

DEEL 1	Inleiding	1
DEEL 2	1. De geschiedenis van glas in het kort	5
	Algemeen	6
	Ontwikkelingen in glas voor motorvoertuigen	9
	2. Glasbereiding	11
	Grondstoffen	12
	Temperen	12
	Floatglasproces	13
	Glasprocédés voor autoglas	14
	Gehard	14
	Horizontaal doorbuigprocédé	15
	Verticaal tangprocédé	15
	Gelamineerd	16
	Procestechnologie	16
	3. Autoglas	17
	Geschiedenis	18
	Glassoorten	20
	Gelaagd glas	20
	Hantering en opslag van gelaagd glas	21
	Gehard glas	21
	Hantering en opslag gehard glas	22
	Gecoat glas	22
	Pantserglas	22
	Kogelbestendig glas	22
	Getint glas	23
	Zeefdruk en bedrukking	23
	Elektrisch verwarmd glas	24
	Antennesystemen	24
	Glas met veiligheidsstrip	24
	Veiligheidsfoliën	24
	Accessoires	25
	Eurocode	25

4. Glasreparatie	26
Algemeen	27
Reparatiebeperkingen	27
Apparatuur	28
Kwaliteit	28
5. Installatiesystemen voor autoglas	30
Geschiedenis	31
Direct-glazing	32
Soorten autoruiten	33
Vaste ruit	34
Beweegbare ruit	38
Toekomst	40
6. Inleiding tot het motorvoertuig	41
Algemeen	42
Carrosseriematerialen	42
Constructie carrosserie	44
Carrosserie - interieur	46
Airbags	47
Elektrische installatie	48
Ruitenwissers en -sproeiers	49
Hemelbekledingen	50
Carrosserietype	50
Informatieplaatje van voertuig	52
Voertuigbeveiligingssystemen / ruitgravering - registratienummers	53
7. Gereedschap en apparatuur	54
Algemeen	55
Algemene gereedschappen en apparatuur	56
Autogereedschap	56
Ruitservice	57
8. Hecht- en afdichtmiddelen	59
Algemeen	60
Soorten afdichtmiddel	61
Diverse direct-glazing afdichtmiddelen	62
Trends	63
Normen voor afdichtmiddelen	63

Alles over P.U.	64
Primers en reinigingsmiddelen	66
“Wegrijtijd”	67
Werktijd	67
Viscositeit en thixotropie	69
Dimensie van de rups	69
Grote ruiten	69
Luchtdruk	70
Airbags	70
Opnieuw gelakte oppervlakken	71
9. Inspectie en voorbereiding	72
Herkenning voertuig	73
Inspectie vooraf	73
Verplaatsing van het voertuig	76
10. Aandachtspunten vooraf	79
Presentatie	80
Veel voorkomende problemen	81
Deurruit	82
Waterlekken en slechte hechting	83
Slechte hechting	84
Rijwindreruis	84
Diagnose-technieken	85
11. Standaards en voorschriften	87
Algemeen	88
Veiligheidsglas	88
Reparatie van veiligheidsglas	94
Identificatie van voorruitzones	96
12. Kwaliteitszorg en communicatie	97
Kwaliteitszorg	98
Kwaliteit	98
Communicatie	101
Klachten	104
13. Gezondheid en veiligheid	106
Werken met glas	107
Oorzaak van ongevallen	108
Veiligheid op de werkplek	112

	Veiligheid in het voorraadmagazijn	113
	Elektrische apparatuur	114
	Brandbestrijding	114
	Onderweg	115
	Groene kwesties	116
	14. Woordenlijst	117
<b>DEEL 3</b>	<b>15. De wensen van de klant</b>	<b>131</b>
	16. Werkvoorbereiding	135
	17. Installatie (vast)	140
	18. Installatie (opengaande ramen)	147
	19. Glas vormen	150
	20. Reparatie van ruiten	162
	21. Presentatie	164
	22. Veilige werkrichtingen	166
	23. Klantenservice	168
	24. Goede huishouding	170
<b>DEEL 4</b>	<b>Bulletinsysteem</b>	<b>173</b>

Dit onderwijsmateriaal is ontwikkeld voor het opleiden van autoglasspecialisten.

