# Metaller og legeringer

## ALMENT

* + Metal: grundstof med metalliske egenskaber
  + Legering:
    - sammensat stof med metalliske egenskaber
    - ikke-metalliske komponenter kan også indgå
  + Metal kan bruges som samlebetegnelse for begge
  + Rene metaller anvendes sjældent i odontologien.
  + Hhv tunge og lette metaller – jævn overgang

### Elektropositivitet

* + - Et metals tilbøjelighed til at fraspalte elektroner og danne positive ioner
    - Stor tilbøjelighed: stærkt elektropositivt:
      * Zink og natrium
      * Kan passiveres – mindre tilbøjelighed
    - Lille tilbøjelighed: højædelt
      * Guld, platin, palladium

### Krystallinitet

* + - Metaller er krystallinske
    - Især kubisk fladecentreret – guld, sølv, kober, platin, palladium, irridium
    - Kubisk rumcentreret – jern, chrom
    - Tetragonalt – tin, irridium
    - Hexagonalt – zink, cobolt

### Optiske egenskaber

* + - Uigennemtrængelige for lys
    - Særlig metalglans
    - Enkelte metaller har selektiv lysabsorption – fremstår rødlige som guld

### Elektrisk konduktivitet:

letbevægelige elektroner

to metaller i munden fremkalder et elektrisk stød

### Varmekonduktion og termisk diffusivitet

Elektroners bevægelighed

Varmekonduktion:

* + - Udtryk for hvor hurtigt varme bredder sig i materiale ved jævn temp

Termisk diffusivitet

* + - Udtryk for hvor hurtigt varme bredder sig i materiale ved stigende temp
  + Metaller har stor varmekonduktivitet og stor termisk diffusivitet
    - Smerte ved varme på metalfylding

### Smeltepunkt:

Alle metaller har veldefineret

Hvor svært det er at støbe disse og præcisionen af støbningen

### Termisk ekspansion

* + - Opvarmning leder til udvidelse
      * I fast tilstand
      * I overgang til flydende tilstand
      * I flydende tilstand
      * 🡪 dvs. kontraktion under afkøling
    - Har betydning for
      * Porøsitet
      * Præcision
      * Binding mellem keramik og metal

### Mekaniske egenskaber

* + - metaller er typisk både plastiske og elastiske
  + Har både elasticitetsgrænse og duktlitet
  + Rent guld: e-græsne 0 duktilitet 40%
  + Chrom e-grænse 80 MPa duktilitet 0%

# Almen legeringslære

* + Rene metaller har mindre gode egenskaber
    - Kun guld og titan anvendes i ren tilstand
  + Legeringer inddeles ud fra antal komponeneter
    - Binære, ternære, quaternære

## BINÆRE LEGERINGER:

* + - 2 hovedtyper
      * **Faste opløsninger**
        + **Opløselige i hinanden i fast og flydende form**
      * **Eutektisk legering**
        + **Kun opløselige i hinanden i flydende form**
    - Afkølingskurve
      * Tl: liquidustemp. (Smeltepunkt)
      * Ts: solidus temp. (fast tilstand)
      * Benyttes til at aflæse antallet af faser, tilstand af faser og fasers sammensætning

### Fast opløsning

* + Fuld blandbarhed mellem a og b i fast og flydende form
  + Liquiudtemp: første knæk under afkøling
  + Solidus: sidste knæk
  + Når alle liquidus og alle solidus temp. Kombineres fås et systemdiagram
  + Hhv liquidus og soliduskurve
  + Over liquidus = flydende
  + Under solidus = fast
  + Mellem de to kurver = både flydende og fast:
    - I området mellem de to faser er der ”l + s”
  + Fasernes ammensætning
    - I et tofaset områd vil en vadret linje skære områdets begrænsning i punkter der angiver de to fasers sammensætning
    - Man kan så aflæse på x-aksen hvad sammensætningen er:
      * Flydende fases sammentsætning aflæses på Ti
      * Faste fases sammensætning aflæses på Ts
    - Man kigger på 2 streger HHV L og S
    - Eksempel: L: A43B75, S: A35B65
      * + Læses vist fra hver ende af x-aksen
        + Se overstregninger i bogen!
  + Inhomogenitet
    - Der er forskel på den førstudskildte faste fase og den sidst udskildte faste fase
    - Ved støbning og lodning ændrer temperatur sig meget hurtigt
      * Begge faser er til stede i den størknede legering efter hurtig nedkøling
      * Med udgangspunkt i A35B65, vil der både være A8B92 + A62B38 (A35B65 ligger lige imellem disse to punkter)
    - Når der er hurtig afkøling dannes dendritter. En central tidligt dannet bjælkke omgivet af senere udskildte bjælker
    - **Inhomogen struktur disponerer for korrosion i mundhulen**
  + Homogenisering
    - En inhomogen legering kan homogeniseres ved opvarmning til så høj temp. At legeringens atomer for væsentlig diffusionshastighed
    - Jo tættere på solidustemp der opvarmes til, des hurtigere går det
    - Men der kan ske deformering, når den er tæt på flydende tilstand og det kan ødelæggge restaureringen
  + Selvhomogeniserende legeringer
  + Den tid det kræves til homogenisering af en legering, afhænger foruden af temp også af kornstørrelse.
    - Små: går hurtigt
    - Kræver ikke genopvarmning for at blive homogene
    - Overflade med ca 500 korn/mm2 er så finkornet at den er selvhomogeniserende
    - Platin, palladium: kimdannere i guldlegering 🡪 reducerer kornstørrelse

