

Zerspanungslehre Maschinenkurs ZSV

1. Werkstoff Massivholz

Der „gewachsene“ Werkstoff Holz hat gegenüber Metall, Kunststoff oder Plattenmaterial, die gleichmässig aufgebaut sind, eine ungleichmässige Struktur, die je nach Holzart, Faserverlauf und Beanspruchungsrichtung unterschiedliche Eigenschaften haben kann.

Die wunderbaren, natürlichen Eigenschaften vom Werkstoff Massivholz müssen bei der Zerspanung berücksichtigt werden. Dementsprechend sind die Bearbeitungsabläufe, Schneidenwerkstoff, Schneidengeometrie, Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Zähnezahl richtig zu wählen. „Das Werkzeug macht die Arbeit“, darum sind die richtige Werkzeugauswahl, der optimierte Einsatz, eine sachgemässe Pflege und ein kompetenter Schärfservice die Grundlage für die Wirtschaftlichkeit bei der Zerspanung.

2. Schneidenwerkstoff

Vom Schneidenwerkstoff und vom richtigen Werkzeug werden Schnittqualität, Standweg und damit die Wirtschaftlichkeit sehr stark beeinflusst. Dem Werkzeughersteller und dem Anwender steht heute eine Vielzahl von Schneidenwerkstoffen für die Bearbeitung der unterschiedlichen Hölzer zur Verfügung.

Die Anforderungen an einen Schneidenwerkstoff sind: scharfe Schneidenkante, hohe Zähigkeit und hohe Härte. Die Anforderungen nach einer hohen Zähigkeit bei gleichzeitig hoher Härte sind ein Zielkonflikt und darum immer nur bedingt zu realisieren. Der „beste und ideale Alleskönner“ Schneidenwerkstoff für die Holzbearbeitung gibt es darum nicht. Das Ziel vom innovativen Werkzeughersteller ist und bleibt, vorhandene Schneidenwerkstoffe laufend weiter zu entwickeln und dadurch immer näher an das Ideal heranzukommen; einen Schneidenwerkstoff scharf wie eine Rasierklinge, hart wie Diamant und zäh wie geschmiedeter Stahl zu finden. Für die Bearbeitung von Massivholz können die Schneidenwerkstoffe in drei Hauptgruppen eingeteilt und nach verschiedenen Oberflächenbeschichtungen unterschieden werden. Die drei Material-Hauptgruppen sind Stahl, Hartmetall, Diamant.

2.1 Stahl

SP, Niedriglegierter Werkzeugstahl, für preisgünstige Werkzeuge wie Stahlkreissägen, Bohrer, Bandsägen für die Bearbeitung von Weichholz.

HL, Hochlegierter Werkzeugstahl, für Fräser, Hobelmesser, Bohrer für die Bearbeitung von Weich- und bedingt von Hartholz.

HS, Hochlegierter Schnellarbeitsstahl für hochwertige Werkzeuge wie Hobelwerksfräser, Hobelmesser, Bohrer, Kreissägen für die Bearbeitung von astarmen Weich- und Harthölzern.

ST, Hochlegierte, praktisch eisenfreie Kobalt-Wolfram-Chromlegierung (Stellite) für hochwertige Werkzeuge wie Fräser und Hobelmesser zur Bearbeitung von Holzarten mit mineralischen Einschlüssen oder Säurehaltigkeit.

2.2 HW Hartmetall

Der Schneidenwerkstoff Hartmetall hat durch die laufende Weiterentwicklung ein sehr breites Einsatzspektrum erreicht. Durch immer feinere Körner und modifizierte Binder konnte die Zähigkeit und Schnittkantenschärfe soweit erhöht werden, dass in den vergangenen Jahren der Schneidenwerkstoff HS zu einem erheblichen Teil durch Hartmetall ersetzt werden konnte. Dank der grossen Hartmetall Sortenvielfalt besteht heute die Möglichkeit, jeweils die bestgeeignete Hartmetall Sorte für den vorgesehen Einsatzzweck auszuwählen und dadurch praktisch den kompletten Bereich der Massivholzbearbeitung abzudecken.

