

I

• Definition:

FERTIGUNGSTECHNIK herstellt die Fertigung von Gütern in geometrisch bestimmter Form

Hierbei sollen **WERUSTÜCKE** (geometrisch bestimmte Körper) aus vorgegebenem Material (Formlos Test) nach vorgegebenen geometrischen Bestimmungsgrößen geformt werden (Formgebung, -ändern, Stoßfugen schaffen) und zu Wirtschaftsgüten **ERZEUGNISSEN** zusammengesetzt werden.

Dabei vollzieht sich die **Wandlung** von Roh- zu Fertigteil zustand durch Einwirkung von **WERKZEUGEN & WIRKUMEDIEN** auf das **WERUSTÜCK**. (**FERTIGUNGSPROZESS**)

Ein **FERTIGUNGSSYSTEM** beschreibt die Gesamtheit der Teilsysteme, die am Leistungserstellungsprozess der Fertigung beteiligt sind. Allgemein:
Art & Weise des Verarbeitung und Fertigstellung einzelner Prozesse. Speziell:
Kombination technischer Mittel zur automatisierten Fertigung.

[etwa: Mensch-Maschine-Systeme // Fertigungsverbunde / abteilige Fertigungsabläufe]

↳ Technologische Operation (z.B. Schweißen)

Eingangsgruppen \Rightarrow Vorausgruppen \Rightarrow Ausgangsgruppen

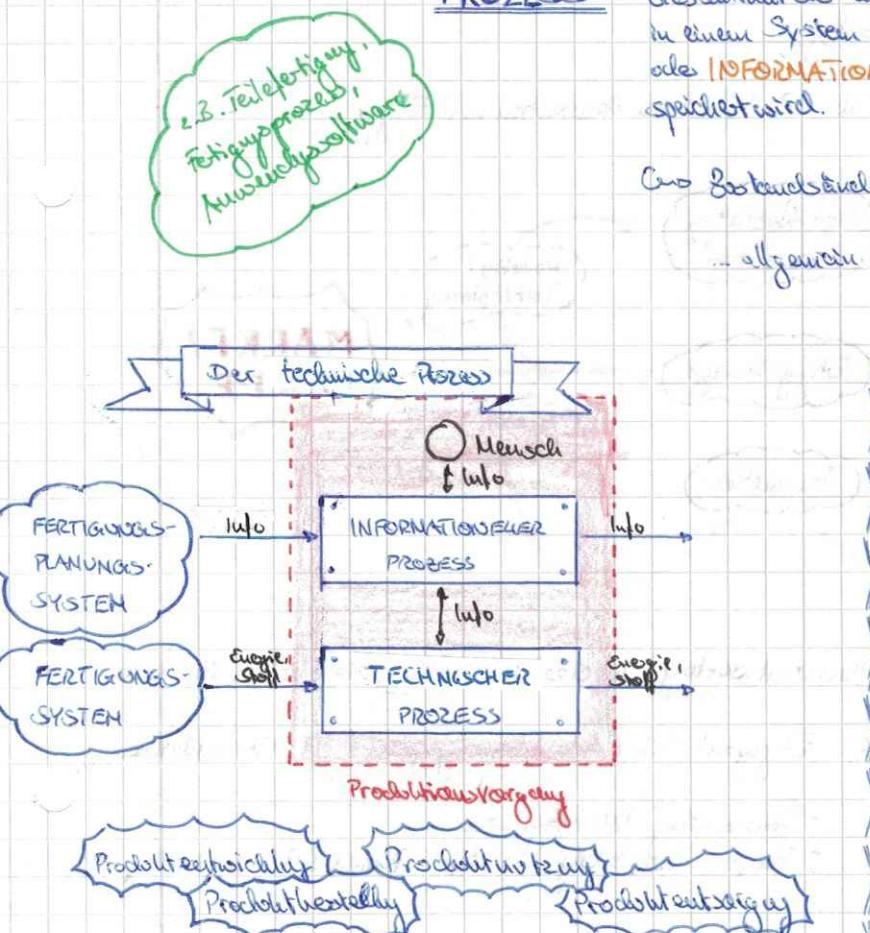
• Grundbegriffe:PLANUNG:

Ein **PROZESS** ist vorsehbar, handlungsorientiert, zu kontrollieren. Dabei geht es um das systematische Stellen & Festlegen von **ZIELEN**, die Bestimmen von **AUFGABEN** zur Erfüllung des Ziels sowie die Umsetzung der **ERGEBNISSE** bei Vorschriften

PROZESS:

Gesamtheit der aufeinander einwirkenden **VORGÄNGE** in einem System, durch welche **MATERIE, ENERGIE** oder **INFORMATION** umgesetzt, transportiert oder gespeist wird.

aus Gestaltungszyklen, {
soziale
zeitliche
räumliche} Verteilung einer Webaktivität
... allgemein Menge von Operationen...

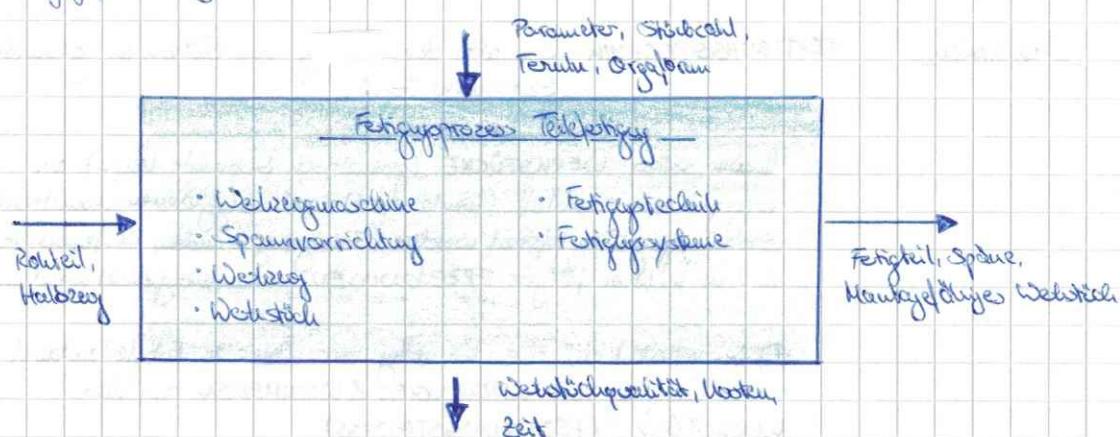
FERTIGUNGSPLANUNG

- Setzen von Fertigungszielen
- Dafür notwendige Vorgaben definieren
- Auswahl Fertigungssysteme & Ausweichung von Fertigungsmitteleinheiten & Parametern für Abfälle & deren Umsetzung

Auftragseingang \longrightarrow FERTIGUNGSPROZESS \longrightarrow Endzustand
 ↓
 Bestellteil aus Fertigungsabläufen

I

Fertigungsprozess gestalten:



Ans Betrachtung von: Konstruktion, Arbeitsplanung, Produktionsplanung & Steuern

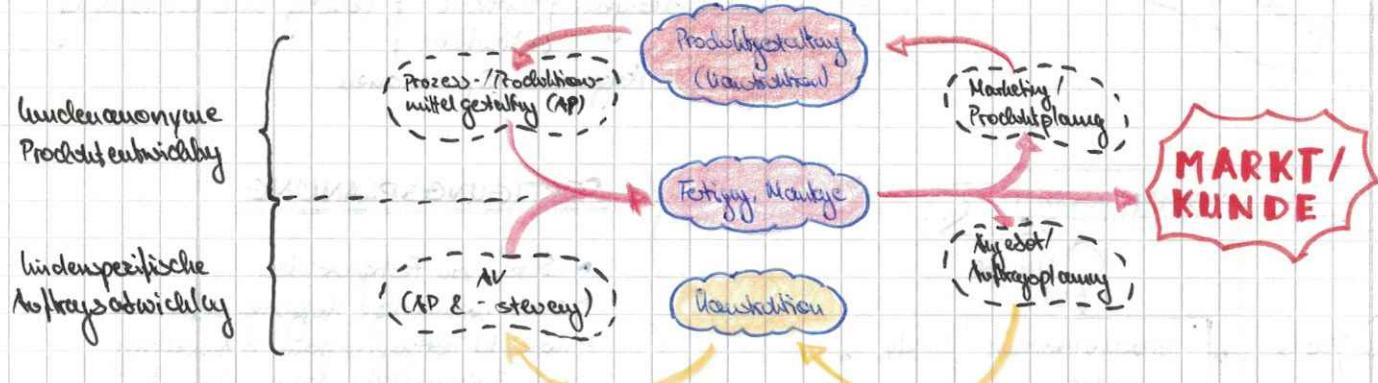
Curs im Aufgeld der Arbeitsplanung: auch nach Qualitäts sicherung & Teile fertig

Fertigungsplanung - Wissensmanagement in d. Produktion:

- Bedeutung:
 - Motor d. Gestaltungsentwicklungs // Know-How-Kontinuität
 - Komplexität ↗ als Einzelteile Serienreihen
 - Grenzbereiche Gestalt / Präzision Sicherstellen
 - Automatisierung unterstützen
 - Anforderungen:
 - Planungskosten anpassen → SELBSTOPTIMIERUNG
 - Dateitechnisch Arbeit mit Prozessen ↗ optimierte Arbeitsschritte
 - Simulationsverfahren & Methoden d. Wissensmanagements
- Wissensmanagement

Aufgaben & Teilbereiche d. Arbeitsvorbereitung:

- Vorbereitung der Arbeit ↗ AV als Brüderglied von Konstruktion und Fertigung



Curs Etwa 20% des Werteveraufwertung in der AV (Plausibilität & Fachwissen)

Curs Detaillierungsgrad \propto Fertigungsart, Teile / Automatisierungsgrad // MA-Qualifikation

Curs Wandel in die AV:

- Überwindung Arbeitsschranken
- Temp. Teamarbeit ↗ intergr. Produkt & Prozessgestaltung

Definition des Arbeitsvorberthy:

- Industrielle Produktionsfertigung > Fertigungsplanung > Arbeitsvorberthy
- Stellt den Produktionsbereich dar

Fertigung
Verfahrenstechnik
Energietechnik
Ingenieurwissenschaften

Vernichtung
Arbeitsvorberthy
Fertigung

» Gesamtheit aller Maßnahmen einschließlich Bereitstellung aller Mittel zum Arbeitsvorg., Menschen und Betriebsmittel mit dem Ziel durch Planung, Steuerung & Überwachung und die Gestaltung von Abläufen jeder Art ein OPTIMUM aus Aufwand und Arbeitsergebnis zu erreichen.«

$$\text{Arbeitsvorberthy} = \text{Arbeitsplanung} + \text{Arbeitsvorbereitung}$$

- WAS, WIE, Womit
- WANN, wo, WER -

- Alle ehemaligen Planungsfähigkeiten, die unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit die fertigungsgerichtete Herstellung sichern
- Technische Vorbereitung
- auftragsneutral
- LF: Inv., Her.-planung
MF: QS, Zeit-, Her.-planung
KF: Ermäßige Planungsfähigkeit
- Opt. zw. Aufwand & Ergebnis bei Realisierung des Fertigungsprozesses

- Alle Maßnahmen für eine der AP entsprechende Wirtschaftlichkeit
- Organ. Vorbereitung
- auftragsbezogen
- Montage, Testum, Kap.-Planung
- Fertigung, QV, Fertigungs- & Herstellungsoptimierung → Min. Gesamtkosten

Arbeitsplanung:

A) Arbeitssatzplanung:

• Prozessgestaltung: KF & MF

- Maßnahmen zur wirtschaftlichen Fertigung
- z.B. Plausivierung, Stücklisten, NC-Programmierung, Materialfluss

B) Arbeitssystemplanung:

• Produktionsmittelgestaltung: LF & MF

- Maßnahmen zur wirtschaftlichen Gestaltung/Auslegung d. Prozesse
- z.B. Lager- & Transportplanung, Innenhofverkehr, Raumbedarf

C) Rechnergestützte CAx: übernahme Aufgaben von PPS; Entwicklung von CAD/CAM
BWL-Orientierung

Technologische Orientierung

} Y-Modell
[Scheer]

Fertigungsplanung:

• auch Fertigungs-(prozess-)gestaltung, externe Prozessgestaltung

• Absetzen mit rechnergestützten Systemen

• Entwurf, Gestaltung & Optimierung von Fertigungsprozessen

• auftragsneutral; Planungspunkt weit vor Durchführung

• Input: grob. Stückzahl, Losgrößenbereiche

Output: Solldaten zur qualitäts-, termin- & kostenoptimierten Fertigung

Ergenesis:

ARBEITSPLAN

Fertigstellervorwurf:

- auch Fertigstellervorwurf, interne Prozessgeometrie
- Teil des Arbeitsvortrags
- **Stellung von Fertigkeiten** → Verantworten, überwachen & Sichern von FP
- auftragsbezogene Daten
- Daten: Technik, DLE, Auslastung
- Ziel: Istdaten zur qualitativ-termin-technologisch gereichten Fertigstellung



DURCHLAUFPLAN

Gegenstück der Fertigstellervorwurf:

- WAS, WIE, Womit
- FP • **Produktionsprozesse** im Maschinen- & der metallver. Industrie
 - ↳ Herstellung von Einzelteilen • **TEILEFERTIGUNGSPROZESS (TFP)**
 - ↳ Einzelteil: geometrisch bestimmter Körper
- TF • **Teilefertigung**: Alle FP zum Formschaffen, -ändern, Stoffwechselvordringen & Beschichten
 - ↳ Konzept & Realisierung FP
 - ↳ Reihen- & Einzelteilfertigung

Also Reihenfertigung → Einzelteilfertigung → Montage

Fertigstellungsaufgabe:

- Startpunkt der Fertigstellervorwurf
 - Grundlage von Montagevorwurf: Zeichnung / Skizzliste
 - Bestandteile: { konstruktive } Metriale & { dinamische } Fertigstellereigenschaften
 - { fachtechnische }
 - { fügetechnische }
 - Einflüsse auf Effektivität des Teilefertig: Stückelkennung / Vereinheitlichung ; OV & Materialspuren
- ⇒ Fertigstellerechte Gestalten (berichtswidrigende Aufgabe)

Fertigstellungsprozesse:

- Darstellung:
 - erledigt / mehrfach
 - O - geometrisches / stoffliches Wertschöpfungsstück
 - / - Operation (Prozessschritt) zwischen zwei Beständen

Gliederung:

- horizontal / vertikal / zentral
- nach Funktionsbestimmung der Teilprozesse
- 1.) Reihenfertigung (vormontiert/unmontiert)
- 2.) Einzelteilfertigung (vormontiert/abmontiert)
- 3.) Montage

- horizontal / vertikal / zentral

- zentrale Werte
- PS = techn. Sch. Folge auch an mehreren AP
- AG = an einem AP
- SIS = in einer Art- / Empfangung
- AS = mit einem WZ
- OP = mit unveränderlichen techn. Arbeitsschritten

Also Fertigstellungsgraph: Abfolge AG \xrightarrow{PS} OP \xrightarrow{AS} OP

• zeitliche Gliederung:

- einheitliche & transparente Darstellung
 - ermöglicht Zeit- & Kostenrechnung
 - Abbau nach REFA

* „Vorgeleseet“: Sollraten für Arbeitsschritte, die vom Menschen und vom Betriebsmittel ausgeführt werden.