### Eutektisk legering

* + Fuldstændig opløselighed i flydende fase, men ingen opløselighed i fast fase.
  + Sjældent (derfor ikke i odontologien)
  + **Konstruktion af systemdiagram**
    - **V-formet forløb af liquidus og vandret solidus**
  + Smelter ved lavere temp. end smeltetemp for rene komponenter
  + Faser
    - Mellem de to kurver:
      * Fast fase aflæses til venstre – da den rammer y-aksen betyder det at legeringen består af ren A
      * Flydende fase aflæses til venstre – da den rammer Tl kurven.
    - Ved vandret solidus:
      * To faster faser som ikke er blandet – ren A og ren B
    - Liquidus aflæses til høj og består af 2 komponenter – figur 9 side 16
  + Struktur af størknet legering
    - Består af:
      * AB-eutektikum + strøkorn (A, venstre eller B, højre)
    - Strøkorn: relativt store krystaller af ren A eller Ren B
    - **Eutektiske legeringer er heterogene 🡪 øger korrosionstilbøjeligheden (ligesom inhomogen binær legering, fast opløsning)**

### Eutektisk legering med fast opløsning

* + - Indeholder også opløselighedskurver se fig 11 side 18
    - Områder alfa og beta hvor hhv B er opløst i A og omvendt
  + Varmhærdning
    - Består af netop begyndende udskillelse af ny fase fra 1-faset legering
    - Opbevaring af en sammensætning i alfa-fasen gør den homogen i denne fase
    - En hurtig nedkøling *afskrækning*  medfører fastfrysning i denne tilstand
    - Ved genopvarmning til et stk under slovus i 20-30 min begyndes udskillelse af ny fase – beta fasen
      * **Denen proces kaldes varmhærdning fordi den kræver opvarmning**
    - En korrekt udført varmhærdning kan give en hårdhedsforøgelse på 50%
    - Varmes for længe eller for lidt bliver hårdhedstilvæksten mindre

### Stål

* + - Legering af jern og <2% carbon (>2% = støbejern)
    - Ved størkning af smeltet stål dannes austenit: fast opløsning af carbon i jern
    - Der er stor forskel i de forskellige stål-sammensætninger og det har stor betydning for stålets mekaniske egenskaber
  + Hærdning (bratkøling bedre end varmhærdning i modsætning til ovenstående)
    - Bratkøling medfører at der ikke kan dannes nye faser
      * Austenit 🡪 martensit
      * Dette giver stor hårdhed men lille duktilitet
      * Genopvarmning til 200-300 grader kan dog give lidt duktilitet men tager også noget af hårdheden

## TERNÆRE LEGERINGER

* + 3 komponenter
  + Her bruges trekantsdiagram
  + Punkt sættes vilkåligt sted, og der tegnes en streg vinkelret ud til hver side af 3-kanten
  + Trekantens højde udgør 100% og man kan derfor ud fra de 3 streglængder regne ud hvor mange procent her udgør
  + Aflæsning af trekanten:
    - Vinklen C = rent C
    - Siden AB = binær legering med A + B komponent
  + Eks: 10 cm trekanthøjde, 3 cm dA, 4 cm dB, 3 cm dC, = A 30%, B 40%, C 30% = 100%
    - Skrives A30B40C30
    - Man kan bruge hjælpe pile (se fig 17, side 24)
  + Karat: mål for ædelhed af en legering
    - Angives i ædelmetal i 24’ende dele af legerings vægt
    - Ternær legering af AU, AG, CU på 18 = 18/24 = 75vægt% guld