2.3 DP Diamant

Diamant ist der härteste bekannte Schneidenwerkstoff und wird für hochwertige Werkzeuge wie Fräser, Bohrer, Sägen eingesetzt. Diamant eignet sich überall dort, wo mit Hartmetallwerkzeugen ungenügende Standwege erreicht werden.

Durch die relativ tiefe Zähigkeit vom Diamant muss ein entsprechend grosser Keilwinkel an der Schneide gewählt werden, wodurch der Einsatz vom Diamanten für die Bearbeitung von Weichholz stark eingeschränkt wird. Hingegen wird der Scheidenwerkstoff Diamant in der industriellen Hart- oder Exotenholzbearbeitung sowie in der Plattenbearbeitung sehr erfolgreich angewendet.

2.4 Hartstoff Beschichtung

Seit Jahren besteht die Möglichkeit, HS und HW Schneiden mit einer Hartstoff-Dickschicht zu beschichten und dadurch die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge zu verbessern. Bis vor kurzem war diese jedoch, durch die Dicke der Schicht, mit dem gravierenden Nachteil der grossen Schnittkantenverrundung verbunden und darum in der Praxis nur sehr bedingt für die Massivholzbearbeitung anwendbar. Einige Werkzeughersteller sind heute jedoch in der Lage, HS und HW mit einer minimalen Dünnschicht zu beschichten und dadurch die Oberflächenhärte der HS Schneide um ein Mehrfaches zu erhöhen, beziehungsweise bei der Hartmetallsschneide zu verdoppeln. Diese neue Schichtgeneration eröffnet neue Leistungsbereiche auch bei Werkzeugen für die Massivholzerspanung.

Die Beschichtung eignet sich für hochwertige HS Hobelmesser, HS Keilzinkenschneiden, HW Spiral- und Schruppfräser sowie HW Wechsel- und Profilschneiden.

Schneidengeometrie

Neben dem richtigen Schneidenwerkstoff ist die Schneidengeometrie entscheidend für die Leistung des Werkzeugs. In der Praxis wird bei der Festlegung der Schneidengeometrie grundsätzlich zwischen Längs-, Quer- und Hirnholzbearbeitung unterschieden. Dabei müssen zur Bestimmung der Schneidengeometrie die Festigkeitsunterschiede des Holzes in den verschiedenen Bearbeitungsrichtungen und damit das unterschiedliche Vorspaltverhalten berücksichtigt werden.

3.1 Vorspaltung

Bei der Zerspanung spaltet der Schneidenkeil das Holz in Faserrichtung, so dass vor der Schneide ein Riss, die Vorspaltung, entsteht. Der Riss läuft so lange der Schneide voraus, bis die Zusammenhaltekräfte der Fasern das Übergewicht haben und der Span von der Schneide abgeschnitten wird.

Grundsätzlich ist die Vorspaltung positiv, da Schnittkräfte und Antriebsleistung verringert werden und die Schnittkante dank dem vorauseilenden Riss weniger abstumpft. Negativ wirkt sich jedoch die Vorspaltung dann aus, wenn sie zu gross ist und dadurch die Schnittfläche nicht mehr glatt geschnitten wird. Die hohe Kunst besteht demnach darin, den Vorteil der Vorspaltung maximal zu nutzen, aber den Nachteil zu verhindern.

Grundsätzlich gilt, dass bei der Stirnholz- und Querbearbeitung praktisch keine Vorspaltung, jedoch bei der Bearbeitung in Längsrichtung oder gegen die Holzfaser eine relativ grosse Vorspaltung statt findet. Folgende Faktoren beeinflussen die Vorspaltung.

3.2 Schneidengeometrie

Kleiner Keilwinkel, grosser Spanwinkel, wenig Achswinkel, hoher Vorschub pro Zahn und eine tiefe Schnittgeschwindigkeit fördern die Vorspaltung und dadurch die Gefahr, dass die Oberfläche nicht glatt geschnitten wird.

