

## Zum Anschliff von Kuttermessern

About the etche of chopping knives

S. STOYANOV und G. F. HAMMER

### Zusammenfassung

Bei der Auswahl von Kuttermessern für eine gegebene Zerkleinerungsaufgabe sollten weder die Geometrie der Schneidkante noch ihr Anschliffwinkel isoliert in die Betrachtung eingehen. Denn es verhält sich so, dass der Winkel, mit welchem die Schneide auf das Zerkleinerungsgut trifft, in nicht ganz einfacher Weise sowohl von der Geometrie der Schneide als auch von ihrem Anschliffwinkel abhängt. Die Differenzen zwischen dem Winkel, in welchem das Messer angeschliffen wurde, und dem, in welchem die Schneidkante das Fleisch schnitt, konnte in den untersuchten Fällen ganz erheblich sein und bis zu 29 Grad betragen.

### Summary

If chopping knives are to be selected for a given task of comminution, neither the geometry of their cutting edge nor the angle in which the sharpening took place should be judged separately. That holds, because the angle, with which the cutting edge meets the material to be comminuted, depends in a not very simple manner as well on the geometry of the cutting edge and on the angle of sharpening. In the examined cases the differences between the angle of sharpening and the angle, with which the cutting edge had contact with the meat, was very considerable and could be up to 29 degrees.

---

<b>Schlüsselwörter</b>	Kuttermesser – Gleitwinkel – Anschliffwinkel – effektiver Anschliffwinkel
<b>Key Words</b>	chopping knives – glide angle – angle of etching – effective angle of etching

---

Zerkleinern von Fleisch im Kutter erfolgt, wenn das Geschwindigkeitsgefälle zwischen Fleisch und Messern groß genug ist. Dabei wirkt das Zerkleinerungsgut auf Grund seiner Masseträgheit wie ein Gegenlager. Die Messer können in unterschiedlicher Weise, etwa durch Fräsen mit Anschleifen und Polieren, mit einer Schneidkante versehen, angeschliffen werden. Ihr Anschliff erfolgt gewöhnlich nur an einer Seite und zwar an der dem antransportierten Brät abgewandten Fläche. Nun erwies es sich als nicht zwingend notwendig, Messer für das Herstellen von Brühwurstbrät überhaupt mit einem Anschliff auszustatten. In entsprechenden Experimenten zeigten Würste, deren Bräte mit Messern ohne Schneide gefertigt waren, zwar erwartungsgemäß grobe Bindegewebepartikel mit einem Durchmesser bis 6 mm (HAMMER *et al.*,

2006. Aber ein Schärpen der Messer wirkte sich, im Gegensatz zu häufig zu hörenden Meinungen, nicht auf die Temperaturentwicklung des Bräts während des Kutters aus. Beim Kuttern mit Messern gleicher Geometrie mit und ohne Anschliff war die Dauer des Dispergierprozesses bis auf eine Endtemperatur des Bräts von 12 °C gleich lang. Messer ohne Anschliff, ohne Schneide, lieferten Würste mit einem geringeren Rotton, aber einer besseren Wasserbindung als scharfe Messer. Ein scharfes Messer besorgt demnach primär die Zerkleinerung von Bindegewebe. Muskel- und Fettgewebezellen werden bei vergleichbarer Dauer des Kutters auch von Messern ohne Schneide ausreichend und für das Auge unsichtbar destruiert.

Um diese Beobachtungen zu differenzieren, wollen wir im Rahmen des AiF For-

schungsvorhabens 15658 N unter anderem den Effekt unterschiedlicher Gleitwinkel und Anschliffwinkel von Kutmessern insbesondere auf den Zerkleinerungsgrad von Bräten untersuchen. Der Gleitwinkel eines Messers ist der Winkel, mit welchem sich ein Punkt auf der Messerschneide relativ zum Fleisch hin bewegt. Zum sachgerechten Anlegen der Untersuchungen war er zwar für verschiedene Messersätze zu variieren, etwa zwischen 20 und 70°. Innerhalb der einzelnen Messersätze sollte er allerdings über die Länge der Schneide konstant sein. Einen konstanten Gleitwinkel besitzen die Schneiden von Kutmessern beim Rotieren um den Wellenmittelpunkt nur dann, wenn sie in Form einer logarithmischen Spirale gestaltet sind. Der Verlauf eines solchen Schneidradius  $r$  lässt sich nach

