

Bernburg  
Dessau  
Köthen



**Hochschule Anhalt**  
Anhalt University of Applied Sciences

**emw**

Fachbereich  
Elektrotechnik, Maschinenbau  
und Wirtschaftsingenieurwesen

## Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Engineering (B. Eng.)

**Kenong Xu**

---

Vorname Nachname

Wirtschaftsingenieurwesen, 2011, 4055267

---

Studiengang, Matrikel, Matrikelnummer

Thema:

**Analyse des Entwicklungsstandes von  
Sicherheitsgläsern im Automobilbau**

Prof. Dr. Reinhard Kärmer

---

Vorsitzender der Bachelorprüfungskommission/1.Prüfer(in)

Prof. Dr. Hans-Heino Hiekel

---

2.Prüfer(in)

17.12.2015

---

Abgabe am

---

## **Kurzfassung**

In dieser Bachelorarbeit wird der Entwicklungsstand von Sicherheitsgläsern im Automobilbau analysiert. Zunächst wird die Entwicklungsgeschichte der Sicherheitsgläser im Automobilbau vorgestellt. Nächst werden die selbstständige spezialisierte Definition, die hauptsächlichlichen Arten und die Fertigungsverfahren der hauptsächlichlichen Arten von den Sicherheitsgläsern und ihre Funktionen, die sie heutzutage gehabt haben und von den Sicherheitsglasherstellern entwickelt werden, im modernen Automobilbau vorgestellt und die Fertigungsverfahren und die Entstehungsursache der Funktionen werden auch vorgestellt und analysiert. Danach wird die Verwendung der Sicherheitsgläser Unter Berücksichtigung von den Funktionen jeder Autoscheibenart und den Eigenschaften jeder Sicherheitsglasart im modernen Automobilbau analysiert. Folgend werden die Produktnormen und das Qualitätsmanagement der Sicherheitsgläser sowie ihre relevanten Bedeutungen und Wirkungen im modernen Automobilbau analysiert. Zuletzt werden die Entwicklungstendenzen der Sicherheitsgläser aufgrund des Entwicklungsstandes der Sicherheitsgläser im modernen Automobilbau analysiert.

---

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Die Entstehung der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	1
1.2 Der Entwicklungsstand der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	3
1.3 Die Entwicklungstendenz der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	3
2 Grundlagen der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	4
2.1 Die Definitionen der Sicherheitsgläser.....	4
2.2 Die unterschiedlichen Arten der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	5
2.2.1 Einscheibensicherheitsglas (ESG).....	5
2.2.2 Teilvorgespanntes Glas (TVG).....	6
2.2.3 Verbundsicherheitsglas (VSG).....	7
2.2.4 Panzerglas.....	8
2.2.5 Hohlglas und Kunststoff-Glas.....	8
2.3 Die Fertigungsverfahren der hauptsächlichlichen Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	9
2.3.1 Beschreibung des Fertigungsverfahrens des ESGs.....	10
2.3.2 Beschreibung des Fertigungsverfahrens des TVGs.....	11
2.3.3 Beschreibung des Fertigungsverfahrens des VSGs.....	11
2.4 Die Funktionen der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	12
3 Verwendung der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	17
3.1 Verwendung der Sicherheitsgläser für die Windschutzscheiben.....	17
3.2 Verwendung der Sicherheitsgläser für die Heckscheiben und die Seitenscheiben.....	21
3.3 Verwendung der Sicherheitsgläser für die Dachscheiben.....	23
4 Produktnorm und Qualitätsmanagement der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	25

---

4.1	Die Produktnorm der Sicherheitsgläser im Automobilbau.....	25
4.1.1	Die Testobjekte des ESGs .....	26
4.1.2	Die Testobjekte des TVGs .....	26
4.1.3	Die Testobjekte des VSGs.....	27
4.1.4	Die Testobjekte des Hohlglases und des Kunststoff-Glases .....	28
4.1.5	Die Akzeptanzwerte von den Testobjekten dieser Sicherheitsgläser .....	29
4.2	Qualitätsmanagement der Sicherheitsgläser.....	30
4.2.1	Das öffentliche Qualitätsmanagementsystem .....	30
4.2.2	Das Qualitätsmanagementsystem der Automobilhersteller .....	31
4.2.3	Das Qualitätsmanagementsystem von den Herstellern der Sicherheitsgläser.....	32
5	Analyse der Entwicklungstendenzen von den Sicherheitsgläsern im Automobilbau .....	33
5.1	leichteres Gewicht .....	33
5.2	Multifunktion und Intelligenz .....	36
5.3	Verwendung der neuen Energie.....	38
6	Zusammenfassung .....	41
	Quellen- und Literaturverzeichnis.....	VIII
	Selbstständigkeitserklärung.....	XI

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Beispiel für das frühe Automobil .....	1
Abb. 1-2: Beispiel für das T-Automobil .....	2
Abb. 1-3: Beispiele für die Sicherheitsgläser .....	2
Abb. 2-1: Die Konstruktion des Einscheibensicherheitsglases .....	5
Abb. 2-2: Das Einscheibensicherheitsglas beim Bruch .....	6
Abb. 2-3: Repräsentatives Bruchbild von teilvorgespanntem Glas nach DIN EN 1863 .....	6
Abb. 2-4: Die Konstruktion des Verbundsicherheitsglases .....	7
Abb. 2-5: Das Verbundsicherheitsglas beim Bruch .....	7
Abb. 2-6: Beispiel für das Panzerglas .....	8
Abb. 2-7: Die allgemeinen Fertigungsverfahrensschritte der beiden Sicherheitsgläser .....	9
Abb. 2-8: Die Umspritzung .....	14
Abb. 2-9: Der Positionsstift .....	14
Abb. 2-10: Das Wasserkastenprofil .....	14
Abb. 2-11: Der Heizleiter .....	15
Abb. 2-12: Die abgedruckte Antenne .....	16
Abb. 5-1: L-Sicherheitsglas .....	34
Abb. 5-2: V-Sicherheitsglas .....	34
Abb. 5-3: S-Sicherheitsglas .....	34
Abb. 5-4: Das Kunststoff-Glas .....	35
Abb. 5-5: Beispiel für die Regenschutzschicht .....	36
Abb. 5-6: Die Darstellung des Prinzips vom HuD- System .....	37
Abb. 5-7: Die Windschutzscheiben mit HuD-System .....	38
Abb. 5-8: Die Sicherheitsgläser mit der Solarbatterie .....	39
Abb. 5-9: solare Dachescheiben .....	39

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Testobjekte des ESGs .....	26
Tabelle 4-2: Testobjekte des VSGs.....	27
Tabelle 4-3: Testobjekte des Hohlglases .....	28
Tabelle 4-4: Testobjekte des Kunststoff-Glases .....	28
Tabelle 4-5: Die chinesischen Akzeptanzwerte der Testobjekte von den Sicherheitsgläsern.....	29

---

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
z.B.	zum Beispiel
usw.	und so weiter
ESG	Einscheibensicherheitsglas
TVG	teilvergesspanntes Glas
VSG	Verbundsicherheitsglas
PVB	Polyvinyl-Butyral
d.h.	das heißt
bzw.	beziehungsweise
des ESGs	des Einscheibensicherheitsglases
des TVGs	des teilvergesspannten Glases
des VSGs	des Verbundsicherheitsglases
ca.	circa
MPa	Megapascal
mm	Millimeter
sog.	sogenannt
Na	Natrium
Ca	Calcium
GPS	Globales Positionsbestimmungssystem
km/h	Kilometer/Stunde
3C	China Compulsory Certification
ECE	Economic Commission for Europe

## 1 Einleitung

Von der Erfindung des ersten Automobils bis heute hat sich der Automobilbau schnell entwickelt. Im Entwicklungsprozess des Automobilbaus wurden die Sicherheitsgläser verwendet und wurden immer wichtiger. Heutzutage sind sie als ein einzelnes und notwendiges Bauteil des Automobils geworden. Im Automobilbau haben sich ihre spezialisierte Definition, unterschiedlichen Arten, professionellen Fertigungsverfahren, vielfältigen und ständig aktualisierten Funktionen, vernünftige Verwendung und vereinheitlichen Produktnormen sowie ihres relativ komplettes Qualitätsmanagementsystem gebildet. Die Sicherheitsgläser wollen leichter, multifunktioneller und intelligenter werden und sie wollen auch die neuen Energien sammeln, wechseln und für das Automobil anbieten können, um die Entwicklungstendenzen des Automobils zu entsprechen und die Anforderungen der Autofahrer zu erfüllen. Ihre Herstellung will auch immer arbeitsteiliger, standardisierter und spezialisierter werden.

### 1.1 Die Entstehung der Sicherheitsgläser im Automobilbau

Die Konstruktion des frühen Automobils war ähnlich wie die Kutsche und im Automobilbau wurden die Sicherheitsgläser nicht verwendet. Weil das Automobil schneller als die Kutsche war, trug man die Schutzbrillen beim Autofahren, um der Wind, der Regen und die Schläge der kleinen Steinen und Sandkörnchen sowie kleinen Insekten abzuwehren.



Abb. 1-1: Beispiel für das frühe Automobil [1]



Wenn das Automobil eine höhere Geschwindigkeit erreichte, musste man einen Windschirm auf dem Automobil zum Schutz des Autofahrers montieren. Im Jahr 1909 verwendete Henry Ford erstmals die Gläser als der Windschirm beim Bau des T-Automobils. Bis das Ende der 1920er Jahre hatten alle Automobilhersteller die Windschutzgläser auf ihren Automobile montiert. Diese Windschutzgläser waren hauptsächlich die Plexigläser und die Flachgläser.



Abb. 1-2: Beispiel für das T-Automobil [2]

Die Plexigläser werden leicht verschleift und gekratzt. Sie verformen sich leicht auch und ihre Härte ist niedrig. Die Flachgläser sind zerbrechlich und ihre Festigkeit ist niedrig. Ihre Glassplinter haben scharfe Kanten. Das ist sehr gefährlich für die Autofahrer. Deshalb wurden die Verwendungen der beiden Gläser im Automobilbau stark eingeschränkt. Um die durch scharfe Kanten der Glassplinter verursachenden Verletzungen für die Autofahrer zu vermeiden, verwendeten die Automobilhersteller allmählich die Sicherheitsgläser statt der Plexigläser und der Flachgläser als die Windschutzscheiben und die anderen Autoscheiben.



Abb. 1-3: Beispiele für die Sicherheitsgläser [3]

## **1.2 Der Entwicklungsstand der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Die Sicherheitsgläser haben die besseren optischen und mechanischen Eigenschaften zur Sicherstellung der Autofahrersicht und zum Schutz der Sicherheit des Autofahrers bei mechanischer Überbelastung und sie können diese Eigenschaften unter der Bedingung der gekrümmten Oberfläche oder bei der Montierung mit einem Montagewinkel sicherstellen. Das entspricht die Anforderungen des Automobilbaus für die stromlinienförmige Formgestaltung und die Konstruktion des Automobils. Außerdem haben ihre Glassplitter keine scharfen Kanten und die durch diese scharfen Kanten verursachenden Verletzungen für die Autofahrer können auch vermieden werden. Deshalb verwenden alle Automobilhersteller die Sicherheitsgläser als die Autoscheiben und aufgrund der Funktionen jeder Autoscheibenart und der Eigenschaften jeder Sicherheitsglasart verwenden sie unterschiedliche Sicherheitsgläser als unterschiedliche Autoscheiben. Zugleich hat die Regierung die vereinheitlichen Produktnormen und das Qualitätsmanagementsystem erstellt und die Automobilhersteller und die Sicherheitsglashersteller haben auch eigene Qualitätsmanagementsysteme gebildet, um die Qualität der Sicherheitsgläser sicherzustellen. Um die höheren Anforderungen der Autofahrer zu erfüllen, nicht nur müssen die Sicherheitsglashersteller die optischen und mechanischen Eigenschaften der Sicherheitsgläser sicherstellen, sondern sie müssen auch die Sicherheitsgläser mit neuen Funktionen entwickeln. Z.B. der Privatsphärenschutz, der Sonnenschutz, und die Entfrosthfunktion usw.

## **1.3 Die Entwicklungstendenz der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Im Automobilbau werden die Sicherheitsgläser als ein immer wichtigeres passives Sicherheitsteil des Automobils. Ihre Entwicklung ist abhängig von der Entwicklung des Automobils. Um die schnelle, energiesparende und umweltfreundliche Entwicklungstendenz des Automobils zu entsprechen, wollen die Sicherheitsgläser leichter werden und sie wollen die neuen Energien sammeln, wechseln und für das Automobil anbieten können. Außerdem wollen die Sicherheitsgläser multifunktioneller und intelligenter werden, um die Anforderungen der Autofahrer für die Behaglichkeit und die Handlichkeit beim Autofahren zu erfüllen. Mit der Vermehrung der Funktionen und der Bauteile will ihre Herstellung arbeitsteiliger, standardisierter und spezialisierter werden.

## **2 Grundlagen der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Im Automobilbau werden die Sicherheitsgläser als ein passives Sicherheitsteil des Automobils immer wichtiger und notwendiger. Heutzutage haben sich sie zu einem einzelnen und spezialisierten Autozubehör entwickelt und im Automobilbau haben sie auch ihre selbstständige spezialisierte Definition, unterschiedlichen Arten und professionellen Fertigungsverfahren sowie vielfältigen und ständig aktualisierten Funktionen gebildet.

