Einstellungen am Aufbereitermähwerk

Kann man die Trocknungszeit im Feld „vorwählen“?

Mähen, mit hoher Leistung, und sofort „konditionieren“ – entweder gleichzeitig mit dem integrierten Zinkenaufbereiter oder anschließend in einem zusätzlichen Arbeitsgang mit dem Zettwender. Jedes Konzept hat Vor- und Nachteile. Die am Mähwerk integrierte Lösung verspricht zusätzlich sogar eine flexible Intensität mit einstellbarer Gegenplatte zum Zinkenrotor. Das könnte bei Bedarf so die Liegezeit auf dem Feld verkürzen. Was kann diese Einstellmöglichkeit aber wirklich leisten? Das haben praktische Versuche am Institut für Bau- und Landmaschinentechnik der TH Köln unter die Lupe genommen.



© *Vicon*

Zur Futterernte, ob zum ersten Schnitt oder später, ist immer Eile geboten, damit Qualität in den Silo kommt. Bevor die Bergeket

Viele Betriebe vertrauen bei der Futterernte noch immer auf die Arbeit und Flexibilität des angebauten oder angehängten Zettwenders im separaten Arbeitsgang. Das zeigen die Verkaufszahlen. Wenn der Lohnunternehmer mäht, dann ist der Aufbereiter meist in die Mähwerke integriert. Aber auch die Landwirte kaufen vermehrt das Aufbereitermähwerk. Das spart natürlich einen kompletten Arbeitsgang ein, fordert dafür aber zusätzliche Leistungsreserven des Mäh-Schleppers und lässt den Spritverbrauch steigen. Eine zusätzliche Einstellmöglichkeit am Mähwerk lässt die Aufbereitungsintensität beim Mähen sogar „voreinstellbar“ machen: Scheint das Wetter unsicher, wählt man die aggressivste Einstellung, ist dagegen stabiles, warmes Wetter angekündigt, geht man etwas vorsichtiger mit dem Futter um, damit es nicht zu schnell zu trocken wird. Das klingt vielversprechend und verspricht Flexibilität im Umgang mit der aktuellen Witterung!

Praktische Versuche mit dem Aufbereitermähwerk

Für einen praktischen Versuch wurden Mähwerk und integrierter Zinken-Aufbereiter mit Messtechnik ausgestattet, um die verschiedenen Leistungsdaten zu ermitteln: An der Zapfwelle des Schleppers saß ein Aufnehmer, um den Gesamtleistungsbedarf zu messen. Der Leistungsbedarf am Aufbereiterantrieb wurde extra aufgezeichnet, um später die verschiedenen Einstellungen messtechnisch beurteilen zu können. Damit die Aufteilung der insgesamt notwendigen Kräfte für das Mähen und Aufbereiten klar wird, zog eine Seilwinde das Gesamtgespann für eine kurze Testfahrt, und erfasste so zusätzlich noch den Reibungswiderstand des Mähbalkens.

Die Versuche fanden auf einer Dauergrünlandfläche zum ersten Schnitt mit einem durchschnittlichen Ertragsniveau von rund 3,2 t TM/ha statt. Der Bestand entsprach einer typischen, natürlichen Wiesenmischung mit zahlreichen Gräsern und Wildkräutervarianten, die sich über die Jahre bei extensiver Schnittnutzung etabliert haben.

Vorab soll der Gesamtüberblick zur Leistungsaufteilung helfen, die Verhältnisse beim Mähen einzuschätzen: Welche Leistungsanteile fordert der Prozess beim Mähen und welche am Aufbereiter? Die Abbildung 2 zeigt die einzelnen Faktoren und stellt die Größenordnungen dar.

