

7 Handhabung, Aufnahme- und Spannsysteme

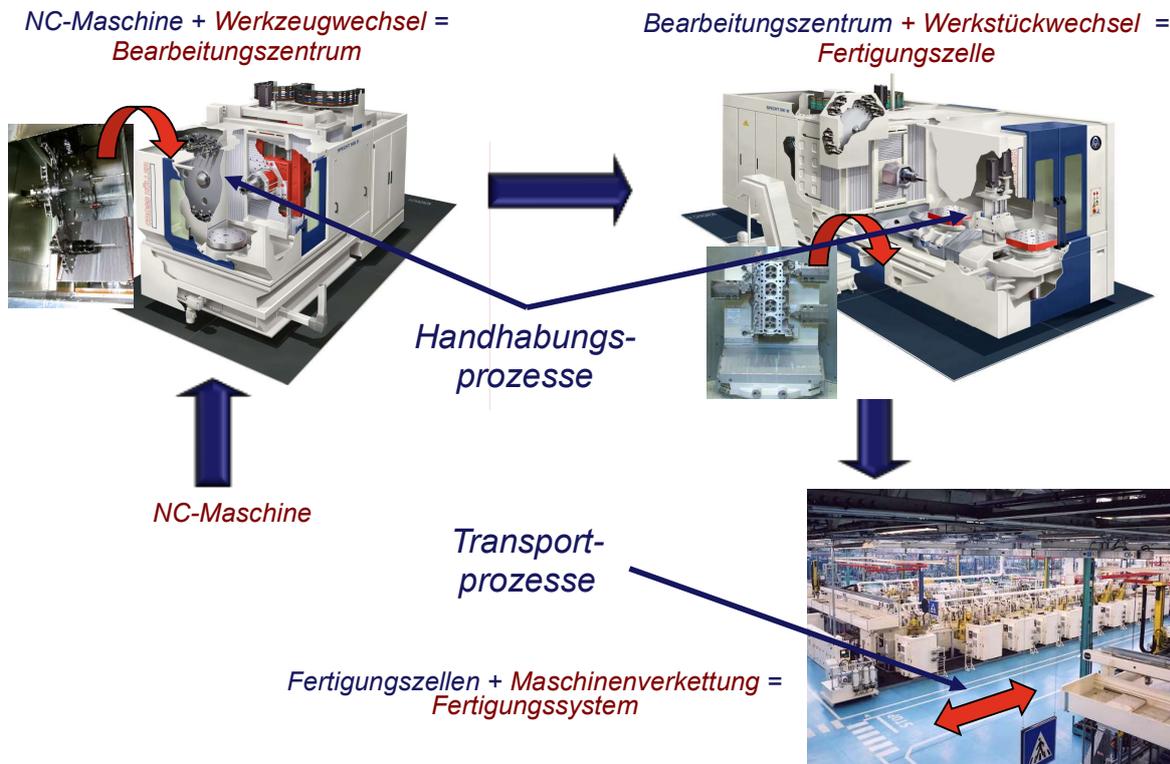


Bild 7.1 Werkzeug- und Werkstückwechsel als Handhabungsprozesse

7.1 Handhabungsprozesse

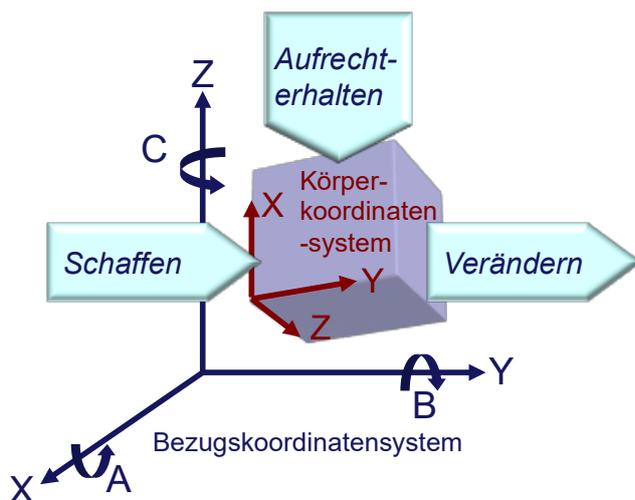


Bild 7.2 Definition Handhaben

Nach VDI 2860 wird Handhaben als „... Schaffen, definiertes Verändern oder vorübergehendes Aufrechterhalten einer räumlichen Anordnung von geometrisch bestimmten Körpern in einem Bezugskordinatensystem.“ In Bild 7.2 ist diese Definition grafisch dargestellt.

Handhabungs- (und Bearbeitungs-) Operationen benutzen in definierten Koordinaten auszuführende Bewegungsvorgänge. Das „...Schaffen

... einer räumlichen Anordnung von geometrisch bestimmten Körpern in einem Bezugskordinatensystem“ wird damit zur Grundvoraussetzung von Handhabungs- (und Bearbeitungs-) Operationen.!

Im Zusammenhang mit Bearbeitungsprozessen sind Werkstücke und Werkzeuge beim Ein- und Austritt somit Handhabungsobjekte. Bild 7.3 verdeutlicht diesen Sachverhalt.

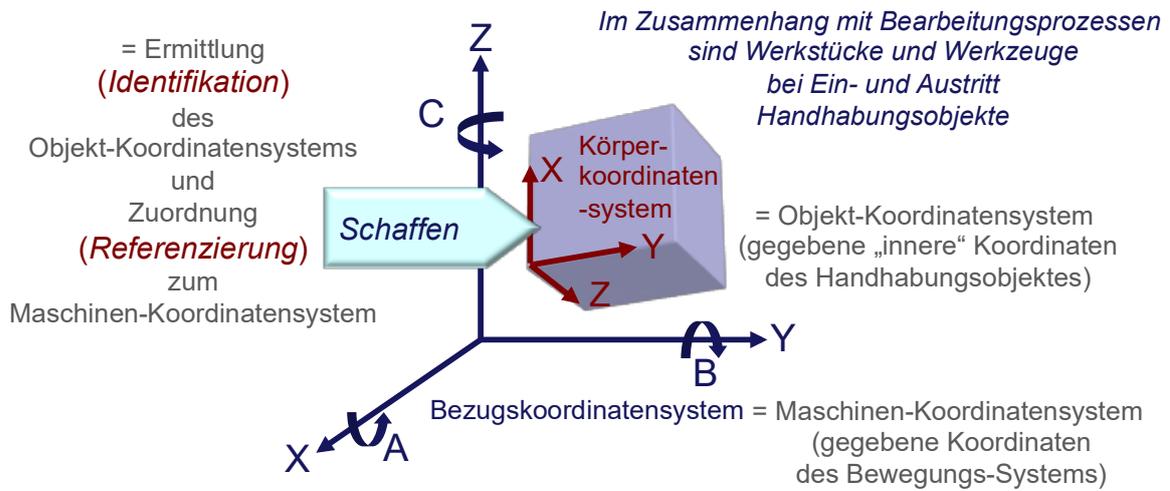


Bild 7.3 Identifikation und Referenzierung der Koordinatensysteme

Die Werkzeug- und Werkstück-Handhabung gemäß oben genannter Definition ist in Bild 7.4 gezeigt.

