

Flachglastechnologie*in
Lernfeld 2: Flachgläser manuell trennen
Lernsituation 1: Herstellung eines Tangram

T A N G R A M



Eine Initiative von:

Tangram ist ein altes chinesisches Legespiel, das vermutlich zwischen dem 8. und 4. Jahrhundert v. Chr. entstand. Der westliche Name des Geduldsspiels scheint ein Kunstwort zu sein, das möglicherweise Anklang an die chinesische Tang-Dynastie hat.

Das Spiel ist ganz einfach, es wird eine Silhouette vorgegeben, diese muss mit den Spielsteinen nachgestellt werden.



Silhouette



Nachbau

Ausgangssituation

Die Schülerwerkstatt erhielt einen Auftrag zur handwerklichen Fertigung von 50 Tangram-Spielen, als Geschenk Ihres Ausbildungsbetriebes an benachteiligte Kinder durch eine soziale Einrichtung (z.B. die Tafel). Als Ausgangsmaterial dienen übrig gebliebene Restscheiben mit den Abmessungen 320 x 320 x 5.

Wenn aus den einzelnen Steinen ein Quadrat gelegt wird, hat es eine Kantenlänge von 224 mm (siehe Titelbild).



Flachglas Ritzen

1. Lesen Sie sich in der GLASOLOGIE im Kapitel „Trennen“ den Absatz „Ritzen“ durch und unterstreichen Sie wichtige Passagen.
2. Schreiben Sie die 6 Faktoren auf, welche die Qualität eines Bruches beeinflussen.

3. Zeichnen Sie ein Schneidrad im Maßstab 1 : 20

- Zeichnen Sie die Vorderansicht und die Draufsicht
- Das Schneidrad hat einen Durchmesser von 3 mm, eine Dicke von 1 mm, eine Bohrung mit 1,3 mm und einen Schneidwinkel von 135 °



Maßstab 1 : 20



4. Für welche Glasdicken eignet sich dieser Schneidwinkel, recherchieren Sie im Internet.



Flächen der Teile ermitteln

Ermitteln Sie jeweils die Flächen der einzelnen Tangram-Bestandteile in mm². Nummerieren Sie dazu alle Einzelteile, um diese eindeutig zuordnen zu können. Geben sie zusätzlich zu jedem Bauteil die Geometrieform (Dreieck, Rechteck, ...) und die zugehörige Formel zur Flächenberechnung an.

Bauteil 1:

Geometrieform:	Formel:
Flächenberechnung: A1 =	

Bauteil 2:

Geometrieform:	Formel:
Flächenberechnung: A2 =	





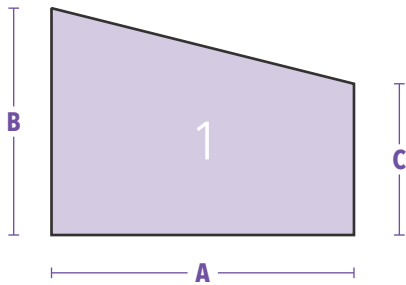
Verschnitt

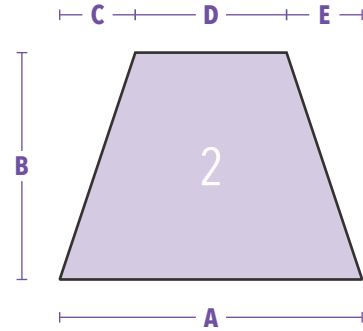
Berechnen Sie nun den anfallenden Verschnitt für ein Tangram in mm^2 und in Prozent.

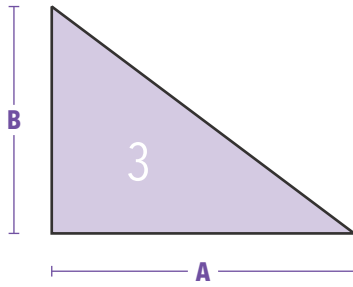


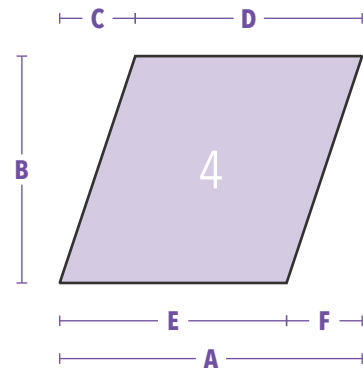
Modellkatalog (Auszug)

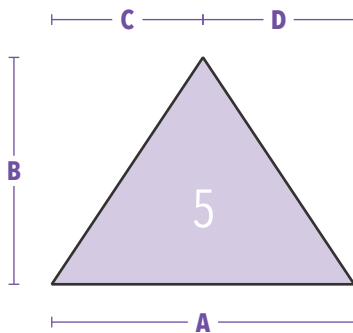
In der Praxis arbeitet man mit Modellkatalogen. Welche Modelle würden Sie aus dem Modellkatalog für das Tangram-Puzzle auswählen? Schreiben Sie in die Kästchen der Modelle die Anzahl welche Sie benötigen.

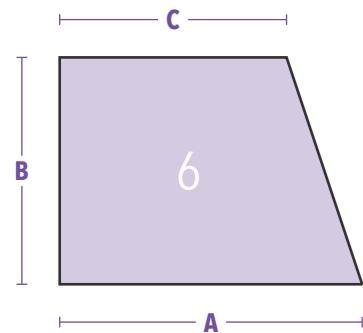


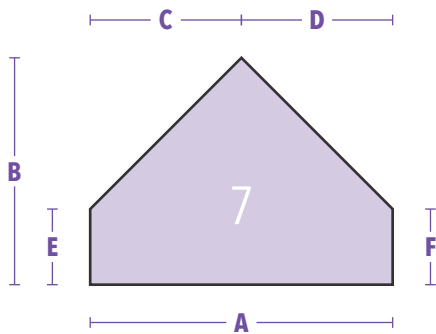


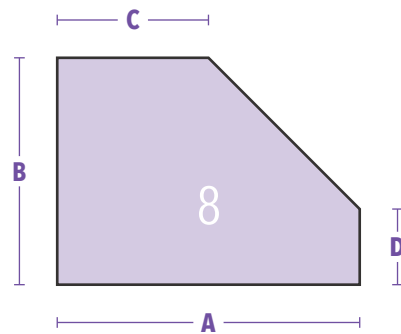
















Modelle Auftragsbezogen erfassen

Tragen Sie nun die Modell-Nummer, die Anzahl, als auch die Maße entsprechend der Buchstaben aus dem Modellkatalog für das Tangram ein. Ein Rechteck erhält die Modellnummer 00 und nur A und B werden eingetragen. Füllen Sie nur so viele Felder aus wie nötig, damit das Modell sicher hergestellt werden kann. Beachten Sie, die letzte Ziffer ist die Kommastelle. Runden Sie auf 0,5 mm.

