

# Literaturverzeichnis

- [3DS13] 3DSYSTEMS: *Geomagic Design X User Guide*. USA, November 2013
- [AA03] ALFTER, H. ; ASTHEIMER, S.: Biegen und Vorspannen von Flachglas. In: TEICHER, G. (Hrsg.): *Glas im Automobil II*. Haus der Technik Fachbuch, Expert Verlag Essen, 2003, S. 11–24
- [AH05] ASWENDT, P. ; HÖFLING, R. ; GÄRTNER, S.: Industrial inspection of specular surfaces using a new calibration procedure. In: *Proc. SPIE* 5856 (2005), S. 393–400
- [AMH08] AKENINE-MÖLLER, T. ; HAINES, E. ; HOFFMAN, N.: *Real-Time Rendering*. Third Edition. A K Peters, 2008. – ISBN 978–1–56881–424–7
- [BB06] BENDER, M. ; BRILL, M.: *Computergrafik: Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch*. 2., überarbeitete Auflage. München Wien : Hanser, 2006. – ISBN 3–446–40434–1
- [BC03] BURDEA, G. C. ; COIFFET, P.: *Virtual Reality Technology*. Second Edition. Wiley-Interscience (IEEE Press), 2003. – ISBN 978–0–471–36089–9
- [BL04] BOTHE, T. ; LI, W. ; VON KOPYLOW, C. ; JÜPTNER, W.: High-resolution 3D shape measurement on specular surfaces by fringe reflection. In: *Proc. SPIE* 5457 (2004), S. 411–422
- [BPL12] BEYERER, J. ; PUENTE LEÓN, F. ; FRESE, C.: *Automatische Sichtprüfung: Grundlagen, Methoden und Praxis der Bildgewinnung und Bildauswertung*. Springer Vieweg, 2012. – ISBN 978–3–642–23966–3
- [Bre03] BRETSCHNEIDER, J.: Floatglas als Basisprodukt für Automobilverglasungen. In: TEICHER, G. (Hrsg.): *Glas im Automobil II*. Haus der Technik Fachbuch, Expert Verlag Essen, 2003, S. 1–10
- [BS03] BEECK, M.-A. ; SCHITTEK, B.: Optical Properties of Automotive Glazing - Design and Feasibility Limitations? In: *Glass Processing Days, Tampere, Finland* (2003), Juni
- [BS05] BRONSHTEIN, I. N. ; SEMENDYAYEV, K. A. ; MUSIOL, G. ; MUEHLIG, H.: *Handbook of Mathematics*. 5th Edition. Berlin Heidelberg New York : Springer, 2005. – ISBN 978–3–540–72121–5
- [Cai11] CAIMANN, V. von: Formfehler an Flachglas. In: *Glastechnische Fabrikationsfehler*. Berlin Heidelberg : Springer, 2011, S. 447–475
- [Car76] CARMO, M. P. do: *Differential Geometry of Curves and Surfaces*. Englewood Cluffs, New Jersey : Prentice-Hall, 1976. – ISBN 0–13–212589–7

- [Dem15] DEMTRÖDER, W.: *Experimentalphysik I: Mechanik und Wärme*. 7., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Springer Spektrum, 2015. – ISBN 978–3–662–46414–4
- [DT17] DEMUTH, S. ; TUTSCH, R.: Objektive Bewertung der Reflexionsoptik von Fahrzeugverglasungen. In: LUHMANN, T.; SCHUMACHER, C. (Hrsg.): *Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik: Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2017*. Wichmann, 2017. – ISBN 978–3–87907–625–3, S. 399–408
- [Dud17] DUDEN: *Die deutsche Rechtschreibung: Das umfassende Standardwerk auf Grundlage der amtlichen Regeln*. 27. Auflage. Duden, 2017. – ISBN 978–3411040179
- [ECE14] ECE R 43: Regulation No 43 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) – Uniform provisions concerning the approval of safety glazing materials and their installation on vehicles. In: *Official Journal of the European Union* (2014)
- [Far02a] FARIN, G.: *Curves and Surfaces for Computer aided geometric design (CAGD): A Practical Guide*. Fifth Edition. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2002 (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics). – ISBN 978–1–55860–737–8
- [Far02b] FARIN, G.: W. Boehm: Differential Geometry II. In: *Curves and Surfaces for Computer aided geometric design (CAGD): A Practical Guide*. Fifth Edition. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2002 (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics). – ISBN 978–1–55860–737–8, S. 349–365
- [Fis16] FISCHER, M.: *Deflektometrie in Transmission: Ein neues Messverfahren zur Erfassung der Geometrie asphärischer refraktiver Optiken*, TU Braunschweig, Dissertation, 2016
- [GB07] GROSSE-BRAUCKMANN, K.: *Differentialgeometrie*. TU Darmstadt : Vorlesungsskript, 2007
- [God93] GODDING, R.: Ein photogrammetrisches Verfahren zur Überprüfung und Kalibrierung digitaler Bildaufnahmesysteme. In: *ZPF (Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung)* 2 (1993), S. 82–90
- [GOM17a] GOM GMBH: *Erfassung Grundwissen: GOM Software 2017 - ATOS*. Braunschweig, 2017
- [GOM17b] GOM GMBH: *Erfassung Grundwissen: GOM Software 2017 - Photogrammetrie*. Braunschweig, 2017
- [Gou71] GOURAUD, H.: Continuous Shading of Curved Surfaces. In: *IEEE Transactions on Computers* C-20 (1971), Juni, Nr. 6, S. 623–629
- [Gri10] GRIESER, D.: *Differentialgeometrie*. Universität Oldenburg : Vorlesungsskript, 2010

- [HA00] HÖFLING, R. ; ASWENDT, P. ; NEUGEBAUER, R.: Phase reflection – a new solution for the detection of shape defects on car body sheets. In: *Optical Engineering* 39 (2000), Januar, Nr. 1, S. 175–182
- [Haf03] HAFERKORN, H.: *Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen*. 4., bearbeitete und erweiterte Auflage. Wiley-VCH, 2003
- [Hal98] HALLER, T.: *Erfassen und Verarbeiten komplexer Geometrie in Meßtechnik und Flächenrückführung*. Berlin Heidelberg : Springer, 1998. – ISBN 978–3–642–47966–3
- [Häu01] HÄUSLER, G.: *Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Form oder der Abbildungseigenschaften von spiegelnden oder transparenten Objekten*. Offenlegungsschrift DE 199 44 354 A1, April 2001
- [Hei17] HEIPKE, C.: Photogrammetrie und Fernerkundung – eine Einführung. In: HEIPKE, C. (Hrsg.): *Photogrammetrie und Fernerkundung: Handbuch der Geodäsie*. Berlin Heidelberg. Springer, 2017. – ISBN 978–3–662–47094–7, Kapitel 1, S. 1–27
- [Hes10] HESS, R.: *Blender Foundations: The Essential Guide to Learning Blender* 2.6. Elsevier, 2010. – ISBN 978–0–240–81430–8
- [HK09] HÄUSLER, G. ; KNAUER, M. ; LAMPALZER, R.: *Method and apparatus for determining the shape and the local surface normals of specular surfaces*. United States Patent US 7 532 333 B2, Mai 2009
- [HM05] HERRMANN, C. ; MOELLER, G.: Design als zentraler Wertschöpfungsfaktor. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (2005), 12. September, Nr. 212, S. 18
- [HM09] HERRMANN, C. ; MOELLER, G. ; GLEICH, R. ; RUSSO, P.: *Strategisches Industriegüterdesign: Innovation und Wachstum durch Gestaltung*. Berlin Heidelberg : Springer, 2009. – ISBN 978–3–642–00115–4
- [HM12] HERING, E. ; MARTIN, R. ; STOHRER, M.: *Physik für Ingenieure*. 11., bearbeitete Auflage. Springer, 2012. – ISBN 978–3–642–22568–0
- [Hor07] HORBACH, J.: *Verfahren zur optischen 3D-Vermessung spiegelnder Oberflächen*, Universität Karlsruhe, Dissertation, 2007
- [HW14] HEIZMANN, M. ; WERLING, S.: Deflektometrie. In: *Leitfaden zur optischen 3D-Messtechnik (Fraunhofer-Allianz Vision)* Band 14 (2014), S. 28–32
- [ISR17] ISRA VISION: *Objective Judgement for esthetic properties: Screenscan-Reflected Distortion*. Herten, 2017. [www.israglassvision.com](http://www.israglassvision.com)
- [JCG08] JCGM 100:2008: *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*. BIPM (<https://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>), 2008

- [Kaf80] KAFRI, O.: Noncoherent method for mapping phase objects. In: *Opt. Lett.* 5 (1980), Dezember, Nr. 12, S. 555–557
- [Kam04] KAMMEL, S.: *Deflektometrische Untersuchung spiegelnd reflektierender Freiformflächen*, Universität Karlsruhe, Dissertation, 2004
- [KB06] KNAUER, M. C. ; BOTHE, T. ; LOWITZSCH, S. ; JÜPTNER, W. ; HÄUSLER, G.: Höhe, Neigung oder Krümmung? In: *DGaO-Proceedings* 107. Tagung (2006)
- [KH05] KNAUER, M. ; HÄUSLER, G. ; LAMPALZER, R.: *Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Form und der lokalen Oberflächennormalen spiegelnder Oberflächen*. Patentschrift DE 10 2004 020 419 B3, Oktober 2005
- [KK04a] KNAUER, M. ; KAMINSKI, J. ; HÄUSLER, G.: Absolute Phasenmessende Deflektometrie. In: *DGaO-Proceedings (Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik e.V.)* 105. Tagung (2004)
- [KK04b] KNAUER, M. C. ; KAMINSKI, J. ; HÄUSLER, G.: Phase measuring deflectometry: a new approach to measure specular free-form surfaces. In: *Proc. SPIE* 5457 (2004), S. 366–376
- [KL81] KAFRI, O. ; LIVNAT, A.: Reflective surface analysis using moiré deflectometry. In: *Appl. Opt.* 20 (1981), September, Nr. 18, S. 3098–3100
- [KM18] KEFERSTEIN, C. P. ; MARXER, M. ; BACH, C.: Berührungslose Messverfahren. In: *Fertigungsmesstechnik: Alles zu Messunsicherheit, konventioneller Messtechnik und Multisensorik*. 9., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden : Springer Fachmedien, 2018, S. 209–278
- [Kru16] KRUSE, T.: Rothenpieler krönt seine mustergültige VW-Karriere. In: *Wolfsburger Nachrichten* (2016), Februar
- [Küh13] KÜHNEL, W.: Lokale Flächentheorie. In: *Differentialgeometrie: Kurven – Flächen – Mannigfaltigkeiten*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013. – ISBN 978–3–658–00615–0
- [KV04] KNAUER, M. ; VEIT, K.: Vermessung spiegelnder Oberflächen – eine Aufgabe der optischen 3D-Sensorik. In: *Photonik* 4 (2004), Nr. 4, S. 62–64
- [Lam92] LAMBERT, J. H. ; ANDING, E. (Hrsg.): *Lambert's Photometrie (Photometria Sive De Mensura et Gradibus Luminis, Colorium et Umbrae) (1760)*. Erstes Heft: Theil I und II. Leipzig : Wilhelm Engelmann, 1892
- [LG04] LUHMANN, T. ; GODDING, R.: Messgenauigkeit und Kameramodellierung - Kernfragen der Industriephotogrammetrie. In: *Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation* 1/2004 (2004), S. 13–21
- [LM17] LUHMANN, T. ; MAAS, H.-G.: Industriephotogrammetrie. In: HEIPKE, C. (Hrsg.): *Photogrammetrie und Fernerkundung: Handbuch der Geodäsie*. Berlin Heidelberg. Springer, 2017. – ISBN 978–3–662–47094–7, Kapitel 4, S. 105–155

- [Luh00] LUHMANN, T.: *Nahbereichsphotogrammetrie: Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. Wichmann Heidelberg, 2000. – ISBN 3–87907–321–X
- [Luh14] LUHMANN, T.: Industriephotogrammetrie. In: *Leitfaden zur optischen 3D-Messtechnik (Fraunhofer-Allianz Vision)* Band 14 (2014), S. 9–13
- [Mey11] MEYER, R.: *Fahrzeugscheiben: Fertigungsverfahren und optische Fehler*. Volkswagen AG, 2011
- [MM05] MAZZOLA, G. ; MILMEISTER, G. ; WEISSMANN, J.: Splines. In: *Comprehensive Mathematics for Computer Scientists 2*. Berlin Heidelberg : Springer, 2005. – ISBN 978–3–540–26937–3, S. 161–182
- [MW02] MERZIGER, G. ; WIRTH, T.: *Repetitorium der höheren Mathematik*. 4. Auflage. Hannover : Binomi, 2002. – ISBN 3–923923–33–3
- [NF11] NISCHWITZ, A. ; FISCHER, M. ; HABERÄCKER, P. ; SOCHER, G.: *Band 1: Computergrafik*. 3., neu bearbeitete Auflage. Vieweg + Teubner, 2011 (Computergrafik und Bildverarbeitung). – ISBN 978–3–8348–1304–6
- [Oli17] OLIGO SURFACE CONTROLS: Produkte. In: *JOT Journal für Oberflächentechnik Sonderheft 5/2017* (2017)
- [PH10] PHARR, M. ; HUMPHREYS, G.: *Physically Based Rendering: From Theory to Implementation*. Second Edition. Morgan Kaufmann, 2010. – ISBN 978–0–12–375079–2
- [Pho75] PHONG, B. T.: Illumination for Computer Generated Pictures. In: *Commun. ACM* 18 (1975), Juni, Nr. 6, S. 311–317
- [Pie91] PIEGL, L.: On NURBS: a survey. In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 11 (1991), Januar, Nr. 1, S. 55–71
- [Prz07] PRZYBILLA, H.-J.: *Streifenprojektion – Grundlagen, Systeme und Anwendungen*. Online-Dokument, 2007
- [PT05] PETZ, M. ; TUTSCH, R.: Reflection grating photogrammetry: a technique for absolute shape measurement of specular free-form surfaces. In: *Proc. SPIE* (2005)
- [RH83] RITTER, R. ; HAHN, R.: Contribution to analysis of the reflection grating method. In: *Optics and Lasers in Engineering* 4 (1983), Nr. 1, S. 13–24
- [Rog01] ROGERS, D. F.: Chapter 7 – Rational B-spline surfaces. In: *An Introduction to NURBS*. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2001 (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics). – ISBN 978–1–55860–669–2, S. 209–262
- [RR00] REICH, C. ; RITTER, R. ; THESING, J.: 3-D shape measurement of complex objects by combining photogrammetry and fringe projection. In: *Optical Engineering* 39 (2000), Nr. 1, S. 224–231