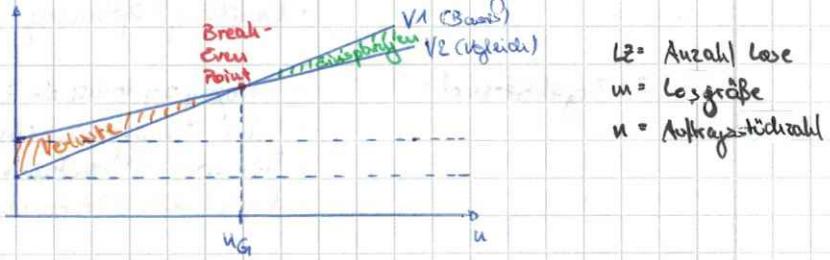
$$\Rightarrow \text{erforderliche Zeiten (T)} = \text{Auftragszeit (T}_A\text{)} \{- \text{menschbezogen}\} \\ + \text{Belegzeit (T}_B\text{)} \{- \text{betriebsmittelbezogen}\}$$

- tatsächlich verfügbare Arbeitsschritte: A_2^2 (schleifen) $A_{2,3}^2$ (adelsplätzchen)

Cross auch Hilfsmittel für die Zeitwirtschaft (mobile Datencyclopedia, Planerhilfslinge...)

► Uostkarechny:

- Betrachtung von Einzelkosten, das Umlauftragsdeckung
 - Sowohl auf kalkulatorischen, vor-/zwischen-/Nachhaltigkeits, Konkurrenzvergleich
 - Grenzst點k ab Bruttogehalt: U_k



- * Ermittlung von FertigungsVERGLEICHShäufigkeiten \neq Fertigungshäufigkeiten (wählen gleicher Elemente)

Wortelemente nach REFA:

$$1.) \text{ Haushaltseinkommen } h \in [\underline{h}^e] = \frac{\text{Haushaltseinkommen}}{\text{Notausgaben} \times \text{Notauszeit}}$$

$$2.) \text{ Lohnkosten } K_L [€/\text{h}] = \text{ Grundkosten } f_{\text{HMB}} \mid f_{\text{HMB}} = \text{ Mehrstellenbelegsfaktor} \\ \Leftrightarrow 1/\text{h} = 1 // 2\text{M.} \approx 0,6 \text{ oSM.} \approx 0,42$$

$$3.) \text{ Wochengehosten } K_W = K_{W1} + t_{WW} \cdot (K_M + K_L) + K_{WS} + K_{WP} \xrightarrow{\substack{\downarrow \\ WZ-\text{Hebrweli}}} \xrightarrow{\substack{\downarrow \\ \text{Zeit Wochengewechsel}}} \xrightarrow{\substack{\uparrow \\ WZ-\text{Nachschliff}}} \xrightarrow{\substack{\uparrow \\ \text{Kosten} \\ \rightarrow \text{Sonderwechsele}}}$$

$$4.) \text{ Materialkosten} \quad K_M = m_E \cdot q_E + m_A \cdot q_A$$

\swarrow \searrow

Einkaufspreise \quad Absatzmengen

5.) Programmierkosten k_p

$$K_1 = K_{Mz} \frac{K_{VWDP}}{Cz \cdot m}$$

- Grenzstückzahl: Vgl. Stückkosten unter Beachtung der Stückzahl

C \Rightarrow Unterschied: Proportionale Kosten „P“ (variable)
Kontante Kosten „C“ (fix)

\Rightarrow Wirtschaftlichkeitsgrenze: $UV_1 = UV_2$ bei u_0

$$\Rightarrow UV_1 = C_1 + u \cdot P_1 \quad \text{und} \quad u_0 = \frac{C_2 - C_1}{P_1 - P_2}$$

STRATEGISCHES ZIEL: • Ermittlung Sollwerte für Einzugsgrößen
• Zielerreichungsmauerwerken:

- 1.) Fabrikationswissen / Regeln
- 2.) math. Modellieren / Optimierung
- 3.) Softwarewerkzeuge d. Künstl. Intelligenz

» Arbeitsweisen der Fertigungsplanung:

A) Generierend:

- Entwurf FP & Entwurf in Varianten
- Planungsgrundlage sind Regeln, Daten, Maschinen/Mittel-Infos, feste Struk.
- **Neuplanung / Optimierung**

B) Projektivend:

- Rückgriff auf vorhandene Lösungen (fragmente) & Modifikationen
- keine Planungssicherheit, nicht zwingend optimal
- Prämisse: konstruktiv & technologisch homogenes Werkstoffspektrum
- **Ähnlichkeit-/Varianten-/Wiederholplanung**

Üb. zu A) Lösung Extremwertproblemen unter NB, Verfahrensoptimierung, Darstellung der Lösungsfeld (f.v.c)
↳ alle technisch-technologischen maßnahmen mitführen
Wertepaare

Üb. zu B)

B₁) ÄHNLICHKEIT:

- entweder voll. gleich \rightarrow Typentechnologie
 - Konstruktion teilweise gleich \rightarrow Gruppentechnologie
- Üb. Verbindete Aufgabenteilung/Rundbedienung

B₂) VARIANTEN:

- Bildung von Teillösungen
 - Ergänzung Reststrukturen zu Hauptteil
 - Hauptteil- & Hauptteilesatzpläne für ges. Teilekennzeichen
- Üb. Planung Hauptteil & Streichen von Gesamtkosten

B₃) WIEDERHOL:

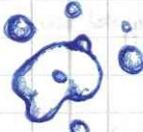
- Fertigung auf gleiche Art & Weise

Üb. ! Klassifizierung von Einzelteilen & Fertigungsprozessen [Klassifikator nach Opitz]

IV

▷ Fertigungsprozessgestaltung:

- Technologische Vereinheitlichung: Gruppierung der Teileklassen.

- 
- ↳ a) mit geschlossener Bearbeitungsfolge auf gleichen Vorrichtungen
 - b) mit gewünschten Arbeitsschritten
 - c) mit geschlossener Bearbeitungsfolge auf verschiedenen Vorrichtungen

Curs aufbauend:

- geometrische Grundform
- Fertigungsart
- Gruppenleistungsteilungen
- Werkstoff
- Vorrichtungsteilungen

• Prozessplanung technikorientierter Bauteile:

- Wiederverwendung & Ähnlichkeit
- Kosten \propto Serienproduktion
- Variantenplanung (gleiche / sehr ähnliche Teile)



• Anforderungen an hochflexible Variantenplanungsmethoden:

- aufwandsarme Anpassungen
- einfache Eigenschaften
- automatisierte, wissensbasierte Umsetzung

▷ Stufen des generierenden Arbeitsschreibes:

A) Prozessexterne Fertigungsplanung

B) Primäroptimierung: „idealer“ FP mit ausgewählten Fertigungsmitteln & dimensionellen Größen

C) Prozessinterne Fertigungsplanung

D) Sekundäroptimierung: „reales“ FP mit beliebigen zeitl. Feststufen & Prozessstrategien

E) optimales Strukturwzgl. durch Autonomie - & Kooperationskompetenz

F) Autonomie: gestörter AP holt Verstärkung durch Hilfe auf

Kooperation: „“ „“ „“ mit technologisch alternativen AP auf

G) Sekundäroptimierung als dynamische Selbstoptimierung („intelligent“ - Selbst planende FS)

▷ Fertigungsorganisation:

- Gesamt- & Teilsysteme des Fertigungsprozesses
- \Rightarrow Ordnung von Fertigungsprozessen nach zeitlicher & räumlicher Struktur \Leftrightarrow
- \Rightarrow Zustand des Industriellen Fertigens durch Organisationsformen & Fertigwerkten \Leftrightarrow



ZIEL:

{ Schaffung eines technologischen Flusses durch }

produktionsorganisatorische Maßnahmen.

Struktur von Fertigungsprozessen:

a) RÄUMLICHE ORDNUNG:

A) Verfahrensspezialisiert:

- Werkstückprinzip
- Ausdruck AP nach gleichen/-ähnlichen Fertigungsverfahren
- keine Bearbeitung AP unterscheidet
- keine Werkstückbindung
- wechselnde Abfolgen & diehbige Stückzahlen
- (• Fräsen, Scheren, Schleifen...)

B) Ergebnisspezialisiert:

- Ausdruck AP nach versch. Fertigungsverfahren zur Durchföhrung von Arbeitsschritten an gleichen/-ähnlichen Werkstücken
- Fertigungsberichte nach Bearbeitungsfolge
- (• Gießereifertig., Webefertig...)

C) Konzentrationsprinzip:



- „Zusammengelöst“
- gleiche # AG, viele AS; wenige AP, lange DZ
- hochqualifizierte Arbeit
- (• Bearbeitungsketten, fließende Bearbeitungssysteme...)

D) Differenzierungsprinzip:



- „Aufgeteilt“
- große Anzahl von AG mit je wenigen AS
- zeitlich abgestimmt ständige WST-Transport
- viele AP & Maschinen
- eher niedrige Arbeitsqualifikation
- (• Einzelbearbeitung in Spezialarbeitslinien... Maschinengruppen)

b) ZEITLICHE ORDNUNG:

A) Reihenverlauf:

- Est. mehrere gleiche WST zur Fertigung
- geschlossene Weitergabe
- wechselnde Abfolgen, lange Wege, [Loss]
- z.B. Losfertig.

B) Parallelverlauf:

- jedes Werkstück wird sofort weitergegeben
- zeitliche Abstimmung
- kurze Transportstrecken [EINZELTEIL]
- z.B. Fließfertig. mit gleichgroßen Arbeitsinhalten

C) Rhythmisches Verlauf:

- Aufteilung eines Losses in Transportlose
- versch. Teile pro Maschine

Übung: Wochentaktvergabe:

1) zeitlich gedrungen: - Takt = \rightarrow fest def. Rhythmus an jedem Arbeitsplatz

2) zeitlich ungedrungen: - ohne festen Rhythmus
- bewegt Rollen

▷ Fertigungsarten:

- Bestimmung unter Berücksichtigung Mengenbeschr., Stückzahlfloss, Serienumfang...

Üb. EINZELFERTIGUNG:

- Einzelige o. Einzeln zu größeren Abständen erfolgende Fertigung von Erzeugnissen
(• z.B. Motorbau, Wehrzeugbau, Feinmechanik)

Üb. SERIENFERTIGUNG:

- Klein-, Mittel- o. Groß-
- gleichzeitige oder unmittelbar folgende Herstellung gleicher, bautechnisch/technisch ähnlicher Erzeugnisse in großen Stückzahlen mit Umrüsten
(• z.B. Hauptproduktion, Elektrowanderautbau)

Üb. MASSENFERTIGUNG:

- Massenfertigung von bautechnisch gleichen Erzeugnissen über größere Zeiträume in großen Mengen ohne Umrüsten
(• z.B. Automobilfertigung, Möbelherstellung)

Üb. immer abhängen von Teilweise & Flexibilität vs. Kapazität & Produktivität

▷ Technologische Fertigungsunterlagen:

- Zusammenfassung wesentlicher Eingangsinformationen (Zeichnungen, verfügb. Maschinen, entl. Stückzahlen...)
- TFL sind **ARBEITSPLAN & FOLGEDOKUMENTE**

↳ Zweck-TFL: Beschreibung des Bearbeitungsschritts, Zuordnung von Maschinen, Dokumentation
Linkay-TFL: Abbildung von Fertigungsaufgabe, Organigramm, Gröd o. Fertigstellung

... sind Voraussetzung für { Leitung } des Fertigungsprozesses...
Kontrolle
Abrechnung

▷ Arbeitsplan:

- Ergebnis der Fertigungsplanung
- ZENTRALES STAMMDOKUMENT zur Strukturierung d. Fertigungsaufgabe, Festlegung d. Ladezeits, Termin-Effektivitätsbereich, Zuständig

FORMEN

- ... sind Wissensspeicher & nutzbar
- ... dokumentiert immer Ergebnis der Arbeitsplanung
- ... mindestens jedoch Material / AP / Betriebsmittel / Leistungskategorie / Vorgabezeit
- ... a) auftragsunabhängig o AP (Basis/ Skizzen-...)
- ... b) auftragsabhängig o AP (Auftrags-...)

DATEN

Allgemeine Angaben

- AP-Nummer
- Bearbeiter, Datum
- Menge (Stückzahl)...