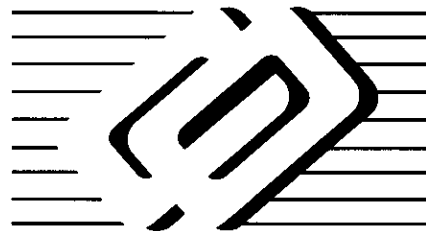
Het volledige pakket bestaat uit 4 delen:

1. Inleiding
2. Kennishandboek
3. Logboek
4. Bulletinsysteem

Dit pakket zal een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van de vaardigheden van de autoglasmonteur. Het is gebaseerd op Europees aanvaarde normen voor het monteren van ruiten in motorvoertuigen. De leerlingen zullen de noodzakelijke vaardigheden en kennis verkrijgen aan de hand van de mogelijkheden die hen in de praktijk worden geboden.

De combinatie van kennismateriaal en praktische ervaring zal ervoor zorgen dat de bedrijfstak voor glasreparatie en -vervanging voor motorvoertuigen voortdurend zijn normen voor het vakmanschap in stand houdt en verbetert.

De volgende organisaties hebben samengewerkt om dit materiaal te verzamelen:



**GLASS Training Limited**

**GTL** - examinerend orgaan voor beroepskwalificaties binnen de glasbranche in Groot-Brittannië.



**AUTOMOTIVE  
GLAZING  
EXECUTIVE**



**AGE-UK**- Automotive Glazing Executive Ltd.- een gespecialiseerde branche-organisatie voor glasreparatie- en –vervangingsbedrijven voor motorvoertuigen in Groot-Brittannië.

**DE** - Het Britse Department of Employment - heeft het initiatief genomen van waaruit dit onderwijsmateriaal werd ontwikkeld en gedeeltelijk gefinancierd.

**VASNED** - Vereniging Autoglas Specialisten Nederland - een gespecialiseerde branche-organisatie voor glasreparatie- en –vervangingsbedrijven voor motorvoertuigen in Nederland.

**AGE-UEMV** - Automotive Glazing Europe UEMV.- een Europees overkoepelend orgaan voor gespecialiseerde branche-organisaties voor glasreparatie- en –vervangingsbedrijven voor motorvoertuigen. Lidorganisaties zijn bij voorbeeld AGE-UK en VASNED.

**Het kennishandboek** bestaat uit:

1. De geschiedenis van glas en de industrie voor de reparatie en vervanging van autoruiten in het kort.
2. Beschrijvingen van de relevante auto-onderdelen met betrekking tot de reparatie en het vervangen van glas.
3. Het gebruik van de belangrijkste materialen die nodig zijn voor professionele glasreparatie en -vervanging.

De inhoud is verdeeld in 14 hoofdstukken:

- Hoofdstuk
1. De geschiedenis van glas in het kort
  2. Glasbereiding
  3. Autoglas
  4. Glasreparatie
  5. Installatiesystemen voor autoglas
  6. Inleiding tot het motorvoertuig
  7. Gereedschap en apparatuur
  8. Hecht- en afdichtmiddelen
  9. Inspectie en voorbereiding
  10. Aandachtspunten vooraf
  11. Standaards en voorschriften
  12. Kwaliteitszorg en communicatie
  13. Gezondheid en veiligheid
  14. Woordenlijst

## INLEIDING

Het **logboek** is ontwikkeld om de praktijkopleiding en -ervaring van de leerling vast te leggen en te controleren. De leerling is er zelf verantwoordelijk voor dat vaardigheden, kennis en eventuele vakbekwaamheden worden vastgelegd en goedgekeurd door een beoordeler/leraar.

De inhoud is verdeeld in 10 hoofdstukken:

- Hoofdstuk
15. De wensen van de klant
  16. Werkvoorbereiding
  17. Installatie (vast)
  18. Installatie (opengaand)
  19. Het vormen van glas
  20. Glasreparatie
  21. Presentatie
  22. Veilige werkrichtlijnen
  23. Klantenservice
  24. Goede huishouding

Het **bulletinsysteem** moet met regelmatige tussenpozen informatie verschaffen over belangrijke onderwerpen met betrekking tot de industrie, de wetgeving en opleidingsstandaards.

Het **kennishandboek** is hierna opgenomen.

- Hoofdstuk 1. De geschiedenis van glas in het kort**
2. Glasbereiding
  3. Autoglas
  4. Glasreparatie
  5. Installatiesystemen voor autoglas
  6. Inleiding tot het motorvoertuig
  7. Gereedschap en apparatuur
  8. Hecht- en afdichtmiddelen
  9. Inspectie en voorbereiding
  10. Aandachtspunten vooraf
  11. Standaards en voorschriften
  12. Kwaliteitszorg en communicatie
  13. Gezondheid en veiligheid
  14. Woordenlijst

### ALGEMEEN

Het is bekend dat de mens in de prehistorie (6000 jaar voor Christus) al gebruik maakte van in de natuur voorkomend vulkaanglas voor het maken van pijlpunten en eenvoudig snijgereedschap. Men denkt dat ongeveer 3-4000 jaar voor Christus de mens voor het eerst zelf glas vervaardigde in het Midden-Oosten. Een Babylonische groene glazen staf die gevonden is in Eshunna (Irak) gedateert van 2600 voor Christus.