$$r(\varphi) = a \cdot e^{\frac{\varphi}{\tan \tau}}$$

berechnen. Dabei sind  $r$  und  $\varphi$  die Polarkoordinaten der Schneidkante,  $a$  eine Konstante und  $\tau$  der Gleitwinkel. Diese Messer wurden konstruiert. Sind Kutmesser anders geformt, bewegen sich verschiedene Punkte der Schneidenlänge in unterschiedlichen Winkeln auf das Zerkleinerungsgut zu.

Zwar soll ein Anschliff solcher Messer im Winkel von 20° die beste Brühwurstqualität liefern (DOLATA, 1997). Wir wollten dennoch einige unterschiedliche Anschliffe untersuchen.

Nun zeigte sich im Verlauf der Projektierung, dass Messer gar nicht in jedem Fall mit dem Ansliffwinkel, er wird  $\beta$  genannt, in das Fleisch eintreten und es schneiden. Dies tun sie nur, wenn Messer eine gerade oder lineare und nicht eine, wie gewöhnlich bei Kutmessern, gebogene Schneidkante aufweisen. Solche „Linearmesser“ schneiden mit dem Winkel ihres Anschliffes, wenn sie sich senkrecht, translatorisch auf das Fleisch zu bewegen (Abb. 1). Die Schnittgeschwindigkeit  $v$  steht dann im rechten Winkel, normal, zur Schneide. Da der Gleitwinkel  $\tau$  der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor und seiner Normalkomponente ist, die hier in einander fallen, beträgt er 0°, das Messer hackt und der Fleischanschnitt tritt an der Ansliffseite des Messers von O nach B, an der anderen Seite von O nach A. Es wird im Winkel  $\beta$  geschnitten.

Ist der Gleitwinkel des Messers größer als 0°, erfolgt das Schneiden in einem anderen als dem Ansliffwinkel. Diese

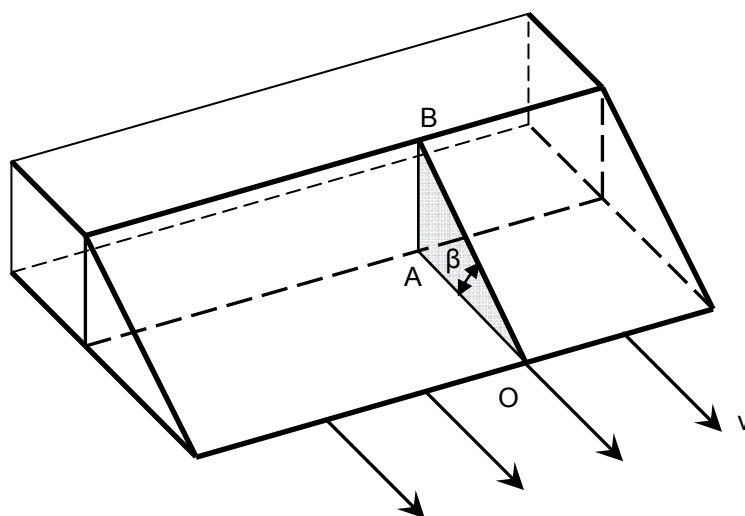


Abb. 1: Bewegung eines Ausschnittes eines Messers senkrecht zum Zerkleinerungsgut.  
 $v$ : Geschwindigkeitsvektor;  $\beta$ : Ansliffwinkel des Messers; O, A und B Punkte auf dem Messer

Tatsache kann für den Verwender des Kutters von einiger Bedeutung bei der Auswahl der Werkzeuge für eine gegebene Zerkleinerungsaufgabe sein. Es wird ohne weiteres davon ausgegangen, dass Messer mit einem steileren und damit längeren Anschliff rascher ausbrechen und scharf werden als solche mit einem weniger steilen. Aber trifft das auf alle Messergeometrien zu, wenn das Schneiden der Gewebe in jeweils unterschiedlichen Winkeln erfolgt?

