

Professur für Holz- und Faserwerkstofftechnik

Belegarbeit

Möbel- und Bauelementekonstruktion

Entwurf und Konstruktion eines Leichtbau-Regalsystems

Name: Fabian Knorr

Matrikel-Nr.:



Inhalt

1	Entwurfentwicklung	4
1.1	Anliegen der Entwicklung und Lastenheft.....	4
1.2	Istzustand	5
1.3	Pflichtenheft.....	9
1.4	Anforderungsliste.....	10
1.5	Erarbeitung von zwei Entwürfen	10
2	Weiterentwicklung eines Entwurfes	14
2.1	Optimierung des Entwurfes	14
2.2	Beschlagentwicklung	16
2.3	Material- und Farbwahl.....	17
2.4	Dimensionierung.....	18
3	Fertigungsvorbereitung	21
3.1	Konstruktionszeichnungen	21
3.2	Stückliste	21
	Abbildungsverzeichnis	24
	Anlagenverzeichnis.....	25

1 Entwurfsentwicklung

1.1 Anliegen der Entwicklung und Lastenheft

Die Entwicklung des Leichtbau-Regalsystems im Rahmen dieses Beleges soll sich an die große Benutzergruppe der Büromöbelanwender richten. Hier wird zum einen davon ausgegangen, dass noch kleine Marktnischen vorhanden sind und auch innovative Entwicklungen abgenommen werden. Zum anderen wird angenommen, dass Kapital für gute Möbel vorhanden ist und auch ausgegeben wird.

Aus dieser Zielkundengruppe ergeben sich folgende Anforderungen, die im Lastenheft zusammengefasst sind:

- Das Regal soll vor allem dazu dienen, Stauraum zu schaffen.
- Das Regal muss vorzugsweise Akten, aber auch anderes Büro- und Schreibmaterial, aufnehmen.
- Einzelne Fächer sollen für Privatsachen und wichtige Akten abschließbar sein.
- Das Regal soll einfach zu montieren und auch leicht zu transportieren sowie umzusetzen sein.
- Die Fächer sollen einfach zugänglich sein von zwei Seiten.
- Das Regal soll robust und standsicher sein, da es auch freistehend eingesetzt werden soll.
- Die Oberflächen sollen vor allem verschleißfest sein um eine konstante Optik auf lange Zeit zu gewährleisten.
- Das Regal soll einfach erweiterbar sein.
- Die Kosten sollen überschaubar bleiben.
- Das Regal soll sich nach der Nutzung gut recyceln lassen.

Im folgenden wird zunächst untersucht, was es derzeit auf dem Markt für Lösungen für die angesprochene Zielgruppe vorhanden ist. Dann werden zwei Lösungsvorschläge entwickelt, von denen einer für den weiteren Produktentwicklungsprozess ausgewählt wird. Diese Lösung wird unter Beachtung der definierten Einsatzszenarien konstruiert und Einzelteil- und Zusammenbauzeichnungen sowie eine Stückliste erstellt.

1.2 Istzustand

Eine Recherche hat eine Reihe von Beispielen geliefert, die Lösungen für die Zielgruppe der Büroanwender anbietet. Nachfolgend sind 4 exemplarische Beispiele aufgeführt und es werden ihre Vor- und Nachteile betrachtet.

In Bild 1-1 ist ein Aktenregal im Stecksystem gezeigt.



Bild 1-1 – Aktenregal im Stecksystem (Quelle: <http://www.elbetec.com>)

Dieses Regalsystem ist offenkundig konzipiert, um ein schnelles Auf- und Abbauen zu gewährleisten. Die Verbindungen und konstruktiv nötigen Verstärkungen (aussteifendes Kreuz) sind deutlich sichtbar. Hier wurde weniger auf die Gestaltung geachtet, als auf die reine Funktion der Unterbringung von Aktenmaterial. Der Vorteil in dieser Variante besteht jedoch in der großen Variabilität. Die Fachböden können durch die kleine Rasterung in den Stützen sehr auf die individuellen Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten werden. Die Nachteile bestehen darin, dass zum einen das äußere Erscheinungsbild sehr einfach gehalten ist. Für Büros mit Kundenverkehr ist dieses Regal demnach weniger geeignet. Des Weiteren ist dieses Regal nur von einer Seite zugänglich, zumindestens an den Stellen, die durch das Kreuz verdeckt werden. Auch kann dieses Regal nicht verschlossen werden, die Akten sind immer für jeden zugänglich. Die Ausführung in Metall bringt außerdem den Nachteil mit sich, dass dieses Regal eher kühl und in der einfarbigen Ausführung langweilig wirkt.

In Bild 1-2 ist eine Regalvariante in der Ausführung in Plattenbauweise gezeigt.



Bild 1-2 – Aktenregal mit Rückwand (Quelle: <http://www.bueromoebel-werksverkauf.de>)

Auch dieses Aktenregal ist eher nach dem Nutzen ausgelegt, als auf die Ästhetik. Dieses Regal ist augenscheinlich einfach herzustellen und hauptsächlich darauf ausgelegt, Akten aufzunehmen. Alle Komponenten dieses Regales sind ausschließlich aufgrund ihrer konstruktiven Notwendigkeit verbaut. Es ist kein auffälliges gestalterisches Element zu erkennen. Eine optisch ansprechende Erscheinung lässt sich bei diesem Plattenmaterial jedoch in der Verwendung von dekorativen Dekorfolien erreichen. Auch ist Furnier mit diversen Holzabwicklungen denkbar. Der Vorteil bei diesem Regal besteht weiterhin darin, dass auch hier die Fachhöhen durch die Lochreihenbohrung in den Seiten sehr variabel sind. Als Zusatz könnte man in diesen standardisierten Lochreihen auch den Anschlag von Drehtüren planen, um einzelne Fächer oder das komplette Regal verschließbar zu machen. Die Nachteile bei dieser Variante bestehen darin, dass die Zugänglichkeit nur von einer Seite möglich ist.

In Bild 1-3 ist eine Aktenregalvariante in modularem Aufbau gezeigt.



Bild 1-3 - Modulares Aktenregal (Quelle: <http://www.regalsystem-max.de>)

Dieses Aktenregal ist nach dem Baukastensystem entworfen. Es besteht aus einzelnen Würfeln, die in jeder denkbaren Variante miteinander kombiniert werden können. Der Gestaltungsvielfalt ist somit keine Grenze gesetzt und das Regal hat eine interessante Anmutung. Zudem hat dieses Regal durch die Holzoptik eine ansprechende Ästhetik. Jedoch sind die einzelnen Fächer in ihrer Höhe und Breite nicht variabel und ausschließlich an die Maße von Aktenordnern ausgelegt. Außerdem nimmt, wie auf der Abbildung zu sehen, jedes Fach maximal vier breite Aktenordner auf. Sollen viele Akten verstaut werden, müssen bei dieser Variante viele Würfel gestapelt und verbunden werden. So entstehen viele doppelte Zwischenwände, die bei einer großen Regalfläche unruhig wirken. Ein weiterer Nachteil ist, dass es bei dieser Variante keine Verschlussmöglichkeit gegeben ist und dieses Regalsystem nur von einer Seite zugänglich ist.

Eine weitere Regalvariante ist im Bild 1-4 zu sehen.



Bild 1-4 – Aktenregal in Plattenbauweise (Quelle: <http://www.topdeq.de>)

Dieses Regal wirkt schlicht aber dennoch durch die Kombination der schwarzen Breitflächen und den holzfarbenen Schmalflächen hochwertig. Der unterste Boden ist durch einen Sockel vom Boden entfernt, das Fach ist einfacher zu erreichen. Die Fachabmaße sind auf der Grundlage von Ordnern gewählt. Das Regal hat keine Rückwand, die Fächer sind somit von beiden Seiten zu erreichen. Somit ist diese Variante auch als Trennung zwischen zwei Arbeitsplätzen denkbar, da es von beiden Plätzen benutzbar ist. Die einfachen Kombination von verschiedenen hohen Seitenwänden erlaubt es, interessante Varianten zu kreieren, halbhohe Strecken könnte man auch als temporären Steharbeitsplatz nutzen. Nachteilig ist, dass auch dieses Regal nicht verschließbar ist. Auch sind die Fächer in der Breite für höchstens fünf breite Ordner ausgelegt. Die reine Plattenbauweise erlaubt des weiteren an einem Möbel lässt außerdem keine großen Gestaltungsvarianten zu, die Ästhetik wird ausschließlich in der Farb- oder Holzwahl der Flächenbeschichtung bestimmt.

1.3 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft basiert auf dem Lastenheft aus Kapitel 1.1 und enthält nötige Parameter zur Realisierung aller Anforderungen. Im folgenden ist das Pflichtenheft strukturiert dargestellt:

- Technische Ziele:
 - Das Funktionskonzept umfasst hauptsächlich das Schaffen von Stauraum.
 - Die funktionsbedingten Parameter beschreiben die lange Lebensdauer durch eine robuste Bauweise. Das Bauprinzip soll durch eine Modulbauweise mit wenigen Komponenten einfach gehalten werden. Die Ablageflächen sollen aus höherwertigen Material gefertigt werden, um eine lange Haltbarkeit von mindestens fünf bis zehn Jahren zu garantieren.
 - Normen und Vorschriften für den Bürobereich müssen eingehalten werden. Alle Kanten werden mit einer Rundung von 3 mm versehen. Einlegeböden sind in der DIN 68874 (Januar 1985) genormt. Für den Bürobereich gilt die größte Beanspruchungsgruppe L 125 mit einem Nutzgewicht von 125 kg/m² für Bücher und Akten. Nach der DIN 68874 beträgt die maximale Durchbiegung für Einlegeböden 1/100 der Breite bei einer Prüflast von 250 kg/m² in dieser Beanspruchungsgruppe. Aus ästhetischen Gründen sollte die Durchbiegung bei Nutzlast nicht mehr als 3 mm betragen. Gemäß dem DIN-Fachbericht 147 (Juni 2006) gilt ein Regal als standsicher, wenn die Höhe der obersten Ablage über dem Boden weniger als dem fünffachen der Sockeltiefe beträgt. Dabei muss es lotrecht aufgebaut werden.
 - Eine Höhenverstellung des Sockels soll gewährleisten, dass das Regal genau austariert werden kann. So wackelt es nicht und der Schwerpunkt liegt optimal in der Regalmitte, ein Kippen soll so möglichst ausgeschlossen werden.
 - Das Design soll eher einfach und schlicht gehalten werden. Um Reflexionen zu vermeiden, sollen matte Oberflächen eingesetzt werden. Das Regal soll in einer 2-Farben-Kombination angeboten werden, wobei keine grellen Farben zum Einsatz kommen.
- Marktziele:
 - Diese Regalentwicklung richtet sich zum einen direkt an die Anwender, aber auch an kleinere Vertreiber von Büromöbeln.
 - Das Regal soll nicht in großem industriellen Maßstab gefertigt werden. Eine durchgängige Automatisierung der Fertigung wird nicht angestrebt.