### Egenskaber

* + Indtegnede hårdhedskurver kan ved aflæsning vise hårdheden i vickershårdhed GPa
  + Eksempel – ved Au50Ag20Cu30 er hårdheden 1,5 GPa

### Slaglod

* + Til sammenføjning af 2 metalliske genstande (loddeemner) ved lodning
    - Fx 2 kroner i en bro
  + Loddet smeltes og flyder ud i spalte mellem loddeemner
    - **Vigtigt at det krystaliserer ud fra loddeemnerne**
      * *Bruger samme legering som loddeemner, men sammensætning med lavere liquidustemp* (tilsat metal med lav liquidustemp.)
      * Afstanden mellem loddet liquidustemp. og loddetemnets solidustemp. må ikke være for lille – ellers smelter loddeemnet også.
      * Afstanden heller ikke for stor
      * 🡪 75 grader i mellem. Loddets liquidstemp skal være 75 grader mindre end loddets solidustemp. Se fig. 20, side 26
    - **Vigtigt at lodeemnerne ikke smelter**
      * Afhjælpes når loddets liquidus temp er lavere
    - Ofte bruges Zn, Sn og Cs der smelter hurtigt til at bringe liquidus ned
      * Cd er dog giftig og kan øge temp. Hovrmed loddeemnerne også smelter

# Dentale legeringers sammensætning

1. Guldlegeringer
2. Palladiumlegeringer
3. Sølvlegeringer
4. Coboltlegeringer
5. Nikkellegernger
6. Titanlegeringer
7. Jernlegeringer – stål (instrumenter)
8. Wolframlegeringer – hårdmetal (instrumenter)

* Legeringstype er ud fra den metal der er i størst mængde
* Der er zink i guldleg., palladiumleg. Og sølvleg.
  + Under 1 %
  + Modvirker oxidation af især kobber
* Irridium, rhenium, rhodium, ruthenium tilsættes som kimdannere

## GULDLEGERINGER

* 1-fasede (fast opløsning) – ved hurtig afkøling
* 2-fasede – to forskellige faste opløsninger (ved varmebehandling eller langsom afkøling) fig. 13, side 19.
* Støbelegeringer:
  + Hhv. højædle og halvædle
  + Til kroner, bøjler, barrer osv

### Støbelegeringer

***Højædle:***

* + **Guldinhold mindst 60% + samlet indhold af ædelmetal mindst 75%**
  + **Dvs guld, platin, palladium**
* Ved korrekt fremstilling korroderer de ikke under orale forhold
* Der er 4 typer: I-IV (udfra vickershårdhed)
  + Guldinholdet aftager fra gruppe I til IV
  + Samlet ædelmetal er over 75% i alle grupper

***Halvædle guldlegeringer***

* + Til indlæg og alm kroner
  + **Ædelmetal 50-75% guldindhold over 50-75%**

### Påbrændingslegeringer

* + Til påbrænding af porcelæn ved fremstilling af metal-keramik-kroner
  + Er højædle men hhv højguld eller lavguld

***Højguld***

* + - 85% Au
    - Ikke som alm højædle
      * Platin og eller palladium er øget – hæver solidustemp til mindst 150% over påbrændingstemp af porcelæn
      * Et par procent uædel jren, indium, tin der skal sikre binding mellem metal og porcelæn

***Lavguld***

* + - 50% guld men 80% ædelmetal (derfor højædelt)
      * Guld erstattet med palladium
      * Platin og eller palladium er øget – hæver solidustemp til mindst 150% over påbrændingstemp af porcelæn
      * Et par procent uædel jren, indium, tin der skal sikre binding mellem metal og porcelæn

### Guldstifter

* + Titan er mest anvendt
  + Ren ædelmetal

### Guldtråd

* + Højædel
  + Halvædel
  + Koldhærdning (plastisk derformering) af tråden – øger elasticitetsgrænse

### Guldfylding

* Kohæsiv guld – ikke legering men 99,99% ren guld
* Kohæsion: kraft der bringer atomer så tæt sammen at der sker en svejsning

## PALLADIUMLEGERINGER

* Anvendelse i forbindelse med påbrænding af porcelæn
* Giver gode mekaniske egenskaber
* Halvædel eller højædel
* Indium og tin sikrer binding til porcelæn
* Lavet for at undgå grønslig misfarvning af porcelæn – uden sølv!

