

Wolftechnik

Der Rohstoff spielt eine Doppelrolle

Konstruktionsqualität und abgestimmte Messergeometrien ermöglichen neue Leistungsbereiche

Wolfmaschinen haben die Aufgabe, Fleischrohstoffe für die Wurstproduktion und für Hackfleischprodukte durch kontinuierliche Zerkleinerung mit verschiedensten Schneidsatzkombinationen in ganz konkrete Produktkörnungen zu zerkleinern. Das Arbeitsprinzip ist in den letzten Jahren ständig besser und wissenschaftlich durchdrungen worden, so dass heute mit der Füllwolftechnik die Kombination Füllmaschine und Wolf bis zur Fertigproduktherstellung eingesetzt wird.

Von Eberhard Haack, Wolfram Schnäkel und Stefan Stoyanov

Vor allem mit der Füllwolftechnik ist es gelungen, mit Feinstlochscheiben emulgierte Feinstbräte im Brühwurstbereich kontinuierlich und in sehr hoher Qualität herzustellen. Dergleichen gilt für Rohwurstprodukte. In der vorbereitenden Fleischbearbeitung ist durch die konsequente Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Fördervorgang in Standardwölfen, zu den Abläufen der Rohstoffzerkleinerung im Schneidsatz und den Zerkleinerungsvorgängen im Rohstoff selber, sehr viel Grundlagenwissen erworben worden. Es ist heute eine Verdoppelung der Zerkleinerungsleistung nur durch bessere Werkzeuge und Schneckenarten möglich. Zwei konkrete Sachverhalte bilden dabei die fachliche Grundlage – zum einen das Modell des Energieeintrages durch den Rohstoffschub mit der Schnecke für den

Zerkleinerungsvorgang und zum anderen das technische Zusammenwirken von Schneidsätzen mit dem Rohstoff bei der Zerkleinerung. In diesem Zusammenhang wurden viele rohstoffseitige Erkenntnisse erarbeitet, die sich heute in der Werkzeugqualität, deren Gestaltung aber auch in der Belastbarkeit positiv niederschlagen.

Wolfleistungen und Werkzeuggestaltungen bilden heute einen ganz engen Bezug mit den physikalischen Parametern der Rohstofffestigkeit, wenn man die Leistungsfähigkeit, der Werkzeugsysteme in der Maschine ausschöpfen will. Die Rohstoffqualität und -art, die Stückigkeit des Rohstoffes, der Temperaturzustand und der Zerkleinerungsgrad bestimmen absolut die Bauteile in der Maschine, die Schneckengestaltung, die Drehzahlen mit der Zerkleinerungsleistung und den Kraftbedarf. Dieser ist seit Jahren gesunken (Tab. 1).

Der Rohstoff hat dabei eine Doppelrolle in der Maschine, er wirkt als Kraftübertragungselement und Kraftverbraucher. In dieser Doppelfunktion kommt ihm die ursächliche Bedeutung zu. Sie muss technisch widerstandsfähig umgesetzt werden, um Hochleistungen zu erreichen. Das zieht Geometrieänderungen der Werkzeugsysteme und deren Belastbarkeit nach sich. Aus diesem Grunde wird hier eine gesamtheitliche Betrachtung angestellt.

Rohstoff

Der Rohstoff als Bearbeitungsgegenstand wird hinlänglich als

Material bezeichnet. In dieser Form sind seine mechanisch-physikalischen Eigenschaften wenig bekannt. Bisher wurde mit Schnecken gedreht und geschoben, in der Erwartung, dass die Zerkleinerung bei bester Qualität abläuft. Die Kraft wurde vom Motor bereitgestellt. In der Realität hat der Rohstoff zwei Aufgaben:



Abb. 1: Mado-Korb mit Rohstoff

scheibe in den Schneidsätzen und Leistung der Zerkleinerungsarbeit mit den Messern und Lochscheiben

Für den Kraftverbrauch und die Krafterzeugung ist der gleiche Stoff verantwortlich. Er ist nur in der Funktion verschieden eingebunden. Also ist aufzuklären, wo welche Bedingungen erfüllt sein müssen. Das die Kraftübertragung der Schnecke als Kombination von bereitgestellter Motorleistung, Schnecke, Rohstoff und Schneckengehäuse abläuft, ist hinlänglich bekannt. Aus der Schneckenrotation entsteht mit dem Fleisch der Schubdruck gegen den Widerstand des Schneidsatzes. Daraus folgt, dass die Rohstoffart, der Temperaturzustand und der gewollte Zerkleinerungsgrad die Größe des Kraftbedarfes darstellen. Die Schubkraftbereitstellung erzeugt der geförderte, sich abstützende Rohstoff zwi-