Rund ein Viertel des Gesamtleistungsbedarfs fordert der Aufbereiter bei offener Einstellung, wenn die Zinkenwelle in den Gutfluss greift und das Futter an der Reibplatte entlang fördert. Dieser Wert gilt aber nur bei „extensiver“ Einstellung. Später, wenn der Durchgang weiter reduziert wird, steigt der anteilige Bedarf natürlich an. Das zeigt die gelbe Säule daneben: Wenn die Reibplatte komplett an die Aufbereiterwelle herangestellt ist, steigt der anteilige Kraftbedarf deutlich an, auf über 30 %. Das bedeutet also, dass das Mähwerk mit Aufbereiter minimal rund 25 % und bei maximaler Einstellung sogar bis zu einem Drittel mehr Leistung benötigt, als ein Mähwerk ohne. Knapp drei Viertel bzw. zwei Drittel braucht der Antrieb des Mähbalkens, nur drei bis vier Prozent gehen in die Überwindung des Reibungswiderstandes zwischen Balken und Grasnarbe, wenn der Auflagedruck nach Angaben des Herstellers eingestellt ist.

Wie entwickelt sich der Leistungsbedarf am Aufbereiter?

Während der folgenden Mäharbeit wurde dann die Aufbereitereinstellung in vier verschiedenen Stufen getestet und der Leistungsbedarf dokumentiert. Zum Start kam die offene Position (0 %) zum Einsatz, dann folgte eine zunehmende Verringerung des Öffnungsmaßes in drei Stufen (33 %, 66 %, 100 %), so dass bei maximaler Intensität der Kanal zwischen Rotorzinken und Reibplatte nur noch einen deutlich geringeren Durchgang für das Futter bietet – die Aufbereitung soll so maximal intensiv sein.

Die Grafik 3 stellt dazu die Ergebnisse zum jeweiligen Leistungsanspruch nebeneinander: Aufgeführt ist der Aufwand in kW je Meter Arbeitsbreite. Die einzelnen Säulen zeigen die Werte zu den jeweiligen Einstellungen der Aufbereiterplatte im praktischen Einsatz.

Der Leistungsbedarf für den Rotor steigt in Summe um klare 35 %, wenn man die Reibplatte zunehmend dichter an die Zinken bringt – das war zu erwarten. In jeder einzelnen Stufe nimmt der Wert moderater zu – zwischen 8 und 13 % steigt der Bedarf. Der Zuwachs ist deutlich, der Anstieg läuft aber nicht gleichmäßig von Stufe zu Stufe. Das überrascht nicht, denn das Futter steht nicht gleichmäßig: Die Versuche laufen in einem Dauergrünlandbestand. Darum wachsen ganz unterschiedliche Gräser nebeneinander und diese befinden sich natürlich auch in wechselnden Reifegraden. Folglich sind die Stängel unterschiedlich dick, haben je nach Sorte einen unterschiedlichen Blattanteil, sind nicht gleichmäßig verholzt und stehen auch unterschiedlich dicht. Die Schwankung der einzelnen Messwerte macht diese natürliche Streuung deutlich. Der Trend wird aber klar und spricht für sich. Dieser zusätzliche Anspruch an Leistung sollte sich dann auch in einer beschleunigten Abtrocknung der Anwelksilage und damit in einer verkürzten Liegedauer auf dem Feld auswirken. Rund 30 % mehr Leistung könnte dann eventuell auch einen um bis zu 30 % früheren Start der Bergung bedeuten, um damit das Witterungsrisiko zu mindern. Dafür wäre der Aufwand sicher lohnend!

Wie reagiert das Futter auf die intensivere Aufbereitung?

Also muss zunächst die Struktur des Futters zeigen, ob der mechanische Einfluss des Aufbereiters überhaupt Wirkung zeigt. Dazu wurden aus den Schwaden der Testvarianten einzelne Halmproben gezogen (60 je Variante, zufällig verteilt), um die Verletzungen am Halm zu analysieren und zu zählen. Denn sie könnten einen Hinweis darauf geben, ob sich der Aufwand gelohnt hat. Je mehr die Außenhaut des Halmes beschädigt ist, umso leichter kann das enthaltene Wasser entweichen – so wäre es ideal.

