

***voorgelakt plaatstaal  
voor binnengebruik***

***vm 109***

**VWM**



# Voorgelakt plaatstaal voor binnengebruik

vm 109



*Vereniging FME-CWM*

vereniging van ondernemers in de  
technologisch-industriële sector

Boerhaavelaan 40

Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer

Telefoon: (079) 353 11 00

Telefax: (079) 353 13 65

E-mail: [info@fme.nl](mailto:info@fme.nl)

Internet: [www.fme.nl](http://www.fme.nl)

© Vereniging FME-CWM/april 2008

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke ander wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel grote zorg is besteed aan de waarborging van een correcte en, waar nodig, volledige uiteenzetting van relevante informatie, wijzen de bij de totstandkoming van de onderhavige publicatie betrokkenen alle aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of onvolkomenheden in deze publicatie van de hand.

Vereniging FME-CWM / ITC  
Afdeling Technologie & Innovatie  
Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer  
telefoon: 079 - 353 11 00  
telefax: 079 - 353 13 65  
e-mail: [info@fme.nl](mailto:info@fme.nl)  
internet: [www.fme.nl](http://www.fme.nl)

# Voorgelakt plaatstaal voor binnengebruik

## toelichting

Deze publicatie is in 1995 tot stand gekomen in het kader van het demonstratieproject "Voorgelakte plaat voor binnengebruik" van de Vereniging FME-CWM. In 2007 is deze publicatie lichtelijk aangepast aan de huidige normen.

De inhoud van deze publicatie behandelt aspecten welke van belang zijn voor het ontwerpen en produceren van producten uit voorgelakte staalplaat voor binnenhuis toepassingen.

## samengesteld door

P.J. Bolt }  
J.G.M. v.d. Broek } TNO Industrie & Techniek (v/h TNO Metaalinstituut)

## aangepast door

H.L.M. Raaijmakers Federatie Dunne Plaat, Nieuwegein  
met medewerking van:  
D.H. Burggraaf Corus, IJmuiden  
Mevr. A. van Stiphout MCB. Nederland B.V., Valkenswaard  
L.M. de Groot Corus Benelux (v/h British Steel Sales Office Nederland B.V.), Eindhoven

## samenstelling stuurgroep

Arcap B.V., Lichtenvoorde	J.A. van Eijden
British Steel Sales Office Nederland B.V., Eindhoven	L.M. de Groot
ECCA-Nederland	H. Bunk
Van Geel Systems B.V., Boxtel	A.J.M. Scheffers
Holec Systemen en Componenten B.V., Hengelo	G. Schats
Holland Coatings Industries B.V., Hoogeveen	L.A. van Dijk
Corus (v/h Hoogovens Groep B.V.), IJmuiden	F. Blekkenhorst, P.J. van Tongeren en R. Ruifrok
Syntens (v/h IC Zuid-Holland Zuid, Dordrecht)	P. de Jager
Syntens (IC Den Haag, Den Haag)	W. Timmerman
Syntens (IC Rijnpoort, Rotterdam)	M. Esmeijer
Maars Produktie B.V., Harderwijk	J. Verbaan en H. Verwaard
MCB Nederland B.V., Valkenswaard (v/h Metaalcompagnie "Brabant" B.V.)	Mevr. A. van Stiphout
Ministerie van Economische Zaken, Den Haag	Mevr. H.E. Langendoen
Prelaq Staal B.V., Beuningen	J. Muller
TNO Industrie & Techniek (v/h TNO Metaalinstituut, Apeldoorn)	F.J. ter Avest, P.J. Bolt, J.G.M. v.d. Broek, J.C. Katoen en R. v.d. Weg (projectleider)
PMP, Apeldoorn	A.A. Aldenkamp en G.H.G. Vaessen
Federatie Dunne Plaat, Nieuwegein	H.L.M. Raaijmakers
SOM Opleidingen Metaal, Woerden	H. Horlings
Vereniging FME-CWM, Zoetermeer	P. Boers en C.J.T.M. Willems

Al deze bedrijven/instellingen hebben een bijdrage geleverd aan het onderzoek. Het Ministerie van Economische Zaken heeft in belangrijke mate bijgedragen aan de financiering van dit project.

## informatie over en bestelling van VM-publicaties

**Vereniging FME-CWM / Industrieel Technologie Centrum (ITC)**  
- bezoekadres Boerhaavelaan 40, Zoetermeer  
- correspondentie-adres Postbus 190, 2700 AD ZOETERMEER  
- telefoon 079 - 353 11 00  
- telefax 079 - 353 13 65  
- e-mail info@fme.nl  
- website www.fme.nl

**Inhoud**

	blz.
<b>1 Productbeschrijving en materiaalspecificatie</b>	<b>5</b>
1.1 Inleiding, wat is voorgelakte plaat of band?	5
1.2 Voor- en nadelen van voorgelakt plaatstaal	5
1.3 Aandachtspunten bij de kostprijsvergelijking	6
1.4 Milieuaspecten van de overstap naar voorgelakte plaat	7
1.5 Aanbod van voorgelakt plaatstaal	7
1.6 Kwaliteit van lakken en folies	8
1.7 Materiaalspecificatie	8
<b>2 Leidraad voor de materiaalkeuze</b>	<b>10</b>
2.1 Inleiding	10
2.2 Aanwijzingen voor de selectie van het basismateriaal	10
2.3 Aanwijzingen voor de selectie van de laklaag	10
<b>3 Aanwijzingen voor het productontwerpen in voorgelakte plaat</b>	<b>12</b>
3.1 Inleiding	12
3.2 Afwerking van snijranden	12
3.3 Afwerking van de hoeken van gebogen producten	12
3.4 Ontwerpaanpassingen voor het verbinden	12
<b>4 Aandachtspunten bij het bewerken van voorgelakte plaat</b>	<b>14</b>
4.1 Inleiding	14
4.2 Transport en opslag	14
4.3 Scheiden	14
4.4 Omvormen	14
4.5 Verbinden	15
<b>5 Arbo en milieu</b>	<b>16</b>
5.1 Inleiding	16
5.2 Het verwerken van voorgelakte plaat	16
5.3 Schroot uit voorgelakte plaat	16
<b>Literatuur</b>	<b>17</b>

## Hoofdstuk 1

### Productbeschrijving en materiaal-specificatie

#### 1.1 Inleiding, wat is voorgelakte plaat of band?

Voorgelakte plaat is dunne plaat<sup>1)</sup> waarop een verflaag is aangebracht voordat het verder wordt verwerkt. De verf wordt aangebracht met een continu proces waarin een stalen band door een verfinstallatie loopt en daarna op een rol (engels: 'coil') gehaspeld wordt. Naast voorgelakte bestaat er ook met kunststoffolie (of -laminaat) voorbeklede plaat. Verflagen en folies worden ook wel organische deklagen (engels: 'organic coatings') genoemd.

In Nederland zijn vele leveranciers van voorgelakte plaat actief, zowel fabrikanten van geverfde plaat, als service centers, die zich op maatwerk hebben toegelegd op het gebied van hoeveelheden, afmetingen en logistiek.

Het bandbekleden (engels: 'coil coating') verloopt globaal als volgt (zie figuur 1.1):  
*Na een schoonmaakbehandeling volgt een voorbehandeling waarbij een fosfaat of chromaatlaag wordt aangebracht voor een goede hechting van de verf. Vervolgens wordt aan één of twee zijden een primer aangebracht en gedroogd in een oven. Daarna wordt een deklaag (top coat) aangebracht en uitgehard.*

Ingeval van een foliebekleding wordt in plaats van een primer een lijmlaag aangebracht en geactiveerd in een oven bij 180 à 220°C. Direct na de oven wordt op de nog hete band de folie aangebracht.

Op een coil coating lijn kunnen alle bekende kwaliteiten dunne staalplaat worden voorzien van een bekleding (engels: 'coating'). Er is een bijzonder groot aantal verschillende coatings mogelijk, zowel in opbouw als samenstelling.

Traditionele toepassingen van voorgelakte plaat zijn gevels en daken van gebouwen of caravans. Tegenwoordig zijn er coatings met een extreme flexibiliteit zonder dat bijvoorbeeld de hardheid of duurzaamheid daarvoor noemenswaardig voor de desbetreffende toepassing wordt opgeofferd. Het aantal toepassingen is bijna onbepaald. Voor binnenshuis kunnen worden genoemd: pedaalemers, brodtrommels, wasmachines, koelkasten, broodroosters, boilers, stofzuigers, televisietoestellen, lampenkapen, speelgoed, radio-ontvangers,

videorecorders, cake-blikken met anti-aanbaklaag, boekenplanken, asbakken, dienbladen, schakelkasten, magazijnstellingen, luchtkanalen, enz.

In de norm NEN EN 10169 staan definities, materialen, aanwijzingen voor bestellen en testen van organisch beklede staalplaat beschreven.

#### 1.2 Voor- en nadelen van voorgelakt plaatstaal

De essentie van voorgelakte plaat is dat het lakken van drie-dimensionale producten door de verwerker wordt vervangen door een grootschalig, daardoor efficiënter lakproces op vlakke plaat door een coil coater.

