

für das Verhältnis von Lebenswissenschaften/Medizin und Gesellschaft abschätzen zu können.

Anmerkungen

- 1) Wir danken dem Verbundleiter PD Dr. Günter Feuerstein, BIOGUM Universität Hamburg, für die gemeinsame Diskussion.
- 2) Der folgende Abschnitt geht auf gemeinsame Überlegungen mit Sascha Dickel zurück.

Literatur

Collins, H.M.; Evans, R., 2002: The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. In: *Social Studies of Science* 32/2 (2002), S. 235–296

Delfanti, A., 2010: Users and Peers. From Citizen to P2P Science. In: *Journal of Science Communication* 9/1 (2010) E.

Dolgin, E., 2010: Personalized Investigation. In: *Nature Medicine* 16/9 (2010), S. 953–955

Hellmann, K.-U., 2010: Prosumer Revisited: Zur Aktualität einer Debatte. In: Blättel-Mink, B.; Hellmann, K.-U. (Hg.): *Prosumer Revisited. Zur Aktualität einer Debatte.* Wiesbaden, S. 13–48

Roberts, S., 2010: The Unreasonable Effectiveness of My Self-experimentation. In: *Medical Hypotheses* 75 (2010), S. 482–489

Su, Y.; Howard, H.C.; Borry, P., 2011: Users' Motivations to Purchase Direct-to-Consumer Genome-wide Testing: An Exploratory Study of Personal Stories. In: *Journal of Community Genetics* 2/3 (2011), S. 135–146

Kontakt

Dipl.-Päd. Anne Brüninghaus
FSP BIOGUM
Universität Hamburg
Lottestraße 55, 22529 Hamburg
E-Mail: anne.brueninghaus@uni-hamburg.de

Dr. Nils Heyen
Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe
E-Mail: nils.heyen@isi.fraunhofer.de
Internet: <http://www.wissenstransfer2punkt0.de>

« »

Einflüsse auf den Getreidestrohertrag als Voraussetzung der Bestimmung des nachhaltigen Strohpotenzials

von Christian Weiser, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Wie lassen sich die Nutzungskonkurrenzen um landwirtschaftliche Produktionsflächen entspannen? Ein Weg ist die Aktivierung von bisher ungenutzten landwirtschaftlichen Koppelprodukten und Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung. Vor diesem Hintergrund wird die Abfuhr organischer Substanz von der Ackerfläche steigen. Die Stoffe, wie z. B. Stroh und Wirtschaftsdünger, sind maßgeblich für die Humusreproduktion und damit für den Erhalt der Fruchtbarkeit ackerbaulich genutzter Böden verantwortlich. Daher ist eine ausreichende humuswirksame Rückführung dieser Stoffe aus Sicht einer nachhaltigen Pflanzenproduktion notwendig. Bei ausgeglichen Humusbilanzen stehen im Durchschnitt jährlich 8 bis 13 Mio. t Getreidestroh in Deutschland zur Verfügung. Das Strohaufkommen unterliegt jedoch nicht nur jährlichen Schwankungen, sondern ist auch abhängig vom Standort und von der Bewirtschaftung. Vor allem durch eine Anpassung der Drusch- und Bergetechnik sind Steigerungen des Potenzials möglich. Damit dieses technische Potenzial jedoch ausgeschöpft werden kann, muss über den Anbau humusmehrender Fruchtarten der Verlust an organischer Substanz kompensiert werden.¹

1 Einleitung

Die Nutzung von landwirtschaftlichen Neben- ernteprodukten und Reststoffen ist eine vielversprechende Option zur Bereitstellung von Bioenergie. Bisher wird Stroh in Deutschland kaum außerhalb der Landwirtschaft genutzt. Im Gegensatz dazu wird in Dänemark jährlich ca. 1,5 Mio. t Stroh energetisch genutzt (Statbank 2013). Damit verbleiben in etwa zwei Drittel des Strohs im landwirtschaftlichen Stoffkreislauf als Futter, Einstreu und organische Düngung. Die

Stoffe, wie z. B. Stroh und Wirtschaftsdünger, sind maßgeblich für die Humusreproduktion und damit für den Erhalt der Fruchtbarkeit ackerbaulich genutzter Böden verantwortlich. Daher ist eine ausreichende humuswirksame Rückführung dieser Stoffe aus Sicht einer nachhaltigen Pflanzenproduktion zu gewährleisten.