- Der Preis soll sich im mittleren Preissegment ansiedeln.
- Die Vertriebswege sollen entweder direkt an den Endverbraucher und an Zwischenhändler möglich sein.
- Wirtschaftliche Ziele:
 - Die Finanzierung soll auf der Basis von Gewinnrücklagen geschehen (komplette Eigenfinanzierung).
 - Die Entwicklungs- und Markteinführungskosten (Werbung, Messevorstellung) sollen sich in ca. 0,5 bis 1 Jahr amortisiert haben.

1.4 Anforderungsliste

In der Anforderungsliste sind alle Daten und Informationen, welche für die Konstruktion wichtig sind, vom Konstrukteur zusammengestellt. Hier sind Forderungen an die Eigenschaften des Regals enthalten. In der folgenden Auflistung sind die relevanten Punkte der Anforderungsliste aufgeführt:

- Die Geometrie der Fächer richtet sich an den Maßen von Aktenordnern. Sie haben die Innenabmaße $B \times H \times T = 800 \text{ mm} \times 350 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$.
- Die maximale Höhe des Regales soll 2,20 m nicht überschreiten.
- Eingesetzt werden Wickelemente als Stützen und ein Leichtbau-Verbundwerkstoff als Einlegeboden.
-
- Das Regal muss das Gewicht von mit Aktenordnern voll bestückte Böden aushalten.
- Der unterste Boden ist durch einen Sockel angehoben und erleichtert somit das Herankommen an das Fach.
- Die Montage soll am Einsatzort erfolgen. Dabei soll nur einfaches Werkzeug nötig sein (z. B. Schraubendreher) und die Montage leicht und verständlich erläutert sein.
- Die Fertigung geschieht auftragsbezogen bzw. in Kleinserien.
- Für ein Recycling sollen alle verbauten Komponenten leicht zu trennen sein.

1.5 Erarbeitung von zwei Entwürfen

Im folgenden werden zwei Entwurfsvarianten gezeigt und erörtert.

Bild 1-1 zeigt die Ansicht des ersten Entwurfes. Dargestellt ist ein Regalsystem, bei dem die Fachhöhen variabel sind und in jeder Höhe verstellt werden können.

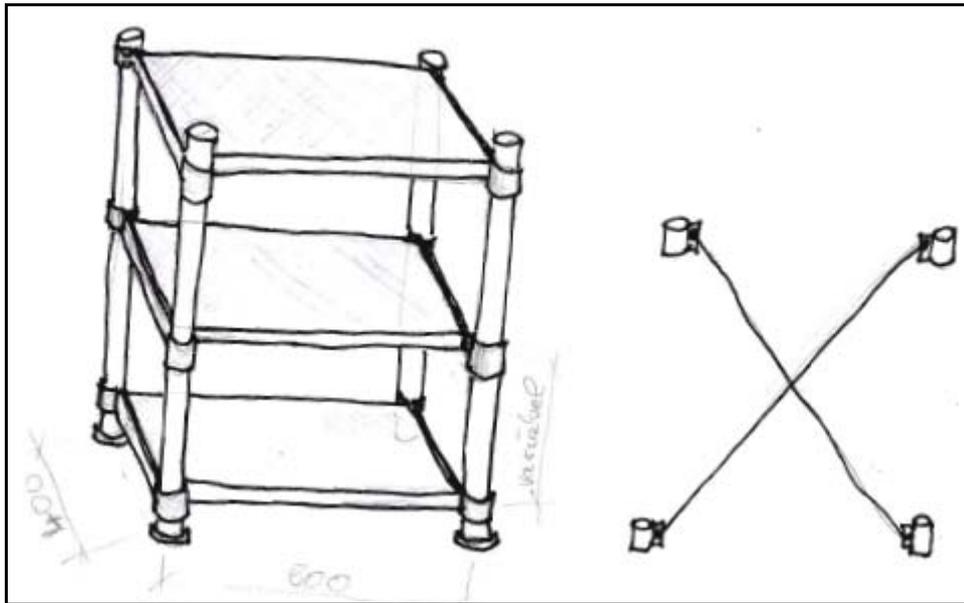


Bild 1-5 - Entwurf 1: Ansicht und Beschlagdetail

Die Stützen bilden die Wickelemente, die vom Boden aus durchgehen. Sie stehen auf verstellbaren Fußelementen und an ihnen werden mit speziellen Beschläge, die einer Rohrschelle ähneln Verbindungshölzer geschraubt und somit jeweils zwei Stützen verbunden. An dieser Querverbindung werden die Fachböden mittels Tablarverbindern befestigt (siehe Bild 1-6). Zur Versteifung des Regals ist ein Kreuz an der Rückseite anzubringen (Bild 1-5 rechts).

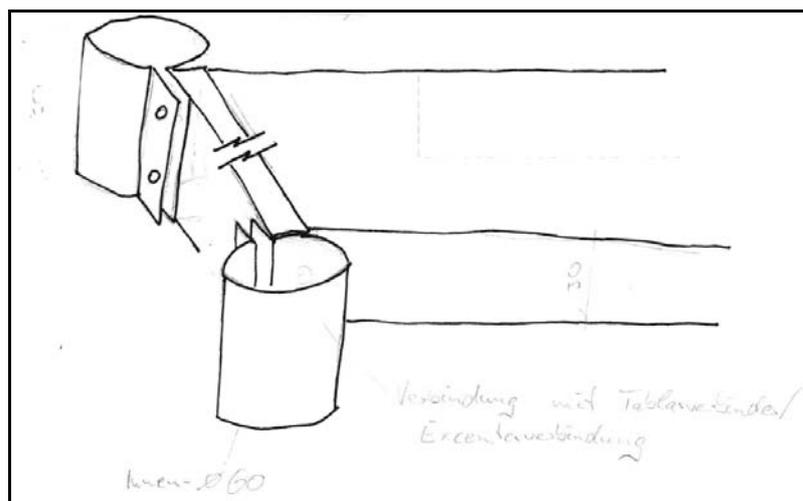


Bild 1-6 - Entwurf 1: Schnittstelle Stütze-Boden

Jedoch bietet dieser Entwurf keine Möglichkeit der Verschließbarkeit einzelner Fächer. Auch ist die Gestalt des Regals sehr simpel, es sind keine großen ästhetischen Gestaltungsvarianten möglich. Die Konstruktion mit den Stützen-

klemmen, dem Kreuz und den Befestigungsschrauben ist sichtbar, des Weiteren schränkt das Kreuz die Benutzung von einer Seite stark ein. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Klemmverbindung schwer dimensionieren ist. Fraglich ist, ob diese Verbindung auf Dauer die Nutzlast von 125 kg/m² gemäß DIN 68874 aushält.

Die Ansicht des zweiten Entwurfes ist auf dem Bild 1-7 dargestellt. Gezeigt ist ein Regalsystem in Modulbauweise.

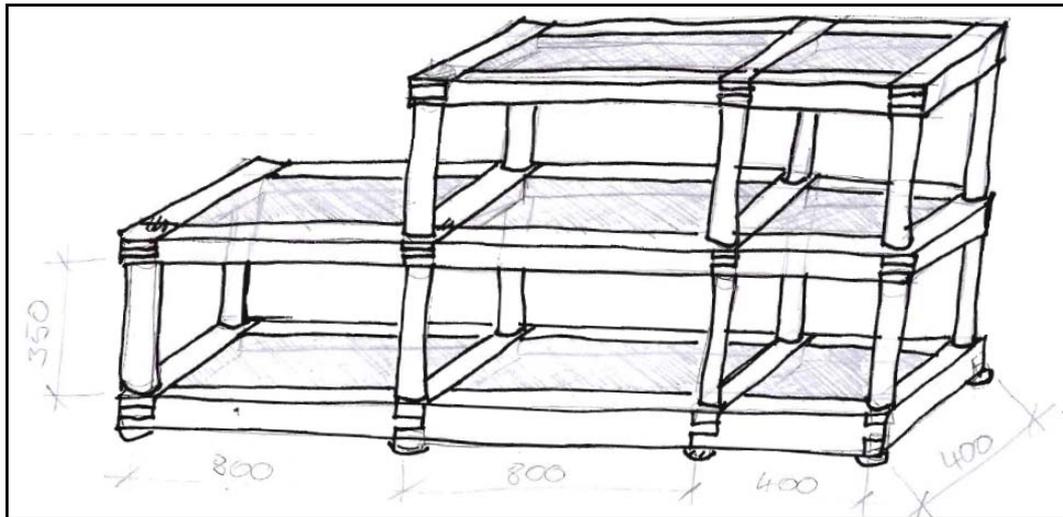


Bild 1-7 - Entwurf 2: Ansicht

Die Wickelelemente bilden die Stützen, eine Konstruktion aus Vollholzleisten trägt die Einlegeböden in Leichtbauweise. Das Regal steht auf justierbaren Möbelfüßen. Die Stützen sind bei dieser Variante eine Fachhöhe lang und werden durch die Konstruktionshölzer gesteckt und so nach oben verlängert (siehe Bild 1-8).

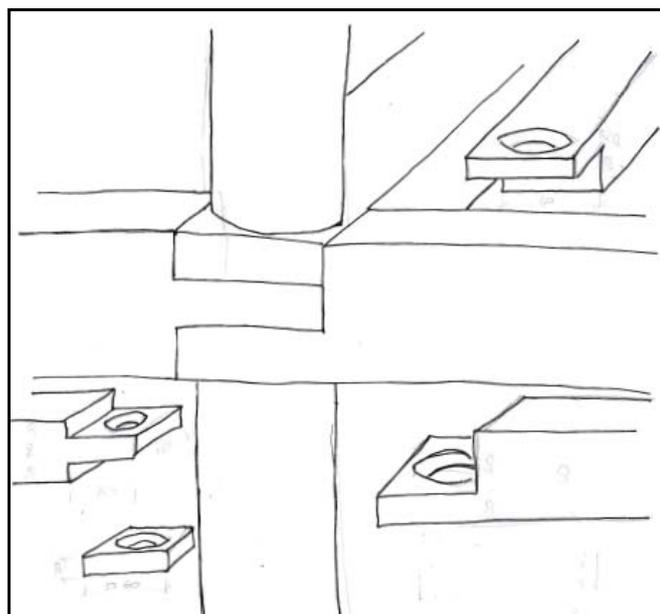


Bild 1-8 - Entwurf 2: Schnittstelle Stütze-Boden

Um eine Auflage zu schaffen und das Verlängern der Stützen zu ermöglichen, ist in die Stütze ein weiteres Wickelement als Führungzapfen verklebt. Der Konstruktionsrahmen ist in der Höhe dreiteilig verzahnt und bildet so, auf die Stütze gesteckt das Auflager für den Fachboden. An Regalrändern dienen Zwischenstücke als Lückenfüller.

