

Productietechnologie — Samenvatting

Ruben Ryckaert

20 december 2025

Inhoudsopgave

1 inleiding	2
1.0.1 Keuzes bij productie	3
1.1 Passing	4
1.2 Tolerantie	4
1.3 Oppervlaktekwaliteit	4
2 Materialen	5
2.0.1 Vervorming	6
3 Verspanen:Algemeen	6
3.1 bijtelbewerkingen	7
3.1.1 Soorten spaanvorming	9
3.2 Beweging, snelheden en voedingen, temperaturen, slijtage	9
3.2.1 Krachten	10
3.3 factoren bij bijtelbewerking	10
3.4 Snijmaterialen	10
4 Verspanen:Boren	10
5 Verspanen:Frezen	10
6 Verspanen:Hybridetechnieken	10
7 Verspanen:Slijpen	10
8 Fysische en Chemische afnemende bewerkingen	10
9 Scheiden	10
10 Automatiseren & machinekeuze	10
11 Productie werkvoorbereiding	10
12 productiegericht ontwerpen	10

1 inleiding

Wat is ProductieTechnologie?

ProductieTechnologie gaat over het produceren van goederen. Hier komt veel bij te pas. Niet alleen verschillende technieken en machines, maar ook kosten, snelheid, kwaliteit, ...

Deze samenvatting hoopt een overzicht te geven van de belangrijkste begrippen en technieken

Hieronder verschillende productietechnieken,

- Gieten
 - Zandgieten
 - Spuitgieten
- Frezen
- Lassen
 - CO₂-lassen
 - MIG/MAG, TIG, ...
- Vonkerosie
- Waterstraalsnijden
- Chemisch bewerken
- 3D-printen
- Draaien
- Snijden
- Ponsen
- Stralen

Energiedrager	Bewerking
vaste stof:	
kogeltjes van glas of metaal	kogelstralen
korrels van metaal	staalstralen
abrasief materiaal	abrasief stralen
vloeistof (water)	waterstralen
vaste stoffen in vloeistof	abrasief waterstralen
vaste stoffen in gas	abrasief luchtstralen
ionen	ionenstralen of ionenbundel
elektronen	elektronenstralen
fotonen	laserstralen
geïoniseerde gassen	plasmastralen

Figuur 6.19 Overzicht van bewerkingen met stralen,
gebruikmakend van verschillende energiedragers

Figuur 1.1: Overzicht van bewerkingen met stralen, gebruikmakend van verschillende energiedragers

1.0.1 Keuzes bij productie

Bij produceren moet je afhankelijk van al deze technieken keuzes maken over welke technieken het beste is. Hoeveel producten moet ik produceren en wat kost dat? Het is allemaal afhankelijk van de eisen die aan het product worden gesteld.

- Kosten
- snelheid
- kwaliteit
- milieu
- veiligheid
- functionaliteit
- materiaal

- tolerantie
 - oppervlaktekwaliteit
 - aantal
 - onderhoud

al deze factoren zijn belangrijk bij het kiezen van een productietechniek.

1.1 Passing

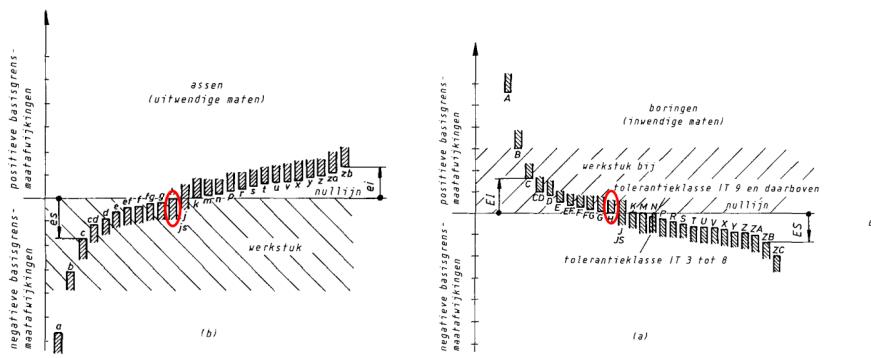
Passing is een maat voor hoe goed twee oppervlakken op elkaar aansluiten.

