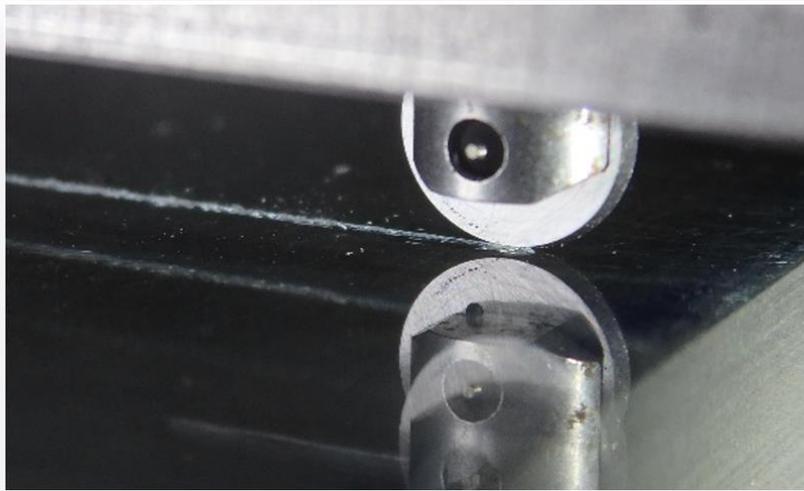


# Merkblatt FKG 02/2019

## Kantenfestigkeit

---



Datum: Oktober 2019

### *Disclaimer – Haftungsausschluss*

*Alle Informationen in diesem Merkblatt sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Wir weisen jedoch darauf hin, dass wir keine Haftung für die Richtigkeit, Aktualität und Vollständigkeit der Informationen übernehmen. Insbesondere ersetzt der Inhalt dieses Merkblattes keine technische Beratung im Einzelfall.*

## Inhaltsverzeichnis

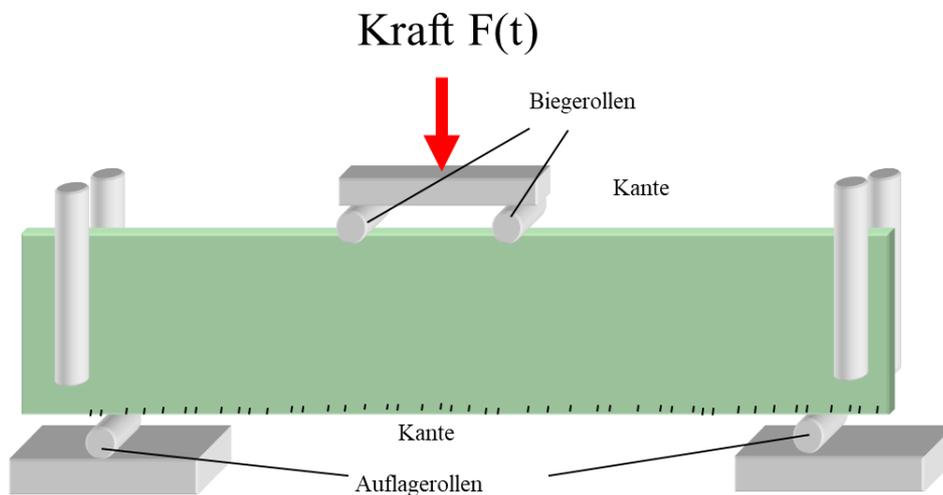
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Schneidvorgang und Risssystem .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tiefenrisse.....	5
2.2 Lateralrisse (Chipping).....	5
2.3 Radialrisse .....	5
<b>3. Definition der Kantenarten.....</b>	<b>5</b>
3.1 Geschnittene Kante (KG) – Cut Edge.....	5
3.2 Gesägte Kante (KGG) – Sawn Edge.....	6
3.3 Gesäumte Kante (KGS) - Arrised Edge .....	6
3.4 Maßgeschliffene Kante (KMG) – Ground Edge .....	6
3.5 Geschliffene Kante (KGN) – Smooth Ground Edge .....	6
3.6 Polierte Kante (KPO) – Polished Edge .....	6
3.7 Gehrungskante (GK) – Bevelled Edge .....	7
3.8 Runde Kante (RK) – Pencil Edge.....	7
<b>4. Untersuchungsergebnisse „Geschnittene Kante“ .....</b>	<b>7</b>
4.1 Generell.....	7
4.2 Einfluss der Schneidparameter .....	7
4.3 Lateral- und Tiefenrisse .....	8
4.4 Interpretation und Deutung .....	8
<b>5. Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Literatur .....</b>	<b>10</b>