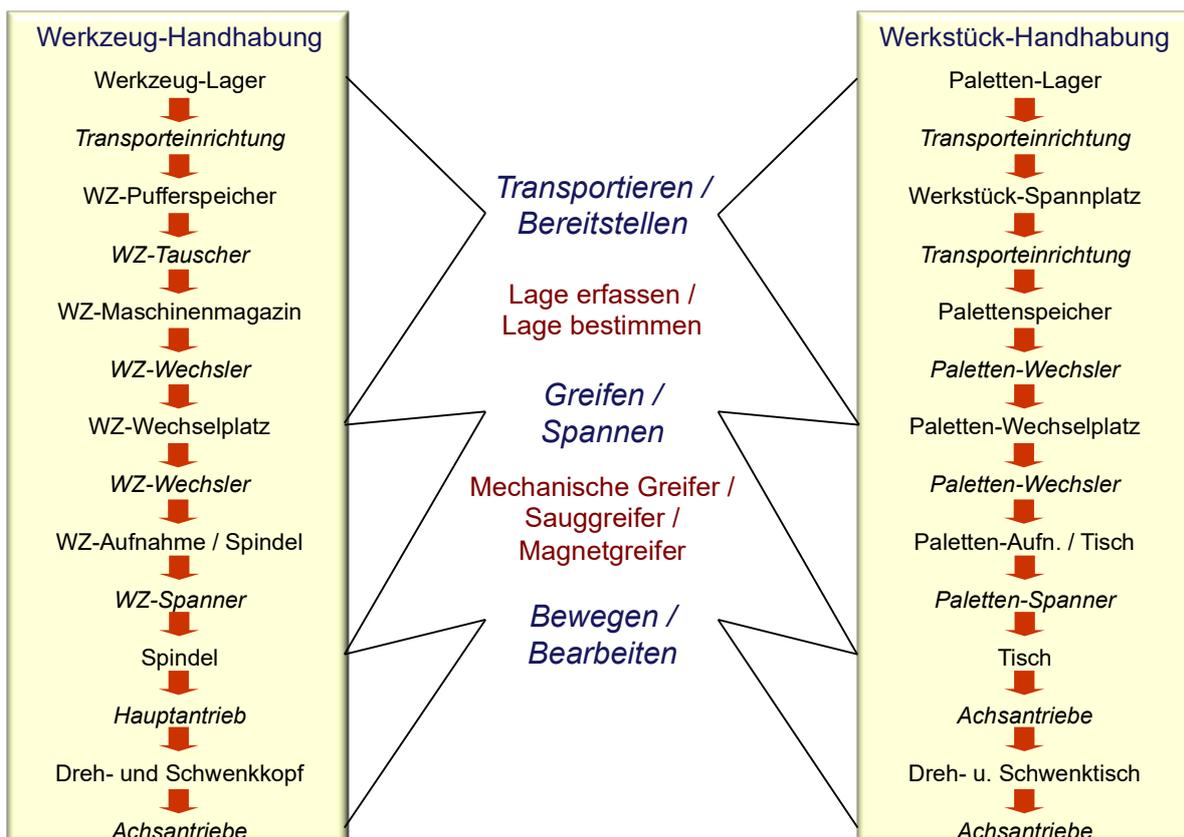
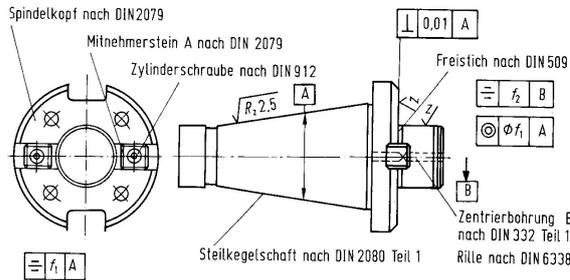


Bild 7.4 Handhabungsablauf am Beispiel von WZ und WSt

7.2 Werkzeugaufnahme und -spannung

Beispiel eines genormten Aufnahmehorns für Fräswerkzeuge (Bezug zum WZ-Koordinatensystem)



Beispiel einer Hauptspindel mit WZ-Aufnahme

genormter WZ-Aufnahme-Innenkegel an der Hauptspindel (Bezug zum Maschinen-Koordinatensystem)



genaue und reproduzierbare Lage von WZ zu Drehachse (Referenzierung)

durch vermessene WZ-Voreinstellung bekannte Lage von WZ zu Aufnahmehorn (Identifikation)

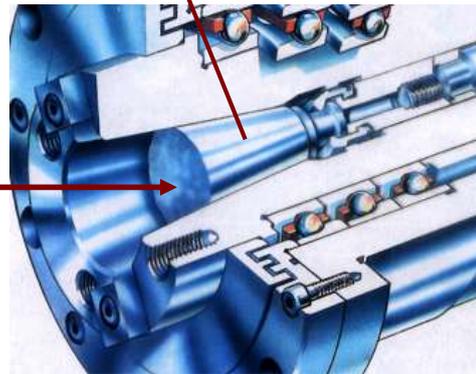
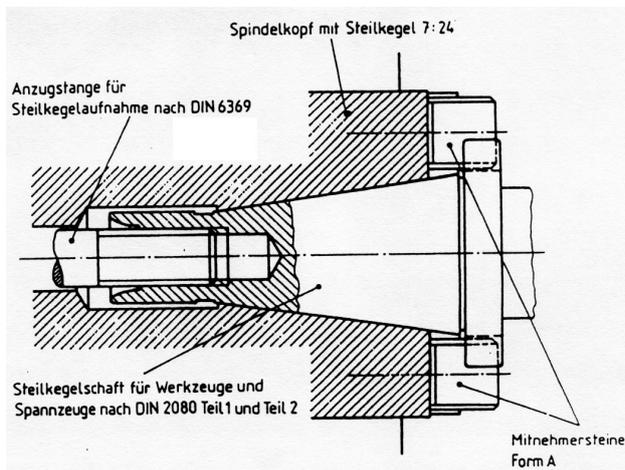