MODELL □ □	A □ □ □ □ □ □ , □	B □ □ □ □ □ □ , □	C □ □ □ □ □ □ , □
ANZAHL □ □	D □ □ □ □ □ □ , □	E □ □ □ □ □ □ , □	F □ □ □ □ □ □ , □
MODELL □ □	A □ □ □ □ □ □ , □	B □ □ □ □ □ □ , □	C □ □ □ □ □ □ , □
ANZAHL □ □	D □ □ □ □ □ □ , □	E □ □ □ □ □ □ , □	F □ □ □ □ □ □ , □
MODELL □ □	A □ □ □ □ □ □ , □	B □ □ □ □ □ □ , □	C □ □ □ □ □ □ , □
ANZAHL □ □	D □ □ □ □ □ □ , □	E □ □ □ □ □ □ , □	F □ □ □ □ □ □ , □
MODELL □ □	A □ □ □ □ □ □ , □	B □ □ □ □ □ □ , □	C □ □ □ □ □ □ , □
ANZAHL □ □	D □ □ □ □ □ □ , □	E □ □ □ □ □ □ , □	F □ □ □ □ □ □ , □
MODELL □ □	A □ □ □ □ □ □ , □	B □ □ □ □ □ □ , □	C □ □ □ □ □ □ , □
ANZAHL □ □	D □ □ □ □ □ □ , □	E □ □ □ □ □ □ , □	F □ □ □ □ □ □ , □



<https://youtu.be/e0ZFRPK08>



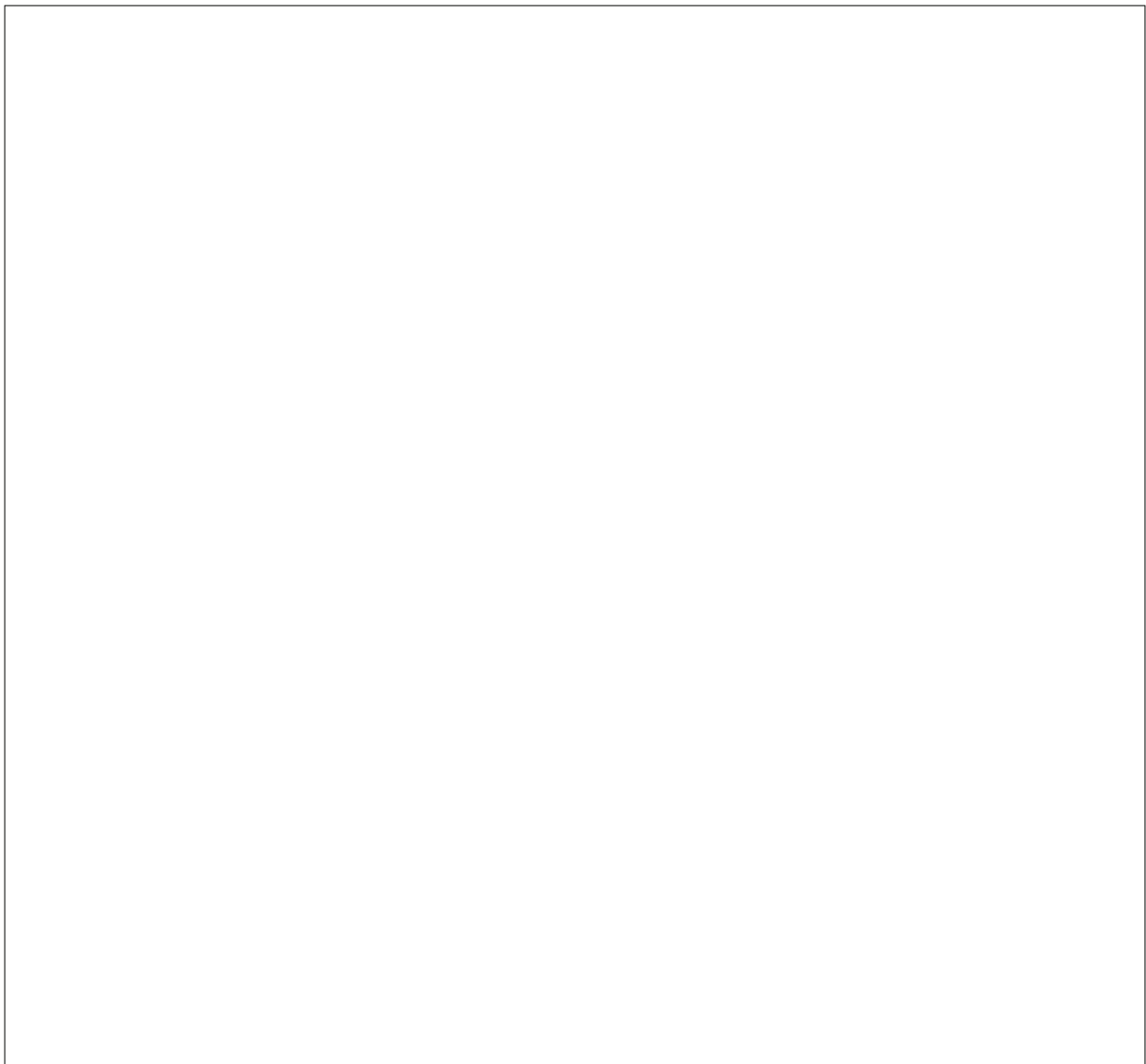
Um das Tangram zu fertigen ist eine Konstruktion notwendig.

Folgendes Video hilft Ihnen bei der Konstruktion. Achten Sie darauf, welche Maße Sie festlegen müssen und welche sich durch die Konstruktion automatisch ergeben!

Erstellen Sie erst eine Skizze, damit Sie die Konstruktionsschritte anwenden können. Verwenden Sie zur Darstellung der verschiedenen Körper (z. B. Dreieck, Parallelogramm) Farben um das Tangram zu visualisieren!

Konstruieren Sie das Tangram – Puzzle mit den richtigen Maßen! Achtung: Wählen Sie einen normgerechten Maßstab aus! Verwenden Sie ein Zeichenblatt, achten Sie auf die Lage des Schriftfeldes!