Sachliche Angaben

- Rohstoff: Beschreibung, Weißkoll., Gewicht, Maße
- Fertigteil: (•)

Angaben zum Abl

- Abl-Nr., Bezeichn., Werkstattle
- Stückzeit, Zeit je Einheit
- Leistungskategorie

e.g. Holzleg., Gußrichtung, e.g. Fertigungsverfahren nach
Heruntergeladen von firmawiki.de/zusammenfassungen

4

Folgedokumente:

- betriebspezifisch, rückstandssicher, auftragsabhängig
- vollständige / teilweise inhaltliche Kopien d. AP

» z.B. LAUFUARTE // TERMINUARTE // LOHNSCHEIN // MATERIALSCHEIN
WERZUEIGENSTECKPLAN // ARBEITSFOLGEPLAN



Sonderarten:

- Vorauflistung: Klassifizierung der Objekte
- Typenabstiegspläne: geom. ähnliche Teile, gleicher techn. Prozess
- Blatt- bzw. Gruppenabstiegspläne:
 - geom. unterschiedl. / techn. ähnlich (Komplexe Teile)
 - gleiche Fertigungsart

Überlappende AG-Daten:

- Normative Rät & Nebenelemente sowie für alle Maschinen
Berechnungsgrundlagen zur Hauptzeitberechnung

Prozessorientierte Schritte zur Fertigungsplanung:

- Allgemein bei techn. Prozessen:
 - Folgenanalyse & Randbedingungen
 - Lösungsweg (technologisch & wirtschaftlich begründet)
 - Sensitiv & Auswahl

Schritte bei folgerichtiger Gestaltung:

① RONTEILAGENDATUM

- nach technologischen / wirtschaftlichen / zeitlichen Kriterien
- möglichst nahe am Fertigteil, Grenzwerte einhalten, Kostenminimierung
- **VARIANTENVERGLEICH:** Kostenabschlägen, Grenzschätzzahl, Kostenreduzierung bzgl. zu identischem Wettbewerbsniveau zustand

② FERTIGUNGSVERFAHRENSDATUM

- Wie den Stoff/Körper durch schrittweise Veränderung des Gestalt/Wettbewerbsmerkmals von Roh- zu Fertigzustand überführen?

Reihenfolgen oft nicht zuverlässig

⇒ Planvorgehen:

- a) Rückwärtsprojektion: vom Fertigteil
- b) Vorwärtsprojektion: gleichzeitige Planung & Vorgang

⇒ Planunterteilen:

Gesamtstück - Mensch
Partiell - Systeme



Optimierung: Einzelziel
mehrere Ziele

⇒ Schritte:

- 1.) Formelemente-/Flächenanalyse
 - statische Prozesse
 - Minimierung # FV, # AG, # WC

- Änderung in Formen & Flächen
- Beurteilung möglicher Fertigungsverfahren für die Veränderung
- Zusammenpassen glättendes Flächen

- 2.) Bestimmung FV nach gg. Wettstoß/stell:

- Pölen Wettstoß verträglichkeit
- Ausschluss FV die irreversibel sind mit Wettstoß



3.) Bestimmung FV der Fert-/Endbearbeitung:

- Anzahl/Festlegung für einzelne Flächen nach geforderten Qualitätsanforderungen
- Anforderungen = Σ Abstimmungen & Toleranzen
- Hilfsmittel: Tabellen, Diagramme

4.) Bestimmung d. vorliegenden FV:

- Bestimmung FV welche Bedingungen für das nachfolgende Verfahren schaffen
- Rückwärtsprojektion für alle AG

5.) Ermittlung getrennter Werkkomplexe/-abschritte:

- gedruckt \Rightarrow Flächen nicht separat bearbeiten
- Prüfen bewohnter Flächen ob Soll-FV ausschließlich sind

6.) Ermittlung von Formelementkomplexen:

- Prüfen ob FV für ein Formelement auch für andere nutzen sind



- Methodischer Leitfaden zur (sinnvollen) Eingrenzung des FV
- Ermittlung Verfahrensreihenfolge
 \Rightarrow Prozessfolge oder Prozessgraph mit Beziehung FV zu Formelementen / -flächen (Größe)

③ Werkzeugmaschinen- & Arbeitsplatzauswahl:

- Weitere Eingrenzung durch verfügbaren Maschinenpark & Betriebsmittel

- wege Verbindung zwischen Maschinen & FV (Drehen auf Fräsmaschine...)
- Betriebssicherheit verfügbare Maschinentypen & -parameter

↳ Kriterien: Wirtschaftlichkeit, Fertigungsverfahren, Auftragsdaten

AUSWAHL:

1.) Technische Kriterien:

- Wirtschaftsanforderungen - techn. Maschinenparameter
- übertragbare Bearbeitung - Parameter
- Erfahrungswerte über reale IST-Maschinenzustände

2.) Rangfolge:

- nach wirtschaftlichen Kriterien
- Effiziente Fertigungszeit, -kosten, Maschinenstundensatz

Σ : Wirtschaftlich gewichtete Rangfolge technisch möglicher Maschinen.

④ Arbeitsgangfolgebestimmungen:

- schwer formalisierbar, stark strategisch; auf reduziert mit vorliegenden Schritten

- A) Freie Folgen: Folge Bearb.-Schritte nicht technologisch festgelegt od. eingeschränkt
- B) Bedingte Folgen: technisch-technologische / wirtschaftliche Voraussetzungen; nicht erfüllt und Folge ist technologisch festgelegt zwingend
- C) Zwangsfolgen: Folge ist technologisch festgelegt zwingend

(An) Antwort verschiedener Bearbeitungsmöglichkeiten durch differenzierte Prozessschaffung, denen Maschinenkonfigurationen zugeordnet werden

Σ ...nur kürzige Info. Heruntergeladen von fsrwiwi.de/zusammenfassungen

⑤ Festlegung technologischer Basen:

- » Technologische Basen: • (Bestimmungs-)Flächen am Werkstück & dienen zur Lagerbestimmung & Spannung d. WST (SPANNBASIS) sowie zur Wechselfertigung & Maßkontrolle (MAßBEZUGSBASIS)
- » Ziel: • Entwicklung Qualitätsstrukturen
• Festlegung des Bearbeitungsreihenfolge
• Gestaltung Wechselfuge/Komplettungen / Prüfmittel
• Vermeidung eines Wechselseitigkeitsfehlers minimieren
- » Flächen:
 - geometrisch
 - Feinflutologisch: (un)bedeckt
 - multifunktional: Grund-, Hilfs-, Funktions- & freie Flächen
 - Freihandzeichnungsfähigkeit: Einstell(3), Führungs(2), Stütz(1)

Allgemeine Regeln zur Festlegung:

- ① Flächen als Spannbasis, die genügende Fertigstelltoleranzen ergeben
 - ② Bedeckung der t.B. für alle AG/AS: Wechsel \Rightarrow Abweichen
 - \hookrightarrow Ausreden: Maßbezugsbasis = Spannbasis (Ideal!?)
 - \hookrightarrow oft Komplexitätsfaktoren
 - ③ Idiogener Wechsel, wenn Bedeckung unmöglich
 - \hookrightarrow Rohbasen (unbedeckt) \Rightarrow Fertbasen (bedeckt.)
- \Rightarrow Bestimmen Reihenfolge & # der AG/AS

⑥ Anordnungsfestlegung:

- Festlegung, RF & Anordnung der AS, sowie Untersetzung Prozessgraphen durch Anordnungsgraphen

\hookrightarrow Hierbei Minimierung der Anzahl $\left\{ \begin{array}{l} \text{Werkstückspannungen} \\ \text{Wechselfuge / -wechsel} \\ \text{Schritte & Verfahrensweg} \end{array} \right\}$

- \rightarrow Erfahrungsbefund
• Wechselführung & Folgen
• WZ im Vordergrund

- Wechselfuge mit Katalogen & Datenbanken

7 TECHNOLOGISCHE ARBEITSGRÖBEN

- Grundlage für Vorgabeteile \Rightarrow Komplexität d. Gesamtsystems, Akzeptanzkriterien & Einflüsse
- Entscheidend für Qualität & Wirtschaftlichkeit

- \rightarrow Quellen: Inhaltlich (Erfahrung, Rüstweise, Berechnungsmethoden, wissenschaftl. Systeme)
System (Tabellen, Algorithmen, intelligente Software)

⑦ Kostenbereitstellung:

- vor Umlaufplanning, Kostenkalkulation, Fixkostenfeststellung, Investitionsplanung
- Berechnung oder heruntergeladen von fsrwiwi.de/zusammenfassungen

► Rechnerunterstützte Arbeitsplanung:

CAP - Computer Aided Planning (im engl. CAPP - Process Planning)

⇒ Definition nach AWF:

- EDV-Unterstützung bei der Arbeitsplanung
- basiert auf CAD-Daten
- erzeugt Daten für Teilefertigungs-/Montageprozesse
- rechnergestützte Planung von Vorgängen, Auswahl von Verfahren, Erstellen von Steuerdaten

⇒ Automatisierbarkeit:

- ① Maschinenauswahl, Werkzeugauswahl ...
- ② Schnittausführung, Montageauswahl ...
- ③ Schnittwertschätzung



ZIELSTELLUNGEN:

- a) Sehr Problenschärfe (Fertigungsvariety, -20% Neupl.; -80% Varia)
- b) optimale Nutzung fertigungstechnische / organisat. Möglichkeiten
- c) ④ Plangearbeit & -zurverfügbarkeit
- d) ⑤ Planungsschleife
- e) ⑥ Realisierungsfähigkeit

CAP vs PPS:

CAP: produktbezogene, auftragsorientierte Teilfunktionen der AP
auftragsorientierte Prozessplanungsfunktionen

PPS: auftragsbezogene Teilfunktionen der AS
• Planen (Menge, Termin); Steuern (Verantw., Überwachen)

↪ PPS ≠ Arbeitsplanerstellung ⇒ nur Verwaltung

Aus heute Tendenz Integration mit Konstruktion & Fertigung ④ Decentralisierung

Inhalte CAP:

1. Bearbeitungsaufgabe bereitstellen
2. Analyse des Auftrags / Suche ähnlicher Planung
3. Planungsdaten bestimmen: Ausgangsstiel
Arbeitsdaten
Fertigungsmittel
Prozessdaten
4. Planungsergebnisse ausarbeiten: (Arbeitsplan, Folgedok., NC-Programm)

Schnittstellen & Informationsaustausch:

CAD-CAP:

- konstruktive Vorgaben (techn. Zeichnung, SL); technologische Vorgaben (AP...)
- muss: Zuordnung Technologieangabe zu Geometrie möglich sein
- Feature als Info-Centrale

CAP-PPS:

- Auftragsdaten & aus AP abgeleitete Folgedokumente & Arbeitspläne

IV

> W/Bau:

Programmierung (Entwicklungskomponente)

Datenbasis / Wissenbasis (Fakten / Regeln)

Applikation (Anwendungskomponente)

Cris anwendungsNEUTRALE Komponenten (Daten-E/A, -handhabung, Regelverarbeitung...)
anwendungsSPEZIFISCHE " (Abhängig v. d. prozessorientierten Lösungsschritte)

→ ZIEL: interaktive/automatische Generierung von Arbeitsplänen

> Methoden: Erstellen, Verwalten, Aufbereiten von Arbeitsplänen

> Automatisierungsgrad:

A) Newplancy:

- niedrigster A-Grad

- Arbeitsplan erstellt manuell
- Untersichtig bei Betriebsmittel-, Technologieauswahl, Zeitermittlung
- automatisch generierend ohne praktische Bedeutung
- Forsch.: math. Modelle, wissenschaftliche Methoden

Cris Info:

- aus vielen Wissensbauen alles zusammen suchen
- hoher Bedarf an spezifischen Regeln & Logiken
- ~~Systeme noch nicht industriell vorhanden~~

B) Wiederholplancy:

- Anpassung gespeicherter Arbeitspläne
- meist für große # an "
- automatische Planung

Cris eigentlich jeder PPS

C) Ähnlichkeitsplancy:

- Suchtechniken, Klassifizierungsmethoden
- (Sach-) Methoden
- Suche ähnlicher Teile → Arbeitspläne // Arbeitspläne ähnlicher Teile
 Cris: Niedereinstellung der Vergleichselementen

D) Variantenplancy:

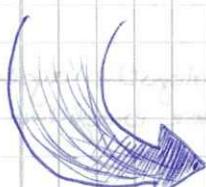
- höchster A-Grad möglich

- Plausibilität für Werkstück-/Teilefamilien (WTF)
- Standardarbeitspläne < Infos + Berechnungsgrundlagen
- Einzelne spez. Werte → Generierung AP

Cris eigentlich nur mit CAP

Cris Info:

- Ausgangsbasis sind Codierungsregeln
- Rely auf vorhandene AP



gesamte Funktion: ARBEITSPLANVERWALTUNG:

• einfache Form, vgl. Textverarbeitung...

• Speichern AP: ~~Kraftsplan (auftagsbezogen, X Wiederverwendbar)~~

~~Standardarbeitsplan (werkstoffspezifisch, ✓ Wiederverwendbar)~~

produktorientierte Gliederung nach den freigesetzten vom System (vgl. dazu Zusammenfassungen)

Programmierfähigkeiten erzeugen:

- viele systeminternen Skriptsprachen oder OO-Sprachen
- Klassifizierungssysteme: Nummernsysteme & Sachmerkmalslisten DIN 4000 / 40001
- Strukturelemente für Planungsfähigkeiten: Daten, Formeln, Textbeschreibungen

Ceo Entscheidungstabellen:

- Planungsfähigkeit als Wenn-Dann-Entscheidungen
- Ausdrückliche Logikelemente in Entscheidungstabellen
- Entscheidungssituationen: Regeln mit alternativen Bedingungen (Wenn)
↳ Erfüllung: Aktion (Dann)
- Sprunganweisungen (go to)-Möglichkeiten zu mehreren weiteren Entscheidungstabellen

④ Verwaltung Planungswissen ohne große umfassende Programmierentwurfsmöglichkeiten

Schnittstellen:

- | | |
|-------------|--|
| CAD - CAP : | geometriedaten - / präzisionsdatenorientiert |
| CAD - PPS : | Ordnungssysteme, Klassifikationen, AP |
| CAP - TDN : | Ordnungssysteme, elektr. WZ-Kataloge |
| CAP - CAM : | Numer., CNC-Befehle } geringer Standardisierungsgrad |

Aufbauplanungssysteme:

- Wissensquelle: Wissensspezif. + Quellen (Experten, Datensammlung, ...)
- Erhebung (Dokumentenanalyse, ...)

