

leitz

Gebruikerslexikon

Leitz Lexikon Editie 7

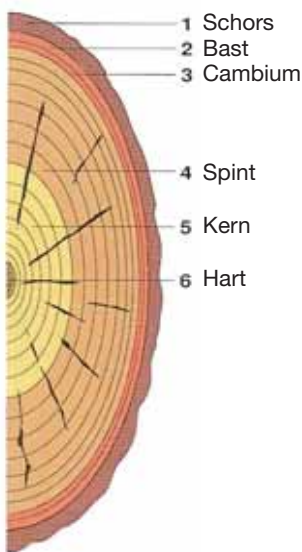


11. Gebruikerslexikon

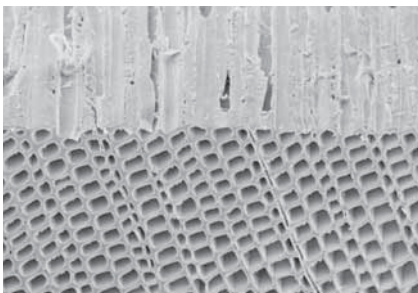
11.1 Materiaalkennis	11.1.1 Hout als grondstof en materiaal	2
	11.1.2 Houtmaterialen	6
	11.1.3 Kunststoffen	9
	11.1.4 Minerale materialen	11
	11.1.5 NE-metalen	12
	11.1.6 Composietmaterialen	13
11.2 Snijstoffen		14
11.3 Basisbegrippen verspaning	11.3.1 Snijgeometrie en hoekaanduidingen	19
	11.3.2 Snijrichtingen en freesbewerkingen in de houtbewerking	20
	11.3.3 Verspaningskinematica	21
	11.3.4 Bewerkingskwaliteit	22
	11.3.5 Gereedschap inzet parameters	25
11.4 Machinegereedschappen	11.4.1 Gereedschap soorten	28
	11.4.2 Types gereedschap	31
	11.4.3 Gereedschap opspansystemen	40
	11.4.4 Gereedschap reparatie	43
	11.4.5 Veiligheid	51
	11.4.6 Geluidsarme gereedschappen	53
	11.4.7 Stof- en spanenopvang	54
	11.4.8 Gereedschappen als intelligente procesbouwstenen	56
11.5 Houtbewerkingsmachines	11.5.1 Doorloopmachines	58
	11.5.2 Stationaire machines	59
	11.5.3 Machines voor handaanvoer	61
	11.5.4 Handaangevoerde elektrische gereedschappen	62



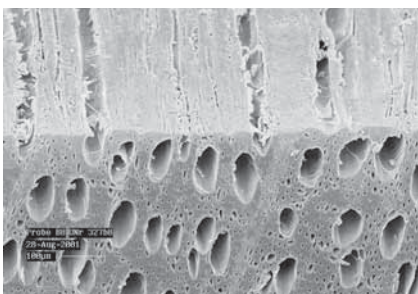
Boom



Opbouw van een boomstam



Dwarsdoorsnede naaldhout (vuren)



Dwarsdoorsnede loofhout (beuken)

Hout als hernieuwbare grondstof is op basis van zijn hoge sterkte bij een geringe dichtheid een belangrijk en wereldwijd gebruikt materiaal. Zo vindt hout veelvoudig zijn toepassing in dragende constructies in de houtconstructiebouw alsmede in minder statisch belaste bereiken zoals bouwelementen, meubel of de interieurbouw. Op basis van zijn poreuze celstructuur bezit hout in gedroogde toestand een lage warmtegeleiding, waardoor een zekere warmte-isolatie bereikt wordt. Daarom is hout ook vanuit energetische gezichtspunten een gunstig materiaal, wat bijvoorbeeld bij kozijnen of isolatieplaten benut wordt. In zijn verdere toepassing wordt hout in zijn natuurlijke vorm (massiefhout) of als houtmateriaal ingezet.

Bij de keuze, inzet en bewerking van massiefhout moet gelet worden op de specifieke eigenschappen. Als **wezenlijke eigenschappen** zijn te noemen: **inhomogeen, onregelmatige structuur, poreus, wateraantrekkend en biologisch afbreekbaar**. In zijn structuur bestaat hout als vezels die in de lengterichting een hogere sterkte vertonen dan in de dwarsrichting. De vezels bestaan op hun beurt uit celwanden, die het eigenlijke hout vormen en uit holle ruimtes, de zogenaamde poriën. De verhouding van het volume van de poriën ten opzichte van de massa van het hout wordt bepaald door de dichtheid en is per houtsoort verschillend. Afhankelijk van het jaargetijde zijn de poriën groter (voorjaar, zomer → **vroeghout**, lagere dichtheid) of kleiner gevormd (herfst, winter → **laathout**, hogere dichtheid). In de dwarsdoorsnede van het hout wordt dit fenomeen zichtbaar in de zogenaamde jaarringen van de opeenvolgende vroeg- en laathout bereiken. Bij langzaam groeiende houtsoorten uit koude regio's zijn deze jaarringen zeer fijn gevormd, bij snel groeiende houtsoorten uit warme regio's zeer grof. Bij tropische houtsoorten daarentegen zijn deze verschillen nauwelijks zichtbaar.

Hout ontstaat door celdeling en celvermeerdering in de groei laag, het zogenaamde cambium. De meeste houtcellen groeien naar binnen en bouwen de eigenlijke houtsubstantie op. Maar weinig cellen groeien naar buiten en bouwen de eigenlijke bast en schors. Zo is iedere boom in lagen van buiten naar binnen opgebouwd: schors, bast, cambium, spint (hart, jaarringen, vroeg- en laathout, harsgangen), kern (geen sapdoorvoer, alleen een statische functie), hart.

Bi de houtsoorten onderscheidt men **loofhout en naaldhout**. Naaldhout is qua ontwikkeling een oudere soort en vertoont een eenvoudigere celopbouw met twee celtypes. De tracheïden (langgestrekt, spits toelopend) hebben zowel een geleidings- als sterktefunctie. De wateruitwisseling tussen cellen vindt plaats via stippels oftewel hofstippels. De parenchymcellen (recht-hoekig) zijn voor het transport van de voedingsstoffen alsmede het opbouwen van sterkte en vetten verantwoordelijk.

Bij loofhout is daarentegen een opdeling van de functies van de cellen aanwezig. Men onderscheidt hierbij geleidingsweefsel, sterkteweefsel en opslagweefsel. Een wezenlijk onderscheidingscriterium van loofhout ten opzichte van naaldhout zijn de vaten (tracheïden) van het geleidingsweefsel. In dwarsdoorsnede zijn zij als poriën, in lengtedoorsnede als kanalen te herkennen. Afhankelijk van de ordening van deze tracheïden onderscheidt men ringporige houtsoorten (bijv. eiken, essen), halfringporige houtsoorten (bijv. kersen, noten) of verspreidporige houtsoorten (bijv. berken, beuken, populieren).

Voor de beoordeling van de houtsoorten aangaande de benodigde bewerking en oppervlaktebehandeling moet gelet worden op de dichtheid, hardheid, elasticiteit en stijfheid van het hout. Overeenkomstig is de verdeling in **hard- en zachthoutsoorten** voor de bewerking en de gereedschapskeuze belangrijk. Als zacht gelden alle naaldhoutsoorten met uitzondering van taxus als ook de loofhoutsoorten els, berken, linde, populieren en wilg.



Spinhout (licht) en kernhout (donker)
(bijv. grenen)

In grote mate geeft het “uiterlijk” van het timmerhout en de geschaafde houtwaren al informatie over de eventuele moeilijkheidsgraad bij de bewerking. **Spint- en kernhout** van een boom hebben bijvoorbeeld verschillende eigenschappen. De sappen stromen in de buitenste lagen van de stammen. Daardoor ontstaat een buitenste spinhout zone met hoge vochtigheid en een binnenste kernhoutbereik met lage vochtigheid. Kern- en spinhout zijn steeds van verschillende kwaliteit. Met een grotere stamdiameter wordt het aandeel kernhout door “verkerning” van het oudere spinhout (ook wel rijphout genoemd) groter. Kernhout verandert niet meer in de stam. Kern- en spinhout zijn bij iedere houtsoort aanwezig. Men kan ze bij kernhoutbomen duidelijker herkennen aan de verschillen in kleur dan bij “rijphoutbomen”. Beuken, dennen en vuren zijn typische rijphoutbomen, terwijl eiken, berken, grenen, kersen en essen pure kernhoutbomen zijn.



Vroeghout (licht) en laathout (donker)
(bijv. Pinus Radiata)

Bij de bewerking en verspaning van hout moet erop gelet worden dat het om een materiaal met verschillende structuren en eigenschappen gaat. Bijzonder tekenend hiervoor zijn de jaarringbreedtes bij naaldhout. Tussen de gemarkeerde gebieden van **vroeg- en laathout** bestaan grote verschillen in hardheid. Bij de verspaning moet met de omstandigheden rekening gehouden worden en dienen slijfstof, hoekgeometrie en procesparameters overeenkomstig aangepast te worden. Bij de bewerking van gemengd hout is vaak een compromis voor de verschillende houtsoorten vereist.

Voor de meeste eigenschappen is de **dichtheid** het doorslaggevende kenmerk. Als dichtheid rekent men met het quotiënt van massa en volume (inclusief alle houtvaten). Afhankelijk van de houtsoort ligt de dichtheid in een bereik tussen 100 kg/m³ en 1200 kg/m³. Met stijgende dichtheid wordt hout harder, sterker en moeilijker te bewerken en te behandelen, maar ook moeilijker te drogen. Ook de slijtage van de gereedschappen wordt sterker bij benadering met de dichtheid van het hout. Verdere factoren die van invloed zijn op de slijtage van snijkanten zijn componenten van hout zoals looizuren en silicaat insluitingen. Natuurlijke looizuren, bijvoorbeeld bij eiken, leiden tot een chemische slijtage van de gereedschapsnede, in het bijzonder bij een hogere houtvochtigheid. Silicaat insluitingen zoals deze bij tropische houtsoorten meranti, teak of mahonie voorkomen, worden met de voedingsstoffen uit de bodem opgenomen en kristalliseren in de vaten. Zij veroorzaken een verhoogde slijtage aan de gereedschapsnede. Grote dichtheidsverschillen tussen vroeg- en laathout zijn in de regel een aanwijzing voor sterke voorsplijting en neiging tot splintering bij de bewerking (voorbeeld: Pinus Radiata). Vanwege de wereldwijd stijgende behoefte aan hout worden bomen in toenemende mate op plantages gekweekt. Bij het zogenaamde plantagehout gaat het vaak om snelgroeiende soorten zoals bijv. Pinus Radiata, eucalyptus of populieren. Deze houtsoorten hebben een grotere jaarringen structuur en een lagere dichtheid en stijfheid dan hun natuurlijk in het bos opgegroeide verwanten. Op basis van de sterkere neiging tot splintering en rafelen is de bewerking van plantagehoutsoorten veeleisend en vereist vaak speciale bewerkingstechnieken en gereedschapsoplossingen. Langvezelige houtsoorten zoals populieren worden vaak als grondstof voor de productie van houtvezelmateriaal gebruikt.

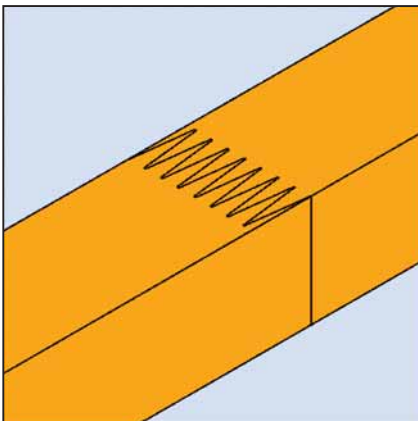
Houtsoort	Dichtheid [kg/ m ³]	Sterkte [N/mm ²]		
		Druk-	Buig-	Trek-
Loofhout				
Afzelia	750 - 950	65 - 79	90 - 120	7,5 - 15,0
Ahorn	530 - 790	29 - 72	50 - 72	9,0 - 15,0
Balsa	90 - 260	5 - 15	12 - 23	1,1 - 2,0
Bangkirai	900 - 1100	68 - 80	125 - 140	10,0 - 15,0
Berken	510 - 830	38 - 100	147 - 155	12,0 - 14,5
Beuken (Rood)	540 - 910	41 - 99	74 - 210	6,5 - 19,0
Eiken amerik.	550 - 980	39 - 61	89 - 130	9,0 - 14,6
Eiken europ.	430 - 960	54 - 67	74 - 105	12,0
Elzen	490 - 640	31 - 77	44 - 172	3,0 - 6,5
Essen	450 - 860	23 - 80	58 - 210	9,0 - 14,6
Eucalyptus	720 - 790	37 - 51	75 - 104	9,5
Iroko	550 - 850	52 - 81	70 - 158	9,5 - 12,5
Kersen amerik.	525 - 615	33 - 59	59 - 98	15,0
Mahonie	450 - 620	36 - 70	50 - 130	6,0 - 9,5
Meranti, Donker	550 - 890	53 - 74	66 - 222	7,1 - 10,6
Meranti, Licht	390 - 760	21 - 50	32 - 80	4,0 - 8,0
Merbau	760 - 830	60 - 85	140	13 - 17,5
Populier	410 - 560	26 - 56	43 - 94	4,0 - 8,0
Sipo	550 - 750	43 - 73	47 - 155	5,5 - 15
Teak	520 - 700	42 - 59	58 - 109	8,3 - 9,5
Naaldhout				
Douglas	640 - 800	43 - 68	68 - 89	7,8 - 10,2
Vuren	330 - 680	33 - 79	49 - 172	3,0 - 6,5
Grenen	330 - 890	35 - 94	59 - 98	6,1 - 14,6
Lariks	440 - 850	64 - 132	107	4,5 - 10,9
Radiata Pine	450 - 580	36 - 65	60 - 91	6,8 - 7,6
Dennen	350 - 750	31 - 59	47 - 118	3,7 - 6,3

Tabel: dichtheid en sterkte (houtvochtigheid 12%) voor gangbare houtsoorten (bron: Houtatlas, Wagenführ, 2007)

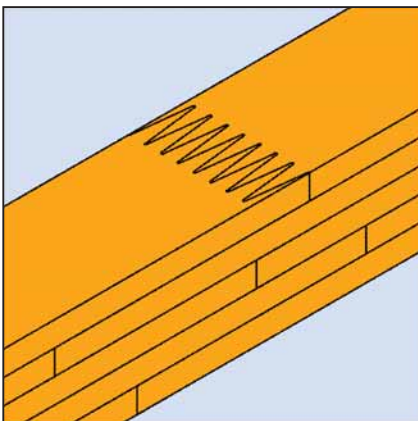
De **hardheid** van de verschillende houtsoorten wordt volgens Brinell bij een houtvochtigheid van 12% gemeten. Parallel aan de vezel is de hardheid ongeveer dubbel zo groot als loodrecht op de vezel. Vanwege de verschillende celopbouw en de ongelijkmatige structuur van hout worden hardheidswaarden alleen als benaderingswaarde aangegeven. Op vergelijkbare wijze als de dichtheid beïnvloedt de houtvochtigheid de houthardheid.

Tot de verdere fysieke eigenschappen van het materiaal hout, waarbij op de inzet van gereedschap gelet moet worden, horen ook de **elasticiteit en stijfheid**. Elasticiteit is de eigenschap van een vast lichaam, na wegname van een vorm veranderende kracht weer in de oorspronkelijke vorm terug te komen (eenheid \rightarrow E-moduul in N/mm^2). Bij de beoordeling van de stijfheid dient er op gelet te worden dat noesten, scheuren, draaigroei en de structuur extra op de vervormings- en breukweerstand uitwerken.

De houtvochtigheid heeft een wezenlijke invloed op de bewerkbaarheid en de kwaliteit van het latere eindproduct. Als **houtvochtigheid** bedoelt men het procentuele aandeel water gerekend naar de droge massa van het hout. In vers gekapt hout zit het water zowel in de celwanden opgeslagen als vrij in de holle ruimtes. De houtvochtigheid kan hier meer dan 100% zijn. Als het water uit de holle ruimtes van de cellen weg is, maar nog wel in de celwanden opgeslagen zit, spreekt men van een zogenaamd vezelvezadigingspunt (VVP). Dit varieert per houtsoort en ligt zo rond de 30% houtvochtigheid. Rond dit punt krimpt of zwellt het hout bij vochtigheidsafname of -toename. Bij ovengedroogd hout bedraagt het vochtigheidspercentage 0%. Om een toereikende vormstabiliteit te bereiken, dient het hout daarom voor de eindbewerking op zijn vochtigheid te zijn van zijn latere inzet omgeving, het zogenaamde evenwichtsvochtigheidsgehalte. Binnenshuis liggen deze waarden zo rond de 6 á 12%, buiten tussen 8 en 16% (zonder directe blootstelling aan de elementen). Voor de verspaning is een houtvochtigheid van 12 tot 14% gunstig. Daaronder niijgt het hout sterker tot splinteren, daarboven verhoogt de ruwheid van de oppervlakte door krimpen bij het nadrogen.



Constructie massiefhout (KVH)



Gelamineerd hout (BSH)

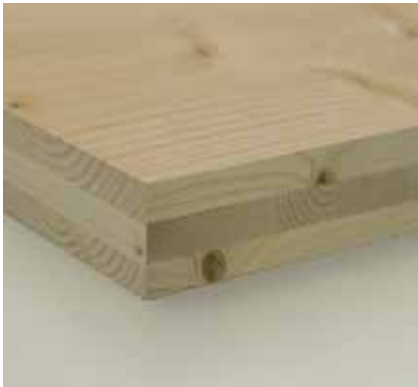
Gemodificeerde houtsoorten (voorbeeld)
Accoya®, Thermobeuken, Belmadur®

Massiefhout wordt vaak op basis van zijn begrensde afmetingen, het zwellen krimpgedrag en zijn inhomogeniteit door vergroeiingen of noesten als **halffabrikaat** verwerkt. Bij constructiehout worden zwakke delen in het hout zoals noesten of scheuren eruit gezaagd. Door vingerlassen aan de kopse snijvlakken kunnen bouwdelen gemaakt worden in de benodigde lengtes. Door het hout in de vorm van lamellen en latten aan de vezel te verlijmen, kunnen grotere bouwdeeldoorsondes bereikt worden. Producten in dit bereik zijn bijvoorbeeld constructie massiefhout (KVH) of gelamineerd hout (BSH). Voor kozijnen worden bijvoorbeeld gelamineerde balken geproduceerd, waarbij ook verschillende houtsoorten met verschillende eigenschappen ingezet kunnen worden.

Gemodificeerd hout

In de zoektocht naar geschikte methoden om toereikend verkrijgbare houtsoorten ook qua afmetingen stabiel en weersbestendig voor buitengebruik te maken, werden in de afgelopen jaren verschillende manieren voor modificatie ontwikkeld en uitgetoet. Pinus Radiata, bijvoorbeeld, wordt door een acetylerproces gestabiliseerd (Accoya®). Dennenhout wordt door impregneren behandeld (Belmadur®). Bij Thermohout wordt de vormstabiliteit en weersbestendigheid verbeterd door een pyrolyseproces. Al deze bewerkingen hebben gemeen dat deze zich niet alleen op de zone van het oppervlak van het materiaal richten, maar op de gehele materiaaldoorsonde doorwerken. Op deze wijze ontstaan "nieuwe houtsoorten" met minder zwellen krimpgedrag, verhoogde hardheid en andere verspaningseigenschappen. Snijkrachten en snijkantslijtage zijn minder dan bij natuurlijke houtsoorten. Broosheid en stofontwikkeling bij de bewerking nemen toe, maar hebben geen beperkende werking.

Alle materialen die uit structuur elementen van hout zoals lamellen, fineer, spanen of vezels geproduceerd zijn, worden in de vaktaal als houtmateriaal gekenmerkt. De start van de ontwikkeling van houtmaterialen vond plaats in de jaren 20 van de vorige eeuw. Destijds werden verschillende diktes platen in wisselende vezelrichtingen verlijmd en geperst. Multiplex platen en platen met latten openden de weg naar nieuwe vorm- en constructiemogelijkheden.



Multiplex board CLT

Vanuit de start van de spaanplaatproductie in de jaren 30 ontstond in 1950 wereldwijd een zelfstandige industrie voor de productie van houtspaanmaterialen. Het gaat hierbij om platen of vormdelen uit spanen of vezels van loof- en naaldhout maar ook houtachtige eenjarige planten (bijv. stro of vlas). In DIN 4076 zijn deze houtspaanplaten naar soort, opbouw en dichtheid geclassificeerd. Door de productie van houtmateriaalplaten werd ook het ontstaan van de industriële meubelproductie mogelijk.

Hedendaags worden de houtmaterialen grof onderverdeeld in:

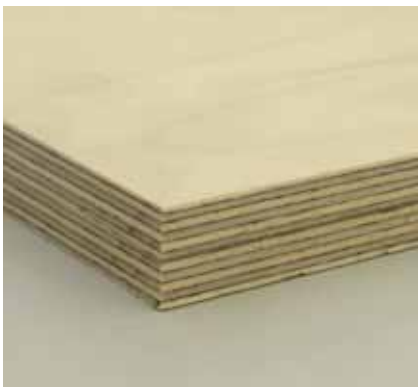
- **Massiefhout- en fineermaterialen:**
Bijv. gelamineerd hout; meubelplaat; fineerhout of multiplex platen
- **Houtspaanmaterialen:**
Bijv. vlakpersplaten (algemeen spaanplaat genoemd); sterk geperste platen; grove spaanplaten of OSB (Oriented Strand Board)
- **Houtvezelmaterialen:**
Middeldichte vezelplaten (MDF); hoogdichte vezelplaten (HDF); hardvezelplaten of houtvezelisolatieplaten
- **Hout-composietmateriaal:**
Bijv. Wood Plastic Composites (WPC) – thermoplastisch verwerkbaar composietmaterialen van hout en kunststof; lichte bouwplaten – sterke dekplaten met een lichte kern van schuim, balsa of bewapening van karton of kunststof (honingraat); kunsthars geperst hout (pantserhout) – verdicht materiaal van beukenhoutfineer en kunsthars (dichtheid 900 – 1400 kg/m³)



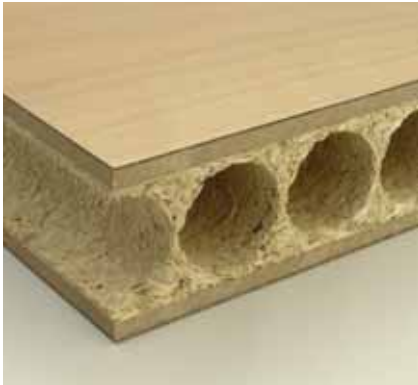
Blokplaat met lattenvulling

Het doel bij al deze houtmaterialen is, ondanks de onregelmatige eigenschappen van hout, een regelmatig materiaal te creëren in minimaal twee dimensies. Een symmetrische laagopbouw ten opzichte van het midden van de plaat is daarbij wel een vereiste, om vervormingsvrije platen te waarborgen.

Bij **massiefhout en fineermaterialen** worden quasi regelmatige eigenschappen bereikt doordat de enkele houtlagen ten opzichte van elkaar in tegengestelde vezelrichting met elkaar verlijmd worden. Bij de verspaning van dergelijke materialen moeten de gereedschappen gelijktijdig voor de bewerking in de lengterichting en in de dwarsrichting van de vezel geschikt zijn. De lijmvoegen veroorzaken doorgaans de hoogste slijtage aan de sneden.



Fineer multiplex



Sterk geperste spaanplaat als kern van een composietmateriaal



Spaanplaat, kunststofbeplakt



MDF-plaat

Bij **spaanplaten** onderscheidt men afhankelijk van het persproces vlakpers of sterk geperste spaanplaten. Bij vlakpersplaten zijn de spanen bij voorkeur evenwijdig aan de plaatrichting gericht. Door doelgerichte beïnvloeding van de grootte van de spanen worden de verschillende lagen met verschillende eigenschappen geproduceerd. Doorgaans worden platen uit drie lagen opgebouwd met grove spanen in de middenlaag en fijne spanen in de beide deklagen voor gladde oppervlaktes. Daar tegenover liggen de spanen bij sterk geperste platen overwegend loodrecht op de plaatrichting. Zij hebben over de totale doorsnede een gelijke structuur.

De indeling van de spaanplaten is volgens de DIN EN 312-1 naar sterkte en vochtbestendigheid:

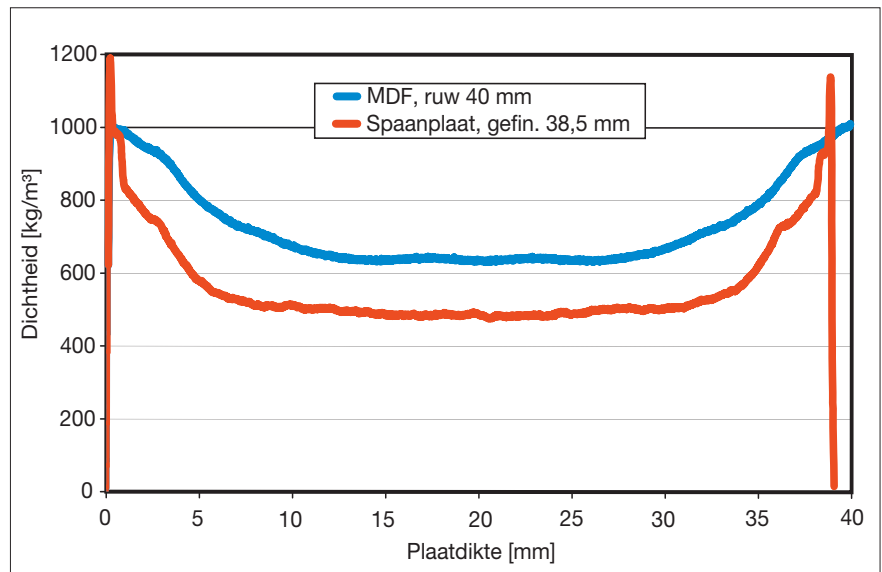
Algemene toepassing (statisch niet dragend)	Algemeen toepasbaar, ook voor dragende bouwdelen	Zwaar belastbaar voor dragende bouwdelen
P1 voor lichte bekledingen binnen	P4 binnen	P6 binnen
P2 voor meubel- en interieurbouw binnen		
P3 buiten	P5 buiten	P7 buiten

Gedurende het productieproces kunnen schimmeldodende en brandvertragende middelen voor speciale toepassingen aan de platen toegevoegd worden.

Als belangrijkste kenmerken zijn toch hun dichtheid en hun sterkte van belang. De in de meubel- en interieurbouw veel gebruikte halfzware houtspaanplaten (bijv. vlakpersplaten) hebben een dichtheid van 450 tot 750 kg/m³. Door de opslag van hout worden ook houtvreemde stoffen zoals zand en kleine steentjes in het productieproces meegenomen, zodat spaanplaten een bepaald zandgehalte bevatten. Het zandgehalte en de grootte van de partikels zijn maatgevend voor de slijtage aan de gereedschappen, waardoor bij de industriële verwerking overwegend diamant gereedschappen ingezet worden. Vanwege de schaarste van grondstof wordt steeds meer afvalhout in spaanplaten verwerkt, waardoor het aandeel verontreiniging toeneemt.

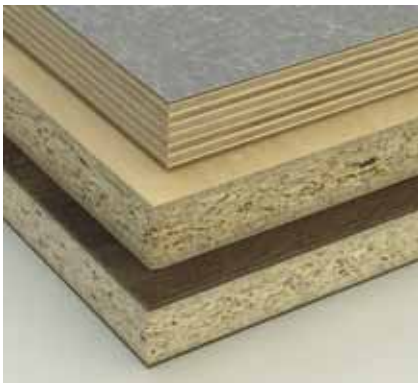
De variatiebreedte van de spaanplaat aangaande samenstelling en de daarmee bereikte eigenschappen, de buigzaamheid en de decoratieve toplagen zorgen voor een gevarieerde en veelvuldige bewerking in de meubel- en interieurbouw.

Overeenkomstig hun samenstelling en hun productieproces onderscheidt men naast de houtspaanmaterialen ook de **houtvezelmaterialen**. Uit hout of andere ligno-cellulosehoudende vezelgrondstoffen worden zowel poreuze vezelplaten met dichtheden vanaf 230 kg/m³ als ook middelharde, harde en extra harde vezelplaten met dichtheden tot meer dan 800 kg/m³ geproduceerd. De variatiebreedte van de spaanplaat aangaande samenstelling en de daarmee bereikte eigenschappen, de buigzaamheid en de decoratieve toplagen zorgen voor een gevarieerde en veelvuldige bewerking in de meubel- en interieurbouw.



Dichtheid profiel van spaanplaat en MDF

Als doorontwikkeling van spaan- en vezelmateriaal in de jaren 80 zijn de zogenaamde “**middeldichte vezelplaten**” (**MDF**) in de meubel- en interieurbouw steeds belangrijker geworden. MDF-platen kunnen op basis van hun homogene structuur net zoals massiefhout aan de oppervlakte en de kanten geprofileerd en gelakt worden. Zij worden hoofdzakelijk van bastvrij naaldhout geproduceerd, dat in meerdere stappen tot gedroogde fijne vezels voorbereid wordt. Vervolgens wordt deze substantie met emissiearme lijmen samengeperst tot een plaat met bij benadering constante dichtheid. De dichtheid ligt doorgaans tussen 600 kg/m³ en 1000 kg/m³. Volgens DIN EN 316 wordt onderscheid gemaakt tussen HDF (≥ 800 kg/m³), licht-MDF (≤ 650 kg/m³) en ultralicht-MDF (≤ 550 kg/m³).



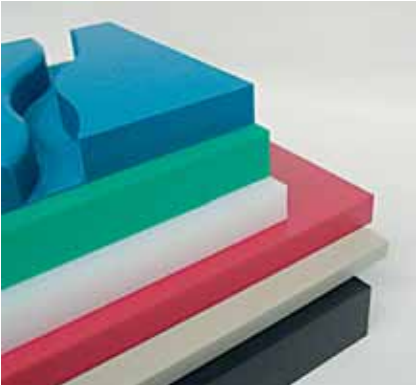
Beplakte plaatmaterialen

Voor de bewerking met machin gereedschappen moet naast de fysieke en chemische eigenschappen van de materialen ook gelet worden op de **soort toplaag**. Houtmateriaal in alle soorten worden vaak helemaal klaar met toplaag geleverd. De oppervlakte kan uitgevoerd worden als fineer, lak, papier, tot en met kunststoffen in verschillende laagdiktes en hardheden. Typische vertegenwoordigers van de laatste categorie zijn melaminehars- of HPL-toplagen (High-Pressure-Laminaten). Hardheid en structuur van de top lagen vereisen aangepaste snijgeometrieën voor een uitbreukvrije bewerking. Overlays van laminaatpanelen, die ter verhoging van de slijtvastheid van korunddeeltjes voorzien zijn, veroorzaken de hoogste slijtage aan de gereedschapsneden.

