Fügen

- **Hybridfügen**
  - **Kombination der Fügeverfahren z.B. Kleben / Stanznieten**
- **Kleben**
  - **Stoffschlüssiges Verbinden durch Adhäsion und Kohäsion**
    - Werkstoffeigenschaften bleiben erhalten
    - Einsatz:
      - -Hubschrauber Rotorblätter
      - -Automobilbau
    - +wärmearm
      +unterschiedliche Werkstoffe verbindbar
      +höhere Korrosionsbeständigkeit
      +Isolation gegen el.Strom
      Dämmung gegen Wärme
      +Vibrationsdämpfung
    - -relativ geringe Wärmefestigkeit
      -Klebflächenvorbereitung nötig
      -geringe Festigkeit
      -teuer
    - Abbinden (Verfestigen):
      -physikalisch (verdunsten)
      -chemisch (Reaktion der Komponenten)
    - Klebstoffe
      - flexibel — Polyurethane
      - dichtend — Anaerobe
      - hochfest — Epoxide
    - Adhäsion (optimale Benetzung)
      Kohäsion (Auswahl geeigneter Klebstoff
- **Löten**
  - **Hauptunterschied Temperatur Schmelztemp. Lot < Schmelztemp Werkstoffe**
    - **Abhänig von:**
      Lot-Grundwerkstoff
      Löttemperatur
      Lötzeit
  - **Weichlöten Temp. <450°C**
    - Lote auf Zinn oder Bleibasis
  - **Hartlöten Temp. >450°C**
    - -dichtende Eigenschaft
      -höhere Festigkeit als Weichlöten
      -meist Festigkeit der Grundwerkstoffe
  - **Hochtemperaturlöten Temp. >900°C**
  - **Anwendung:**
    Dichtende Eigenschaft
    El.Leitend Eigenschaft
  - **Festigkeitsanforderungen konstruktiv z.B. Falz der Verbindungsstelle**
- **durch Umformen**
  - **Fügeteile werden Umgeformt**
  - **gegen ungewolltes Lösen gesichert**
    - **Beim Wiederlösen gibt es Veränderung,Schädigung oder Zerstörung**
  - **+Kombinationsmöglichkeit unterschiedlicher Werkstoffe**
    +Verbindung beschichteter Fügepartner
    +Keine gesundheitsgefährenden Rauch -und Gasentwicklungen
    - **Anwendung hauptsächlich:**
      Blindnieten
      Stanznieten
      Durchsetzfügen
  - **Clinchen**
    - Presst Rundstempel die zu verbindenden Materialien in eine Matrize
    - Gibt einen Runden Punkt ohne Kanten und Grate
      Korrosionsschutzschicht fliesst mit
  - **Nieten**
    - Verbidungstechnik
      Unlösbar
    - Anwendung:
      Flugzeugbau
      Automobilbau
    - Blindnieten
      - Ablauf:
        Vorbohren
        Niet einsetzen
        Nietdorn ziehen
        Nietdorn brechen
        Nietverbindung kontrollieren
    - Radialniettechnik
      - Gute Oberflächen
      - Geringe Werkstückbelastung
    - Vollstanznieten
      - hochfeste Verbindung auch für dünne Materialien
      - Zylinder-Niet wird eingestanzt
    - Halbhohlstanznieten
      - Klemmen der Werkstücke
        Stanzniet setzen
        Nietverbindung prüfen
  - **Bördeln**
    - Bördeln (ähnlich Falz)
    - Trennen und Umformen
  - **Falzen**
    - -Liegefalz
      -Stehfalz
      ->einfacher Falz
      ->doppelter Falz
- **durch Urformen**
  - **Ausgiessen,Einbetten**
    Eingiessen,Einvulkanisiere,Vergiessen,Ummanteln und Kitten
  - **Kann nur mit Materialschädigung wieder gelöst werden**
- **Einpressen/Anpressen**
  - **elastisch verformt, Lösen durch Kraftschluss verhindert**
- **Füllen**
  - **Anwendung:**
    el.Bauteile
    Verguss mit Giessharz
    Füllen von Zahnlöcher
    Ausschäumen (Bau/Montage)
- **Verbindungsarte**
  - **Stoffschluss**
    - Fügen durch Stoffverbindung
    - Schweissen
      Löten
      Kleben
      ...
  - **Formschluss**
    - Fügen durch Umformen (plastische Verformung
    - Nieten
      Falzen
      Sicken
      Umpressen
      ...
  - **Kraftschluss**
    - Fügen durch An-oder Einpressen (elastische Verformung)
    - Keilen
      Schrauben
      Klemmen
      Schrumpfen

