

# Schwerelos und transparent in der Anmutung

Bei der Montage von punktgehaltenen Glaskonstruktionen müssen viele Kleinigkeiten beachtet werden, damit ein einheitliches Fugenbild und eine ebene Gesamtfläche entstehen.

Autor: Dipl.-Ing. Henri Balekjian  
Fotos: Gebo

Punktgehaltene Glaskonstruktionen werden entworfen, um Gebäudeteile schwerelos und transparent wirken zu lassen. Bei der Umsetzung der Planung ist das Ziel, technisch wie ästhetisch, die perfekte Ausführung der Verglasung. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Auswahl des richtigen Systems, das in der Lage ist, optimal Toleranzen auszugleichen sowie dauerhaft und sicher alle wirkenden Lasten und Verformungen abzuleiten. Hierfür gibt es keine allgemein gültigen Lösungen. Im Einzelfall muss je nach Unterkonstruktion, planerischen Vorgaben und Randbedingungen des Projektes die Systemlösung ausgewählt, angepasst und entwickelt werden.

Eine punktgehaltene verglaste Fläche entspricht den geltenden Anforderungen, wenn die technischen Vorgaben eingehalten, die Gläser fluchtend eingebaut werden, ein einheitliches Fugenbild zwischen den Glasscheiben herrscht und eine zwin-

gungsfreie ebene Gesamtfläche entsteht. Durch die Transparenz derartiger Konstruktionen sind die Erwartungshaltung und der Qualitätsanspruch an das eingesetzte Material sowie an die Ausführung und Montage der Konstruktionsteile hoch. Nur über die Ausbildung der Unterkonstruktion, der Anschlüsse (Laschen, Spider etc.), der Art und Montagemöglichkeit der Punkthalter und der sicheren punktuellen Lasteinleitung in die Glasscheiben ist eine erfolgreiche und wirtschaftliche Ausführung möglich. Ein Primäruntergrund, ob aus Beton oder einer Stahlstruktur, weist artabhängig Maßtoleranzen unterschiedlicher Größenordnungen auf. Alle sekundären Unterkonstruktionen wie Stahl oder Aluminium bestehen im Regelfall aus Tragprofilen, die über Abstandhalter, je Profil mit einem Festpunkt und einem oder mehreren Gleitpunkten, mit dem Untergrund verbunden sind. Zugstab- oder seilver-

spannte Sonderkonstruktionen werden in Koordination mit Tragwerksplanern im Einzelfall entwickelt.

Die Festpunkte übertragen die anteilige Windlast und das gesamte anteilige Eigengewicht aus Unterkonstruktion, Verbindungselementen, Punkthaltern, Glas und gegebenenfalls Schneelasten. Die Gleitpunkte nehmen nur die anteilige Windlast auf. Die Befestigung der Tragprofile muss so erfolgen, dass ein geräuschfreies Gleiten durch die Längenänderung aus Lasten- und Temperaturveränderung zwingungsfrei erfolgen kann. Die Glaselemente sollen spannungsfrei auf der Unterkonstruktion montiert werden können. Das erfordert eine gute Planheit der Unterkonstruktionsoberfläche. Nicht nur die Bautooleranzen müssen gut ausgeglichen werden, sondern auch die Befestigungsebene muss parallel zur unverrückbaren Fassadenebene stehen. Das bedingt eine exakte Senk-



Bei der Konstruktion der Glasfassade am Esplanade Sony Center in Berlin sind Monohalter ZK CA von Gebo mit Sonderspider eingebaut.



Isolierglassenhalter ZK CI von Gebo kamen bei der Allianz Frankfurt zur Anwendung.