Zoals bijna geen ander materiaal hebben houtmaterialen in hun vele verschillende soorten uitvoeringen de vorm van het product, maar ook het verwerkingsproces veranderd. Met elk nieuw type materiaal worden andere eisen aan de machin gereedschappen gesteld. Uitbreukvrije snijkanten en precieze profileringen moeten met rationele productiemethodes mogelijk zijn. Iedere doorontwikkeling bij het houtmateriaal leidt derhalve ook tot nieuwe daarop afgestemde gereedschap uitvoeringen en nieuwe bewerkingsprocessen.

11.1 Materiaalkennis

11.1.3 Kunststoffen



Thermoplastische kunststoffen
(massief materiaal)



Geëxtrudeerde kunststof profielen



Vezelvorming van polymeren bij
thermoplasten (principe weergave)



Glansgefreesde vlakken aan
PMMA-werkstuk

Kunststoffen bestaan uit lagen met in elkaar gekronkelde molecuulketens, de polymeren, die weer uit hun basiseenheden, de monomeren samengesteld zijn. Het soort verbinding van de polymeren onder elkaar is bepalend voor de eigenschappen van de kunststoffen. Men onderscheidt hier de hoofdgroepen thermoplasten, duroplasten en elastomeren.

De overeenkomst van alle kunststoffen is een lage dichtheid en een geringe warmtegeleiding. De verschillende eigenschappen van de kunststofsoorten moeten in acht genomen worden bij de verspanende bewerking. Alleen op het materiaal afgestemd gereedschap en inzetparameters bereiken een optimale kwaliteit, rendement en productie zekerheid.

Thermoplasten

Bij thermoplasten zijn de molecuulketens mechanisch in elkaar “gehaakt”. Een typische eigenschap van de thermoplast is dat zij een verwekingstemperatuur hebben. Wordt de thermoplast boven deze temperatuur verwarmd, is het zacht en laat het zich vervormen. Onder deze materiaalafhankelijke temperatuur blijven thermoplasten in de oorspronkelijke vorm. Daardoor kunnen thermoplasten in het productieproces zoals spuitgieten, extruderen en omvormen veredeld worden.

Voor het verhogen van de stevigheid kunnen thermoplastische kunststoffen ook met vezels versterkt worden. Doorgaans gaat het om korte vezels, waardoor de extrudeerbaarheid behouden blijft. Deze techniek vindt men bijvoorbeeld bij kozijnprofielen, om niet een stalen inleg te hoeven gebruiken.

De verwekingstemperatuur begint afhankelijk van de kunststof bij $\sim 60^{\circ}\text{C}$, dus bij een temperatuur die bij de verspanende bewerking relevant is. Wordt de verwekingstemperatuur bij de bewerking overschreden, verslechtert de snijkwaliteit. Spanen smelten, het gereedschap kleeft aan en de kwaliteit en productieveilgheid zijn niet meer zeker. Naast speciale tandgeometrieën en spaanruimten is de keuze van procesparameters van doorslaggevend belang. De toegestane snijsnelheden zijn doorgaans lager dan bij de houtbewerking.

Transparante thermoplasten zoals PC en PMMA vormen een uitzondering. Vaak is een transparant snijvlak vereist. Voorwaarden hiervoor zijn absoluut gladde snijkanten zonder zichtbare slijp-groeven, een speciale snijgeometrie en natuurlijk stijve machines met goede demping. Met gepolijste hardmetaal sneden kunnen goede snijkwaliteiten bereikt worden. Voor absoluut glanzende oppervlaktes is monokristallijne diamant de eerste keus. Als men al deze moeite niet neemt, is het gevolg een mat snijvlak.



Structuur van duroplasten
(principe weergave)



Composiet plaatmateriaal



Structuur van elastomeren
(principe weergave)



Elastomeer met weefseltoevoeging

Duroplasten

Bij duroplasten zijn de molecuulketens bij “knooppunten” door chemische bindingen onlosmakelijk met elkaar verbonden. Als een duroplast verwarmd wordt, beginnen de monomeren te bewegen. De intensiteit van deze trillingen neemt bij een stijgende temperatuur toe. Bij overschrijding van een kritische temperatuur worden de knooppunten onomkeerbaar losgebroken. Het gevolg is: duroplasten worden bij een materiaal specifieke temperatuur vernietigd, de ontledingstemperatuur. Deze ligt boven de 150°C. Duroplastische materialen worden gebruikelijk gegoten of bij composietmaterialen geperst. Zij zijn normaal gesproken hard en broos.

Om eigenschappen van duroplasten te verbeteren, worden **versterkingen** in de vorm van hardpapier (Pertinax), glasvezels (GFK), koolstofvezels (CFK), aramidvezels (AFK) in de duroplastische massa toegevoegd. De verschillende combinaties van deze materialen krijgen nieuwe aanduidingen FR2, FR3, FR4, CEM1, CEM 3,... (bijv. FR4 komt overeen met epoxyhars met glasvezel).

Typische voorbeelden van duroplastische materialen zijn bijv. composiet lamellenmaterialen of High-Pressure-Laminaten (HPL-materiaal) van melamine- of phenolhars gedrenkt papier, printplaten (PCB) van hardpapier of PU-schuim.

De temperatuur staat bij de bewerking niet op de voorgrond. De snijsnelheden zijn hoger dan bij thermoplasten. Vanwege de broze materiaaleigenschappen en de slijtende werking van de ingebedde vezels onderscheiden de gereedschappen zich in geometrie en snijstoffen ten opzichte van de bewerking van thermoplasten.

Elastomeren

Elastomeren zijn zachte kunststoffen, ook wel “rubber” genoemd, die elastisch vervormen en bij het loslaten weer de oorspronkelijke vorm aannemen. Deze eigenschap is gebaseerd op een grofmazig netwerk van de molecuulketen. Deze verweken niet bij verwarming. De verspanende bewerking is mogelijk, maar komt zelden voor. De moeilijkheid is meestal het opspannen van het werkstuk.

Minerale bestanddelen worden met een bindmiddel in de plaatmaterialen gebonden. De materiaal specifieke eigenschappen worden bepaald door het aandeel en soort bindmiddelen en minerale bestanddelen.

In vergelijking tot houtmaterialen dient met een lagere snijsnelheid gewerkt te worden.



Mineraal materiaal

Acrylgebonden mineraal materiaal

(Bijv. Corian, Hi-Macs, Kerrock, Noblan, Surell, Varicor, Velstone)

Dit materiaal bestaat tot tweederde uit natuurlijke mineralen (bijv. aluminium hydroxide, veldspaat) die in een matrix uit acrylpolymeren (PC) gebonden zijn. Het materiaal is vervormbaar door warmte op basis van het hoge aandeel acryl. Het aandeel minerale stoffen verhoogt de verwekingstemperatuur van het kunststof, wat tot een betere bewerkbaarheid leidt. Dit materiaal laat zich principieel met sneden van hardmetaal of polykristallijne diamant verspanen. Zeer grote minerale partikels kunnen de diamant snede beschadigen, zodat in dit geval het gebruik van hardmetaal sneden aanbevolen wordt.

Acrylgebonden minerale materialen zijn er als platen van 4 tot 20 mm dikte en als vormdelen (bijv. wastafels). Zij worden doorgaans op houtmateriaal platen aangebracht en laten zich nagenoeg naadloos door lijmen en frezen verbinden. Op deze wijze kunnen bouwdelen met een massief karakter geproduceerd worden. Om zo recht mogelijke en splintervrije zaagsnedes te bereiken, wordt het gebruik van trillingsdempende cirkelzaagbladen van het type "AS-Folie" aanbevolen.



Perliet-plaat

Brandvertragende platen op perliet-basis

Kenmerkend voor deze materialen is de sterk slijtende werking op de gereedschapbody. Vooral de stambladen van cirkelzaagbladen zijn onderhevig aan deze problematiek. De spaanruimte wordt uitgesleten. Als gevolg hiervan kan de tand afbreken, alhoewel de hardmetaalsnede nog niet versleten is. Daarom wordt de inzet van speciale gereedschapsuitvoeringen met slijtage beschermde grondlichamen en drukstukken aanbevolen.



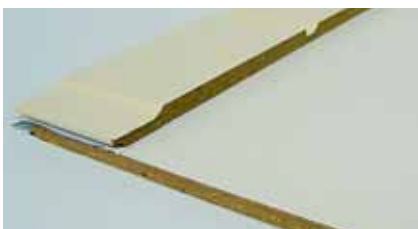
Gipskarton-/gipsvezelplaat

Gipsvezel, gipskartonplaten

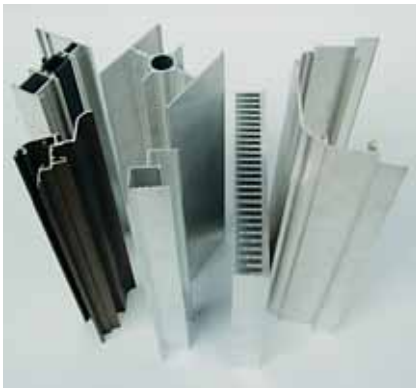
Deze materialen worden zowel in droge als in "natte" toestand bewerkt. In natte toestand wordt aanbevolen om hardmetaal als snijmateriaal te gebruiken. In tegenstelling tot nat plaatmateriaal wordt bij de droogbewerking diamant als snijstof aanbevolen.

Cementvezelplaten

Een bijzonder kenmerk van cementvezelplaten is de hoge dichtheid. Foutief gekozen machineparameters leiden tot de vorming van vonken bij de verspanende bewerking. Hardmetaal heeft als snijstof een geringe standtijd, waardoor zelfs bij handaangevoerde machines (Power Tools) diamant als snijstof toegepast wordt.



Cementvezelplaat



Aluminium-extrudeerprofielen

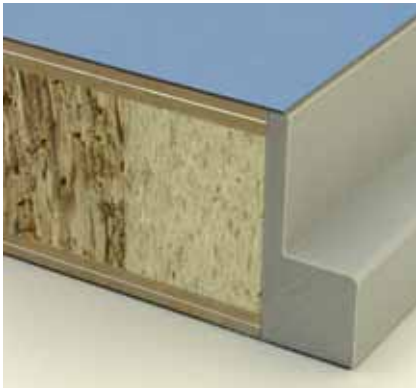
Typische vertegenwoordigers van de **NE-metalen** (niet-ijzer-metalen), zijn aluminium, koper, messing, zink. Men onderscheidt deze in giet- en smeedlegeringen. Smeedlegeringen zijn buigzamer en laten zich beter verspanen dan gietlegeringen. Zij zijn met vergelijkbare gereedschappen bewerkbaar, zoals deze voor de houtbewerking toegepast worden.

Aluminium-smeedlegeringen zijn de meest voorkomende vertegenwoordigers van NE-metalen. Zij komen voor als holle of massieve profielen, als blik of als top- of tussenlagen bij houtmaterialen. Voor een betere verspaanbaarheid is silicium eraan toegevoegd. Si-gehalte >12% leidt tot een hogere slijtage aan de gereedschapsnede, waardoor hier diamant sneden aan te bevelen zijn. Bij Si-gehaltenes <12% neigt het aluminium tot thermisch lassen met de gereedschapsnede bij de verspaning, er vormt zich snel een zogenaamde opbouwsnede. Hardmetaal gereedschappen dienen daarom – waar mogelijk – met gebruik van koelsmeermiddelen (minimale smering) ingezet te worden.

Voor de droogbewerking zijn gereedschappen met een diamant snede (PKD) zeer geschikt. Op basis van de zeer hoge warmtegeleiding en de geringe wrijving van diamant wordt de opbouwsnede vermeden en een hoge bewerkingskwaliteit bereikt. Voor het opdelen van holle profielen worden zaagbladen met speciale tandvormen en kleine, deels negatieve spaanhoeken ingezet, om het inhaken van de tand in de dunne stangen te vermijden. Folie zagen zijn bijzonder geschikt voor het splintervrij afkort- en verstekzagen op grond van hun trillingsdemping.

Een **composietmateriaal**, ook “composiet” genoemd, bestaat uit twee of meer verbonden materialen met het doel de verschillende materiaaleigenschappen met elkaar te combineren. Het composietmateriaal bezit andere eigenschappen dan de enkele componenten.

Men onderscheidt hierbij in basis twee grote groepen:



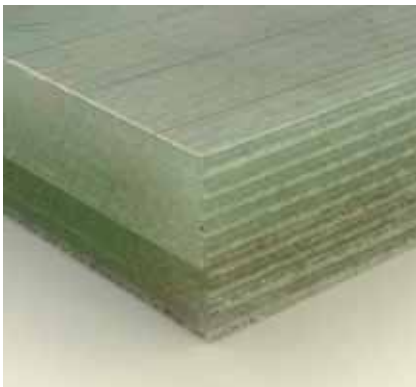
Lamellen composietmateriaal

Lamellen composietmateriaal, bijv.:

- Composietplaten (bijv. multiplex of meubelplaten)
- Sandwichplaten (stabiele deklagen met lichte kern)
- Honingraatplaten (honeycomb)
- Spaanplaten met lamellen van aluminiumblik (dempingslaag)
- Kozijnonderdelen met isolatiemateriaal als middenlagen
- Vloerpanelen met HDF-kern en diverse oppervlaktes (PVC, kurk, vilt)
- Aluminium topmateriaal (Alu-deklagen met kunststofkern of minerale kern bijv. Alucobond®)

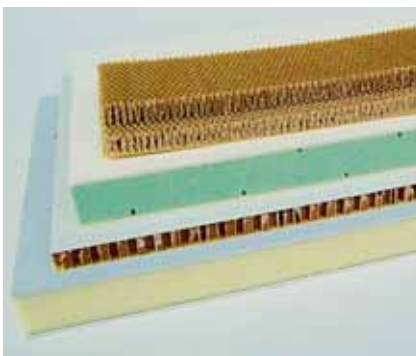
Vezelgebonden materiaal, bijv.:

- Koolstofversterkte kunststof (CFK)
- Glasvezelversterkte kunststof (GFK)
- Aramidvezelversterkte kunststof (AFK)
- Natuurvezelversterkte kunststof (NFK)
- Wood-Plastic-Composieten (WPC)
- Vezelcementplaten



Vezelgebonden materiaal

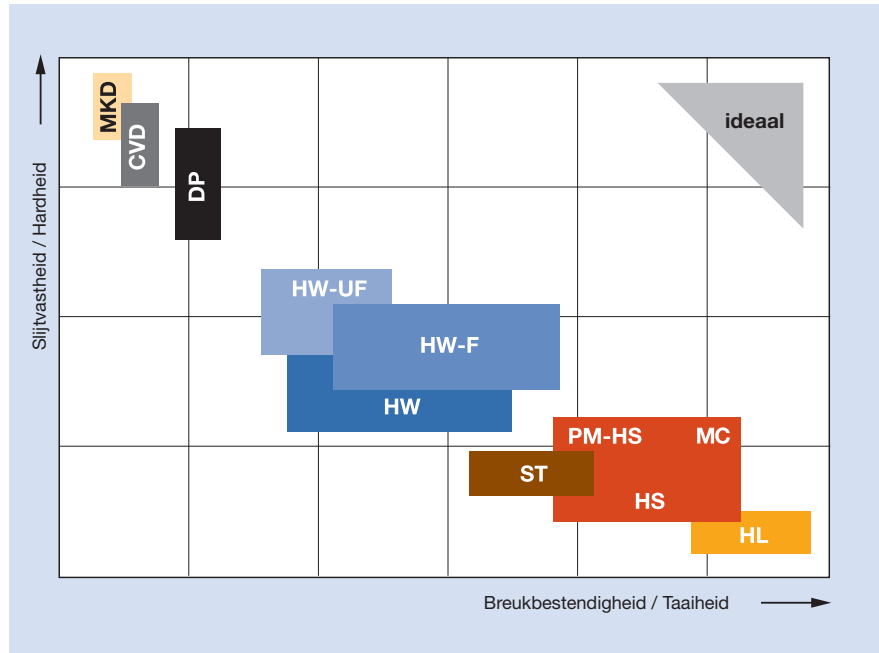
De moeilijkheid bij de bewerking bestaat uit de vaak tegenstrijdige eisen van de enkele materialencomponenten aan de gereedschapsnede, waardoor het gereedschap doorgaans voor het speciale composietmateriaal ontworpen moet worden. Bij lamellen composietmaterialen kunnen zelfs verschillende snijstoffen ter bewerking van de verschillende lagen naast elkaar ingezet worden (zogenaamde Hybride-gereedschappen). Door de verschillende stijfheden van de enkele componenten bestaat vaak het gevaar van delaminatie ten gevolge van de inwerkende snijkrachten.



Lichtbouw materiaal met honingraat of schuimkern

11.2 Snijstoffen

Aan de snede wordt het geld verdiend! Slijtvaste snijstoffen en scherpe snijkanten zorgen voor lange standtijden en hoogwaardige oppervlaktes. Het gehele potentieel van een snijstof kan pas benut worden met de juiste snijgeometrie en hangt weer van het verspaningsproces en de eigenschappen van de te verspanen materialen af.



Snijstoffen voor de hout- en kunststofbewerking

De “ideale snijstof” dient extreem hard en gelijktijdig taai te zijn. Deze “alleskunner” bestaat echter niet. Tegenwoordig varieert het assortiment snijstoffen in de houtbewerking van taai gereedschapstaal tot de hardste stof in de wereld, het diamant. Op grond van de enorme veelvoud aan materialen en gereedschapsuitvoeringen heeft iedere snijstof zijn toepassing:

Tabel: indeling van de hardmetalen in verspaningsgroepen volgens ISO 513

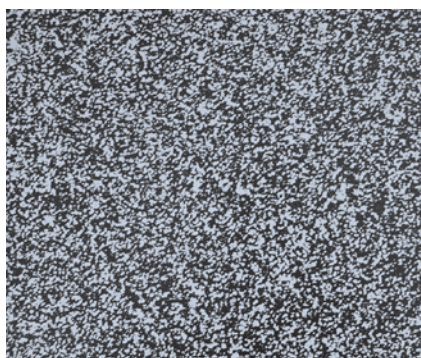
K-soorten: WC + bindmiddel
P- en M-soorten: extra met WC-TiC en WC-TaC mengkristallen voor hogere warmtebestendigheid.

Groep	Toepassing / materiaal	Code	Hardheid	Taaiheid
P	Staal, gietstaal, langspanend smeedstaal	P01	↑	↓
		P10		
		P20		
		P30		
		P40		
M	Staal, gietstaal, mangaanhardstaal, aust. staal, automatenstaal, gelegeerd gietijzer	M10	↑	↓
		M20		
		M30		
		M40		
K	Gietijzer, hard gietstaal, kortspanend smeedstaal, gehard staal, nonferro metalen, kunststoffen, hout, houtmateriaal	K01	↑	↓
		K05		
		K10		
		K20		
		K30		
		K40		

Snijstof met afkorting	Samenstelling, productie	Eigenschappen en toepassingsmogelijkheden
SP Gelegeerd gereedschapstaal	Legeringsaandeel < 5% (C > 0,6%). Weinig carbide daardoor minder hard en warmtebestendig. Smeltmetallurgische productie.	Uithardbaar tot 60 HRC. Voor de massiefhoutbewerking in het handmatige bereik bijv. als profielmessen voor universele messenkoppen.
HL Hooggelegeerd gereedschapstaal	Legeringsaandeel > 5% Legeringselementen Cr, Mo, W vormen met koolstof carbide, die hardheid en slijtvastheid bewerkstelligen. Minimaal 1 legeringselement > 5% Bijv. 12% Cr en 2% C. Smeltmetallurgische productie.	Uithardbaar tot 63 HRC. Zeer corrosiebestendig door hoog Cr-aandeel. Bij voorkeur gebruik bij schaven van zachte houtsoorten, bijv. massieve frezen voor de productie van groef en messing bij hoge aanvoersnelheden.
HS Hoogprestatiesnelstaal (HSS)	Legeringsaandeel > 12% Legeringselementen W, Mo, V, Co vormen met koolstof carbide, die hardheid en slijtvastheid bewerkstelligen. Schmeltechnische productie, aansluitend walsen – lijnvormige verdeling van de carbide Poedermetallurgische productie (PM-HS) – hoger legeringsaandeel mogelijk, homogene carbide verdeling.	Uithardbaar tot 65 HRC. Aanbevolen toepassing bij massiefhoutbewerking overwegend zachte houtsoorten, bijv. schaafmessen vingerlasfrezen, profielblankets of opgelegde profielfrezen. Beduidend langere standtijd dan HL-staal. De beste verhouding van taaiheid en hardheid wordt bij poedermetallurgisch geproduceerd HS-staal bereikt (PM-HS).
ST Gietlegeringen op kobalt basis	Verregaand ijzervrije legeringen uit de elementen: Co, W, Cr. Smelttechnische productie.	Hardheid 40 tot 58 HRC. Bijzonder corrosie- en temperatuurbestendig, taai (kleine snijhoek aan de snijkant mogelijk). Typische toepassingen: bewerking van vezelige of vochtige, zuurhoudende houtsoorten, bijvoorbeeld in zaag- of schaafwerkgebied als ook de bewerking van eiken, meranti en populieren.



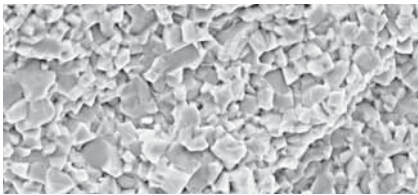
Lijnvormige structuur bij smelttechnisch geproduceerd HS-staal



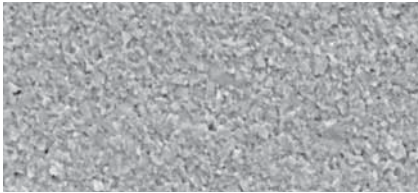
Homogene structuur bij PM-HS-staal



11.2 Snijstoffen



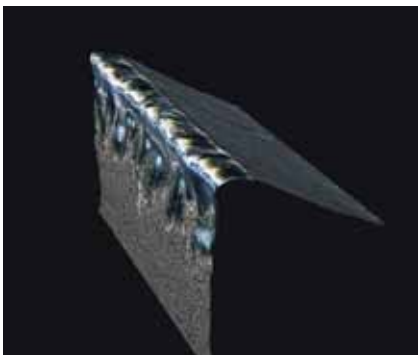
Breukvlak van een standaard hardmetaal



Breukvlak van een UF-hardmetaal



Scherpkantige slijtage van een gecoate HS-sneede



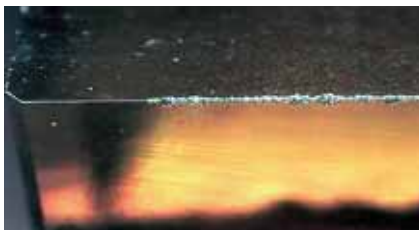
Verrondings- en kolslijtage van een ongecoate HS-snijkant

Snijstof met afkorting	Samenstelling, productie	Eigenschappen en toepassingsmogelijkheden
<p>HW Hardmetaal</p>	<p>Sintermateriaal van metaalcarbide en metalen bindmiddelen (hoofdzakelijk WC + Co). Poedermetallurgische productie door mengen en persen van poedervormige materialen en aansluitend sinteren bij hoge druk en temperaturen. Volgens ISO 513 worden K-, M- en P-verspaningsgroepen onderscheiden.</p>	<p>Hardheid tussen HV 1300 en 2500. Door korrelgrootte en bindmiddelgehalte kunnen hardheid en taaiheid in andere bereiken gestuurd worden. Universele snijstof voor de houtbewerking met brede toepassing voor noestig zacht hout met lijmvoegen bij plaatmaterialen tot aan massieve kunststoffen. Zeer fijne hardmetalen maken scherpe snijkanten mogelijk als eis voor lakklare oppervlaktes.</p>
<p>SC (MC) Staal, gecoat</p> <p>HC Hardmetaal, gecoat</p>	<p>2 – 3 µm dikke harde coating op de snede. Coatingstoffen: Nitride, Carbide, Carbo-Nitride of Oxi-Nitride uit de elementen Ti, Al, Cr, Zr. De productie vindt plaats door een vacuüm coating proces. Door de coating ontstaat een nieuwe snijstof. Het substraat is niet meer alleen verantwoordelijk voor de slijtagebestendigheid, maar zorgt ook voor een ondersteunende functie voor de coating.</p>	<p>Oppervlaktehardheid tussen HV 1600 tot 3500. De chemische en abrasieve slijtvastheid aan de oppervlakte van de snijkant wordt door het substraat duidelijk verhoogd. Daardoor blijven de sneden langer scherp en de wrijving wordt vermindert. Standtijdverhogingen tot en met het vijfvoudige van ongecoat gereedschap zijn mogelijk. Deze eigenschappen blijven ook na het slijpen behouden. Aanbevolen inzetgebieden: massief hout, thermoplastische kunststoffen, NE metalen.</p>

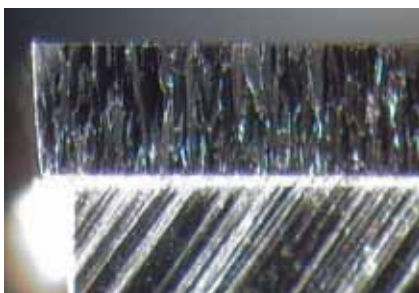
11.2 Snijstoffen



Snede van DP – polykristallijne diamantlaag (boven) opgesinterd op hardmetaal-substraat (onder)



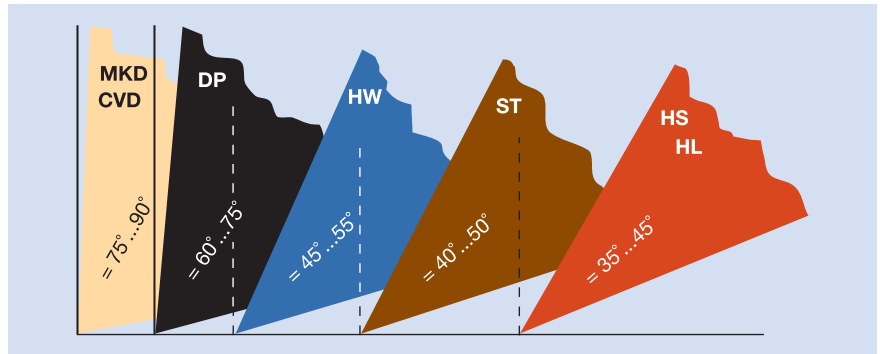
Snede van DM – monokristallijne synthetisch diamant



CVD – diamantlaag van staafvormige diamant kristallen, gesoldeerd op hardmetaal

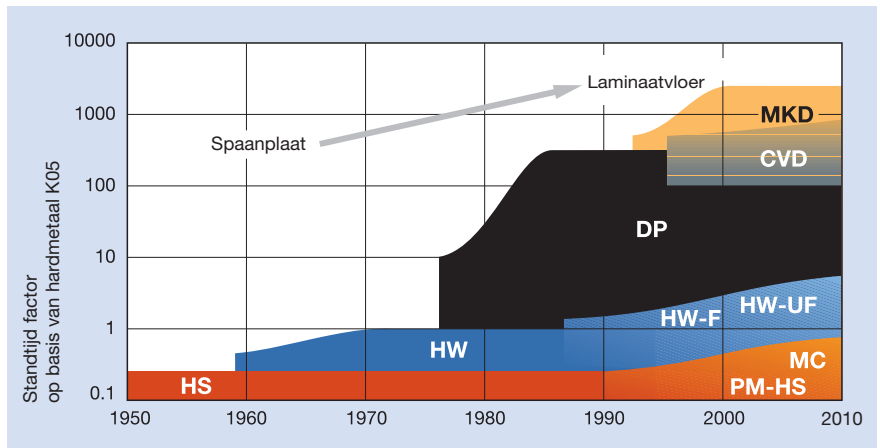
Snijstof met afkorting	Samenstelling, productie	Eigenschappen en toepassingsmogelijkheden
DP Polykristallijne Diamant (PKD)	Gesinterde laag (0,3 – 0,6 mm) van diamantkristallen of hardmetaal ondergrond. Diamant korrelgrootte: 1 – 30 µm. Productie door hogedruk synthese. Diamantkorrels sinteren met elkaar tot een laag en worden gelijktijdig met een hardmetaal-substraat verbonden. Door de diffusie van Co uit het hardmetaal tussen de diamantkorrels wordt het diamant elektrisch geleidbaar en kan door vonkerosie bewerkt worden.	Bestaat uit de hardste stof, slijtage begint bij de korrelgrenzen, zeer goede warmtegeleiding. Naast de korrelgrootte kunnen hardheid en taaiheid in bepaalde bereiken beïnvloed worden. Het inzetbereik van DP-snijstoffen varieert van hardhout en spaan- en vezelplaten tot sterk slijtende materialen zoals vezelcementplaten, vloerlaminaat of vezelversterkte kunststoffen (composieten). Bijzonder geschikt voor de droogbewerking van NE-metalen.
DM Monokristallijne Diamant	Diamant-monokristal (structuur zonder korrelgrenzen). Productie door hogedruk synthese. Alleen in afmetingen van enkele millimeters te leveren. Bewerking alleen door slijpen met diamant mogelijk.	Harder dan DP. Zeer gladde snijkanten te produceren, gezien geen korrelgrenzen aanwezig. Inzetgebied bij sterk slijtende laminaatoplagen of bij de glansbewerking van transparante kunststoffen of NE-metalen.
CVD Polykristallijne Diamant laag	Diamantlaag van 0,5 mm dikte van met elkaar verbonden staafvormige diamant kristallen, gesoldeerd op een hardmetaal drager. Productie door plasma-CVD-coatingproces. Door toevoeging van boor elektrisch geleidbaar en daardoor te eroderen.	Harder dan DP en DM omdat geen metalen bindmiddel aanwezig is en de diamantkorrels met hun roostervlakken willekeurig geordend zijn. Inzet bij bepaalde laminaat-toplagen.

11.2 Snijstoffen



Snijstof specifieke hoekgeometrie

Op basis van de verhouding van hardheid en taaierheid is er voor iedere snijstof een specifieke hoekgeometrie voor een optimale verspaanprestatie. Harde, brossere snijstoffen hebben een stabiele snijhoek nodig, waardoor de snede niet uitbreekt. Minder harde, daardoor taaier snijstoffen hebben een "giftigere" hoek, om niet gelijk stomp te worden. Hardmetaal heeft veel mogelijkheden in vormgeving en is daarom in nagenoeg alle toepassingen te vinden.