# 1. Einleitung

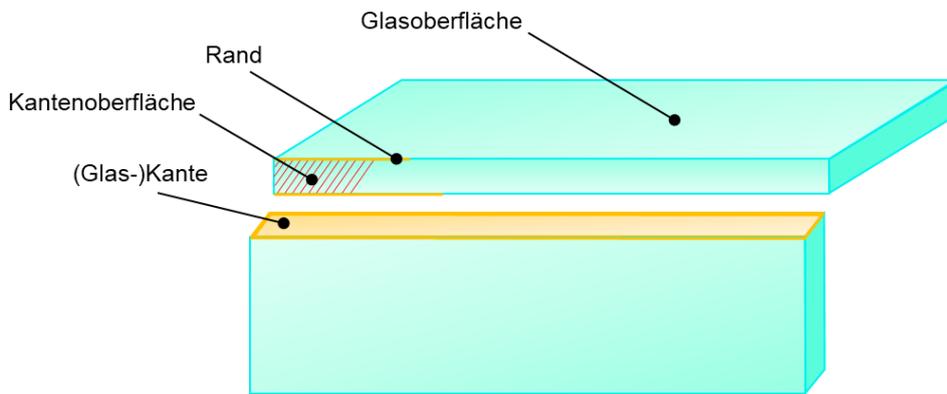
Der Einsatz von Floatglas spielt heute in der Architektur eine bedeutende Rolle. Die Konstruktionen werden immer komplexer und die Abmessungen der Verglasungen immer größer. Verbunden damit sind neue und zusätzliche Belastungen des Materials beim Einsatz in Fenster und Fassaden. Die Bedeutung der Glaskante ist dabei ganz wesentlich, da Glas als kerbempfindliches sprödes Material bei einer kritischen Kerbspannung unmittelbar versagt. Daher ist es erforderlich, nicht nur die Oberflächenfestigkeit des „normal gekühlten“ Floatglases (ohne den Einfluss der Kante) zu ermitteln, sondern auch die Kantenfestigkeit quantifizierbar zu machen, um diese bei ingenieurmäßigen Betrachtungen, z.B. zum thermisch induzierten Glasbruch, berücksichtigen zu können.

Hierzu wurde im Fachverband Konstruktiver Glasbau (FKG) 2009 der Arbeitskreis „Kantenfestigkeit“ gegründet. Seit 2013 wurden mehr als 1000 Probekörper in den Abmessungen 8 mm x 125 mm x 1100 mm untersucht und die Kantenfestigkeit im Vierschneiden-Biegeversuch in Anlehnung an DIN EN 1288-3 um die starke Achse bestimmt (Bild 1). Bei der Bestimmung der Biegezugfestigkeit nach DIN EN 1288-3 werden normalerweise Probekörper in den Abmessungen 360 mm x 1100 mm im Vierschneiden-Biegeversuch um die schwache Achse geprüft. Dadurch treten die maximalen Zugspannungen an den beiden Glasecken (Bezeichnung „Rand“ in Bild 2) und der Glasoberfläche auf. Je nachdem wo der Bruchsprung auftritt, wird entweder die Kantenfestigkeit oder die Oberflächenfestigkeit des Glases geprüft. Bei dem modifizierten „FKG“-Versuchsaufbau steht hingegen die geschnittene Kante über eine Länge von 200 mm unter maximaler Zugspannung. Daher ist der Vierschneiden-Biegeversuch um die starke Achse besser geeignet, eine Aussage über die Kantenfestigkeit zu liefern. Eine Beanspruchung um die starke Achse liegt vor, wenn das Glas über die Höhe der Scheibe (vgl. Bild 1) belastet wird. Dagegen liegt eine Beanspruchung um die schwache Achse vor, wenn das Glas über die Glasdicke belastet wird.

Im Rahmen der Kantenfestigkeitsversuche des FKG wurden zudem bei einigen Untersuchungsreihen die Lateral- und Tiefenrisse mikroskopisch vermessen [1]. Die Definition der Lateral- und Tiefenrisse ist in Bild 3 dargestellt.