- Losse Passing: Er is nog speling tussen de twee oppervlakken.
 - Nauw Passing: De twee oppervlakken sluiten goed op elkaar aan, er is bijna geen speling meer.
 - PersPassing: De twee oppervlakken worden in elkaar gedrukt.

1.2 Tolerantie

Toleranties worden geklassificeerd via diagrammen

- inwendige
 - uitwendige
 - passing



Figuur 1.2: Tolerantie diagrammen voor inwendige, uitwendige en passing

Je moet kiezen welke tolerantie nodig is voor een product. Precieze toleranties zijn duurder om te produceren.

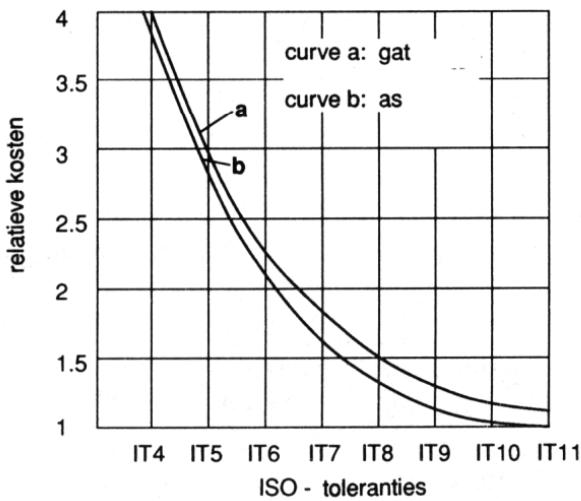
1.3 Oppervlaktekwaliteit

Oppervlaktekwaliteit moet ook gekozen worden bij het produceren van een product.

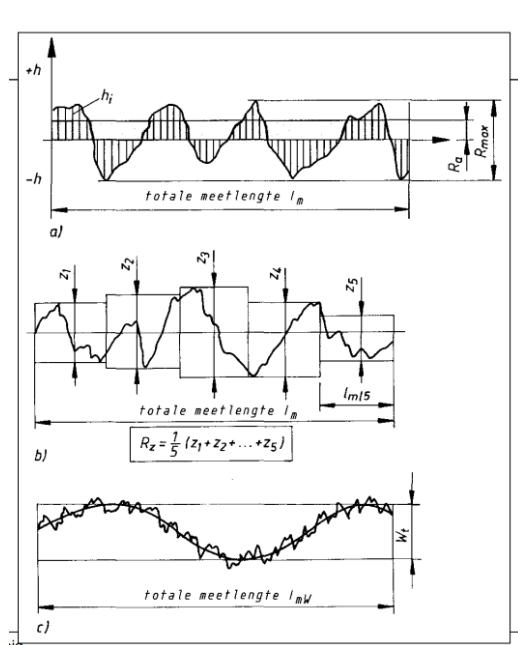
- Een ruw oppervlak is goedkoper om te produceren.
 - Een glad oppervlak is duurder om te produceren.
 - Soms is een glad oppervlak nodig voor de functionaliteit van het product.
 - Textuur kan ook functioneel zijn (antislip, esthetisch, ...). bv: een handvat, keyboard, tafels, pennen, ...

Oppervlaktekwaliteit wordt uitgedrukt in ruwheid. Ra, Rz, Rmax

verschillende productietechnieken hebben verschillende oppervlaktekwaliteiten.



Figuur 1.3: Kosten vs Tolerantie



R_a [μm]	0.025	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	12.5	25
Verspanen									
superfijnen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
leppen/honen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
slijpen	fijn	—	—	—	—	—	—	—	—
middel	—	—	—	—	—	—	—	—	—
groot	—	—	—	—	—	—	—	—	—
draaien	ná-	—	—	—	—	—	—	—	—
voor-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
brootsen	ná-	—	—	—	—	—	—	—	—
voor-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
rulmen	ná-	—	—	—	—	—	—	—	—
voor-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kotteren	ná-	—	—	—	—	—	—	—	—
voor-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
boren	ná-	—	—	—	—	—	—	—	—
voor-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
frezen	ná-	—	—	—	—	—	—	—	—
voor-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Scheiden									
knippen,	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ponsen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zagen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
brandsnijden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Omvormen									
matrijssmeden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
koud walsen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
warm walsen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gieten									
spuitgieten	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zandgieten	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Figuur 1.4: Voorbeelden van oppervlaktekwaliteiten

2 Materialen

Dit hoofdstuk gaat over de efecten van verschillende materialen op productietechnieken. Ook het effect van de productietechniek op het materiaal zelf.