### **2.1 Die Definitionen der Sicherheitsgläser**

Als „Sicherheitsgläser“ werden klare, durchsichtige Baustoffe bezeichnet, welche gewöhnlichen Gläsern gegenüber eine stark verminderte Splitterwirkung aufweisen und daher die gewöhnlichen Fenstergläser dort ersetzen können, wo starke mechanische Beanspruchungen vorliegen und die gefährlichen Splitterwirkungen beim Bruch vermieden werden sollen. Sie finden also besonders bei der Verglasung von Kraftfahrzeugen, Flugzeugen usw. Verwendung. [4]

„Sicherheitsglas ist ein Schutzglas mit einer gegenüber gewöhnlichem Glas beseitigten oder stark verminderten Splitterwirkung.“ [5]

Sicherheitsgläser sind Flachgläser, die im Vergleich zu Normalglas eine höhere Stabilität aufweisen und splitterfrei brechen. [6]

Als Sicherheitsglas gilt Glas (oder ein glasähnlicher Stoff), dessen Bruchstücke keine ernstlichen Verletzungen verursachen können. [7]

Daraus ergibt sich, dass die Sicherheitsgläser nicht nur die optischen Eigenschaften und die stärkeren mechanischen Beanspruchungen gegenüber den gewöhnlichen Gläsern und eine höhere Stabilität aufweisen, sondern sie können auch die durch die Glassplitter verursachenden Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen vermeiden. Das ist die hauptsächlichste Eigenschaft der Sicherheitsgläser.

## 2.2 Die unterschiedlichen Arten der Sicherheitsgläser im Automobilbau

Im Automobilbau gibt es zwei hauptsächliche Sicherheitsglasarten. Eine Art ist das Einscheibensicherheitsglas. Die zweite Art ist das Verbundsicherheitsglas. Aufgrund der beiden Sicherheitsgläser werden das teilvorgespannte Glas und das Panzerglas entwickelt. In den letzten Jahren verwenden die Automobilhersteller das Hohlglas und das Kunststoff-Glas als wenige Autoscheiben.

### 2.2.1 Einscheibensicherheitsglas (ESG)

Als Sicherheitsgläser gelten auch die „vorgespannten“ Gläser (meist fälschlich als „gehärtete“ Gläser oder „Hartglas“ bezeichnet), bei denen dem Glas durch schnelle Abkühlung von Temperaturen oberhalb des Erweichungspunktes starke Spannungen erteilt werden. [4]

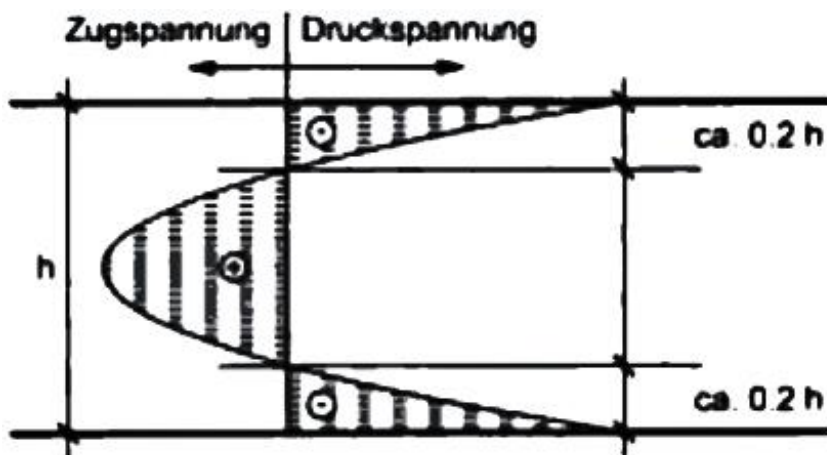


Abb. 2-1: Die Konstruktion des Einscheibensicherheitsglases [8]

Hierdurch wird einerseits die mechanische Widerstandsfähigkeit ganz erheblich vergrößert, während sich andererseits bei gewaltsamer Zerstörung keine gefährlichen Glassplitter bilden, sondern das Glas in viele, kaum erbsengroße Teilchen zerfällt, die keine nennenswerten Verletzungen verursachen können. [4]



Abb. 2-2: Das Einscheibensicherheitsglas beim Bruch [9]

Weil es eine größere Abweichung von Druckspannung zwischen dem Innere und dem Rand des Sicherheitsglases gibt, wird es leicht in einer Sekunde durch Außerkraft zerbrochen. Deshalb ist das teilvorgespannte Glas entstanden.

### 2.2.2 Teilvorgespanntes Glas (TVG)

Teilvorgespanntes Glas entsteht durch eine langsamere Abkühlung im thermischen Herstellungsprozess von ESG. Es liegt eine im Vergleich geringere Vorspannung vor, die mit niedrigerer Festigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit einhergeht. TVG bricht mit langen Rissen von Kante zu Kante. Eine Splitterung wird ebenfalls unterbunden. [6]

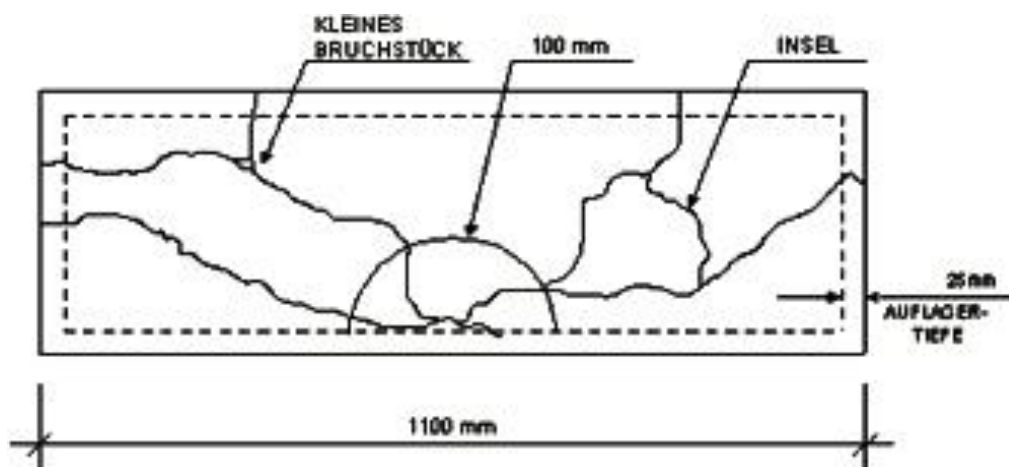


Abb. 2-3: Repräsentatives Bruchbild von teilvorgespanntem Glas nach DIN EN 1863 [10]

### 2.2.3 Verbundsicherheitsglas (VSG)

Ein Verbundsicherheitsglas (VSG) besteht aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Glasscheiben aus Floatglas, ESG oder TVG, die durch eine oder mehrere elastische-hochreissfeste Kunststoff-Folien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) miteinander fest verbunden werden. [8]

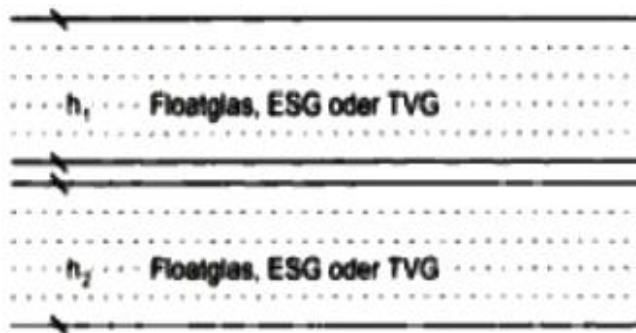


Abb. 2-4: Die Konstruktion des Verbundsicherheitsglases [8]

VSG ist ein splitterbindendes Glas, d.h. bei mechanischer Überbelastung (Stoss, Schlag, Beschuss) bricht zwar das Glas, aber die Bruchstücke haften fest an der elastischen Zwischenschicht und das Glas bleibt somit, im Gegensatz zu gewöhnlichem Glas, das gefährliche Scherben und Splitter bilden kann, relativ ungefährlich. [8]



Abb. 2-5: Das Verbundsicherheitsglas beim Bruch [11]

Weil die Bruchstücke des Verbundsicherheitsglases fest an der elastischen Zwischenschicht bleiben und es nicht in viele kleine Teilchen zerfällt, können die Augen des Autofahrers nicht von den Bruchteilchen beeinflusst werden. Deshalb kann der zweite Verkehrsunfall vermieden werden. Normalerweise wird das Verbundsicherheitsglas als die Windschutzscheiben verwendet.

## 2.2.4 Panzerglas

Eine wichtige Anwendung von VSG sind Panzergläser, z.B. für den Einsatz bei Bankschaltern. Solche Gläser bestehen aus mehreren verschiedenen dicken Floatglasscheiben und mehreren Lagen PVB Folie: Je nach Anwendung werden diese Gläser als durchschuss- bzw. als durchwurfhemmende Gläser bezeichnet. Je nach Typ und Aufbau halten sie sowohl dem Beschuss durch Faust- als auch Handfeuerwaffen stand. [8]



Abb. 2-6: Beispiel für das Panzerglas [12]

Für allgemeine Automobile ist die Verwendung des Panzerglases nicht umfangreich. Normalerweise wird dieses Glas als die Autoscheiben des Automobils verwendet, das die höhere Sicherheitsanforderung zum Schutz der wichtigen Personen und der wichtigen Gegenstände (z.B. das Sonderfahrzeug des Präsidenten, der Polizeiwagen und der Geldtransporter) hat. Aber heute wird das Panzerglas auch als die Autoscheiben der wenigen erstklassigen Personenkraftwagen verwendet.

## 2.2.5 Hohlglas und Kunststoff-Glas

In den letzten Jahren haben manche Automobilhersteller das Hohlglas und das Kunststoff-Glas als wenige Autoscheiben verwendet. Das Hohlglas besteht aus zwei Einscheibensicherheitsgläser oder Verbundsicherheitsgläser und es gibt eine Luftschicht zwischen den zwei Gläsern. Seine Rande werden abgedichtet. Normalerweise wird es als die Seitenscheiben verwendet. Das Kunststoff-Glas besteht aus eine oder mehreren Glasschichten und eine oder mehreren Kunststoffschichten. Aber es gibt noch ein bisschen Probleme bei der Verwendung des Glases. Deshalb ist die Verwendung des Glases im Automobilbau nicht umfangreich.

### 2.3 Die Fertigungsverfahren der hauptsächlichlichen Sicherheitsgläser im Automobilbau

Das folgende Diagramm beschreibt die allgemeinen Fertigungsverfahrensschritte von den beiden hauptsächlichlichen Sicherheitsgläsern.

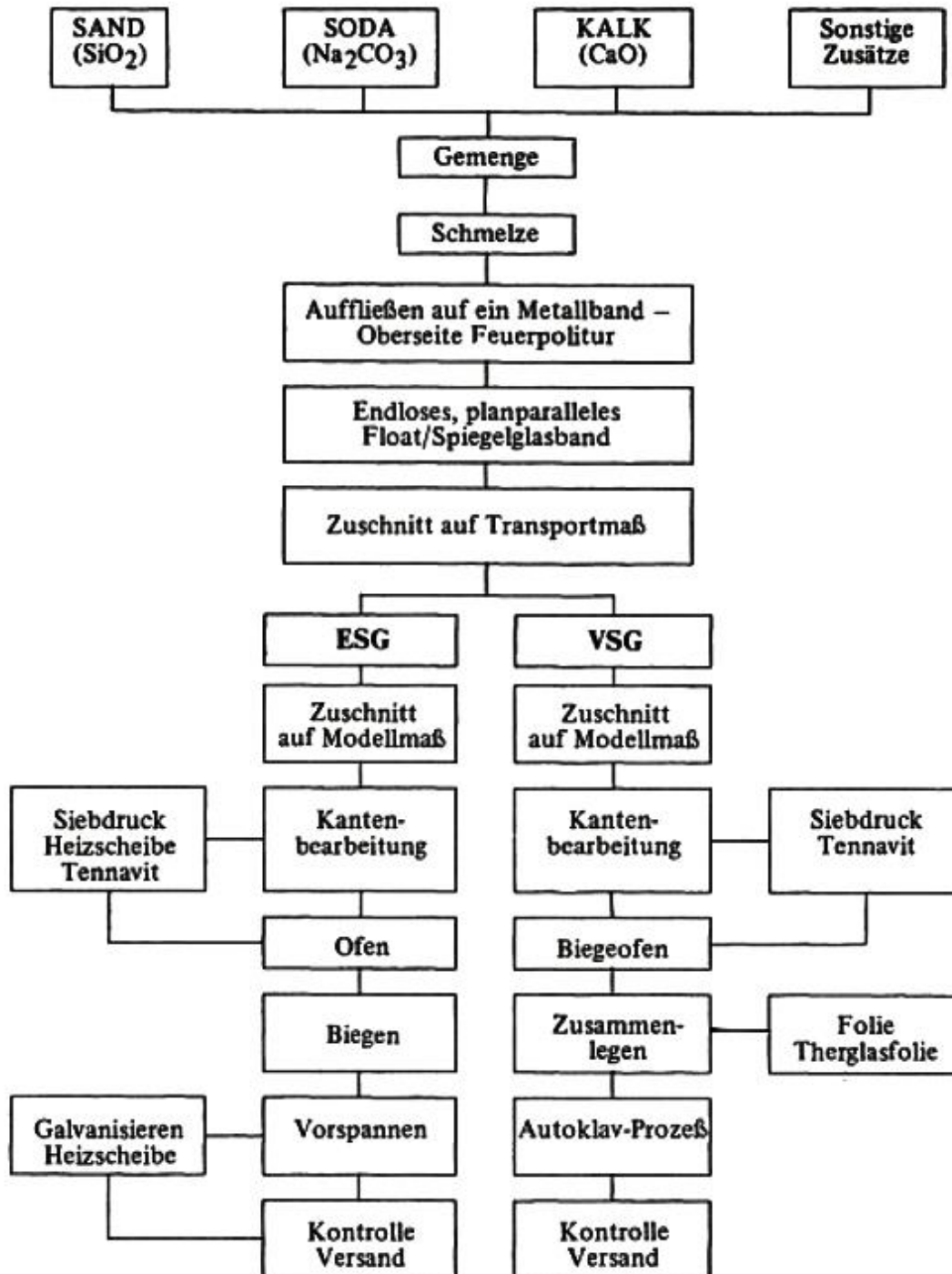


Abb. 2-7: Die allgemeinen Fertigungsverfahrensschritte der beiden Sicherheitsgläser [13]



### 2.3.1 Beschreibung des Fertigungsverfahrens des ESGs

Für die Vorspannung des Einscheibensicherheitsglases gibt es die thermische Vorspannungsmethode und die chemische Vorspannungsmethode.