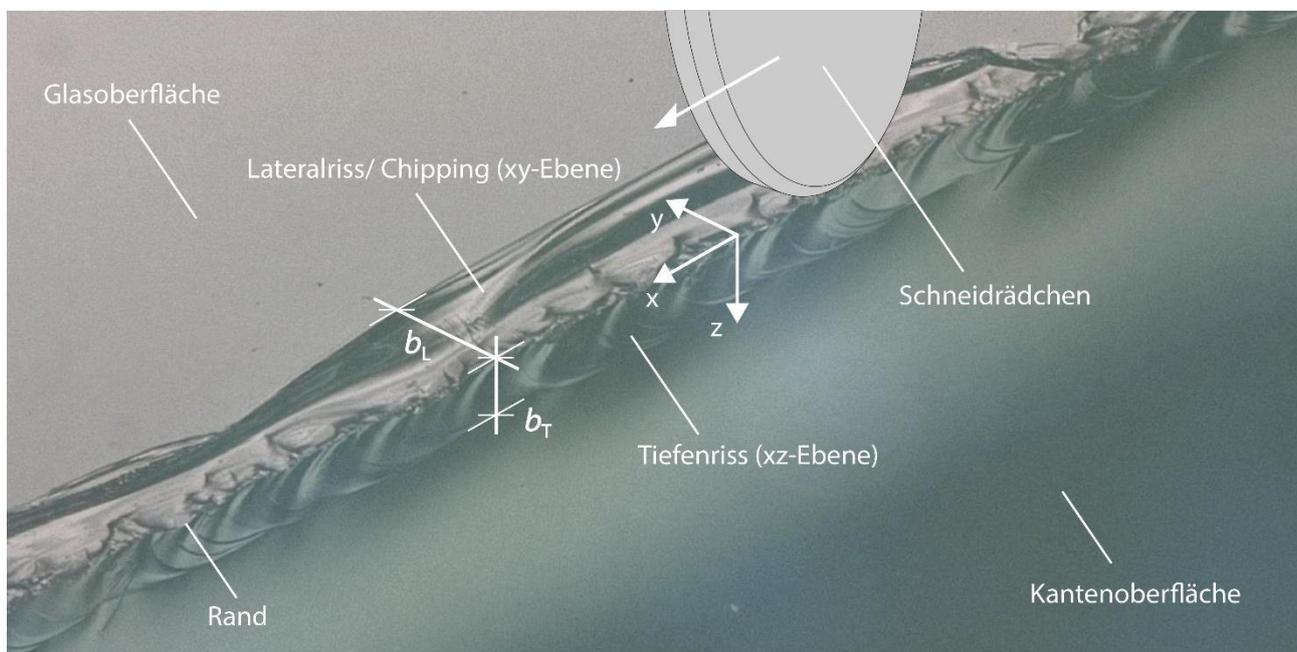
**Bild 1** Systematische Darstellung des Vierschneiden-Biegeversuchs um die starke Achse (Quelle: Weißmann, Erlangen)



**Bild 2** Bezeichnungen der für die Kantenfestigkeit relevanten Geometrien in Anlehnung an DIN 1249-11:2017

## 2. Schneidvorgang und Rissystem

Das „Schneiden“ von Glas ist im Prinzip ein handwerklicher Prozess, bei dem die Glasoberfläche mit einem „härteren“ Material als Glas selbst angeritzt und anschließend gebrochen wird. Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts erfolgte dies mit einem Diamanten als Glasschneider. Dieser wurde entweder industriell automatisiert oder mit einem Handschneider entlang einer Schneidplatte geführt. Die Diamantspitze wurde mit der Zeit durch Schneidräder aus gehärtetem Stahl ersetzt. Das Trennen von Glas ist somit ein mechanischer Vorgang, an dessen Ende die sogenannte Schnittkante (KG nach DIN 1249-11) als Resultat vorliegt. Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden industrielle Schneidprozesse entwickelt, die eine genauere Vorgabe der Parameter und somit eine bessere Reproduzierbarkeit der Kantenqualität hinsichtlich deren Festigkeit und visueller Erscheinung, resultierend aus dem Schneidprozess, ermöglichen. Hierbei kommen zum Anritzen der Glasoberfläche meist Schneidrädchen in unterschiedlicher Ausführung zum Einsatz.



**Bild 3** 3D-Darstellung des Rissystems der geschnittenen Glaskante [2]

## 2.1 Tiefenrisse

Wird eine Glasoberfläche mit einem Glasschneider „geschädigt“, entsteht das in Bild 3 dargestellte typische dreidimensionale Rissystem [2]. Die durch den Anriss entstehenden Tiefenrisse verlaufen idealerweise senkrecht in die Glasoberfläche (xz-Ebene in Bild 3). Für das anschließende Brechen ist vorwiegend die Ausprägung dieses Tiefenrisses verantwortlich. Eine externe Zugspannung, wie sie beim Brechvorgang erzeugt wird, führt zum Rissfortschritt der Tiefenrisse in der xz-Ebene. Sobald die Rissfront die gegenüberliegende Glasoberfläche erreicht, ist der Riss vollständig geöffnet und das Glas geteilt. Längere Tiefenrisse erleichtern den Brechvorgang und führen häufig zu einer optisch ansprechenderen Bruchfläche.