Ein Nachteil an dieser Konstruktion ist der Fertigungsaufwand durch die nötigen Toleranzen im Bereich der Schnittstelle Stütze-Konstruktionsrahmen. Die Konstruktionshölzer müssen genau ausgefräst werden, da sich Abweichungen nach oben aufsummieren. Ein erhöhter Fertigungsaufwand besteht auch bei den Wickel-elementen, da der Führungzapfen extra verklebt werden muss. Des weiteren müssen durch die Dreiteilung die Konstruktionshölzer eine gewisse Mindestdicke aufweisen um die Tragfähigkeit nicht zu gefährden. Die horizontalen Elemente des Regals wirken damit in der Summe überdimensioniert. Zudem entstehen durch den Konstruktionsrahmen zusätzliche Fugen, die das Gesamtbild immer beeinflussen.

2 Weiterentwicklung eines Entwurfes

2.1 Optimierung des Entwurfes

Für die weitere Entwicklung ist der zweite Entwurf (Bild 1-7) gewählt worden. Er hat dem ersten gegenüber den Vorteil, dass diese Konstruktion stabiler erscheint, da die Fachböden nicht nur durch reinen Kraftschluss (Reibungswirkung der Schellen) gehalten werden, sondern auf den Wickelelementen aufliegen. Außerdem wirkt der zweite Entwurf hochwertiger und passt somit eher zur angestrebten Kundengruppe. Ein Vorteil ist auch, dass dieses Regalsystem ohne Einschränkung von beiden Seiten bedienbar ist. Dieser Entwurf wurde noch einmal überarbeitet, um einige nachteiligen Aspekte zu beseitigen. Bild 2-1 zeigt die überarbeitete Variante des Regalsystems.

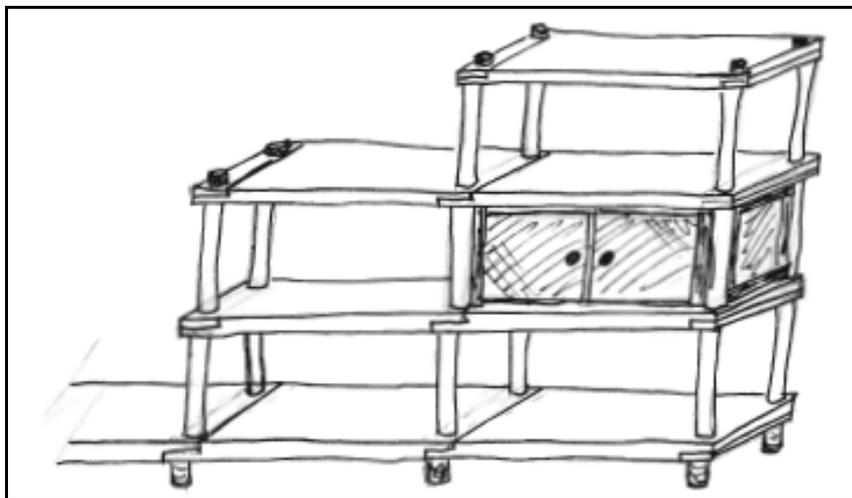


Bild 2-1 - Regalsystem: Ansicht

Auf die aufwendige und klobig wirkende Konstruktionsrahmen-Bauweise wurde verzichtet, die Fachböden an sich sind nun überfälzt verbunden für einfaches Erweitern. Auch die Schnittstelle Stütze-Boden wurde verändert, das Prinzip ist im Bild 2-2 dargestellt.

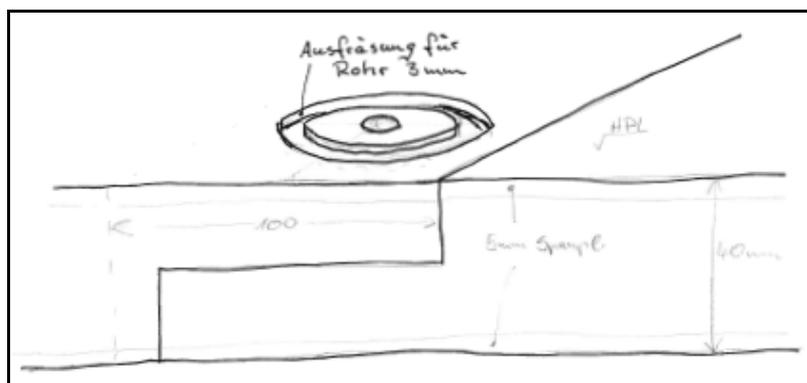


Bild 2-2 - Regalsystem: Schnittstelle Stütze-Boden

Die Wickelemente müssen nun nicht mehr verleimt werden, da die Böden über eine passgenaue Nutausfräsung formschlüssig auf dem Rohr aufliegen. Somit muss zum einen der nötige Zapfen nicht extra gefertigt und gefügt werden, zum anderen müssen die Stützen nicht mehr komplett durch die Böden gestoßen werden, es muss kein großes Loch ausgespart werden. Durch diese Veränderungen verringert sich die Komponentenvielfalt zugunsten einer guten Übersichtlichkeit. Das Grundmodul besteht lediglich aus dem einheitlichen Fachboden, dem nötigen Füllstück für die Regalränder und zwei verschiedenen Rollenlängen. Dabei ist eine kurze Länge für den Sockelbereich gedacht und die längere für den Aufbau der Fachhöhen. Auf mehr Variabilität in der Fachhöhe wurde verzichtet, da die Höhen meist vom Benutzer selbst auf Ordnerhöhe eingestellt werden. Es wird demnach zum einen erwartet, dass mehr Rollenlängen keinen großen Absatz finden, zum anderen steigt durch variierende Fachhöhen die Kompliziertheit in der Erweiterung eines bestehenden Systems, es wären viel mehr verschiedene Komponenten erforderlich.

Als optionales Modul können bei diesem Regaltyp einzelne Fächer verschlossen werden. Dafür werden Holzrahmen angeboten, die sich mittels einer Gegenform zu den runden Wickelementen passgenau ohne Einsatz von Verbindungsmitteln einsetzen lassen (die Prinzipskizze ist auf dem Bild 2-3 zu sehen).

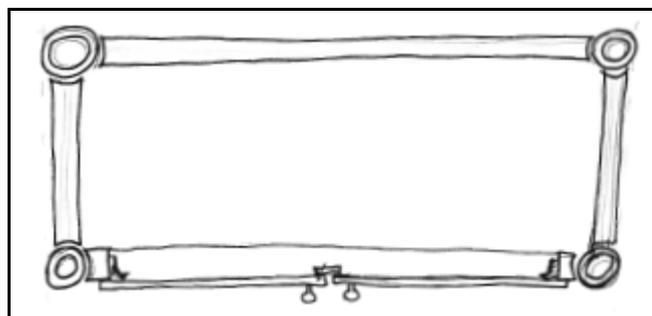


Bild 2-3 - Regalsystem: Ansicht verschließbares Fach als Zusatzmodul

Diese Rahmen nehmen zum einen die Seitenwände und die Rückwand auf. Zum anderen bilden sie auf einer Seite den Anschlag für zwei Drehtüren in Plattenbauweise. Die Türen werden stumpf aufschlagend angebracht, der Mittenschluss ist auch stumpf ausgeführt. Eine Anschlagleiste bietet Staub- und Sichtschutz. Optional lässt sich ein Möbelschloss einbringen.

2.2 Beschlagentwicklung

Die Fachböden liegen mit einer 3 mm Nut auf den Wickelelementen. Damit ist die Standsicherheit nicht gewährleistet. Jede Berührung besonders der hohen Fächer könnte dazu führen, dass die Stützen aus der Nut rutschen und das Regal in sich zusammenfällt. Es sollte also möglichst in sich verspannt werden. Im Bild 2-4 ist der Entwurf einer Beschlaglösung dargestellt.

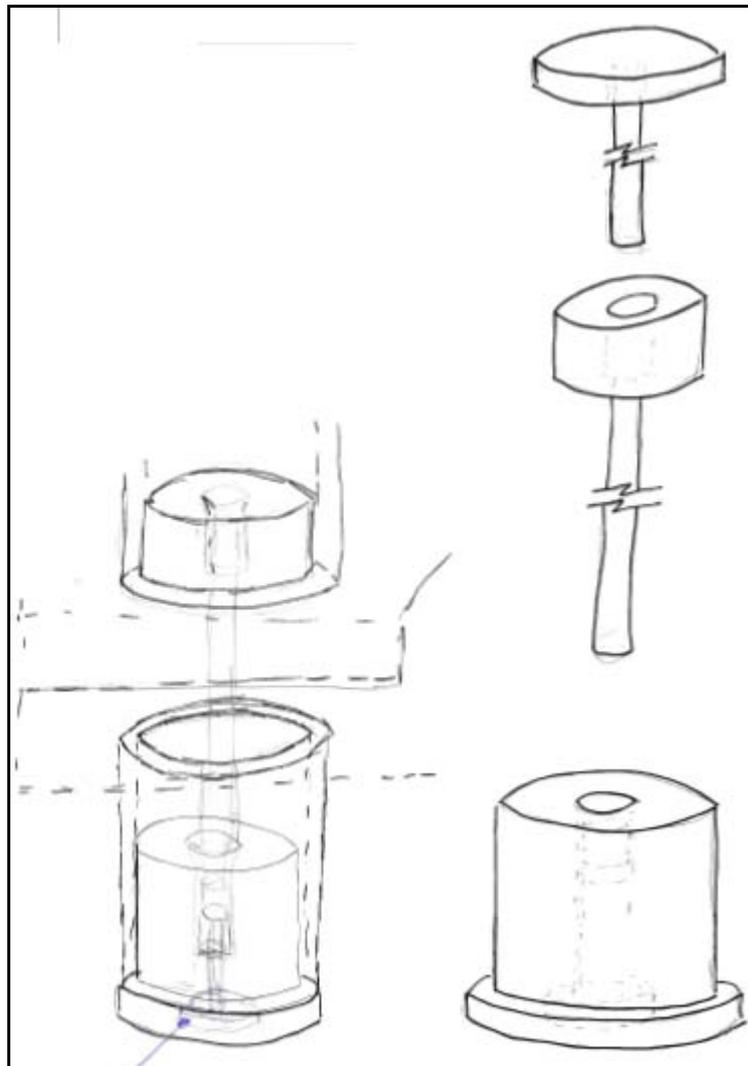


Bild 2-4 - Regalsystem: Beschlagentwicklung

Die hohlen Wickelelemente bieten die Möglichkeit, dass sich in ihnen der Beschlag unsichtbar von außen unterbringen lässt. Bei der gezeigten Idee baut sich der verspannende Beschlag von unten nach oben, Modul für Modul, auf. Zuerst werden die Verstellfüße gesetzt und der erste Fachboden aufgelegt. Durch eine Bohrung im Fachboden lässt sich die Verstellschraube im Fuß drehen und das System genau in Waage stellen. Im Fuß befindet sich des weiteren eine Einschraubmuffe. Mit einer Art Drehknopf, an dem eine Gewindestange befestigt ist, wird durch die Bohrung der unterste Boden mit dem Fuß verspannt. Über dieses Drehteil wird die nächste Stütze

gesteckt und auf diese Weise das gesamte Regal von unten nach oben verschraubt und verspannt. Das oberste Spannungselement muss etwas größer im Durchmesser sein, da es die Nut abdecken soll. Außerdem darf es keine Durchgangsbohrung aufweisen.