rechtstellung der Abstandhalter, wenn keine Gelenkverbindung zum Profil vorhanden ist. Ansonsten rufen behinderte Temperaturdehnungen unweigerlich Ausbeulen und erhebliche Spannungen in den Glaselementen und an deren Befestigungen hervor. Da selbst bei guten Monteuren eine gewisse Montageungenauigkeit nicht ganz vermeidbar ist, sollten die Konstruktionen dieser Tatsache Rechnung tragen und entsprechend montagegerecht konzipiert werden. Falls in der Praxis eine „Hammermontage“ oder die gewaltsame Befestigung der Elemente in Schlangenlinie über mehrere Abstandhalter hinweg erfolgt, entstehen schon beim Einbau unkontrollierbare Zwängungen, die sich häufig in ihrer Wirkung auf Befestigungen und besonders auf Verankerungen durch temperaturbedingte Dilatationen erhöhen. Aufgrund solcher Montagen verändern Fassaden und Dachflächen, die zunächst exakt montiert aussehen, nicht selten nach der ersten Aufheizung ihr Erscheinungsbild negativ. Ein exakt verlaufendes Fugenbild wird plötzlich krumm und schief oder eine ebene Fassade bekommt Beulen und selbst das hochwertige VSG aus ESG oder ESG-Glas bricht. An den Fügestellen zwischen Stahlbau und der Primärkonstruktion sowie zwischen Stahlbau und Glasebene müssen Maßungenauigkeiten und Toleranzen ausgeglichen werden. Selbst die Glaselemente weisen trotz einer CNC-Bearbeitung prozessbedingt zwar geringe, aber dennoch Toleranzen in Außenabmessung und Bohrlochlage auf, die es planmäßig zu berücksichtigen gilt. Gutes Konstruieren zeigt sich insbesondere in der Beherrschung dieser

Berührungsstellen zwischen Werkstattfertigung und Umsetzung auf der Baustelle, wobei den architektonischen Vorgaben und den Vorgaben des Tragwerkplaners Rechnung getragen werden muss.

### Toleranzen ausgleichen

Kein Bauwerk und kein Bauteil kann exakt in der Qualität und in den Abmessungen hergestellt und montiert werden, in denen es die Planer festgelegt haben. Deshalb ist es zwingend notwendig, sich bereits während der Planung Gedanken über Toleranzen zu machen und die Konstruktion sowie insbesondere die Detaillierung der Verbindungsteile und der Punkthalter entsprechend auszulegen. Im Allgemeinen gilt, dass niedrigere Toleranzen und damit eine höhere Genauigkeit erhöhte Herstellungskosten zur Folge haben. In der Planung ist darauf zu achten, dass die einzelnen Toleranzen konstruktiv vernünftig aufgenommen werden können, unter der Berücksichtigung, dass Toleranzmaße sich aufaddieren können.

Zwar wird die Fugengeometrie theoretisch häufig richtig angegeben, die in den zu verbindenden Konstruktionsteilen vorhandene Toleranz bleibt aber oft unberücksichtigt. Es entstehen dann zu schmale oder zu breite Fugen, wobei die schmalen Fugen mit Sicherheit zu „Pflegefällen“ werden, denn das Fugenmaterial verkräftet die zunehmenden Bewegungen nicht. Da ein 100-prozentig genauer Einbau der Unterkonstruktion selten und die vorgegebene Glasfläche unverrückbar ist, müssen die Winkel- und Lageungenauigkeiten ausge-

glichen werden, ohne dass es zu Zwängungen im Glas kommt. Je nach Einbausituation müssen Toleranzen in den verschiedenen Richtungen ausgeglichen werden: in der Tiefe, in der Fläche und im Winkel. Von der Unterkonstruktion wird bei punktgehaltenen Verglasungen gefordert, dass die Toleranz für die Lage der Anschlusspunkte in Fläche und Ebene an die Punkthalter fünf Millimeter nicht überschreitet. Zumindest sollten die entsprechenden Normen bezüglich der Toleranzen eingehalten werden.

Der Toleranzausgleich und die Justiermöglichkeiten sind in den magischen drei Ebenen möglich. Am Verbindungssystem oder Spider, im Punkthalter knapp hinter der Glasebene und im Punkthalter in der Glasebene. Dabei sind die Art und die Möglichkeiten des Toleranzausgleiches direkt abhängig von den architektonischen Vorgaben der Spiderausführung (Lasche oder Hülse mit Innengewinde) und der Punkthalterausführung (Deckelhalter oder Senkhalter). Alle Lösungsansätze dürfen die Montagefreundlichkeit des Befestigungssystems nicht vernachlässigen. Je weniger Toleranzausgleichsmöglichkeiten das Verbindungssystem und der Punkthalter bieten, desto aufwändiger muss die Unterkonstruktion mit ihren Anschlüssen gestaltet und montiert werden. So kann der gedachte Vorteil eines günstigen und einfachen Punkthalters sehr schnell dahinschmelzen und die Bauabnahme bzw. die Gesamtwirtschaftlichkeit eines Projektes gefährden.