Tatsächlich zeigt die längere Verweildauer am schlagenden Zinken des Rotors die gewünschte Wirkung: Der Durchgang für das Futter wird durch die Verstellung schrittweise zunehmend verengt, dadurch trifft der Zinken das Futter häufiger, bevor es den Aufbereiter verlassen kann. Die Wirkung lässt sich an den steigenden Zahlen von Knick- und Stoßstellen ablesen. Der Wert von durchschnittlich 1,4 Knickstellen je Halm steigt um das Doppelte. Also scheint sich der Aufwand zu lohnen und es ist nun zu erwarten, dass die Proben aus der mit der höchsten Intensität aufbereiteten Variante auch am zügigsten abtrocknen können. Denn je mehr Verletzungen an der äußeren Schicht des Grashalmes auftreten, umso zügiger sollte das Wasser entweichen und der Trockenmassegehalt den notwendigen Wert von rund 35 % schneller erreichen. Die Schwankung der Einzelwerte scheint sehr groß. Da der Bestand sehr heterogen entwickelt ist, wird das Bild der Einzelmessungen auf die natürliche Schwankung der Gräser zurückgeführt.

Zeigt der Mehraufwand den gewünschten Effekt?

Die Ergebnisse der Trocknungsversuche der einzelnen Varianten zeigt die Abbildung 5.

Es wurden parallel sowohl Versuche mit regelmäßigen Wägungen im Feld durchgeführt als auch ergänzend Probenahmen und Messungen unter kontrollierten Bedingungen bei künstlicher Trocknung (Trockenschrank) bewertet, um mehr Sicherheit in die Daten zu bekommen. Beide Probenahmen zeigen parallel ähnliche Tendenzen: Der Verlauf der Wasserabgabe entspricht nicht den Erwartungen zwischen den einzelnen Versuchsvarianten. Vielmehr zeigt sich ein breites Datenspektrum in der Streuung mit den Einzeldaten der verschiedenen Einstellungen am Aufbereiter. Die Werte scheinen eher zufällig zu schwanken und spiegeln den Effekt der Aufbereitung nicht wider. Warum ist das so?

Schon am Anfang bei der Einwaage streuen die Werte. Das mag wiederum durch die wechselhafte, natürliche Zusammensetzung der jeweiligen Futterprobe begründet sein. Es stehen ganz unterschiedliche Gräser im Bestand nebeneinander und stellen bei verschiedenen Reifegraden natürlich auch andere Ansprüche an die Aufbereitung. Manche sind leichter mechanisch zu beschädigen, andere bieten aufgrund der zunehmenden Verholzung zum Schnittzeitpunkt mehr Widerstand. Also könnte die Streuung der Daten insgesamt auch die natürliche Zusammensetzung der Gräser der Wiese abbilden.

Ein anderer Aspekt ist noch zu berücksichtigen und als Einfluss denkbar: Die jeweilige Schwaddicke – auch bei Breitverteilung – kann der Luft und dem Sonnenlicht nur einen begrenzt gleichmäßigen Zugang zum Futter erlauben. Die Schichtdicke verhindert, dass das Futter auch in Bodennähe zügig und gleichmäßig abtrocknen kann. Da könnte der Effekt der stärkeren Aufbereitung seine Wirkung verlieren, wenn das Futter trotz Breitverteilung nicht ausreichend dünn und locker liegt und seine natürliche Feuchtigkeit nicht direkt abgeben kann. Gerade beim Mähen kann das Futter nicht komplett breitverteilt abgelegt werden, damit für die folgende Schlepperspur Platz bleibt und das Futter nicht überrollt wird. Also gibt die Futtermasse am Boden die Abtrocknungsgeschwindigkeit vor. Das Gleiche gilt für die Probe im Trockenschrank. Auch dort wurde eine größere Probe eingewogen, die damit zumindest annähernd einer praxisüblichen Schwaddicke entspricht. Das Futter bildet eine Matte, sie lässt Sonne und Wind nicht gleichmäßig und ungehindert wirken. Der Effekt einer stärkeren Aufbereitung kann also nur begrenzt an der Oberfläche zur Geltung kommen.

Der Trocknungsverlauf folgt zwar erwartungsgemäß insgesamt dem zeitlichen Trend der Wasserabgabe unter den aktuellen Temperaturverhältnissen, ein Zusammenhang mit den Varianten der Aufbereitung ist aber nicht zu erkennen. Die optische Kontrolle der Proben unterstützt dabei die Theorie, dass die Mischung der Gräser stark schwankt. Genau das bildet aber die Praxis ab, zumindest in dauerhaften Wiesenbeständen. Im homogenen Ackergras mögen die Verhältnisse günstiger sein. Die hinderliche Grasmatte bleibt aber.