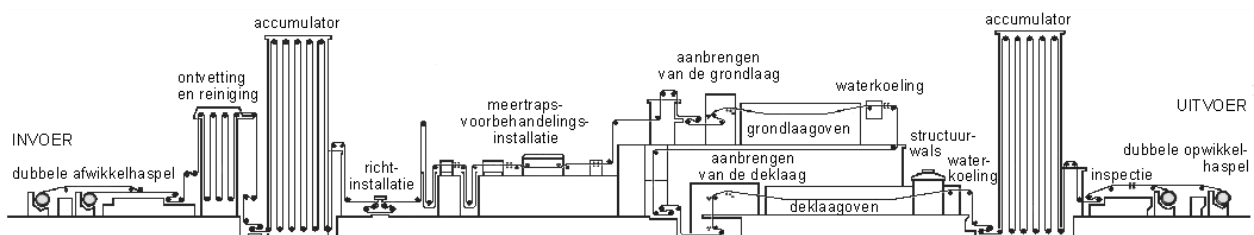
De verwerker hoeft zijn producten niet meer schoon te maken, voor te behandelen, te verven en uit te laten harden in een oven. Dit verlaagt uiteindelijk de investeringskosten, vereenvoudigt zijn productieproces en verkort de doorlooptijd.

De verschillende stappen bij het lakken kunnen bij een coil coater onder optimale omstandigheden plaatsvinden en de kwaliteit van de bekleding is dientengevolge zeer hoog. Door de grote schaal van de installaties wordt het eenvoudiger om het proces milieuvriendelijker te maken (zie § 1.4).

Nadelen zijn er ook. Soms moet het product of productieproces worden aangepast om de inzet van voorgelakte plaat mogelijk te maken. Er is extra aandacht nodig om de laklaag niet te beschadigen. Indien ook geringe kleurverschillen in het eindproduct ontoelaatbaar zijn, dient dit kenbaar te worden gemaakt aan de leverancier en kunnen speciale kleurtoleranties worden overeengekomen.

Voorgelakte plaat kost meer dan ongelakte plaat. Afhankelijk van het basismateriaal, de laksoort en de hoeveelheid afgenomen materiaal is voorgelakte plaat circa 30 tot 60% duurder. In speciale gevallen kan dit verschil nog groter zijn. De waardevermindering bij het verschroten van niet gebruikt materiaal is daardoor relatief groot.

In tabel 1.1 wordt een beknopt overzicht gegeven van mogelijke kostenaspecten bij de overstap naar voorgelakte plaat. Er is uitgegaan van twee situaties: één waarin het lakken van de eindproducten wordt uitbesteed en één waarin dit zelf gedaan wordt. In de laatste situatie, kan een eerder gedane investering in een lakinstallatie mogelijk nog een tijd blijven drukken op de begroting. Maar andersom kan de overstap op voorgelakte plaat ook voorkomen dat er geïnvesteerd moet worden in een nieuwe lakinstallatie of in aanpassingen om aan de milieuvorschriften te blijven voldoen of om minder overlast voor de omgeving te veroorzaken.



figuur 1.1 Schema van een coil coating lijn

1) met dunne plaat wordt hier plaat tot 2 mm dikte bedoeld

tabel 1.1 Indicatie van kostenaspecten bij de overstap naar voorgelakte plaat

uitgangssituatie	positieve aspecten	negatieve aspecten
lakken wordt uitbesteed	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ geen transport naar/van lakbedrijf</li> <li>▶ geen kosten voor het laten lakken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ inkoop en op voorraad houden van duurder plaatmateriaal</li> <li>▶ aanpassen van de bewerking, vooral van:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 'handling' en opslag</li> <li>- verbinden</li> </ul> </li> </ul>
lakken wordt zelf gedaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ geen inkoop en op voorraad houden van lakken</li> <li>▶ geen voorbehandelen, gronden, drogen, nalakken en drogen</li> <li>▶ geen milieulasten</li> <li>▶ geen investering in een (gemoderniseerde of nieuwe) lakinstallatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ inkoop en op voorraad houden van duurder plaatmateriaal</li> <li>▶ aanpassen van de bewerking, vooral van:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 'handling' en opslag</li> <li>- verbinden</li> </ul> </li> <li>▶ verminderde opbrengst van een (eerdere) investering in een lakinstallatie</li> </ul>

### 1.3 Aandachtspunten bij de kostprijsvergelijking

De voordelen van voorgelakte plaat liggen zeker niet alleen in het financiële vlak. Het streven naar een lagere kostprijs is in de praktijk echter een grote drijfveer om bestaande productiemethoden te veranderen.

In tabel 1.2 wordt een opsomming getoond van punten die een rol spelen bij het vergelijken van de kostprijs van producten uit voorgelakte plaat en van

producten die worden nagelakt. Er wordt geen volledigheid gepretendeerd. In de praktijk zal ieder bedrijf op zijn eigen manier deze of andere kosten in rekening willen brengen bij de bepaling van de kostprijs. Wel wordt aangeraden om bij een kostprijsvergelijking alleen die kosten te betrekken die bij een overstap naar voorgelakte plaat ook veranderen. In de tabel wordt ook een indicatie gegeven of een bepaalde kostenpost hoger of lager zal worden. De uitkomst zal in de praktijk echter altijd afhangen van de feitelijke situatie.

tabel 1.2 Aandachtspunten bij de kostprijsvergelijking (↑ kosten hoger, ↓ kosten lager, 0 kosten vervallen, ↔ geen kostenverschil, grijs: niet van toepassing)

		van uitbesteden naar voorgelakt	van zelf lakken naar voorgelakt
<i>A voorraadkosten van lakken, chemicaliën en plaatmateriaal</i>			
1	renteverlies lakken en chemicaliën		0
	renteverlies plaatmateriaal	↑	↑
2	opslag lakken en chemicaliën		0
	opslag plaatmateriaal	↑	↑
3	opslag niet gelakte tussenproducten	0	0
	opslag gelakte eindproducten	↔	↔
4	personeel	↔	↓
<i>B vaste kosten van de bewerking</i>			
1	lakinstallatie		0
	gebouw lakinstallatie		0
	verzekering		0
2	milieuvorzieningen	↔	↓
3	plaatbewerkingsmachines en gereedschappen	↑	↑
<i>C variabele kosten van de bewerking</i>			
1	personeel	↔	↓
2	energie	↔	↓
	lakken en chemicaliën		0
	plaatmateriaal	↑	↑
3	plaat bewerken	↑	↑
4	transport van/naar lakinstallatie		0
	lakken		0
5	transport van/naar loonbedrijf	0	
	lakken door lakbedrijf	0	
6	afvoer lakken en chemicaliën		0
	waardevermindering staalschroot	↑	↑



## 1.4 Milieuaspecten van de overstap naar voorgelakte plaat

Onder invloed van de huidige ontwikkelingen in de samenleving en de wet- en regelgeving op milieugebied dienen bij productontwikkeling en -aanpassingen de gevolgen voor het milieu te worden beoordeeld. Een middel dat hiervoor ter beschikking staat is het beschrijven van de levenscyclus van het product, ofwel de Life Cycle Assessment (LCA). Hierbij wordt de hele levenscyclus van grondstoffenwinning tot en met de afval/hergebruikfase meegenomen. Dit levert een milieuprofiel van een product op waardoor producten onderling vergeleken kunnen worden, maar waardoor ook duidelijk is waar in de keten eventuele milieuknelpunten optreden.

Hieronder worden, daar waar de ketens van nagelakt en voorgelakt materiaal onderling afwijken, de milieueffecten beknopt geëvalueerd.

De belangrijkste verschillen zijn:

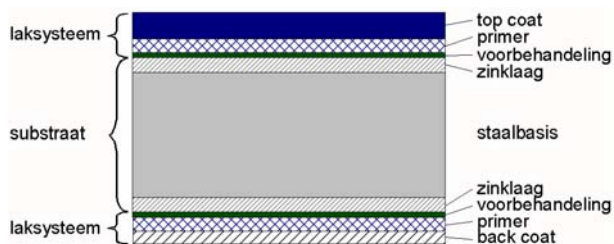
- ▶ het productieafval bij verwerking van voorgelakt materiaal is, in tegenstelling tot bij het nalakken, voorzien van een verflaag. Voor het hergebruik van het schroot maakt dit geen verschil, omdat de lak geen storende invloed heeft bij de inzet van dit schroot bij de staalfabricage. Voorgelakte plaat heeft ten opzichte van het nalakken het voordeel dat er bij het lakken geen verf wordt verspild;
- ▶ bij coil coating installaties worden de vluchtige oplosmiddelen van de verf gecontroleerd opgevangen en naverbrand, waarbij de verbrandingswarmte weer elders in het proces wordt benut. Hierdoor zit het productieproces van voorgelakte plaat ver onder de door de overheid gehanteerde normen (KWS 2000) voor de uitstoot van koolwaterstoffen, waaronder ook organische oplosmiddelen voor verf vallen. De uitstoot van organische oplosmiddelen en het energieverbruik bij coil coating is minder dan bij het nalakken van eindproducten en vergelijkbaar met poederlakken. Er dient hier overigens wel te worden gewezen op de mogelijkheid het lakken van eindproducten uit te besteden aan lakbedrijven die, door hun groot-schalige en moderne opzet, ook in staat zijn om de emissie van organische oplosmiddelen aanvaardbaar te houden.