2.3 Material- und Farbwahl

Gemäß den Forderungen aus dem Lasten- und Pflichtenheft sowie der Anforderungsliste ergeben sich für die einzelnen Komponenten die folgende Materialfestlegung:

- Böden (Verbundwerkstoff mit einer Gesamtdicke von 40 mm):
 - Decklagen: 5 mm MDF-Platte, da hier eine Ausfräsung stattfindet und die entstehende Fläche bei MDF sauberer ist.
 - Mittellage: 30 mm Wabenkern.
 - Im Bereich der Überfällung sind Vollholz-Einleimer vorzusehen.
 - Schmalflächen sind mit 3 mm ABS beschichtet, alle Kanten sind mit einem Radius von 3 mm zu runden. Die Farbe richtet sich nach der Beschichtung der Breitfläche.
 - Die Breitflächenbeschichtung wird mit HPL durchgeführt. Das HPL-Papier ist matt und in einem Ton auszuwählen.
- Füllstücke:
 - Trägerwerkstoff ist MDF.
 - Die Beschichtung der Breit- und Schmalfläche geschieht genauso, wie bei dem Fachboden.
- Stützen:
 - Runde Wickelelemente aus Pappe.
 - Innendurchmesser 60 mm.
 - Wandstärke 5 mm.
- Rahmen des Zusatzmoduls:
 - Ahorn-massiv, da sich Ahorn mit verhältnismäßig geringem Aufwand deckend lackieren lässt.
 - Oberfläche matt lackiert.
- Tür und Füllung des Zusatzmoduls:
 - Spanplatte 19 mm.
 - Beschichtung einfarbig matt mit HPL-Papier.

- Schmalflächenbeschichtung der Türen mit 3 mm ABS, 3 mm gerundet in der gleichen Farbgebung wie die Breitfläche.
- Anschlagleiste der Tür Ahorn massiv, deckend lackiert.
- Anschlag der Tür mit Topfscharnier.

Für das Regalsystem sollen folgende drei Varianten mit jeweils zwei verschiedenen Farben angeboten werden. Dabei sind die horizontalen Elemente (Fachböden) jeweils in einer Farbe und die vertikalen (Stützen, Zusatzmodul) in der anderen. Alle Farben werden matt ausgeführt.

- Variante 1:
 - Horizontale Elemente: dunkles Grau,
 - Vertikale Elemente: helles Grau.
- Variante 2:
 - Horizontale Elemente: Rot,
 - Vertikale Elemente: Hellorange.
- Variante 3:
 - Horizontale Elemente: Himmelblau,
 - Vertikale Elemente: helles Türkis.

2.4 Dimensionierung

Wichtig bei Regalen, die auch freistehend zum Einsatz kommen sollen, ist die Standsicherheit. Der DIN-Fachbericht 147 trifft dazu folgende Anforderungen:

- Das Regal muss lotrecht aufgestellt sein,
- Die Höhe darf das Fünffache der Sockeltiefe nicht überschreiten.

Die erste Forderung wird durch die verstellbaren Füße gewährleistet. Die Möglichkeit, das Regal genau austarieren zu können, ist nach diesem Fachbericht unabdingbar. Zum einen besteht durch Kippeln die Gefahr des Aufschaukelns, zum anderen muss der Schwerpunkt für eine optimale Standsicherheit nach allen Seiten möglichst genau in der Regalmitte liegen.

Die zweite Forderung lässt sich durch eine einfache Rechnung nachprüfen:

$$\text{maximale Regalhöhe} = \text{Sockeltiefe} \cdot 5 = 560 \text{ mm} \cdot 5 = \underline{\underline{2.800 \text{ mm}}}$$

Bei der Auslieferung des Regales müssen die Kunden darauf hingewiesen werden, dass das Regal nicht über 2,80 m zu planen ist.

Die DIN 68874 für Einlegeböden sieht für den Bürobereich eine Nutzlast von 125 kg/m² vor. Aus vorwiegend ästhetischen Gründen, aber auch damit die Funktionsfähigkeit der Türen gegeben bleibt, soll eine Durchbiegung von 3 mm nicht überschritten werden. Die zu erwartende Durchbiegung unter dieser Last berechnet sich wie folgt:

$$f_{\text{Biegung}} = \frac{l^4 \cdot q}{32 \cdot E \cdot h^3}$$

f_{Biegung} - zu erwartende Durchbiegung
 l - Einspannlänge
 q - Flächengewicht (Nutzlast)
 E - E-Modul
 h - Bauteilhöhe

In Bild 2-5 ist der Fachboden mit allen relevanten Belastungsgrößen gezeigt.

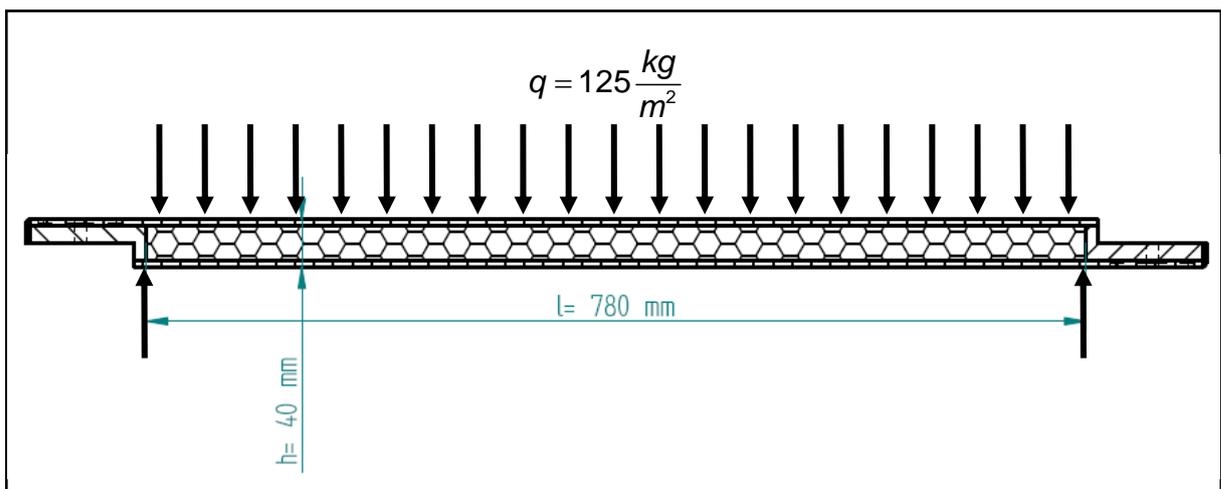


Bild 2-5 - Fachboden mit Belastungsgrößen

Als E-Modul wird für die Platte ein Wert von 1.697 N/mm² angenommen. Dieser Wert ist aus der Quelle <http://www.stephanhug.de> für eine 37 mm starke Wabenplatte und 5,3 mm Spanplatten-Deckschicht entnommen. Es wird angenommen, dass eventuelle Abweichungen zu vernachlässigen sind. Zudem soll diese Berechnung im Entwicklungsprozess nur überschlägig durchgeführt werden.

Es ergibt sich mit den Werten folgende Durchbiegung:

$$f_{\text{Biegung}} = \frac{l^4 \cdot q}{32 \cdot E \cdot h^3} = \frac{780^4 \text{ mm}^4 \cdot 125 \text{ kg} \cdot \cancel{\text{mm}^2}}{\cancel{\text{m}^2} \cdot 32 \cdot 1.697 \text{ N} \cdot 40^3 \text{ mm}^3} \cdot \frac{9,81 \text{ N}}{\cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{\cancel{\text{m}^2}}{1.000.000 \cancel{\text{mm}^2}} = \underline{\underline{0,13 \text{ mm}}}$$

Diese Berechnung zeigt, dass sich der konstruierte Fachboden bei der zu erwartenden Nutzlast nur minimal durchbiegen wird. Mit diesem ersten Nachweis lässt sich ein Prototypenbau rechtfertigen. Dieser Prototyp muss dann unter realen Umständen und unter Beachtung der Normen geprüft werden. Nur auf diese Weise lassen sich Mängelrückforderungen von Kunden einerseits und Imageverlust andererseits vermeiden. Dieses Regalsystem soll im Alltag auf lange Zeit nutzbar sein, das kann nur mit einer intensiven Prüfung sicher gestellt werden.

3 Fertigungsvorbereitung

3.1 Konstruktionszeichnungen

Die Konstruktionszeichnungen für das Regalsystem befinden sich in der Anlage dieses Beleges. In der ersten Anlage sind zwei mögliche Kombinationsvarianten gezeigt. Aufgrund der großen Variabilität der Modulbauweise können nicht alle möglichen Aufbausituationen gezeigt werden. Der Gestaltungsvielfalt sind hier keine Grenzen gesetzt.

In der Anlage 2 (Blatt 1 bis 3) sind zwei Detailschnitte durch ein Beispielregal mit Zusatzmodul abgebildet.

Die Anlage 3 zeigt eine Explosionszeichnung dieses Beispielregales. Hier ist das Montageprinzip ersichtlich, auch sind alle Einzelteile nummeriert und beschrieben.

Auf den Blättern 1 bis 6 der Anlage 4 befinden sich alle Einzelteilzeichnungen der Komponenten. Die Nummerierung der Positionen richtet sich dabei an der Nummerierung in Anlage 3.

3.2 Stückliste

Dieses Regalsystem ist speziell für die Modulweise entwickelt, um eine große Variabilität und Erweiterbarkeit zu bieten. Deshalb müssen die Stücklisten auch auf dieses Modulprinzip abgestimmt sein.

Bild 3-1 zeigt die Stückliste im Baukastenprinzip. Die Mengen beziehen sich dabei auf eine Einheit der übergeordneten Ebene.

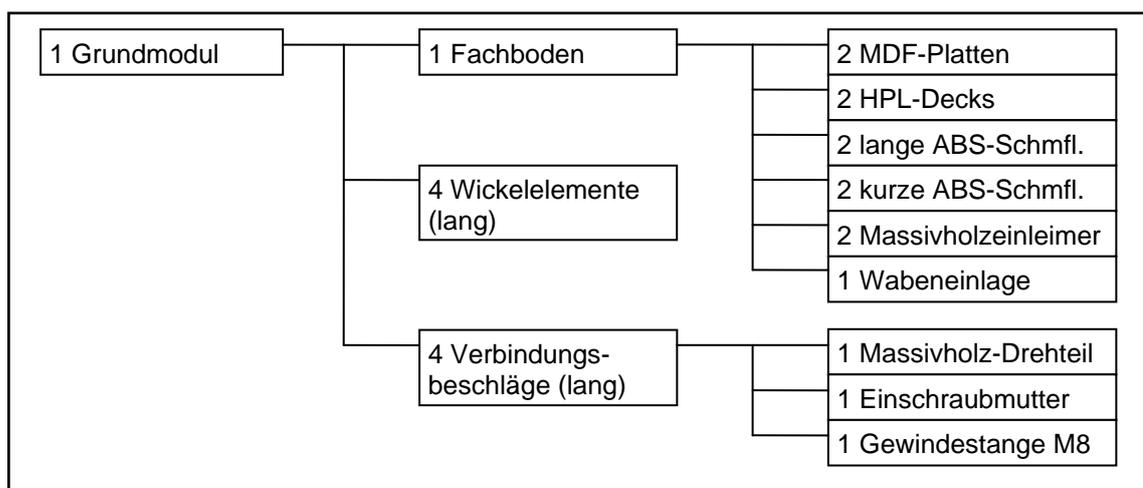


Bild 3-1 - Stückliste des Grundmoduls

Das Sockelmodul ist das zweite Modul, das zur Aufstellung des Regals unabdingbar ist. Die Stückliste für das Sockelmodul gliedert sich nach Bild 3-2.