Die ersten Proben haben nach etwa 4,5 Stunden den notwendigen TM Gehalt von 35 % erreicht. Das sind aber nicht die, die mit der höchsten Intensität bearbeitet wurden. Stattdessen scheint die Verteilung eher zufällig. Ein Zusammenhang ist nicht nachweisbar. Unabhängig von der Einstellung des Aufbereiters erreichen die Proben im Abstand von einer Stunde den angestrebten TM-Wert der Anwelksilage.

Fazit

Moderne Aufbereitermähwerke arbeiten im Gras mit Zinkenrotoren. Sie bieten eine einstellbare Profilplatte als Schikane, die je nach Abstand zum Rotor die Aufbereitung verstärken soll. Das funktioniert und ist auch zählbar zu prüfen. Der dazugehörige Mehraufwand an Energie summiert sich dafür aber auf bis zu 35 % im Vergleich zur offenen Einstellung. Die Wirkung dieses Energieaufwandes bleibt in den Versuchen aber aus, weil das heterogene Futter und die Dicke der Futtermatte am Boden ein zügiges und gleichmäßiges Abtrocknen verhindert. Also scheint sich die investierte Energie nicht durch eine beschleunigte Abtrocknung auszuzahlen.

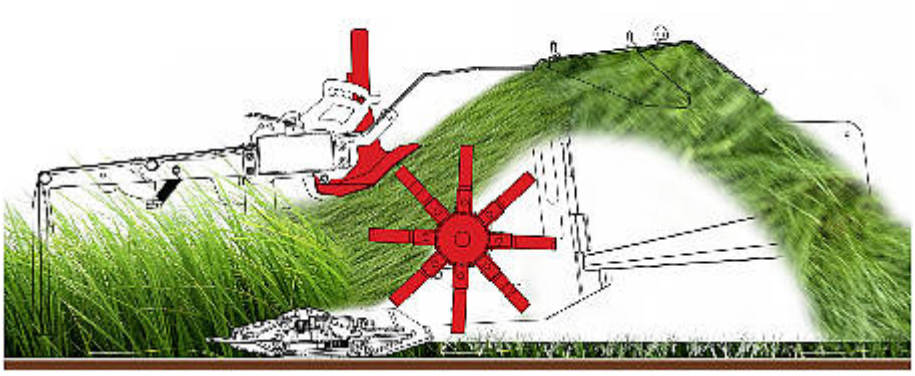
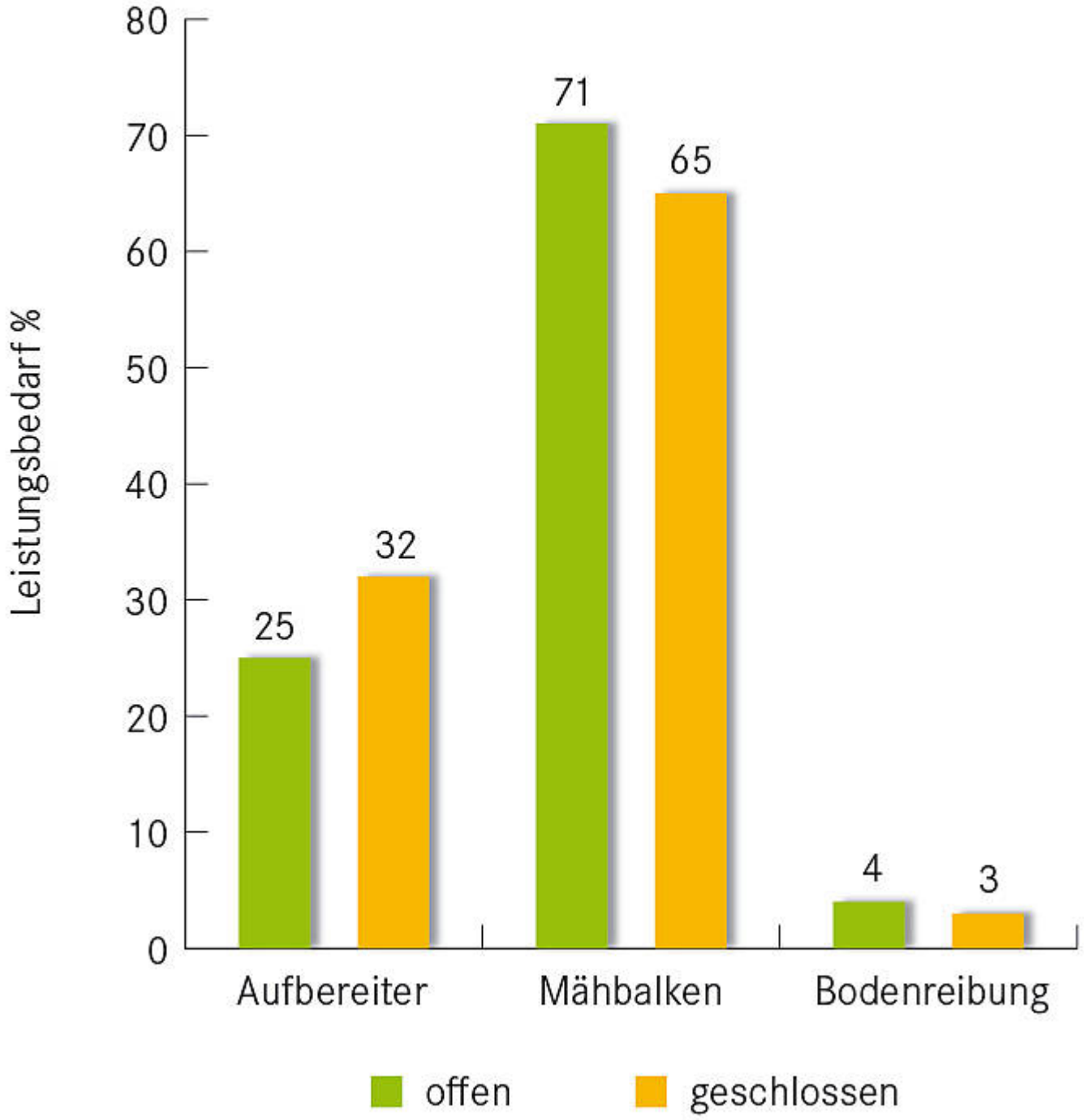