Schweissen

- **Zusammenhalt durch Stoffverbindung**
- **Trennung nur mit Materialzerstörung**
- **Schweissbarkeit**
  - Schweissneigung
    (Werkstoff<->Verfahren)
  - Schweisssicherheit
    (Werkstoff<->Konstruktion)
  - Schweissmöglichkeit
    (Verfahren<->Konstruktion)
  - gut schweissbar:
    -Stähle; C<0.22%
    -wenig Chrom,Mangan,Nickel
    -Austenitische Stähle
    -Vorwärmen und Spannungsglühen ist notwendig
- **+hohe Kraftübertragung bei geringen Nahtdicken**
  +günstiger Verlauf der Kraftlinien
  +sehr gut für Reparaturarbeiten
  +Einsparung von Gewicht
- **-Wärmeverzug in der Umgebung**
  -Gefügeveränderung in Schweisszone
  -erfahrene Arbeiter notwendig
  -Schweissnahtfehler nur mit hohem Aufwand feststellbar
- **Schmelzschweissverfahren**
  - Energieform: Wärme
    Stoffschluss durch: Schmelzfluss der Fügeteile und des Zusatzwerkstoffs
  - Einteilung:
    -durch elektr.Strom
    -durch Strahl
  - Ohne Anwendung von Kraft
  - Abhängig von :
    -Art der Erwärmung
    -Schutz der Schweissstelle
    -Zuführung des Schweisszusatzwerkstoffes
  - Giessschmelzschweissen
  - Gasschweissen
    - Schweissnaht muss vorbereitet werden
    - Schweissen mit Sauerstoff Acetlen
      Flamme
      Mit oder ohne Zusatzmatzerial
      (Schweissstäbe)
    - Verschiedene Brenner fü¨r verschiedene Blechstärken
    - -kleine Blechstärken Linksschweissung
      -grössere Blechstärken
      Rechtsschweissung
    - Einsatz:
      Dünnbleche
      Rohrleitungsbau
  - Wiederstandsschweissen
  - Lichtbogenschweissen
    - Metall-Lichtbogenschweissen
      - Lichtbogenhandschweissen
        - Gleichstromschweissung (Elektrode am Plus oder Minuspol)
        - erschweissen von ummantelten Elektroden (Sauer oder Basisch
        - +Einfache Ausrüstung, Baustellentauglich
          -benötigt ein hohes Könen für gute Nähte
        - Stromquelle: Transformator
        - Aufgabe Ummantelung:
          -Stabilisierung des Lichtbogens
          -Schutzgasmantel
          -Aufnahme von Verunreinigungen
          -Legierungsbestandteile zuführen
          - Saure Ummantelung:
            dünnflüssiges Schweissgut, saubere Schweissnähte
          - Basische Ummantelung:
            Dickflüssig, hohe Festigkeit, weniger anfällig auf Schlackeneinschlüsse
        - Einsatz:
          -Niedriglegierter, C-Armer Stahl schweissen
          -Verdrängung durch MAG
          -Baustellentauglich
      - Metalllichtbogenschweissen mit Fülldraht
        - Fülldrahtschweissen
          - Schweissen mit Zusatzmaterial im Schweissdraht