- [RS09] RAHLVES, M. ; SEEWIG, J.: *Optisches Messen technischer Oberflächen: Messprinzipien und Begriffe*. 1. Auflage. Berlin : Beuth, 2009 (Beuth-Pocket : Messwesen). – ISBN 978–3–410–17133–1
- [Rud11] RUDOLPH, C.: *Beurteilung von Krümmungsabweichungen auf Fahrzeugverglasungen*, HafenCity Universität Hamburg, Diplomarbeit, 2011. – unveröffentlichte Masterarbeit
- [RW91] RITTER, R. ; WILKE, W.: Slope and contour measurement by the reflection grating method and the photogrammetric principle. In: *Optics and Lasers in Engineering* 15 (1991), Nr. 2, S. 103–113
- [Seß09] SESSNER, R.: *Richtungscodierte Deflektometrie durch Telezentrie*, Universität Erlangen-Nürnberg, Dissertation, 2009
- [SF12] SCHWARZ, C. ; FIRLUS, T. ; RETTIG, D.: Autodesign: Der Charme der alten Schönheiten. In: *Wirtschafts Woche* (2012), 17. März
- [SL14a] SCHAEFFER, H. A. ; LANGFELD, R.: Glas und seine vielfältigen Anwendungen. In: *Werkstoff Glas*. Springer Berlin Heidelberg, 2014, S. 41–130
- [SL14b] SCHAEFFER, H. A. ; LANGFELD, R.: Herstellung – Schmelzen und Formgebung von Glas. In: *Werkstoff Glas*. Springer Berlin Heidelberg, 2014, S. 131–170
- [Sur96] SURREL, Y.: Design of algorithms for phase measurements by the use of phase stepping. In: *Appl. Opt.* 35 (1996), Januar, Nr. 1, S. 51–60
- [Sus16] SUSENBURGER, A.: *Messung mit einer Krümmungsmessuhr im Glaslabor der Volkswagen AG*. Persönliche Mitteilung, 2016
- [SW16a] SCHNEIDER, J. ; WÖRNER, J.-D. ; SCHNEIDER, F. ; SCHULA, S. ; KUNTSCHKE, J.: Bearbeitung von Glas. In: *Glasbau: Grundlagen, Berechnung, Konstruktion*. 2. Auflage. Berlin Heidelberg : Springer, 2016. – ISBN 978–3–540–68927–0, Kapitel 4, S. 115–137
- [SW16b] SCHNEIDER, J. ; WÖRNER, J.-D. ; SCHNEIDER, F. ; SCHULA, S. ; KUNTSCHKE, J.: Werkstoff Glas. In: *Glasbau: Grundlagen, Berechnung, Konstruktion*. 2. Auflage. Berlin Heidelberg : Springer, 2016. – ISBN 978–3–540–68927–0, Kapitel 1, S. 1–25
- [Thi10] THIELBEER, B.: Glänzende Ansichten – Reflexionsmesstechnik im Fahrzeugbau. In: LUHMANN, T.; MÜLLER, C. (Hrsg.): *Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik: Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2010*. Wichmann, 2010. – ISBN 978–3–87907–494–5, S. 302–308
- [TM15] TIPLER, P. A. ; MOSCA, G. ; WAGNER, J. (Hrsg.): *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure*. 7. deutsche Auflage. Springer Spektrum, 2015. – ISBN 978–3–642–54165–0
- [Via12] VIAVISION: Transparent gemacht: Einsatz von Spezialgläsern im Fahrzeug. In: *Volkswagen Group – Nachrichten aus der mobilen Zukunft* (2012)

- [Vol16] VOLKSWAGEN NEWS: *Volkswagen: The Brand (0:23)*. Offizieller YouTube Kanal der Kommunikation der Marke Volkswagen. <https://www.youtube.com/watch?v=A4-tJCw2i4s>. Version: Oktober 2016
- [Vol17a] VOLKSWAGEN AG: Nach Umbau: Erster e-Golf rollt heute in der Gläsernen Manufaktur in Dresden vom Band. In: *Presseinformation vom 3. April 2017. Online erhältlich unter volkswagen-media-services.com, abgerufen am 3. August 2017*. (2017)
- [Vol17b] VOLKSWAGEN AG: *Wir definieren Mobilität neu. Geschäftsbericht 2016*. abrufbar unter: <http://geschaeftsbericht2016.volkswagenag.com>, 2017
- [VWMa] *Fahrzeugbild mit freundlicher Genehmigung der Volkswagen Marketing Database*. November 2017. [www.volkswagen-marketing-database.com](http://www.volkswagen-marketing-database.com)
- [VWMb] *Fahrzeugbild mit freundlicher Genehmigung der Volkswagen Media Services*. August 2017. [www.volkswagen-media-services.com](http://www.volkswagen-media-services.com)
- [Wal89] WALTER, U.: Was sind NURBS? In: *CAD/CAM 3* (1989), S. 96–98
- [War11] WARTMANN, C.: *Das Blender-Buch: 3D-Grafik und Animation mit Blender 2.5. 4.*, aktualisierte und erweiterte Neuauflage. dpunkt.verlag, 2011. – ISBN 978-3-89864-610-9
- [WE87] WESTER-EBBINGHAUS, W.: Ingenieur-Photogrammetrie – Neue Möglichkeiten. In: *BDVI-Forum (Zeitschrift des Bundes der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure)* 4 (1987), S. 193–213
- [Wei03] WEIGT, P.: Optik von Windschutzscheiben: Rohglasoptik, Verbundglasoptik, Fertigungsfehler, moderne Messmethoden. In: TEICHER, G. (Hrsg.): *Glas im Automobil II*. Haus der Technik Fachbuch, Expert Verlag Essen, 2003, S. 25–38
- [Wer11] WERLING, S. B.: *Deflektometrie zur automatischen Sichtprüfung und Rekonstruktion spiegelnder Oberflächen*, Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), Dissertation, 2011
- [Wio01] WIORA, G.: *Optische 3D-Messtechnik: Präzise Gestaltvermessung mit einem erweiterten Streifenprojektionsverfahren*, Universität Heidelberg, Dissertation, 2001
- [XP03] XIANG, Z. ; PLASTOCK, R. A.: *Computergrafik: IT-Studienausgabe*. 1. Auflage, Übersetzung aus der amerikanischen Originalausgabe *Computer Graphics*. Bonn : mitp, 2003

# Anhang

## Verzeichnis der Anhänge

A.1 Fragebogen zum Umgang mit der Reflexionsoptik . . . . .	132
A.2 Rasterreflexionsbilder der Basisscheiben . . . . .	134
A.3 Virtuelle Scheibenvarianten . . . . .	136
A.4 Ergebnisse der Befragungen . . . . .	147
A.5 Berechnete Formabweichungsquotienten . . . . .	165
A.6 Eingefärbte Cluster einiger Varianten . . . . .	169
A.7 Testscheiben Rand . . . . .	174
A.8 Frontscheiben zur Validierung der Kennzahlen . . . . .	177



## A.1 Fragebogen zum Umgang mit der Reflexionsoptik



### Fragebogen

Reflexionsoptik Workshop 11.02.2016

Als Teilnehmer des heutigen Workshops lade ich Sie dazu ein, mich bei meiner Doktorarbeit zu unterstützen, indem Sie die nachstehenden Fragen beantworten. Ihre Aussagen werden mir helfen aussagekräftige Kennzahlen zur objektiven Beurteilung der Reflexionsoptik von Fahrzeugscheiben zu entwickeln. Selbstverständlich sind alle Angaben freiwillig und anonym, sodass keine Rückschlüsse auf Ihre Person möglich sind. Falls Sie eine Frage nicht beantworten wollen, können Sie diese auslassen. Die Umfrage ist mit der Kommission Datenschutz und dem Betriebsrat abgestimmt.

1. Bezeichnung Ihrer Tätigkeit: \_\_\_\_\_

#### BEWERTUNG DER FAHRZEUGVERGLASUNG ALLGEMEIN

2. Wie oft bewerten Sie Fahrzeugscheiben? (Anzahl Scheiben pro Bewertungsgang: \_\_\_\_ Stück)

<input type="radio"/> mehrmals am Tag	<input type="radio"/> mehrmals pro Woche	<input type="radio"/> 1x pro Woche	<input type="radio"/> 1-2x im Monat	<input type="radio"/> seltener
---------------------------------------	--	------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

3. Wieviel Prozent ihrer täglichen Arbeit macht die allgemeine Kontrolle von Fahrzeugscheiben aus?

<input type="radio"/> 0-20%	<input type="radio"/> 20-40%	<input type="radio"/> 40-60%	<input type="radio"/> 60-80%	<input type="radio"/> 80-100%
-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------

4. Was sind für Sie die wichtigsten drei Kriterien zur allgemeinen Bewertung der Scheiben?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Nennen Sie drei Gründe für eine n.i.O.-Bewertung.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Welchen Anforderungen muss eine Scheibe gerecht werden, um von Ihnen gut benotet zu werden?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Der visuelle Eindruck / die ästhetische Anmutung fließt in meine Beurteilung mit ein.

<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
--------------------------	----------------------------

#### BEWERTUNG DER FAHRZEUGVERGLASUNG BEZÜGLICH IHRER REFLEXIONSOPTIK

8. Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema „Reflexionsoptik von Fahrzeugscheiben“?

<input type="radio"/> seit einigen Tagen	<input type="radio"/> seit einigen Wochen	<input type="radio"/> seit wenigen Monaten	<input type="radio"/> seit etwa einem Jahr	<input type="radio"/> seit mehreren Jahren
--	---	--	--	--

– Bitte wenden. –

9. Wie würden Sie Ihren Erfahrungsschatz bzgl. der Reflexionsoptik von Fahrzeugscheiben bewerten?

<input type="radio"/> überdurchschnittlich	<input type="radio"/> sehr gut	<input type="radio"/> gut	<input type="radio"/> ausreichend	<input type="radio"/> verbesserungsbedürftig
--	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	--

10. Wie oft bewerten Sie Fahrzeugscheiben bezüglich ihrer Reflexionsoptik? (Anzahl Scheiben: \_\_\_\_ Stk.)

<input type="radio"/> mehrmals am Tag	<input type="radio"/> mehrmals pro Woche	<input type="radio"/> 1x pro Woche	<input type="radio"/> 1-2x im Monat	<input type="radio"/> seltener
---------------------------------------	--	------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

11. Steht Ihnen ein Rasterreflexions-Aufbau zur Verfügung (Beleuchtetes Raster, dessen Reflexion in der Scheibe betrachtet wird)?

<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
--------------------------	----------------------------

12. Wenn ja, wie zufrieden sind Sie mit diesem?

<input type="radio"/> sehr zufrieden	<input type="radio"/> zufrieden	<input type="radio"/> mittel	<input type="radio"/> weniger zufrieden	<input type="radio"/> unzufrieden
--------------------------------------	---------------------------------	------------------------------	---	-----------------------------------

---

#### KRÜMMUNGSMESSVERFAHREN

13. Was erwarten Sie von dem neuen (Krümmungs-) Messverfahren?

---



---

14. Die Falschfarbendarstellung der Krümmung ist verständlich.

<input type="radio"/> Ich stimme voll zu.	<input type="radio"/> Ich stimme eher zu.	<input type="radio"/> teils/teils	<input type="radio"/> Ich stimme eher nicht zu.	<input type="radio"/> Ich stimme nicht zu.
---	---	-----------------------------------	---	--

15. Ich kann mir vorstellen in Zukunft die Krümmungsmessung zur Bewertung von Fahrzeugscheiben heranzuziehen.

<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
--------------------------	----------------------------

Grund: \_\_\_\_\_

16. Der Reflexionsoptik-Workshop war hilfreich.

<input type="radio"/> Ich stimme zu.	<input type="radio"/> eher	<input type="radio"/> teils/teils	<input type="radio"/> weniger	<input type="radio"/> Ich stimme nicht zu.
--------------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--

---

#### SONSTIGES

17. Sonstige Anmerkungen:

---



---

18. Ich bin damit einverstanden, dass die von mir hier angegebenen Daten anonymisiert für die Promotion von Stephanie Demuth verwendet werden.

<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
--------------------------	----------------------------

Wenn Sie offen für eventuelle Rückfragen meinerseits sind, lassen Sie mir bitte separat Ihre Kontaktdaten zukommen. Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

## A.2 Rasterreflexionsbilder der Basisscheiben

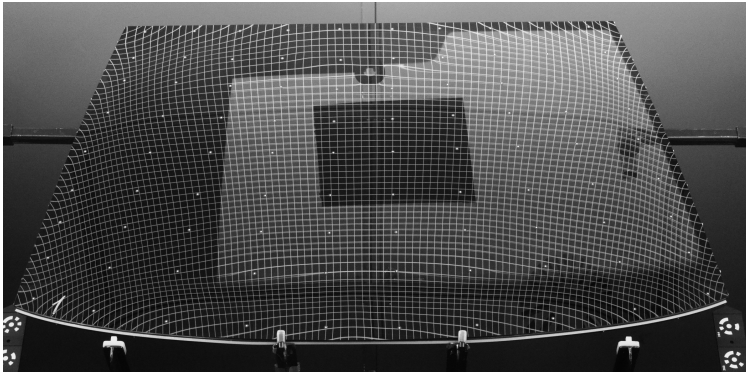


Abbildung A.1: Rasterreflexionsbild von Basisscheibe Nummer 1

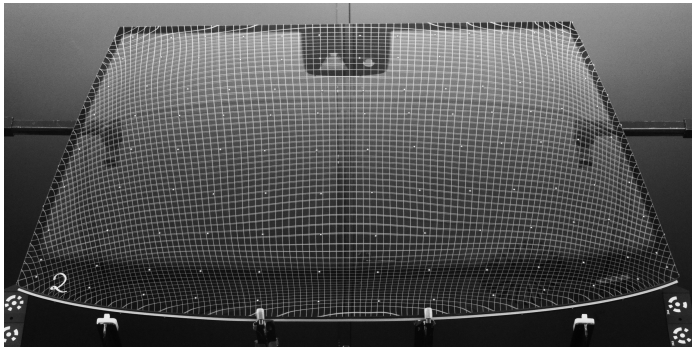
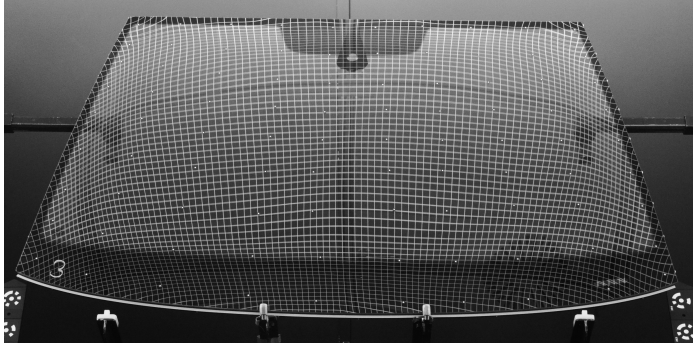
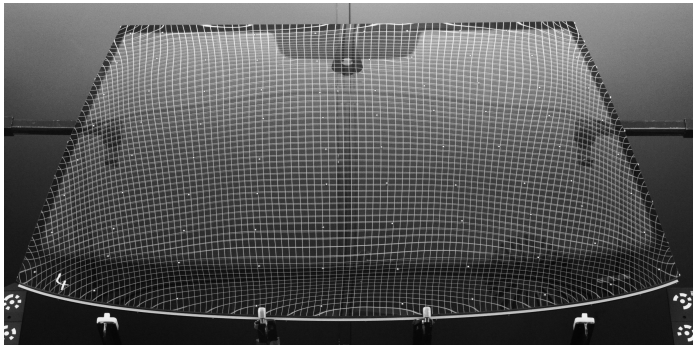


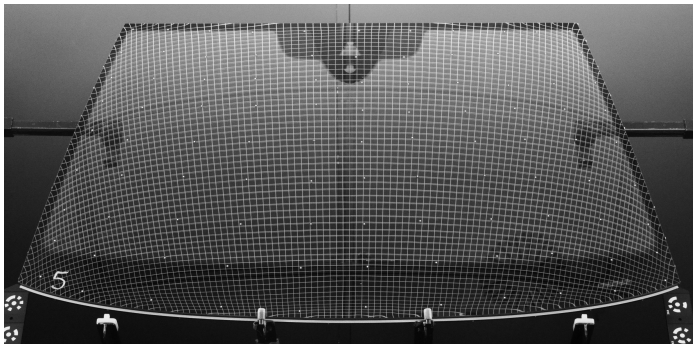
Abbildung A.2: Rasterreflexionsbild von Basisscheibe Nummer 2



**Abbildung A.3:** Rasterreflexionsbild von Basisscheibe Nummer 3



**Abbildung A.4:** Rasterreflexionsbild von Basisscheibe Nummer 4



**Abbildung A.5:** Rasterreflexionsbild von Basisscheibe Nummer 5

### A.3 Virtuelle Scheibenvarianten

Im Folgenden sind die Rasterreflexionsbilder, die berechneten Krümmungen und die Flächenvergleiche der virtuellen Scheibenvarianten aufgeführt.