#### ➤ Die thermische Vorspannungsmethode des Einscheibensicherheitsglases

Bei der thermischen Vorspannung wird das Floatglas homogen auf eine Temperatur von ca. 620 – 650 Celsiusgraden erhitzt und nachher durch Konvektion von der Oberfläche her abgekühlt. Durch die Abkühlung wird, infolge der unterschiedlichen thermischen Kontraktionen, im Kern über eine Höhe von ca. 60% der Glasstärke  $h$  eine Zugspannung und in der Oberfläche eine Druckspannung „eingefroren“. Die Zugspannung ist proportional zum Quadrat der Glasstärke und zur Abkühlgeschwindigkeit, sie hat eine Größenordnung von 50 MPa. Die Druckspannungen an der Oberfläche, in der Größenordnung von ca. 110 MPa, erhöhen sowohl die Biege- als auch die Schlagfestigkeit. Die Biegefestigkeit beträgt 120 – 150 MPa. Das vorgespannte Glas zerfällt beim Bruch in Tausende von Krümeln. Deshalb müssen der Zuschnitt und eine allfällige mechanische Bearbeitung und Lochbohrungen vor dem Vorspannen erfolgen. ESG kann bis zu Glasstärken von 19mm hergestellt werden. [8]

Eine Besonderheit des ESG ist die Problematik der sog. Sulfideinschlüsse. Bei der Herstellung von Floatglas, vor allem mittels ölbeheizter Wannen, ergeben sich aus dem Schwefel zusammen mit Spuren von Nickel kleine Nickel-Sulfid-Kristalle. Bei vorgespannten Gläsern können solche Nickel-Sulfid-Konzentrationen, die sich in der aus der Vorspannung herrührenden Zugzone befinden, durch Spannungskonzentrationen zum schlagartigen Bruch führen zu Nickel-Sulfid-Brüchen. Solche Brüche treten insbesondere bei Temperaturerhöhungen auf, und zwar infolge der unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten. Deshalb wird ein sog. Heat-Soak-Test (Heisslagerungstest) durchgeführt. Der Heat-Soak Test besteht darin, dass jede einzelne Scheibe bei einer Temperatur von ca. 300 Celsiusgraden gelagert wird. [8]

### ➤ **Die chemische Vorspannungsmethode des Einscheibensicherheitsglases**

Als Alternative zur thermischen Vorspannung wird die chemische Vorspannung, oder besser chemische Verfestigung angewendet. Der Einsatz erfolgt vor allem bei dünnen Scheiben (2 – 3 mm). Das Glas wird dabei in eine Kaliumnitratlösung eingetaucht und es erfolgt ein Ionenaustausch der Na-Ionen durch die Ca-Ionen, was in der Folge Druckspannungen in der Oberfläche erzeugt, die ihrerseits eine größere Festigkeit bewirken. Diese Druckspannungen sind größer als bei der thermischen Vorspannung. [8]

#### **2.3.2 Beschreibung des Fertigungsverfahrens des TVGs**

Die Vorspannungsmethode dieses Glases ist gleich die thermische Vorspannungsmethode des Einscheibensicherheitsglases. Aber ist seine Erhitzungstemperatur niedriger und seine Abkühlungsgeschwindigkeit ist langsamer. Deshalb ist die Druckspannungsabweichung dieses Glases zwischen dem Innere und dem Rand auch kleiner als das Einscheibensicherheitsglas.

#### **2.3.3 Beschreibung des Fertigungsverfahrens des VSGs**

Im Zusammenlegungsverfahren erfolgt zunächst der Vorverbund. Durch anschließende Erhitzung über eine Dauer von 6 – 8 Stunden in einem Autoklav mit Temperaturen von ca. 140 Celsiusgraden und einem Druck von ca. 12 bar wird ein dauerhafter, transparenter Verbund von Glas und Folie geschaffen. [11] Die Sicherheitswirkung von VSG beruht auf der hohen Reißfestigkeit der PVB-Zwischenschicht und ihrer großen Haftung an Glas. [11] Die Verbindung Glas/PVB-Folie stellt kein Verkleben im üblichen Sinne dar, vielmehr beruht sie allein auf der Wirkung von Adhäsionskräften zwischen Folie und Glasoberfläche. [11] Eine spezielle Problematik besteht beim Herstellen von VSG aus ESG. [8] Vom Fabrikationsprozess herrührend, weist das ESG gewisse Unebenheiten auf. Beim Laminieren von dicken Scheiben besteht im Zusammenpressen das Problem, dass durch die hohe Steifigkeit die Luft nicht hundertprozentig herausgepresst werden kann. Hier besteht die Gefahr der Delamination. [8]

## **2.4 Die Funktionen der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Im Automobilbau stellen die Autofahrer und die Insassen an den Automobilherstellern und den Sicherheitsglasherstellern nicht nur die höheren Anforderungen für die optischen und mechanischen Eigenschaften der Sicherheitsgläser sondern auch die neuen Anforderungen für die neuen Funktionen der Sicherheitsgläser. Deshalb müssen sie nicht nur die optischen und mechanischen Eigenschaften der Sicherheitsgläser sicherstellen, sondern sie müssen auch die neuen Funktionen entwickeln, um die neuen Anforderungen der Autofahrer und der Insassen zu erfüllen.

### **➤ Ästhetik und Privatsphärenschutz**

Heutzutage sind das schöne Aussehen der Autoscheiben und die Fähigkeit des Privatsphärenschutzes der Autoscheiben immer wichtiger. Damit die Autoscheiben schön aussehen und die Privatsphärenschutzfunktion haben, tönt man die Sicherheitsgläser unter rechtlichen Vorschriften durch die Verwendung der gefärbten Sicherheitsgläser und die Klebe der Folien.

Die gefärbten Sicherheitsgläser werden durch den Zusatz der Farbstoffe (z.B.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{C}_2\text{O}$ ) zu den Rohstoffen der normalen Gläser beim Herstellungsprozess produziert. Normalerweise gibt es vier Serien von Sicherheitsglasfarben im Automobilbau: die normale Serie (z.B. grün und blau), die helle Serie (z.B. hellgrün, hellblau und hellgrau), die Solarserie (z.B. Solargrün und Solarblau) und die dunkle Serie (z.B. dunkelgrün). Weil die Lichtdurchlässigkeit der normalfarbigen und dunkelfarbigen Sicherheitsgläser schlecht ist, dürfen die Sicherheitsgläser von den beiden Serien nach den rechtlichen Vorschriften als die Windschutzscheiben nicht verwendet werden. Die Sicherheitsgläser mit den hellen Farben und den Solarfarben können als alle Autoscheiben verwendet werden. [14]

Man kann auch die Sicherheitsgläser durch die Klebe der Folien tönen. Um die Lichtdurchlässigkeit der Windschutzscheiben sicherzustellen, klebt man die Folien nur auf den Heckscheiben und den Seitenscheiben oder klebt die transparenten Folien auf den Windschutzscheiben. Aber die Verschleißfestigkeit der Folien ist nicht gut.

➤ **Sonnenschutz**

Es gibt einen Montagewinkel beim Montageprozess des Automobils. Dadurch werden die Flächen der Sonnenbestrahlung vergrößert, so dass der Einfluss der Sonnenstrahlen für das Innere des Automobils immer größer ist. Hierfür ist die Sonnenschutzfunktion der Autoscheiben notwendig. Die Sonnenschutzfunktion der Autoscheiben hat zwei hauptsächliche Zwecke. Ein Zweck ist die Verringerung des Einflusses des Sonnenlichts für die Autofahrersaugen. Ein anderer Zweck ist die Vermeidung der Temperaturerhöhung innerhalb des Automobils.

Normalerweise bestehen die Windschutzscheiben aus den Verbundsicherheitsgläsern. Deshalb verringert man den Einfluss des Sonnenlichts für die Autofahrersaugen durch die Tönung der breiten PVB-Schicht im obersten Teil der Scheiben zur Abhaltung des Sonnenlichts. [14]

Um die von der Bestrahlung der Sonnenstrahlen verursachende Temperaturerhöhung innerhalb des Automobils zu vermeiden, kann man die gefärbten Sicherheitsgläser als die Autoscheiben verwenden oder die Folien auf den Autoscheiben kleben. Aber für die Windschutzscheiben ist die Sicherstellung der Lichtdurchlässigkeit sehr wichtig, deshalb wird die Anwendungen der zwei Methoden für die Windschutzscheiben stark beschränkt.

Um genügende Lichtdurchlässigkeit sicherzustellen und die Sonnenstrahlung abzuhalten, kann man eine Metalloxidschicht auf der Scheibenoberfläche zur Reflektion oder Absorption der Sonnenstrahlen beschichten. Durch den Zusatz der sonnenstrahlreflektierenden oder sonnenstrahlabsorbierenden Stoffe zur PVB-Schicht können die Sonnenstrahlen auch reflektiert oder absorbiert werden. [14] Durch die Sonnenstrahlreflektion oder die Sonnenstrahlabsorption der Metalloxidschicht und diese PVB-Schicht mit sonstigen zusätzlichen Stoffen können die Sonnenstrahlen und die Wärme abgehalten werden. Dadurch wird die Temperaturerhöhung vermieden. Die Metalloxidschicht und diese PVB-Schicht haben keinen oder kleinen Einfluss auf der sichtbaren Strahlung. Deshalb sind die beiden Methoden geeignet nicht nur für die Heckscheiben und die Seitenscheiben sondern auch für die Windschutzscheiben zum Sonnenschutz.

➤ **Schallisolation**

Um den Einfluss des Lärms aus äußerem Automobil zu verringern, kann man die Verbundsicherheitsgläser mit der PVB-Schicht aus Schalldämmstoffen als die Windschutzscheiben verwenden. Für die Heckscheiben oder die Seitenscheiben kann man die Hohlgläser zur Isolierung des Schalls verwenden. Weil die Hohlgläser die höheren Anforderungen für die Herstellungs- und Fertigungstechnik haben und schwer nachgearbeitet werden, wird ihre Verwendung stark beschränkt.

Normalerweise umspritzt man die Autoscheiben mit dem Kunststoff im Automobilbau.



Abb. 2-8: Die Umspritzung

Man montiert auch den Positionsstift an manchen Autoscheiben

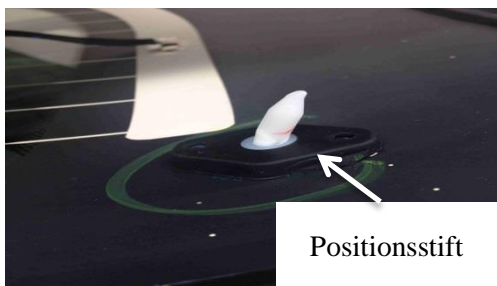


Abb. 2-9: Der Positionsstift

Und man montiert auch das Wasserkastenprofil an manchen Seitenscheiben



Abb. 2-10: Das Wasserkastenprofil

Die Montagen der Anbauteile der Autoscheiben vereinfachen den Montageprozess der Autoscheiben und realisieren auch die nahtlose Verbindung zwischen den Autoscheiben und der Autokarosserie. Nicht nur erfüllt diese nahtlose Verbindung die Anforderungen der modernen Autostruktur, sondern sie erhöht auch die Abdichtfunktion des Automobils. Das dient zur Isolierung des Schalls.

➤ **Entnebelung und Entfrostung**

Damit die Sicht des Autofahrers nicht von dem miesen Wetter und dem schlechten Klima beeinflusst wird, haben die Autoscheiben die Entnebelungsfunktion und die Entfrostungsfunktion.

Für die Windschutzscheiben beschichtet man eine Elektrowärmeschicht auf den Scheiben oder setzt die schmalen Wolframdrähte zur PVB-Schicht zu. Nachdem die elektronischen Ströme eingeschaltet werden, werden die Elektrowärmeschicht oder die Wolframdrähte heiß. Durch die heiße Elektrowärmeschicht oder die heißen Wolframdrähte kann man die Windschutzscheiben entnebeln und entfrosten. [14]

Normalerweise werden die Heizleiter auf den Heckscheiben abgedruckt. Nachdem die elektronischen Ströme eingeschaltet werden, werden die Heizleiter heiß. Dadurch werden die Heckscheiben entnebelt und entfrosten.

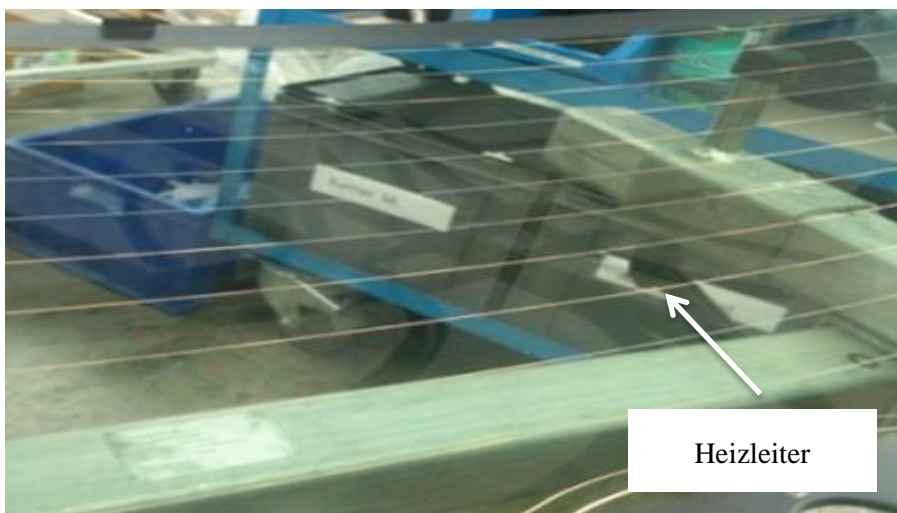


Abb. 2-11: Der Heizleiter

➤ **Empfang der Radiowellen**

Mit der schnellen Entwicklung und der umfangreichen Verwendung der Radiotechnik ist es notwendig, dass die Autoscheiben die Funktion des Empfangs von den Radiowellen haben. Damit die Autoscheiben diese Funktion haben, kann man die Kupferdrähte zur PVB-Schicht der Windschutzscheiben zusetzen und die Antennen auf der Oberfläche der Heckscheiben abdrucken. [14] Nachdem die elektronischen Ströme eingeschaltet werden, können die Radiowellen im Auto empfangen werden. Dadurch können die Autofahrer und die Insassen im Automobil fernsehen, das Mobiltelefon und die GPS-Navigation benutzen sowie die Radio hören.