To typer:

* Palladium + sølv 🡪 misfarvning
* Palladium + kobber

## SØLVLEGERINGER

* Hovedkomponent i indlæg og kroner (palladium er anden hovedkomponent)
* Kun 30% ædelmetal = lavædelt
* Danner 2 faser – derfor mulighed for varmhærdning (to faste faster alfa og beta)

## COBOLTLEGERINGER

* UÆDELT
* Har altid krom som anden hovedkopnent = cr-co-legerigner
* Svært at skabe god præcision, derfor bruges den ikke til indlæg og kroner
* Derimod bøjler, barer, ganeplader, protetik, metalskellet i ætsbroer
* Chrom passiverer koboltsoverflade
  + Ultratynd hinde af chromoxid på overflade: Hæmmer transport af ioner 🡪 forhindret korrosion.
* Kobolt og molybdæn: stor styrke + stivhed
* Krom: høj korrosionsresistens
* Carbon: styrke og stivhed
* Eutektium: mekaniske egenskaber

## NIKKELLEGERING

* + Uædelt
  + Støbte restaureringer (broer) og ortodontiske buer
  + Stor mængde krom – nikkelkrom legering
  + Lav præcision
  + Kan bruges som påbrændingslegering + skelet i ætsbroer
  + 2-faset
  + Passiveres af chromoxid
    - Ved korrosion frigives nikkelpartiler 🡪 allergi
    - **Derfor er anvendelse blevet frarådet**

## TITAN OG TITANLEGERINGER

* + Implantater + rodstifter
  + Udpræget passivering
    - Titanoxid
    - Dvs stort set uden korrosion
    - Desuden meget biokompatibelt
    - E-grænse øges ved legering med alu og vanadium 🡪 rodstift

## JERNLEGERINGER – STÅL

* Kun stål bruges odont.
* Gode mekaniske egenskaber + rustfri (ikke alle)
* Hhv carbonstål, chromstål, chrom-nikkel-stål

### Carbonstål

* Jern og carbon
* Carbonstål er ikke rustfri
  + Ulegeret stål
  + 2% carbon
  + Til skærende instrumenter, bor, sklpeller osv
  + Struktur = Martensitisk ved bratkøling fra austenitisk (side 21)
  + Lav korrosionsresistens – derfor ikke praktisk i munden

### Chrom-stål:

* Kromstål
  + Jern og chrom (mindst 12 % = rustfrit)
  + Rustfri stål (grundet passivering)
  + Skærende instrumenter – knive, sakse, bidtænker, kanyler
  + Struktur = Martensitisk ved bratkøling fra austenitisk (side 21)

### Chrom-nikkel-stål

* Krom-nikkel-stål
  + Rustri
  + 18% krom, 8% nikkel + jern
  + Austeniske egenskaber (denne struktur bevares ved afkøling grundet nikkelindhold)
    - Sænket e-grænse, øget duktilitet
  + bukkede bøjler, barrer, ortobuer, fjedre, rodstifter
  + chromoxid passiverer –korrosionsresistent (rustfit)
  + **opvarmning: risiko for kromindhold under 12% 🡪 ikke rustfrit (se under chrom-stål)**
  + **forsøg aldrig at opvarme rustfri stål**

## WOLFRAMLEGERINGER – HÅRDMETAL

* + bor, skærende instrumenter, mejsler
  + wolframcarbid WC
    - vickershårdhed på 24 GPa meget hård
    - sprødt – risiko for afsprængning 🡪 bruges ikke til skærende instrument
  + WC-Co (cobolt indhold på 10 %):
    - Hårdhedreduceres til 13
    - Reduceret sprød
    - Mere anvendeligt