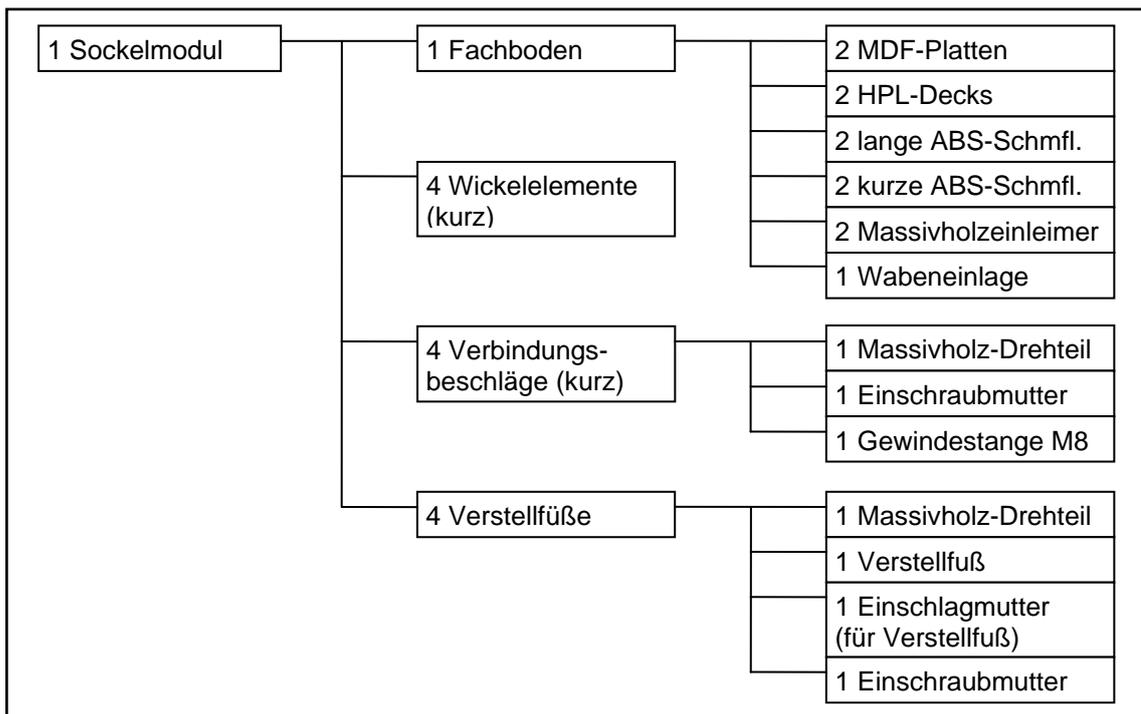


Bild 3-2 - Stückliste des Sockelmoduls

Das Füllholz ist das einzige Bauteil, das nicht in ein Modul eingegliedert werden kann, da die Anzahl des Füllstückes nicht von der Gesamtbreite abhängt, bei einer großen Breite aber deutlich mehr andere Module verbaut werden. Die Anzahl steht also mit keinem Modul in Zusammenhang, sie muss separat individuell ermittelt werden. Die Stückliste des Füllholzes gliedert sich nach Bild 3-3.

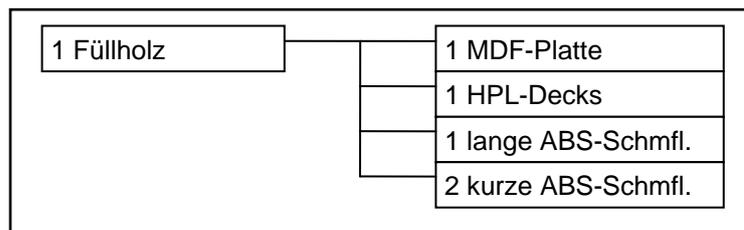


Bild 3-3 - Stückliste des Füllholzes

Um besser auf Kundenwünsche eingehen zu können, wurde als Zusatzelement das verschließbare Modul entwickelt. Seine Stückliste ist auf dem Bild 3-4 zu sehen.

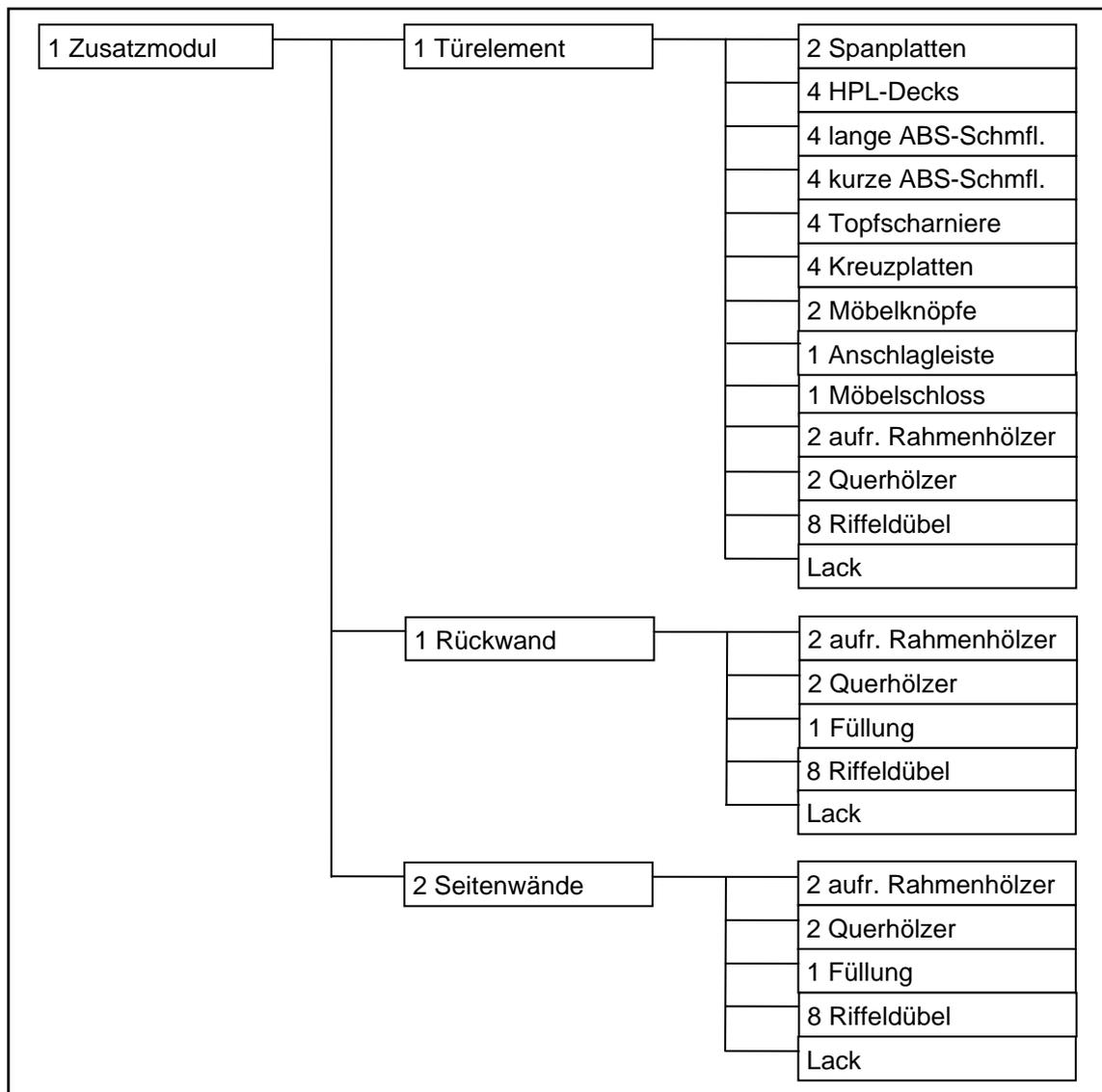


Bild 3-4 - Stückliste des Zusatzmoduls

Wenn Regale bestellt werden, können diese Stücklisten, mit der richtigen Menge versehen, direkt in die Fertigung gegeben werden. Es ist nur noch die Angabe notwendig, welche Farbvariante gewünscht ist. Die gefertigten Regalteile werden anschließend nach Modulen verpackt und für eine Baustellenmontage versandt. Für die Montage ist lediglich ein Schlitzschraubendreher nötig um die Verstellerschrauben der Sockelfüße auszutarieren. Die vertikale Verspannung durch die Wickelteile kann per Hand erfolgen, da die Drehteile gut zu greifen sind. Ein Aufbau zu zweit wird empfohlen, da das Regal zum einen hoch gebaut werden kann und zum anderen lassen sich so die Fachböden besser auf die Stützen fädeln.