- Energieübertragung zur Erzeugung der Zerkleinerungskraft in der Kombination Schnecke-Rohstoff-Gehäuse durch Rohstoffschub
- Bereitstellung der Rohstoffverformungskraft zum Eindringen in die Bohrungen der Loch-

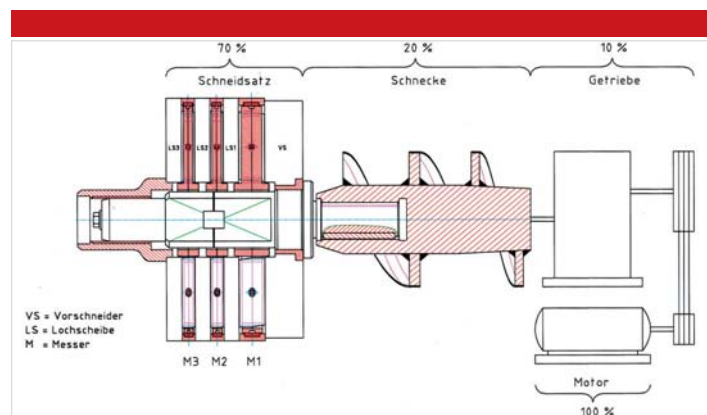


Abb. 2: Verteilung der Gesamtantriebsenergie des Motors

Tab. 1: Kraftbedarf für Wolfleistungen

	1990	2000	2005
5-teiliger Schneidsatz mit Lochscheibe Bohrung 2,0 mm; Rohstoff Schwein S II	8 – 12 Wh/kg	4 – 5 Wh/kg	< 1 Wh/kg bei Extruderwölfen

Quelle: HAACK, SCHNÄKEL UND STOYANOV

Fleischwirtschaft 1/2007



Abb. 3: Die Vorgänge der Zerkleinerung werden mit fortschreitender Schneidebene immer schneller.

anteile haben kaum kraftübertragende Wirkung. Das ist die Besonderheit beim Fördervorgang mit der Gegenkraftwirkung aus der Zerkleinerungsarbeit. Die beteiligte Rohstoffmenge ist damit um den Faktor 10 höher als die, die sich momentan im Schneidsatz befindet. Das löst den

schene Schnecke und Schneckengehäuse (Abb. 1). Dabei verteilt sich die Antriebskraft im Arbeitssystem so, dass der Schneidsatz etwa 80 bis 90% der Antriebsenergie verbraucht und sich die restliche Energie auf den Fördervorgang und den Antriebswirkungsgrad verteilt (Abb. 2).

Wertet man diese Ergebnisse, ist es erstaunlich, dass die Schubkraftenerzeugung für die Rohstoffbearbeitung mit so wenig Energie auskommt, um den Schubdruck zu erzeugen. Tatsache ist, dass die Förderung wesentlich geringere Rohstoffzerstörung durch die gleitende Bewegung erzeugt, aber letztlich den Energiebedarf für die Zerkleinerungsarbeit zu 100% absichern muss. Man kann die Rohstoffmenge aus dem Förderprozess, der die Schubkraft erzeugt, nur zu 10% Mengenanteil als kraftübertragend – bezogen auf das Schneckenkammervolumen – ansetzen. Dieser Mengenanteil ist direkt an der Kraftübertragung durch Stützkkräfte, die er aufnehmen muss, beteiligt. Als Kraftübertragungsmenge ist nur der Rohstoff, der sich unmittelbar an den Kanten der Züge und am Schneckenkopfkopf im Abstand von etwa 10 mm befindet, druckhaltend und schubkrafterzeugend wirksam. Alle anderen Rohstoff-

Kraftübertragungswiderspruch auf.