# Egenskaber

1. Præcision
2. Mekaniske egenskaber
3. Korrosion
4. Æstetiske egenskaber
5. Biologiske egenskaber

## PRÆCISION

### Støbepræsicion

* + - * Alle legeringer skrumper ved af køling fra solidus-temp til mundtemp
      * Kompensere for skrumpning ved afkøling
      * Kompensation: ekspanderende indstøbningsmasse 🡪 løspasning
      * Forskellige legeringer har forskellig støbekontraktion – derfor skal indstøbningsmasser også have forskellig ekspansion:
      * Jo større kontraktion, desto mindre støbepræcision
        + 🡪 Påbrænd.leg. har større støbekontr. end alm.
      * Støbekontraktions afhænger af solidustemp (jo højere solidus – jo mere kontraktion)
        + Påbrænd.leg. har større støbekontr. end alm.
      * Cobolt/nikkel: lav støbepræcision
        + Udfordelagtigt til broer og kroner
        + Fordelagtigt grundet mekanisk egenskab til barer i proteser fx

### Udfyldningsevne

* + - * Smalle, skarpe kanter: kan vanskeligt gengives
        + Metallets dårlige befugtning af indstøbningsmassens overflade
        + Overfladespænding i metal
      * God befugtning svarer til en flad dråbe
      * Dårlig befugtning: dråbe der er helt spændt

# Mekaniske egenskaber

* + - Restaurering må ikke frakturere, deformeres, ændre dimension eller rumfang,
    - Der må ikke opstå spalter osv.
    - **Brudstyrke, e-grænse, e-modul, duktilitet**
    - **Brudforlængelse: plastisk deformering i brudpunktet (duktilitet)**
    - Guld:
      * Blødt, meget lav e-græsne, koldhærdning

### Guldlegering (se tabel 17)

* + - * Stivhed og e-grænse vokser med hårdhed og duktilitet falder
      * Type I og II: blødest
      * Type III og IV: hårdest (III kroner, indlæg) (IV: broer, bøjler, barrer)
        + kan varmhærdes – øger e-græsne nedsætter duktilitet
      * Påbrændingsindhold af Pt og/eller Pd 🡪 e-grænse og e-modul som er højere end uden.
      * Halvædle samme styrke som ædle.

### Palladium (se tabel 18)

* + - * Mekaniske egenskaber sammenlignelige med guld
      * halvædle kan varmhærdes, højædle kan ikke

### Sølvlegeringer tabel 19

* + - * Mekaniske egenskaber sammenlignelige med guld + palladium
      * Kan varmhærdes – øger mek. -egenskaber

### Cobolt-nikkel tabel 20

* + - * Højt emodul
      * Høj hårdhed 🡪 vanskelige at pudse og polere
      * Ætsbroer, bøjler, barrer, ganeplader
      * Flerfasede = kan ikke hærdes
      * Ni-Ti: superelasticitet – elastisk hukommelse

### Titan og titanlegeringer tabel 21

* + - * Små mængder opløst oxygen øger e-grænse
      * Stor hårdhed og styrke
      * To-faset 🡪 højt e-grænse og hårdhed

### Jernlegeringer (tabel 22)

* + - * Mere carbon – højere e-grænse og hårdhed, duktilitet aftager
      * Gode mekaniske egenskaber (afhænger af hærdning)
      * Rustfri eller ikke
      * Opvarmning sænker e-grænse og hårdhed

### Wolframlegeringer (tabel 23)

* + - * Stor hårdhed, meget stive
      * Hårdhed falder med indhold af Co.

## KORROSION

* + - Angreb på materialet overflade v. kemiske eller elektrokemiske reaktion
      * Vandring af elektroner (optagelse eller frigivelse)
    - Nogle er elektropostive
    - Andre er elektronegative
    - Uænsket af flere grunde
      * Opløsning af metal og svækkelse
      * Misfarvning af restaurering
      * Frigivelse af metalioner med mulig allergi frigivelse
      * Galvanisk chok
      * Metalsmag

### Kemisk korrosion

* + - * Nogle metaller laver beskyttende hinde i rekation med ilt (titaniumoxid, cromoxid)
      * Passiverer (tørkorrosion)
      * I våde forhold kan den blive mindre tæt

### Elektrokemisk korrosion

* + - * Fraspalter elektroner og bliver positivt ladet - udædle metaller gør dette

***Korrosionspotentiale***

* + - * Tabel 24 kan ændre sig, grundet saliv er anderledes end 🡪 Nogle stoffer passiveres
      * Negative potentiale = frigiver elektroner