Die Auslegung der tragenden Unterkonstruktion sollte planmäßige Verformungen in engen Grenzen halten. Bei falscher oder mangelhafter Befestigung können selbst bei Gelenkverbindungen Biege- und Torsionsbelastungen im Glas entstehen. Unvorhersehbare Belastungen, die das Befestigungssystem beeinträchtigen, müssen ausgeschlossen sein. Der Planer muss im Vorfeld wissen, wie die Verbindungen arbeiten. Punktgehaltene Verglasungen müssen statisch nach dem Prinzip definierter Fest-, Horizontal- und Loslager gelagert sein. Das Glas muss sich von einem definierten Festpunkt aus in der Glasebene in alle Richtungen ausdehnen können. Auf alle Fälle sind Zwängungen in der Scheibenebene infolge von Temperatureinflüssen oder Verformungen der Unterkonstruktion statisch wie konstruktiv zu berücksichtigen. Ebenso sind senkrecht zur Scheibenebene Zwängungen infolge von Verformungen der Unterkonstruktion beziehungsweise von Toleranzen beim Einbau der Glasscheiben zu beachten. Die in den Rechennachweisen vorausgesetzten

Annahmen hinsichtlich Drehbarkeit und Verschieblichkeit der Auflager, auch unter Last und Temperatur, sind sicherzustellen. Die Verschieblichkeit eines Lagers definiert sich über die Geometrie und die Art des Anschlusses, die Anzugsmomente sowie die Reibwiderstände der Auflageflächen. Planmäßig soll ein Festlager keine Bewegung, ein Horizontallager die Bewegung und Dehnung in X-Achse und ein Loslager diese in X- und Y-Achse ermöglichen. Wenn eine Verschraubung direkt in die Unterkonstruktion beziehungsweise in einem Verbindungssystem mit Gewindehülse geschieht, handelt es sich um einen Festpunkt. Der Ausgleich der Toleranzen und die Verschieblichkeit sind allein über den Punkthalter hinter und im Glas zu leisten. Bei einem frei gestalteten Verbindungssystem wie Lasche oder Spider wird ein Festlager durch Passbohrung oder Langloch mit definiertem Anzugsmoment ausgebildet. Das Horizontallager wird durch ein Langloch mit entsprechenden Zwischenlagen (zum Beispiel Teflonscheiben) und definiertem Anzugsmoment bestimmt und die Loslager gleichermaßen, jedoch durch eine Bohrung in Übergröße. Die Anordnung der festen und verschieblichen Lager ist konstruktionsabhängig. Auf die ausreichende Auflagefläche und die Überdeckung durch die eingesetzten Unterlegscheiben ist zu achten. Alle Verschraubungen sind durch geeignete Maßnahmen (zum Beispiel mit Sicherungskleber) gegen Losdrehen zu sichern. Die Befestigungen sind hinsichtlich der erforderlichen Verschieblichkeit, Spiel und der Zwängungsfreiheit zu kontrollieren.

In Sonderfällen kann eine planmäßige Verschieblichkeit durch speziell entwickelte Punkthalter erzielt werden. Diese Lösungen sind geprüft und seit Jahren im Einsatz. Selbst Lösungen für eine zwängungsarme Lagerung senkrecht zur Scheibenebene sind möglich. Wenn eine statisch bestimmte Lagerung nicht gewährleistet werden kann, müssen die Belastungen aus Zwangsverformungen bei der statischen Berechnung berücksichtigt werden. Zu den Folgen zählen überdimensionierte Konstruktionen und größere Glasdicken.

Die Einleitung der Kräfte aus sämtlichen Lasten in die Unterkonstruktion muss durch geeignete Maßnahmen gesichert sein. Besonders müssen die kontrollierte dauerhafte Eigengewichtsabtragung der Glasscheibe und die kraftschlüssige Querkrafteinleitung auf die Punkthalterachsen gewährleistet sein. Die Praxis zeigt, dass allein über eine Klemmung eines Tellerhalters eine Glasscheibe in ihrer Position nicht zu halten ist. Punkthalter für Festlager sind

kraftschlüssig mit der Glasscheibe und der Unterkonstruktion zu verbinden. Dies geschieht, da unvermeidbare Exzentrizitäten in der Fläche bei der Endmontage die Regel sind, mit dem Einsatz eines Exzenters oder durch die Verfüllung der Bohrung mit geeignetem und speziell entwickeltem Injektionsmörtel (zum Beispiel Hilti Hit). Bei dem Punkthalter für die Horizontal- und Loslager muss die Zwängung infolge Reibung ausgeschlossen sein. Dies kann zum Beispiel durch Gleitfolien mit Nachweis des Reibwertes erfolgen. Spezielle Lösungen sind über die Sonderkonstruktion der Punkthalter selbst entwickelt worden. Die Materialien der Punkthalter und der Anbindungen an die Unterkonstruktion müssen verträglich sein (Kontaktkorrosion). Unter Umständen sind geeignete Trennmittel einzusetzen.