    - Unterpulverschweissen
      - Automatisiertes Verfahren
      - Separate Zuführung von Pulver und Schweisszusatz (Draht oder Band)
      - Pulver hat gleiche Aufgabe wie Ummantelung beim Lichtbogenschweissen
      - Einsatz:
        Automaten für Längs -oder Rundnähte
        Grosse Blechdicken
        Hohe Leistung
        Einfache Schweissnahtform
    - Schutzgasschweissen
      - Schutzgas:
        flüssiges Schweissgut von Atmosphäre schützen
      - Metallschutzgasschweissen
        - Schweissen mit Vorschubdraht im Schutzgas
          Teilweise ohne Schutzgass, Brenner wird gestossen
        - Einsatz:
          Automatisierbar
          Einfachere Anwendung als von Hand
          Weitverbreitetes Verfahren im Stahlbau
          austenitischer Stahl
          C-Armer Stahl
          Stahl, dünne Blechstärken
          dickere Alu Profile /Bleche
        - Metall-Inertgasschweissen (MIG)
          - Inert Gas nimmt am Prozess nicht teil
          - Inertgas->Argon
        - Metall-Aktivgasschweissen (MAG)
          - Aktiv Gas wird in Bestandteile zerlegt, beeinflusst Prozess
          - Aktivgas->Mischgas
        - CMT (Cold Metal Transfer)
          - kleine Wärmeeinflusszone, weniger Verzug
          - Kurzschlussstrom
          - Verbindet auch Alu und Stahl
      - Wolfram-Schutzgasschweissen
        - Wolfram-Inertgasschweissen (WIG)(TIG)
          - Wolframelektrode brennt nicht ab
          - Schutz durch Internes Gas (Argon)
          - Elektrode am Minuspol bei Stahl
            Wechselstromschweissung bei Alu
          - Lichtbogen zündet durch Hochfrequenz
          - Zusatzmaterial kann von Hand beigeführt werden
          - Linksschweissung
          - Einsatz:
            Rohrleitungsbau
            Hauptsächlich Wurzelnähte
        - (Wolfram)-Plasmaschweissen
          - Schweissung mittels Plasma
          - Hohe Tiefenwirkung, Stumpfnähte ohne Nahtvorbereitung
          - Einsatz:
            Konkurrenz zu WIG
  - Lichtstrahlschweissen /Laserstrahlschweissen
    - Schweissen mit Laserstrahl
    - Laser
      hohe Einschweisstiefe
      hohe Festigkeit
      hohe Schweissgeschw.
    - Lichtbogen
      preiswerte Energiequelle
      geringe Schweissgeschw.
      Spaltüberbrückbarkeit
      Zugabe von Zusatzwerkstoff
    - LaserHybrid (Mischung aus Laser und Lichtbogen)
      hohe Prozessstbilität
      sehr glatte Sschweissnahtoberfläche
      höhere Schweissgeschw.
    - Einsatz:
      Feinbleche
      Spezialanwendungen
  - Elektronenstrahlschweissen