Abb. 1: Wirkprinzip des Aufbereiters am Mähwerk.

Abb. 2: Leistungsaufteilung beim Mähen – Aufbereiter komplett geöffnet und geschlossen





Die Versuche zeigen: Die Dicke des Schwads ist für die Trocknungsgeschwindigkeit bedeutender als die Intensität der Aufbereit

Abb. 4: Wirkung des Aufbereiters – Auszählung der Knickstellen am Grashalm (Mittelwert aus je 60 Proben)

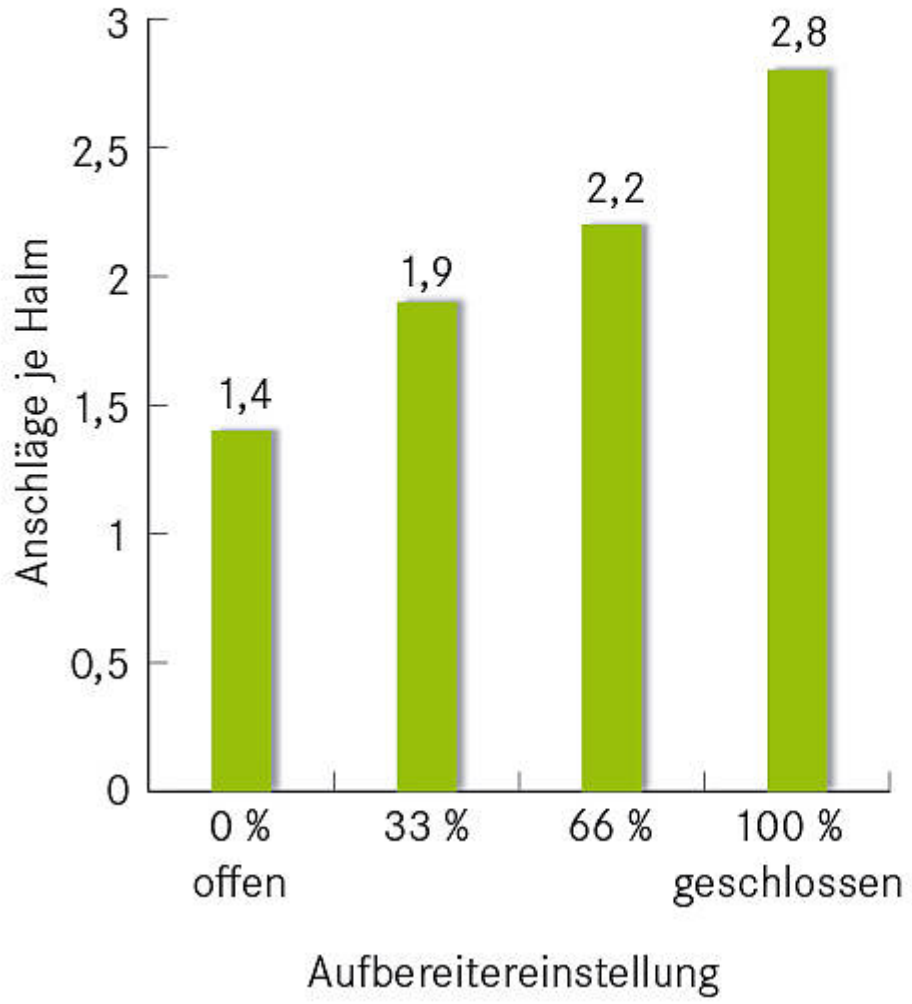
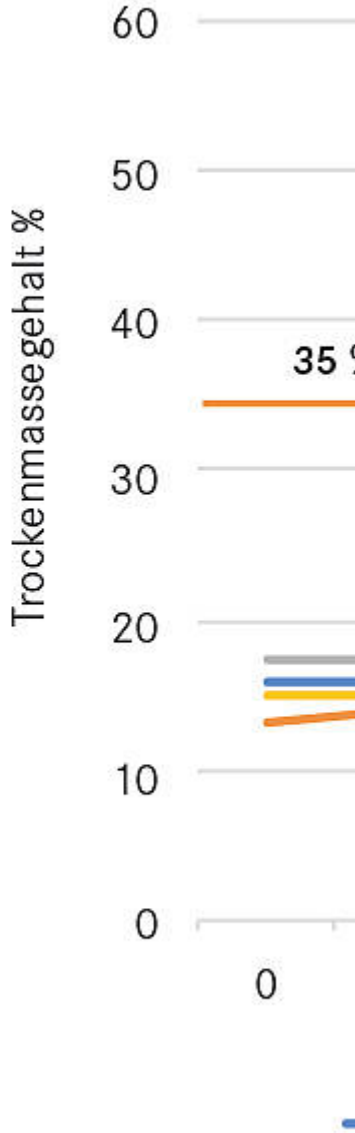


Abb. 5: Zunahme



Eine Gegenplatte lässt sich dazu in mehreren Stufen (bis zu sechs je nach Hersteller) im Abstand zum Zinkenrotor verändern (vgl. Abb. 1). Damit wird der Durchgang zwischen Rotor und Platte verringert und so das Gras intensiver konditioniert, weil die Verweildauer im Kanal steigt und der Zinken das Futter stärker anschlägt. Die Zahl der Knicke und Reibstellen an Halm und Blatt müsste steigen, das Gras kann das enthaltene Wasser dadurch leichter abgeben und trocknet schneller. So die Theorie! Der kleinere Spalt zwischen Rotor und Schikane lässt aber auch einen langsameren, schwereren Durchgang für das Futter, damit einen höheren Kraftaufwand und Spritverbrauch erwarten. Das geht in Ordnung, wenn der raschere Trocknungsverlauf das rechtfertigen kann. Grund genug also, den Effekt einmal genauer zu bewerten und im Test den Trocknungsfortschritt über die Varianten zu vergleichen.