***Årsag til korrosion***

* + - * Spændingsforskel to områder af legering - vis størrelse korrosion går i gang.
    - Forskel i oxygenkonc
      * + Meget oxygen på åbne rene flader, lidt på plakfyldte (katoden)
        + Derfor giver plak anledning til korrosion (lidt ilt = anoden)
        + Gælder også snævre spalter. I bund af porer
        + **Derfor god mundhygiejne og lav porøsitet**
    - Kontakt mellem to forskellige legeringer
      * + Forskelligt korrosionspotential
        + Virker igen som katode-anode
        + Giver desuden glavanisk chok – stød
    - Heterogen legering
      * + Mindre ædel fase er anode og mere ædel er katode
        + Gælder kun hvis der er tilstrækkelig spændingsforskel
    - Inhomogen guldlegering
      * + Uhensigtsmæssig støbning – eller hvis der er under 75vægt% guld vil der være områder med meget kobber, som kan være anoden og dermed korrodere
    - Koldforarbejdning
      * + Bukket metaltråd osv vil have flere spædningsfyldte områder – mere energi – nemmer opløses som ioner
        + Spændingskorrosion
    - Ophævelse af passivering
      * + Oxidhinde beskytter mod korosion (korrosionspotentiale stiger)
        + Tandbørstning eller pudsning fjerner oxidhinden
        + Rustfri stål med under 12% chrom er utilstrækkelig
    - Korrosionsprodukter
      * + Tungtopløselige produkter der udfælde på overfladen
        + Giver ruhed, og øget plakdannelse
        + Ofte brunlige eller sorte misfarvninger

## ÆSTETISKE EGENSKABER

* + - Metaller: metalglans, opakke
    - Desto mere guld og kobber 🡪 rødere
    - Desto mere sølv 🡪 gullig/hvid eller grønlig/hvid
    - Osv. se bogen side 55.

## BIOLOGISKE EGENSKABER

* + - Biokompabilitet
      * Afgivelse af komponenter og optag i mekanismen
        + Metaldampe (v. støbning, lodning)
        + Metalstøv (v. pudsning, slibning)
        + Ioner ved korrosion
      * Skadelighed af komponenter (carcinogen effekt)

### Toksiske egenskaber

* + - Ioner
    - Kobber i store mængder er cellegift men meget ringe abs.
    - Der er aldrig meldt om forgiftning af tandteknikkere elelr tandlæger ved pudsning og slibning

### Allergene egenskaber

* + - Over 10% er nikkelallergikere
    - Det er ikke vist at der er en sammenhæng mellem nikkelfyldnign er og sensibilisering
    - Men det *kan* der være

### Carcinogene egenskaber

* + - Nikkelstøv er carcinogen
    - Berrylium, cadmium, crom er mistænkt
    - Effektivt sug ved beslibning

# Anvendelse

## STØBTE RESTAURERINGER

Vokselimineringsteknikken!

### Voks og voksteknik

* + - * Blanding af termoplastiske, organiske komponeneter
      * Nogle er amorfe (kolofonium) og andre er krystalinske (bivoks, parrafin)
      * Blødt ved smeltning og hårdt ved afkøling
      * Type og mænge af forsk. Komp. Bestemmer smelteinterval osv.
    - ***Støbevoks***
      * Type 1 voks – direkte teknik (på tanden)
        + Plastificeringstemp. Ca. 41
      * Type 2 voks (indirekte teknik (på model)
        + Plastificeringstemp.35-37 grader
      * Voksmodel der brændes væk i støbeproces
      * Enten påsmeltning eller påpresning af plastificeret voks
    - ***Askeindhold:***
      * + Lavt askeindhold så støberum ikke forurenes – det kan give unøjagtighed.
    - ***Termisk kontraktion*** 
      * + Dårlig varmeledning – derfor tager det tid at varme igennem
        + Høj termisk ekspansionskoeff.
    - ***Plastficeringstemp***
      * + Betydelig plastificering inden for snævert temp interval (37-45 grader)
        + Ved dirkete teknik - voks er tilstrækkelig plastisk lige over mundtemp til at presses i cavitet og gengive detaljer
        + Skal samtidig være så hård at den kan modeleres og fjernes uden deformering
    - ***Distortion***
      * + Største ulempe ved støbevoks
        + Tilbøjelighed til kontraktion ved afkøling 🡪 spændinger
        + Afhænger af applikationsmetode, tid, og temp
    - ***Voksteknik***
      * + Separationsfilm mellem voks og model
        + Type 1 eller 2 – type 1 kan være bedre at arbjede med på gipsmodel
        + ***Enten påsmeltning eller påpresning***
    - ***Smelteteknik***

