

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).

Diplomarbeit

das Pop*

ein mobiles Stadtraummöbel für alle

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des
akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof. Arch. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Manfred Berthold

E253-4

Institut für Architektur und Entwerfen

Abteilung Hochbau und Entwerfen

eingereicht an der
Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung
von

Annegret Haider

0226811

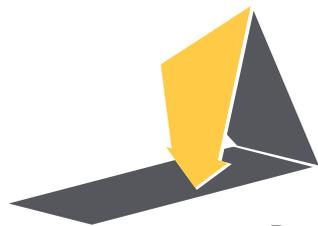
Kleine Neugasse 13/2/20

1050 Wien

Wien, am 09. März 2010

für meine beiden Großmütter

to pop up: plötzlich auftauchen, ausklappen



Das Pop* ist ein mobiles Stadtraummöbel für alle. Es entstand aus der intensiven Beschäftigung mit Pop up-Mechanismen und deren Fähigkeit zur Transformation von einer zweidimensionalen Fläche in einen dreidimensionalen Raum.

Inhalt

Pop-up	11
Falten	14
Kinetik.....	17
Öffentlicher Raum	20
Konzept * Projektentwicklung.....	23
3 Typen: Paula* Otto* Peter*	33
Otto* im Detail	41
Möblierung * Innenausbau	57
Berechnungen * technische Daten	75
Literatur * Inspiration	86

Pop-up

Das Wort *Pop-up* bezeichnet bewegliche und dreidimensionale Elemente, welche durch kinetische Energie erzeugt werden.

Pop-ups werden von Papieringenieuren konstruiert und entworfen. Paperengineering ähnelt Origami insofern, als dass beide Kunstformen mit gefaltetem Papier arbeiten. Der Unterschied aber ist, dass sich Origami auf das Erschaffen von Objekten aus einem Blatt Papier ohne Zuhilfenahme von Schere oder Klebstoff fokussiert, während Pop-ups bildhaft bleiben und die Mechanik im Vordergrund steht. Letztlich basieren alle Pop-ups auf einigen wenigen Elementen.

Neben Pop-ups gehören auch Transformationen, Tunnelbücher, Volvelles, Flaps, Pull-Tabs, Pop-Outs, Pull-Downs etc. zur Familie der Mobilien. Jede Variante funktioniert auf unterschiedliche Weise.¹

Transformationen beispielsweise zeigen ein Bild, das aus vertikalen Streifen besteht. Durch Ziehen einer Zuglasche schieben sich die Streifen unter- und übereinander und dadurch entsteht ein völlig anderes Bild.

Tunnelbücher (auch Peepshowbücher genannt) bestehen aus einigen Seiten, die durch zwei Zieharmonikastreifen miteinander verbunden sind. Das Buch wird durch ein Loch im Einband betrachtet. Jede Seite hat ebenfalls Öffnungen und so kann man mit einem Blick durch das gesamte Buch bis zur Rückseite sehen. Dadurch entsteht ein 3D-Effekt (Abb. 1). Dieser Buchtyp entstand Mitte des 18ten Jahrhunderts inspiriert durch Bühnenbilder.

Die ersten bekannten Beispiele beweglicher Elemente in Büchern überhaupt finden sich im 13ten Jahrhundert. Sie waren als Lernhilfe für Erwachsene gedacht und enthielten sogenannte „Volvelles“ (lat. *volvere*: drehen). Dabei handelt es sich um Scheiben aus Papier oder Pergament, die um einen zentralen Punkt gedreht werden können (Abb. 2). Sie wurden unter anderem für religiöse Kalender benutzt, für mathematische,



Abb. 1: Tunnelbuch (Ed Hutchins)



Abb. 2: Volvelle (Chronica Majorca)

¹ vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/Pop-up_book



Abb. 3: Harlekinade (Robert Sayer)



Abb. 4: *The History of Little Fanny* (S. und J. Fuller)

wissenschaftliche und astronomische Kalkulationen, als Navigationshilfe und zur Generierung und Dechiffrierung von Geheimcodes.²

1450 erfand Johannes Gutenberg den Buchdruck. Von da an war es möglich, Bücher billig zu vervielfältigen.³

Im späten 18. Jahrhundert entstand dank billigen und besseren Druckverfahren und einer wachsenden literarischen Gesellschaft eine steigende Nachfrage nach Büchern, besonders nach jenen zur Unterhaltung. Ein komplett neuer Markt hatte sich erschlossen: Kinderbücher. Bis zu diesem Zeitpunkt waren Kinder als „morallose Wilde“ gesehen worden, denen Recht und Unrecht beigebracht werden musste. So waren die ersten illustrierten Kinderbücher moralische Märchen von Kindern, die für ihr Fehlverhalten schwer bestraft wurden. Nun hatte sich dieses Bild aber gewandelt. Lesen und Lernen wurden zu vergnüglichen Erfahrungen. 1765 publizierte der englische Verleger Robert Sayer die erste Reihe von explizit für Kinder gemachten beweglichen Büchern. Diese einfachen broschürenartigen Bücher hatten zweigeteilte Illustrationen. Wenn ein Teil der Illustration angehoben oder abgesenkt wurde, entstand ein neues Bild, das die Geschichte weitererzählte. Diese Werke nannten sich *Turn-Ups* oder *Harlekinaden* benannt nach dem Hauptdarsteller der Geschichten, einem Harlekin (Abb. 3).⁴

S. und J. Fuller brachten 1810 *The History of Little Fanny* auf den Markt, das erste Papierpuppenbuch mit beweglichen Papierkleidern (Abb. 4). In den 1850er Jahren begann der englische Verlag Dean&Sons damit, die ersten Kinderbücher mit dreidimensionalen Elementen zu produzieren. Konkurrenz erhielten Dean&Sons vom Unternehmen des deutschen Einwanderers Raphael Tuck. Dieser stellte kunstvolle, wunderschön bedruckte Dioramen - Grußkarten mit dreidimensionalen, beweglichen Elementen - her.

Auf dem europäischen Markt machte sich bald ein von Ernst Nister gegründetes Unternehmen mit Sitz in Nürnberg einen Namen. Die bayrischen Druckereien galten zu der Zeit als die besten. Nisters Künstler

2 vgl. <http://www.markhiner.co.uk/history-text.htm>

3 vgl. <http://www.populady.com/mov-history.htm>

4 ibid.

und Papieringenieure verbesserten nicht nur die Herstellung dreidimensionaler Bücher mit mehrschichtigen Bildern, sie erfanden auch Panorama-Aufstellbücher und Bücher mit wechselnden Drehbildern (Abb. 5). Ein Zeitgenosse von Nister, der Münchner Lothar Meggendorfer, war ein innovativer Meister der Papieringenieurskunst. Er verfeinerte die Verwendung von Kupfernieten und schuf Bücher, in denen sich eine Vielzahl von ausgestanzten Figuren mithilfe einer einzigen Zuglasche bewegen ließ. Seine satirischen Präsentationen der kleinen Momente des Lebens sind wahre Wunderwerke und seither unerreicht (Abb. 6).⁵

Der Beginn des ersten Weltkriegs und die damit verbundene Rohstoffknappheit beendeten das goldene Zeitalter der dreidimensionalen mechanischen Bücher.

In der Zwischenkriegszeit publizierte der englische Verleger S. Louis Giraud – genannt „der Zauberer“ – die ersten Bände zweier bedeutender Serien von dreidimensionalen Büchern, nämlich *Daily Express Children's Annual* und *Bookano Stories*. Darin fanden sich erstmals Papierfiguren, die sich dreidimensional entfalten, wenn das Buch flach aufgeschlagen wird. Sie gelten als erste wahre Pop-ups (Abb. 7). Der ursprüngliche Erfinder dieser Art von Büchern ist allerdings Theodore Brown.

Die Verwendung von Mobilien in Büchern wurde zwar weniger, starb aber nicht komplett aus. Vor allem in den USA wurden zu jener Zeit vermehrt bewegliche Strukturen und Bauteile in Büchern, Grußkarten und Werbung eingesetzt. Im Jahr 1932 wurde der Begriff „Pop-up“ das erste Mal vom amerikanischen Verlag Blue Ribbon Books für eine von Harold Lentz gestaltete Buchserie verwendet.⁶

In den 1940er und 1950er Jahren verschaffte sich der Amerikaner Julian Wehr Aufmerksamkeit durch seine Bücher, die ähnlich wie Meggendorfers durch Ziehen nur einer Laschen bewegt wurden, aber ohne Nieten auskamen. Geraldine Clyne produzierte die *Jolly jump-up*-Serie, wofür



Abb. 5: *The Land of Long Ago* (Ernst Nister)



Abb. 6: *Zum Zeitvertreib* (Lothar Meggendorfer)



Abb. 7: *Daily Express* (S. Louis Giraud)

⁵ vgl. <http://www.popuplady.com/mov-history.htm>

⁶ *ibid.*



Abb. 8: *Jolly Jump ups Journey* (Geraldine Clyne)



Abb. 9: *Drei goldene Haare* (Vojtech Kubasta)



Abb. 10: *Grüßkarte* (Robert Sabuda)

sie ziehharmonikaartig gefaltete Seiten wie bei einem Tunnelbuch verwendete (Abb. 8).

Mitte der 1960er Jahre entdeckte der Amerikaner Waldo Hunt die höchst innovativen und leuchtend bemalten Pop-up-Bücher des Tschechen Vojtech Kubasta (Abb. 9) und löste damit eine neue Welle aus. Er begann gemeinsam mit den Papieringenieuren Ib Penick, Tor Lokvig, und John Strejan neue Bücher zu entwickeln, von welchen heute viele als Klassiker gelten.

Seither werden von Autoren, Illustratoren und Papieringenieuren ständig neue, innovative Ideen entwickelt und diese in immer komplexere Skulpturen umgesetzt. Anfang der 1980er Jahre beispielsweise erschienen Pop-up-Bücher wie *Robot* von Jan Piénkowski und *The Human Body* von Jonathan Miller und David Pellham, die ästhetisch und literarisch neue Maßstäbe setzten und große Beachtung fanden.⁷ 1994 gründete Ann Montanaro die *Movable Book Society* (MBS), ein Zusammenschluss von Sammlern, Künstlern und Verlegern. Der erste von der MBS ausgeschriebene Meggendorfer Preis für die beste gestalterische Arbeit wurde 1998 an den Amerikaner Robert Sabuda verliehen (Abb. 10).

Falten

Die Faltung ist ein Prozess der Transformation – der Bewegung. Um diese Bewegung zu erreichen ist eine Energiezufuhr erforderlich. Durch diese Krafteinwirkung auf die Faltstruktur verändert sich deren Gestalt. Dabei hängen alle Teile der Struktur zusammen. Verändert ein Einzelteil seine Lage im System, verändern sich die andern mit. Faltungen sind also eine Mischung von Stabilem und Flexiblem.

Die einfachste Falte besteht aus einer eindimensionalen, gefalteten Linie. Eine Faltung ist also grundsätzlich eine mindestens zweiteilige Struktur. Sie besteht aus jeweils einem aufsteigenden und einem abfallenden Flächenelement.⁸ Bei einer Mulde (Synklinale) weisen die beiden Schenkel aufeinander zu, bei einem Sattel (Antiklinale) voneinander weg. Nach

⁷ vgl. David A. Carter, James Diaz: *Das Pop-up Handbuch*

⁸ vgl. Martin Tautz: „Das Prinzip des Faltens“

der Lage der einzelnen Schenkel zu einander unterscheidet man zwischen stehenden, schiefen, überkippten und liegenden Falten.⁹

Die beiden Schenkel können um die Umbiegung (Scharnier) drehbar sein. Dann müssen sie kraftschlüssig verbunden sein, damit sie sich gegenseitig stützen können und konstruktiv eine Einheit bilden.

Faltkanten können also unverschieblich bzw. starr sein oder beweglich bzw. kinematisch.¹⁰ Beispiele für bewegte Falten sind Kettenglieder (eindimensional), Buchseiten (zweidimensional) und der Rauch einer Zigarette (dreidimensional).¹¹

Faltungen kommen in allen Maßstäben vor, sowohl im molekularen Bereich, als auch in der Geologie und in den unendlichen Weiten des Weltalls.¹² Falten bzw. Faltstrukturen sind daher keine menschliche Erfindung, sondern ein Prinzip aus der Natur.¹³ Dort erfüllen sie die unterschiedlichsten Aufgaben. Sie helfen Platz zu sparen, können schützen oder festigen. Käfer falten beispielsweise ihre Flügel, damit sie während der Bewegung am Boden unter den Deckschalen versenkt werden können.¹⁴

Starre Faltstrukturen haben optisch eine dynamische Wirkung. Durch die Faltversteifung werden sie aber auch aus konstruktiven Gründen – beispielsweise bei Faltwerken – eingesetzt.

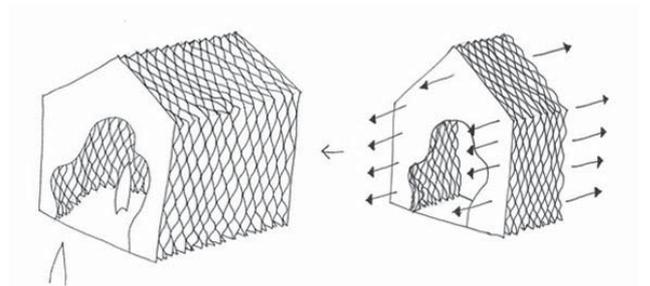


Abb. 11: Notfallarchitektur (Sou Fujimoto)



Abb. 12: Notunterkunft (A4)

9 vgl. Michaela Huemer, Ingrid Berger: Faltung in der Architektur

10 vgl. Martin Tautz: „Das Prinzip des Faltens“

11 vgl. Hangar-7 (Hrsg.): Die Vielfalt der Faltkunst

12 ibid.

13 vgl. Martin Tautz: „Das Prinzip des Faltens“

14 ibid.



Abb. 13: *Xile* (Mats Karlsson)

Einer der Vorteile einer beweglichen, gefalteten Struktur ist, dass sich ihr Volumen auf ein Minimum komprimieren lässt (beispielsweise für den Transport), um sich dann (etwa am Bestimmungsort) quasi aus dem Nichts zu generieren. Dadurch ergibt sich eine gute Stapelbarkeit und vor allem eine minimale Aufbauzeit. Diese Tatsache machen sich zwei Projekte zu Nutze, die bei der Ausstellung *Crossing Now* präsentiert wurden. Diese Ausstellung fand 2008 nach dem verheerenden Erdbeben von Sichuan (China) statt und hatte Notfallarchitektur zum Thema. Der Vorschlag des japanischen Architekten Sou Fujimoto sieht eine Rautenstruktur vor, die sich beliebig in die Länge ziehen lässt und dadurch flexibel ist (Abb. 11). Das chinesische Architekturbüro A4 bedient sich eines ähnlichen Prinzips. Wie ein Lampion faltet sich die Notunterkunft um 180° auf (Abb. 12). Die Praktikabilität dieser beiden Projekte ist allerdings fraglich. Anders beim beweglichen Tunnel *Xile* des schwedischen Designers Mats Karlsson. Dieser ist ziehharmonikaartig gefaltet. Er besteht aus Plastik, ist im Innen- und Außenbereich einsetzbar und lässt sich ähnlich wie Sou Fujimotos Notfallarchitektur ausziehen (Abb. 13).

Das *Port-A-Fold Shelter* der Briggs Port-A-Fold LTD setzt Faltungen wesentlich simpler um. Die Struktur lässt sich hier zwar flach zusammenfalten, die beiden Seitenteile müssen allerdings extra eingesetzt werden. Hier ist also der Auffaltvorgang in einer Bewegung nicht mehr gegeben (Abb. 14).

Den Vorteil der Komprimierbarkeit machen sich naturgemäß auch mobile Systeme zu Nutze. *Markies*, von Eduard Bohrling ist ein Wohnwagen, der sich seitlich zu beiden Seiten durch Faltung erweitern lässt (Abb. 15). Er steht damit in einer langen Tradition von Trailern, mit eingebauten raumerweiternden Faltungen.

Bewegliche Systeme an sich gibt es in der Architektur schon seit Urzeiten. Nordamerikanische Indianerstämme errichteten beispielsweise Kuppelbauten aus flexiblen Ästen oder Stangen, die mit Blättern oder Stroh gedeckt wurden. Nomadenzelte stellen Weiterentwicklungen solcher Urtypen dar.¹⁵

Bewegung ist ein Ausdruck von Lebendigkeit und damit Teil der Architektur.

Kinetik

Die Kinetik ist die Lehre von der Bewegung durch Kräfte. Sie ist ein Teilgebiet der Dynamik, welche wiederum ein Teilgebiet der Mechanik ist. Kinetische Energie ist Energie, die durch Bewegung entsteht.¹⁶

Kinetische Architektur ist demnach bewegliche Architektur. Räume werden auf Grund von Bewegung generiert. Das kann die Transformation eines Raumes in einen anderen Raum durch dynamische, physisch spürbare Bewegung sein. Oder Raum, der aus der Bewegung ‚erstarrt‘ und auf diese Weise entsteht. Es kommt zur Schaffung von anpassungsfähigen, räumlichen Konfigurationen.

Prinzipiell gibt es vier Hauptgruppen der mechanischen veränderlichen Systeme:

- » Mobile Gebilde weisen in sich nicht notwendigerweise eine Beweglichkeit auf. Sie sind jedoch zerlegbar und somit transportabel. Es entsteht also eine Bewegung durch Ortswechsel.

¹⁵ vgl. http://www.lt.ar.tum.de/index.html?/_de/lehre/dipl_beweglich.html, 07/01/2010

¹⁶ vgl. Barbara Kolb, Christian Hader: Kinetische Architektur

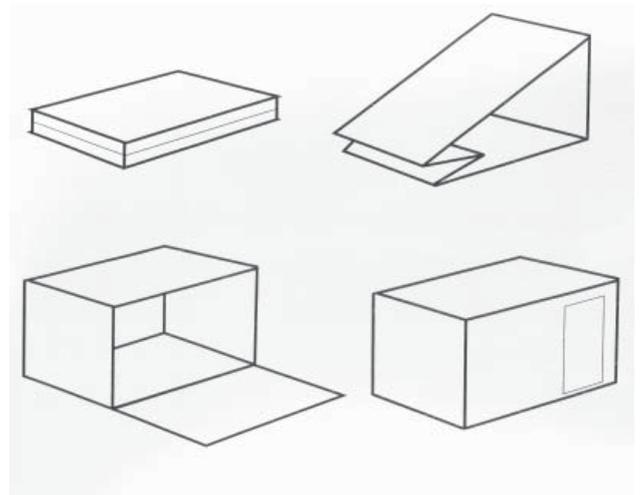


Abb. 14: Port-A-Fold Shelter (Briggs Port-A-Fold LTD)



Abb. 15: Markies (Eduard Bothlingk)

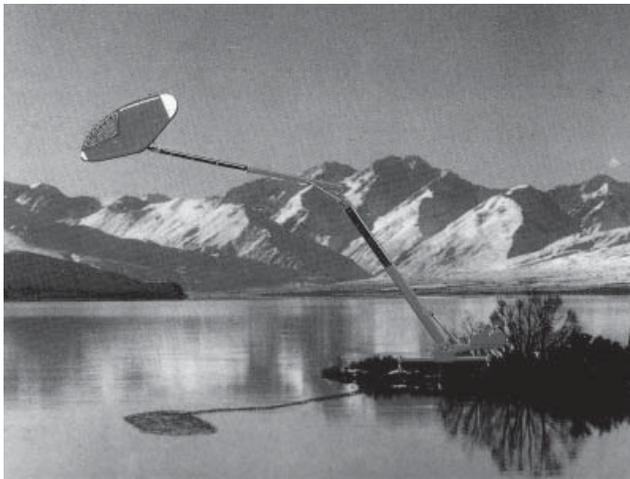


Abb. 16: Peanut (Future Systems)

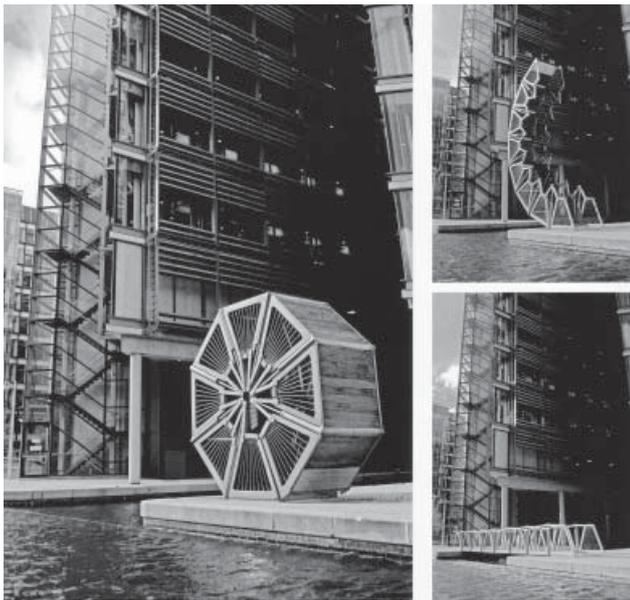


Abb. 17: Rolling Bridge (Heatherwick Studio)

- » Bewegliche Systeme zeichnen sich durch eine definierte innere Beweglichkeit ihrer Bauteile aus.
- » Verformbare oder flexible Strukturen weisen eine definierte innere Formveränderbarkeit auf, die einzig auf der elastischen oder plastischen Verformung ihrer Bauteile beruht.
- » Die Kombination der beiden letztgenannten Konzepte führt zu flexiblen beweglichen Systemen, deren mechanische Veränderlichkeit durch eine Kombination von Bewegung und (meist elastischer) Verformung ermöglicht wird.¹⁷

Architektur ist konventionell statisch und auf einen Nutzen beschränkt bzw. einer beschränkten Nutzung unterworfen. Der Raum hat sich aber parallel zu einer immer mobiler und flexibler werdenden Gesellschaft vermehrt vom fixen Standort gelöst. Anforderungen wie räumliche Effizienz, Anpassungsfähigkeit, Flexibilität und Transportfähigkeit führen zur Entwicklung von architektonischen Anwendungen für intelligente kinetische Systeme. Es gibt mehrere Arten, wie eine kinetische Struktur bewegt werden kann. Angefangen bei einer manuellen Bedienung für einfache Anwendungen, wie es im vorliegenden Projekt der Fall ist. Für größere und komplexere Systeme ist eine Steuerung notwendig. Diese erfolgt über Sensoren (Aktio-Reaktion) oder über eine Steuerung oder eine Kombination von beidem.¹⁸

Ein frühes Beispiel für eine kinetische Architektur aus dem Jahr 1919 ist das Monument der dritten Internationale von Tatlin. Es besteht aus in unterschiedlichen Geschwindigkeiten rotieren Baukörper um eine vertikale Achse innerhalb einer Spiralkonstruktion. Besonders in den 1960er Jahren ist eine Fülle an Konzepten

¹⁷ vgl. http://www.lt.ar.tum.de/index.html?/_de/lehre/dipl_beweglich.html, 07/01/2010

¹⁸ vgl. Barbara Kolb, Christian Hader: Kinetische Architektur

entstanden, die allerdings auch als solche verstanden keine Realisierung fanden. Archigramm mit ihrer *Walking City* und anderen ähnlichen Projekten kann in diesem Zusammenhang genannt werden. Realisierte Projekte bzw. Prototypen aus dieser Zeit gibt es vor allem wie schon erwähnt im Bereich der mobilen Systeme, die parallel zu den Entwicklungen auf dem Gebiet der Vorfertigung und der großen Ära des Kunststoffs entstanden sind.¹⁹

Auch Future Systems beschäftigen sich viel mit kinetischer Architektur. Das Projekt *Peanut* zeigt beispielsweise, dass sich der (Aus)blick auch durch Positionsänderung einer Raumeinheit verändern lässt (Abb. 16).

Die *Rolling Bridge* des Londoner Heatherwick Studios besteht aus acht Dreiecks-Elementen, die sich bei Bedarf zusammenrollen können. Diese werden durch Hydraulik-Pumpen bewegt (Abb. 17).

Der niederländische Künstler Theo Jansen kombiniert Kunst mit Ingenieurwissenschaften. Er erschafft mobile skelettartige Gebilde, die sich mit Hilfe des Windes bzw. menschlicher Energie fortbewegen. Das *Rhinoceros* beispielsweise bewegt sich wie ein Lebewesen (Abb. 18).

Der *Gucklhupf* von Hans Peter Wörndl aus dem Jahr 1993 ist eine begehbare Skulptur. Die Struktur befindet sich in stetem Wandel, die vielen Holzpaneele lassen sich in verschiedenste Richtungen drehen, ziehen, klappen und kippen. Dadurch entsteht ein Wechselspiel zwischen Innen und Außen, offen und geschlossen. Das Gebäude interagiert mit und integriert sich in seine Umgebung (Abb. 19).



Abb. 18: *Rhinoceros* (Theo Jansen)

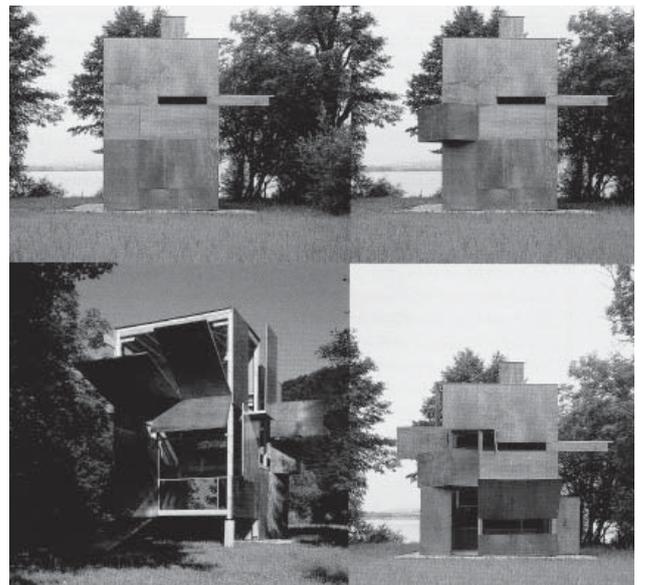


Abb. 19: *Gucklhupf* (Peter Wörndl)

19 *ibid.*



Abb. 20: *Urban Cabaret* (Glas Collective)



Abb. 21: *Ektop-1* (EXYZT)

Öffentlicher Raum

Als Interaktion wird das wechselseitige Aufeinander einwirken zweier oder mehrere Akteure bezeichnet. Es handelt sich um einen kommunikativen Akt, bei dem alle Parteien durch ihre Handlungen jeweils auf diejenigen des Gegenübers reagieren.²⁰

Architektur kann Interaktion fördern. Sie kann Menschen zu Kommunikation und Aktion auffordern bzw. sie dabei unterstützen. Sie kann auf Probleme aufmerksam machen und Bewusstsein schaffen. Öffentlicher Raum ist dabei ein wesentliches Thema.