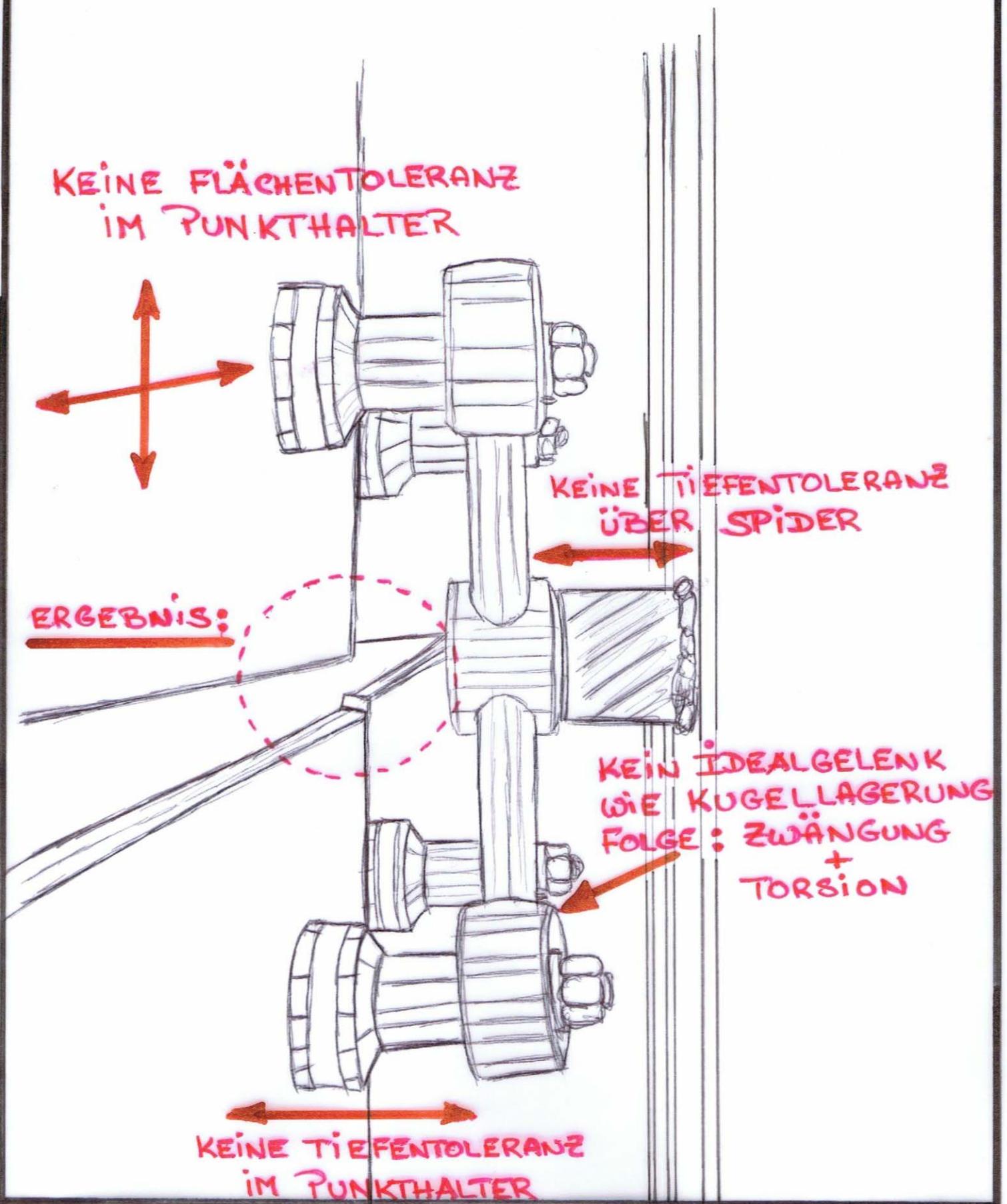
### Fazit

Von der Genauigkeit der Konstruktion und des Glases sowie von der Sorgfalt der Ausführung und Montage hängt die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems ab. Alle Toleranzen (Glas, Unterkonstruktion, Temperatureausgleich) müssen im Vorfeld aufeinander abgestimmt werden. Die Schnittstelle zwischen Unterkonstruktion und Glashaltebolzen ist so auszuführen, dass die auftretenden Toleranzen sicher aufgenommen werden. Alle Aufhängepunkte müssen entsprechend justierbar sein.