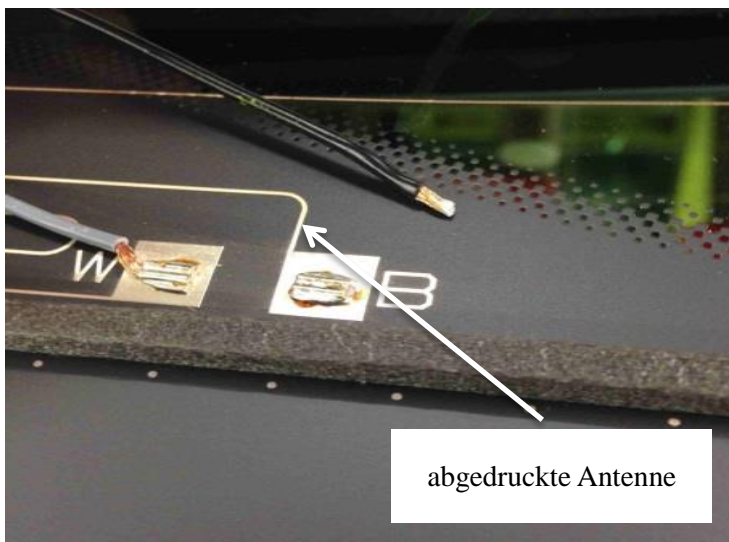


Abb. 2-12: Die abgedruckte Antenne

➤ **Andere Funktionen**

Ausschließlich der gesprochenen Funktionen gibt es noch viele neue intelligente Funktionen. Z.B. um die Autofahrersicht bei Regen sicherzustellen, haben die Windschutzscheiben die Funktionen über die Regensensibilität und den Regenschutz. Zur Reagibilität der Regen gibt es den Sensor in den Windschutzscheiben. Wenn es die Regen auf der Scheibenoberfläche gibt, reagiert der Sensor auf den Regen und danach funktionieren die Scheibenwischer automatisch. Im Allgemeinen beschichtet man die Regenschutzschicht auf der Scheibenoberfläche zum Schutz der Regen. Diese Schicht können den Benetzungswinkel der Regen auf der Scheibenoberfläche verändern. Dadurch kann man die Aufhaltung der Regen auf der Scheibenoberfläche schützen.

### **3 Verwendung der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Im Automobilbau ist die Verwendung der Sicherheitsgläser immer umfangreicher. Die Sicherheitsgläser sind ein wichtiges passives Sicherheitsteil des Automobils gewesen. Beruhend auf der relativ festen Formgestaltung und Konstruktion des Automobils werden die Sicherheitsgläser im Automobilbau als vier Teile: die Windschutzscheiben, die Heckscheiben, die Seitenscheiben und die Dachscheiben verwendet.

Um die Sicherheit der Autofahrer und der Insassen beim Autofahren sicherzustellen und die Schaden für sie beim Notfall oder beim Verkehrsunfall zu verhüten sowie die durch die Glassplitter verursachenden Einflüsse und Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen zu vermeiden, werden unterschiedliche Sicherheitsgläser unter Berücksichtigung von den Funktionen jeder Autoscheibenart und den Eigenschaften jeder Sicherheitsglasart als unterschiedliche Autoscheiben verwendet.

#### **3.1 Verwendung der Sicherheitsgläser für die Windschutzscheiben**

Die Windschutzscheiben sind das wichtigste Teil der Autoscheiben. Sie müssen das Sichtfeld des Autofahrers sicherstellen und als ein passives Sicherheitsteil des Automobils müssen sie auch die Sicherheit des Autofahrers bei mechanischer Überbelastung schützen. Z.B. sie müssen den Stoß oder den Schlag der äußeren Gegenstände und der menschlichen Köpfe und Körper standhalten und müssen die durch die Glassplitter verursachenden Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen vermeiden. Deshalb müssen die Sicherheitsgläser, die als die Windschutzscheiben verwendet werden, die besseren optischen und mechanischen Eigenschaften haben. Außerdem müssen sie andere Eigenschaften (z.B. die Wärmebeständigkeit, die Strahlungswiderstandsfähigkeit, die Temperaturbeständigkeit und die Feuchtigkeitsbeständigkeit usw.) haben, um ihre optischen und mechanischen Eigenschaften unter besonderen Umweltbedingungen zu halten. Im Automobilbau gibt es höhere Anforderungen für die Behaglichkeit beim Autofahren. Die Isolierungsfunktionen der Autoscheiben (z.B. die Wärmeisolierung und die Schallisolierung) werden immer wichtiger. Deshalb müssen die isolierten Funktionen der Windschutzscheiben berücksichtigt werden.



- optische Eigenschaften

Die Windschutzscheiben müssen das Sichtfeld des Autofahrers sicherstellen. Deshalb müssen die Sicherheitsgläser tadellose optische Eigenschaften haben. Damit der Autofahrer den Straßenbelag, die anderen Automobile und die Umgebung klar beobachten kann, müssen die Sicherheitsgläser die genügende Lichtdurchlässigkeit haben. Normalerweise hat die Regierung die öffentliche zwanghafte Anforderung für die Lichtdurchlässigkeit der Sicherheitsgläser als die Windschutzscheiben. In China muss ihre Lichtdurchlässigkeit größer als oder gleich 70% sein und in Europa muss diese Lichtdurchlässigkeit größer als oder gleich 75% sein.

Damit der Autofahrer den echten Straßenbelag und die echte Umgebung (z.B. der Abstand zwischen zwei Automobilen) sehen kann und die durch die Sicherheitsgläser erzeugenden falschen Urteile für den Straßenbelag und die Umgebung vermeiden kann, dürfen der Sekundärbildabweichungswert und der optische Verzerrungswert nicht groß sein. In Automobilbau werden die Sicherheitsgläser mit der gekrümmten Oberfläche statt der flachen Oberfläche als die Windschutzscheiben verwendet und es gibt einen Montagewinkel bei der Montierung. Die Beide können zur Vergrößerung des Sekundärbildabweichungswerts und des optischen Verzerrungswerts führen. Das ist sehr gefährlich. Deshalb ist es sehr notwendig für den Automobilbau, dass man den Sekundärbildabweichungswert und den optischen Verzerrungswert verkleinern muss. Zugleich dürfen die Sicherheitsgläser als die Windschutzscheiben die Erkennung des Autofahrers für die Farben nicht beeinflussen.

- mechanische Eigenschaften

Als ein passives Sicherheitsteil des Automobils müssen die Windschutzscheiben noch die tadellosen mechanischen Eigenschaften zum Schutz der Sicherheit der Autofahrer und der Insassen bei der mechanischen Überbelastung haben. Zunächst müssen sie die Stoßfestigkeit und die Schlagfestigkeit haben, um den Stoß oder den Schlag der äußeren Gegenstände beim Autofahren standzuhalten. Zugleich müssen sie auch den Stoß oder den Schlag der menschlichen Körper beim Notfall oder Verkehrsunfall standhalten. Nächst müssen sie den Eindringwiderstand haben, um den Schlag der menschlichen Köpfe beim Notfall oder Verkehrsunfall standzuhalten.

Sie müssen die durch die Glassplitter verursachenden Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen vermeiden. Es muss noch vermieden werden, dass die durch die Glassplitter verursachenden Einflüsse oder Verletzungen für das Sichtfeld oder die Augen des Autofahrers zum zweiten Unfall führen.

- andere Eigenschaften

Um die optischen und mechanischen Eigenschaften der Sicherheitsgläser als die Windschutzscheiben unter besonderen Umweltbedingungen zu halten, müssen sie andere Eigenschaften haben.

Weil die Oberfläche der Sicherheitsgläser als die Windschutzscheiben im Automobilbau gekrümmt ist und es einen Montagewinkel bei der Montierung gibt, werden die Sonnenstrahlungsfläche und die Sonnenstrahlungsstärke vergrößert. Deshalb müssen die Sicherheitsgläser die Wärmebeständigkeit und die Strahlungswiderstandsfähigkeit haben. Um die Einflüsse der Regen und der Schnee für die Sicherheitsgläser zu verringern, müssen sie die Feuchtigkeitsbeständigkeit haben. Sie müssen noch die Verschleißfestigkeit haben, um die durch die Kontaktreibung mit anderen Gegenstände (z.B. die Scheibenwischer) verursachende Trübung zu vermeiden. Im Automobilbau muss man noch die isolierten Funktionen der Windschutzscheiben berücksichtigen, um die Behaglichkeit beim Autofahren zu erhöhen.

Unter Berücksichtigung von den Eigenschaften, die die Sicherheitsgläser als die Windschutzscheiben haben müssen, soll man die geeigneten Sicherheitsgläser als die Windschutzscheiben auswählen.

- Einscheibensicherheitsgläser

Zwar haben die Einscheibensicherheitsgläser nicht schlechte Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit sowie die größere Härte zur Standhaltung des Schlags der kleinen und schnellen Teilchen, aber sie werden leicht in einer Sekunde in viele und kaum erbsengroße Teilchen durch größere Außerkraft zerfallen. Diese Teilchen erzeugen große Einflüsse auf die Augen des Autofahrers und das führt leicht zum zweiten Unfall. Deshalb werden sie nicht als die Windschutzscheiben im Automobilbau verwendet. Normalerweise werden sie als die Windschutzscheiben des Farmwagens und des Baufahrzeugs oder dieses Automobils verwendet, dessen Geschwindigkeit kleiner als oder gleich 40km/h ist [14].

- Teilvorgespannte Gläser

Die teilvorgespannte Gläser brechen mit relativ langen Rissen zwischen Kanten und ihre Glassplitter sind größer und vielleicht mit scharfen Winkel oder Kanten. Zwar können ihre Glassplitter das Sichtfeld des Autofahrers beim Bruch sicherstellen und der zweiten Unfall kann vermieden werden, aber die scharfen Winkel und Kanten sind sehr gefährlich für die Autofahrer und die Insassen. Zugleich können sie vom Kopf des Autofahrers beim Notfall durchgebrochen werden. Zwar werden dadurch die Stoßkraft für den Kopf des Autofahrers verringert, aber der Kopf des Autofahrers wird leicht von den Winkel oder Kanten der Glassplitter verletzt. Deshalb sind die teilvorgespannten Gläser geeignet für die Windschutzscheiben im Automobilbau nicht auch.

- Kunststoff-Gläser

Wenn die Kunststoff-Gläser als die Windschutzscheiben verwendet werden, müssen ihre Kunststoffschichten gute Verschleißfestigkeit, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit und Chemikalienangriffsbeständigkeit haben. Diese Eigenschaften sind nicht leicht zu erreichen. Deshalb werden die Kunststoff-Gläser als wenige Windschutzscheiben im Automobilbau verwendet.

- Verbundsicherheitsgläser

Die Lichtdurchlässigkeit der Verbundsicherheitsgläser ist gut und sie haben auch vergleichsweise gute Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit zur Standhaltung des Stoßes oder des Schlags von den äußeren Gegenständen oder den menschlichen Köpfen und Körpern beim Autofahren. Zugleich hat die PVB-Schicht gute Flexibilität, so dass die teilweisen Schlagenergien aus dem Stoß aufgenommen werden können. Dadurch werden der Stoß oder der Schlag von den äußeren Gegenständen oder den menschlichen Köpfen und Körpern gepuffert. Außerdem dient sie auch zur Verringerung der Stoßkraft für die menschlichen Köpfe und Körper und zur Vermeidung der durch den Stoß der menschlichen Köpfe oder Körper verursachenden Durchbrüche. Wenn die Verbundsicherheitsgläser gebrochen werden, bleiben ihre Bruchstücke fest an der elastischen PVB-Schicht. Sie zerfallen nicht in viele kleine Teilchen. Das vermeidet die durch die Glassplitter verursachenden Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen und verringert die Einflüsse der kleinen Glassplitter auf die Augen des Autofahrers. Dadurch wird der zweite Verkehrsunfall vermieden.

Weil es eine PVB-Schicht gibt, haben die Verbundsicherheitsgläser bessere Wärmebeständigkeit, Strahlungswiderstandsfähigkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit und Temperaturbeständigkeit. Diese PVB-Schicht dient auch zur Isolierung der Wärme und des Schalls.

Daraus ergibt sich, dass die Verbundsicherheitsgläser am geeignetsten für die Windschutzscheiben sind. Eigentlich verwenden die Automobilhersteller hauptsächlich die Verbundsicherheitsgläser als die Windschutzscheiben im Automobilbau. Aber die Verbundsicherheitsgläser werden leicht von den sehr kleinen und schnellen Teilchen an einem Punkt in spinnennetzförmigen Rissen gebrochen. Im Automobilbau werden diese Verbundsicherheitsgläser aus Einscheibensicherheitsgläser als die Windschutzscheiben verwendet. Im Automobilbau hat man die Windschutzscheiben mit mehreren neuen Funktionen (z.B. der Sonnenschutz, die Entnebelung und die Entfrostung) unter der Bedingung der Sicherstellung der optischen, mechanischen sowie anderen Eigenschaften entwickelt, indem man ihre Herstellungs- und Fertigungstechniken erneuert.

### **3.2 Verwendung der Sicherheitsgläser für die Heckscheiben und die Seitenscheiben**

Damit der Autofahrer den echten Straßenbelag und die echte Umgebung (z.B. der Abstand zwischen zwei Automobilen und die Passanten neben diesem Automobil) sowie die hinteren Fahrzeuge durch die Seitenscheiben und die Heckscheiben oder die Rückspiegel klar beobachten kann, müssen die Sicherheitsgläser als die Heckscheiben und die Seitenscheiben auch genügende Lichtdurchlässigkeit im Hauptsichtfeldbereich des Autofahrers haben. In China muss diese Lichtdurchlässigkeit auch größer als oder gleich 70% sein und in Europa muss sie auch größer als oder gleich 75% sein.