Het duurde tot de eerste eeuw na Christus voordat de Egyptenaren het glasblazen introduceerden en het eerste vaatwerk van glas werd gemaakt dat vergelijkbaar is met het vaatwerk van nu. Het eerste glas was sterk gekleurd of opaal van uiterlijk door de onzuiverheid van de ruwe grondstoffen. Toen de Romeinen de Egyptenaren overwonnen, maakten zij zich het glasvervaardigingsprocédé eigen. Zij begrepen welke mogelijkheden glas kon bieden en al gauw werd in het hele rijk glas gemaakt. De Romeinen hebben de glazen ramen uitgevonden die wel zon doorlieten maar waar men niet doorheen kon kijken. Na het verval en de teloorgang van het Romeinse Rijk, nam de glasvervaardiging in Europa af, met uitzondering van Venetië.

De Venetiaanse glasmakers van Murano hadden een bijna doorzichtig glas ontwikkeld dat zij "cristallo" noemden en in 1575 kreeg Jacopo Verzelini het exclusieve recht om drinkglazen te vervaardigen. De Venetianen sloegen munt uit hun uitvinding en bouwden een bloeiend exportbedrijf op door heel Europa. Ondanks alle voorzorgsmaatregelen om hun geheimen te bewaren, o.a. door de doodstraf voor werknemers die de geheimen verklaften, vertrokken sommige werknemers om in andere delen van Europa glasindustrieën op te zetten.

Tot de 20e eeuw werd glas voor ramen gemaakt door middel van twee processen. Bij beide methoden werd een glasbel geblazen. Bij de **kroonmethode** blies de glasmaker een grote glasbel die vervolgens snel werd rondgedraaid zodat de centrifugale kracht het glas naar buiten liet draaien en plat maakte. De schijf werd vervolgens in verschillende formaten gesneden. De huizen in die tijd hadden kleine ramen omdat de kroonmethode slechts kleine stukken glas produceerde die werden gekenmerkt door het glasknoopeffect (achtergelaten door de blaasbuis).

Bij de tweede methode, **cilinderglasmethode**, werd gesmolten glas in een cilinder geblazen, de uiteinden van het glas afgesneden en werd vervolgens de cilinder in de lengte gesneden. Vervolgens werd het glas opnieuw verwarmd en platgerold.

Vroeger werden glasfabrieken meestal dicht bij de bronnen voor de belangrijkste grondstoffen opgezet. Zand, de belangrijkste grondstof voor glas, moest voldoende aanwezig zijn. Hout had men nodig voor kalium en tevens om de haard van brandstof te voorzien.

In 1615 verbood een koninklijke proclamatie echter het gebruik van hout, omdat de scheepsbouw voorrang claimde. De glasmakers maakten al snel gebruik van kolen om hun haarden te laten branden.

In 1688 ontwikkelde de Fransman Louis Lucas de Mehoa een proces met gietvormen. Hierbij vermengde men de grondstoffen en goot deze in gietvormen. De oppervlakken van het glas waren zeer oneffen en moesten worden geschuurd en gepolijst. Dit was een zeer omslachtige en moeizame methode die wel 16 dagen kon duren. De productie van deze bijzonder kwalitatieve gegoten platen was zeer kostbaar, maar de vraag was hoog en in 1773 werd de British Cast Plate Company opgericht in Ravenshead, St. Helens in Lancashire. Dit was een zeer goede locatie met voldoende zandafzettingen in de buurt en kalksteen uit Derbyshire en grote afzettingen gecalcineerd soda in Cheshire.

Hoge belastingen op glas (1745-1845) hielden de ontwikkeling van het nieuwe proces tegen die nodig was om aan de groeiende vraag te voldoen. De bouw van Crystal Palace in 1851 betekende de ontdekking van glas als nieuw architecturaal bouw materiaal.

Glasvervaardigingstechnieken werden ook verbeterd. In 1870 introduceerden de gebroeders Chance een rolmachine waarmee glas met een uniforme dikte en grootte werd vervaardigd. Aan het begin van de twintigste eeuw werd de **koeloven** (een lange tunnelvormige oven) geïntroduceerd om het **gloeiproces** (hardingsproces) te controleren in plaats van dat men het glas op zijn eigen snelheid liet afkoelen. Siemens perfectioneerde de regeneratorglasoven die verbrandingsgas opnieuw gebruikte en het smeltproces versnelde om de efficiëntie te vergroten. Het polijstproces werd ook gemechaniseerd.

