

Strohmanagement im pfluglosen Pflanzenbausystem

Grundlage für eine erfolgreiche konservierende Bodenbearbeitung

Strohmanagement im pfluglosen Pflanzenbausystem | 4.1.4.15 | Seite 157

PD Dr. habil. Hans-H. Voßhenrich

Dipl.-Ing. agr. Heiko Kluge

Prof. Dr. Jürgen Wilcke

Strohmanagement im pfluglosen Pflanzenbausystem
Grundlage für eine erfolgreiche konservierende Bodenbearbeitung

März 2002

Priv. Doz. Dr. habil. Hans-H. Voßhenrich, Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt Braunschweig (Leiter: Prof. Dr. Sommer) und Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel (Leiter: Prof. Dr. Isensee)

Dipl.-Ing. agr. Heiko Kluge, Maschinenring Angeln GmbH, Flensburg

Prof. Dr. Jürgen Wilcke, Gut Opendorf, 24232 Schönkirchen

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 4.1.4.15

Gliederung	Seite
1. Wirkung von Stroh auf den Feldaufgang	159
2. Strohverteilung und Häckselqualität auf Praxisflächen	164
3. Schlußfolgerungen	171
4. Anhang	173
5. Literatur	178

Das Konzept der konservierenden Bodenbearbeitung hat besonders in den Regionen Akzeptanz gefunden, wo Landwirte mit erhöhten Problemen der Bodenerosion zu kämpfen haben. Für eine über diesen Problembereich hinausgehende Umsetzung sind noch wichtige Teilfragen zu lösen. Ein entscheidender Punkt ist das (Reststoff-)Strohmanagement vor der Bestellung [1]. Die Reststoffe der Vor- bzw. Zwischenfrucht sollen an der Oberfläche verbleiben und für eine bodenschützende Mulchsaat genutzt werden. Bei dem heutigen hohen Ertragsniveau des Getreides und den gleichzeitig anfallenden großen Strohmenge können sich Probleme bei der Einbettung des Saatgutes der Folgefrucht, beim Pflanzenschutz und bei der Bestandesführung einstellen.

Der Erfolg einer konservierenden Bodenbearbeitung wird wesentlich vom Umgang mit den Strohrückständen beeinflusst. Gleichmäßige Strohverteilung und gute Häckselqualitäten sind Grundlage einer erfolgreichen Bodenbearbeitung und Bestellung. Um die damit verbundenen Probleme besser zu verstehen und um Lösungsansätze zu erarbeiten, wurden in Versuchen sowohl die Wirkung von Stroh auf den Feldaufgang bei konservierender Bodenbearbeitung ohne Lockerung und bei Direktsaat untersucht, als auch die Strohverteilung und Häckselqualität auf Praxisflächen gemessen.

1. Wirkung von Stroh auf den Feldaufgang

Stroh beeinträchtigt die Funktionssicherheit der Sätechnik und leistet dem Keimling mechanischen Widerstand bei dem Durchstoßen des mit Stroh durchsetzten Saatbettes. Entsprechende physikalische Wirkungen von Stroh in der Saatbettzone werden selten beschrieben [2, 3]. Eine Vielzahl von Autoren verweist aber auf chemische Wirkungen durch Stroh im Saatbett, z. B. auf Keimhemmung und gehemmtes Wurzelwachstum durch

wasserlösliche Stoffe aus Stroh [4] oder auf die hemmende Wirkung von Fettsäuren, die sich unter anaeroben Bedingungen bilden [5]. Wiederholt wird auf die keimhemmende Wirkung durch Essigsäure hingewiesen, die bei Strohabbau entsteht [6, 7]. Eine Gewichtung oder differenzierte Erfassung, getrennt nach physikalischen und chemischen Einflußgrößen, wird aber in keiner der genannten Arbeiten gemacht.

Problem und Aufgabenstellung

Erst nach einer Differenzierung der physikalischen und chemischen Einflüsse durch Stroh im Versuch wird es möglich sein, den Handlungsbedarf zu beschreiben, der für die praktische Landwirtschaft im Umgang mit Stroh angemessen ist. Je bedeutender der chemische Einfluß durch Stroh im Saatbett ist, um so mehr muß die Technik der Bodenbearbeitung und Bestellung dahin ausgelegt sein, für eine räumliche Trennung zwischen Stroh und Samen zu sorgen. Je bedeutender demgegenüber die physikalische Wirkung durch Stroh ist, um so mehr muß dahingehend Einfluß genommen werden, daß Stroh nach intensiver Zerkleinerung die technischen Vorgänge der Bodenbearbeitung und Bestellung nicht mehr beeinträchtigt und dem Keimling beim Durchstoßen des Bodens möglichst wenig Hindernisse bietet. Die Notwendigkeit einer räumlichen Trennung zwischen Stroh und Samen würde dann in den Hintergrund treten. Dies wäre von entscheidender Bedeutung für Konzepte der Technik der konservierenden Bodenbearbeitung und Bestellung oder für Direktsaat.

Die sich hieraus ergebende Aufgabenstellung verlangt ein differenziertes Erfassen von physikalischen und chemischen Einflüssen, die durch Stroh im Saatbett bewirkt werden. Es ist daher vorgesehen, unterschiedlich aufbereitetes Stroh zu verwenden und die Konzentration des Strohs in Samennähe zu variieren. Weitere Einflüsse wie Ablagetiefe und Einbettungsqualität müssen kontrollierbaren Bedingungen unterliegen, um ungewollte Kombinationswirkungen mit den genannten Faktoren ausschließen zu können.

Versuchsaufbau

Der Auflaufversuch mit Rapssaat wurde im Labor in Saatbettkästen angelegt. Als Bodensubstrat dienten eine Einheitserde, wie sie in Gärtnereien Verwendung findet, ein toniger Lehm, ein lehmiger Sand und ein Sand. Erntefrisches Gerstenstroh wurde gehäckselt bzw. gemahlen und entweder in 3 cm Saattiefe in unterschiedlicher Menge eingearbeitet oder auf dem Saatbett

abgelegt. Die Feldaufgänge wurden täglich bis zum 40. Tag nach Aussaat ausgezählt. Die Raumtemperatur betrug etwa 16 Grad Celsius.

Versuchsergebnisse

Die **Tabelle1** zeigt die Entwicklung der Feldaufgänge unter dem Einfluß des Bodensubstrates, der Strohzerkleinerung, seiner Positionierung im Boden sowie der Strohmasse. In der strukturstabilen Einheitserde entwickeln sich die Pflanzen zügig und erreichen bei allen Versuchsvarianten mit gemahlenem Stroh Feldaufgänge von mindestens 90 %. Eine Wirkung der Masse des gemahlenen Strohs auf die Höhe der Feldaufgänge ist nicht erkennbar. Demgegenüber vermindert auf Saattiefe eingearbeitetes gehäckseltes Stroh die Feldaufgänge mit zunehmender Masse. Auch aufliegendes Häckselstroh von 100 dt/ha zeigt mit einem Feldaufgang von 76 % nachteilige Wirkungen gegenüber der 0-Variante.

Tabelle 1: Entwicklung der Feldaufgänge

Bodensubstrat	Gerstenstroh- behandlung	position	masse (dt/ha)	Tage nach Aussaat von Raps						R ² für Stroh eingearbeitet	
				8	10	14	20	30	40		
Einheitserde	gemahlen	aufliegend eingearbeitet	100	87	90	-	-	-	-	0,11 n.s.	
			0	91	92	-	-	-	-		
			25	95	95	-	-	-	-		
			50	91	91	-	-	-	-		
			75	87	90	-	-	-	-		
	100	96	98	-	-	-	-				
	gehäckselt	aufliegend eingearbeitet	100	40	68	76	-	-	-		0,86*
			0	91	91	91	-	-	-		
			25	87	90	90	-	-	-		
			50	84	86	87	-	-	-		
75			46	68	79	-	-	-			
100	36	56	66	-	-	-					
toniger Lehm	gemahlen	aufliegend eingearbeitet	100	76	79	84	85	-	-	0,62 n.s.	
			0	89	96	98	98	-	-		
			25	78	85	88	88	-	-		
			50	80	85	89	89	-	-		
			75	86	92	92	92	-	-		
	100	68	71	72	73	-	-				
	gehäckselt	aufliegend eingearbeitet	100	39	61	67	67	-	-		0,94*
			0	79	80	85	85	-	-		
			25	50	61	66	66	-	-		
			50	19	42	50	52	-	-		
75			25	43	47	47	-	-			
100	14	25	39	39	-	-					
lehmiger Sand	gemahlen	aufliegend eingearbeitet	100	83	87	92	92	-	-	0,04 n.s.	
			0	84	86	89	89	-	-		
			25	86	92	94	94	-	-		
			50	48	68	79	80	-	-		
			75	71	83	91	91	-	-		
	100	55	76	86	87	-	-				
	gehäckselt	aufliegend eingearbeitet	100	20	51	63	63	-	-		0,94*
			0	78	83	84	84	-	-		
			25	44	66	66	66	-	-		
			50	14	36	48	48	-	-		
75			11	21	32	33	-	-			
100	10	26	31	32	-	-					
Sand	gemahlen	aufliegend eingearbeitet	100	0	0	1	14	41	44	0,86*	
			0	0	0	0	1	25	41		
			25	0	0	0	11	54	59		
			50	0	5	10	53	76	76		
			75	3	17	29	77	80	80		
	100	2	29	66	81	81	81				
	gehäckselt	aufliegend eingearbeitet	100	0	0	1	1	3	5		0,13 n.s.
			0	0	1	6	7	19	25		
			25	20	39	49	62	69	75		
			50	7	21	37	61	75	76		
75			0	3	19	33	48	56			
100	0	6	41	54	58	58					