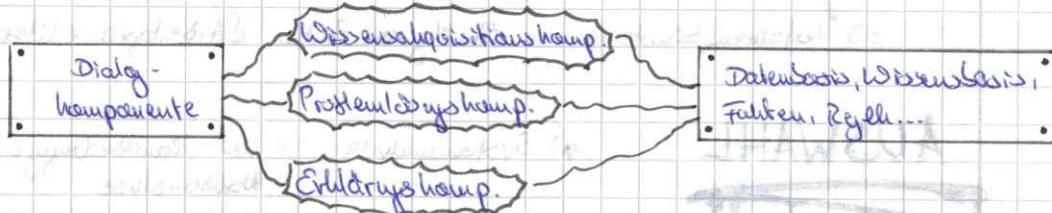
Wissensanalyse- & Interpretation:

- Strukturen & Gesetzmäßigkeiten erkennen
- Clustering, Knowledge Disc. in DB

- Wissensrepräsentation: log. technische, Regeln, sem. Netze, Fuzzy Logic

- Entwicklungsphasen:
 1. regeldas. Systeme
 2. Erweiterung um hybride Ansätze
 3. Integration in best. Systeme
 4. Anwendung AI - Planungstechniken auf spez. Domänen

Aufbau der AP-Erststelle:



Ceo Trennung Problem lösen & Wissen in funktionaler Form

XII ▷ Feature - Technologie:

• Form - Feature:

- strukturierte Gruppierung geom. Elemente
- Aggregation Gestaltungsmerkmale
- Kombinierbarkeit mit Semantik für spez. Eigenschaften

↳ Standard - Feature (Normen) Bewerkspez. - Feature (UDF)

• Semantisches Feature:

- Form - Feature ⊕ Eigenschaften anderer Klasse
- weitere Eigenschaften prägen Feature als Auswirkung - F.

✓ Auswirkungs - Feature:

- spezielle Schweißtechnik
- Informationsreichtum → fikt. Einheit in Bereich

Ciso 2.3. bestmöglich CAD-CAP in Feature - basierter Form (⊕) intelligente Konsolidation zur gegebenen Verarbeitbarkeit!

▷ Organisation der Arbeitsplanstellung:

- entweder zentralistisch - tayloristisch ODER dezentral - objektbezogen

Ciso Langfristiger Trend:

DEZENTRALE ARBEITSPLANERSTELLUNG

- Realisation auf ständige Anforderungswechsel
- Bereichsweise Planungsbereiche organisatorisch & räumlich
- Forschung - weltorganisierende Strukturen

Ciso Integration Arbeitsplan:

- in UW-Bereiche; Aufteilung d. Trennung
- in Konstruktion:
 - Abstraktion Produkt- & Prozessparameter
 - Strukturierte Systemierung
 - techn. Informationen fließen in Konstruktion
- in Fertigung:
 - Verteilung von Planungsaufgaben
 - Verknüpfung AP, NC, FS
 - kundenorientierte JIT - Fertigung

▷ CAP - Systeme:

- HSPLAN, AROPLAN, FLEXPLAN

↓
z.B. Neufahrtsaussteuerung einer Einheit von Zeiten & Arbeitsplaneditor

AUSWAHL

- a) Systemanalyse:
 - UW - Randbedingungen
 - Nachbausanalyse
 - Großprojekt Analyse ⊕ sehr. Anforderungsprofil

- b) Systembewertung:
 - Grobauswahl → UO - Kriterien
 - Benchmarking
 - Feinabstimmung (NWT, Kostenvergleich)

(I)

» Allgemeines:

• Ausleihen:

A) ARBEITSVORBEREITUNG / -PLANUNG

- Sicherung fertiggestellter Herstell. u.
- Einwuchs auftretender Planungsaufgaben

B) ARBEITSSTEUERUNG

- alle Maßnahmen die für Montagearbeitszeit benötigt werden
- ↳ Produktionsplanung ↗
- ↳ Fertigstellungswesen ↗
- ↳ Telefertigung & Montage ↗

- Telefertigung nur in Fertigstellung; Fertiplan als Erweiterung d. Fertigstellung

» Grundsätzliche Planung:

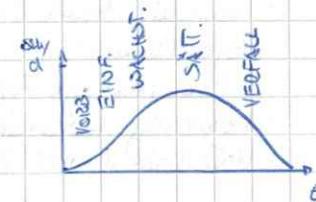
Forderungen nach MONTAGEGERECHTER PRODUKTION

MONTAGE
SYSTEM
PLANUNG

- Produktionsabteilung: Einfluss auf Planungsaufwand!
- Betriebsmittelabteilung:
- Qualitätsabteilung:
 - Fertigstellungswesen: letzte Schritte der Fertigung
 - Vertrieb: Kommunikation notwendig
- Sicherheitswesen:
 - Personalwesen:
 - Materialwirtschaft:

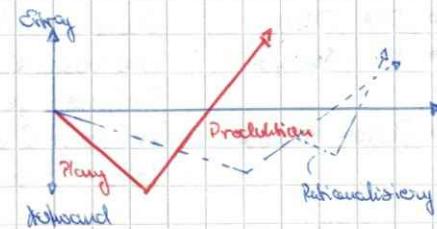
» Produktlebenszyklus:

- Planen aufgrund von verdeckten Stückzahlen
- Terminieren der Planung
- Ausarbeiten



» Störung d. Konzeptionellen Planung:

- freie Ausdehnung des Variantenkonzepts
 - ↳ Reaktion der Planungsphase
- Höhere Planungssicherheit zur Variantenbewertung



» Detaillierungsgrad der Planung:

- Von manuelle Montage bis Großserienmontierung steigt Detaillierungsgrad

REFA!

» Schritte des Montageplanung:

- nach Bollinger, immer UN-individuell anpassen

A) Auskonzernation:

- "Was soll geplant werden?" → Stückzahlen, Produkte ...

B) Konzeption:

- Ausprägung bestehender Verhältnisse
- Welche exakt. Kriterien zur Planung?
- Einbezug von Prinzipielen

C) Ablaufplanung:

- Ausarbeitung Wiss. (Prozesswissen) [Übung!]

PLANUNGSGRUNDÄTZE

II

D) Montagezykluszeit:

Welche Bauteile an welchen Stationen → Zeitbilanz

E) Montagezeit:

F) Realzeit:

Abbau des Gedankens

G) Betriebs:

Controlling & Rationalisierung

Ciso Reife inhaltlich idealisch, aber technisch unterschiedlich

▷ Fügen & Montieren:

• Fügen ≠ Montieren

• Montage schließt Fügen ein: Ⓛ Handhabungs-, Hilfs- & Kontrollprozesse
↳ größten Kosten-
sparpotentiale

Ciso Monteurverantwortung 75% bei Montateuer X 12% Verzögerung

Ciso Monteurverantwortung 70% (Zubringen, Justieren, Fügen, Montieren)

▷ "Fertigungsrecht":

- komplexe Produkte in Baugruppen
- minimale Anzahl Elemente
- Fixiermöglichkeiten / Seiten minimal
- keine gezielte Fügebewegungen
- Vermeidung Superarbeiten / De-/Reinigung
- Handhabbarkeit d. Bauteile

FÜGE-

BAUGRUPPEN-
HANDHABUNGS-
KONTROLL- & PRÜF-
STANDARD-
TRANSPORT -
INSTANDHALTUNGS-

- Gerecht

Ciso DFA-Design:

Design-for-Manufacture-Analyse

Ciso ABC-Analyse:

Was kostet ein Teil, bis es seine Funktion erfüllt?

Ciso Prozess-Analyse:

Rohstoffe, je höher desto montagegerechter

Analyset & vergleicht mit Montageproblemen

Unteren: Gewicht, Abmessungen, Feststellen, Festhalten?

⇒ Vorendung von Explosionszeichnungen als Strukturbäumen

▷ Strukturdarstellungen:

• Klassifikationsstruktur [hierarchische Gliederung: Tragbaugruppen, Hauptbaugruppen...]
Montagestruktur [montagetechnologisch: ET&BG // Wiss.: Montateuer / Fugen / Freud
montage]

• Varianten durch Umform- / Herstellungs- / Neugewünschten
↳ Wiss. - oder UANN - Varianten

{ Variantenstruktur-
baum }

▷ Stücklisten:

Strukturstelliste

Mengenstelliste

Baukosten s.l.

• enthält alle BIEG in einer L.

Montageplan & Überwachung

• keine Strukturwege, reine Mengen

Materialwirtschaft

• enthalten nur Elemente d. a. Stufe

• Wiss. & nur 1x Liste

<u>Skaliste pro Variante</u>	<u>Gleichtexte s.t.</u>	<u>GTG s.t.</u>	<u>Mixx s.t.</u>
- Redundanz, Wiederholung hoher Aufwand	- Basis auf Beobachten		
	- Variantenwerte höhe ab einer		

- » Pleinette & Graphen:
- VPN : Prozessgraph [Teilefertig.]
 - VMO : Vormontag [Montage]

Arbeitsgut (AG) : » selbständiges Teil des Fertigungsprozesses der aus allen technologisch unmittelbar aufeinanderfolgenden Arbeitsoperationen besteht. «
 [gemeins. Arbeitsgut // Arbeitsträger o. Gruppe // 1 Arbeitsplatz betreffend]

Arbeitstufe (AST) : » technologisch selbständ. Teil d. Arbeitsgutes, der mit gleichleidenden Arbeitsmitteln & bei gleichleidenden technologischen Bedingungen ausgeführt wird. «

Vernichtung : » nach fertigungstechnischen Kriterien der MP. Bestehend aus Teilverrichtungen wie „Vorbereiten“ / „Zubören“ / „Positionieren“, dem Fügeverfahren und „abschließenden Arbeiten. (Name ~ Fügeart.) «

- Übersicht
1. Festlegung **Basisvariante**
 2. Detaillieren **Vernichtungen** → Vernichtungsliste
 3. Erstellen des **Vorlagengraphen**
 { abhängig von Arbeitsauftragsgrad (Betriebsmittel / Fügeabläufen / Prozesszeiten)}

• Zeitwirtschaft:

STRATEGIE: Auftragszuordnungspolitik → Durchlaufminimierung

PLANUNG: Fertigungsablaufplanung → Kapazitätsbelastungsbild

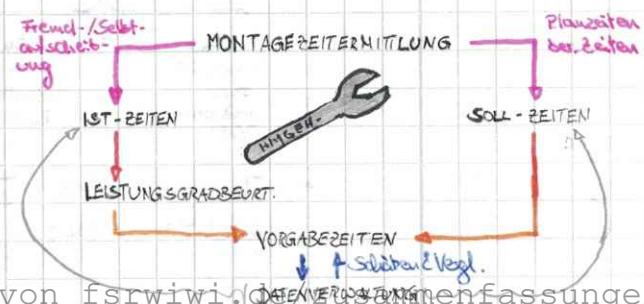
DISPOSITION: Arbeitsreihenfolge → Kapazitätsabgleich

Fertigungsüberwachung → Rücksichtnahme

GRUNDDATENVERWALTUNG: Arbeitsplatzorganisation

und aus Montagezeiten (für Montagepläne, PPS, Scheduling) Abrechnung der Vorgabezeiten (für Arbeitsmethodenplanung - & Verbesserung)

Errechnung von Vorgabezeiten in der Montage:



Methoden der Zeitbestimmung:

- Orden von hohem Detaillierungsgrad & hoher Genauigkeit zu entsprechend weniger Svar & Grundverfahren > SV & Standard > Planzeitwert > Selbst auf- > Schätzen & Zeitabschlägen schätzen & vergleichen

Übung Systeme vorbestimmtes Zeiten:

- Sollzeitermittlung für beeinflussbare menschliche Tätigkeiten
- Analyse Bewegungsschritte, Vommerly Normzeitstellende Zeitschätztechniken
- Taylor & Gilbreth
- in DE: MTM (Methods-Time Measurement) & Work-Factor System

- In MTM verschiedene Grundbewegungen
- Zusammenfassen zu Standard-Daten / MTM-Z / UAS (MEW) [78] (z.B. UAS: Abheben & Platzieren = 21 MTM Elemente)
- Schwierig wenn Schritte nicht in MTM

Übung Schätzen & Vergleichen:

- Vergleichen immer mit existierenden Prozessen & Erfahrungswerten
- Abgrenzung des Analysegrades & Maßnahmen
- Delphi-Methode als Hilfe (Viele zu 1. Durchl., Konsens, Überdenken, Disk.)

Übung Zeitabschlägen:

- Stopptimerxy entspr. Abschläge \Rightarrow Sollzeiten
- Mittelwertsbildung, Proz. Verfahrensbereich, Welleanalyse

Übung Selbstaufschreben:

- Erstesig: Istzeiten / Meigen / Fallarten durch MA
- Tagesschicht-, Einzelanfertigen- & Durchlaufanalyse

Übung Wolltzeitentnahmen:

- Häufigkeitsanalyse einer festgelegten Schritte zu erfüllen überholter müssen
- Nicht Vorgeseztemittyp geeignet!

Durchlaufzeit: \Rightarrow Zeitspanne von Beginn Bearbeitung/Montage bis Fertigstellung für best. Bereich oder Objekt.

- Brutto- & Netto-DLZ (ohne produktionsfreie Zeiten) \Rightarrow Wirklich. Rauher BPUTO

$$\bullet \quad T_D = \underbrace{t_{D1}}_{\substack{\text{(Durchführungszeit)} \\ \text{tHS} + tUS}} + \underbrace{t_{D2}}_{\substack{\text{(Zwischenzeit)} \\ \text{Liegearbeiten}}} + \underbrace{t_{D3}}_{\substack{\text{(Bereitzeit)} \\ \text{Sitzung/Bearbeitung}}}$$

tHS tUS tD2 tD3
 (Haupt DLZ) (Vorar.-DLZ)
 -Fügen -Bestellen
 -Montieren -Rüsten

$$\bullet \quad \text{Flussgrad (FG)} = \frac{DFZ_m}{DFZ_m} \quad (\text{für Fertigstellung})$$

nach Little: $DLZ = \frac{WIP}{\text{Rücklage}}$ ($WIP = \text{Bestand (Werk in Progress)}$)

IV

- Inkontakt: Arbeitzeit innerhalb eines Zeitraums
- Inkontakt: Ruhezeit innerhalb eines Zeitraums
- ZuWzeit: Zeit in der Bearbeitungsschritt(e) einmal komplett durchgeführt wurden.