Over flamme på vokskniv

Ikke for lav eller høj temp (størkner eller for flydende)

* + - * + Efterpåsmeltning trykkes kraftigt på overfladen for at minimere intradentale modellers termiske kontraktion
        + Formning sker med uopvarmede instrumenter
        + Minimere distortion: så kort opmodellerignstid som muligt
    - ***Plastisk*** ***teknik***
      * + Voks plastificeres over flamme og presses ned over præpareret tand
        + Holdes under tryk indtil den er afkølet til fingertemp. Ca 1 min
        + Duer bedst til centrale præparationer
    - ***Arbejdsregler***
      * + Vigitgt at voks er gennemplastificeret ved plastisk teknik

Inhomogen: kontraktion

Flere spændinger

* + - * + Afkøle til stuetemp inden modelering
        + Acceptabelt tryk min 1 min for at hindre væg-til-væg-kontraktion
        + Påsmeltning og korrektion inducerer spændninger
        + Modellering efter aplikation af vosk inducerer spændninger

Brug derfor lille kraft og skrabende bevægelser, skarpt, uopvarm.

* + - * + Krybning under egen vægt efter fjernelse- undgå dette
        + Jo længere tid før det støbes, desto flere spændninger 🡪 mere distortion
        + Distortionshastighed og str vokser når temp øges – bør opbevares køligt eller udstøbes straks

### Indstøbningsmasse

* + Støbestift: metalstift smeltes fast på model 🡪 støbekanal
  + Støbemasse skal kompensere for rest. skrumpning + give løspasning
    - Ekspansion – hhv afbidningsekspansion og termisk ekspansion
  + Ildfast materiale holdt sammen af binder
    - Ildfast materiale: krystallinsk silliciumdioxid, som kvarts eller cristoballit
    - Binder: gips eller salt af fosfosyre (ofte ammoniumfosfat)
  + **2 typer indstøbningsmasser: gippsbudne (guldkroner, broer, indlæg) eller fosfatbundne (påbrædningslegering, stel, ganeplader)**
* ***Gipsbundne indstøbningsmasser***
  + Lineær ekspansion skal være mindst 1,5 for type I og II
  + 3 typer
    - Type 1: indlæg, kroner (primært cristoballit)
      * Samlet ekspansion skyldes mest termisk
      * Ekspansion sker under vokseliminering og i forvarmeovn
    - Type 2: indlæg, kroner (primært kvarts)
      * Samlet ekspansion skyldes hygroskopisk ekspansion
      * Ekspansion under afbinding under vand (self)
      * Forskellige grader af ekspansion afhænger af nedsænkningstid
    - Type 3: protesebasis til hel- og delproteser
    - Kvarts og cristoballit medføre rogså ekspansion ved omlejring af deres krystaller
  + **Gipsbundne indstøbningsmasser indeholder 30-40% gips**

**Mindre gips = mere ekspansion, og mindre styrke**

* + **Cuvette er foret med eftergiveligt matierale for at ekspansionen ikke skal ske ind mod midten**
  + Løspasning i intradentale restaureringer kan løses ved at lægge korrekturlak på udvalgte flader
  + Gipsbudnne indstøbningsmasser kan kun bruges til temp. Under 1200 grader
    - Alt undtagen påbrænding
* ***Indstøbningsteknik***
  + Voksmodel og støbestift anbringes i støbekonus
  + Der pensles et tyndt lag indstøbningsmasse på voks og huller fyldes
  + Støbekeglekonus vibreres ned i indstøbningsmasse
  + Hvis der er hygroskopisk afbinding skal den stå i vand
  + Efter 45—60 min erden afbudnet og tages op af vandet
  + Cuvet fjernes ikke ved type 1
* ***Fosfatbundne*** ***indstøbningsmasser***
  + MKrestaureringer kræver metaller med højere solidustemp.--> ellers krybning af metal ved påbrændning
  + Denne højere temp 🡪 større kontraktion ved afkøling.
    - 🡪 Indstøbningsmasse skal kunne tåle højere temp.
    - 🡪 Og udvise større ekspansion
  + Bruges desuden til kobolt krom
  + 2 typer
    - Type 1
      * Indlæg, kroner andre restaureringer
      * Kan både bruges til guld og påbrænding
    - Type 2
      * Partielle prtoeser og andre støbe restauereringer i aft. Prot.
      * Til coboltkrom fordi der kræves større ekspansion
    - Indstøbningsmasse: pulver der blandes med vand og/eller vandig kiselsyresol
    - Pulver: kvarts, mg-oxid, ammoniumoxid, cistobalit
    - Krystaldannelse medfører lille ekspansion
    - Kiselsyreolie i stedet for vand øger både afbindingsekspansionen + stærke virkning af afbundne indstøbningsmasse + øget termisk ekspansion,
    - Opvarmining ved vokseliminering 🡪 termisk ekspansion (struktur ændring i krystellerne – critoballit og kvarts)
    - Dannes under opvarmning: komplekse silicophosphater 🡪 indstøbningsmassen kan tåle højere temperaturer.
    - Større ekspansion under vand
    - Ulemper
      * Svære at fjerne efter støbning
      * Stor variation i ekspansion afhængig af vand osv
        + Bruges ikke i praksis
      * Gør det meget unøjagtigt ???
* ***Indstøbningsteknik***
  + Samme teknik som gipsbundne
  + Voskmodel og støbestift anbringesi støbekonus
  + Der pensles et tyndt lag indstøbningsmasse på voks og huller fyldes
  + Støbekeglekonus vibreres ned i indstøbningsmasse
  + Efter 45—60 min erden afbudnet
  + Cuvette fjernes før vokseliminering