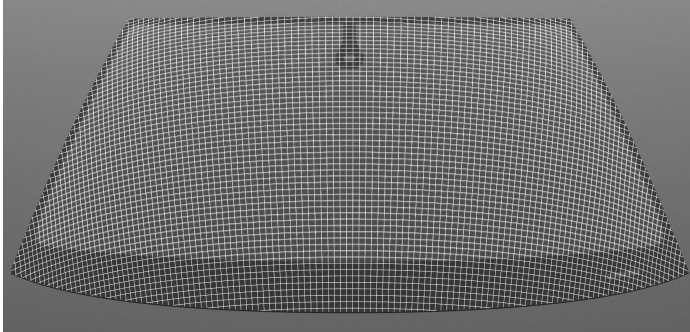


Abbildung A.6: Virtuelles Rasterreflexionsbild des CAD-Modells

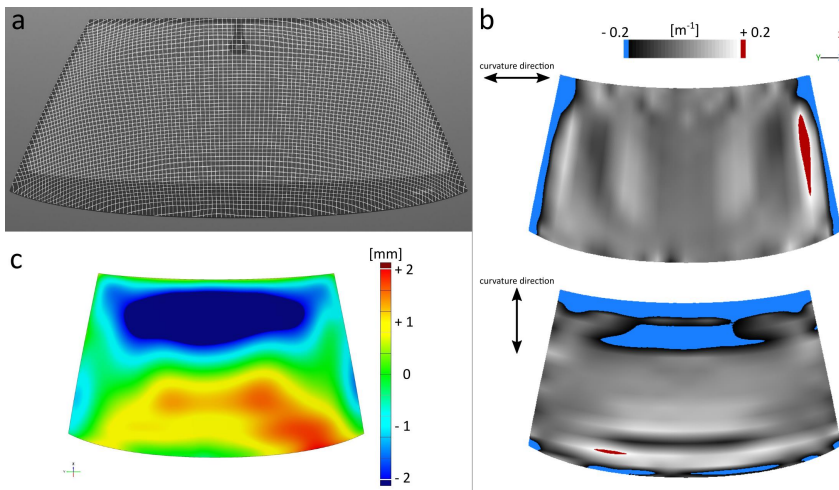
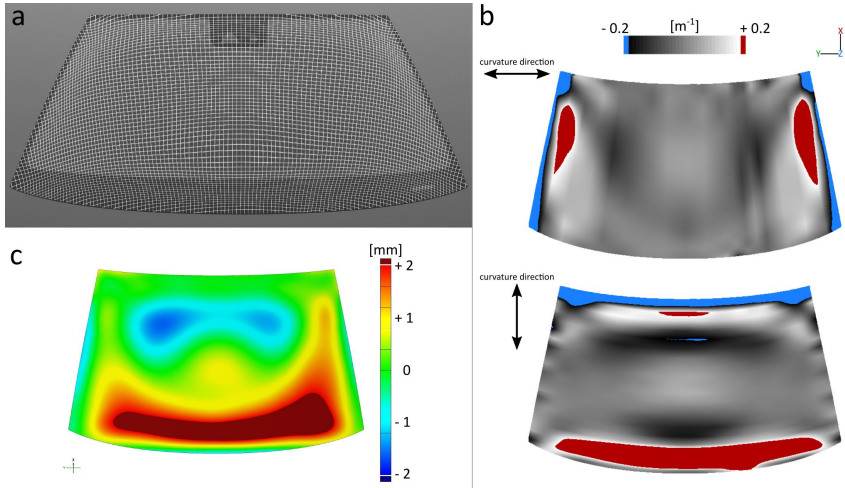
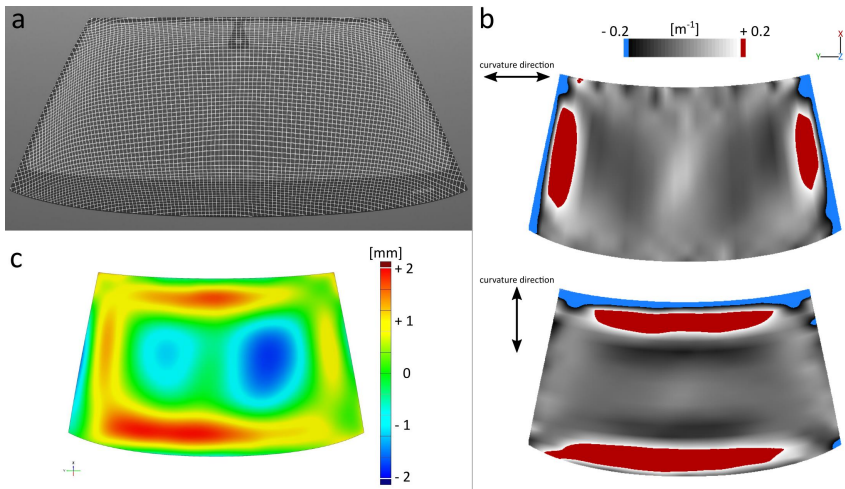


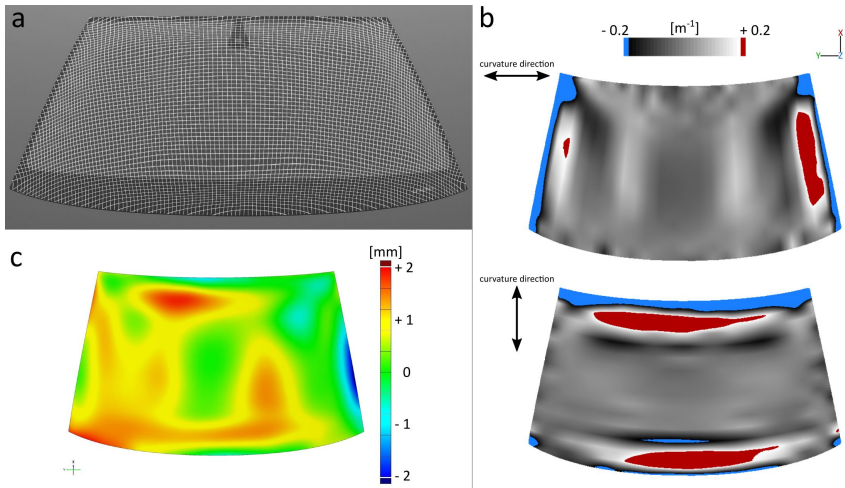
Abbildung A.7: Basisscheibe Nummer 1: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



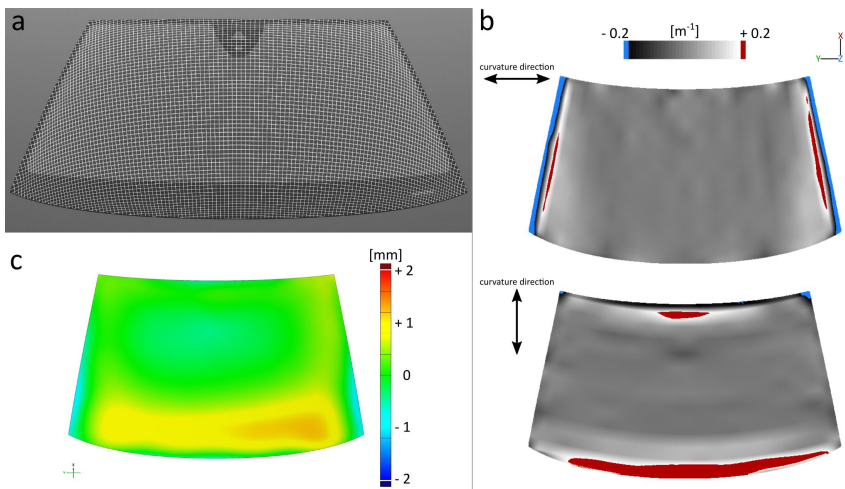
**Abbildung A.8:** Basisscheibe Nummer 2: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $m^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



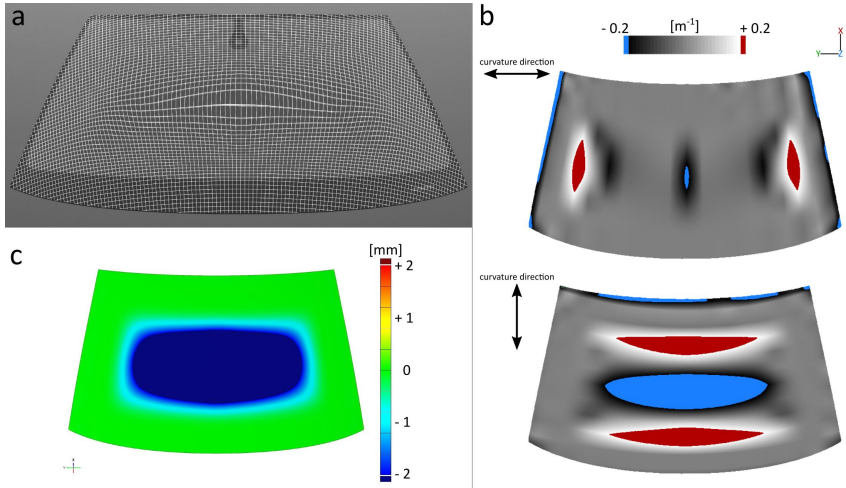
**Abbildung A.9:** Basisscheibe Nummer 3: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $m^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



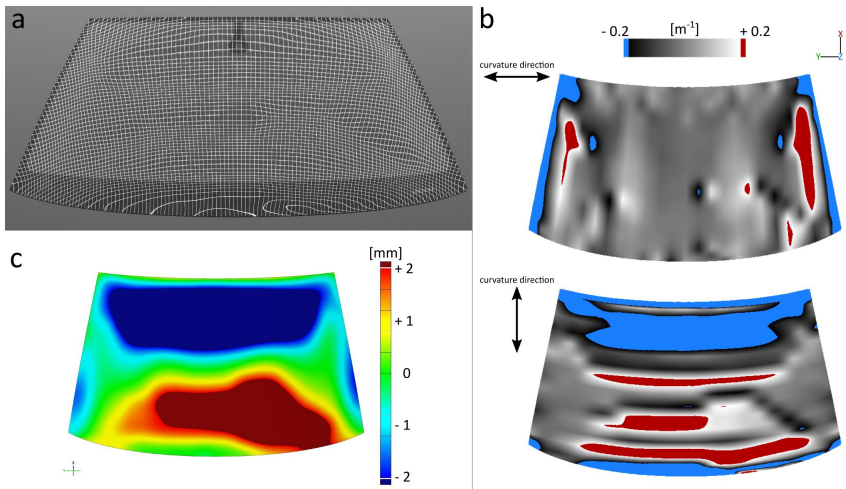
**Abbildung A.10:** Basisscheibe Nummer 4: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