Het staal zelf is vanuit milieu-oogpunt een uiterst vriendelijk product. De staalkringloop kan een oneindig aantal malen worden doorlopen zonder kwaliteitsverlies, omdat van staalschroot weer dezelfde staalkwaliteit te maken is of zelfs een hogere kwaliteit. Het raffinageproces van schroot tot nieuw staal kost maar een gedeelte van de energie die nodig is om van ijzererts staal te maken.

Essentieel bij het recyclen van materialen zijn het afscheiden uit de afvalstroom en het gescheiden inzamelen. Voor staal en ijzer is er een goede inzaamstructuur en het staal en ijzer worden magnetisch gescheiden uit de afvalstromen van bijvoorbeeld het huishoudelijk afval.

## 1.5 Aanbod van voorgelakt plaatstaal

Voorgelakt plaatstaal kan worden ingedeeld naar de gebruikte staalsoort met de al dan niet aanwezige metallische tussenlaag en het soort laklagen of folie. In figuur 1.2 wordt een schematische voorstelling getoond van een voorbeeld van de opbouw van de bekleding van voorgelakt plaatstaal.



figuur 1.2 Een schematisch weergegeven voorbeeld van een doorsnede van een verzinkte staalplaat met een laksysteem. De primer en de back coat aan de achterzijde zijn beide opties

### Het substraat

Meestal wordt als ondergrond verzinkte staalplaat toegepast, omdat dat een betere weerstand tegen corrosie heeft, maar onverzinkte plaat vindt ook toepassing, vooral binnenshuis. Belangrijk om te weten is dat een tweezijdige zinklaag ook corrosie van de onbedekte snijkanten tegengaat in geval van plaatdiktes tot, afhankelijk van de omstandigheden, 1,5 mm.

In een vochtige omgeving gaat de zinklaag als een anode werken en het aangrenzende ijzeroppervlak van de onbedekte snijkant als een kathode. Dit wordt de kathodische werking van de zinklaag genoemd. Een gevolg is dat het zink wel corrodeert, maar het ijzer niet. Men zegt ook wel dat het onedeler zink zich opoffert ten gunste van het ijzer. Dit proces gaat door totdat de zinklaag is verdwenen.

Er kunnen verschillende typen verzinkte plaat worden toegepast: continu dompelverzinkte (thermisch verzinkte, 'Sendzimir' verzinkte) of continu elektrolytisch verzinkte plaat. Behalve met 100% zink beklede staalplaat is ook een deklaag bestaande uit 95% zink en 5% aluminium (ZnAl5%) of 45% zink en 55% aluminium (ZnAl55%) mogelijk.

In tabel 1.3 wordt een overzicht gegeven van substraatmaterialen voor voorgelakte staalplaat. Er wordt geen volledigheid gepretendeerd.

Gebruikelijke breedtematen zijn vanaf 30 mm tot 1500 mm, gebruikelijke dikten zijn vanaf 0,4 mm tot 1,5 mm. Voorgelakte plaat is leverbaar op rol, op breedte geslitte band en in vrijwel alle gewenste plaatformaten.

### De lak- en foliesystemen

De lakken en folies zijn zo samengesteld dat ze plaatbewerkingprocessen kunnen ondergaan zonder kwaliteitsverlies en daarnaast ook nog decoratief zijn.

Voor staalplaat wordt meestal de voorkeur gegeven aan een laksysteem met twee lagen: een primer en een deklaag (top coat). Vaak is de dikte van zo'n systeem 25 - 30  $\mu\text{m}$ .

De primer verbetert de hechting, flexibiliteit en corrosiewering. De top coat zorgt voor duurzaamheid bij blootstelling aan de atmosfeer (bouw) of vlek- en slijtagebestendigheid (huishoudelijke apparaten, legplanken, interieur van auto's). Aan de achterzijde van de plaat wordt voor veel toepassingen volstaan met een 'back coat' van 5 à 12  $\mu\text{m}$  dik.

tabel 1.3 Met lak of folie beklede leverbare basismaterialen

no.	soort	aanduiding	technische leveringsvoorwaarden volgens norm	toleranties op vorm en afmetingen volgens norm	mechanische eigenschappen volgens aangegeven technische leveringsvoorwaarden				
					R <sub>b</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	R <sub>m</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	A <sub>80</sub> [%]	r <sub>90</sub>	n <sub>90</sub>
zonder metallische tussenlaag									
1	vervormingsstaal	DC01 DC03 DC04 DC05 DC06	EN 10 130	EN 10 131	< 280 < 240 < 210 < 180 < 180	270/410 270/370 270/350 270/330 270/350	> 28 > 34 > 38 > 40 > 38	- > 1,3 > 1,6 > 1,9 > 1,8 *	- - > 0,180 > 0,200 > 0,220 *
thermisch verzinkt; typisch met 100 g/m <sup>2</sup> tot 300 g/m <sup>2</sup> zink per twee zijden (9 µm tot 25 µm dik); voor buitentoepassingen wordt minstens 275 g/m <sup>2</sup> gebruikt; het uiterlijk varieert afhankelijk van de zinkkorrelgrootte van glanzend tot mat; afhankelijk van het loodgehalte in het zinkbad vertoont het oppervlak zinkbloemen									
2	vervormingsstaal	DX51D+Z DX52D+Z DX53D+Z DX54D+Z	EN 10 327  nog veel gebruikt wordt DIN 17 162, deel 1 (met St 01Z, enz.)	EN 10 143	< 300 < 260 < 220	< 500 < 420 < 380 < 350	> 22 > 26 > 30 > 36		
3	sterktestaal	S220 GD+Z S250 GD+Z S280 GD+Z S320 GD+Z S350 GD+Z	EN 10 326	EN 10 143	> 220 > 250 > 280 > 320 > 350	> 300 > 330 > 360 > 390 > 420	> 20 > 19 > 18 > 17 > 16		

Essentieel voor een goed lak- of foliesysteem is een goede reiniging en voorbehandeling van het substraat. Juist bij een coil coating lijn kan daar op optimale wijze voor worden zorggedragen.

In tabel 1.4 wordt een lijst van veelgebruikte lakken en folies getoond. Voor een toepassing binnenshuis zal in de eerste plaats kunnen worden gedacht aan een polyester lak of een PVC laminaat. Deze zijn met uiteenlopende eigenschappen te verkrijgen. Zo zijn er polyester coatings met een uiterlijk dat varieert van hoog glanzend en glad tot mat met reliëf. Er zijn PVC laminaten met een hoge slijtage- en vlekbestendigheid, die brandvertragend zijn of inert, wanneer langdurig in contact gebracht met voedsel.

### 1.6 *Kwaliteit van lakken en folies*

Het bekleden van staalplaat met lak of folie dient meestal om staal tegen corrosie te beschermen en om een aantrekkelijk uiterlijk te verschaffen aan een product. Het uiterlijk wordt bepaald door de textuur, glans en kleur. Het uiterlijk moet goed blijven gedurende de gebruiksperiode van het product. Dat betekent dat de bekleding bestand moet zijn tegen bijvoorbeeld UV-straling of de inwerking van het weer (bouw), krassen en schoonmaakmiddelen (meubels), voedsel, schrobben met schoonmaakmiddelen en vocht (witgoed). Een ander aspect is dat bij het verwerken van voorgelakte plaat de lak niet scheurt of anderszins zijn kwaliteit verliest.

Om de kwaliteit van hun coatings te controleren en vast te leggen, hebben de producenten van voorgelakte plaat - verenigd in de European Coil Coating Association (ECCA<sup>2)</sup>) - verschillende testen ontworpen. Deze testen zijn opgenomen in de Europese norm EN 13523. Tabel 1.5 geeft een overzicht van de testmethoden.

In NEN EN 10169 worden ook aanwijzingen voor het testen van voorgelakte plaat gegeven.

### 1.7 *Materiaalspecificatie*

Door de vele staalkwaliteiten en lak- of foliesystemen die kunnen worden gecombineerd, moet er uit een groot aantal alternatieven worden gekozen.

Zowel voor het staal (met eventuele zinklaag) als voor de lak of folie kan er in principe worden geselecteerd door de gebruiks- en verwerkingseigenschappen van de materialen te vergelijken met de eisen die volgen uit de gewenste toepassing en verwerkingsprocessen. Kan er geen materiaal worden gevonden, dan kunnen wijzigingen in het productontwerp, de verwerkingsprocessen of de lak/folie eigenschappen, toch tot oplossingen leiden.

Vaak wordt de gewenste lakkwaliteit gespecificeerd als uitkomsten van testen (volgens EN 13523 waaraan het te leveren materiaal moet voldoen. Zo kan een inwendige buigradius van een product worden vertaald in de uitkomst van de EN 13523-7. Met deze eisen kan een leverancier proberen een passend materiaal te vinden in zijn assortiment. Van groot belang is dat duidelijk is wat de beoogde toepassing is en hoe de verwerker van plan is het materiaal te verwerken. Een goede afstemming van het materiaal, de toepassing en verwerking is in de praktijk alleen mogelijk wanneer fabrikant en verwerker intensief samenwerken.

In het volgende hoofdstuk worden enkele praktische aanwijzingen voor de materiaalselectie gegeven.