In 1913 ontwikkelde Fourcault een proces waarbij het glas uit de glasoven naar een trekoven werd getrokken. Het Fourcault-proces werd voornamelijk gebruikt om de dunnere glasformaten te vervaardigen. Dit soort glas werd vensterglas genoemd. Vensterglas had als nadeel dat het uitzicht enigszins werd vertekend en werd gebruikt voor de vervaardiging van gelamineerde voorruit voor de auto-industrie tot ver in de jaren '70, totdat de eisen voor de optische kenmerken en het uitzicht strenger werden.

In 1959 introduceerden de gebroeders Pilkington uit St. Helens het **float-procédé** voor de vervaardiging van glas. Hierbij werden zoals bij het rolproces dikke platen gemaakt, maar men hoefde niet te slijpen of polijsten. Tevens konden er, zoals bij het trekproces van Fourcault, heel dunne platen worden geproduceerd, die echter vrij van optische storing waren en vóór de afwerkingsfase een betere helderheid hadden.

Het float-procédé is nu toonaangevend in de glasvervaardiging in Europa en is verantwoordelijk voor 95% van de markt. Al het autoglas wordt gemaakt of ontwikkeld van float-glas.

Het gebruik van gelamineerd veiligheidsglas is ontwikkeld voor automobielen op manieren die Edouard Benedictus (de man die het proces voor gelamineerd veiligheidsglas in 1903 in Parijs ontdekte) nooit had kunnen voorzien.

Op dezelfde manier had Prince Rupert, toen hij de beginselen voor glasversterking in 1646 ontdekte, nooit kunnen weten dat zijn ontdekking meer dan 285 jaar later zo'n belangrijke bijdrage zou leveren aan de veiligheid van motorvoertuigen.

### ONTWIKKELINGEN IN GLAS VOOR MOTORVOERTUIGEN

- 1646 - Prince Rupert of the Rhine (neef van Charles I) ontdekte de beginselen voor glasversterking ("de druppels van Prince Rupert").
- 1903 - Edouard Benedictus ontdekte het procédé voor de vervaardiging van gelamineerd veiligheidsglas (in Parijs).
- 1912 - Het bedrijf Triplex Safety Glass Company werd opgericht in Willesden (Londen).
- 1920 - Tot begin jaren twintig werden de meeste voorruitn voor auto's van gepolijst spiegelglas gemaakt.
- 1927 - Henry Ford monteerde voorruitn van gelamineerd veiligheidsglas in het T-model van Ford.
- 1928 - Hillman Cars (GB) lanceerde een auto met standaard gemonteerde voorruitn van gelamineerd veiligheidsglas. Zij werden snel gevolgd door Austin Motor Company.
- 1931 - Door nieuwe bouw- en gebruiksvoorschriften voor motorvoertuigen moesten nieuwe voertuigen worden uitgerust met voorruitn van veiligheidsglas.
- 1934 - Voorruitn van gehard glas werden geïntroduceerd en werden populair omdat de productiekosten minder hoog waren dan voor gelamineerd glas.
- 1947 - Gewelfde voorruitn met een scheidingsbalk in het midden werden geïntroduceerd. Daarvoor waren de meeste voorruitn plat.
- 1948 - Triplex produceerde de achterraut met wolframdraad voor Rolls Royce.
- 1956 - De eerste volledig omwikkeldbare voorruit (ontwikkeld in de VS) werd geïntroduceerd in Groot-Brittannië (Vauxhall Victor).
- 1965 - Directe beglazing van voorruitn werd geïntroduceerd in de VS door General Motors.

- 1967 - In Groot-Brittanie verschijnt British Standard, B.S.857, een specificatie voor eisen aan veiligheidsglas voor voertuigen op de openbare weg.
- 1968 - Verwarmde geharde achterruiten waarbij gebruik wordt gemaakt van stroomgeleidende inkt werden geïntroduceerd in Groot-Britannië.
- 1969 - Directe beglazing werd geïntroduceerd in Europa in het model Audi-100.
- 1986 - Road Vehicles (Engelse richtlijnen voor bouw en gebruik).
- 1991 - In Groot-Brittanie verschijnt British Standard AU242 - regels met betrekking tot de aanbevolen werkwijzen bij de reparatie van gelamineerde voorruit die door botsingen zijn beschadigd.
- 1992 - In Groot-Brittanie verschijnt British Standard AU178A. Gepubliceerd om de specificaties voor autoveiligheidsglas op één lijn te brengen met de ECE-richtlijnen.
- 1994 - In Groot-Brittanie verschijnt British Standard AU251. Prestatie-eisen voor voorruitreparatiesystemen en -materialen.

voor British Standards zie Hoofdstuk 11 – Standaards en voorschriften.