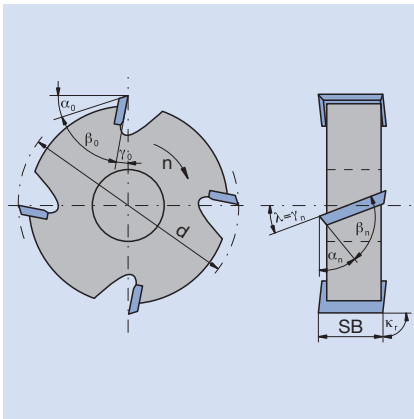


Standtijdverhoging door snijstofontwikkeling

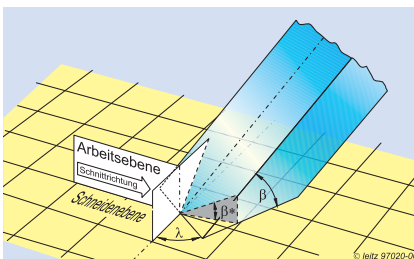
Het doel van alle ontwikkelingen in snijstoffen zijn langere standtijden. Daarbij vereisen nieuwe materiaalsoorten de ontwikkeling van een nieuwe snijstof. Zo bracht de spaanplaat ooit het hardmetaal en later ook de polykristallijne diamant, de laminaatvloer bracht de monokristallijne en CVD-diamant en de verlijmde houtsoorten zorgden voor de komst van de fijnkorrel hardmetaalsoorten. Op deze wijze konden de standtijden sinds de opkomst van het plaatmateriaal in de voorgaande 50 jaren meer dan verduizenvoudigd worden.

11.3 Basisbegrippen verspaning

11.3.1 Snijgeometrie en hoekaanduidingen



Snijgeometrie en hoekaanduidingen

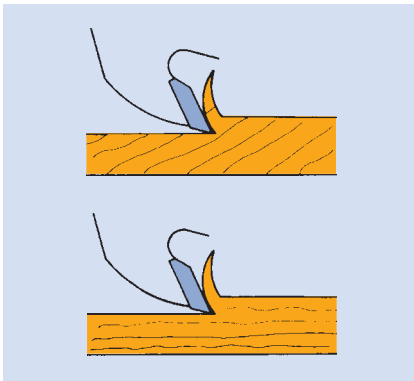


“Trekende snede” – schering zorgt voor een verkleining van de snijhoek in de snijrichting

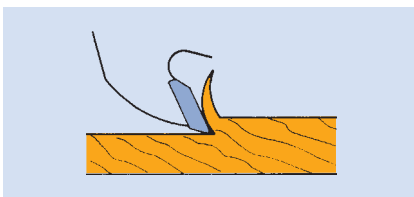
Grootte	Symbol	Betekenis
Spaanhoek (Gamma)	γ	Beïnvloedt snijkrachten en voorsplijting. Bij kopshout en taaie materialen een grote spaanhoek, bij harde brosse materialen een kleine spaanhoek.
Snijhoek (Beta)	β	Belangrijk voor stabiliteit van de snede. Snijstof specifieke minimale snijhoek aanbevolen, waardoor de snijkant niet uitbreekt.
Vrijloophoek (Alpha)	α	Vermindert de wrijving tussen snede en werkstuk en het verharzen van de snede.
Schering (Lambda)	λ	Bereikt een “trekkende snede”. Werkt als spaanhoek voor de naar voren hangende nevensnede (snedeflank). Beïnvloedt de spaanstraal in axiale richting.
Instelhoek (Kappa)	κ_r	Vergroot de insnijdboog van de snede. Bij instelhoek $< 10^\circ$ zijn nagenoeg geen snede ingrepen zichtbaar (bijv. bossing-gereedschap).
Spaanhoek van de nevensnede	γ_N	Komt overeen met schering van de hoofdsnede.
Snijhoek van de nevensnede	β_N	Belangrijk voor de stabiliteit van de nevensnede. Normaal gesproken groter dan de schering van de hoofdsnede.
Vrijloophoek van de nevensnede	α_N	Vermindert de wrijving tussen nevensnede en werkstuk en het verharzen van de nevensnede.
Diameter	d	Bij profielgereedschap is de nul diameter (vaak de kleinste diameter) maatgevend voor de bewerkingspositie van het gereedschap. De maximale diameter is maatgevend voor het toelaatbare toerental n_{max} en voor botsproeven.
Snijbreedte	SB	Bepaalt de maximale bewerkingsbreedte van het gereedschap.

11.3 Basisbegrippen verspaning

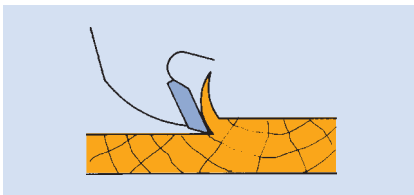
11.3.2 Snijrichtingen en freesbewerkingen in de houtbewerking



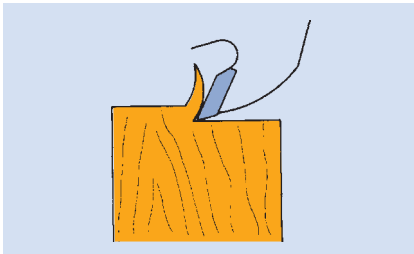
Langssnede met de vezel mee



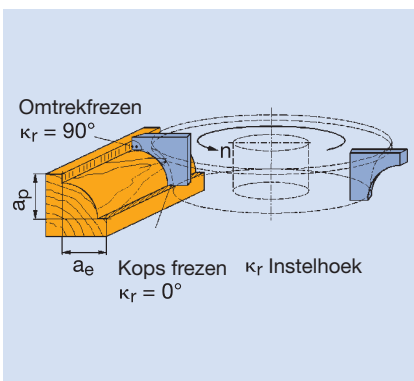
Langssnede tegen de vezel in



Dwarssnede



Koppsnede



Freesproces als voorbeeld "profielfrezen"

Op basis van de onregelmatigheid van hout als natuurlijk gegroeid materiaal kunnen in principe **drie snijrichtingen** onderscheiden worden:

a) Langssnede

1) Met de vezel mee

Lichte bewerking – zeer goede oppervlaktekwaliteit bij hoge aanvoersnelheden mogelijk.

2) Tegen de vezel in

Moelijke bewerkbaarheid in verband met voorsplijting. Deze snijrichting dient door geschikte freesstrategieën, bijvoorbeeld door het omkeren van de draairichting (tegenloop/meeloop), waar mogelijk vermeden worden.

b) Dwarssnede

Lagere snijkrachten, echter licht ruwe oppervlakte, omdat houtvezels "geschild" worden.

c) Koppsnede (kopszijde)

De vezels worden loodrecht op het vezelverloop doorgesneden. Daaruit resulteren hoge snijkrachten en licht ruwe oppervlaktes. Bij snede uitrede bestaat het gevaar van uitsplinteren van de vezels, waardoor met kleine tanden, dan wel met kleinere tandaanvoeren en deels ook tegen contrahout gefreesd wordt.

Bij vergroeiingen in hout en in het bereik van noesten kunnen alle snijrichtingen tezamen voorkomen. Door speciale freestechnieken en werkstukuitvoeringen voor het voor- en tegenfreen wordt een gelijkmatig goede bewerkingskwaliteit mogelijk.

Afhankelijk van de positie van het oppervlakte creërende snedebereik onderscheidt men verschillende **freesbewerkingen**:

a) Diameterfreen

De werkstuk oppervlakte wordt door de aan de diameter werkende snede van het gereedschap bewerkt. Deze snede is voor de oppervlakte bepalend. Rotatievlak van het gereedschap en de bereikte werkstukoppervlakte staan loodrecht op elkaar. De ingesloten hoek is $\kappa_r = 90^\circ$ en wordt met de instelhoek aangegeven.

Voorbeeld: schaven, strijken.

b) Zijdelings vlakfreen

De werkstukoppervlakte wordt door de zijdelings werkende sneden van het gereedschap bewerkt. De zijdelingse gereedschapszijde is oppervlaktebepalend. Rotatievlak van het gereedschap en de bereikte werkstukoppervlakte zijn parallel. De ingesloten hoek (instelhoek) is $\kappa_r = 0^\circ$.

Voorbeeld: verspanen, cirkelzaagbladen, afplatten.

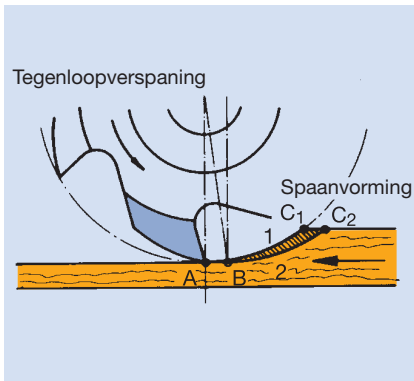
c) Profielfrezen

Profielfrezen is een combinatie van diameterfreen en kopsfreen – ongeacht of het om kolf- of asgatgereedschap gaat. Over het algemeen zijn bij profielfrezen de overgangen van omvangssnede naar koppsnede vloeiend. Iedere voorkomende instelhoek ($0^\circ \leq \kappa_r \leq 90^\circ$) kan voorkomen.

Voorbeeld: afrondprofielen, vingerlasprofielen of alle sierprofielen – maar ook fasen, sponningfreen, groeven of slissen.

11.3 Basisbegrippen verspaning

11.3.3 Verspaningskinematica



Spaanvorming in tegenloop

a) Tegenloop

Snijbeweging van het gereedschap en de relatieve aanvoerbeweging van het werkstuk zijn tegengesteld aan elkaar. De aansnede vindt plaats bij spaandikte "nul". Voordat zich een spaan vormt en langs het spaanvlak kan wegvliegen, drukt de snede aan het begin van de insnijdboog tegen het werkstuk. Gedurende deze aansnedefase wordt de latere werkstukoppervlakte gevormd. Met toenemende snede-intrede wordt de spaan op basis van de stijgende spaandikte stabiel. De spaanvorming wordt dan door breuk- en slijtprocessen (de zogenaamde voorslijting) beïnvloed.

AB: schraapbereik.

B, C1, C2: langgerekte spaan.

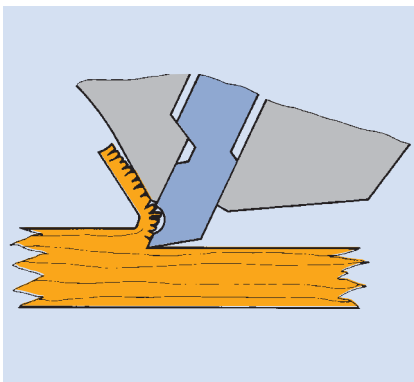
Voordelen:

Door benutting van de voorslijting worden snijkrachten en aandrijfvermogens lager en langere standtijden bereikt. Een lager aandrijfvermogen is nodig.

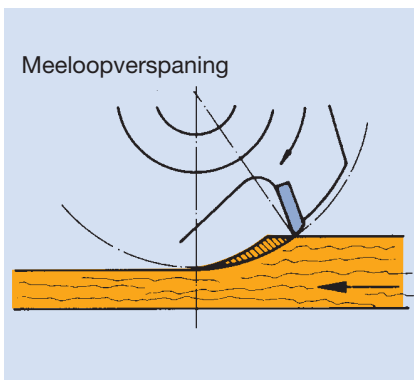
Nadelen:

Als de vezelrichting en daarmee de slijttrichting van de snede in de richting van de goede zijde van het werkstuk loopt, zorgt de voorslijting voor een ruwe oppervlakte met vezeluitbreuken. Spaanbrekers voor de snede zorgen voor een voortijdige breuk van de spaan en verkleinen daarmee de voorslijting.

In het bijzonder bij de stationaire productie op CNC-bewerkingscentra, waarbij de vezel- en aanvoerrichting continu veranderen, zijn daarom speciale freesstrategieën aan te bevelen om ongunstige vezelsnijrichtingen te vermijden.



Werkking van een spaanbreker



Spaanvorming in meeloop

b) Meeloop

Alleen voor mechanische aanvoer.

Snijbeweging en relatieve aanvoerbeweging van het werkstuk zijn gelijkgericht. De aansnede vindt plaats bij maximale spaandikte, die tot en met de snede-uitrede tot "nul" gereduceerd wordt. Met toenemende snede-intrede wordt de spaan dunner en zachter. Het gevaar van voorslijting wordt kleiner.

Voordeel:

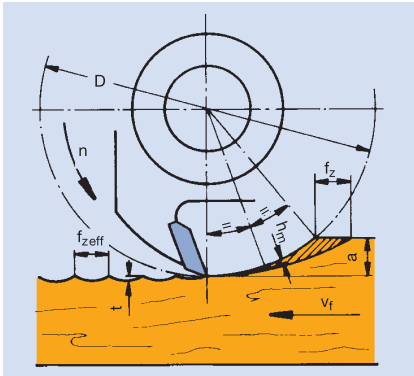
Bij ongunstig vezelverloop worden relatief goede oppervlaktes bereikt. Lagere aanvoerkrachten maken hoge aanvoersnelheden mogelijk.

Nadeel:

Op basis van een lagere voorslijting worden de sneden sterker belast en slijten sneller. De gereedschap standtijd is circa 30% lager dan in tegenloop.

Het gevaar ontstaat van werkstukterugslag, oftewel het inhaken van de gereedschapsnede en versnellen van het werkstuk door de snijsnelheid. Daarom is bij handaanvoer op basis van de mogelijkheid op ongevallen alleen toegestaan in tegenloop te werken.

Bij het omvangsfrezen (bijv. schaven, strijken, profileren) wordt de oppervlakte van het werkstuk door de omvangssnede bereikt. Door het overlappen van de gereedschapsrotatie met de lineaire aanvoerbeweging vormen zich opeenvolgende snede-intredes in de vorm van golven op het oppervlak. Afstand, diepte en gelijkmatigheid van deze zogenaamde machineslag, ook mesaftekening genoemd, bepalen maatgevend de kwaliteit van de bewerkte oppervlakte. Zij worden beïnvloed door de diameter van de sneden, het werkzame aantal tanden, het toerental en de aanvoersnelheid.



Oppervlaktevorming en spaangrootte als voorbeeld "omvangsfrezen"

Op dezelfde manier gelden deze voorwaarden ook voor koppsnijdende gereedschappen zoals verspaners of cirkelzaagbladen. In plaats van de rondloop betreft het daar de vlakloop.

Betekeningen en samenhang van de formules:

$v_c = \pi \cdot D \cdot n / (1000 \cdot 60)$	Snijsnelheid [$m \cdot s^{-1}$]
$n = v_c / (\pi \cdot D) \cdot (1000 \cdot 60)$	Toerental [min^{-1}]
$v_f = f_z \cdot n \cdot Z / 1000$	Aanvoersnelheid [$m \cdot min^{-1}$]
$f_z = v_f / (n \cdot Z) \cdot 1000$	Tandaanvoer [mm]
$f = v_f / n \cdot 1000$	Messenslaglengte bij gejointe gereedschappen Aanvoer per omwenteling [mm]
$f_{z\text{eff}} = f_z \cdot (Z=1) = f$	Effectieve tandaanvoer [mm] Messenslaglengte bij "éénmesfinish" [mm]
$t = f_z^2 / (4 \cdot D)$	Messenslagdiepte [mm]
$h_m = f_z \sqrt{a_e / D}$	Gemiddelde spaandikte [mm]
$a_e =$	Radiale snede-intrede, snijdiepte [mm]
$a_p =$	Axiale snede-intrede, snijbreedte

Deze formules zijn cijfermatige vergelijkingen.

Alle grootheden moeten met de in [rechthoekige haakjes] staande eenheid ingevuld worden.

Hoogwaardige oppervlaktes moeten een messenslag in gelijkmatige afstand van 1,3 – 1,7 mm vertonen. Met toenemende messenslaglengte daalt de oppervlaktekwaliteit en verhoogt de standtijd.

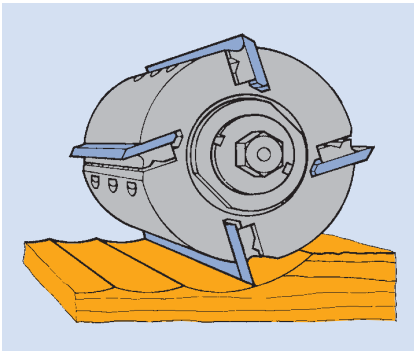
Met afnemende messenslaglengte neemt de gemiddelde spaandikte h_m af. Als gevolg daarvan stijgen wrijving en slijtage, de standtijd daalt.

Eénmesfinish

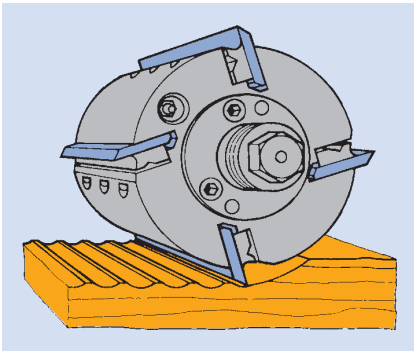
De sneden van een meersnedig gereedschap liggen niet allemaal op exact dezelfde diameter door de uiteindelijke productietoleranties. Bij een conventionele gereedschap opspanning (passingspeling as/naaf + asmoer) wordt normaal gesproken de werkstukoppervlakte door één snede bepaald. Men spreekt hier van éénmesfinish. De overige sneden delen wel de verspaningsinspanning op, maar vormen niet de werkstukoppervlakte. Hun intredeftekening (messenslag) wordt door de verst uitstekende snede gevormd.

11.3 Basisbegrippen verspaning

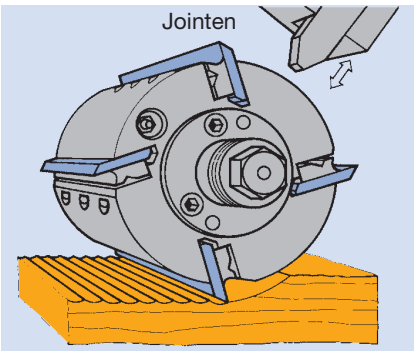
11.3.4 Bewerkingskwaliteit



Oppervlaktevorming bij conventioneel opgespannen gereedschappen



Oppervlaktevorming bij hoognauwkeurige gereedschappen met centrerende aansluiting



Oppervlaktevorming bij gejointe gereedschappen met centrerende aansluiting



Kwaliteitscriterium "mate van golving"

De zichtbare tandaanvoer op het werkstuk $f_{z\text{eff}}$ komt overeen met een één-snedig gereedschap ($Z = 1$). Bij een voorgeschreven messenslagbreedte op de werkstukoppervlakte als kwaliteitscriterium blijft de aanvoersnelheid tot de verhouding bij $Z=1$ ingeperkt.

$$\rightarrow f_{z\text{eff}} = v_f / (n \times 1) \times 1000 = f$$

(f = aanvoer per gereedschapsomwenteling)

Meermessenfinish

Door een centrerend opspansysteem zoals hydrospanning, krimpverbinding of HSK kunnen rondloopfouten van een gereedschap wezenlijk verminderd worden. Daarbij wordt de snede-intrede van meerdere sneden op de oppervlakte zichtbaar. Hun aantal en afstand zijn op basis van een overblijvende rondloopfout ongedefinieerd (niet gelijkmatig). In combinatie met een hoge balanceerkwaliteit van het gereedschap (beter dan G 6,3) kan bij veel toepassingen al met een dergelijke messenfinish bij hoge aanvoersnelheden een toereikende goede bewerkingskwaliteit bereikt worden, bijvoorbeeld bij de groef- en messingbewerking van panelen of bij het profileren van lijsten.

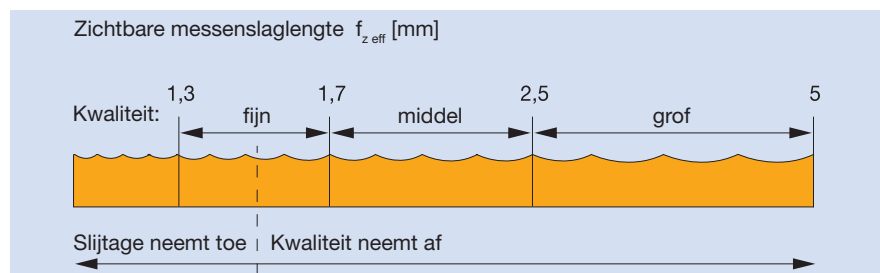
Pas door een achteraf uitrichten van de gereedschapsneden in μm -bereik, het "jointen", wat bij het volle bewerkingstoerental op de machine-as uitgevoerd wordt, kan een rondloopfout van "nul" bereikt worden. In deze situatie tekenen alle sneden een gelijkmatige afstand op de werkstukoppervlakte af. Door deze technologie kan de aanvoersnelheid verveelvoudigd worden bij een gelijke kwaliteit zoals bij de éénmesfinish.

$$\rightarrow f_{z\text{eff}} = v_f / (n \times Z) \times 1000 = f_z$$

(f_z = aanvoer per tand)

Criteria voor de bewerkingskwaliteit

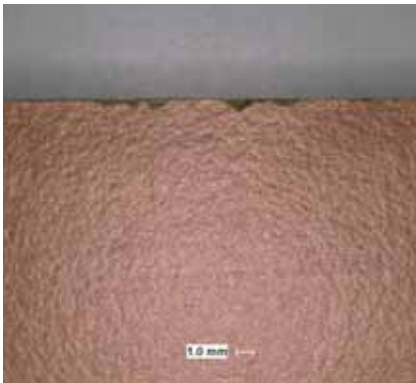
Inzet parameters en de standtijd van een gereedschap worden aan de hand van de bewerkingskwaliteit gemeten. Voor de beoordeling van oppervlaktes, bijvoorbeeld bij schaven, zijn de afstand en de diepte van de zichtbare snede-intrede maatgevend. Bij plaatmateriaal met toplaag wordt vooral gekeken naar uitbreukvrije werkstukanten.



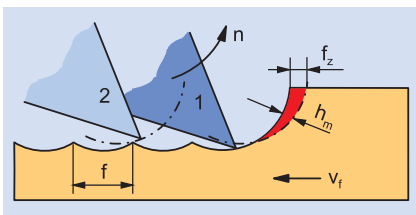
Voor de **afstand van de zichtbare snede-intrede** (messenslag) is de frequentie waarmee de tanden ingrijpen van de meest uitstekende tand verantwoordelijk. De overige sneden maken wel spanen, echter bereikt hun intredeboog niet de bewerkte oppervlakte. Daarom wordt speciaal bij schaven de techniek van jointen ingezet, waardoor alle sneden gelijkmatig op de geschaafde oppervlakte aftekenen.

11.3 Basisbegrippen verspaning

11.3.4 Bewerkingskwaliteit

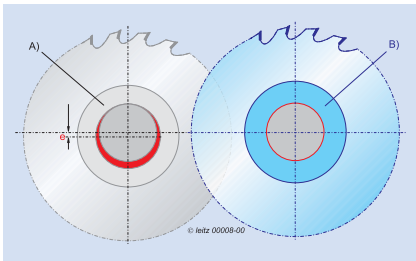


Kwaliteitscriterium "uitbreuk"



De tandraanvoer f_z bepaalt de gemiddelde spaandikte h_m

$$f_z = \frac{V_f}{n \times Z}$$



Centrerende gereedschapopname

A) Conventionele opname met passingspeling en excentriciteit "e"

B) Centrerende opname zonder passingspeling

Balanskwaliteit: $G = e \cdot w$

De **diepte van de snede-intredeboog** wordt door de gereedschapsdiameter bepaald, maar ook door onbalans en trillingen.

Voor het kwaliteitscriterium **uitbreuken of kantenuitbreuken** is de gemiddelde spaandikte h_m van doorslaggevende betekenis. Met toenemende gemiddelde spaandikte worden de spanen stabiel en neigen eerder tot breken en voorsplijten. Als gevolg daarvan ontstaan beschadigingen aan het te bewerken werkstuk, bij massiefhout in de vorm van uitbreuken of uitsplinteren, bij plaatmaterialen in de vorm van kantenuitbreuken. Daarom kan de aanvoer per tand niet onbepaald verhoogd worden. De mogelijke aanvoer per tand hangt weer af van de gereedschapsdiameter en de intrredeboog van de gereedschapsnede. Daarom zijn er voor ieder materiaal specifieke richtwaarden voor de aanvoer per tand f_z in relatie tot het soort bewerking bijv. zagen, verspanen, schaven, bovenfrezen, boren.

Onbalans en rondlooppfouten leiden tot verschillende gemiddelde spaandiktes aan de snede van een gereedschap. De dikste spaan wordt begrensd door het verspaningsvermogen. Des te beter de rond- en vlaklooppauwkeurigheid van de gereedschapsnede, des te gelijkmatiger is de gemiddelde spaandikte van iedere snede en des te groter is de mogelijke aanvoer per tand f_z . Bij een constant astoerental n en aantal tanden Z betekent dat: gereedschap met hoge balanskwaliteit en kleine rondlooppfouten maken hogere aanvoersnelheden mogelijk.

Gelijktijdig treedt met een hogere aanvoersnelheid een strekken van de snede-intredeboog op, met het neveneffect dat andere snedes (ook wanneer in onregelmatige afstanden) de oppervlaktevorming mede bepalen. De wet van "éénmesfinish" geldt hier niet meer.

Centrerende gereedschapopnames zoals hydro opspanning, krimpspan-techniek of HSK elimineren de passingspeling tussen gereedschap en machine-as en zijn daarom een wezenlijke eis voor lage onbalans (beter dan $G 6,3 \text{ mm s}^{-1}$) als ook een precieze rond- en vlakloop van de sneden (beter dan $0,02 \text{ mm}$). Voorwaarde is dat de gereedschappen met een centrende gereedschapopname geslepen worden.

Wanneer als kwaliteitscriterium uitbreukvrije vlakken en uitbreukvrije kanten vereist zijn en de bewerkte vlakken langgestrekte golven vertonen, dan kunnen dergelijke geproduceerde gereedschappen ook zonder jointen bij veruit hogere aanvoersnelheden ingezet worden dan bij éénmesfinish. Voorbeelden hiervan zijn profielfrezen met veel tanden voor de panelenproductie (laminatpanelen, groef- en messingprofielen) die zonder jointen bij aanvoersnelheden boven de 200 m min^{-1} gebruikt kunnen worden of verspaner gereedschap voor het formatteren van meubelplaten, die tot 100 m min^{-1} gaan.

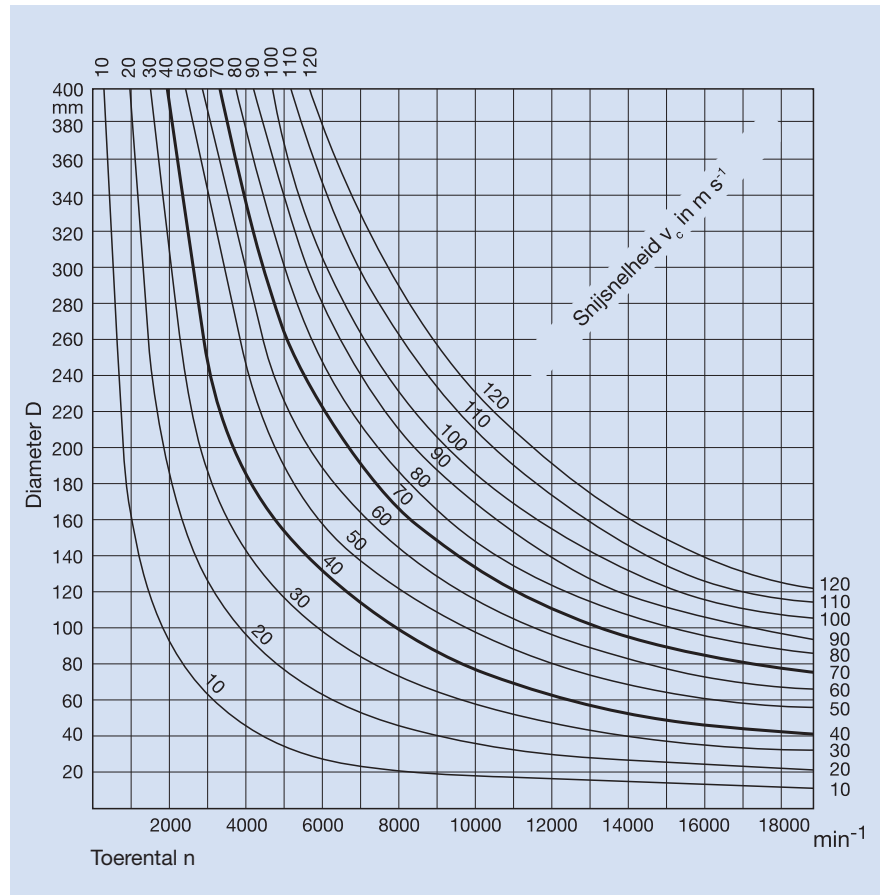
Bij de keuze van de geschikte machinegereedschappen zijn vele – deels van elkaar afhankelijke – factoren van invloed. Het doel, een eersteklas houtoppervlakte, een uitbreukvrije zaagsnede en een precies gat te maken, vereist dat snijstof, gereedschap en machine inzetdata precies op de materiaal eigenschappen en daarmee ook op elkaar afgestemd worden. Het gereedschap wat uiteindelijk gemaakt is, is het resultaat van veel onderzoek en overwegingen die aan ieder gereedschapsontwerp voorafgaan.

Bepaling van de snijsnelheid in relatie tot toerental en gereedschapsdiameter

De curves tot snijsnelheden in m s^{-1} , bepaald door toerental en gereedschapsdiameter. Het aanbevolen toerental kan bepaald worden als gereedschapsdiameter en snijsnelheid bekend zijn. Ook kan de gereedschapsdiameter bepaald worden als toerental en snijsnelheid gegeven zijn.