Kapazität: »Leistungsfähigkeit einer wirtschaftlichen / technischen / personellen Einheit in einem definierten Zeitabschnitt.«

- Aufgaben der Kapazitätswirtschaft: KAPAZITÄTSPLANUNG
KAPAZITÄTSTEUERUNG (reaktiv)



Ziele:

- Termingerechte & Qualitätsgesicherte Fertigung
- Gleichmäßige, hohe Auslastung ohne Überkap.
- Billige, flexible & stabile Montagesysteme

optimale Auslastung

Auslastung & Bedarf

Kapazitätsbedarf C:

$$C = \sum_{x=1}^n (u_x \cdot t_{ex} + t_{rx})$$

Anzahl Produktvarianten
 Stückzeit Prod. x pro Auftrag
 Stückzahl Produkt x
 Montagezeit
 Zeitschleife
 Leistungsfähig

vkt. Kap. EH

$$\frac{C}{CM}$$

Kapazitätsangebot CM:

$$CM = (t_A - t_p) \cdot MAT \cdot LG \cdot Su$$

Anwesenheitszeit MAT
 Montat
 Montagezeit
 Systemauslastungsgrad

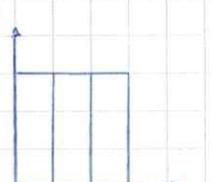
(maschinell < 100%
die event. Kapfalle)

► Kapazitätssteilung:

A) Differenzierungsprinzip:



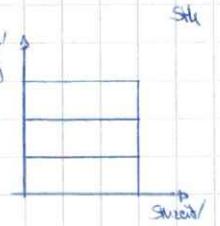
- keine überholende Montagezeit
- weniger Betriebsmittel aufwend & ohne Gruppen
- Einzelteile Montage / Montokette
- keine Struktur-/Typenflexibilität



B) Konzentrationsprinzip:

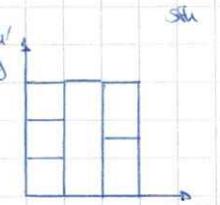


- große & individuelle Montagezeit
- sehr hoher ger. D-L-Z, hohe Fertigungsicherheit
- geringe Strukturverwirrungen
- Hohe Investitionen für Betriebsmittel



C) Mischformen:

- Vermeidung A durch zu lange Vorgangsabläufe
- Vermeidung B durch spez. Montagetechnik, keine Betriebsmittel



► Auslastung eines Montagesystemstrukturer:

- 1.) Kapazitätsdeckung (Anzahl Kap. EH)
- 2.) Kapazitätsdeckung in Kap.-Fehler
- 3.) Auslastung Montagesystemstruktur (Blockstruktur/Montag. Fehler)
- 4.) Auslastung einer Prinzipielle Planung des AP → Layout

- Betriebsmittel, Qualifikationen
- Fixkosten, Fixe Stückkosten

- Organ.-Form d. Montage (Entfloppig/Rollflieg)
- Fließprinzip oder sociale Aspekte

Organisationsformen der Montage:

* Merkmale:

Montageobjekt
Bewegung
AP/Alt
Verletzung
Montage

stehender/bewegt
kontinuierlich/diskontinuierlich
statisch/bewegt
starr/lose/elastisch
los-/stückweise

} Ein-Bordland
Gruppenmontage

Linie Blockmontage:



- große, schwer/nicht transportierbare Erzeugnisse
- Reparatur (Rückbaumontage / Drehmontagen)
- auch "in Linie" mit Haupt- & Nebenabstellstellen oder einem mehreren Abstellen

Linie Einzelmontage:



- Produkt & Mt. unbewegt
- Produkt wird komplett zu den Arbeitsschritten verschoben
- wenige Bauteile & hohe Rücksichtnahme

Linie Linearer Fließmontage:



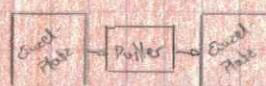
- kontinuierliche Bewegung Mt. & Produkt
- Nach Abschluss Mt. gg. Zeitplan an Rücksicht
- typ. → Linie - Zuliefertyp

Linie get. Fließmontage:



- Produkte werden einzeln zeit mit gleichen Abstand bewegt. (stabile Verletzung)
- V.a. relativ autonome Systeme

Linie Reihenmontage:



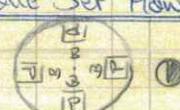
- Produkt zeitlich aufgekoppelt mit Puffern weiterreichen
- lose (wiederverwendbare Puffer), elastisch (beschränkte Puffer)
- hybride Montagesysteme mit schwenkbaren Prozessschaltern

Linie One-Piece-Flow:



- auch Autom-Autom-Linie
- Wechselt nicht mit Produkt alle Stationen u. fährt ab
- Für Einzelfluss Wieder wach 50% Stationenanzahl
- als Einsatzberührpunkt Produkt auf Montageschlitten

Linie One-Set-Flow:

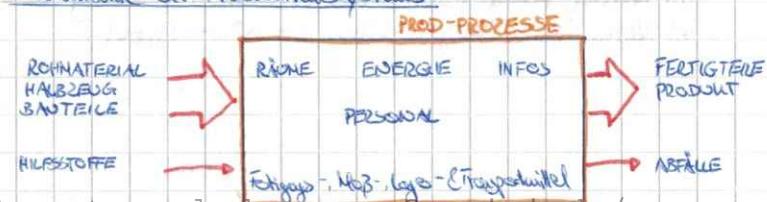


- Jedes ein Arbeitsschritt an allen Produkten
- Drift Bereitstellmöglichkeit am einen Punkt gelöst
- Welle Serienmontage für kleine Erzeugnisse mit wen. Bauteilen

* Fössel: Abb. 2 Figuren:

- Produktionsprozess entsteht aus Bedarfslinie & wird dann am Markt aufgelöst

* Elemente d. Produktionsystems:



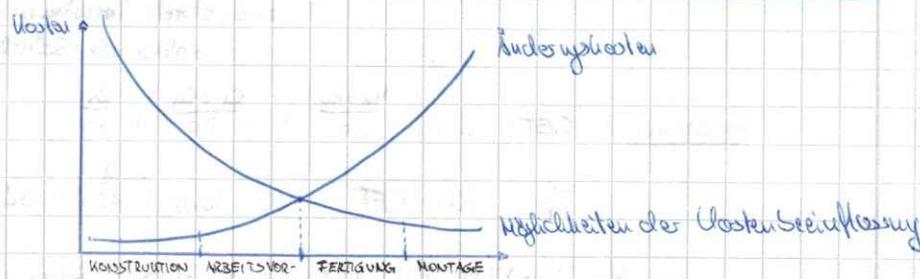
- Montage sind Vorgänge des **FÜGENS** sowie **WERKSTÜCK-HANDHABUNG**, -**JUSTAGE**, -**Kontrolle**.

↳ nur Fügen wertsteigend, alle anderen minimieren.

z.B. Selbstjustage, minimierte Transportwege (Anordnung d. Montageteile)

Wirtschaftlichkeit an
erster Stelle

» Kosten betrachten:



- Kooperation über gesamte Breite!
- Montage als Erfolgsquelle nutzen
- Innenwänden mitteil bewerten (starke Schwäche; eigen/ja/kond)

» Auswahl von Fertigungsverfahren:

① Eingabe von Informationsen:

- Was über Größe der Fügefläche, Stoff, Alternativen, Messbarkeit, Leitfähigkeit etc.
- Lehrt sich die Automatisierung?
- Steigung der Verbindung zum Kunden (economisch?)

② Qualitative Auswahl:

- Auf Basis wissenschaftlicher Zusammenhänge ($\sigma_{Zi} > \sigma = \frac{E}{A}$)
- Werkstoffkenntnisse; Dichte / Verarbeitbarkeit / Grundwerkstoffe

③ Quantitative Auswahl:

- Bedeutung von Energiebedarf und Eigenleistungsfähigkeiten
- Wenig geschlossene Beziehungen verhindern → Fehlzug!
- Trend: Nutzen berechenbarer Verfahren → Innovationen

④ Auswahl/Bewertung Montageverfahrenen:

- Unter ggf. Bedingungen opt. Verfahren möglich
- Hilfsstoffe erfordern... Schwellen von Lebenszeiten
- Gebrauchswerte für Betriebssicherheit

II Ziel:

- wirtschaftliche Produktion
- gute Organisation
- gezielt nach Kundenforderung efüllen
- Bewertung & Auswahl über Naturwissenschaft & Soziales
- Optimale Auslegung wird wie realisiert!

Wirtschaftlichkeit,
Flexibilität,
Attraktivität

Ausprägung Parameter
Stanztechnik an
Zerspanen
d
LICHTBÖGEN

» Schweißen:

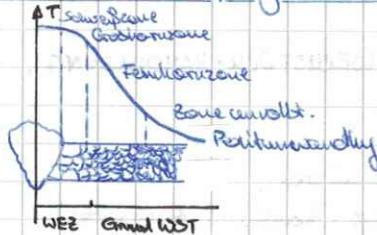
» Schweißen ist das auf lösbare Verbinden von Grundwerkstoffen unter Anwendung von Wärme & Druck, mit oder ohne Zusatzwerkstoff mit gleichem oder nahezu gleichem Schmelzbereich. «

- » Wichtig: Verwendung angemessener Werkstoffe / Adhäsion des Gute - bzw. Werkstoffstruktur
- » Wärmedeutung ⇒ therm. Spannungen od. plast. Verformungen (Heiß-/Kaltrisse)
- » Werkstoffbeschreibungen & Schweißeigenschaften essentiell

... für eine anforderungsgerichtete Schweißfertigung

Schweißfähig
& Fertig
Energiebedring
-profil
-weise

Thermische Bearbeitungen eines V-Naht:



> Bevorste Bearbeitung d. Montagefuge durch Mechanik od. Chemie
↳ z.B. große Umfangsräume, großer Festigkeit

> Zeit-Temperatur: Schmelzschichten: Hart & Spröde } Verneind
Layernschichten: Weich & Flexibel } Material

z.B. durch Vorwärmung oder isolierende Schichten

$$\text{Vorwärmung: CET} = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

$$T_p = 700 \cdot CET + 160 \cdot \tanh\left(\frac{d}{35}\right) + 62 \cdot HD^{0.25} + (35 \cdot CET - 32) \cdot Q - 330$$

und Allg. Bauteile nicht vorhanden, schweißbare notwendig

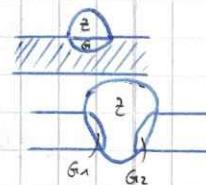
Schwarz-Weiß-Vereinigungen:

> Edelstahl-Stahl-Vereinigungen

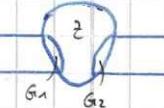
> Bei Stahl: keine Sichtbar neg. Gefüge wenn Verbindung Guad- & Guadit
> Schweißpunkt artifiziell oder überlegt

Allg. BST	/	Korrosionsche CrNi-St.
Ferritisch BST	/	Ferritische Cr-St.
Messeldecke	/	Mittelbest. Cr-St.
Stahlguss	/	Hochlegierter Stahlguss

=> Verschleißgrad: Anlagenschweißen: $V = \frac{G_1}{2+G_1} \cdot 100 \text{ (Vol \%)}$



Vereinigungsschweißen: $V = \frac{G}{2+G_1+G_2} \cdot 100 \text{ (Vol \%)}$



=> Abschmelzgrade: von Graschweißen (<2%) bis UP-Enddrat (40-50%)

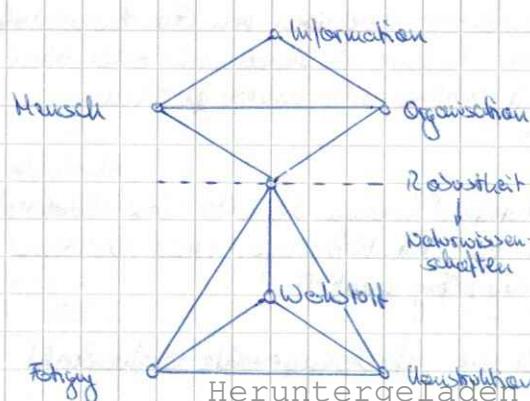
=> Schaeffler-Diagramme:

- Zur Bestimmung der Schweißegy durch Chrom-kg. & Ni-kg.
- 1.) Lage Guadwertst. & Guadit
- 2.) Mittelpunkt einzeichnen
- 3.) Lage Sosak-WST & Verbindung mit MP aus 2)
- 4.) von MP % an Verschleißgrad Richtung Sosak-WST

↓ Heißtag nur mit IST-Menge der Weißtasse

C) Verneindig Heißrisse, Kaltrisse, Umnachlamm & Sigma-Vesprödig
und auch durch Risse von Bindemitteln

Allgemein: > Qualität einer Verbindung:



Falten + Schweißen:

- Arten:
 - 1.) Schmelzschweißen: Abhängig von Wärme; Zusatz: Gasgefüge
 - 2.) Pressschweißen: Abhängig durch Krafteinwirkung

↳ Abes Achthy bei unerwünschten östlichen Beeinflussungen Gasauflösung, keine GIG - Reaktion, Grenzerhöhung entstehen ... ↳

Üb Bsp.: CrNi - Werkstoff mit thermischen Verarbeitungsprozessen

↳ Spröde intermetallische Phasen beim Laserschweißen → RISSENbildung

Lsg.:

- ▷ Beschichtungsschicht betrachten
- ▷ **Mikrostrukturen vermeiden** (z.B. mehrere Wälder untersch. Aufgaben)
- ▷ oder energieintensivere, härtere Lichtbögen ... beschichten ...