2) European Coil Coating Association; Montoyerstraat 47; B-1040 Brussel (België); Tel. +32 2 513 6052; Fax. +32 2 511 4361

tabel 1.4 Overzicht van lakken- en folie voor voorgelakt plaatstaal voor binnengebruik<sup>1)</sup>

soort	dikte [ $\mu\text{m}$ ]	glans <sup>2)</sup>	potloodhardheid <sup>3)</sup>	minimale buigradius <sup>4)</sup>	temperatuurbestendigheid [ $^{\circ}\text{C}$ ]	toepassing/opmerkingen
<b>lakken</b>						
epoxy	5 - 15	20 - 80	H - 2H	1 T	110	onder andere als primer of back coat; goede schuimhechting
polyester	5 - 30	5 - 80	HB - 2H	0 - 3 T	120	huishoudelijke apparaten, koelcellen, boilers, kabelgoten, plafonds, lichtarmaturen enz.; ook met structuur leverbaar
polyurethaan (PU)	5 - 35	10 - 80	F - H	0 - 2 T	80	wordt veel gebruikt bij dieptrekken, bijvoorbeeld lichtschakelaars; geschikt voor huishoudelijke apparaten (vlekbestendig en slijtvast); ook met structuur leverbaar
met polyamide gemodificeerd polyester en PU	20 - 50	20 - 40	F - H	0 - 3 T	120	de aan de lak toegevoegde polyamide poeders verhogen de slijtvastheid; wordt veel toegepast voor industriële deuren (garages, hallen e.d.) en in binnenwanden van schepen
plastisol (polyvinylchloride, PVC)	60 - 250	20 - 70	<sup>5)</sup>	0 T	60	beperkte temperatuurbestendigheid; met textuur leverbaar; voor binnen- en buitengebruik; op lange termijn sterk verkrijgend
PVDF of PVF2 (polyvinylideen fluoride)	20 - 30	20 - 50	HB - F	0 - 1 T	110	met name voor buiten; ook op de lange termijn een esthetisch fraai uiterlijk; chemisch resistent
<b>folies/laminaten</b>						
polyvinylchloride (PVC)	100 - 250	20 - 70	<sup>5)</sup>	0 - 1 T	60	voor binnen; veel texturen en meerkleuren mogelijk; niet bestand tegen hoge temperaturen <sup>6)</sup> en organische oplosmiddelen; hoge slijtagebestendigheid
polyvinylfluoride (PVF)	35 - 40	20 - 50	<sup>5)</sup>	0 - 2 T	110	vooral voor buiten
<p>1 Niet opgenomen zijn de zogenaamde colaminaten. Een colaminaat is een combinatie van een verfsysteem en een PET-folie.</p> <p>2) Reflectie van onder 60° invalend licht volgens EN 13523-2: 2001. Glanswaarde kleiner dan 20 ➡ mat oppervlak, glanswaarde groter dan 79 ➡ hoogglans oppervlak.</p> <p>3) Volgens EN 13523-4: 2001. De hardheid van de lak wordt vergeleken met die van potloden. De schaal loopt met toenemende hardheid als volgt: 6B ... B - HB - F - H ... 6H . Een potloodhardheid HB betekent een zachte lak, een van 2H een harde lak.</p> <p>4) Volgens EN 13523-7: 2001. Een proefstrook wordt 180° om een doorn gebogen. De kleinste doornradius waarbij juist geen scheurvorming optreedt (met 10 x vergroting) wordt gezien als een maat voor de weerstand van de lak of folie tegen scheurvorming bij buigen. Het resultaat wordt uitgedrukt als T-waarde, de verhouding van de kleinste doornradius en de materiaaldikte:</p> $T\text{-waarde} = \frac{\text{minimale doornradius}}{\text{plaatdikte}}$ <p>N.B.: in de corresponderende testen NCCA II-19 van de North American Coil Coaters Association (NCCA) en ASTM D 4145 wordt niet uitgegaan van de doornradius maar van de doordiameter, zodat de T-waarde tweemaal zo groot wordt!</p> <p>5) De potloodhardheid is geen goede maat voor de hardheid van dikke laklagen en folies.</p> <p>6) Er is een groot aantal verschillende typen PVC folie verkrijgbaar; bijvoorbeeld met een hoge slijtage of vlekbestendigheid, of brandvertragend of inert wanneer langdurig in contact gebracht met voedsel.</p>						

tabel 1.5 Overzicht van een aantal testmethoden volgens CEN/TC139/WG9 en NEN-EN 13523. Voor het complete overzicht raadplege men CEN/TC139/WG9 en NEN-EN 13523-0:2001en

eigenschap	document
laagdikte	EN 13523-1: 2001
<b>uiterlijk</b>	
glans	EN 13523-2: 2001
kleur(verschillen)	EN 13523-3: 2001
<b>hardheid</b>	
potloodhardheid	EN 13523-4: 2001
ruitjeskrasproef	EN 13523-12: 2004
<b>corrosie-, vocht- en weerbestendigheid</b>	
zoutneveltest	EN 13523-8: 2002
in water ondergedompeld	EN 13523-9: 2001
onder invloed van licht en vocht	EN 13523-10: 2001
hittebestendigheid	EN 13523-13: 2001
vlekbestendigheid	EN 13523-18: 2002
<b>flexibiliteit</b>	
slagvastheid	EN 13523-5: 2001
hechting na vervorming	EN 13523-6: 2002
scheuren bij buigen	EN 13523-7: 2001

## Hoofdstuk 2

### Leidraad voor de materiaalkeuze

#### 2.1 Inleiding

Deze leidraad bevat aanwijzingen om een juiste materiaalkeuze te kunnen maken voor een product uit voorgelakte plaat.

Deze aanwijzingen hebben een algemeen karakter en er wordt geen volledigheid mee beoogd. Om een goed uitgebalanceerd ontwerp in voorgelakte plaat te kunnen maken, is nauw overleg met een leverancier onontbeerlijk. Deze kan ook gedetailleerde informatie geven over de leveringsmogelijkheden, prijzen en dergelijke.

#### 2.2 Aanwijzingen voor de selectie van het basismateriaal

Tabel 2.1 geeft een indicatie voor het toe te passen basismateriaal. Ondanks dat in deze publicatie de nadruk ligt op de toepassing voor binnengebruik, worden er terwille van de duidelijkheid ook materialen voor buitengebruik genoemd.

Voor veel producten voor binnenshuis kan worden uitgegaan van vervormingsstaal (categorie 1, 3 en 5 in tabel 1.3), bijvoorbeeld niet verzinkt DC01 of thermisch verzinkt DX51D. Afhankelijk van de vervormingen kan men eventueel een beter vervormbare kwaliteit kiezen.

Wanneer men corrosie van de snijkanten wil vermijden, wordt verzinkt staal aangeraden (zie § 1.5).

De dikte van de zinklaag zal afhangen van de verlangde corrosiewering (atmosfeer, plaats), vervormingen en uiterlijk van de lak. Extreme vervormingen of gladde hoogglans lak vragen om een dünnere laag ( $\leq 150 \text{ g/m}^2$ ) of eventueel een elektrolytisch aangebrachte zinklaag. Voor buitentoepassingen wordt een zinklaag van  $275 \text{ g/m}^2$  of meer aangeraden.

Overigens verdient het aanbeveling om bij de keuze van het basismateriaal ook de corrosieve omstandigheden tijdens transport en opslag te betrekken. Soms zijn deze zwaarder dan tijdens de toepassing van het product zelf.

#### 2.3 Aanwijzingen voor de selectie van de laklaag

In § 1.6 en § 1.7 wordt algemene informatie gegeven over de eisen die aan de lak kunnen worden gesteld en de selectie van de lak.

Polyesterlakken worden binnenshuis veel toegepast. Ze zijn in meerdere hardheden en glansgraden en met diverse texturen leverbaar.

Eventueel kan een leverancier door de ondergrond en samenstelling van lak of folie te variëren, een compromis zoeken tussen de verwerkbaarheid en de verschillende gebruikseigenschappen of uitwijken naar een andere laktype (zie tabel 1.4).

Iedere verlangde eigenschap (zoals bijvoorbeeld de kleur) heeft overigens invloed op de samenstelling van de lak en bepaalt daardoor mede het totale functioneren van de lak.

tabel 2.1 Selectietabel voor basismateriaal voor voorgelakte plaat

toepassing	binnenshuis		buitenshuis
	niet vochtige ruimte	vochtige ruimte	
niet kritisch omvormproces <sup>1)</sup>	zonder metallische tussenlaag <sup>3)</sup>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 1 <sup>4)</sup></li> <li>● materiaalcategorie 2 <sup>4)</sup></li> </ul>		
	thermisch verzinkt; 100 g/m <sup>2</sup> - 275 g/m <sup>2</sup>	thermisch verzinkt; 100 g/m <sup>2</sup> - 275 g/m <sup>2</sup>	thermisch verzinkt; 275 g/m <sup>2</sup> of meer
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 5 <sup>4)</sup></li> <li>● materiaalcategorie 6 <sup>4)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 5 <sup>4)</sup></li> <li>● materiaalcategorie 6 <sup>4)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 5 <sup>4)</sup></li> <li>● materiaalcategorie 6 <sup>4)</sup></li> </ul>
kritisch omvormproces <sup>2)</sup>	zonder metallische tussenlaag <sup>3)</sup>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 1 <sup>4)</sup> DC04 en beter</li> </ul>		
	elektrolytisch verzinkt; 2,5 µm - 7 µm		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 3 <sup>4)</sup> DC 04 + ZE en beter</li> </ul>		
	thermisch verzinkt; ≤ 100 g/m <sup>2</sup>	thermisch verzinkt; 100 g/m <sup>2</sup> - 275 g/m <sup>2</sup>	thermisch verzinkt; 275 g/m <sup>2</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 5 <sup>4)</sup> DX52D en beter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 5 <sup>4)</sup> DX52D en beter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● materiaalcategorie 5 <sup>4)</sup> DX52D en beter</li> </ul>

1) bijvoorbeeld: buigen met een minimale buigradius van 3 maal de plaatdikte of meer.