## 2.2 Lateralrisse (Chipping)

Seitlich der Anrissspur verlaufen beidseitig die sogenannten Lateralrisse. Deren Rissfront verläuft zunächst hauptsächlich in der xy-Ebene parallel zur Glasoberfläche (Bild 3). Der Rissfortschritt kann sich zeitabhängig auch zur Kantenoberfläche hin entwickeln, sodass sich einzelne Glasschollen aus der Kratzspur herauslösen können. Direkt unterhalb des Eindringkörpers (Schneidrädchen) existiert ein verdichteter Bereich aus einer fragmentierten Glasmatrix, der horizontal Druckspannungen aufbaut. Dies kann dazu führen, dass die Schollen aufgrund der Federwirkung aus der Kratzspur herausspringen. Dieser Vorgang wird auch als Chipping bezeichnet.

## 2.3 Radialrisse

Aus bruchmechanischen Betrachtungen heraus müssen zudem Risse vorhanden sein, deren Risspitze senkrecht zur Bruchfläche in der yz-Ebene (Bild 3) verläuft. Diese sogenannten Radialrisse sind aufgrund ihrer Kerbwirkung bei zur Kante paralleler Zugspannung maßgeblich für den Wert der Kantenfestigkeit. Bei Überschreitung der materialspezifischen Bruchzähigkeit an solch einer Risspitze, kommt es zum Bruch des Glases ausgehend von der Glaskante, wie es häufig z.B. bei Thermobruch eines Glases beobachtet werden kann. Im Gegensatz zu den oben erläuterten Lateral- und Tiefenrisse können die für den Kantenbruch verantwortlichen Risse bis jetzt nicht visuell nachgewiesen werden. Daher wurde im Rahmen des FKG-Arbeitskreises untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen Kantenfestigkeit und Länge der Lateral- und Tiefenrisse gibt, um durch eine nichtzerstörende Prüfung die Kantenfestigkeit qualitativ zu beurteilen.

# 3. Definition der Kantenarten

Grundlage zur Definition der Kantenbearbeitung ist die DIN 1249, Teil 11 und die EN 1863-1. Die Beschreibung erfolgt gegenwärtig ausschließlich auf Basis geometrischer und visueller Grundlagen. Für eine Aussage bezüglich der Kantenfestigkeit reicht diese Definition nicht aus. Hierzu müssen weitere produktionstechnische Parameter beachtet werden. Eine optisch höherwertige Kante lässt noch keine Rückschlüsse auf die vorhandene Kantenfestigkeit zu.

Die Definition der wesentlichen Glaskanten nach DIN 1249, Teil 11 und EN 1863-1 ist nachfolgend gegeben. Die dabei einzuhaltenden Maßtoleranzen sind den entsprechenden Produktnormen zu entnehmen.

## 3.1 Geschnittene Kante (KG) – Cut Edge

Die geschnittene Kante (Schnittkante) ist die beim Schneiden von Flachglas, wie unter Kapitel 2 beschrieben, entstehende unbearbeitete Glaskante. Die Ränder der Schnittkante sind scharfkantig. Quer zu ihren Rändern kann die Kante leichte Wellenlinien (sogenannte Wallnerlinien) aufweisen. Im Allgemeinen ist die Schnittkante glatt gebrochen, jedoch können, vornehmlich bei dicken Scheiben und nicht geradlinigen Formatscheiben, auch unregelmäßige Bruchverläufe (z. B. Überbruch und Unterbruch) auftreten.

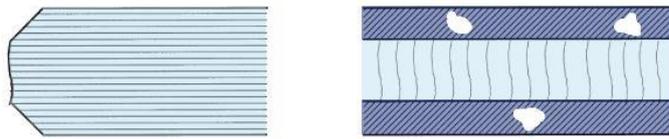
Die geschnittene Kante (KG) wurde im Rahmen der FKG Versuche umfassend hinsichtlich ihrer Festigkeit untersucht. Sie stellt in der Regel die erste Bearbeitungsstufe bei der Bearbeitung von Glas dar. Alternative

Möglichkeiten des Glaszuschnitts sind in Abschnitt 3.2 erläutert. Die Glaskante kann nach dem Zuschnitt weiterbearbeitet werden. Die nachfolgenden Bearbeitungsarten werden in Abschnitt 3.3 bis 3.7 beschrieben.