Das Projekt *Urban Cabaret* des britischen Glas Collective war eine im September 2001 in Glasgow stattfindende Veranstaltungsreihe. Teil des Projekts war eine mobile Ausstellung, die auf einem knallroten Piaggio Ape – einem Dreiradtransporter – durch die Stadt transportiert wurde (Abb. 20). Das Gefährt wurde an wechselnden strategischen Stellen sowohl in der Peripherie als auch im Zentrum aufgestellt. Das gesamte Projekt diente der Kritik an und dem Aufmerksam-machen auf die spezifischen Probleme der heutigen europäischen Stadt, wie beispielsweise der Manifestation von geschlechts-, ethnien- und klassenspezifischer Diskriminierung oder der Privatisierung des öffentlichen Raums. Dabei war das zugrunde liegende Prinzip, zu den Menschen zu kommen und diese nicht in Institutionen zu holen.²¹

Das Kollektiv EXYZT andererseits will den Nutzer wieder zur zentralen Figur des Entwurfsprozesses machen. Die Projekte sollen der Ausdruck aller Nutzer sein, die das Gebäude bauen und benutzen. Exyzt bieten in

²⁰ vgl. Oliver Schaeffer: „Architektur in Bewegung: zwischen spielerischer Inszenierung und leistungsfähiger Konstruktion“

²¹ vgl. Florian Haydn, Robert Temel (Hrsg.): Temporäre Räume

ihren Projekten (größtenteils Gerüst-)Strukturen an verschiedensten Orten an, die unterschiedlich bespielt werden können. Damit schaffen sie den Rahmen für gemeinsames Handeln und generieren Bewusstsein für einen Ort. Das Projekt *Ektop-1* war Teil der *Nuit blanche* 2005 in Paris. Es handelte sich um einen Satelliten, der die Pariser videoüberwachte und die Bilder der Passanten umgewandelt auf einen Bildschirm projizierte (Abb. 21).²²

Das Raumlabor Berlin beschäftigt sich in seinen Arbeiten ebenfalls mit öffentlichem Raum, Städten in Bewegung und den Grenzen von Privatheit und Öffentlichkeit. Das Projekt *Spacebuster* - entwickelt auf Einladung der Storefront for Art and Architecture, New York - sollte die Möglichkeiten und Qualitäten öffentlicher Räume in New York erkunden. Er bestand aus einem Kleintransporter, aus dessen Ladeklappe sich ein begehbare transluzenter aufblasbarer Raum entfaltete. Der *Spacebuster* reagiert auf den architektonischen und sozialen Raum und seine Bedingungen (Abb. 22).²³

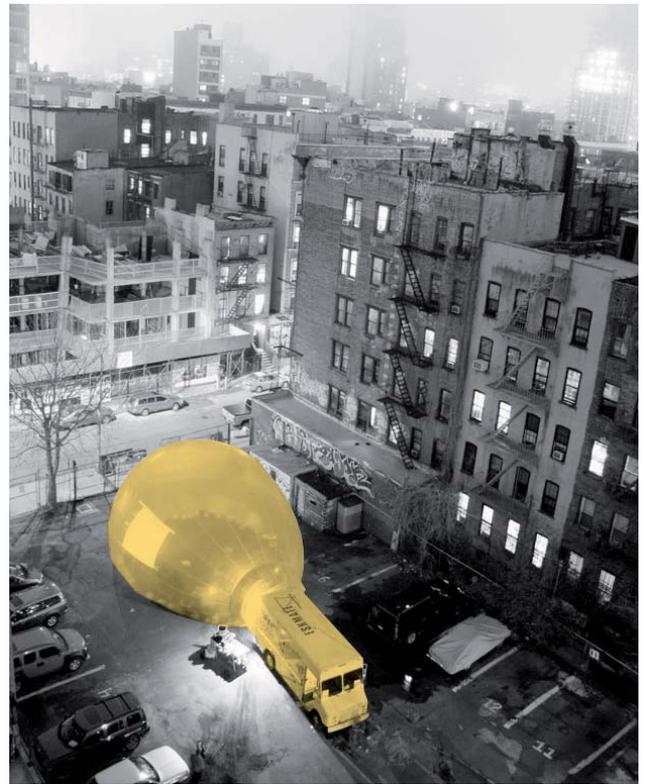
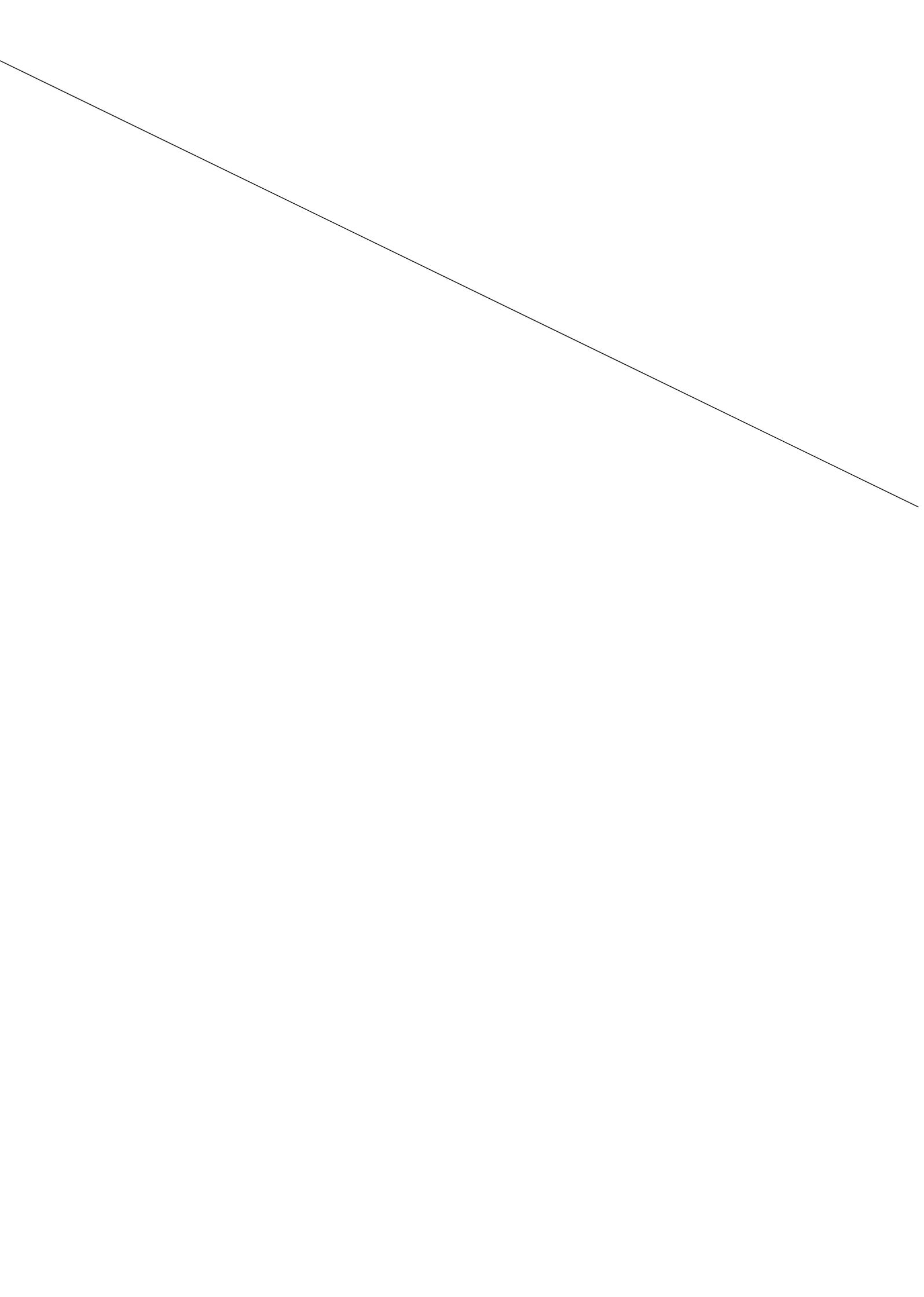


Abb. 22: *Spacebuster* (Raumlabor Berlin)

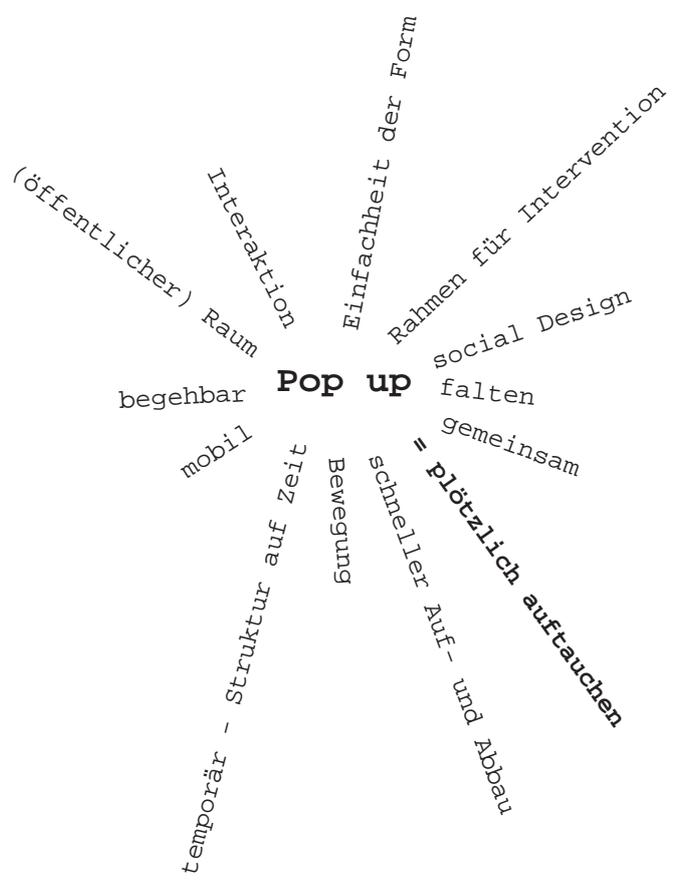
22 vgl. http://www.exyzt.org/?page_id=2, 18/02/2010

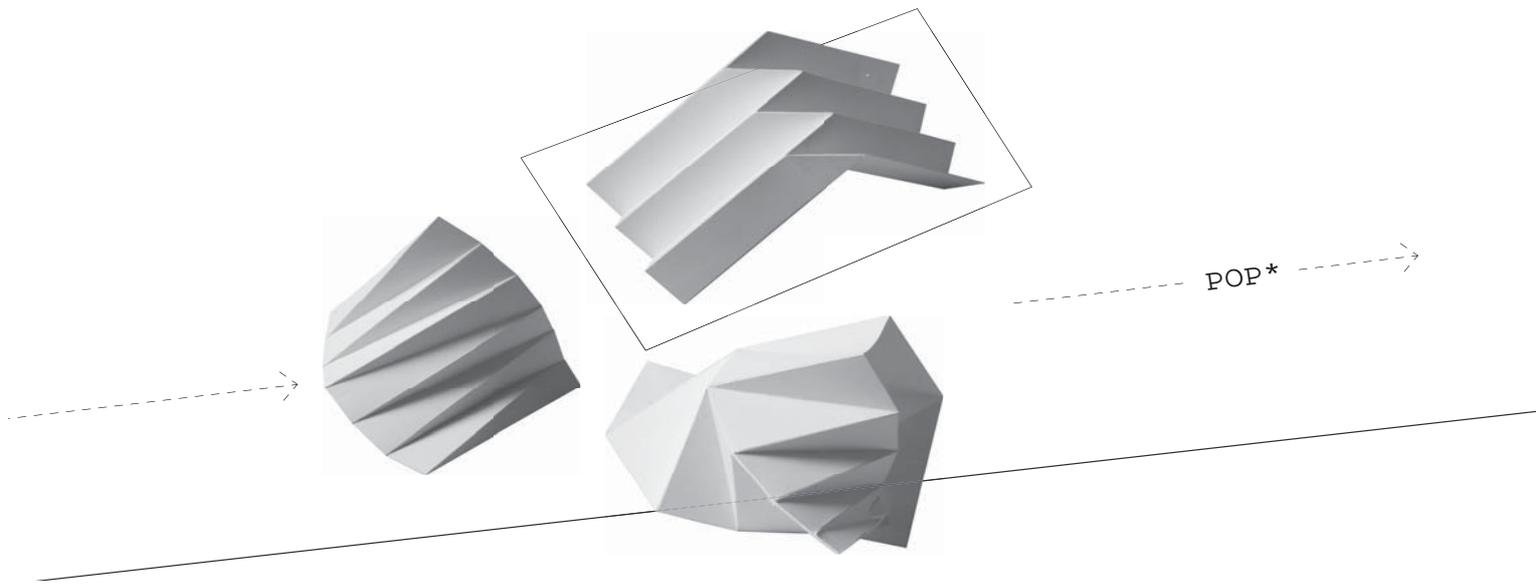
23 vgl. <http://www.raumlabor.net/?p=1799>, 19/11/2009

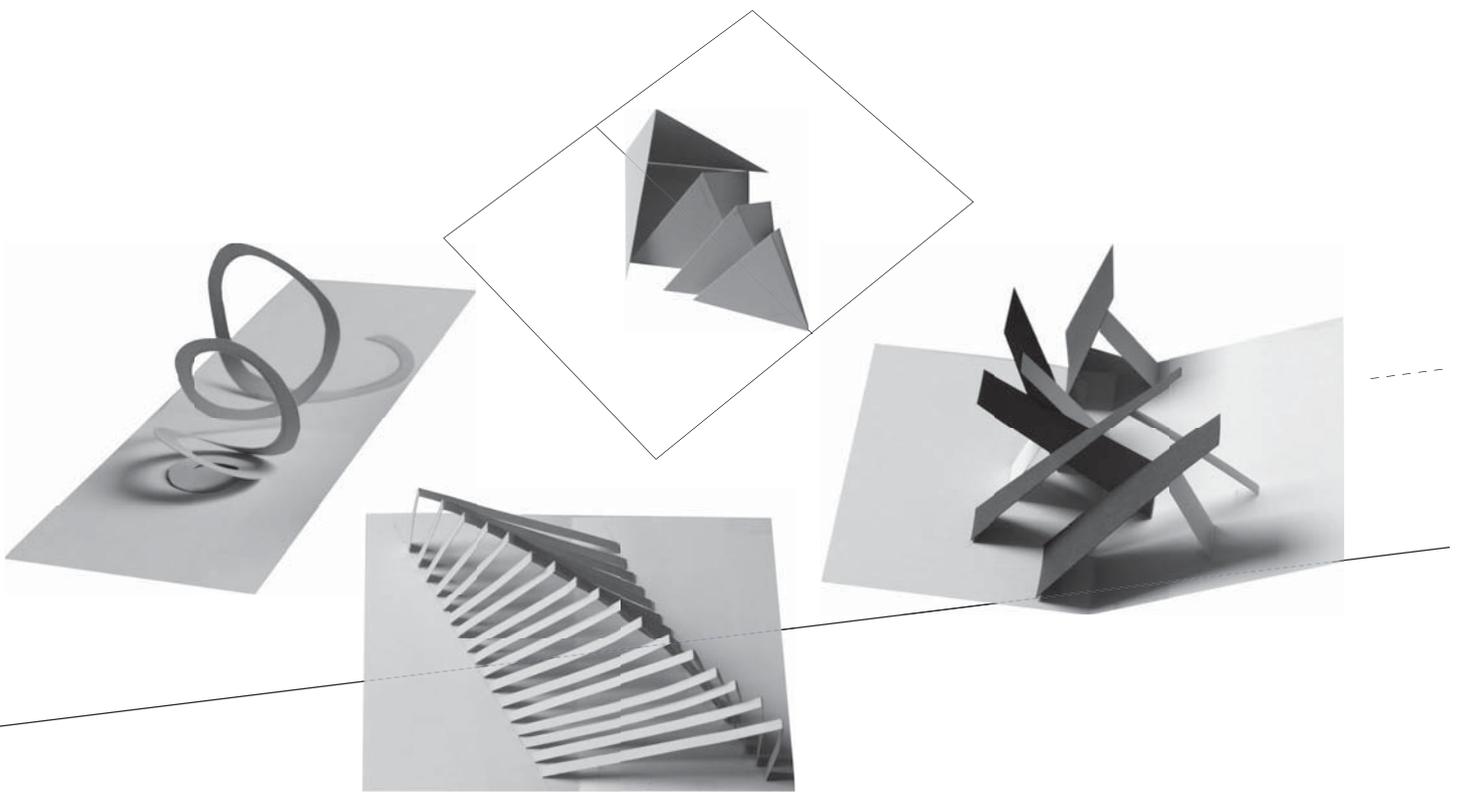


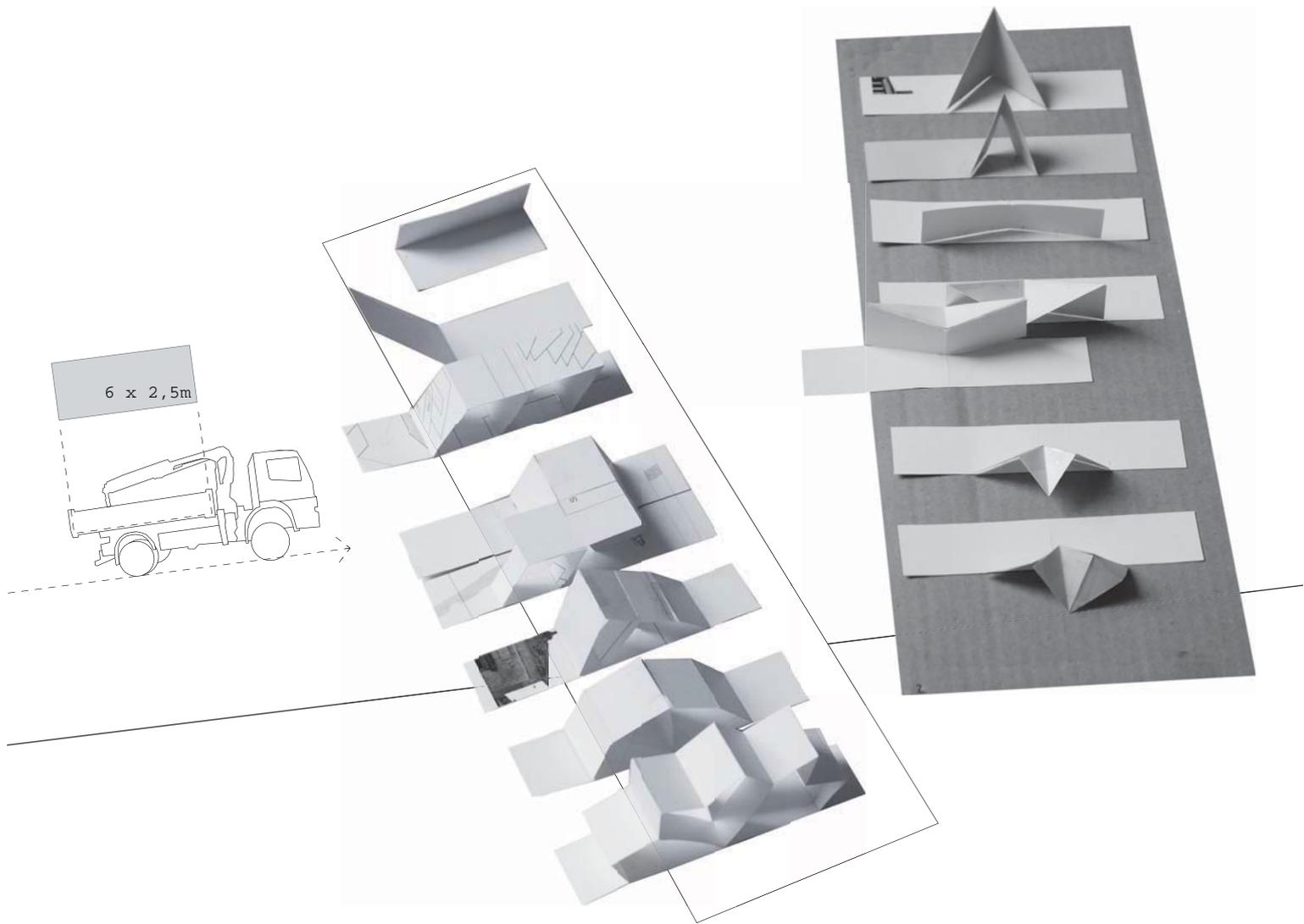


Konzept * Projektentwicklung

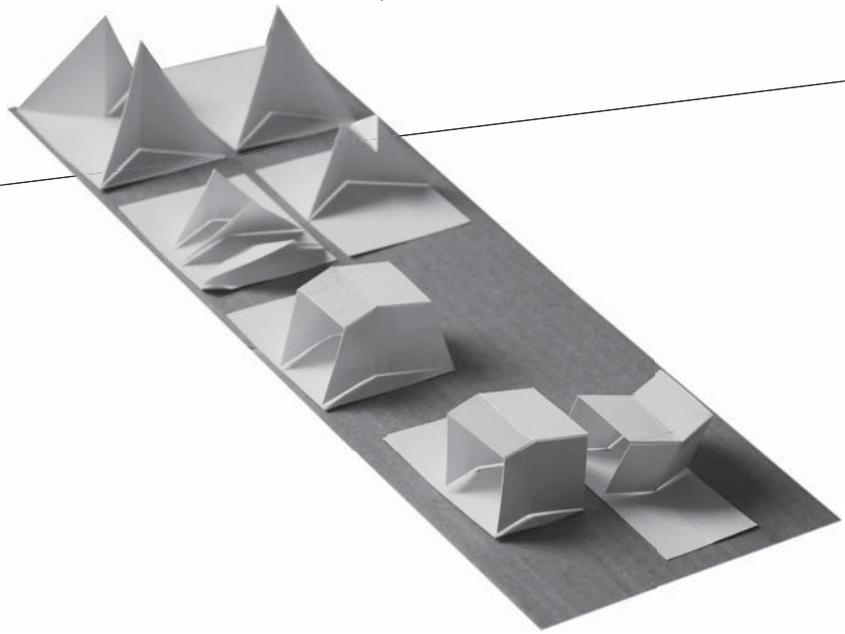
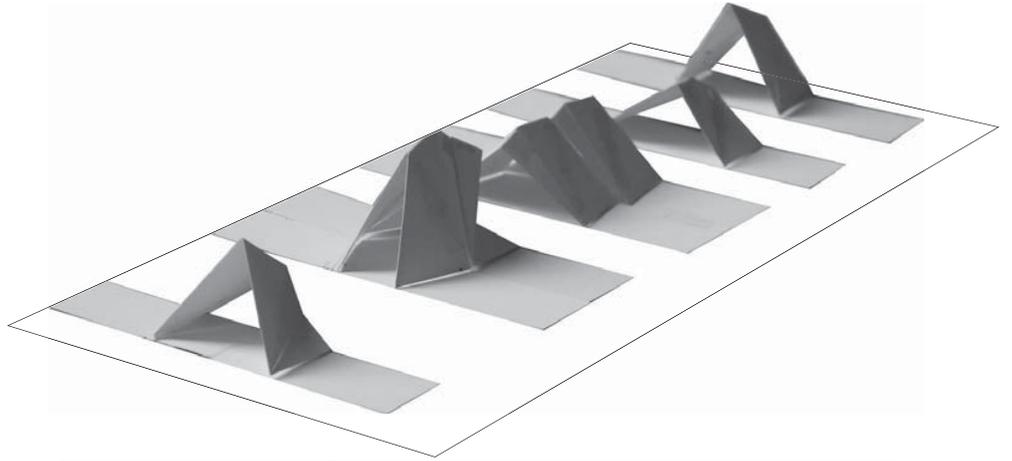
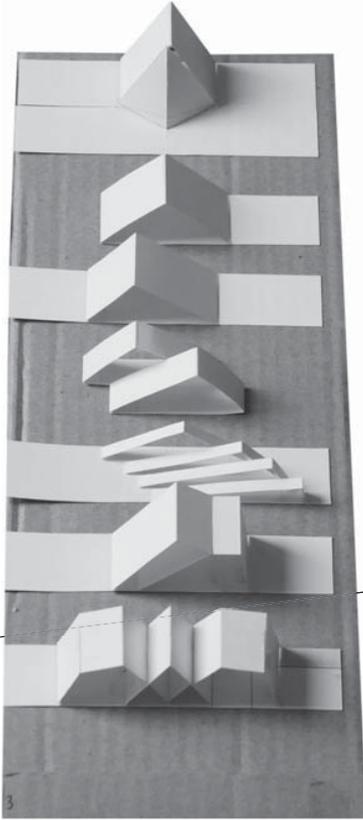


