender Ausfalltraps im Juli und August mit höchstem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre ist der festgestellte Mehrbetrag der Verdunstung durch Anbau von Zwischenfrüchten akzeptabel im Hinblick auf die Schonung der Bodenwasservorräte für die Folgefrucht. Die mit dem geringen gebildeten Trockenmasseertrag aufgenommene N-Menge ist in Anbetracht von N-Austrägen im Bereich von 5 bis 63 kg/ha bzw. durchschnittlich 26 kg/ha auf den Keuperverwitterungsböden im Thüringer Becken (KNOBLAUCH et al. 2013) ein bedeutender Beitrag für die Minderung der N-Auswaschung. Je mehr Trockenmasse von Zwischenfrüchten gebildet wird, desto größer wird auch die Verdunstung sein. Eine Aussaat der Sommerzwischenfrucht vor Mitte August trägt das Risiko einer höheren Verdunstung und ist im Interesse eines hohen Ertrages der folgenden Hauptkultur nicht zu empfehlen.

Trockenmasseertrag von Sommerzwischenfrucht in Abhängigkeit vom Anbauverfahren im Praxis-Feldversuch

Aufgrund überdurchschnittlicher Niederschläge im Juli und August 2014 wies der Lößboden zur Aussaat der ZF am 18.8. bis in 60 cm Tiefe einen Wassergehalt von 80 % nFK auf. Der Pflanzenbestand erreichte das Entwicklungsstadium Aufgang (60% der Endpflanzenzahl) im Anbauverfahren Strohabfuhr/ Stoppelsturz/ Drillmaschine etwa 5 d eher im Vergleich zu Stroh breit/ Direktsaat (Tabelle 5). Dieser Unterschied zeigte sich auch im Zeitpunkt des Erreichens eines

Bedeckungsgrades von 50%. Zur Probenernte, kurz vor Eintritt von Nachtfrosten, am 29.10.2014, wies der Pflanzenbestand in allen Varianten einen Bedeckungsgrad von etwa 100% auf und eine Bestandeshöhe von 41 bis 88 cm. Die ZF-Mischung Aqua Pro mit Rauhafer, Phacelia, Buchweizen, Öllein und Ramtilkkraut erzielte in der Variante Stroh breit/ Direktsaat einen Trockenmasseertrag von 12 dt/ha. In der Variante Strohabfuhr/ Direktsaat war demgegenüber ein höherer Ertrag von 16 dt/ha festzustellen. Die technologisch aufwendigste Variante Strohabfuhr/ Stoppelsturz/ Drillmaschine führte zu einem Trockenmasseertrag von 20,2 dt/ha. Die Anwendung des Güllegrubbers mit 39,6 kg/ha Gülle-N und Drillmaschine brachte im Vergleich dazu keinen höheren Ertrag (Tabelle 5). Der N-Entzug der ZF-Mischung hing eng mit dem Ertrag zusammen und erreichte mit 34 bis 56 kg/ha in den Varianten ohne N-Düngung und 66 kg/ha in der Gülle-N-Variante eine für den Gewässerschutz akzeptable Größe. Die Anwendung von Phacelia-Reinsaat und der Zwischenfruchtmischung Universal aus Rauhafer, Phacelia und Alexandrinerklee erwies sich im Verfahren Stroh breit/ Direktsaat als ertragsstärker im Vergleich zur ZF-Mischung Aqua Pro. Aufgrund eines in allen Varianten unregelmäßig in der Fläche ausgebildeten ZF-Bestandes waren die Ertragsunterschiede nicht signifikant.

Die Vermutung, dass im Verfahren Stroh breit und Direktsaat mit einer Grubberdrillmaschine aufgrund geringerer Verdunstungsverluste ein schnellerer und gleichmäßigerer Aufgang sowie ein höherer Trockenmasseertrag erzielt wird im Vergleich zu flachem Stoppelsturz konnte im Praxisversuch im Jahr 2014 nicht bestätigt werden. Aufgrund der ergiebigen Niederschläge kam es nicht zu der in Trockengebieten im Sommer häufig zu beobachtenden Austrocknung des Oberbodens nach Stoppelsturz. Außerdem kann die hohe Strohmenge von 96 bis 105 dt/ha Trockenmasse in der Variante Stroh breit/ Direktsaat die Ablage der Saatkörner in den Boden behindern. Dazu kommt, dass für die mikrobielle Umsetzung des Strohs mineralischer Stickstoff

Tabelle 5: Trockenmasseertrag und N-Entzug von Sommerzwischenfrucht-Mischungen unter dem Einfluss verschiedener Anbauverfahren.

Variante		F1	F2	F3	F4	F5	F6
		Stroh breit			Strohabfuhr		
		ohne Stoppelsturz				Stoppelsturz	Güllegrubber
		Direktsaat mit Universalsämaschine Ultima CS				Drillmaschine Solitair 12	
		Phacelia	Universal	Aqua Pro			
Boden-N _{min} -Gehalt nach Ernte 0...60cm	kg/ha	45	74	32	49	46	62
Aufgang		2.9.	5.9.	3.9.	3.9.	30.8.	30.8.
Bedeckungsgrad 50%		20.9.	23.9.	23.9.	23.9.	20.9.	18.9.
Bestandeshöhe zur Ernte	cm	40	46	41	55	59	58
Trockenmasseertrag	dt/ha	15,3	14,8	12,0	16,0	20,2	20,1
GD _{Tukey, 5%}	dt/ha	9,5					
N-Entzug	kg/ha	39,8	47,3	34,0	48,2	56,1	65,6

im Boden verbraucht wird zu Ungunsten der Ernährung der Zwischenfrucht. Der Praxis-Feldversuch wird in zwei weiteren Jahren wiederholt.

Literatur

KNOBLAUCH, S., E. ALBERT, U. HAFERKORN, J. HEYN, L. HEROLD, T. LIPPOLD, E. LEHMANN, J. LORENZ, B. ZACHOW, R. MEISSNER, J. SEEGER, M. SCHRÖDTER und C. STRAUSS, 2013: Wirkung landwirtschaftlicher Nutzung auf die N-Auswaschung

anhand langjähriger Lysimetermessungen in Mittel- und Nordostdeutschland und Schlussfolgerungen für die Minimierung der N-Befruchtung der Gewässer, Kapitel III, S. 99 bis 106. Schriftenreihe Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen. Heft 6/ 2013.

KNOBLAUCH, S., 2011: Ermittlung der Bodenwasserbereitstellung einer skelettreichen Para-Rendzina aus unterem Keuper im Vergleich zum Braunerde-Tschernosem aus Löß mit Hilfe der wägbaren Feldlysimeter Buttstedt. In: Tagungsband der 14. Gumpensteiner Lysimetertagung, 83-90.