R² = Bestimmtheitsmaß n.s. = nicht signifikant * = signifikant mit 5 %

Eine deutlich andere Wirkung hinterlässt Stroh in dem strukturlosen Sandboden. Eingearbeitetes gemahlenes Stroh wertet den Boden auf. Dies führt zu einem Anstieg der Feldaufgänge mit zunehmender Masse eingearbeiteten Strohmehl. Aufliegendes gemahlenes Stroh erweist sich gegenüber der 0-Variante in der Wirkung als neutral. Gehäckseltes Stroh, in einem strukturlosen Sandboden eingearbeitet, hinterlässt gegenüber der 0-Variante in allen Fällen eine positive Wirkung. Insofern findet sich eine Parallele zur Wirkung des gemahlene Stroh in dem Sandboden. Der Unterschied zum gemahlene Stroh besteht bei gehäckseltem Stroh aber darin, dass der zunehmend positive Einfluss bereits bei 25 und 50 dt/ha erschöpft ist. Auf dem Sand aufliegendes gehäckseltes Stroh führt schließlich zu dem niedrigsten aller Feldaufgänge. Hier fehlt die strukturfördernde Wirkung des Strohs im Boden und zusätzlich werden die wenigen Pflanzen, die verzögert auflaufen, durch die aufliegende Strohmatten in ihrem Wachstum behindert.

Anders ist die Wirkung von Stroh in tonigem Lehm und lehmigem Sand. Die Extreme fallen hier weniger deutlich aus. Gemahlenes Stroh zeigt kaum eine Wirkung auf die Höhe der Feldaufgänge, die nur leicht verzögert werden. Gehäckseltes Stroh allerdings beeinträchtigt das Auflaufen erheblich.

Diskussion

Die positive Wirkung durch Stroh im Saatbett tritt um so deutlicher hervor, je strukturschwächer ein Boden ist. Dabei wird die positive Wirkung des Strohs eindeutig durch seinen Feinheitsgrad gefördert. Die ausnahmslos positive Wirkung von gemahlenem gegenüber gehäckseltem Stroh zeigt, daß die physikalischen Strukturen im Saatbett ausschlaggebend sind. Wären chemische Wirkungen durch keimhemmende Extrakte aus Stroh von größerer Relevanz, so wäre eine positive Wirkung von gemahlenem Stroh im Sandboden nicht möglich. Denn durch das Feinmahlen des Strohs wird schließlich seine Oberfläche vergrößert und so können mehr potentiell keimhemmende Substanzen freigesetzt werden als bei gehäckseltem Stroh. Zudem besitzt ein Sandboden nicht die Fähigkeit, die Konzentration keimhemmender Stoffe in der Bodenlösung zu senken. Die keimhemmende Wirkung müsste also in aller Deutlichkeit zutage treten.

Begleitende, an dieser Stelle nicht näher beschriebene, Keimversuche mit Extrakten aus erntefrischem Stroh und ausgelaugtem Stroh sowie Keimversuche in einem Saatbett aus

Strohmehl (ebenfalls frisches und ausgelaugtes Stroh) belegen durchaus, dass erntefrisches Stroh in begrenztem Umfang phytotoxisch wirkendes Potential besitzt und eher keimhemmend wirkt als durch Wasser ausgelaugtes Stroh. Stroh sollte daher zwischen Ernte und Saat möglichst ein- bis zweimal durch Niederschlag nass gewesen sein. Die im Versuch festgestellte keimhemmende Wirkung von Extrakten aus Stroh ist allerdings nicht auf Praxisbedingungen zu übertragen, denn die Rahmenbedingungen, die im Versuch eine keimhemmende Wirkung auslösten, sind in der Praxis nicht denkbar.

In diesem Zusammenhang lassen sich Erkenntnisse aus Göttinger Untersuchungen einfügen [8]. In Extrakten aus Spleißhäcksel wurden höhere Konzentrationen an Hemmstoffen (Phenolcarbonsäuren) gefunden als in Extrakten aus normal gehäckseltem Stroh. Unter Laborbedingungen wurde eine Wirkung von Strohextrakten auf das Wurzellängenwachstum von Gartenkresse zwar nachgewiesen, aber eindeutig gefolgert, dass keimhemmende Wirkungen durch Phytotoxine aus Stroh unter Praxisbedingungen in der Landwirtschaft von untergeordneter Bedeutung sind.

Des Weiteren lassen sich Versuchsergebnisse aus Kiel [9] anführen. Dort wurde unter Feldbedingungen mit gemahlenem und gehäckseltem Stroh, auf Saattiefe eingearbeitet und auf dem Saatbett aufliegend, experimentiert. Die Ergebnisse belegen: je kürzer das Stroh ist, um so weniger wirkt es keimhemmend und um so näher darf es in Samennähe plaziert werden.

2. Strohverteilung und Häckselqualität auf Praxisflächen

Wenn mit zunehmender Strohmasse und Häcksellänge keimhemmende Wirkungen an Bedeutung gewinnen, so ist der Blick auf die Strohverteilung und die Häckselqualität der Mähdröschler zu richten. Messungen auf Praxisstandorten unmittelbar nach dem Mähdrusch weisen ein breites Spektrum unterschiedlicher Verteil- und Häckselqualitäten auf. Diese sind allerdings nicht firmenspezifisch. Einige ausgewählte Einzelergebnisse sind im Anhang dargestellt.

Methode zur Erfassung der Verteil- und Häckselqualität

Die Strohverteilung wird quer zur Fahrtrichtung nach einer von Holz, von Keiser und Traulsen [10] entwickelten Methode erfaßt. Mit einem Industriestaubsauger wird hier das Stroh aus einem Stechzylinder mit definiertem Durchmesser (60 cm) abgesogen und in Plastiktüten abgefüllt. Ausgangspunkt jeder Messung ist die jeweils mähdreschermittig genommene Probe (Probe 0). Daran schließen die Proben rechtsseitig (1R, 2R, ...) und linksseitig (1L, 2L,...), in der Anzahl abhängig von Mähdrescherarbeitsbreite, an. Die Proben werden unter Laborbedingungen luftgetrocknet, von Besatz gereinigt und gewogen. Ein Teil der Proben wird gesiebt, um neben den Massenanteilen auch die einzelnen Strohfraktionen über die Arbeitsbreite zu erfassen.

Da die Qualität der Strohverteilung von vielen Einflüssen abhängig ist, werden bei der Versuchsdurchführung begleitend alle wesentlich erscheinenden Einflußfaktoren mit erfaßt. Hierzu zählen u. a. Windstärke, Windrichtung relativ zur Arbeitsrichtung des Mähdreschers, Luftfeuchtigkeit, Witterung, Gutsfeuchte sowie wichtige Daten zur Technik des Mähdreschers. Da es sich hier um ein komplexes System unterschiedlicher Wechselwirkungen handelt, werden die verschiedenen Einflüsse an dieser Stelle nicht im Einzelnen behandelt, sondern nur wesentliche Zusammenhänge aufgezeigt.

Querverteilung

Bei guter Querverteilung, wie in **Abb. 1**, sind die Strohmassenanteile über die Arbeitsbreite annähernd gleichbleibend. Ungenügend ist demgegenüber die Verteilung in **Abb. 2**. Hier liegt an den äußeren Messpunkten rechts (5R) und links (5L) kein Stroh mehr. In beiden Messungen ist ein Einfluß des Windes auf die Querverteilung erkennbar.

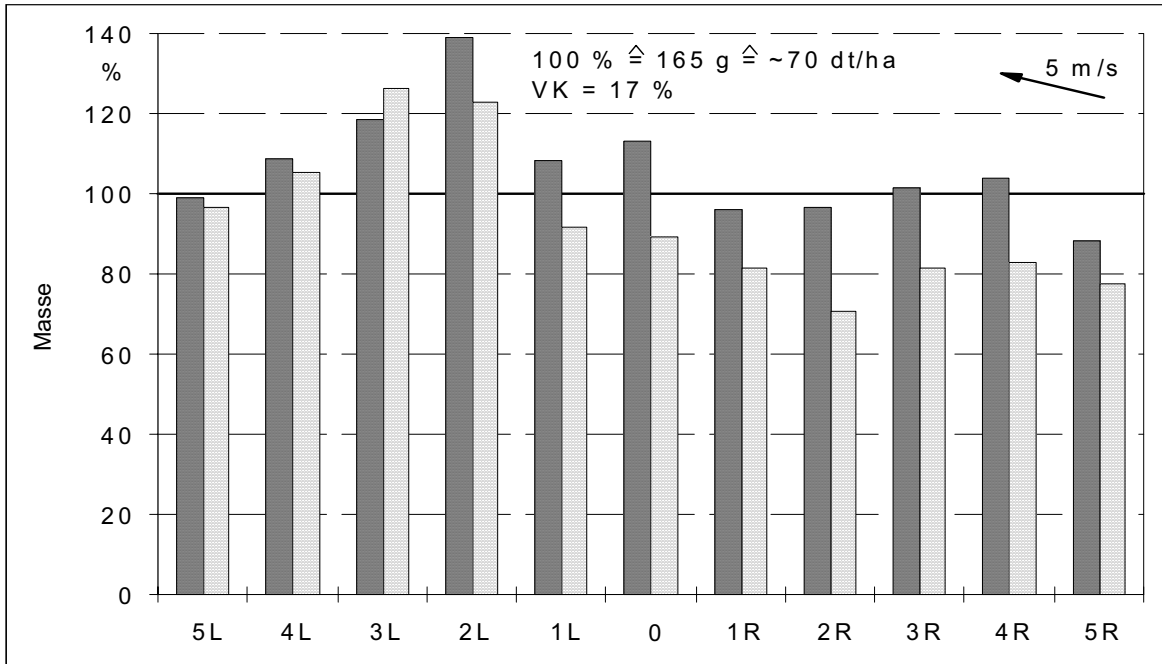


Abb. 1: Gute Querverteilung bei 6,10 m Arbeitsbreite (11 Messpunkte mit 0 als Mähreschermittle, 2 Wiederholungen)