2) bijvoorbeeld: buigen met een minimale buigradius van 0 tot 3 maal de plaatdikte.

3) Een zinklaag beschermt de onbedekte snijkanten van voorgelakte plaat tegen corrosie. Bij deze categorie basismaterialen ontbreekt de zinklaag en dus ook de beschermende werking daarvan.

4) De geadviseerde materiaalcategorieën worden nader beschreven in tabel 1.3 op blz. 8.

### Laklaag aan de achterzijde

Er zijn verschillende mogelijkheden voor de bekleding van de achterzijde (de niet zichtzijde). Een aantal wordt hier genoemd:

- ▶ een veelal standaard aangebrachte 'back coat' van 5 à 12 µm dik (voor een niet functionele achterzijde zonder speciale eisen met betrekking tot uiterlijk, corrosiebescherming, omvormbaarheid, enz.);
- ▶ een primer zonder topplaat;
- ▶ een hechtprimer (voor producten die aan de achterzijde verlijmd of geschuimd dienen te worden);
- ▶ volwaardig laksysteem (voor een - bijvoorbeeld optisch - functionele achterzijde).

### Beschermfolie

Het is mogelijk om voorgelakte plaat met beschermfolie te bestellen. Beschermfolie wordt toegepast om beschadigingen te voorkomen tijdens:

- ▶ productie;
- ▶ montage van het product op de eindbestemming.

Beschermfolie kan worden aangebracht:

- ▶ met kleefmiddel; er wordt dan gebruikgemaakt van een zelfklevende folie met een dikte van meestal 55 tot 80 µm;
- ▶ zonder kleefmiddel; er wordt dan gebruikgemaakt van zogenaamd Heißkaschierfolie (of HSF-folie) met een dikte van meestal 100 tot 150 µm. Deze wordt op de nog warme band aangebracht direct na de oven in de coil coating lijn.

Het aanbrengen van folie kost extra geld. Ook het verwijderen van de folie kost geld door extra productietijd. De maximale houdbaarheid van folie wordt gesteld op zes maanden. De hechting van de folie kan worden beïnvloed door licht en warmte. Als dit gebeurt, is de folie moeilijk te verwijderen.

### Veroudering van de laklaag

Hoewel de veroudering van de meeste laklagen beduidend is afgenomen, is het verstandig om hier bij de opslag nog steeds rekening mee te houden. De veroudering resulteert dan in een verminderde vervormbaarheid van de laklaag. Het is dus nog steeds verstandig om volgens het FIFO principe het materiaal uit het magazijn te halen.

### Kleurverschillen

Kleur is een van de belangrijkste aspecten van lak en kleurverschil tussen opeenvolgende leveranties van voorgelakte plaat één van de meest besproken onderwerpen.

Kleur en kleurverschil zijn moeilijk te verwoorden begrippen. Kleur is een visuele indruk die men van een voorwerp krijgt tengevolge van selectieve absorptie uit het spectrum van het opvallende licht. Waargenomen kleuren en kleurverschillen zijn dus afhankelijk van het type verlichting.

Kleuren kunnen worden vastgelegd met behulp van atlassen waarin kleurstenen zijn opgenomen die dienen ter vergelijking met het te beoordelen voorwerp.

Voorbeelden zijn de Munsell Atlas en het Zweedse NCS kleursysteem. Kleuren worden ook vaak gedefinieerd door verwijzing naar meer praktische, maar minder uitgebreide en minder systematische verzamelingen. In Nederland wordt vooral het Duitse RAL register veel gebruikt.

Kleur kan ook exact met spectrofotometers worden gemeten. Hierbij wordt een volledige reflectiekromme gemeten. De EN 13523-3 geeft een voorschrift voor

het opmeten van kleurverschillen met een spectrofotometer.

Het is raadzaam om verschillende onderdelen van een product (bijvoorbeeld een ladekast) uit één en dezelfde partij voorgelakt staal te maken. Ondanks het feit dat fabrikanten van voorgelakte plaat zich houden aan maximaal toelaatbare kleurverschillen, kan men in de praktijk soms nog met het oog (dat zeer kleurgevoelig is) verschil in kleur zien.

### Afnamehoeveelheden

Een ander veel besproken aspect zijn de minimale afnamehoeveelheden. Des te gebruikelijker het basismateriaal en de aan de laklaag gestelde eisen zijn, des te eenvoudiger zal het zijn om een eventuele kleine gewenste hoeveelheid (uit voorraad) te kunnen bestellen. Het loont vaak om al in de ontwerpfase van een product hierover contact op te nemen met leveranciers van voorgelakte plaat.

Indien een coil speciaal voor één klant moet worden geproduceerd door een fabrikant van voorgelakt plaatstaal, dan dient de klant rekening te houden met een minimum afname van 15 à 25 ton.

### Slotopmerking

Deze leidraad bevat enkele richtlijnen om een materiaalkeuze te kunnen maken voor een ontwerp in voorgelakte plaat. Zoals beschreven zijn er vele mogelijkheden. Detailinformatie daarover kan worden gegeven door de leveranciers.

## Hoofdstuk 3

### Aanwijzingen voor het product-ontwerpen in voorgelakte plaat

#### 3.1 Inleiding

Aan de beslissing om van nalakken van producten over te gaan op voorgelakte plaat kunnen vele overwegingen ten grondslag liggen. Genoemd kunnen worden een kostprijsbesparing, reductie in doorlooptijd, de logistieke problemen rond een lakstraat, beschikbaarheid personeel (hoog ziekteverzuim bij deze werkzaamheden), milieuproblematiek, levertijd enz. Valt de beslissing uit in het voordeel van voorgelakte plaat, dan dient men direct bij het ontwerp al rekening te houden met het gebruik van dit materiaal. Het gebruik van voorgelakte plaat stelt namelijk enige specifieke eisen aan het ontwerp en de daarmee verbonden productiemethoden. Deze hebben vooral betrekking op de assemblage van het eindproduct.

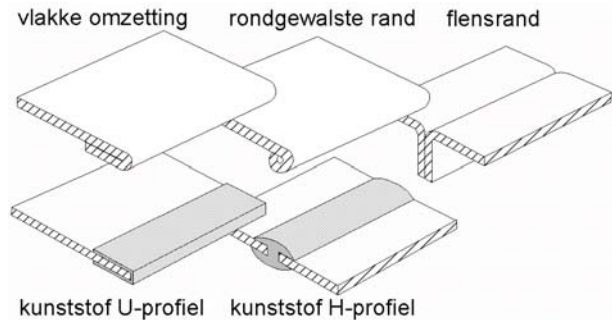
De eerste fase in de levenscyclus van een product is het opstellen van het Programma Van Eisen (PVE). Dat wordt veelal opgesteld op commercieel niveau, zonder invulling van al te veel technische details. Daarna volgen de voorontwerpfase en het invullen van het definitieve ontwerp. In deze fasen is een goed doorzicht en tot in het detail vastgelegd productontwerp van groot belang, daar de in deze fasen vastgelegde constructies in de praktijk nauwelijks gewijzigd kunnen worden. Tevens bepaalt het ontwerp welke productiemethoden en -middelen kunnen worden ingezet. Producten uit plaat worden - ruwweg - in drie stappen gemaakt:

- ▶ scheiden, zoals bijvoorbeeld het knippen van een uitslag;
- ▶ omvormen, zoals bijvoorbeeld het buigen of dieptrekken van een uitslag;
- ▶ verbinden, zoals bijvoorbeeld het lijmen van losse delen tot een eindproduct.

In hoofdstuk 4 'Aandachtspunten bij het bewerken van voorgelakte plaat' worden aanwijzingen voor de uitvoering van deze bewerkingsstappen gegeven. In dit hoofdstuk worden aanwijzingen gegeven voor het construeren met voorgelakte plaat. De constructeur moet vooral rekening houden met de snijkanten van de plaat die onbedekt zijn, alsmede met het toepassen van mechanische of lijmverbindingen in het ontwerp. Daarnaast moet met betrekking tot de vormgeving van het product de constructeur uiteraard ook rekening houden met de vervormingsmogelijkheden van lak en basismateriaal.

#### 3.2 Afwerking van snijranden

Een van de belangrijkste details bij gebruik van beklede plaat is de afwerking van de kanten. Bij sommige producten mag de geknipte kant om esthetische redenen niet in het zicht zitten. Mogelijk kan dan een afwerking in de vorm van een randlijst of het rondwalsen of ombuigen van flenzen in het ontwerp worden opgenomen. Hierdoor worden ook de scherpe randen afgewerkt en er ontstaat tevens een 'steviger' rand. Deze oplossingen resulteren ook in een betere bescherming tegen roestvorming (zie figuur 3.1 voor details).