Die Rohstoffkraftübertragung erzeugt die Höhe des Schubdruckes als Arbeitsenergie für den Rohstoff- und den Schneidsatzwiderstand. Die Höhe des Schubdruckes ist wiederum verantwortlich für die Eindringtiefe von Fleischzapfen in die Bohrung und die Eindringgeschwindigkeit, mit der sich der gepresste Rohstoff wieder ausdehnt. Das ist deshalb von so großer Bedeutung, da der Rohstoff mit der Messergeschwindigkeit über die Lochscheibenfläche gleitet und so quasi gar keine Eindringzeit ($t = 0,01$ s bei Bohrung 2,0 mm) zur Verfügung steht. Die Zapfenlänge bestimmt so über den zur Verfügung stehenden Verformungsdruck die Füllzeit und die Leistung der Bohrung. Die Eindringgeschwindigkeit, durch Druck in die Bohrung bei Rotation der Messer mit Rohstoff, bestimmt die Anzahl der befüllten Bohrungen. Also sind beide Elemente von Leistungsmerkmalen der Lochscheiben mit ihrer Bohrungsanzahl und dem Druck abhängig. Der Rohstoffdruck als treibende Kraft aus der Schnecke bestimmt die erreichbare Bohrungsleistung aus dem Zusammenwirken von Messer und

Tab. 2: Spezifische Förderleistung von Bohrungen bei der Bearbeitung von Frischfleisch (Rohstoff Rind RIII)

Bohrungs- durchmesser [mm]	m ₁ [g/min] 2-teilig	m ₂ [g/min] 3-teilig	m ₃ [g/min] 5-teilig
2	20 – 40	30 – 60	80 – 120
3	30 – 50	60 – 80	90 – 140
4	80 – 100	100 – 150	190 – 240
5	100 – 120	160 – 200	250 – 380
6	130 – 190	200 – 230	510 – 540

Quelle: HAACK, SCHNÄCKEL und STOYANOV

Fleischwirtschaft 1/2007

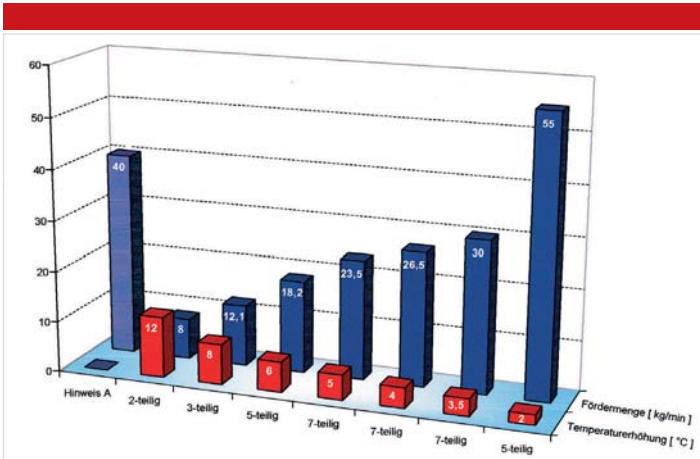


Abb. 4: Die erste Säule links zeigt die theoretische Fördermenge der Arbeitsschnecke, die ganz rechte Säule das optimierte Bohrbild. Dazwischen liegen die jeweiligen Menge der Normalschneidwerkzeuge.

Lochanzahl. Die Druckabhängigkeit der Bohrungsleistung ist die Haupteinflussgröße bei der Zerkleinerung mit verschiedenen Schneidsatzkombinationen.

Ein Überblick zur Förderleistung verschiedener Schneidsatzkombinationen gibt dazu Tabelle 2 zur spezifischen Förderleistung

von Bohrungen bei der Bearbeitung von Frischfleisch (Rohstoff Rind, RIII).

Konkrete Untersuchungen zur Lochscheibenqualität und zur Wirkung der Messerarten wurden zum Beispiel für Lochscheibenarten mit unterschiedlichen Lochanzahlen, Dicken und Mes-

serarten bei einem Großunternehmen für Hackfleischproduktion vorgenommen. Im Ergebnis erkennt man, dass die Lochanzahl, die Messerart und die Lochscheibendicke in direkter Wechselwirkung zur Maschinenleistung stehen. Jedes Element hat für sich genommen eine leistungsändernde Bedeutung. Solche Forschungs- und Entwicklungsuntersuchungen lassen erst Aussagen zu den Zusammenhängen für die Praxis zu.

Ein Hauptelement für die Arbeitsqualität ist die Bohrungsanzahl auf der Lochscheibenfläche.