(Strohertrag = 70 dt/ha

Seitenwind = 5 m/s

VK = Variationskoeffizient)

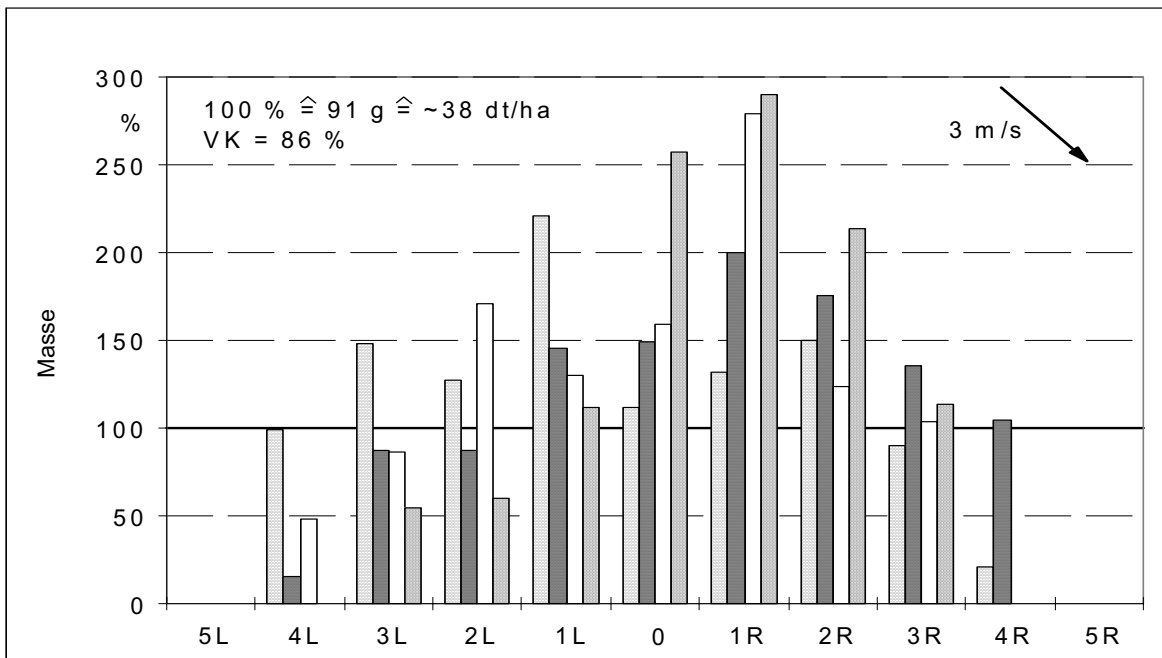


Abb. 2: Ungenügende Querverteilung bei 6,10 m Arbeitsbreite (11 Messpunkte mit 0 als Mähreschermittle, 4 Wiederholungen)

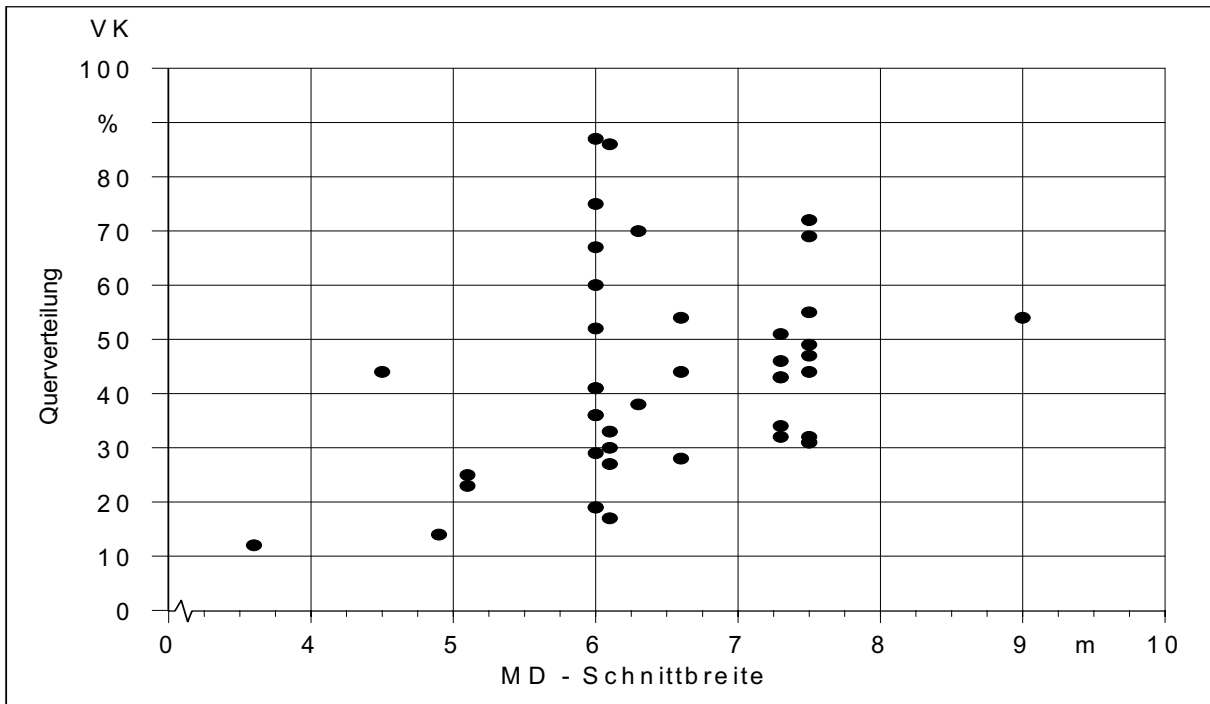


Abb. 3: Querverteilung in Abhängigkeit von der Schnittbreite der Mähdrescher

Eine Zusammenstellung der Einzelmessungen in **Abb. 3** verrät die sehr unterschiedlichen Verteilqualitäten von Mähdreschern, die unter Praxisbedingungen zu beobachten sind. Verteilqualitäten mit einem Variationskoeffizienten (VK) unter 20 werden nur mit Arbeitsbreiten bis etwa 6 m erreicht. Bei Arbeitsbreiten über 6 m liegen die besten VK-Werte im Bereich von 30 %. Der Umkehrschluß, daß Arbeitsbreiten von 6 m und weniger eine gute Querverteilung garantieren, kann jedoch nicht gezogen werden.

Grund- und Feineinstellung

Die fehlende Optimierung der Verteileinrichtungen am Mähdrescherhäcksler ist eine Hauptursache für die ungleichmäßige Querverteilung des Strohs. Die größten Massenanteile werden typischerweise mähdreschermittig abgelegt. Zur Seite hin nehmen die Anteile deutlich ab. Durch Optimieren der **Grundeinstellung** kann in vielen Fällen die Voraussetzung für eine gleichmäßige Querverteilung geschaffen werden, indem beispielsweise bei Leitblechsystemen die Eingangsabstände zwischen den Leitblechen in der Mitte enger und zur Seite weiter werden (**Abb. 4**). Mit der Optimierung "1" wurden bei 6 m Arbeitsbreite VK-Werte von 30 % erreicht. Die Verteilqualität für die Optimierung "2" zeigte bereits zu hohe Massenanteile nach rechts- und linksaußen. Beobachtungen an verschiedenen Häckslern und Mähdreschern haben gezeigt, dass die hier angegebenen Werte nur bedingt übertragbar sind und allenfalls als Richtwerte

dienen können. Die Wirkung durch Verändern der Eingangsabstände war in einigen Fällen stärker als erwartet.