Benutzen Sie für den ersten Entwurf ein Schmierblatt.



10

Konstruktion Tangram

Maßstab:



Fertigungszeichnung

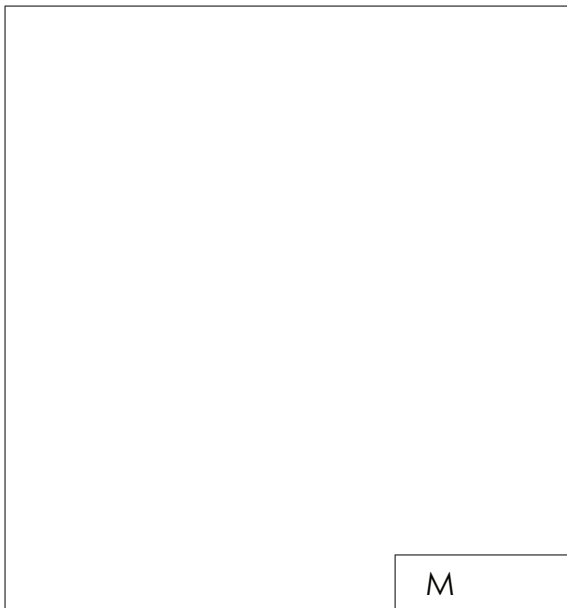
Das Tangram – Puzzle besteht aus verschiedenen Körperformen (Dreieck, Parallelogramm). Um bei Verlust von einzelnen Teilen Ersatz produzieren zu können, sollten diese als Fertigungszeichnung archiviert werden.

Skizzieren Sie die Einzelteile und bemaßen Sie diese nach Norm!

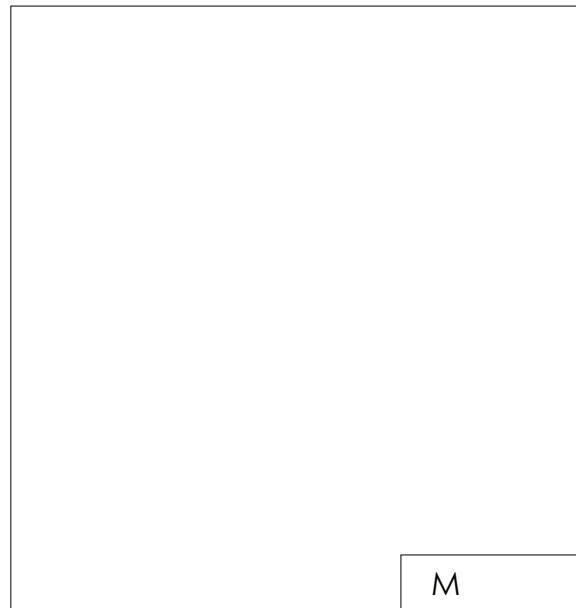
Runden Sie auf 0,5 mm

Erstellen Sie eine saubere Fertigungszeichnung für jedes Einzelteil mit normgerechter Bemaßung!