**Abbildung A.11:** Basisscheibe Nummer 5: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]

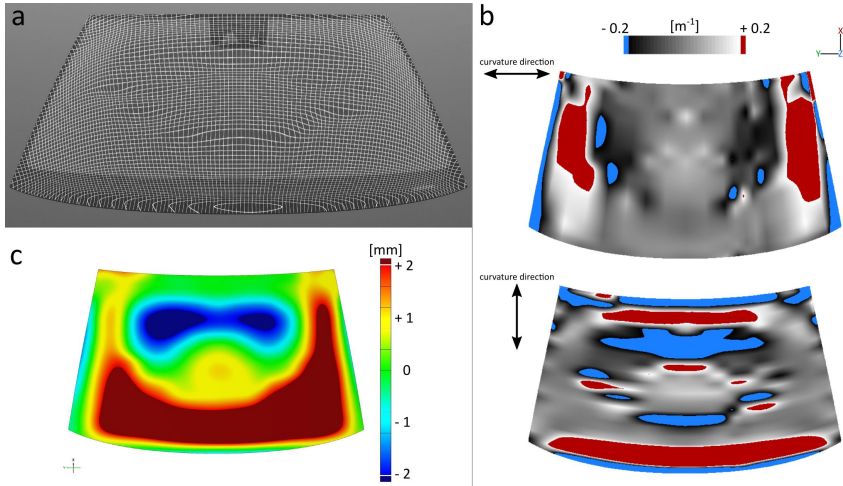


**Abbildung A.12:** Variante 0a3: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]

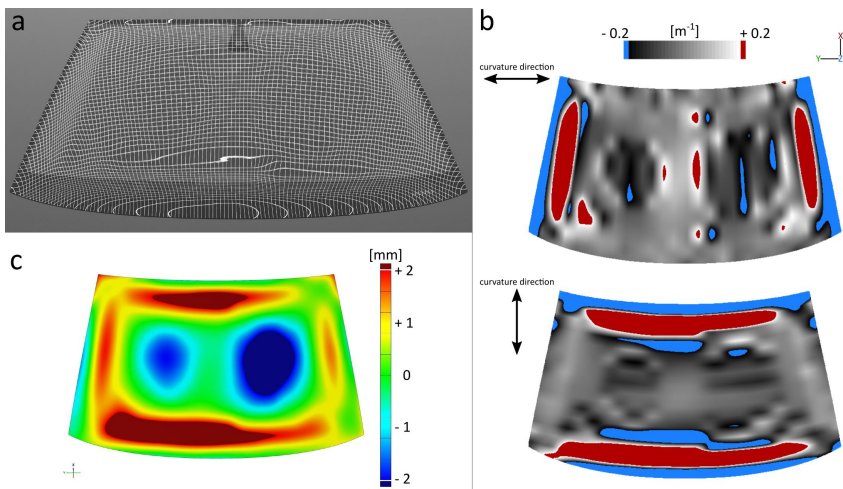


**Abbildung A.13:** Variante 1n2: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]

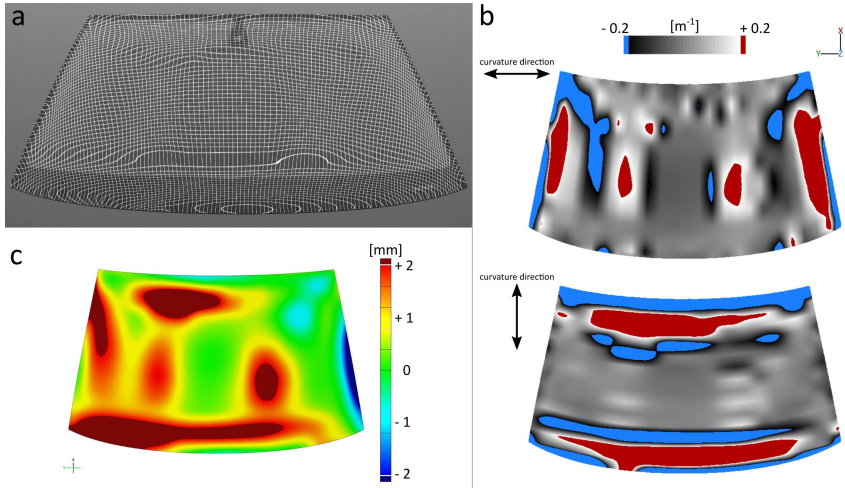




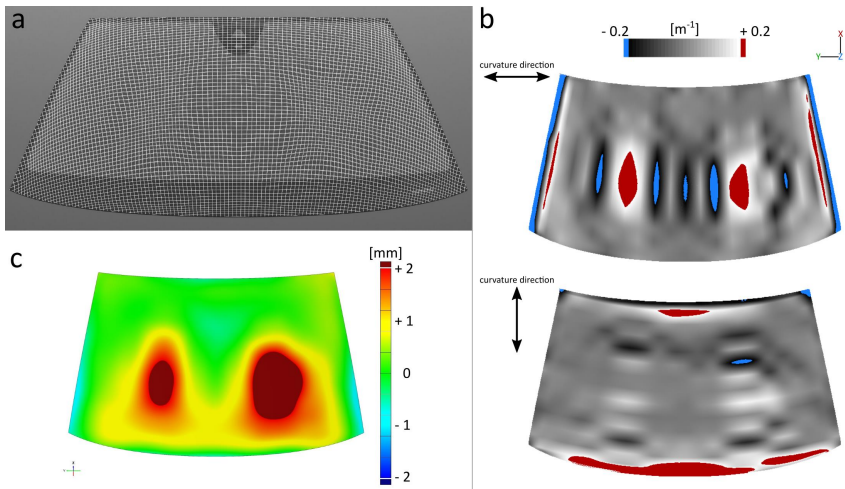
**Abbildung A.14:** Variante 2n2: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



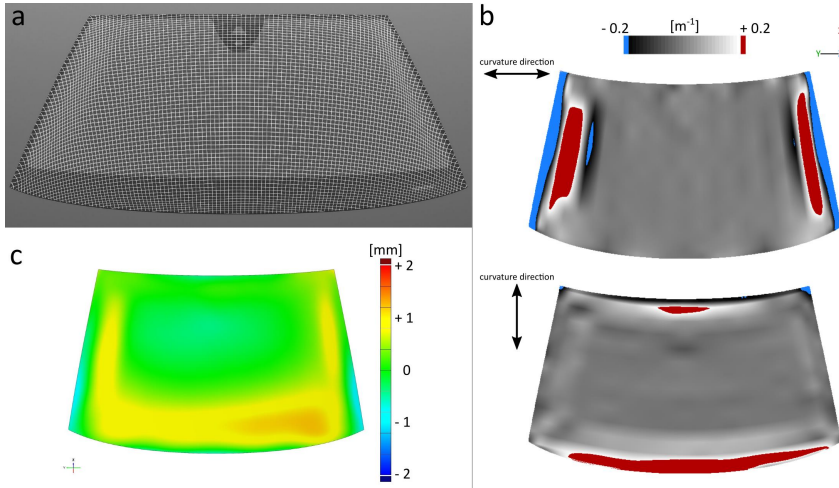
**Abbildung A.15:** Variante 3m3: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



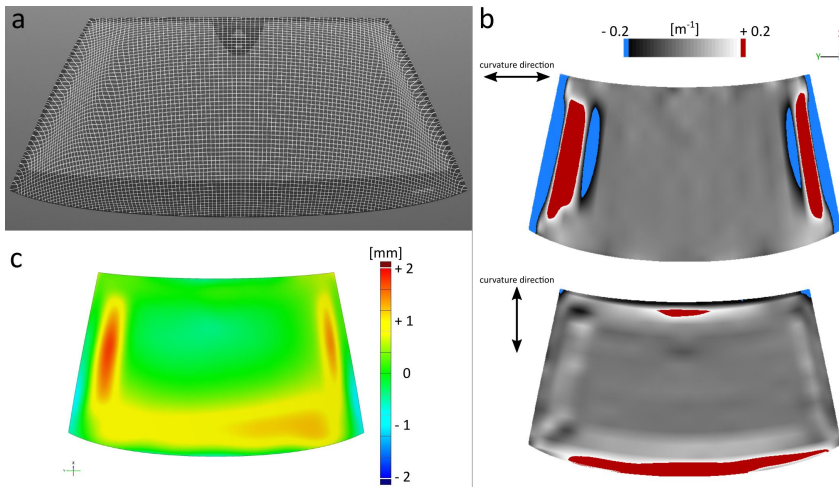
**Abbildung A.16:** Variante 4m4: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



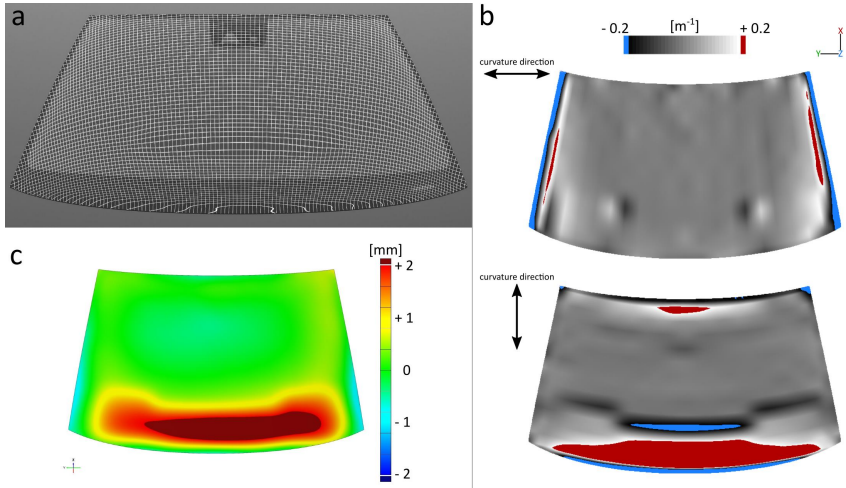
**Abbildung A.17:** Variante 5c3: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



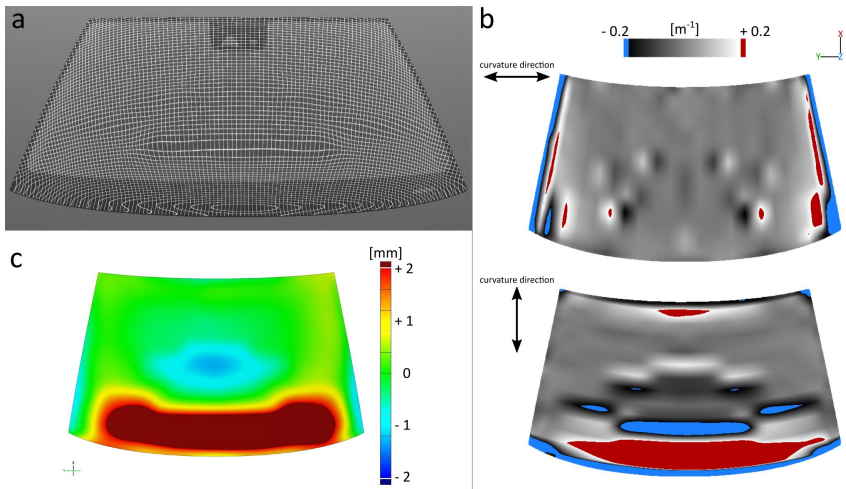
**Abbildung A.18:** Variante 5d2: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



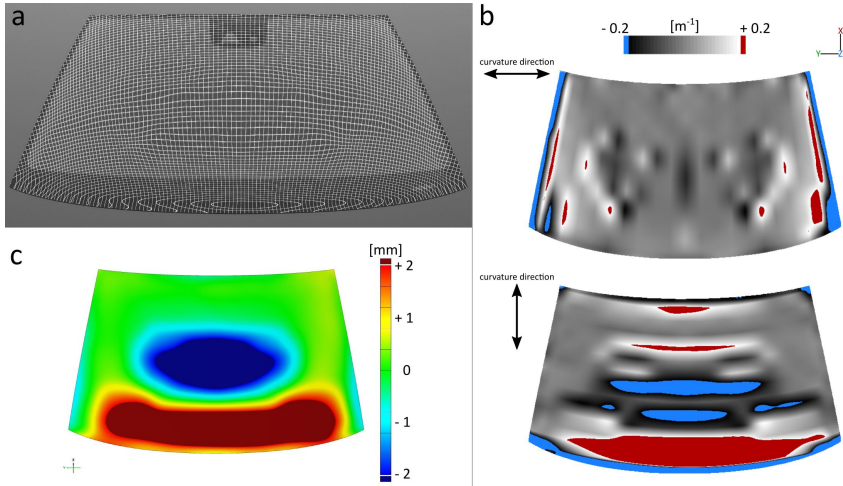
**Abbildung A.19:** Variante 5d3: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



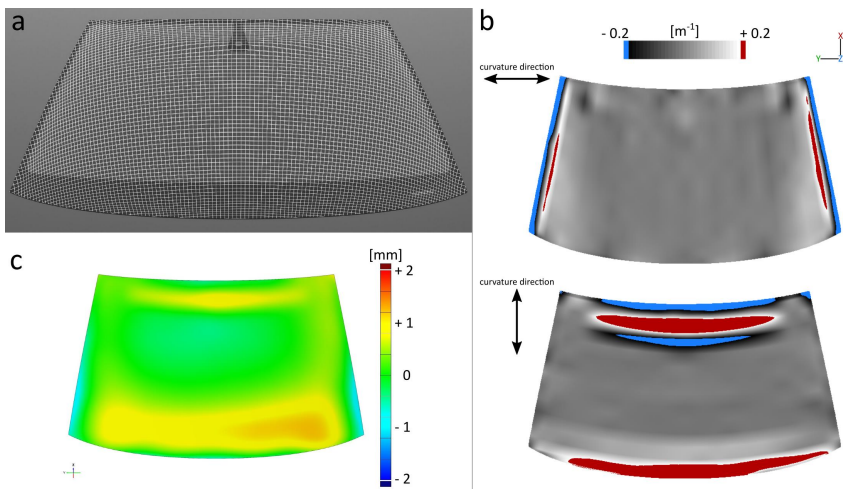
**Abbildung A.20:** Variante 5f1: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



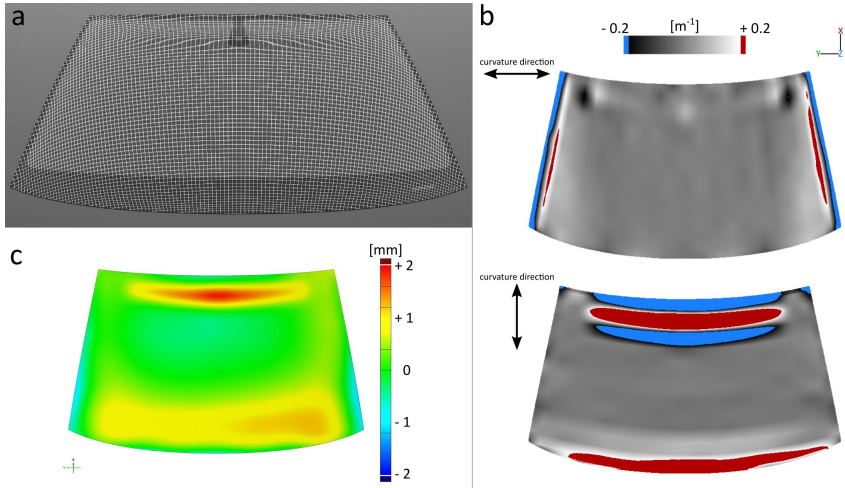
**Abbildung A.21:** Variante 5f9: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



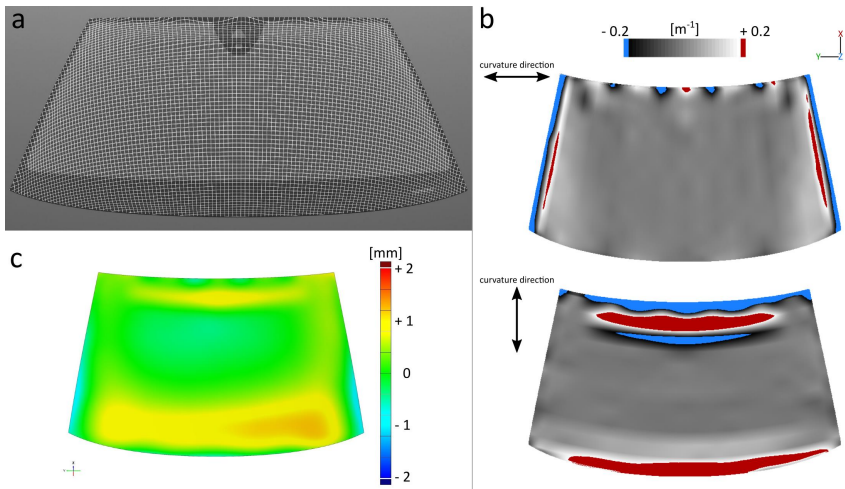
**Abbildung A.22:** Variante 5f12: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