Bild 7.5 Identifikation und Referenzierung des WZ-Koordinatensystems

für Handspannung

für automatische Spannung



Spindelkopf zur Aufnahme von Werkzeugen mit Steilkegelschaft

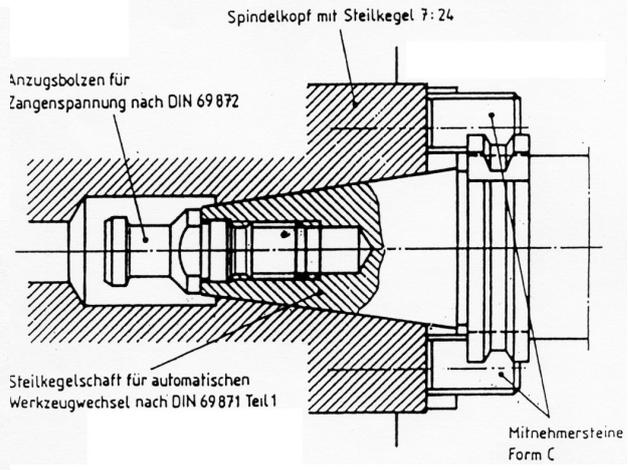


Bild 7.6 Spindel-Werkzeug-Schnittstellen bei Fräsmaschinen, Steilkegel für niedrige bis mittlere Drehzahlen

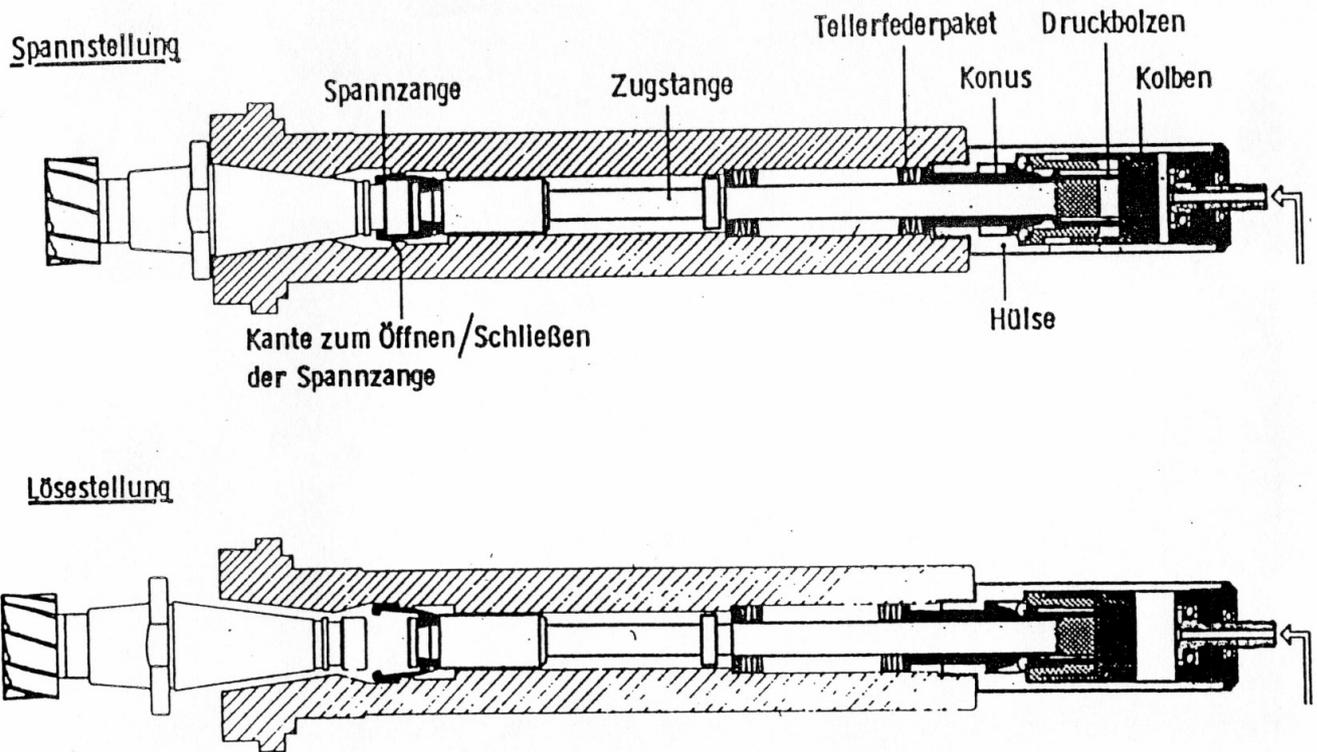


Bild 7.7 Beispiel Spannmehanismus SK

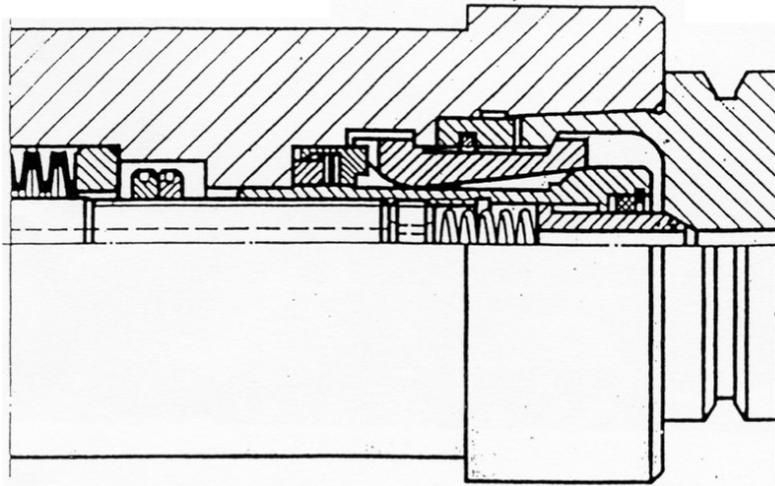


Bild 7.8 Spindel-Werkzeug-Schnittstellen bei Fräsmaschinen, Hohlschaftkegel für hohe Drehzahlen