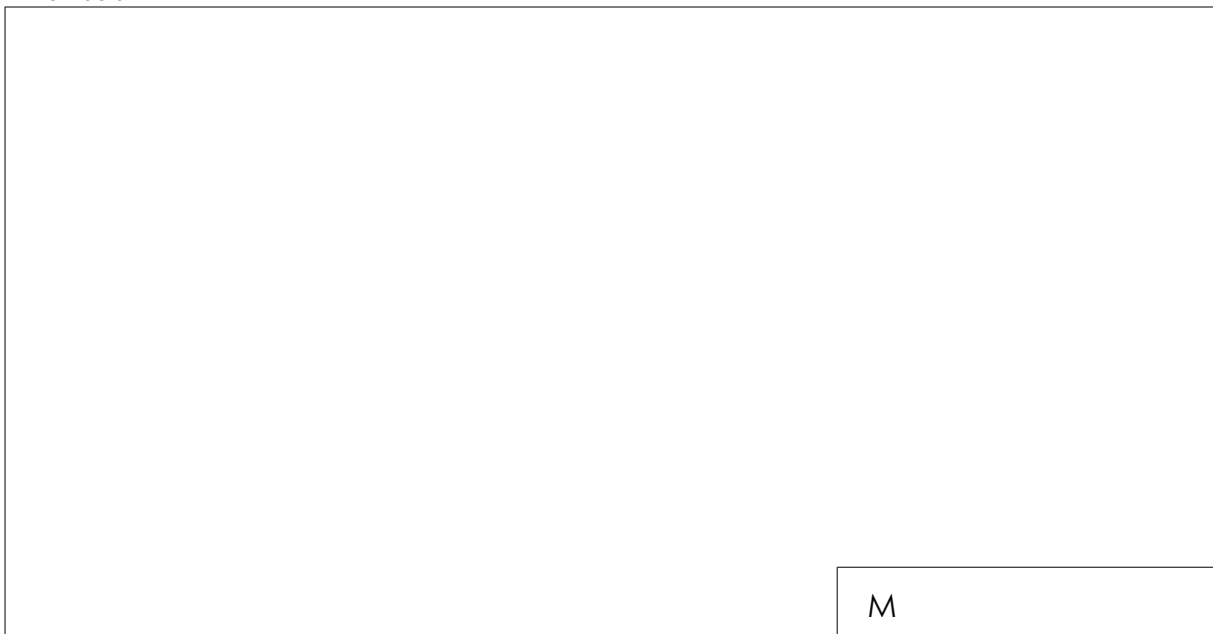
Quadrat



Dreieck klein



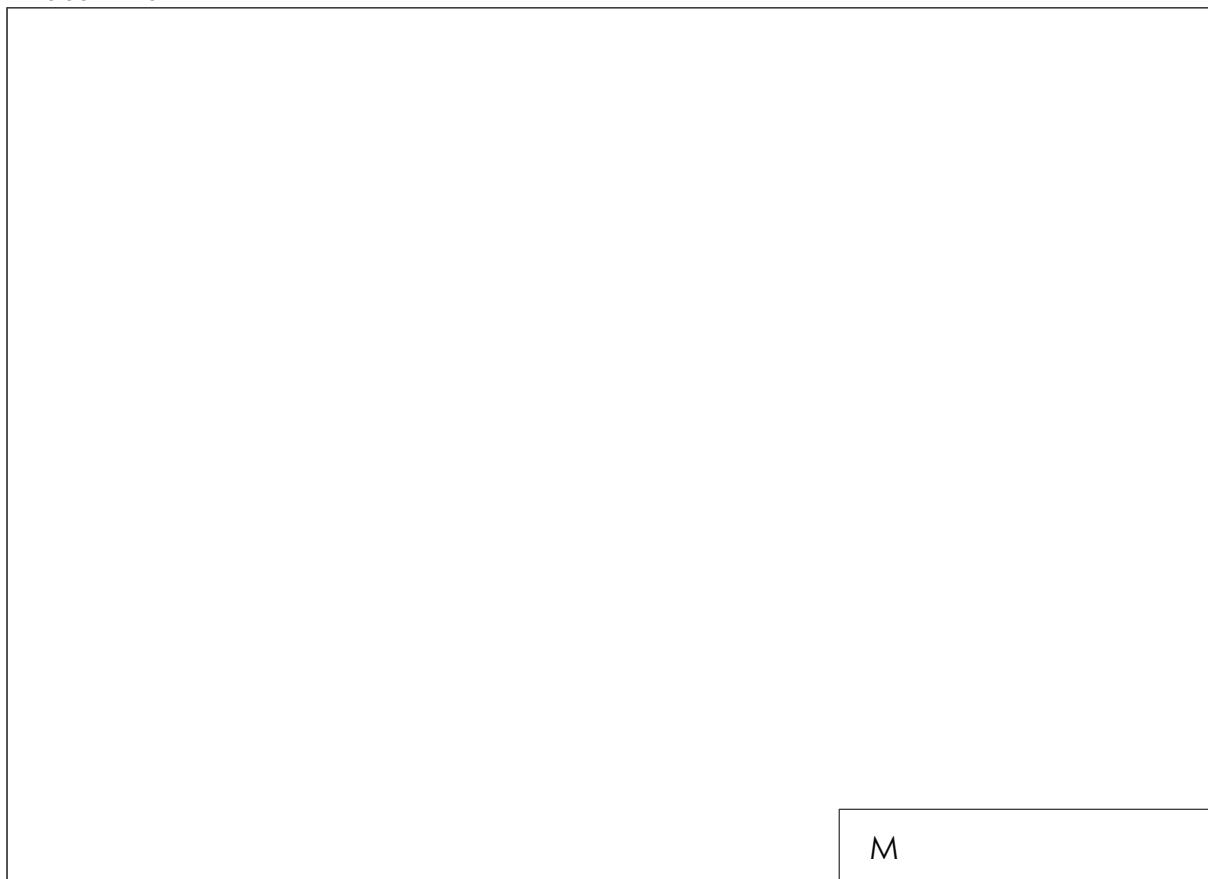
Rhomboid



Dreieck groß



Dreieck mittel





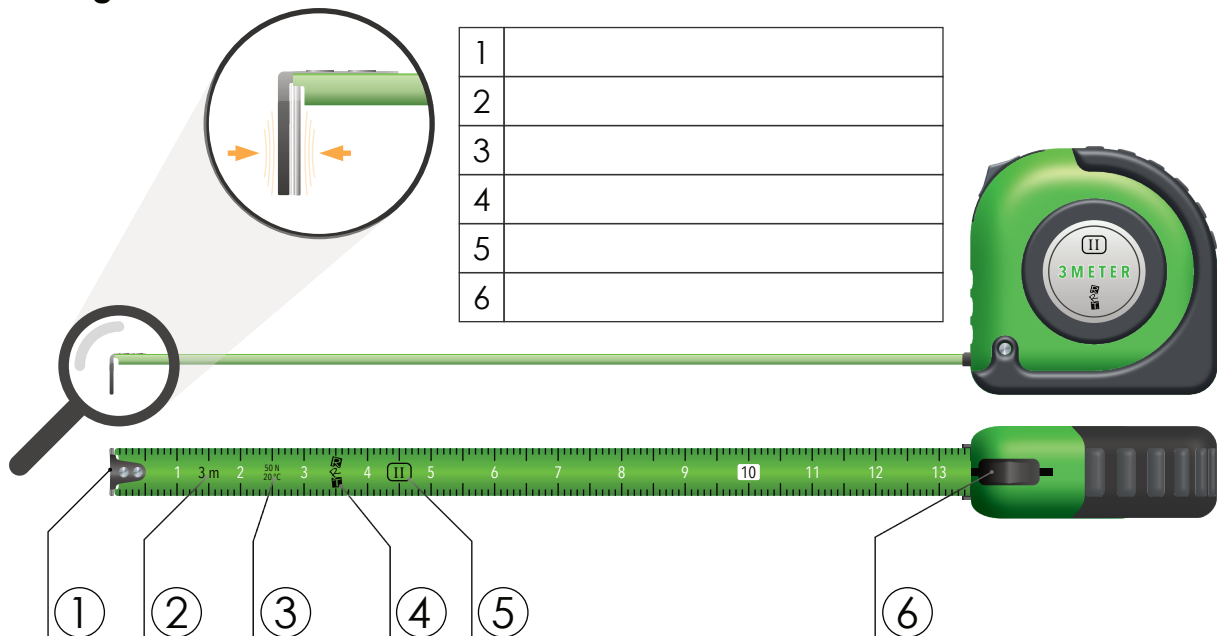
Herstellung

Stellen Sie das Tangram in Ihrer Werkstatt her. Verwenden Sie hierfür die Werkstattzeichnung. Brechen Sie alle Modelle aus einem Rechteck heraus.

Beachten Sie dabei, dass das Schleifen um so einfacher ist, je länger eine Glaskante ist. Daher macht es keinen Sinn von Beginn an alle Modelle herauszubereiten. Statt dessen brechen Sie immer die längste Glaskante, welche durch das gesamte Werkstück reicht zu erst und schleifen Sie beide dabei entstandenen Kanten im Anschluss. Dann brechen Sie die nächstlängere Kante und schleifen Sie diese ebenfalls. Führen Sie dies so fort.

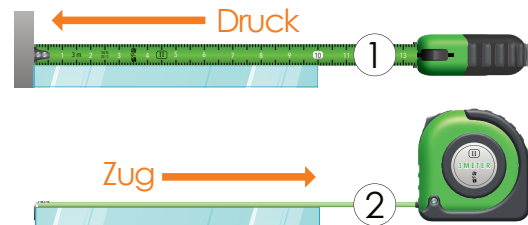
Achten Sie vor dem Maßnehmen auf eine praxiserfahrene Schleifzugabe, entsprechend der Werkzeuge, welche Sie verwenden!