- Hoofdstuk
1. De geschiedenis van glas in het kort
  2. **Glasbereiding**
  3. Autoglas
  4. Glasreparatie
  5. Installatiesystemen voor autoglas
  6. Inleiding tot het motorvoertuig
  7. Gereedschap en apparatuur
  8. Hecht- en afdichtmiddelen
  9. Inspectie en voorbereiding
  10. Aandachtspunten vooraf
  11. Standaards en voorschriften
  12. Kwaliteitszorg en communicatie
  13. Gezondheid en veiligheid
  14. Woordenlijst

### GRONDSTOFFEN

Glas is het product van verschillende stoffen, waarvan zand (Silica SiO<sub>2</sub>) het belangrijkste ingrediënt is. Deze stoffen worden samengevoegd met behulp van grote hitte. Vervolgens worden zij afgekoeld tot op omgevingstemperatuur met een snelheid die voldoende is om kristalvorming te voorkomen en het glas perfect transparant te krijgen.

De belangrijkste ingrediënten die worden toegepast in de bereiding van vlakglas (dit is nog vóór de vorm-, buig-, welvings- of versterkingsprocessen) voor de auto-industrie zijn:

- \* SODA (sodiumoxide) 12% tot 16%  
Na<sub>2</sub>O
- \* ONGEBLUSTE KALK (calciumoxide) 5% tot 11%  
CaO
- \* SILICA (siliciumoxide) 70% tot 74%  
SiO<sub>2</sub>

De samenstelling van de ingrediënten kan verschillen naargelang de afzonderlijke producten en de specifieke productie-eisen. Overige kleinere hoeveelheden ingrediënten worden gebruikt om het vervaardigingproces te ondersteunen.

### TEMPEREREN

Zoals andere stoffen krimpt glas samen als het afkoelt en door het lage warmtegeleidingsvermogen koelt het glas niet uniform. Bij te snelle afkoeling ontstaat spanning in het glas, met als gevolg voortijdige breuk.

Om te grote spanningen te voorkomen kan de koeling van het glas met een bepaalde van tevoren ingestelde snelheid worden gecontroleerd. Dit proces noemt men **tempereren**.

Tempereren vindt plaats in een **koeloven**, waar het glas langzaam doorheen beweegt op een transportband.

Het glas komt de koeloven binnen bij een temperatuur van ongeveer 600 graden C. en neemt geleidelijk af tot 250 graden terwijl het glas door de 100 meter lange koeloven gaat. Uiteindelijk wordt het glas met behulp van een ventilator afgekoeld tot op kamertemperatuur, waarna het in de gewenste plaatformaten wordt gesneden.

De gecontroleerde en geleidelijke verlaging van de temperatuur elimineert verdere spanning in het glas. De doorlooptijd van het hele proces is ongeveer 10 minuten, afhankelijk van de dikte.

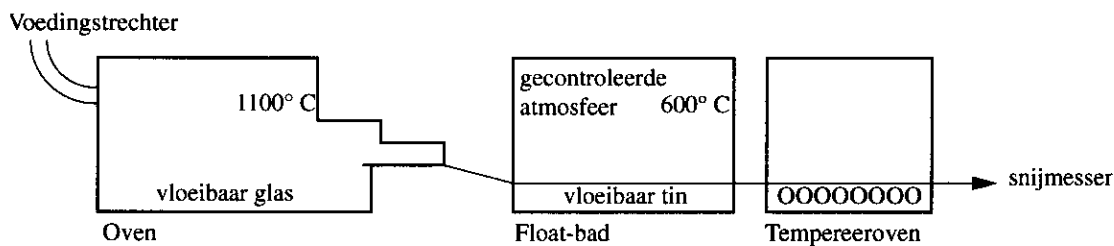
### FLOATGLASPROCES

De floatglasmethode is nu de meest gebruikte methode om vlakglas te vervaardigen. Het meeste vlakglas voor de vervaardiging van gehard en gelamineerd veiligheidsglas voor de auto-industrie wordt nu volgens dit procédé gemaakt.

De grondstoffen (soda-gebluste kalk-silica) worden gemengd en geladen in een smeltoven waar de temperaturen 1500-1600 graden Celsius bereiken.