Vor allem ist die Lochscheibendicke ein überraschender Wirkfaktor. Es zeigt sich, dass die Druckhaltung im Messerraum durch die Länge der Bohrkanaäle und die satte Messerauflage auf der Lochscheibenfläche ursächlich für die hohen Leistungen sind. Der Anstieg der Leistung der Wolfmaschinen durch den Schubdruck fordert neue, andere Lochscheibendicken als bisher nach DIN bekannt. Untersuchungen zeigen, dass bereits Neuteile nach DIN im Verformungsbereich der normalen Schubdrücke liegen und damit auch ständig nach jedem Schleifen in der Leistung nachlassen.

Neben den Lochscheiben mit der Bohrungsanzahl bestimmt die Anzahl der eingesetzten Messer-Lochscheiben-Kombination die erreichbare Leistung. Dieser Leistungsfaktor ist der sogenannte Schneidzyklus, denn nur der Rohstoff kann die Bohrung verlassen, der in seiner Zapfenform vom Fleischstück aus dem Messerraum getrennt wird. Das heißt, die Rohstoffeindringzeit führt zu zeitgebundenen Messergeometrien, die die Eindringzeit des Rohstoffes mit der Trenn-

schnittwirkung in Übereinstimmung bringen muss. Aus diesem Grund sind die Messer mit hängenden Klingen entstanden.

Werkzeugleistung

Die Untersuchungen zur Lochscheibenleistung beziehen sich auf einen 5-teiligen Schneidsatz mit optimiertem Bohrbild und berücksichtigten Messerschneidzyklen je Schneidebene. Der Schneidzyklus ist der zeitliche Abstand zwischen dem Eindringen und dem Abschneidvorgang des Rohstoffes an der Lochscheibenbohrungskante. Er muss dann einsetzen, wenn der Rohstoff in die Bohrung eingedrungen ist.

Die Darstellung in Abbildung 3 erklärt die Höhe der Förderleistung je Bohrung im Schneidsatz. Die Vorgänge der Zerkleinerung des Rohstoffes werden mit fortschreitender Schneidebene im-

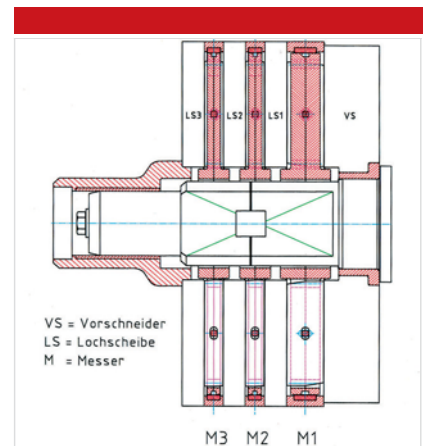


Abb. 5: Kraftverteilung im Schneidsatz

mer schneller, weil die stufenweise Destrukturierung den Verformungswiderstand absenkt. Daraus folgen mehr Messerbalken, um den Stoffabfluss nach schnellerem Eindringen in die Bohrungen durch den Trennschnitt zwischen Messer, Rohstoff und Lochscheibenbohrung zu veranlassen. Erst der durchtrennte Rohstoff in der Bohrung der Lochscheibe

Tab. 3: Normalwolftechnik – Maße für Kraftarm und Lastarm mit Belastungsfaktoren

Baugröße	106	114	130	160	200 FW	200 U	200 UX	200 UXV
Lastarm (LA)	42	44	48	55	90	90	85,6	85,2
Kraftarm (KA)	6	6,5	7,5	11,5	11,5	12,5	16,4	16,8
Faktor (LA/KA)	7	6,8	6,4	4,8	7,8	7,2	5,2	5,1

Quelle: HAACK, SCHNÄCKEL und STOVANOV

Fleischwirtschaft 1/2007

kann als Fleischzapfen die Bohrung verlassen. Somit sind die Messerarten für die erreichbare Leistung ein ganz wesentlicher Bestandteil.

Als Beispiel wurden die Fördermengen von zwei unterschiedlichen 5-teiligen Schneidsätzen der Baugröße G160 bei der Verarbeitung von Rohschwarte verglichen. Der Standardschneidsatz erreicht eine Fördermenge von $m = 680 \text{ kg/h}$. Mit Hochleistungsschneidsatz kann man die Fördermenge auf $m = 1470 \text{ kg/h}$ erhöhen. Die Fördermengen zeigen einen starken Unterschied trotz gleicher Bedingungen in der Maschine. Hieran erkennt man die Bedeutung des Messer-Rohstoff-Schneidzyklusses. Die Anzahl der verwendeten Schneidwerkzeuge ist ein wesentlicher Leistungsfaktor bei der Rohstoffbearbeitung. In Abbildung 4 wird die Wirkung von Zerkleinerungsgrad der Trennprodukte je Schneidebene, deren kombiniertes Zusammenwirken und das Nutzen optimaler Werkzeugkombinationen in Form von Qualität dargestellt.