Werbetrachtung von Schweißverfahren:

- Vierstufige Lichtbogenhandschweißen da Energieauftrag schwer einzustellen
- Vierstufige MIG: Kontrolle Einbaudicke durch Glase:

→ WIG - Argon: nicht tief

MIG - CO₂: tief & mittelhoch

MIG - Argon: sehr tief, mittelhoch & Metallstaub

Off Co₂ - Argon - Mischgase

- Versuch mit Helium - Bogene Gasstruktur / Druck auf Schmelze zu mindern
↳ schneller & tiefer & kritische Übereinst.

- WIG gut mit Besatz - WIG als zweite Elektrode: gute Schweißbilder, lösbar
↳ Einsatz nur wenn nötig

Entwicklung des Plasmeschweißens:

- Herstellungsgang um Falllos 10
- Durch Pulv.-Stahl - Werkstoff: Sodann spröde Werkstoffe, die nicht so direkt verarbeitbar sind
- Auch Plasmeschweißen => Stahl mit eitgr. Druck
↳ CrNi - Stahl => Dampfeuteiley → Oxidation → Chromoxyde
- Bei geringen Stromstärken zum Brühen

Üb Fehlerarten des Lichtbogens

- Notwendige Wärme am Elektrodenpunkt
↳ dicke Kurze Elektrode zu klappe (Wolfram)

Üb Kathodenplasmatisches WIG

- Problem Klappe schweißen:
 - 1.) Mehr Strom → Metallstaub &
 - 2.) Korrodieren mit Acet. - O₂ - Brenner → Siliziumoxidschicht Weben

Vergleich WIG/Laser:

- Wärmestrahlung > Laser // max. 1mm aus schmale Wärmeeinfassungen
- z.B. Weißdruck / Au - Dosen mit Laser schwieriger & löten mit Zinn
↳ schnelles & effektives tönen
- ↳ auch Wandverkleben

⇒ In Zukunft Verdrängung vieler Stoffe / Verfahren

⇒ ↳ Bedeutung von Gasdosen, sowie Edelgasen von Gefahr eingetragen

18

Schraubarbeit:

- Deutsche Schraubenindustrie zu 48% Autonut • + 28% Unterlagspreise
- mittlere - hohe Produktgruppe & hohe Stückzahl \Rightarrow automatisieren

aus aktueller Herstellung:

- Anwendung neuer WST & WST-Kombis
- Beamscrews-Schraubgegenstände Montage (v.a. Leichtbau)
- + Recycling & + Umweltfreundlichkeit
- + Vielfalt & Komplexität der Verbindungs-elemente
- Einrichtung Montage- & Produktionsparameter in elektronische Netzwerke

Vorstandsstufen nach VDI 2862:

A) (Un-)Mittelbare Gefahr für
Lebe & Leben

• Fahrsicherheitsverlust

• Radverschmutzung

• Bremsystemverlust

B) Ligenbleider

• Motorverschmutzung

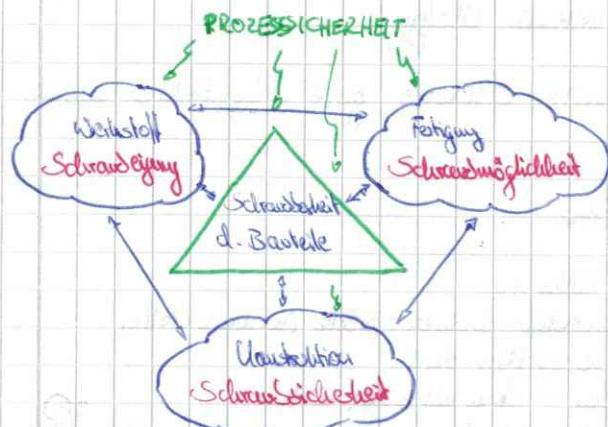
C) Verzerrung d. Montage

• Korrodierte Schrauben

• Lose Schrauben die Gerüste machen

rd 2000
Vorstandsstufen
am Auto

Prozesssicherheit & Schraubarbeit:



Prozesssichere Schraubentstehung:

→ Hauchbildung

→ Schraubsystem

→ Bauteile

→ Fixelement (z.B. Toleranzen)

Prozessfähigkeit:

(1) Umrüstprozessfähigkeit:

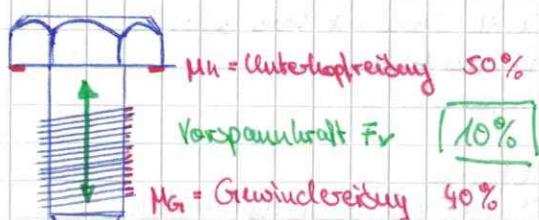
} Bewertung von Werkzeugen im Werbezzyklus
bzw. vor des endgültigen Serienzyklus

(2) Vorläufige Prozessfähigkeit:

} Qualitäts- & Proc.-Fähig. in Verbindung mit Werbezzy-Mach-Syst.

(3) Langzeit Prozessfähigkeit:

Schraubparameter:



Beaufsichtigung d. Reibung durch:

• Montagebauteile

• Verbindungs-elemente

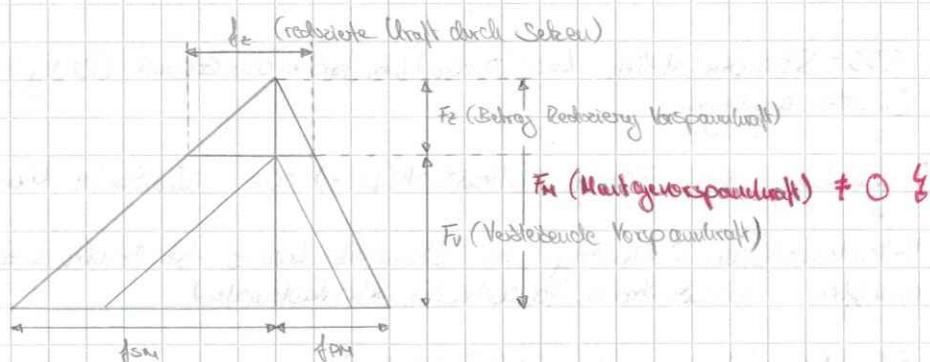
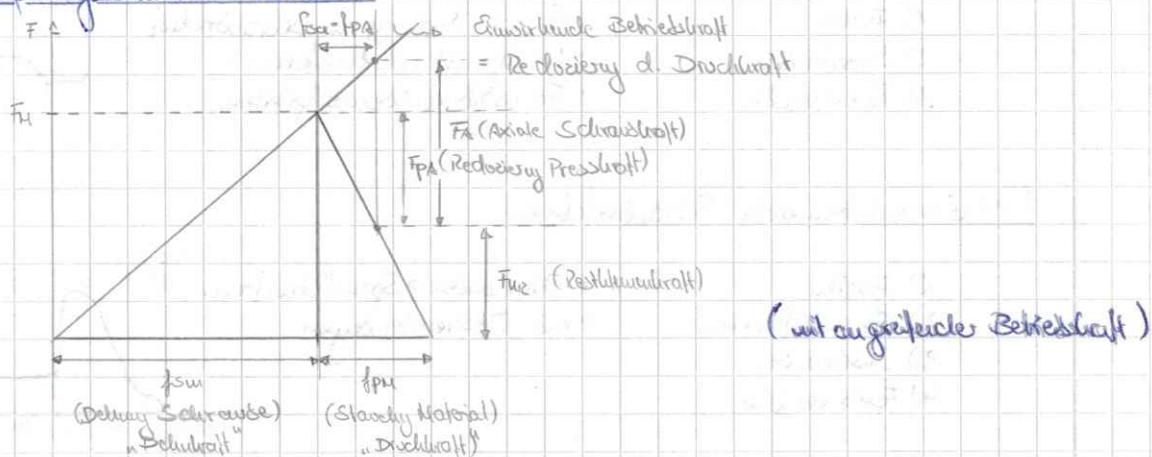
• Funktionsgruppen

• Montageschrauben

• Umweltbedingungen

• Grenzschicht & mechan.

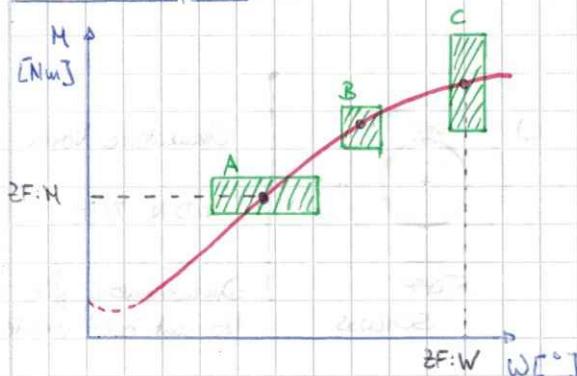
► Verpannungschaubild (VDI 2230):



Übung: Streng der Mittigvorgespannkraft: Funktionsmöglichkeit zwischen:

$$\begin{aligned} \text{Drehmoment } & \xrightarrow{\text{min}} \& \text{Reidy } & \xrightarrow{\text{max}} F_H \text{ min} \\ \text{Drehmoment } & \xrightarrow{\text{max}} \& \text{Reidy } & \xrightarrow{\text{min}} F_H \text{ max} \end{aligned}$$

► Schraubverfahren:



A) Drehmomentverfahren:

- drehmomentstabilisiert
- Schraubschrauben \oplus wiederverwendbar
- Schraufstellen chemisch
- z.B. Gebrauchsaufzuge / Radlauftage

B) Streckgrenzverfahren:

- drehmoment- & -schraubstabilisiert
- minimales Reibungsmass
- geringe F_H -Streuung, Gravurde im unteren Kopf
- Schrauben Sechskant wiederverwendbar
- z.B. Tellerad, ABS, Bremsattel

Übung: Konstruktion muss für B ausgelegt sein

Übung: Schraube muss plastisch reagieren werden

Übung: Material darf nicht fließen

Übung: Grenzreiderig \Leftarrow Unterkopf

Übung: F_H darf nicht zu klein sein

C) Drehwinkelverfahren:

- drehmomentstabilisiert
- minimales Reibungsmass
- geringe Vorspannkraftstreuung
- Schraube nicht wiederverwendbar
- z.B. Zylinderschraube, Bremsattel

Übung: Deutlich über Streckgrenze

Übung Mehrstufige Schraubverfahren:

- 1) Fräden
- 2) Einziehendren
- 3) Festschrauben

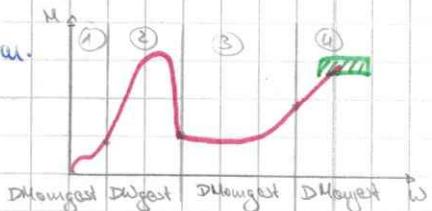
- Einfache Kapazität am Schraubdrehmoment
- Verhinderen Spannungsabfälle
- Frei willkürliche Überzugsintervalle



Übung Gewindeformende Schraubverfahren:

- 1) Fräden
- 2) Gewindeformen
- 3) Ausdränen
- 4) Festschrauben

- Bohrschrauben \rightarrow Span // Gew. form.
- z.B. Zieldrahtschrauben



z.B. FDS-Schrauben stellen Loch (Dreßay) her, fördern das Gewinde (Reißig + Besserungsstellen) & werden angezogen

Übung Längenmessung durch Behrung, Ultrasonic (Umw.) oder akustische Messung

Übung Vollautomatische Rechtschneiden, wenn Stückzahlen hoch o. Stückzahlen wechseln Längenwellen möglich (Schraudertreiber, Rundbohrer, Schraubautomaten)

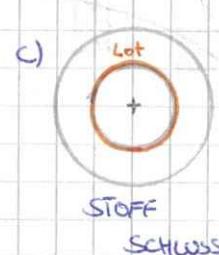
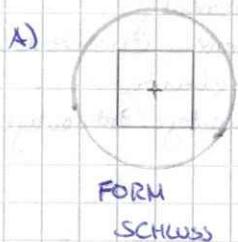
Übung Schraubenanziehung: anstrenglich? schädigend?

Übung Schraube & Schraubsetzung: Fopt anwenden für kürzeste Zeit, \oplus Knef/Tork für opt. Setzung

⇒ Pressen & Fixiertechniken allgemein:

- immer interessant, da materialsparender als Spannen, aber Einzelteile aufwändig
- einfach zu bearbeiten

Übung elementare Fixiertechniken:



Elementare Norm:

DIN 7180

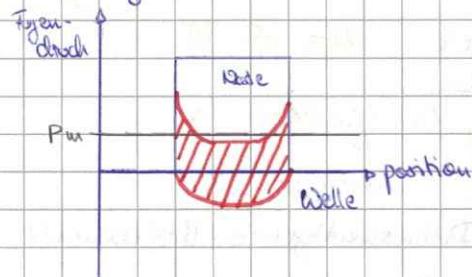
Dimensionierung für übertragenes Moment oder axiale (Fzg.) Kraft

Übung Berechnung des Fugeudurchs:

- analytisch nach DIN 7180
- Verwenden Höffelwert statt Reißwert (mit Sicherheitsfaktor 0,8)

$$\mu_{\text{f}} = \frac{\sigma_w \cdot F_w}{K_s} \quad (\text{siehe Formelblatt})$$

► Spannungskonzentration an Nabenlängen:



• Daher: Wie/Wo Verzahnung um Maßtoleranzen einzuhalten?

• Übertragung von Vibrationen sind zu vermeiden!