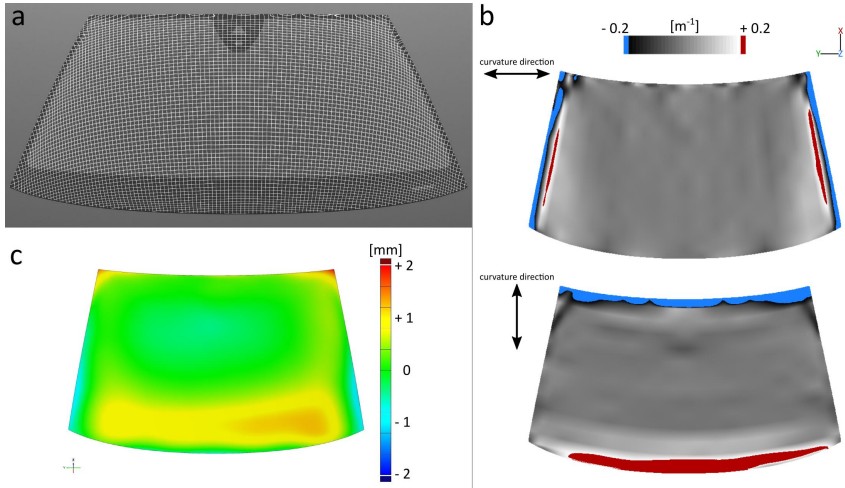
**Abbildung A.23:** Variante 5g1: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll  $[m^{-1}]$  und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll  $[mm]$



**Abbildung A.24:** Variante 5g2: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $m^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



**Abbildung A.25:** Variante 5i4: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $m^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [mm]



**Abbildung A.26:** Variante 5k4: a) virtuelles Rasterreflexionsbild, b) Krümmungsdifferenz zum Soll [ $\text{m}^{-1}$ ] und c) geometrische Abweichung der Flächenrückführung vom Soll [ $\text{mm}$ ]

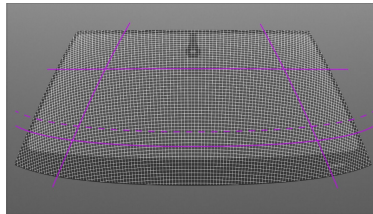
## A.4 Ergebnisse der Befragungen

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Auditoren- und Glasexpertenbefragung (vgl. Kapitel 7) anhand der virtuellen Rasterreflexionsbilder dargestellt. Die Bewertung der Auditoren ist vollflächig farblich in die jeweilige Zone eingetragen. Die Markierungen der Glasexperten sind mit farbigen Konturen dargestellt. Die Farbe entspricht der Einordnung der Verzerrung (vgl. Abb. 7.2):

- grün: „wird toleriert“
- gelb: „grenzwertig“
- rot: „nicht akzeptabel“

Außerdem befindet sich unter dem virtuellen Rasterreflexionsbild jeweils die Bewertungstabelle der Glasexperten mit den jeweils gemittelten Aussagen und der Beschreibung der markierten Verzerrung nach dem Merkmalkatalog (s. Tab. 5.1). Eine Ausnahme sind zwei der „Basis verstärkt“-Varianten (3m3 und 4m4), hier sind jeweils nur die vom erfahrensten Glasexperten ausgefüllten Tabellen und die dazugehörigen Markierungen dargestellt, da die Reflexionsoptik hier derart bewertet wurde, dass keine einzelnen Merkmale unterschieden werden konnten.

Für die acht Varianten, die im zweiten Durchgang der Glasexpertenbefragung untersucht wurden (Basisscheiben 1, 3, 4, 5 und Varianten 5d2, 5f1, 5g1, 5i4), ist das Rasterreflexionsbild nochmals, diesmal mit den Markierungen des zweiten Durchgangs und die dazugehörige Bewertungstabelle dargestellt. Hier sind zusätzlich Einträge in kursiver Schrift vorhanden, die von weniger als 50% der befragten Glasexperten geäußert wurden.

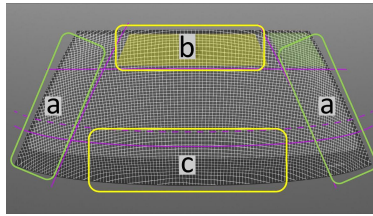


Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	i.O.	–	–	wird toleriert
Anmerkung: „Super! Hätte ich gerne!“, „Spitzenmäßige Scheibe“, „Musterscheibe“				

**Abbildung A.27:** Visuelle Bewertung des CAD-Modells: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

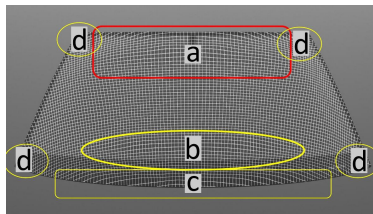


## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



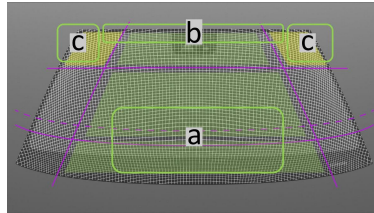
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Überbiegung	Linienverlauf	überbogen	wird toleriert
b	Unterbiegung zur Dachkante in Scheibenmitte	Linienverlauf	flach	grenzwertig
c	Unterbiegung und Welligkeit Fläche im vertikalen Krümmungsverlauf	Linienabstand	wellig	grenzwertig
Anmerkung: –				

## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung im oberen Bereich (TO v.a. für FAS prüfen) 100%	inakzeptabel
b	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld (TO prüfen!) 80%	grenzwertig
c	Welligkeit Rand an Motorkante 45% (wird evtl. von Motorhaube verdeckt)	grenzwertig
d	Welligkeit Fläche an Ecken 36%	grenzwertig
Anmerkung: –		

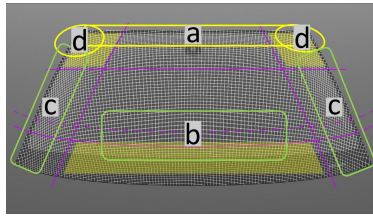
**Abbildung A.28:** Visuelle Bewertung zu Basisscheibe 1: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld	Linienabstand	flach	wird toleriert
b	Unterbiegung zur Dachkante hin im mittleren Bereich	Linienverlauf	wellig	wird toleriert
c	Welligkeit Fläche in oberen Scheibenecken	Linienabstand	wellig	wird toleriert
Anmerkung: –				

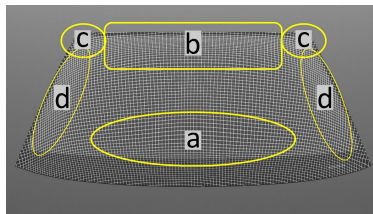
**Abbildung A.29:** Visuelle Bewertung zu Basisscheibe 2: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Unterbiegung an der Dachkante	Linienabstand	flach	grenzwertig
a	Welligkeiten Rand (Werkzeugabdrücke)	–	wellig	grenzwertig
b	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld	Linienabstand	flach	wird toleriert
c	Überbiegung + Rand = Senkbiegeverfahren	Linienverlauf	überbogen	wird toleriert
d	Welligkeit Fläche (Designecke Senkbiegeverfahren)	–	–	grenzwertig
Anmerkung: –				

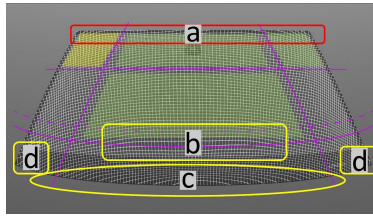
## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld 73%	grenzwertig
b	Welligkeit Rand im oberen Bereich 73%	grenzwertig
c	Welligkeit Fläche in Ecken oben 64%	grenzwertig
d	Rand links und rechts 36%	grenzwertig
Anmerkung: –		

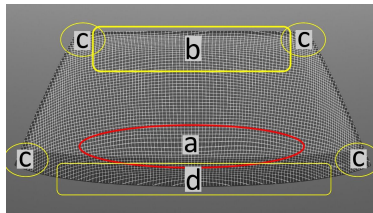
**Abbildung A.30:** Visuelle Bewertung zu Basisscheibe 3: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)

Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Rand	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
b	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld	Linienabstand	flach	grenzwertig
c	Rand	Linienverlauf	flach	grenzwertig
d	Unterbiegung	Linienabstand	flach	grenzwertig
Anmerkung: –				

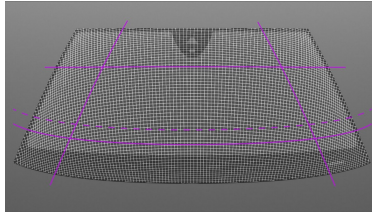
Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld 100% (Fischmaul, TO prüfen: Brennlinie am Schwarzdruckrand?)	inakzeptabel
b	Welligkeit Rand im oberen Bereich 91%	grenzwertig
c	Welligkeit Fläche an Ecken 45%	grenzwertig
d	Welligkeit Rand an Motorkante	grenzwertig
Anmerkung: –		

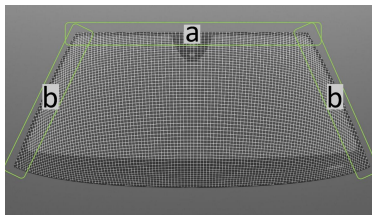
**Abbildung A.31:** Visuelle Bewertung zu Basisscheibe 4: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)

## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



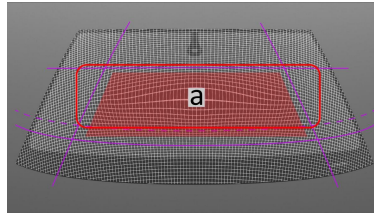
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	–	Linienverlauf	–	wird toleriert
Anmerkung: „So eine Scheibe hätte ich gerne“, „sehr gleichmäßige Reflexionsoptik“, leichtes Abknicken der Linien an den seitlichen Rändern				

## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



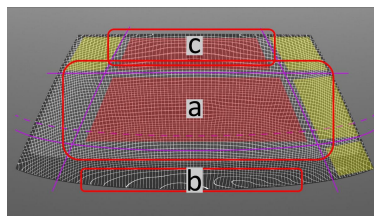
Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	<i>Welligkeit Rand an Dachkante 36%</i>	<i>wird toleriert</i>
b	<i>Rand an seitlichen Rändern 36%</i>	<i>wird toleriert</i>
Anmerkung: „Top Class Scheibe“, „Beste Scheibe“		

**Abbildung A.32:** Visuelle Bewertung zu Basisscheibe 5: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)



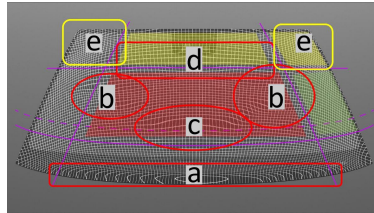
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	extreme Unterbiegung im A-Sichtfeld	Linienabstand	flach	inakzeptabel
Anmerkung: „Ups! Keine Wischfähigkeit gewährleistet“				

**Abbildung A.33:** Visuelle Bewertung zu Variante 0a3: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten



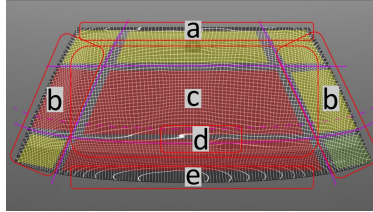
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Fläche asymmetr.	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
b	Unterbiegung	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
c	Unterbiegung (+ Rand)	Linienabstand	flach	inakzeptabel
Anmerkung: –				

**Abbildung A.34:** Visuelle Bewertung zu Variante 1n2: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Rand (abknickende Linien)	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
b	Welligkeit Fläche	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
c	Unterbiegung	Linienabstand	flach	inakzeptabel
d	Unterbiegung	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
e	Welligkeit Fläche	Linienabstand	wellig	grenzwertig
Anmerkung: b, c, d: unter- und überbogene Bereiche wechseln sich ab, daher ist FS nicht wischfähig				

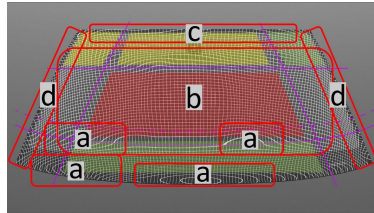
**Abbildung A.35:** Visuelle Bewertung zu Variante 2n2: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	An der Dachkante gibt es kurz- und langwellige Formänderungen. Hier sind Dellen.	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
b	Die Scheiben sind parallel zur A-Säule konvex überbogen. Die Krümmung ist nicht stetig. Die Ränder laufen flacher aus und haben Dellen.	Linienverlauf	überbogen	inakzeptabel
c	Die gesamten Scheibenfläche wirkt im Rasterbild unruhig. Die Wischfähigkeit ist nicht gewährleistet.	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
d	Im unteren B-Sichtfeld liegen innerhalb der Flachstelle noch zwei Dellen.	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
e	Innerhalb des Keramikdrucks kommt es zu konvexen Formänderungen.	Linienabstand	flach	inakzeptabel
Anmerkung: Beurteilung des erfahrensten Glasexperten, gesamt: komplette Scheibe wellig, es gibt Lang- und Kurzwelligkeiten, Überbiegungen und Flachstellen ⇒ inakzeptabel!				