Afreesvoorbeeld:

	D mm	n min^{-1}	v_c m s^{-1}
Cirkelzaagblad	350	6000	110
Freesgereedschap	160	9000	76
Kolfbovenfrees	52	18000	50

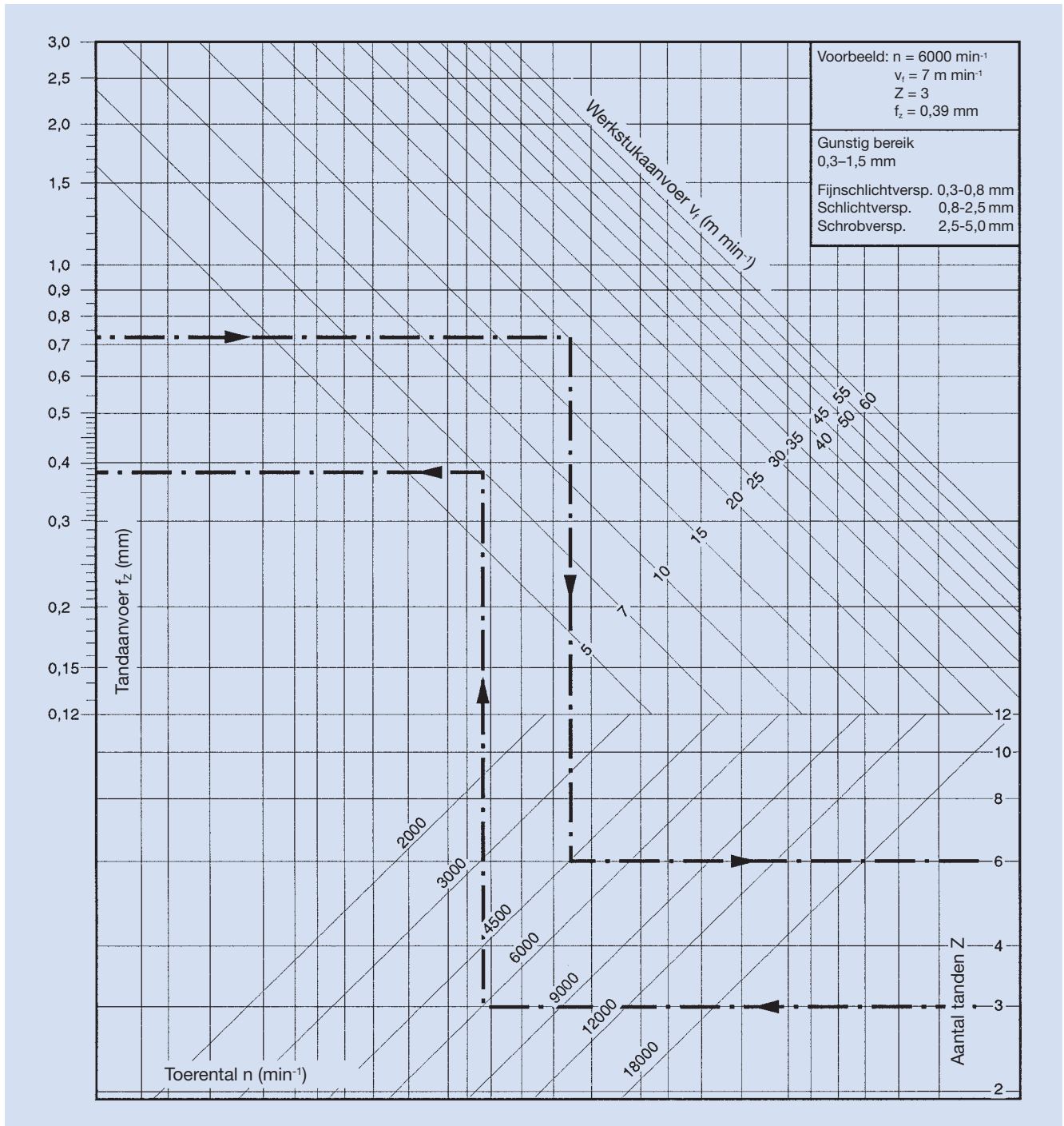


Richtwaarde voor snijsnelheid v_c

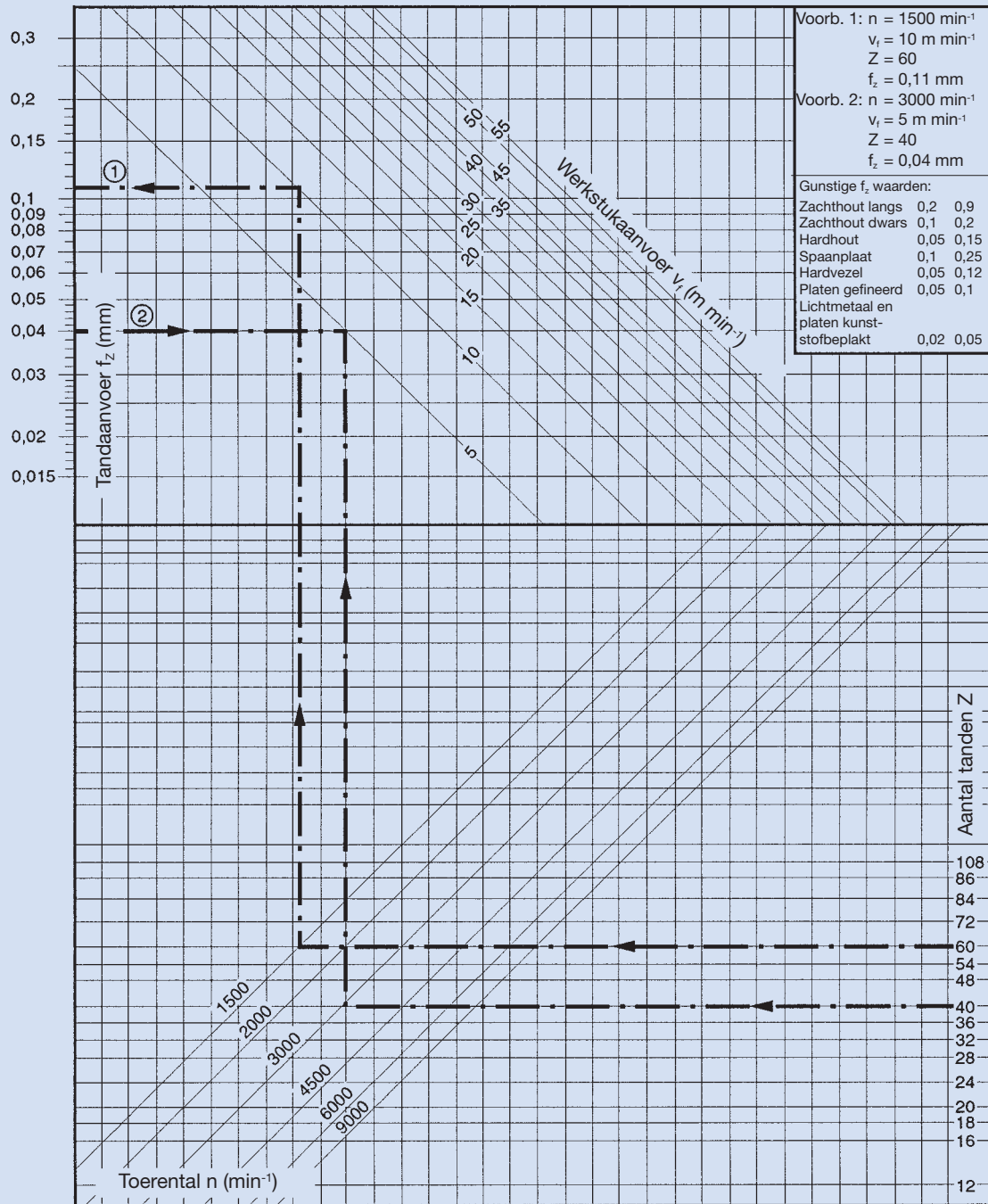
Materiaal	Frezen [m s^{-1}]	Zagen [m s^{-1}]
Zachthout	50-90	60-100
Hardhout	50-80	60-100
Meubelpanelen	60-90	60-100
Spaan- en vezelplaten	60-90	60-90
MDF	60-90	60-90
Plaatmateriaal, beplakt	60-90	60-90
Thermoplasten	40-60	40-70
Duroplasten	30-50	40-60
Minerale materialen	40-60	50-70
Aluminium	30-60	60-90

Die hier aangegeven richtwaarden gelden voor asgatgereedschap met diameter >100 mm. Bij kolfgereedschappen zijn de aanbevolen snijsnelheden op basis van de kleine gereedschapsdiameters en de hogere wrijving bij de bewerking wezenlijk lager (bovenfreesen $10 - 40 \text{ m s}^{-1}$, boren $5 - 10 \text{ m s}^{-1}$).

Bepaling in de inzet parameters voor freesgereedschap
tandaanvoer, aanvoersnelheid, toerental en aantal tanden



Bepaling van de inzet parameters voor cirkelzaagbladen
tandaanvoer, aanvoersnelheid, toerental en aantal tanden



11.4 Machinegereedschappen

11.4.1 Gereedschap soorten



Massief gereedschap
Voorbeeld: HL-profielfrees



Massief gereedschap
Voorbeeld: HW-kolfbovenfrees



Opgelegd gereedschap
Voorbeeld: Diamant strijkfrees



Opgelegd gereedschap
Voorbeeld: HS-vingerlasfrees

Bij de gereedschap soorten wordt er tussen de machinegereedschappen onderscheid gemaakt op basis van hun constructieve opbouw.

Eéndelig gereedschap / massief gereedschap

Massieve gereedschappen zijn uit één stuk geproduceerd. Body en sneden zijn van hetzelfde materiaal gemaakt. Typische vertegenwoordigers van deze gereedschapsoort zijn profielfrezen van HL-staal, kolfrezen en boren van HS-staal of massief hardmetaal. Zij zijn als naslijpbare gereedschappen ontworpen.

Profielfrezen van HS-staal worden vooral bij schaaftwerk ingezet, bijvoorbeeld voor het profileren van groef- en messingkanten. Zij bezitten met hoge aantallen tanden een zeer grote naslijpzone, waardoor zij zeer rendabel zijn bij het frezen van hoge productiemeters. De ééndelige uitvoering maakt ook een zeer nauwkeurige rond- en vlakloop, waardoor aanvoersnelheden tot en met 200 m min^{-1} mogelijk zijn zonder te jointen. Een wezenlijk kenmerk van deze frezen is de spiraalvormige achterslijping in het profiel. Het vrijloopvlak van de snede is convex en volgt de spiraalvorm. Bij het naslijpen van de sneden aan het spaanvlak wordt het gereedschap om zijn as gedraaid. Daardoor blijven de snijhoek en het profiel constant.

Bij de kolfrezen en boren is de reden voor een ééndelige uitvoering anders. Op basis van de kleine diameter komt het vooral op de stijfheid aan, welke bij een body van HS-staal of hardmetaal hoger is dan bij eenvoudig gietstaal. Vaak speelt ook een meer rationele productie een rol.

Opgelegd gereedschap / composietgereedschap

Bij composietgereedschappen bestaan de snede en de body uit verschillende materialen. Beiden zijn door hardsolderen of lijmen materiaalgesloten met elkaar verbonden. Typische vertegenwoordigers van deze gereedschapsoort zijn cirkelzaagbladen met hardmetaal of diamantsneden en HS-, HW- of DP-opgelegde frezen en HW-opgelegde boren.

Het hardsolderen gebeurt bij hoge temperaturen tussen 650°C en 700°C . Doordat bij het afkoelen spanningen ontstaan, moet het snijmateriaal over een toereikende taaiheid beschikken en mag het een bepaalde dikte niet overschrijden. De lijmverbinding heeft als voordeel dat dit bij lage temperaturen gebeurt. Daardoor worden er minder spanningen opgebouwd, waardoor in het bijzonder bij hardmetaal gereedschap de toepassing van hardere slijtvastere soorten mogelijk is.

Opgelegd gereedschap met HS- of HW-sneden wordt overwegend aan het spaanvlak nageslepen. Bij cirkelzaagbladen en groeffrezen is het zinvol ook aanvullend aan het vrijloopvlak die aan de omvang snijdt na te slijpen (verhouding vrijloopvlak ten opzichte van spaanvlak circa 2:1) om het snijmateriaal beter te benutten en een meer standtijden te verkrijgen. Aangezien het vrijloopvlak recht of convex achtergeslepen is, verandert het profiel bij het slijpen slechts gering. Bij verlijmp profielen of vingerlasprofielen dient er op gelet te worden dat gereedschap van een set altijd met dezelfde afname geslepen wordt, zodat het verbindingsprofiel relatief in elkaar past. Het is anders bij diamant gereedschappen. Hier worden de diamant sneden met de hardmetaaldrager in de platenzitting ingesoldeerd zodat de dunne diamantlaag het spanvlak vormt. Het naslijpen kan alleen aan het vrijloopvlak gebeuren. Aangezien de sneden altijd een bepaalde overstand ten opzichte van de gereedschapbody nodig hebben, moeten deze bij het slijpen terug-

11.4 Machinegereedschappen

11.4.1 Gereedschap soorten



Opgelegd gereedschap
Voorbeeld: HW-beslagboor



Omkeermessen gereedschap
voor het strijken en sponningfrezes



Profielmessenkop voor rugvertande
blankets



Profielmessenkop met wisselmessen
en omkeervoorsnijders

gelegd worden. Bij het slijpen aan het vrijloopvlak kan het oorspronkelijke profiel behouden blijven. Het vergroot alleen de spaanhoek.

Gesloten profielen met sterke uitloophoek dienen aanvullend op de radiale vrijloophoek nog een zijdelingse vrijloophoek te bezitten, zodat de snede niet "brandt". Zulke gereedschappen veranderen bij het slijpen in de breedte. Daarom zijn hier tweedelige gereedschapsuitvoeringen nodig om de breedteverandering te kunnen compenseren.

Messenkop / samengesteld gereedschap

Samengestelde gereedschappen worden ook wel messenkoppen genoemd, aangezien de sneden er als losmaakbare messen in gezet zijn. Men onderscheidt hierbij omkeermessen of wisselsystemen, waarbij de snijmessen niet nageslepen kunnen worden, en naslijpbare messenkopsystemen. Alle snijstoffen kunnen gebruikt worden, het meest gebruikt zijn toch de messenkopsystemen met hardmetaal messen.

Het voordeel van messenkopsystemen bestaat daaruit, dat de gereedschapbody weer te gebruiken is en alleen versleten snijplaten vervangen hoeven te worden. Het in- en uitbouwen dient zorgvuldig te gebeuren en vereist zuiverheid om een exacte en veilige positionering van de snede in het gereedschap te waarborgen. Aangezien het wisselen van de sneden normaal gesproken door de gebruiker gebeurt, is hij mede verantwoordelijk voor de precisie en veiligheid van zijn gereedschap.

De eenvoudigste vorm van samengestelde gereedschappen zijn de zogenaamde wisselplaatgereedschappen. Als sneden worden gestandaardiseerde hardmetaalmessen met 2 tot 4 snijkanten toegepast. Na afstamping kunnen deze 1 tot 3 maal omgedraaid worden. De hoofdsneden zijn normaal gesproken rechte omkeermessen, voor de flankenbewerking bij sponningen of groeven worden voorsnijders ingezet en voor de profielkanten radius- of fasemessen. Typische toepassingen zijn strijk-, sponning- en groefgereedschap, maar ook eenvoudige kozijn-gereedschappen. Door de opdeling van een profiel in vele gestandaardiseerde enkelsneden, welke qua geometrie niet aan de specifieke bewerkingssituatie aangepast zijn, wordt in het bijzonder bij rondingen en profielvlakken vaak een matige bewerkingskwaliteit bereikt.

Gereedschappen met naslijpbare messen zijn bijvoorbeeld de rugvertande profielmessenkoppen met HS of HW-messen. Zij kunnen meer dan 30 keer nageslepen worden, behouden hun profiel en zijn uiterst economisch. Daarnaast zijn zulke systemen zeer flexibel, aangezien in één body messen met verschillende profielen opgenomen kunnen worden. Nadeel is de verandering in diameter, waardoor de positie van de machine-as na iedere slijpbeurt opnieuw ingesteld moet worden.

Dit nadeel hebben messenkopsystemen met wisselmessen niet. Doorgaans gaat het hierbij om hardmetaal sneden. Na de wissel van de snede blijven alle maten constant. Echter wordt dit voordeel door een hoog verbruik van duur hardmetaal vaak teniet gedaan, wat tot hoge lopende kosten bij zulke gereedschapsystemen leidt. Daarnaast is het snede profiel aan het profiel van de gereedschapbody gebonden. Zoals bij opgelegde gereedschappen vereist ieder profiel een compleet gereedschap.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.1 Gereedschap soorten

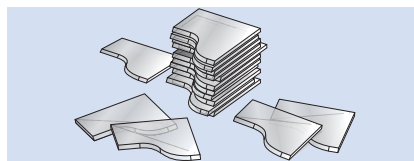


Universele messenkop met steunplaten "VariForm"

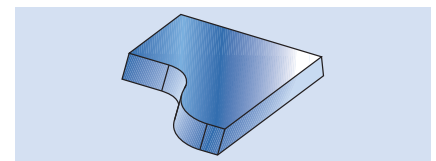
Een compromis wordt gevormd door zogenaamde universele profielmessenkoppen, waarbij de snijplaten niet door de gereedschapbody gesteund worden, maar door profileerbare en uitwisselbare steunplaten (voorbeeld: Vari-Form). Zulke systemen kunnen 2 tot 3 keer nageslepen worden, wanneer een geringe profiel- en diameterverandering acceptabel is.

Naslijpbaar gereedschap

Onafhankelijk of het een frees of messenkopsysteem is, naslijpbare gereedschappen benutten de dure en waardevolle snijstoffen wezenlijk efficiënter dan een wisselsysteem. Zo verbruikt bijvoorbeeld een wisselsysteem met 2 mm dikke hardmetaal messen bij een gelijke standtijd circa 8 tot 10 keer zo veel hardmetaal tegenover een naslijpbaar systeem met 5 mm plaatdikte. Wel veranderen bij iedere naslijpbeurt licht de maten, wat altijd wel een nieuwe setup van de machine en gereedschappen vraagt.



Wisselsysteem (2 mm)
hardmetaalverbruik bij 16 standtijden



Naslijpbaar gereedschap (5 mm)

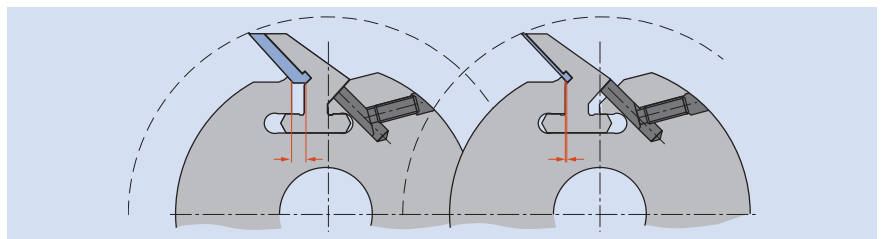
Constantgereedschap

Constantgereedschappen verenigen het rendement van naslijpbare systemen met de handling voordelen van een wisselsysteem. Zij zijn immers als messenkop uitgevoerd. Door een parallel tot de vrijloophoek van het snijprofiel verlopende "schuifzitting" voor het mes zorgt dit ervoor dat het mes na het slijpen aan het spaanvlak altijd weer bij hetzelfde referentiepunt tot aanslag komt. Daardoor blijven profiel en diameter van het gereedschap ook na het slijpen constant. Het afstellen van de aspositie vervalt.



Constantgereedschap
Voorbeeld: schaafkop "VariPlan"

Voorbeelden van zulke zelfafstellende constantgereedschappen zijn de Leitz systemen "ProFix" voor profielbewerking en "VariPlan" voor het schaven.



Principe van functioneren: ProFix-constantgereedschap



Constantgereedschap
Voorbeeld: profielmessenkop "ProFix"

Een andere vorm van constantgereedschap zijn gereedschappen met instelbare sneden. Zij worden danwel bij de inbouw op diameter ingesteld (bijvoorbeeld: schaafkop met rechte schaafmessen) of voor het slijpen met de mate van slijtage naar buiten gesteld en dan op nul diameter teruggeslepen (bijvoorbeeld: strijkmessenkop met cilindrische diamant messen inzet).

Bij de gereedschaptypes wordt er bij de machinegereedschappen onderscheid gemaakt op basis van hun functie.



Typische tandvormen en hun toepassingen.

Voor speciale toepassingen worden ook groepvertandingen toegepast, waarbij meerdere tandvormen gecombineerd worden (bijv. WZ/WZ/FZ). Ter bescherming van snijkant hoeken tegen uitbreuk kunnen alle tandvormen licht aangefaasd worden (beschermingsfase).

Cirkelzaagbladen

Cirkelzaagbladen voor de hout- en kunststofbewerking zijn composietgereedschappen. Zij bestaan uit een stamblad, waarop aan de buitenzijde zaagtanden van hardmetaal of polykristallijne diamant gesoldeerd zijn. Zij dienen voor het opdelen van werkstukken. Om het zaagverlies en de snijkrachten laag te houden, is het streven om zo klein mogelijke snijbreedtes te realiseren. Aan de andere kant vereisen rechte en scherpe sneden zonder uitbreuk een bepaalde stabiliteit van het stamblad, wat altijd tot een compromis tussen snijbreedte en gereedschapsdiameter leidt.

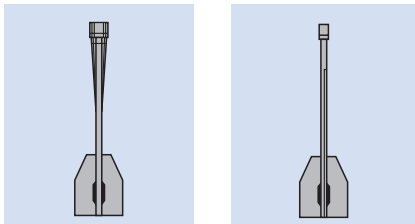
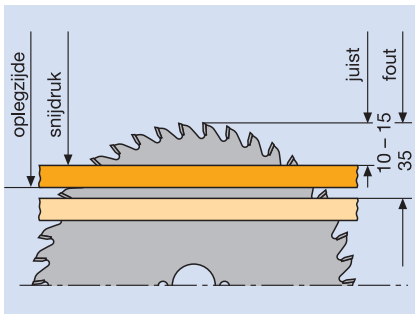
Afhankelijk van werkstukmateriaal en -geometrie zijn er verschillen in de zaagtanden wat betreft tandvorm en hoekgeometrie. Standaard worden positieve spaanhoeken toegepast om de snijkraft gering te houden. Bij dunwandige werkstukken zoals holle profielen zijn negatieve spaanhoeken aan te bevelen om het inhaken van het zaagblad te voorkomen. Het aantal tanden wordt in eerste instantie bepaald door de eisen aan de snijkwaliteit. Als vuistregel geldt: des te hoger het aantal tanden, des te beter is de te verwachten snijkwaliteit en des te geringer het aantal tanden, des te lichter zaagt het zaagblad.

Classificatie van typische tandvormen en hun toepassingsgebied:

	Tandvorm	Toepassingsgebied
	Vlaktand FZ	Massiefhout langs en dwars.
	Wisseltand, positief WZ	Massiefhout langs en dwars als ook verlijmd, houtmateriaal ruw, kunststofbeplakt, gefineerd, multiplex, composietmateriaal, gelamineerd materiaal.
	Wisseltand, negatief WZ	Massiefhout dwars, kunststof holprofiel, NE-metaal extrusieprofielen en stangen.
	Vlak-/trapeziumtand, positief FZ/TR	Houtmateriaal ruw, kunststofbeplakt, NE-metaal extrusieprofielen en stangen, NE-metaal, Al-PU sandwichpanelen, kunststof holprofiel, polymere kunststoffen (Corian, Varicor etc.).
	Vlak-/trapeziumtand, negatief FZ/TR	NE-metaal extrusieprofielen en stangen, kunststof holprofiel, Al-PU sandwichpanelen.
	Holtand/daktand HZ/DZ	Houtmateriaal kunststofbeplakt en gefineerd, voor tweezijdig goede snijkanten op machines zonder voorritsaggregaat, ommantelde profiellijsten (plinten).
	Eénzijdig spits ES	Als de zichtkant eenduidig gedefinieerd is, bijv. voor zagenverspaner, voor het kappen van aanlijmkanten.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.2 Types gereedschap

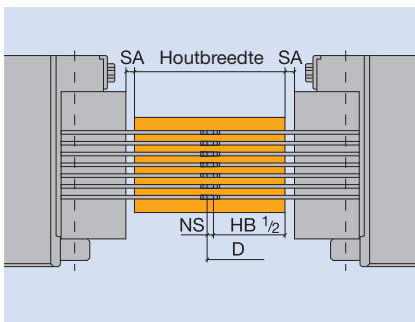


Zaagblad zonder demping

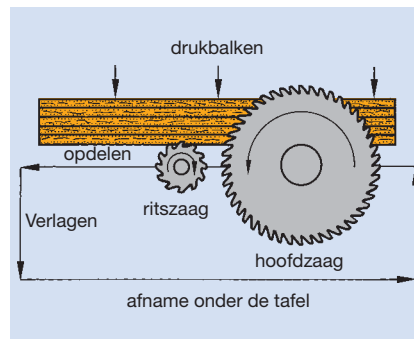
“Foliezaag” met goede geluids- en trillingsdemping



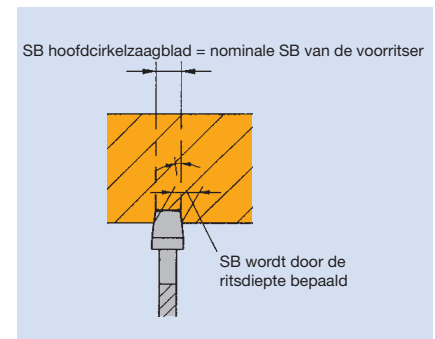
Dunsnede zagenset voor de productie van parketlamellen



De snijkanten aan de zijde van tandintrede vertonen in principe een betere kwaliteit dan de zijde van tanduittrede. Door de instelling van de tandoverstand boven het werkstuk kan de snijkwaliteit in bepaalde mate beïnvloed worden. Als richtwaarde geldt hier een waarde van 10 tot 15 mm. Met grotere tandoverstand verslechtert de kwaliteit aan de zijde van uittrede, met kleinere tandoverstand de kwaliteit aan de zijde van intrede. Voor uitbreukvrije snijkanten aan beide zijden is het gebruik van zogenaamde voorritszagen aan de zijde van uittreden van de hoofdzaag vereist. Dat zijn zaagbladen met een kleine diameter, welke in snijbreedte ca. 0,1 tot 0,2 mm breder zijn dan de hoofdzaag en het werkstuk in meeloop 1 tot 2 mm diep inritsen. Voor de instelling van de snijbreedte op die van de hoofdzaag zijn de ritszagen dan wel tweedelig, dan wel met conische tanden uitgevoerd. Voor platenzagen zonder zulke speciale voorritsaggregaten zijn speciale holtanzagen ontwikkeld die het bij een juiste instelling ook mogelijk maken aan beide zijden uitbreukvrije kanten te verkrijgen, maar in vergelijking tot ritszagen wel een lagere standtijd bereiken.



Platenopdeelinrichting met ritsaggregaat en drukinrichting.



Inzetschema conisch ritszaagblad. Bij het slijpen van de gereedschappen (altijd setsgewijs) moeten de snijbreedtes op elkaar afgestemd worden.

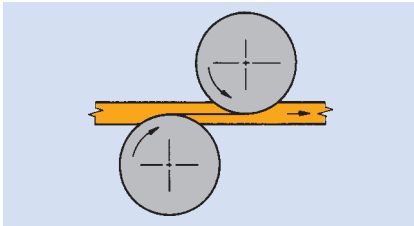
Voor splintervrije oppervlaktes is een goede vlakloop van het zaagblad een eerste vereiste, maar ook een trillingsvrije loop van het zaagblad. Daarom worden de zaagbladen door walsringen op spanning gebracht, waarmee deze ook onder invloed van centrifugaalkracht stabiel lopen. Extra aangebrachte laserornamenten en opgebrachte folie zorgen daarnaast voor een trillingsdemping en zorgen gelijktijdig voor geluidsvermindering. Het grootste effect wordt bij de zogenaamde foliezagen bereikt. De geluidsvermindering bedraagt hier tot en met 10 dB(A), wat overeenkomt met een halvering van de geluidssterkte.

Voor het opdelen bij hoogwaardige houtsoorten, bijvoorbeeld bij de productie van parketlamellen, zijn speciale dunsnedezagen ontwikkeld. De snijbreedtes liggen in het bereik van 1,0 mm tot 1,6 mm afhankelijk van de diameter. De tanden hebben een zeer geringe zijdelingse overstand ten opzichte van het stamblad. Hun toepassing stelt bijzondere eisen aan de droging van houtsoorten en aan de werkstukgeleiding in de machine, in het bijzonder het geleiden van de opgedeelde lamellen.

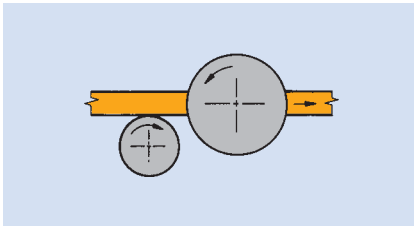
Het slijpen van cirkelzaagbladen moet in het ideale geval aan het vrijloop- en spaanvlak gebeuren, om een maximaal aantal standtijden te realiseren. Daarbij moet het stamblad aan de rug teruggelegd worden. Met een kleiner wordende tand verbetert de snijkwaliteit, aangezien de tandoverstand kleiner wordt en de tand minder trilt. Daarbij verkleint ook de spaanruimte, waar-

11.4 Machinegereedschappen

11.4.2 Types gereedschap



Dubbele verspaners



Ritsen/verspanen



Compactverspaner
Voorbeeld: Diamaster DT



Zaagverspaner

door ook de aanvoersnelheid aangepast moet worden. Bij veel bedrijven worden cirkelzaagbladen alleen aan het spaanvlak nageslepen omdat men niet over de juiste opspanningen beschikt. Om de slijtagezone weg te slijpen, is een beduidend hogere slijpafname nodig dan bij het slijpen van het vrijloop- en spaanvlak. Het zaagblad kan daardoor niet zo vaak nageslepen worden.

Verspaners

Met verspaners worden gereedschappen bedoeld, die met hun zijdelingse sneden de smalle kanten van plaatmaterialen bewerken. Verspaners zijn vlakfrezen en worden voor het formatteren van platen in doorlopmachines ingezet. Om uitbreukvrije snijkanten te bereiken, zijn altijd twee gereedschappen vereist die met tegengestelde draairichting werken. Men onderscheidt “dubbele verspaners” en “ritsen/verspanen”.

Bij “**dubbele verspaners**” werkt op de boven- en onderzijde van het plaatmateriaal steeds één verspaner, waarbij hun sneden in het midden van de plaat overlappen. Beide gereedschappen zijn exact in één lijn uitgericht en bereiken een recht snijvlak, waar later een kantenaanlijming aangezet kan worden. Ter ondersteuning aan de werkstukvoorzijde tegen uitbreuk worden extra uitgeklokte strijkfrezen in tegenloop ingezet.