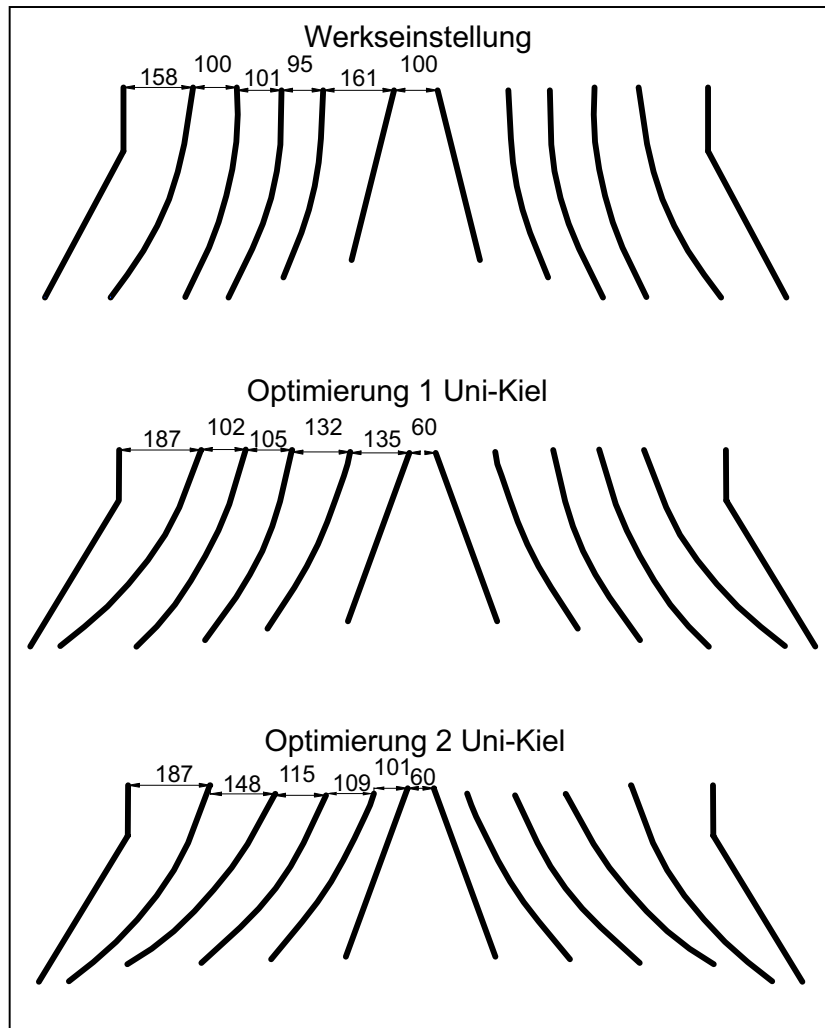


Abb. 4: Eingangsabstände [mm] zwischen den Leitblechen häckslenseitig bei einem Mähdrescher mit 6,30 m Arbeitsbreite (Voßhenrich, Musfeldt, Lubkowitz)

Durch die Ausrichtung der Leitbleche erfolgt schließlich die **Feineinstellung**. Bei richtiger Einstellung fällt das Stroh nicht in den stehenden Bestand. Zur freien bereits abgemähten Stoppelfläche wird es aber so weit wie möglich geworfen, um hier durch Überlappung eine gleichmäßige Verteilung zu erzeugen. Eine asymmetrische Projektion der Auswurfeinrichtung wäre also anzustreben (**Abb. 5**).

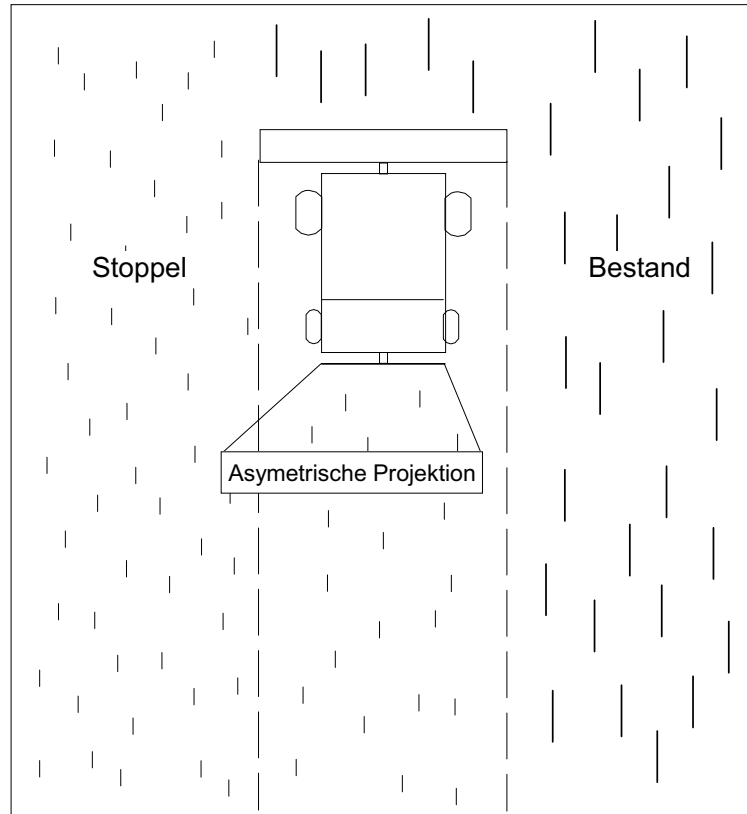


Abb. 5: Asymmetrische Projektion der Auswurfeinrichtung

Nach diesen Erkenntnissen ist die Querverteilung des Strohs unter Ausschöpfung der vorhandenen Techniken bis zu einer Arbeitsbreite von 6 m auch unter ungünstigen Einsatzbedingungen kontrollierbar. Über diese Arbeitsbreite hinaus werden Einflüsse wie Seitenwind, Feuchtigkeit, Bedienung usw. häufig zu begrenzenden Faktoren. Zusätzlicher Spielraum bietet sich z.B. durch Erhöhung der Häcksler-Umfangsgeschwindigkeiten oder den Einsatz zusätzlicher Gebläseunterstützung an. Um auch bei 9 m Arbeitsbreite noch Verteilqualitäten mit einem Variationskoeffizienten unter 20 % sicher zu erreichen, sollte über Systeme der Zwangsverteilung nachgedacht werden.

Häckselqualität

Ähnlich komplex wie die Strohverteilung ist auch die Häckselqualität zu sehen. Mittlere Häcksellängen von 2-3 cm, die einer Bodenbearbeitung und Bestellung ohne Pflug äußerst dienlich wären, werden unter Praxisbedingungen kaum erreicht. Optimistisch stimmt aber die Feststellung, dass bei gewisser Sorgfalt dieses hochgestellte Ziel mit unterschiedlichen Systemen verschiedener Hersteller durchaus realisierbar zu sein scheint. Den Maßstab für gute

Häckselqualität setzt der Feldhäcksler. Eine zusammenfassende Darstellung der Häckselergebnisse zeigt **Tabelle 2**.

Tabelle 2: Häckselqualitäten aus 38 Untersuchungen

<i>Rundlochsieb; Loch -ø</i>	<i>67 mm</i>	<i>30 mm</i>	<i>16 mm</i>	<i>8 mm</i>	<i>4 mm</i>	<i>2 mm</i>	<i>< 2 mm</i>
<i>Mittlere Längen der Siebfractionen</i>	<i>17,5 mm</i>	<i>13,2 mm</i>	<i>9,6 mm</i>	<i>5,2 mm</i>	<i>3,3 mm</i>	<i>2,3 mm</i>	<i>1,5 mm</i>
	Massenanteile der Siebfractionen in %						
<i>Mährescher-Nr.:</i>	<i>1</i>	<i>9</i>	<i>15</i>	<i>25</i>	<i>31</i>	<i>14</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	1	9	22	32	26	7	3
<i>3</i>	1	9	22	32	26	7	3
<i>4</i>	0	2	7	33	43	11	4
<i>5</i>	2	7	16	31	31	9	5
<i>6</i>	0	4	12	33	39	8	4
<i>7</i>	1	7	11	28	33	12	8
<i>8</i>	0	4	11	28	35	13	8
<i>9</i>	0	6	13	28	36	11	5
<i>10</i>	1	7	15	36	31	8	3
<i>11</i>	0	8	14	39	30	6	2
<i>12</i>	0	3	10	27	35	19	6
<i>13</i>	0	3	11	30	36	14	6
<i>14</i>	1	3	10	27	43	10	6
<i>15</i>	0	7	18	33	33	7	3
<i>16</i>	1	4	9	33	39	10	5
<i>17</i>	0	6	14	40	31	6	3
<i>18</i>	0	3	10	38	34	9	5
<i>19</i>	2	7	13	27	35	11	5
<i>20</i>	1	7	12	35	30	10	6
<i>21</i>	1	7	18	32	31	8	4
<i>22</i>	3	13	16	32	24	7	4
<i>23</i>	2	10	17	31	25	9	5
<i>24</i>	3	12	14	23	34	9	5
<i>25</i>	2	14	25	32	20	3	3
<i>26</i>	0	13	25	32	21	6	3
<i>27</i>	0	0	6	37	38	14	6
<i>28</i>	0	0	7	34	40	13	5
<i>29</i>	1	7	15	34	33	7	3
<i>30</i>	0	5	12	32	35	11	5
<i>31</i>	11	9	13	22	31	9	5
<i>32</i>	0	13	17	26	31	8	4
<i>34</i>	6	6	21	29	26	8	5
<i>35</i>	0	7	19	37	24	6	6
<i>36</i>	0	1	9	27	41	14	8
<i>37</i>	0	2	11	27	35	14	11
<i>38</i>	0	3	7	26	36	19	9
<i>Zum Vergleich: Feldhäcksler (Jaguar)</i>	0	2	6	27	46	12	7

Keine Entmischung nach Teilchengröße

Vermutungen, dass sich das Stroh auf dem Weg vom Häcksler zur Ablage auf dem Boden nach Teilchengröße entmischt, werden nicht bestätigt. Siebanalysen der quer zur Fahrtrichtung aufgesammelten Strohmassen zeigen gleichbleibende Anteile der Siebfractionen über die gesamte Arbeitsbreite. Die Strohteilchen werden im Massenstrom bis an das Ablageziel getragen. Nur einzelne Teilchen, die aus dem Massenstrom geraten, verwirbeln und fallen nicht mehr zielgerichtet zu Boden.