Aufgrund der Anwendungsmöglichkeiten bietet die Firma Gebo eine Vielzahl von Punkthalterarten, Verbindungssystemen und Ausgleichssystemen an, deren Einsatz von den spezifischen Randbedingungen am Projekt abhängt. Um bei der richtigen Auswahl zu helfen, sollte die Kontaktaufnahme bereits in der Planungsphase erfolgen. Die Punkthalter ermöglichen planmäßig einen optimalen Toleranzausgleich, um die Glasscheiben unter Berücksichtigung der baupraktischen Toleranzen zwängungsfrei zu montieren.

Die Verstellbarkeit und der Toleranzausgleich sind integraler Bestandteil dieser Befestigungssysteme. Zudem bescheinigen die ausgeführten Projekte und Prüfungen die Wartungsfreiheit und die lange Lebensdauer der Punkthalter. Die Lösungen berücksichtigen die Aspekte der Ästhetik, der einfachen Montage und des Ausgleiches der Toleranzen am Bau für eine perfekte und wirtschaftliche Glasmontage. Seit einiger Zeit werden Argumente der erleichterten Genehmigung durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) als Eignung eines Befestigungssystems für punktgehaltene Glaskonstruktionen in den

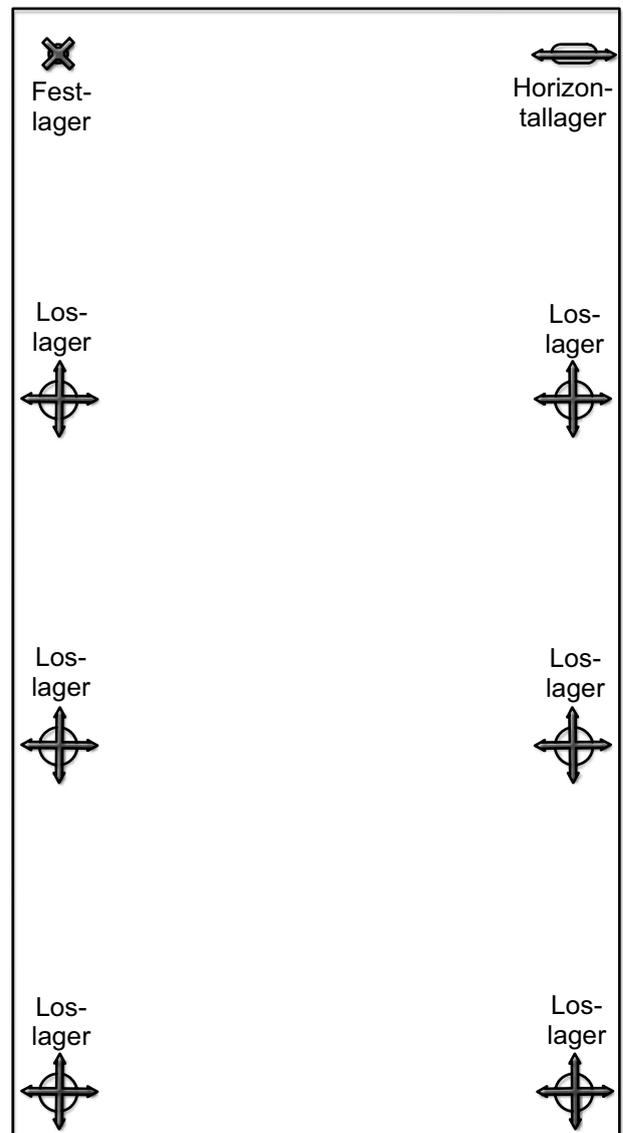
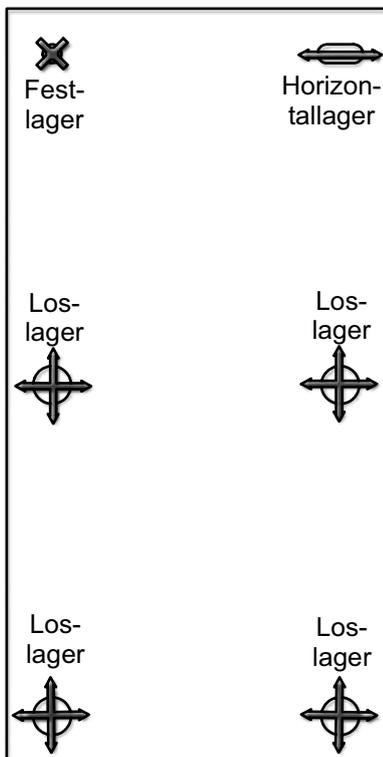
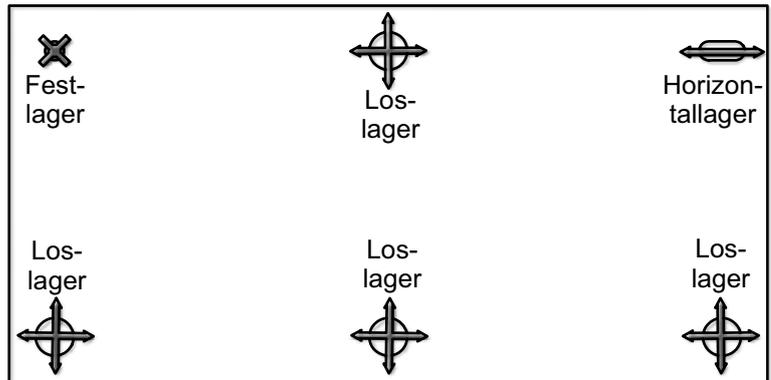
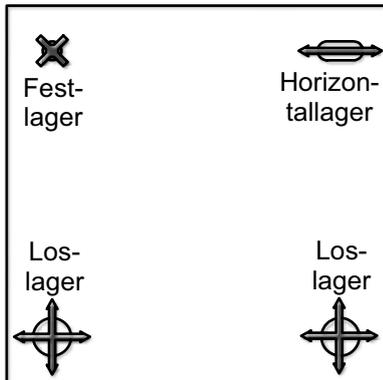
Vordergrund gestellt. Was nützt jedoch eine vorhergesagte Erleichterung der Genehmigung, wenn das angepriesene System keine optimalen Möglichkeiten bietet, die konstruktiven Aufgaben sicher und einfach zu lösen? Zumal in abZ hauptsächlich das Glas und in zweiter Linie der Punkthalter betrachtet wird, ohne genaue Aussagen darüber, wie die dauerhafte Eigengewichtsabtragung und die zwängungsfreie Befestigung an den Anschlüssen gewährleistet werden sollen. Auf Baustellen herrschen bekannterweise andere Realitäten, die sehr schnell standardisierte Lösungen als unzureichend und