### 3.2 Gesägte Kante (KGG) – Sawn Edge

Durch Radial- oder Bandsägen im rechten Winkel oder Gehrungswinkel hergestellte Kante mit Ein- und Auslaufspuren an den Anfangs- und Endpunkten.

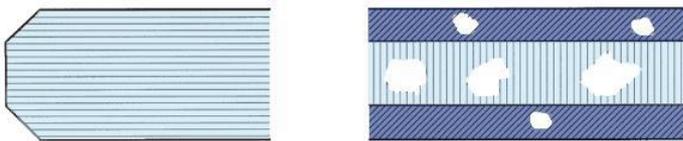
### 3.3 Gesäumte Kante (KGS) - Arrissed Edge



Die gesäumte Kante ist eine Schnittkante, deren Ränder mit einem Schleifwerkzeug gebrochen wurden. KGS wird typischerweise für thermisch vorzuspannende Gläser eingesetzt.

Bild 4 Gesäumte Kante

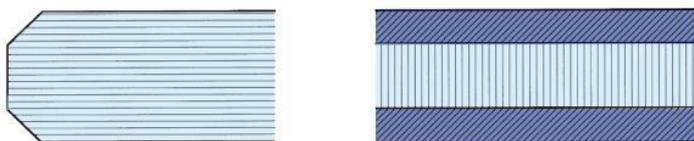
### 3.4 Maßgeschliffene Kante (KMG) – Ground Edge



Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

Bild 5 Maßgeschliffene Kante

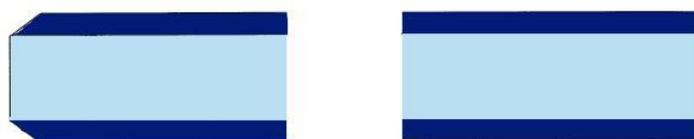
### 3.5 Geschliffene Kante (KGN) – Smooth Ground Edge



Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die geschliffene Kante wird mit ebenfalls geschliffenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt. Geschliffene Kantenoberflächen haben ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig.

Bild 6 Geschliffene Kante

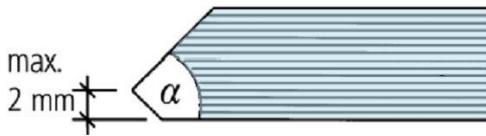
### 3.6 Polierte Kante (KPO) – Polished Edge



Die polierte Kante ist eine durch Überpolieren verfeinerte geschliffene Kante; Polierspuren sind in gewissem Umfang zulässig. Eine polierte Kante weist eine glänzende Oberfläche auf.

Bild 7 Polierte Kante

### 3.7 Gehrungskante (GK) – Bevelled Edge



Die Gehrungskante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel  $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ . Die Kanten können »geschliffen« oder »poliert« sein. Die Gehrungskante läuft auf eine senkrecht zur Glasoberfläche stehende Restkante aus. Diese Restkante sollte  $\frac{1}{3}$  bzw. maximal 2 mm der ursprünglichen Glasdicken betragen und feingeschliffen oder poliert und gesäumt sein.

Bild 8 Gehrungskante

### 3.8 Runde Kante (RK) – Pencil Edge



Die runde Kante weist einen mehr oder weniger runden Schliff der Kantenoberfläche auf. Verschiedene Ausführungsformen der runden Kante werden auch als C-Schliff bezeichnet.

Bild 9 Runde Kante (RK), linkes Bild halbrund (RK1), rechtes Bild flachrund (RK2)

## 4. Untersuchungsergebnisse „Geschnittene Kante“

Im Folgenden werden die bisherigen Untersuchungsergebnisse für „entspanntes“ normal gekühltes (annealed) Floatglas, die Kantenart „Geschnittene Kante“ (KG) und die Glasdicke 8 mm zusammengefasst.

