

Adhäsive Verbindungen für
punktuelle Befestigungssysteme
in Fassaden und Glastragwerken

Teilvorhaben 2
Konzeptentwicklung für punktuelle Befestigungssysteme

Förderkennzeichen 03IPT603C
Berichtszeitraum 01.04.13 bis 31.01.16

Schlussbericht

- Kurzdarstellung

I.1. Aufgabenstellung

Ziel des beantragten Forschungsvorhabens bildete die Entwicklung von prinzipiellen Lösungen und Verfahren zur Anwendung der Klebtechnik für Glasfassaden und Glastragwerke. Dabei sollte der Schwerpunkt der theoretischen und experimentellen Untersuchungen auf punktuellen Klebungen von Glas und metallischen Befestigungsmitteln liegen. Durch die Bündelung der wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Kompetenz auf dem Gebiet des Glas- und Fassadenbaus in der Region, sollten ein Wettbewerbsvorteil für die beteiligten Unternehmen generiert und die wesentlichen strukturbildenden Maßnahmen aus dem vorangegangenen InnoProfile-Vorhaben GLASKONNEX nachhaltig weitergeführt werden.

Geklebte Punkthalterssysteme und Beschläge stellen eine vorteilhafte Alternative zu bisher üblichen Lochleibungsverbindungen dar. Der Wegfall von Bohrungen führt neben einer Kostenersparnis beim Glas vor allem zu konstruktiven Erleichterungen. Generell entstehen bei geklebten Punkthaltern homogenere Spannungsverteilungen im Lasteinleitungsbereich. Weitere Vorteile geklebter punktueller Befestigungselemente bilden die Reduzierung von Verbindungselementen, die damit verbundene höherwertige Ästhetik und die Zunahme an gestalterischer Freiheit bei der Fassadenkonstruktion.

Das Verbundvorhaben verfolgt das Ziel durch konsequente Umsetzung der Grundlagenergebnisse eine neue Qualität beim Einsatz adhäsiven Verbindungen in der Fassade und in Glastragwerken zu erreichen. Mit Bezug auf die punktuellen Befestigungssysteme sollen konstruktive Lösungen bzw. Verfahren erprobt und angepasst werden. Nachfolgende Arbeitsziele werden durch das Teilvorhaben Fassadenkonstruktion für punktuelle Befestigungssysteme verfolgt:

MBM Metallbau Dresden GmbH
Niedersedlitzer Str. 60
01257 Dresden

Telefon: 0351- 2809-0

Telefax:
Empfang 0351-2809-103
Geschäftsleitung/Verkauf 2809-101
Einkauf 2809-142

E-Mail: info@mbm-dresden.de

Internet: www.mbm-dresden.de

Fassaden

Glaskuppeln und -dächer

Stahlkonstruktionen

Leichtmetallfenster und -türen

denkmalgeschützte Stahl- und
Glaskonstruktionen

Forschungs- und
Schaugewächshäuser

Commerzbank AG
BLZ 850 400 00
Konto 8 007 130

Dresdner Bank AG in Dresden
BLZ 850 800 00
Konto 5 902 757 00

Geschäftsführer: Gunter Schreiber

Amtsgericht Dresden HRB 1036

Wir verweisen auf unsere
Allgemeinen Geschäftsbedingungen

- Konzeption und Entwurf der Unterkonstruktion für unterschiedliche Anwendungen der geklebten Konstruktionen in Außen- und Innenfassaden
- Prüfung und Recherchen marktüblicher verfügbarere Systeme mit Bewertung der Einsatzbarkeit bei geklebten Konstruktionen
- Konstruktive Gestaltung und Umsetzung der erforderlichen Anforderungen unter Einbeziehung statischer und baurechtlicher Aspekte auch unter Prüfung evtl. erforderlicher Nothalterssystemen

I.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die MBM Metallbau Dresden GmbH ist ein Metallbauunternehmen die Fassaden aus Aluminium und Stahl, Glasdächer und Sonderkonstruktionen herstellt.

Unter diesem Geschäftsinhalt werden im Hause alle erforderlichen Planungs-, Fertigungs- und Montageleistungen in diese Bereichen selbstständig erbracht.

Die Jahresleistungen in den og. Geschäftsfeldern der MBM liegen zwischen 15-20 Mio €. Die Bauvorhaben werden vor private und öffentliche Auftraggeber gleichermaßen ausgeführt.

Da die MBM am Markt seit längerer Zeit an innovativen Projekten in Zusammenarbeit mit Hochschulen und Universitäten aber auch Fachplanern arbeitet, ist das Umsetzen von neuen Technologien, Verfahren und der Einsatz neuer Materialien und Bauweisen gelebtes Ziel.

I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Gesamtlaufzeit des Forschungsprojektes betrug 36 Monate. Die Arbeiten wurden in einem Zeitraum vom 01.04.2013 bis 31.01.2016 durchgeführt.

Die einzelnen Arbeitsschritte wurden ständig mit den beteiligten Partnern abgestimmt und der weitere Ablauf besprochen und an Hand der Bewertung der erzielten Ergebnisse unter Abgleich zur Aufgabenstellung präzisiert. Dazu wurden ua. die Quartalsweise stattgefunden Projektsitzungen als auch der direkte Kontakt zu den ansässigen Partnern genutzt.

Die mit MBM zugewiesenen Aufgaben fanden sich in den Arbeitspaketen 4 und 8 wieder.

I.4. wissenschaftlich-technische Ausgangssituation

Die Anwendung von geklebten Glasfassaden ist in den letzten Jahren auch in Deutschland zunehmend aktueller geworden. Vor dem Hintergrund der von vielen Architekten gewollten „Entmaterialisierung“ und Verschlankung der konventionellen Fassadenkonstruktionen sind immer mehr Anwendungsfälle für geklebten Fassaden am Markt.

Die Anforderungen, die an derartige Bauteile im Bauwesen gestellt werden, sind hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit, Bauphysik und Nutzungsdauer, sehr komplex.

Der Einsatz ist nur auf der Grundlage von gesicherten Unterlagen, Zulassungen bzw AbP möglich. Hier existieren technische Zulassungen für lastabtragende Verbindungen, die die Forderungen der ETAG 02 mit einigen Klebstoffen für linienförmige Klebungen erfüllen. Die meisten Anwendungen erfolgen aber nach wie vor über den administrativ sehr

mühseligen und schwer planbaren Weg der objektbezogenen Bauteilprüfungen und nachfolgender Zustimmung im Einzelfall.

Es existieren sicher umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen und Erkenntnisse über adhäsive Verbindungen, deren Umsetzung im baupraktischen Bereich ist aber bisher sehr begrenzt.

I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Forschungsthema wurde mit der TU Dresden, den Planungsbüros Glasfaktor und GWT und als beteiligten KMU Thiele Glas durchgeführt und realisiert.

Es wurde mit allen Beteiligten zur Erreichung der Projektziele intensiv zusammengearbeitet.

II. Eingehende Darstellung

II.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses

II.1.1 Allgemeines

Im Rahmen des Gesamtvorhabens wurden durch die MBM die Arbeitspakete 4 und 8 bearbeitet.

II.1.2 Arbeitspakete 4 – Fassadenkonstruktion

Die Aufteilung diese AP erfolgte in die genannten Aufgabenbereiche:

- AP 4.1 Gestaltung und Auslegung
- AP 4.2 Detailplanung
- AP 4.3 Fertigung
- AP 4.4 Montage
-

II.1.3 – Arbeitspaket 4

Ziel:

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der AP 1-3 wurden 3 Stk Unterkonstruktionen untersucht und geplant. Hierfür sollten umfangreiche Marktrecherchen mit dem Ziel, die bisher umsetzbaren Herstellungsvarianten zu analysieren und auf Einsatzbarkeit für die geplanten Klebefestigungen im Projekt zu prüfen.

Ergebnisse:

**Recherche zu marktüblichen Systemherstellern
bzgl. Uk, Lösungen zur Befestigung und Toleranzausgleich**



ECKELT GLAS

Seite 5 -10

gebo glas-elemente-befestigungssysteme

Seite X11 - 21

Glas Marte GmbH

Seite 22 - 26

Glassline GmbH

Seite 25 – 28

Pauli + Sohn GmbH

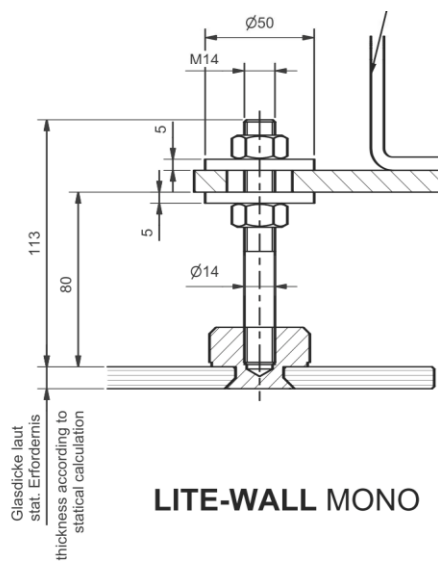
Seite 28 - 31

Eckelt®

Punkthaltervarianten:

Punkthalter für das System LITE-WALL MONO

Die Punkthalter für das LITE-WALL-MONO-System sind Senk-Punkthalter für eine Einfachverglasung. Es sind starre Punkthalter, welche optional mit einem Gelenkadapter ergänzt werden können und somit zu einem gelenkigen Punkthalter umgewandelt werden können.

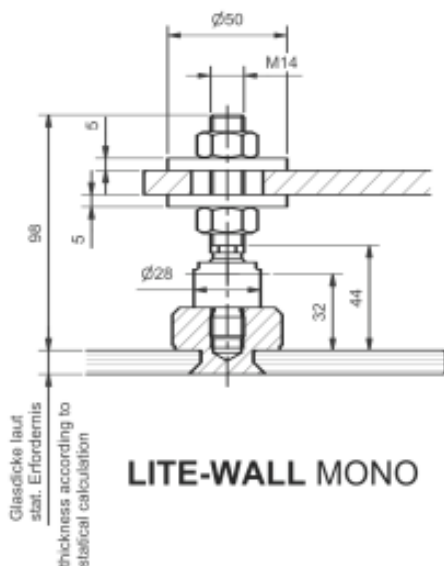


Punkthalter LITE-WALL MONO starr

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner



Punkthalter LITE-WALL MONO gelenkig

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

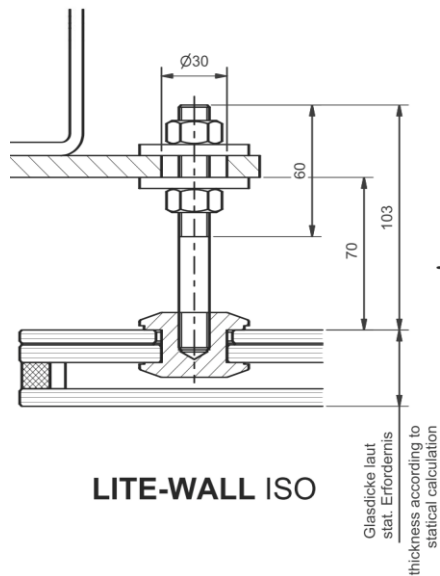
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Punkthalter für das System LITE-WALL ISO

Die Punkthalter für das LITE-WALL-ISO-System sind aufgesetzte Punkthalter für eine Isolierverglasung. Es ist ein starrer Punkthalter, welcher optional mit einem Gelenkadapter ergänzt werden kann und somit zu einem gelenkigen Punkthalter umgewandelt wird.

Die Besonderheit bei diesem System ist, dass optional nur die Innenscheibe mit dem Punkthalter befestigt werden kann und die Außenscheibe über eine spezielle Verklebung des Randverbundes die Lasten an die Innenscheibe weitergibt.

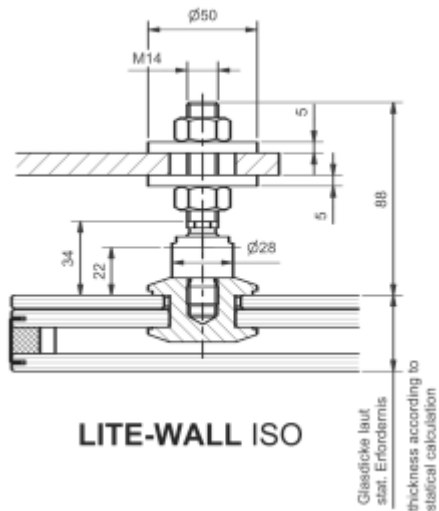


Punkthalter LITE-WALL ISO starr

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner



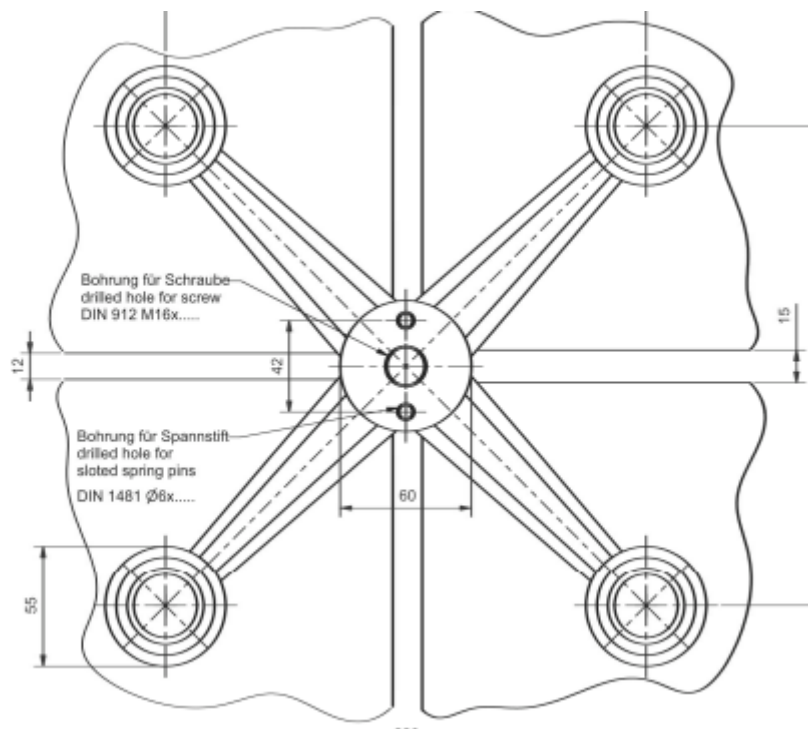
Punkthalter LITE-WALL ISO gelenkig

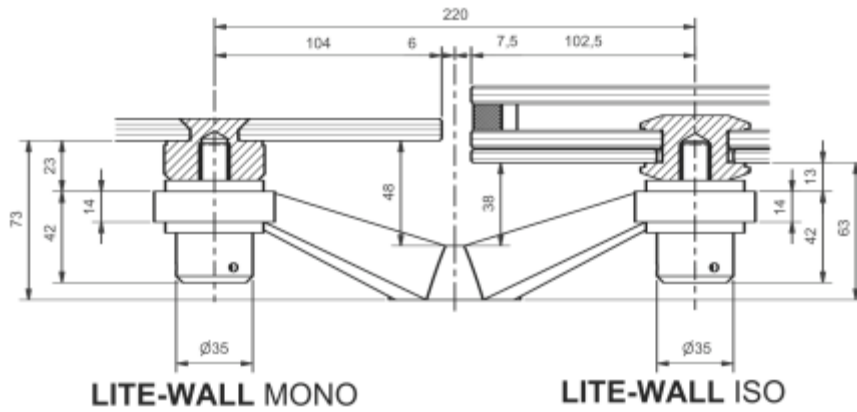
Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit über Gelenkbolzen