ungeeignet disqualifizieren. Diese Art der Verglasung eignet sich wenig für einen Katalogverkauf der Komponenten. Eine prognostizierte Erleichterung in der Genehmigung ist das eine, die Eignung des Produktes und seine konstruktiven und montagetechnischen Fähigkeiten sind das andere. Die Kosten sollten in einer Kosten-Nutzen-Analyse vor einer Entscheidung begutachtet werden. Einige Punkthalteranbieter, Statiker und die technischen Richtlinien stellen die Forderungen nach einer zwängungsfreien Lagerung, einem Toleranzausgleich und einer sicheren Lastabtragung. Wenige jedoch bieten entsprechende Antworten an. In der TRPV steht: „Die Verglasungskonstruktionen sind so zu gestalten, dass die Glasscheiben unter Berücksichtigung baupraktischer Toleranzen zwängungsfrei montiert werden können und es unter Betriebsbedingungen (Lasteinwirkung, Temperatur, Nachgiebigkeit der tragenden Konstruktion) nicht zum Kontakt der Glasscheiben mit anderen Glasscheiben oder sonstigen harten Bauteilen kommen kann.“ Besonders fahrlässig ist es, wenn Systeme blind eingesetzt werden, obwohl nachweislich keine oder schlechte Erfahrungen im Projekteinsatz vorliegen. Die Vernunft weicht, wie in allen Lebenslagen, dem Glauben schöner Versprechen. Besonders kritisch wird es, wenn Produkte eingesetzt werden ohne eine kritische Überprüfung ihrer Eignung. Bei einigen Projekten sind die misslungenen Ausführungen rein optisch sichtbar, bei anderen können durch mangelhafte Auslegung der Komponenten Schäden bis hin zum Glasbruch entstehen, die mit großem Aufwand, wie einer Komplettanierung, behoben werden müssen. Last, but not least kommt es auf die fachgerechte Handhabung und Montage an den Baustellen an. Die Montageanweisungen des Herstellers sind unbedingt zu beachten. Gegebenenfalls sollte bei Sondersituationen Rücksprache gehalten werden.