3. Schlußfolgerungen

Stroh muss nicht zum begrenzenden Faktor für Bodenbearbeitung und Bestellung werden, auch nicht bei flacher Bearbeitung. Je besser es verteilt ist und je feiner Stroh aufbereitet ist, um so weniger beeinträchtigt es den Keimvorgang und um so weniger muß die Technik der Bodenbearbeitung und Bestellung dahingehend ausgelegt sein, die Saatbettzone strohfrei zu halten. Gut verteiltes, kurzes Stroh ist sowohl aus technischer Sicht für eine gleichmäßige Samenablage als auch aus pflanzenbaulicher Sicht für günstige Keimverhältnisse von Vorteil.

Die Mährescher der Zukunft sollten das Stroh gleichmäßig verteilen, möglichst einen Variationskoeffizienten in der Querverteilung unter 20 % erreichen und 30 % nicht überschreiten. Eine mittlere Häcksellänge des Strohs von 2 cm ist anzustreben. Hierzu seien ein paar Punkte anzumerken:

Technik optimieren

Der vielleicht sinnvollste und wahrscheinlich auch am einfachsten zu realisierende Ansatz ist die Optimierung an den Leitblechen des Häckslers. Durch aktive Gebläseunterstützung lassen sich Luftdurchsatz und damit die Wurfweite verbessern. Spreu sollte bei modernen Systemen über einen Häcksler verteilt werden, der auch bei Schwadablage des Strohs weiter läuft, um das Kurzstroh zu verteilen.

Neue Entwicklungen vorantreiben

Gute Verteiltechniken nutzen wenig, wenn sie nicht vom Mähdrescherfahrer in vollem Umfang genutzt werden können. Da der Fahrer gerade in kritischen Situationen mit Lenkarbeiten ausgelastet ist, erscheint eine Unterstützung durch Kontroll- und Steuersysteme angebracht. So kann die Steuerung der Leitbleche durch einen Sensor, der die relative Windrichtung und Windstärke erfaßt, erfolgen. Auf einem Monitor (**Abb. 6**) wird die Arbeitsrichtung mit 360° definiert. Ein Windpfeil zeigt die Windrichtung an. 360° bedeutet Gegenwind, 90° Wind von rechts, 180° von hinten und 270° von links. Zur Kontrolle wird auch die Position der Stellantriebe zur Feineinstellung der Leitbleche rechts und links angezeigt. Sinnvoll ist auch die Anbringung einer Kamera- und Monitorkombination, um dem Fahrer Sicht auf die Strohverteilung während der Fahrt zu ermöglichen.

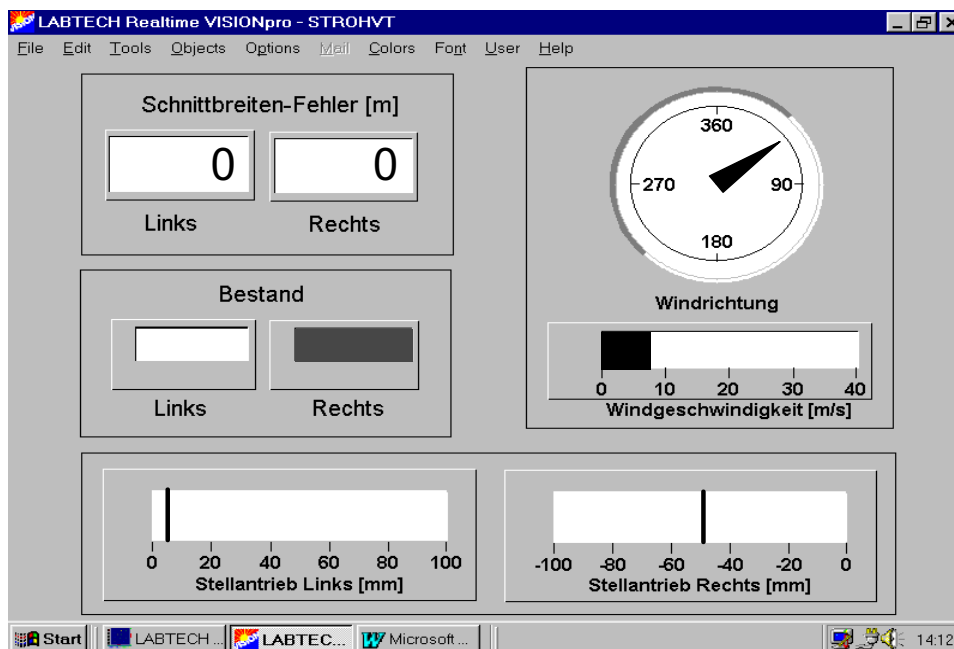


Abb. 6: Monitor mit Datenaufnahme am Mähdrescher (Voßhenrich und Lieder)

Neue kostengünstige Verfahren

Nur bei guter Strohverteilung und Häckselqualität ist es möglich, auf nicht zu hartem und nicht ausgetrocknetem Boden den ersten Stoppelbearbeitungsgang kostengünstig bei hoher Flächenleistung mit dem Strohstriegel zu erledigen. Ausfallgetreide wird durch das Auflockern des Strohs, das Ausschütteln der Samen und durch flaches Anritzen des Bodens in Keimstimmung versetzt. Alle nachfolgenden Arbeitsgänge fallen leichter. Die Sätechnik ist kein begrenzender Faktor mehr in der pfluglosen Bodenbearbeitung und Bestellung.

4. Anhang

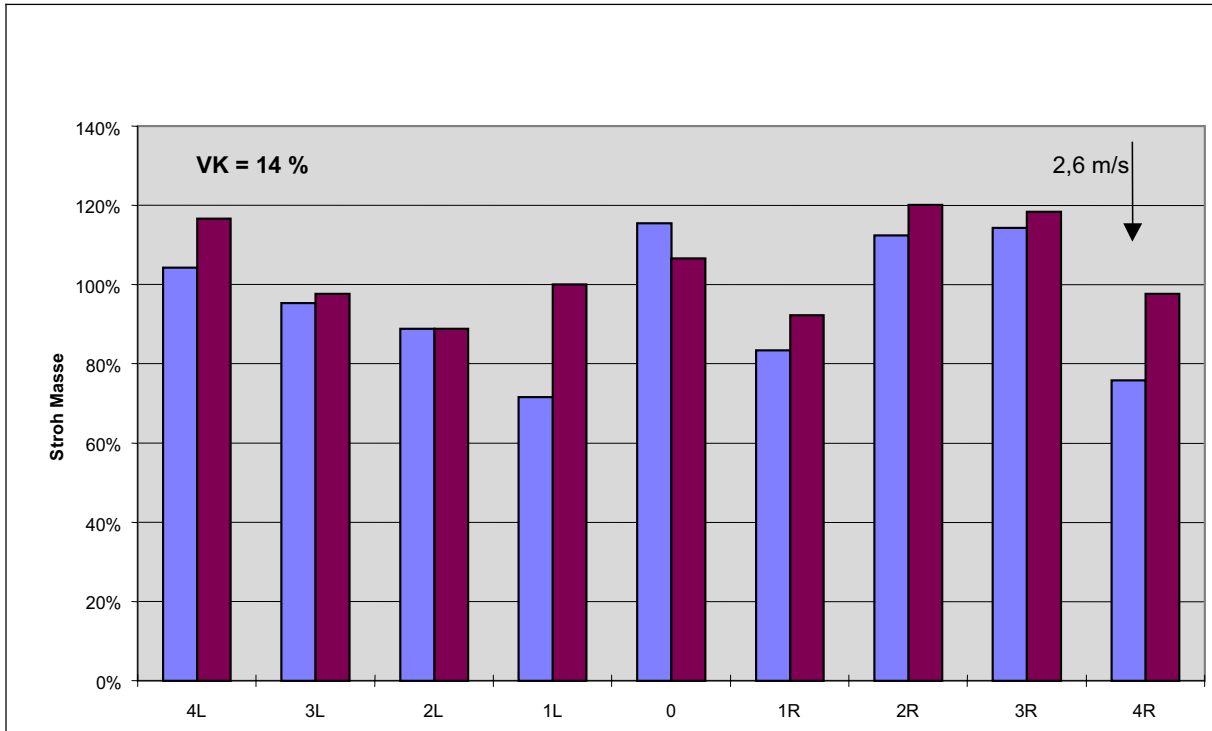


Abb. 7: rel. Querverteilung (31-1), Raps, Case AF 2366 (4,9 m)

rel. Querverteilung = bezogen auf 100 %
 (31-1) = Versuchsnummer
 (4,9 m) = Schnittbreite
 2,6 m/s = Windgeschwindigkeit, Wind von vorn
 VK = 14 % = Variationskoeffizient
 heller Balken = Versuch 1
 dunkler Balken = Versuch 2