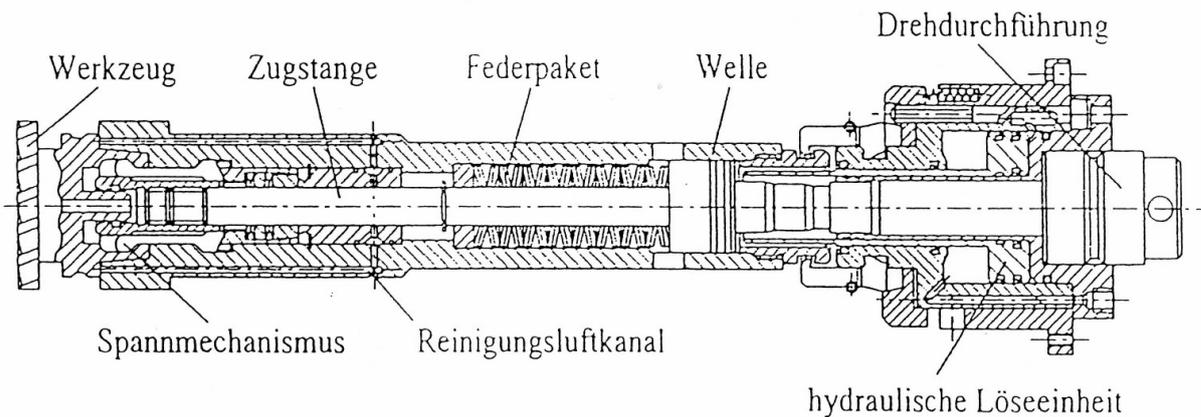


Bild 7.9 Beispiel Spannmechanismus HSK

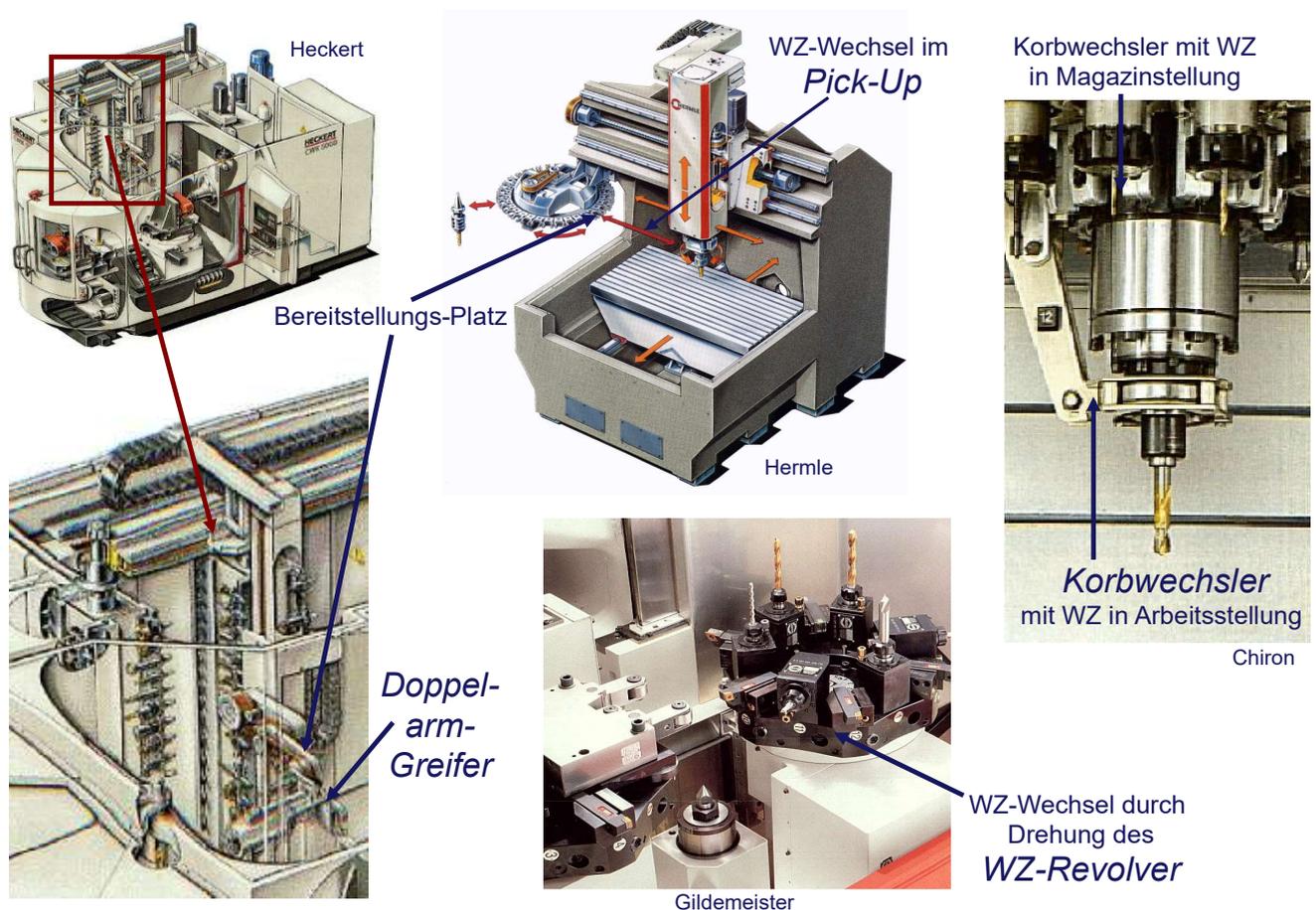


Bild 7.10 Beispiele für WZ-Wechselsysteme (Quellen siehe Angaben im Bild)

Für drei, hinsichtlich ihrer mittleren Haupt- und Aufspannzeit T_{HS} sowie der bei der Bearbeitung einzusetzenden mittleren Werkzeuganzahl z_{WZ} , unterschiedliche Teilspektren soll für deren Fertigung auf eine NC-Maschine der Einsatz alternativer Konzepte für den Werkzeugwechsel unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit bewertet werden. Die Größen zu diesem Beispiel sind in Tabelle 7.1 und Tabelle 7.2 zusammengestellt.

Teilespektrum	1	2	3
Haupt- und Aufspannzeit $T_{HS}(min)$	4	15	60
Anzahl der Werkzeuge z_{WZ}	10	6	8

Tabelle 7.1 Drei unterschiedliche Teilespektren

Wechselprinzip (i)	manuell (0)	Pick-up (1)	Doppelarm (2)	Korb (3)
Beschaffungskosten $K_W(T€)$	0	5	20	35
Spann- zu Spann-Zeit $T_{Wi}(s)$	30	15	5	3
Anzahl der Werker $z_{Pers i}$	2	0,5	0,5	0,5

Tabelle 7.2 Drei alternative Werkzeug-Wechselsysteme

Produktive Jahresstunden T_p :

- 220 Arbeitstage im Jahr,
- 2 Schichten zu je 8 Stunden,
- 80% produktive Zeit (20% Pausen, Umrüstvorgänge, Wartungs- und Ausfallzeiten)

Kalkulatorischer Stundensatz NC-Maschine k_M :

(Ohne Werkzeugwechsel)

Aus Abschreibung des Beschaffungspreises sowie Betriebs-, Wartungs- und Gemeinkosten (incl. Mittlere Werkzeug- und KSS-Kosten)

$$k_M = 70€/h$$

In Abhängigkeit vom Einsatz der unterschiedlichen Wechsel-Prinzipien werden sich über der Anzahl der gefertigten Teile (Stückzahl) unterschiedliche Kosten pro Teil (Stückkosten) ergeben. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Wechselprinzipien muss für eine gegebene Stückzahl das Wechselprinzip für die geringsten Stückkosten ermittelt werden.