(zu Bei komplexierten Geometrien: FEM-Analyse)



⇒ Toleranzband bei Fertigung von Fügeflächen $l_t = \sqrt[3]{D_f}$

⇒ Sowohl Axiale Kraft, als auch Torsion werden über Fügefläche abgebaut
+ zusätzliche Übertragung Biegedehnung durch Formschluss

► Verschleiß an Pressverbindungen:

- A) Oberflächenverschleiß → Risse
- B) Abrasion → Riefen
- C) Adhäsion → Fresser
- D) Triboschemische Reaktionen → Partikel

(zu oder z.B. Passschaft → zerstörte Verbindung)

(zu Einflussfaktoren:

- Oberflächen schmieren
- Wärmebehandlung (gehärtete OF)
- Beschichtung der Fügeflächen (Phosphat)
- Höheres Übermaß (\rightarrow Verzahnung \oplus)



Press-Pressverbindungen:

- Pressverbindung + Lötbelichtung Zuli / Kopfer
- Festigkeit \oplus 300 % höhere Übertragungsfähigkeit
- Bei Zul durch Lötwechsel \oplus Festigkeit, Kopfer erholt

(zu Bezeichnung analog DIN 7310 & 743 (Verzahnungszahl \oplus 10%))

(zu Rauigkeit der Oberfläche nicht so groß, dass die Lötbelichtung durchschlägt)

(zu Empfehlung: geringere Schichtdicke \oplus hochwertige Schichtbeschaffenheit)

=> Bezeichnung galvanisch (\leftarrow aus) \rightarrow therm. Spritzen / Reisantragen

Herstellungsprozess:

Auzetteilelfertigung \Rightarrow Beschichten \Rightarrow Fügen \Rightarrow Testen / Trainieren

Galvanik:

- \oplus Auftragen dünner Schichten (\leftarrow μm)
- \oplus einfacher / gut steuerbarer Prozess
- \oplus einfache / genaue Aufgabenteilung
- \oplus gleichmäßiges Auftrag \oplus Nacharbeiten leichter

- \ominus hohe Umweltbelastungserzeugung
- \ominus lokal begrenzte Beschichtung aufwendig
- \ominus nur begrenzt in Serienfertigung
- \ominus nicht alle Werk., wenige Legierungen möglich

* Pressverarbeitungsverfahren:

• Längspressen, Querspressen (Eindichten/Abdrücken), Innenhochdruckfügen

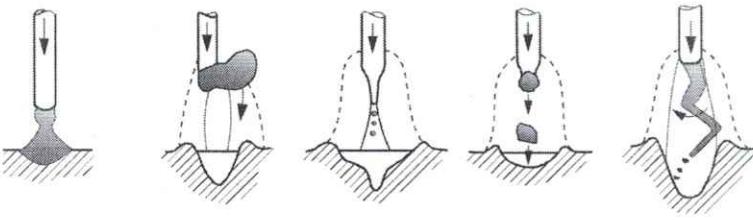
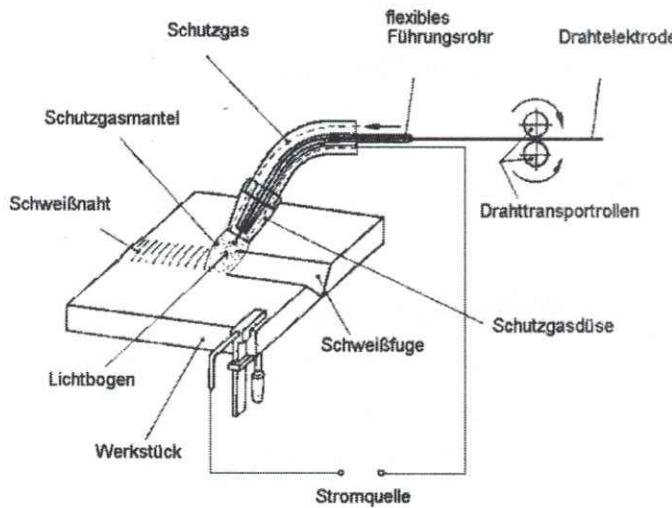
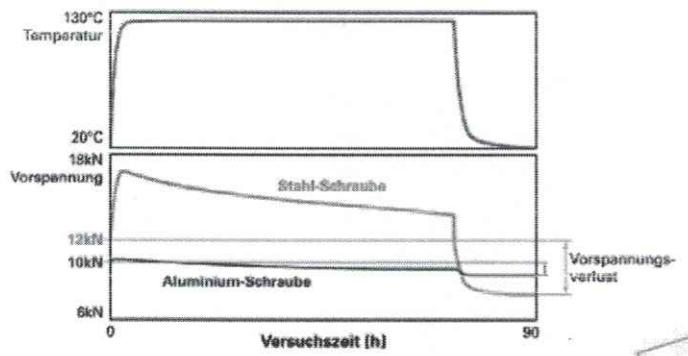
- ↳ ↳ max Temp ca. 200°C
- ↳ Zeit Abdrücken/Eindichten
- ↳ Verdunstwasser

• aus PV als Überlackierung (eingetragener Delmontehersteller aufgedrückt)

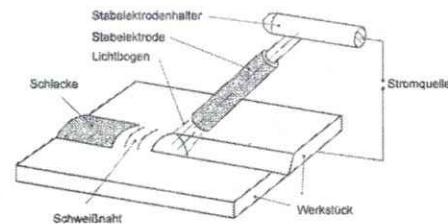
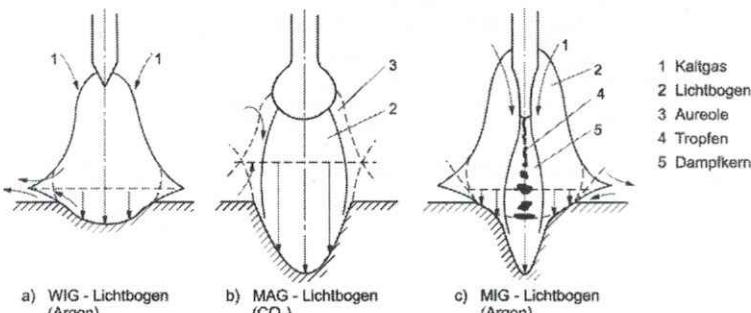
• aus Lösen mit Hydraulik z.B. Öl

• aus Aufgabetechnik zum Fügen & Tränieren: Press-/Drehverbindungen...

Vorspannkraftverlauf

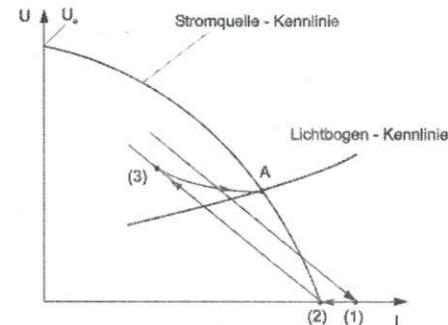


Lichtbogenart	Tropfengröße	Verhältnis von Draht- zu Tropfendurchmesser	Werkstoff
Kurzlichtbogen KLB	feintropfig		im Kurzs
Überganglichtbogen ÜLB	fein- bis grobtropfig		kurzschl behaf
Sprühlichtbogen SLB	feinstropfig		kurzschl frei
Langlichtbogen LLB	grobtropfig		kurzschl behaf
Impulslichtbogen ILB	feintropfig		kurzschl frei



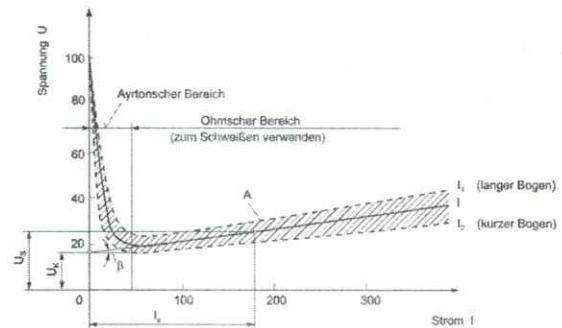
Verfahrensprinzip des Lichtbogenhandschweißens

02-532



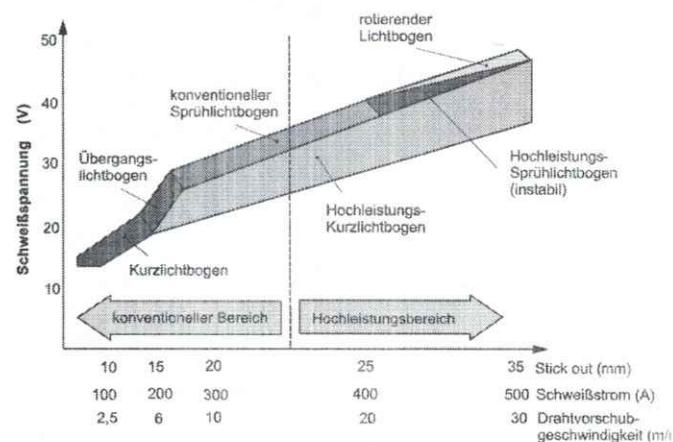
Schematische Darstellung des Zündvorganges beim Lichtbogenhandschweißen