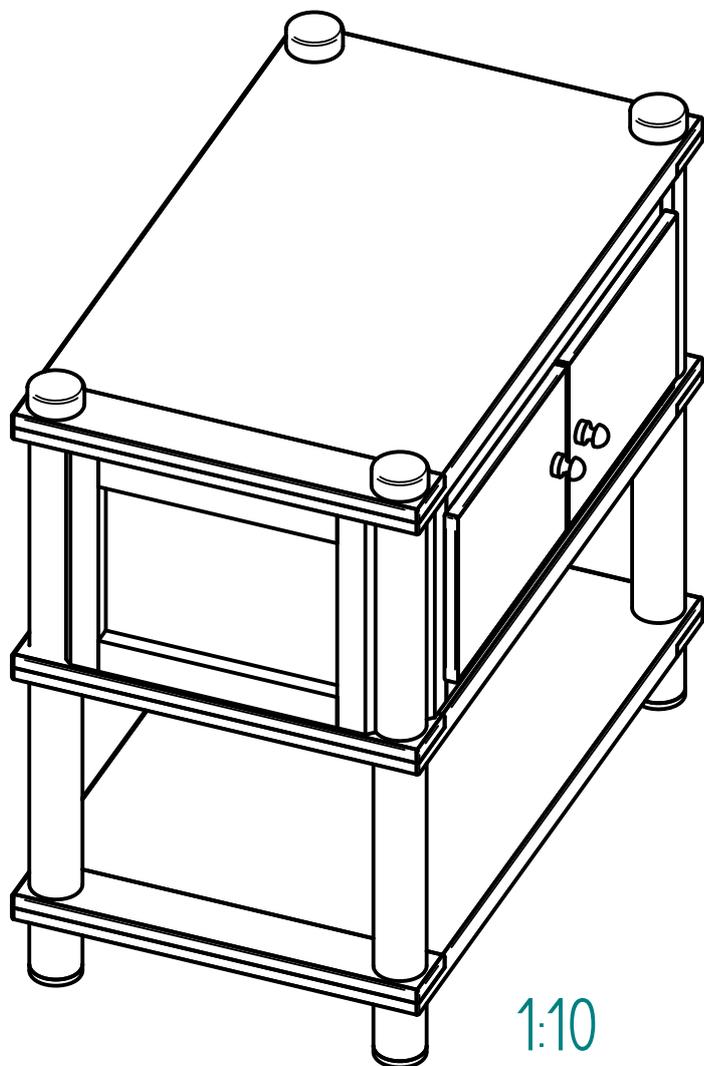
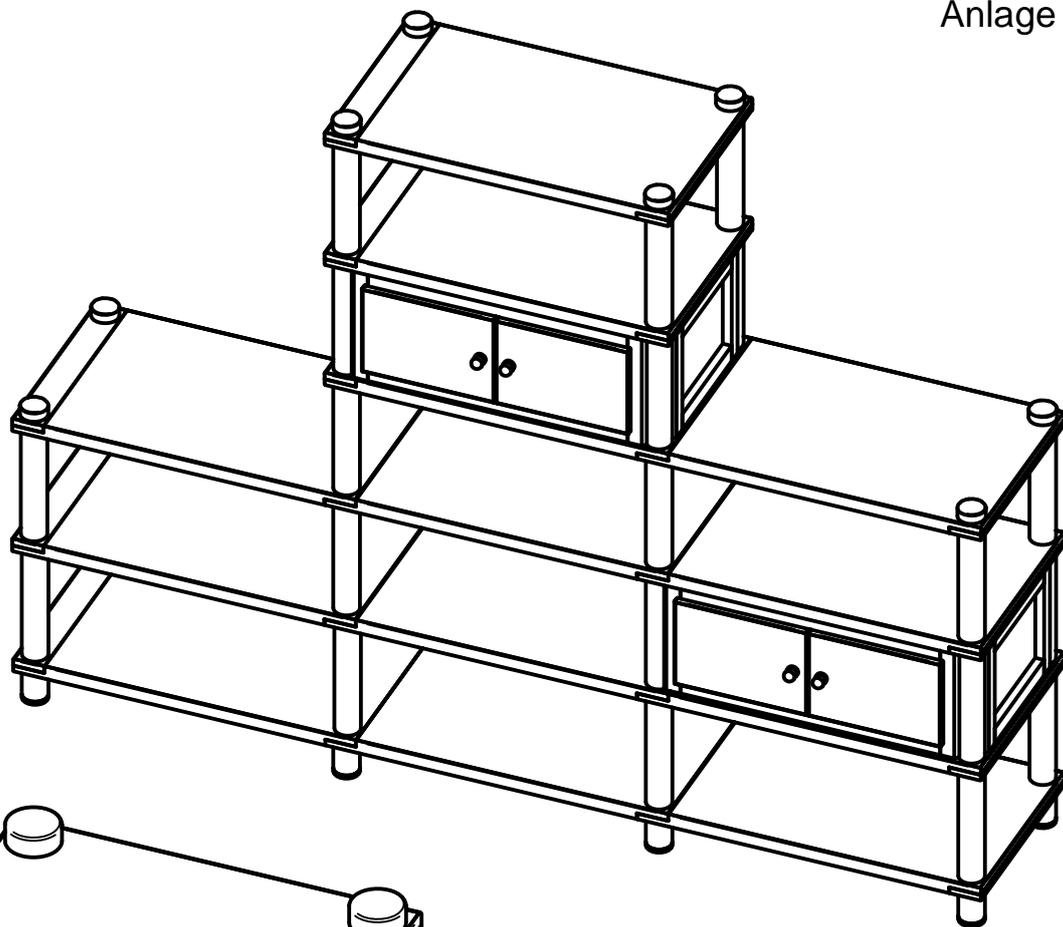
Abbildungsverzeichnis

Bild 1-1 – Aktenregal im Stecksystem (Quelle: http://www.elbetec.com)	5
Bild 1-2 – Aktenregal mit Rückwand (Quelle: http://www.bueromoebelwerksverkauf.de)	6
Bild 1-3 - Modulares Aktenregal (Quelle: http://www.regalsystem-max.de).....	7
Bild 1-4 – Aktenregal in Plattenbauweise (Quelle: http://www.topdeq.de)	8
Bild 1-5 - Entwurf 1: Ansicht und Beschlagdetail	11
Bild 1-6 - Entwurf 1: Schnittstelle Stütze-Boden	11
Bild 1-7 - Entwurf 2: Ansicht	12
Bild 1-8 - Entwurf 2: Schnittstelle Stütze-Boden	12
Bild 2-1 - Regalsystem: Ansicht.....	14
Bild 2-2 - Regalsystem: Schnittstelle Stütze-Boden	14
Bild 2-3 - Regalsystem: Ansicht verschließbares Fach als Zusatzmodul	15
Bild 2-4 - Regalsystem: Beschlagentwicklung	16
Bild 2-5 - Fachboden mit Belastungsgrößen	19
Bild 3-1 - Stückliste des Grundmoduls	21
Bild 3-2 - Stückliste des Sockelmoduls.....	22
Bild 3-3 - Stückliste des Füllholzes.....	22
Bild 3-4 - Stückliste des Zusatzmoduls.....	23

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Ansichten
Anlage 2	Detailschnitte
Anlage 3	Explosionszeichnung
Anlage 4	Einzelzeichnungen

1:20



1:10

Bezeichnung/ Bauteil

Ansichtsvarianten Regalsystem

Zeichn.-Nr.

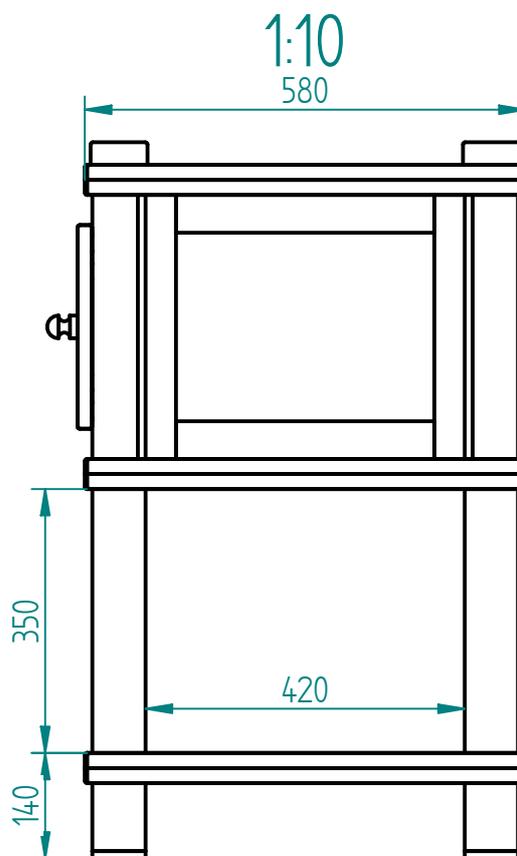
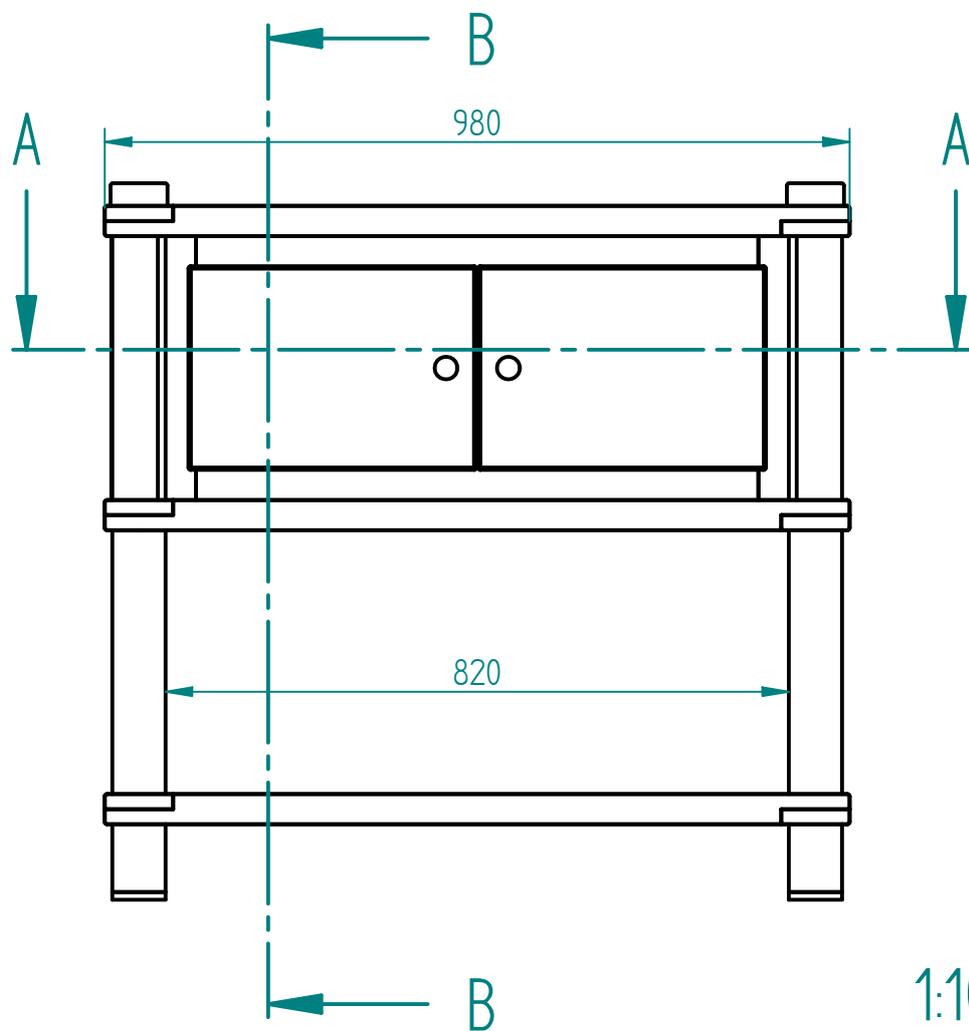
00-01