Er zijn verschillende soorten materialen die je kunt kiezen. Allemaal hebben ze verschillende materiaaleigenschappen.

- Metalen
- Kunststoffen
- Keramiek
- Composieten



Figuur 2.1: Effect van thermische processen op materialen

2.0.1 Vervorming

Je hebt elastische en plastische vervormingen in een materiaal die gebeuren tijdens het bewerken van een materiaal.

- Elastische vervorming: Het materiaal keert terug naar zijn originele vorm nadat de kracht is weggenomen.
- Plastische vervorming: Het materiaal blijft vervormd nadat de kracht is weggenomen.

Elastische vervorming gegeven door hooke's law:

Hooke's Law: $\sigma = E \cdot \varepsilon$

waarbij σ de spanning is, E de elasticiteitsmodulus en ε de rek.

3 Verspanen: Algemeen

Verspannen is het verwijderen van materiaal van een werkstuk. Dit kan door Boren, Frezen, Draaien, Slijpen, ...

Je begint met een ruw werkstuk en je verwijdert materiaal tot je de gewenste vorm en afmetingen hebt.

Voordelen

- Hoge precisie
- Goede tolerantie
- Goede oppervlaktekwaliteit
- Flexibiliteit in ontwerp

Nadelen

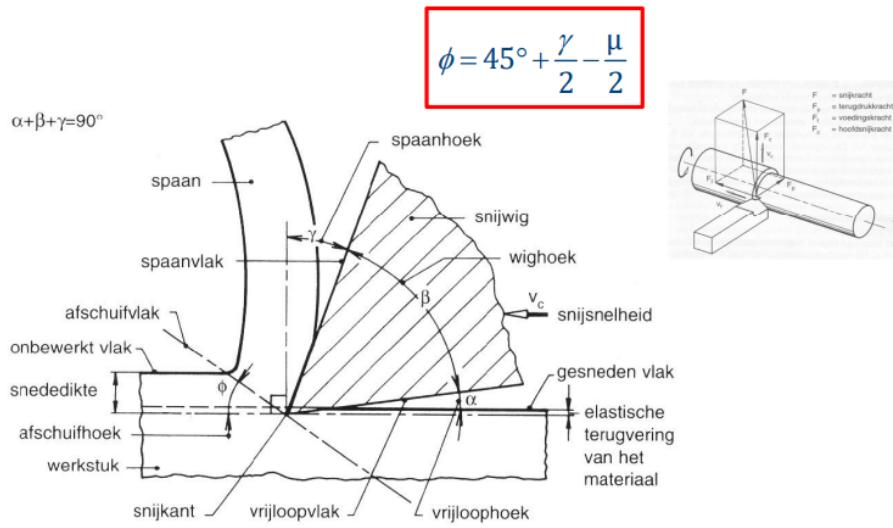
- Materiaalverlies
- Hogere kosten bij grote aantallen
- Langere productietijd
- energieintensies
- Vervuilend (spanen, koelvloeistof)

Bij verspannen kunnen verschillende tools gebruikt worden. Deze tools hebben verschillende snijvlakken en geometrieën die geschikt zijn voor verschillende materialen en bewerkingen.

- bijtel
- frees
- boor
- slipschijf
-

3.1 bijtelbewerkingen

Bij bijtelbewerkingen wordt materiaal verwijderd door een scherpe bijtel over het werkstuk te bewegen.



Figuur 3.1: Verwijdering van materiaal door een bijtel -> creert spanen

Bij het verspannen met een bijtel ontstaan er spanen. Spanen zijn kleine stukjes materiaal die worden verwijderd van het werkstuk. De grote van de spanen wordt bepaald door de snedediepte, de voeding, de spaanhoek, de wrijvingscoëfficiënt ...

Zometeen meer in detail hierover

Spanen is een plastische vervorming van de spanen maar het oppervlak van het werkstuk ondergaat ook een elastische vervorming. Dit kan leiden tot oppervlaktfouten zoals ruwheid, hardheid, ...