Jedenfalls erschien es für die Untersuchungen logisch, Kuttermesser mit unterschiedlichen Gleitwinkeln so anzuschleifen, dass sie Fleisch in vergleichbaren Winkeln schneiden. Dieser Winkel, in welchem sie das Zerkleinerungsgut schneiden, wird folgend als „effektiver Anschliffwinkel“, symbolisch als  $\beta_1$ , bezeichnet.

Was der Gleitwinkel eines Messers, sein Anschliffwinkel und der effektive Anschliffwinkel miteinander zu tun haben, soll folgend zunächst am Beispiel eines Linearmessers dargestellt werden. Die Zusammenhänge sind zwar in der Literatur beschrieben (BAKUNC 1967), der Praxis aber nicht ausreichend bekannt.

Zur Betrachtung weiterer Gleitwinkel als  $0^\circ$ , bei dem das Messer hackt, wurde der Vektor der Geschwindigkeit, mit welchem sich das Linearmesser auf das Fleisch zu bewegt, in seine Komponenten zerlegt. Diese waren einerseits die als Tangente am betrachteten Punkt der Schneide liegende Tangentialkomponente  $v_\tau$  und andererseits die an ihm senkrecht zur Tangentialkomponente stehende Normalkomponente  $v_n$ . Die Tangentialkomponente verlief im obigen Fall in der Schneidkante des Messers. Die Geschwindigkeit des Punktes und die Normalkomponente bilden die Schenkel des Gleitwinkels der Schneide.

Bewegt sich ein Linearmesser mit konstanter Geschwindigkeit nicht senkrecht, sondern zunehmend ziehend, schräg auf das Fleisch zu (Abb. 2), trennen sich der Geschwindigkeitsvektor (schwarzer Pfeil in Abb. 2) und seine Normalkomponente (roter Pfeil in Abb. 2) voneinander. Wird das Messer immer weiter gegen das Fleisch gekippt, verläuft der Geschwindigkeitsvektor schließlich parallel zur Schneide. Er fällt in diesem Fall mit seiner Tangentialkomponente  $v_\tau$  zusammen (blauer Pfeil in Abb. 2), der Gleitwinkel  $\tau$  ist  $90^\circ$  und Schneiden kann nicht erfolgen.

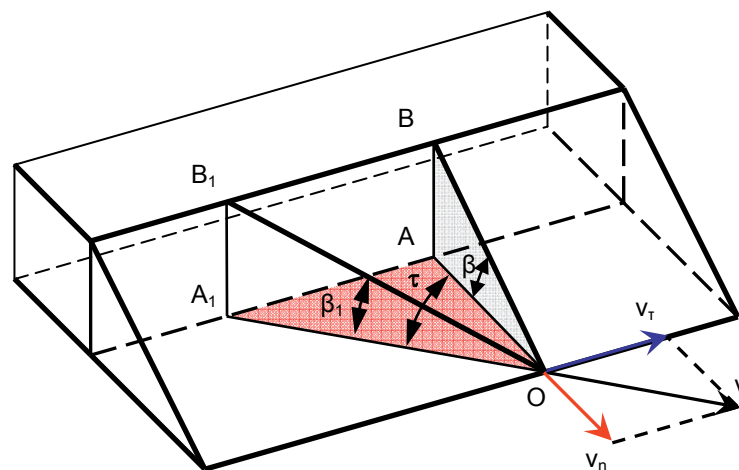


Abb. 2. Ziehende Bewegung eines Ausschnittes eines Messers.