Bij “**ritsen/verspanen**” wordt de onderzijde van de plaat door een rits-verspaner in meeloop 1 tot 2 mm diep voorgeritst (afhankelijk van de dikte van de decorlaag) en aansluitend door een verspaner van boven in tegenloop bewerkt. Om kantenuitbreuk bij het uittreden van de snede te vermijden, is het spoor van de rits-verspaner circa 0,1 tot 0,2 mm axiaal naar de plaat versprongen, zodat in het snijvlak een kleine trap kan aftekenen. Ter bescherming van de werkstukachterzijde tegen uitbreuk wordt de ritszaag aan het einde van het werkstuk omhoog gedraaid.

Naast de bewerking van de smalle kanten moet verspaner gereedschap ook de materiaal overstand volledig verspanen. Daartoe moeten de omvangs-sneden over een bepaalde verspaningsbreedte beschikken, die bij de meeste toepassingen tussen 5 en 10 mm ligt. Afhankelijk van de gereedschapuitvoering onderscheidt men “compactverspaners” en “zaagverspaners”. Bij compactverspaners zijn alle sneden in één gereedschapbody gezet. Normaal gesproken gaat het hierbij om diamant opgelegd gereedschap. Bij zaagverspaners wordt de bewerking van de smalle kanten overgenomen door een op het grondlichaam opgeschroefd zaagblad, waarbij de resterende materiaaloverstand door de aangeschroefde frezen of zaagsegmenten verspaand wordt. Bij het zaagblad worden normaal gesproken diamantsneden gebruikt, maar voor de verspaning van de materiaaloverstanden is in de meeste gevallen hardmetaal toereikend.



Afhankelijk van het soort decorlagen onderscheidt men verschillende profielvormen bij de verspanersneden, zoals bijvoorbeeld radius-, fase- of éénzijdig spitse sneden. De laatste jaren is een soort trappenprofiel ontwikkeld (bijvoorbeeld: Leitz Diameter DT), waarbij het risico van een beschadiging in de kwaliteitsbepalende snede door vervuiling van de spaanplaat duidelijk verminderd wordt. Voor de bewerking van gefineerde platen zijn er speciale Shredder-sneden, die de vrije fineeroverstanden verkleinen, zodat de afzuiging niet door fineerstroken verstopt raakt.



Messenas "CentroStar"

Messenassen

Bij messenassen gaat het om gereedschap dat vast in de machine ingebouwd is. Men vindt deze hoofdzakelijk bij vlak- en vandiktebanken. Gezien de manier van constructie zijn er samengestelde gereedschappen waarbij de messenwissel in de machine plaats vindt. Om de stilstandtijden te reduceren en het werk aan de machine te verlichten zijn centrifugaal opspansystemen ontwikkeld (bijvoorbeeld: Leitz CentroFix) die de messen bij het aanzetten van de assen zelfstandig opspannen en positioneren. Spiraalschaafmessen hebben zich als bijzonder geluidsarm ruim bewezen, waarbij een gespiraald vlak mes ingebouwd wordt. Deze techniek is echter alleen mogelijk bij messen in HS-staal, niet bij hardmetaal.

Schaafgereedschap

Schaafgereedschappen zijn omtrekfrezen, meestal met doorgaande rechte sneden. Zij zijn als messenkoppen uitgevoerd en dienen voor het maken van rechte oppervlaktes, voornamelijk in de massiefhout bewerking. Als snijstoffen worden HL-, HS- en HW-messen gebruikt. Het aantal tanden ligt tussen $Z = 2$ tot $Z = 36$. De snijbreedtes gaan tot enige honderden millimeters. Voor het pure voorschaven zijn schaaftgereedschappen met gesegmenteerde sneden (HeliPlan) of met riffelprofiel (**VariPlanPlus/RipTec**) in het voordeel. Zij reduceren de voorsplijting en verhinderen een beschadiging van het hout, zodat bij het aansluitend eindschaven wezenlijk gladdere oppervlaktes bereikt kunnen worden.



RipTec – voorschaafgereedschap



Geschaafde oppervlaktes na conventioneel voorschaven



Geschaafde oppervlaktes na voorschaven met RipTec

Conventionele schaaftmessenkoppen beschikken over 2 of 4 sneden en worden met een asgatpassing op de machine gezet. Voor de toleranties wordt de oppervlakte bepaald door één mes. De bereikbare aanvoersnelheden liggen tussen de 9 en 36 m min^{-1} , afhankelijk van het toerental en de vereiste oppervlaktekwaliteit. Schaaftmessenkoppen voor hogere aanvoersnelheden beschikken over een hydro opspanning of een HSK aansluiting die een spelingsvrije en centrerende bevestiging van het gereedschap met de machineas waarborgt. Bij de hydro opspanning worden met vet gevulde kamers in de wanden van het asgat van het gereedschap met een vetpers met druk op spanning gebracht. Door het uitzetten van de kamers verkleint de asgatdia-

11.4 Machinegereedschappen

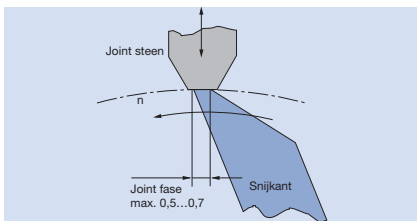
11.4.2 Types gereedschap



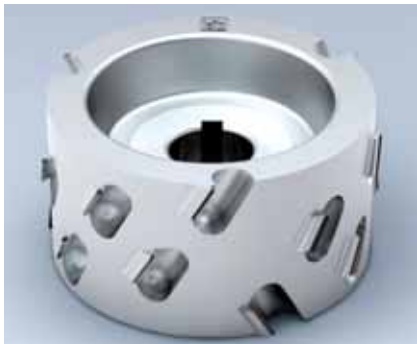
Voorschaafgereedschap „HeliPlan“ met HSK



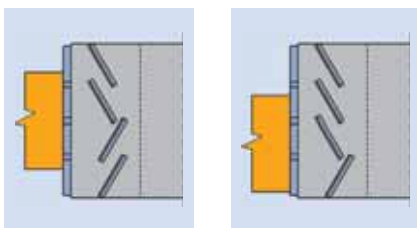
Hoge snelheid schaafkop „Turbo-Plan“



Jointen van een schaafmes



DP-strijkfrees



Symmetrische/asymmetrische snede plaatsing

meter en het gereedschap wordt op de as vastgeklemd. Bij de HSK-opspanning vindt de centrering plaats door een holleschacht kegel die axiaal tegen een vlakke aanleg gezogen en gepositioneerd wordt. Door de centrering worden een hoge balanskwaliteit en de best mogelijke snederondloop bereikt die vereist zijn voor het uitrichten van de sneden in de machine, het “jointen”. Na het jointen hebben alle sneden dezelfde diameter en zijn in gelijke mate bepalend voor de oppervlaktes. Daardoor worden aanvoersnelheden van meer dan 400 m/min mogelijk (afhankelijk van het aantal tanden).

Een verder onderscheid is er in het soort messenopspanning. Terwijl bij de conventionele schaafmessenkoppen steeds vaker omkeermessen-systemen (bijv. CentroStar of VariPlan) ingezet worden die het mogelijk maken met weinig inspanning snel te wisselen, worden bij de hydro schaafmessenkoppen overwegend systemen met instelbare, naslijpbare schaafmessenkoppen ingezet (bijvoorbeeld Leitz RotaPlan). Daarbuiten zijn er ook gereedschapssystemen, die een hoge stilstandtijd drastisch reduceren. Deze omvatten bijvoorbeeld het Leitz-systeem „TurboPlan“, waarbij alle messen door een vormgesloten opspanning voorgepositioneerd worden en met een hydraulische spanning simultaan opgespannen worden.

Strijk-, groef- en sponninggereedschap

Strijkgereedschappen zijn zoals schaafgereedschap diametersnijdend, echter is de snijbreedte wezenlijk kleiner en ligt normaal gesproken onder 100 mm. Strijkgereedschap is als omkeermessengereedschap of als opgelegde frees uitgevoerd en wordt voornamelijk in de plaatbewerking ingezet. Overeenkomstig variëren de snijstoffen van hardmetaal tot en met polykristallijne diamant voor de industriële toepassing. Om de werkstukanten bij de bewerking tegen uitbreuk te beschermen, hebben de sneden vaak een schering voor een trekkende snede langs de oppervlakte.

Men maakt hier een onderscheid tussen **symmetrische en asymmetrische gereedschapuitvoeringen**. Asymmetrisch betekent dat de onderste snedenrij naar boven en alle daarboven liggende snedenrijen naar onder gericht zijn. Deze gereedschappen worden met de onderste snedenrij afgesteld op de werkstuk oplegkant en kunnen in deze positie variabele werkstukdiktes binnen de snijbreedte bewerken. Is de schering van de snedenrijen symmetrisch ten opzichte van het midden van het gereedschap, dan moet het midden van het gereedschap ook op het midden van het werkstuk afgesteld worden. Bij verandering van de werkstukdikte moet ook de gereedschappositie gecorrigeerd worden. Het voordeel van de symmetrische uitvoering is dat de strijksneden licht bol uitgevoerd kunnen worden en daarmee een holle snede aan het werkstuk kunnen maken van enkele honderden millimeters. Bij kantenaanlijmmachines zal daardoor de lijmvoeg gegarandeerd dicht zijn.

Groef- of sponninggereedschappen hebben ten opzichte van de omtreksneden extra zijdelingse sneden, bijv. voorsnijders, dan wel de flanken van de hoofdsneden zijn voorzien van een vrijloophoek. Bij groefgereedschap is dit tweezijdig, bij sponninggereedschap slechts éézijdig. Bij de groefgereedschappen maakt men onderscheid tussen ééndelig gereedschap (vergelijkbaar met cirkelzaagbladen) en tweedelig verstelbaar gereedschap voor variabele groefbreedtes of ter correctie van de snijbreedte na het slijpen.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.2 Types gereedschap



Groefmessenkop, breedte verstelbaar



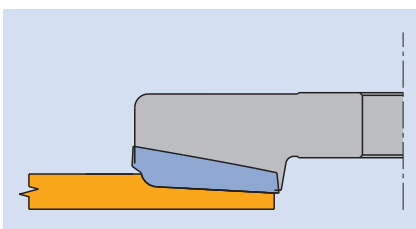
Universele profielmessenkop "VariForm"



Meerdelige ProFix-gereedschapset voor kozijnprofielen



Bossinggereedschap



Profielgereedschap

De profielbewerking omvat een bereik van eenvoudige profielen zoals fasen en radiussen, een variatie aan sierprofielen tot aan zeer complexe verbindingprofielen zoals vingerlassen, groef- en messingprofielen of contraprofielingen. Hun toepassing vindt men overal in de houtbewerking. Overeenkomstig breed is het palet van de toegepaste snijstoffen van HL-staal tot aan de polykristallijne diamant (DP). De gereedschapsoorten variëren van massieve frezen via opgelaste gereedschappen en profielmessenkoppen tot aan naslijpbare constantgereedschappen.

Een bijzondere plek nemen de zogenaamde universele profielmessenkoppen in. In een neutrale gereedschapbody kunnen naar believen geprofileerde sneden ingezet worden. De snijplaten kunnen door de slijpdienst of door de gebruiker zelf geprofileerd worden en maken het daardoor mogelijk een snelle omstelling van de profielwensen te realiseren als ook lage gereedschapskosten bij kleine productiegroottes.

Bij de profielen moet onderscheid gemaakt worden in éézijdige of open profielen en in gesloten profielen met tweezijdige radiale profielvlakken. Waar bij éézijdige of open profielen een vrijloophoek aan het profiel toereikend is, moet bij gesloten profielen tweezijdig een vrijloophoek aangebracht worden. Dat heeft gevolgen voor de gereedschap constructie: opgelegde frezen moeten tweedelig uitgevoerd worden, waardoor profielveranderingen die door het naslijpen ontstaan weer gecompenseerd kunnen worden. Niet naslijpbare wisselplaatgereedschappen kunnen daarentegen ééndelig uitgevoerd worden.

Om grote profielen mogelijk te maken, is het een voordeel gereedschapsets uit meerdere enkele gereedschappen van verschillende diameters samen te stellen. Daardoor kunnen kleinere snijplaten gebruikt worden en hogere toerentallen bereikt worden. Aanvullend kan de opdeling van de snijkanten beter aan de werkstuk- en profielspecifieke voorwaarden aangepast worden. Klassieke voorbeelden zijn kozijn gereedschappen.

Bossinggereedschappen zijn een speciale vorm van profielgereedschap met overwegend kopssnijdend geplaatste profielsneden. Zij worden overwegend ingezet om de vullingen van deurlijsten te bewerken. Op basis van de kleine instelhoek κ_r van de sneden bereiken zij een oppervlakte die nagenoeg vrij is van messenslag.

Kolfgereedschap

In het bereik van de freesgereedschappen met kolf zijn er principieel dezelfde gereedschap types voor het strijken, sponningfrezen, fasen, bossingen en profileren als bij de asgatgereedschappen. Zij zijn alleen in diameter kleiner en kunnen daarom bij hogere toerentallen gebruikt worden.

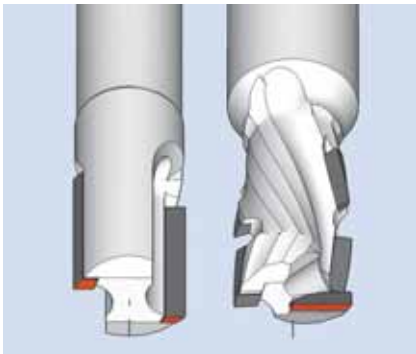
Kolfrezen beschikken wel over een belangrijke bijzonderheid. Zij bezitten in het algemeen een hoge **slankheidsgraad**, dat houdt in dat hun lengte veel groter is dan hun diameter. Zij worden aan hun kolf in een opname opgespannen waarbij het snijdende deel uitsteekt. Daardoor wordt het totale gereedschap onderworpen aan een hoge buigbelasting. Het breukgevaar door overbelasting is overeenkomstig hoog. Daarom is de **tandaanvoer** f_z ook wezenlijk kleiner dan bij asgatgereedschappen. Zij richten zich minder op verspaningsrelevante groottes zoals middenspaandikte h_m , maar veel meer op de belastbaarheid van het gereedschap. En deze hangt van de

11.4 Machinegereedschappen

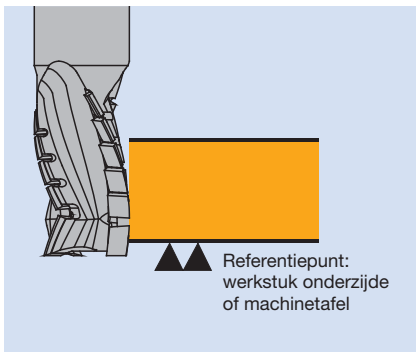
11.4.2 Types gereedschap



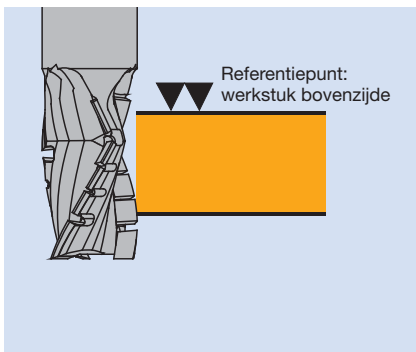
Spiraal-schlichtbovenfrees in massief hardmetaal uitvoering



Diamant kolfbovenfrees
links: kopssnijdend
rechts: inboorsnede



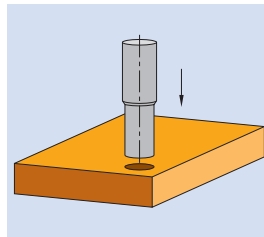
Diamant kolfrees met overwegend negatieve schering



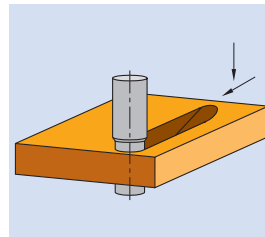
Diamant kolfrees met overwegend positieve schering

uitsteeklengte en de diameter af. Daarom zijn bijvoorbeeld de toelaatbare aanvoersnelheden bij opdelen of groeven normaal gesproken lager dan bij strijken en diepe gaten moeten in meerdere stappen door stapsgewijs axiaal aanzetten uitgefreesd worden.

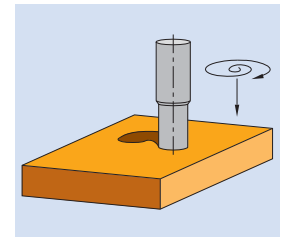
Belangrijke constructiekenmerken bij kolfrezen zijn de uitvoering van de kopssnijdende sneden en de schering. Beschikt het gereedschap over een grondsnijder die tot het middelpunt rijkt en is deze met een positieve schering uitgevoerd, dan is deze geschikt om axiaal mee in te boren. Echter dient **axiaal inboren** op basis van de bewerkingskwaliteit en de gereedschapstandtijd alleen in absolute uitzonderingsgevallen doorgevoerd te worden. Wezenlijk vriendelijker voor het gereedschap is het induiken in het materiaal door **spiraalvormig inboren** of **duikfrezen** onder een schuine hoek. Gereedschaptechnische vereiste hiervoor is alleen een vrijloophoek aan de kopse zijde van de snede, wat bij kolfrezen normaal gesproken het geval is.



Axiaal inboren



Duikfrezen



Spiraalvormig inboren

De **schering** heeft nog een andere functie. Een naar boven gerichte, positieve schering werkt positief op de spaanafvoer in de richting van de afzuigmond en verhindert uitbreuk aan de onderste snijkant (goede zijde van het werkstuk onder). Een naar onder gerichte, negatieve schering oefent druk op het werkstuk uit, ondersteunt de werkstukopspanning en verhindert het uitbreken van de bovenste snijkant (goede zijde van het werkstuk boven). Kolfrezen voor het formatteren van plaatmateriaal met toplaag hebben zowel in het bovenste snedebereik een negatieve schering als in het onderste bereik een positieve schering. Op deze wijze worden boven- en onderzijde van de platen uitbreukvrij bewerkt. Is het aandeel met negatieve schering het grootst, dan kan het gereedschap met dezelfde lengte-instelling verschillende plaatdiktes bewerken. Is het aandeel met positieve schering het grootst, dan wordt de spanenopvang beduidend verbeterd, echter moet het gereedschap in de axiale richting aan de desbetreffende plaatdikte aangepast worden.

Typisch voor de toepassing van kolfrezen is de benodigde programmering van de freesbanen. Als zich daarbij ongunstige verspaningssituaties voordoen, zoals waarbij de snede tegen de vezelrichting ingaat of gereedschapsuitrede in tegenloop, moet de draairichting veranderd worden. Op grond hiervan zijn er voor de meeste kolfbovenfrezen naast de gebruikelijk uitvoering voor **rechtsloop** ook een uitvoering voor **linksloop**.

Als snijstof wordt hoofdzakelijk **hardmetaal (HW)** in massieve en opgelegde uitvoering of als wisselplaatgereedschap zoals **polykristallijne diamant (DP)** gebruikt. Hardmetaalgereedschappen kunnen met doorgaande snede geproduceerd worden en zijn daardoor bijzonder geschikt als schlichtgereedschap voor de massiefhoutbewerking. Diamant opgelegde bovenfrezen vertonen daarentegen altijd gesegmenteerde sneden en zijn voorgedefinieerd voor beplakte spaan- en vezelmateriaal. Wisselplaten kolfbovenfrezen hebben minder de voorkeur dan massieve of opgelegde gereedschappen door hun

11.4 Machinegereedschappen

11.4.2 Types gereedschap



Omkeermessen kolfbovenfrees

prestaties ten aanzien van de aanvoer, echter hebben zij hun bestaansrecht in die gevallen waar het van een constante diameter afhangt en in regio's waar er geen mogelijkheden zijn om na te slijpen.

Voor het snel voorfrezen (schrobben) worden kolfrezen van een **schrobprofiel** voorzien, een golvend profiel wat aan iedere snede in de opdeling in geringe mate versprongen is. Daardoor worden de spanen gebroken en dalen de bewerkingskrachten, waardoor hogere aanvoeren mogelijk zijn. Speciale uitvoeringen met een trapvormig profiel, waarbij de enkele trappen bij elkaar opgeteld tot een rechte snede leiden, bereiken een schrobbewerking in nagenoeg schlichtkwaliteit. Men spreekt hier van zogenaamde schrob-schlicht-bovenfrezen.



Schrob-schlicht-bovenfrees van massief hardmetaal

In het bereik van een flexibele productie met kleine seriegroottes gaat het opdelen van platen met kolfrezen (voorbeeld: Nesting) steeds meer de concurrentie aan met cirkelzaagbladen. Kleine gereedschapdiameters van 10 tot 12 mm en hoge aanvoersnelheden van 20 tot 30 m min⁻¹ zijn hier vereist. Dat stelt enorme eisen aan de stijfheid van het gereedschap, waardoor voor **Nesting** overwegend massieve hardmetaal gereedschappen ingezet worden.

Het **naslijpen** van hardmetaal kolfrezen gebeurt normaal gesproken aan het spaanvlak, bij diamant opgelegde kolfrezen daarentegen altijd aan de vrijloophoek.

Boren

Boren onderscheiden zich fundamenteel van kolfrezen omdat de sneden zich alleen aan de kopse zijde bevinden, aan de omvang zijn zij rond geslepen. Zij dienen uitsluitend daartoe om gaten van een vaste gespecificeerde diameter te maken. De aanvoerbeweging is axiaal.



Doorboor drevelboor

Men onderscheidt in basis boren voor doorboren, bijvoorbeeld voor schroefverbindingen en boren voor blinde gaten, bijvoorbeeld voor de opname van drevels of beslagen. Doorgangsboren hebben een zeer slanke punt die door hun schillende snede voor een uitbreukvrije in- en uittredezijde zorgen. Typische kenmerken van boren voor blinde gaten (bijvoorbeeld drevel- of beslagboren) zijn voorsnijders om bij het inboren uitbreuken aan de gatranden te vermijden, ruimersneden om een vlakke gatbodem te bereiken en een centreerpunt, zodat de boor bij het inboren gecentreerd wordt. De voorsnijders zijn in het ideale geval zo gevormd, dat zij bij het inboren druk op het werkstukoppervlak uitoefenen en een trekkende snede bewerken. Op deze wijze worden zowel houtvezels als ook decorlagen zuiver doorgesneden, voordat de ruimersneden het binnenste van het gat uitruimen. In het algemeen is de boorspoed kort achter de boorkop in diameter een paar tiende millimeters teruggelegd om de wrijving tussen de boor en gatwand te reduceren en de spaanafvoer te verlichten.



Drevelboor

Boren voor massiefhout en plaatmaterialen onderscheiden zich wezenlijk in snijstof, schering en lengte. Massiefhout boren zijn uit HS-staal of hardmetaal geproduceerd, terwijl bij de boren voor de plaatbewerking hoofdzakelijk hardmetaal en deels ook polykristallijne diamant gebruikt wordt. Aangezien de scheringhoek gelijktijdig ook de spaanhoek voor de boorsnede is, en voor het opdelen van houtvezels een "giftige" snede vereist is, hebben massiefhout boren een grotere scheringhoek dan boren voor plaatmateriaal. Bij massiefhout toepassingen zijn de benodigde boordieptes groter dan bij

11.4 Machinegereedschappen

11.4.2 Types gereedschap



Beslagboor



Levinboor



Universele profielmessenkop voor handaanvoer met afwijzers

plaatmateriaal en overeenkomstig ook de boorlengte. Voor zeer grote boordieptes worden éénsnedige “Levin-boren” gebruikt, omdat hun grote spaanruimte de afvoer van de spanen positief beïnvloedt. Om het verstopping van de spanen en daarmee een hoge wrijvingswarmte te voorkomen, moeten in bepaalde gevallen de spaanruimtes tussentijds geleegd worden door het kortstondig terugtrekken van de boor.

Bij het gebruik van boren in boorinrichtingen en boorbalken is een constante lengte belangrijk, waardoor de boordiepte altijd onveranderd blijft. Daarom hebben de boren een lengte-instelschroef aan het einde van de kolf waarmee de boorlengte ingesteld kan worden, zodat nieuwe en nageslepen boren altijd dezelfde lengte hebben. De meeste boorbalken hebben vanuit hun constructie wisselende draairichtingen van de assen. Daarom zijn er rechts- en linksdraaiende boren. Om het gevaar op verwisseling te verkleinen, zijn beide uitvoering verschillend gekleurd, linksdraaiende boren zijn normaal gesproken rood of oranje.

Freesgereedschap voor handaanvoer

Freesgereedschappen voor handaanvoer moeten terugslagarm uitgevoerd zijn. Zij zijn daarom onderhevig aan bepaalde beperkingen zoals aantal tanden, snedeoverstand en de grootte van de spaanruimte. De gereedschapbody moet dan wel rondvormgereedschap zijn of over afwijzers beschikken, welke de snedeoverstand en de grootte van de spaanruimte beperken.

De constructiedetails variëren per gereedschapstype en zijn in de Europese norm EN 847-1 “Machinegereedschappen voor de houtbewerking – veiligheidstechnische eisen” geregeld. Freesgereedschappen die voor handaanvoer geschikt zijn, herkent men aan het opschrift “MAN” op het gereedschap.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.3 Gereedschap opspansystemen



Freesdoorn met losbare as-/naafverbinding

De gereedschap opspansystemen vormen de verbinding tussen gereedschap en machine. Zij bezitten een opname aan de gereedschapzijde en een aansluiting voor de machine aan de andere zijde. De opgaven voor de gereedschap opspansystemen kunnen in drie categorieën ingedeeld worden:

- **Draaimoment overdraging**

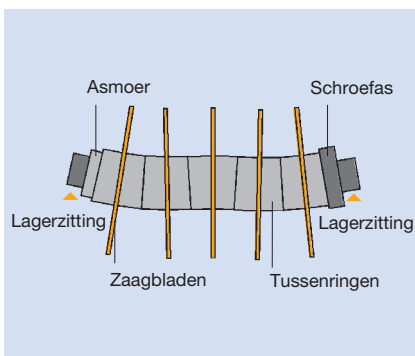
De snijkrachten moeten met toereikende veiligheid opgenomen worden, het gereedschap mag niet doordraaien.

- **Centrering**

Des te beter een gereedschap op de machine-as gecentreerd wordt, des te beter zijn rondloop- en balanceringskwaliteit.

- **Gereedschapswissel**

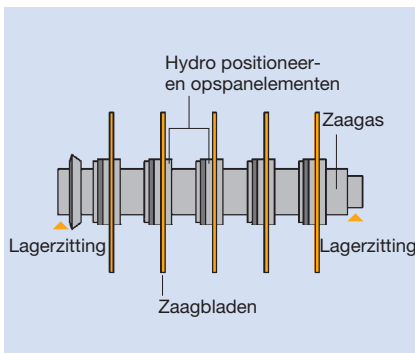
Door eenvoudige en snelle gereedschapswissel worden de stilstandtijden verkort. Voor een flexibele productie is een automatische gereedschapswissel aan te bevelen.



Axiaal tegen elkaar opgespannen gereedschappen op een as

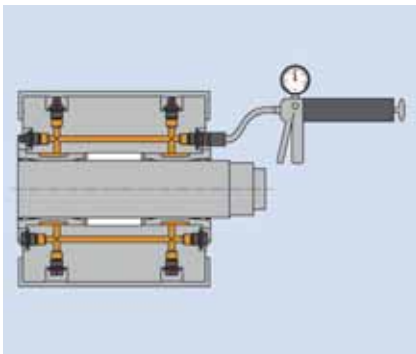
De eenvoudigste vorm van gereedschap opspanning is de **as-/naaf-verbinding**. Met een gedefinieerde spelingspassing tussen gereedschap asgat en machine-as wordt het gereedschap gecentreerd. Voor het overdragen van het draaimoment dienen vormgesloten elementen zoals pasveren of kopse passtiften. De bevestiging vindt plaats door verschroefing aan het einde van de as. Voorbeelden hiervoor zijn asgatgereedschappen of flensbussen voor motorassen met spie of voor cilindrische assen van schaaft- en vingerlas machines. Dit soort gereedschap opspanning heeft twee verschillende nadelen:

1. De gereedschappen zijn niet spelingsvrij gecentreerd. Daardoor verschuift het massamiddelpunt in de volgorde van grootte van de passingspeling, wat negatief op de rondloop en balanceringskwaliteit uitwerkt.
2. Als meerdere gereedschappen naast of over elkaar opgespannen worden, worden de vlaklooptoleranties van de navens toegevoegd. De beide buitenste naafvlakken zijn niet toereikend parallel. Bij het aanbrengen van de axiale spankrachten aan het einde van de assen kan de as verbogen worden, wat zich uit in een verhoogde onbalans en het brommen van de lagers.



Onafhankelijk van elkaar hydraulisch opgespannen gereedschappen op een as

Om deze nadelen te voorkomen zijn spelingsvrije centrerende gereedschap opspansystemen ontwikkeld. Een voorbeeld hiervoor zijn zogenaamde **hydro-gereedschappen** of **hydro-opspanelementen**. Bij deze opspantech-niek zijn er ringvormige kamers om het asgat die met vet of olie gevuld zijn. Bij het stijgen van de druk in de kamer vervormd de dunne wand concentrisch rond het asgat heen. De passingspeling wordt tot nul gereduceerd en het gereedschap krachtgesloten op de as geperst. Het gereedschap wordt enkel op de as opgespannen, er zijn geen axiale spankrachten en er is geen verbuigen van de as. Afhankelijk van het soort drukopbouw onderscheidt men open en gesloten systemen.