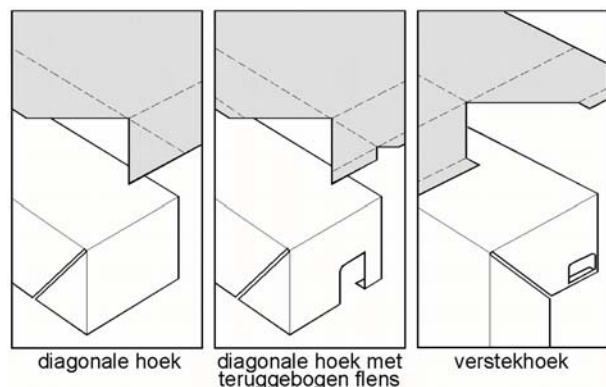
figuur 3.1 Bescherming van de snijranden

#### 3.3 Afwerking van de hoeken van gebogen producten

Het ontwerp van de hoeken van een product dat bijvoorbeeld op een kantbank wordt gemaakt, is bij gebruik van voorgelakte plaat een belangrijk constructief detail.

Een veel toegepaste werkwijze bij onbektelede plaat is: knippen of plasmasnijden van een uitslag, zetten van de randen en het vastlassen van de randen bij de hoeken en vervolgens lakken van het product.

Lassen van voorgelakte plaat wordt echter afgeraden en het product wordt uiteraard niet nagelakt, zodat deze werkwijze voor voorgelakte plaat niet van toepassing is. Bij sommige producten kan een open hoek zonder afwerking worden geaccepteerd. Is dat niet zo, dan zijn er verschillende constructieve oplossingen. Een voorbeeld is een inkepingstechniek, waardoor de ongelakte naden vanaf de voorkant niet zichtbaar zijn. Indien nodig kan de hoek door het aanbrengen van een strip aan de binnenkant worden verstevigd. Figuur 3.2 toont enkele veel toegepaste voorbeelden.



figuur 3.2 Verschillende ontwerpaanpassingen voor de hoeken van producten uit voorgelakte plaat

#### 3.4 Ontwerpaanpassingen voor het verbinden

Voorgelakte plaat leent zich niet goed voor lassen, zodat er naar alternatieven moet worden gezocht. Deze liggen op het vlak van mechanisch verbinden en lijmen. Het product dient daarvoor dan wel ontworpen te zijn.

##### Mechanische verbindingen

In de fijnmechanische en elektronische industrie wordt veel gebruik gemaakt van mechanische technieken voor het verbinden van zowel metalen- als kunststof-

onderdelen of combinaties daarvan. Veel van deze technieken kunnen goed op voorgelakte plaat worden toegepast.

Er zijn echter grenzen aan de grootte van de te verbinden onderdelen of de bereikbaarheid van de verbindingplaats. Aspecten zoals de losneembaarheid, de mechanische sterkte, enz., spelen daarbij een rol. Om een indruk te verkrijgen van deze verbindingstechnieken kan de volgende indeling behulpzaam zijn (zie ook figuur 3.3):

- ▶ *mechanische verbindingstechnieken met extra element, met schroefdraad*
  - schroeven - normale (met metrische draad);
    - zelftappend;
    - zelfborend;
  - moeren
    - klinkmoer;
    - kooimoer;
    - plaatmoer;
    - insteekmoer;
    - blindklinkmoer;
    - ponsklinkmoer;
    - inserts;
    - schroefdraadbevestiger;
  - draadeinden
    - in getapt gat;
    - aan blindklinknagel;
    - zelfklinkend;
    - ponsklinkbout.
- ▶ *mechanische verbindingstechnieken met extra element, zonder schroefdraad*
  - blindklinken
    - breekstiftnagel;
    - schroefklinknagel;
    - felsnagel;
    - tiknagel (slagnagel);
  - ponsklinken/klinken
    - klinknagel;
    - ponsklinknagel;
  - snelbevestigers
    - o.a. snapverbindingen.
- ▶ *mechanische verbindingstechnieken zonder extra element*
  - felsen;
  - lipvouwen;
  - hechtvouwen;
  - drukvoegen
    - Eckold systeem;
    - Tox systeem;
    - Tog.L.Loc systeem;
    - Stervorm (clinch);
    - en anderen.

## Lijmen

Lijmen is een zeer goed alternatief, dat verbindingen levert met een gelijkmatige verdeling van de belasting. Men spreekt van een lijmverbinding als twee onderdelen met elkaar worden verbonden met tussenkomst van een niet-metalen tussenstof, die zich hecht aan de beide onderdelen en die zelf ook voldoende sterkte bezit [lit. 11].

Lijmverbindingen dienen wel speciaal ontworpen te worden. Het is niet mogelijk om bijvoorbeeld een lasverbinding direct om te zetten in een lijmverbinding. Zo wordt bij het lassen veelal gebruikgemaakt van een stompe verbinding. Dit is een verbinding waarbij de lasnaad geheel wordt omgesmolten. Een voorbeeld hiervan is een lasverbinding tussen twee plaatdelen die in elkaars verlengde liggen.

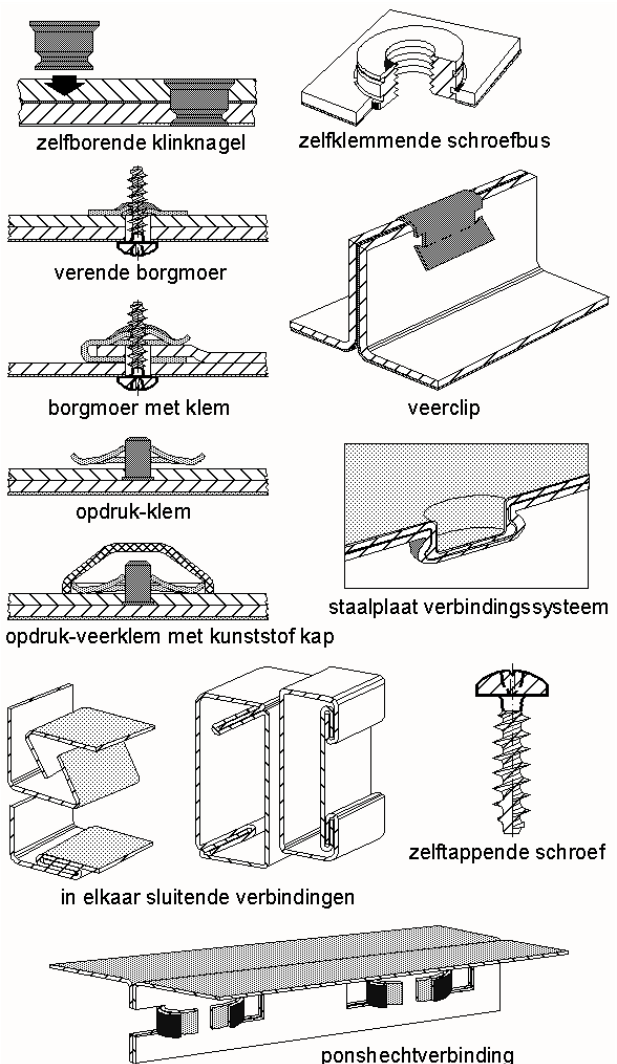
Een stompe lasverbinding tussen twee platen leidt per definitie tot een sterke verbinding. Hierbij is de treksterkte van het lasmetaal praktisch gelijk aan die van het plaatmateriaal. Een stompe verbinding uitgevoerd als lijmverbinding is zwak, omdat de lijmverbinding een lage treksterkte heeft. Lijmverbindingen dienen daarom altijd als overlapnaad te worden uitgevoerd.

Overdracht van de belasting vindt plaats door afschuiving van de lijmnaad. Door vergroting van het oppervlak heeft de verbinding toch de nodige sterkte. Een gelijmde verbinding dient daarom op afschuiving te worden geconstrueerd en niet op trek.

Voor het lijmen zijn vele lijmsorten voorhanden. Juist voor het toepassen van voorgelakte plaat is het belangrijk om een goede keuze te maken. Voor een zo compleet mogelijke specificatielijst dient gedacht te worden aan:

- ▶ aard en type van de bekleding (de kritische grens van de verbinding ligt tussen de lijm- en laklaag en niet tussen lijm en staal);
  - ▶ omgevingscondities (temperatuur, vochtigheid, oplosmiddelen, chemicaliën, enz.);
  - ▶ aard van de belasting (trek-, afschuif-, stoot-, kruip- of wisselende belasting);
  - ▶ afmetingen en vorm van de te lijmen delen;
  - ▶ beschikbare productiefaciliteiten (pers, oven, enz.).
- Dit met het oog op de toe te passen lijmsorten bijvoorbeeld een één of twee componenten typen, de uithardingsdruk of de vorm waarin de lijm wordt gebruikt, bijvoorbeeld vloeibaar, als een pasta of film, enz.