$v$ : Geschwindigkeitsvektor;  $v_\tau$ : seine Tangentialkomponente;  $v_n$ : seine Normalkomponente;  
 $\beta$ : Anschliffwinkel des Messers;  $\beta_1$ : effektiver Anschliffwinkel des Messers;  $\tau$ : Gleitwinkel des Messers;  
 O, A, A<sub>1</sub>, B und B<sub>1</sub> Punkte auf dem Messer

Ist der Gleitwinkel größer als 0 und kleiner als 90°, erfolgt das Eröffnen des Fleisches nicht im Anschliffwinkel  $\beta$  wie beim Hacken, sondern in einem kleineren Winkel  $\beta_1$ . Er entsteht durch Drehen des Dreiecks OAB um den Winkel  $\tau$ , wobei der Drehpunkt in O liegt (Abb. 2). Dieser Winkel ist der effektive Anschliffwinkel  $\beta_1$  der Schneide. Der Fleischanschnitt bewegt sich über seine Schenkel und zwar am Anschliff von O nach B<sub>1</sub>, an der gegenüber liegenden Messerfläche von O nach A<sub>1</sub>. Sind die Längen zweier OA<sub>1</sub> Seiten des rechtwinkligen Dreiecks OA<sub>1</sub>B<sub>1</sub> bekannt, lässt sich die Größe des effektiven Anschliffwinkels herleiten. Unter Verwendung der Seiten OA<sub>1</sub> und A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> ergibt sich der Winkel  $\beta_1$  aus dem Verhältnis zwischen A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>

$$(\text{=AB}) \text{ und } OA_1. \text{ Also } \tan \beta_1 = \frac{AB}{OA_1}.$$

Da die Strecke OA<sub>1</sub> durch Drehen des Schenkels OA um den Ursprung O im Gleitwinkel  $\tau$  entsteht, ist ihre Länge

$$OA_1 = \frac{OA}{\cos \tau}.$$

Nach Einsetzen in die oben angegebene Formel folgt

$$\tan \beta_1 = \frac{AB \cdot \cos \tau}{OA}.$$

Das in diesem Ausdruck enthaltene Verhältnis der Strecken  $\frac{AB}{OA}$  ist der  $\tan \beta$  und es folgt

$$\tan \beta_1 = \tan \beta \cdot \cos \tau.$$

Die Größe des effektiven Anschliffwinkels errechnet sich zu

$$\beta_1 = \arctan(\tan \beta \cdot \cos \tau).$$

Mit zunehmendem Gleitwinkel  $\tau$ , zunehmend schrägem Ansatz des Messers, nehmen  $\cos \tau$  und dann auch der  $\arctan$  ab. Deshalb wird  $\beta_1$  mit wachsendem Gleitwinkel des Messers immer kleiner und verschwindet schließlich bei einem von 90°. Wie oben bereits bemerkt, schneidet ein Messer an diesem Extrempunkt nicht, es hat seine zum Fleisch gerichtete Geschwindigkeitskomponente verloren.

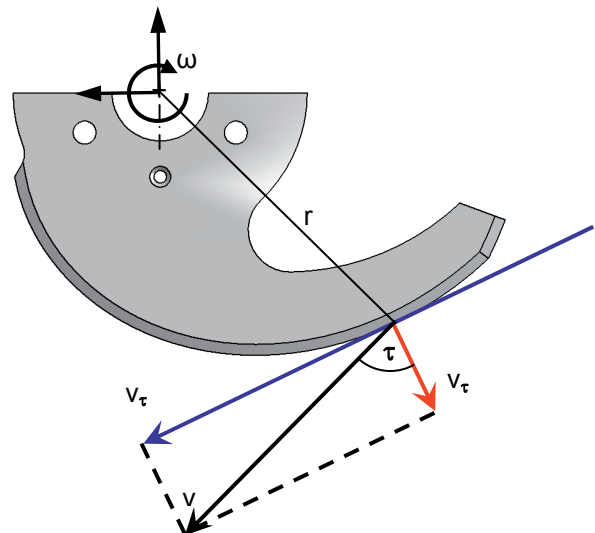


Abb. 3: Ein sichelförmiges Messer rotiert mit der Messerwelle.  
 r: Messerradius am interessierenden Punkt der Schneidkante; v: senkrecht zu ihm stehender Geschwindigkeitsvektor;  
 v<sub>τ</sub>: seine Tangentialkomponente;  
 v<sub>n</sub>: seine Normalkomponente;  
 τ: Gleitwinkel des Messers