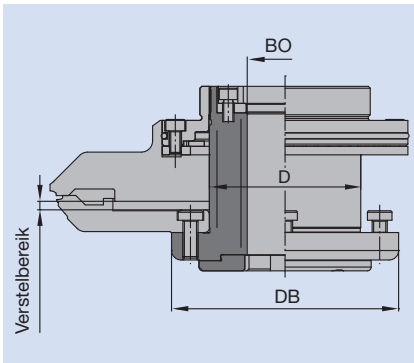


Hydro-opspantech-niek, open systeem

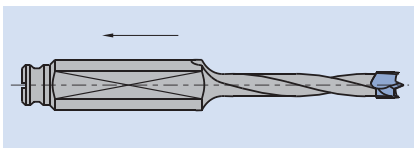
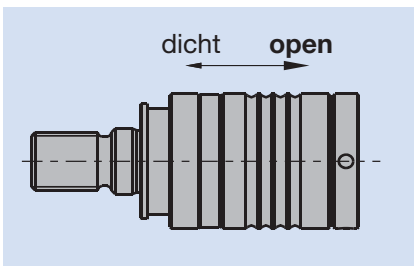
Open systemen zijn met vet gevuld. De drukopbouw wordt met een vetpers gevormd. Voor het verminderen van de druk wordt via een ontluichtings-schroef vet eruit gelaten. Zulke systemen vindt men normaal gesproken in schaverijen bij schaaftkoppen en profielgereedschappen. De aanbevolen druk van circa 300 bar wordt door de ingeperste vethoeveelheid ingesteld. Daardoor is het systeem in een breed temperatuurbereik te gebruiken, wat bij schaverijen belangrijk is.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.3 Gereedschap opspansystemen



Hydro-Duo-opspanelement met twee onafhankelijke kamers voor verstelbare gereedschapsets

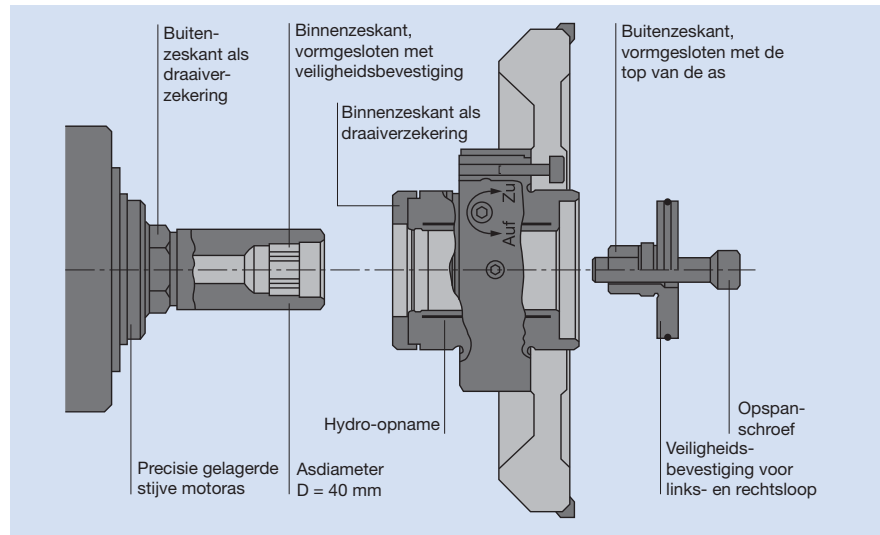


Boor-snelspansysteem



Gereedschapset met HSK-aansluiting voor automatische gereedschapswissel

Gesloten systemen zijn met vet of olie gevuld. Drukopbouw en drukvermindering vinden plaats via ingebouwde kolven. De druk is begrensd door stapenruimte en varieert met de temperatuur. Deze systemen worden overal ingezet waar het op nauwkeurigheid van het werkstuk aankomt, bijvoorbeeld in de meubel-, kozijn- of vloerenproductie.



Hydro-opspanelement, gesloten systeem

Hydro-opspanelementen zijn normaal gesproken aan beide zijden als **“Hydro-Duo-opspanelementen”** uitgevoerd, om het gereedschap op het opspanelement en het opspanelement op de as te centreren. Zulke Hydro-Duo-opspanelementen met een tweekamersysteem kunnen zeer goed ingezet worden bij groef- en messing- of strijkgereedschap. Bij vermindering van de druk van de buitenste kamer kan het gereedschapsdeel axiaal veresteld worden. Bij een aansluitende drukopbouw wordt het gereedschap in zijn nieuwe positie weer gecentreerd en opgespannen.

Als veiligheidsmaatregel tegen drukverlies worden hydro opspansystemen aanvullend mechanisch door vormgesloten elementen en afloeringen tegen verdraaien of loskomen van de as beveiligd.

Om de stilstandtijden bij de gereedschapswissel te verkorten, zijn **snelspan-systemen** ontwikkeld die éénmalig op de machine-as bevestigd worden en vervolgens een aansluiting voor het gereedschap hebben die in seconden opgespannen en losgemaakt kunnen worden. Voorbeelden hiervoor zijn bajonet systemen voor asgatgereedschappen die mechanisch of pneumatisch bediend worden of snelspansystemen voor boren die vergelijkbaar met een slangkoppeling geheel zonder gereedschap bediend kunnen worden. Ondanks beduidend verkorte stilstandtijden vereisen deze systemen nog altijd een handmatig ingrijpen in het bewerkingsproces.

Om een **automatische gereedschapswissel** mogelijk te maken, zijn kegel-aansluitingen tussen gereedschap en machine ontwikkeld. Aanvankelijk waren er steilkegelopnames zoals SK 40 of SK 30, terwijl tegenwoordig wereldwijd **HSK-aansluitingen** in de houtbewerking doorgezet hebben. Allereerst voor CNC-bewerkingscentra ontwikkeld, hebben deze bij doorloopmachines hun intrek genomen, zoals profiëermachines of schaafmachines. De HSK-aansluitingen verenigen de voordelen van hydro- en snelspansystemen: nauwkeurigheid en snelheid.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.3 Gereedschap opspansystemen



Hydro-opspanning



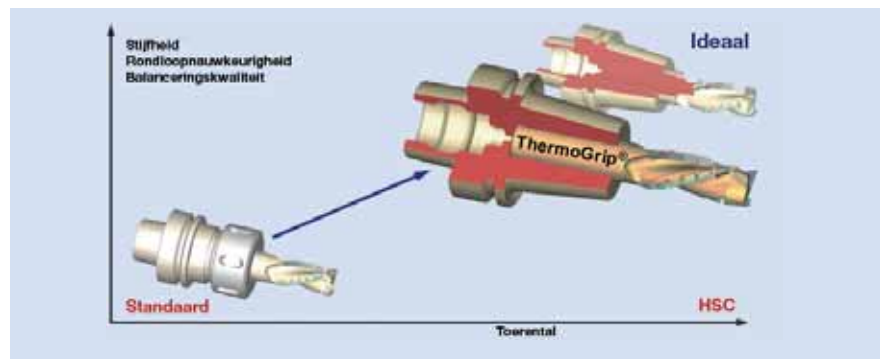
Spantangopname



Krimpopspanning ThermoGrip®

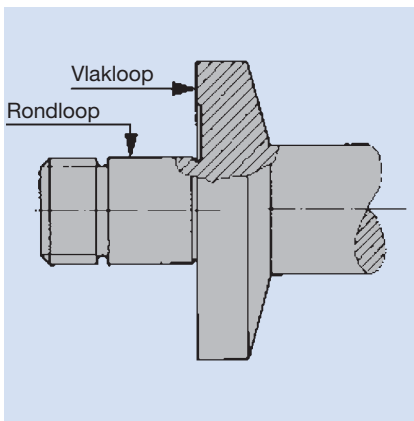
In het ideale geval is de HSK ééndelig met het gereedschap uitgevoerd. Op deze manier kunnen de gereedschapsdiameter verkleind en de toerentallen verhoogd worden. In de meeste gevallen is dit op basis van constructieve of economische gronden niet mogelijk. Daarom zijn er HSK-adapters die met het gereedschap verschroefd worden. Voor een losmaakbare en centrerende verbinding met het gereedschap worden ook hydro-opspansystemen gebruikt. Men onderscheidt hierbij hydro-doornen voor asgatgereedschap of meerdelige gereedschapsets, waarbij de opspandoorn hydraulisch verdikt wordt en **hydro-opnames** voor het opspannen van kolfgereedschappen.

Een universeel opspansysteem voor kolfgereedschappen zijn **spantang-opnames**. Door uitwisselbare spantangen kunnen naar believen spantangen tot 25 mm opgespannen worden. De veelvoud van delen en slijtage aan de spantangen leidt tot matige waarden bij rondloop en balanceringskwaliteit. De gereedschapexcentriciteit kan tot 0,06 mm bedragen. Hoge astoerentallen leiden tot het wijder worden van de moer en daarmee tot verlies van opspankracht. Hoogwaardige spantangopnames hebben daarom uitgebalanceerde spanmoeren, welke kogelgelagerd zijn om een hogere voorspanning te bereiken. Aan de machinezijde zijn de spantangopnames met een HSK- of steilkegelaansluiting uitgevoerd.

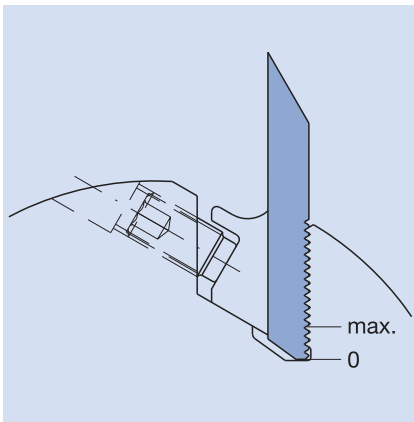


Voor de hoge snelhedenbewerking zijn de zogenaamde **krimpopspanningen** “ThermoGrip®” ontwikkeld. Zij realiseren een quasi-monolithische verbinding tussen gereedschap en opname. Het opspanprincipe is gebaseerd op thermische uitzetting en werkt zonder mechanische bewegende delen. Voor het inzetten van het gereedschap wordt het opspanbereik van de opname verwarmd. Het ondermaats geproduceerde opnamegat zet uit, neemt de gereedschapkolf op en trekt tijdens het afkoelen weer samen. Op deze wijze zijn gereedschap en opname als gegoten met elkaar verbonden. De opwarming vindt inductief plaats door speciale hoogfrequentgeneratoren. De warmte uitzetting van de opname vindt daarbij sneller plaats dan de opwarming van het gereedschap, zodat het gereedschap ook weer uitgekrompen kan worden. Krimpopnames “ThermoGrip®” zijn bij hoge toerentallen tot $n = 36.000 \text{ min}^{-1}$ te gebruiken en maken het mogelijk op basis van hun hoge stijfheid ook in het conventionele toerentalbereik tot $n = 24.000 \text{ min}^{-1}$ om tot en met 30% hogere aanvoersnelheden te realiseren ten opzichte van spantangopnames.

De hoogste precisie op het gebied van rondloop, vlakloop en balanceringskwaliteit wordt bereikt als het gereedschap met opspansysteem als eenheid geslepen wordt. Het bevordert doorgaande gereedschap aansluitingen bij houtbewerkingsmachines en gereedschapsslijpmachines in productie en service. Op deze wijze voorbereide gereedschappen kunnen bij hogere aanvoersnelheden gebruikt worden en bereiken langere standtijden.



Rond- en vlakloop



Opletten op nastelbereik

1. Maatregelen voor in bedrijf stellen

Bij de inbouw van een gereedschap in de machine dienen de volgende punten in acht genomen te worden:

- a) **Voor ingebruikname van een gereedschap dient de gebruiksaanwijzing gelezen te worden.**
- b) **Gereedschap en gereedschapopname reinigen.**
Alle aanlegvlakken zowel aan meszittingen als ook aan de aansluitingen van de machine-as en gereedschapopnames dienen vrij van vuil, vet en corrosie te zijn.
- c) **Gereedschap alleen op de daarvoor bedoelde opspanvlakken in de machine opspannen.** Opspanvlakken zoals bijv. asgaten, naven, kegelvlakken en plaatzittingen mogen bij de montage niet beschadigd worden.
- d) **De sneden mogen bij de montage van het gereedschap niet in contact komen met machinedelen – breukgevaar!**
- e) **Gereedschap op scheurtjes of beschadigde sneden controleren** – in het bijzonder na een crash van gereedschap met machinedelen bijv. machinetafel, werkstuk opspanning, afzuigkap. Een vervormd gereedschap mag niet meer gebruikt worden. Beschadigd gereedschap dient door een vakman gecontroleerd te worden. Beschadigde of versleten snijdelen, opspanelementen of schroeven moeten gelijk setsgewijs uitgewisseld worden voor originele onderdelen. Gereedschap met gescheurde body of gedeformeerde platenzitting mag niet meer gebruikt worden. Het repareren van dit gereedschap is niet toegestaan!
- f) **Bij het samenstellen van gereedschapsets moeten vlakgeslepen tussenringen gebruikt worden.**
- g) **Alle opspanschroeven met de daarvoor bedoelde spansleutels aantrekken.** De in de gebruiksaanwijzing aangegeven draaimomenten dienen aangehouden te worden. Het gebruik van verlengingen of hamerslagen is verboden.
- h) **Werkstukopspanning en aanvoer controleren.**
- i) **Juiste toerental van het gereedschap controleren.**
- j) **Toelaatbare maximale toerental n_{max} van het gereedschap met het toerental van de machine vergelijken.** De op het gereedschap aangegeven waarde voor n_{max} mag niet overschreden worden. Het voor de desbetreffende inzet gunstige toerental kan lager dan n_{max} liggen.

2. Maatregelen en onderhoud gedurende het gebruik

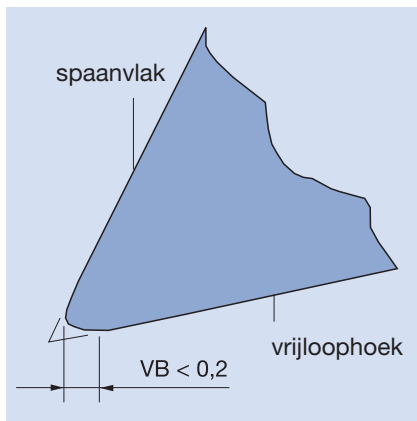
Om de kwaliteit en precisie van een gereedschap gedurende de gehele levensduur te behouden, is speciale zorg en onderhoud aan te bevelen. Voor een vakgerichte omgang met gereedschappen dienen de volgende punten in acht genomen te worden:

- a) Houtbewerkingsgereedschap dient beschermd te worden tegen corrosie door vochtigheid. Als het gereedschap langere tijd niet gebruikt wordt, wordt de behandeling met een geschikt onderhoudsmiddel zoals bijvoorbeeld WD-40 of Ballistol aanbevolen.
- b) Sneden en spaanvlakken tegen beschadigingen beschermen, bijvoorbeeld gereedschap in verpakking opslaan en transporteren en niet op harde ondergrond neerleggen.

Tot een goed en vooral kostenbesparend gereedschapsonderhoud behoort ook het bijhouden van gereedschapsslijtage en de snedetoestand bij het gebruik. In geen geval mag men zo lang wachten totdat de afstomping van de snede te groot wordt en er uitbreuk optreedt. Een eenvoudige bewaking is bij veel machines mogelijk door de ampèremeter.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.4 Gereedschap reparatie



Maximale slijtagekenmerk VB

Door de verspaning ontstaan stofdeeltjes die met hars of lijm gemengd aan de sneden of in de spaanruimte aankleven en opbouwsneden vormen. De snedeaankleving verkleint de spaan- en vrijloophoek, verkleint de spaanruimte en verhoogt de wrijving en daarmee de benodigde krachten. Zij leidt verder tot verkorting van de standtijd, verslechtering van de oppervlaktekwaliteit en in extreme gevallen tot verstoring van de aandrijfmotoren.

De reiniging van het gereedschap is geen luxe, maar een noodzakelijke vereiste voor een succesvol gebruik. Het moet regelmatig ontharst worden. Gebruik hiervoor de gebruikelijke speciale reinigingsmiddelen. Bij samengestelde gereedschappen met body's van lichtmetaal legeringen mogen alleen reinigingsmiddelen met ph-waarden tussen de 4,5 en 8 gebruikt worden, omdat anders corrosie het aluminium kan aantasten.

Let op: de aanwijzingen van de fabrikant altijd in acht nemen!

Het regelmatig ontharsen heeft in het bijzonder ook betrekking op hardmetaal cirkelzaagbladen, aangezien de geringe snede overstand het aanzetten van harsresten bevordert. In bijzondere gevallen kan dit verschijnsel zelfs tot scheurvorming aan de zaagblad body leiden.

Bij onvoldoende stof- en spaanafzuiging kunnen rondvliegende materiaalpartikels de snede beschadigen. Naast een verhoogde slijtage kunnen uitbreuken aan de snijkant ontstaan.

Een voldoende afzuigvermogen en vorming van de opvangelementen en geoptimaliseerde afzuiginstallatie werkt standtijdverhogend.

Regelmatig onderhoud is vereist om ervoor te zorgen dat de gereedschappen probleemloos functioneren.

Het naslijpen van het gereedschap moet gebeuren, als

- de oppervlaktekwaliteit van het werkstuk niet meer toereikend is,
- het slijtagekenmerk (VB) aan het vrijloopvlak groter dan 0,2 mm wordt,
- de stroomopname van de machine te hoog wordt,
- snedeuitbreuk vastgesteld wordt.

3. Gereedschap reparatie/slijpen

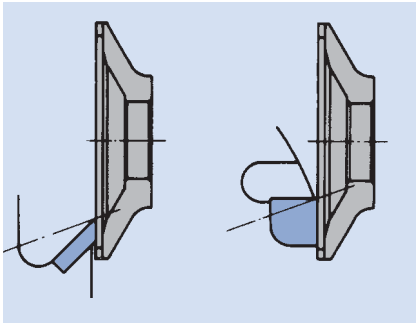
Onder dit begrip wordt verstaan het aanbrengen van de snedescherpte bij afgestompte gereedschappen en ook de reparatie zoals het uitwisselen van kapotte snijdelen.

De reparatie onderscheidt zich wezenlijk bij snijmaterialen van hooggeleerd gereedschapstaal, hardmetaal of diamant.

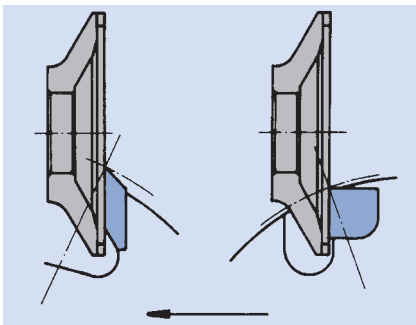
Daarvoor zijn speciale bewerkingsprocessen nodig die een mogelijk geringe verwarming van de sneden, uitbreukvrije opgelegde platen, hoekgeometrie overeenkomstig de tekeningen, het aanhouden van de kleinste toleranties als ook een optimale snijkantvorming waarborgen.

11.4 Machinegereedschappen

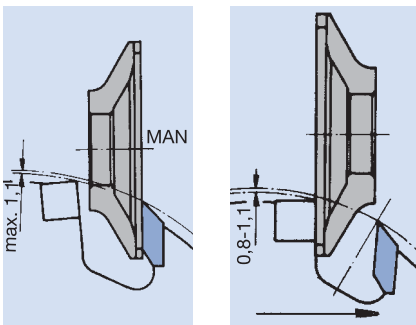
11.4.4 Gereedschap reparatie



Slijpen aan het vrijloopvlak



Slijpen aan het spaanvlak



MAN-gereedschap: snedeoverstand ten opzichte van afwijzer

Bij de reparatie van gereedschap dienen de volgende punten in acht genomen te worden:

- De constructie van gereedschappen in samengestelde uitvoering mag niet veranderd worden.
- Samengestelde gereedschappen dienen door een vakkundig medewerker gerepareerd te worden.
- Er mogen alleen onderdelen gebruikt worden die overeenstemmen met de eisen voor de originele onderdelen die door de producent geleverd zijn.
- Toleranties die een probleemloos opspannen garanderen, moeten worden aangehouden.

Om beschadigingen van de snijstof zoals oververhitting of materiaalspanning te vermijden, moet uitsluitend met koelsmeermiddelen (koelmiddel, olie) geslepen worden.

Let op: niet drooglijpen!

Om gevaarlijk kerfspanningen te vermijden, dient er op gelet te worden dat de voorgeschreven radiussen aan de gereedschapbody bij het slijpen niet veranderd worden.

3.1. HL-, HS-, ST- en HW-gereedschap (massief of opgelegd)

HW-gereedschap wordt met diamant slijpschijven geslepen.

Voor alle andere bovengenoemde snijmaterialen worden Corund- of CBN-slijpschijven gebruikt.

Basisregels

- Gereedschap voor het slijpen zorgvuldig reinigen.
- De toelaatbare rondlooptoleranties aanhouden! Controle met meetklok!
- Voorsnijderoverstand t.o.v. hoofdsnede: 0,3 tot 0,5 mm.
- Bij gereedschap voor handaanvoer mag de maximale snedeoverstand van 1,1 mm ten opzichte van de afwijzer niet overschreden worden.

Gereedschap met radiale messen

a) Groeffrees met of zonder voorsnijders

Deze gereedschappen worden in basis aan het vrijloopvlak geslepen om de snijbreedte niet te veranderen.

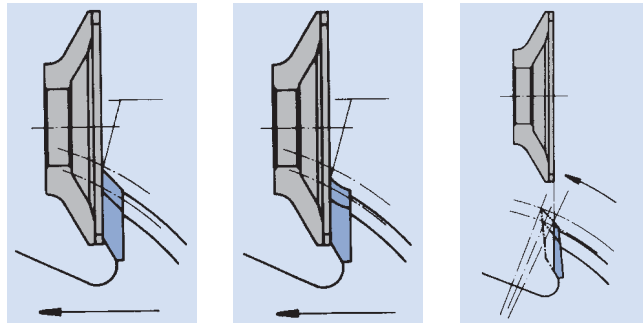
b) Strijk-, sponning- en fasefrees

Deze gereedschappen worden aan het spaanvlak van de hoofdsneden en voorsnijders parallel nageslepen.

c) Profiefrees

De vorm van de opgelegde platen is van verschillende factoren afhankelijk, zoals snijmateriaal, profieldiepte etc. Het vrijloopvlak kan in drie vormen uitgevoerd zijn, welke afhankelijk zijn van het toepassen van het gereedschap (concaaf, recht, convex). Het naslijpen gebeurt in basis aan het spaanvlak, niet aan het profiel!

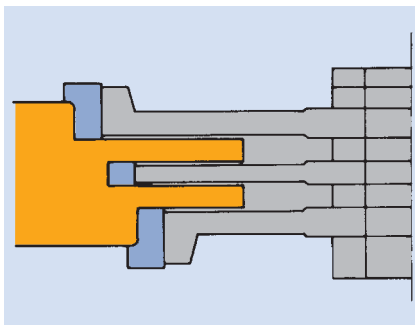
Voor profielfrezen met rechte of concave vrijloopvlakken is de plaatsing parallel aan het spaanvlak bij profielfrezen met convexe vrijloopvlakken door het draaien om de freesas. Bij profielfrezen voor handaanvoer dient de afwijzer op een afstand van maximaal 1,1 mm ten opzichte van de snede teruggelegd te worden.



Recht vrijloopvlak

Concaaf vrijloopvlak

Convex vrijloopvlak



Pen- en slisfrezen

3.2. HS- en HW- pen- en slisfrezen

De bijzondere geometrie van de snijplaten garandeert bij een gelijke afname aan het spaanvlak bij parallel gebruik een gelijke sponningdiepte. Bij gereedschappen voor handaanvoer dient de maximaal toelaatbare snedeoverstand van 1,1 mm aangehouden te worden. Door de speciale snijgeometrie moet de passing na meerdere keren slijpen nieuw ingesteld worden (correctie door tussenringset licht en snel mogelijk).

3.3. Freessets en freesgarnituren

Het slijpen van de onderdelen kan volgens de richtlijnen, zoals onder punt 1 en 2 uitgelegd, uitgevoerd worden. De grootte van de afname richt zich op de frees met de grootste afstomping. Om het oorspronkelijke werkstukprofiel te behouden, moeten alle frezen met gelijke afname geslepen worden.

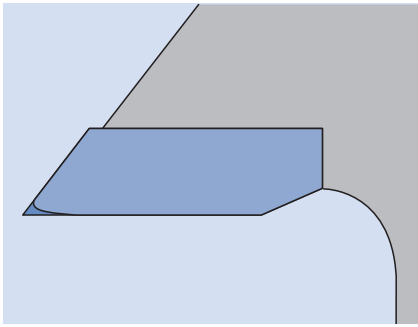
3.4. Diamant opgelegd gereedschap

Het naslijpen van DP-gereedschap is alleen aan het vrijloopvlak mogelijk. Daarvoor zijn speciale machines met speciale opnames nodig. Het naslijpen kan door middel van slijpen of vonkerosie/eroderen plaats vinden. Ter controle is speciale meetapparatuur nodig. De reparatie werkzaamheden kunnen daardoor alleen in slijpdiensten met bijzondere machinale inrichtingen of in productie werkplaatsen van Leitz plaats vinden.

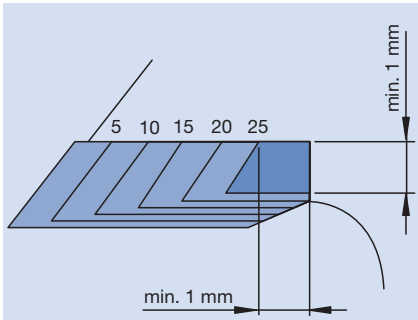
3.5. HW-opgelegde cirkelzaagbladen

a) Algemeen

HW-cirkelzaagbladen worden tegenwoordig uitsluitend op slijpautomaten nageslepen. Het handmatig slijpen op universele gereedschapslijpmachines is uit kwalitatieve en economische gronden niet meer denkbaar. Slijpautomaten werken met diepslijpprocessen en zijn met natslijpinrichtingen uitgerust. De technische eigenschappen van veel slijpautomaten maken het mogelijk alle voorkomende en speciale tandvormen in zowel de omtrek als aan spaan- en vrijloopvlakken na te slijpen. Voor het slijpen dienen de cirkelzaagbladen gereinigd te worden.



Slijtage aan een HW-zaagtand



Leitz aanbeveling voor de grootte van de restand bij een zaagblad

b) Draaglichaam of gereedschapbody terugleggen

Op de zagenslijpautomaat dient met de diamantslijpschijf alleen het hardmetaal bewerkt te worden. Het is nadien nodig om de body aan de vrijloophoek soms ook in de spaanruimte terug te leggen. Om de stabiliteit van de zaagtand niet te veel te beïnvloeden, mag de overstand van de HW-plaat 0,2 mm (bij SB < 3,2 mm) dan wel 0,5 mm (bij SB > 3,2 mm) niet overschrijden.

c) Naslijpen

Om een cirkelzaagblad zoveel mogelijk te kunnen naslijpen, is het strikt noodzakelijk HW-cirkelzaagbladen aan het spaanvlak en het vrijloopvlak na te slijpen. Als vuistregel voor de afnameverhouding van spaanvlak en vrijloopvlak geldt: 1:1 bij de massiefhoutbewerking en 1:2 bij de spaanplaatbewerking. Worden de afrondingen niet volledig eruit geslepen, heeft dit een grote reductie van de standtijd tot gevolg. De gebruiksaanwijzingen van de slijpautomaten geven informatie over de noodzakelijke instelbewerkingen van de machine. Bijzonder belangrijk is het instellen van de bladdikte. Niet symmetrische sneden hebben een zijdelings weglopen van de cirkelzaag tot gevolg.

d) Restandhoogte en -dikte

Als een restandhoogte, gemeten aan de plaatszitting, van 1 mm bereikt is, is het cirkelzaagblad op veiligheidsgronden niet meer bruikbaar.

e) Nieuw aanbrengen van snijplaten

In alle Leitz slijpdiensten bestaat de mogelijkheid enkele beschadigde zaagtanden van cirkelzaagbladen door nieuwe te vervangen. Het solderen vindt plaats door inductiewarmte met gebruik van geschikt soldeer- en vloeimiddel.

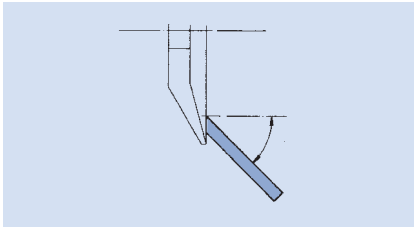
Voor deze werkzaamheden is vakkennis over de materiaalsamenstelling van hardmetaal en draaglichaam nodig. De gebruiker wordt aanbevolen zulke reparatiewerkzaamheden niet zelf te doen.

f) Richten en spannen

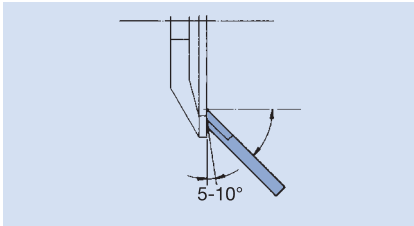
Onder het richten verstaat men het "rechtmaken" van een cirkelzaagblad, dat betekent het wegwerken van alle onregelmatigheden. Het spannen van een zaagblad heeft in het algemeen te maken met een blijvende vervorming of "rekking" van het middendeel van het zaagblad. Beide bewerkingen worden vaker tegelijk toegepast en zijn een vereiste voor het functioneren van het zaagblad. Het is daarom raadzaam om de zaagbladen gedurende de gehele naslijpcyclus te controleren op de rechtheid en de spanning en waar nodig te corrigeren.

Dit wordt zeer zeker aanbevolen voor schulpzaagbladen op meerbladmachines maar ook voor de zogenaamde dunsnedecirkelzaagbladen, aangezien deze zeer sterk belast worden en de spanningstoestand in de loop van de tijd kan veranderen. Dat kan op den duur zelfs leiden tot scheurtjes en verstoring van het blad. Zaagbladen die een sterke verkleuring door warmte vertonen zijn uitzonderingen.

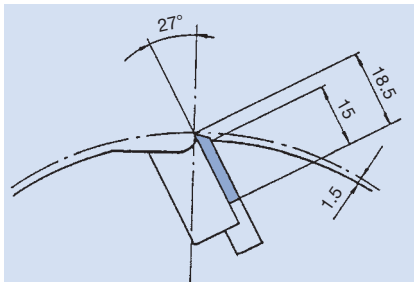
Bij het richten en spannen dient er op gelet te worden dat de diameter van de opspanflens afgestemd is op de zaagbladdiameter. Deze relatie is in DIN 8083 vastgelegd. Voor de praktische toepassing van het zaagblad bestaat een algemene aanbeveling voor de diameter van de zaagflens: deze dient minimaal een kwart van de zaagbladdiameter te zijn.



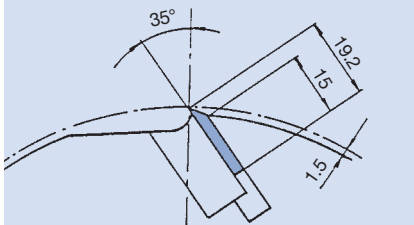
Slijpen van schaafmessen



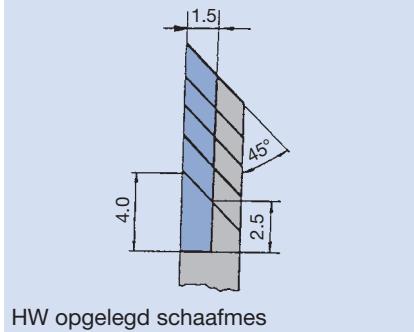
Terugleggen van het grondmateriaal bij hardmetaal opgelegde schaafmessen



Schaafmessenkop
Spaanhoek 27°



Spaanhoek 35°



HW opgelegd schaafmes

Toegelaten minimale maten bij schaafmessen

3.6. Verspaner

a) Freesverspaner

Bestaat uit een zaagblad en een freesbody welke met elkaar verschroefd zijn. Dit type verspaner moet aan het vrijloopvlak geslepen worden, waarmee de diameterverhouding tussen zaagblad en freesbody behouden blijft. Door de gelijkblijvende tanddeling en de van de één op de andere tandrij gelijkmatig verlopende fase, is het mogelijk en zeer rationeel om het slijpen op een zagenautomaat uit te voeren. Daarvoor zijn een speciale aanvoervinger en een speciale opname nodig.

b) Segmentverspaner

Bestaat uit verspanersegmenten en een voorgeplaatst zaagblad. Het slijpen van de verspanersegmenten kan in ingebouwde toestand in de body op conventionele gereedschapslijpmachines plaats vinden of na uitbouw in een speciale opname op zagenautomaten (zoals een hardmetaal cirkelzaagblad).

c) Compactverspaner

Dit diamant composietgereedschap wordt aan alle drie de vrijloopvlakken (vlak, fase en omvang) op speciaal machines nageslepen.