In Deutschland können Humusbilanzen zur Bestimmung der notwendigen Menge an organischer Substanz herangezogen werden. Nach Berechnungen von Weiser et al. (2014) stehen jährlich 27 bis 44 Prozent des jährlich anfallenden 30 Mio. t Getreidestrohs für die Strom- oder Kraftstoffbereitstellung bei ausgeglichenen Humusbilanzen in Deutschland zur Verfügung. Mit diesem Potenzial könnte man zum Beispiel 1,7 bis 2,8 Mio. Durchschnittshaushalte mit Strom und gleichzeitig 2,8 bis 4,5 Mio. Haushalte mit Wärme versorgen (Weiser et al. 2014).

Trotz der bisher erfolgten umfangreichen Untersuchungen bestehen jedoch weiterhin Unsicherheiten, da in der Agrarstatistik die Stroherträge nicht erfasst werden. Die anfallende Menge an Stroh wird über den Kornertrag und den fruchtartenspezifischen Ernteindex bestimmt. Der Ernteindex ist das Verhältnis von Kornertrag zur gesamten oberirdischen Biomasse. Diese Richtwerte sind abhängig von der Sorte, vom Standort (Boden und Witterung) und von der Bewirtschaftung. Damit schwanken auch die Ergebnisse der Berechnungen des zur Humusreproduktion bzw. zur energetischen Verwertung zur Verfügung stehenden Strohs erheblich.

2 Entwicklung des Ernteindex

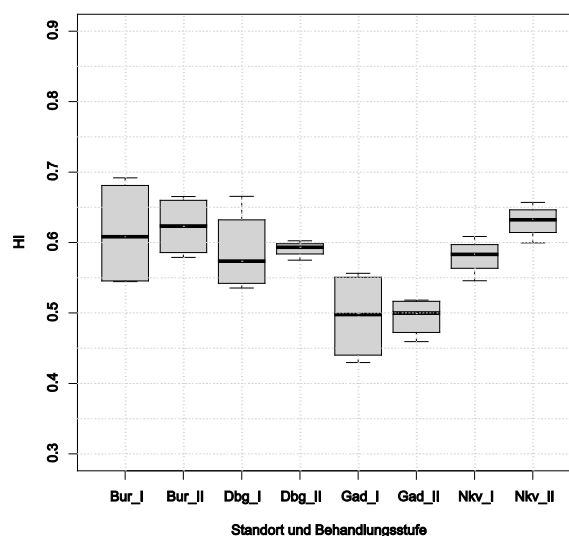
Die Produktion und die Verteilung der Trockenmasse sind entscheidende innerpflanzliche Vorgänge für die Produktionsleistung landwirtschaftlicher Kulturarten. Der Ernteindex ist über die Zeit stetig gewachsen, da die Fruchtarten u. a. auf einen hohen Haupternteertrag gezüchtet wurden. So zeigen zehnjährige Sortenversuche vom Anfang des 20. Jahrhunderts Korn- und Stroherträge von 40 dt/ha Korn und 81 dt/ha Stroh für Winterweizen einen Ernteindex von 0,33 (Richardson/Hofmann 1915). Heute werden in der Praxis Durchschnittserträge

von 75 dt/ha Korn und 60 dt/ha Stroh bei Winterweizen und Ernteindizes von 0,56 erzielt. Diese Daten zeigen, dass die Erhöhung des Kornanteils und des Ernteindex bei nahezu gleichbleibender oberirdischer Gesamtbiomasse stattgefunden hat. Düngungsversuche in Streulage der ehemaligen DDR von 1950 bis 1990 zeigen einen jährlichen Anstieg des Ernteindex von Winterweizen um 0,4 Prozent.

3 Einfluss der Bewirtschaftung und des Standorts auf den Strohertrag

Im Erntejahr 2012 und 2013 konnten an den Standorten Neukirchen-Vluyn (Nkv), Gadegast (Gad), Dornburg-Camburg (Dbg) und in Burkersdorf (Bur) in Landessortenversuchen Korn- und Stroherträge von aktuellen Getreidesorten erhoben werden. Beispielhaft zeigt Abbildung 1, dass bei steigender Intensität der Bewirtschaftung, d. h. durch Einsatz von Fungiziden und Wachstumsreglern, tendenziell ein höherer Ernteindex erwartet werden kann.

Abb. 1: Ernteindizes (HI) der Winterweizensorte Asano an den Standorten Burkersdorf (Bur), Dornburg (Dbg), Gadegast (Gad) und Neukirchen-Vluyn (Nkv) in den Behandlungsstufen I (wenig Wachstumsregler) und II (viel Wachstumsregler + Fungizidbehandlung)



Quelle: Eigene Darstellung

Ein weiterer Versuch in Haufeld/Thüringen zeigt den Einfluss von Standort und Stickstoffdüngung auf den Ernteindex. Auf einem tiefgründigen (d1) und einem wenige Meter entfernten flachgründigen (d2) Standort (vgl. Tab. 1) wurden acht Düngestufen (I-VIII) (vgl. Tab. 2) getestet. Alle weiteren Faktoren blieben konstant. Geprüft wurde im Jahr 2012 und 2013 die Winterweizensorte Julius. Bei einem reduzierten Einsatz von Wachstumsreglern und Fungiziden ist im Verhältnis zur gesamten Biomasse mehr Strohertrag zu erwarten.