Inwieweit sich die gefundenen Ergebnisse auf andere Glasarten und Glasdicken sowie auf andere Kantenarten übertragen lassen, ist noch zu untersuchen. Auch weitere Faktoren wie Glas-Chargen, Alter des Glases, Eigenspannungen im Glas, eisenoxidarmes Floatglas (sogenanntes „Weißglas“) können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

### 4.1 Generell

1. Die optische Qualität (makroskopisch) der Schnittkante lässt keine generellen Rückschlüsse auf die Kantenfestigkeit von Floatglas zu.
2. Die derzeitigen Untersuchungsergebnisse geben keinen Hinweis darauf, dass die häufig verwendete „Faustformel“ *Kantenfestigkeit  $\approx$  80% der Floatglas-Festigkeit* nicht sicher angewendet werden kann.

Da sich die Form und Länge der unter Zugspannung stehenden Kante in beiden Versuchen unterscheiden (vgl. Kapitel 1), ist noch statistisch zu untersuchen, inwieweit die im Rahmen der FKG Versuche ermittelten Werte der Kantenfestigkeit mit den Werten gemäß DIN EN 1288-3 vergleichbar sind. Die Übertragbarkeit der Kantenfestigkeitswerte des Vierschneiden-Biegeversuchs um die starke Achse auf die Kantenfestigkeitswerte des Vierschneiden-Biegeversuchs um die schwache Achse wird daher derzeit im Rahmen eines Forschungsprojektes verifiziert.

3. Die Kantenfestigkeit ist maßgeblich vom Verarbeiter und dessen technischer Ausstattung sowie den gewählten Schneidparametern abhängig.

### 4.2 Einfluss der Schneidparameter

4. Die resultierende Zugfestigkeit der Kanten ist von zahlreichen Parametern abhängig, welche im Arbeitskreis „Kantenfestigkeit“ systematisch untersucht wurden. Nach [3] sind für die Festigkeit der Glaskante unter anderem folgende Parameter bedeutsam:

- Schneidtechnik (manuell, halb- oder vollautomatisch)
  - Schneidrädchen (Durchmesser, Geometrie, Winkel, Material, Alter/Laufleistung)
  - Schneiddruck und -geschwindigkeit
  - Schneidflüssigkeit (Art und Zusammensetzung)
  - Alter der Schnittkante
5. Die Kantenfestigkeit kann mit den „geeigneten“ Schneidparametern signifikant gesteigert werden.
  6. Die „geeigneten“ Schneidparameter führen zu reproduzierbaren Ergebnissen hinsichtlich der Kantenfestigkeit und der Rissgeometrie (mikroskopisch). Diese Schneidparameter lassen sich auf andere baugleiche Schneidanlagen übertragen.
  7. Die „geeigneten“ Schneidparameter müssen für jeden Schneidanlagentyp ermittelt werden.
  8. Die „geeigneten“ Schneidparameter müssen für jede Glasdicke, Glasart (z.B. Weißglas) und jeden Glashersteller ermittelt werden.
  9. Generell führen niedrige Schneiddrücke zu einer höheren Kantenfestigkeit, aber auch zu einem höheren Kraftaufwand beim Brechen und einem höheren Risiko, dass der Bruch von der Sollrichtung abweicht. Zudem kann dadurch die optische Kantenqualität (makroskopisch) beeinträchtigt werden.
  10. Die richtige Wahl der Schneidflüssigkeit hat einen positiven Einfluss auf die Kantenfestigkeit von Floatglas.
  11. Die Art, Stärke und Tiefe der Vorschädigung durch das Anreißen mittels eines Schneidrädchens bestimmt maßgeblich die Kantenfestigkeit. Das anschließende Brechen hat nach derzeitigem Wissenstand keinen signifikanten Einfluss auf die Kantenfestigkeit.