Werkzeugbelastungen

Es wurde herausgearbeitet, dass die Druckkraft die Arbeitsenergie für die Zerkleinerung darstellt. Durch höhere Drücke wird mehr Leistung in Wolfmaschinen erreicht. Der Druck, insbesondere der Schubdruck auf die Lochscheibe, ist für das Werkzeugsystem die Kraft, die die Lochscheibe verformt und auch zerstört. Also sind folgende Fragen wichtig:

■ Welcher Verformungsdruck zur Fleischzapfenbildung ist notwendig, um eine gute Arbeitsleistung zu erreichen?

■ Wie viel Druck hält die Lochscheibe aus?

Daraus ergibt sich die Konstruktionsdicke für den Verarbeitungszweck. Es soll am Beispiel optimaler Arbeitsdrücke für die Rohstoffarten gezeigt werden, wie man Lochscheiben prüft und dimensioniert. Aus der Inhomogenität der Rohstoffe erkennt man, dass Schubdruckspitzen im Bereich von $p = 15$ bis 20 bar völlig normal sind. Legt man diesen

Druck als Lochscheibenbelastung zu Grunde, erkennt man, dass der Arbeitsbereich der Lochscheibe im Stahlfestigkeitsdiagramm im elastischem Verformungsgebiet liegt. Schleift man die Lochscheibe, nähert man sich sehr schnell der Dauerverformung mit der Werkstoffstreckgrenze, weil die Lochscheibe dünner wird. Hier beginnt die Werkstoffermüdung und später der Lochscheibenbruch. Daraus folgt, dass die Lochscheibendicke das wesentlichste Merkmal der Nutzungsdauer bildet.

Es ist weiterhin ersichtlich, dass schlechte Bohrbilder ganz natürlich die Lochscheiben-Schubbelastung steigern, und so frühzeitig neben schlechter Leistung zu Verformungs- und Ermüdungsbrüchen der Werkzeuge führen. Der geförderte Rohstoff wird damit völlig unbegründet zusätzlich belastet und zerstört. Die zerstörte Rohstoffmenge führt zu geringerer Schnecken-schubkraft. Diesen Leistungs-

Tab. 4: Maschinenleistungen von Großwölfen mit Versuchsträgern unter Praxisbedingungen

Rohstoff	Schneidsatzteile/ Parameter	Baugröße	
		alt 279,4 mm (11 Zoll)	neu W300
Rind II (frisch)	Lochscheibe Bohrung 8,0 mm	196 kg/min	580 kg/min
	Drehzahl	200 min ⁻¹	200 min ⁻¹
	Energiebedarf	55 kW	75 kW
		250	300
Geflügelfleisch (frisch, 2 Tage gefrosten)	Lochscheibe Bohrung 3,2 mm	98 – 105 kg/min	–
	Lochscheibe Bohrung 3,0 mm	–	246 kg/min
	Lochscheibe Bohrung 2,0 mm	–	198 – 203 kg/min
	Drehzahl	219 min ⁻¹	185 min ⁻¹
	Energiebedarf	55 kW	75 kW

Quelle: HAACK, SCHNÄCKEL und STOYANOV Fleischwirtschaft 1/2007

kreislauf muss man kennen, um wirklich gute Maschinen und Werkzeuge zu bauen. Bleibt die letzte Frage:

■ Was machen die Messer?

Die Messer schneiden den Rohstoff innerhalb der Schneidebenen ab. Sie unterliegen durch Pressung hohen Werkzeugspannungen und durch den Rohstoffschubdruck einer sehr hohen Reib- und Verschleißarbeit. Die Verschleißkräfte wirken gegen-

über dem Rohstoff zusätzlich zur Schneidkraft. Dadurch ist über den Rohstoffschub und seine Verdichtung die Schnitt- und Reibkraft die größte Belastung für die Messer. Vorn wurde gezeigt, dass die Messer auf Grund der Rohstoffkörnung und Struktur ganz verschiedenen Belastungen unterliegen. In Abbildung 6 erkennt man die Belastung als Prozent-Angabe.