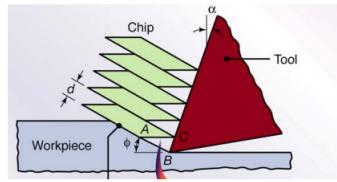
Afschuifhoek: $\phi = 45^\circ + \frac{\gamma}{2} - \frac{\mu}{2}$
waarbij γ de spaanhoek is en μ de wrijvingshoek tussen spaan en snijvlak.

De afschuifhoek bepaalt de richting waarin de spaan wordt afgesneden. Een grotere afschuifhoek leidt tot een betere spaanvorming en minder kracht

afschuifvlak A: $A = \frac{b * h}{\sin(\phi)}$
waarbij b de breedte, h de hoogte en ϕ de afschuifhoek.

afschuifkracht: $F = A * \tau$
waarbij A het afschuifvlak is en τ de schuifspanning van het materiaal.

- μ = wrijvingscoëfficient
- h = snededikte
- b = snedebreedte (loodrecht op figuur)
- Grootte afschuifvlak A = $b \cdot h / \sin(\Phi)$
- Benodigde afschuifkracht (als deel van snijkrachten) $\rightarrow F = A \cdot \tau_{\max}$
- Formule toont belangrijke invloed spaanhoek en wrijving op snijkrachten!

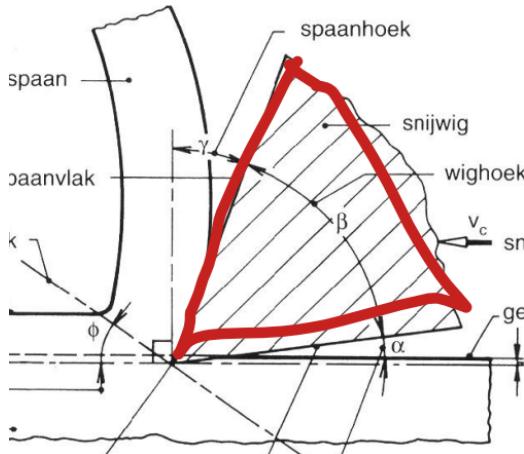


$$\phi = 45^\circ + \frac{\gamma}{2} - \frac{\mu}{2}$$

Figuur 3.2

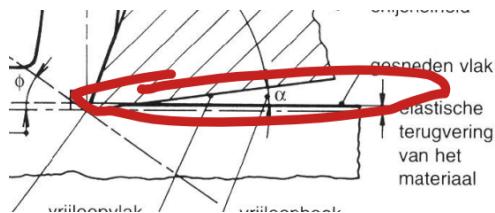
Grotere spaanhoek \rightarrow kleiner afschuifvlak \rightarrow minder kracht nodig om spaan te vormen.

- Spaanhoek \rightarrow groter \rightarrow minder kracht nodig. Tussen -10° en 30°
- Wighoek \rightarrow groter \rightarrow meer kracht nodig. Zo groot mogelijk



Figuur 3.3: Wighoek

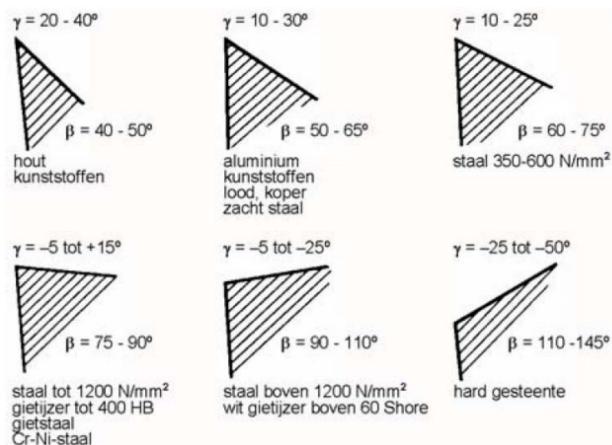
- Vrijloophoek \rightarrow groter \rightarrow minder wrijving tussen werkstuk en bijtel. Tussen 6° en 10°



Figuur 3.4: Vrijloophoek

- Snedediepte \rightarrow groter \rightarrow meer kracht nodig
- Voeding \rightarrow groter \rightarrow meer kracht nodig

De spaanhoek is enorm belangrijk. Een grote spaanhoek snijdt makkelijk materialen zoals aluminium, koper, kunststof. Voor hardere materialen zoals staal is een kleinere spaanhoek nodig omdat het materiaal anders te hard is om te snijden en je moet veel te veel kracht zetten. Negatieve spaanhoeken worden gebruikt voor zeer harde materialen.