Tab 1: Bodencharakteristika der Standorte in Haufeld

	Tiefgründiger Standort d1	Flachgründiger Standort d2
Bodentyp	Pseudogley-Braunerde aus Löß über Muschelkalkverwitterung	Kalkmergel-Rendzina aus Muschelkalkverwitterungsmaterial
Ackerzahl [-]	65	38
nutzbare Feldkapazität [mm]	81	51

Quelle: Hess et al. 2013

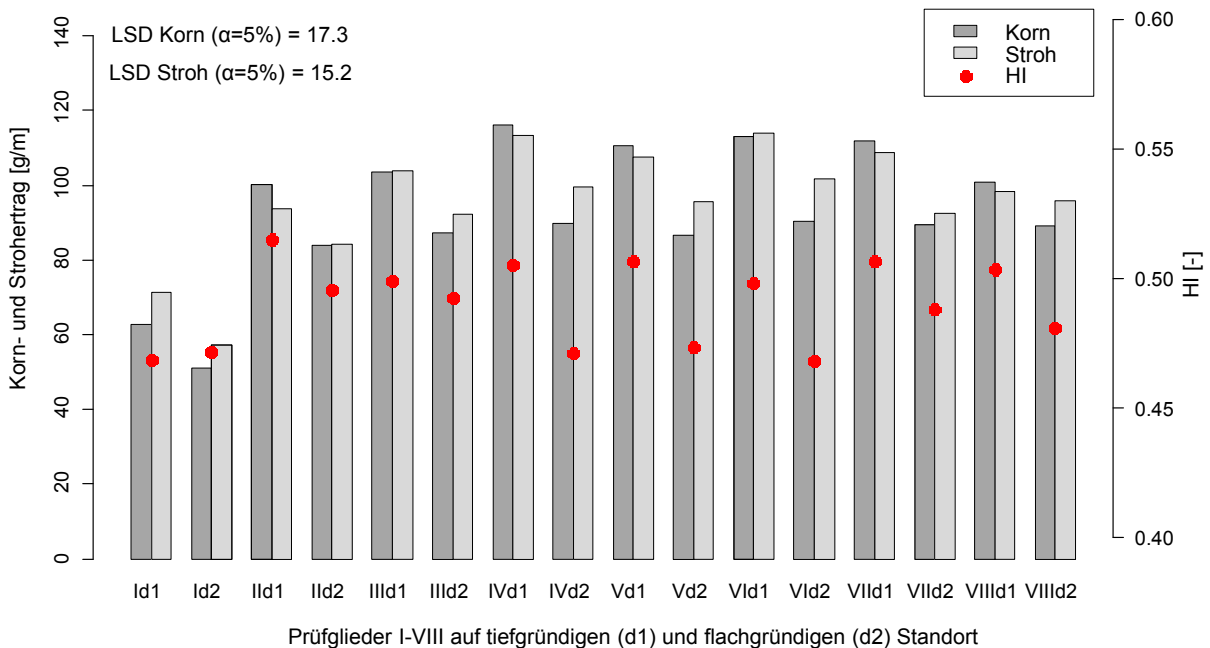
Tab. 2: Düngemengen und Düngzeitpunkte in Haufeld

Prüfglied	N-Düngung	1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	N gesamt
I	ohne N	0	0	0	0
II	wenig	30	30	50	110
III	mittel	50	50	50	150
IV	viel	70	70	80	220
V	wenig An-düngung	50	90	80	220
VI	hohe An-düngung	90	50	80	220
VII	mittel + 3. hoch	50	50	80	180
VIII	Mittel + 3. wenig	50	50	30	130

Quelle: Hess et al. 2013

Die Abbildung 2 zeigt, dass in der nicht gedüngten Variante die Ernteindizes unabhängig von der Bodenqualität in etwa gleich groß sind. In den weiteren Behandlungen sind die Ernteindizes auf dem tiefgründigen Boden tendenziell höher. Vor allem in den intensiv gedüngten Varianten mit 220 kg N/ha treten die Unterschiede zwischen den Ernteindizes an den beiden Standorten am deutlichsten hervor.