### 4.3 Lateral- und Tiefenrisse

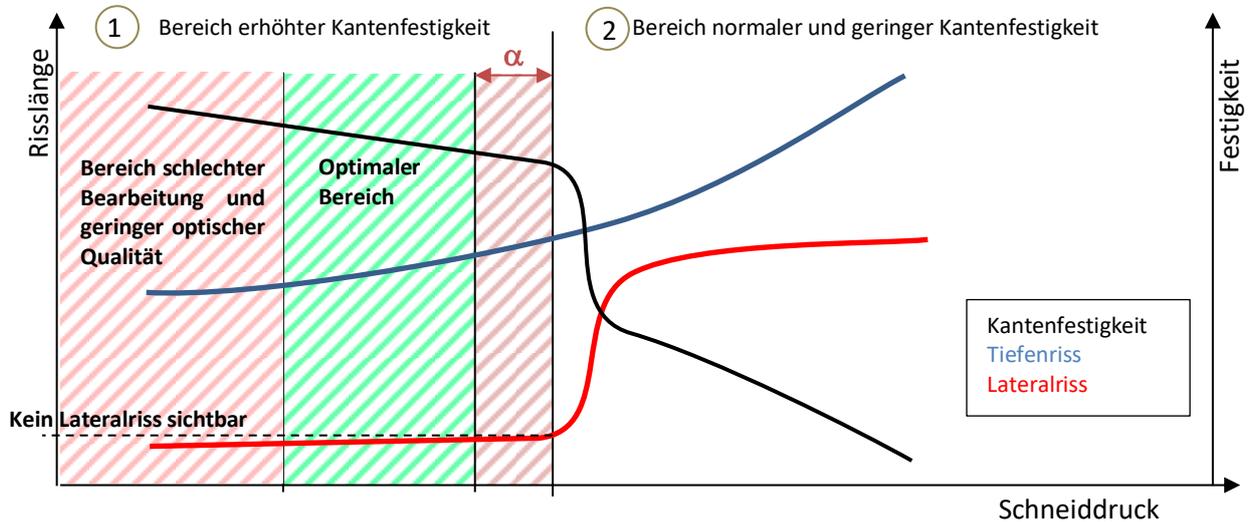
12. Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen der im Bruchversuch gemessenen Kantenfestigkeit, den Lateral- und Tiefenrissen an der Seite der Schnittkante, an welcher das Schneidrädchen die Glasoberfläche angeritzt hat, und dem Schneiddruck beim Anritzen der Glasoberfläche.
13. Ab einer Risslänge von ca.  $b_L > 150 \mu\text{m}$  können die Lateralrisse optisch (mikroskopisch) detektiert werden.
14. Lateralrisse indizieren eine maßgebliche Reduzierung der Kantenfestigkeit mit einem charakteristischen Festigkeitsabfall. Mit zunehmendem Schneiddruck nehmen die Lateralrisse zu (Bild 10).
15. Auch die Länge des Tiefenrisses ist abhängig vom aufgebrachtten Schneiddruck. Ein Ansteigen der Tiefenrisslänge indiziert ebenfalls eine Reduzierung der Kantenfestigkeit (Bild 10).

### 4.4 Interpretation und Deutung

16. Für 8 mm Floatglas zeichnet sich der im Diagramm (Bild 10) systematisch dargestellte qualitative Zusammenhang zwischen Schneiddruck, Risslänge und Kantenfestigkeit ab.

Bei geringen Werten des Schneiddrucks existiert ein Plateau erhöhter Festigkeit, welches bei steigendem Schneiddruck zunächst lokal stark abfällt und anschließend mit dem Schneiddruck weiter absinkt. Im Verlauf der Festigkeit ist insbesondere der Einfluss der Lateralrisslängen deutlich ablesbar. Der Verlauf der Lateralrisslänge verhält sich fast antiproportional zum Verlauf der Festigkeit und zeigt ebenfalls einen charakteristischen „Sprung“ an gleicher Stelle wie die abfallende Festigkeit. Die Lateralrisslänge stellt daher einen guten Indikator für die zu erwartende Kantenfestigkeit dar.

17. Die Länge des Tiefenrisses nimmt ebenfalls mit dem Schneiddruck zu. Der Verlauf ist jedoch stetig und ohne signifikante Steigerung im Bereich des Festigkeitsabfalls. Bei zu geringer Länge des Tiefenrisses lässt sich der Riss nur mit hohem Kraftaufwand öffnen und es verschlechtert sich die optische Qualität der Kante. Häufig entstehen Über- und Unterbrüche. Daher muss ein Schneiddruck gefunden werden, der einen ausreichenden „Sicherheitsabstand“  $\alpha$  vom Bereich des Festigkeitsabfalls hat und dennoch ein praktikables Öffnen des Risses ermöglicht.



**Bild 10** Qualitativer Zusammenhang zwischen Schneiddruck, Kantenfestigkeit und Risslänge der Tiefenrisse  $b_T$  bzw. der Lateralrisse  $b_L$  (vgl. Bild 3)