Stückkosten: $K_{Ti} = (k_M + k_{Wi}) * T_{Ti}$

Stückzeit: $T_{Ti} = T_{HS} + z_{WZ} * T_{Wi}$

Stundensatz Wechsel: $k_{Wi} = K_{Wi}/T_D + z_{Pers i} * k_{Pers}$

(nach Produktionsdauer T_D , momentan wirksamer Stundensatz k_{Wi} , wenn zu diesem Zeitpunkt die Kosten des eingesetzten Wechselprinzips vollständig auf die Stückkosten umgelegt werden würden)

- i : Wechselprinzip
- k_M : Stundensatz Maschine
- k_{Wi} : Stundensatz Wechsel
- T_i : Stückzeit

Damit lassen sich die Stückkosten für die Teilspektren und Wechselprinzipien über der Produktionszeit darstellen, bzw. es lassen sich aus

$$K_{Ti}(T_D) = K_{Tj}(T_D)$$

die Produktionszeiten $T_{D\text{ grenz}}$ ermitteln, bei denen sich die Kostenverläufe der Wechselprinzipien i und j schneiden.

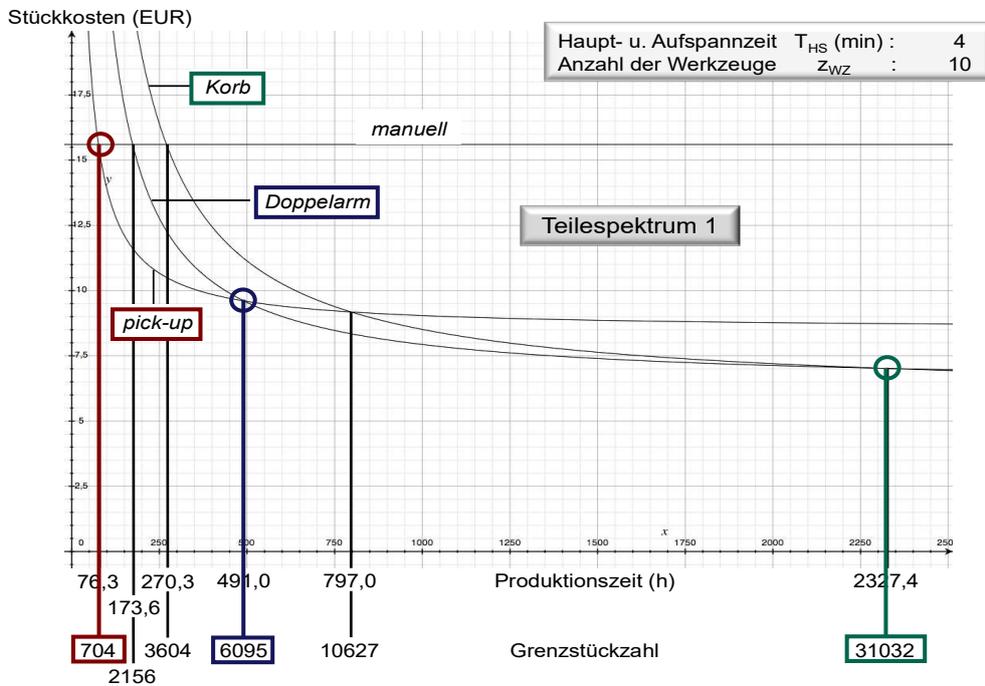


Bild 7.11 Beispiel für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit alternativer Werkzeug-Wechselsysteme – Ergebnisse für das Teilespektrum 1

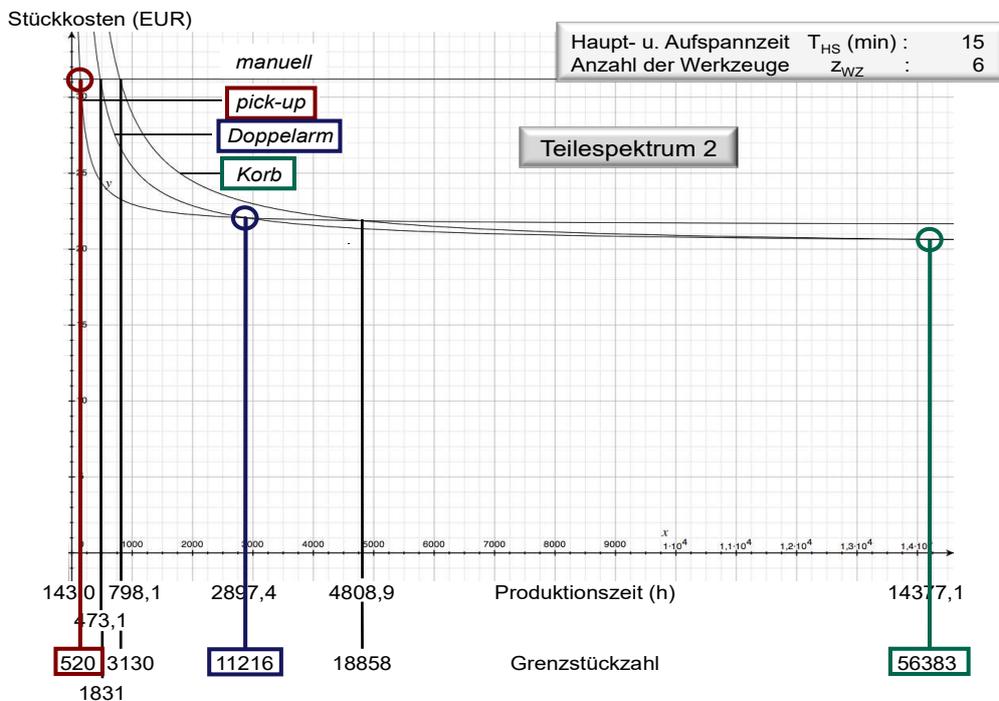


Bild 7.12 Beispiel für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit alternativer Werkzeug-Wechselsysteme – Ergebnisse für das Teilespektrum 2