Diese Zusammenhänge treffen auch auf ein an der Welle eingespanntes Kuttermesser mit gebogener Schneidkante zu, das mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  um den Wellenmittelpunkt rotiert (Abb. 3). Die Geschwindigkeit eines Punktes auf der Schneidkante hängt wegen  $v = \omega \cdot r$  vom Abstand des untersuchten Punktes vom Wellenmittelpunkt und damit vom Radius ab. Der Geschwindigkeitsvektor (schwarzer Pfeil in Abb. 3) steht senkrecht auf dem Messerradius. Er kann auf der Schneidkante zerlegt werden. Seine tangentiale Komponente (blauer Pfeil in Abb. 3) ist die Tangente am betrachteten Punkt der Schneide, seine normale Komponente (roter Pfeil in Abb. 3) steht senkrecht auf ihr. Auch hier ist der Gleitwinkel der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor und seiner Normalkomponente.

Abbildung 4 stellt drei hier konstruierte Messer in Form einer logarithmischen Spirale mit Gleitwinkeln von 20, 45 und 70 Grad dar. Das Messer mit einem Gleitwinkel von 20 Grad weist die kürzeste, das mit einem von 70 Grad die längste Schneide auf.

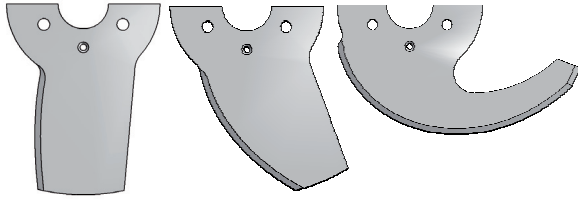


Abb. 4: Kuttermesser in Form einer logarithmischen Spirale mit Gleitwinkeln von 20 Grad (links), 45 Grad (in der Mitte) und 70 Grad (rechts)

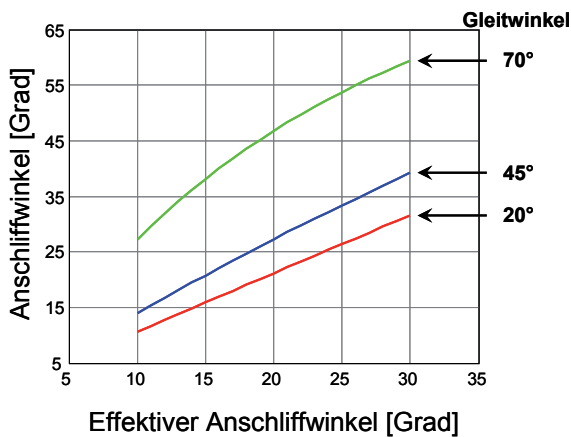


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Anshliffwinkel und effektivem Anshliffwinkel bei Gleitwinkeln der Messer von 70 Grad (grüne Kurve), 45 Grad (blaue Kurve) und 20 Grad (rote Kurve)