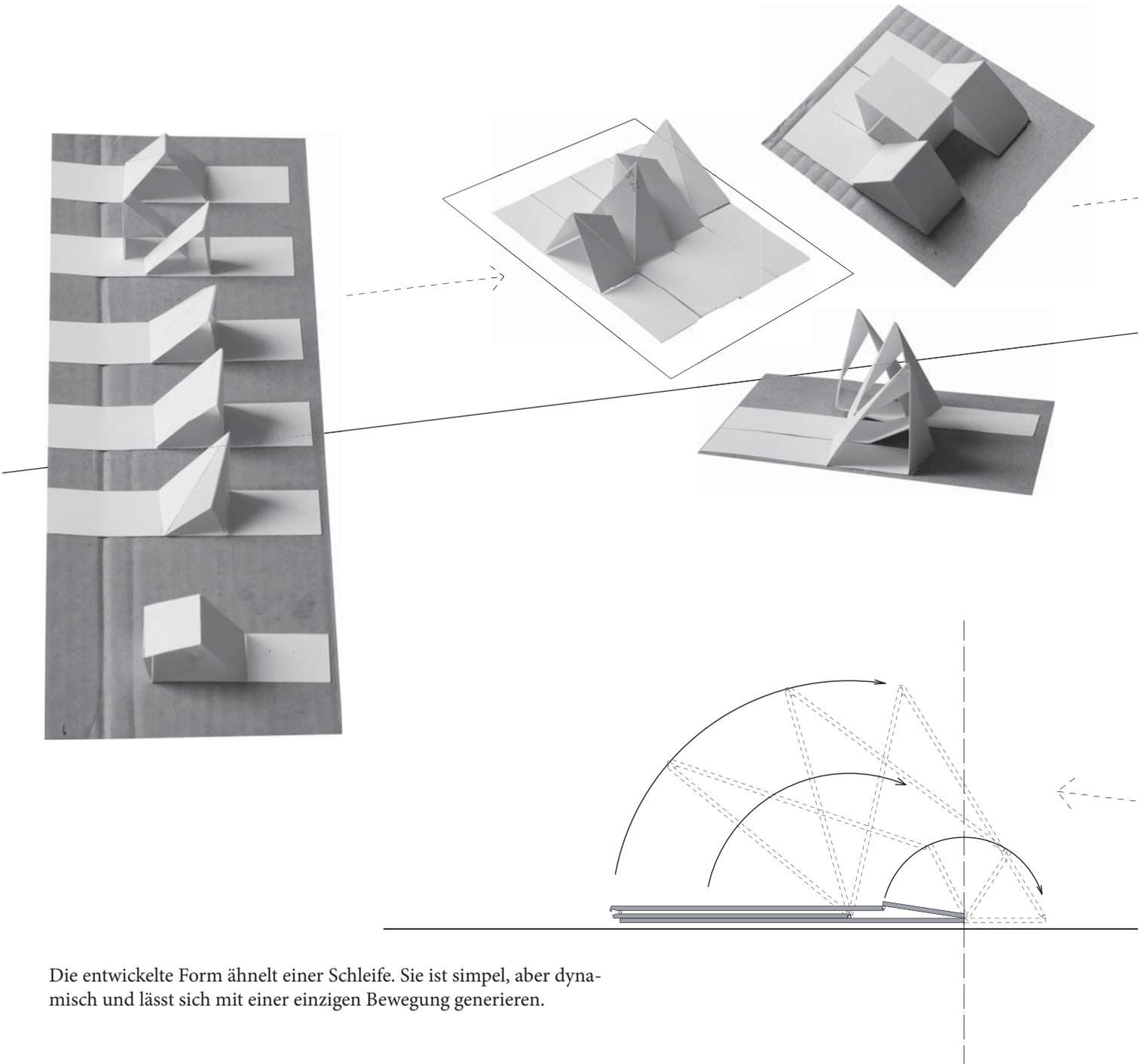




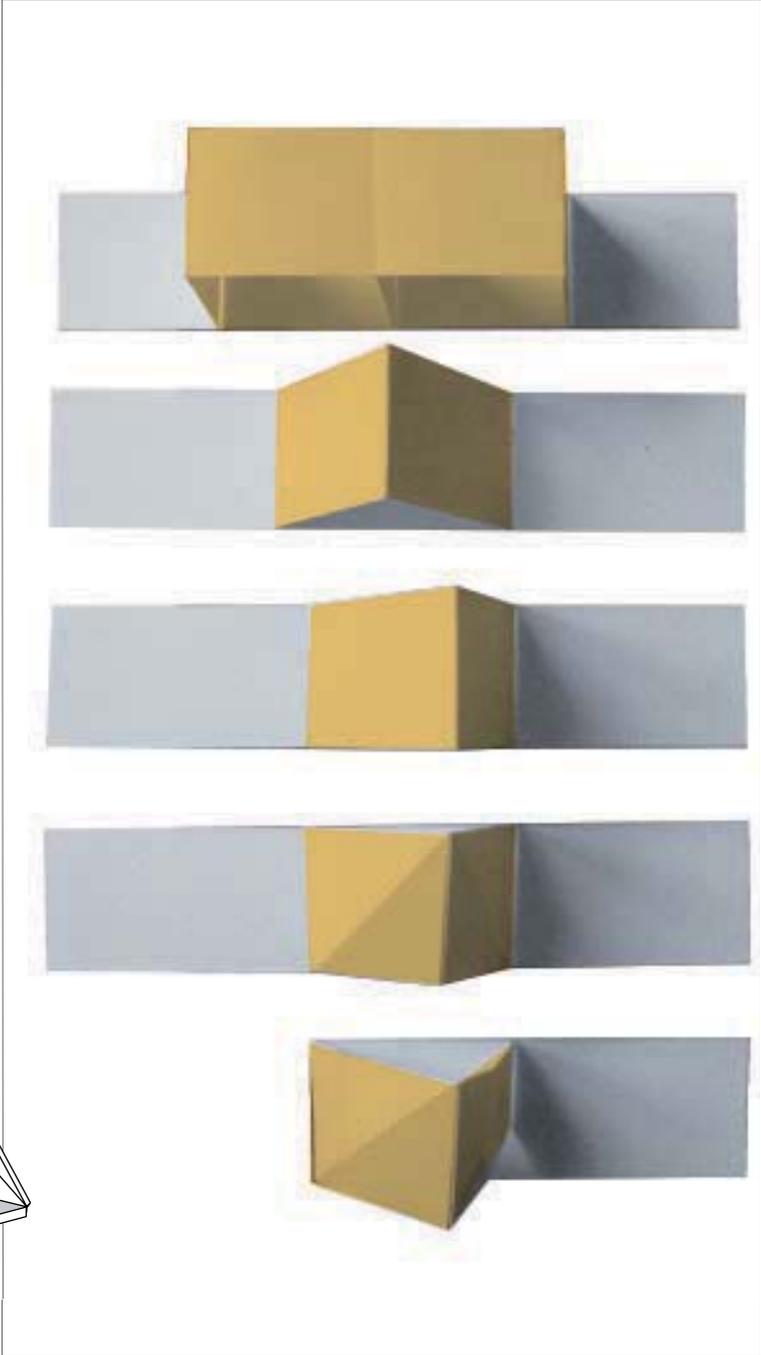
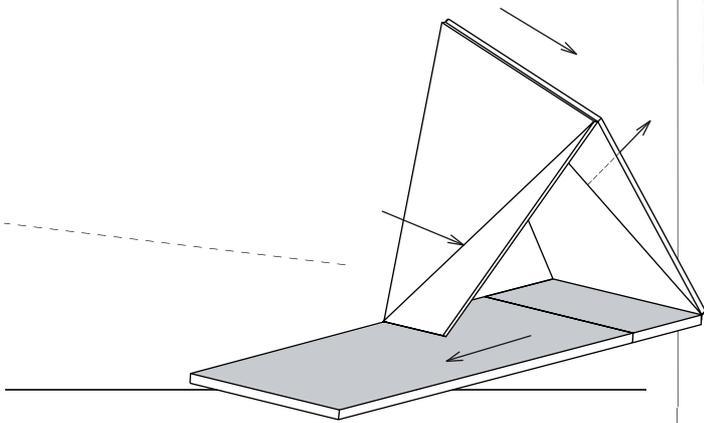
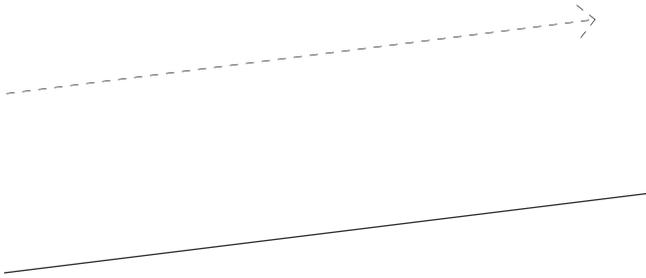


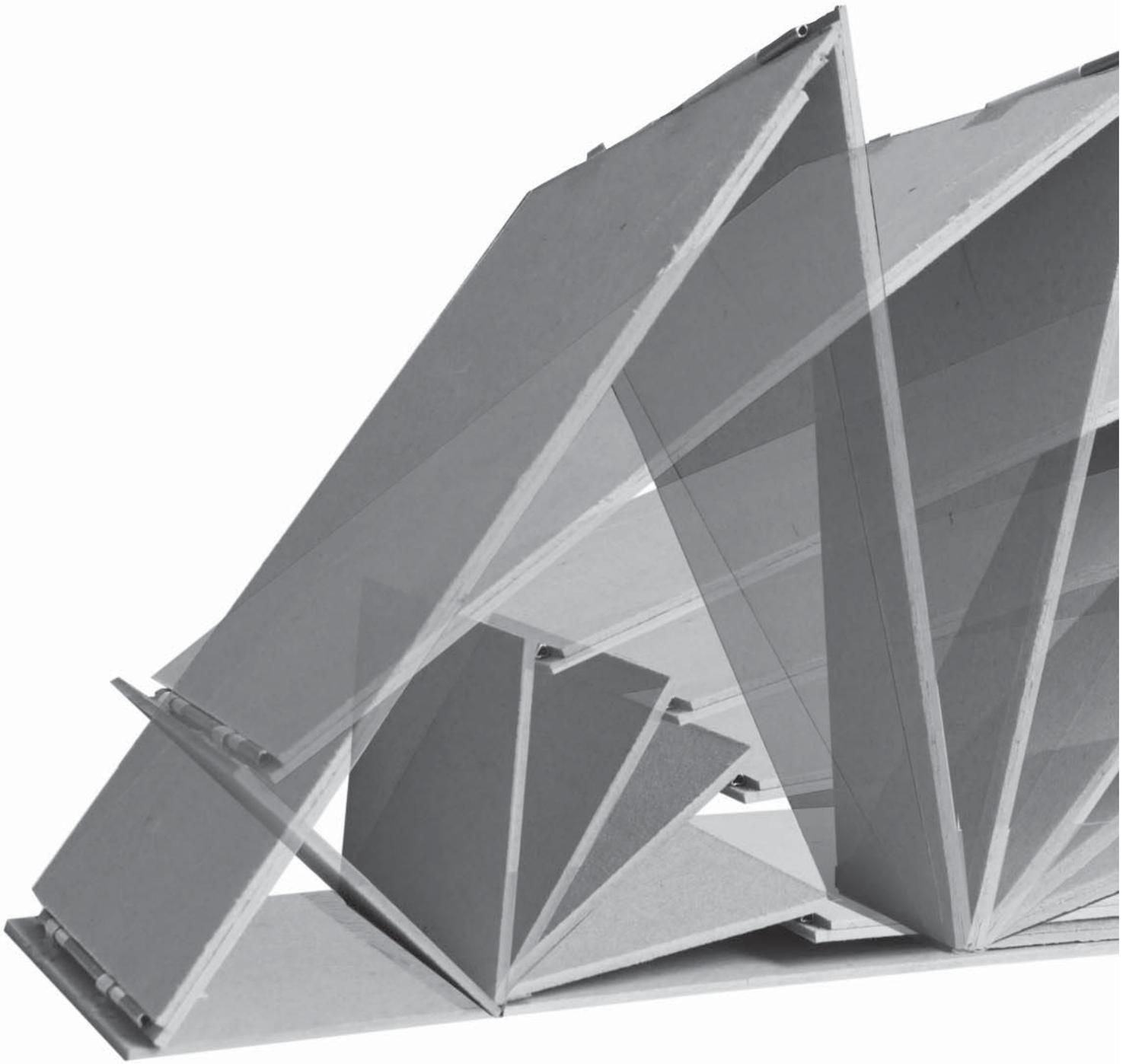
Die Struktur soll temporär und daher mobil sein. Daraus ergibt sich eine Größenbeschränkung der Grundfläche. Diese hat im zusammengeklappten Zustand die Abmessungen einer LKW-Ladefläche, also sechs mal zweieinhalb Meter.





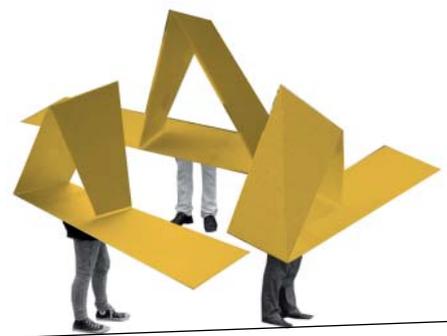
Die entwickelte Form ähnelt einer Schleife. Sie ist simpel, aber dynamisch und lässt sich mit einer einzigen Bewegung generieren.



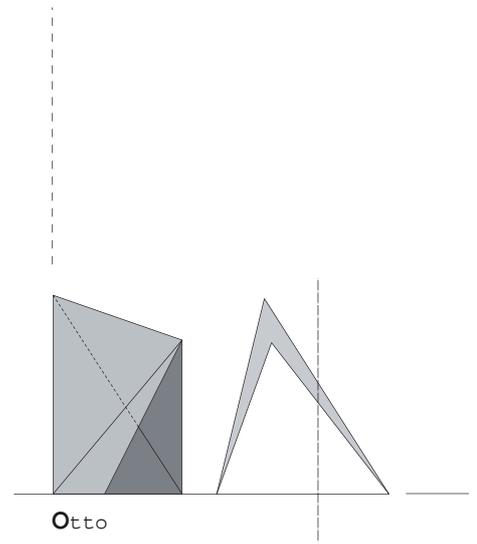
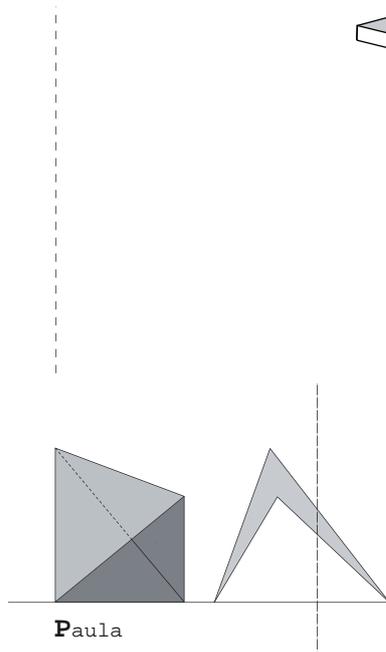
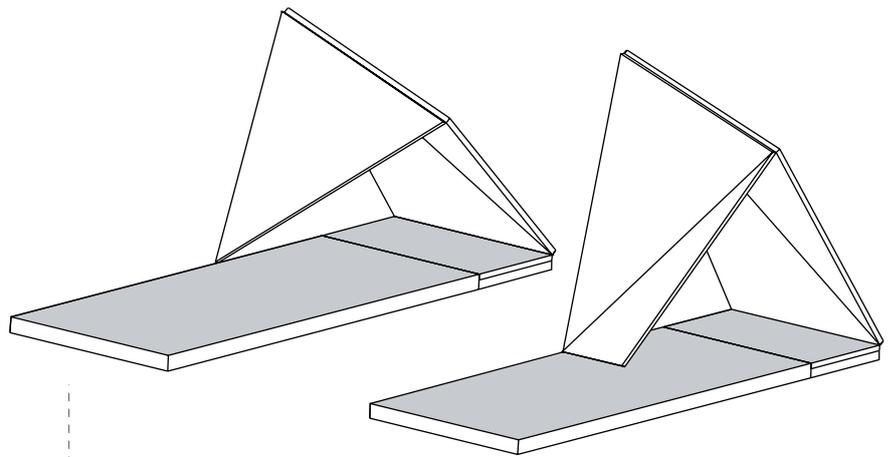


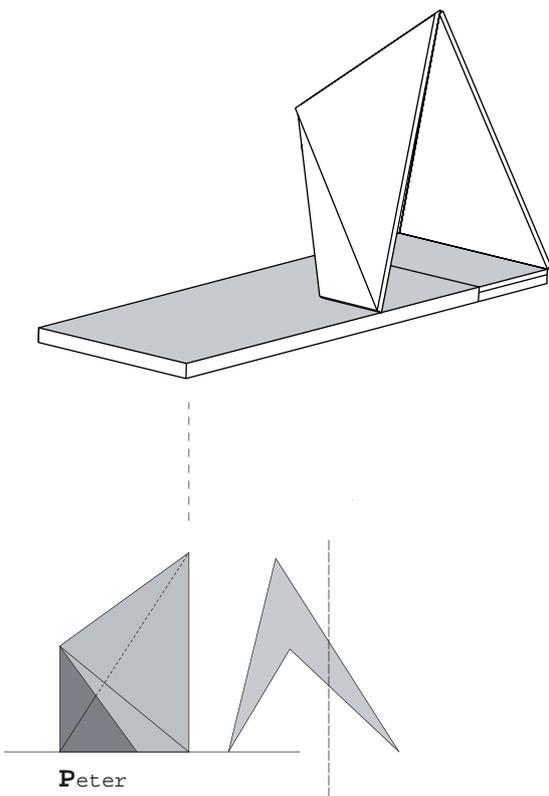






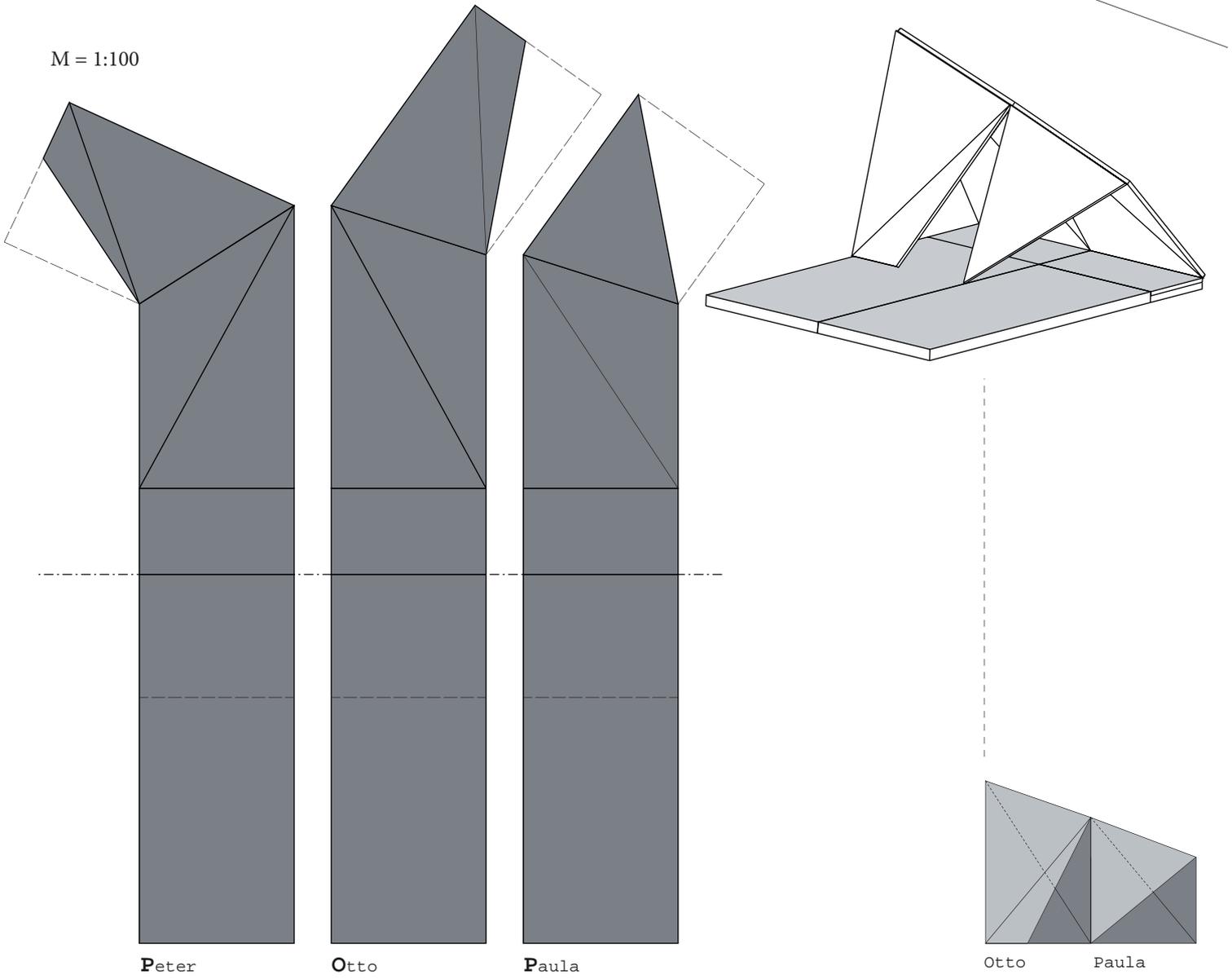
3 Typen: Paula* Otto* Peter*





Aus dem entwickelten Faltsystem entstehen drei Typen: Paula* Otto* und Peter*. Diese lassen sich unterschiedlich mit einander kombinieren . Es ist möglich, nur ein einzelnes Element aufzustellen, oder aber zwei oder drei. Es lassen sich offene und geschlossene Formen erzeugen. **Das Pop*** hat viele Gesichter.

M = 1:100



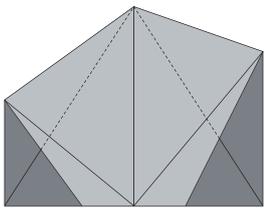
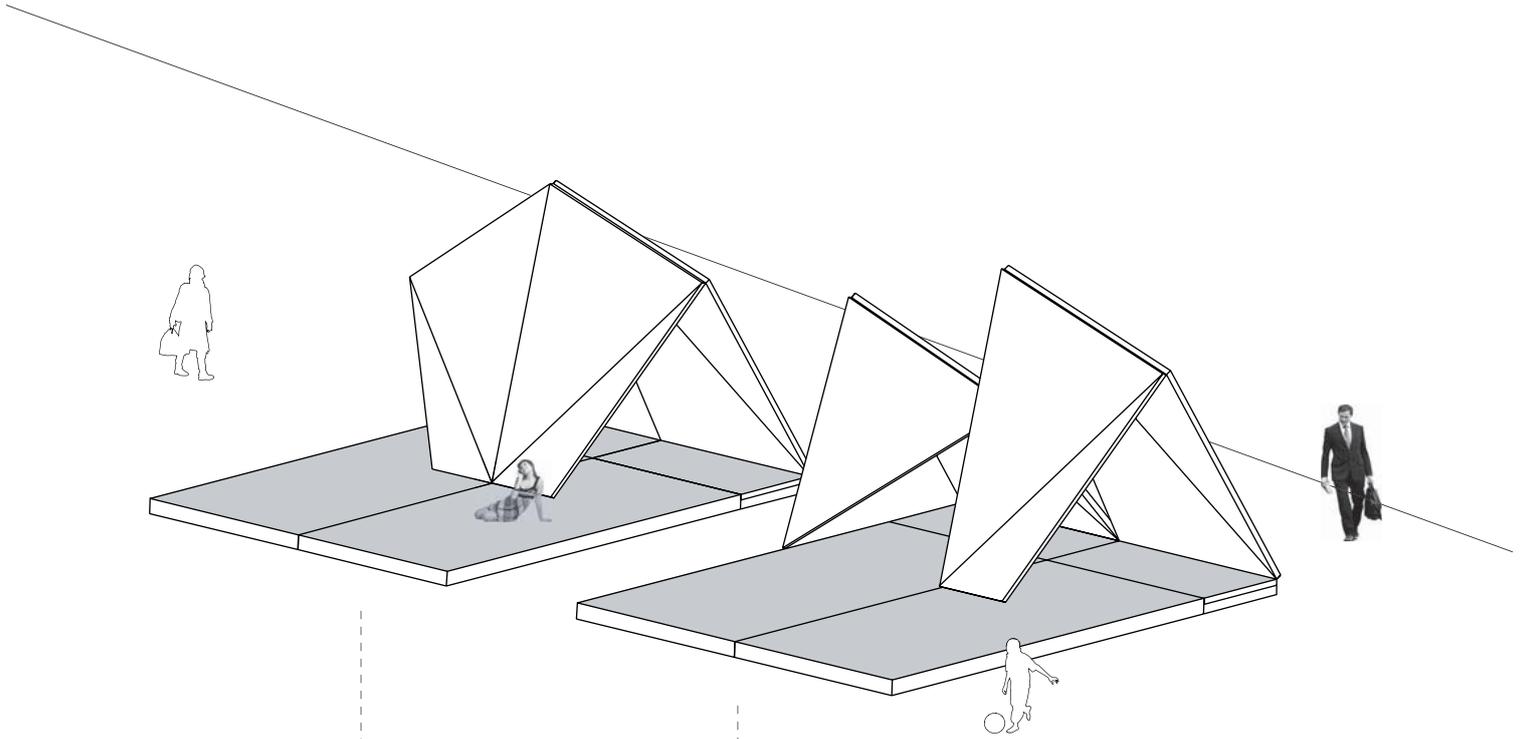
Peter

Otto

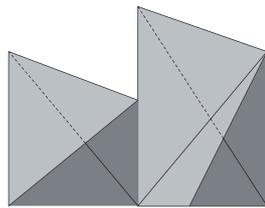
Paula

Otto

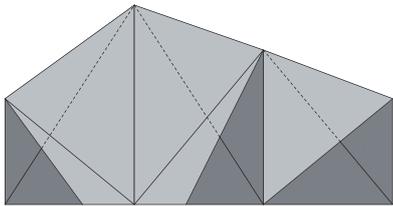
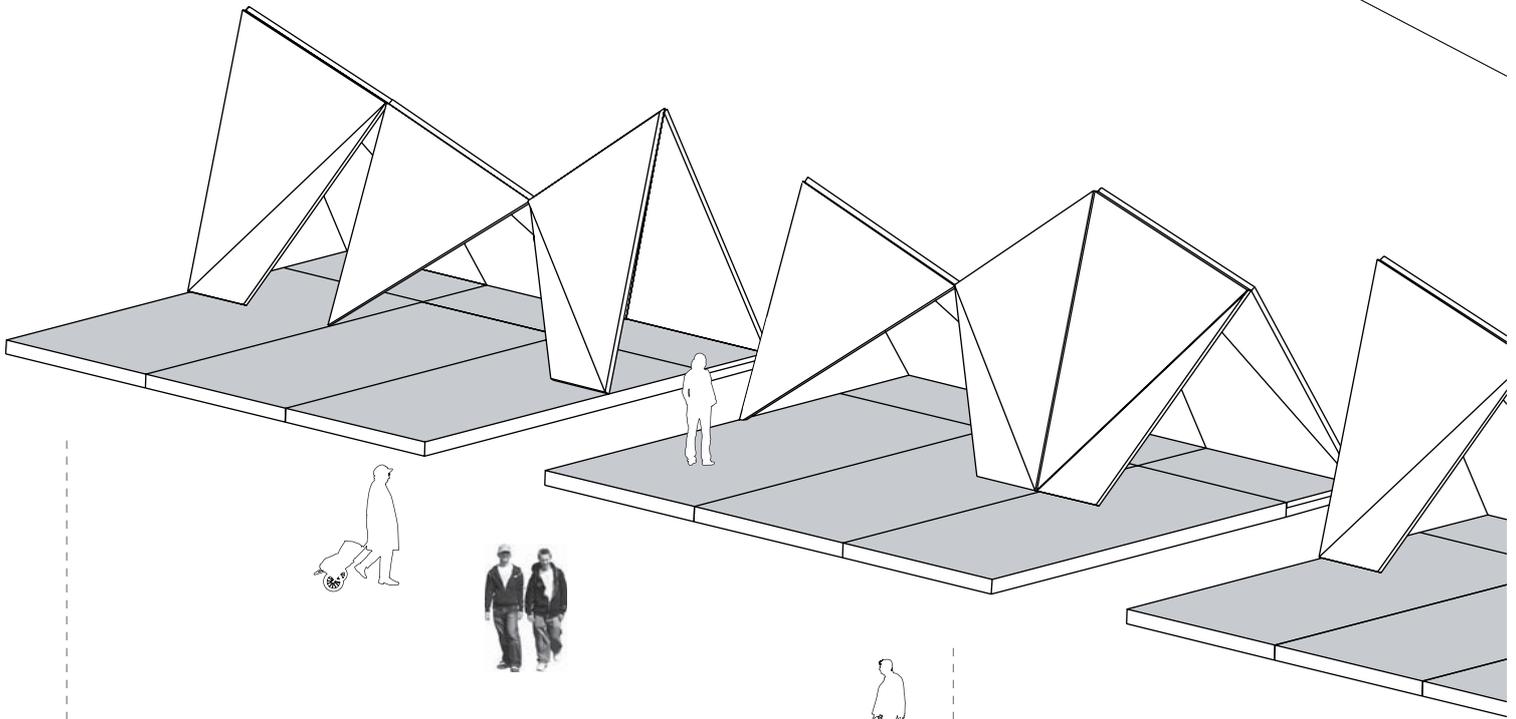
Paula



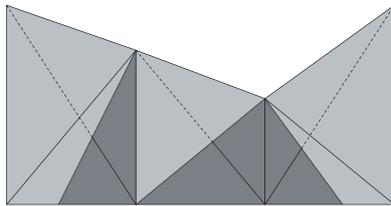
Peter Otto



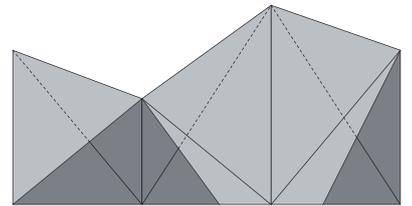
Paula Otto



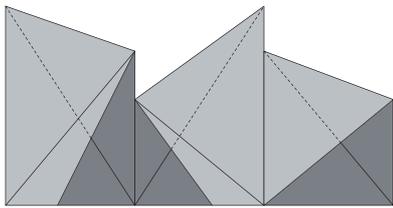
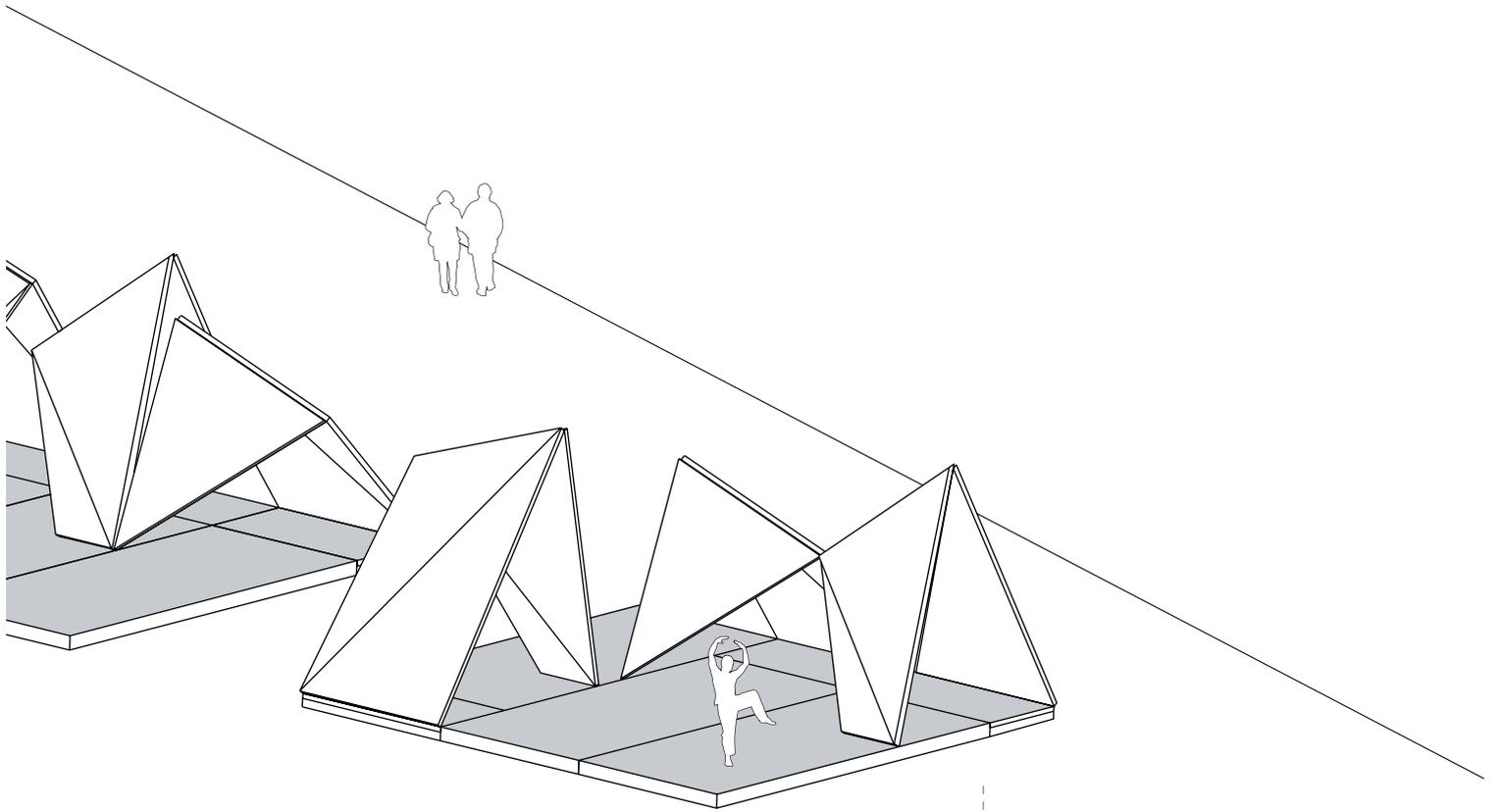
Peter Otto Paula



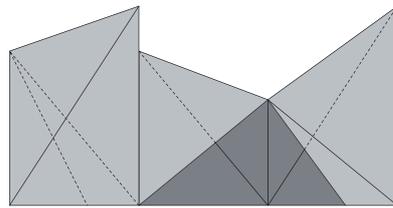
Otto Paula Peter



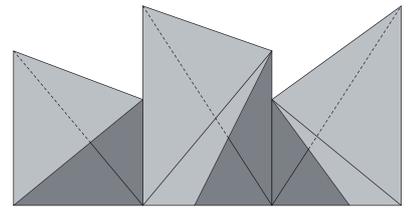
Paula Peter Otto



Otto Peter Paula



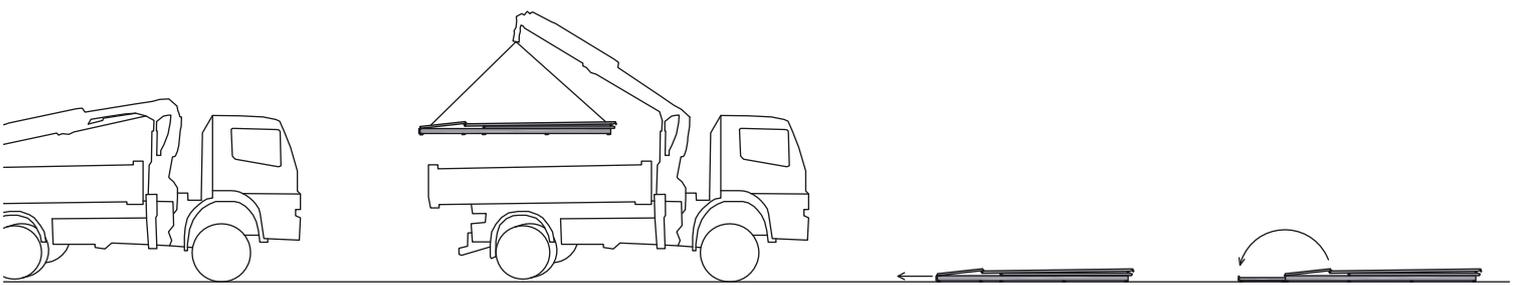
Otto Paula Peter



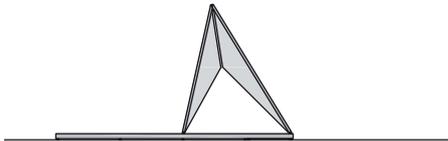
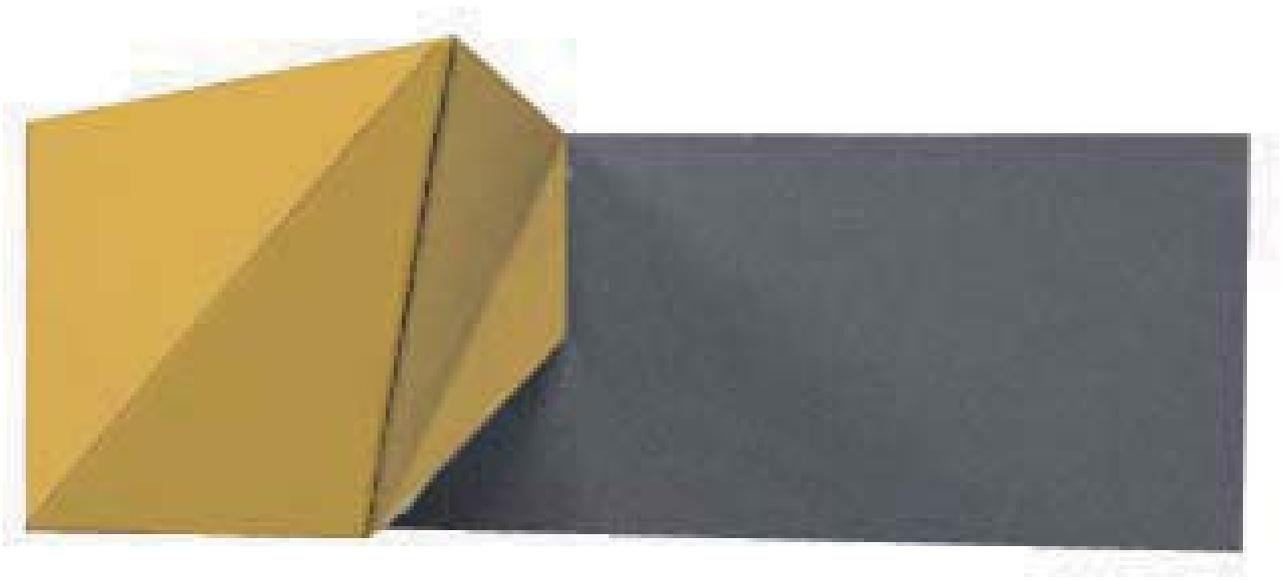
Paula Otto Peter

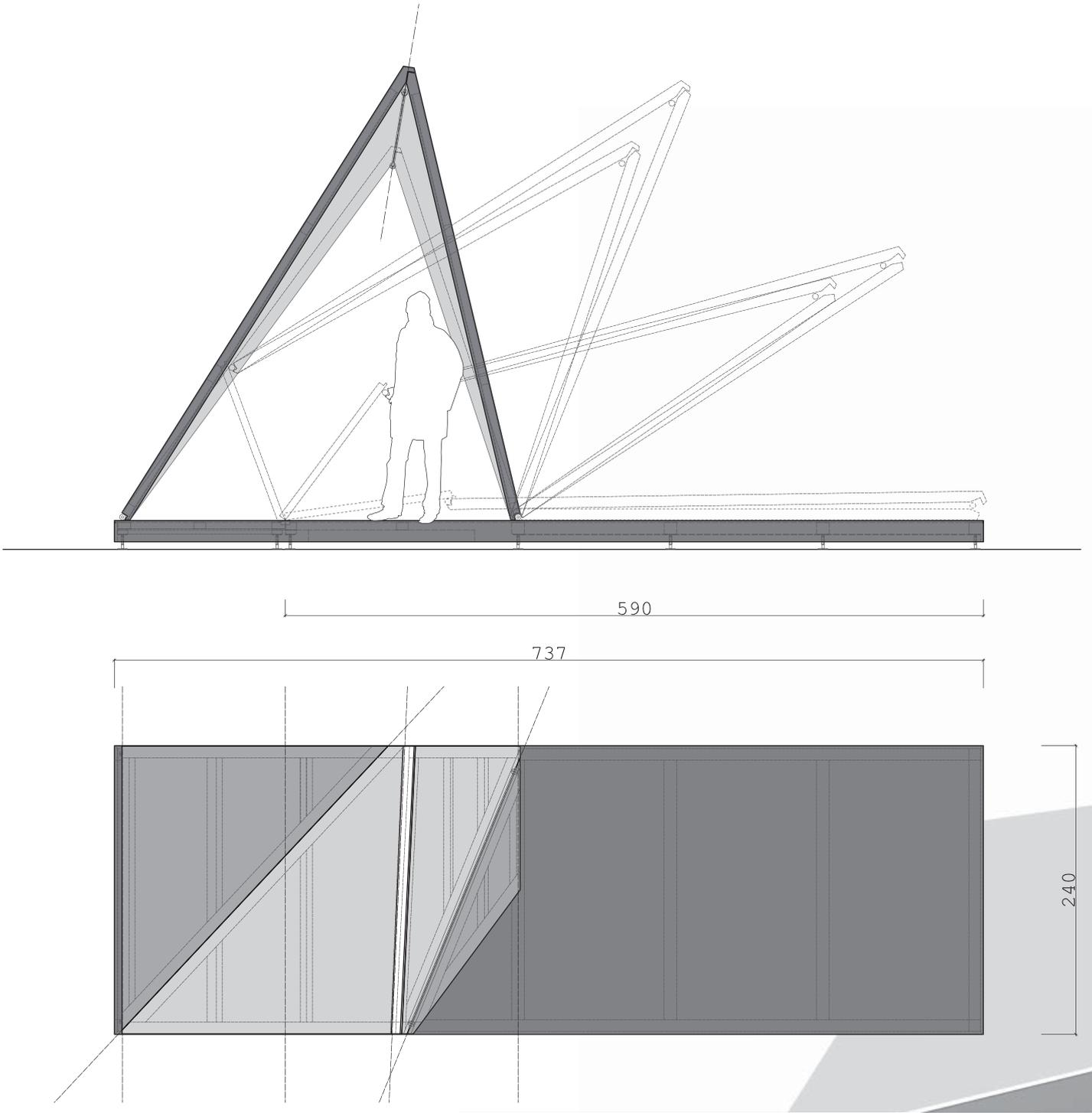


Otto* im Detail

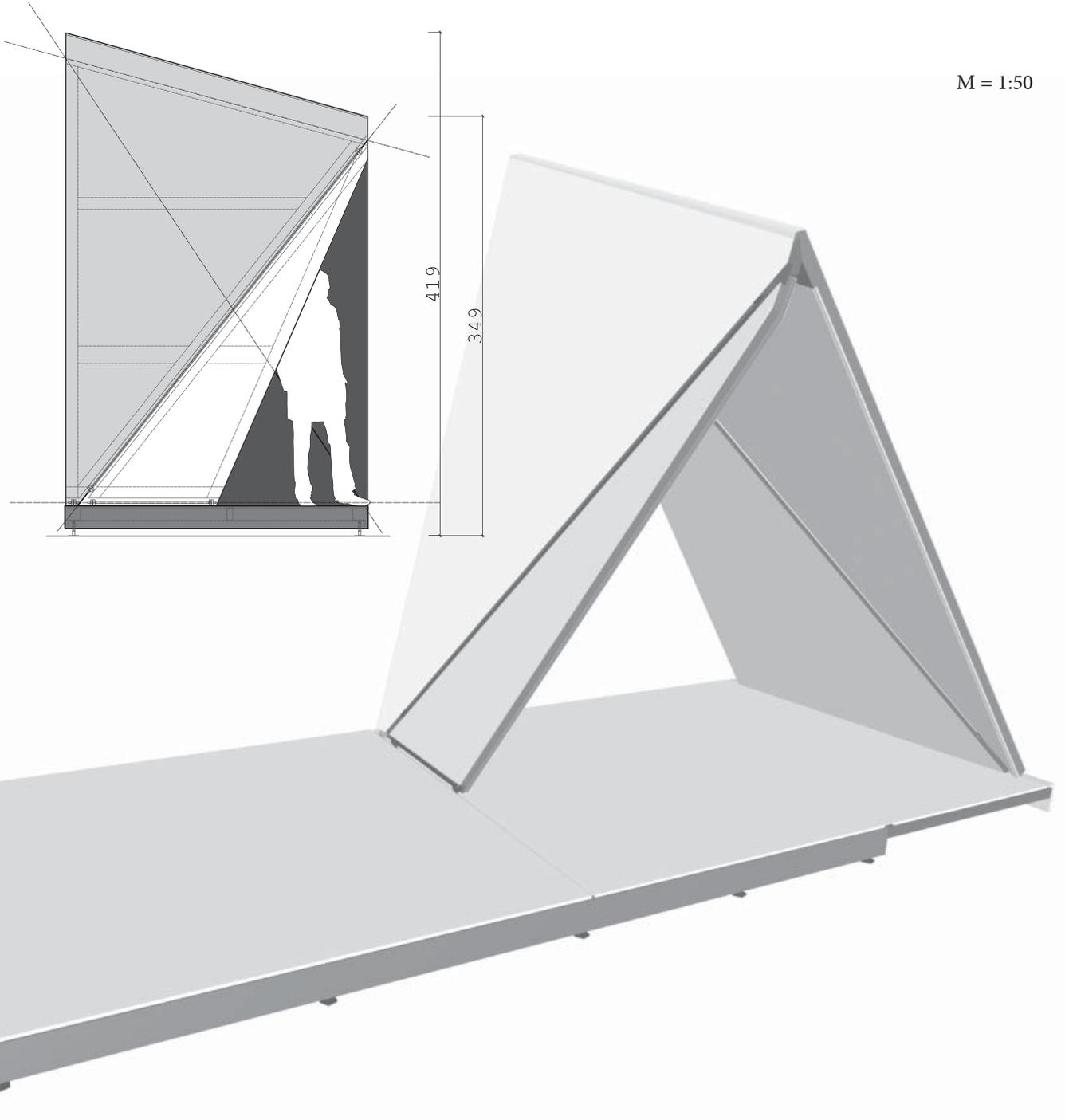


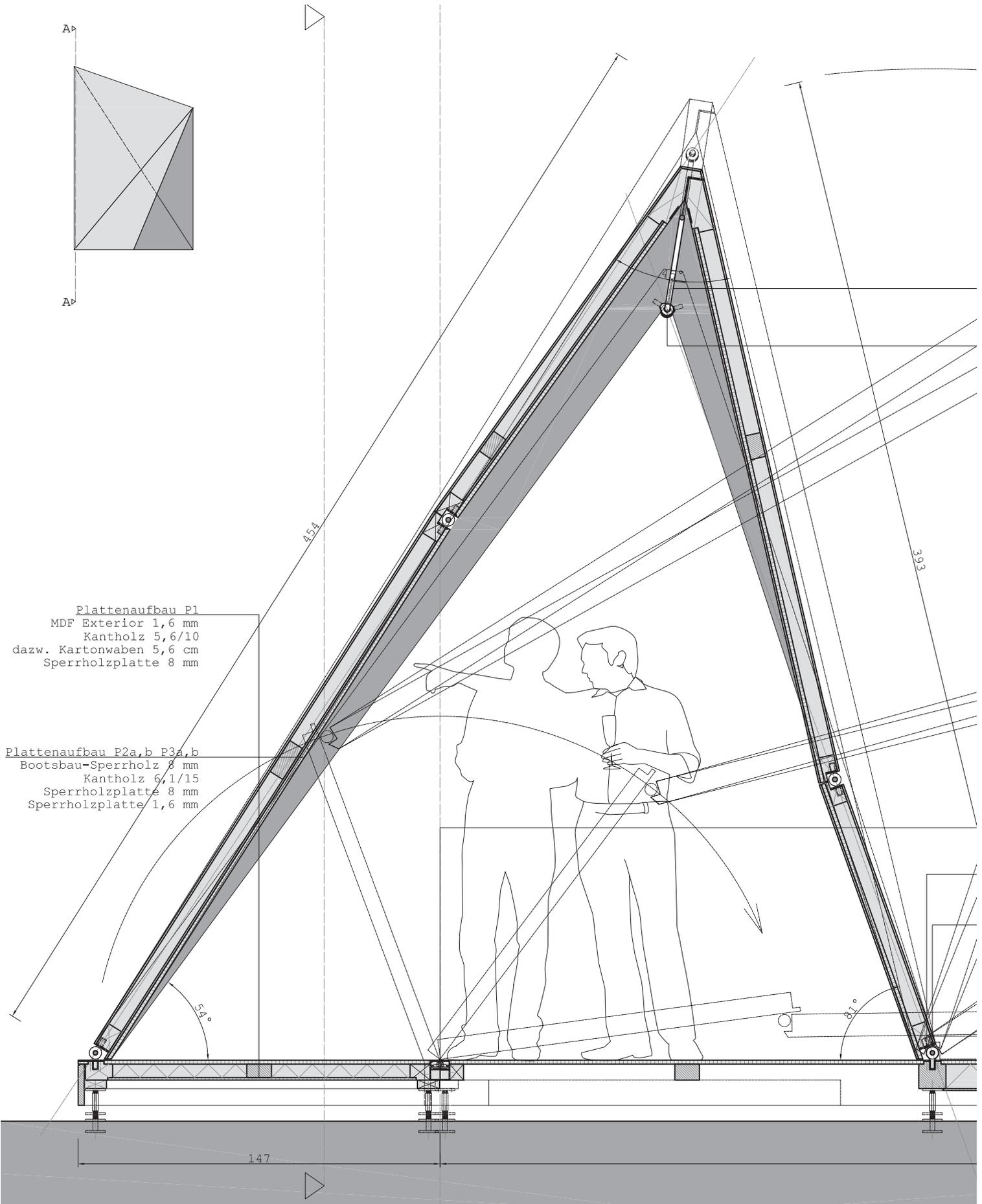
Das Pop* wird mit einem LKW an seinen temporären Bestimmungsort befördert. Dort wird es per Kranarm abgeladen und aufgeklappt: voilà!





M = 1:50





M = 1:20

Gelenksbolzen DIN 1495

Gelenkkopf
mit Aussengewinde M16
Gewindehülse $\varnothing = 24$ mm
auf Gelenkplatte $d = 5$ mm
Bolzenscheibe
selbstsichernde Mutter DIN 985

verdecktes Band
Tragkraft 300 kg

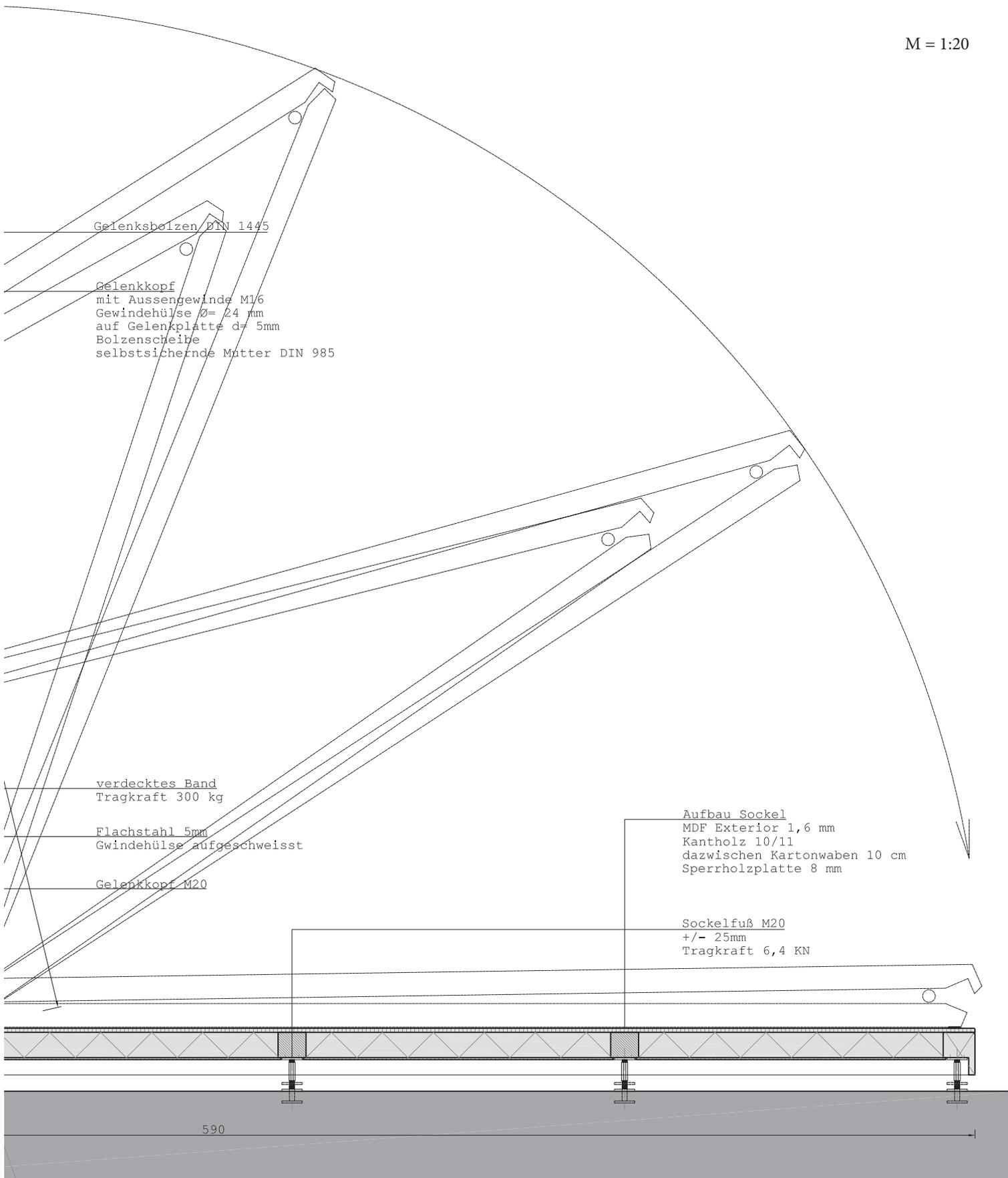
Flachstahl 5 mm
Gwindehülse aufgeschweisst

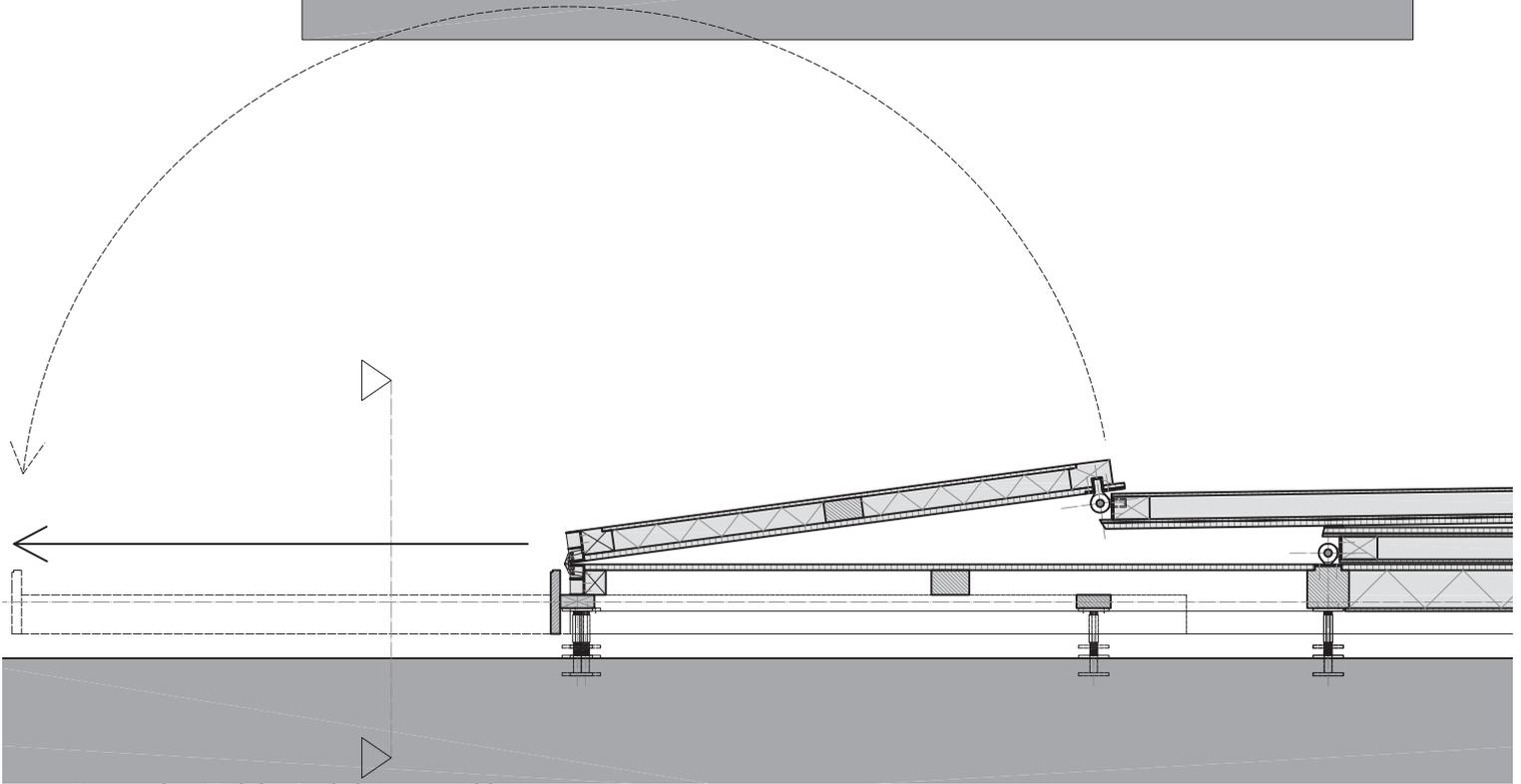
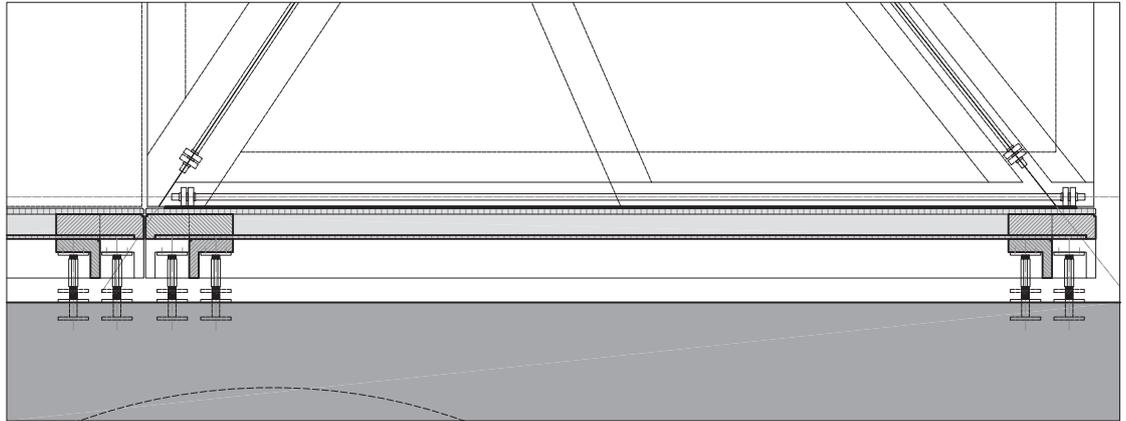
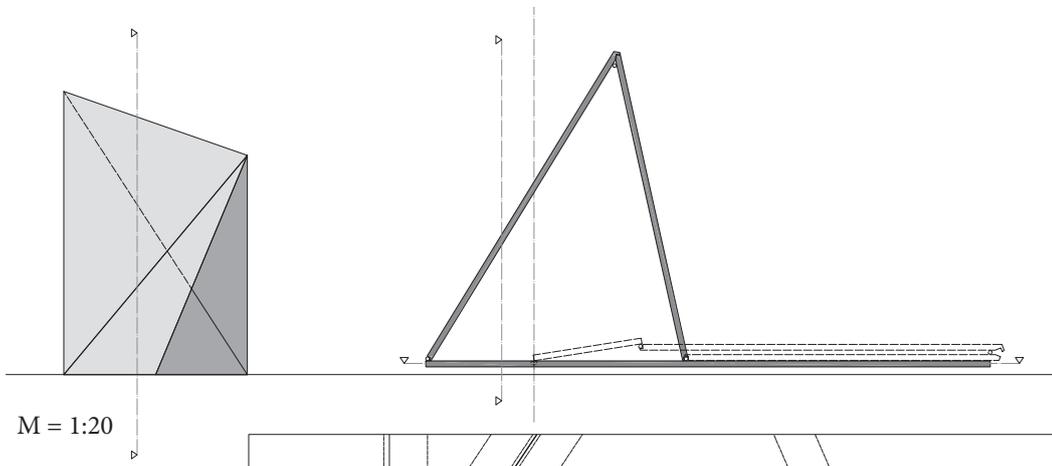
Gelenkkopf M20

Aufbau Sockel
MDF Exterior 1,6 mm
Kantholz 10/11
dazwischen Kartonwaben 10 cm
Sperrholzplatte 8 mm

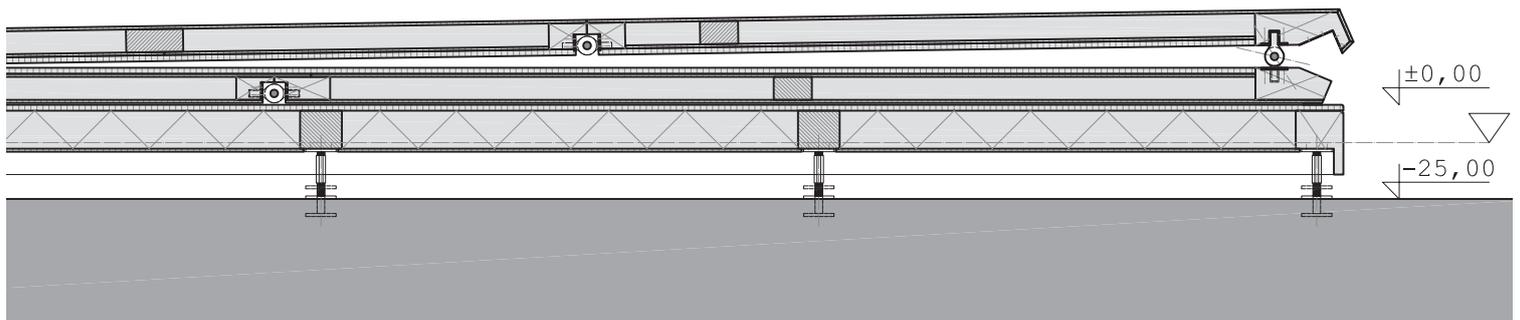
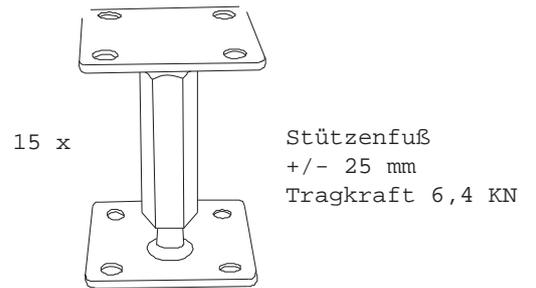
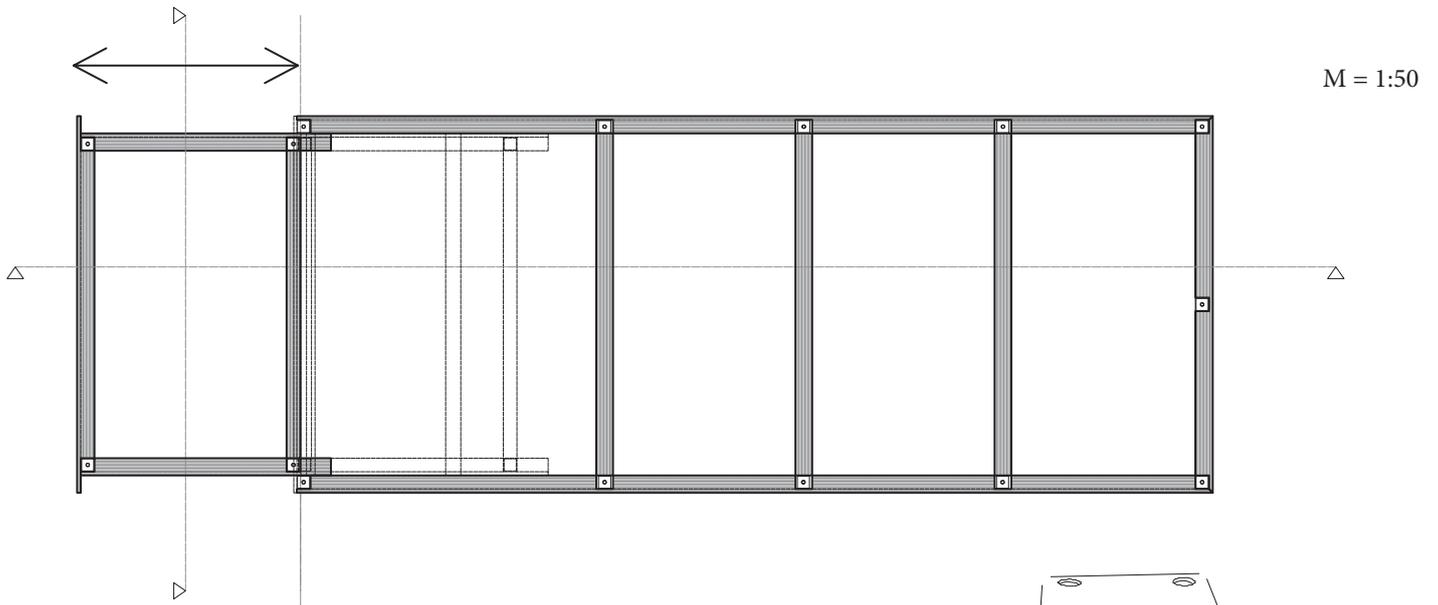
Sockelfuß M20
+/- 25 mm
Tragkraft 6,4 kN

590

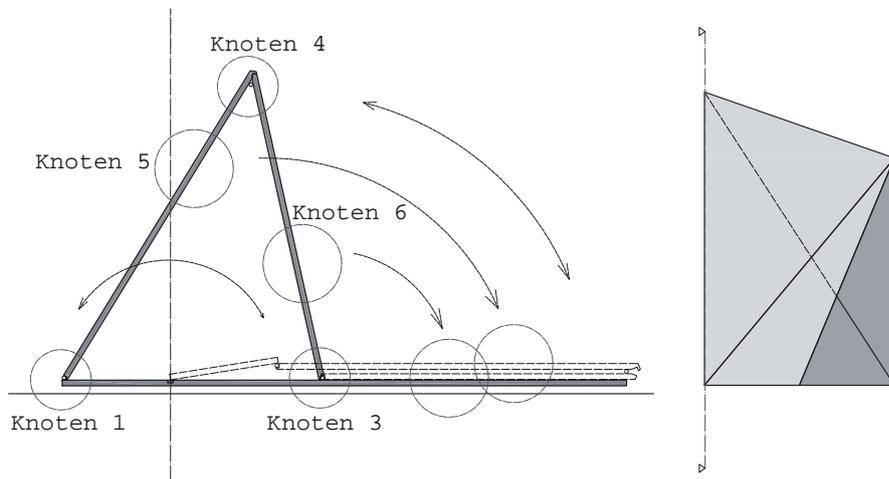




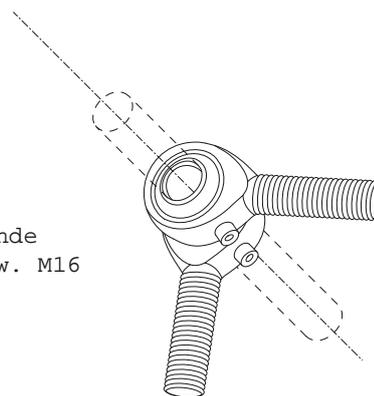
Der vordere Teil des Sockels ist ausziehbar.



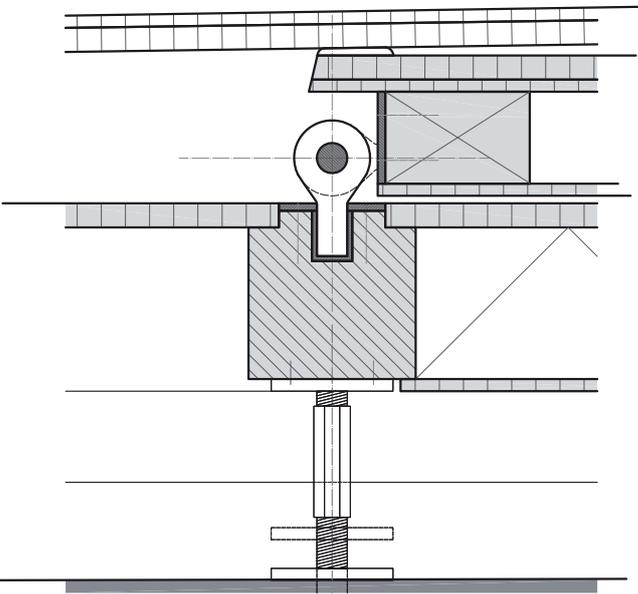
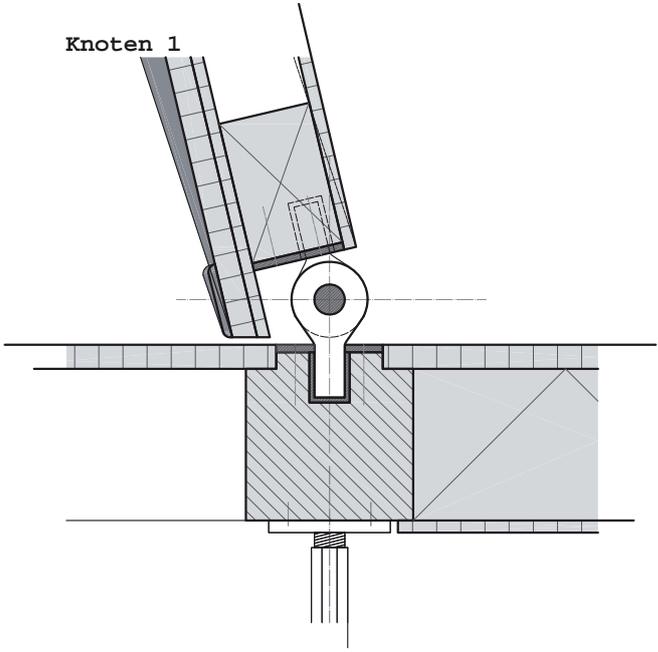
Höhenverstellbare Stützenfüße können eventuelle Niveauunterschiede ausgleichen. Sie schützen die Holzkonstruktion vor Bodenfeuchte.



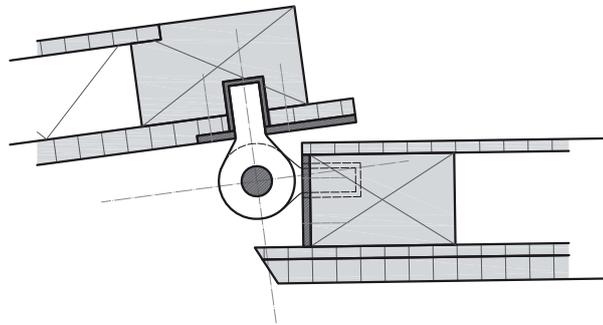
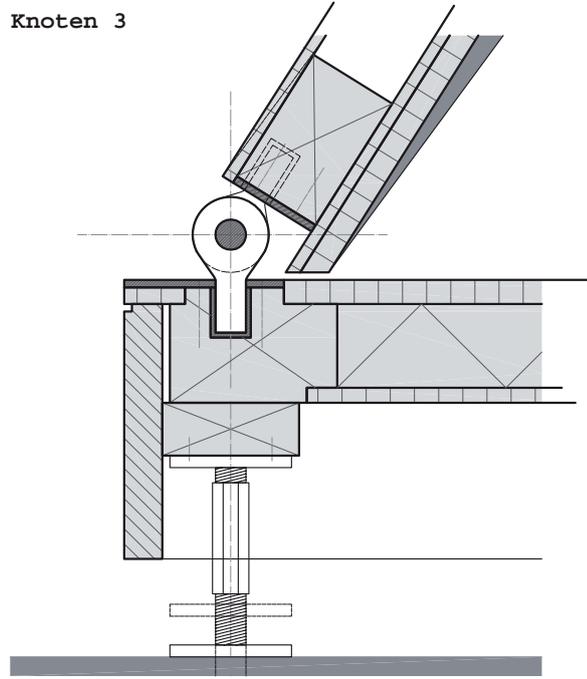
Gelenkkopf
 mit Aussengewinde
 $d=50\text{mm}$, M20 bzw. M16



Knoten 1



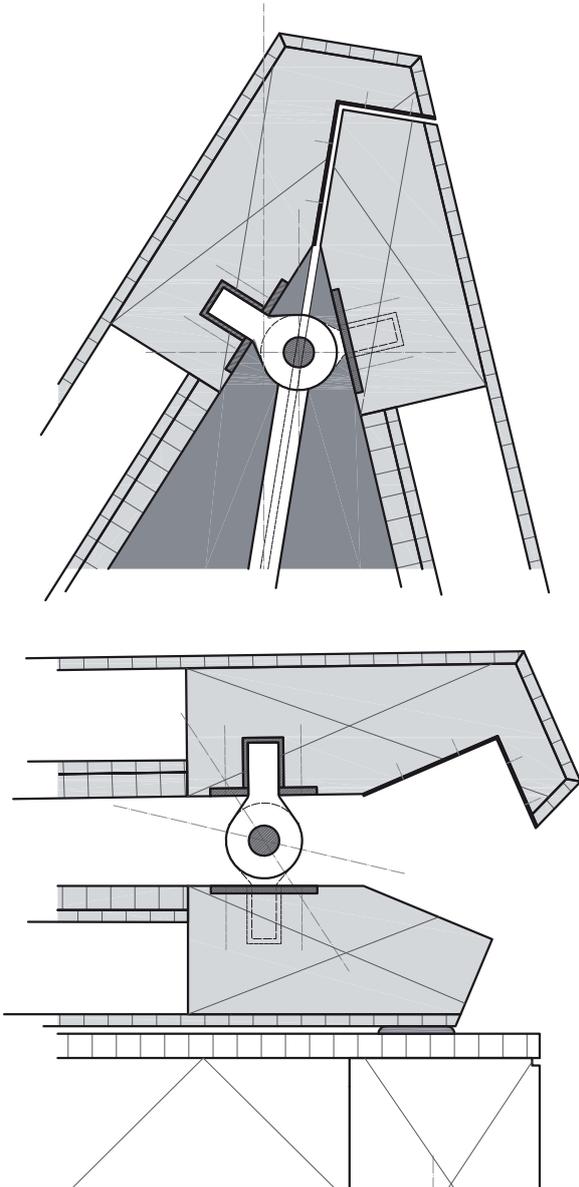
Knoten 3



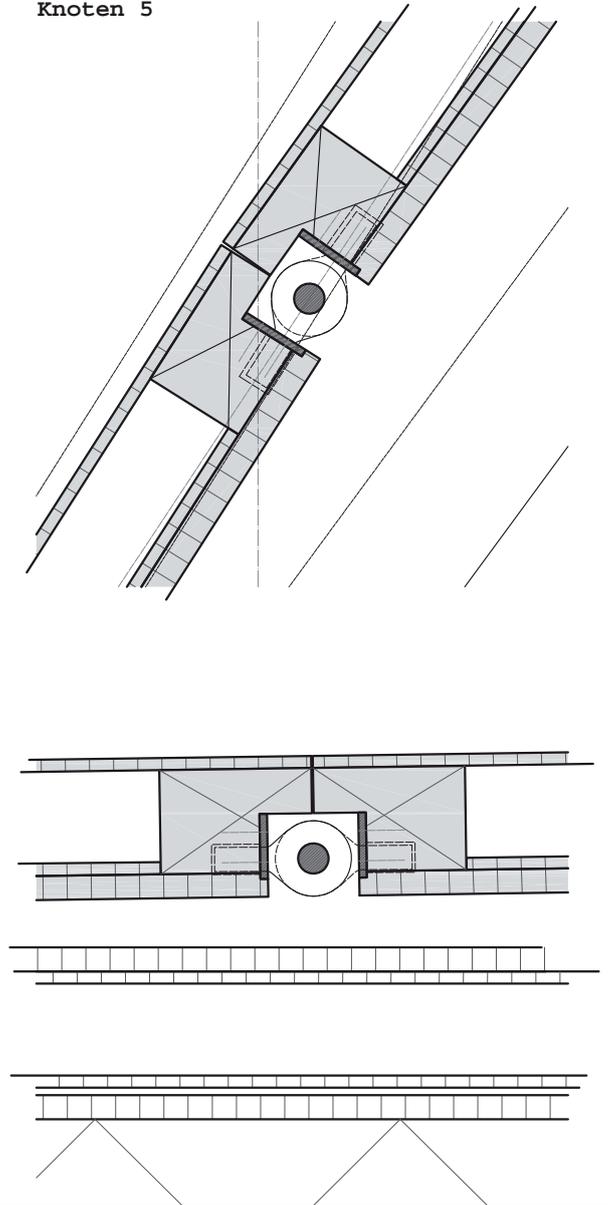
offen
M = 1:5

geschlossen

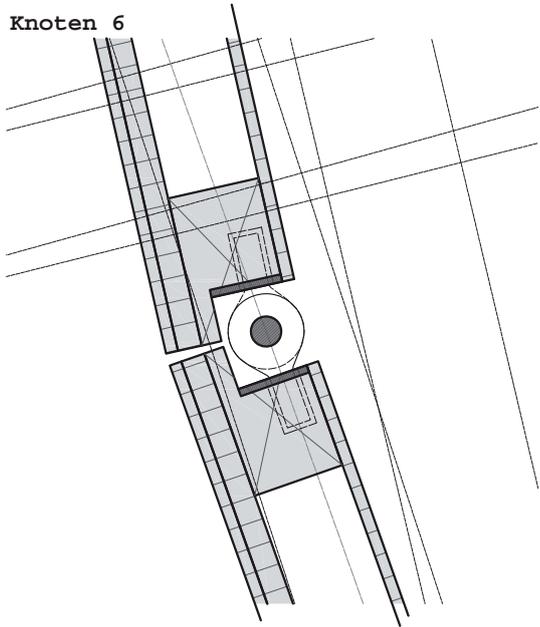
Knoten 4



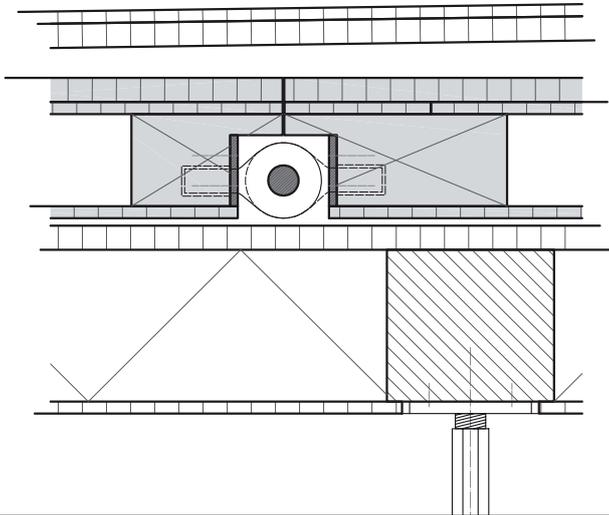
Knoten 5



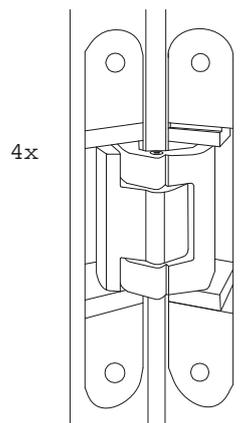
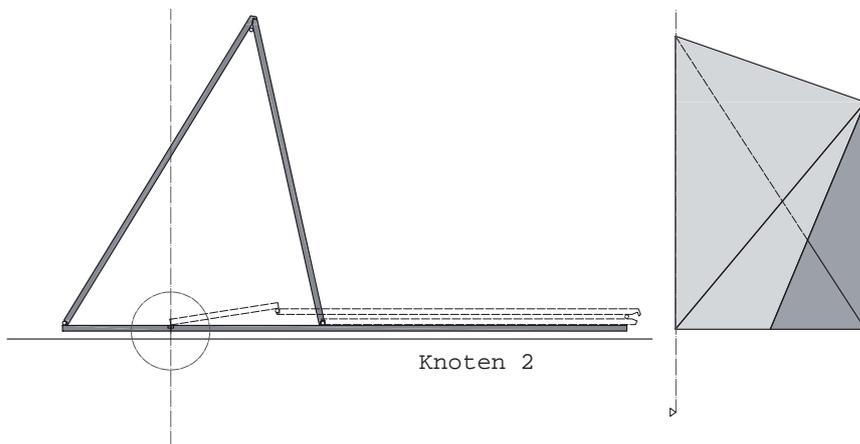
Knoten 6



offen
M = 1:5



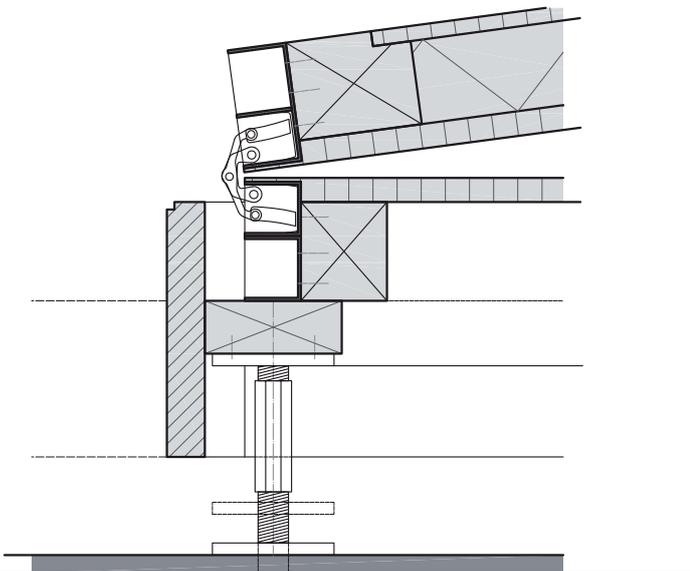
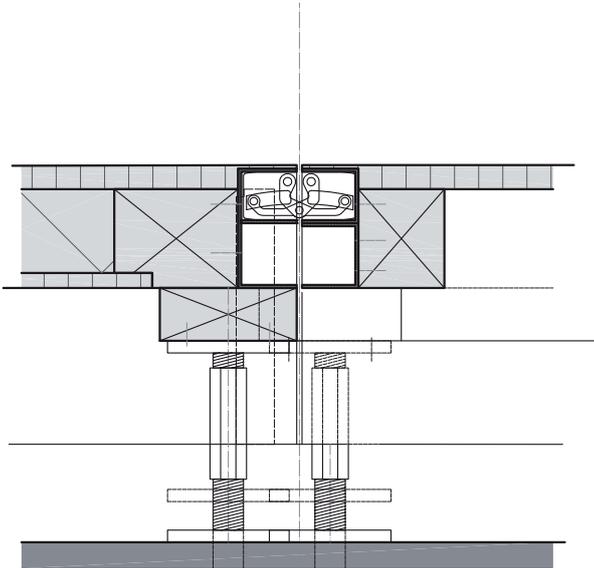
geschlossen



verdecktes Band
Pivota DX 300 3D
Tragkraft 300 kg

Knoten 2

offen
M = 1:5

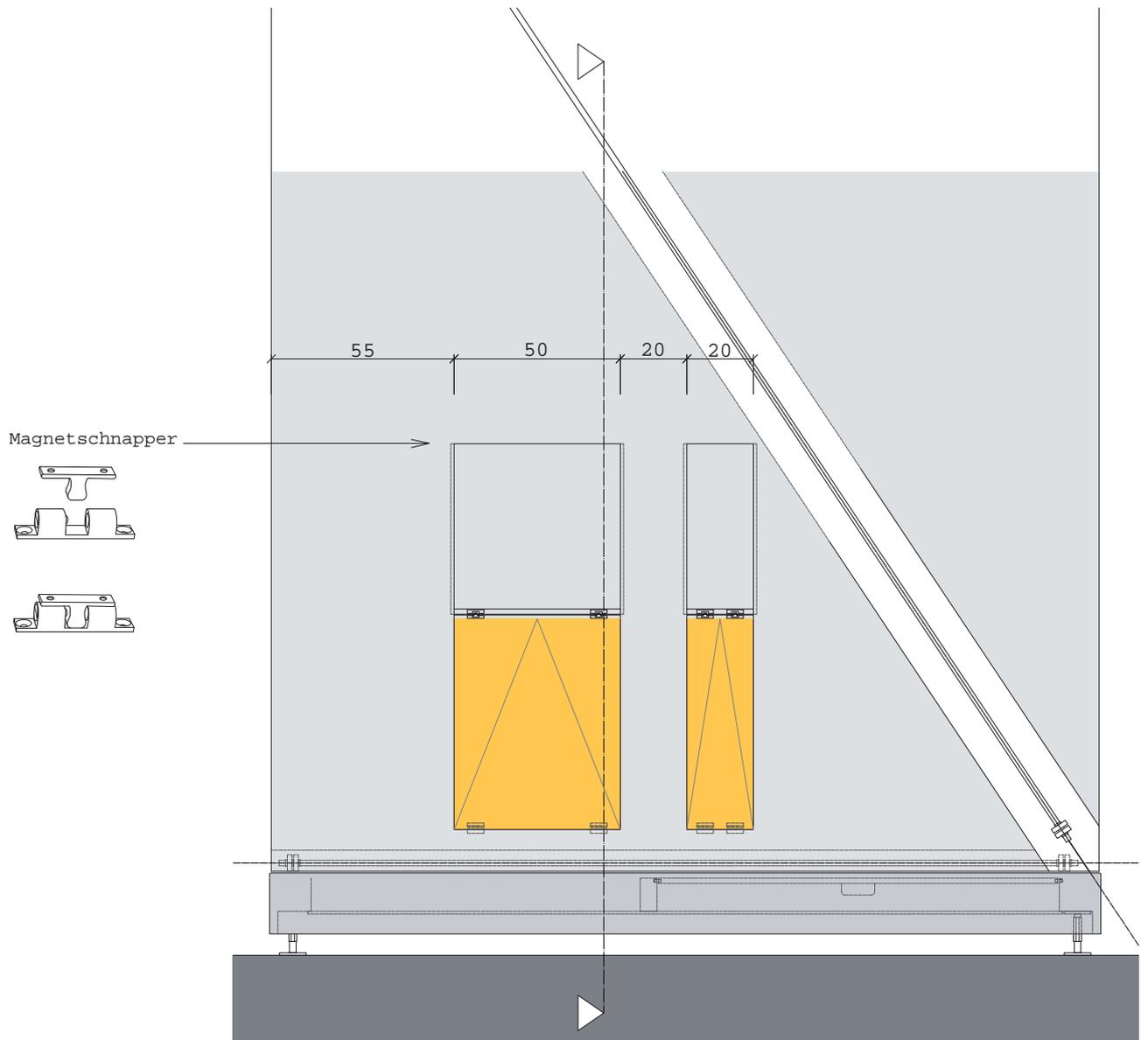


geschlossen

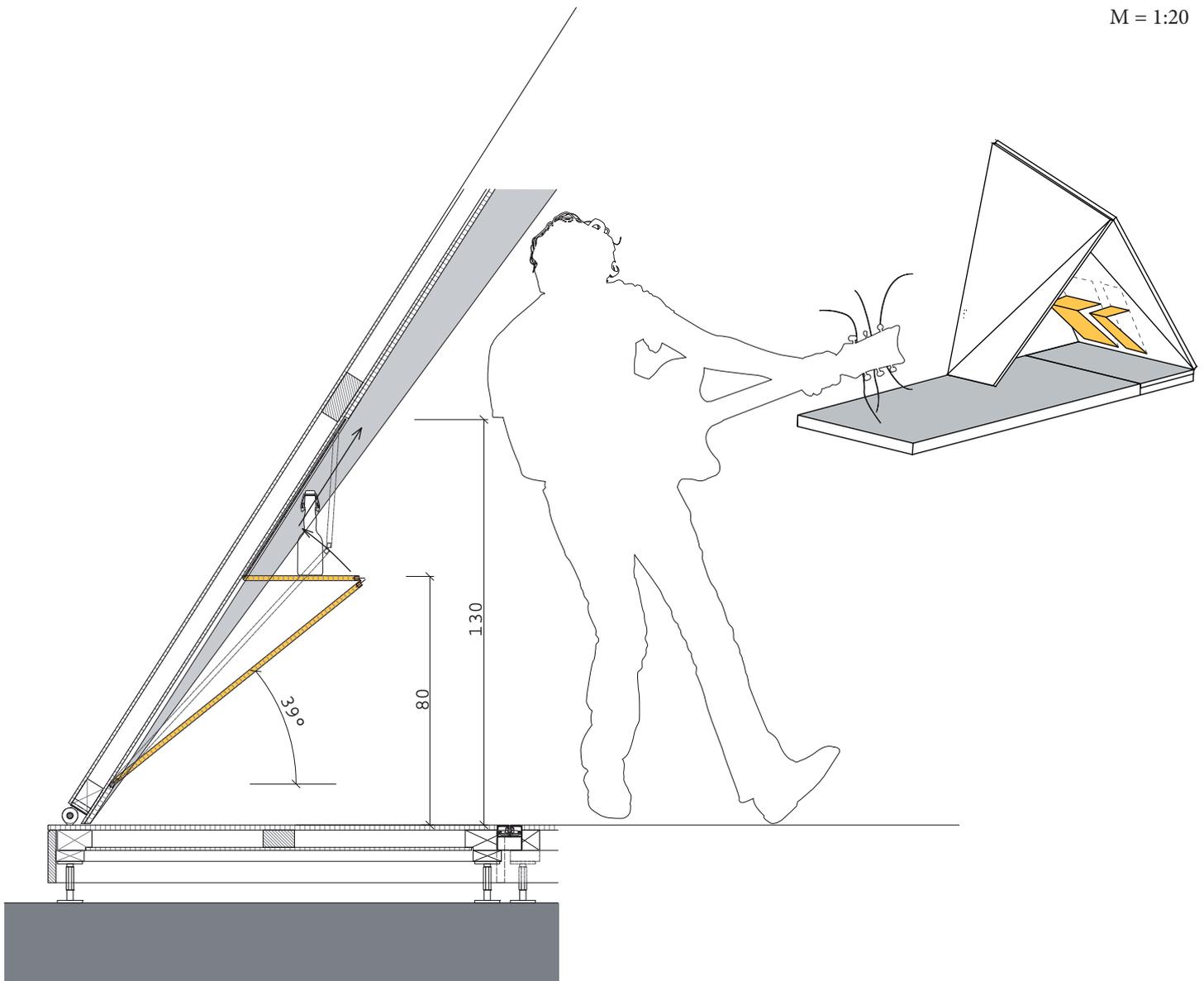




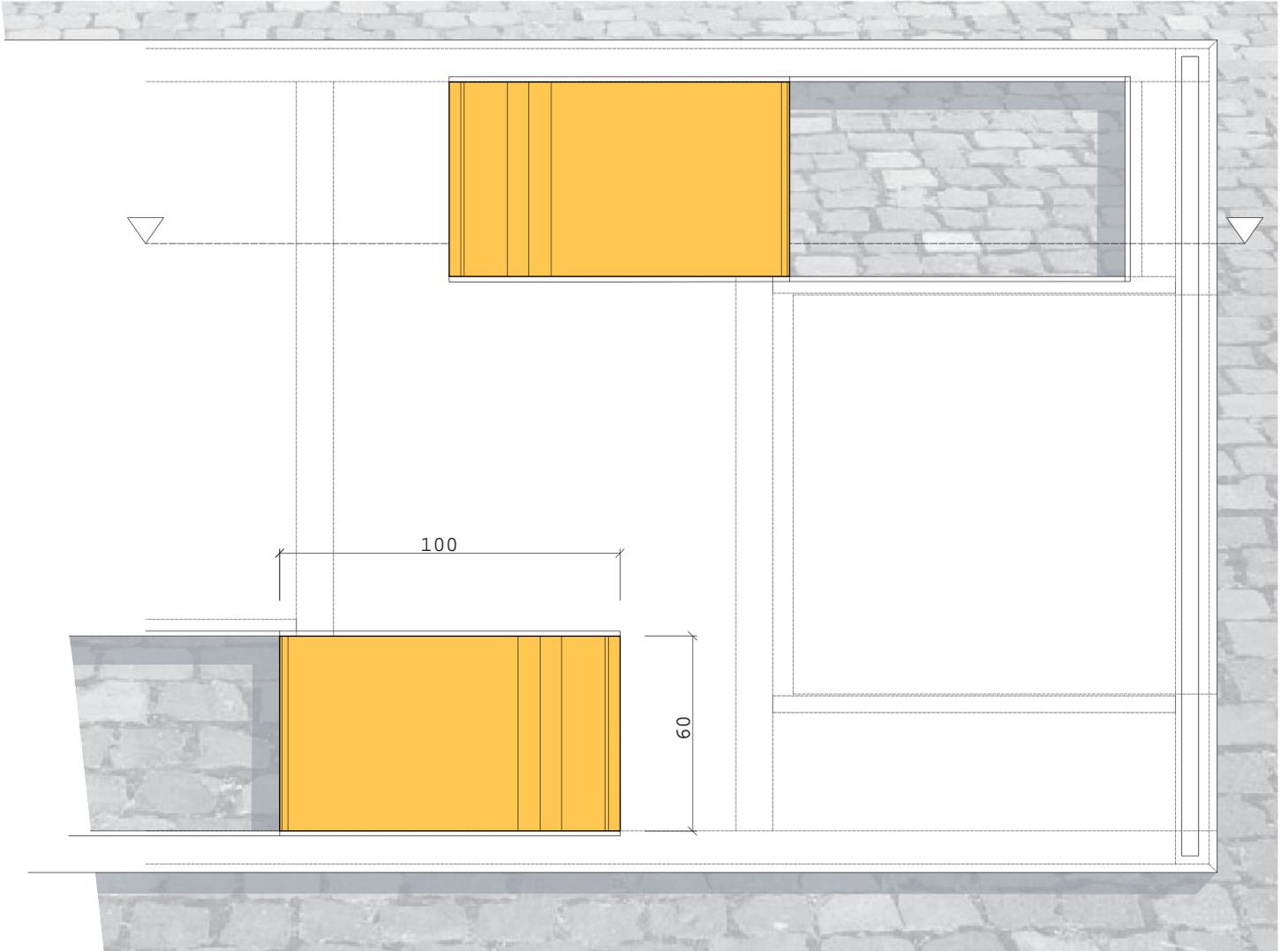
Möblierung * Innenausbau



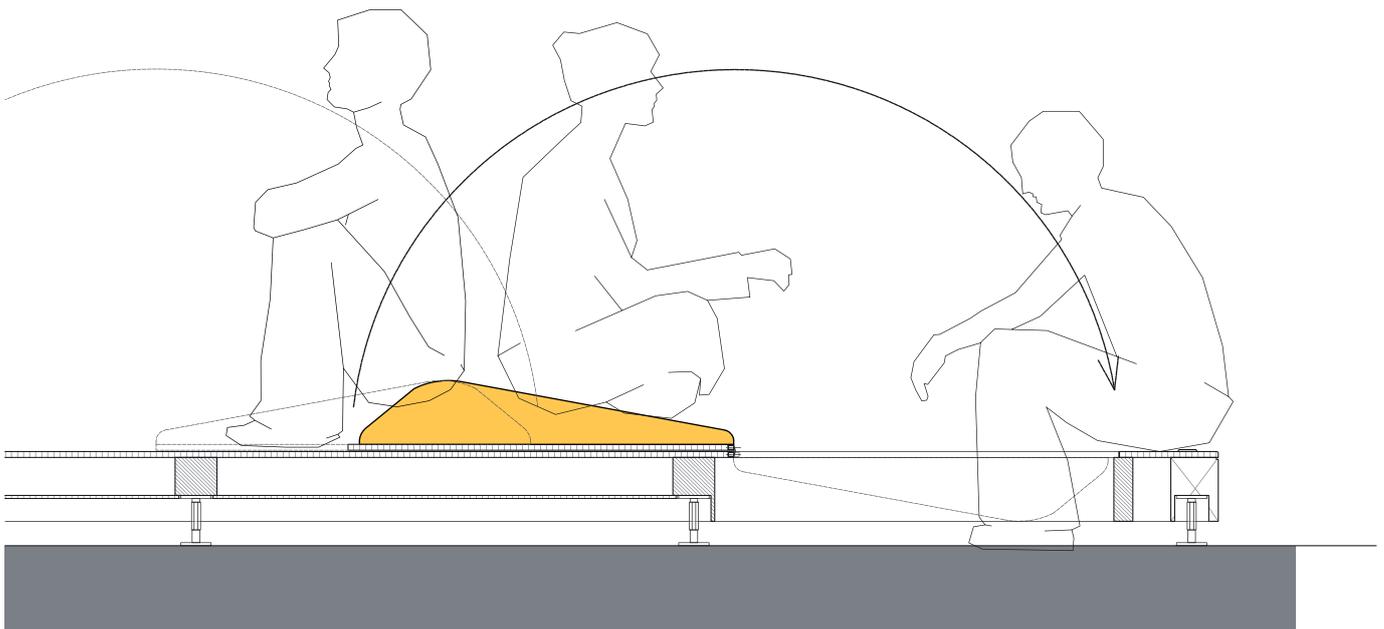
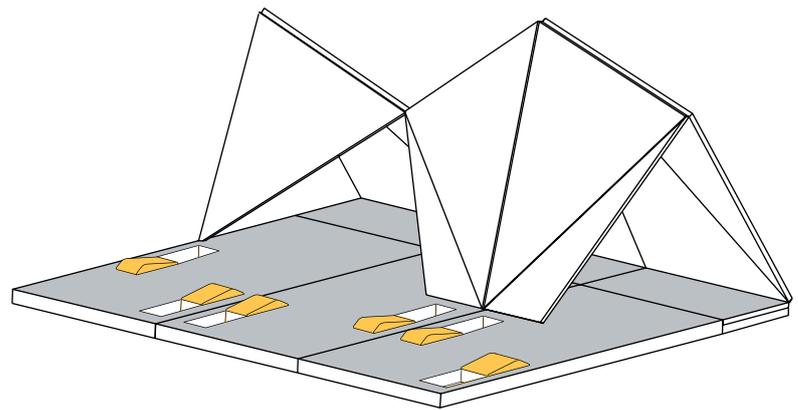
M = 1:20



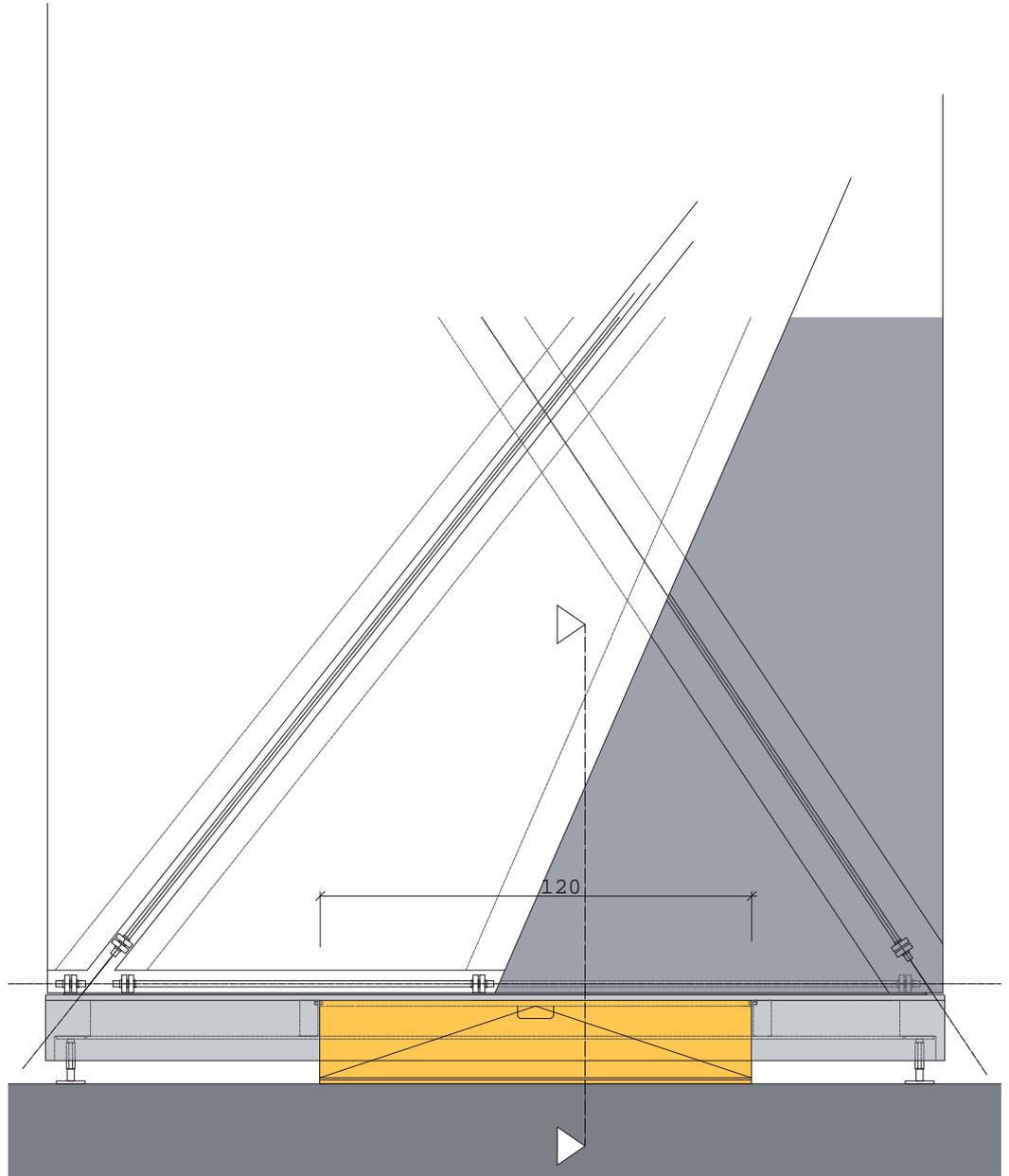
An der Innenseite der Konstruktion lassen sich Abstellflächen herausziehen bzw. -klappen. Die herausklappbaren Platten sind über verdeckte Bänder miteinander verbunden. Der obere Teil wird seitlich in einer Schiene geführt. Fixiert wird die Konstruktion am oberen Ende mit einem Magnetschnapper. Im geschlossenen Zustand ist die Oberfläche homogen.



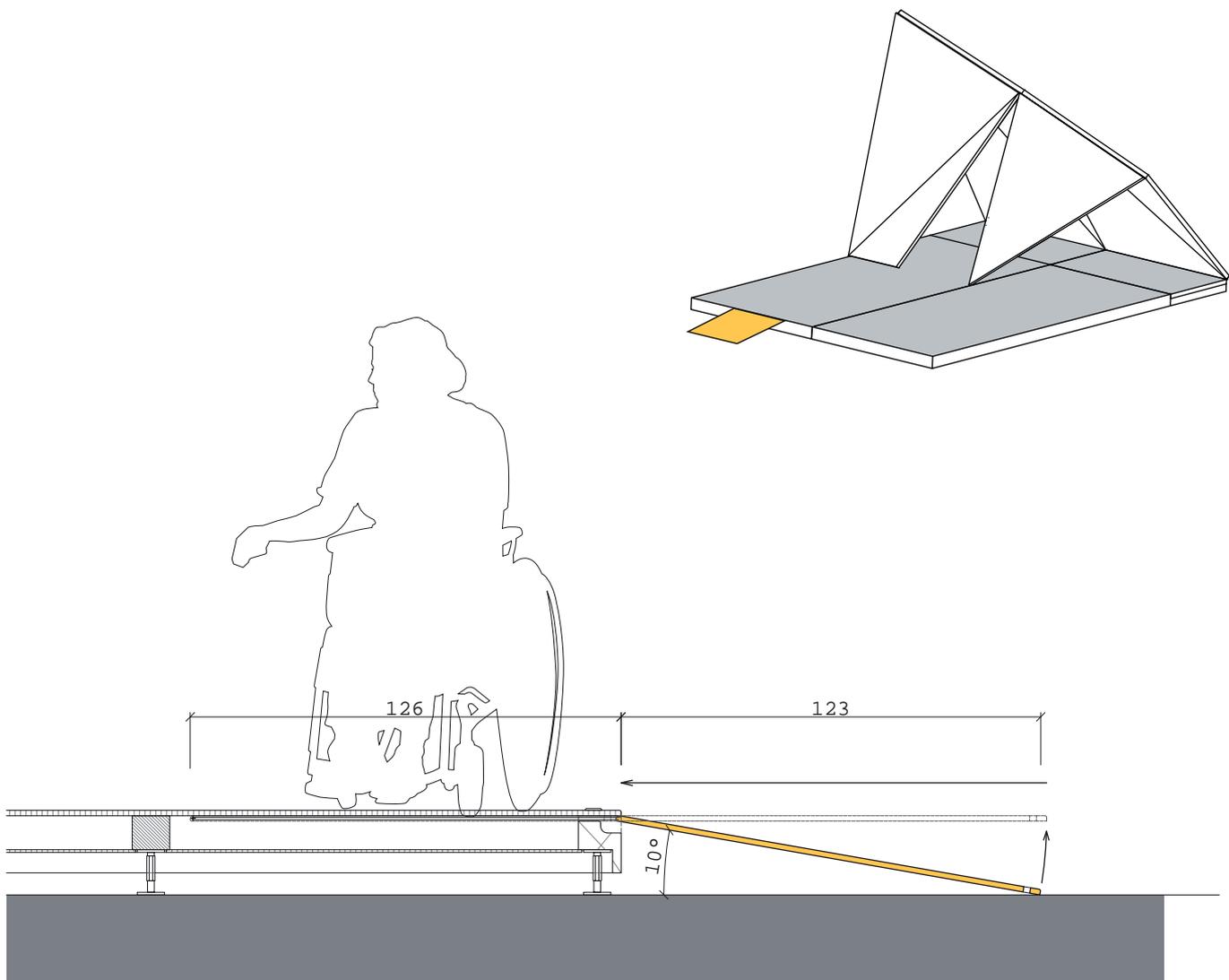
M = 1:20



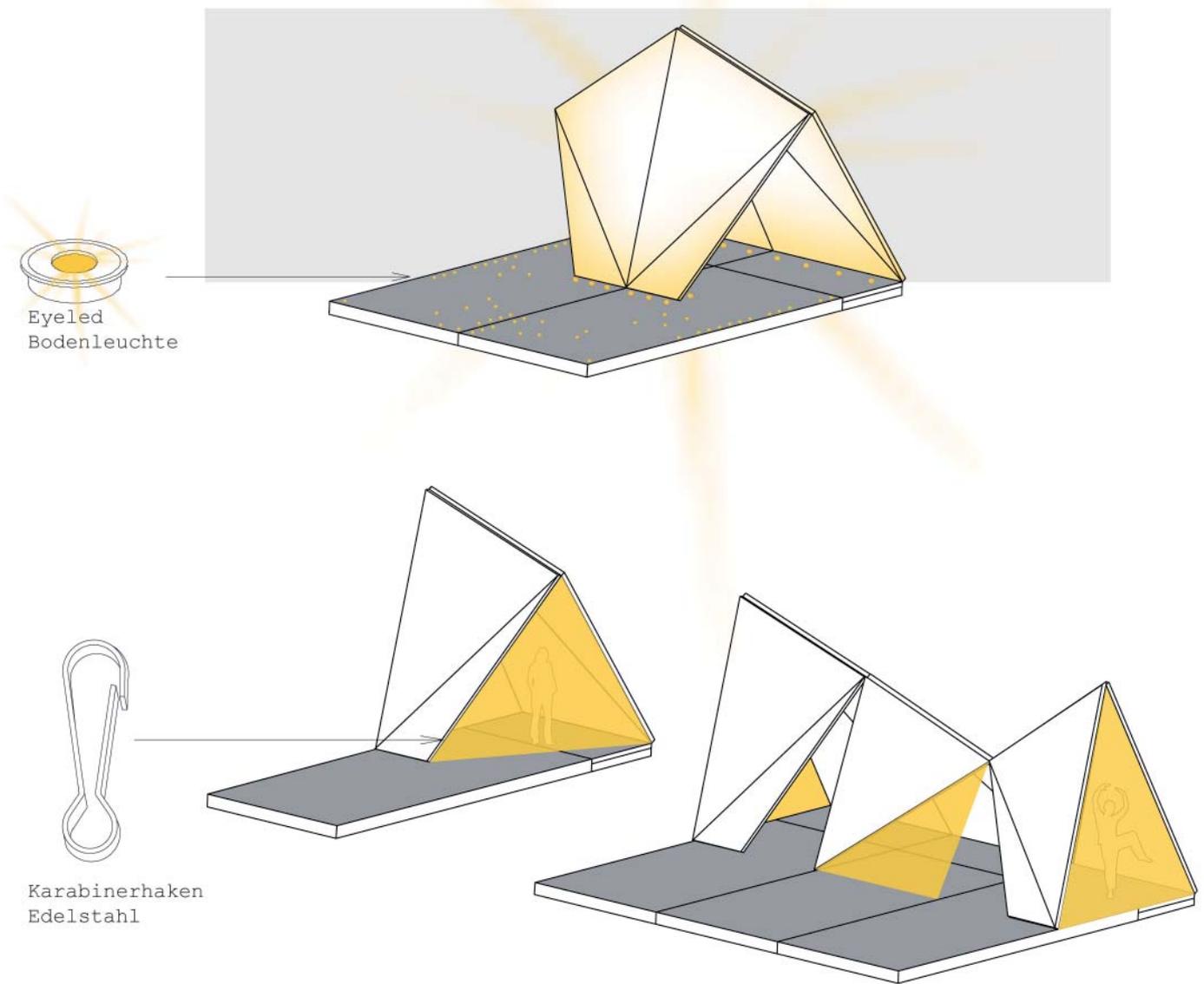
Aus dem Boden lassen sich Sitzgelegenheiten klappen. Diese bestehen aus mit Latex überzogenem Schaumstoff. Es entsteht eine Sitzlandschaft.



M = 1:20

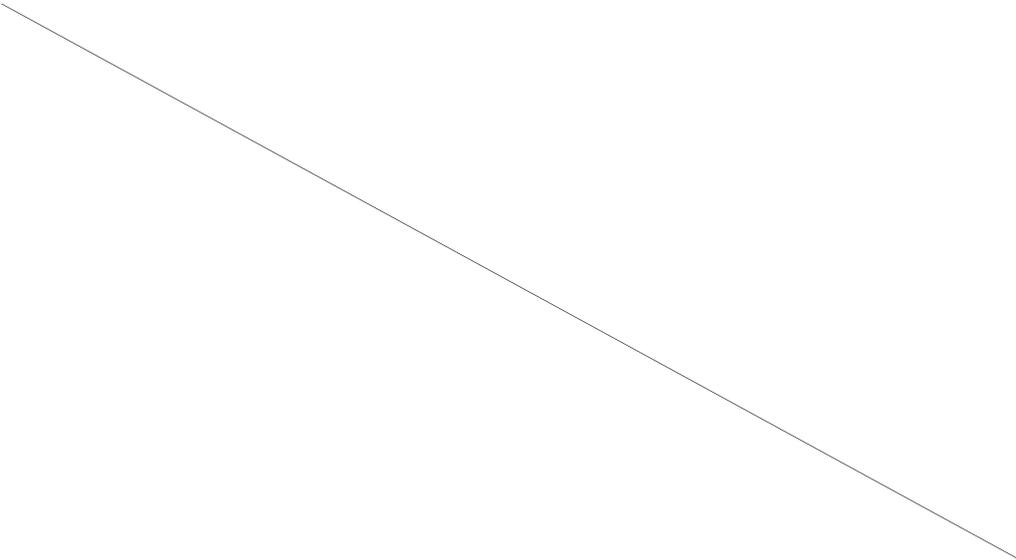


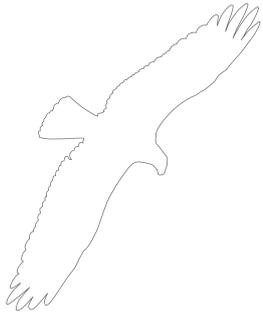
Um den 30 cm hohen Sockel auch für Gehbehinderte bzw. Kinderwagen leicht erklimmbaar zu machen, ist in Otto* als Basistyp eine Rampe integriert. Diese wiegt knapp 20 kg. Sie wird unter der Bodenplatte in einer Schiene geführt und lässt sich ganz einfach aus- und einziehen.



Die Beleuchtung des **Pop*** erfolgt indirekt über in den Boden integrierte LED-Leuchten.

Es besteht die Möglichkeit, zusätzlichen Witterungsschutz in Form einer elastischen Membran anzubringen. Diese wird mittels Karabinern an dafür vorgesehenen Ösen fixiert.

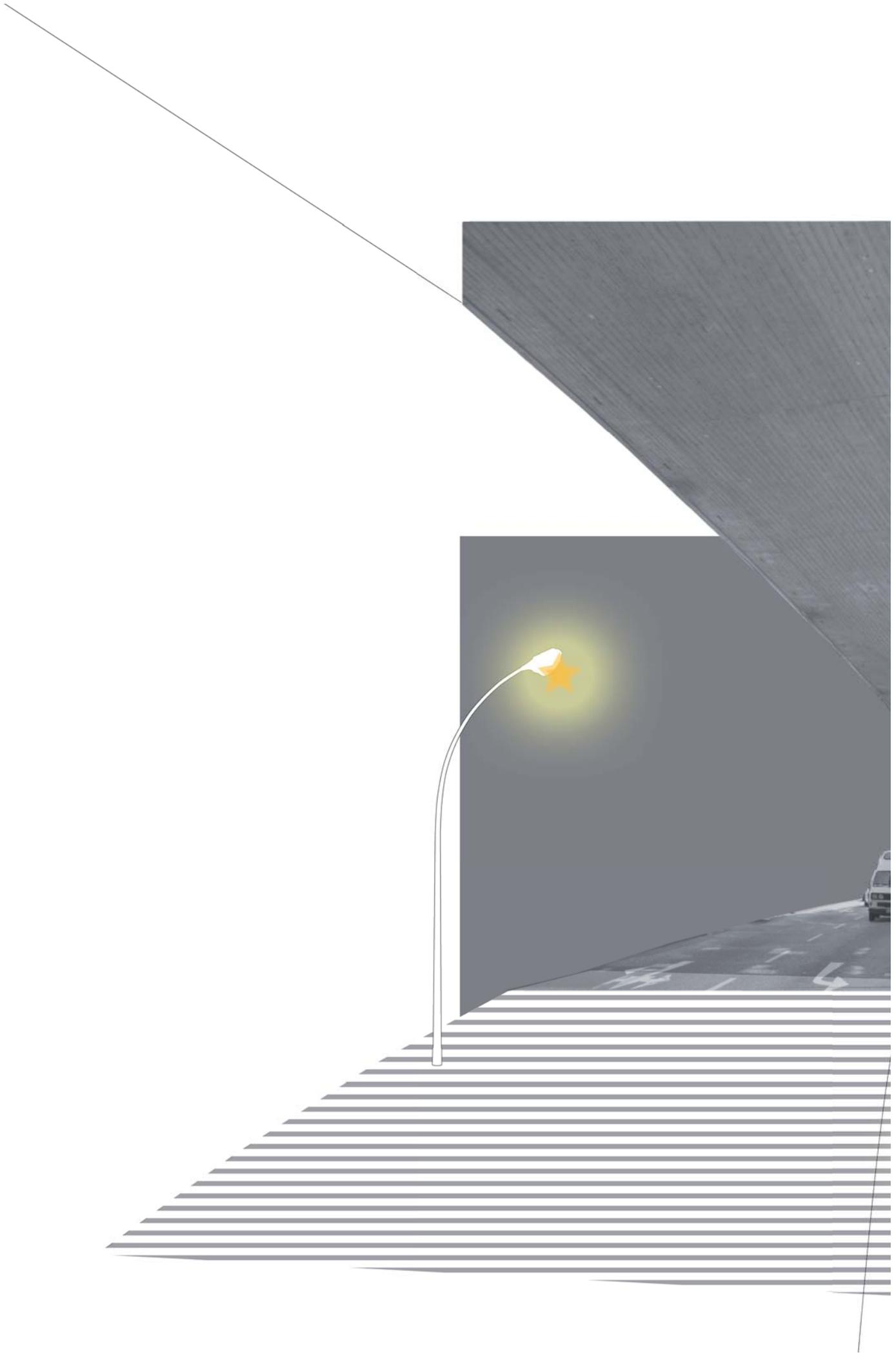


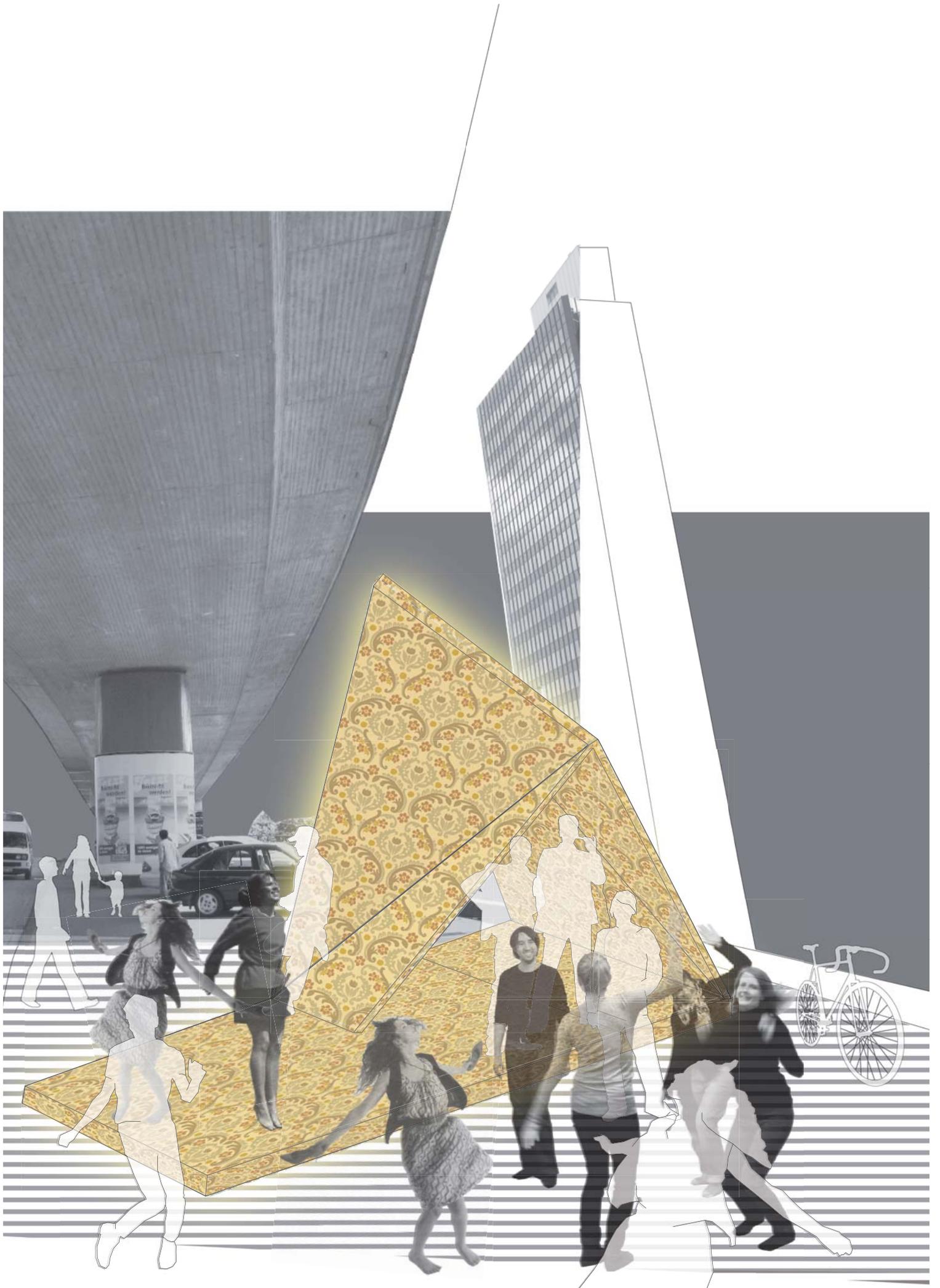


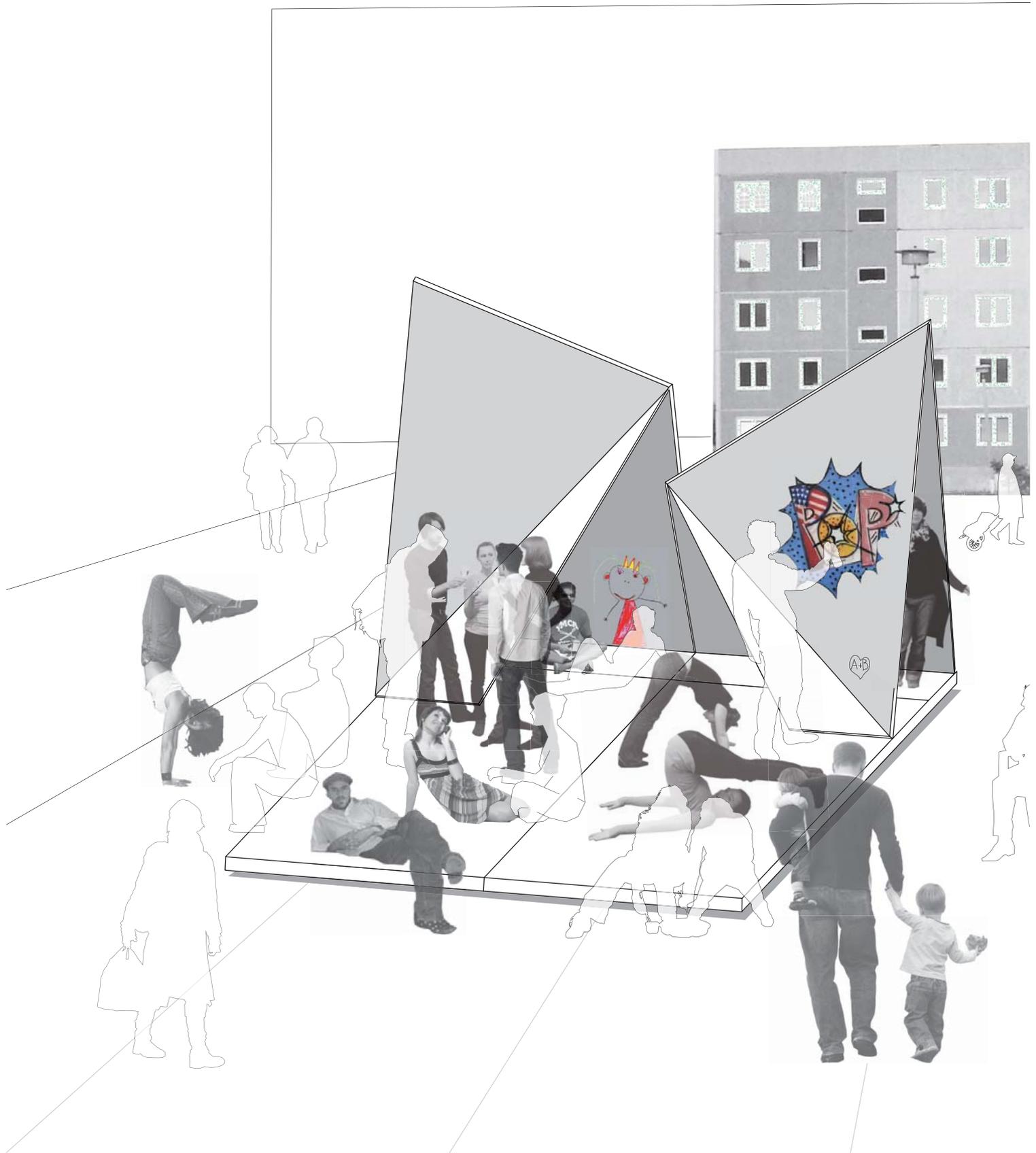
Das Pop* ist ein temporäres, raumbildendes Stadtmöbel, das mit seiner Umgebung interagiert. Es ist sowohl innen als auch außen bespielbar. Der durch Aufklappen generierte Raum ist kein abgeschlossener, sondern ein fließender. Es entsteht eine Wechselbeziehung zwischen dem **Pop*** und seiner Umgebung.

Das Pop* transformiert öffentliche Orte aller Art in temporäre Plätze zum Zusammentreffen. Es taucht plötzlich auf, es nimmt einen Ort für kurze Zeit in Besitz und schafft den Rahmen für Interaktion, Informalität, Unvorhersehbarkeit, Begegnungen.

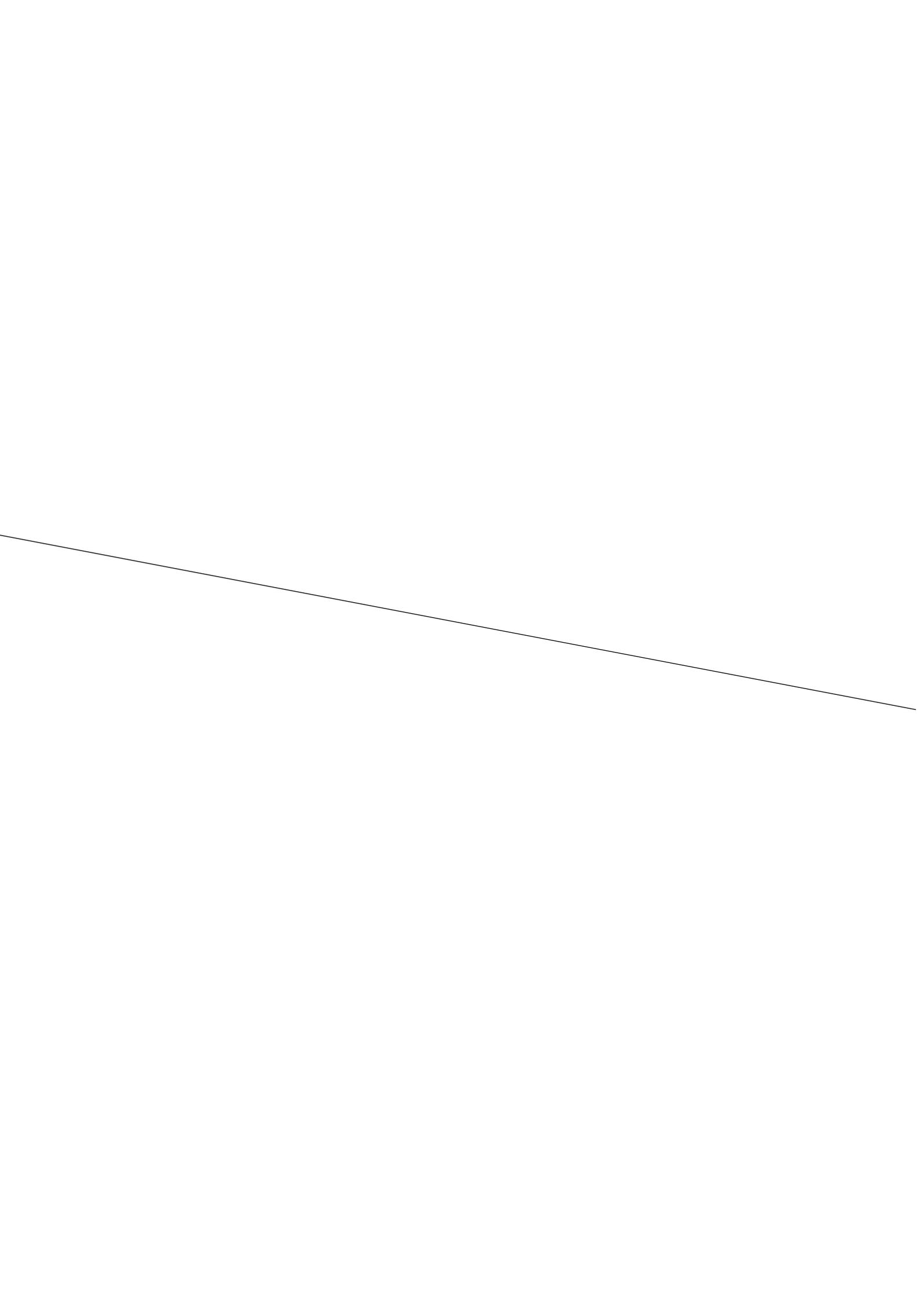
Das Pop* zeigt neue Möglichkeiten eines Raumes beziehungsweise Ortes auf. Es öffnet den Stadtraum für neue gemeinschaftliche Nutzungen. Diese Nutzungen können von temporären Ausstellungen über Veranstaltungen wie Konzerten, Vorträgen oder Nachbarschaftsfesten bis hin zu Versammlungen beziehungsweise öffentlichen Picknicks oder ähnlichem reichen.













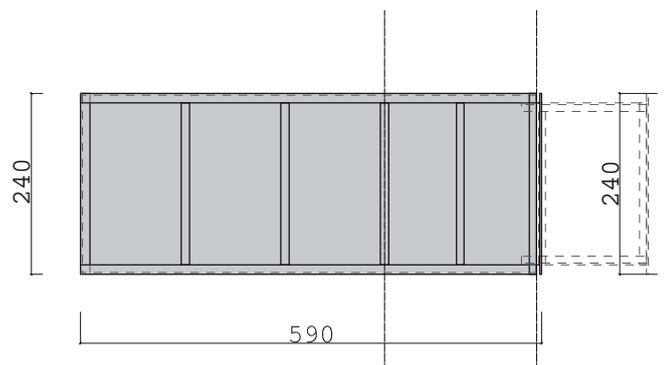
Berechnungen * technische Daten

Eigengewicht:

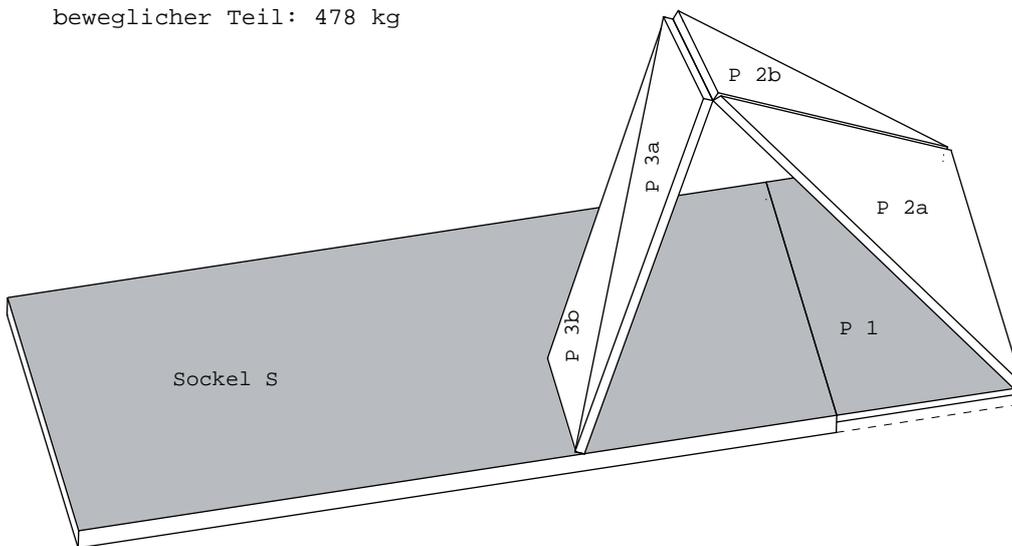
S:	523 kg
P 1:	75 kg
P 2a:	122 kg
P 2b:	123 kg
P 3a:	113 kg
P 3b:	45 kg

gesamt: 1001 kg

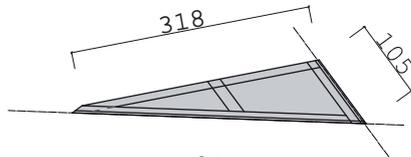
beweglicher Teil: 478 kg



S

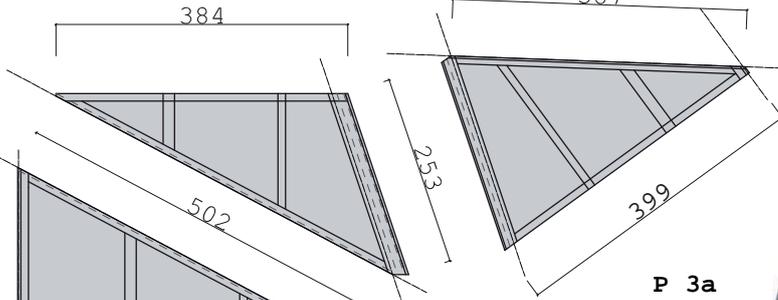


P 3b

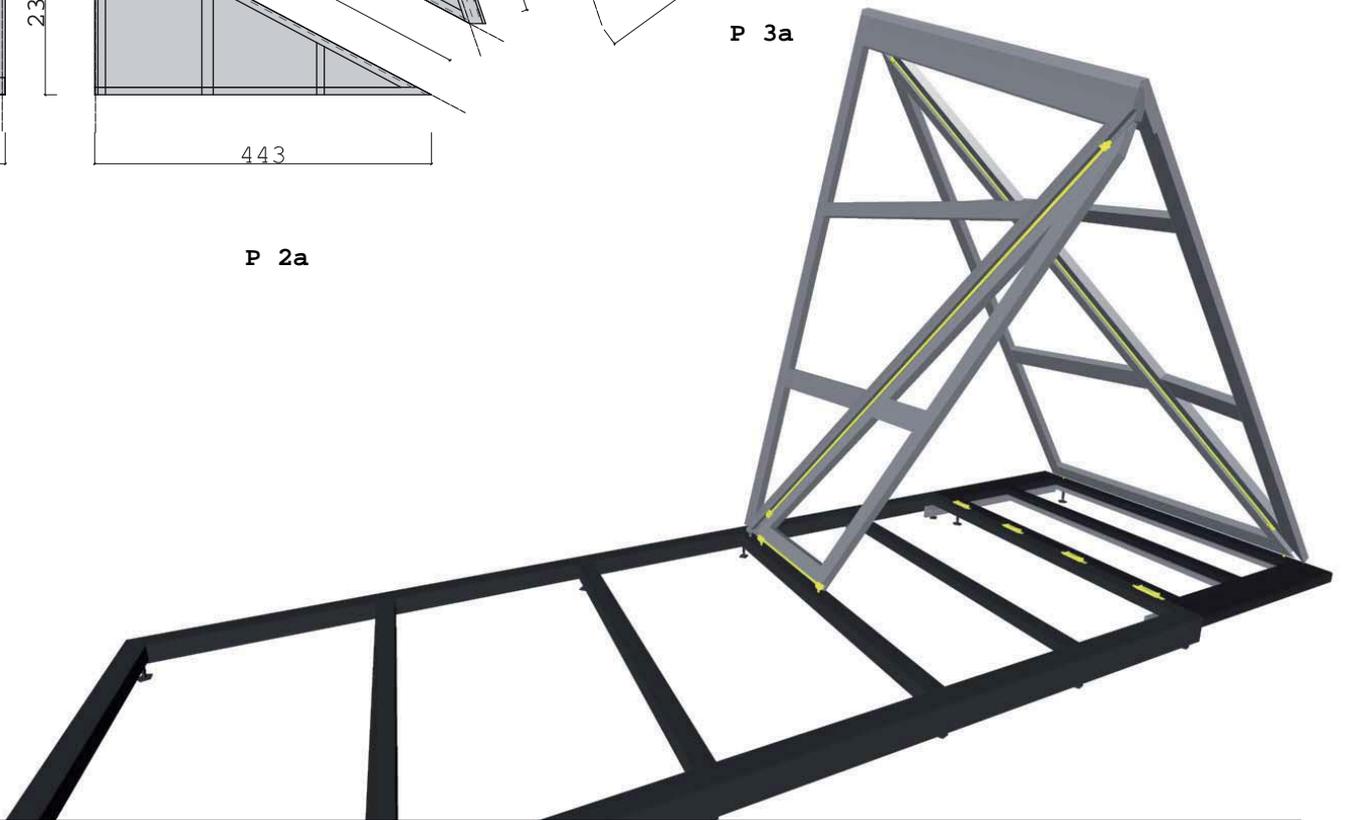


M = 1:100

P 2b

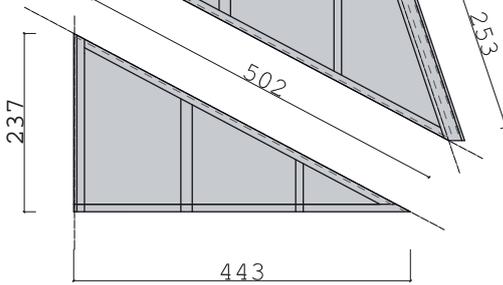


P 3a



P 1

P 2a



Plattenaufbau P2a
(gilt auch für P2b, P3a+b)

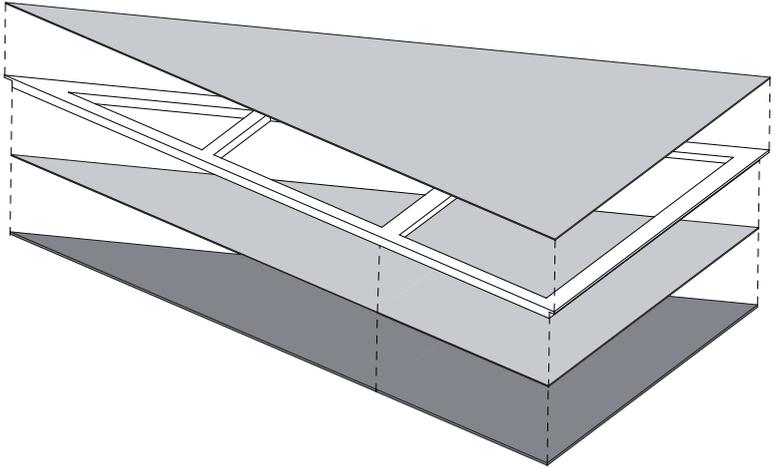
Bootssper Holzplatte
d= 0,8 cm, $\rho = 450 \text{ kg/m}^3$

Kantholzrahmen Fichte
d=6,1 cm, $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$

Bootssper Holzplatte
d= 0,8 cm, $\rho = 450 \text{ kg/m}^3$

Bootssper Holzplatte
d= 1,6 cm, $\rho = 450 \text{ kg/m}^3$

d gesamt= 9,3 cm



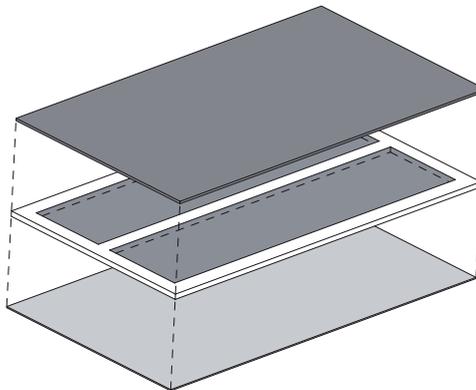
Plattenaufbau P1

MDF exterior
d= 1,6 cm, $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$

Kantholzrahmen Fichte
d=5,6 cm, $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$
dazwischen Kartonwaben
 $\rho = \text{ca. } 35 \text{ kg/m}^3$