Pressschweissverfahren

- Energieform: Druck (und Wärme)
  Stoffschluss durch: Plastifizierung und örtliche Verformung der Fügeteile
- Gasspressschweissen
- Wiederstandspressschweissen
  - Pressstumpfschweissen
    - Stumpfschweissen
      - Schweissstrom durchquert zwei Werkstücke->Über ganzen Querschnitt vershweisst
      - Einsatz:
        Verbindung Zylindrischer Stähle
  - Abbrennstumpfschweissen
  - Punktschweissen
    - Verbindende Teile von zwei Elektroden zusammengepresst ->Stromdurchgang
      Bildung des Schweisspunkts
    - Einsatz:
      Karosserieteile
      Verbinden von Dünnblechen
  - Buckelschweissen
    - Buckel wird zuvor an Werkstück angebracht
      anschliessend zusammengepresst und und mit Strom durchschossen->Werkstücke beginen dort zu schmelzen
    - Einsatz:
      Fahrzeugbau
      Teile die zuvor tiefgezogen werden
      ->Buckel im selber Arbeitsgang machen
  - Rollnahtschweissen
    - Elektrode durch drehende Scheibe ersetzt
    - grosse Schweissgeschwindigkeit
    - dichte Schweissnaht oder reihe von Schweisspnkten (Rollspot)
    - Einsatz:
      für dichte Schweissnähte z.B.
      Edelstahlbehälter
  - Setzen von Schweisspunkten durch Druck, Erwämung der Schweisszone durch Übergangswiederstand unter den Elekroden
  - Einsatzgebiet:
    Stahlbleche
    Karosserie
    Dünnbleche
    Heizkörper
    Automatisierbar(Roboter,Automaten)
- Konduktives Pressschweissen
- Induktives Pressschweissen
- Reibschweissen
  - Reibrührschweissen
    - Beim Kunstoffextrudieren ungewollt
    - Werkstücke werden unter Druck erwärmt und fixiert
    - -Rotationssymetrische Werkstücke
      Bewegung rotatorisch
      -Andere Werkstücke lineare
      hochfrequente Bewegung
    - Einsatz:
      Gelenkwellen
      Turbinenräder
      Wellenteile
    - Unterschiedliche Materialien miteinander verschweissbar
      ->grosses Know-How von Nöten
    - meist Alu-Profile
    - Werkzeug konisch mit kleinem Stift; wird durch drehbewegung und gleichzeitige lineare Bewegung geschweisst
    - Alulegierungen
      Werkstück muss sehr gut eingespannt werden
      hohe Dauerfestigkeitswerte
      Wandstärke 1.6-15mm
      einfache Nähte
  - Reibpunktschweissen
    - punktförmige Überlappverbindungen
    - kann zur Füllung des Endlochs beim Reibrührschweissen eingesetzt werden
    - Stift und Hülse rotiert, Druck und Rotation erzeugen wärme->plastifizieren des Materials
      Stift wird in Werkstück gedrückt, hülse hebt ab, Stift zurückgezogen, hülse senkt ab
      1.Plunging,2.Stirring,3.Drawing out
- Ultraschallschweissen
- Lichtbogenschweissen
  - Lichtbogenpressschweissen (Bolzenschweissen)
    - Verbindung von bolzenförmigen Elementen mit grösseren Bauteilen
    - Einsatz:
      Gewindebolzen, Stifte, Buchsen..an Karosseriebleche..
    - Durch Lichtbogen ohne Schweisszusatzwerkstoff verschweisst
    - Mit Hubzündung:
      1.Start (Bolzen auf Werkstück aufsetzen)
      2.Lichtbogen brennt (Wird unter Stromfluss abgehoben->Lichtbogen entsteht)
      3.Eintauchen
      4.Fertige Schweissung
      Mit Spitzenzündung
      es wird zwischen Spitze und Werkstück gezündet, ohne abheben des Werkstücks
    - +hohe Belastbarkeit durch vollständige Verschweissung
      +exrem kurze Schweisszeit
      +Verfahren leicht automatisierbar
      +muss nur von einer Seite zugänglich sein
- Kaltpressschweissen

- **Rechtsschweißen (Normalfall)**
  Beim Rechtsschweißen oder Nachrechtsschweißen,
  wird die Flamme auf das Schmelzbad und in Richtung
  der fertigen Naht gehalten.
- **Linksschweißen**
  Beim Linksschweißen oder Nachlinksschweißen, zeigt
  die Flamme beim Schweißen in die Schweißrichtung
- **Schweissnahtgestaltung**
  - Schweissnaht sollte in spannungsarmen Zonen liegen
    möglichst keine Kraft über Schweissnaht umgeleitet

Patrick Zippert