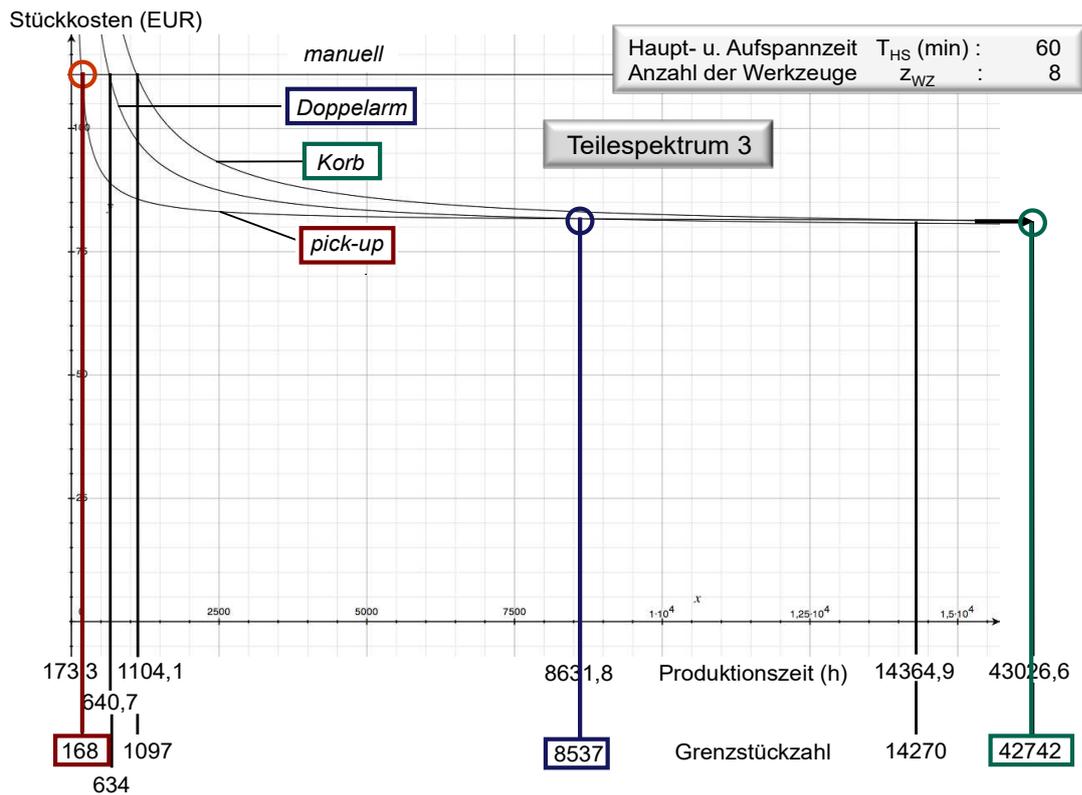


Bild 7.13 Beispiel für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit alternativer Werkzeug-Wechselsysteme – Ergebnisse für das Teilespektrum 3

Die Produktionszeit T_D entspricht je nach Teilespektrum und eingesetztem Werkzeug-Wechsel-Prinzip eine produzierte Teileanzahl (Stückzahl): $z_{Ti} = T_D / T_{Ti}$

Mit T_{Dgrenz} können also für jedes Teilespektrum und Wechselprinzip die für das Kostenminimum erforderlichen Grenzstückzahlen ermittelt werden, Bild 7.14.

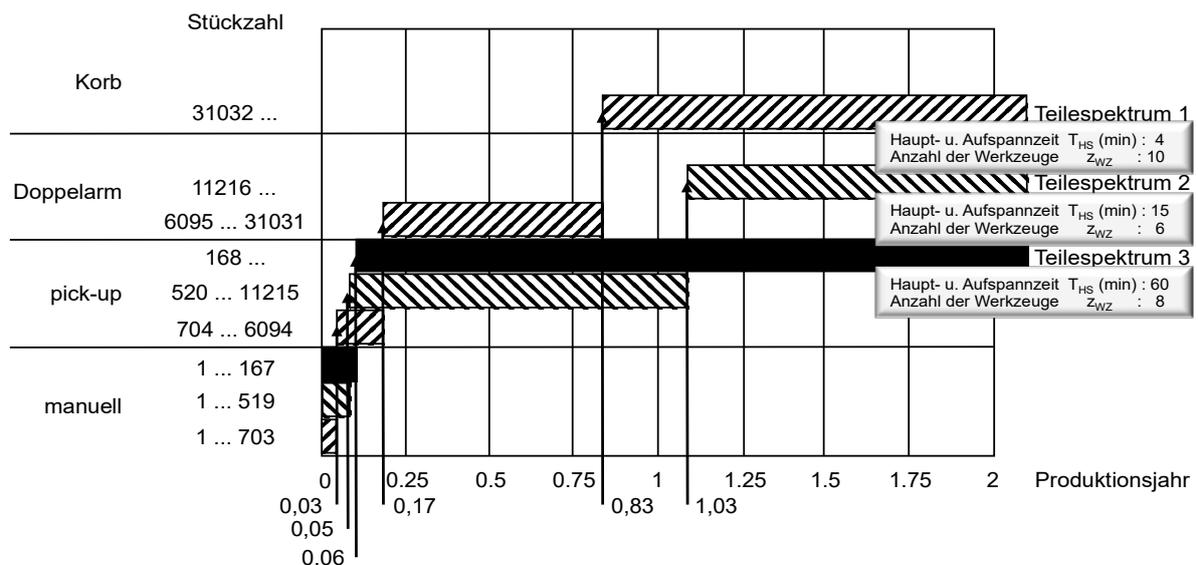


Bild 7.14 Beispiel für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit alternativer Werkzeug-Wechselsysteme – Ergebniszusammenstellung

7.3 Werkstückaufnahme und -spannung

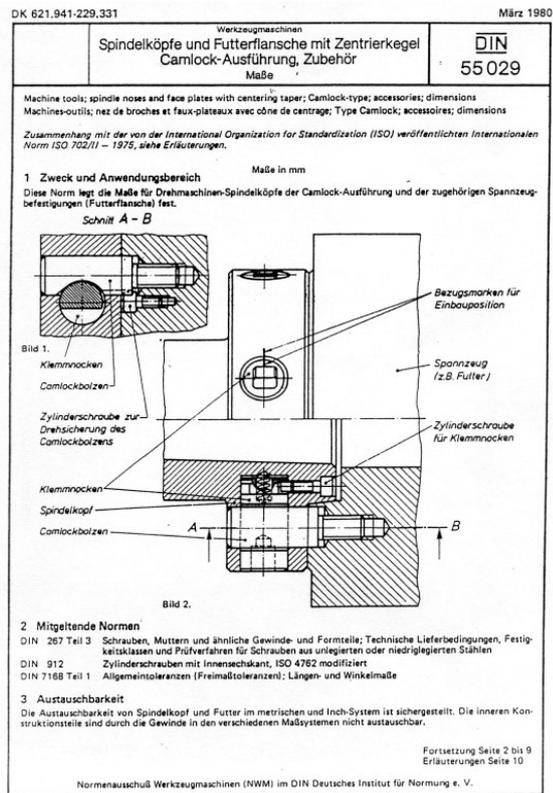
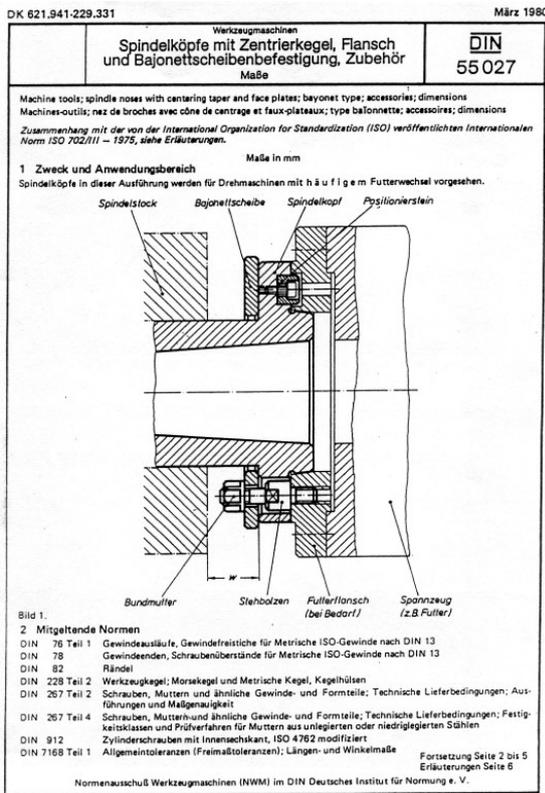
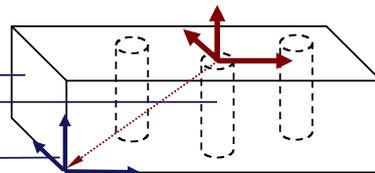