Bootssper Holzplatte
d= 0,8 cm, $\rho = 450 \text{ kg/m}^3$

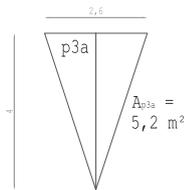
d gesamt= 8,2 cm



Berechnung auftretender Kräfte und Momente

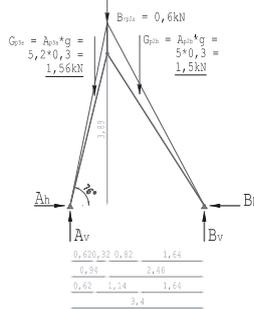
Eigengewicht

$g = 0,30 \text{ kN/m}^2$



Teilflächen p2b und p3a

(Hauptsystem erhält Lasten aus den Teilflächen p2a und p3b)



$$\sum M_b = -B_v \cdot 3,4 + G_{p2a} \cdot 1,76 + G_{p3a} \cdot 0,62 + B_{p2a} \cdot 0,94 + B_{p3a} \cdot 0,94 = 0$$

$$B_v = (G_{p2a} \cdot 1,76 + G_{p3a} \cdot 0,62 + B_{p2a} \cdot 0,94 + B_{p3a} \cdot 0,94) / 3,4$$

$$B_v = (1,5 \cdot 1,76 + 1,56 \cdot 0,62 + 0,6 \cdot 0,94 + 0,2 \cdot 0,94) / 3,4$$

$$B_v = 1,28 \text{ kN}$$

$$\sum M_a = A_v \cdot 3,4 - G_{p2a} \cdot 1,64 + G_{p3a} \cdot 2,78 + B_{p2a} \cdot 2,46 + B_{p3a} \cdot 2,46 = 0$$

$$A_v = (G_{p2a} \cdot 1,64 + G_{p3a} \cdot 2,78 + B_{p2a} \cdot 2,46 + B_{p3a} \cdot 2,46) / 3,4$$

$$A_v = (1,5 \cdot 1,64 + 1,56 \cdot 2,78 + 0,6 \cdot 2,46 + 0,2 \cdot 2,46) / 3,4$$

$$A_v = 2,58 \text{ kN}$$

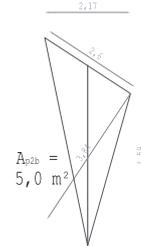
$$\sum M_b = B_v \cdot 3,89 - B_v \cdot 2,46 + G_{p2a} \cdot 0,82 = 0$$

$$B_v = (B_v \cdot 2,46 - G_{p2a} \cdot 0,82) / 3,89$$

$$B_v = (1,28 \cdot 2,46 - 1,5 \cdot 0,82) / 3,89$$

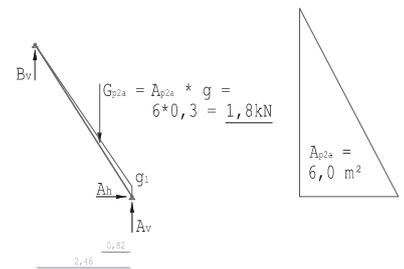
$$B_v = 0,50 \text{ kN}$$

$$A_h = 0,50 \text{ kN}$$



Teilfläche p2a

(Auflagerkraft B_v wirkt als Belastung auf das Hauptsystem)



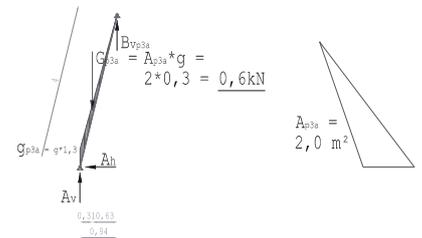
$$\sum M_a = B_v \cdot 2,46 - G_{p2a} \cdot 0,82 = 0$$

$$B_v = (1,8 \cdot 0,82) / 2,46$$

$$B_{vp2a} = 0,6 \text{ kN}$$

Teilfläche p3b

(Auflagerkraft B_v wirkt als Belastung auf das Hauptsystem)



$$\sum M_b = -B_v \cdot 0,94 + G_{p3a} \cdot 0,31 = 0$$

$$B_v = (0,6 \cdot 0,31) / 0,94$$

$$B_{vp3a} = 0,2 \text{ kN}$$

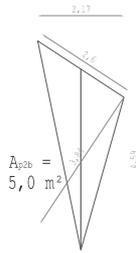
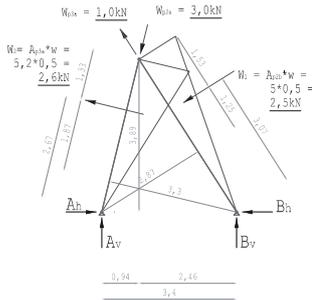
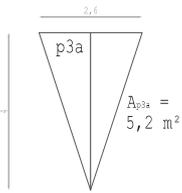
Windlast

$g = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Wind von rechts

Teilflächen p2b und p3a

(Hauptsystem erhält Lasten aus den Teilflächen p2a und p3b)



$$\begin{aligned} \sum M_A &= -B_v \cdot 3,4 - W_1 \cdot 1,25 - W_{s1a} \cdot 0,0 - W_{s1b} \cdot 2,87 - W_2 \cdot 2,67 = 0 \\ B_v &= (-W_1 \cdot 1,25 - W_{s1a} \cdot 2,87 - W_2 \cdot 2,67) / 3,4 \\ B_v &= (-2,5 \cdot 1,25 - 1,0 \cdot 2,87 - 2,6 \cdot 2,67) / 3,4 \\ B_v &= -3,80 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_B &= A_v \cdot 3,4 - W_1 \cdot 1,87 - W_{s1a} \cdot 0,0 - W_{s1b} \cdot 3,33 - W_2 \cdot 3,07 = 0 \\ A_v &= (W_1 \cdot 1,87 + W_{s1a} \cdot 3,33 + W_2 \cdot 3,07) / 3,4 = 0 \\ A_v &= (2,6 \cdot 1,87 + 3,0 \cdot 3,33 + 2,5 \cdot 3,07) / 3,4 = 0 \\ A_v &= 6,62 \text{ kN} \end{aligned}$$

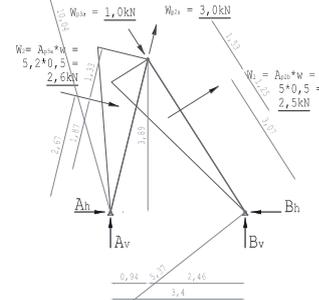
$$\begin{aligned} \sum M_H &= B_h \cdot 3,89 - B_v \cdot 2,46 + W_1 \cdot 1,53 = 0 \\ B_h &= (B_v \cdot 2,46 - W_1 \cdot 1,53) / 3,89 \\ B_h &= (-3,80 \cdot 2,46 - 2,5 \cdot 1,53) / 3,89 \\ B_h &= -4,36 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_V &= -A_h \cdot 3,89 + A_v \cdot 0,94 + W_1 \cdot 1,33 = 0 \\ A_h &= (A_v \cdot 0,94 + W_1 \cdot 1,33) / 3,89 \\ A_h &= (6,0 \cdot 0,94 + 2,6 \cdot 1,33) / 3,89 \\ A_h &= 2,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

Wind von links

Teilflächen p2b und p3a

(Hauptsystem erhält Lasten aus den Teilflächen p2a und p3b)



$$\begin{aligned} \sum M_A &= -B_v \cdot 3,4 + W_1 \cdot 1,25 - W_{s1a} \cdot 0,0 + W_{s1b} \cdot 2,87 + W_2 \cdot 2,67 = 0 \\ B_v &= (+W_1 \cdot 1,25 + W_{s1b} \cdot 2,87 + W_2 \cdot 2,67) / 3,4 \\ B_v &= (+2,5 \cdot 1,25 + 1,0 \cdot 2,87 + 2,6 \cdot 2,67) / 3,4 \\ B_v &= +3,80 \text{ kN} \end{aligned}$$

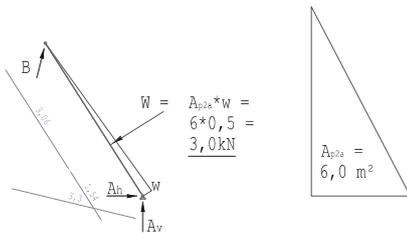
$$\begin{aligned} \sum M_B &= A_v \cdot 3,4 + W_1 \cdot 1,87 - W_{s1a} \cdot 0,0 + W_{s1b} \cdot 3,33 + W_2 \cdot 3,07 = 0 \\ -A_v &= (W_1 \cdot 1,87 + W_{s1a} \cdot 3,33 + W_2 \cdot 3,07) / 3,4 = 0 \\ -A_v &= (2,6 \cdot 1,87 + 3,0 \cdot 3,33 + 2,5 \cdot 3,07) / 3,4 = 0 \\ A_v &= 6,62 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_H &= B_h \cdot 3,89 - B_v \cdot 2,46 + W_1 \cdot 1,53 = 0 \\ B_h &= (B_v \cdot 2,46 - W_1 \cdot 1,53) / 3,89 \\ B_h &= (-3,80 \cdot 2,46 - 2,5 \cdot 1,53) / 3,89 \\ B_h &= -4,36 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_V &= -A_h \cdot 3,89 + A_v \cdot 0,94 + W_1 \cdot 1,33 = 0 \\ A_h &= (A_v \cdot 0,94 + W_1 \cdot 1,33) / 3,89 \\ A_h &= (6,0 \cdot 0,94 + 2,6 \cdot 1,33) / 3,89 \\ A_h &= 2,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

Teilfläche p2a

(Auflagerkraft B wirkt als Belastung auf das Hauptsystem)



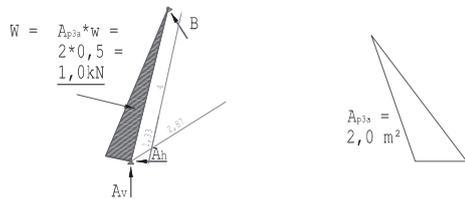
$$W = A_{p2a} \cdot w = 6 \cdot 0,5 = 3,0 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = B \cdot 3,3 - W \cdot 1,54 = 0$$

$$B_v = (3 \cdot 1,54) / 3,3 = 1,4$$

Teilfläche p3b

(Auflagerkraft B_w wirkt als Belastung auf das Hauptsystem)



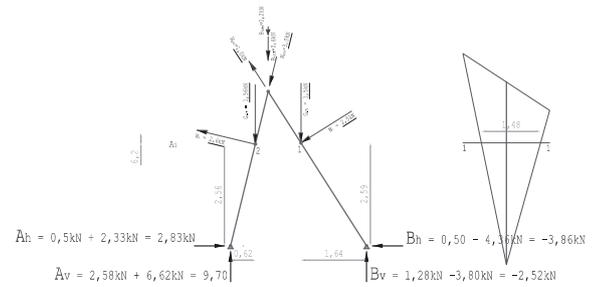
$$W = A_{p3b} \cdot w = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = -B \cdot 2,87 + W \cdot 1,33 = 0$$

$$B = (1,0 \cdot 1,33) / 2,87 = 0,46 \text{ kN}$$

Lastfall Eigengewicht und Wind von rechts

(Hauptsystem erhält Lasten aus den Teilflächen p2a und p3b)



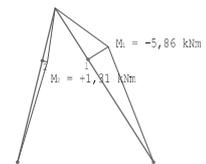
$$A_h = 0,5 \text{ kN} + 2,33 \text{ kN} = 2,83 \text{ kN}$$

$$A_v = 2,58 \text{ kN} + 6,62 \text{ kN} = 9,20 \text{ kN}$$

$$B_h = 0,50 - 4,38 \text{ kN} = -3,88 \text{ kN}$$

$$B_v = 1,28 \text{ kN} - 3,80 \text{ kN} = -2,52 \text{ kN}$$

Momentenlinie (max. Feldmomente)

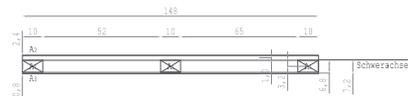


$$M_1 = -A_v \cdot 0,62 + A_h \cdot 2,59 = -9,70 \cdot 0,62 + 2,83 \cdot 2,59 = +1,31 \text{ kNm}$$

$$M_2 = -B_v \cdot 1,64 + B_h \cdot 2,59 = -2,52 \cdot 1,64 - 3,88 \cdot 2,59 = -5,86 \text{ kNm}$$

Tragfähigkeitsnachweis für max M an der Stelle 1

Querschnitt durch Element P2b an der Stelle 1



$$J_{s1} = (b \cdot h^3 / 12) + a^2 = 3 \cdot ((10 \cdot 6,2^3 / 12) + 3,2^2) = 3066 \text{ cm}^4$$

$$J_{s2} = (b \cdot h^3 / 12) + a^2 = (148 \cdot 2,4^3 / 12) + 1,0^2 = 170 \text{ cm}^4$$

$$J_{s3} = (b \cdot h^3 / 12) + a^2 = (148 \cdot 0,8^3 / 12) + 6,8^2 = 1751 \text{ cm}^4$$

$$J_{gesamt} = 3066 + 170 + 1751 = 4987 \text{ cm}^4$$

$$W = J_{gesamt} / \max a = 4987 \text{ cm}^4 / 7,2 = 692 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{vorh} = M / W = 586 \text{ kNm} / 692 \text{ cm}^3 = 0,84 \text{ kN/cm}^2$$

Bolzen DIN 985

Durchmesser	d	20 mm
Querschnittsfläche	A_S	314,2 mm ²
Widerstandsmoment	W_P	785,4 mm ³
	R_m	900,0 N/mm ²
zul. Biegepannung	$s_{zul.}$	270 N/mm ²
zul. Schubspannung	$t_{zul.}$	180 N/mm ²
zul. Flächenpressung	$p_{zul.}$	315 N/mm ²
Breite Gelenkkopf	t_s	25 mm
	t_g	25 mm
Sicherheit	S	2,0 1

Abscherung/Schub des Bolzens pro Gelenk

max. Belastung pro Gelenk	F_{max}	42412 N
	F_{max}	42,4 kN
		4323,3 kg

Biegung

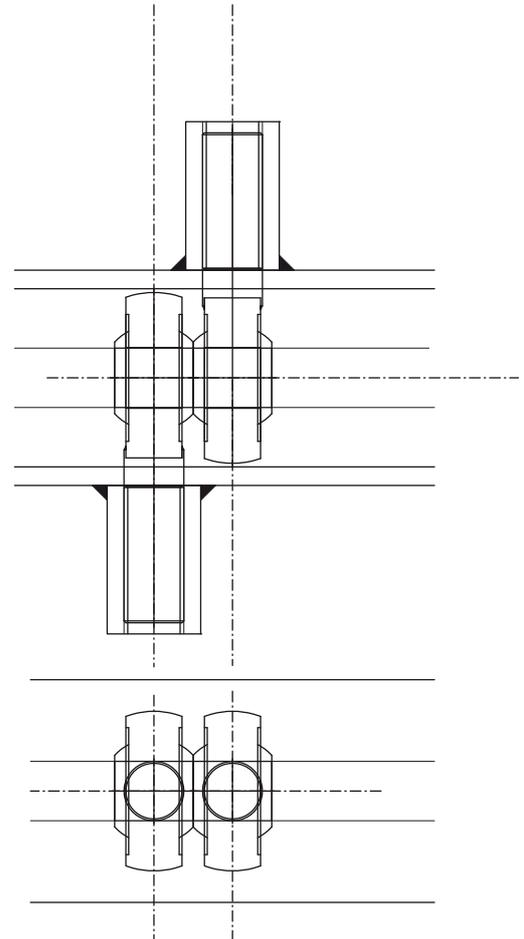
max. Belastung pro Gelenk	F_{max}	11.310 N
	F_{max}	11,3 kN
		1152,9 kg

Flächenpressung in Bolzenachse

Durchmesser Gelenkkopf außen	d_a	28 mm
Durchmesser Gelenkkopf innen	d_i	20 mm
proj.Querschnittsfläche Gelenkkopf	A_S	301,6 mm ²
max. Belastung pro Gelenk	F_{max}	47.501 N
	F_{max}	47,5 kN
		4842,1 kg

Flächenpressung normal auf Bolzenachse

Durchmesser	d	20 mm
Breite Gelenkkopf	t_s	25 mm
proj.Querschnittsfläche Gelenkkopf	A_S	500,0 mm ²
max. Belastung pro Gelenk	F_{max}	78.750 N
	F_{max}	78,8 kN
		8027,5 kg



Gelenkkopf SKF

Gewinde

SAL 20

M20x1,5

Kerndurchmesser

d_K 18,5 mm

Querschnitt

A_S 268,8 mm²

Widerstandsmoment

W_P 621,6 mm³

zul. Biege Spannung

R_m 900,0 N/mm²

$s_{zul.}$ 270 N/mm²

zul. Schubspannung

$t_{zul.}$ 180 N/mm²

zul. Flächenpressung

$p_{zul.}$ 315 N/mm²

Sicherheit

S 2,0

Höhe Gelenkkopf

h 35 mm

Abscherung/Schub pro Gelenkkopf

max. Belastung

F_{max} 24192 N

F_{max} 24,2 kN

2466,1 kg

Biegung

max. Belastung pro Gelenkkopf

F_{max} 7.992 N

F_{max} 8,0 kN

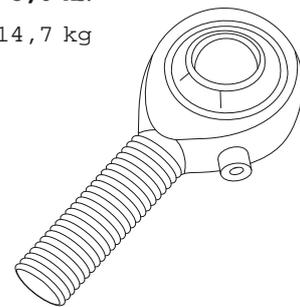
814,7 kg

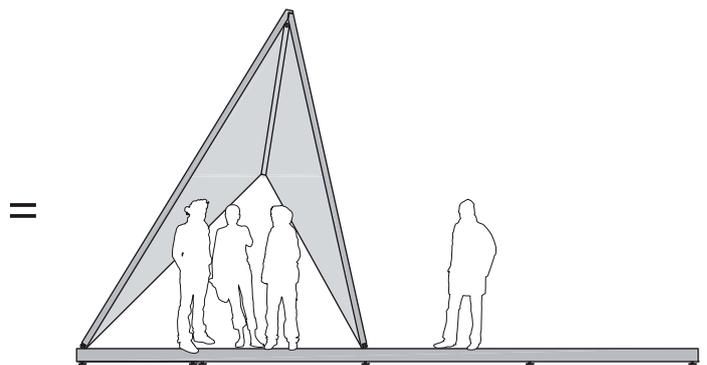
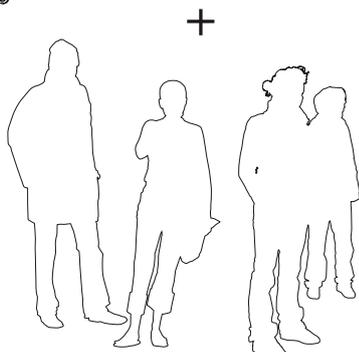
Verbindung der
Glenke mit
Bolzen DIN 1445

Scheiben für
Bolzen DIN 1440
oder DIN 1441

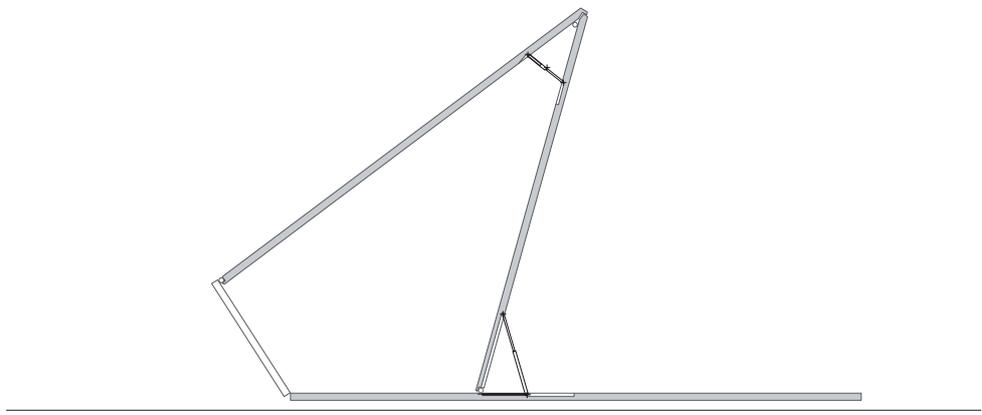
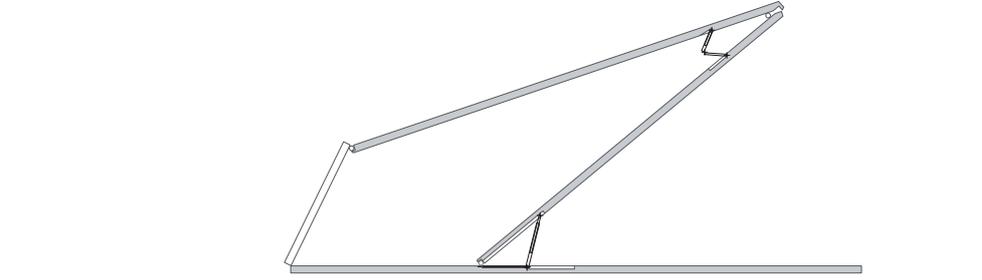
Selbstsichernde
Mutttern DIN 985

Gewindehülse
(d=25mm, l=40mm,
Gewinde M20)
angeschweißt
an Montageplatte
(d=5mm)





Zum Aufklappen der Konstruktion werden drei bis vier Personen benötigt. Eine Person kann 50-70 kg stemmen. Das Anheben des restlichen Gewichts wird von Gasdruckdämpfern übernommen. Von diesen werden je drei Stück entlang der Kanten K1 und K4 eingebaut.



Literatur * Inspiration

> Pop-up

<http://www.populady.com/>, 21/09/2009

<http://www.pop-up-hans.de/>, 08/12/2009

David A. Carter, James Diaz: Das Pop-up Handbuch, Jacoby&Stuart, Berlin 2009

David A. Carter: 600 schwarze Punkte, Boje, Köln 2008

Marion Bataille: ABC 3D, Carlsen, Hamburg 2008

Natalie Avella: Paper Engineering, Roto Vision SA, Mies 2009

<http://www.movablebooksociety.org/>, 08/12/2009

> Falten

Martin Tautz: „Das Prinzip des Faltens“, in: DETAIL – Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 12/2009

Michaela Huemer, Ingrid Berger: Faltung in der Architektur, Diplomarbeit, TU Wien 2001

Angelika Fürnkranz: Faltung und Faltwerke, Diplomarbeit, TU Wien 2004

Maximilian Krankl: Origami Architecture, Diplomarbeit, TU Wien 2008

Hangar-7 (Hrsg.): Die Vielfalt der Faltkunst, Hatje Cantz, Ostfildern-Ruit 2005

<http://www.shellhouse.org/index.html>, 20/01/2010

<http://www.molodesign.com/>, 19/02/2010

<http://www.korbanflaubert.com.au/>, 19/02/2010

<http://www.ronresch.com/>, 21/09/2009

<http://www.crossingnow.org>, 05/07/2009

> Kinetik/Bewegung

Oliver Schaeffer: „Architektur in Bewegung: zwischen spielerischer Inszenierung und leistungsfähiger Konstruktion“, in: DETAIL – Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 12/2009

Marion Dürmoser: LEO, Diplomarbeit, TU Wien 2009

Barbara Kolb, Christian Hader: Kinetische Architektur, Diplomarbeit, TU Wien 2004

Kari Jormakka: Flying Dutchmen, Birkhäuser, Basel 2002

Martin Pawley: Future Systems, Birkhäuser, Basel 1993

Richard Horden: Light Tech, Birkhäuser, Basel 1995

<http://www.robotecture.com/kdg/project.html>, 07/01/2010

<http://www.foxlin.com/>, 10/02/2010

> Öffentlicher Raum/Intervention/Mobilität:

<http://www.exyzt.org/>, 18/02/2010

<http://www.raumlabor.net/>, 19/11/2009

Florian Haydn, Robert Temel (Hrsg.): Temporäre Räume, Birkhäuser, Basel 2006

Julia Maier: acting in public: raumlaborberlin, Jovis, Berlin 2006

Lilli Hollein (Hrsg.): Feld 72. Urbanism - for Sale, Springer, Wien 2008

Courtenay Smith, Sean Topham: Extreme Houses, Prestel, München-Berlin-London-New York 2002

Sean Topham: Move House, Prestel, München-Berlin-London-New York 2004

SKOR - Foundation for Art and Public Space: Parasite Paradise, NAI Publishers, Rotterdam, 2003

Abbildungsverzeichnis

- S. 11 *Abb. 1: Tunnelbuch (Ed Hutchins)*; Quelle: Natalie Avella, Paper Engineering, Roto Vision SA, Mies 2009, S. 148
- S. 11 *Abb. 2: Volvelle (Chronica Majorca)*; Quelle: <http://www.popuplady.com/>, 21/09/2009
- S. 12 *Abb. 3: Harlekinade (Robert Sayer)*; Quelle: <http://www.popuplady.com/>, 21/09/2009
- S. 12 *Abb. 4: The History of Little Fanny (S. und J. Fuller)*; Quelle: <http://www.popuplady.com/>, 21/09/2009
- S. 13 *Abb. 5: The Land of Long Ago (Ernst Nister)*; Quelle: <http://www.pop-up-hans.de/>, 08/12/2009
- S. 13 *Abb. 6: Zum Zeitvertreib (Lothar Meggendorfer)*; Quelle: <http://www.pop-up-hans.de/>, 08/12/2009
- S. 13 *Abb. 7: Daily Express (S. Louis Giraud)*; Quelle: <http://www.popuplady.com/>, 21/09/2009
- S. 14 *Abb. 8: Jolly Jump ups Journey (Geraldine Clyne)*; Quelle: <http://www.popuplady.com/>, 21/09/2009
- S. 14 *Abb. 9: Drei goldene Haare (Vojtech Kubasta)*; Quelle: <http://www.pop-up-hans.de/>, 08/12/2009
- S. 14 *Abb. 10: Grußkarte (Robert Sabuda)*; Quelle: Natalie Avella: Paper Engineering, Roto Vision SA, Mies 2009; S. 121
- S. 15 *Abb. 11: Notfallarchitektur (Sou Fujimoto)*; Quelle: <http://www.crossingnow.org/crossing/?q=node/64>, 05/07/2009
- S. 15 *Abb. 12: Notunterkunft (A4)*; Quelle: <http://www.crossingnow.org/?q=node/51>, 05/07/2009
- S. 16 *Abb. 13: Xile (Mats Karlsson)*; Quelle: <http://www.dezeen.com/2008/02/07/xile-by-mats-karlsson/>, 09/12/2009
- S. 17 *Abb. 14: Port-A-Fold Shelter (Briggs Port-A-Fold LTD)*; Quelle: Courtenay Smith, Sean Topham: Extreme Houses, Prestel, München-Berlin-London-New York 2002, S. 49
- S. 17 *Abb. 15: Markies (Eduard Bothlingk)*
- S. 18 *Abb. 16: Peanut (Future Systems)*; Quelle: Martin Pawley: Future Systems, Birkhäuser, Basel 1993, S. 74
- S. 18 *Abb. 17: Rolling Bridge (Heatherwick Studio)*; Quelle: Robert Klanten, Lukas Feireiss (Hg.): Spacecraft 2. More Fleeting Architectures and Hideouts, Gestalten, Berlin 2009, S. 164
- S. 19 *Abb. 18: Rhinoceros (Theo Jansen)*
- S. 19 *Abb. 19: Gucklhupf (Peter Wörndl)*
- S. 20 *Abb. 20: Urban Cabaret (Glas Collective)*; Quelle: Florian Haydn, Robert Temel (Hrsg.): Temporäre Räume, Birkhäuser, Basel 2006, S. 152f
- S. 20 *Abb. 21: Ektop-1 (EXYZT)*; Quelle: http://www.e-architect.co.uk/london/jpgs/southwark_hub_exyzt_tsp070708_1.jpg, 18/02/2010
- S. 21 *Abb. 22: Spacebuster (Raumlabor Berlin)*; Quelle: <http://www.raumlabor.net/?p=1799>, 15/11/2009

Danke

für alles.

Mama, Papa, Tobias, Roselies, Marielen, Karl, Frauke, Marion, Julia, Katharina, Carmen, Nicole, Irene, Daniel, Daniela, Christian, Eva, Yijing, Andreas, Hans Joachim, Manfred