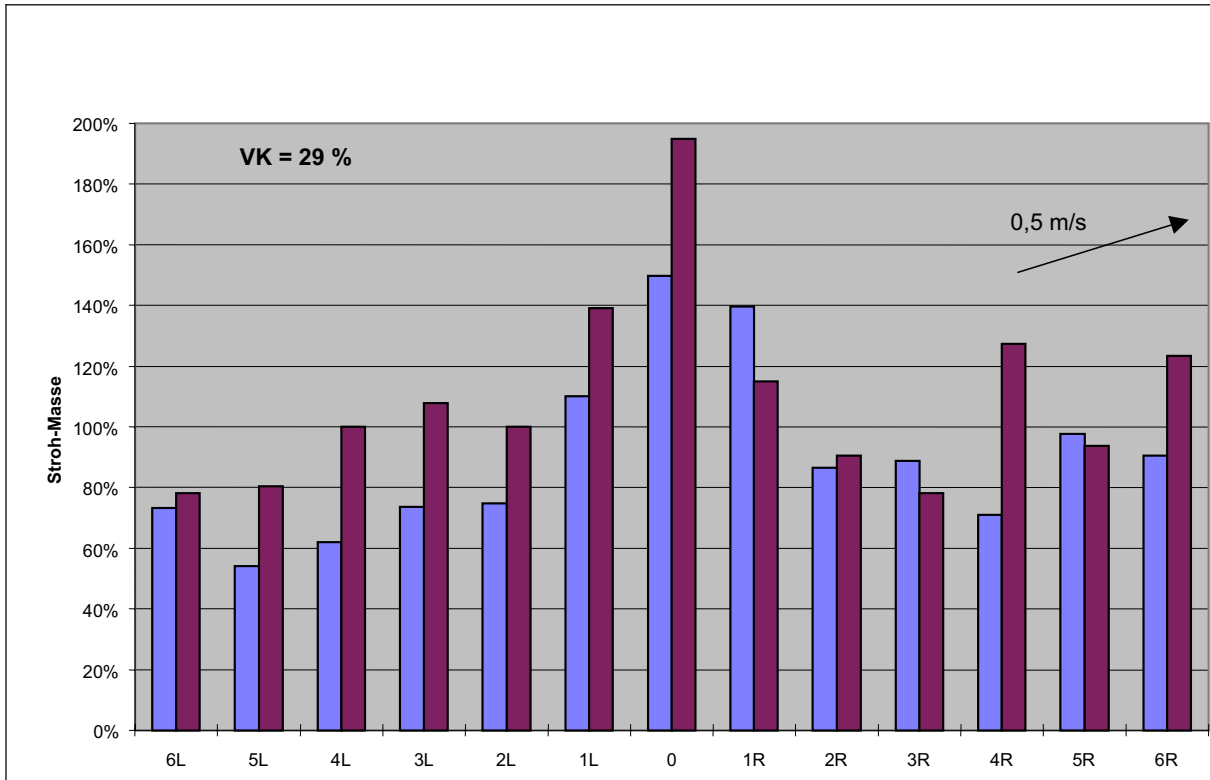


Abb. 8: rel. Querverteilung (08-1), Raps, Claas Lexion 480 (7,5 m)

(Erklärungen siehe Abb. 7)

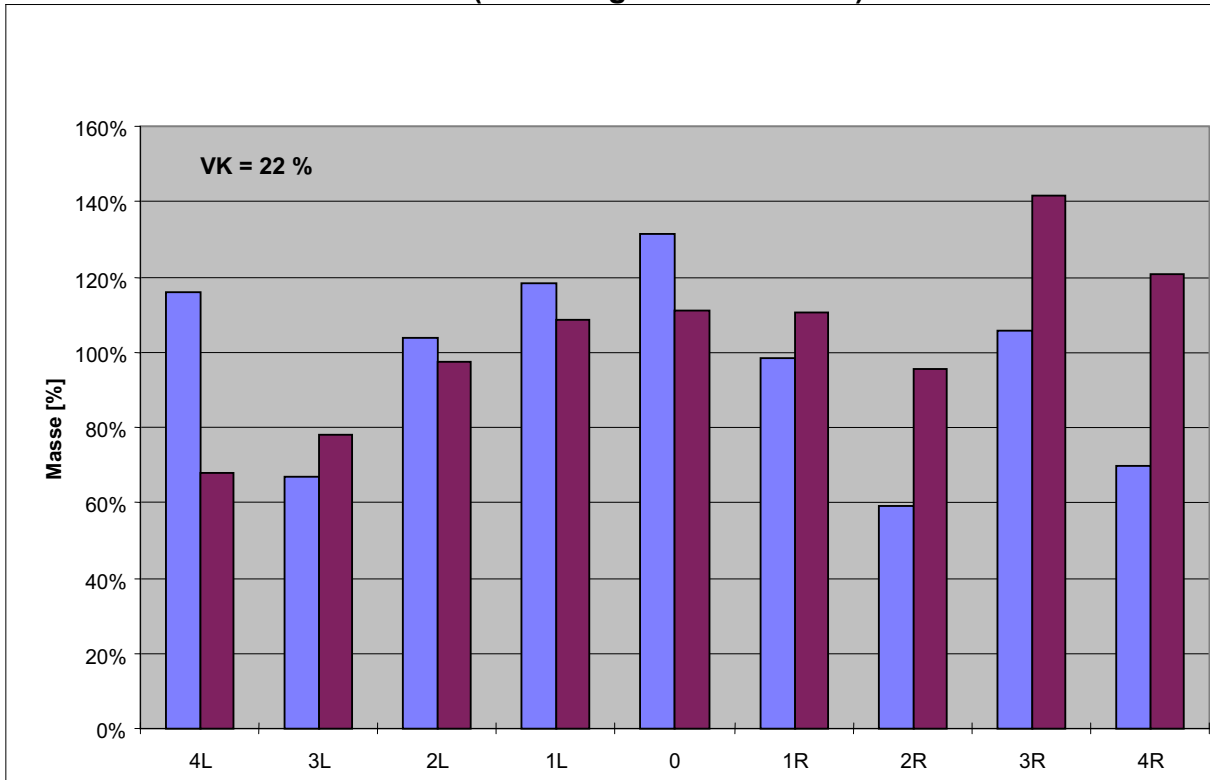


Abb. 9: rel. Querverteilung (32-3), Raps, Claas Do 108 SL Maxi (5,1 m)

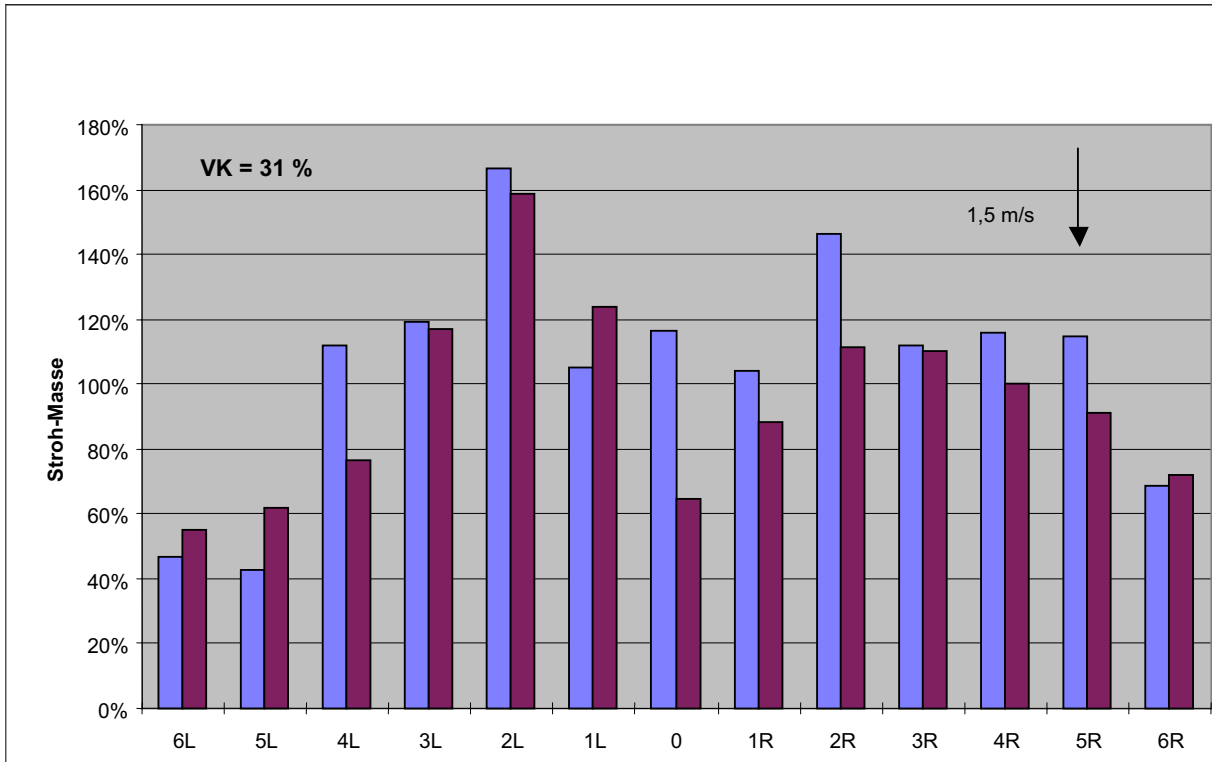


Abb. 10: rel. Querverteilung, (19-2), WW, New Holland TF 46 (7,3 m)