Richtig messen mit dem Rollmaßband



Das Rollmaßband ist ein Standardprüfmittel in der Flachglasindustrie. Wichtig ist, dass man ein Rollmaßband hernimmt mit der EG-Genauigkeitsklasse von mindestens II. Dabei wird gewährleistet, dass das Stahlband bei einer Temperatur von 20 °C und unter einer Zugbelastung von 50 N eine maximale Abweichung von 2,3 mm auf 10 Meter hat.

Ist Ihnen schon Mal aufgefallen, dass der Haken beweglich ist? Dies ist kein Mangel, sondern gewollt. Messen Sie wie in dem Beispielbild dargestellt die selbe Scheibe zweimal. Was fällt Ihnen auf? Schreiben Sie Ihr Ergebnis darunter auf!



Dokumentation Herstellung

Dokumentieren Sie für einen organisierten Ablauf Ihre Tätigkeit. Tragen Sie die Arbeitsschritte und die benötigten Werkzeuge/ Hilfsmittel/PSA in die Tabelle ein.

Anzeichnen

Arbeitsschritte	Werkzeug/ Hilfsmittel/ PSA

Zuschneiden und Brechen

Arbeitsschritte	Werkzeug/ Hilfsmittel/ PSA

Kantenbearbeitung

Arbeitsschritte	Werkzeug/ Hilfsmittel/ PSA



Qualitätskontrolle

Legen Sie zur Kontrolle Ihre fertigen Tangram-Teile auf die entsprechenden Schablonen der folgenden drei Seiten. Beachten Sie dabei

Bestanden:

- Alle Kanten sind innerhalb des weißen Bereichs der Schablone
- Alle Kanten sind gleichmäßig und nach Vorgabe geschliffen
- Die Oberfläche ist frei von unzulässigen Kratzern und Beschädigungen
- Die Teile sind sauber und gereinigt

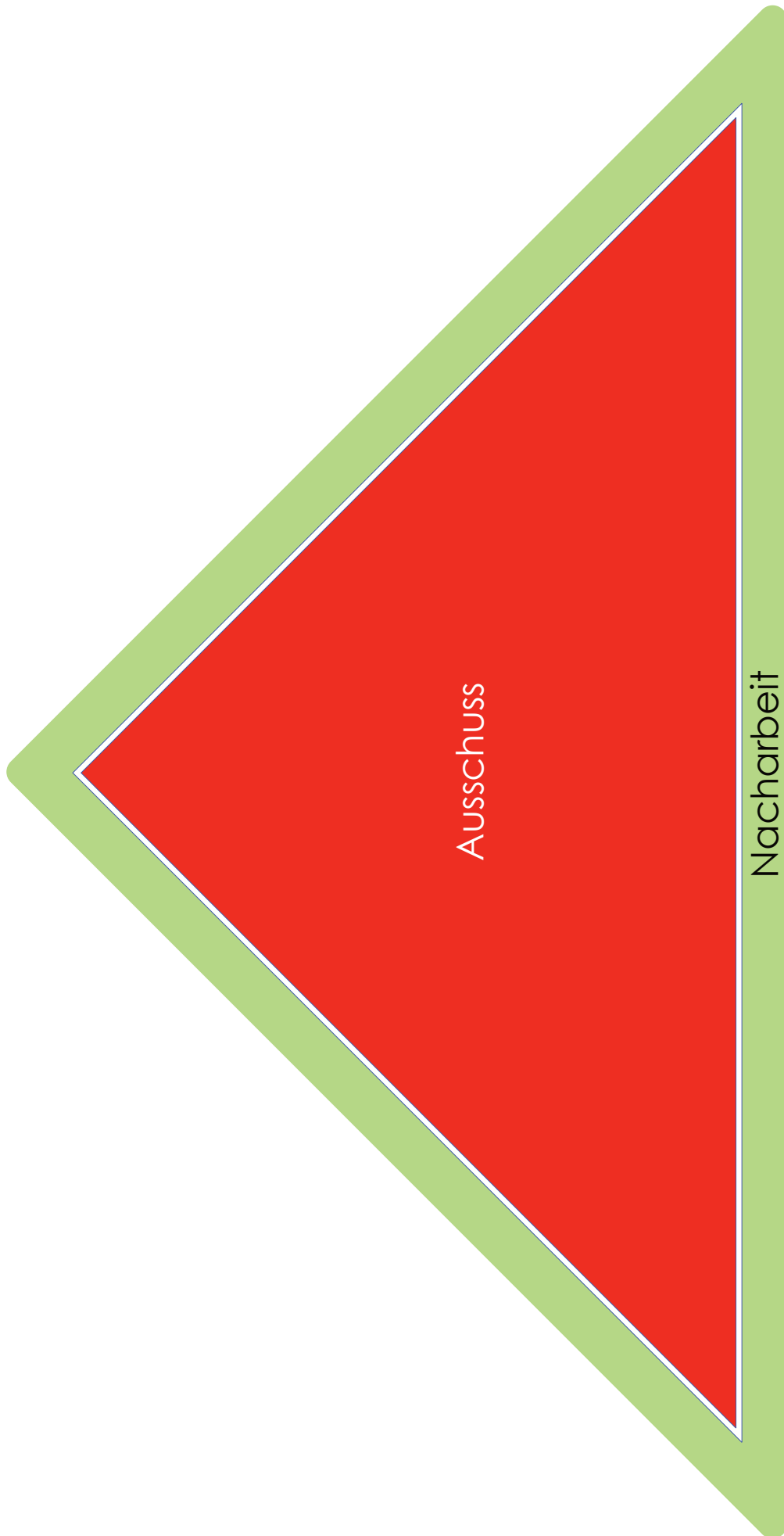
Nacharbeit:

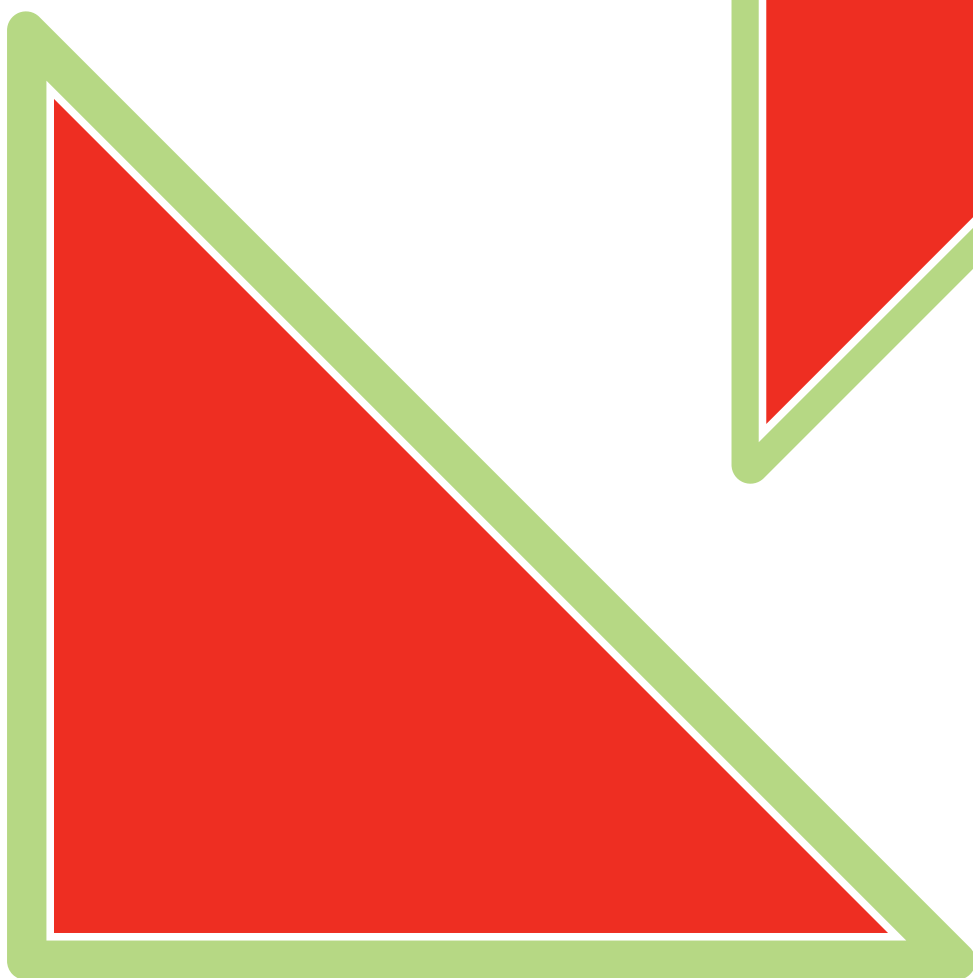
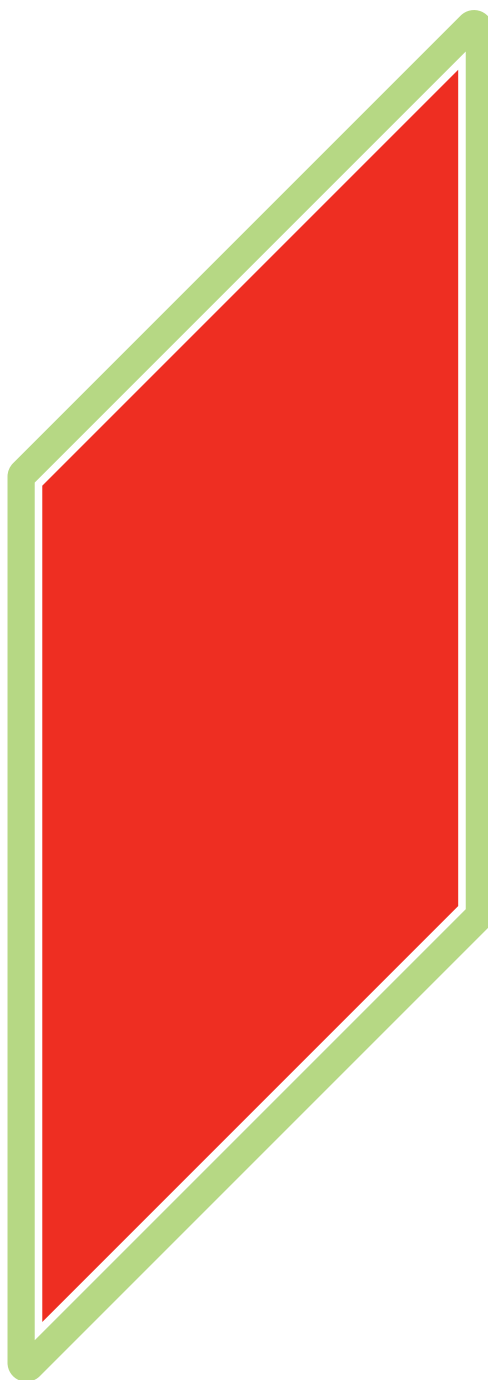
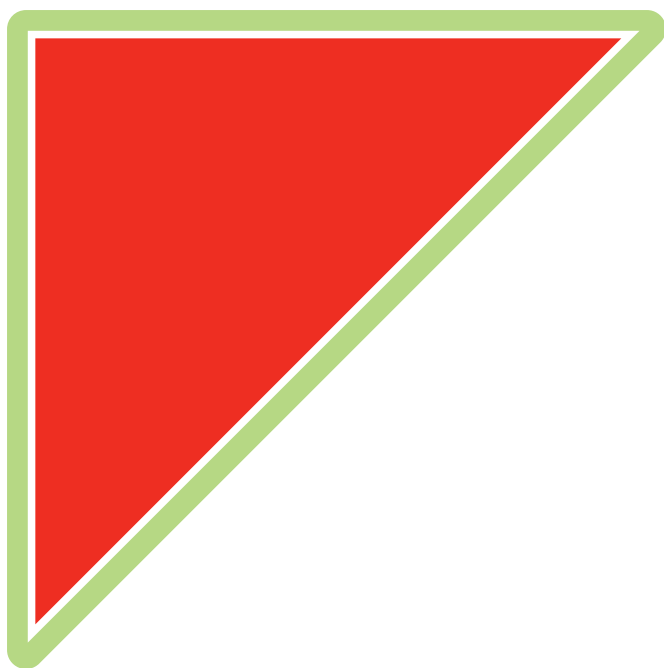
- Mindestens eine Kante ist im grünen Bereich