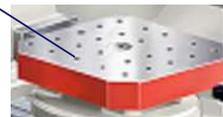
Bild 7.15 Spindel-Futter-Schnittstellen bei Drehmaschinen

Aufspann-Nuten oder -Gewindebohrungen im Maschinentisch (Bezug zum Maschinen-Koordinatensystem) bzw. auf der Palette (Bezug zum Paletten-Koordinatensystem) zum manuellen Ausrichten der Werkstücke an Bezugs-Formelementen (Bezug zum Werkstück-Koordinatensystem)

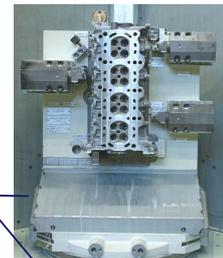
Werkstück mit Bezugs-Formelementen:
 z.B. Flächen
 oder Bohrungen zur Identifikation des Werkstück-Koordinatensystems



Standard-Paletten (werkstück-unabhängig)

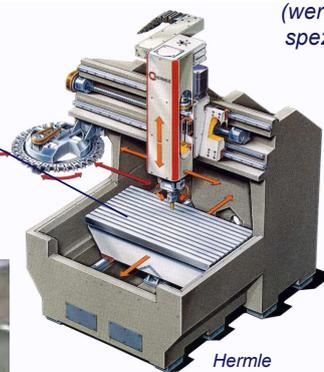


Sonder-Paletten (werkstück-spezifisch)



Aufspann-Nuten im Maschinentisch

Deckel Maho



Hermle

Bild 7.16 Identifikation und Referenzierung des WSt-Koordinatensystems

In Bild 7.16 sind Möglichkeiten der Aufspannung von Werkstücken auf der Palette (Maschinentisch) gezeigt. Möglich sind Aufspan-Nuten oder Gewindebohrungen. Die Paletten werkstückabhängig (Standardpaletten) oder werkstückunabhängig sein.

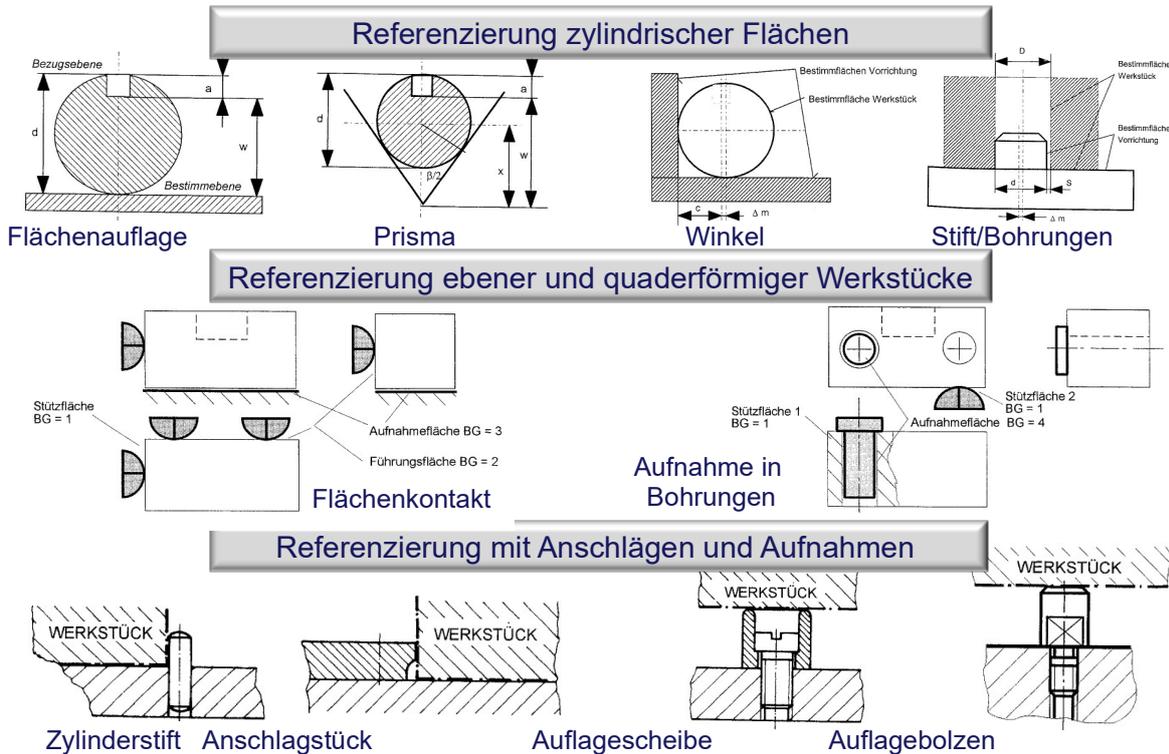


Bild 7.17 Referenzierung durch manuelles Ausrichten, nach [1]

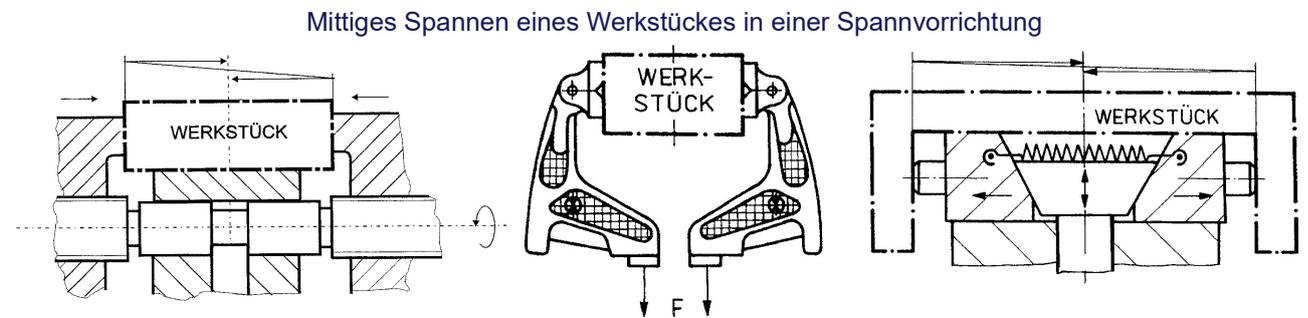


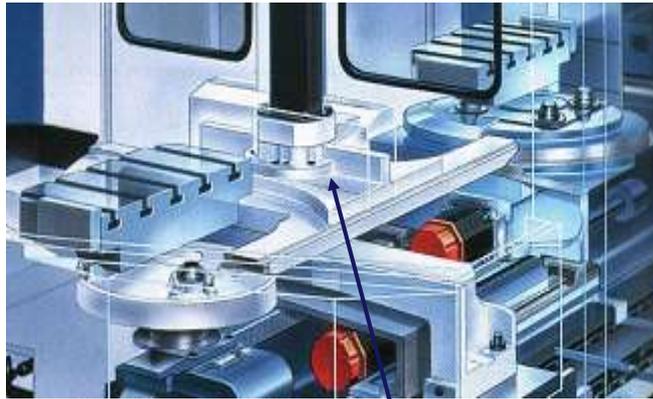
Bild 7.18 Referenzierung mit Hilfe von Vorrichtungen, nach [1]