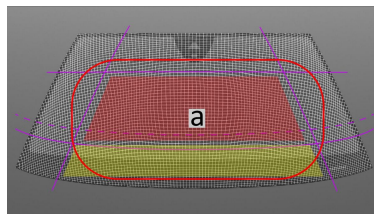
**Abbildung A.36:** Visuelle Bewertung zu Variante 3m3: Bewertung der Auditoren und eines Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle des Glasexperten





Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	wechselnder Krümmungsverlauf zur Motorkante hin, bis zu Dellen	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
b	unharmonischer Krümmungsverlauf, Wischfähigkeit nicht vorhanden	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
c	Langwelligkeiten an der Dachkante	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
d	Kurzwelligkeiten in den senkrechten Keramikrändern, bis hin zu Dellen	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
Anmerkung: Beurteilung des erfahrensten Glasexperten, Welligkeit/Gegenläufigkeit auf gesamter Scheibenfläche, Überbiegungen und Flachstellen wechseln sich ab, Asymmetrie ⇒ inakzeptabel				

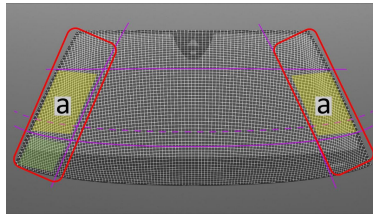
**Abbildung A.37:** Visuelle Bewertung zu Variante 4m4: Bewertung der Auditoren und eines Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle des Glasexperten



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Fläche	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
Anmerkung: –				

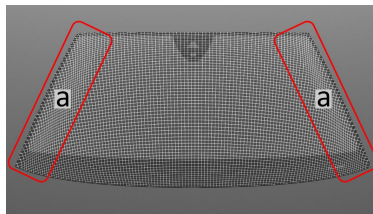
**Abbildung A.38:** Visuelle Bewertung zu Variante 5c3: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



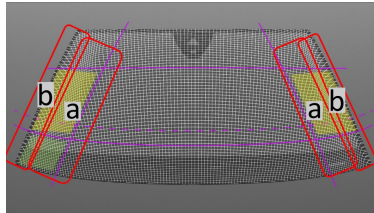
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Überbiegung	Linienverlauf	überbogen	inakzeptabel
Anmerkung: „Parallel zur A-Säule sind die Scheiben konvex überbogen, danach flacht die Krümmung ab.“, „Wischfunktion n.i.O. Umlenkgeräusch“				

## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Überbiegung an seitlichen Rändern 91% (Wischfähigkeit?)	inakzeptabel
Anmerkung: –		

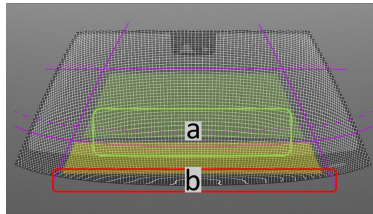
**Abbildung A.39:** Visuelle Bewertung zu Variante 5d2: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Fläche, abrupter Übergang	Linienverlauf	überbogen	inakzeptabel
b	Rand	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
Anmerkung: –				

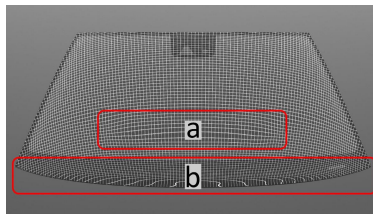
**Abbildung A.40:** Visuelle Bewertung zu Variante 5d3: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



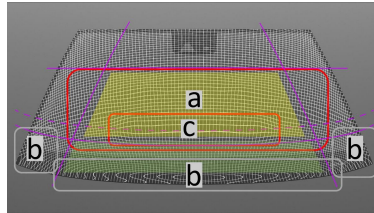
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Unterbiegung	Linienabstand	flach	wird toleriert
b	Rand	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
Anmerkung: –				

## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



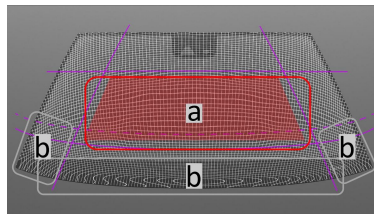
Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung im unteren B-Sichtfeld 100% (Überprüfung am Fahrzeug empfohlen wegen möglicher Verdeckung)	inakzeptabel
b	Rand an Motorkante 73%	inakzeptabel
Anmerkung: –		

**Abbildung A.41:** Visuelle Bewertung zu Variante 5f1: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Fläche	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
b	fertigungstechnisch unrealistisch, daher keine Einordnung, obwohl der Bereich bewertet wurde			
c	Unterbiegung	Linienabstand	flach	inakzeptabel
Anmerkung: –				

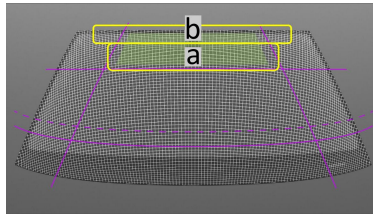
**Abbildung A.42:** Visuelle Bewertung zu Variante 5f9: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Fläche	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
b	fertigungstechnisch unrealistisch, daher keine Einordnung, obwohl der Bereich bewertet wurde			
Anmerkung: –				

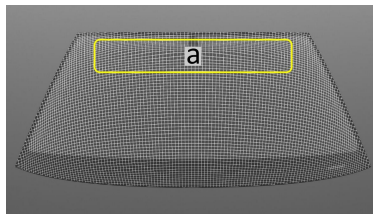
**Abbildung A.43:** Visuelle Bewertung zu Variante 5f12: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



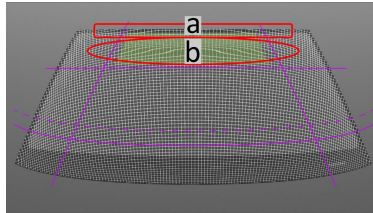
Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Unterbiegung im Bereich des Regensensors	Linienabstand	flach	grenzwertig
b	Unterbiegung zur Dachkante	Linienabstand	flach	grenzwertig
Anmerkung: –				

## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung am Spiegelfuß 100% (Fischmaul, Kamerafunktion überprüfen)	grenzwertig
Anmerkung: –		

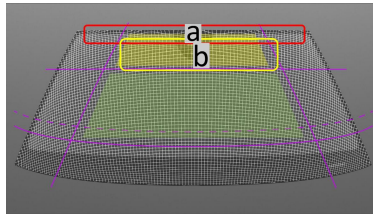
**Abbildung A.44:** Visuelle Bewertung zu Variante 5g1: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Unterbiegung	Linienabstand	flach	inakzeptabel
b	Welligkeit Fläche	Linienabstand	wellig	inakzeptabel
Anmerkung: –				

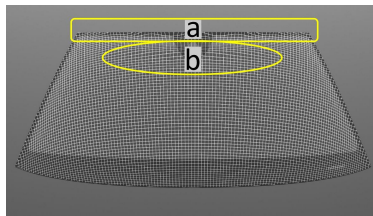
**Abbildung A.45:** Visuelle Bewertung zu Variante 5g2: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

## Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Welligkeit Rand an der Dachkante	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
b	Unterbiegung an der 3. Sonnenblende	Linienabstand	flach	grenzwertig
Anmerkung: –				

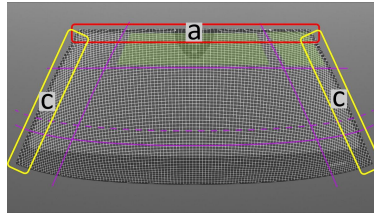
## Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang):



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Welligkeit Rand an Dachkante 100%	grenzwertig
b	Unterbiegung am Spiegelfuß 100%	grenzwertig
Anmerkung: Optisches Erscheinungsbild am Fahrzeug und Funktion Kamerasystem sind ausschlaggebend		

**Abbildung A.46:** Visuelle Bewertung zu Variante 5i4: Bewertung der Auditoren und Glasexperten (1. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten (oben) und Bewertung der Glasexperten (2. Durchgang) im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle (unten)





Nr.	Beschreibung	erkannt an	Bedeutung für Fläche	Einordnung
a	Rand	Linienverlauf	wellig	inakzeptabel
c	Welligkeit Rand	Linienabstand	wellig	grenzwertig
Anmerkung: a: „Kurzwelligkeit“				

**Abbildung A.47:** Visuelle Bewertung zu Variante 5k4: Bewertung der Auditoren und Glasexperten im Rasterreflexionsbild und Bewertungstabelle der Glasexperten

## A.5 Berechnete Formabweichungsquotienten

**Tabelle A.1:** FAQ-Werte Schnitte Überbiegung

n.i.O.	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_+}{\text{m}^{-2}}$	grenzw.	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_+}{\text{m}^{-2}}$
5d2 I 2 B	113	0.36	3.19	#1 III 2 M	79	0.26	3.29
5d2 I 2 F	72	0.68	9.44	#1 III 3 M	85	0.22	2.59
5d2 I 3 B	125	0.34	2.72	#1 III 4 M	78	0.22	2.82
5d2 I 3 F	80	0.63	7.88	#4 III 2 D	132	0.43	3.26
				#4 III 3 D	139	0.46	3.31
				#4 III 4 D	99	0.23	2.32
i.O.	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_+}{\text{m}^{-2}}$	neutral	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_+}{\text{m}^{-2}}$
#1 I 2 B	91	0.11	1.21	#2 I 2 B	184	0.40	2.17
#1 I 2 F	119	0.28	2.35	#2 I 2 F	191	0.49	2.57
#1 I 3 B	118	0.13	1.10	#2 I 3 B	225	0.24	1.07
#1 I 3 F	130	0.22	1.69	#2 I 3 F	231	0.30	1.30
#1 I 4 B	202	0.10	0.50	#4 I 2 B	88	0.22	2.50
#1 I 4 F	143	0.17	1.19	#4 I 2 F	129	0.36	2.79
#2 III 2 M	172	0.60	3.49	#4 I 3 B	135	0.19	1.41
#2 III 4 M	174	0.62	3.56	#4 I 3 F	137	0.31	2.26
#3 I 2 B	160	0.52	3.25	#5 I 2 B	159	0.18	1.13
#3 I 2 F	154	0.44	2.86	#5 I 2 F	159	0.30	1.89
#3 I 3 B	173	0.49	2.83	#5 I 3 B	210	0.23	1.10
#3 I 3 F	166	0.37	2.23	#5 I 3 F	202	0.36	1.78
#3 I 4 B	225	0.26	1.16	#5 III 2 M	234	0.59	2.52
#3 I 4 F	228	0.14	0.61	#5 III 2 D	123	0.12	0.98
				#5 III 3 M	230	0.67	2.91
				#5 III 3 D	130	0.29	2.23
				#5 III 4 M	212	0.52	2.45
				#5 III 4 D	115	0.17	1.48

**Tabelle A.2:** FAQ-Mittelwerte Schnitte Überbiegung

Überbiegung	n.i.O.	grenzw.	i.O.	neutral
$\overline{FAQ_+} / \text{m}^{-2}$	5.8	2.9	2.0	1.9
$\sigma_{\overline{FAQ_+}} / \text{m}^{-2}$	1.7	0.2	0.3	0.2

Tabelle A.3: FAQ-Werte Schnitte Unterbiegung

n.i.O.	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_-}{\text{m}^{-2}}$	grenzw.	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_-}{\text{m}^{-2}}$
#4 III 2 M	126	-0.14	-1.11	#1 III 2 M	63	-0.17	-2.70
#4 III 3 M	124	-0.14	-1.13	#1 III 3 M	61	-0.17	-2.79
#4 III 4 M	85	-0.09	-1.06	#1 III 4 M	72	-0.15	-2.08
5d2 I 2 B	95	-0.23	-2.42	#3 III 2 M	137	-0.10	-0.73
5d2 I 2 F	76	-0.19	-2.50	#3 III 2 D	177	-0.12	-0.68
5d2 I 3 B	92	-0.20	-2.17	#3 III 3 M	207	-0.13	-0.63
5d2 I 3 F	73	-0.13	-1.78	#3 III 3 D	219	-0.14	-0.64
5d2 I 4 B	82	-0.06	-0.73	#3 III 4 M	155	-0.10	-0.65
5f1 III 2 M	115	-0.19	-1.65	#3 III 4 D	187	-0.12	-0.64
5f1 III 3 M	113	-0.27	-2.39	#4 III 2 D	169	-0.12	-0.71
5f1 III 4 M	112	-0.21	-1.88	#4 III 4 D	144	-0.10	-0.69
5g2 III 2 D	90	-0.23	-2.56	5g1 III 2 D	92	-0.23	-2.50
5g2 III 3 D	160	-0.29	-1.81	5g1 III 3 D	159	-0.29	-1.82
5g2 III 4 D	96	-0.23	-2.40	5g1 III 3 D	92	-0.23	-2.50

i.O.	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_-}{\text{m}^{-2}}$	neutral	$\frac{b}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta k_{max}}{\text{m}^{-1}}$	$\frac{FAQ_-}{\text{m}^{-2}}$
#1 I 2 B	170	-0.09	-0.53	#2 I 2 B	280	-0.10	-0.36
#1 I 2 F	175	-0.10	-0.57	#2 I 2 F	268	-0.11	-0.41
#1 I 3 B	162	-0.10	-0.62	#2 I 3 B	258	-0.10	-0.39
#1 I 3 F	165	-0.06	-0.36	#2 I 3 F	242	-0.11	-0.45
#1 I 4 B	96	-0.06	-0.63	#4 I 2 B	163	-0.11	-0.67
#2 III 2 M	150	-0.06	-0.40	#4 I 2 F	175	-0.15	-0.86
#2 III 3 M	191	-0.16	-0.84	#4 I 3 B	151	-0.06	-0.40
#2 III 4 M	162	-0.07	-0.43	#4 I 3 F	163	-0.07	-0.43
#3 I 2 B	300	-0.09	-0.30				
#3 I 2 F	315	-0.11	-0.35				
#3 I 3 B	337	-0.08	-0.24				
#3 I 3 F	367	-0.09	-0.25				
#3 I 4 B	270	-0.08	-0.30				
#3 I 4 F	326	-0.09	-0.28				

Tabelle A.4: FAQ-Mittelwerte Schnitte Unterbiegung

Unterbiegung	n.i.O.	grenzw.	i.O.	neutral
$\overline{FAQ_-} / \text{m}^{-2}$	-1.8	-1.4	-0.4	-0.5
$\sigma_{\overline{FAQ_-}} / \text{m}^{-2}$	0.2	0.2	0.1	0.1

**Tabelle A.5:** FAQ-Werte Cluster Überbiegung

n.i.O.	$\frac{FAQ_+}{m^{-2}}$	grenzw.	$\frac{FAQ_+}{m^{-2}}$
5d2 B1	3.8	#1 M1	4.1
5d2 F1	8.8	#3 D1	5.0
#4 M1	5.8	#3 M1	3.5
5g2 D1	14.9	#4 D1	6.8
		5f1 M1	4.9
		5g1 D1	7.5
		neutral	$\frac{FAQ_+}{m^{-2}}$
		#1 B3	1.1
		#1 F3	1.1
		#2 B1	2.7
		#2 BF3	0.8
		#2 F1	3.2
		#3 BF3	1.5
		#4 B1	2.7
		#4 B3	1.2
		#4 F3	1.1
		#4 F1	3.5
		#5 B1	2.0
		#5 F1	2.8
		#1 M3	0.7
		#2 DM4	0.6
		#5 D1	4.4
		#5 M1	5.0
		5f1 D1	5.0
		5g1 M1	3.7
		5g2 M1	3.8
i.O.	$\frac{FAQ_+}{m^{-2}}$		
#1 B1	1.8		
#1 F1	2.7		
#3 B1	3.7		
#3 F1	3.6		
#2 D1	3.1		
#2 M1	6.7		

**Tabelle A.6:** FAQ-Mittelwerte Cluster Überbiegung

Überbiegung	n.i.O.	grenzw.	i.O.	neutral
$\overline{FAQ_+} / m^{-2}$	8.3	5.3	3.6	2.5
$\sigma_{FAQ_+} / m^{-2}$	2.4	0.6	0.7	0.3