Het is duidelijk dat de verbindingen betrouwbaar en reproduceerbaar tot stand moeten komen. Het is daarom een vereiste dat er goed overleg is tussen productie, constructeur en lijmleverancier.



figuur 3.3 Voorbeelden van mechanische verbindingstechnieken voor voorgelakte plaat

## Hoofdstuk 4

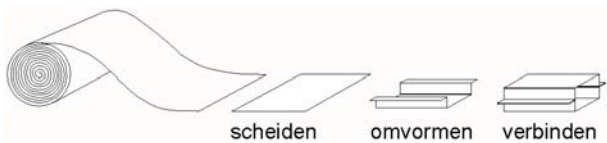
### Aandachtspunten bij het bewerken van voorgelakte plaat

#### 4.1 Inleiding

Plaat wordt in stappen bewerkt (zie figuur 4.1):

- ▶ scheiden
- ▶ omvormen
- ▶ verbinden

Voor, tussen en na deze stappen vindt opslag en transport plaats. Bij het verwerken van voorgelakte plaat moet daarbij aan een aantal zaken extra aandacht worden gegeven. Deze liggen voornamelijk op het gebied van de 'handling' en opslag van het materiaal en de verbindingstechnieken. Doordat de lak enerzijds niet elektrisch geleidend is en anderzijds de toegepaste verbindingstechniek de lak niet mag beschadigen, verdient het voorkeur in plaats van lassen mechanisch verbinden of lijmen toe te passen.



figuur 4.1 Verwerken van plaat van coil tot product

#### 4.2 Transport en opslag

Tref maatregelen om krassen en vervuiling van het materiaal te voorkomen. Bescherm het materiaal tegen stof, vocht en condens. Controleer daarop. Vocht dat in een coil of stapel dringt, kan vlekken geven en in extreme gevallen kunnen de coils of platen kleverig worden.

Trek een plaat niet simpelweg van een stapel, maar doe dat door deze 'om te keren'. Zo voorkomt u krassen. Behandel tussenproducten alsof het eindproducten zijn.

Bestellen van voorgelakte plaat met een beschermfolie kan problemen voorkomen. De beschermfolie is relatief duur. Uit de praktijk blijkt dat, nadat ervaring is opgedaan, de beschermfolie vaak wordt weggelaten.

#### 4.3 Scheiden

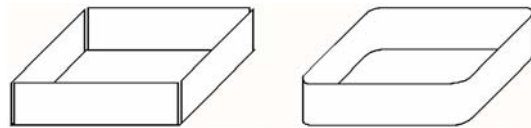
Aanbevolen wordt om voorgelakte plaat mechanisch te ponsen en te knippen. Gebruik daarbij scherpe snijmessen om bramen te voorkomen. Bramen leiden tot krassen bij 'handling' en reduceren bij verzinkt basismateriaal de kathodische bescherming van de snijkanten. Plaats bij het knippen van voorgelakte plaat bij het knippen en ponsen de zichtzijde tegenover het bewegende mes of de pons voor een strakke rand. Een eventuele braam ontstaat dan aan de niet zichtzijde.

Gebruik nooit slijptollen en dergelijke, omdat de hoge temperatuur en de vonken de coating beschadigen. Bij het lasersnijden verbrandt de laklaag. De laklaag wordt daardoor beschadigd over een breedte van circa 1 mm aan weerszijden van de snede. Er wordt door diverse leveranciers nog altijd hard gewerkt om de beschadigingen aan de zijkanten tot een acceptabel niveau terug te brengen. Bij een goede procesbeheersing worden reeds goede resultaten behaald.

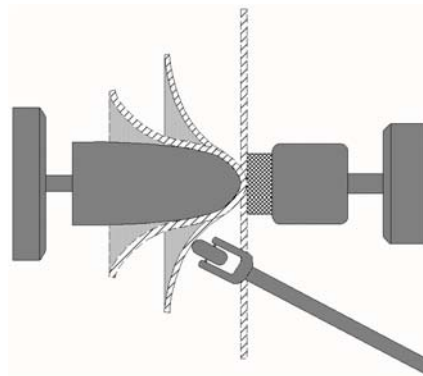
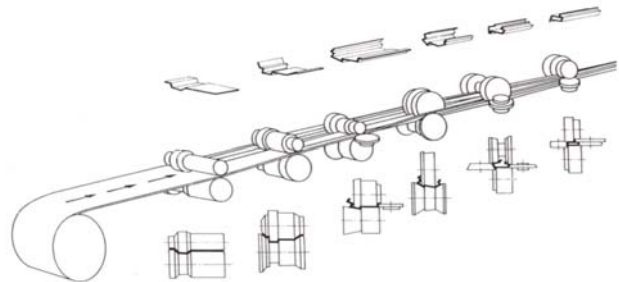
Bij gebruik van een pons-nibbelmachine kan het schuiven van de plaat over de kogelpotten een lichte aantekening op de onderzijde van de plaat geven. Dit is veelal met een droge doek weg te vegen. Kan dat niet, dan kan het gebruik van beklede kogels (zoals voor roestvast staal) of borstels worden overwogen.

#### 4.4 Omvormen

Voorgelakte plaat kan worden omgevormd met de bekende processen zoals buigen, dieptrekken, rolvormen en forceren (zie figuren 4.2 en 4.3). Vooral gerolvormde producten lenen zich uitstekend voor de toepassing van voorgelakte plaat.



figuur 4.2 Een gebogen (links) en een diepgetrokken product (rechts)



figuur 4.3 Rolvormen (boven) en forceren (onder)

Altijd moet er worden gelet op:

- a. de toestand van het gereedschapoppervlak en slijtage;
- b. de buigstraal en de matrijs- en stempelafrondingen;
- c. de temperatuur bij het bewerken;
- d. de omvormsnelheid;
- e. de smeermiddelen.

- ad a) ● Deze moeten **schoon** en **glad** zijn; krassen zijn niet toelaatbaar.
  - Vermijd hoge contactdrukken. Bij gebruik van een kantbank is vrijbuigen te prefereren boven matrijsbuigen. Een elastische ondermatrijs verlaagt de contactdruk. Zeer geschikt voor het buigen van voorgelakte plaat is zwenkbuigen.
- ad b) ● Let op dat de bij een laklaag en basismateriaal aanbevolen minimum buigradius niet wordt onderschreden.



- Bij dieptrekken moet tot 60  $\mu\text{m}$  coatingdikte de trekspleet met 100% van de coatingdikte worden vergroot, daarboven met 75%.
- ad c) ● De vervormbaarheid van de coating stijgt met de temperatuur. Het wordt sterk aanbevolen om voorgelakte plaat om te vormen bij een temperatuur boven 20°C. In sommige gevallen helpt het om de coating bijvoorbeeld met infraroodlampen lokaal op te warmen tot 40 à 60°C. De lak is dan rubberachtig.
- Een verandering van het uiterlijk van de coating door plaatselijke deformatie ('pressure marking') verdwijnt normaliter bij kamertemperatuur (na opheffen van de druk) en kan versneld worden opgeheven door verwarming tot circa 60°C.
- Houd er bij de opslag of planning rekening mee, dat het enige tijd kan duren voordat een koude rol op temperatuur is.
- ad d) ● Vermijd stootbelastingen. Voorgelakte plaat vraagt 'soepele' processen en soms een verlaging van de omvormingsnelheid. Bij rolvormen kan dat worden bereikt door het aantal tussenstappen ('stands') te verhogen.
- ad e) ● De lak heeft een smerende werking, zodat vaak geen smering meer nodig is. Wanneer er bij dieptrekken van bijvoorbeeld conische producten door de lagere wrijving plooiën ontstaan, moet de plooihouderdruk worden verhoogd of een grotere platine worden gebruikt.
- Wanneer smering noodzakelijk is, mag het smeermiddel de lak niet aantasten en moet eenvoudig te verwijderen zijn zonder ontvettingsmiddelen. Het gebruik van vet of zware trekoliën wordt in het algemeen afgeraden. Aangeraden worden wateroplosbare smeermiddelen. Over het algemeen worden lakken voor voorgelakte plaat voorzien van wassen of stoffen met vergelijkbare eigenschappen om een goede rolvormbaarheid te verzekeren.

#### 4.5 Verbinden

Al in de ontwerpfase moet rekening worden gehouden met de assemblage. Mechanische verbindingen en lijmen hebben de voorkeur boven technieken die een grote kans op beschadiging van de lak geven, zoals lassen. In hoofdstuk 3 "Aanwijzingen voor het productontwerpen in voorgelakte plaat" wordt uitvoeriger op het verbinden ingegaan.

##### Mechanisch

Er zijn tal van klassieke mechanische verbindingen, bijvoorbeeld met schroeven of (voorgelakte) nagels of door middel van felsen (zie figuur 4.4, boven), die met succes toegepast worden op voorgelakte plaat. Een techniek die zich uitstekend leent voor voorgelakte plaat, is het drukvoegen (zie figuur 4.4, midden).

##### Lijmen

Lijmen is ook geschikt. Het heeft het voordeel dat het niet alleen verbindt, maar ook afdicht. Lijmen wordt daarom ook vaak in combinatie met felsen gebruikt. De voorgelakte plaat kan met lijm ook aan andere materialen, zoals hout of glas worden bevestigd. Een precieze afstemming van de lijm en het lijmp proces (temperatuur, uitharddruk en -tijd) op de bekleding en de toepassingstemperatuur, omgeving en belasting van de verbinding is noodzakelijk. Het wordt sterk aangeraden dit in goed overleg met de lijmlieferancier te doen.