Het vloeibare glas komt vervolgens in het float-bad bij een temperatuur van 1050 graden en drijft aan de oppervlakte van een bad met vloeibaar tin. Het glas spreidt zich uit tot de bovenste en onderste oppervlakken parallel zijn en vlak. Het glas wordt in een atmosfeer van stikstof en waterstof gehouden om oxidatie van tin te voorkomen. De vlakke laag glas wordt vervolgens door het bad getransporteerd door de trekkracht van de koeloven.

Terwijl het glaslint het float-bad passeert wordt dit afgekoeld totdat het glas hard genoeg is (600 graden) om het op de koelovenrollen te tillen zonder beschadigingen aan de onderkant te veroorzaken.



Het glas gaat vervolgens via de tempereeroven naar een automatische snij-inrichting. Computers zorgen ervoor dat het glas volgens de eisen van de klanten wordt gesneden.

De float-glaslijn moet onder strikte condities worden gestuurd en bediend. Het grondstofmengsel, de hoeveelheid ruw glas en de temperatuur gedurende de smeltoven-, floatbad- en koelovenprocessen moeten constant zijn.

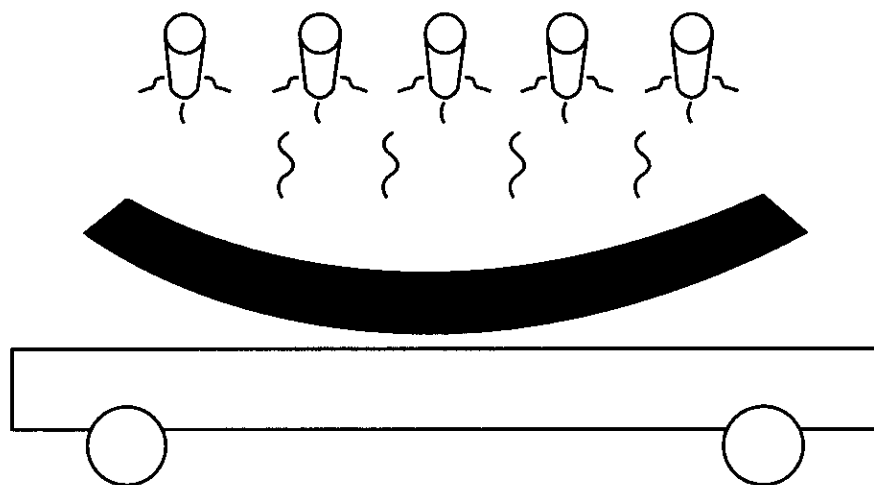
Met het floatglas-procédé kan glas worden geproduceerd met een dikte variërend van 0,4mm tot 25mm.

### GLASPROCEDES VOOR AUTOGLAS

#### GEHARD

Gehard glas wordt gemaakt door gewoon glas te verwarmen tot op het verwekingspunt en het vervolgens snel af te koelen met lucht (zie hoofdstuk 3). Tijdens het verwarmings- en verwekingsproces wordt het geharde glas gemaakt en gevormd voordat door middel van afkoeling met lucht het product wordt afgewerkt.

Tot 20 jaar geleden werden over het algemeen slechts twee soorten procédés gebruikt voor de vervaardiging van gehard autoglas. Het horizontale doorbuigprocédé en het verticale tangprocédé.



### HORIZONTALAAL DOORBUIGPROCEDE

Horizontaal doorbuigen is gebaseerd op het opnieuw verwarmen van glas in een matrijs of gietmodel bij een temperatuur waarmee het glas net zacht genoeg wordt om het te laten doorbuigen tot de vorm of buiging van de matrijs, voordat het snel wordt afgekoeld door middel van koude luchtstralen.