**Tabelle A.7:** FAQ-Werte Cluster Unterbiegung

n.i.O.	$\frac{FAQ_-}{m^{-2}}$	grenzw.	$\frac{FAQ_-}{m^{-2}}$
5d2 B2	-4.0	#1 M2	-4.5
5d2 F2	-4.7	#3 M2	-1.2
#4 M2	-2.1	#4 D2	-3.2
5g2 D2	-7.0	5f1 M2	-3.2
		5g1 D2	-3.9
		neutral	$\frac{FAQ_-}{m^{-2}}$
		#2 B2	-0.9
		#2 F2	-0.9
		#3 B2	-0.6
		#3 F2	-0.7
		#4 B2	-1.3
		#4 BF4	-0.5
		#4 F2	-2.0
		#2 D2	-1.8
		#3 D2	-1.0

**Tabelle A.8:** FAQ-Mittelwerte Cluster Unterbiegung

Unterbiegung	n.i.O.	grenzw.	i.O.	neutral
$\overline{FAQ_-} / m^{-2}$	-4.5	-3.2	-1.3	-1.1
$\sigma_{FAQ_-} / m^{-2}$	1.0	0.6	0.1	0.2

## A.6 Eingefärbte Cluster einiger Varianten

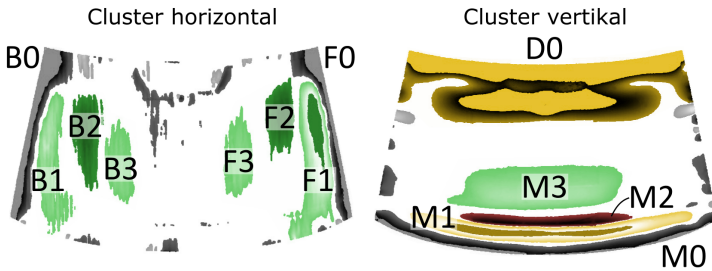


Abbildung A.48: Eingefärbte Cluster der Basisscheibe #1

Tabelle A.9:  $FAQ$ -Werte der Cluster von Basisscheibe #1

hor. Cluster	B0	B1	B2	B3	F3	F2	F1	F0
$FAQ [m^{-2}]$	-11.8	1.81	-1.31	1.07	1.06	-1.21	2.73	-16.35
vert. Cluster	D0	M3	M2	M1	M0			
$FAQ [m^{-2}]$	-2.9	0.71	-4.52	4.12	-8.05			

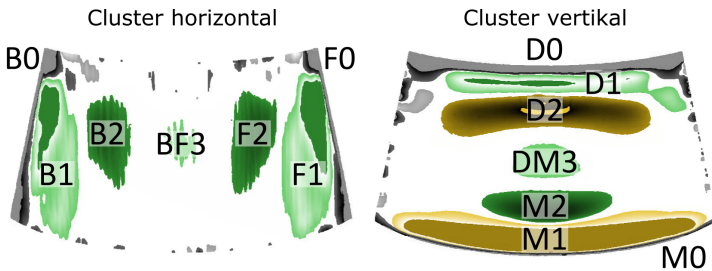
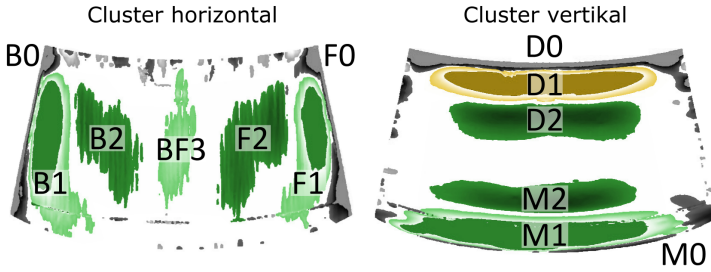


Abbildung A.49: Eingefärbte Cluster der Basisscheibe #2

Tabelle A.10:  $FAQ$ -Werte der Cluster von Basisscheibe #2

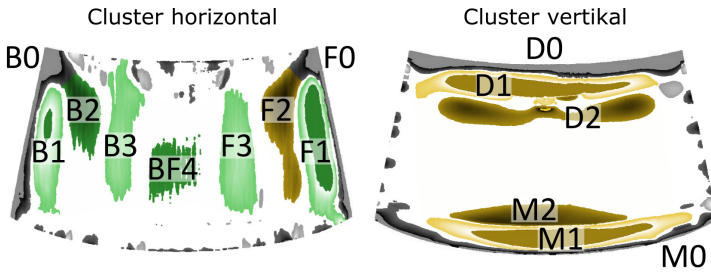
hor. Cluster	B0	B1	B2	BF3	F2	F1	F0
$FAQ [m^{-2}]$	-20.03	2.67	-0.9	0.84	-0.89	3.22	-24.92
vert. Cluster	D0	D1	D2	DM3	M2	M1	M0
$FAQ [m^{-2}]$	-12.92	3.14	-1.78	0.6	-1.39	6.71	-24.65



**Abbildung A.50:** Eingefärbte Cluster der Basisscheibe #3

**Tabelle A.11:** *FAQ*-Werte der Cluster von Basisscheibe #3

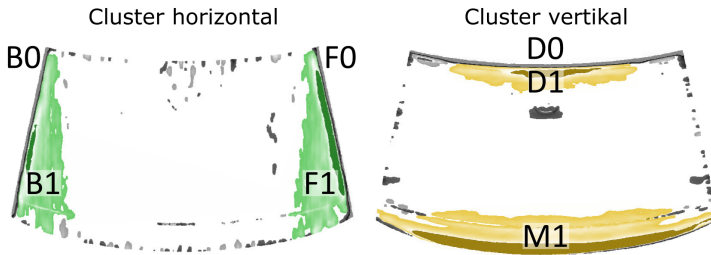
hor. Cluster	B0	B1	B2	BF3	F2	F1	F0
<i>FAQ</i> [ $\text{m}^{-2}$ ]	-18.79	3.72	-0.61	1.48	-0.69	3.6	-14.52
vert. Cluster	D0	D1	D2	M2	M1	M0	
<i>FAQ</i> [ $\text{m}^{-2}$ ]	-14.65	5.01	-0.98	-1.22	3.5	-18.25	



**Abbildung A.51:** Eingefärbte Cluster der Basisscheibe #4

**Tabelle A.12:** *FAQ*-Werte der Cluster von Basisscheibe #4

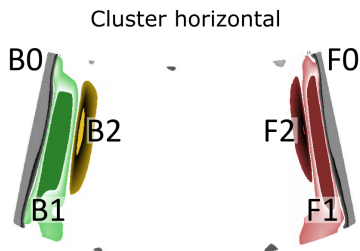
hor. Cluster	B0	B1	B2	B3	BF4	F3	F2	F1	F0
<i>FAQ</i> [ $\text{m}^{-2}$ ]	-14.21	2.67	-1.31	1.18	-0.47	1.07	-2.01	3.49	-22.79
vert. Cluster	D0	D1	D2	M2	M1	M0			
<i>FAQ</i> [ $\text{m}^{-2}$ ]	-14.48	6.76	-3.22	-2.13	5.75	-10.96			



**Abbildung A.52:** Eingefärbte Cluster der Basisscheibe #5

**Tabelle A.13:** *FAQ*-Werte der Cluster von Basisscheibe #5

hor. Cluster	B0	B1	F1	F0
<i>FAQ</i> [m <sup>-2</sup> ]	-47.31	1.96	2.82	-54.57
vert. Cluster	D0	D1	M1	M0
<i>FAQ</i> [m <sup>-2</sup> ]	-42.85	4.43	5.04	-

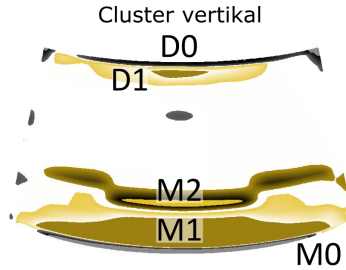


**Abbildung A.53:** Eingefärbte Cluster der Variante 5d2

**Tabelle A.14:** *FAQ*-Werte der Cluster von 5d2

hor. Cluster	B0	B1	B2	F2	F1	F0
<i>FAQ</i> [m <sup>-2</sup> ]	-19.12	3.82	-3.95	-4.73	8.81	-16.87

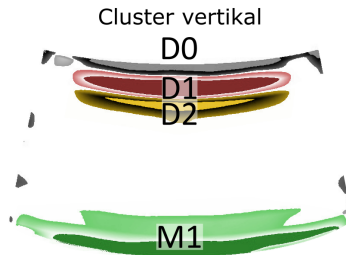




**Abbildung A.54:** Eingefärbte Cluster der Variante 5f1

**Tabelle A.15:** *FAQ*-Werte der Cluster von 5f1

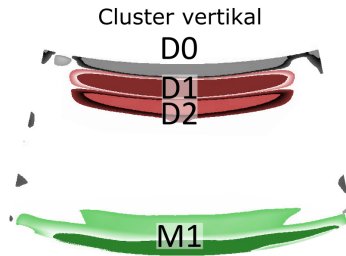
vert. Cluster	D0	D1	M2	M1	M0
<i>FAQ</i> [ $\text{m}^{-2}$ ]	-18.45	5.01	-3.2	4.86	-29.05



**Abbildung A.55:** Eingefärbte Cluster der Variante 5g1

**Tabelle A.16:** *FAQ*-Werte der Cluster von 5g1

vert. Cluster	D0	D1	D2	M1	M0
<i>FAQ</i> [ $\text{m}^{-2}$ ]	-7.86	7.5	-3.89	3.71	-



**Abbildung A.56:** Eingefärbte Cluster der Variante 5g2

**Tabelle A.17:** *FAQ*-Werte der Cluster von 5g2

vert. Cluster	D0	D1	D2	M1	M0
<i>FAQ</i> [m <sup>-2</sup> ]	-11.35	14.87	-7.04	3.78	-

## A.7 Testscheiben Rand

**Tabelle A.18:** FAQ-Werte für die 0er-Cluster der sechs Randscheiben

n.i.O	$\frac{\Delta k_{min}}{m^{-1}}$	$\frac{b}{mm}$	$\frac{FAQ}{m^{-2}}$
#1 B0	-0.77	26.48	-29.08
#2 B0	-0.77	27.76	-27.74
#6 B0	-1.76	58.20	-30.24
#2 F0	-0.78	11.62	-67.13
#3 F0	-0.68	43.70	-15.56
#6 F0	-1.87	76.78	-24.36
#1 D0	-0.77	309.98	-2.48
#3 D0	-0.67	52.82	-12.68
#4 D0	-0.78	53.28	-14.64
#6 D0	-1.50	303.00	-4.95
#1 M0	-0.37	31.41	-11.78

grenzw.	$\frac{\Delta k_{min}}{m^{-1}}$	$\frac{b}{mm}$	$\frac{FAQ}{m^{-2}}$
#3 B0	-0.59	13.36	-44.16
#4 B0	-0.78	19.09	-40.86
#1 F0	-0.75	19.14	-39.18
#4 F0	-0.76	8.48	-89.62
#2 D0	-0.72	62.87	-11.45
#2 M0	-0.30	10.32	-29.07
#3 M0	-0.06	7.84	-7.65
#6 M0	-1.76	9.61	-183.14

i.O.	$\frac{\Delta k_{min}}{m^{-1}}$	$\frac{b}{mm}$	$\frac{FAQ}{m^{-2}}$
#5 B0	-0.61	8.70	-70.11
#5 F0	-0.56	8.08	-69.31
#5 D0	-0.55	24.81	-22.17
#4 M0	-0.35	11.56	-30.28
#5 M0	-	-	-

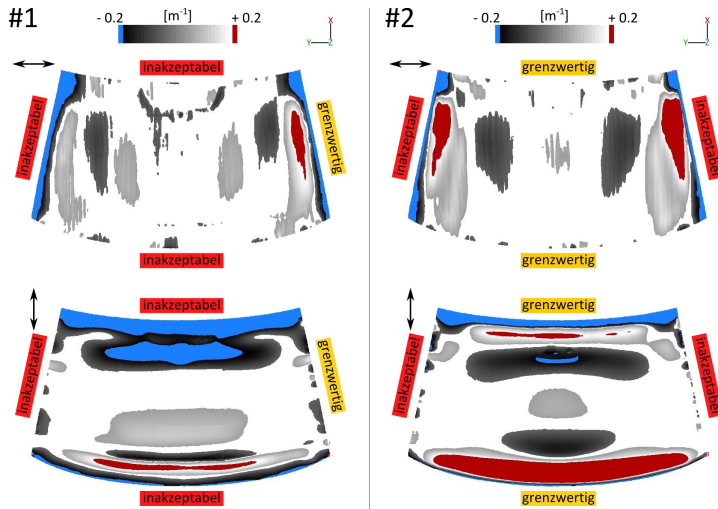


Abbildung A.57: Cluster Basisscheibe #1 und #2

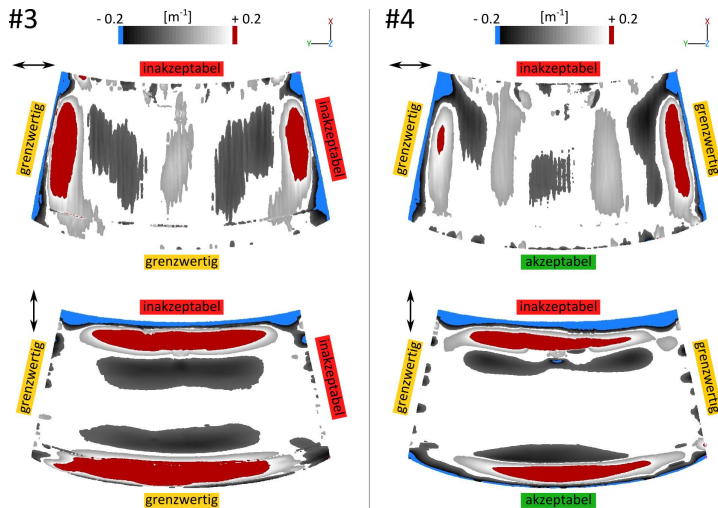


Abbildung A.58: Cluster Basisscheibe #3 und #4

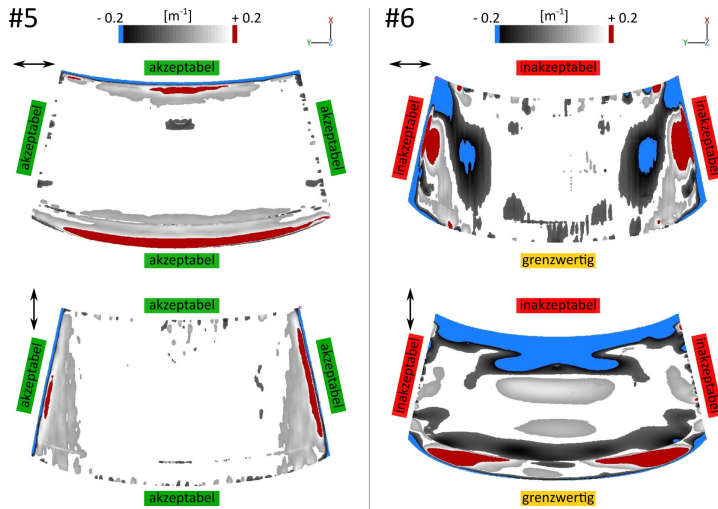


Abbildung A.59: Cluster Basisscheibe #5 und #6

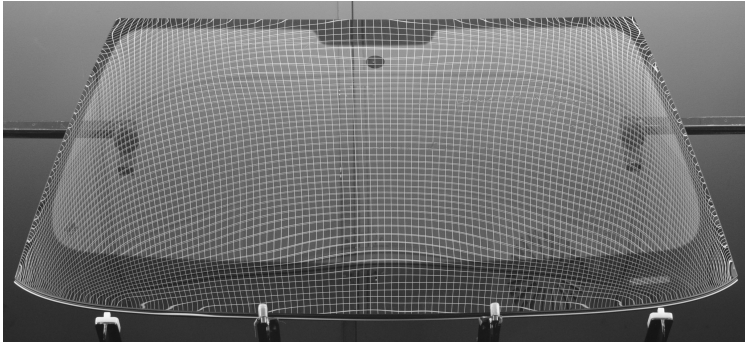
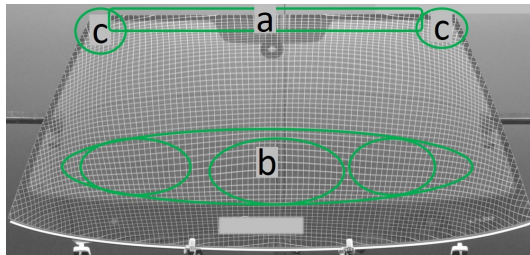