Die Messer müssen also für die Lastfälle ausgelegt sein bzw. angeordnet werden. Denn auch die dünneren Messerkörper, wie bei M2 und M3 möglich (Abb. 6), steigern die Verarbeitungsleistung. Hinzu kommen stoffdynamische Abläufe, die eine Förder-Schneid-Synchronisation über die Anzahl der Messerbalken erforderlich machen. Auch hier tun sich wieder viele leistungsbeeinflussende Faktoren auf, die kraft- und geometrieseitig wirken.

Allgemein gilt: „Je kleiner die Fleischteilkörnung im Schneidsatz wird, desto schneller dringt diese in die Bohrung der Lochscheiben ein, weil die Bruchenergie für die Fleischstruktur niedrig ist.“ Mit dem Abschneiden des Rohstoffes durch die Messerbalken auf der Lochscheibenfläche, entsteht das abförderbare Fleischteilchen aus der Bohrung. Die Reib-, Schnitt- und Verdichtungskräfte für den Rohstoff steigern die Belastung der Messerkörper nach mehrmaligen Schleifen über den Bruchbereich. Aus diesem Grund wurde dem Messerbruch durch die veränderbare Messergeometrie und den Belastungsvorgängen außerordentlich umfangreiche Forschungsarbeit gewidmet.

Die Grundlagen zur Messerforschung gehen weit zurück. Wesentlich ist die Kraftpaarung zwischen Messerzapfen als Kraftüberträger zu den Messerbalken als Schneidelement und Kraftverbraucher. Dazu wurden vielfältige Untersuchungen angestellt und Modelle zur konstruktiven Berechnung und Gestaltung erarbeitet. Die Messer wurden mit unterschiedlichen Methoden im Belastungsverhalten beobachtet, um so die Gültigkeit der theoretischen Untersuchungen nachzuweisen. Auf diesem Gebiet hat die Power Tools GmbH Pionierarbeit mit verschiedensten wissenschaftlichen Einrichtungen geleistet. Anhand einiger Ergebnisse soll die Tragfähigkeit der Ergebnisse dokumentiert werden:

- Stellung des Messerzweikants im Messerkörper
- Messerkörperdicke
- Radien in kraftübertragende Bereiche
- Länge der Messernabe zur Kraftübertragung

Die Hebelverhältnisse definieren sich mit dem Messerzweikant und den Messerbalken zur Ausführung der Schneidarbeit an der Lochscheibe. Es wurden immer wieder Zerstörungsvorgänge beobachtet, die bei einem bestimmten Hebelverhältnis zwischen Messerzapfengröße und Klingenlänge eintraten. Daraus wurde der sogenannte Bruchfaktor ermittelt.

Ein verstärkendes Merkmal tritt dann ein, wenn die Messer durch Schleifarbeit dünner werden, weil der Rohstoff durch die Verdichtung fester wird. Es wirken die Dickenabnahmen als Belastbarkeitsminderung und höhe-

Der Rohstoff spielt eine Doppelrolle

re Rohstoffverdichtung im Messerraum als Kraftbedarfsverstärkung. Neben dem Lastarm/Kraftarm-Verhältnis sind auch andere Stoffkenngrößen für den Bruch verantwortlich, wie z.B. Vorzerkleinerung, Materialart und Temperatur. Diese Wirkungen wurden über die Lebensdauer von Messer in den verschiedensten Baugrößen untersucht. Da die Messerecken am häufigsten betroffen sind, wurden die Press- und Rissbilder als Kontrollmöglichkeit genutzt.

Vorschneider

Die neuartigen Vorschneider mit Druckraum verteilen die Rohstoffmengen vor dem Schneidsatz auf die Messerräume und Lochscheibenflächen. Er wirkt so 10 bis 20% leistungssteigernd und entlastend zu gleich. Auf der Ergebnisseite wird rund 20% weniger Kraft benötigt. Dieses wurde in der Praxis und mit Simulation nachgewiesen. Die dynamische Beanspruchung der Werkzeuge während des normalen Wolfbetriebes wurde mathematisch simuliert, um optimale Zusammenstellungsmerkmale zu erarbeiten. Interessant waren die Belastungsverläufe durch schiebenden und gleichzeitig rotierenden Rohstoff mit dem Messerumlauf. Standardwerkzeuge unterliegen durch sehr hohe Verformungsdrücke im ersten Messerraum – als starre Stellung zum höchsten Schneckengangpunkt – einer einseitig umlaufenden Verformungsbewegung und extremer Belastung.