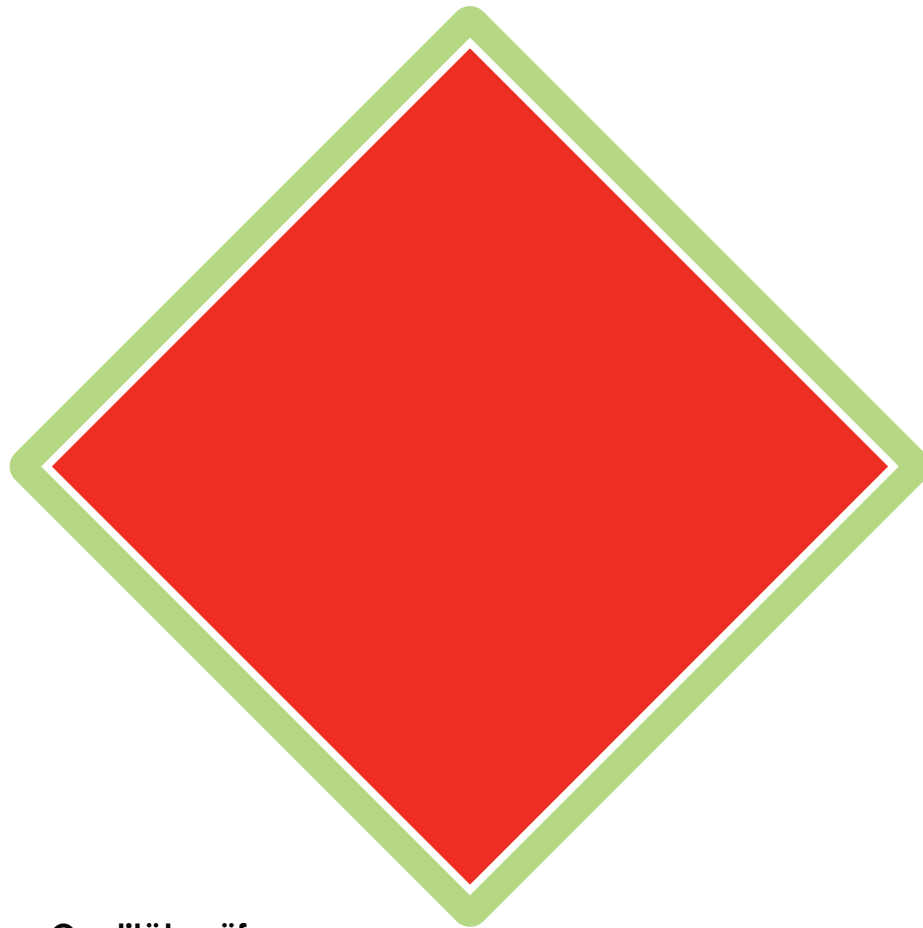
Ausschuss:

- Mindestens eine Kante ist im roten Bereich
- Die Kriterien von „Bestanden“ können auch mit Nacharbeit nicht erfüllt werden









Qualitätsprüfung

Dreieck groß	OK	Nacharbeit	Ausschuss
Kantenbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkung/ Selbstreflexion:			

Dreieck groß	OK	Nacharbeit	Ausschuss
Kantenbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkung/ Selbstreflexion:			

Dreieck mittel	OK	Nacharbeit	Ausschuss
Kantenbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkung/ Selbstreflexion:			

Quadrat	OK	Nacharbeit	Ausschuss
Kantenbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkung/ Selbstreflexion:			

Rhomboid	OK	Nacharbeit	Ausschuss
Kantenbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkung/ Selbstreflexion:			

Dreieck klein 2x	OK	Nacharbeit	Ausschuss
Kantenbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkung/ Selbstreflexion:			





Abtragen

Unter Abtragen versteht man das nicht mechanische Abtragen von Stoffteilchen. Man spricht auch vom chemischen Abtragen, wie es beim Ätzen der Fall ist oder vom thermischen Abtragen, wie es oft bei der Herstellung von Glasapparaten der Fall ist.

Mit Flusssäure kann man Glas ätzen, was hauptsächlich bei Wirtschaftsglas zum Polieren der Oberfläche in Verbindung mit Schwefelsäure angewandt wird. Der Einsatz von Flusssäure kann nur mit hohen Sicherheitsstandards vorstatten gehen. Thermisches Trennen findet z. B. im Apparatebau Anwendung. Dabei wird eine spitze Sauerstoffflamme auf den Umfang eines Rohres gerichtet. Das Rohr wird währenddessen gedreht. Die beiden Enden des Rohres werden kontinuierlich leicht auseinandergezogen. Es kommt zur Ausdünnung der Wandung, bis diese letztendlich aufreißt – es entstehen zwei Hälften. Literatur: [18]; [59]

Zerteilen

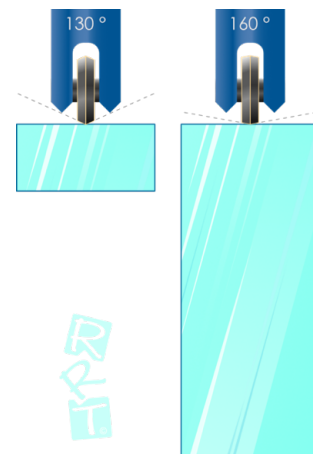
Im Folgenden werden die wichtigsten zerteilenden Trennarten für die Glasindustrie aufgeführt.

Ritzen

Unter Ritzen versteht man das klassische Glasschneiden mit einem Hartmetallrädchen. Dabei spielen folgende Faktoren eine erhebliche Rolle, welche den Vorgang begünstigen.

Kerbwirkung

Durch den Glasschneider wird eine Kerbe erzeugt, je spitzer der Winkel der Kerbe ist, um so leichter lässt sich das Glas brechen. Die Kerbe hängt maßgeblich vom Schneidwinkel des Metallrädchens ab. Dieser Winkel muss der Glasdicke angepasst werden. Dabei gilt, je spitzer der Winkel, umso dünner das Glas. Zudem spielt der Druck, mit dem das Schneidrädchen über die Oberfläche gezogen wird, eine entscheidende Rolle. Er darf nicht zu groß sein, da die Tafel sonst vorzeitig brechen könnte. Ein zu geringer Druck kann zu einem unkontrollierten Bruchverlauf führen.



Bruchzähigkeit

Die Bruchzähigkeit beschreibt den Widerstand gegen das Risswachstum. Glas als spröder Werkstoff hat eine sehr geringe Bruchzähigkeit. Einmal angebrochen, genügen kleine Erschütterungen und es kann zum Weiterlaufen des Risses führen, bis dieser letztendlich das Werkstück wieder verlässt. Diese Eigenschaft ermöglicht erst das Brechen von Glas.