Material

gezeichnet

Wickelelemente, Waben-Verbundwerkstoff, Vollholz

F. Knorr



Bezeichnung/ Bauteil

Ansicht Regalsystem mit Detailschnitten Zusatzmodul

Material

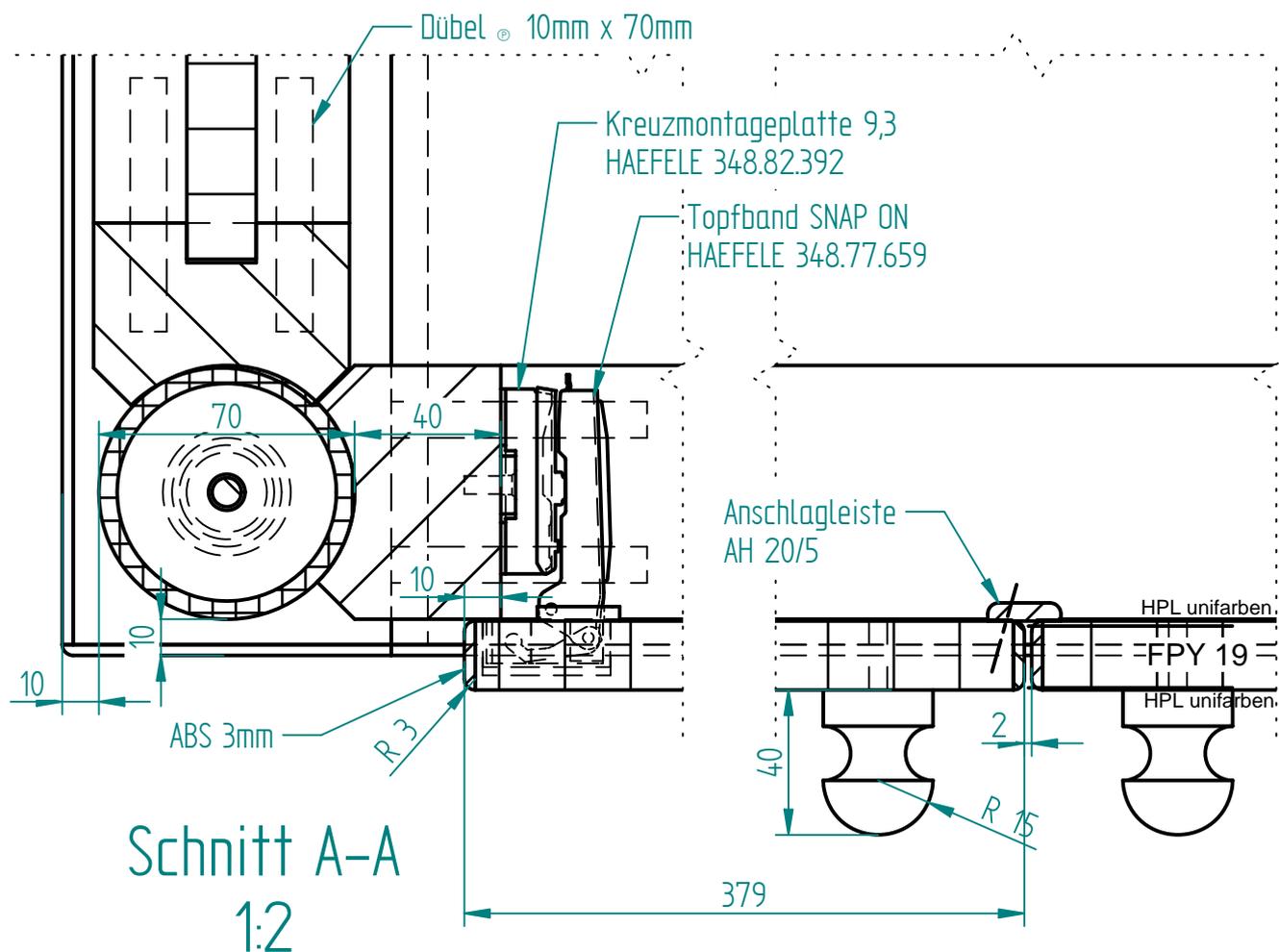
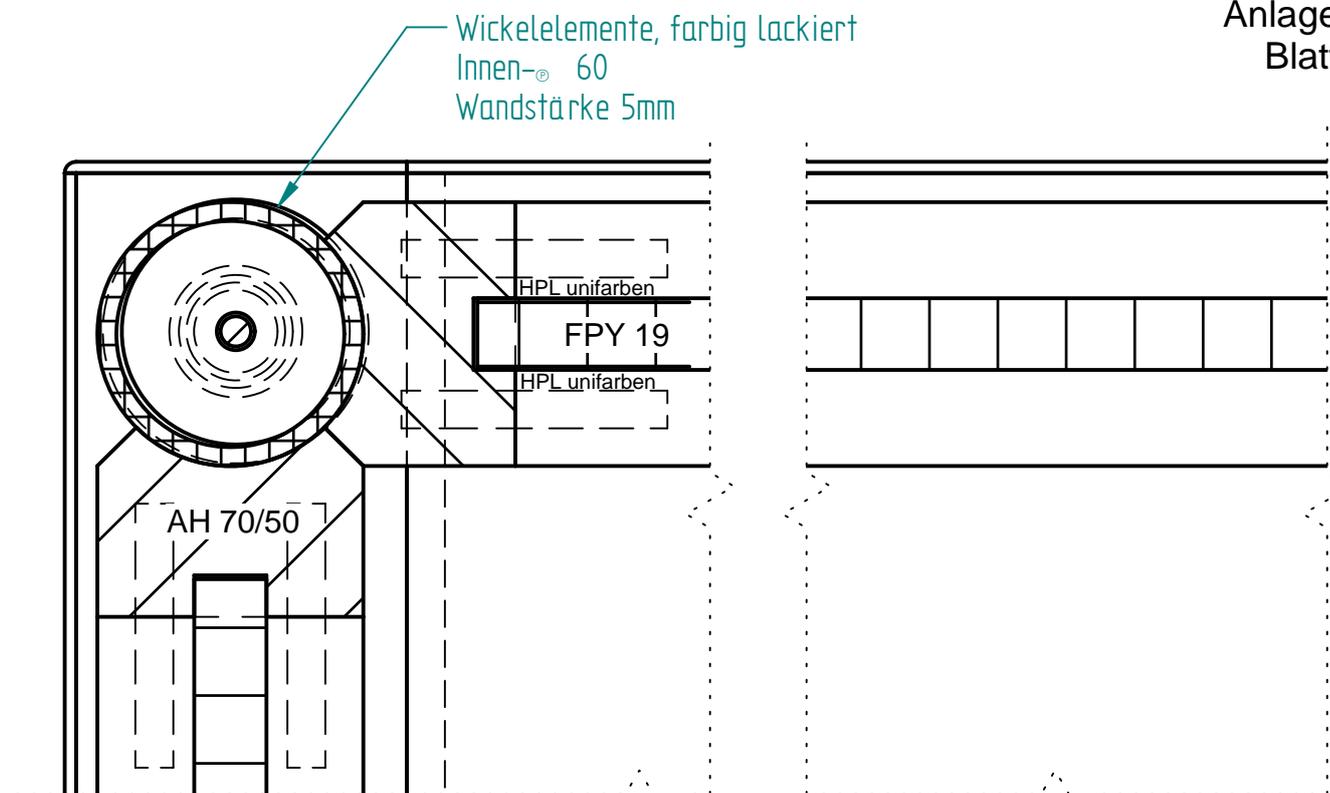
Wickelelemente, Waben-Verbundwerkstoff, Vollholz

Zeichn.-Nr.

01-01

gezeichnet

F. Knorr



Bezeichnung/ Bauteil

Detailschnitte Zusatzmodul

Material

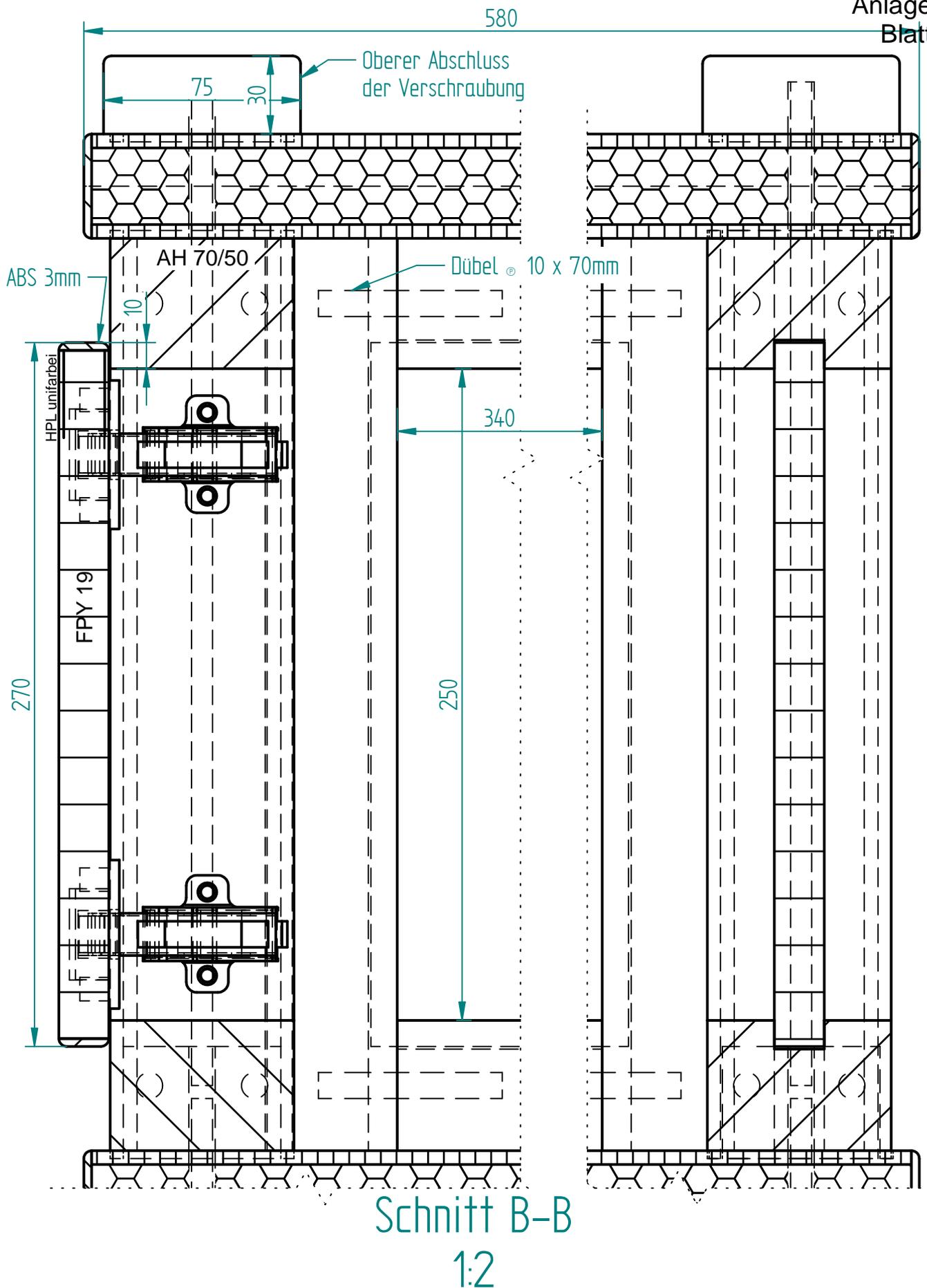
Wickelemente, Waben-Verbundwerkstoff, Vollholz

Zeichn.-Nr.