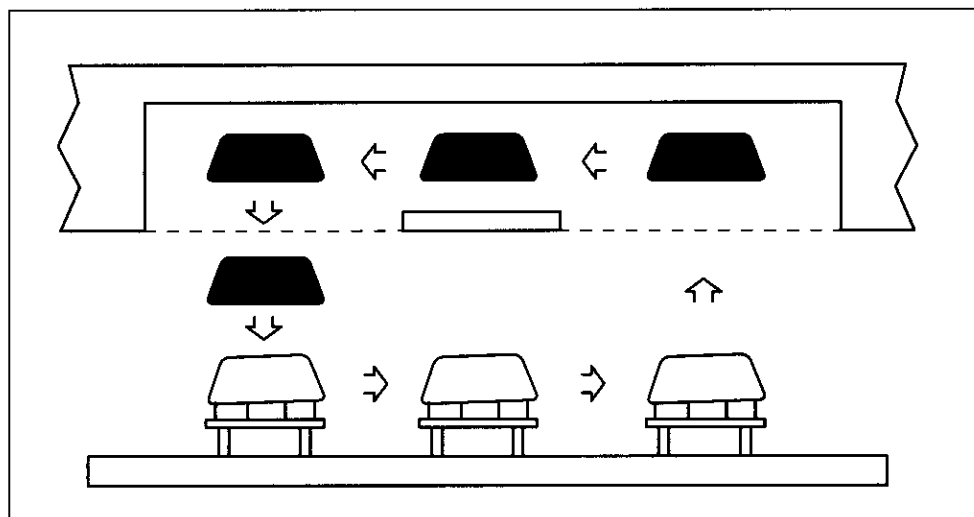
### VERTICAAL TANGPROCEDE

Bij het verticale procédé wordt het vlakke glas aan tangen gehangen en verwarmd tot 650° C. in een elektrische oven. Het glas wordt snel verwijderd en uitgehard tussen solide bolvormige en cirkelvormige holstaande matrijzen voordat het wordt afgekoeld met luchtstralen.

De tangmarkeringen zijn de kleine deuken, meestal rond, tegenover elkaar in het bovenste en onderste vlak aan de achterkant en rand van het stuk gehard glas. Deze deuken zijn veroorzaakt door de tangen waar het glas aan hangt tijdens het verwarmen.

Een tangafwijking is een kleine afwijking van de normale lijn van de rand van een stuk gehard glas naast de tangmarkeringen.

Aangezien gehard glas niet kan worden bewerkt of gesneden, moeten alle gaten vóór het versterkingsproces worden geboord.



### GELAMINEERD

Tot voor kort werden de meeste gelamineerde voorruitenvormen ook geproduceerd met behulp van een horizontale doorbuigmethode (zwaartekracht). Twee qua maatvoering iets afwijkende, maar perfect passende stukken glas worden op een metalen vorm of matrijs geplaatst en naar de oven getransporteerd. Daar worden zij zodanig verwarmd dat zij de gewenste doorbuiging krijgen die nodig is om het platte glas de vorm van de matrijs aan te laten nemen.

De temperatuur van het glas wordt zodanig geregeld dat de temperatuureigenschappen behouden blijven. De twee stukken glas worden vervolgens gescheiden, geïnspecteerd en schoongemaakt, waarna er een tussenlaag van polyvinylbutyral (PVB) wordt ingebracht.

De voorruit wordt vervolgens in een **autoclaaf** met een temperatuur van meer dan 120 graden Celsius geplaatst en de druk (de autoclaaf werkt als een hogedrukpan) zorgt ervoor dat de tussenlaag van PVB wordt oververhit. Hiermee wordt de oorspronkelijk opale structuur van PVB perfect transparant gemaakt.

### PROCESTECHNOLOGIE

Door de complexiteit van de voorruitenvormen en achterrauitvormen moest er een meer geperfectioneerde technologie worden ontwikkeld om te kunnen voldoen aan de veeleisende normen voor de optische eigenschappen van autoglas.

Hoewel de zadelbuigtechnologie duurder is dan de horizontale of verticale procédés, zijn de resultaten op het gebied van zicht en vorm beter.

De rollenpers-buigoven die al jaren in de VS wordt gebruikt en het recente rollenhaardovenproces worden steeds populairder bij glasproducenten.

Het gebruik van deze geavanceerde technologie is noodzakelijk om aan de strenge optische normen die door de auto-industrie worden geëist te kunnen voldoen.

- Hoofdstuk 1. De geschiedenis van glas in het kort
2. Glasbereiding
  - 3. Autoglas**
  4. Glasreparatie
  5. Installatiesystemen voor autoglas
  6. Inleiding tot het motorvoertuig
  7. Gereedschap en apparatuur
  8. Hecht- en afdichtmiddelen
  9. Inspectie en voorbereiding
  10. Aandachtspunten vooraf
  11. Standaards en voorschriften
  12. Kwaliteitszorg en communicatie
  13. Gezondheid en veiligheid
  14. Woordenlijst

### GESCHIEDENIS

Het eerste glas dat werd gebruikt als autoglas was vlakglas, terwijl alleen de wat duurdere modellen gelamineerd veiligheidsglas als optie aanboden.