Als het gereedschap in praktische inzet op Hydrobussen opgespannen is, dient bij het naslijpen dezelfde opspanning gebruikt te worden om een hoge vlak- en rondloopnauwkeurigheid te bereiken.

3.7. Messenkoppen

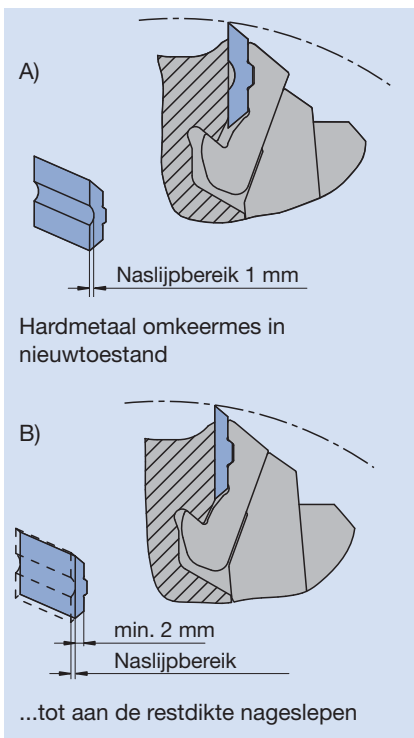
Bij de montage van messen dienen de volgende punten in acht genomen te worden:

- 1) Zuiverheid en onbeschadiging van de aanslagvlakken van body, messen als ook klem- en opspanelementen.
- 2) Aantrekken van de spanschroeven van binnen naar buiten (bij grotere snijbreedtes).
- 3) Messeninstelling door middel van instelhulp of meetklok (bij schaafmessen).
- 4) Schroeven niet met verlengde sleutels aantrekken.
- 5) Voorsnijders aan de aanslag leggen en vastschroeven.
- 6) Opbouw op geschikte doornen verrichten, anders mogelijk gevaar voor verkeerde spanning.
- 7) Bij messenkoppen geen veranderingen aanbrengen aan de vormgesloten veiligheidselementen.
- 8) Gewichtsgelijkheid van messen en opspanelementen controleren.
- 9) Om onbalans te vermijden altijd tegenover elkaar liggende gewichtsgelijke messen en opspanelementen inbouwen.

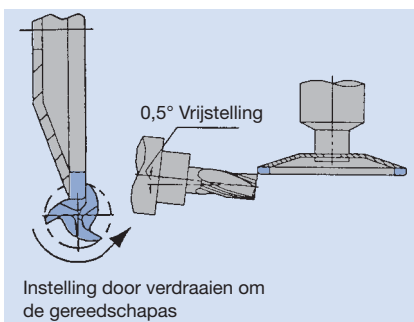
a) Schaafmessen

In HL-, HS- en HW-uitvoering worden aan het vrijloopvlak volgens de bestaande hoek geslepen. Bij hardmetaal opgelegde messen moet de vrijloophoek aan het draagmateriaal ten opzichte van de hardmetaalsneden circa 5 á 10° teruggelegd worden om bij het slijpen van het hardmetaal het contact van de diamant slijpschijf met de stalen body te vermijden.

Bij het naslijpen van de schaafmessen dienen de toegelaten maten in acht genomen te worden. In het bijzonder mag de minimale inspanlengte niet overschreden worden (zie ook de zijdelingse markering op de gereedschap-body). Bij een minimale inspanlengte van 15 mm en een radiale mesoverstand van 1,5 mm bedraagt de minimale meshoogte 18,5 mm (bij spaanhoek 27°) dan wel 19,5 mm (bij spaanhoek 35°).



Slijpen van VariPlan-messen



Slijpen van spiraalbovenfreesen

Hydro-messenkoppen hebben een radiale mesoverstand van 4 mm. Bij gelijke minimale inspanlengte bedraagt hier de minimale meshoogte 21,3 mm. Bij hardmetaal opgelegde schaafmessen dient extra op de hoogte van de opgelegde plaat gelet te worden. Een minimale hoogte van de plaat van 4 mm mag niet overschreden worden.

b) Schaafmessenkop VariPlan

De sneden zijn als naslijpbare, rechte omkeermessen uitgevoerd. Het slijpen wordt aan het spaanvlak gedaan. De messen worden met hun trapeziumvormige verhoging op de rug vormgesloten in een speciale mesopname gefixeerd.

Het naslijpbereik bedraagt 1 mm en is door een groef aan het spaanvlak gekenmerkt. De vrijloophoek is met het opspanmechanisme van de messenkop zo afgestemd dat na het slijpen aan het spaanvlak steeds een diameterconstante positionering van het mes in de body plaats vindt en mag daarom onder geen voorwaarde veranderd worden.

Let op: het slijpen van VariPlan-messen dient alleen in een Leitz slijpdienst plaats te vinden.

c) Spiraalschaafas

Voor het naslijpen van de 1 mm dikke buigzame HS messen is een speciale opname van de producent nodig. Na het slijpen worden de messen in een instelapparaat op de ruimtelijk gevormde drukstukken gemonteerd. De gebruiker kan nu het complete, vooringestelde inbouwdeel in de spiraalschaafas inzetten.

d) Geprofileerde messen

Het slijpen van geprofileerde messen wordt gedaan in profiel aan het vrijloopvlak. De toegelaten naslijpzone of minimale inspanhoogte van de messen dient aangehouden te worden.

Snijkantkwaliteit en standtijden kunnen verbeterd worden als een facet met een tweede vrijloophoek aangeslepen wordt dat circa 3° tot 5° kleiner is dan de hoofdvrijloophoek. Radiaal verlopende profielbereiken vereisen aanvullend een zijdelingse vrijloophoek.

3.8. Bovenfreesgereedschappen

a) HS- en HW-spiraalfreesen

Deze gereedschappen worden in twee uitvoering geproduceerd: als schlichtfrees voornamelijk voor de eindbewerking met maximaal 1 tot 3 mm spaanafname en als schrobfrees uitsluitend voor het bewerken van volmateriaal bij hoge verspaningen.

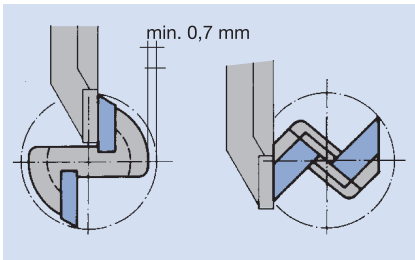
De schrobfreesen worden wegens hun speciale golfprofiel uitsluitend aan het spaanvlak geslepen. Schlichtfreesen kunnen aan het spaanvlak of vrijloopvlak geslepen worden.

b) HS- en HW-bovenfreesen met rechte sneden

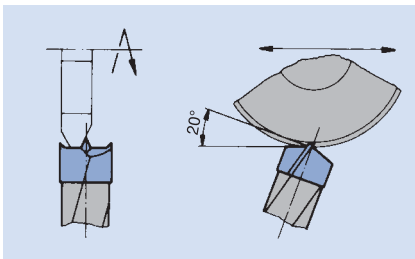
Worden aan het spaanvlak nageslepen. Bij grotere uitbreuken kunnen de bovenfreesen aanvullend aan het vrijloopvlak geslepen worden. Daarbij moet de body minimaal 0,7 mm ten opzichte van de snijdiameter teruggelegd worden.

11.4 Machinegereedschappen

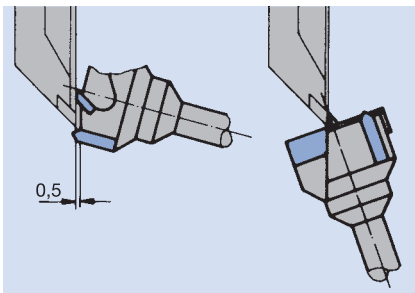
11.4.4 Gereedschap reparatie



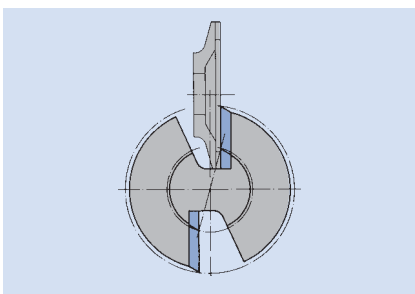
Slijpen van bovenfrezen met rechte sneden



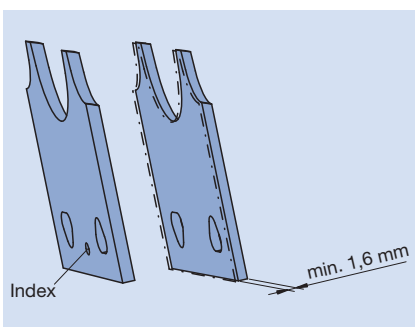
Slijpen van drevelboren



Slijpen van beslagboren



Slijpen van HW-opgelegde profielbovenfrezen



Slijpen van VariForm-messen

c) HW-opgelegde drevelboor

HW-drevelboren worden met een profiel diamantslijpschijf aan de ruimersnede, centreerpunt en voorsnijder in één proces geslepen. De overstandmaten van de centreerpunt en voorsnijder ten opzichte van de ruimersnede dienen nauwkeurig aangehouden te worden. Profiel-diamantslijpschijven zijn voor alle gangbare diameters te verkrijgen.

d) HW-opgelegde beslagboor

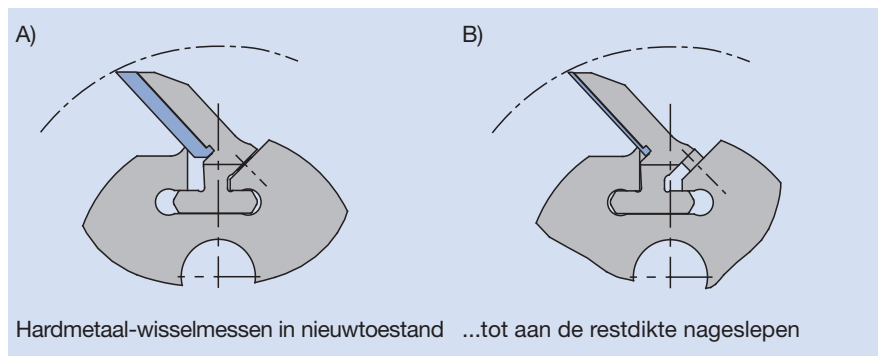
Centreerpunt en voorsnijder aan de omslag slijpen. Voor het slijpen van de ruimersnede aan de vrijloophoek dient er op gelet te worden dat de body ongeveer 0,5 mm teruggelegd dient te worden. De voorsnijderoverstand bedraagt ten opzichte van de ruimertand 0,3 tot 0,5 mm, de overstand van de centreerpunt is 1,5 tot 2,5 mm. Bij grotere slijtage is ook het naslijpen van het spaanvlak mogelijk. Het spaanvlak mag echter hoogstens tot en met het boorcentrum teruggeslepen worden.

e) HW (HM)-opgelegde profielbovenfrezen

Voor profielbovenfrezen gelden bij het naslijpen de richtlijnen voor profielfrezen (zie punt 1c). Om een hoge rondloopnauwkeurigheid te bereiken, moeten als slijpopnames spantangen gebruikt worden. Wegens de deels zeer nauwe spaanruimtes bij MAN-gereedschappen en de uitloop radiussen in de spaanruimte dienen in bepaalde gevallen zeer vlakke slijpschijven gekozen te worden.

3.9. ProFix-messen

HS (HSS)- en HW (HM)-opgelegde messen worden in ingebouwde toestand aan het spaanvlak geslepen. Daarvoor worden ze in een kantelbare opname gemonteerd. Op deze wijze kunnen messen met verschillende spaanhoeken (15°, 20°, 25°) altijd parallel aan de slijpinrichting uitgericht worden. De HW-snijplaat kan tot en met een restdikte van 0,5 mm nageslepen worden, waardoor een hoge benutting van het materiaal bereikt wordt.



Slijpen van ProFix-messen

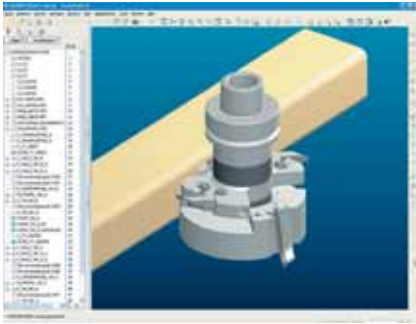
3.10. VariForm-profielmessen

VariForm-profielmessen (HW) worden met diamant slijpschijven parallel aan de gezamenlijke messenvoorzijde (spaanvlak) nageslepen.

Het naslijpbereik is door een cirkelvormige verdieping (index) in het spaanvlak gekenmerkt. Na het verdwijnen hiervan is het mes zo ver opgebruikt, dat dit niet meer dunner geslepen mag worden. (restdikte: minimaal 1,6 mm!)

11.4 Machinegereedschappen

11.4.5 Veiligheid



Moderne constructiemethodes d.m.v. 3D-CAD



Slingerproef



Beschriftingsvoorbeeld asgatgereedschap



Beschriftingsvoorbeeld kolfrees met minimale opspanlengte



Gereedschap met geïntegreerde datadrager

Het gebruik van gereedschappen voor de machinale houtbewerking is in potentie gevaarlijk op basis van de hoge toerentallen en scherpe sneden. Beschermingen aan de machine en het gebruik van veiligheidstechnisch getest gereedschap verkleinen het risico op ongevallen en verwondingen in hoge mate.

Veiligheid door Leitz

Hoge veiligheid van de producten is een wezenlijke component van de verantwoording die Leitz als onderneming heeft. Alle gereedschappen zijn in overeenstemming met de eisen van EN 847 en volgens de nieuwste veiligheidstechnische eisen geconstrueerd en geproduceerd. De basis hiervoor wordt reeds bij de ontwikkeling gelegd:

- Moderne constructiemethodes d.m.v. 3D-CAD en Finite-Element-Berekeningen (FEM).
- Omvangrijke ontwikkelingstesten zoals slingerstesten bij zeer hoge toerentallen, duurtesten van snede bevestigingen en opspanssystemen of terugslagstesten.
- Certificering van gereedschappen door onafhankelijke BG-Test testen van het Duitse beroepsgenootschap.

Een productie met gecontroleerde stappen die door een gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem volgens ISO 9001 gevolgd en gedocumenteerd worden, waarborgt een gelijkblijvende hoge kwaliteits- en veiligheidsstandaard van de uitgeleverde gereedschappen.

De Leitz Service met zijn slijpdiensten en zijn goed opgeleide vaklieden garanderen deze veiligheid gedurende de gehele levensduur van de precisiegereedschappen.

Veiligheid bij het gebruik

Een veilig gereedschap is alleen zo veilig als de gebruiker dit inzet. Daarom is een volledige en voor iedereen begrijpbare informatie over het veilig omgaan met gereedschappen net zo belangrijk als een veilige constructie. Leitz heeft zich bij het maken van algemene bedrijfsgebruiksaanwijzingen ingezet voor karakteristieke gereedschap types in het kader van een project van de VDMA. Deze templates worden niet alleen voor onze eigen producten ingezet, maar worden ook door het Europese verband EUMABOIS voor het gebruik aanbevolen.

Een duurzame beschrifting van de gereedschappen informeert over veiligheidsrelevante data zoals maximale toerental en aanvoersort alsmede de minimale opspanlengte bij kolfgereedschappen.

In het bijzonder voor de toepassing op CNC-machines worden ook gereedschappen met geïntegreerde data chips aangeboden die aan de machinesturing belangrijke geometrie- en technologiedata zoals gereedschaplengte en -diameter alsmede toerental en draairichting automatisch ter beschikking stellen. Daardoor wordt het risico van handmatige invoerfouten verkleind en een hoge bedrijfs- en proceszekerheid bereikt. Bij de inzet van gereedschappen dient daarnaast nog gelet te worden op omvangrijke veiligheidsaanwijzingen van de machinefabrikant. Veiligheidsinrichtingen bij de machine dienen ter bescherming van het personeel en mogen daarom niet veranderd of verwijderd worden. Internationaal erkende beeldmerken beelden het potentieel van gevaar uit.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.5 Veiligheid



Veiligheidsrichtlijnen

Leitz is samen met andere aangewezen gereedschap producenten en machinebouwers in het Verband der Deutschen Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) georganiseerd en brengt actief zijn jarenlange ervaring op het gebied van gereedschap veiligheid in bij het samenstellen van nationale en internationale normen en richtlijnen voor een veilige constructie van machinegereedschappen voor de houtbewerking en zijn veilige omgang voor het welzijn van de gebruiker in de hele wereld.

Als belangrijkste regelgeving voor de gereedschap producent is de Europese norm EN 847, deel 1 tot 3 “Machinegereedschappen voor de houtbewerking – veiligheidstechnische eisen” aangemaakt. Hierin zijn de minimale eisen gedefinieerd waar een houtbewerkingsgereedschap naar de actuele stand der techniek aan moet voldoen om als veilig gekenmerkt te worden.



ISO 3864, U.S. ANSI Z535
VDMA houtbewerkingsmachines.

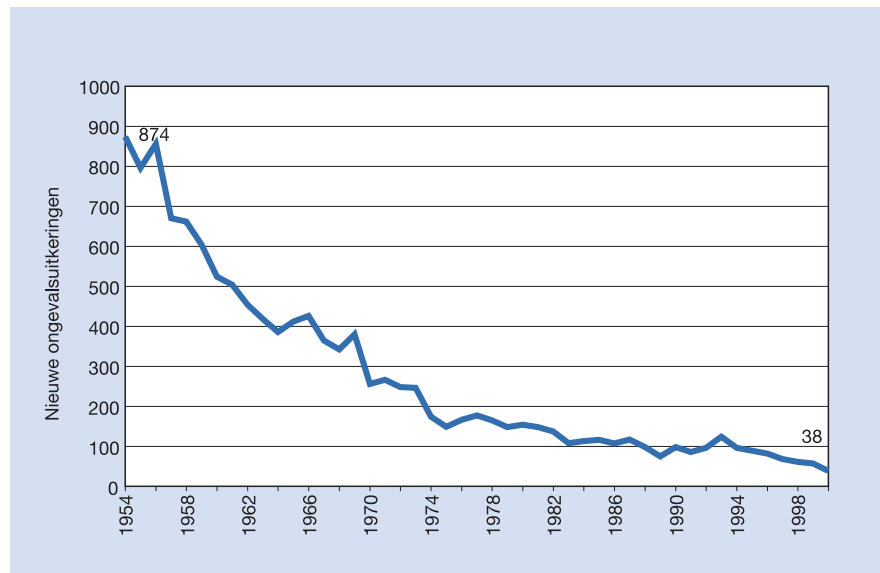


Safety Labels
Logo voor de bediening, functionele controle en onderhoud – houtbewerkingsmachines.

In het bijzonder bij gereedschappen voor handaanvoer is regelgeving voor terugslagarme constructie aangemaakt. Door kleine spaanruimopeningen en een geringe snijoverstand wordt de mate van verwonding gereduceerd, wat zich in een voortdurende vermindering van het aantal arbeidsongeschikten bij de Holz-BG aftekent.

EN 847-1	Machinegereedschappen voor de houtbewerking – veiligheidstechnische eisen. Deel 1: Frees- en schaafgereedschappen, cirkelzaagbladen.
EN 847-2	Machinegereedschappen voor de houtbewerking – veiligheidstechnische eisen. Deel 2: Eisen voor de kolf van freesgereedschappen.
EN 847-3	Machinegereedschappen voor de houtbewerking – veiligheidstechnische eisen. Deel 3: Opspangereedschap.

Belangrijke aanwijzing:
gereedschappen en opspangereedschap vallen niet onder de machinerichtlijn en hoeven daarom geen CE-teken te dragen.



Continue terugloop van “nieuwe” arbeidsongeschikten (bron: Holz-BG)

11.4 Machinegereedschappen

11.4.6 Geluidsarme gereedschappen



Bandenprofiel met ongelijke deling



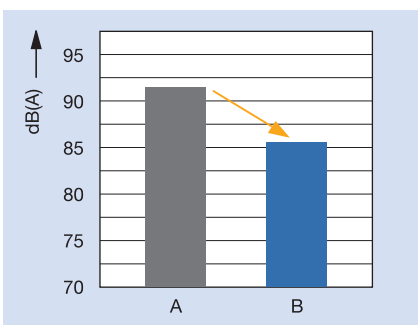
UT-verspaner met ongelijke deling



A) Conventionele strijkfrees
91,5 dB(A)

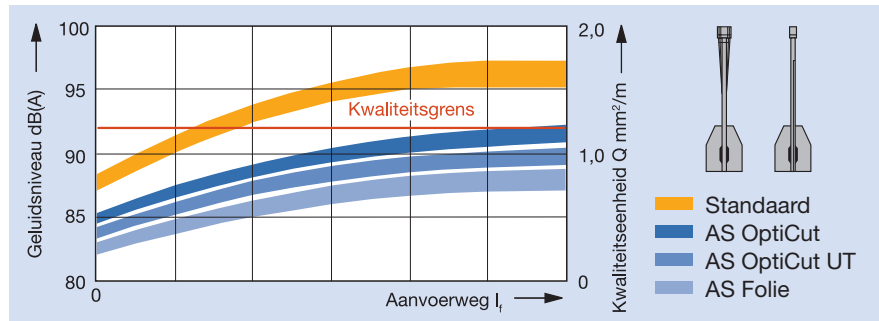


B) Strijkfrees "WhisperCut"
86 dB(A)



Geluidsvermindering bij strijkfreesen

Geluid is naast stof de grootste belastingsfactor op de werkplek! Een permanente eis bij de ontwikkeling van nieuwe gereedschappen is dat geluidsontwikkeling reeds bij de bron zo veel mogelijk ingedamd dient te worden en het uitbreiden van het geluid verregaand verhinderd moet worden. Een reductie van de geluidspieken met 10 dB(A) betekent al een halvering van de subjectieve geluidsbeleving voor het menselijke gehoor. Met de huidige stand van de ontwikkeling van geluidsdempende gereedschapssystemen kan de kwaliteit van de werkplek en daarmee de totale omgeving van de gebruiker doorslaggevend opgewaarderd worden.



Bij schijfvormige gereedschappen zoals cirkelzaagbladen leiden axiale trillingen van het grondlichaam tot een onafgebroken geluidsvorming. De amplituden van deze trillingen kunnen door speciale vorming van de tand- en spaanruimtegeometrie als ook door maatregelen van demping van het grondlichaam duidelijk gereduceerd worden. Om de verschillende inzetcriteria voor cirkelzaagbladen met betrekking tot de machinetechniek als ook op het te bewerken materiaal optimaal af te kunnen stemmen, biedt Leitz verschillende uitvoeringen van geluidsarme cirkelzaagbladen (Anti Schall - AS) aan:

- AS cirkelzaagblad met folie (demping van de trillingen door interne wrijving tussen zaagblad en folie).
- AS OptiCut-UT cirkelzaagblad (vermijden van een periodieke trilling van het zaagblad door ongelijke tanddeling).
- AS OptiCut cirkelzaagblad (laserornamenten in het stamblad verminderen het weerkaatsen door breking van het geluidsgolven in het stamblad).

Verdere oorzaken van het geluid zijn luchtwervelingen aan de snijkanten die een zaagblad tot trillen brengen, als ook het met regelmaat raken van de sneden aan het werkstuk, wat ook tot trillingen in het gereedschap aan het werkstuk leidt. Ongelijke afstanden tussen de opeenvolgende snede werken deze trillingen tegen en dempen het leegloop- en snijgeluid van het gereedschap. Autobandenfabrikanten gebruiken hetzelfde principe om het afrolgeluid en het "zingen" van de banden te verhinderen. Het principe van de ongelijke deling (UT) wordt succesvol bij cirkelzaagbladen en verspanergereedschap toegepast. De reeds bereikte hoge ontwikkelingsstand voor een lage geluidsontwikkeling geldt ook voor freesgereedschappen. Hier leiden de verregaand gesloten rondvormen van de body als ook profielnauwkeurige gereedschap contouren en een optimale spaanruimtegeometrie tot een aanzienlijke geluidsreductie. Zo zijn moderne diamant strijkfreesen ten opzichte van hun voorgangers nog maar half zo luid door deze maatregelen. Een mooi bijkomend effect van alle geluidsmaatregelen is: minder trillingen leiden tot een rustiger lopen van de body en daarmee tot een betere snijkwaliteit en hogere standtijd!

11.4 Machinegereedschappen

11.4.7 Stof- en spanenopvang



Laminaatbewerking: typische ophoping van spanen in de machine.



Probleem: machineslijtage door slijtende spanen.



DFC®-gereedschap voor gerichte spanenstraal. **DFC®-systeem:** gereedschap met aangepaste afzuigkap. Het grootste deel van de spanen wordt opvangen en weggehouden bij de slijtage van de machine.

Spanen zijn het bijkomende afvalproduct van een verspaningsproces. Ondanks stofbeschermdes machines, die tegenwoordig tot de stand der techniek behoren, blijven veel spanen liggen. In massiefhout- of plaatbewerking, niet opgevangen spanen beïnvloeden in beduidende mate de meerwaardevorming, waar zij de productkwaliteit verslechteren, extra werk voor het reinigen van het werkstuk noodzakelijk maken, stilstandtijden van de productie inrichtingen verhogen of tot uitval van de machinecomponenten door slijtage kunnen leiden. Het antwoord van Leitz op deze problematiek heet DFC® (Dust Flow Control).

DFC®

Achter DFC® zit de filosofie om de afgesneden spanen zo te leiden, dat zij van het werkstuk weggeleid worden en ongehinderd uit het bereik van de sneden van het gereedschap in de afzuigkap belanden.

Door de wezenlijk verbeterde spanenopvang doen zich de volgende voordelen voor:

– Energiebesparing

De afzuiglucht dient niet meer voor het opvangen van de spanen, maar puur voor het transport in de leidingen. Daardoor kan het luchtvolume gereduceerd worden wat in de winter extra tot besparing van verwarmingskosten voor de opwarming van frisse lucht leidt.

– Betere productkwaliteit

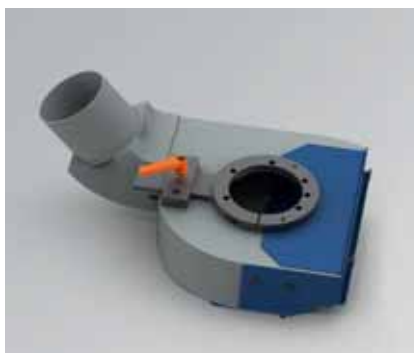
Tastende aggregaten worden niet meer beïnvloed door aanklevende spanen of lijmresten. Daardoor vermindert uitval of nabewerking.

– Hogere productiviteit

Schone machines maken een continue productie zonder onderbrekingen mogelijk. Schone werkstukken hoeven voor het afstapelen en verpakken niet eerst gereinigd worden.

– Lagere onderhoudskosten

Slijtende spanen worden van belangrijke machinedelen weggehouden en kunnen hun energie aan uitwisselbare slijtagedelen zoals geleider-elementen of afzuigkappen afgeven.



Modulair opgebouwde DFC®-afzuigkappen met uitwisselbare aluminium slijtagedelen, instelbare werkstukdoorlaat met nevenluchttoevoer en afneembaar deksel voor goede toegankelijkheid van het gereedschap.



Door een geluidsdempende uitvoering kan de machine extra geluidstechnisch geoptimaliseerd worden.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.7 Stof- en spanenopvang



Voorbeeld: verspanen gefineerde platen met een vrije fineeroverstand.



Afgebroken splinters verstoppen de afzuigmond – brandgevaar door wrijving van het roterende gereedschap!



DFC®-verspaners met shreddermessen verkleinen de fineeroverstand op afzuigbare grootte voor een schone afvoer.



Opdelen van werkplaten met diamant bovenfreesen. Conventionele bovenfrees: spanenstraal treedt horizontaal uit en schiet tegen de borst- of lamellenbescherming.

Toepassingsvoorbeeld voor DFC®-gereedschap:

De DFC®-techniek is al beschikbaar bij verspanen, strijkfreesen, profielfreesen, groeven en kolffreesen en wordt steeds verder ontwikkeld. De beste werking van de spanenopvang wordt bereikt als het gereedschap en de afzuiging op elkaar zijn afgestemd. Voorbeelden van zulke DFC®-systeemoplossingen zijn:

- IQsystem

Gemeenschappelijke ontwikkeling met machinefabrikant voor een efficiënte spanenopvang van meer dan 95% bij kantenaanlijmers.

- DFC®-gereedschap voor de laminaat- en parketproductie met aangepaste afzuigkappen voor duidelijke vermindering van slijtage door slijtende spanen aan machinegeleidingen en aanvoereenheden.

Bijzonder belangrijk is DFC®-gereedschap in combinatie met hoge verspaanprestaties, aangezien het grote spanvolume per tijdseenheid niet alleen door een hogere afzuigsnelheid bereikt kan worden. Het komt daarop aan, dat spanen reeds bij het ontstaan in de juiste richting geleid worden. Niet altijd lukt het de optimale werking te bereiken zoals bijvoorbeeld bij het formatteren van plaatmateriaal op CNC-stationaire machines. Vaak moet bij de gereedschap constructie een compromis aangegaan worden tussen de bewerkingskwaliteit en optimale spanenstroom.

Spanen kunnen ook de afzuiging verstoppen en een productie-inrichting stilzetten. Een bekend voorbeeld is de bewerking van gefineerde platen, waarbij de toplaag vrij oversteekt. Conventionele gereedschappen verkleinen de variërende toplaagoverstand niet. Lange stroken of splinters komen vast te zitten in de afzuiging. Niet zelden leidt dit tot brand in de machine. DFC®-verspaners met shreddermessen lossen dat probleem op, aangezien zij de bewerkingsoverstand in afzuigbare grootte verkleinen.