Um die Sicherheit der Autofahrer und der Insassen bei mechanischer Überbelastung zu schützen, müssen diese Sicherheitsgläser auch gute Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit zur Standhaltung des Stoßes oder des Schlags aus äußeren Gegenständen und menschlichen Köpfen und Körpern haben. Zugleich müssen diese Sicherheitsgläser leicht durch größere Außerkraft zerfallen werden, um die Autofahrer und die Insassen beim Notfall entgehen zu lassen.

In Automobilbau sollen die Heckscheiben und die Seitenscheiben auch die isolierten Funktionen haben.

- Verbundsicherheitsgläser

Zwar haben die Verbundsicherheitsgläser gute Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit sowie guten Eindringwiderstand zur Standhaltung des Stoßes oder des Schlags der äußeren Gegenstände und der menschlichen Köpfe und Körper, aber sie werden schwer durch größere Außerkraft zerfallen, so dass die Autofahrer und die Insassen beim Notfall nicht leicht entgehen können. Zugleich ist ihres Gewicht groß. Wenn die Automobilhersteller die Verbundsicherheitsgläser als die Heckscheiben und die Seitenscheiben verwendet, wird das Gesamtgewicht des Automobils gestiegen. Das will mehr Kraftstoffe verbrauchen. Die Beide beschränken die Verwendung der Verbundsicherheitsgläser.

Aber hinsichtlich der guten sicheren Eigenschaften und der guten isolierten Eigenschaften sowie der guten Widerstandsfähigkeiten für die Umweltbedingungen (z.B. die Wärmebeständigkeit, die Strahlungswiderstandsfähigkeit, die Feuchtigkeitsbeständigkeit und die Temperaturbeständigkeit usw.) können mehr Verbundsicherheitsgläser durch Erneuerung der Herstellungs- und Fertigungstechniken (z.B. leichteres Gewicht) auch als die Heckscheiben und die Seitenscheiben verwendet werden.

- Hohlgläser

Die Hohlgläser bestehen aus zwei Einscheibensicherheitsgläsern oder Verbundsicherheitsgläsern und es gibt eine Luftschicht zwischen den zwei Gläsern. Seine Rande werden abgedichtet. Deshalb haben sie nicht nur die guten optischen und mechanischen Eigenschaften sondern auch die guten isolierten Eigenschaften und die besseren Widerstandsfähigkeiten für die äußere Umwelt haben. Aber es gibt die höheren Anforderungen für die Herstellungs- und Fertigungstechniken und diese Gläser werden schwer nachgearbeitet, so dass ihrer Verwendungsumfang nicht umfangreich ist.

- Einscheibensicherheitsgläser

Im Automobilbau verwenden die Automobilhersteller normalerweise die Einscheibensicherheitsgläser für die Heckscheiben und die Seitenscheiben.

Das Gewicht der Einscheibensicherheitsgläser ist leichter. Sie haben nicht schlechte Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit sowie die größere Härte zur Standhaltung des Schlags der kleinen und schnellen Teilchen. Sie können auch den Stoß oder den Schlag aus äußeren Gegenständen und menschlichen Köpfen und Körpern standhalten. Ihre Glassplitter sind viele und kaum erbsengroße Teilchen und ohne scharfe Winkel und Kanten. Diese Glassplitter sind ungefährlich für die Autofahrer und die Insassen. Sie werden leicht in einer Sekunde durch vergleichsweise große Außerkraft zerfallen. Dadurch können die Autofahrer und die Insassen beim Notfall leicht entgehen. Deshalb ist der Verwendungsumfang der Einscheibensicherheitsgläser für die Heckscheiben und die Seitenscheiben am umfangreichsten.

Damit die Heckscheiben und die Seitenscheiben mehr Funktionen haben, erneut man die Herstellungs- und Fertigungstechniken der Einscheibensicherheitsgläser ständig. Z.B. um die Privatsphären der Autofahrer und der Insassen zu schützen und die Sonnen abzuhalten, tönt man die Einscheibensicherheitsgläser durch die Verwendung der gefärbten Sicherheitsgläser oder die Klebe der Folien. Indem man die Heizleiter und die Antennen auf den Einscheibensicherheitsgläsern abdruckt, haben die Heckscheiben die Entnebelungsfunktion, die Entfrostonfunktion und die Radioempfangsfunktion. Normalerweise umspritzt man die Einscheibensicherheitsgläser mit dem Kunststoff und montiert den Positionsstift und das Wasserkastenprofil an ihnen im Automobilbau. Dadurch wird die Abdichtfunktion des Automobils erhöht, so dass die Schallisierungsfunktion der Heckscheiben und der Seitenscheiben erhöht wird.

### **3.3 Verwendung der Sicherheitsgläser für die Dachscheiben**

Normalerweise sind die Dachscheiben nicht notwendig für jedes Automobil. Deshalb sind die Anforderungen für die Dachscheiben nicht sehr hoch. Im Allgemeinen sollen die Dachscheiben die genügende Lichtdurchlässigkeit und nicht schlechte Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit zur Standhaltung des Stoßes oder des Schlags aus äußeren Gegenständen haben. Ihre Glassplitter müssen ohne scharfe Winkel und Kanten sein. Daraus ergibt sich, dass die Sicherheitsgläser geeignet für die Dachscheiben auch sind, wenn diese Sicherheitsgläser als die Heckscheiben und die Seitenscheiben verwendet werden können.

In Automobilbau sollen die Dachscheiben auch die guten isolierten Funktionen und die guten Widerstandsfähigkeiten für die Umwelt haben, um die Behaglichkeit beim Autofahren zu erhöhen und die Eigenschaften der Sicherheitsgläser unter besonderen Umweltbedingungen sicherzustellen.

Wenn man die Sicherheitsgläser als die Autoscheiben auswählt, berücksichtigt man nicht nur die Funktionen der jeweiligen Autoscheibenarten und die Eigenschaften jeder Sicherheitsglasart sondern auch diese besonderen Anforderungen (z.B. die höhere Sicherheit). Wenn es die sehr hohen Sicherheitsanforderungen für die Autoscheiben zum Schutz der wichtigen Personen und der wichtigen Gegenstände (z.B. das Sonderfahrzeug des Präsidenten, der Polizeiwagen und der Geldtransporter) gibt, verwendet man die Panzergläser als alle Autoscheiben.

## **4 Produktnorm und Qualitätsmanagement der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Im Automobilbau sind die vereinheitliche Produktnorm und das relativ komplette Qualitätsmanagementsystem für die Herstellung der Sicherheitsgläser sehr notwendig, um die Qualität der Sicherheitsgläser und ihre Eigenschaften sicherzustellen. Dadurch werden die durch die unqualifizierte Qualität dieser Sicherheitsgläser verursachenden Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen vermieden und die Sicherheit und die Gesundheit der Autofahrer und der Insassen beim Autofahren sichergestellt.

### **4.1 Die Produktnorm der Sicherheitsgläser im Automobilbau**

Im Automobilbau haben die unterschiedlichen Sicherheitsgläser aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften die unterschiedlichen Verwendungsbereiche. Aufgrund ihrer Eigenschaften und ihrer Verwendungsbereiche wird die vereinheitliche Produktnorm von der Regierung erstellt. Die Produktnorm regelt das, dass die unterschiedlichen Sicherheitsgläser in den verschiedentlichen Verwendungsbereichen die entsprechenden Parameter und Eigenschaften im Automobilbau haben müssen. Die Akzeptanzwerte dieser Eigenschaften werden auch in der Produktnorm geregelt. Man muss aufgrund der Produktnorm manche Messungen und Teste machen, um das zu messen und überprüfen, ob die Sicherheitsgläser diese Eigenschaften haben und die Messwerte dieser Eigenschaften die in der Produktnorm geregelten Akzeptanzwerte entsprechen. Im Automobilbau sind die konkreten Verwendungssituationen der Sicherheitsgläser ungleich zwischen unterschiedlichen Staaten. Deshalb gibt es die Unterschiede in der Produktnorm zwischen unterschiedlichen Staaten.

Das ist die Beispiele für die Produktnormen von unterschiedlichen Staaten: [14]

- Im Automobilbau ist die Produktnorm der Sicherheitsgläser von China GB 9656 – 2003.
- Im Automobilbau ist die Produktnorm der Sicherheitsgläser von Europa ECE R43 – 2004.
- Im Automobilbau ist die Produktnorm der Sicherheitsgläser von Amerika ANSI Z26.1 – 1996.
- Im Automobilbau sind die Produktnormen der Sicherheitsgläser von Japan JISO R3211 – 1998, JISO M503 und JISO M504.



#### 4.1.1 Die Testobjekte des ESGs

Im Automobilbau haben die Einscheibensicherheitsgläser unterschiedliche Verwendungsbereiche. Für die unterschiedlichen Verwendungsbereiche müssen sie entsprechende Parameter und Eigenschaften haben. Man muss die Parameter mit den Messgeräten messen und die Eigenschaften durch manche Tests überprüfen, ob diese Sicherheitsgläser die in den Produktnormen geregelten Anforderungen erfüllen. Die folgende Tabelle liefert die Informationen über die Testobjekte des ESGs.

Verwendungsbereich	GB 9656-2003, ECE R43-2004, JIS R3211-1998	ANSI Z26.1-1996
<b>Windschutzscheiben</b>	Dicke, Lichtdurchlässigkeit, Sekundärbildabweichung, optische Verzerrung, Farberkennung, Stoßfestigkeit und Splitterform	-
<b>Außer den Windschutzscheiben</b>	Dicke, Lichtdurchlässigkeit, Stoßfestigkeit und Splitterform	Dicke, Lichtdurchlässigkeit, Strahlkugelschlag, Bruchprobe, Schrotbeutel Schlag, Verschleißfestigkeit und Strahlungswiderstandsfähigkeit

Tabelle 4-1: Testobjekte des ESGs [14]

#### 4.1.2 Die Testobjekte des TVGs

Außer der Produktnorm ANSI Z26.1-1996 regeln die Produktnormen GB 9656-2003, ECE R43-2004 und JIS R3211-1998 die gleichen Testobjekte für die teilvorgespannten Gläser. Die teilvorgespannten Gläser können nur als die Windschutzscheiben der wenigen Lastkraftwagen verwendet werden. [14]

Die Testobjekte der teilvorgespannten Gläser beinhalten: [14]

- Dicke
- Lichtdurchlässigkeit
- Sekundärbildabweichung
- optische Verzerrung
- Farbkennzeichnung
- Kopfformschlagprobe
- Splitterform

### 4.1.3 Die Testobjekte des VSGs

Die folgende Tabelle gibt die Informationen über die Testobjekte des VSGs.

Verwendungsbereich	GB 9656-2003	ECE R43-2004	ANSI Z26.1-1996	JIS R3211-1998	
				A des VSGs	B des VSGs
<b>Windschutzscheiben</b>	Dicke	Dicke	-	Dicke	Dicke
	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit
	Sekundärbild-abweichung, optische Verzerrung, Farberkennung	Sekundärbild-abweichung, optische Verzerrung, Farberkennung	Sekundärbild-abweichung, optische Verzerrung	Sekundärbild-abweichung, optische Verzerrung, Farberkennung	Sekundärbild-abweichung, optische Verzerrung, Farberkennung
	Verschleißfestigkeit	Verschleißfestigkeit	Verschleißprobe	Verschleißfestigkeit	Verschleißfestigkeit
	Wärmebeständigkeit	Wärmebeständigkeit	Kochprobe	Wärmebeständigkeit	Wärmebeständigkeit
	Strahlungswiderstandsfähigkeit	Strahlungswiderstandsfähigkeit	Lichtbeständigkeit	Strahlungswiderstandsfähigkeit	Strahlungswiderstandsfähigkeit
	Feuchtigkeitsbeständigkeit	Feuchtigkeitsbeständigkeit	Feuchtigkeitsprobe	Feuchtigkeitsbeständigkeit	Feuchtigkeitsbeständigkeit
	Kopfformschlagprobe	Kopfformschlagprobe	-	Kopfformschlagprobe	-
	Stoßfestigkeit	Stoßfestigkeit	Strahlkugelschlag	Stoßfestigkeit	Stoßfestigkeit
	Eindringwiderstand	Eindringwiderstand	Eindringwiderstand	Eindringwiderstand	-
	-	-	Strahlpfeilschlag	-	-
<b>Außer den Windschutzscheiben</b>	Dicke	Dicke	-	Dicke	Dicke
	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit	Lichtdurchlässigkeit
	Verschleißfestigkeit	Verschleißfestigkeit	Verschleißprobe	Verschleißfestigkeit	Verschleißfestigkeit
	Wärmebeständigkeit	Wärmebeständigkeit	Kochprobe	Wärmebeständigkeit	Wärmebeständigkeit
	Strahlungswiderstandsfähigkeit	Strahlungswiderstandsfähigkeit	Lichtbeständigkeit	Strahlungswiderstandsfähigkeit	Strahlungswiderstandsfähigkeit
	Feuchtigkeitsbeständigkeit	Feuchtigkeitsbeständigkeit	Feuchtigkeitsprobe	Feuchtigkeitsbeständigkeit	Feuchtigkeitsbeständigkeit
	Kopfformschlagprobe	Kopfformschlagprobe	-	Kopfformschlagprobe	-
	Stoßfestigkeit	Stoßfestigkeit	Strahlkugelschlag	Stoßfestigkeit	Stoßfestigkeit
	-	-	Strahlpfeilschlag	-	-
	-	-	-	Sekundärbild-abweichung optische Verzerrung, Farberkennung	Sekundärbild-abweichung optische Verzerrung, Farberkennung

Tabelle 4-2: Testobjekte des VSGs [14]

#### 4.1.4 Die Testobjekte des Hohlglases und des Kunststoff-Glases

Die folgende Tabelle liefert die Informationen über die Testobjekte des Hohlglases.