Gelamineerd glas is uitgevonden door Edouard Benedictus, een kunstenaar en ontwerper (een van zijn vele talenten was ook chemische technologie) die - terwijl hij op een dag in november 1903 in Parijs zijn laboratorium schoonmaakte - een literfles uit zijn handen op de grond liet vallen en ontdekte dat de fles niet in scherven brak maar intact bleef met barsten.

Na een nauwkeurige bestudering van het label bleek dat de fles 15 jaar eerder gevuld was met een mengsel van celluloid, alcohol en aceton. Door de jaren heen waren de oplosmiddelen verdampt en bleef er een dunne celluloid-laag achter aan de binnenkant van de fles, waardoor het hechteigenschappen kreeg.

Jaren later, toen het aantal ongelukken met voertuigen die waren uitgerust met vlakglas toenam, herinnerde hij zich zijn ontdekking. In 1910 vroeg hij een patent aan voor het proces en in 1911 richtte hij de Verre Triplex Company op in Parijs om veiligheidsglas te vervaardigen. Een jaar later verkocht hij de productierechten aan een Britse onderneming en de Triplex Safety Glass Company werd opgericht om gelamineerd glas te vervaardigen in een kleine fabriek in Londen.

In die tijd werden gelamineerde voorruit met de hand gemaakt. Een dunne laag botgelatine werd op één oppervlak van ieder glas aangebracht. Wanneer deze laag droog was werd er met een ketel een tweede laag email over gegoten. Vervolgens werd er in een bad van alcohol een dunne laag celluloid tussen de glazen aangebracht en werden de glazen met de hand aaneengehecht. Het celluloid kon gaan verkleuren als het in contact kwam met lucht en daarom werden de randen van de twee platen gelamineerd glas afgedicht met een bitumenmengsel.

In het midden van de jaren twintig begonnen meer autofabrikanten gelamineerde voorruit als optie aan te bieden. In 1927 gaf Henry Ford de toon aan door alle T-modellen van Ford met een gelamineerde voorruit uit te rusten. Volgens sommigen nadat hij betrokken was bij een klein verkeersongeval waar hij onder de glasscherven kwam. In Groot-Brittannië volgde Hillman Cars dat in 1928 het eerste Europese bedrijf werd dat een gelamineerde voorruit aanbood en zijn auto prompt Hillman Safety Sedan noemde.

In het midden van de jaren '30 vond de volgende belangrijke verandering plaats die invloed zou hebben op de autoruit. De oorsprong van deze ontwikkeling kan worden teruggevoerd tot de zeventiende eeuw.

Prince Rupert, die betrokken was bij de verliezende kant van de Engelse burgeroorlog en zijn oom Charles I hielp, had ontdekt dat wanneer vloeibaar glas in water werd geschonken er peervormige druppels ontstonden die moeilijk te breken waren zolang de staart van de druppel niet was afgebroken. Hij ontdekte dat wanneer de staart gebroken was de druppel in fijn glaspoeder uiteenviel.

Het principe van de druppels van Prince Rupert werd ongeveer 300 jaar later ontwikkeld tot gehard glas, hoewel het water is vervangen door koude luchtstralen.

Deze nieuwe vorm van veiligheidsglas was goedkoper te produceren dan gelamineerd glas en na de eerste bezwaren boden Europese fabrikanten gehard glas aan als standaard-uitrusting. In de Verenigde Staten werd gehard glas echter nooit als zijnde veilig voor voorruit beschouwd en de Amerikaanse markt heeft altijd een voorkeur gehad voor gelamineerd glas. Gehard glas gebruikten zij alleen voor zij- en achterruiten. Gedurende 1965 werd als gevolg van wettelijke bepalingen in de VS (FMVSS 212 en 205) de dikte van de tussenlaag (polyvinylbutyral) voor gelamineerde voorruit vergroot van 0.38 mm naar 0.76 mm om het aantal ongevallen waarbij glas een rol speelde te verminderen en om te voorkomen dat passagiers uit het voertuig werden geslingerd.

Dit is nu wereldwijd overgenomen en de meeste voertuigfabrikanten hebben bepaald dat gelamineerde voorruit met een dikkere tussenlaag standaard zijn, met name nu de nieuwe wetgeving van de VS (FMVSS-216) de specificatieniveaus voor voertuigen met in de carrosserie vastgelijmde ruiten heeft verhoogd. Voor de Europese autoindustrie geldt sinds 1999 de nieuwe N.C.A.P.-norm (European New Car Assessment Program). Hierbij wordt getest met een fullsize airbag van 260 liter, bij een snelheid van 64 km/uur tegen een wand die onder een hoek van 40° staat en waarbij de gevolgen worden gemeten bij dummies die in veiligheidsriemen zijn vastgezet.