### Negativbeispiel einer Ausführung:

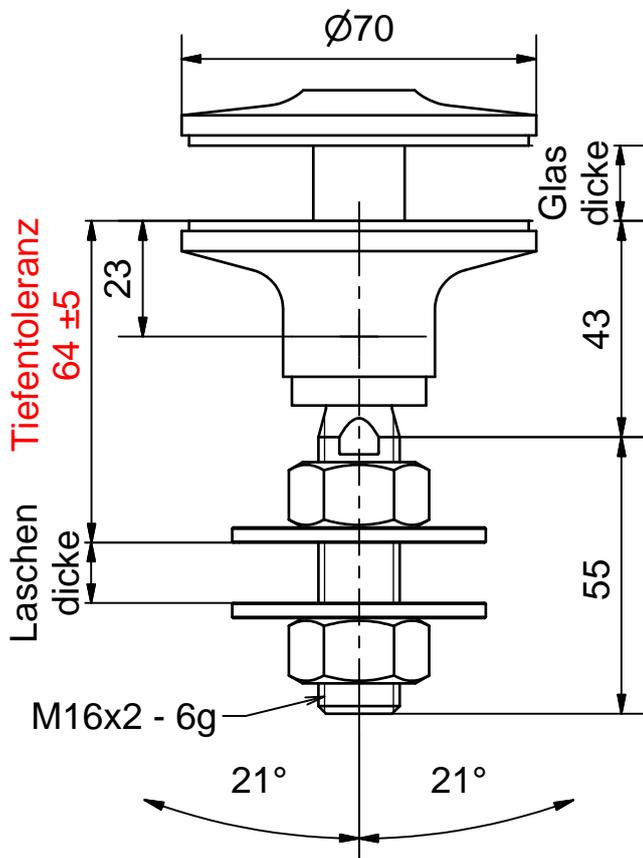
- Durch Versatz in Tiefe und Breite ist die Fuge nicht zu versiegeln
- Glasbruchgefahr durch Einbau unter Zwang

# Statisch bestimmte Lagerungssituationen von Punktgehaltenen Verglasungen



# TRAV - Konform!

**Flächentoleranz möglich !**



## Mögliche Deckelausführungen (Ausführung bitte ankreuzen!)

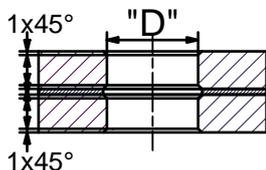
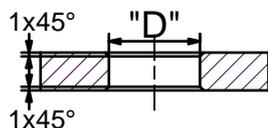
Typ 1.1	Typ 1.2	Typ 1.3
Typ 2.1	Typ 2.2	Typ 2.3
Typ 3.1	Typ 3.2	Typ 3.3
Typ 1.1	Typ 1.2	Typ 1.3
Typ 2.1	Typ 2.2	Typ 2.3
Typ 3.1	Typ 3.2	Typ 3.3

**Absolut Wartungsfrei !**

**Optimaler Toleranzausgleich !**

ESG

VSG



Hinweis: Alle Schraubverbindungen müssen mit geeigneten Mitteln gesichert werden. (z.B. LOCTITE)

Glasbohrungen		Angaben zum Objekt		Material: 1.4404 Oberfläche drehblank	
Ø "D"	Halter Typ	Laschendicke: _____ mm		"Sonderausführungen auf Anfrage" Bezüglich Deckel- und Senkschraubvarianten sowie Anschlußmöglichkeiten siehe unsere entsprechenden Unterlagen.	
Ø 24mm	AK A 50	Glasdicke: _____ mm			
Ø 26mm	AK A 60	BV: _____			
Ø 30mm	AK A 70				
 glas-elemente-befestigungssysteme		Erstellungsdatum		Punkthalter kugelgelagert	
		22.02.2010			
		gebo gottlieb-daimler-str.3-5 74382 neckarwestheim		AK A 70 M16x55	