Verwendungsbereich	GB 9656-2003 ECE R43-2004	ANSI Z26.1-1996	
		Die erste Art	Die zweite Art
<b>Windschutzscheiben</b>	-	Lichtdurchlässigkeit, Sekundärbildabweichung, optische Verzerrung, Lichtbeständigkeit	Lichtdurchlässigkeit, Sekundärbildabweichung, optische Verzerrung, Röstungsprobe, Lichtbeständigkeit, Feuchtigkeitsprobe, Strahlkugelschlag, Eindringwiderstand, Strahlpfeilschlag, Kugelschlag, Verschleißprobe
<b>Außer den Windschutzscheiben</b>	Dicke, Lichtdurchlässigkeit, Kopfformschlagprobe	Lichtdurchlässigkeit, Sekundärbildabweichung, optische Verzerrung	Lichtdurchlässigkeit, Röstungsprobe, Lichtbeständigkeit, Feuchtigkeitsprobe, Strahlkugelschlag, Bruchprobe, Schrotbeutelerschlag, Strahlpfeilschlag, Kugelschlag, Verschleißprobe

Tabelle 4-3: Testobjekte des Hohlglases [14]

Die folgende Tabelle liefert die Informationen über die Testobjekte des Kunststoff-Glases.

Verwendungsbereich	GB 9656-2003, ECE R43-2004, JIS R3211-1998	ANSI Z26.1-1996		
		Glas-Kunststoff	Vergütetes Glas-Kunststoff	ESG-Kunststoff
<b>Windschutzscheiben</b>	Dicke, Lichtdurchlässigkeit, Sekundärbildabweichung, optische Verzerrung, Farberkennung, Verschleißfestigkeit, Wärmebeständigkeit, Strahlungswiderstandsfähigkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit, Kopfformschlagprobe, Stoßfestigkeit, Eindringwiderstand, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit, Chemikalienangriffsbeständigkeit	-	-	-
<b>Außer den Windschutzscheiben</b>	Dicke, Lichtdurchlässigkeit, Verschleißfestigkeit, Wärmebeständigkeit, Strahlungswiderstandsfähigkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit, Kopfformschlagprobe, Stoßfestigkeit, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit, Chemikalienangriffsbeständigkeit	Lichtdurchlässigkeit, Sekundärbildabweichung, optische Verzerrung, Verschleißprobe, Kochprobe, Lichtbeständigkeit, Feuchtigkeitsprobe, Strahlkugelschlag, Eindringwiderstand, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit, Chemikalienangriffs -beständigkeit, Strahlpfeilschlag, Witterungsbeständigkeit	Lichtdurchlässigkeit, Verschleißprobe, Kochprobe, Lichtbeständigkeit, Feuchtigkeitsprobe, Strahlkugelschlag, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit, Chemikalienangriffs -beständigkeit, Strahlpfeilschlag, Witterungsbeständigkeit	Lichtdurchlässigkeit, Verschleißprobe, Kochprobe, Lichtbeständigkeit, Feuchtigkeitsprobe, Strahlkugelschlag, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit, Chemikalienangriffs -beständigkeit, Witterungsbeständigkeit, Bruchprobe, Schrotbeutelerschlag

Tabelle 4-4: Testobjekte des Kunststoff-Glases [14]

#### 4.1.5 Die Akzeptanzwerte von den Testobjekten dieser Sicherheitsgläser

Die Akzeptanzwerte der Testobjekte von allen Sicherheitsgläsern werden noch in den Produktnormen geregelt. Sie sind die öffentlichen zwanghaften Qualitätsanforderungen für die Sicherheitsgläser. Wenn die Messwerte der Testobjekte der Sicherheitsgläser nur die geregelten Akzeptanzwerte entsprechen, sind die Sicherheitsgläser qualifiziert und dann können die Sicherheitsgläser verkauft und verwendet werden. Diese Tabelle gibt die chinesischen Akzeptanzwerte der Testobjekte der Sicherheitsgläser.

Teste	Windschutzscheiben				Außer den Windschutzscheiben			
	VSG	TVG	Kunststoff-Glas	ESG	VSG	ESG	Kunststoff-Glas	Hohlglas
Dicke (mm)	±0,2n	±0,2	±0,2n	±0,2	±0,2n	±0,2	±0,2n	±0,2n
Lichtdurchlässigkeit	≥70%	≥70%	≥70%	≥70%	Vereinbarung	Vereinbarung	Vereinbarung	Vereinbarung
Sekundärbildabweichung	maximal 15'	maximal 25'	maximal 15'	maximal 15'	-	-	-	-
optische Verzerrung	maximal 2'	maximal 6'	maximal 2'	maximal 2'	-	-	-	-
Farberkennung	weiß, gelb, rot, grün, blau und bernstein usw. erkennen können				-	-	-	-
Verschleißfestigkeit	Trübungsgrad ≤2%	-	Trübungsgrad ≤2%	-	Trübungsgrad ≤2%	-	Trübungsgrad ≤2%	-
Wärmebeständigkeit	keine Blasen und Farbänderung	-	keine Blasen und Farbänderung	-	keine Blasen und Farbänderung	-	keine Blasen und Farbänderung	-
Strahlungswiderstandsfähigkeit	Y/X*100% ≥95% Y ≥70%	-	Y/X*100% ≥95% Y ≥70%	-	-	-	-	-
Feuchtigkeitsbeständigkeit	keine sichtbare Änderung	-	keine sichtbare Änderung	-	keine sichtbare Änderung	-	keine sichtbare Änderung	-
Kopfformschlagprobe	Fallhöhe: 4m, kreisförmige Risse, keine Durchdringung	Fallhöhe: 1,5m, Probe muss zerstört werden	Fallhöhe: 4m, kreisförmige Risse, keine Durchdringung	-	Fallhöhe: 1,5m, kreisförmige Risse, keine Durchdringung	-	Fallhöhe: 1,5m, kreisförmige Risse, keine Durchdringung	Fallhöhe: 1,5m, aufgrund der Bestandteile
Eindringwiderstand	Fallhöhe: 4m, keine Durchdringung innerhalb 5s	-	Fallhöhe: 4m, keine Durchdringung innerhalb 5s	-	-	-	-	-
Stoßfestigkeit	keine Durchdringung und Splitterstücke	-	keine Durchdringung und Splitterstücke	Probe darf nicht zerstört werden	keine Durchdringung und Splitterstücke	Probe darf nicht zerstört werden	keine Durchdringung und Splitterstücke	-
Splitterform	-	40 ≤ Splitterstücke ≤ 350 Splitterfläche ≤ 16cm <sup>2</sup> , keine scharfen Kante	-	40 ≤ Splitterstücke ≤ 400 Splitterfläche ≤ 3cm <sup>2</sup> , keine scharfen Kante	-	40 ≤ Splitterstücke ≤ 400 Splitterfläche ≤ 3cm <sup>2</sup> , keine scharfen Kante	-	-
Temperaturbeständigkeit	-	-	keine sichtbare Risse, Trübung und Degummierung	-	-	-	keine sichtbare Risse, Trübung und Degummierung	-
Flammfestigkeit	-	-	100mm/min	-	-	-	100mm/min	-
Chemikalienangriffbeständigkeit	-	-	keine sichtbare Erweichung, Adhäsion, Trockenheit	-	-	-	keine sichtbare Erweichung, Adhäsion, Trockenheit	-
Anmerkung	1. n ist die Anzahl der Schicht des Rohglases. 2. Bevor die Scheiben bestrahlt werden, ist die Lichtdurchlässigkeit X. 3. Nachdem die Scheiben bestrahlt werden, ist die Lichtdurchlässigkeit Y.							

Tabelle 4-5: Die chinesischen Akzeptanzwerte der Testobjekte von den Sicherheitsgläsern [14]

## **4.2 Qualitätsmanagement der Sicherheitsgläser**

Im Automobilbau hat sich das Qualitätsmanagement der Sicherheitsgläser ein relativ komplettes System entwickelt. Dieses Qualitätsmanagementsystem wird in drei Teilen getrennt. Ein Teil ist das öffentliche Qualitätsmanagementsystem. Das zweite Teil ist das Qualitätsmanagementsystem der Automobilhersteller und das dritte Teil ist das Qualitätsmanagementsystem von den Herstellern der Sicherheitsgläser.

### **4.2.1 Das öffentliche Qualitätsmanagementsystem**

Um die Sicherheit und die Gesundheit der Autofahrer und der Insassen sicherzustellen und die durch die unqualifizierte Qualität der Sicherheitsgläser verursachenden Verletzungen zu vermeiden, erstellen die Regierungen aller Staaten für die im Automobilbau verwendenden Sicherheitsgläser ein öffentliches Qualitätsmanagementsystem.

Dieses System beinhaltet die öffentlichen zwanghaften Qualitätsanforderungen und das öffentliche zwanghafte Qualitätsauthentifizierungssystem von den Automobilsicherheitsgläsern. Die öffentlichen zwanghaften Qualitätsanforderungen sind diese öffentlichen gesetzlichen Produktnormen. Das Qualitätsauthentifizierungssystem ist ein nach den öffentlichen gesetzlichen Produktnormen für die Qualität der Automobilsicherheitsgläser öffentliches zwanghaftes Qualitätsbeurteilungssystem. Die öffentlichen bestimmten Behörden führen die Authentifizierung für die Qualität der Automobilsicherheitsgläser durch die Tests der Stichproben und Überprüfung der Produktionsanlagen, Technologieanlagen und Messanlagen sowie Beurteilung der Qualitätssicherungsfähigkeit der Hersteller durch. Danach erteilen sie den Herstellern die Authentifizierungszeugnisse und überwachen noch die Qualität dieser Sicherheitsgläser. In unterschiedlichen Staaten gibt es unterschiedliche Authentifizierungssysteme. Z.B. in China ist das Authentifizierungssystem die 3C-Authentifizierung. 3C ist die Abkürzung der englischen Beziehung „China Compulsory Certification“. In Europa ist das Authentifizierungssystem die ECE-Authentifizierung. Diese zwei Authentifizierungssysteme haben unterschiedliche Authentifizierungsrichtlinien und Authentifizierungsmarken.

Nicht nur müssen die Hersteller die Automobilsicherheitsgläser nach den öffentlichen gesetzlichen Produktnormen herstellen und muss die Qualität dieser Sicherheitsgläser die in den Produktnormen geregelten Anforderungen erfüllen, sondern ihre Produkte müssen die Authentifizierungszeugnis haben und müssen sie die Authentifizierungsmarken auf den Automobilsicherheitsgläsern angeben.

Das öffentliche Qualitätsmanagementsystem hat die rechtliche Verbindlichkeit für die Hersteller der Automobilsicherheitsgläser. Es vereinheitlicht die Produktnormen und standardisiert das Herstellungsverhalten der Sicherheitsgläser im Automobilbau. Durch diese gesetzlichen zwanghaften Maßnahmen liefert es eine Voraussetzung für die Qualitätssicherung der Sicherheitsgläser im Automobilbau. Es dient zur standardisierten und spezialisierten Herstellung und Verwendung der Sicherheitsgläser im Automobilbau.

#### **4.2.2 Das Qualitätsmanagementsystem der Automobilhersteller**

Unter der Bedingungen, dass die Automobilsicherheitsgläser die öffentlichen zwanghaften Qualitätsanforderungen erfüllen und die öffentlichen Qualitätsauthentifizierung bestehen, erstellen die Automobilhersteller aufgrund der Charaktere ihrer Produkte das detailliertere, praktischere und konkretere Qualitätsmanagementsystem. Sie schreiben die Konstruktion und die Abmessung von den Sicherheitsgläsern vor und stellen die Technikanforderungen an den Sicherheitsgläserherstellern. Sie definieren jede Fehlerart und geben die Bewertungszonen und die Akzeptanzwerte jeder Bewertungszone für jede Fehlerart vor. Sie kontrollieren die Sicherheitsglasqualität und beanstanden an den Qualitätsproblemen sowie beurteilen die Lieferungsfähigkeit der Sicherheitsgläserhersteller.

Das Qualitätsmanagementsystem der Automobilhersteller ist detaillierter, praktischer und konkreter. Dieses Qualitätsmanagementsystem ist direkt in Bezug auf die sichere Verwendung der Sicherheitsgläser im Automobilbau und indirekt in Bezug auf die Sicherheit und die Gesundheit der Autofahrer und der Insassen. Es kontrolliert und überwacht die Sicherheitsglasqualität und dient zur Erhöhung der Sicherheitsglasqualität. Es fördert die standardisierte und spezialisierte Entwicklung der Sicherheitsgläser im Automobilbau auch.

### **4.2.3 Das Qualitätsmanagementsystem von den Herstellern der Sicherheitsgläser**

Nach den Anforderungen des öffentlichen Qualitätsmanagementsystems und des Qualitätsmanagementsystems von den Automobilherstellern erstellen die Hersteller der Automobilsicherheitsgläser auch ein eigenes Qualitätsmanagementsystem, um die Qualität der Automobilsicherheitsgläser sicherzustellen sowie zu überwachen und erhöhen. Nicht nur müssen sie die Sicherheitsglasqualität jederzeit kontrollieren und überwachen, sondern sie müssen auch die Daten über die Sicherheitsglasqualität zur Untersuchung der Qualitätsprobleme und Erhöhung der Sicherheitsglasqualität sammeln, verarbeiten und analysieren.

Im Automobilbau ist dieses Qualitätsmanagementsystem ein Grundteil des ganzen Qualitätsmanagementsystems für die Automobilsicherheitsgläser. Es ist direkt in Bezug auf die Qualität und die Sicherheit der Automobilsicherheitsgläser. Es ist relevant und sehr notwendig.

Diese drei Teile bilden das komplette Qualitätsmanagementsystem der Automobilsicherheitsgläser zusammen. Sie ergänzen sich und überwachen und stellen die Qualität der Automobilsicherheitsgläser zusammen sicher. Sie dient zur Erhöhung der Sicherheitsglasqualität und zur standardisierten und spezialisierten Herstellung und Verwendung der Sicherheitsgläser im Automobilbau. Es fördert auch eine standardisiertere und spezialisiertere Entwicklung der Sicherheitsgläser im Automobilbau.