(Erklärungen siehe Abb. 7)

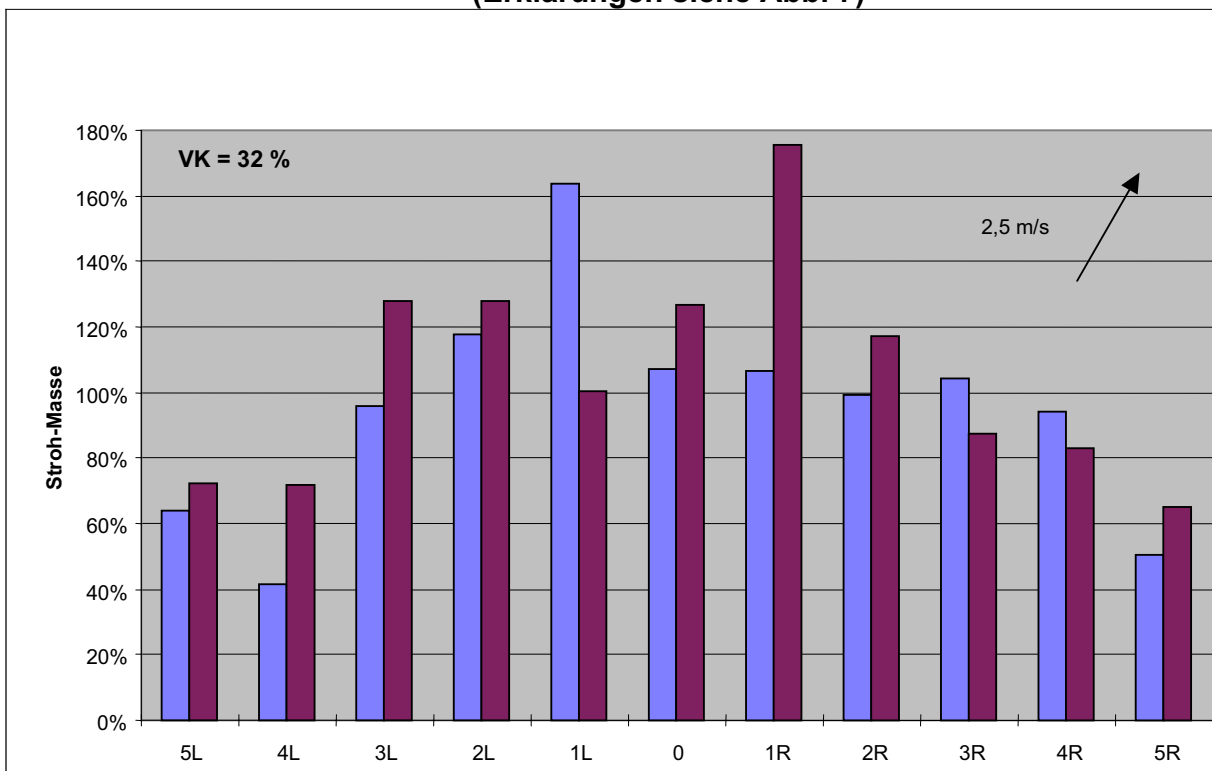


Abb. 11: rel. Querverteilung (15-1), WW, Deutz Fahr Topliner 4080 (6,3 m)

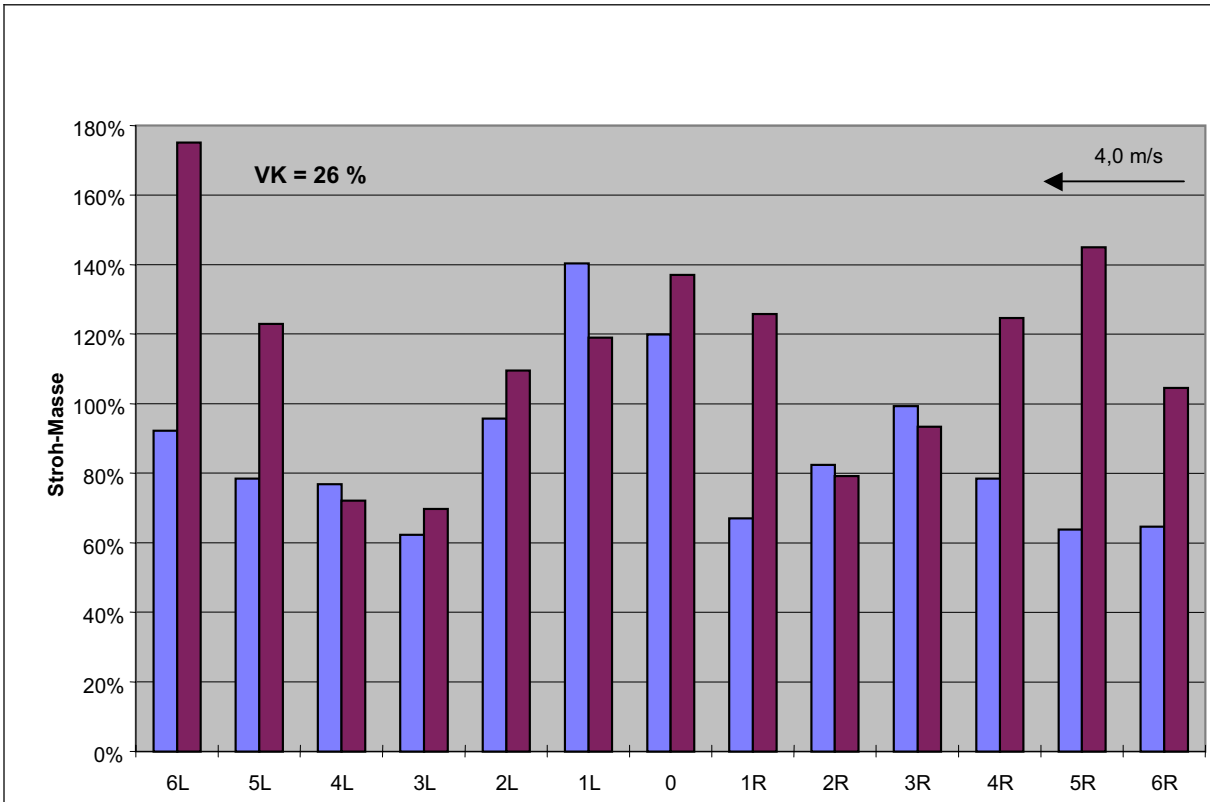


Abb.12: rel. Querverteilung (15-3), WW, Deutz Fahr 8

(Erklärungen siehe Abb. 7)

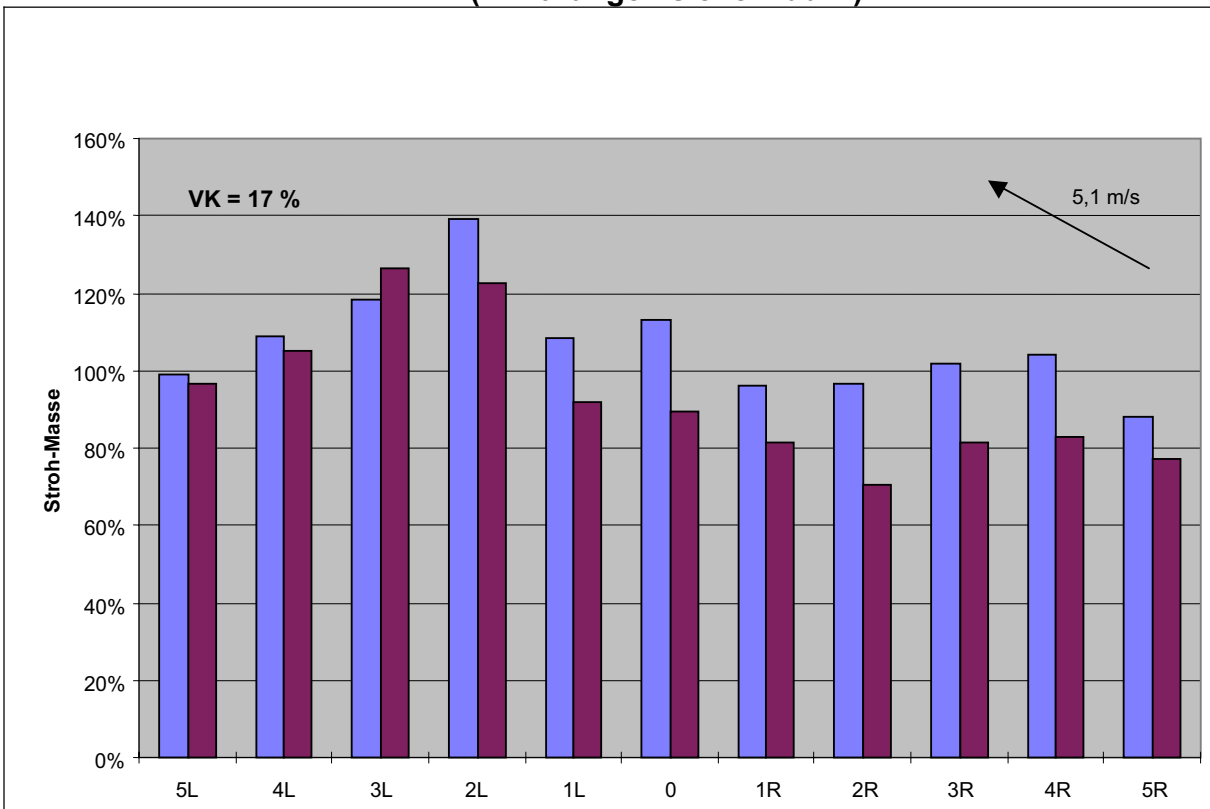


Abb. 13: rel. Querverteilung (31-2), WW, Case AF 2188 (6,1 m)