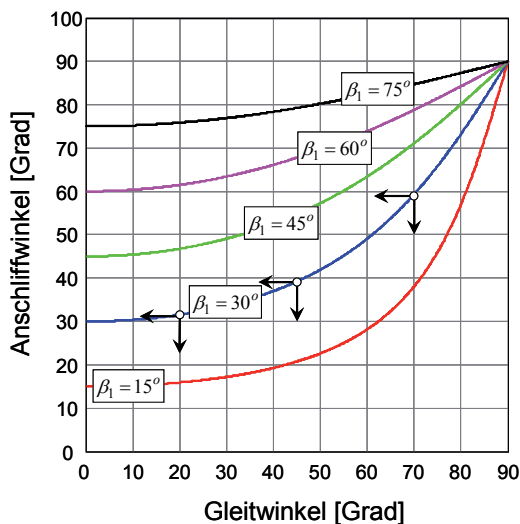


Abb. 6. Konstante effektive Anshliffwinkel  $\beta_1$  bei variablen Anshliff- und Gleitwinkeln. Pfeile: Um einen konstanten effektiven Anshliffwinkel  $\beta_1$  von beispielsweise 30 Grad zu erzielen, sind Messer mit Gleitwinkeln von 20, 45 und 70 Grad mit deutlich unterschiedlichen Anshliffwinkeln zu versehen (blaue Kurve)

Abbildung 5 zeigt für diese Messer den Zusammenhang zwischen Anshliffwinkel und effektivem Anshliffwinkel auf. Um sie Fleisch im gleichen Winkel, dem effektiven Anshliffwinkel, von beispielsweise 20 Grad schneiden zu lassen, ist bei dem Messer mit einem Gleitwinkel von 20 Grad der Anshliff im Winkel von 21 Grad vorzunehmen. Messer mit einem Gleitwinkel 45 Grad sind im Winkel von 27 Grad und die mit einem Gleitwinkel von 70 Grad im Winkel von 47 Grad anzuschleifen.

Abbildung 6 enthält eine Kurvenschar effektiver Anshliffwinkel, die sich aus verschiedenen Kombinationen von Anshliffwinkeln und Gleitwinkeln ergeben. Damit beispielsweise die 3 Messer der Abbildung 4 Fleisch im Winkel von 30 Grad schneiden (effektiver Anshliffwinkel = 30 Grad) (schwarze Pfeile in Abb. 6), ist die Schneide des Messer mit der kürzesten Schneide (20 Grad) mit einem Anshliffwinkel von 32 Grad, die des Messers mit einem Gleitwinkel von 45 Grad mit einem von 39 Grad und die des längsten Messers (70 Grad) sogar mit einem von 59 Grad auszustatten.

Bei Messern mit Gleitwinkeln zwischen 0 und 20 Grad fallen die Differenzen zwischen Anshliffwinkeln und effektiven Anshliffwinkeln mit maximal minus zwei Grad relativ gering aus. Mit größer gestaltetem Gleitwinkel nehmen sie zu. Bei einem Messer mit einem Gleitwinkel von 70 Grad, angeschliffen im Winkel von 59 Grad, ist der effektive Anshliffwinkel mit nur 30 Grad sogar um 29 Grad geringer.

### Schlussfolgerung

Bei der Auswahl von Kuttermessern ist ihr effektiver Anshliffwinkel zu berücksichtigen. Werden Messer ausgewählt, welche während des Rotierens über die Länge ihrer Schneide in einem konstantem Winkel zum Fleisch stehen, dann verhält es sich so, dass bei solchen mit einer kurzen Schneidenlänge und einem Gleitwinkel von 20 Grad und weniger der Anshliffwinkel nur wenig größer ist als der effektive Anshliffwinkel. Werden unter Verlängerung der Schneiden die Gleitwinkel größer, unterscheiden sich die beiden Winkel

mehr und mehr. Dabei schneiden die Messer das Fleisch immer in einem kleineren Winkel als in dem, in welchem sie angeschliffen sind.

Das Forschungsvorhaben (AIF 15 658 N) wurde im Rahmen zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI) gefördert.

## **Literatur**

HAMMER G. et al. (2006): Unterschiedliche Qualität von Brühwurstbrät – Kuttern mit verschiedenen Messern. *Fleischwirtschaft* 86, 4, 88-92

DOLATA W. (1997): Einfluss des Schliffwinkels von Kuttermessern auf die Qualität von Brühwurst. *Fleischwirtschaft* 77, 700-703

BAKUNC G. (1967): Zur Theorie der Bearbeitung von Fleisch im Fleischkutter und Fleischmenger. Die Form der Kuttermesser. *Mjasnaja Industrija SSSR*