DFC®-bovenfrees: spanenstraal wordt naar boven richting de afzuiging weggeleid en kan afgezogen worden.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.8 Gereedschappen als intelligente procesbouwstenen



Gereedschap met QR Code



Gereedschap met DataMatrix Code



Gereedschap met RFID Chip



Gereedschap met NFC Chip

Al in het begin van de jaren 90 heeft Leitz gereedschappen met datachips als zogenaamde “intelligente gereedschappen” in de houtbewerking geïntroduceerd. Bij deze gereedschappen waren alle voor de aansturing van CNC-machines relevante data, zoals maximale toerental, draairichting, diameter, lengte, referentiepunt coördinaten en, zover in de toepassing bekend was, ook het aanbevolen inzettoerental en de aanvoersnelheid in een datachip in het gereedschap vastgelegd. De machine heeft deze data in de gereedschapopslag ingelezen. De gebruiker hoefde daardoor het gereedschap niet meer te vermeten en de data in de machinebesturing in te geven.

Aanvullend wordt de veiligheid door het vermijden van invoerfouten verhoogd. Een beperking van dit systeem was altijd de ontbrekende standaardisering van de gegevens zodat het gereedschap altijd machinespecifiek geprogrammeerd moest worden en niet op machines van verschillende fabrikanten te gebruiken was.

In de loop van de digitalisering van de productie wordt de koppeling van enkele bedrijfsmiddelen steeds belangrijker. Hiervoor worden de gereedschapsdata niet meer lokaal vastgelegd, maar centraal in een databank. De gereedschappen zijn met een automatisch leesbaar uniek nummer gecodeerd, bijvoorbeeld door middel van een RFID Chip of DataMatrix Code. Met dit zogenaamde serienummer is toegang tot een daarbij behorende dataset mogelijk. Een noodzakelijke vereiste voor het koppelen van de gereedschappen in de productie is een gestandaardiseerd datamodel met eenduidige kenmerken en structuur van alle parameters. Het gereedschap neemt de rol van kennisuitwisseling aan en regelt in het verdere vervolg de centrale communicatie ter optimalisatie van het totale productie- en waardecreatieproces.

Het voordeel van centrale datavastlegging tegenover de datavastlegging op een chip in het gereedschap is dat er wezenlijk meer informatie getransporteerd kan worden en dat de data altijd oproepbaar zijn, zonder een fysieke toegang tot het gereedschap te hoeven hebben. Naast het inlezen van de gereedschapsdata in de machinesturing kunnen ook omgekeerd data uit de machine zoals standtijden of vermogensopname aan de individuele gereedschappen toegekend en teruggeschreven worden. Op deze manier worden lerende systemen mogelijk die vooruitkijkend op een mogelijke gereedschapswissel aansturen. Naast de pure parameters voor de machinesturing kunnen ook CAD-data zoals de contouren van een gereedschap aan de besturing gestuurd worden voor het doorvoeren van testen van botsingen en processimulaties. Daarnaast is het mogelijk een expertisesysteem op te bouwen door het koppelen van gereedschapsdata met materiaal- en toepassingsgegevens die de gebruiker het voor zijn bewerkingsopgave geschikte gereedschap met de overeenkomstige inzetparameters aanbeveelt.

11.4 Machinegereedschappen

11.4.8 Gereedschappen als intelligente procesbouwstenen

In de hoogste trap naar digitalisering worden de gereedschapdata in de Cloud gezet, wat de toegang van verschillende betrokkenen met specifieke toegangsrechten mogelijk maakt. Van één gereedschap bestaat dan altijd maar één geldige dataset die dan ook door een slijpdienst geactualiseerd kan worden, als er bijvoorbeeld als gevolg van het naslijpen of de gereedschapsombouw maten veranderen. Daarnaast wordt het door het overdragen van de standtijden van het gereedschap aan de gereedschapsproducent mogelijk om een gefundeerde basis te leggen voor procesoptimalisatie en voor afrekeningsmodellen volgens verbruikte verspaningsprestaties. Tussen de vastlegging van de data op de chip op gereedschap en een pure Cloud-oplossing met centrale dataset zijn, afhankelijk van de IT- infrastructuur en -veiligheidsconcepten, ook mengvormen denkbaar, bij welke bijvoorbeeld veiligheids- en functierelevante data op het gereedschap meegeleverd worden terwijl de extra informatie zoals toepassingsdata, standtijdinformatie of CAD-data via Cloud op te vragen zijn.

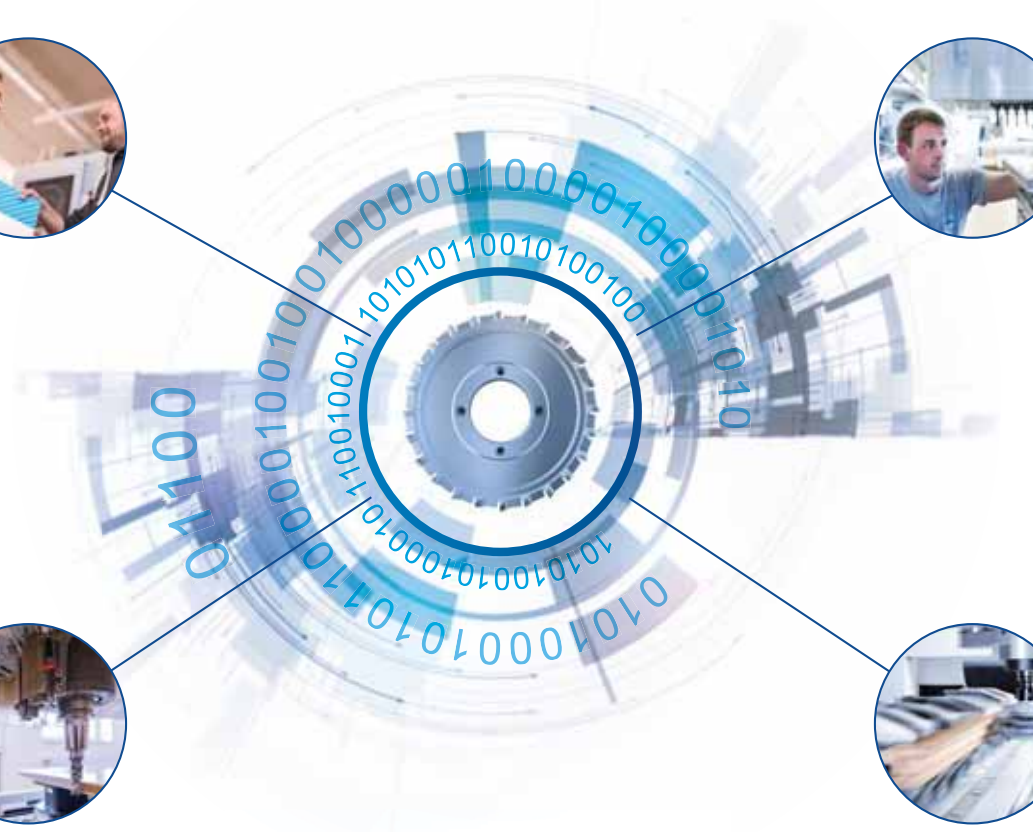
GEREEDSCHAP REPARATIE

GEbruiker



GEREEDSCHAP PRODUCENT

MACHINEFABRIKANT



11.5 Houtbewerkingsmachines

11.5.1 Doorloopmachines

Bij de houtbewerkingsmachines met mechanische aanvoer worden twee varianten onderscheiden: doorloop- en stationaire machines.



Detail aanzicht van een kantenaanlijmmachine met kettingaanvoer



Detail aanzicht van een vierzijdige- en profileermachine met aanvoerrollen

Als het werkstuk door een aanvoereenheid door de machine geleid wordt, spreekt men van **doorloopmachines**. De verspanende bewerking vindt plaats als het werkstuk langs de gereedschappen geleid wordt. Daarbij kunnen meerdere gereedschappen na elkaar ingezet worden en een complete bewerking aan het werkstuk verrichten. Afhankelijk van het aanvoersysteem wordt er een onderscheid gemaakt tussen machines met kettingaanvoer of met aanvoerrollen.

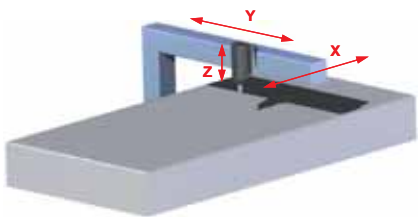
Machines met kettingaanvoer worden ingezet om plaatmaterialen aan de smalle kanten te bewerken. De aanvoerketting vormt daarbij de oplegzijde voor het werkstuk en de referentiehoogte voor alle bewerkingen. Het werkstuk wordt door meelopende drukriemen aan de bovenzijde tegen de kettingoplegplaten geklemd en door de machine getransporteerd. Het zijdelings over de ketting uitstekende deel van het platenwerkstuk kan bewerkt worden. Door de afrolbeweging van de ketting op het kettingwiel vormen zich geringe fluctuaties in de aanvoerbeweging, het zogenaamde polygooneffect. Constructief wordt dit effect tegengewerkt, zodat het polygooneffect geen effect heeft op de bewerkingskwaliteit. Typische voorbeelden voor zulke machines zijn dubbele pennenbanken en kantenaanlijmmachines voor de productie van meubeldelen of vloereninrichtingen voor het profileren van laminaatdelen of parket.

Machines met aanvoerrollen worden bij de vierzijdige bewerking van massiefhout of houtmaterialen ingezet. Typische vertegenwoordigers van deze machinevariant zijn meerassige vierzijdige schaaf- en profileermachines voor de productie van balken, lijsten en profielpanelen. De werkstukken worden door de aangedreven aanvoerrollen over een machinetafel geschoven en zijdelings langs een aanslag geleid. Door de rollenaandrijving is de aanvoerbeweging zeer gelijkmatig, zodat lakbare houtoppervlaktes met een gelijkmatig verschijningsbeeld van de snede bereikt kunnen worden. Belangrijk voor de bewerkingskwaliteit is dat het werkstuk recht en trillingsvrij langs de bewerkingsgereedschappen gevoerd wordt. Daartoe moet de nul diameter van de gereedschappen exact op de tafelhoogte en zijdelingse geleidingen ingesteld worden om verzetvrije oppervlaktes te bereiken. Constantgereedschap bespaart hier tijd, aangezien zijn nul diameter onveranderd blijft. Aanvullend is een toereikende ondersteuning van het werkstuk tegen de snijdruk belangrijk om werkstuktrillingen en daarmee golvende oppervlaktes te vermijden. Hiervoor moeten drukschoenen op ieder bewerkingsstation op werkstukafmetingen en spaanafname exact ingesteld worden.

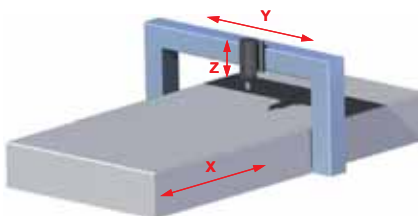
Doorloopmachines maken het mogelijk een **hoge productie** te bereiken, aangezien alle bewerkingen aan een werkstuk nagenoeg gelijktijdig uitgevoerd worden. Zij zijn vanuit het concept voor grotere seriegroottes ontworpen, omdat het omstellen relatief veel tijd kost. De **trend naar kleinere seriegroottes** volgend, worden met toenemende mate elementen uit de stationaire techniek in doorloopmachines geïntegreerd: bijv. motoren met HSK-aansluiting, vooringestelde gereedschappen, automatische gereedschapwisselaar, gestuurde aggregaten voor het contourfrezes of voor het boren van doorlopende werkstukken. Om de aanvoersnelheden verder te verhogen worden bij de gestuurde aggregaten steeds vaker hoogdynamische lineaire aandrijvingen toegepast.



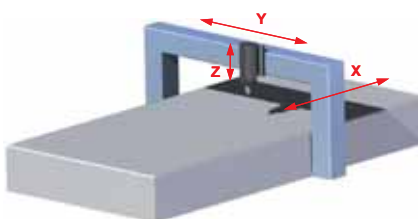
CNC-bewerkingscentrum in kolom bouwvorm met consoletafel.



Schema van een kolommachine



Schema van een portaalmachine



Schema van een Gantry-portaalmachine

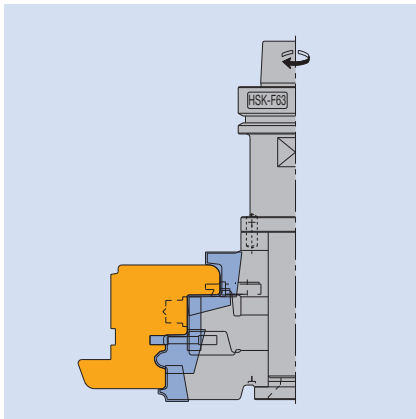
Bij de **stationaire machines** is het werkstuk vast opgespannen. De aanvoerbeweging wordt door baangestuurde assen van gereedschap en/of werkstuktafel uitgevoerd. Afhankelijk van de indeling van de bewegingsassen onderscheidt men kolom-, portaal- of Gantry-portaal bouwvorm. Bij de **kolom bouwvorm**, zit de bewerkingseenheid aan een verplaatsbare kolom en voert de aanvoerbewegingen in alle drie de assen uit. Bij de **portaal bouwvorm** bevindt zich de in U- en Z-richting verplaatsbare bewerkingseenheid zich op een vaststaande portaal en de aanvoerbeweging in de X-richting wordt bereikt door de werkstuktafel. Zulke machines zijn vaak met tandemtafel uitgevoerd, zodat één tafel door een handlingsysteem geladen of ontladen kan worden terwijl op de andere tafel de bewerking loopt. Bij de **Gantry-portaal bouwvorm** gaat het om een **verrijdbaar portaal**, dat de gereedschapsas draagt. Vergelijkbaar met de portaal bouwvorm worden alle aanvoerbewegingen door het gereedschap uitgevoerd. Door de tweezijdige ondersteuning van het portaal zijn de Gantry machines dynamischer dan de kolommachines en worden daardoor vaker in het Nesting bereik ingezet.

Uitgaande van Point-to-Point-boormachines en CNC-bovenfreesmachines worden stationaire machines tot complexe **bewerkingscentra** ontwikkeld. Met booraandrijvingen en extra aggregaten uitgerust, kunt u frezen, boren aan alle zijden, zagen en ook kantenaanlijmen zodat een bouwdeel in één opspanning compleet bewerkt kan worden. Voor het zwenken van het aggregaat om de X-as beschikken de machines extra over een C-as (4-assige machine). De machines verkrijgen flexibiliteit door een gereedschapsmagazijn en een automatische gereedschapswisselaar. De hoofdas is hiertoe in de meeste gevallen met een HSK-aansluiting uitgevoerd, gebruikelijk in de houtbewerking is de uitvoering HSK-F 63, deels ook HSK-E 63. Aangezien de bandbreedte van de gereedschapsdiameter van 3 mm tot en met 200 mm varieert, zijn de motorassen frequentiegestuurd tot en met een maximaal toerental van 24.000 min^{-1} , bij HSC-machines tot 30.000 min^{-1} . CNC-gestuurde machines maken de flexibele productie van bouwdelen in seriegrootte 1 mogelijk. De software geeft aan welke bewerking met welk gereedschap uitgevoerd moet worden. Wisseling van de bewerkingsopgave wordt bereikt door het aanroepen van een nieuw CNC-programma in de besturing.

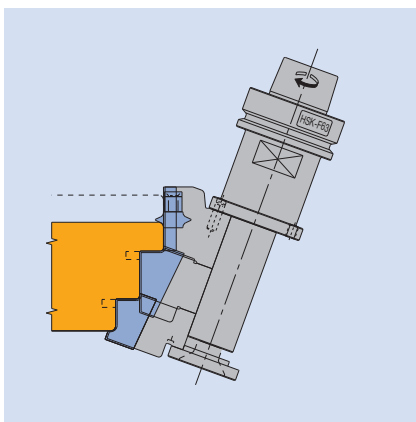
Ondanks deze theoretische flexibiliteit hangt het spectrum van bouwdelen wat op een machine bewerkt kan worden sterk af van de **werkstukopspanteknik**. Zeer flexibel zijn zogenaamde consoletafels die vrij gepositioneerd kunnen worden en waarop weer een vacuümzuiger voor plaatmateriaal of mechanische opspanning voor bijvoorbeeld kozijndelen gepositioneerd kan worden. Daarnaast zijn er zogenaamde rastertafels voor het vacuümspannen van grotere platen, bijvoorbeeld bij Nesting. Vormdelen zonder evenwijdige opspanvlakken, zoals bijvoorbeeld stoeleuning, worden met behulp van speciaal geproduceerde sjablonen mechanisch of vacuüm opgespannen die als hulpstukken dan wel als console- of op raster tafels ingezet worden. Juist bij de consoletafel zijn volgorde en afstand van de zuigers en opspanningen zeer belangrijk voor de bewerkingsprestatie. Bij te grote afstand ontstaan trillingen van het werkstuk, waardoor bewerkingskwaliteit en gereedschapstandtijd afnemen. Grotere afvalstukken dienen ook opgespannen te worden, zodat deze niet ongecontroleerd afbreken en de freesgereedschappen beschadigen.

11.5 Houtbewerkingsmachines

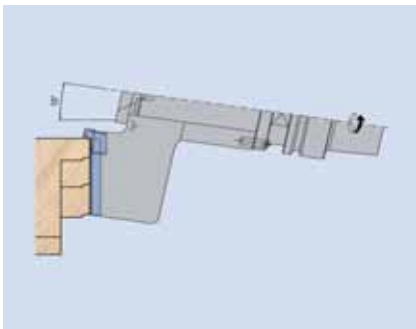
11.5.2 Stationaire machines



Sponningfreesen met 3-assige machine



Sponningfreesen met gezwenkte as op 5-assige machine



Kegel-vlakfreesen van zichtvlakken, bijv. van kozijnprofielen: geen herkenbare zichtbare machineslag

Omdat alle bewerkingsstappen bij een stationaire machine na elkaar aflopen, zijn de bewerkingstijden langer dan bij doorloopmachines. Daardoor kunnen alle vormen geproduceerd worden en de bouwdelen worden compleet geproduceerd. Om de productiviteit te verhogen worden verschillende methodes toegepast. Het enkele freesproces wordt versneld door kleinere gereedschapsdiameters en hogere toerentallen. De dynamiek van de bewegingen wordt verhoogd door de toepassing van lineaire aandrijvingen. Door meerdere gereedschappen op één opname worden gereedschap wisseltijden verkort doordat het gereedschap in een andere werkpositie gebracht wordt, in plaats van compleet uitgewisseld wordt. Door meerdere onafhankelijk gestuurde hoofdasen worden werkstappen parallel uitgevoerd. Door bewegende werkstukopspansystemen met deellovername wordt een werkstuk doorloop door de machine mogelijk.

De hoogste flexibiliteit in de stationaire techniek biedt de **5-assige machine**. In de houtbewerking zijn de vierde en de vijfde as meestal twee extra zwenkrichtingen aan de as. Er is een onderscheid in een kartesische en een kardanische 5-assige machine. Beide systemen hebben als vierde as een verticale zwenkrichting voor de as. Bij het kartesische systeem is de motoras om een horizontale as zwenkbaar in een "vork" gelagerd. Bij een kardanisch systeem wordt de zwenkbeweging van de as bereikt door een 45° gezwenkte as.

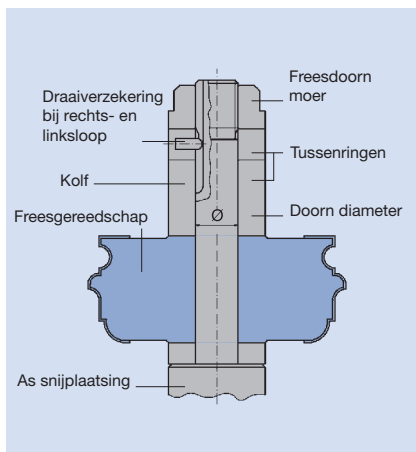
Een klassieke toepassing voor 5-assige machines is de bewerking van 3D vormdelen, zoals in de model- en vormbouw of in de botenbouw. Dit vereist echter een CAD/CAM-koppeling voor de programmering van simultane aansturing van de vijf assen. Wezenlijk wijder verbreid in de houtbewerking is de trend de vierde en vijfde as voor het zwenken van de hoofdas in te zetten. Daardoor kunnen aggregaten bespaard worden, aangezien met standaard gereedschappen in de hoofdas schuin verlopende frezingen, zaagsnedes en boorgaten uitgevoerd kunnen worden. Onder andere kan de freeskwaliteit bij sponningfrezingen verhoogd worden, omdat door de schuin gestelde assen aan beide zijden van de sponning dezelfde intredevorhouding bereikt wordt en de oppervlaktes met een trekkende snede gevormd worden. Daarbij verhogen bij dubbele sponningprofielen de gereedschapstandtijden, aangezien de profieldiepte verkleind wordt en het verschil in snijsnelheid en afgelegde afstand van de snede verkleind wordt.

Een speciaal geval is het zogenaamde kegel-vlakfreesen met kleine instelhoeken van de as. Door een grote kegelhoek verhoogt de werkende diameter van het gereedschap zich met een veelvoud, wat er toe leidt, dat de snede op het te bewerken vlak geen herkenbare messenslag bereikt.

11.5 Houtbewerkingsmachines

11.5.3 Machines voor handaanvoer

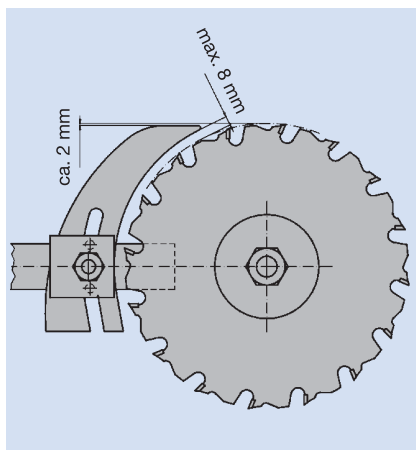
Handaangevoerde machines zijn stationaire machines, waarbij normaal gesproken het werkstuk met de hand aangevoerd wordt. Zij beschikken over een machinetafel als oplegvlak voor de werkstukken. De werkstukken worden over aanvoerrollen of langs aanslagen langs het gereedschap geleid. Werkstukken met gewelfde vormen worden langs sjablonen geleid. Daarvoor zijn speciale gereedschappen met kogelgelagerde aanloopringen nodig. In principe kan op de machine met handaanvoer dezelfde veelvoud aan werkstukken geproduceerd worden als bij mechanische aanvoer. Daarom zijn zelfs in bedrijven met industriële serieproductie machines met handaanvoer voor speciale productie of reparatiedelen vaak onontbeerlijk.



Voorbeeld gereedschapbevestiging op een tafelfreesmachine

Typische vertegenwoordigers van stationaire machine voor handaanvoer zijn **tafelcirkelzagen, vandiktebanken en tafelfreesmachines**. Zij kunnen ook met mechanische aanvoerinrichtingen (aanvoerapparaat) aanvullend voor handaanvoer uitgerust worden, maar gelden dan altijd nog als handaangevoerde machines.

Aangezien de bediener de aanvoerbeweging uitvoert en daarmee direct deelneemt aan het verspaningsproces is er een groter gevaarpotentieel dan bij machines met mechanische aanvoer. Het grootste gevaar wordt gevormd door de roterende gereedschappen aangezien deze in het werkbereik niet volledig afgeschermd zijn. Als gevolg hiervan schrijft de machinerichtlijn voor machines voor handaanvoer talrijke beschermingsinrichtingen voor. Het gebruik is in de nationale eisen ter voorkoming van ongevallen voorgeschreven, hun vakkundig gebruik is de verantwoordelijkheid van de gebruiker. Daarbij wordt speciaal rekening gehouden met de bescherming tegen het aanraken van de roterende gereedschappen, het verhinderen van gereedschapperugslag als ook stof- en geluidsbelasting op de werkplek. Afzuigkappen hebben bijvoorbeeld gelijktijdig de functie van beschermingsinrichting en dienen ook nog als geluidsreductie.



Juiste instelling van een spouwmes bij tafelfcirkelzagen

Belangrijke veiligheidseisen bij het werken met handaangevoerde machines: er mogen alleen met "MAN" gekenmerkte gereedschappen ingezet worden die volgens EN 847-1 bijzonder terugslagarm geconstrueerd zijn (uitzondering: cirkelzaagbladen). De gereedschapbevestiging op tafelfreesmachines dient met draaiverzekering te gebeuren om een onvoorzien loskomen van het gereedschap te voorkomen. Daarbij moet de vrije aslengte met tussenringen opgevuld worden, zodat de opspanmoer de spankrachten op het gereedschap kan overbrengen. Ter vermijding van gereedschapperugslag dient onvoorwaardelijk in tegenloop gewerkt te worden (met uitzondering van voorritsen). Korte werkstukken moeten met een duwhout gevoerd worden om de handen zo ver mogelijk uit het gevarenbereik te houden. Openingen tussen gereedschap en machinetafel of zijdelingse geleidingen moeten zo klein mogelijk zijn. Voor invalfrezen dienen extra aanslagen voor een voorge-definieerde beweging van het werkstuk bevestigd te worden. Cirkelzaagbladen moeten met een aan de diameter aangepast spouwmes gebruikt worden, waarbij de dikte tussen de gemaakte snede en de dikte van het stamblad ligt om het klemmen van het zaagblad in de snede en daarmee werkstukterugslag te vermijden. Voor tweezijdig uitbreukvrije kanten zijn er voor tafelfcirkelzagen speciale voorritsaggregaten die de werkstukonderzijde met een kleine snijdiepte van circa 1 mm in meeloop voorritsen, voordat de opdeelsnede met de hoofdzaag er op volgt. De ritszaagbladen bereiken daarbij een circa 0,1 tot 0,2 mm bredere snede dan het hoofdblad.

11.5 Houtbewerkingsmachines

11.5.4 Handaangevoerde elektrische gereedschappen



Pendelzaagmachine



Invalzaag



Handbovenfreesmachine

Typische vertegenwoordigers van de handaangevoerde elektrische gereedschappen zijn handcirkelzagen en handbovenfreesen. Zoals de stationaire machines gebruiken ze ook een “tafel” als aanlegvlak voor het werkstuk, alleen bevindt deze zich boven het werkstuk, aangezien de machine op het werkstuk gezet wordt.

Bij **handcirkelzaagmachines** kunnen twee verschillende constructiewijzes onderscheiden worden:

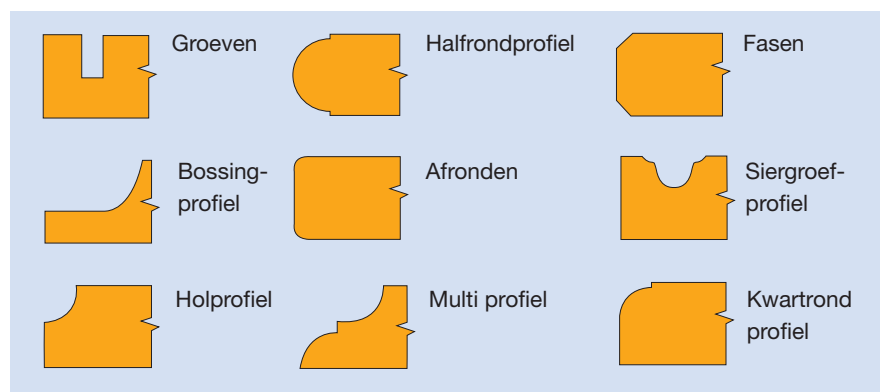
- a) pendelzagen b) invalzagen

Het meest gebruikt zijn de **pendelzagen** die normaal gesproken ook voor grotere zaagdieptes bruikbaar zijn. Pendelzagen hebben, zoals de naam al doet vermoeden, een pendelend gelagerde beschermingskap die na het zagen automatisch sluit. Invalzagen hebben een eendelige, vaste beschermingskap. Bij deze machines wordt de gezamenlijke motor- en zaagbladen eenheid na het zagen in de uitgangspositie gedraaid en is het zaagblad in de beschermingskap verdwenen.

Invalzagen worden speciaal gebruikt als invalwerk gemaakt moet worden. Bij nieuwe invalzagen is het spouwblad verend gelagerd, om het mogelijk te maken bij invalwerk weg te draaien. Voor handcirkelzaagbladen worden verschillende aanslag- en geleidingssystemen aangeboden die het zuiver en boven alles exact zagen mogelijk maken. Zagen uit de vrije hand dient alleen bij uitzondering of bij het zagen van grof werk toegepast te worden.

Handcirkelzaagmachines beschikken normaal gesproken niet over een voorritsaggregaat. De betere snijkwaliteit wordt aan de onderzijde van het werkstuk bereikt. Om ook een uitbreukvrij werkstukoppervlak aan de bovenzijde te bereiken (zijde van tanduittrede), wordt aanbevolen de bovenzijde eerst 1 mm voor te ritzen en dan aansluitend met een zijdelings verzet van ongeveer 0,1 mm de opdeelsnede uit te voeren.

Handbovenfreesmachines zijn zeer veelzijdige machines met nagenoeg onbegrensde mogelijkheden. Een overzicht van de belangrijkste bewerkingsmogelijkheden is op onderstaand schema inzichtelijk.



De gereedschappen voor handbovenfreesmachines bezitten vaak een aanloopkogellager of aanloopring voor een precieze geleiding van de machine langs de werkstukkant. Een andere variant bestaat uit het werken met kopieerringen. Daarbij wordt in de machinetafel een kopieerring gemonteerd die het mogelijk maakt kleine seriedelen door middel van kopieerfreesen exact te reproduceren.

11.5 Houtbewerkingsmachines

11.5.4 Handaangevoerde elektrische gereedschappen



Freesgereedschap met aanloopring voor handbovenfreesmachines

Formaatfrezen of groefbewerkingen kunnen het beste met behulp van een aanslag- of geleidingssysteem geproduceerd worden. Ronde delen kunnen met behulp van een freeshulpmiddel, een soort cirkel, geproduceerd worden.

Vaak worden handbovenfreesmachines voor het affrezen van fineren of deklagen gebruikt die op reeds voorgeformateerde platen met overstand aangebracht worden. Hiervoor worden bovenfreesgereedschappen met aanloopkogellagers ingezet, waarbij de snijdiameter overeenkomt met de diameter van de aanloopring. Op basis van de nauwe ruimte bij handbovenfreesmachines is het vaak niet mogelijk een effectieve afzuigmogelijkheid toe te passen. Bij het frezen van groeven kan een spaanafzuiging door middel van een afzuigklok uitgevoerd worden.