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Üblicherweise werden die Schneidparameter lediglich hinsichtlich einer optisch ansprechenden Schnittkantenqualität optimiert. Dies bedeutet jedoch nicht zwingend eine höhere Kantenfestigkeit im Vergleich zur Kantenfestigkeit einer optisch nicht ansprechenden Schnittkantenqualität. Hierfür müssen vielmehr die oben genannten Einflussparameter des Schneidprozesses entsprechend angepasst werden. Sollte sich der im Diagramm (Bild 10) dargestellte Zusammenhang zwischen Risslänge und Kantenfestigkeit bei zukünftigen Untersuchungen mit anderen Glasdicken, Schneidradgeometrien usw. bestätigen, könnte hieraus ein Bemessungsmodell abgeleitet werden. Zum Nachweis einer erhöhten Kantenfestigkeit müsste dann zum Beispiel sichergestellt werden, immer im Bereich 1 der erhöhten Kantenfestigkeit zu liegen. Als Indikator kann z.B. die Länge der Lateralrisse dienen. Der Lateralriss kann optisch (mikroskopisch) gemessen, ausgewertet und hinsichtlich der Kantenfestigkeit beurteilt werden [1, 2, 4]. Es gibt derzeit Überlegungen, die optische Kontrolle der Länge der Lateralrisse (zerstörungsfreie Prüfung) produktionsbegleitend zum Nachweis einer erhöhten Kantenfestigkeit zu installieren. Ziel der zukünftigen Forschung ist es, ein solches Bemessungskonzept mit den zugehörigen Qualitätssicherungsmaßnahmen zu entwickeln.

Zudem ist es für den praktischen Produktionsprozess oder auch im Bauablauf oft notwendig, die Glaskanten in einer optisch höherwertigen Kantenbearbeitungsart (gemäß Abschnitt 3.3 bis 3.8) auszuführen. Dadurch werden sowohl das Beschädigungsrisiko (Transport und Einbau) als auch die Verletzungsgefahr verringert. Zudem führen weitere Bearbeitungsstufen in der Regel zu einem visuell ansprechenderen Erscheinungsbild. Hieraus allein lässt sich jedoch noch keine Aussage über eine Kantenfestigkeit herleiten. Vielmehr ist hierfür entscheidend, ob die durch das Schneiden bereits vorhandenen Risse herausgeschliffen werden oder sich ausweiten. Zudem können natürlich durch die weitere mechanische Bearbeitung auch neue kritische Risse entstehen. Daher wird auch bei den nachfolgenden Bearbeitungsstufen darauf verwiesen, dass die Steigerung der Festigkeit von zahlreichen Prozess-Parametern abhängt, die im Einzelfall angepasst werden müssen. Hierzu ist noch weiterer Forschungsbedarf notwendig.

## 6. Literatur

- [1] Ensslen, F., Müller-Braun, S.: *Kantenfestigkeit von Floatglas in Abhängigkeit von wesentlichen Schneidprozessparametern*. Glasbau 2017, S. 219-232, <https://doi.org/10.1002/cepa.20>
- [2] Müller-Braun et al.: *Optische Merkmale der Glaskante nach Glaszuschnitt mit Schneidrädchen*. Glasbau 2018, S. 99-111, <https://doi.org/10.1002/cepa.634>
- [3] Kleuderlein, J., Ensslen, F., Schneider, J.: *Untersuchung zur Kantenfestigkeit von Floatglas in Abhängigkeit der Kantenbearbeitung*. Glasbau 2016, Vol. 1, <https://doi.org/10.1002/stab.201690154>
- [4] Müller-Braun, S., Seel, M., König, M., Hof P., Schneider, J., Oechsner, M.: *Cut edge of annealed float glass: crack system and possibilities to increase the edge strength by adjusting the cutting process*. Glass Structures & Engineering 2019, <https://doi.org/10.1007/s40940-019-00108-3>
- [5] DIN EN 1288-3:2000: Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas – Teil 3: Prüfung von Proben bei zweiseitiger Auflagerung (Vierschneiden-Verfahren)
- [6] DIN 1249-11:2017-05: Flachglas im Bauwesen – Teil 11: Glaskante – Begriffe, Kantenformen und Ausführungen
- [7] EN 1863-1:2000: Glass in Building – Heat strengthened soda lime silicate glass – Part 1: Definition and description
- [8] Schneider F., Elstner M., Müller-Braun S., Franz J.: *Untersuchung zur Kantenfestigkeit von Floatglas in Abhängigkeit der Kantenbearbeitung*. Glasbau 2020, „eingereicht“

Diese Richtlinie wurde erarbeitet vom AK Kantenfestigkeit des Fachverbands Konstruktiver Glasbau e.V.

Dabei mitgewirkt und / oder Probekörper zur Verfügung gestellt haben:  
INTERPANE Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft, Okalux GmbH, Saint-Gobain Eckelt Glas GmbH, Technische Universität Darmstadt (ISMD + MPA/IfW)