Besonders hervorzuheben ist die Wirkung des Vorschneiders mit Druckraum und Lager, der die

extrem einseitige Schubdruckrotation im Schneidsystem über den ersten Messerraum vollständig (in der Stellung zur Schnecke) total ausgleicht und zu geringerem Kraftbedarf bei höherer Leistung führt. Die Vorteile des Vorschneiders mit Druckraum und Lager sind:

- Zentriereinrichtung Schnecke - Rohr
- keine Biegung des Messerzapfens
- geringer Messer- und Scheibenverschleiß durch Laufparallelität des Schneidsatzes
- Erhöhung der Nutzungsdauer der Schnecke und des Rohres
- 10 bis 20% geringerer Energieaufwand (Senkung)
- Leistungssteigerung um 10 bis 20%
- Qualitätserhöhung des Rohstoffes beim Förderprozess
- Ausnutzung der Energiespeicherung im Rohstoff aus der Verdichtung beim Förderprozess
- bessere Abflussbedingung für den Rohstoff über den Schneidsatz
- Sicherheitszone für den Schneidsatz bei ungewollten Hartbestandteilen z.B. Knochen
- Ausgleichsraum für Kraftspitzen bei der Rohstoffzuführung, Erhöhung der Laufruhe der Maschine

Die Werkzeugsysteme und die Schneckenschubenergie mit Rohstoff bergen die Möglichkeit, Wolftechnik in der Zukunft mit hohen Leistungen auszustatten. Großwölfe können doppelte Leistung im Feinlochscheibenbereich (Bohrung 2,0 mm) erreichen. Entsprechend erfolgreiche Praxistests wurden durchgeführt.

Mit Versuchsträgern unter Praxisbedingungen wurden Maschinenleistungen wie in Tabelle 4 erreicht.

Die Werkzeugsysteme sind für die Vorgänge und für diese Leistungsparameter zu optimie-

ren. Die genannten Leistungen bei Großwölfen beweisen mit Rohstoffkennwerten, dass mit Konstruktionsqualität und angewendeten Messergeometrien völlig neue Leistungsbereiche möglich sind. Die Grundlagen für diese Verbesserungen sind die konsequente Umsetzung wissenschaftlicher Ergebnisse im Werkzeugbau unter Berücksichtigung der Rohstoffeigenschaften.

Dieser Ausblick zeigt die klare Tendenz zur Leistungssteigerung durch optimale Werkzeugsysteme, Maschinenparameter und gute geometrische Gestaltung der Schnecken und Gehäuse auf.

Anschriften der Verfasser

Dr.-Ing. Eberhard Haack, Inofex GmbH, Martha-Bratzsch-Str. 8, 06108 Halle (Saale); Prof. Dr. Wolfram Schnäckel, Hochschule Anhalt (FH) Fachbereich Landwirtschaft/Ökotrophologie/Landespflege, Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg; Dipl.-Ing. Stefan Stoyanov, Institut für Technologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach, E.-C.-Bauermann-Straße 20, 95326 Kulmbach

Dr.-Ing. Eberhard Haack ist Geschäftsführer der Inofex GmbH in Halle/Saale



und beschäftigt sich mit technologischen Problemstellungen im Bereich der Fleischverarbeitung, insbesondere der Schneidtechnik.

Dr. Wolfram Schnäckel ist Professor für Lebensmitteltechnologie an der Hochschule Anhalt (FH), Fachbereich Landwirtschaft/Ökotrophologie/Landespflege.



Dipl.-Ing. Stefan Stoyanov hat an der Technischen Universität Sofia Maschinenbau studiert und promoviert an der TU Ilmenau. Zurzeit ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der BfEL, Standort Kulmbach, tätig.

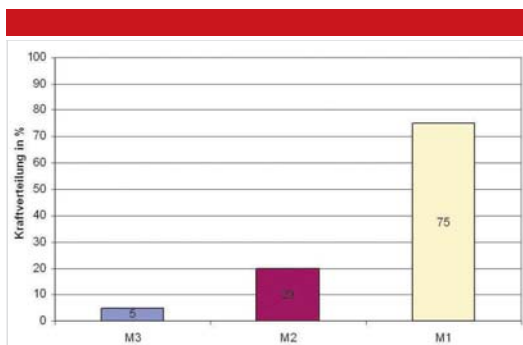


Abb. 6: Kraftbedarf im Schneidsatz einer Wolfmaschine (7-teiliger Schneidsatz)