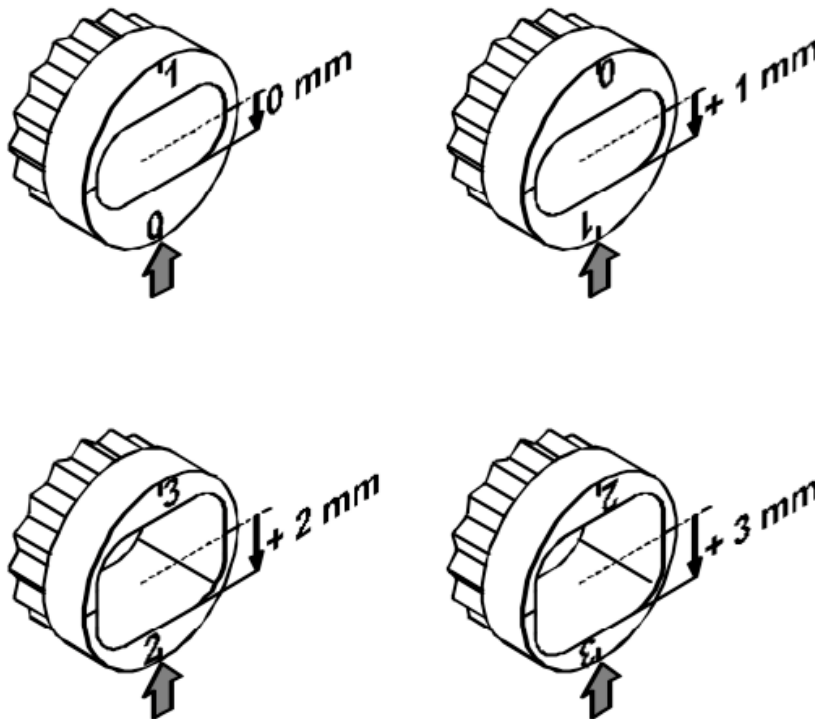
Spidertypen:





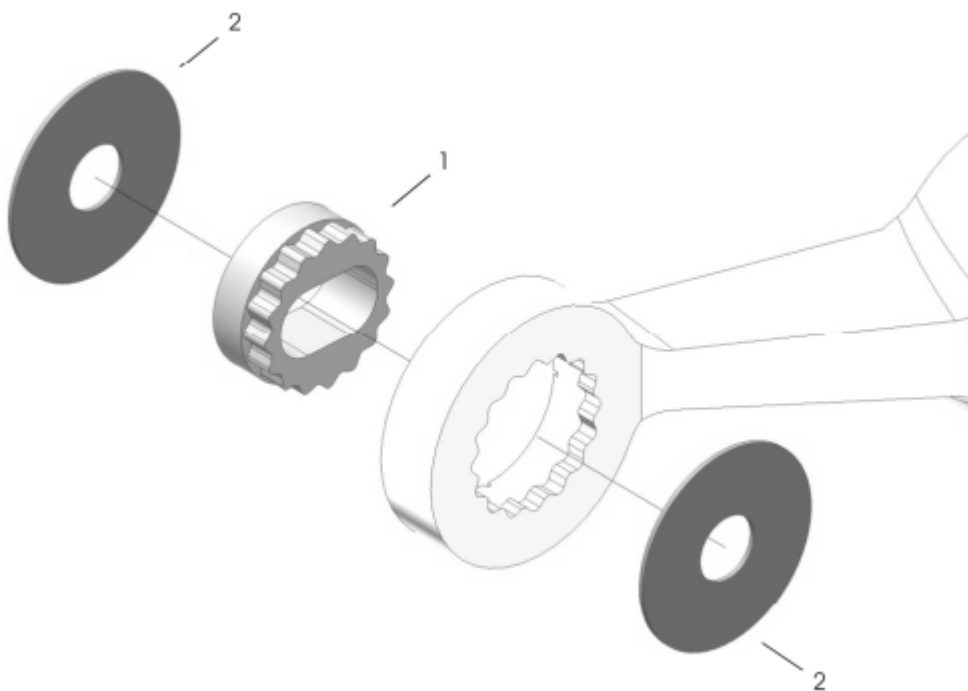
LITE-WALL-Spinne 4-armig

Lagerarten und Toleranzausgleich:



	Toleranz / tolerance 0mm/1mm	Toleranz / tolerance 2mm/3mm
Festlager fixed point	3810/03	3810/04
hor. Loslager hor. loose point	3810/01	3810/02
Loslager loose point	3810/05	3810/05

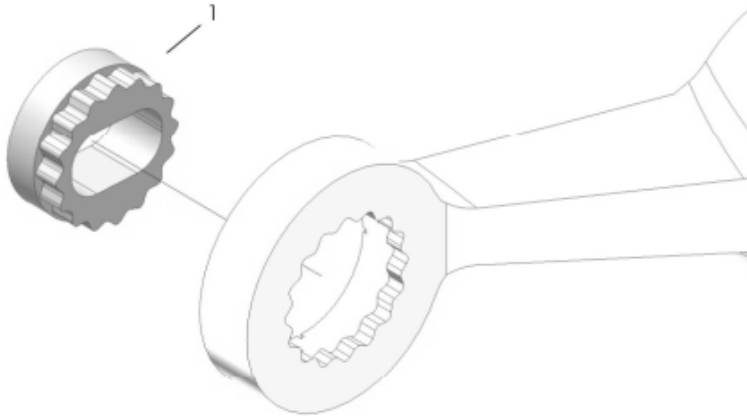
Lagerungsarten mit Toleranzausgleich



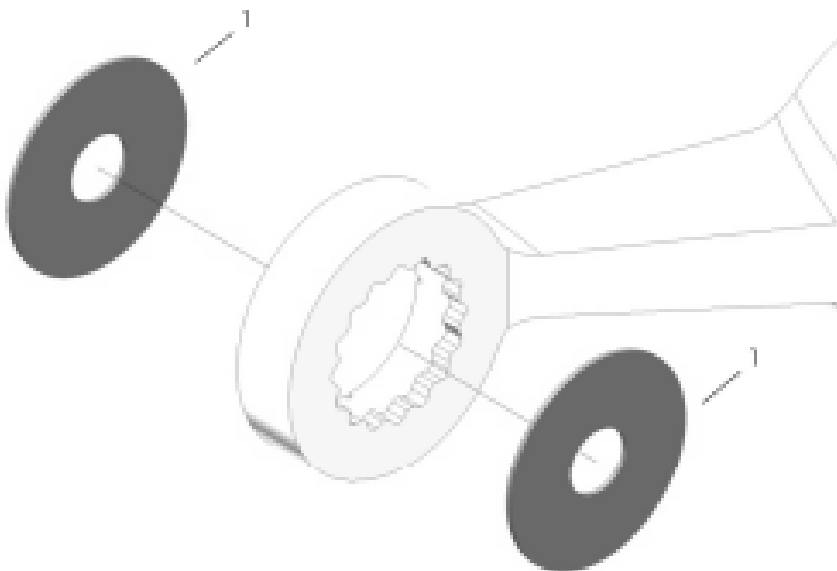
Spinne horizontales Loslager, Toleranzausgleich 0/1mm bzw. 2/3mm

(1 = Einlegeteil, 2 = Beilage für Loslager)

(1 = Einlegeteil)



Spinne Festlager, Toleranzausgleich 0/1mm bzw. 2/3mm



**Spinne Loslager
(2 = Beilage für Loslager)**

Zusammenfassung Toleranzausgleich System Eckelt®:

Ein Toleranzausgleich ist an den Punkthaltern bis auf das Kompensieren einer Schiefwinklichkeit nicht vorgesehen. Ein Flächentoleranzausgleich kann jedoch am Anschluss der Punkthalter an den Spidern erfolgen. Mit Hilfe von patentierten Einlegeteilen können Fest- und Loslager realisiert werden und trotzdem vertikale Toleranzen bis zu 3mm ausgeglichen werden. Die Einlegeteile sind außen verzahnt und können in verzahnte Spideraufnahmen eingesetzt werden (siehe Darstellung oben).

Ein Toleranzausgleich senkrecht zur Scheibenebene ist bei diesem Spidertyp nicht vorgesehen.

gebo Glas-Elemente-Befestigungssysteme

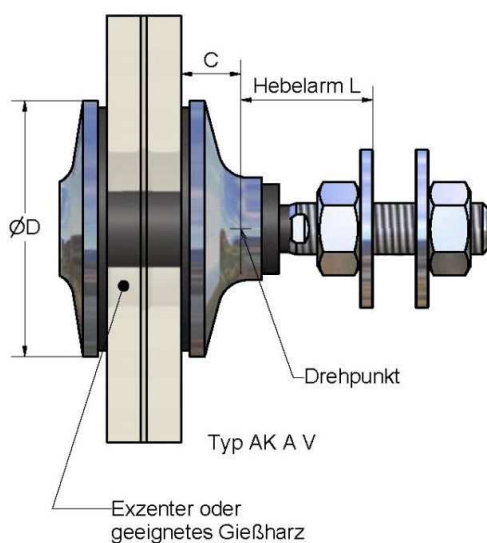
Punkthaltervarianten:

Gebo hat drei verschiedene Punkthalterarten: kugelgelagerte ideal-gelenkige Punkthalter, elastisch-gelenkige Punkthalter sowie starre Punkthalter. Nachfolgend werden die Unterschiede bezüglich des Toleranzausgleichs kurz erläutert.

Kugelgelagerte ideal-gelenkige Punkthalter

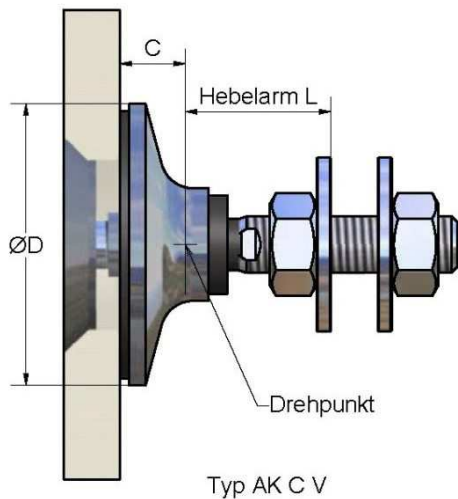
Mit den kugelgelagerten Punkthaltern können planmäßig Toleranzen bei Winkelungenauigkeiten ausgeglichen werden, außerdem können Toleranzen senkrecht und parallel zur Scheibenebene kompensiert werden. Trotzdem kann mit ihnen kontrolliert das Eigengewicht der Glasscheiben abgetragen werden.

Bei den kugelgelagerten ideal-gelenkigen Punkthaltern gibt es von der Firma gebo die folgende 8 verschiedenen Typen. Wie die jeweiligen Toleranzen ausgeglichen werden, wird nachfolgend benannt:



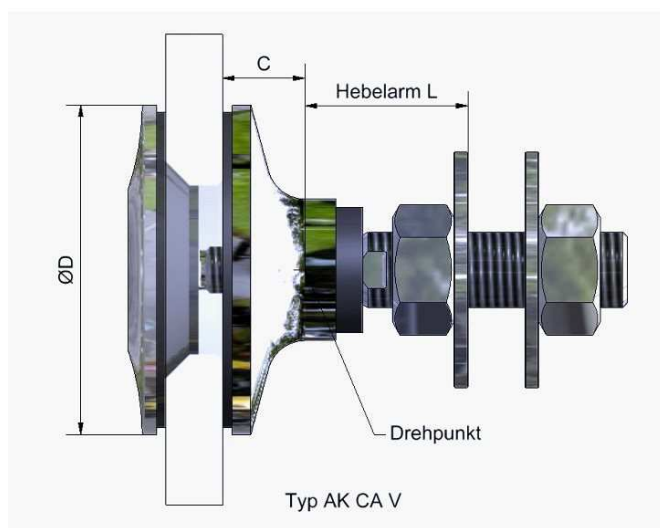
AK A Teller-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion und Ebene Glasbohrung
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen
Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung über Doppelexzenter oder geeignetes Gußmaterial (z.B. hilti hit)



AK C Senk-Punkthalter

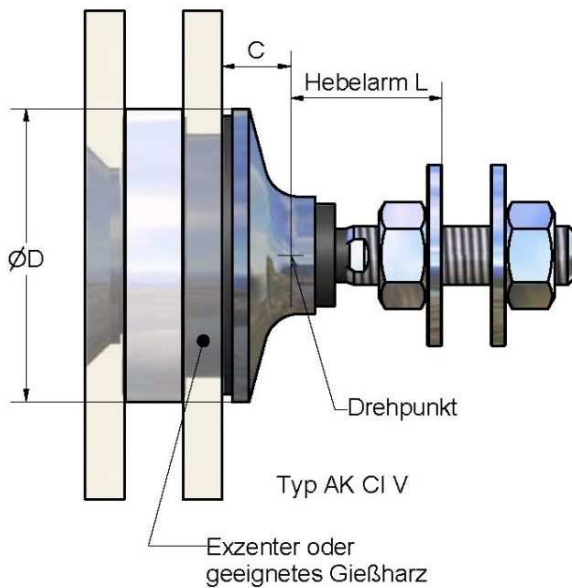
Toleranzausgleich in Glasebene: Standard nur am Anschluss an die Unterkonstruktion
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen
Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung über Lochleibung Senkschraube



AK CA Kombi-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen
Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Kontrollierte Eigengewichtsabtragung über Lochleibung Senkschraube



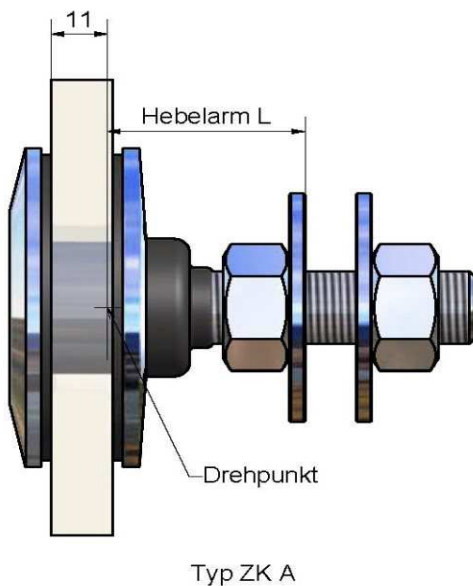
AK I Isolierglas-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Lochleibung Senkschraube



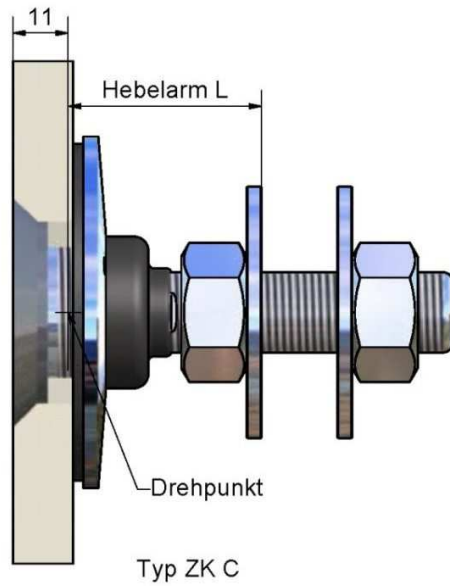
ZK A Teller-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Eigengewichtsabtragung: über zylindrische



Bohrun

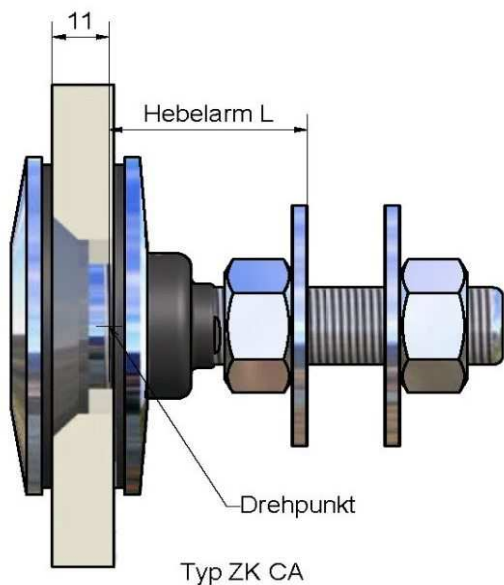
ZK C Senk-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Lochleibung Senkschraube

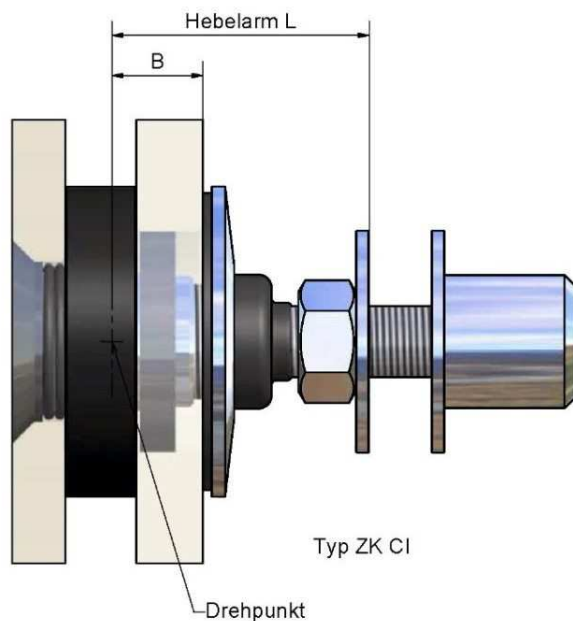


ZK CA Kombi-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Lochleibung Senkschraube



ZK I Isolier-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Lochleibung Senkschraube

Elastisch-gelenkige Punkthalter

Der elastisch-gelenkige Punkthalter besitzt im Gegensatz zu einem starren Punkthalter durch die Verwendung elastischer Zwischenlagen im Anschlussbereich, eine Art Gelenkigkeit. Die Lagerung der Punkthalter ist jedoch nicht so beweglich wie bei den kugelgelagerten Punkthaltern. Die Beweglichkeit ergibt sich durch die Kompressibilität der Zwischenlagen und ist daher begrenzt. Toleranzen können mit einem elastisch-gelenkigem Punkthalter nur in geringem Maße ausgeglichen werden, daher müssen Tragkonstruktion und Anschlusspunkte sehr viel genauer ausgeführt werden, als bei den kugelgelagerten. Dieser Fertigungsaufwand ist notwendig um eine perfekte Anlage der Punkthalterfläche auf der Glasebene zu sichern, damit eine Schiefstellung keine zusätzlichen Spannungen im Bohrlochbereich erzeugen und somit die zulässigen Spannungen des Glases überschreiten.

Bei den elastisch-gelenkigen Punkthaltern gibt es von der Firma gebo die folgende 2 verschiedenen Typen. Wie die jeweiligen Toleranzen ausgeglichen werden, wird nachfolgend benannt:



EA A Teller-Punkthaler

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion und Ebene Glasbohrung
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung über Doppelsexcenter oder geeignetes Gußmaterial



EC Senk-Punkthaler

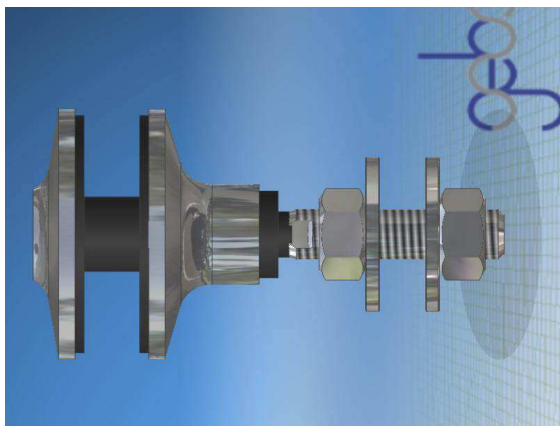
Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion (Auf Anfrage auch über Senkkopf)
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Lochleibung Senkschraube

Starre Punkthalter

Bei den starren Punkthaltern ist eine Schiefwinklichkeit der Punkthalter im Anschluss an die Glasscheibe nicht möglich. Toleranzen können mit einem starrem Punkthalter nur in geringem Maße ausgeglichen werden, daher müssen Tragkonstruktion und Anschlusspunkte sehr viel genauer ausgeführt werden, als bei einem kugelgelagerten und einem elastisch gelenkigem Punkthalter. Dieser Fertigungsaufwand ist notwendig um eine perfekte Anlage der Punkthalterfläche auf der Glasebene zu

sichern, damit eine Schiefstellung keine zusätzlichen Spannungen im Bohrlochbereich erzeugt und somit die zulässigen Spannungen des Glases überschritten werden.

Bei den starren Punkthaltern gibt es von der Firma gebo die folgende 4 verschiedenen Typen. Wie die jeweiligen Toleranzen ausgeglichen werden, wird nachfolgend benannt:

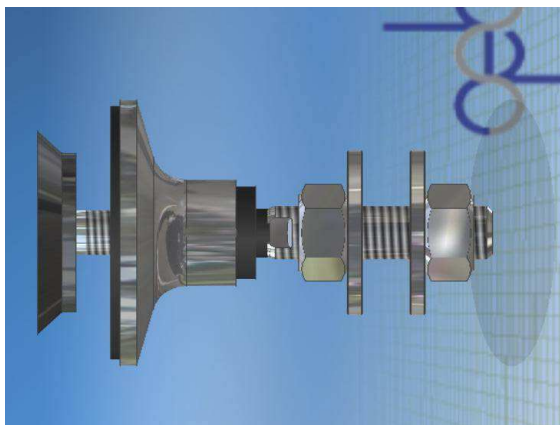


AK AS Teller-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion und Ebene Glasbohrung

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Doppelsexcenter oder geeignetes Gußmaterial

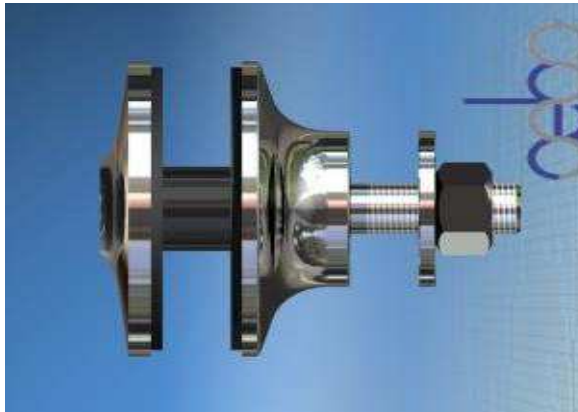


AK CS Senk-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion

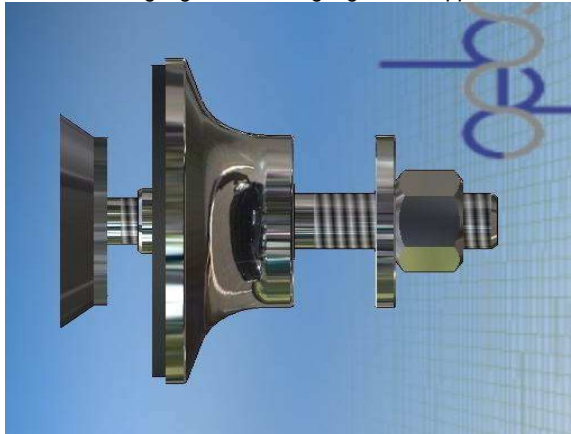
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: über Gewindebolzen

Kontrollierte Eigengewichtsabtragung über Lochleibung Senkschraube



STA Teller-Punkthalter

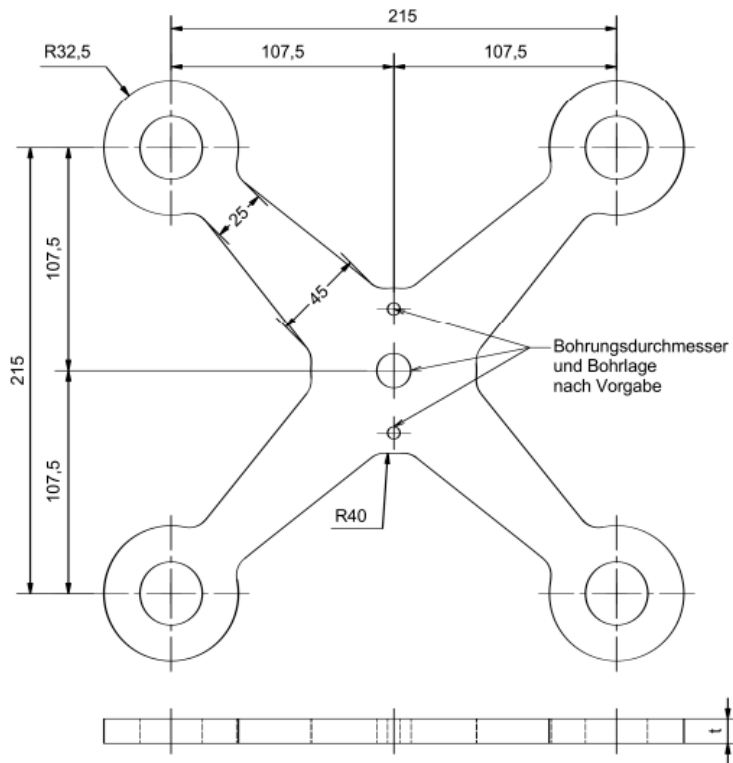
Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion und Ebene Glasbohrung
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Doppelsexcenter oder geeignetes Gußmaterial



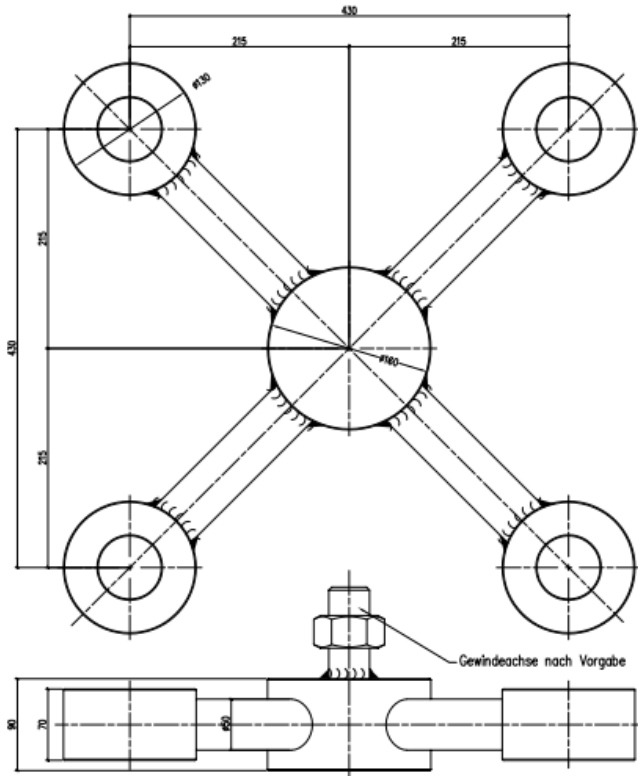
STC Senk-Punkthalter

Toleranzausgleich in Glasebene: Standard am Anschluss an die Unterkonstruktion (Auf Anfrage auch über Senkkopf)
Kontrollierte Eigengewichtsabtragung: über Lochleibung Senkschraub

Spidertypen:



Spider Typ01 4-armig

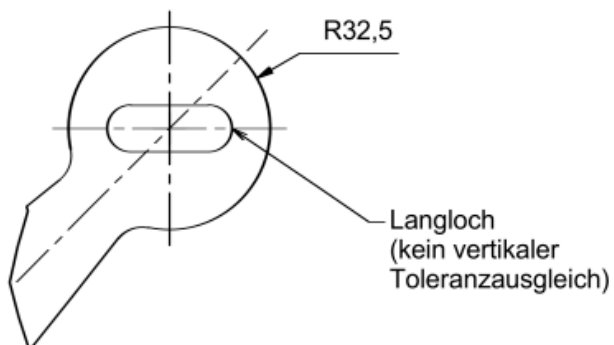


Spider Typ02 4-armig

Lagerarten und Toleranzausgleich für Spider Typ01:



Gleitlager mit Toleranzausgleich

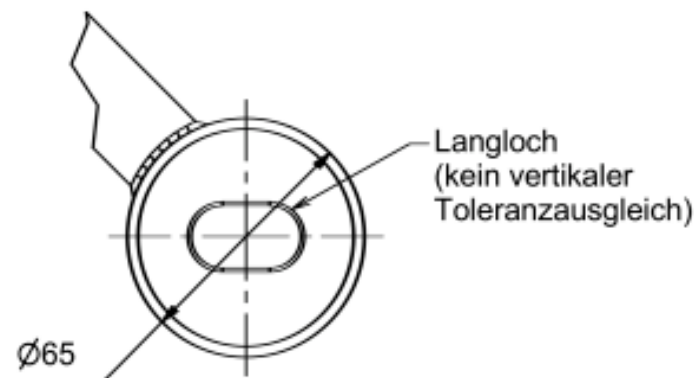


Gleitlager ohne Toleranzausgleich

Lagerarten und Toleranzausgleich für Spider Typ02:



Gleitlager mit Toleranzausgleich



Gleitlager ohne Toleranzausgleich

Zusammenfassung Toleranzausgleich System gebo:

Bei der Firma gebo können mit einigen Punkthaltern Toleranzen in 3 Richtungen ausgeglichen werden. Toleranzen senkrecht zur Scheibe können über die Gewindestange nach dem Prinzip Mutter+Kontermutter von bis zu ca. $\pm 5\text{mm}$ ausgeglichen werden (z.B. Typ AK). Der Ausgleich von Bautoleranzen in der Glasebene ist auch mit einigen Haltern direkt an den Punkthalterköpfen möglich (z.B. Typ AK A). Über eine Einstellung mit Hilfe von sich am Punkthalter befindlichen Doppelsexcenter bzw. durch ausfüllen der Fuge mit Gießharz (z.B. Hilti-HiT, Tol.-Ausgleich $\pm 3\text{mm}$).

Eine Schiefwinkligkeit können sowohl mit den kugelgelagerten sowie auch mit den elastisch gelenkigen Punkthaltern kompensiert werden. Zudem gibt es Spider mit welchen Bautoleranzen ausgeglichen werden können. Die Spider haben an der Stelle, wo die Punkthalter mit dem Spider verschraubt werden, größere Aussparungen und sogenannte „Kulissensteine“ können hier eingesetzt werden, welche Bautoleranzen von bis zu 3mm ausgleichen können. Für die Verbindung mit der Unterkonstruktion, ist am Spider vom Typ 02 ein Gewindebolzen angeschweißt und über Mutter und Kontermutter kann ein Toleranzausgleich senkrecht zur Scheibenebene erfolgen!

glasmarte®

Punkthaltervarianten:

GM Punkthaltesysteme – Erhabene Halter



GM POINT P (starrer Punkthalter)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner



GM POINTBALL PB (gelenkiger Punkthalter)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: **nicht vorgesehen**

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

GM Punkthaltesysteme – Flächenbündige Halter



GM SHIELD S (starrer Punkthalter)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner



GM SHIELDBALL SB (gelenkiger Punkthalter)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: **nicht vorgesehen**

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen



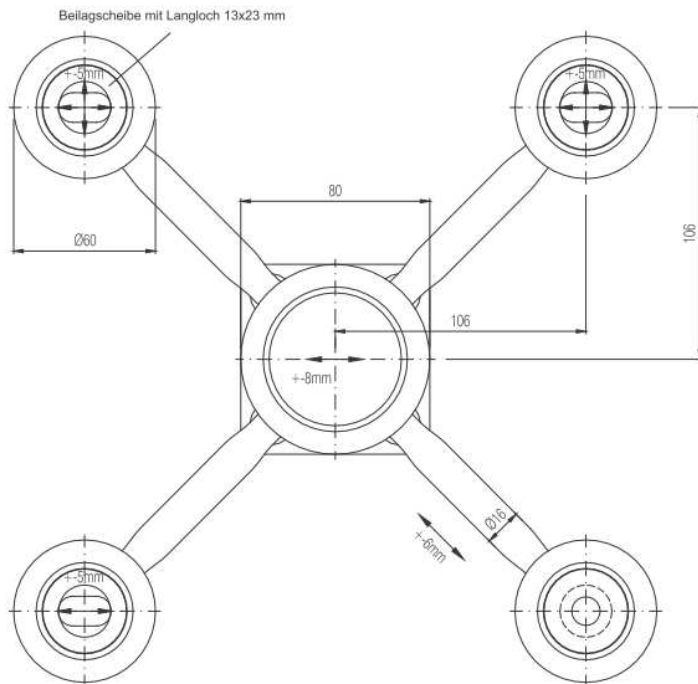
GM UNISHIELD (gelenkiger Punkthalter)

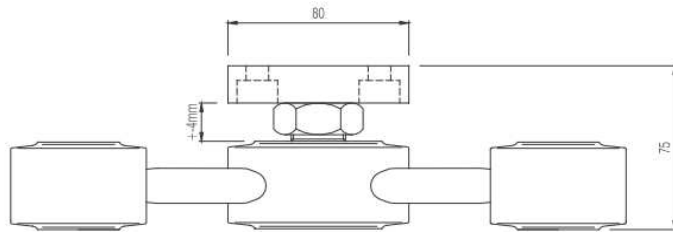
Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: **nicht vorgesehen**

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Spidertypen:





GM FROG 4-armig

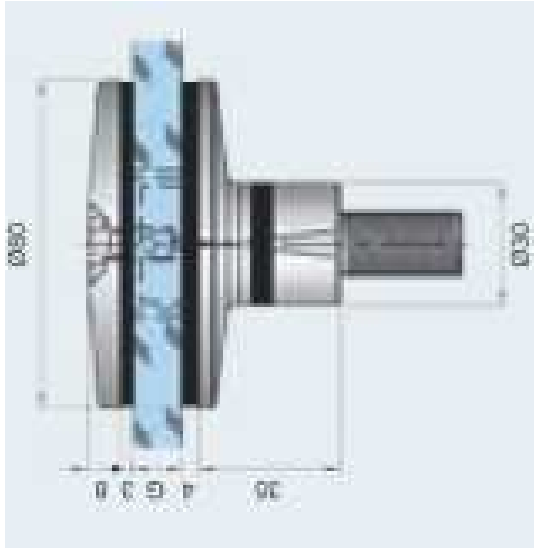
Zusammenfassung Toleranzausgleich System glasmarte® :

Bei diesem System erfolgt der Ausgleich der Toleranzen generell nicht an den Punkthaltern, mit Ausnahme der Winkelungenauigkeiten, diese können von den gelenkigen Punkthaltern bis zu einem gewissem Grad aufgenommen werden.

Dafür hat die Firma GLAS MARTE mit den GM FROG einen Spider, welcher sich in drei Dimensionen verstellen lässt. Zum einen lassen sich die Spider-Arme unterschiedlich tief in das Spider-Mittelstück hereindrehen, auf diese Weise können in der Spider-Armachse Toleranzen von ± 6 mm ausgeglichen werden. Außerdem befindet sich in Spidermitte ein Langloch, mit welchem horizontale Toleranzen von ± 8 mm ausgeglichen werden können. Zusätzlich können an den Punkthalteraufnahmen über Beilagescheiben Toleranzen von ± 5 mm vertikal und horizontal in der Scheibenebene ausgeglichen werden. Weiterhin können mit dem Spider senkrecht zur Scheibenebene mit Hilfe eines Gewindebolzen und einer Kontermutter Toleranzen von ± 4 mm ausgeglichen werden.

Punkthaltervarianten:

Tellerhalter

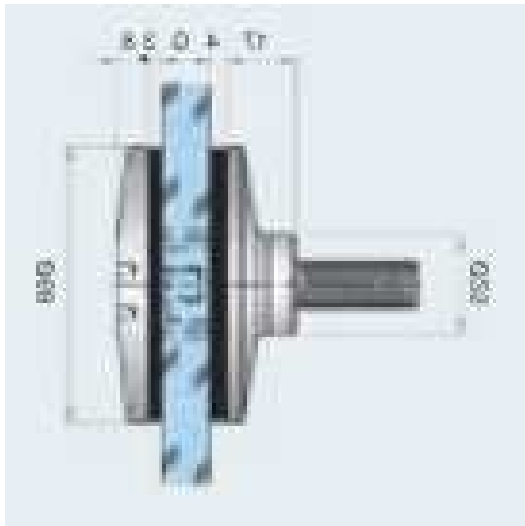


Tellerhalter mit Gelenk (PH 800, 791, 793, 794)

Toleranzausgleich in Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen



Tellerhalter starr (PH 707, 705)

Toleranzausgleich in Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner

Senkkopfhalter

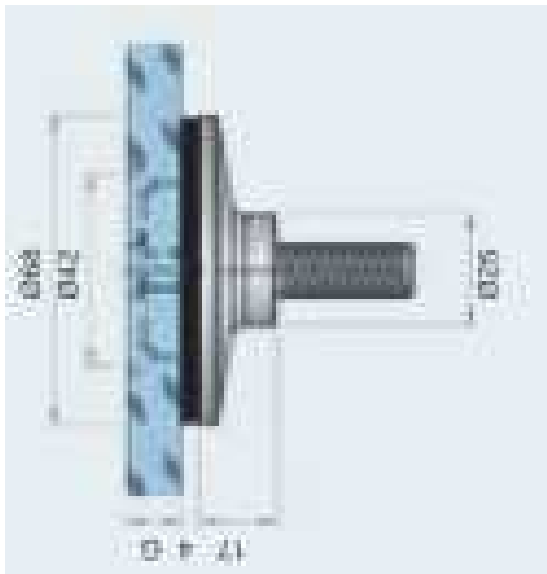


Senkkopfhalter mit Gelenk (PH 799, 790, 792, 789)

Toleranzausgleich in Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen



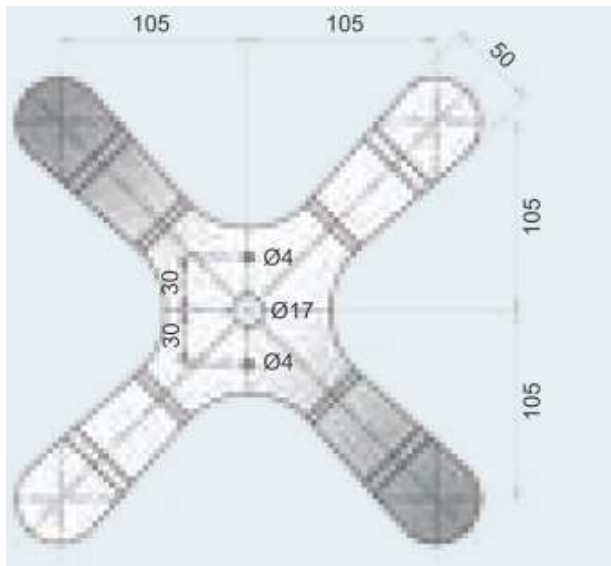
Senkkopfhalter starr (PH 703, 701)

Toleranzausgleich in Glasebene: nicht vorgesehen

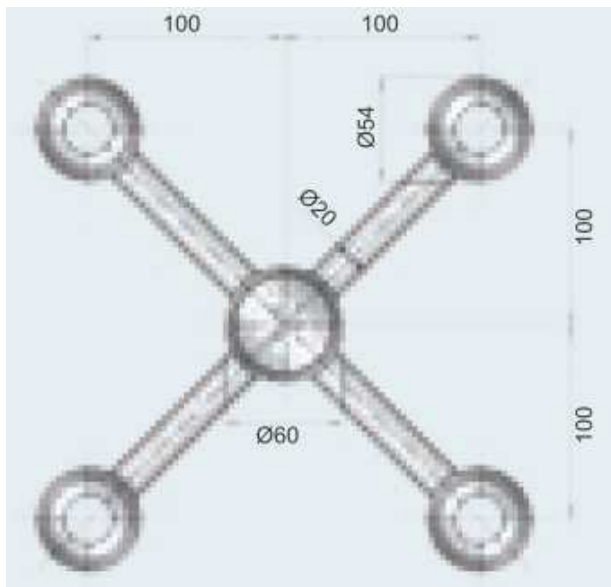
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner

Spidertypen:



Kantspider KS 4-armig



Drehspider DS 4-armig

Lagerarten und Toleranzausgleich für Kantspider und Drehspider :



Zusammenfassung Toleranzausgleich System Glassline®:

An den Punkthaltern selbst kann bei den gelenkigen Punkthaltern die Schiefwinklichkeit ausgeglichen werden. Ein Toleranzausgleich in Scheibenebene bzw. senkrecht dazu, ist bei sämtlichen Glassline-Punkthaltern nicht vorgesehen. Die Glasbohrungen müssen passgenau den Maßen der Punkthalter entsprechen. Eine POM-Ummantelung verhindert den Kontakt zwischen Metall und Glas.

Ein Toleranzausgleich durch die Spider in Glasebene ist nur geringfügig in horizontaler Richtung möglich, ein Ausgleich in vertikaler Richtung ist nicht vorgesehen. Ein Ausgleich der Toleranzen senkrecht zur Glasebene ist mit den Spidern nicht möglich.

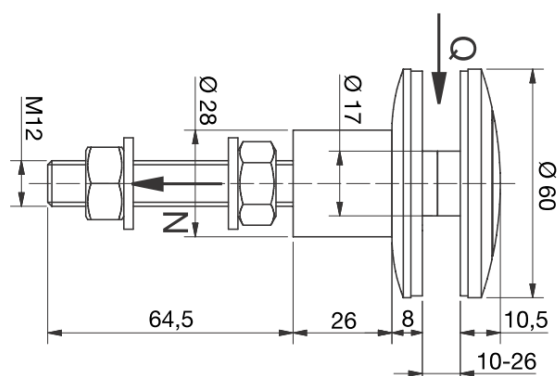
Bei dem Glassline-Systemteilen können fast keine Bautoleranzen kompensiert werden, die Unterkonstruktion muss sehr genau gefertigt werden bzw. Ausgleichmöglichkeiten müssen in der Unterkonstruktion mit vorgesehen werden.

Pauli + Sohn GmbH

Punkthaltervarianten:

Diese Punkthalter können entweder am Glas im Werk vormontiert werden, oder das Glas kann nach Montage der Punkthalter an der Unterkonstruktion als Frontmontage montiert werden.

Fassadenpunkthalter erhaben

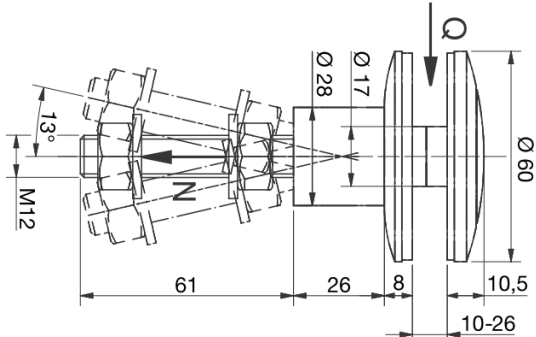


Fassadenpunkthalter erhaben, starr (750245, 750260, 750280)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner



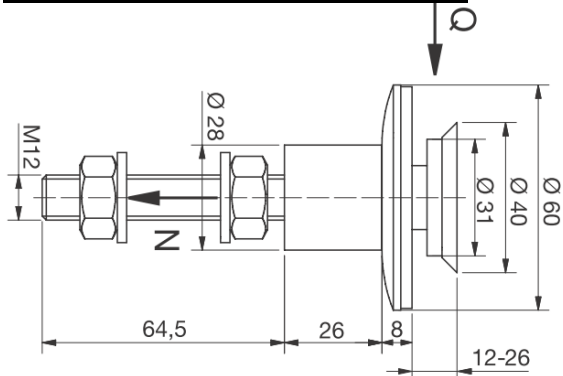
Fassadenpunkthalter erhaben, gelenkig (751245, 751260, 751280)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Fassadenpunkthalter flächenbündig

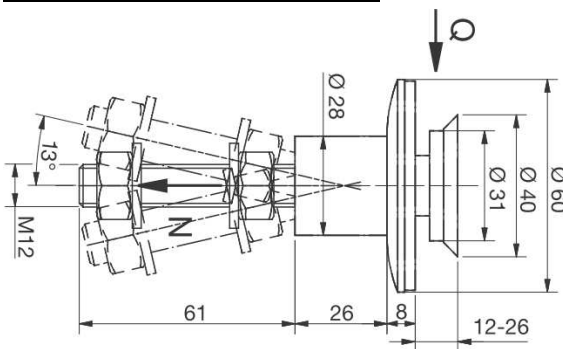


Fassadenpunkthalter flächenbündig, starr (750345, 750360, 750380)

Toleranzausgleich in Glasebene: Anschlussbereich UK

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner



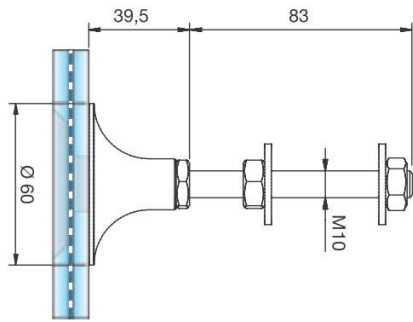
Fassadenpunkthalter flächenbündig, gelenkig (751345, 751360, 751380)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: über Gelenkbolzen

Senkpunkthalter flächenbündig



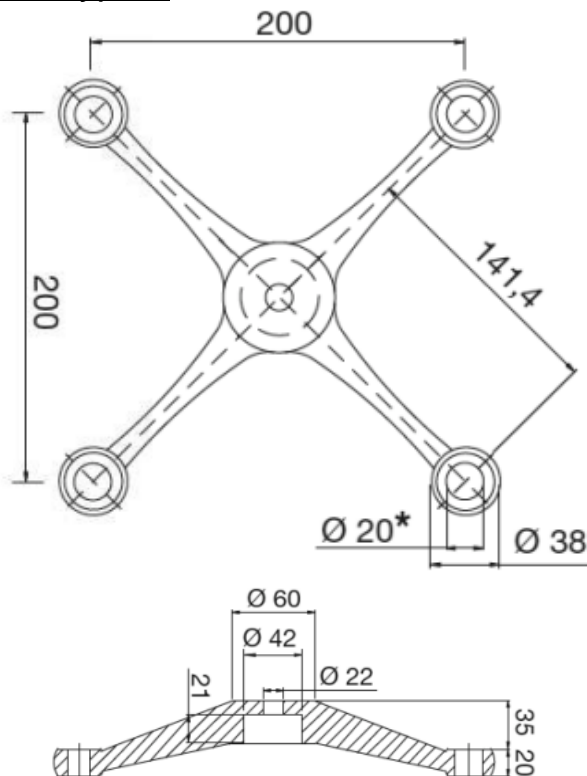
Senkpunkthalter flächenbündig, starr (7590)

Toleranzausgleich in Glasebene: am Anschluss an die Unterkonstruktion

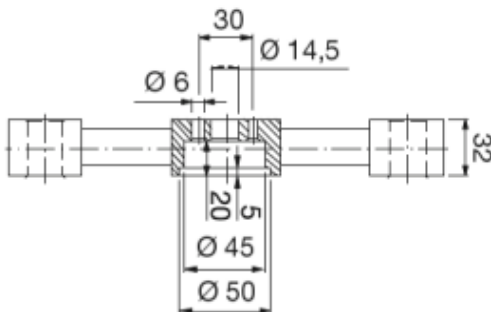
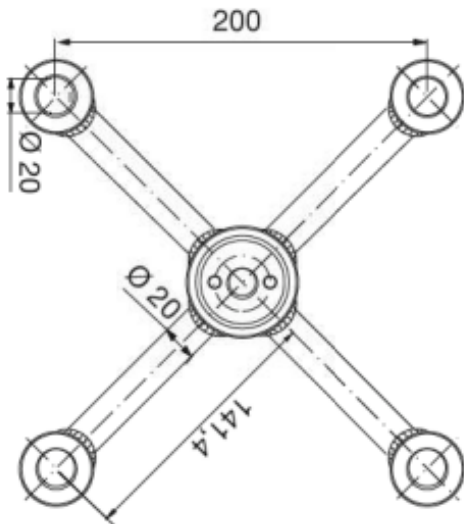
Toleranzausgleich senkrecht zur Glasebene: nicht vorgesehen

Toleranzausgleich bei Schiefwinkligkeit: keiner

Spidertypen:



Spinne 4-Arm groß (141er)



Lite 4-Arm

Zusammenfassung Toleranzausgleich System Pauli + Sohn GmbH:

Ein Toleranzausgleich gibt es standardmäßig nur bei den gelenkigen Punkthaltern (ein Ausgleich bei Schiefwinkligkeit). Andere Möglichkeiten für einen Toleranzausgleich gibt es nicht im Standardprogramm.

Umsetzung im Projekt

In Auswertung der gewonnenen Erkenntnisse wurden anhand von Bauteilmustern die einzelnen Konstruktionsprinzipien in der Fertigung getestet und mit den im Projekt geklebten Punkthalterlösungen abgeglichen.

Im Ergebnis wurden die Toleranzen für die einzelnen Konstruktionstypen der starren und weichen Fassadenanwendungen mit den Partner ausgewertet und festgelegt. Als Lösungsvorschlag wurden Doppelsexter mit einem Einstellbereich von +/-4mm umgesetzt.

Diese wurden an einer Vielzahl von Kleinmustern getestet. Dabei hat sich herausgestellt, dass auch unter Abwägung der benötigten produktionstechnischen Möglichkeiten und Fertigungszeiten die vorgeschlagene Lösung auch für die Belange der Montage die Günstigste sein wird. Entsprechende Anfragen auch bei externen Fertigungs- und Montagebetrieben haben diese Erkenntnisse bestätigt. Auf Weiter, ursprünglich geplante Untersuchungen, wurde in Anbetracht des längeren Entwicklungsbedarfs der eigentlichen Punkthalterkonstruktion sowie der Klebung und des fortgeschrittenen Zeitablaufs des Projektes einvernehmlich verzichtet.

Durch die Entwicklung des Punkthalters, über die Zwischenstufen der Ausbildung des Halb- bis Vollkugelgelenkes zur Sicherung der Verdrehung, konnte diese Anforderung an die Unterkonstruktion deutlich minimiert werden. Als Ergebnis der im AP 3 und 6 durchgeführten Prüfungen an Kleinmustern wurden Baugruppen als Pendelstab gelagerte Punkthalter mit horizontalen Ausgleichsmöglichkeiten entwickelt und weiter geplant.

Folgend wurden die beschriebene Doppelexzenter in den Demonstratoren im Originalmuster verwendet.



Material der Exzenter: Aluminium

Ausgleichstoleranzen: **+/-4mm** (x- und y-Richtung)

II.1.3 – Arbeitspaket 8

Ziel

Das Ziel dieses Arbeitspaketes bestand in dem Nachweis der Gebrauchs- und Tragfähigkeit der gesamten neuen Konstruktionsart bestehend aus Unterkonstruktion, Punkthalter und Klebefuge zwischen Punkthalter und Glas.

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Planung, Fertigung und Montage von drei Bauteilmustern in Originalgröße sowie die Anwendung, der in „AP 4“ gesammelten Erkenntnisse, zu demonstrieren.

Ergebnisse:

Da der geplante Ablauf mit der Planung und Montage der 3 großen Bauteilmuster auf Grund der Ergebnisse der vielen notwendigen Zwischenprüfungen und damit verbundenem Abgleich der Erkenntnisse erst relativ am Ende der Projektlaufzeit durchgeführt werden konnten, wurden die Konstruktionen einer folgenden Optimierung nicht mehr unterzogen.

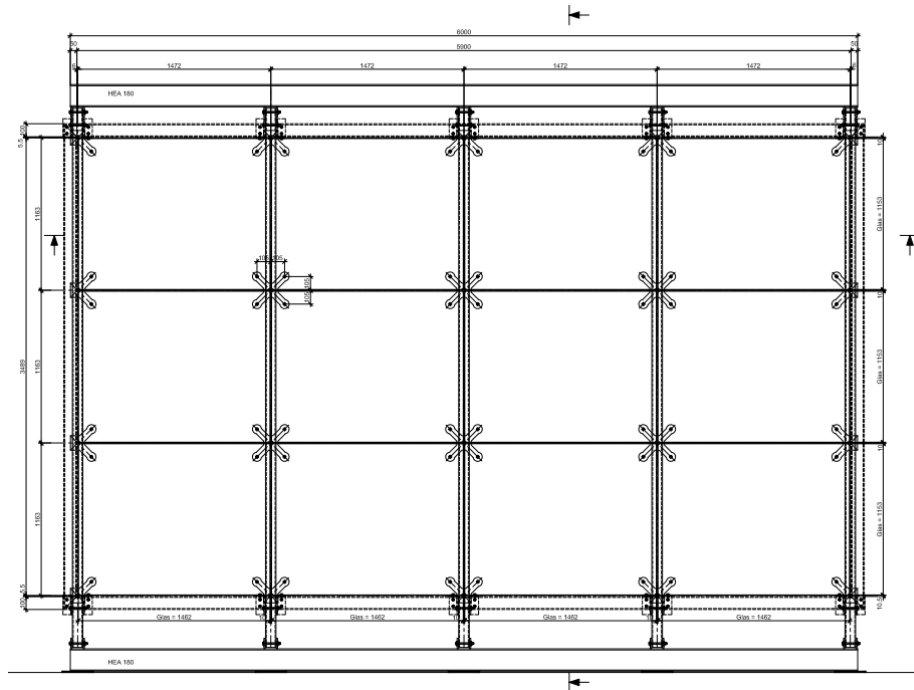
Im Fassadenprüfstand der TUD wurden die Pfosten-Riegel-Konstruktion sowie eine Seilnetzfassade in Abmessungen von jeweils 3,4 x 6,0 m bestehend aus insgesamt 12 Verglasungen 1462 mm x 1153 mm VSG aus 2x6 ESG.

Die MBM hat die Planung, Herstellung und Montage der betreffenden Fassade realisiert und hat zusammen mit den Projektpartnern die Belastungsversuche durchgeführt.

Im Ergebnis der Versuche konnten die Erfüllung der gestellten Ziele nachgewiesen und die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit des Gesamtsystems mit Klebeverbinding, den Punkthaltern und Unterkonstruktion und somit die Praxistauglichkeit bestätigt werden.

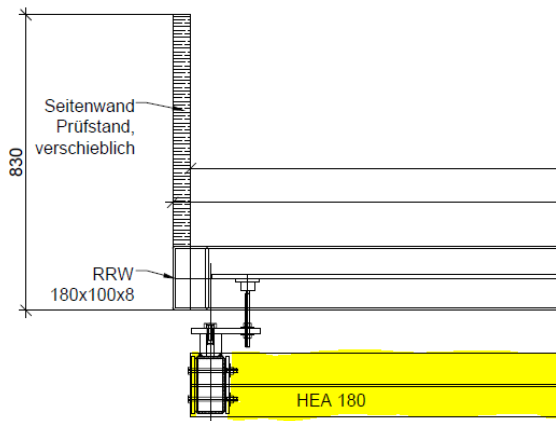
1. Bauteilmuster: Starre Glasfassade

Gesamtansicht Prüffassade:



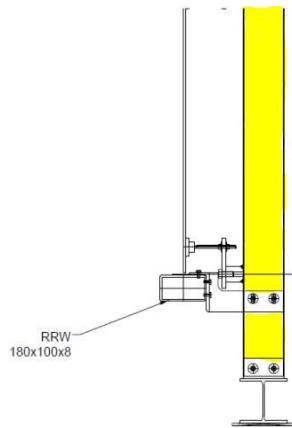
Montageablauf:

- ➔ Montage der Unterkonstruktion
(Querträger HEA 180; Pfosten RRW 160x80x6.3)

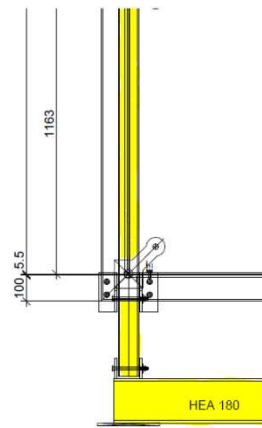


Horizontalschnitt

- ➔ Montieren der Stahlwinkel an Unterkonstruktion
- ➔ Ausrichten und Fixieren der Spider auf der Unterkonstruktion

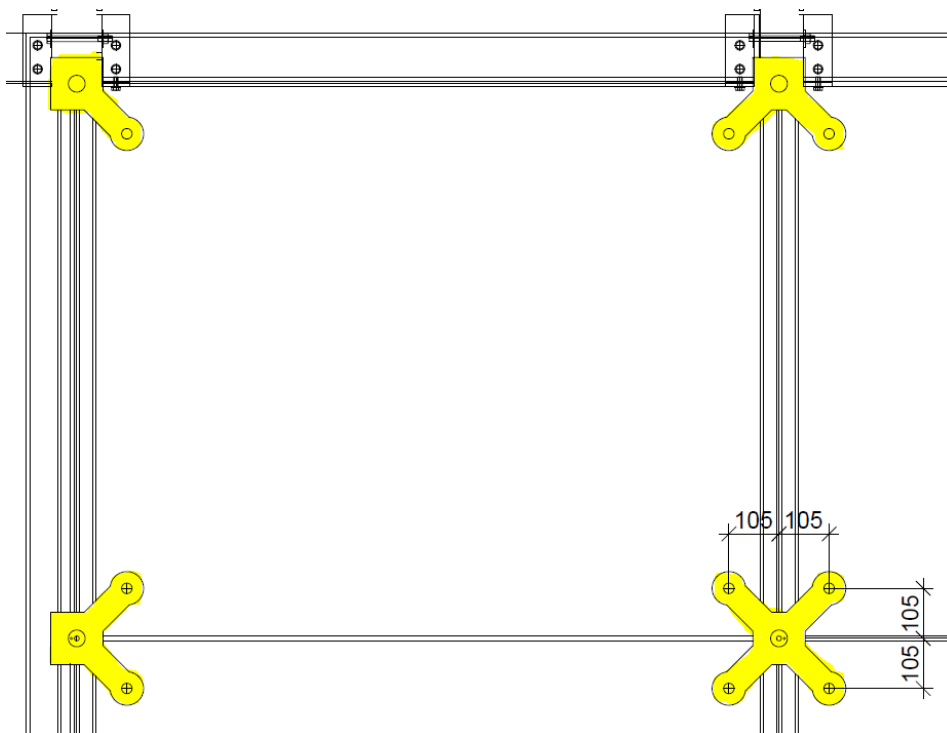


Vertikalschnitt



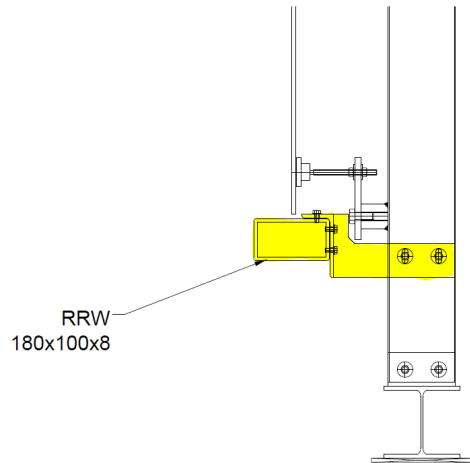
Aussenansicht

➔ Anschließend werden die Spider versplintet

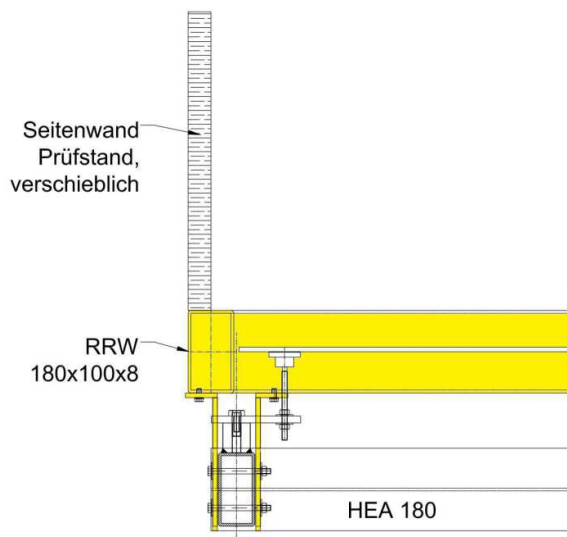


Aussenansicht

➔ Kraftschlüssiges Verbinden des Stahlrahmens in der Glasebene mit der Unterkonstruktion



Vertikalschnitt



Horizontalschnitt

Bildergalerie der am Prüfstand montierten starren Musterfassade

Verglasen des Musterelements. Verglasungsklötzer geben Fugenhöhe an, sie werden nach dem Einglasen jedoch wieder entfernt.



Fugenmaß wurde eingehalten
Befestigung der Scheibe mit der Rahmenkonstruktion



Mit Hilfe von Exzentern wird die Scheibe ausgerichtet und mit einer Schraube fixiert.

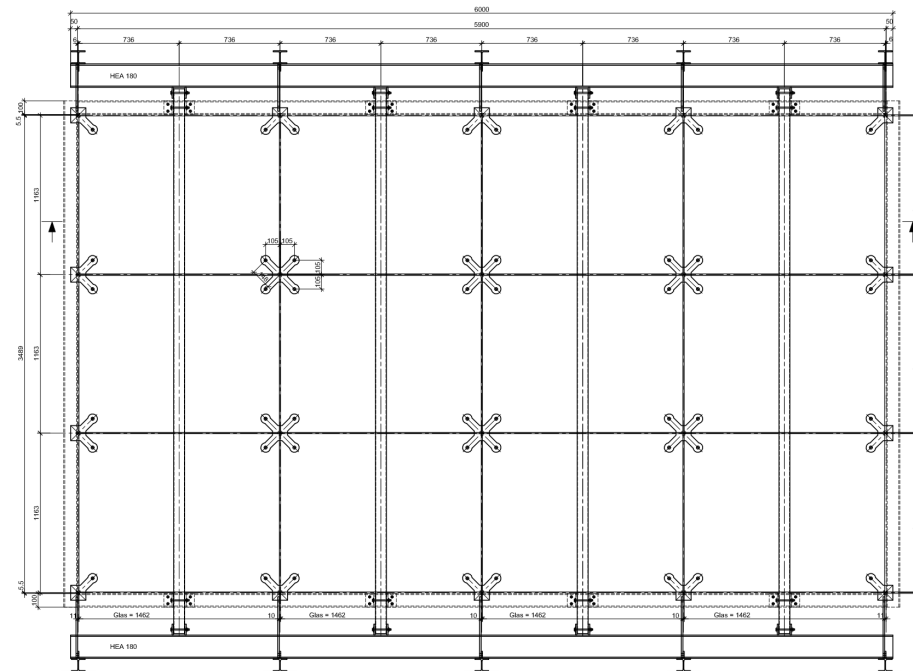


Detailbilder der punktgehaltenen Verglasung



2. Bauteilmuster: Weiche Glasfassade

Gesamtansicht Prüffassade:

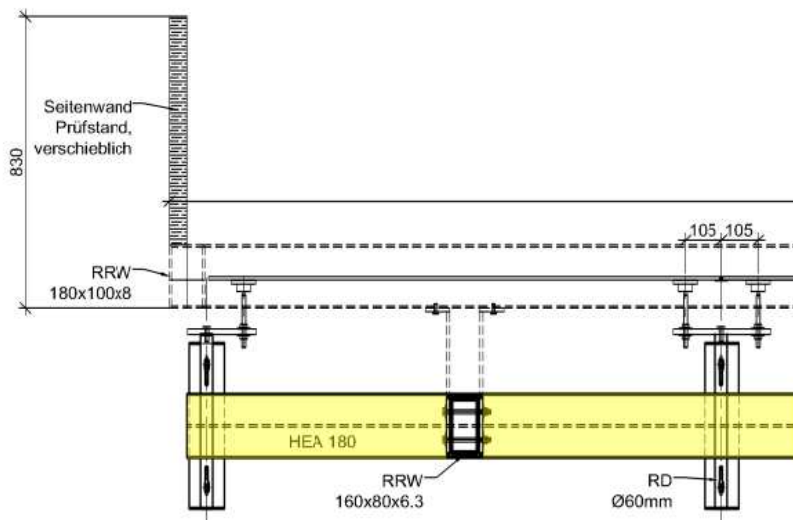


Montageablauf:

➔ Montage der Unterkonstruktion

-Montage der beiden Querträger (HEA 180) und der Zwischenpfosten (RRW 160x80x6.3). Die Zwischenpfosten sind nur Hilfskonstruktion und dienen der Lagesicherung des oberen Querträgers.

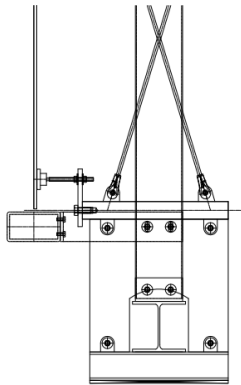
-Einbau der oberen und unteren Aussteifungsbleche, der Druck- und Zugstäbe (RD 60mm) sowie des Zugstabsystems (BESISTA® 540 Zugstabsystem M12 aus S540N)



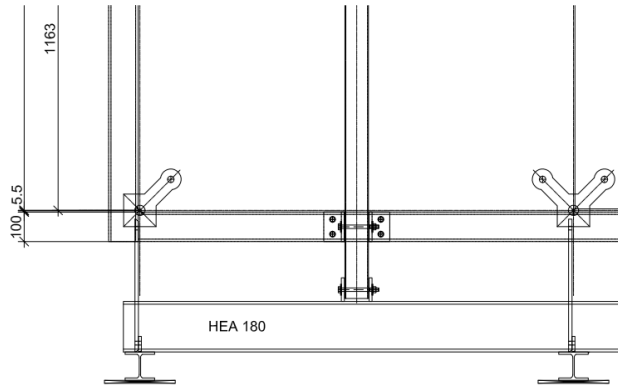
Horizontalschnitt

➔ Montieren der Stahlwinkel den der Unterkonstruktion

→ Ausrichten und Fixieren der Spider auf der Unterkonstruktion

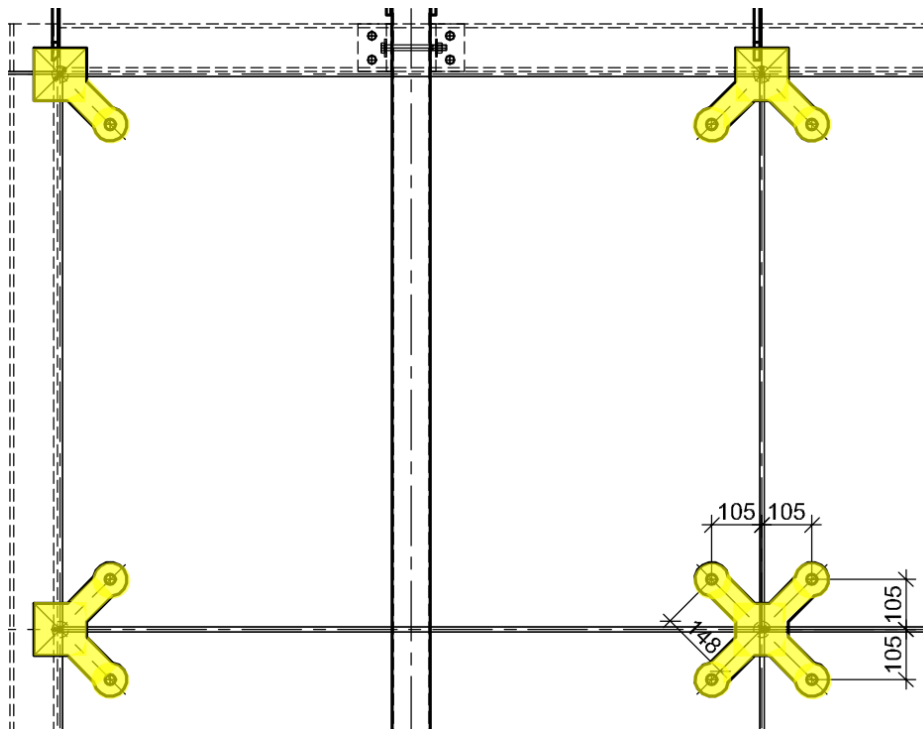


Vertikalschnitt



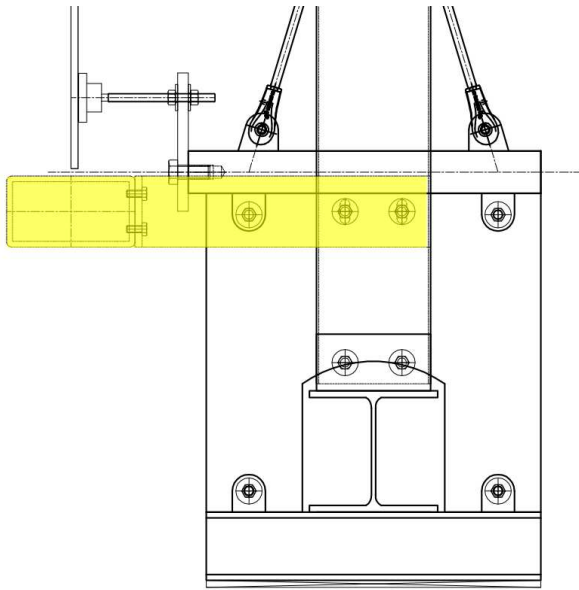
Aussenansicht

→ Anschließend werden die Spider versplintet

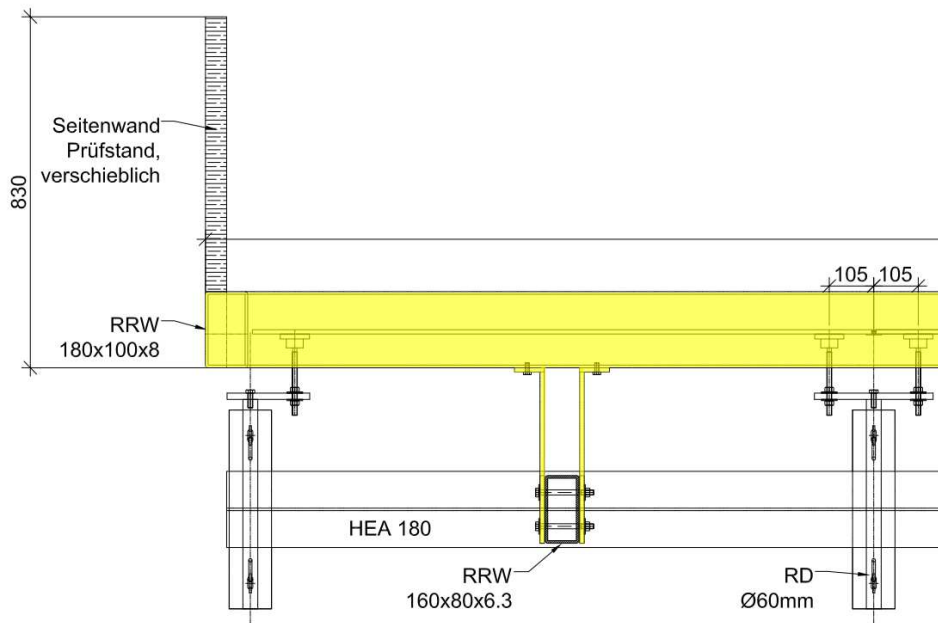


Aussenansicht

➔ Kraftschlüssiges Verbinden des Stahlrahmens der Glasebene mit Unterkonstruktion



Vertikalschnitt



Horizontalschnitt

Bildergalerie der am Prüfstand montierten weichen Musterfassade

Detailbilder Druck- /Zugstab mit Seilsicherungssystem



Oberes Aussteifungsblech



Druck- und Zugstab mit montiertem Spider



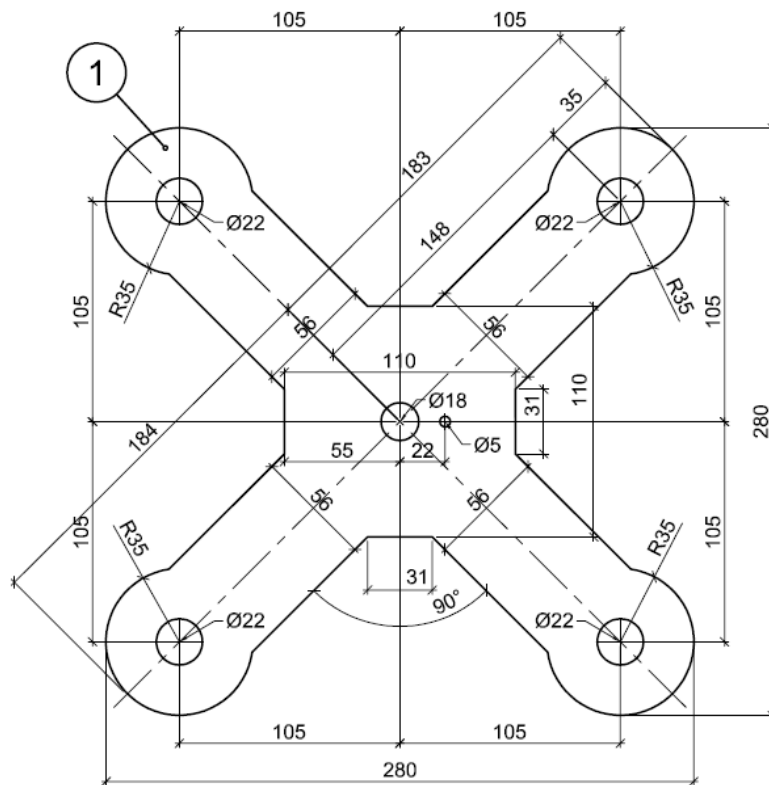
Montage der Glasscheiben von unten nach oben



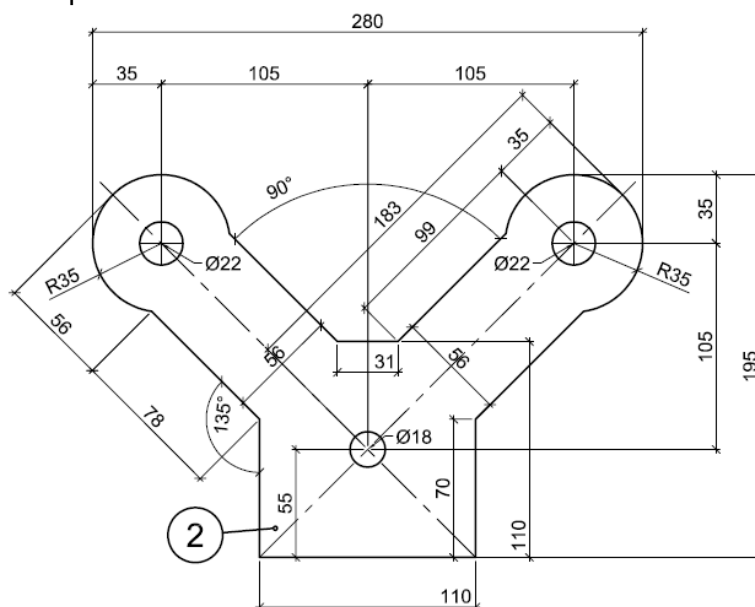
Systemlösungen für Bauteilmuster 1 und 2

Detailzeichnung der Spider

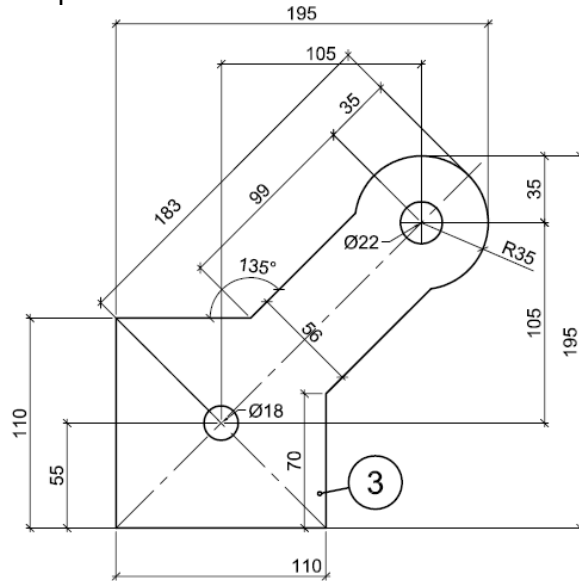
Feldspider



Randspider



Eckspider



Exzenter zur individuellen Scheibenausrichtung

Als Ergebnis der durchgeführten Voruntersuchungen aus dem AP 4 wurde in den Musterfassaden eine Lagerung der Punkthalter mittels Doppelsexcenter als die am besten geeignete Ausführungsvariante zur Aufnahme der in der Aufgabenstellung fixierten Toleranzaufnahme herausgearbeitet.

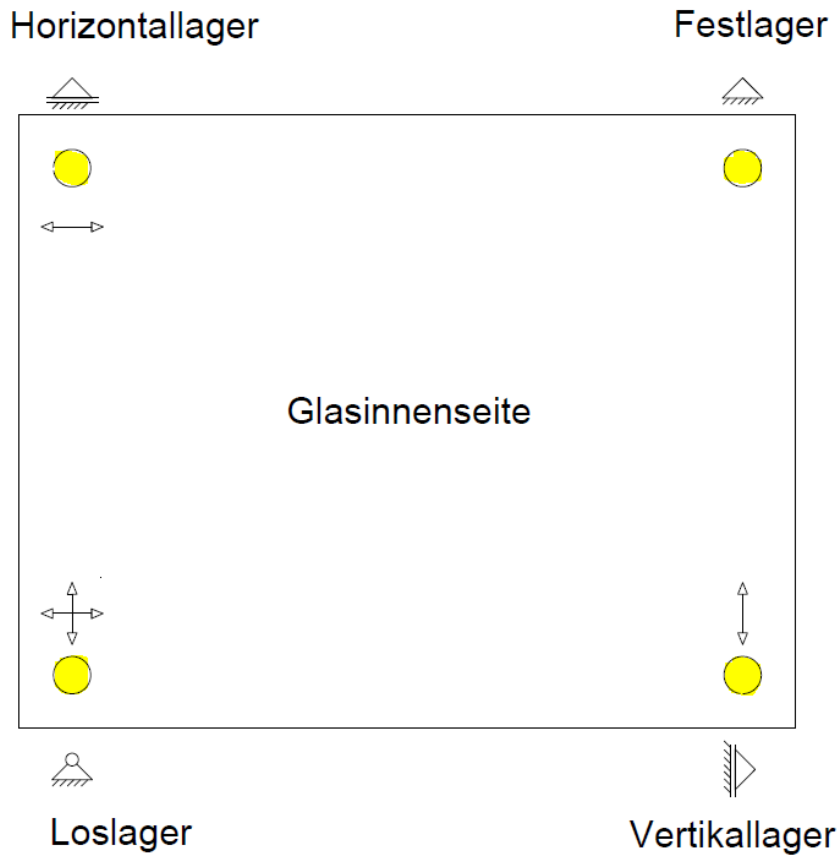
Folglich wurden die Befestigungsbohrungen in den Spidern auf der Grundlage der vorhandenen Statik von GSK mit den entsprechenden Rund bzw. Langlöchern ausgeführt.



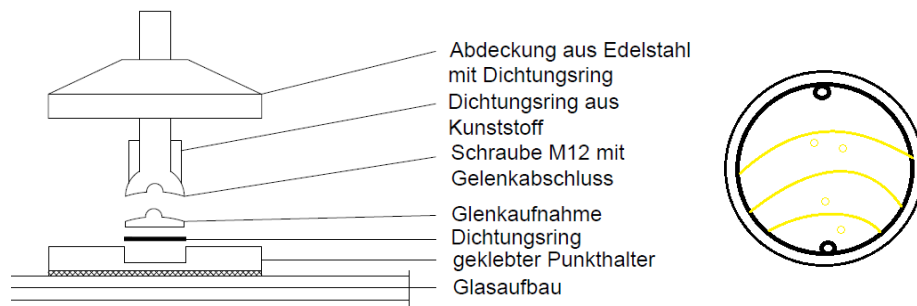
Material der Exzenter: Aluminium

Ausgleichstoleranzen: **+/-4mm** (x- und y-Richtung)

Anordnung der Glashalter auf der Scheibe



Aufbau Punktglashalter



- ➔ Edelstahlpunkthalter d= 40mm
- ➔ Ausrichtung und Fixierung auf der VSG-Scheibe über das Rahmensystem mit einer integrierten Schienen
- ➔ Injizieren des Klebstoffes

Begleitung der Messungen

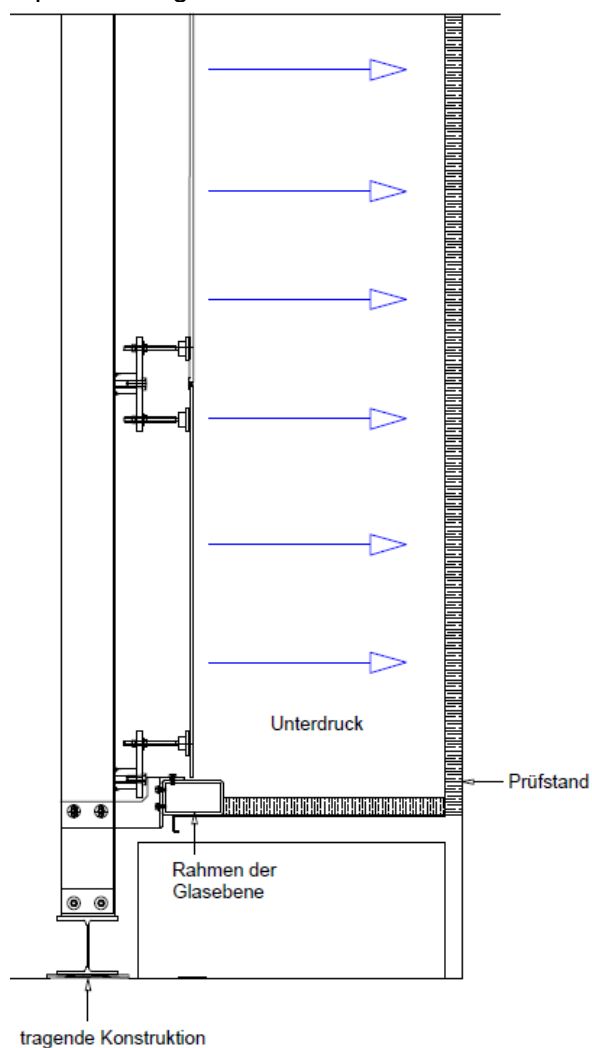
An der Fassadenprüfwand Typ KS 6037/650 werden folgende Messungen durchgeführt:

- ➔ Luftdurchlässigkeit nach DIN EN 1026 und DIN EN 12153
- ➔ Schlagregendichtigkeit nach DIN EN 1027 und DIN EN 12155
- ➔ Widerstand gegen Windlast nach DIN EN 1211 und DIN EN 12179

Verhalten der weichen und starren Glaskonstruktion im Prüfstand:

- ➔ Im Prüfstand wurde die Glasfassade auf Sog belastet, um die Klebewirkung der Punkthalter zu testen.
- ➔ Durchführung eines Pendelschlagversuchs

Prinzipdarstellung des Prüfaufbaus



Starre Fassade im Prüfstand



Weiche Fassade im Prüfstand



Weiche Fassade mit Messgeräten



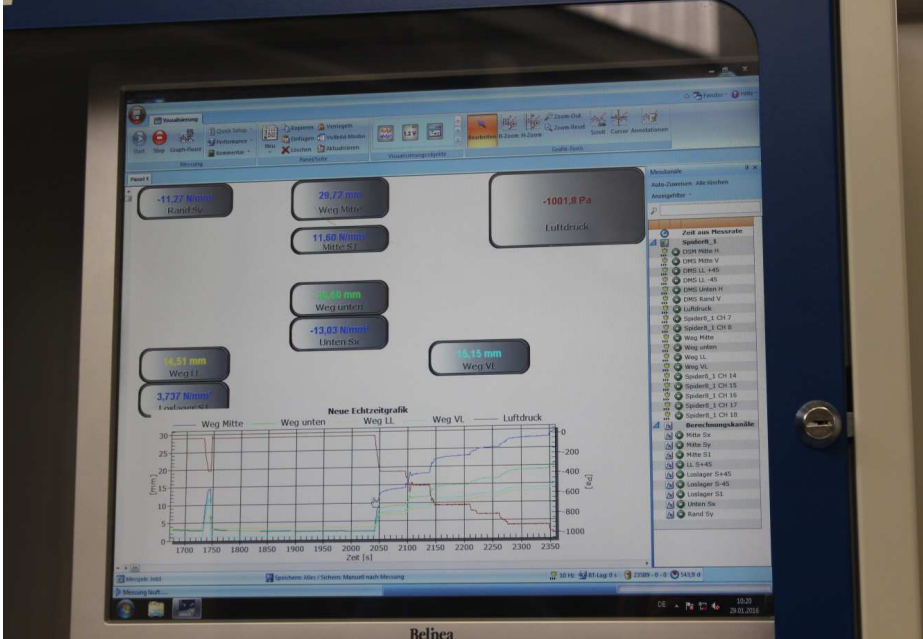
Wölbung nach innen ist deutlich zu erkennen



Prüfstand mit Bemessungssoftware



Messdaten bei der Sogprüfung



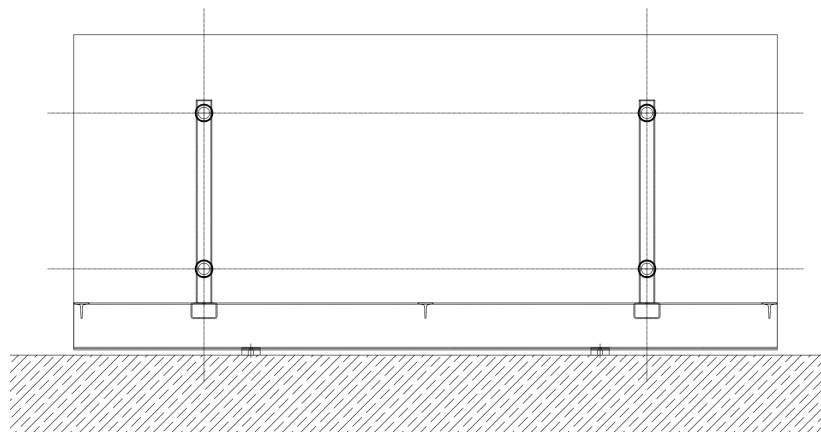
...

Die Auswertung aller Massdaten wurde durch die GWT /TU ausgeführt. Grundsätzlich wurden in allen Prüfungen Messwerte erzielt, die einen Einsatz in den Fassaden gerechtfertigen wird.

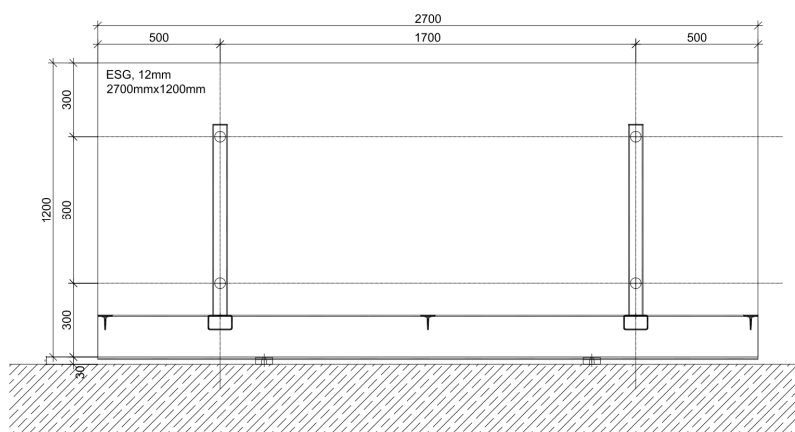
3.Bauteilmuster: Glasgeländer

Dieses Bauteilmuster wurde als Erster der geplanten Demonstratoren mit dem Ziel der Präsentation einer geklebten Brüstungsscheibe, die neben der optisch beeindruckenden Wirkung auch die Funktion der Absturzsicherheit gewährleisten sollte, geplant und umgesetzt. MBM lieferte die Stahlunterkonstruktion. Hier wurden die einzelnen Befestigungstypen hinsichtlich der Montierbarkeit mit den Toleranzen der Glasklebung geprüft und folgend festgelegt.

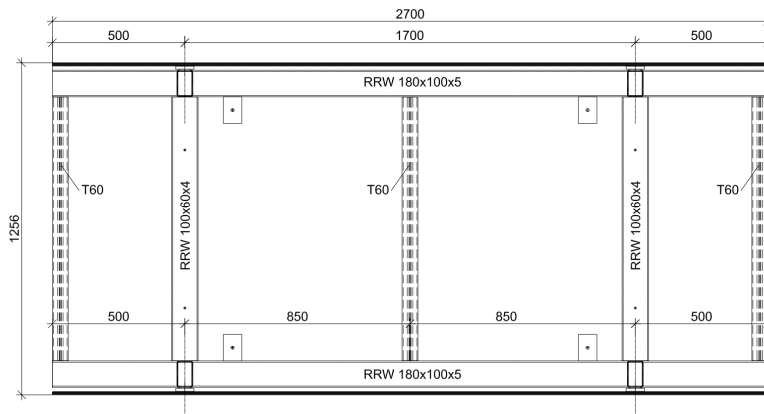
Pläne Prüfelement:



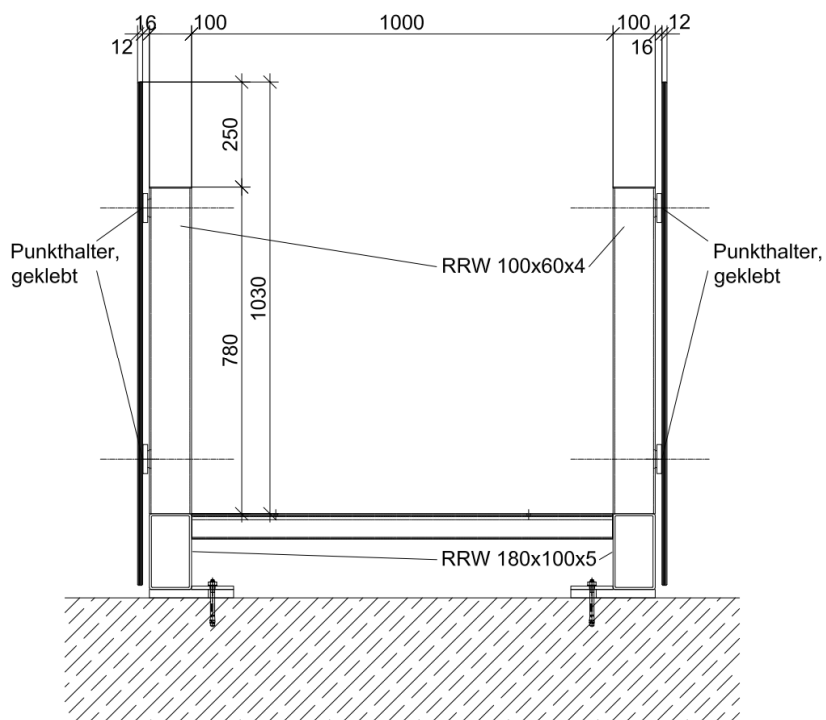
Außenansicht



Längsschnitt



Grundriss



Querschnitt



II.2 wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Einzelpositionen des zahlenmäßigen Verwendungsnachweises halten die Grenzen der Angaben des Förderantrags ein. Für die Bearbeitung des Projektes waren auf Grund des Ablaufs geringere Aufwendungen nötig. Folgende Ausgabenpositionen wurden abgerechnet:

- für Personalkosten werden incl. Gemeinkostenzuschlag : 231.480,64 €
- für Materialkosten werden insgesamt 7.469,43 €
- für Reise oder sonstige Kosten werden 0 €
- in der Gesamtabrechnung werden damit 238.408,26 € anstelle der geplanten 309.427,00€

abgerechnet. Die damit verbundenen Einsparungen der geplanten Mittel bei den Personal- und Materialkosten sind hauptsächlich durch Minimierung der seinerzeit andachten Aufwendungen der Arbeiten bei den Untersuchungen zur Findung der Vorzugsvarianten der zu verwenden Unterkonstruktionen sowie der Minimierung der geplanten Vielzahl der Kleinmusterbauteile und Nutzung von in der Firma vorhandenem Restmaterial begründet.

Innerhalb des Verbundvorhabens wurden mehrfach Arbeitstreffen bei den beteiligten Unternehmen und der TUD durchgeführt. In Zusammenarbeit mit den beteiligten Unternehmen stellte die IPT-Initiative im Jahr 2014 ein Exponat auf der Fachmesse glasstec in Düsseldorf aus.

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die detailliert im Forschungsantrag dargelegten Planungen bildeten die Grundlage der erfolgreich durchgeführten Arbeiten. Die Projektdurchführung folgte der gesteckten Arbeits-, Zeit- und Meilensteinplanung. Die aufgewendeten Ressourcen waren für die Durchführung des Vorhabens notwendig und der geleisteten Arbeit angemessen. Der gesteckte Kostenrahmen wurde eingehalten. Die zur Verfügung stehenden Mittel wurden sparsam und zielorientiert aufgewendet.

II.4 Voraussichtliche Nutzung und Verwertbarkeit des Ergebnisses

Die MBM hat durch die Mitwirkung bei diesem Forschungsthema sehr ausführliche Wissensvermittlung der technischen Grundlagen und durch die eigene Tätigkeit Erfahrungen für die Fertigung und Montage derart anspruchsvoller geklebter Konstruktionen bekommen.

Damit bestehen sehr gute Voraussetzungen diese Konstruktionen Bauherren und Architekten vorzustellen und in anstehenden Projekten mit zu entwickeln.

Auch die Zusammenarbeit mit den ansässigen Verbundpartnern, die aktive Teilnahmemöglichkeit an den Prüfungen und die Kenntnis der jeweiligen Prüfabläufe und Prüfeinrichtungen werden auf zukünftige innovative Anforderungen in auszuführenden Bauvorhaben sehr gut genutzt werden können.

Zur Verbreitung der Ergebnisse wurde ein Exponat (Brüstungselement) bei der glass technology live im Rahmen der Messe glasstec 2014 in Düsseldorf ausgestellt.

Die entwickelten Beschläge und Baumuster sind in Projekten einsetzbar. Die baurechtlichen Belange des Einsatzes müssen zb. in folgenden Betrachtungen/ Projekten vorbereitet und geklärt werden. Mit Abschluss des Projektes bestehen die im Antrag benannten Verwertungsziele fort.

Eine detaillierte Fortschreibung des Verwertungsplanes ist dem Erfolgskontrollbericht zu entnehmen.

II.5 Fortschritte bei anderen Stellen

Hierzu liegen MBM keine Auswertungen oder Einschätzungen der beteiligten Partner vor.

II.6 Veröffentlichungen

MBM hat hier bisher noch keine konkreten Anstrengungen hinsichtlich Publikationen unternommen. Wir halten es neben der durch die Vertreter unseres Vertriebes/ Technik praktizierten beschriebenen Beratungstätigkeit bei Bauherren und Architekten weiterhin für zielführend, dies auf Messen / Veranstaltungen gemeinsam unter Beteiligung aller Partner unter Führung der TU durchzuführen.

III. Erfolgskontrollbericht

III.1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Das Ergebnis der Mitarbeit der MBM Dresden GmbH ist ein wichtiger Beitrag im Verbundprojekt und stellt mit der Schaffung der einzelnen Konstruktionstypen von Unterkonstruktionen an denen die Verglasungen mit den entwickelten Punkthalersystemen montiert worden, den äußeren Rahmen der Umsetzung des Zieles dar.

Das förderpolitische Ziel eines marktorientierten Verbundprojektes wurde durch die intensive Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern und der Entwicklung von praxistauglichen Stahlunterkonstruktion, welche die Anforderung der geklebten Punkthalter der Verglasung hinsichtlich der benötigten Toleranzaufnahme für realisierbaren Fertigungs- und Montagebedingungen erfüllt.

III.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens, gesammelte Erfahrungen

Das vorgegebene Programm konnte bewältigt und in der veranschlagten Projektzeit abgearbeitet werden. Die wesentlichen Ergebnisse und gesammelten Erfahrungen sind im Schlussbericht ausführlich dargestellt und werden an dieser Stelle nur zusammenfassend wiedergegeben.

Schwerpunkt der Tätigkeit der MBM Metallbau GmbH stellen die Planung, Fertigung und Montage der benötigten Unterkonstruktionen dar.

Es wurden während der Projektlaufzeit eine Vielzahl an Demonstratoren für bautechnische Nachweisversuche und Musterkonstruktionen entwickelt und gebaut.

Die Ergebnisse wurden in den Planungen der Unterkonstruktionen mit den Projektpartnern abgestimmt und in unterschiedlichen Veröffentlichungen des Gesamtprojektes zu Einzelversuchen und Messeauftritten dargestellt.

III.3 Fortschreibung des Verwertungsplans

III.3.1 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen

Es wurden keine eigenen Schutzrechtsanmeldungen vorgenommen. Eine durchgeführte Recherche hatte ergeben, dass keine anhängigen Patente zum Thema existieren, aber auch eine eigene Anmeldung nicht erfolversprechend ist.

III.3.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Die Umsatzprognose der Antragstellung bleibt unverändert beibehalten. Es steht zu Ende des Projektes ein praxistauglicher Punkthalter mit

Verbindungselementen zur Verfügung der ggf. nach Erfordernis des jeweiligen Projektes gestalterisch variiert und optimiert werden kann.

Konkurrenzlösungen geklebter Punkthalter für den Fassadenbau mit der Funktionsparameter und Anwendungsbreite unserer Lösung existieren nicht.

Hinsichtlich des im Antrag prognostizierten Zeithorizonts mit einer Markteinführung 2 Jahre nach Projektende haben sich bisher keine Änderungen ergeben.

Die Resonanz des geklebten Punkthalterssysteme am Markt kann momentan noch nicht in laufenden Projekten dargestellt werden. Eindeutige Rückfragen von angesprochenen interessierten Entwurfsplanern an diesen Systemen sind vorhanden und werden in die perspektivische Planung von zukünftigen Bauvorhaben aufgenommen.

III.3.3 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Die Tätigkeit der MBM ist die Planung und Herstellung der entsprechenden hochwertigen Stahltragkonstruktionen die den Einsatzbedingungen und Erfahrungen der unterschiedlichen durchgeführte Versuchsstadien widerspiegeln und umsetzen. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Verbundpartner im Projekt und das in den Versuchseinrichtungen der TUD bislang durchgeführte Versuchsprogramm ermöglicht eine umfassende Bearbeitung der Aufgabenstellung. Die Verbundpartner ergänzen sich in ihren Kompetenzen und steigern dadurch die Erfolgsaussichten.

III.3.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Wir schätzen gemeinsam ein, dass bis zur Markteinführung nach Projektende noch bis zu 2 Jahre Entwicklungszeit für Optimierungen notwendig sind. Parallel werden die Ergebnisse über Medien und die geschaffenen Internetpräsentation, aber auch den direkten Kundenkontakt, weiter kommuniziert.

III.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Wie bereits in den Zwischenberichten zu diesem InnoProfile-Vorhabens dargelegt, konnten die Arbeiten, die zum Erreichen des Forschungsziels erforderlich waren, erfolgreich abgeschlossen werden. Dabei kam es innerhalb des Projektablaufs zu geringen zeitlichen Verschiebungen hinsichtlich der Abarbeitung der einzelnen Arbeitspakete, wodurch das Erreichen des Gesamtziels aber nicht beeinflusst wurde.

III.5 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Das InnoProfile-Forschungsvorhaben GLASKONNEX-Transfer hat für das Projekt eine eigene Homepage unter <http://www.glaskonnex.de> eingerichtet, über die sich interessierte Nutzer über die Projektergebnisse informieren und die jeweiligen Ansprechpartner

kontaktieren können. Daneben wurden und werden die wissenschaftlichen Ergebnisse durch die Technische Universität Dresden auf zahlreichen Fachkonferenzen und Workshops präsentiert.

III.6 Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung

In der Zeitplanung wurden projektbedingt einzelne Verschiebungen innerhalb der Arbeitspakete vorgenommen werden, welche aber das Erreichen der Meilensteine und Gesamtziele nicht beeinflusst haben. Diese Veränderungen betrafen einen um zwei Monate verspäteten Projektstart und das kostenneutrale Verlängern der Projektarbeiten bis zum Ende des Gesamtprojekts.

Die Ausgaben haben die Planungen durch die zeitliche Verschiebung und Modifizierung der Versuchsstände geringfügig unterschritten

IV Kurzfassung siehe Berichtsblatt