Da bei der Quer- und insbesondere bei der Stirnholzbearbeitung praktisch keine, jedoch bei der Längsbearbeitung eine recht grosse Vorspaltung auftritt, kann mit der richtigen Wahl der Schneidengeometrie die Schnittqualität und der Standweg sehr stark beeinflusst werden.

A) Längsholzbearbeitung

Spanwinkel 15 – 25° und Keilwinkel 50 bis 60 °, Vorschneider mit positivem Spanwinkel, Rämerschneide mit Achswinkel, evt. mit Spanbrecher.

B) Querholzbearbeitung:

Spanwinkel 20 – 25° und Keilwinkel ca. 55 bis 60 °, Vorschneider mit negativem Spanwinkel, Rämerschneide mit Achswinkel, ohne Spanbrecher.

C) Stirnholzbearbeitung:

Spanwinkel 30 – 35° und Keilwinkel ca. 40 bis 45 °, ohne Vorschneider, Rämerschneide mit Achswinkel, ohne Spanbrecher, mit grossem Überstand (ca. 4 mm) zwischen Schnittkante und Druckbacken.

3.3 Schnittgeschwindigkeit

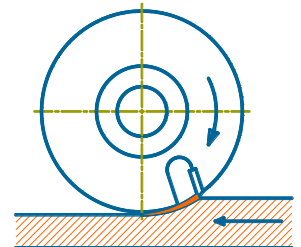
Die Vorspaltung steht in einem direkten Zusammenhang mit der Schnittgeschwindigkeit. Je höher die Schnittgeschwindigkeit ist, desto weniger kann die Holzfaser weichen. Theoretisch kann die Schnittgeschwindigkeit soweit erhöht werden, bis die Schneide schneller ist, als die Holzfaser weichen kann. Bei Weichhölzer liegt die Vorspaltgeschwindigkeit bei ca. 60 m/s, bei Harthölzern bei ca. 40 m/s. Die richtige Schnittgeschwindigkeit ist eine weitere entscheidende Komponente für die Schnittqualität und den Standweg des Werkzeuges. Sie ist abhängig von dem zu bearbeitenden Werkstoff, der eingesetzten Schneidenqualität und der max. zulässigen Drehzahl. Aus diesem Grund kann in der Praxis die Vorspaltung nicht ausschliesslich über die Schnittgeschwindigkeit, sondern nur im Zusammenspiel von Schneidengeometrie und Schnittgeschwindigkeit betrachtet werden.

3.4 Vorspaltung bei Gleich- und Gegenlauf

In Bezug auf die Vorspaltung und den Standweg ist es von entscheidender Bedeutung, ob das Werkzeug im Gleich- oder Gegenlauf eingesetzt wird.

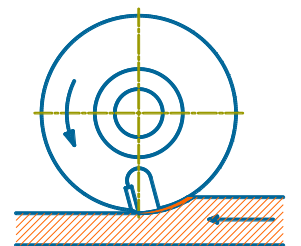
A) Gleichlauf, nur für mechanischen Vorschub!

Beim Gleichlauf ist die Drehrichtung des Werkzeuges gleichgerichtet mit der Vorschubbewegung des Werkstücks. Der Anschnitt erfolgt mit maximaler Spandicke und nimmt kontinuierlich bis auf Null ab. Dabei wird der Span zum Austritt immer dünner und weicher, wodurch die Vorspaltung weitgehend verhindert wird. Wichtigster Vorteil dieser Bearbeitung ist die bessere Oberflächengüte. Dabei ergibt sich durch die fehlende Vorspaltung eine schnellere Schneidenabstumpfung.



B) Gegenlauf

Beim Gegenlauf ist die Drehrichtung des Werkzeuges der Vorschubbewegung des Werkstücks entgegen gerichtet. Der Anschnitt erfolgt bei Spandicke null und nimmt kontinuierlich zu. Der Span wird dicker und stabiler und die Vorspaltung tritt ein. Bevor jedoch der Span in der Anfangsphase gebildet wird, drückt, reibt die Schneide in dem Bereich, der schlussendlich als Oberfläche sichtbar wird. Der Vorteil dieser Methode ist eine geringere Schneidenabstumpfung, der Nachteil die schlechtere Oberflächengüte.



Vorschubgeschwindigkeit

Die Vorschubgeschwindigkeit ist abhängig von Drehzahl, Zähnezahl, mittlerer Spandicke und der verlangten Oberflächengüte. Grundsätzlich gilt: je tiefer der Vorschub, desto besser die Oberflächenqualität - je höher der Vorschub, desto länger der Standweg.

4.1 Mittlere Spandicke

Der Vorschub lässt sich über die mittlere Spandicke berechnen. In der Praxis gilt dieser errechnete Wert als Richtwert für die Grundeinstellung. Um die Bearbeitungszeit zu verkürzen und den Standweg der Werkzeuge zu verbessern, kann der optimale Wert auch empirisch gesucht werden, indem die Vorschubgeschwindigkeit schrittweise soweit erhöht wird, bis die gewünschte Oberflächenqualität nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. (Dieses Vorgehen gilt selbstverständlich nicht für jede Anwendung!)

4.2 Messerschritt

Je länger der Messerschritt ist, desto deutlicher wird er sichtbar, und desto welliger wirkt die Oberfläche. Die Länge des Messerschrittes ist abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit, Drehzahl, Anzahl Schneiden und der Rundlaufgenauigkeit.

4.3 Oberflächengüte

Bedingt durch Toleranzen am Werkzeug, an der Bohrung und der Spindel sind die Schneiden eines mehrschneidigen Werkzeuges nie 100 % exakt auf dem gleichen Flugkreis. Dadurch erzeugt in der Regel nur die am weitesten vorstehende Schneide die Oberfläche. Es sind zwar alle Schneiden im Einsatz, jedoch nur eine Schneide bestimmt die Oberflächengüte. Dadurch lässt sich mit dem konventionellen Werkzeug, auch mit zusätzlichen Schneiden, keine Verkürzung vom Messerschritt und damit auch keine Verbesserung der Oberflächengüte erreichen. Es entsteht eine „**Ein-Messer-Oberfläche**“. Darum kann bei konventionellen Werkzeugen bei der Berechnung des Messerschrittes die Anzahl der im Werkzeug eingesetzten Schneiden nur mit Faktor 1 berücksichtigt werden.

Eine „**Mehr-Messer-Oberfläche**“ kann nur erreicht werden, wenn alle Schneiden absolut auf dem gleichen Flugkreis und alle anderen Toleranzen weitgehend eliminiert sind. Dazu müssen die Werkzeuge mit einer Hydrospannung ausgerüstet und die Schneiden hochpräzise im Messerkopf geschliffen werden. Für die Beseitigung der Resttoleranz werden die Werkzeuge auf der Maschine gejointet. Das heisst, bei der Betriebsdrehzahl werden die Schneiden in der Maschine mit einem Jointstein abgezogen und dadurch die restlichen Toleranzen beseitigt. Beim gejointeten Werkzeug mit Rundlauffehler Null kann bei der Berechnung des Messerschrittes mit der im Werkzeug vorhandenen Anzahl Schneiden gerechnet werden.

Standzeit

Eine Aussage über die Standzeit ist ein ganz schwieriges Thema, das in der Praxis sehr stark von der verlangten Oberflächenqualität abhängig ist. Die Entscheidung zwischen sehr gut, genügend und ungenügend ist sehr individuell. Unabhängig davon kann aber mit dem richtigen Werkzeug und den optimalen Einsatzbedingungen der Standweg und damit die Wirtschaftlichkeit eines Werkzeuges sehr stark beeinflusst werden.

01.11.11 OET