Abbildung A.60: Rasterreflexionsbild zu #6

### A.8 Frontscheiben zur Validierung der Kennzahlen



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung, gleichmäßige Abflachung	akzeptabel
b	Unterbiegung, die seitlich davon in Gegenläufigkeit resultiert	akzeptabel
c	Welligkeit Fläche, konkav/konvexe Formabweichung	akzeptabel

Abbildung A.61: Visuelle Bewertung der Frontscheibe V1

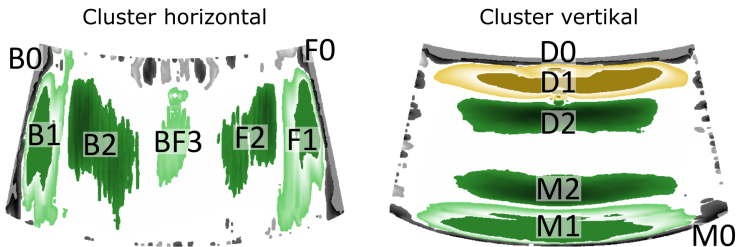
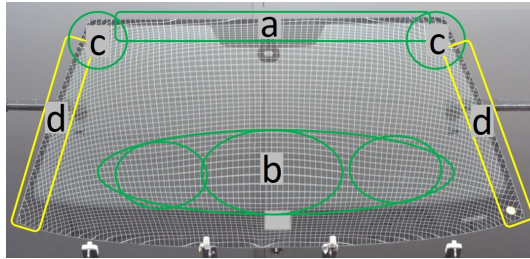


Abbildung A.62: Eingefärbte Cluster der Frontscheibe V1

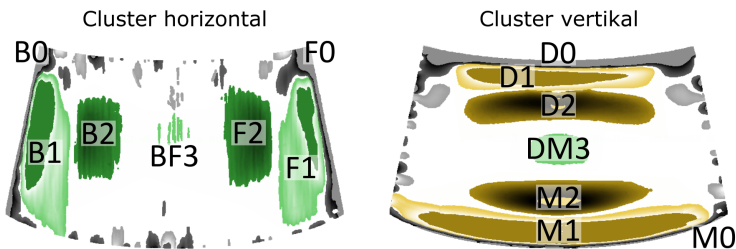
Tabelle A.19: FAQ-Werte der Cluster der Frontscheibe V1

hor. Cluster	B0	B1	B2	BF3	F2	F1	F0
$\Delta k_x / m^{-1}$	-0.74	0.405	-0.124	0.155	-0.118	0.361	-0.725
$b / mm$	31.9	112.8	174.7	87.4	147.7	132.6	36.1
$FAQ / m^{-2}$	-23.20	3.59	-0.71	1.77	-0.80	2.72	-20.08
vert. Cluster	D0	D1	D2	M2	M1	M0	
$\Delta k_x / m^{-1}$	-0.641	0.525	-0.174	-0.157	0.426	-0.269	
$b / mm$	37	125.8	130.9	120.4	143.6	18.1	
$FAQ / m^{-2}$	-17.32	4.17	-1.33	-1.30	2.97	-14.86	



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung	akzeptabel
b	Unterbiegung mittig, Welligkeit Fläche seitlich davon	akzeptabel
c	Unterbiegung in allen vier Scheibenecken	akzeptabel
d	Welligkeit Rand, links kurzwellige Formänderungen, rechts wesentlich ruhiger	grenzwertig

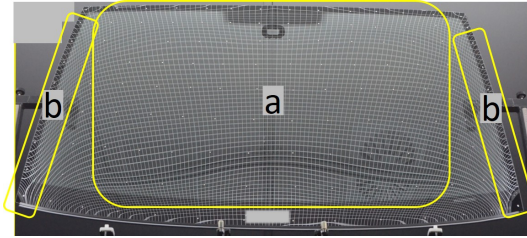
**Abbildung A.63:** Visuelle Bewertung der Frontscheibe V2



**Abbildung A.64:** Eingefärbte Cluster der Frontscheibe V2

**Tabelle A.20:** FAQ-Werte der Cluster der Frontscheibe V2

hor. Cluster	B0	B1	B2	BF3	F2	F1	F0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-0.737	0.489	-0.136	0.057	-0.136	0.339	-0.791
$b / \text{mm}$	28.1	154.5	168.1	81.4	162.6	148.2	59.5
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-26.23	3.17	-0.81	0.70	-0.84	2.29	-13.29
vert. Cluster	D0	D1	D2	DM3	M2	M1	M0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-0.734	0.481	-0.239	0.069	-0.212	0.58	-0.372
$b / \text{mm}$	53.2	93.3	126.2	117.6	125.1	124.2	15.8
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-13.80	5.16	-1.89	0.59	-1.69	4.67	-23.54



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unruhe, Wischfähigkeit muss untersucht werden	grenzwertig
b	Unruhe	grenzwertig

Abbildung A.65: Visuelle Bewertung der Frontscheibe V3

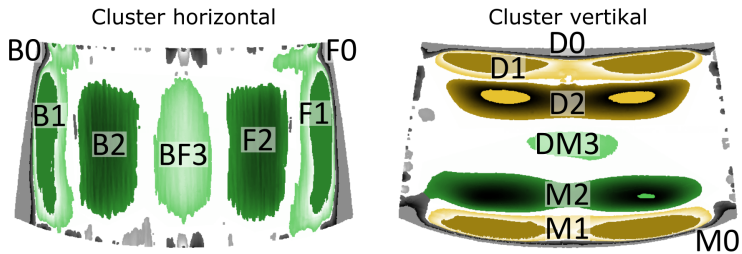
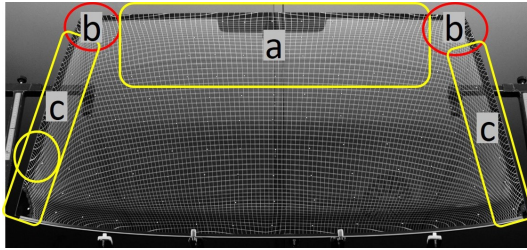


Abbildung A.66: Eingefärbte Cluster der Frontscheibe V3

Tabelle A.21: FAQ-Werte der Cluster der Frontscheibe V3

hor. Cluster	B0	B1	B2	BF3	F2	F1	F0
$\Delta k_x / m^{-1}$	-1.447	0.502	-0.137	0.147	-0.133	0.495	-1.418
$b / mm$	53.5	144.5	242.8	211.3	255.3	159.9	51.7
$FAQ / m^{-2}$	-27.05	3.47	-0.56	0.70	-0.52	3.10	-27.43
vert. Cluster	D0	D1	D2	DM3	M2	M1	M0
$\Delta k_x / m^{-1}$	-0.9	0.643	-0.235	0.072	-0.205	0.531	-0.585
$b / mm$	32.9	103.6	155.9	97	145.1	106.4	32.9
$FAQ / m^{-2}$	-27.36	6.21	-1.51	0.74	-1.41	4.99	-17.78





Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	nicht harmonische Biegung: Kombination aus Unter-, Über- und Unterbiegung von der Scheibenmitte zum Rand hin	grenzwertig
b	Welligkeit Fläche und Unterbiegung bis hin zu Dellen	inakzeptabel
c	Über- mit benachbarter Unterbiegung    zur A-Säule; Welligkeit Rand, kurzwellige Formänderungen bis hin zu Dellen	grenzwertig

Abbildung A.67: Visuelle Bewertung der Frontscheibe V4

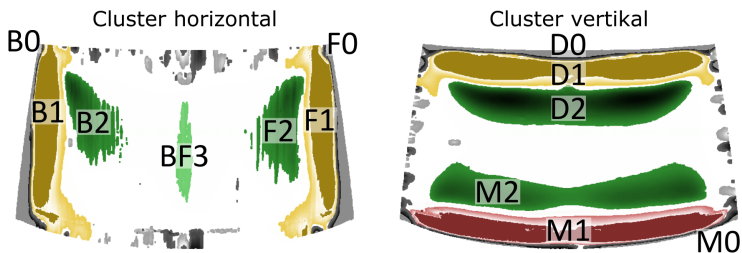


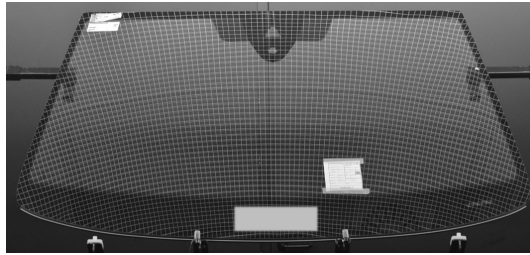
Abbildung A.68: Eingefärbte Cluster der Frontscheibe V4

Tabelle A.22:  $FAQ$ -Werte der Cluster der Frontscheibe V4

hor. Cluster	B0	B1	B2	BF3	F2	F1	F0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-1.343	0.924	-0.134	0.069	-0.125	0.788	-1.406
$b / \text{mm}$	38.8	147.8	145.6	49	137.1	143.9	44.6
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-34.61	6.25	-0.92	1.41	-0.91	5.48	-31.52

vert. Cluster	D0	D1	D2	M2	M1	M0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-0.866	0.687	-0.189	-0.117	0.846	-0.37
$b / \text{mm}$	28.4	127.9	152.8	137.8	115.4	17.5
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-30.49	5.37	-1.24	-0.85	7.33	-21.14



Nr.	Beschreibung	Einordnung
	„Die Scheibe wirkt perfekt!“	akzeptabel

Abbildung A.69: Visuelle Bewertung der Frontscheibe V5

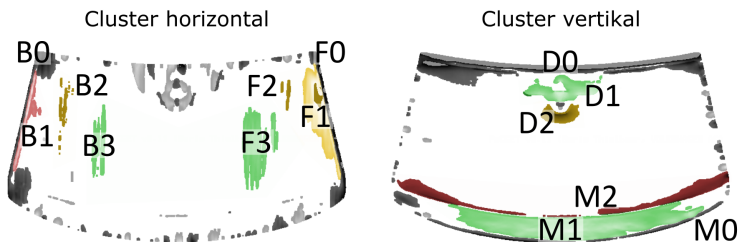


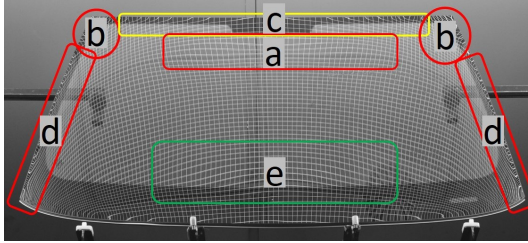
Abbildung A.70: Eingefärbte Cluster der Frontscheibe V5

Tabelle A.23: FAQ-Werte der Cluster der Frontscheibe V5

hor. Cluster	B0	B1	B2	B3	F3	F2	F1	F0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-0.211	0.183	-0.063	0.069	0.086	-0.066	0.229	-0.234
$b / \text{mm}$	48.4	16.6	17.8	40.5	104	17.1	56.3	17.3
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-4.36	11.02	-3.54	1.70	0.83	-3.86	4.07	-13.53

vert. Cluster	D0	D1	D2	M2	M1	M0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-0.459	0.161	-0.141	-0.171	0.159	-0.194
$b / \text{mm}$	52.4	64.9	53.2	32.1	90.2	8.7
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-8.76	2.48	-2.65	-5.33	1.76	-22.30



Nr.	Beschreibung	Einordnung
a	Unterbiegung	inakzeptabel
b	Welligkeit Fläche, konkav/konvexe Formabweichung	inakzeptabel
c	Rand, Formabweichung ist unterschiedlich stark ausgeprägt	grenzwertig
d	Welligkeit Rand, kurzwellige Formänderungen, vermutlich Werkzeugabdrücke	inakzeptabel
e	Unterbiegung	akzeptabel

Abbildung A.71: Visuelle Bewertung der Frontscheibe V6

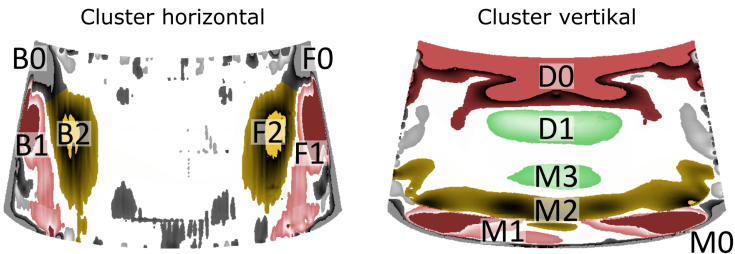


Abbildung A.72: Eingefärbte Cluster der Frontscheibe V6

Tabelle A.24:  $FAQ$ -Werte der Cluster der Frontscheibe V6

hor. Cluster	B0	B1	B2	F2	F1	F0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-1.755	0.556	-0.248	-0.273	0.803	-1.874
$b / \text{mm}$	64.7	78.9	125.5	148.8	93.7	50.1
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-27.13	7.05	-1.98	-1.83	8.57	-37.41
vert. Cluster	D0	D1	M3	M2	M1	M0
$\Delta k_x / \text{m}^{-1}$	-1.846	0.167	0.095	-0.208	0.7	-1.011
$b / \text{mm}$	190.5	112.9	71.9	109.3	65.2	18.4
$FAQ / \text{m}^{-2}$	-9.69	1.48	1.32	-1.90	10.74	-54.95