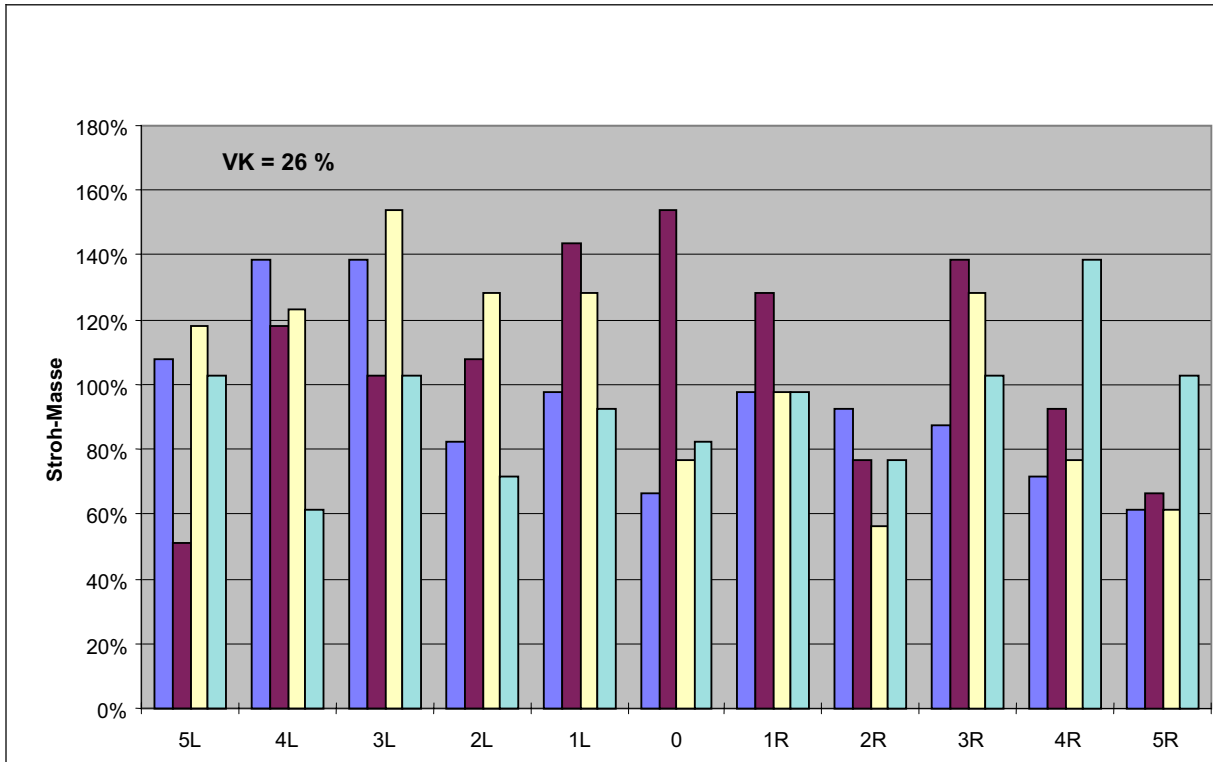


Abb. 14: Querverteilung (01-2), WG, Claas Do 218 Mega (6,6 m)

(Erklärungen siehe Abb. 7)

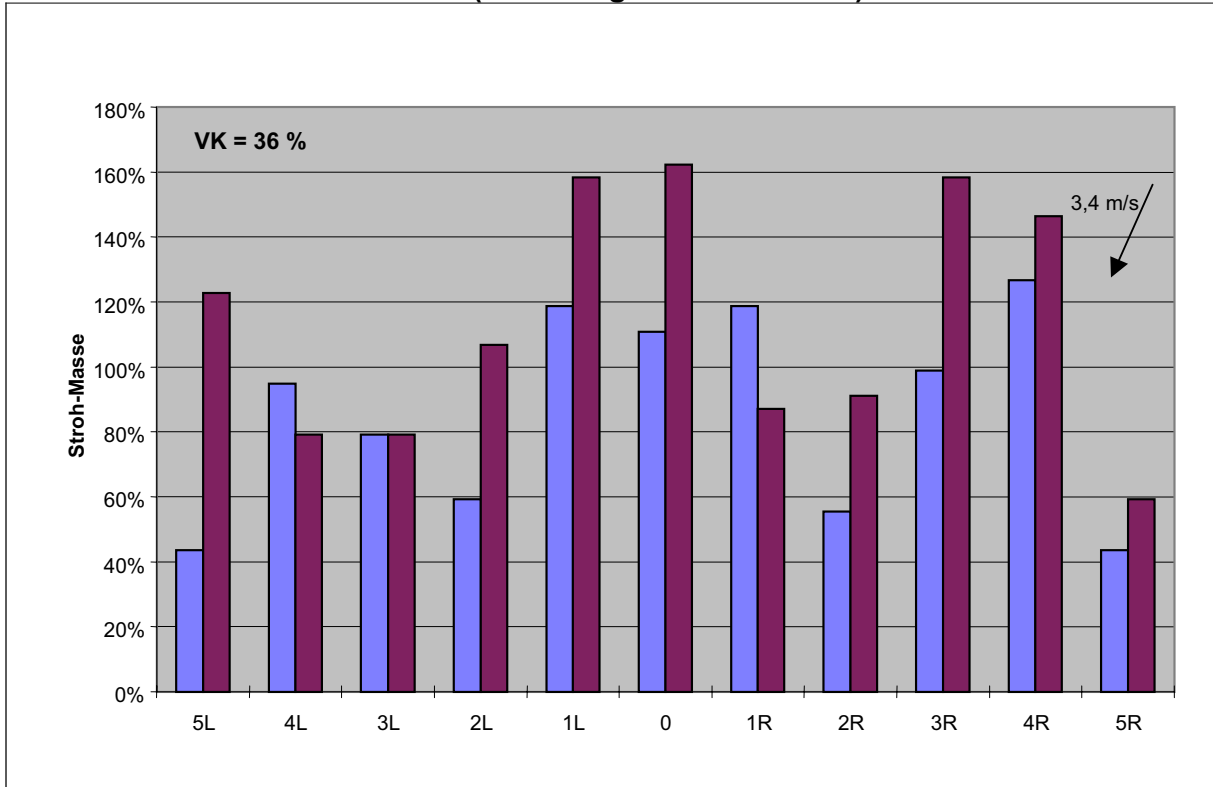


Abb. 14: Querverteilung (17-1), WW, New Holland TX

5. Literatur

- [1] Brunotte, J. und M. Wagner: Verbesserung des Strohmanagements im Hinblick auf die Saatguteinbettung bei Mulch- und Direktsaat. Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL Braunschweig, Nr.254 (2000).
- [2] Metzner, C.: Einfluß von Ernterückständen im Saatbett auf die Sätechnik bei Getreide. Dissertation Bonn, MEG-Schrift 74, (1982).
- [3] Willert, S.-M.: Strohplazierung bei der Bestellung von Getreide und Raps. Dissertation Kiel, (1998). Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel.
- [4] Schönbeck, F.: Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von Hemmstoffen in Getreiderückständen innerhalb der Fruchtfolge. Z. PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ 63 (1956), H. 9, S. 513-545.
- [5] Flaig, W.: Organic compounds in soil. SOIL SCIENCE 111 (1971), H. 1, S. 19-33.
- [6] Cannell, R.: Straw burning benefits and problems. POWER FARMING 62 (1983), H. 4, S. 32-33.
- [7] Graham, J. P, Ellis, F. B., Cannell, R. Q. und D. G. Christian: Effects of straw residues on the establishment, growth and yield of autumn-sown cereals. JOURNAL AGRIC. ENGG. RES. (1986), H. 33, S.39-49.
- [8] Koch, H.-J. , Matthiessen, A. und K. Baeumer: Zum Problem der Strohmulchdecken im pfluglosen Ackerbau. -Einfluß der Zerkleinerung von Weizenstroh auf die Freisetzung von Phytotoxinen- J. AGRONOMY & CROP SCIENCE 169 (1992), S. 184-192.
- [9] Kiefer, J.: Untersuchungen zur Sätechnik bei Getreide unter besonderer Berücksichtigung von Vorfruchtrückständen im Saatbett. Dissertation Kiel, MEG-Schrift 151, (1988).

Anmerkungen:

- [10] W. Holz, H. Traulsen, H. von Keiser, nach mündlicher Mitteilung.

Projektfinanzierung:

Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft und Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG)