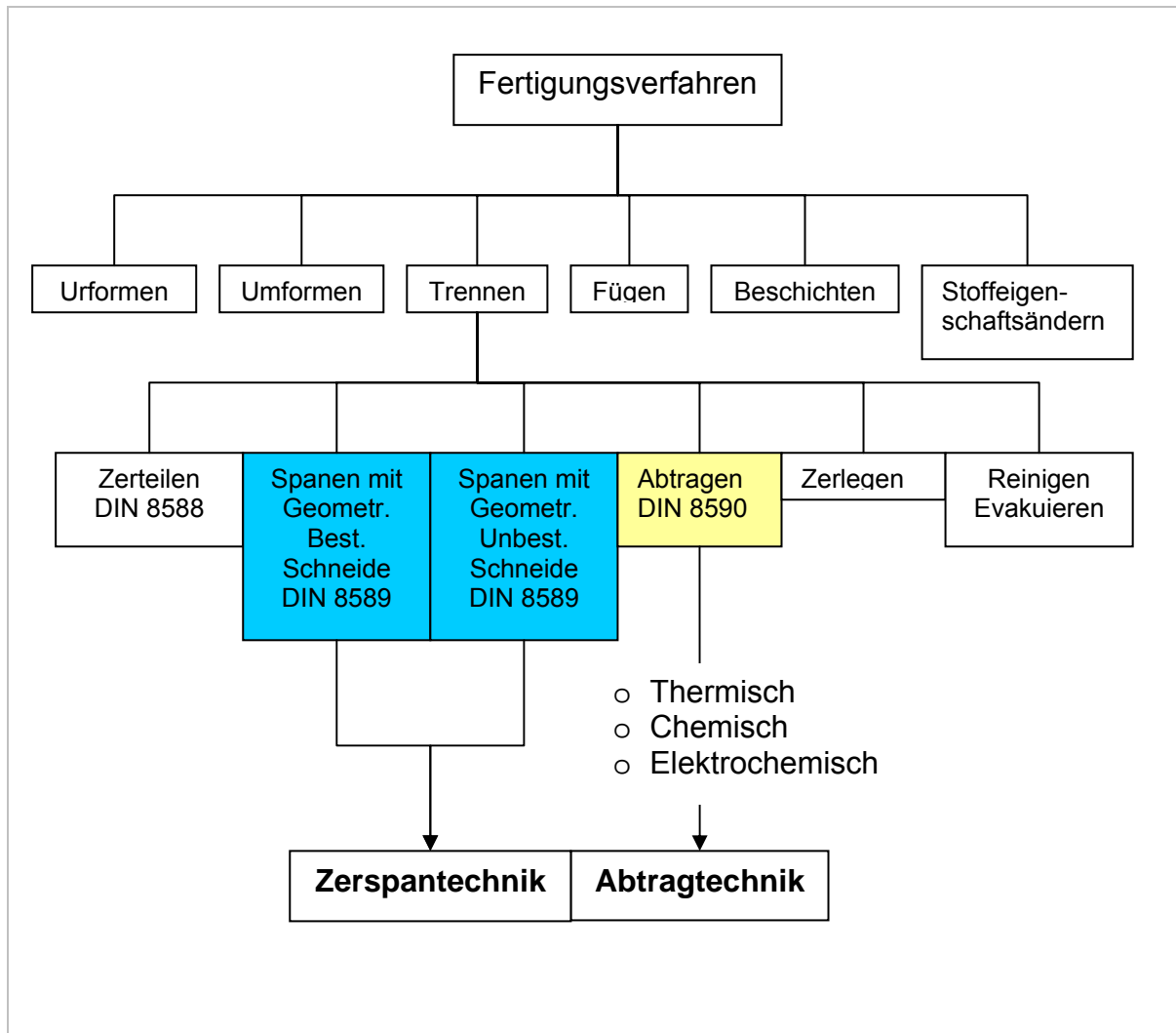


Gegenstand und wirtschaftliche Bedeutung

Beschreiben Sie die Merkmale, die den Verfahrensgruppen Zerspanen und Abtragen gemeinsam sind und weisen Sie die Unterschiede, die die Verfahrensgruppen abgrenzen aus! Nennen Sie unterschiedliche Wirkprinzipien für das Abtragen!



Definition Trennen:

Trennen ist Fertigen durch Ändern der Form eines festen Körpers, wobei der Zusammenhalt örtlich aufgehoben, d.h. im Ganzen vermindert wird.

Zerspantechnik

- mechanische Verfahren

Abtragtechnik

- nichtmechanische Verfahren

- Chemisches Abtragen: Ätzen, Entgraten
- Thermische Abtragen: Funkenerosion, mit Lichtbogen, mit Laser
- Elektrochem. Abtragen: Senken, Entgraten, Polieren

Nennen Sie die Merkmale des Spanens mit geometrisch bestimmten Schneiden. Führen Sie Verfahren zu jeder Verfahrensgruppe auf!

Spanen ist Fertigen durch Trennen. Von einem Rohteil/Werkstück werden durch Schneiden eines Werkzeuges Stoffteile in Form von Spänen mechanisch getrennt. Beim Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide sind Schneidenzahl, Form der Schneidteile und Lage der Schneide zum Werkstück bekannt und beschreibbar.

Die Unterteilung der Trennverfahren nach DIN 8580 erfolgt nach der Art und Weise, wie bei einem festen Körper der Stoffzusammenhalt örtlich aufgehoben werden kann. (siehe oben)

Verfahren:

- Zerteilen: Scherschneiden, Spalten, Reißen
- Spanen mit geom. Best. Schneide: Drehen, Bohren, Senken, Fräsen
- Spanen mit geom. Unbest. Schneide: Schleifen, Bandschleifen, Honen, Läppen
- Abtragen: siehe oben
- Zerlegen: Auseinandernehmen, Ablöten, Lösen Klebeverbindungen
- Reinigen: Reinigungsstrahlen, Mech. Reinigen, Chem. Reinigen

Begründen Sie den relativ hohen Anteil der Zerspan- und Abtragtechnik am gesamten Arbeitszeitanteil aller Verfahrenshauptgruppen der Fertigungstechnik.

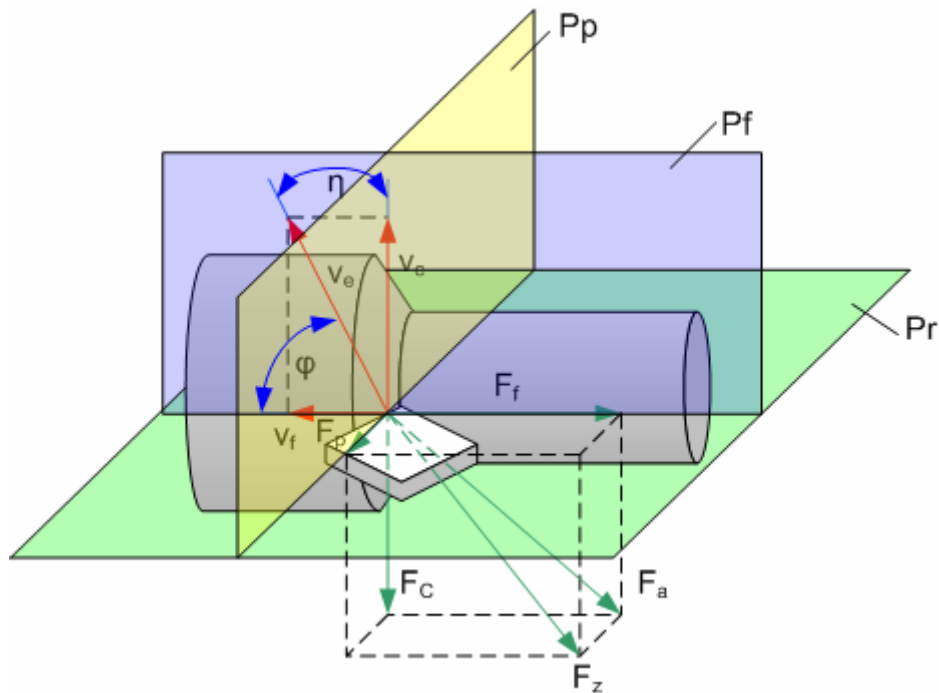
Hauptgruppe Trennen: 40% des Zeitanteils aller Verfahrenshauptgruppen
 35% davon Zerspanen
 5% Abtragen, Zerteilen ...

Gründe:

1. Erzielung höchster Maßgenauigkeit und Oberflächengüte
2. Bearbeitung harter und gehärteter Werkstoffe sowie kleiner und komplizierter Formelemente
3. Zerspanwerkzeuge sind relativ einfach, meist werkstückunabhängig (universelle verwendbar) und häufig nachstellbar
4. Hoher Entwicklungsstand leistungsfähiger Werkzeuge und Werkzeugmaschinen
5. Produktivität und Wirtschaftlichkeit auch bei geringen Stückzahlen. Hohe Flexibilität.

Wirkprinzip des Spanens

Geben Sie die kinematischen Kenngrößen des Spanens in Skizzen an und erläutern Sie diese !



- v_f Vorschubgeschwindigkeit
- v_c Schnittgeschwindigkeit
- Beide spannen die Arbeitsebene Pf auf.
- v_e Wirkgeschwindigkeit
- η Wirkwinkel

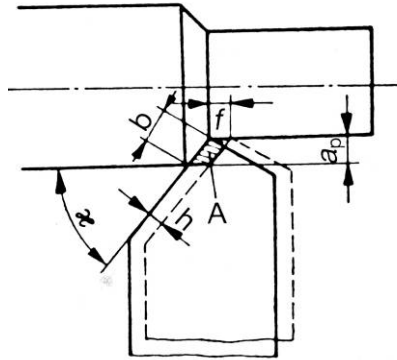
Charakterisieren Sie die Arbeitsebene des Zerspanungsvorganges und skizzieren Sie deren Lage in einem selbst gewählten Bearbeitungsfall !

(Skizze siehe oben)

Angenommene Arbeitsebene im (Werkzeug-Bezugssystem)

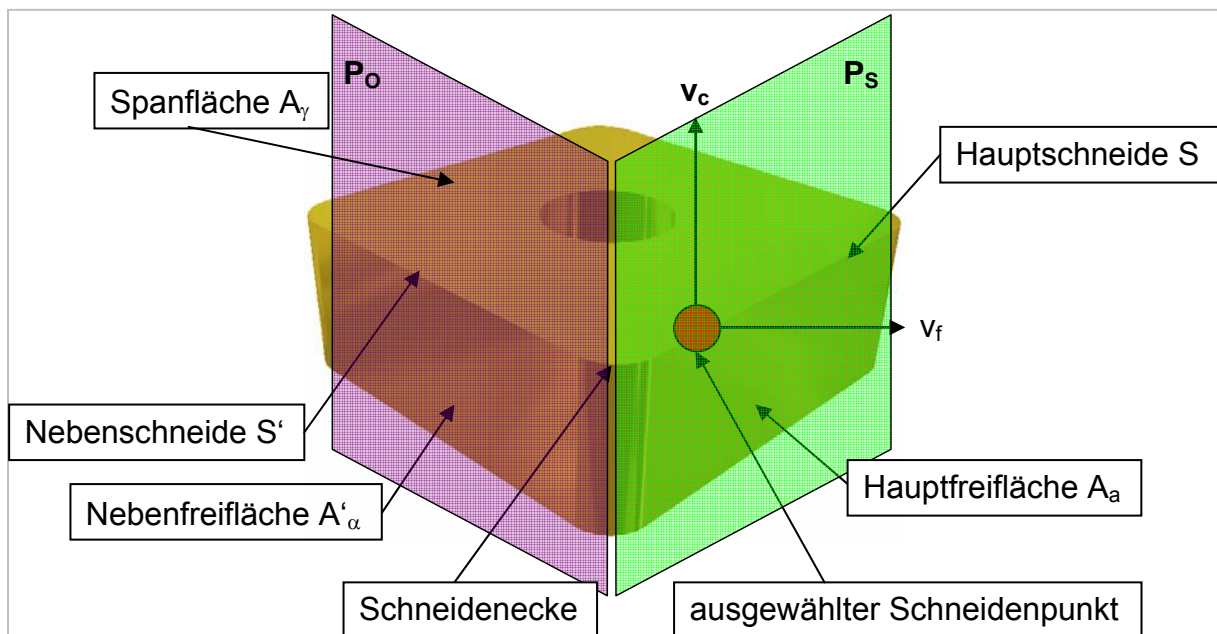
Es wird eine Ebene senkrecht zur Werkzeug-Bezugsebene durch den betrachteten Schneidenpunkt so gelegt, dass sie möglichst die angenommene Vorschubrichtung enthält. Sie muss aber nach einer Ebene, Achse oder Kante des Werkzeuges ausgerichtet sein. Wird durch v_c und v_f aufgespannt.

Zeichnen Sie einen Spanungsquerschnitt, tragen Sie die festgelegten Größen ein und erläutern Sie diese !

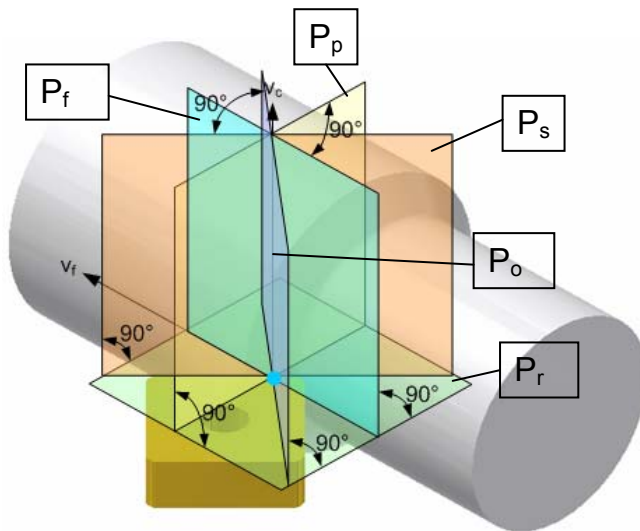


- f Vorschub
- a_p Schnitttiefe
- b Spanungsbreite = $a_p / \sin \kappa_r$
- h Spanungsdicke = $f \cdot \sin \kappa_r$
- κ_r Einstellwinkel
- A Spanungsquerschnitt

Skizzieren Sie ein übliches Werkzeug und bezeichnen Sie die für die Zerspanung interessierenden Flächen und Schneiden !



Erläutern Sie die Aufgabe des Werkzeug Bezugssystems, tragen Sie in einer Skizze die wichtigsten zugehörigen Ebenen oder deren Spur ein, charakterisieren und benennen Sie diese Ebenen !



Ebenen im Werkzeug Bezugssystem

- Pr – Werkzeug-Bezugsebene
- Ps – Werkzeug-Schneideebene
- Po – Werkzeug-Orthogonalebene
- Pf – Arbeitsebene
- Pp – Werkzeug-Rückebene

Werkzeug Bezugssystem: gilt für das sich nicht im Einsatz befindende Werkzeug.

Werkzeug-Bezugsebene Es wird eine Ebene so durch den betrachteten Schnittpunkt gelegt, daß sie möglichst senkrecht zur angenommenen Schnittrichtung steht. Sie muss aber nach einer Ebene, Achse oder Kante des Werkzeuges ausgerichtet sein.

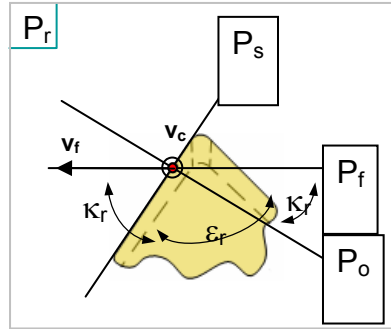
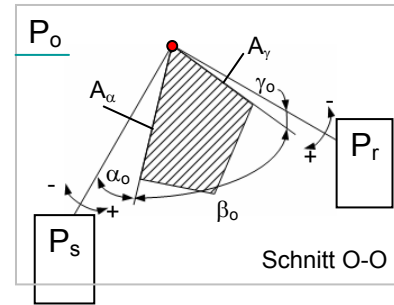
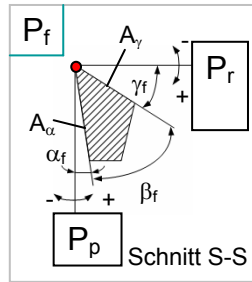
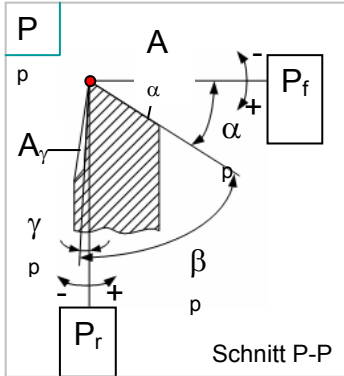
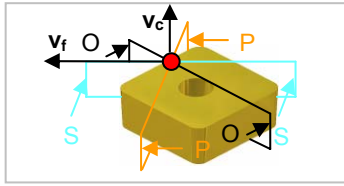
Werkzeug Schneideebene Ist eine die Schneide enthaltende Ebene senkrecht zur jeweiligen Wirk- bzw. Werkzeug-Bezugsebene.

Werkzeug-Orthogonalebene Ebene senkrecht zur Werkzeug-Bezugsebene und senkrecht zur Werkzeug-Schneideebene im betrachteten Schnittpunkt.

Werkzeug-Rückebene Ebene senkrecht zur Werkzeug-Bezugsebene und senkrecht zur angenommenen Arbeitsebene im betrachteten Schnittpunkt.

Arbeitsebene Es wird eine Ebene senkrecht zur Werkzeug-Bezugsebene durch den betrachteten Schnittpunkt so gelegt, dass sie möglichst die angenommene Vorschubrichtung enthält. Sie muss aber nach einer Ebene, Achse oder Kante des Werkzeuges ausgerichtet sein.

Führen Sie die Winkel auf, die in den Ebenen des Werkzeug Bezugssystems gemessen werden und fertigen Sie Skizzen an, in denen die Ebenen und Winkel dargestellt sind !



Winkel in Werkzeug-Bezugsebene

k_r – Werkzeugeinstellwinkel
 k_r' – Werkzeugeinstellwinkel der Nebenschneide
 e_r – Werkzeugeckenwinkel

Winkel in Werkzeug-Rückebene

a_p – Werkzeug-Rückfreiwinkel
 b_p – Werkzeug-Rückkeilwinkel
 g_p – Werkzeug-Rückspanwinkel

Winkel in Arbeitsebene

a_f – Werkzeug-Seitenfreiwinkel
 b_f – Werkzeug-Seitenkeilwinkel
 g_f – Werkzeug-Seitenspanwinkel

Winkel in Werkzeug-Orthogonalebene

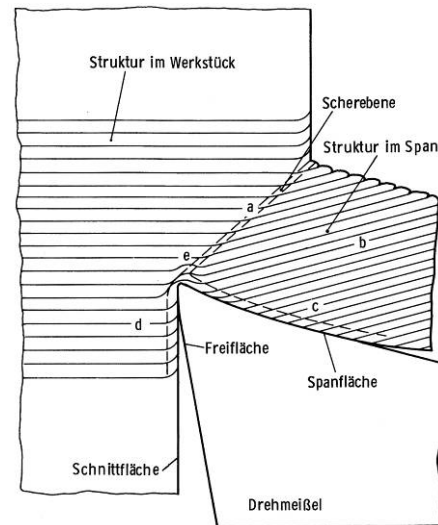
a_o – Werkzeug-Orthogonalfreiwinkel
 b_o – Werkzeug-Orthogonalkeilwinkel
 g_o – Werkzeug-Orthogonalspanwinkel

Beschreiben Sie die Eigenschaft, durch die Automatenstahl besonders gekennzeichnet ist !

- kurzbrüchige Späne
- geringe Spanstauchung
- saubere Werkstückoberflächen
- geringer Werkzeugverschleiß
- durch Zusätze von Blei, Schwefel und Phosphor erreicht

Zeichnen Sie das elementare Spanbildungsmodell und bezeichnen Sie dessen Kenngrößen !

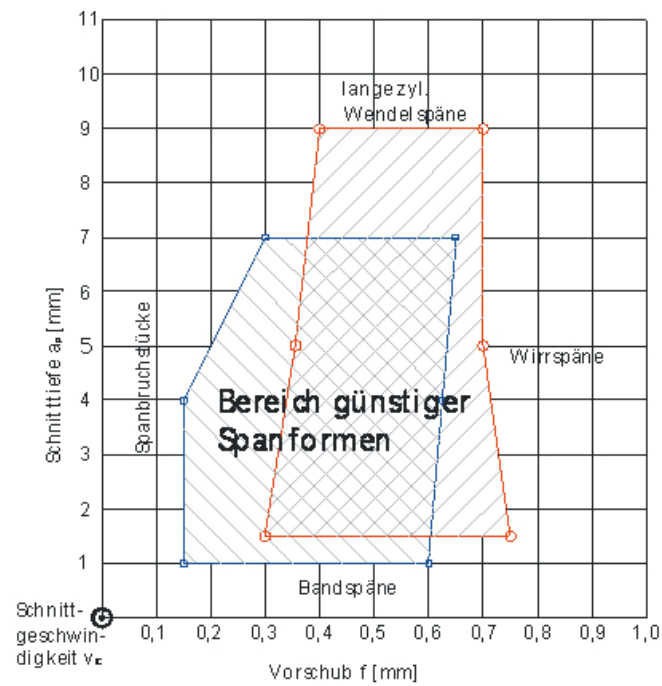
Die plastische Verformung lässt sich in vier Bereiche aufteilen [siehe Abbildung 17]. Der Strukturverlauf im Werkstück (a) geht durch einfaches Scheren in den Strukturverlauf des Span (b) über. Bei der Zerspanung spröder Werkstoffe kann bereits eine geringe Verformung in der Scherebene dort zur Werkstofftrennung führen. Hat der Werkstoff eine größere Verformungsfähigkeit, so erfolgt die Trennung im Bereich (e). Die Zugbelastung unter gleichzeitiger senkrecht wirkendem Druck führt in Verbindung mit der hier herrschenden hohen Temperatur zu starken Verformungen in den Randbereichen der Spanfläche (c) und der Schnittfläche (d). Beim Abgleiten über die Werkzeugflächen entstehen in den Grenzflächen zusätzlich weitere plastische Verformungen. Die sog. Fließzone vermittelt den Eindruck eines viskosen Fließvorganges mit extrem hohen Verformungsgrad.



Benennen Sie die Spanformen und heben Sie die günstigen hervor !

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bandspäne	Wirrspäne	Flachwendel-späne	Schrägwendel-späne	lange zyl. Wendel-späne	kurze zyl. Wendel-späne	Spiralwendel-späne	Spiral-späne	Spanlocken	Bröckel-späne
					gut				
			brauchbar					brauchbar	
ungünstig									

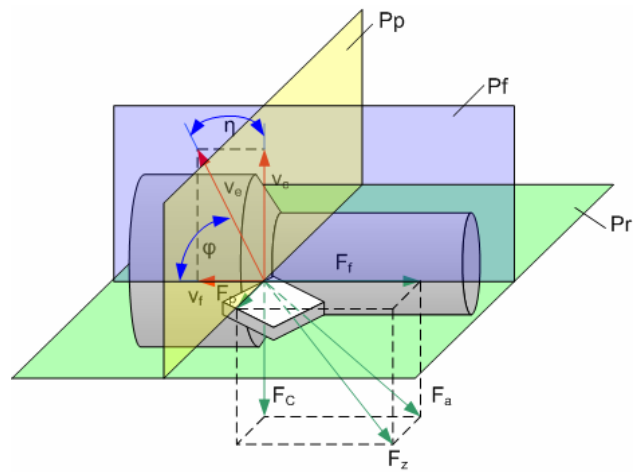
Zeichnen Sie ein Spanformdiagramm und tragen Sie den Bereich der günstigen Spanformen ein !



Geben Sie die wesentlichen Methoden zur Spanformbeherrschung und Spanbrechung an !

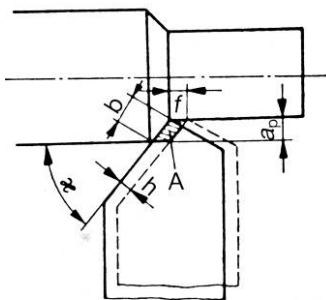
Spanleitstufe
Neigungswinkel λ

Stellen Sie die Komponenten der Zerspankraft dar, die auf ein Drehwerkzeug wirken, und kennzeichnen Sie die leistungsverursachenden Komponenten !



- F_c Schnittkraft
- F_a Aktivkraft
- F_forschubkraft
- F_z Zerspankraft

Erläutern Sie anhand des in der Skizze angegebenen Spannungsquerschnitts, welche Kenngrößen die Zerspankraft unmittelbar bestimmen !



b und h bzw ap und f
 $F_z = \text{Wurzel}(F_c^2 + F_f^2 + F_p^2)$

Schnittkraft

$$F_S := b \cdot h \cdot k_c$$

$$b := \frac{ap}{\sin(\kappa_r)} \quad h := f \cdot \sin(\kappa_r) \quad k_c := \frac{k_{c1.1}}{h^{mc}}$$

Passivkraft

$$F_p := b \cdot h^{1-mp} \cdot k_{p1.1}$$

Vorschubkraft

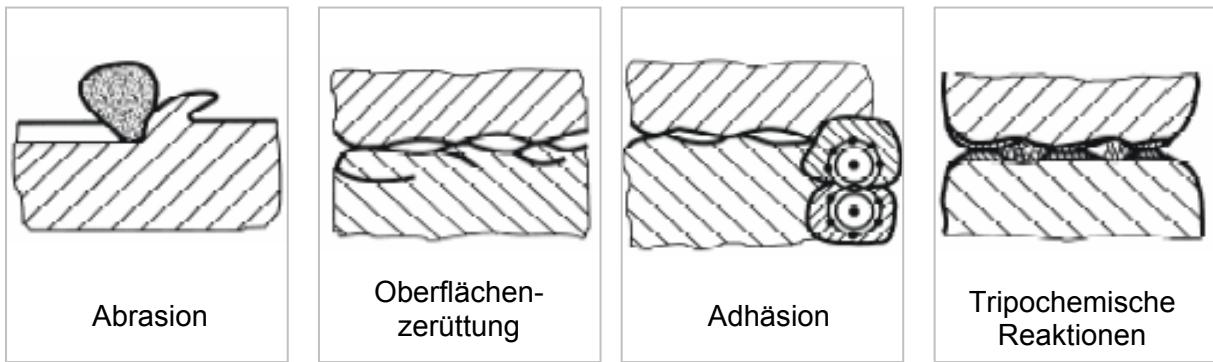
$$F_v := b \cdot h^{1-mf} \cdot k_{v1.1}$$

Erörtern Sie die Ermittlung der notwendigen Antriebsleistung einer Werkzeugmaschine!

$$v_c \cdot a_p \cdot f \cdot K_{1c} \cdot (f \cdot \sin \kappa_r)^{K_{2c}} = P_{Mot} \cdot \eta$$

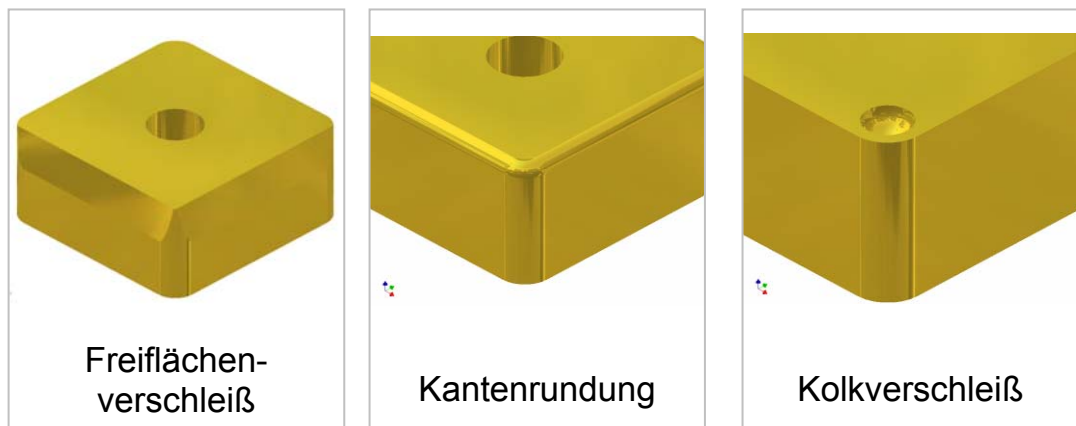
Nennen Sie die Verschleißursachen, Verschleißmechanismen, die erläuternden Charakteristika, die Verschleißerscheinungsformen und letzterer Auswirkungen auf Werkzeug und Werkstück !

Die wichtigsten Verschleißmechanismen sind:



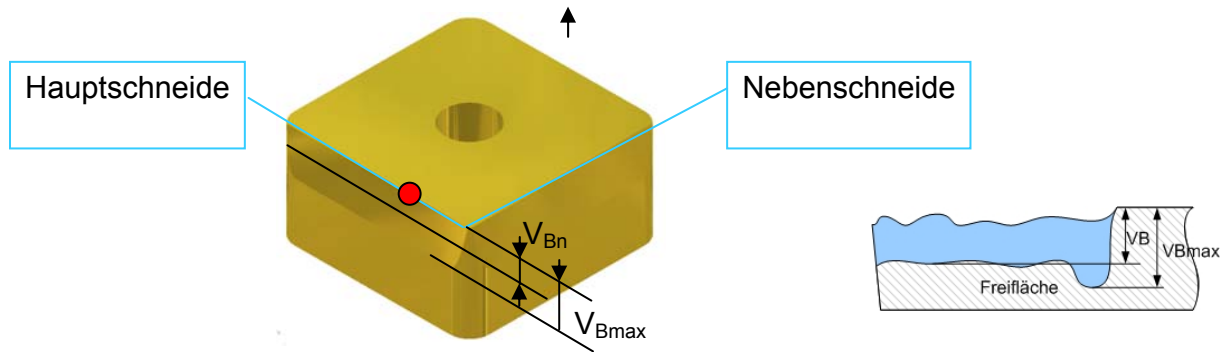
- Sind die Folge der Geometrie und der Werkstoffe.

- Sind die Folge der Verschleißmechanismen.



Nennen Sie die Verschleißmessgrößen und die Möglichkeiten zur Beeinflussung des Verschleißes !

Verschleißmarkenbreite – Freiflächenverschleiß

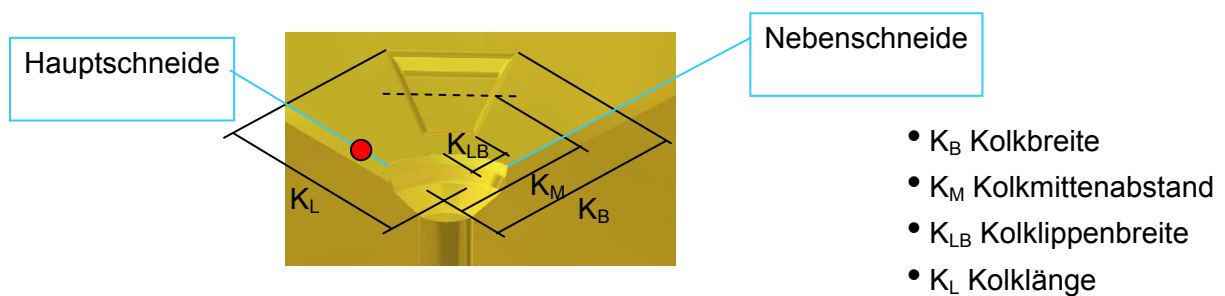


Schneidkantenversatz



- SKV_{α} SKV in Richtung Freifläche
- $SKV_{\alpha n}$ SKV in Richtung Nebenfleifläche

Kolkverschleiß



- K_B Kolkbreite
- K_M Kolkmitteabstand
- K_{LB} Kolkklippenbreite
- K_L Kolklänge

Erläutern Sie den Begriff Standzeit T !

Ist diejenige Zeit, die ein Werkzeug oder eine Schneide schneidend bis zum Erreichen des gewählten Standkriteriums im Einsatz sein kann.

Standkriterien: z.B.: Grenzen des Werkzeugverschleißes

Welcher Inhalt verbirgt sich hinter der Angabe $v_{cT480} = 90 \text{ min}$? Nennen und erläutern Sie einen Anwendungsfall !

Bei einer Schnittgeschwindigkeit von 480 m/min, 90 min Standzeit.

Berechnen Sie für eine gegebene Situation beim Längsdrehen einer Welle die Hauptzeit und das Zeitspannungsvolumen !

$$Q = A \cdot v_c = a_p \cdot f \cdot v_c$$

$$t_h = L \cdot i / v_f = L \cdot i / f \cdot n$$

$$L = l_w + l_a + l_v + l_{\ddot{u}}$$

l_w = Länge Werkstück

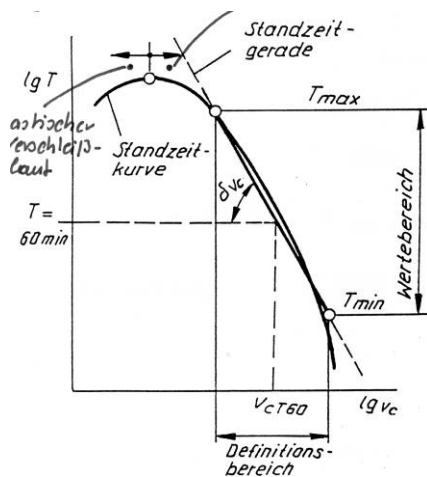
l_a = Anschnitt

l_v = Vorlauf

$l_{\ddot{u}}$ = Überlauf

Übergreifende Betrachtungen

Standzeit = f(Schnittgeschwindigkeit)



Spezifische Schnittkraft = f(Spannungsdicke)

$$k_c = \frac{F_c}{A} = K_{1c} \cdot h^{K_{2c}} \quad \text{Kienzle / Victor}$$

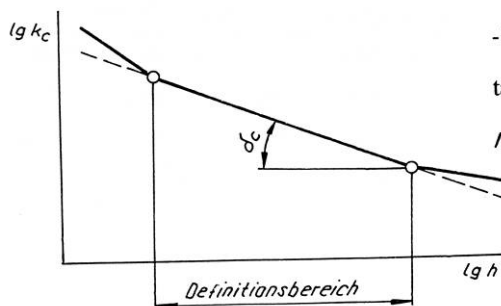
K_{1c}, K_{2c} siehe Lehrbuch Blatt

$K_{1c} > 0$
 $K_{2c} < 0$ } Basiswerte Drehen

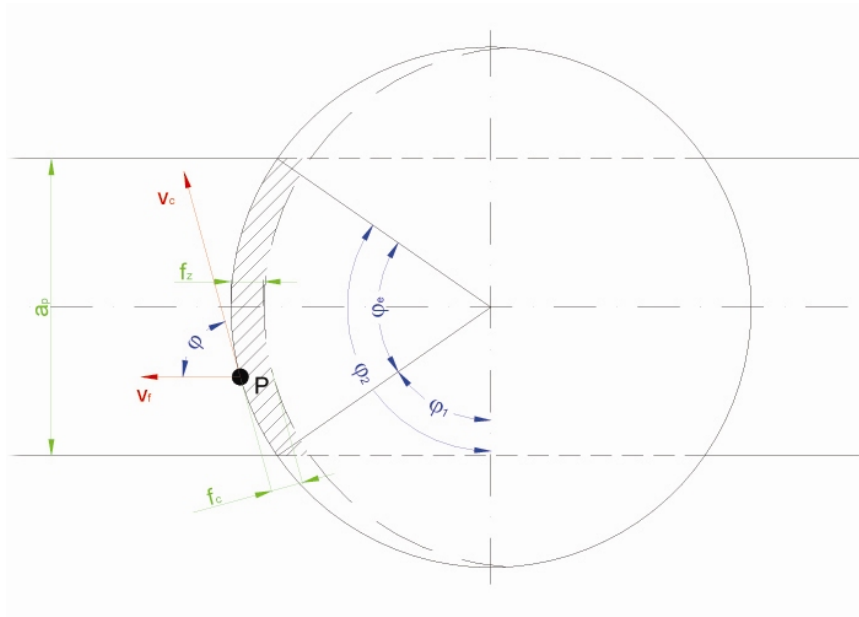
$$-1,0 < K_{2c} < 0$$

$$\tan \delta_c = 1/K_{2c}$$

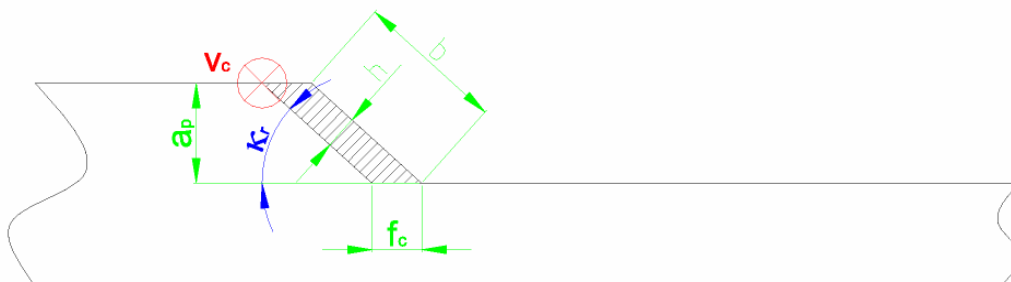
$$1/K_{1c} = 1/k_c (h = 1 \text{ mm})$$



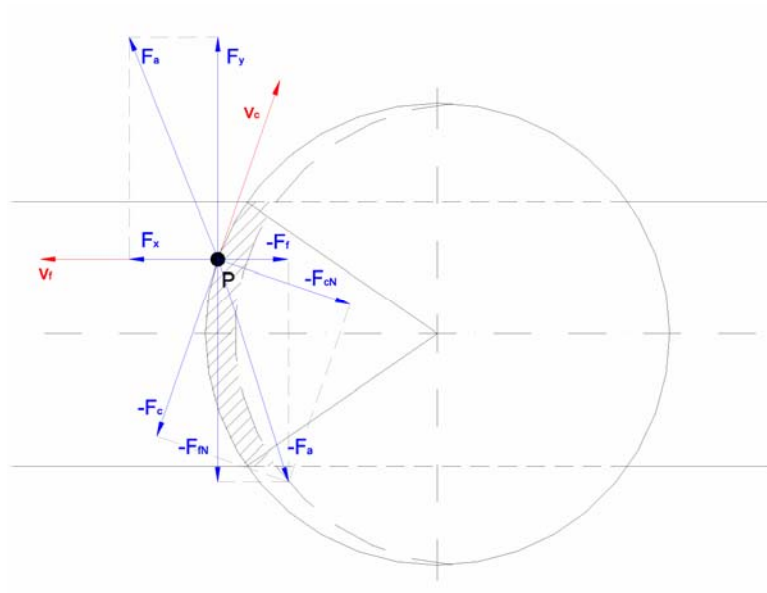
Nennen und skizzieren Sie die geometrischen und kinematischen Merkmale des Fräsens !



- v_c => Schnittgeschwindigkeit
- v_f => Vorschubgeschwindigkeit
- φ_1 => Eintrittswinkel
- φ_2 => Austrittswinkel
- φ_e => Eingriffswinkel
- φ => Vorschubrichtungswinkel
- a_e => Arbeitseingriff
- a_p => Schnitttiefe bzw. Schnittbreite
- f_z => Zahnvorschub
- f_c => Schnittvorschub



- h => Spanungsdicke
- b => Spanungsbreite
- schraffierte Fläche => Spanungsquerschnitt A



- F_a => Aktivkraft
- F_x => F_f => Vorschubkraft
- F_y => F_{fN} => Vorschubnormalkraft
- F_c => Schnittkraft
- F_{cN} => Schnittnormalkraft
- F_p => Passivkraft senkrecht zu Arbeitsebene



INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK
PROFESSUR PRODUKTIONSAUTOMATISIERUNG, ZERSPAN- UND ABTRAGTECHNIK

Technische Universität Dresden • 01062 Dresden

Tel (0351) 463 3 2199
Fax (0351) 463 3 7159
email: fichtner@mciron.mw.tu-dresden.de

Aufgabenspektrum zur Prüfung «Fertigungstechnik I / Teil Zerspan- und Abtragtechnik I» im Modul „Konstruktion und Fertigung“ im WS 2004/05

Gegenstand und wirtschaftliche Bedeutung

Beschreiben Sie die Merkmale, die den Verfahrensgruppen Zerspanen und Abtragen gemeinsam sind und weisen Sie die Unterschiede, die die Verfahrensgruppen abgrenzen aus ! Nennen Sie die unterschiedlichen Wirkprinzipien für das Abtragen !

Nennen Sie die Merkmale des Spanens mit geometrisch bestimmten und geometrisch unbestimmten Schneiden ! Führen Sie Verfahren zu jeder Verfahrensgruppe auf !

Begründen Sie den relativ hohen Anteil der Zerspan- und Abtragtechnik am gesamten Arbeitszeitanteil aller Verfahrenshauptgruppen der Fertigungstechnik !

Zeichnen Sie ein Diagramm, das die Auswirkungen der Stückzahl auf die Vergleichskosten am Beispiel des Verfahrens Räumen zeigt !

Wirkprinzip des Spanens

Erläutern Sie das Wirkprinzip des Spanens in Worten und anhand einer Skizze !

Geben Sie die Baumstruktur zur Gliederung der spanenden Verfahren in Verfahrensuntergruppen nach Merkmalen der Schneiden an und führen Sie beispielhaft verschiedene Verfahren zu jeder Untergruppe auf !

**Verfahrensunabhängige Grundlagen
- Begriffe**

Geben Sie die kinematischen Kenngrößen des Spanens in Skizzen an und erläutern Sie diese !

Charakterisieren Sie die Arbeitsebene des Zerspanungsvorganges und skizzieren Sie deren Lage in einem selbst gewählten Bearbeitungsfall !

Zeichnen Sie einen Spanungsquerschnitt, tragen Sie die festgelegten Größen ein und erläutern Sie diese !

Skizzieren Sie ein übliches Werkzeug und bezeichnen Sie die für die Zerspanung interessierenden Flächen und Schneiden !

Erläutern Sie die Aufgabe des Werkzeugbezugssystems, tragen Sie in einer Skizze die wichtigsten zugehörigen Ebenen oder deren Spur ein, charakterisieren und benennen Sie diese Ebenen !

Führen Sie die Winkel auf, die in den Ebenen des Werkzeugbezugssystems gemessen werden und fertigen Sie Skizzen an, in denen die Ebenen und Winkel dargestellt sind !

- Zerspanbarkeit

Nennen Sie die Kenngrößen zur Bewertung der Zerspanbarkeit und enumerieren Sie den Wertebereich – die linguistischen Terme – der linguistischen Variablen Zerspanbarkeit ! Geben Sie für jeden linguistischen Term ein Werkstoffbeispiel an !

Beschreiben Sie die Eigenschaft, durch die Automatenstahl besonders gekennzeichnet ist !

Zeichnen Sie das elementare Spanbildungsmodell und bezeichnen Sie dessen Kenngrößen !

Erläutern Sie die Elementarvorgänge der Spanbildung und nennen Sie die Haupteinflussgrößen auf die Spanbildung !

Benennen Sie die Spanformen und heben Sie die günstigen hervor !

Zeichnen Sie ein Spanformdiagramm und tragen Sie den Bereich der günstigen Spanformen ein !

Geben Sie die wesentlichen Methoden zur Spanformbeherrschung und Spanbrechung an !

Bei einem Zerspanvorgang können die entstehenden Späne in verschiedenen Formen auftreten – Beschreiben Sie drei prinzipielle Möglichkeiten, wie das in der automatisierten Fertigung angestrebte Ziel „günstige Spanformen – kurz gebrochene Späne“ erreicht werden kann !

- Kräfte und Energie

Stellen Sie die Komponenten der Zerspankraft dar, die auf ein Drehwerkzeug wirken, und kennzeichnen Sie die leistungsverursachenden Komponenten !

Erläutern Sie anhand des in der Skizze angegebenen Spanungsquerschnitts, welche Kenngrößen die Zerspankraft unmittelbar bestimmen !

Zeichnen Sie ein Diagramm, das die spezifische Schnittkraft als Funktion der Spanungsdicke abbildet !

Erörtern Sie die Ermittlung der notwendigen Antriebsleistung einer Werkzeugmaschine !

Stellen Sie die spezifische Schnittenergie e_c verschiedener Fertigungsverfahren in Relation zueinander dar und nennen Sie die Ursachen für diese Erscheinung !

Schildern Sie, warum beim Schleifen im Allgemeinen ein bedeutend höherer Energieaufwand je cm^3 zerspantes Volumen als beim Fräsen vorliegt !

Begründen Sie die Tatsache, dass das Abtragen im Allgemeinen einen vielfach höheren Energieaufwand je cm^3 zerspantes Volumen als das Fräsen erfordert !
- Verschleiß und Standzeit

Nennen Sie die Verschleißursachen, Verschleißmechanismen, die erläuternden Charakteristika, die Verschleißerscheinungsformen und letzterer Auswirkungen auf Werkzeug und Werkstück !

Beschreiben Sie drei prinzipielle Möglichkeiten zur Verschleißminderung an Zerspanwerkzeugen !

Nennen Sie die Verschleißmessgrößen und die Möglichkeiten zur Beeinflussung des Verschleißes !

Erläutern Sie den Begriff Standzeit T !

Welcher Inhalt verbirgt sich hinter der Angabe $v_{cT480} = 90 \text{ min}$? Nennen und erläutern Sie einen Anwendungsfall !

Zeichnen und erläutern Sie das Standzeitdiagramm, geben Sie die Wirkungen weiterer Zerspanbedingungen bzw. Zerspanparameter auf die Standzeit an !

- Oberflächengüte

Skizzieren Sie das Oberflächenrauheitsmodell !

Nennen Sie die Ihnen bekannten Einflussgrößen auf die tatsächliche Oberflächenrauheit beim Drehen, die in dem in der Vorlesung behandelten elementaren Oberflächenrauheitsmodell (theoretische Rautiefe) nicht berücksichtigt sind !

- Effektivitäts- und Produktivitätskenngrößen

Weisen Sie nach, wie die Produktivität und/oder Effektivität von Zerspanprozessen gesteigert werden kann !

Berechnen Sie für eine gegebene Situation beim Längsdrehen einer Welle die Hauptzeit und das Zeitspannungsvolumen !

- Übergreifende Betrachtungen

Stellen Sie folgende Zusammenhänge in Form von Tendenzdiagrammen dar:

- Standzeit = $f(\text{Schnittgeschwindigkeit})$
- Spezifische Schnittkraft = $f(\text{Spanungsdicke})$
- Schnittleistung = $f(\text{Schnittgeschwindigkeit})$
- Spanform = $f(\text{Vorschub; Schnitttiefe})$
- Theoretische Rautiefe = $f(\text{Vorschub})$
- Temperatur des Spanes = $f(\text{Spanungsdicke})$
- Hauptzeit = $f(\text{Schnittgeschwindigkeit})$
- Schnittkraft = $f(\text{Werkzeug-Einstellwinkel})$
- Spanwinkel = $f(\text{Freiwinkel})$ für konstanten Keilwinkel

Stellen Sie die Abhängigkeiten

- spezifische Schnittkraft = $f(\text{Spanungsdicke})$
- Standzeit = $f(\text{Schnittgeschwindigkeit})$

in je einem Tendenzdiagramm mit doppelt-logarithmischer Achsenteilung dar und geben Sie die Funktionsgleichungen an !

- Schneidwerkstoffe

Erörtern Sie, wie Schneidwerkstoffe die Leistungsfähigkeit und Prozesssicherheit der Zerspanprozesse steigern können und wo Grenzen gesetzt sind !

Nennen Sie die bekannten Schneidwerkstoffe und zählen Sie die Anforderungen auf, die an einen Schneidwerkstoff gestellt werden !

Ordnen Sie die Schneidwerkstoffe Schnellarbeitsstahl, Hartmetall, Schneidkeramik, kubisches Bornitrid und TiN-beschichteter Schnellarbeitsstahl in das Schaubild Härte = $f(\text{Zähigkeit})$ ein ! Markieren Sie die Lage des „idealen“ Schneidwerkstoffs !

Berichten Sie über die Produktivitätssteigerung beim Übergang von Schnellarbeitsstahl zu Hartmetallwerkzeugen !

Ausgewählte Verfahren

- Drehen

Zeigen Sie mit Skizzen die Formenvielfalt der durch Verfahrensvarianten des Drehens herstellbaren Formelemente !

Beschreiben Sie die unterschiedlichen Maschinenkategorien für das Drehen und listen Sie die notwendigen Voraussetzungen bzw. Merkmale auf !

- Bohren

Berichten Sie über das erreichbare Formenspektrum, die herstellbare Oberflächenqualität und die Anforderungen der Verfahrensvarianten beim Bohren !

Erläutern Sie die Besonderheit der Hauptzeitberechnung beim Verfahren Bohren !

Nennen Sie die Ihnen bekannten Fertigungsverfahren zur Fertigung von Mikrobohrungen ! Stellen Sie das Prinzip des Senkerodierens in einer Skizze mit Erläuterungen dar ! Welche werkstoffseitige Einschränkung ist beim Senkerodieren zu beachten ?

- Räumen

Skizzieren Sie das Prinzip des Verfahrens Räumen und erläutern Sie die Bestimmungsgrößen !

Zeichnen Sie je 2 typische Fertigungsbeispiele für das Innen- und Außenräumen!

Welche Voraussetzung muss beim Räumen eines Innenprofils erfüllt sein und welcher besonderen werkstückseitigen Einschränkung unterliegt dabei das Verfahren Räumen ? Charakterisieren Sie den wirtschaftlichen Einsatzbereich des Verfahrens !

- Fräsen

Geben Sie die Gestalt von Formelementen wieder, die durch die Fräsverfahrensvarianten erzeugt werden können, nennen Sie die entsprechenden Verfahren und deren Charakteristika !

Nennen und skizzieren Sie die geometrischen und kinematischen Merkmale des Fräsens !

Führen Sie typische Fertigungsbeispiele für das 3D-Formfräsen auf ! Stellen Sie in einer Skizze mit Erläuterungen den Unterschied zwischen den Verfahrensvarianten Nachformfräsen und NC-Formfräsen dar !

Zählen Sie die Merkmale und Vorteile des HSC-Fräsens auf !

- Schleifen

Charakterisieren Sie die vorgestellten Schleifwerkzeuge und -verfahren, nennen Sie ihre Einsatzfelder !

Für welches Teilesortiment ist das Verfahren Spitzenlosschleifen von besonderer Bedeutung ? Nennen Sie Beispiele !

Wodurch unterscheidet sich das Schleifen vom Fräsen ? Nennen Sie die wesentlichen Unterschiede !

- Läppen

Stellen Sie in einer Skizze das Prinzip des Verfahrens Läppen dar ! Nennen Sie typische Fertigungsbeispiele für dieses Verfahren !

- Verfahrensübergreifendes

Stellen Sie das Prinzip und die kinematischen Verhältnisse (Bewegungen zwischen Werkzeug und Werkstück) zweier Fertigungsverfahren in Skizzen mit Erläuterungen dar ! Nennen Sie typische Bearbeitungsbeispiele für jedes Verfahren !
(Verfahrensbeispiele: Nachformdrehen, Spitzenlosschleifen, Nachformfräsen, Kernbohren, Bohren, Umfangsfräsen, Stirnfräsen, Tiefbohren)

Stellen Sie in zwei nebeneinander angeordneten einfachen Skizzen den Unterschied zwischen dem Schaben einer Metallfläche und dem Hobeln von Holz dar ! Zeichnen Sie in beiden Fällen den Vektor der Schnittgeschwindigkeit, die Spur der Werkzeug-Bezugsebene sowie den Spanwinkel γ_0 , den Keilwinkel β_0 und den Freiwinkel α_0 ein !

- Hybride Prozesse

Was versteht man beim Zerspanen unter einem hybriden Prozess ? Beschreiben Sie einen von Ihnen gewählten Anwendungsfall für einen hybriden Zerspanprozess und nennen Sie die dabei erzielten Effekte !

Spannungsgerechtes Gestalten

Nennen Sie die Grundprinzipien der spannungsgerechten Tolerierung und zeigen Sie deren Anwendung an zwei Beispielen (Skizzen) !

Nennen Sie die Gesichtspunkte, die bei der Rohteilfestlegung zu beachten sind !

Charakterisieren Sie an 5 ausgewählten Beispielen mit Text und Skizzen den Inhalt spannungsgerechten Gestaltens !