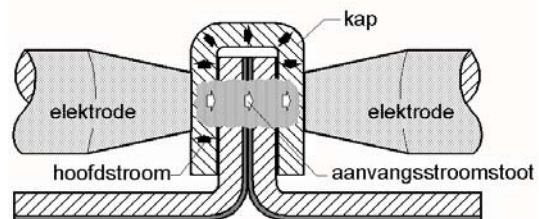
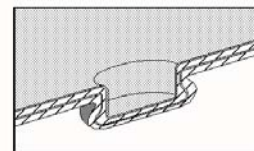
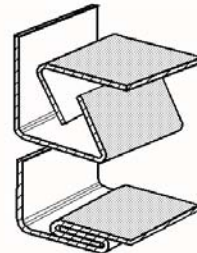
##### Lassen

Door de isolerende eigenschappen van de laklaag en de beperkte thermische eigenschappen, vraagt het lassen van beklede plaat extra aandacht. Dit geldt ook voor het laserlassen, het lasproces met de laagste warmte-inbreng.

De mogelijkheden zijn afhankelijk van de constructie, de materiaaldikte en de lakeigenschappen. Het laserlassen van beklede plaat bevindt zich nog in een experimenteel stadium.

Puntlassen is door de elektrisch isolerende lak of folie alleen mogelijk wanneer de coating lokaal verwijderd wordt. Wanneer het materiaal aan één zijde geleidend is, kunnen twee platen met een opstaande rand worden gepuntlast. De opstaande randen worden tegen elkaar aangedrukt en vervolgens wordt over de twee randen een klem geschoven (zie figuur 4.4, onder). Deze klem verschaft een eerste weg voor de stroom, voldoende om het proces te starten. Andere lastechnieken voor voorgelakte plaat met een geleidende achterkant zijn bijvoorbeeld het vastlassen op de achterkant van beugels met projectieweerstandlassen en het stiftlassen van draadeinden, stiften, enz.

Wegens het weinig lakvriendelijke karakter van het lassen en de daarmee ook gepaard gaande korte standtijden van elektroden bij het weerstandlassen wordt het lasproces als tweede optie, na het mechanisch verbinden gekozen.



figuur 4.4 Verbinden van voorgelakte plaat. Van boven naar beneden: een felsverbinding, een drukvoeg en het puntlassen van twee opstaande randen

## Hoofdstuk 5

### Arbo en milieu

#### 5.1 Inleiding

Voor een onderneming kunnen er een aantal overwegingen zijn om een keuze te maken tussen de verwerking van niet gelakte plaat en die van voorgelakte plaat.

De keuze van het materiaal heeft naast consequenties voor het productieproces ook consequenties voor de arbeidsomstandigheden en het milieu. Deze worden in dit hoofdstuk beknopt toegelicht.

#### 5.2 Het verwerken van voorgelakte plaat

Bij gebruik van voorgelakte plaat wordt aangeraden naar een alternatief te zoeken voor het scheiden en voor het verbinden door middel van lassen, omdat het plaatmateriaal hierdoor veelal ontoelaatbaar wordt beschadigd. Is het niet mogelijk om deze processen te vermijden, dan zal ook rekening moeten worden gehouden met de daarbij behorende ARBO en milieuaspecten. Het gaat vooral om aspecten die ook bij het lassen van niet gelakte plaat van belang zijn, zoals het afzuigen van gassen en dampen, afscherming tegen UV-straling en bescherming tegen geluidsoverlast. Als extra aspect spelen dan de verbrandingsresten van de op de plaat aangebrachte lak mee. Deze leveren in de regel echter geen problemen op.

Bij het gebruik van lijm dient te worden gewezen op het goed omgaan met lijmresten. Lijmresten, inclusief tubes, spatels, bekertjes en dergelijke moeten als chemisch afval worden afgevoerd. Veelal geeft het uitharden van de lijm in de lucht geen problemen.

Na productie van de onderdelen en assemblage kan het product worden verpakt en verzonden. Het produceren met voorgelakte plaat zorgt voor het uitsparen van een lakstraat, waarbij de milieuproblematiek rond het lakproces in handen wordt gegeven van de producent van voorgelakte plaat. Deze producent kan op zijn beurt optimaal rekening houden met de voorgeschreven milieu-eisen.

#### 5.3 Schroot uit voorgelakte plaat

Zowel voor de producent als verwerker van voorgelakte plaat is het van belang om het aandeel restmateriaal zo laag mogelijk te houden. Enerzijds vanuit het kosten oogpunt, anderzijds om het gebruik van onvervangbare grondstoffen te beperken. Dit streven staat ook beschreven in het 'Nationaal Milieuplan' (NMP-plus), waarbij ook aandacht wordt besteed aan de beperking van emissies in de atmosfeer bij de diverse processen.

Maar hoe economisch het productieproces ook wordt uitgevoerd, schroot zal er altijd worden geproduceerd. Gemiddeld genomen zal in de plaatverwerkende industrie, afhankelijk van fabricageproces en type product, 5 tot 20% van de ingekochte hoeveelheid materiaal in de afvalbak terecht komen. De onderneming dient zich daarbij af te vragen hoe het restmateriaal het beste kan worden opgeslagen en afgevoerd.

#### De regelgeving

Voor de behandeling van restmateriaal zijn de volgende wetten of voorschriften van toepassing:

- ▶ wet chemische afvalstoffen;
- ▶ wet bodembescherming;
- ▶ wet oppervlaktewater.

Voorgelakte plaat valt nu **niet** onder deze wetten of voorschriften. In principe onderscheidt afval van voorgelakte plaat zich ook niet van ander gelakt schroot.

#### De afvoer van restmateriaal

De onderneming dient uit het oogpunt van 'good housekeeping' de restmaterialen per soort te scheiden en op te slaan. Hierbij dient het restmateriaal van voorgelakte plaat, ongeacht het type coating, apart te worden gehouden. Verontreinigde restmaterialen, bijvoorbeeld met olie of koelvloeistof, dient men voor opslag eerst te laten uitlekken of af te spoelen. Uiteraard wel met de nodige milieuvorzorgsmaatregelen.

De uiteindelijke afvoer van het restmateriaal kan in overleg met een schroothandelaar worden geregeld.

#### De classificatie van schroot

Er zijn afspraken gemaakt met betrekking tot een schrootclassificatie.

De ondernemer zal hiervan weinig merken, het enige contact dat hij heeft is met de schroothandelaar die het materiaal op zijn beurt aanbiedt aan de staalbedrijven.

Er worden in de Europese classificatie drie categorieën schroot onderscheiden: oud schroot, shredderschroot en nieuw schroot.

## Literatuur

- [1] European Coil Coating Directory; European Coil Coating Association (ECCA), Brussel (ECCA ledenlijst, wordt ieder jaar uitgegeven).
- [2] Kontinuierlich organisch bandbeschichtetes Flacherzeugnisse aus Stahl, Entwurf DIN EN 10 169, DIN-Taschenbuch 402, Stahl und Eisen Gütenormen 2, Bauwesen, Metallverarbeitung, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 1993.
- [3] ECCA Prüfverfahren, Deutscher Verzinkerei Verband E.V., Düsseldorf.
- [4] Charakteristische Merkmale für bandbeschichtetes Flachzeug; Deutscher Verzinkerei Verband E.V., Düsseldorf, 1988.
- [5] Bandbeschichtetes Flachzeug für den Bauaußeneinsatz, Deutscher Verzinkerei Verband E.V., Düsseldorf, 1993 (2<sup>de</sup> druk).
- [6] NIL rapport DP 90-25 "Handleiding voor de keuze van verbindingstechnieken voor dunne plaat", 1990.
- [7] Handboek voor duurzame materialen gevels en daken; Ten Hagen en Stam, Den Haag, 1994.
- [8] Milieuzorg in de metaal; Metaalunie, Nieuwegein, 1992.
- [9] Gezond werken met toxische stoffen in de metaal- en elektrotechnische industrie; Raad van Overleg in de Metaal- en elektrotechnische industrie (ROM), Leidschendam, 1994.
- [10] VM 86 "Lijmen algemeen"; Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1991 (herzien in 2007).
- [11] VM 87 "Lijmen van metalen"; Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1991 (herzien in 2007).
- [12] VM 88 "Lijmen van kunststoffen"; Vereniging FME, Zoetermeer, 1991.
- [13] VM 110 "Dieptrekken (vormgeven van dunne metaalplaat)"; Vereniging FME, Zoetermeer, 1995 (herzien in 2007).
- [14] VM 113 "Buigen (vormgeven van dunne metaalplaat)"; Vereniging FME, Zoetermeer, 1995 (herzien in 2007).
- [15] CEN/TC/WG9 "Testing of coil coated metals" 2006.
- [16] NEN-EN 13523-0:2001 en "Bandgelakte metalen - Beproevingmethoden - Deel 0: Algemene introductie en lijst van beproevingsmethoden".



Vereniging FME-CWM  
vereniging van ondernemers in de  
technologisch-industriële sector

Boerhaavelaan 40

Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer

T (079) 353 11 00

F (079) 353 13 65

E [alg@fme.nl](mailto:alg@fme.nl)

I [www.fme.nl](http://www.fme.nl)