Abb. 2: Korn- und Stroherträge und Ernteindizes (HI) der Ganzpflanzenernte des jährlichen N-Versuches in Haufeld, dargestellt nach verschiedenen Prüfgliedern (I-VIII) auf dem tiefgründigen (d1) und flachgründigen (d2) Standort



Quelle: Eigene Darstellung nach Hess et al. 2013

Tab. 3: Anteil der Stoppellänge am Gesamtstrohertrag absolut mit Standardabweichung und Anteil an der Gesamtstroh trockenmasse in Klammern aus Dünge- und Energiepflanzenversuchen 2012 und 2013

Fruchtart	Ernteindex	Korn	Stroh	Stoppel 5 [cm]	Stoppel 10 [cm]	Stoppel 15 [cm]	Stoppel 20[cm]
	[-]	Trockenmasse und Standardabweichung in [g/m] Anteil am Gesamtstrohertrag [%]					
SoGe (n=48)	0,539 ± 0,017	66,6 ±11,3	57 ±10,4	5,6 ±0,9 (10)	11,8 ±1,7 (20,8)	17,4 ±2,3 (30,9)	22,7 ±3 (40,2)
WiGe (n=176)	0,495 ± 0,081	91,8 ±28,9	98 ±43	7,9 ± 3,2 (8,9)	14,8 ±5,9 (16,5)	21,4 ±8,5 (23,7)	27,6 ±10,9 (30,5)
WiRo (n=52)	0,476 ± 0,048	137,8 ±28,3	154,5 ±43,8	8,2 ±2,7 (5,4)	15,8 ±4,8 (10,4)	23,6 ±7,1 (15,5)	31,2 ±9,1 (20,5)
WiTr (n=84)	0,545 ± 0,044	93,6 ±21,7	77,7 ±18,6	6,6 ±1,4 (8,5)	12,8 ±2,6 (16,6)	18,9 ±3,7 (24,6)	24,8 ±4,8 (32,3)
WiWe (n=971)	0,483 ± 0,044	108,3 ±30,1	116 ±32,5	8,6 ± 2,5 (7,6)	16,6 ±4,5 (14,6)	24,5 ±6,5 (21,6)	32,3 ±8,4 (28,4)

Quelle: Eigene Darstellung

4 Einfluss der Stoppelhöhe auf den Strohertrag

Neben der Bewirtschaftung und den Standortgegebenheiten hat die Strohbergung einen entscheidenden Einfluss auf die Menge an Stroh, welche als rein technisches Potenzial zur Verfügung steht. Zur Untersuchung des Einflusses der Stoppel auf den Strohertrag wurden in den Jahren 2012 und 2013 in 40 Versuchen an 14 Standorten in den 1.331 Anlage- bzw. Behandlungspartellen auf einer Länge von einem Meter Getreidepflanzen entnommen und in die verschiedenen Ertragsanteile Korn, Spreu und Stroh getrennt. Dazu wurden auch die untersten 20 cm der Halme in 5 cm-Abschnitten einzeln in ihrer Masse bestimmt. Auf diese Weise wurden die Auswirkungen verschiedener Stoppelhöhen bei der Ernte simuliert.

Tabelle 3 zeigt, dass der Anteil des in der Stoppel verbleibenden Gesamtstrohertrages v. a.

zwischen den einzelnen Fruchtarten schwankt. Bei Wintergerste, einer Fruchtart mit einem hohen Ernteindex, bleiben bei in der Praxis üblichen Stoppelhöhen von 15-20 cm, 24-30 Prozent des aufgewachsenen Strohs auf dem Feld.

5 Technische Bergbarkeit von Getreidestroh

Neben der Stoppelhöhe beeinflussen der Mäh-dreschertyp und der Wassergehalt des Strohs maßgeblich die Menge an Stroh, welche nicht geborgen werden kann. In einem Vorversuch während der Ernte 2013 wurde auf zwei Schlägen bei Jena (50° 58' 30" n. B. und 11° 38' 15" ö. L.) das bergbare Stroh erfasst. Angebaut wurde die Winterroggensorte Palazzo. Es wurde kein Wachstumsregler eingesetzt und nach Entzug Stickstoff gedüngt. Die Kornernte fand am 1. und 2. August 2013 statt. Das Stroh wurde auch im Vorgewende auf Schwad gelegt, wobei der

Tab. 4: Kennzahlen zur Untersuchung der Strohbergung auf zwei Praxisschlägen bei Jena