Geometriefaktor

Am besten bricht ein gerader Bruch. Jede Kurve verschlechtert das Bruchverhalten, da es zu einem Verkanten mit unkontrolliertem Verlauf des Bruches kommen kann. Zudem spielt nur der größte Fehler in der Oberfläche eine Rolle. Beim Schneiden einer Glastafel ist natürlich der verursachte Schnitt der größte „Fehler“ in der Oberfläche.



Zugkräfte

Glas hält nur wenig Zugspannung aus. Meistens geht ein Glas aufgrund von zu hohen Zugspannungskonzentrationen kaputt. Beim kontrollierten Brechen macht man sich diesen Umstand zu nutze. Dabei baut man gezielt Zugkräfte an der Anrissstelle auf.

Spannungsaufbau

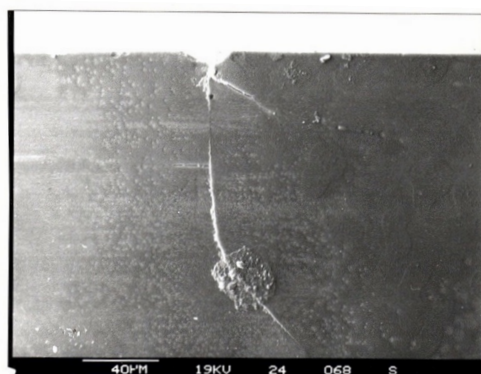
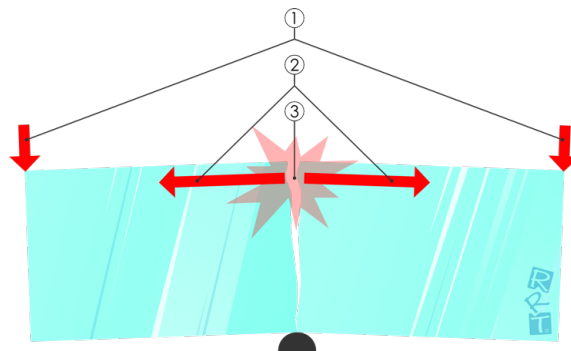
Durch das Ritzen entsteht entlang der Kerbe ein Temperaturanstieg. Dieser führt zu einem Spannungsaufbau innerhalb der Risslinie. Mit vorschreitender Zeit verringert sich die Spannung. Beim manuellen Brechen einer Glastafel kann ein Geübter bereits nach zehn Minuten nach der Risseinbringung einen Unterschied beim Brechen erkennen. Je länger die Risseinbringung zurückliegt, um so mehr Kraft muss man zum Brechen aufwenden und um so eher kann es sein, dass der Riss einen unkontrollierten Verlauf nimmt.

Schneidflüssigkeit

Die Schneidflüssigkeit unterstützt den Trennvorgang. Dadurch lässt sich das Glas einfacher brechen. Zudem ist die Kantenqualität besser. Eine Schneidflüssigkeit soll eine niedrige Oberflächenspannung besitzen. Durch das Anritzen entstehen Begleitsprünge, welche zum Teil durch die ganze Dicke der Tafel reichen, sogenannte Tiefenrisse. Die Schneidflüssigkeit soll so tief wie möglich in das Glas eindringen. Zudem sollen kleinste Partikel, welche durch das Ritzen entstanden sind, möglichst tief in entstandene Sprünge hineinsinken. In der Theorie geht man davon aus, dass diese Partikel den Sprung am „Zuwachsen“ hindern. Plausibler ist, dass die Partikel wie ein Keil wirken; mit jeder „Wippbewegung“ der Tafel gelangen die Partikel tiefer nach unten in den Sprung und brechen diesen dadurch immer weiter auf.

Glas brechen

Eine Glastafel wird linear mit optimalem Druck und dem Verwenden von Schneidflüssigkeit angeritzt. Übt man parallel zur Anrissstelle Druck aus ①, so wirken Zugkräfte ② auf die Anrissstelle. Nun wenden sich alle Faktoren gegen das Glas. Aufgrund der bestehenden Kerbe, der niedrigen Bruchzähigkeit, der linearen Ritzlinie, des geringen Widerstandes gegenüber Zugkräften, der initiierten Spannung und auch des Verwendens von Schneidflüssigkeit entsteht ein Bruch ③ entlang der Ritzlinie. Beim Glasschneiden ist dies natürlich erwünscht.



Tiefenriss; © Dipl. Ing. Michael Horina



Recherchieren Sie, ob es in Ihrem Umfeld benachteiligte Kinder oder Personengruppen gibt.

Überlegen Sie sich Maßnahmen, wie man einer Benachteiligung vorbeugen bzw. entgegenwirken könnte und fertigen Sie dazu eine Mindmap an.

Notizen:

Formulieren Sie einen Begleitbrief bzw. eine E-Mail an die soziale Einrichtung.

Notieren Sie sich mögliche Inhalte und erstellen Sie Ihr schreiben auf einem separaten Blatt.

Diese Lernsituation dient zur Orientierung des Berufes des Flachglastechnologen*in und darf frei für die berufliche Ausbildung verwendet werden.



Für ein optimales Ergebnis, drucken Sie das Dokument als Broschüre auf einem DIN A3 Papier aus, bei einer Skalierung von 100 %. Messen Sie nach dem Druck die Prüflinie. In seltenen Fällen muss die Skalierung angepasst werden

Prüflinie 10 cm

glasfachsCHULE zwiesel

An der Glasfachschule Zwiesel werden zukünftige Flachglastechnologen*innen unterrichtet. Das international renommierte Kompetenzzentrum bietet eine Vielzahl an Aus- und Weiterbildungen zum Thema Glas und Optik in den Bereichen Handwerk, Design und Technik an.



ZIG

Das Ausbildungsportal "Zukunft im Glas" (zukunfftimglas.de) des Bundesarbeitgeberverbandes Glas und Solar e. V. bietet Informationen zu den verschiedenen Ausbildungsberufen sowie dualen Studiengängen in der Glasindustrie, deutschlandweit aktuelle Ausbildungsangebote von Unternehmen und Bewerbungstipps.



die GLASOLOGIE
Das Fachbuch für Glas

Alle Grafiken sind vom Fachbuch „Die GLASOLOGIE“. „Die GLASOLOGIE“ ist besonders für die berufliche Ausbildung und Berufseinsteiger*innen der Glasindustrie geeignet (glasologie.de).