02-781



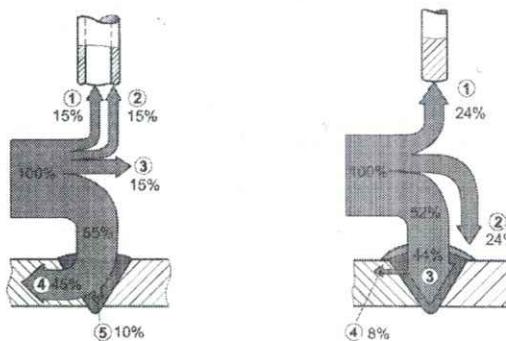
Lichtbogenkennlinien

02-533



Lichtbogenhandschweißen

Unterpulverschweißen



① Aufschmelzen des Kerndrahtes

② Aufschmelzen der Umrüstung

③ Strahlungsverlauf

④ Wärmeableitung in den Grundwerkstoff

⑤ Aufschmelzen des Grundwerkstoffes

① Aufschmelzen der Elektrode

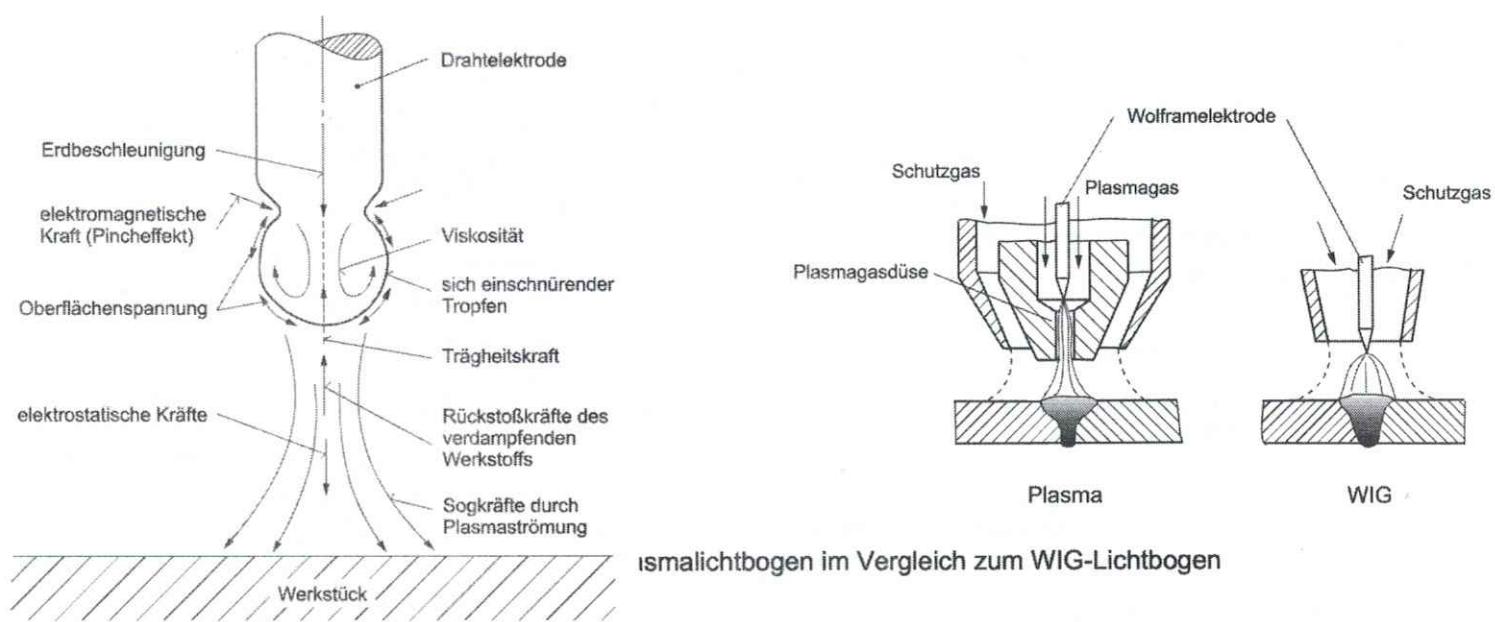
② Aufschmelzen des Schweißpulvers

③ Aufschmelzen des Grundwerkstoffes

④ Wärmeableitung in den Grundwerkstoff

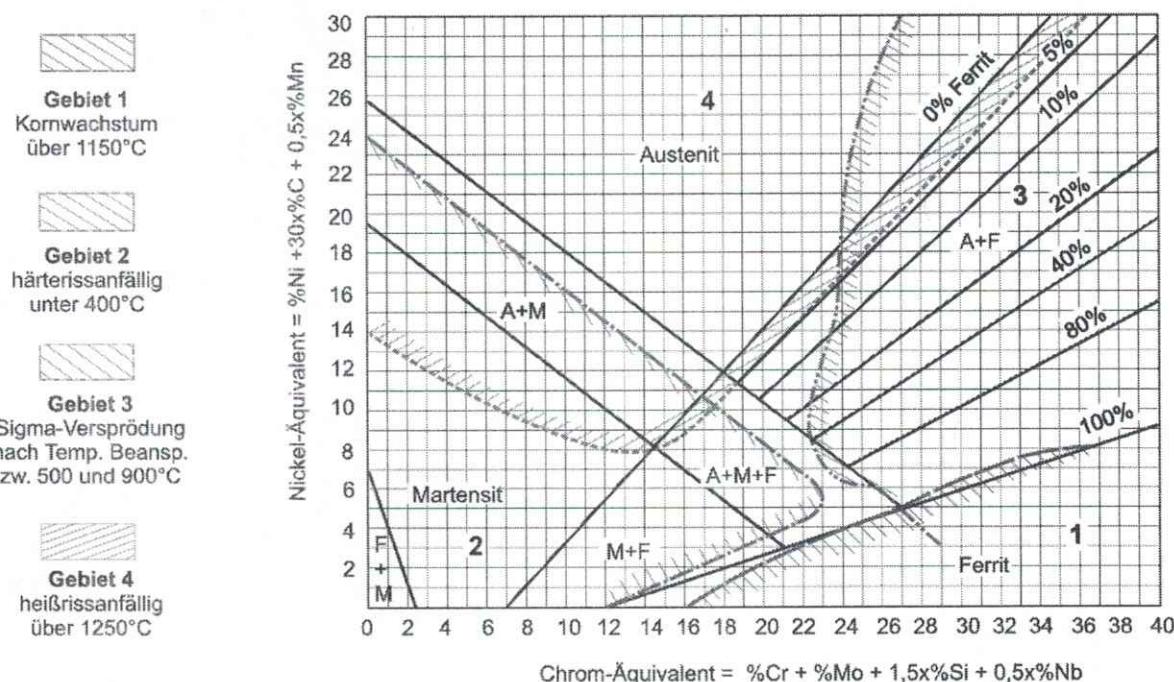
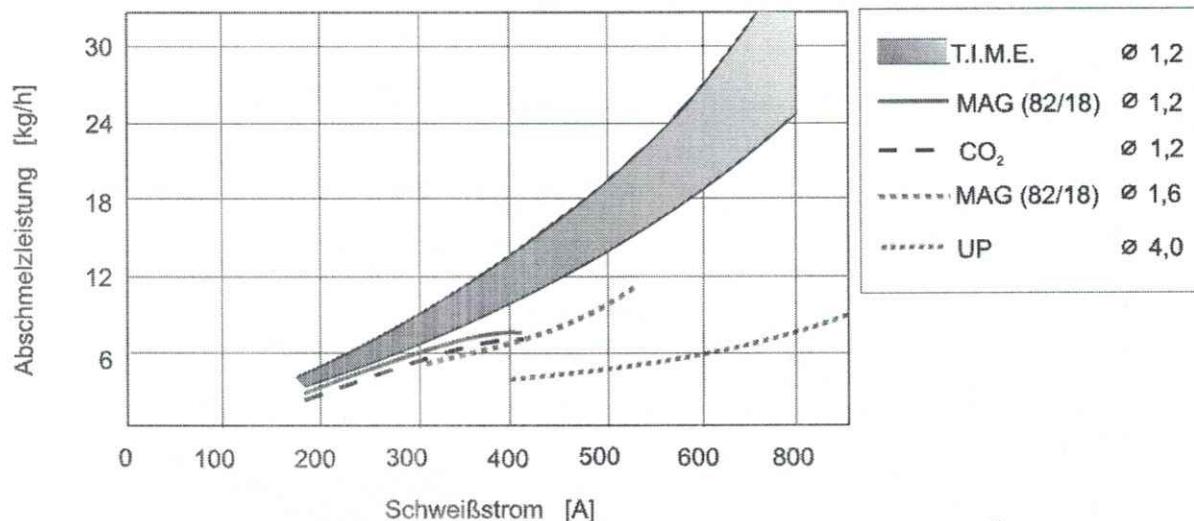
Värmebilanzen des Lichtbogenhandschweißens und des Unterpulverschweißens

02-71



Ismalichtbogen im Vergleich zum WIG-Lichtbogen

› beim Tropfenübergang



2.1. Fertigungsmaß Übermaß

PRESSEN

- Behandlung von Welle-Welle Verbindungen (Passfedern, Vielzähler, Pressverbündungen..)
- Quer pressen (Schwunghub & Drehen) oder Längspressen!
↳ lineare Dehnung Stahl $13 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot \text{Z}}$
- Basis ist Berechnung nach DIN 7180... dorthin wird die Flächenpressung bestimmt durch:

<ul style="list-style-type: none"> Übermaß Fugendurchmesser Innen Ø Innenanteil Außen Ø Außenanteil Fugeabstand 	\parallel \parallel \parallel \parallel \parallel	<ul style="list-style-type: none"> Elastizitätsmodul E mit. Streckgrenze R_{21} Haltewert zum Rutschen in Längsverschiebung 	\parallel \parallel \parallel	<ul style="list-style-type: none"> mittlere Rauheit R_a Gütekenngröße ($0.8 \cdot R_a$)
<p style="color: green;">geom. Eigenschaften</p>	<p style="color: orange;">Werkstoffeigenschaften</p>	<p style="color: orange;">Werkstoffeigenschaften</p>	<p style="color: pink;">Wertmaßenwerten</p>	

aus Berechnungsgrundlagen DIN 7180:

notwendiger Fugendurchmesser: $p = \frac{2 \cdot T \cdot S_f - \text{drehbares Moment}}{\pi \cdot D_f^2 \cdot l_f \cdot v_f}$

Sicherheit gg. Rutschen

Haltewert zum Rutschen
in Längsverschiebung

Fugen- Ø Länge der Fuge

zulässiges Fugendurchmesser: Außenanteil: $p = \frac{1 - Q_A^2}{\sqrt{3} \cdot S_p} \cdot R_{21,A} \quad | Q_A = \frac{D_{\text{innen}}}{D_{\text{außen}}}$

Untere Streckgrenze

Sicherheit gg.
plast. Verformen

volles Innenanteil: $p = \frac{2 \cdot R_{21,I}}{\sqrt{3} \cdot S_p}$

Übermaß: notwendiges Übermaß = gef. Übermaß \leq zul. Übermaß

→ benötigtes wirksames Übermaß ξ_w

$$\xi_w = K \cdot \frac{p}{E_k} \xrightarrow[\text{volles Innenanteil}]{\text{gleiche Wirkung}} \frac{2}{1 - Q_A^2} \cdot \frac{p}{E}$$

→ wirksames Übermaß: $u_w \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow \text{Übermaß } u \\ u = u_w + 0.8 \cdot (R_{21,A} + R_{21,I}) \end{array} \right\}$

$$u_w = \xi_w \cdot D_F \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow \text{Übermaß } u \\ u = u_w + 0.8 \cdot (R_{21,A} + R_{21,I}) \end{array} \right\}$$

→ Expresskraft $F_e = \pi \cdot D_f \cdot v_{Fe} \cdot p_{max} \cdot l_f$

- Auswahl:
 - Handpresse (25 kN)
 - hyd. Presse (28 kN)
 - Pressstationen

rechnerisch zu teuer,
zu Zeitaufwand des
Wechsels wird die preiswerte
Presse gewählt!

THERMISCHE FÜGEN

- Fragen ob Rehmatrial von Baugut & OF-Güte schon verwendbar (\neq ungenutzt)
 - ↳ Blechstahlvergrüsse (teurer & dicker)

Schweißverfahren zum Trennen:

a) Autogenes Brennschweißen:

- ⊕ mittlere - grobe Blechdicken
- ⊕ ökonomischer Mehrfachausatz
- ⊕ geringe Kosten
- ⊕ bis zu 3 Brenner an einem Aggregate (Phasenschweißen)

- einfach O₂ + Brenngas
- Brenner mit Schlauchpaket

- ⊖ NorBaustahl
- ⊖ hohes Wärmeeintrag/-zone \rightarrow Verzug
- ⊖ langsam \oplus Brandaufschwung
- ⊖ schlechte Schritte $\leq 5 \text{ mm}$
- ⊖ oxidierte Schmelzfächen

b) Flamaschweißen:

- Plazmastrahl (Dreiektrode - Wet-Anode)
- auch Substitution Wet / manuell vs. automatisiert

- ⊕ alle leitfähigen Met.
- ⊕ schnell & nachbearbeitungsfrei
- ⊕ hochlegierte Stähle & Alu
- ⊕ Autokondensationsfähigkeit
- ⊕ Unterspannung \rightarrow gro. Verzug

- ⊖ geringe Blechdickenbereich
- ⊖ Schmelzgeze $>$ losen auscheiden

c) Laser schweißen:

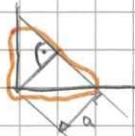
- (Laserstrahl schmilzt / Gas frischt aus)

- ⊕ genau & fein
- ⊕ geringe Dicken
- ⊕ rechtwinklige Schnittkanten
- ⊕ Automatisierbarkeit
- ⊕ Geschwindigkeit

- ⊖ Unvollständigkeiten
- ⊖ unzureichend bei Metallen (ox.)
- ⊖ Baustahl
- ⊖ spiegelnde OF

Schweißbarkeit:

- α) Schweißfähig (chemisch, physikalisch, metallurgische Eigenschaften)
- β) Schweißbarkeit (BT steht fürtragfähig: Widerstand & Zündung)
- γ) Schweißmöglich (Fertig: Federfestig., Anschlag, Nachdehnung)



Aus Bezo ein rechteckiges Baustahl wählen

Aus a-Maß = Seitenlänge größtes rechtwinkliges Dreieck im Schweißmaß (min 2mm)

① Widerstand:

- Ausnahme Wicht $\hat{=}$ Grund-Wet - $\hat{=}$ einschlaffen
- Zul. aus Schweißspannung: $Z_{Zul} = \frac{Z_{Schw}}{\sqrt{3}}$

$$\textcircled{2} \text{ Elastizität: } A_w = \bar{u} \cdot d \cdot a \quad | \quad \bar{c} = \frac{F}{A_w} = \frac{2 \cdot M}{\bar{u} \cdot d^2 \cdot a} \quad | \quad F = \frac{2M}{d}$$

$$\text{aus } \bar{c} \stackrel{?}{=} Z_{Zul} \quad \{ \text{wenn } \dots \rightarrow \text{keine Sicherheit} \}$$

③ Wig, Mig, Mag

↳ Grundsätzlich ca 80% Lichtbogenabschweißen \rightarrow Schweißarbeiten \rightarrow HSG/WSG

aus HSG: manuelle Bauweise Ausführungen

aus WIG: schwierige & kleine Bereiche

3.1. Fertigungsprozesse

LÖTEN

- Lötfähigkeit analog Schweißbarkeit
 - Definition: Verbinden Werkstoffe mit Lot
 - Schmelztemperatur Lot < Wot
 - Lot bewirkt Gründewerkstoffe
 - Bewegen Flüssigkeit oder schädliche Atmosphäre
 - Brüten durch Diffusionsvorgänge
- Weißlöten: LT Lot < 450°C
- Hochlöten: LT Lot $\geq 450^\circ\text{C}$
 $\leq 800^\circ\text{C}$
- Blau löten: LT Lot $> 800^\circ\text{C}$

Curs Vorgänge:

- ▷ Erwärmen Teile auf Arbeitstemperatur
- ▷ Aktivieren der Fügefächern
- ▷ Schmelzen & Fließen des Lotses zu Lötspalt
- ▷ WW zw. den zu lögenden Grundwerkstoffen & Lot (Brennen, Brüten)
- ▷ Entfernen der flüssigen Phase (Entfernen als Lötgrün)

Curs Anzahl: teilentkatalytisches Schmelzen

SCHRAUBEN

- Sonderbed. Beachtung der Anforderungen & Auswahl Schraube mit Material, Form, Kopf, Schaft (Voll-, Dreh-, Delt., Pan-) ⚡ Nuten ⚡ Gewinde
 - Greifzonenbereich des VDI 2230 \rightarrow ad. 8.8. bis 12.8. / M4 - M39
 - ↳ Kraft- & Verformungsrate/Anstrengung
 - ↳ Rechenabschritte
 - Funktionsvielheit:

$$\begin{array}{l} M_{\min} \oplus R_{\max} \rightarrow F_M^{\min} \\ M_{\max} \oplus R_{\min} \rightarrow F_M^{\max} \end{array}$$
 - Schraubensysteme:
 - mit Stecks- & Kabelschraube: $H^P \& X \& L \& \sigma$
 - Notschrauber: ↗-deponiert
 - Schlagschrauber: ↘-deponiert
- wachsende Fun-Strauß

1.) Festwerte Handschrauber:

④ Flexible & sicher

④ einfache Anwendung & universell

2.) Handgeführte Schraubensysteme:

④ flexible Fertigung, schwelle Anstrengung auf neuen Typ
④ wachsender Trend

3.) stationäre Schraubensysteme:

④ wenn wirtschaftlich / technisch erforderlich
④ Trend zu Komponentenintegration

4.) Druckluftschrauber:

④ Druckluftaufbereitung {EEE}

④ starke Werte & Lärm

5.) Allschrauber mit Abschleifkopf:

④ kostengünstig, ergonomisch, leicht

④ Dokumentation

6.) EC-Schraubtechnik:

④ gest. Schraubensysteme

④ Prozesssicherheit / -sicherheit

④ Schraubfallanalyse & Dokumentation

WZ {

- Cn- oder Nichtkant
- Steverung

Curs Greifzonen des Schraubensystems (automatisch / manuell) Bauteile...

• Schadenskategorien nach VDI 2862:

- Kat. A: Direkt gemessene Störer- & Unfallgrößen
- Kat. B: Mindestens eine Größe direkt messbar
- Kat. C: Störer- & Unfallgrößen können indirekt sein!

KAPAZITÄTSRECHNUNGEN

$$C = \text{Kapazitätsbedarf} = n_x \cdot t_{ex} \xrightarrow{\text{Beob. Zeit pro Stück}} \text{Stückzeit im Kreislauf}$$

$$C_u = \text{Kapazitätsangebot} = \frac{T_A \cdot n_{AT} \cdot L_G \cdot s_u}{T_{gesamte - Zeit} \quad | \quad \text{Arbeitszeit} \quad | \quad \text{Leistung} \quad | \quad \text{Systemausprägung}}$$

$$M = \# Kap-Einheiten = \frac{C}{C_u} = \text{notwendige Kapazität}$$

$$\text{notw. Taktzeit} = \frac{\text{Ausführungszeit (ux)}}{\text{notw. Kapazität}}$$

$$\text{erfüllte Kapazität} = \Gamma_M$$

$$\text{ideale Taktzeit} = \frac{\text{Ausführungszeit}}{\text{erfüllte Kapazität}}$$