Nr.	Schlag [ha]	Kornertrag [dt TM /ha]	Theoretisches Strohpotenzial [dt TM /ha]	Stroh abgefahren [Ballenanzahl]	Stroh abgefahren [dt TM/ha]	Stoppelhöhe (n=300) [cm]	bergbares Stroh [%]
1	4,7	68,5	61,7	95	37,8	19 ± 8	61
2	7,74	71,3	64,2	155	37,4	16 ± 5	58

Quelle: Eigene Darstellung

Schwadabstand 6 Meter betrug. Das Pressen und Wiegen des Strohens konnte am 12. August 2013 realisiert werden. Zum Pressen kam eine Quaderballenpresse der Firma Krone zum Einsatz. Die Ballen hatten die Maße 120 x 70 x 200 Meter. Das Stroh war umgehend zum Zweck der energetischen Verwertung an das Heizwerk in Jena transportiert worden. Hier wurden je zwei Ballen mit der Waage gewogen und stichprobenartig der Trockensubstanzgehalt bestimmt. Durchweg konnten 92 Prozent der insgesamt gepressten und abtransportierten Ballen gewogen werden.

Die Ergebnisse in Tabelle 4 zeigen, dass in diesem Vorversuch weniger als zwei Drittel der theoretisch aufgewachsenen Strohmenge geborgen werden konnten.

6 Schlussfolgerungen

Die in aktuellen Versuchen beobachteten Ernteindizes von Getreidefruchtarten unterscheiden sich signifikant von denen in der Literatur. Daher sind bisherige Potenzialberechnungen auf Basis von deutschlandweit einheitlichen Ernteindizes in einzelnen Regionen mit Unsicherheiten behaftet. Vor allem auf regionaler Ebene können unterschiedlich gute Standorte den Strohhanteil an der Gesamtbiomasse erheblich beeinflussen. Zur Ermittlung der aus dem Kreislauf entnehmbaren Strohmenge sind bei konkreten Projekten schlagbezogene Humusbilanzen mit regionalen Ernteindizes zu erstellen. Der Landwirt hat die Möglichkeit, bei der Sortenwahl und der Intensität der Bewirtschaftung einen Einfluss auf den Ernteindex und damit auf den Strohertrag zu nehmen.

Weitaus wirksamer ist es jedoch, Drusch- bzw. Bergeprinzipien zu favorisieren, die es ermöglichen, einen möglichst großen Anteil des aufgewachsenen Strohens zu erfassen. Bisher können in der Praxis nur rund zwei Drittel der aufgewachsenen Strohmenge geborgen werden. Um eine gute Einarbeitung und Umsetzung des Strohens zu gewährleisten, wurden bisher Druschprinzipien favorisiert, die das Stroh stark zerkleinert haben. Damit dieses technische Potenzial jedoch ausgeschöpft werden kann, muss über den Anbau humusmehrender Fruchtarten, z. B. mehrjähriges Ackerfutter oder Zwischenfrüchte,

der Verlust an organischer Substanz kompensiert werden. Die zusätzlichen Kosten müssen durch den Strohverkaufspreis gedeckt werden.

Anmerkung

- 1) Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Projektes „Erfassung und Bewertung der Einflüsse auf den Strohertrag als wesentliche Größe für den aus dem landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zur energetischen Verwertung entnehmbaren Kohlenstoff“ (Förderkennzeichen: 22402311).

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe für die finanzielle Förderung. Für die Unterstützung bei der Datenbereitstellung gilt der herzliche Dank: Versuchsstation Gadegast (LLFG), Versuchsstation Neukirchen-Vluyn (LWK NRW), Versuchsstation Burkersdorf (LWA Zeulenroda), Herrn Hubert Hess (TLL) und der Versuchsstation Dornburg (TLL).

Literatur

- Hess, H.; Zorn, W.; Gullich, P. et al., 2013: Standort- und qualitätsbezogene Stickstoffdüngung zu Winterweizen. Ergebnisse aktueller Feldversuche; <http://www.tll.de/ainfo/pdf/dunps/dp051112.pdf> (download 30.5.14)
- Richardson, A.; Hofmann, H., 1915: Zehn Jahre Sortenversuche in der akademischen Gutswirtschaft Dikopshof. Berlin
- Statbank (Statistics Denmark), 2013: Straw Yield and Use in Denmark; <http://www.statbank.dk/HALM1> (download 4.9.13)
- Weiser, C.; Zeller, V.; Reinicke, F. et al., 2014: Integrated Assessment of Sustainable Cereal Straw Potential and Different Straw-based Energy Applications in Germany. In: Applied Energy, 114 (2014), S. 749–762

Kontakt

Christian Weiser
Referat Acker- und Pflanzenbau
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Straße 98, 07743 Jena
Tel.: +49 3641 683-122
E-Mail: christian.weiser@tll.thueringen.de