### Vokseliminering og forvarming

* + Gennemvædet indstøbningsmasse (gipsbundne) 🡪 ellers elimineres voksen ikke 🡪 trænger ind i gips🡪 opløsning af gips 🡪 svovldampe.:
    - Hvis ikke – forurening – ru overflade og sænket præcision
  + Vokselimineringsovn
  + Støbekanal vender nedad
  + Vokseliminering ved 200-250 grader
  + 🡪 forvarmeovn
* Forvarmning
  + Forvarmeovn 650-750 grader
  + Nøje kontrolleret temp ikke krakelere, rigtig str osv

### Støbning

* + Proces hvor metal smeltes
    - Under smeltning tilføres flusmiddel – fx borax
    - Oxidering af metal danner hinde og hæmemr flydeevne
    - Boraks reagerer med metaloxid og opløser hinden
  + Bringes ned i støbehulrum
    - Ved centrifugering/slyngning eller ved overtryk eller kombination
    - Når metal komemr ned i hulrum presses luft ud via vakuumpumpe
    - Når indstøbningsmassen ahr ringe permeabilitet er der luft tilbage - luftporøsiteter
  + Størkner
    - Guld—kontraktion ca 5%
    - Afkølingskontraktion medfører undertryk i smelten 🡪 kontraktion trækker smelte fra krystalmellemrum i ukrystalliserede områder til sig, så de områder får kontraktionsporøsiteter.
    - Dette kompenseres for ved at smelte i støbekanal og støbekegle størkner sidst
    - Afkøling øger homogenicitet og tager ca 5 min + 10 min
    - Kuvette anbringes i koldt vand 🡪 krakellerer, sprænges
  + Polering sker på model for at undgå runding

### Lodning

* + - Fremstille to kroner og sammenlodde til bro
    - Flusmiddel på overflader for at sikre at de er fri for skidt
    - Broelementer anbringes på præp.model og smeltes sammen via klæbevoks
    - Bro fjernes og stbes ind i indstøbningmasse så kun samlinger er tilgængelige
    - Voks skoldes væk med kogende vand
    - Forvarmes
    - Opvarmes til loddetemp via gasflamme, slaglodanbringes

## PLASTISK FORMEDE METALLER OG LEGERINGER

* + Guld som ikke støbes efter model, men blot bibringes en plastisk deformation.

### Guldfyldninger:

* + Guld er det mest duktile materiale og kan hamres ud til tynd folie
  + Kohæsiv- kan svejses sammen
  + Kondensering: 100 N/mm2
    - Diameter af stopper: 0,5 mm = 20 N

### Ortodontiske buer

* + Iddelt:
    - Stor styrke
    - Stor elastisk deformerbarhed
    - Stor plastisk deformerbarhed
    - Skal kunne loddes eller svejses
  + 3 faser i fast app.
    - Nivelleringsfase – blød bue – lille stivhed (niti)
    - Førringsfase – stiv bue
    - Justeringsfase – intermediær stivhed
    - Cr-nikkel
      * Høj deformerbarhed
      * Gode mekaniske egenskaber