## **5 Analyse der Entwicklungstendenzen von den Sicherheitsgläsern im Automobilbau**

Im Automobilbau sind die Entwicklungstendenzen der Automobilsicherheitsgläser abhängig von den Entwicklungstendenzen des Automobils. Um die schnellen, energiesparenden und umweltfreundlichen Anforderungen für die Entwicklung des Automobils und die Anforderungen der Autofahrer und der Insassen für die Behaglichkeit und die Handlichkeit beim Autofahren zu erfüllen, wollen diese Sicherheitsgläser leichter, multifunktionseller und intelligenter werden. Sie wollen auch die neuen Energien sammeln, wechseln und für das Automobil anbieten können. Dadurch wird der Verbrauch der Kraftstoffe reduziert und die von Emissionsmengen verursachende Umweltverschmutzung wird auch verringert. Nach diesen Entwicklungstendenzen haben die Sicherheitsglashersteller die Versuche immer gemacht und ständig die Herstellungs- und Fertigungstechniken entwickelt und erneuert.

### **5.1 leichteres Gewicht**

Um die Sicherheit der Autofahrer und der Insassen sicherzustellen, müssen die Automobilhersteller die Sicherheitsgläser als die Autoscheiben verwenden und sie müssen die Verbundsicherheitsgläser als die Windschutzscheiben verwenden. Damit die Sicherheitsgläser als die Autoscheiben genügend Stoßfestigkeit und Schlagfestigkeit zur Standhaltung des Stoßes oder des Schlags aus den äußeren Gegenständen und den menschlichen Köpfen und Körpern haben, müssen diese Sicherheitsgläser die genügende Dicke sicherstellen. Deshalb ist ihres Gewicht schwer.

Und Heutzutage ist die Formgestaltung des Automobils normalerweise stromlinienförmig und im Automobilbau gibt es einen Montagewinkel bei der Montierung. Um sich die Formgestaltung und die Konstruktion des Automobils anzupassen und die nahtlose Verbindung zwischen den Autoscheiben und der Autokarosserie zu realisieren, verändern die Sicherheitsglashersteller auch die Formgestaltung und die Konstruktion der Sicherheitsgläser. Diese Formgestaltung führt zur Vergrößerung der Sicherheitsglasoberfläche. Dadurch wird das Sicherheitsglasgewicht auch erschwert.



Z.B. für die Windschutzscheiben haben die Sicherheitsglashersteller die L-Sicherheitsgläser, V-Sicherheitsgläser und S-Sicherheitsgläser hergestellt.

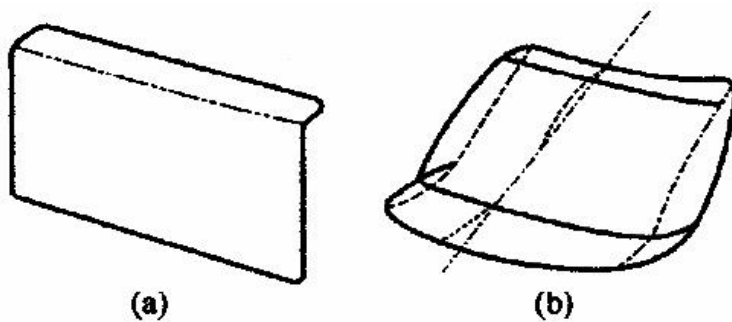


Abb. 5-1: L-Sicherheitsglas [14]

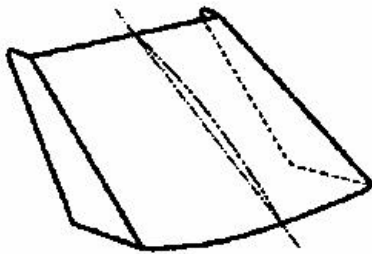


Abb. 5-2: V-Sicherheitsglas [14]

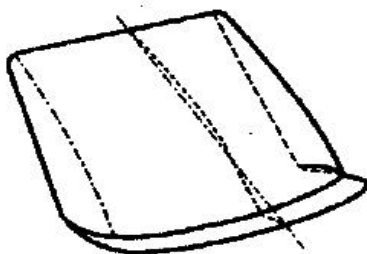


Abb. 5-3: S-Sicherheitsglas [14]

Die Erschwerung des Sicherheitsglasgewichts führt zur Erschwerung des Gesamtgewichts des Automobils. Das erschwerte Gewicht beschränkt sich die Erhöhung der Automobilgeschwindigkeit und verbraucht mehr Kraftstoffe beim Autofahren, so dass die Emissionsmengen des Automobils indirekt vermehrt werden. Die Vermehrung der Emissionsmengen des Automobils kann zur Umweltverschmutzung führen. Daraus ergibt sich, dass die Erleichterung des Gewichts der Sicherheitsgläser notwendig und relevant ist.

Um das Gewicht der Sicherheitsgläser zu erleichtern, haben die Sicherheitsglashersteller das erprobt, dass sie den Kunststoff statt teilweise Gläser als die Sicherheitsgläser (die Kunststoff-Gläser) verwenden und den organischen Stoff (das Polycarbonat) als die Rohstoffe der Sicherheitsgläser verwenden.

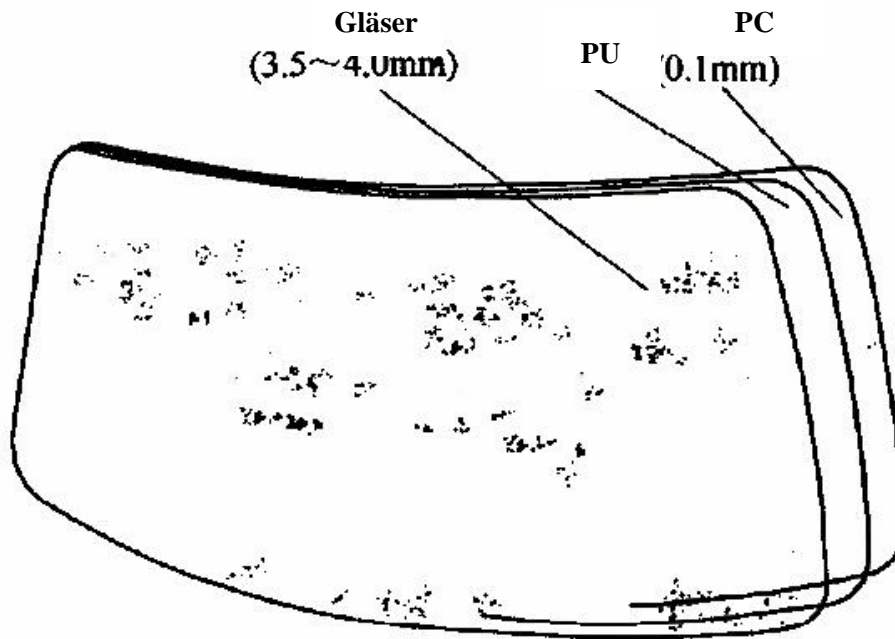


Abb. 5-4: Das Kunststoff-Glas [14]

Wenn diese Sicherheitsgläser als die Autoscheiben verwendet werden, müssen sie nicht nur die guten optischen und mechanischen Eigenschaften sowie die guten Widerstandsfähigkeiten für die äußere Umwelt sondern auch gute Verschleißfestigkeit, Temperaturbeständigkeit, Flammfestigkeit und Chemikalienangriffsbeständigkeit sicherstellen. Aber das Polycarbonat kann diese besonderen Eigenschaften nicht sicherstellen und es hat auch nicht gute Steifigkeit und optische Eigenschaften. Deshalb werden diese Kunststoff-Gläser und diese Sicherheitsgläser aus dem Polycarbonat noch nicht umfangreich für die Autoscheiben verwendet. Damit sie als die Autoscheiben zur Erleichterung des Autoscheibengewichts verwendet werden können, wollen die Sicherheitsglashersteller ihre Eigenschaften in der Zukunft ständig verbessern.

Aber das Gewicht der Sicherheitsgläser, die als die Autoscheiben verwendet werden, wird auf jeden Fall erleichtert.

## **5.2 Multifunktion und Intelligenz**

Um die höheren Anforderungen der Autofahrer und der Insassen für die Handlichkeit und die Behaglichkeit beim Autofahren zu erfüllen, werden die Sicherheitsgläser immer multifunktioneller und intelligenter im Automobilbau.

Damit der Autofahrer beim Autofahren handlich, behaglich und unbelastet fühlt, haben die Sicherheitsglashersteller die Sicherheitsgläser mit vielen Funktionen hergestellt und sie wollen noch ständig die multifunktionelleren und intelligenteren Automobilsicherheitsgläser entwickeln. Heutzutage hat der Autofahrer nicht manche Funktionen im Automobil manuell starten zu braucht.

Z.B. um die Autofahrersicht bei Regen sicherzustellen, funktionieren die Scheibenwischer automatisch, indem die Hersteller den Sensor für die Regen auf den Windschutzscheiben installieren. Die Hersteller beschichten auch die Regenschutzschicht, die die Benetzungswinkel der Regen verändern kann, auf der Sicherheitsgläser. Wenn die Regen auf der Sicherheitsglasoberfläche, kommen sie leicht zu Regentropfen zusammen und fließen sich. Dadurch braucht der Autofahrer nicht die Scheibenwischer manuell zu starten und können eine klare Sicht sicherstellen. Das ist sehr handlich für den Autofahrer beim Autofahren bei Regen.

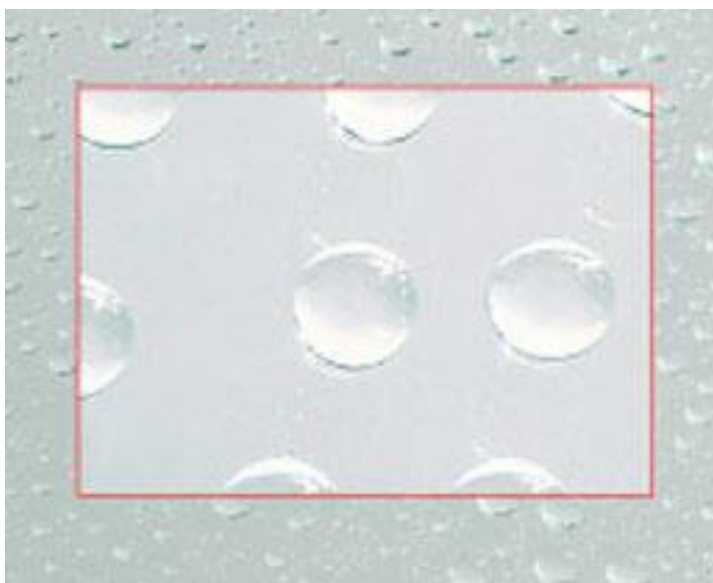


Abb. 5-5: Beispiel für die Regenschutzschicht [15]

Im Automobilbau haben die Sicherheitsglashersteller die Sicherheitsgläser mit dem Head-up-Display-System (das Kopf-oben-Anzeige-System) als die Windschutzscheiben entwickelt und hergestellt.

Das Head-up-Display ist ein Anzeigesystem, bei dem der Nutzer seine Kopfhaltung bzw. Blickrichtung beibehalten kann, weil die Informationen in sein Sichtfeld projiziert werden. [16]

Head-up-Displays bestehen im Allgemeinen aus einer bildgebenden Einheit, einem Optikmodul und einer Projektionsfläche. Die bildgebende Einheit erzeugt das Bild. Das Optikmodul mit Kollimator und Umlenkung leitet das Bild auf die Projektionsfläche. Diese Fläche ist eine spiegelnde, lichtdurchlässige Scheibe. Der Benutzer des Frontscheibenprojektors sieht also die gespiegelten Informationen der bildgebenden Einheit und gleichzeitig die reale Welt hinter der Scheibe. [16]

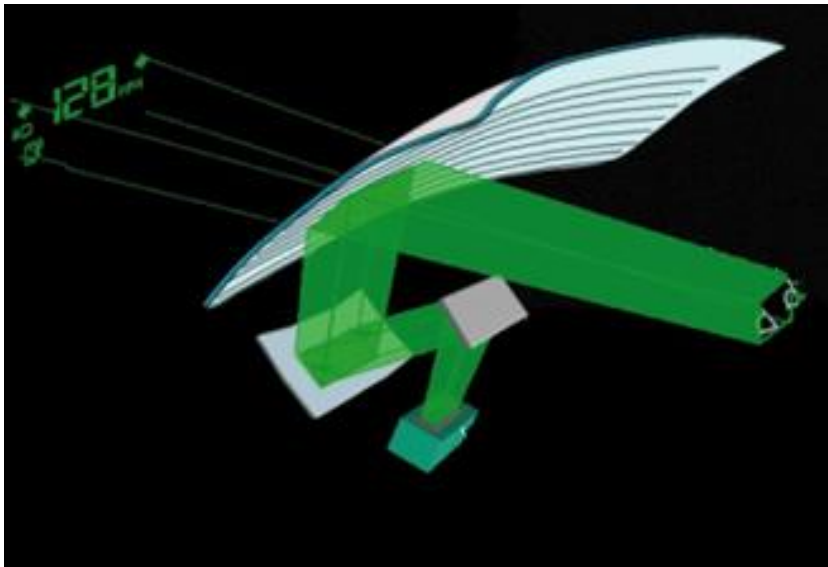


Abb. 5-6: Die Darstellung des Prinzips vom HUD- System [15]

Indem das Optikmodul die Daten über die Ölmenge, die Laufstrecken und die Reiseprospekte auf die Windschutzscheiben projiziert, kann der Autofahrer jederzeit direkt diese Daten erkennen. Dadurch kann der Autofahrer die Betrachtungshäufigkeit der Armaturenbrette reduzieren und die Vernachlässigung der Umweltveränderung vermeiden und die Augenschmerz verringern. Das erhöht nicht nur die Handlichkeit und die Behaglichkeit sondern auch die Sicherheit beim Autofahren.



Abb. 5-7: Die Windschutzscheiben mit HuD-System [16]

Wenn die Automobilhersteller die Sicherheitsgläser mit dem Head-up-Display-System als die Windschutzscheiben verwenden, darf die Sicht des Autofahrers von den virtuellen Daten nicht beeinflusst werden. Deshalb sollen diese Sicherheitsgläser bessere optische Eigenschaften haben und sich die virtuellen Daten nicht im Hauptsichtfeld des Autofahrers befindet.