Makino



HüllerHille



Doppelarmgreifer

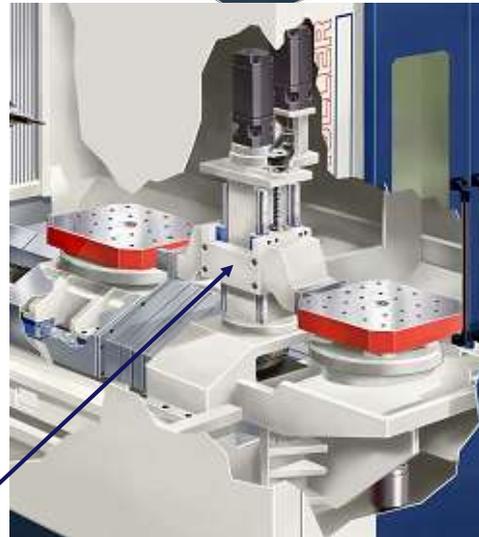
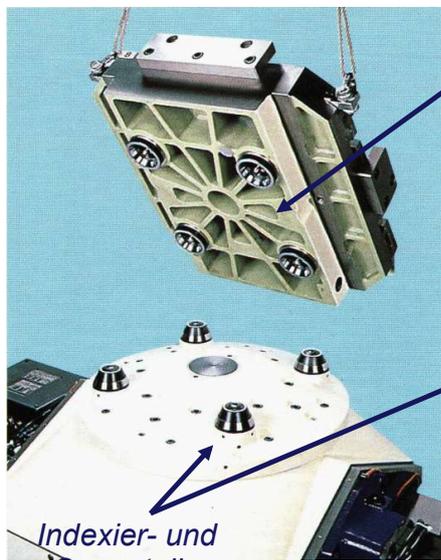


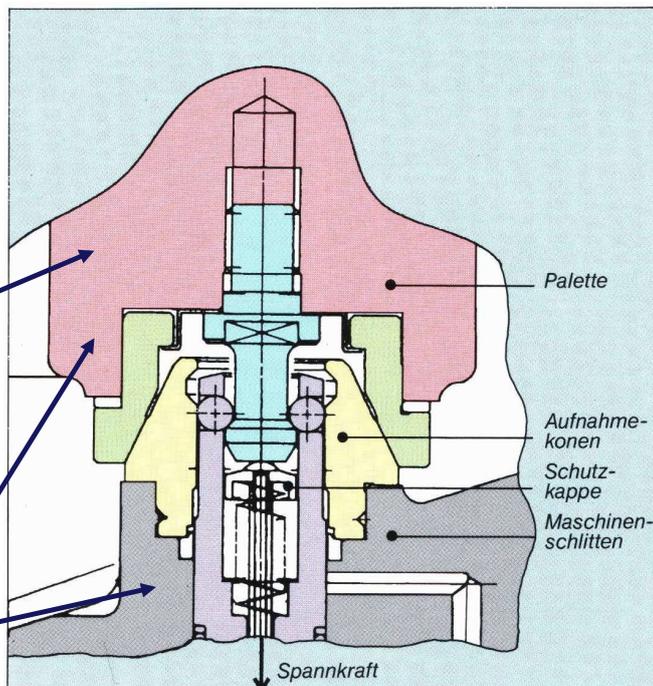
Bild 7.19 Beispiele für Paletten-Wechselsysteme Quellen: Makino, Hüller-Hille



Palettenunterseite

Indexier- und Spannteller

Referenzierung von Palette (Werkstück-Koordinatensystem) und Maschinentisch (Maschinen-Koordinatensystem)



Palette

Aufnahmekonen
Schutzkappe
Maschinentisch

Spannkraft

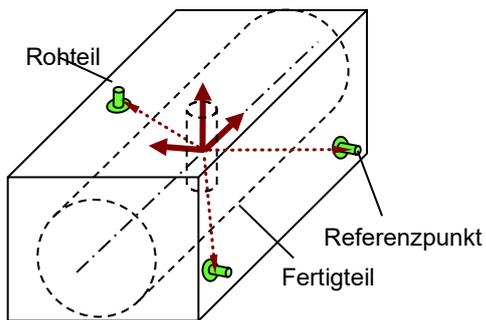
Bild 7.20 Lagebestimmung und Spannung an der Palette

Messtaster für die Lagebestimmung durch Antasten

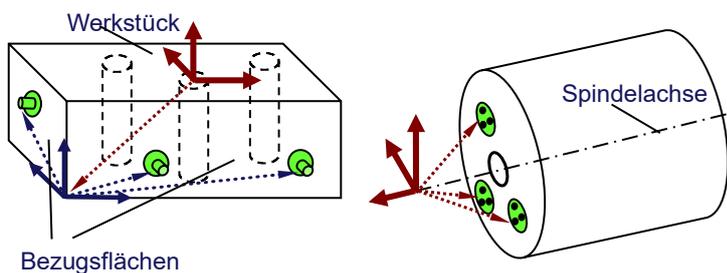


Messtaster in der Hauptspindel beim Antasten eines Werkstückes auf dem Maschinentisch

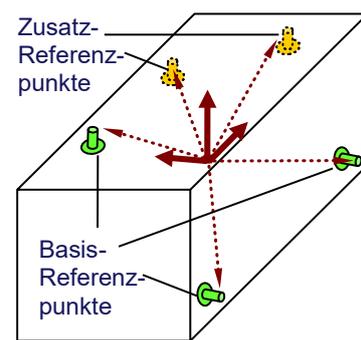
Bild 7.21 Referenzierung durch Antasten



Referenzpunkte an einem Rohteil



Referenzpunkte an Körpern mit definierten Bezugsgeometrien



Zusätzliche Referenzpunkte an einem Körper

Identifikation von Körper-Koordinatensystemen durch Bestimmung der Raumkoordinaten von (mindestens) 3 Referenzpunkten

Bild 7.22 Identifikation von Körper-Koordinatensystemen durch Referenzpunkte