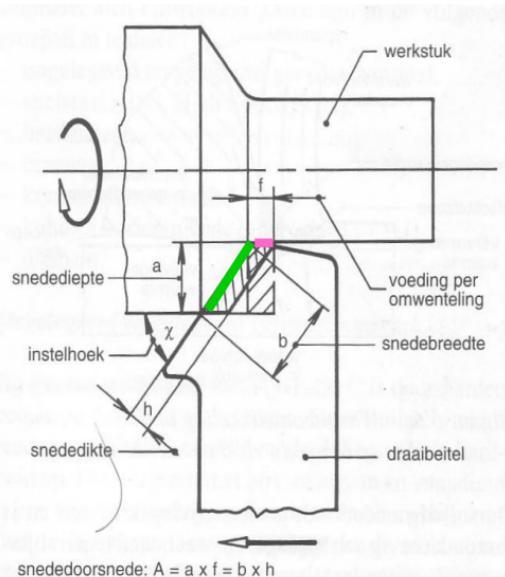
Figuur 3.5: Verschillende spaanhoeken voor verschillende materialen

3.1.1 Soorten spaanvorming

3.2 Beweging, snelheden en voedingen, temperaturen, slijtage

Er zijn verschillende factoren die de kracht op je werkstuk bepalen

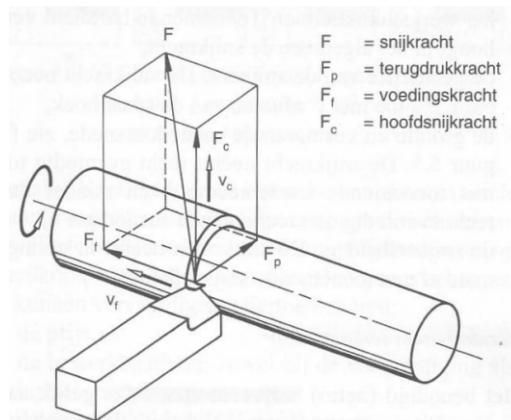
- Snijsnelheid (v)
- Voeding (f)
- Snedediepte (a)
- Snedebreedte (b)
- Snededikte (h)



Figuur 3.6: Snededoorsnede bij bijtelbewerking

Snededoorsnede: $A_d = a \cdot b$

waarbij a de snedediepte is en b de snedebreedte.



Figuur 3.7

3.2.1 Krachten

Snijsnelheid: $v = \pi \cdot d \cdot n$

waarbij d de diameter is en n het toerental in omwentelingen per minuut.

3.3 factoren bij bittelbewerking

- koelvloeistof - Build up edge - Warmte - Slijtage

3.4 Snijmaterialen

4 Verspanen:Boren

5 Verspanen:Frezen

6 Verspanen:Hybridetechnieken

7 Verspanen:Slijpen

8 Fysische en Chemische afnemende bewerkingen

9 Scheiden

10 Automatiseren & machinekeuze

11 Productie werkvoorbereiding

12 productiegericht ontwerpen

Formularium

Hooke's Law $\sigma = E \cdot \varepsilon$ — waarbij σ de spanning is, E de elasticiteitsmodulus en ε de rek.

Afschuifhoek $\phi = 45^\circ + \frac{\gamma}{2} - \frac{\mu}{2}$ — waarbij γ de spaanhoek is en μ de wrijvingshoek tussen spaan en snijvlak.

afschuifvlak A $A = \frac{b * h}{\sin(\phi)}$ — waarbij b de breedte, h de hoogte en ϕ de afschuifhoek.

afschuifkracht $F = A * \tau$ — waarbij A het afschuifvlak is en τ de schuifspanning van het materiaal.

Snededoorsnede $A_d = a \cdot b$ — waarbij a de snedediepte is en b de snedebreedte.

Snijsnelheid $v = \pi \cdot d \cdot n$ — waarbij d de diameter is en n het toerental in omwentelingen per minuut.