Diese multifunktionellen und intelligenten Sicherheitsgläser werden als die Autoscheiben verwendet, so dass die Handlichkeit und die Behaglichkeit sowie die Sicherheit beim Autofahren ständig erhöht werden.

### **5.3 Verwendung der neuen Energie**

Damit man den Verbrauch der Kraftstoffe reduzieren und die Umwelt schützen möchte, wird die neuen Energien im Automobilbau immer umfangreicher verwendet. Mit der Entwicklungstendenz sollen die Sicherheitsgläser die Sammlung der Energien und die Angebot dieser Energien für das Automobil verantworten.

Die Sicherheitsgläserhersteller haben die Solarbatterie auf den Sicherheitsgläsern installiert.

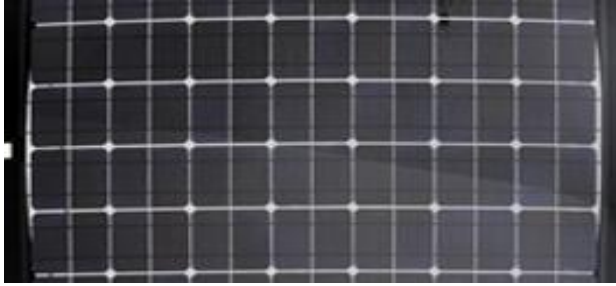


Abb. 5-8: Die Sicherheitsgläser mit der Solarbatterie [17]

Diese Sicherheitsgläser werden als die Dachescheiben verwendet.



Abb. 5-9: solare Dachescheiben [15]

Die Sicherheitsgläser als die Dachescheiben sind der Sonnenkollektor. Sie können ständig die Sonnenenergien sammeln und diese Sonnenenergien in elektrischen Energien wechseln. Sie können ständig die Antriebskräfte für den Ventilator anbieten und lassen diesen Ventilator ständig zu funktionieren, so dass die Temperatur des Automobilinneres beim Parken ständig reduziert wird. Dadurch wird die Verwendungshäufigkeit der Klimaanlage verringert. Zugleich wird die Behaglichkeit innerhalb des Automobils erhöht und der Verbrauch der Kraftstoffe wird auch reduziert.

Die Sonnenenergien ist saubere und erneuerbare Energien. Sie können die Umwelt nicht schmutzen. Deshalb ist die Verwendung der solaren Sicherheitsgläser eine gute Entwicklungstendenz im Automobilbau. Aber heutzutage sind die Sammlung und die Verwendung der Sonnenenergien beschränkt und sie können noch keine Antriebskräfte für das Automobil anbieten. Deshalb entwickeln die Sicherheitsgläserhersteller die solaren Verbundsicherheitsgläser und wünschen es, dass ihre Verwendungsumfang weiter werden und sie die teilweisen Antriebskräfte für das Automobil anbieten können.

Mit der Vermehrung der Funktionen und der Bauteile wird die Herstellung der Sicherheitsgläser immer komplizierter. Die Herstellungsarbeitsteilung der Sicherheitsgläser wollen immer detaillierter werden. Es gibt spezialisierte Hersteller zur Herstellung der Bauteile oder zur Durchführung der Fertigungsverfahren. Das fördert die standardisierte und spezialisierte Entwicklung der Herstellung der Sicherheitsgläser. Das dient zur Erneuerung der Herstellungs- und Fertigungstechniken der Sicherheitsgläser. Indem die Hersteller die Herstellungs- und Fertigungstechniken erneuern, nicht nur werden die Anforderungen für die Entwicklungstendenzen der Sicherheitsgläser im Automobilbau erfüllt, sondern die Sicherheitsglasqualität wird auch erhöht.

## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Bachelorarbeit wurde der Entwicklungsstand von Sicherheitsgläsern im Automobilbau analysiert.

Normalerweise sind die Sicherheitsgläser diese Gläser, die sie gegenüber den gewöhnlichen Gläsern die stärkeren mechanischen Beanspruchungen und eine höhere Stabilität zum Schutz der Autofahrer und der Insassen haben und sie können die durch die Glassplitter verursachenden Verletzungen für die Autofahrer und die Insassen beim Glasbruch vermeiden. Im Automobilbau werden die Einscheibensicherheitsgläser, die teilvorgespannten Gläser und die Verbundsicherheitsgläser hauptsächlich als die Autoscheiben verwendet. In den letzten Jahren haben die Hersteller der Sicherheitsgläser noch die Hohlgläser und die Kunststoff-Gläser entwickelt und sie als wenige Autoscheiben verwendet. Im Automobilbau wollen die Sicherheitsgläser nicht nur die guten optischen und mechanischen Eigenschaften sowie die ungefährlichen Glassplitter sondern auch mehrere neue Funktionen zur Erhöhung der Behaglichkeit und der Handlichkeit beim Autofahren haben. Z.B. die Ästhetik, der Sonnenschutz, die Schallisolation, die Entnebelung und die Regensensibilität usw.

Im Automobilbau sind die Sicherheitsgläser ein wichtiges passives Sicherheitsteil des Automobils. Die unterschiedlichen Sicherheitsgläser werden beruhend auf den Funktionen jeder Autoscheibenart und den Eigenschaften jeder Sicherheitsglasart als unterschiedliche Autoscheiben verwendet. Im Automobilbau werden die Verbundsicherheitsgläser hauptsächlich als die Windschutzscheiben verwendet. Für die Heckscheiben, die Seitenscheiben und die Dachscheiben verwenden die Automobilhersteller hauptsächlich die Einscheibensicherheitsgläser.

Um die Qualität der Sicherheitsgläser und ihre Eigenschaften sicherzustellen, erstellt die Regierung aufgrund der Sicherheitsglasarten und der Verwendungsbereiche die vereinheitlichten Produktnormen. Die Regierungen, die Automobilhersteller und die Sicherheitsgläserhersteller erstellen auch eigenes entsprechendes Qualitätsmanagementsystem zur Sicherstellung der Qualität und der Eigenschaften von den Sicherheitsgläsern.



Im Automobilbau sind die Entwicklungstendenzen der Sicherheitsgläser abhängig von den Entwicklungstendenzen des Automobils. Um die schnellen, energiesparenden und umweltfreundlichen Anforderungen für die Entwicklung des Automobils zu erfüllen, wollen das Sicherheitsglasgewicht erleichtert werden und die Sicherheitsgläser wollen auch die neuen Energien sammeln, wechseln und für das Automobil anbieten können. Um die Anforderungen für die Behaglichkeit und die Handlichkeit beim Autofahren zu erfüllen, wollen diese Sicherheitsgläser multifunktioneller und intelligenter werden. Wegen der Vermehrung der Funktionen und der Bauteile wird die Herstellungsarbeitsteilung der Sicherheitsgläser detaillierter und die Sicherheitsglasherstellung wird standardisierter und spezialisierter.

Weil die persönliche Fähigkeit, die Zeit und die Seiten sowie die Literaturen begrenzt sind, gibt es die folgenden Probleme, die in der Zukunft verbessert werden:

1. Die in dieser Arbeit beschriebenen Fertigungsverfahren sind die hauptsächlichen Schritte der Fertigungsverfahren der Einscheibensicherheitsgläser, der teilvorgespannten Gläser und der Verbundsicherheitsgläser. Heutzutage entwickeln sich die Fertigungsverfahren schnell. Die neuen Sicherheitsgläser und die neuen Fertigungsverfahren sind geheim für die Sicherheitsglashersteller.
2. In dieser Arbeit wird die Verwendung der Sicherheitsgläser im Automobilbau nur aufgrund der Funktionen jeder Autoscheibenart und der Eigenschaften jeder Sicherheitsglasart analysiert. Im Automobilbau ist die Verwendung der Sicherheitsgläser sehr kompliziert. Indem die Sicherheitsglashersteller die Verbundsicherheitsgläser ständig verbessern und die Hohlgläser und die Kunststoff-Gläser entwickeln, werden ihre Verwendungsbereich und -umfang immer weiter. Die Automobilhersteller haben die Verbundsicherheitsgläser als manche Heckscheiben und Seitenscheiben verwendet.
3. In dieser Arbeit werden die Qualitätsmanagementsysteme von den Automobilherstellern und Sicherheitsgläserherstellern relativ einfach beschreibt und analysiert, weil viele Normen wie die Abmessung der Sicherheitsgläser und die Akzeptanzwert der Qualitätsfehler Geheimnis sind.

---

## Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] Technische Neuerung des Automobils – Sicherheitsglas: Beispiel für das frühe Automobil  
[http://58.17.194.5:31518/ZYKC201302B01/include/learn/file/ZYKC201302\\_B01\\_1\\_1\\_1\\_12](http://58.17.194.5:31518/ZYKC201302B01/include/learn/file/ZYKC201302_B01_1_1_1_12)  
(20.11.2015 04:49Uhr) Gespeichert als ZYKC201302\_B01\_1\_1\_1\_12.ppt.
- [2] Technische Neuerung des Automobils – Sicherheitsglas: Beispiel für das T-Automobil  
[http://58.17.194.5:31518/ZYKC201302B01/include/learn/file/ZYKC201302\\_B01\\_1\\_1\\_1\\_12](http://58.17.194.5:31518/ZYKC201302B01/include/learn/file/ZYKC201302_B01_1_1_1_12)  
(20.11.2015 04:49Uhr) Gespeichert als ZYKC201302\_B01\_1\_1\_1\_12.ppt.
- [3] Technische Neuerung des Automobils – Sicherheitsglas: Beispiele für die Sicherheitsgläser  
[http://58.17.194.5:31518/ZYKC201302B01/include/learn/file/ZYKC201302\\_B01\\_1\\_1\\_1\\_12](http://58.17.194.5:31518/ZYKC201302B01/include/learn/file/ZYKC201302_B01_1_1_1_12)  
(20.11.2015 04:49Uhr) Gespeichert als ZYKC201302\_B01\_1\_1\_1\_12.ppt.
- [4] E. Alberts, W. Arndt, A. Beckmann, E. Besser, F. Born, A. Dresler, W. Dziobek, H. Ewest, W. Ganz, W. Hagemann, E. Hiepe, G. Jaeckel, R. Kell, H. Korte, F. Krautschneider, H. Krefft, J. Kurth, K. Lackner, K. Larché, G. Laue, E. Lax, H. Lossagk, H. Lux, G. Meyer, A. Pahl, W. Petzold, R. Pfeiderer, O. Reeb, M. Reger, M. Richter, H. Riedel, R. Rompe, A. Rüttenauer, H. Schering, H. Schönborn, R. Sewig, R. Steppacher, M. Werner, K. Wiegand, E. Wittig, E. Zeiss; [Hrsg.]: Rudolf Sewig: HANDBUCH DER LICHTTERCHNIK, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, S. 424 – 425 ff.
- [5] J. D'ans, G. Darius, A. Dietzel, H. Fischer, R. Grün, W. Heimsoeth, Fr. Heinrich, Fr. Kurz, W. Liesegang, A. Orlicek, Fr. Petzold, P. Sander, F. Scheffer, L. Schmitt, F. Schuster, G. Siebel, Fr. Specht, A. Splittgerber, U. Stolzenburg, R. Strohecker, H. Toussaint, K. Wagenmann, R. Walcher, B. Eandrowsky, D. Witt, G. Wittmann, W. Wöhlbier, C. Zerbe; [Hrsg.]: Dr.-Ing. Jean D'ans: Untersuchungsmethoden der allgemeinen und anorganisch-chemischen Technologie und der Metallurgie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, S. 517 ff.

- 
- [6] Dr. Phil, Dipl.-Ing. Dipl.-Des. (BA) Sascha Peters, Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Des. Andreas Kalweit, Dipl.-Des. Christof Paul, Reiner Wallbaum; [Hrsg.]: Andreas Kalweit, Christof Paul, Sascha Peters, Reiner Wallbaum: Handbuch für Technisches Produktdesign: Material und Fertigung, Entscheidungsgrundlagen für Designer und Ingenieure, 2. bearbeitete Aufl., Springer-Verlag, 2011, S. 258 ff
- [7] Karl-Heinz Brück (Hrsg.), Fahrzeugverglasung: Entwicklung Techniken Tendenzen Referate der Fachtagung Fahrzeugverglasung, Fortschritte der Fahrzeugtechnik 4, Friedr. Vieweg&Sohn Braunschweig/Wiesbaden, 1990, S. 44 ff
- [8] Dr. sc. techn. Rudolf Hess: Glasträger, Forschungsbericht; Bericht Nr. 20 des Instituts für Hochbautechnik Departement für Architektur ETH Zürich, S. 21 – 24 ff
- [9] <http://www.autoglas-direct.ch/images/glasersatz/>
- [10] Baunetz Wissen Glas: Repräsentatives Bruchbild von teilvorgespanntem Glas nach DIN EN 1863  
<http://images.google.de/>
- [11] <http://www.baulinks.de/webplugin/2006/1360.php4>
- [12] <https://de.wikipedia.org/wiki/Panzerglas>
- [13] Werner D. Bockelmann: Auge — Brille — Auto: Besser sehen — Sicher fahren. zweite, völlig neubearbeitete Auflage, Springer-Verlag, S. 361 ff
- [14] Shi Xinyong [Hrsg.]: Shi Xinyong; Yang, Jianjun; Chen Lu: Sicherheitsglas, Chemie-Industrie-Verlage, 2006, S. 141 – 150 ff, S. 194 – 199 ff und S. 246 – 266 ff

---

[15] <http://www.fuyaosh.com/03600088/php/pic.php?menuid=7&lang=0>

[16] <https://de.wikipedia.org/wiki/Head-up-Display>

[17] <http://www.fuyaogroup.com/products.php>

---

## Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig schreibe. Es gibt noch keine gleichen oder ähnlichen Fassungen in anderen Studiengängen als Prüfungsleistung. Und keine anderen wurden als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen sowie Softwares verwendet.

Köthen, 10.12.2015

---

Ort, Datum

Xu Kenong

---

Unterschrift des Studierenden