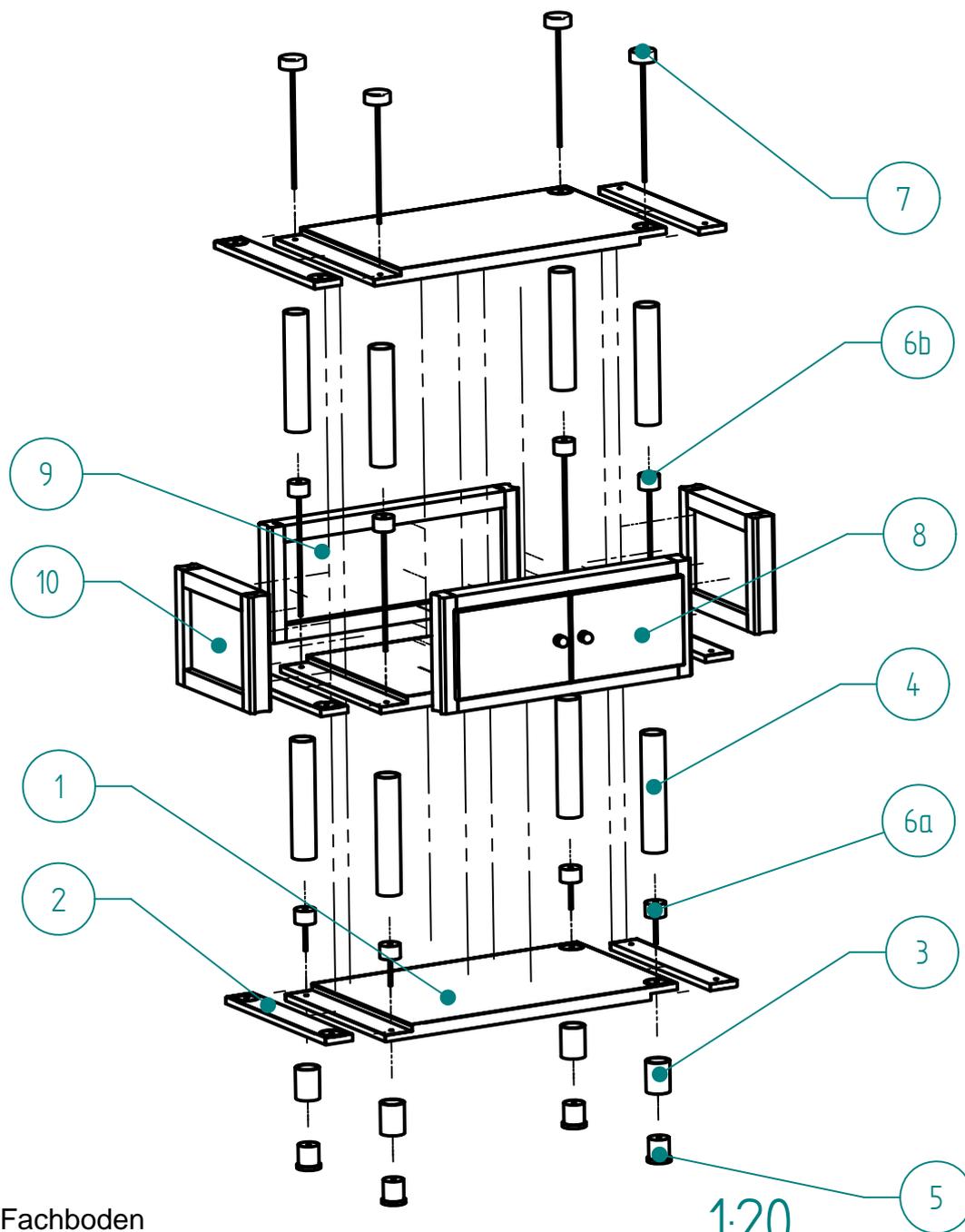
01-02

gezeichnet

F. Knorr



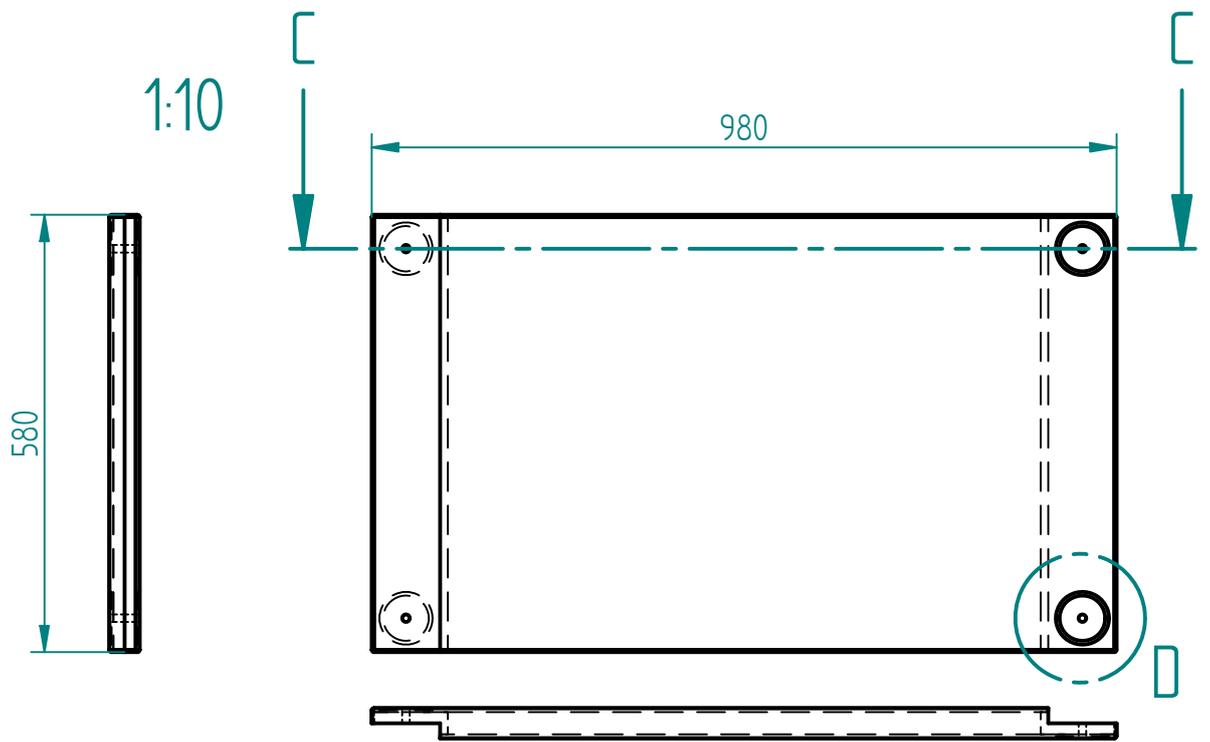
Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Detailschnitte Zusatzmodul	01-03
Material	gezeichnet
Wickelelemente, Waben-Verbundwerkstoff, Vollholz	F. Knorr



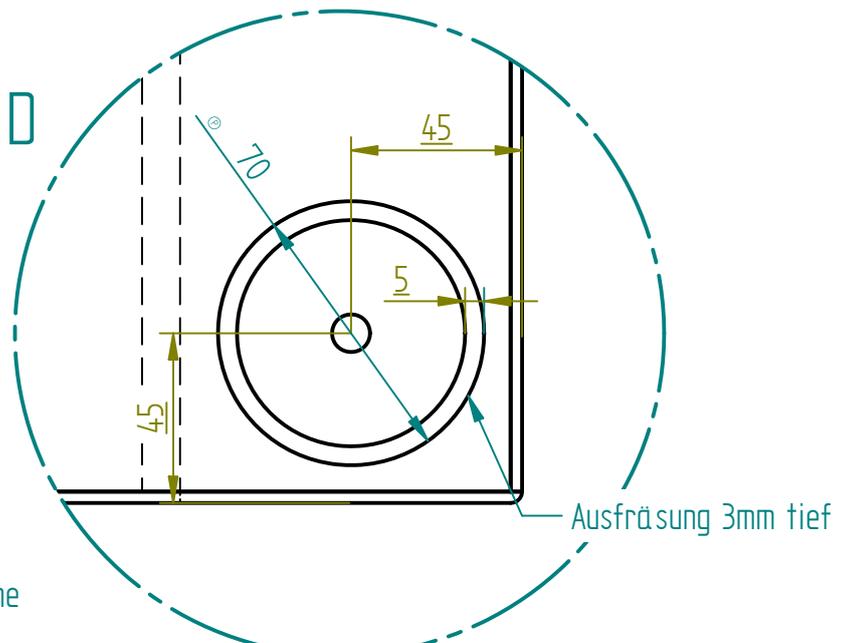
- 1 - Fachboden
- 2 - Füllholz
- 3 - Sockelrohr
- 4 - Fachstütze
- 5 - Sockelfuß, verstellbar
- 6 - Verschraubungsbeschlag
- 7 - Endverschraubung
- 8 - Zusatzmodul: Türelement
- 9 - Zusatzmodul: Rückwand
- 10 - Zusatzmodul: Seitenwand

1:20

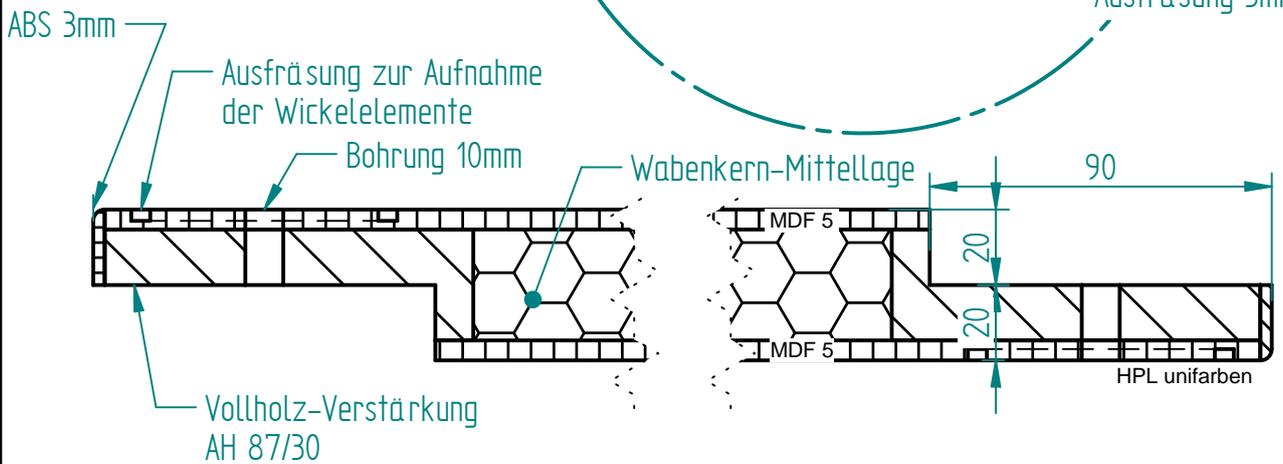
Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Explosionszeichnung mit Komponentenbeschriftung	02-01
Material	gezeichnet
Wickelelemente, Waben-Verbundwerkstoff, Vollholz	F. Knorr



DETAIL D
1:2

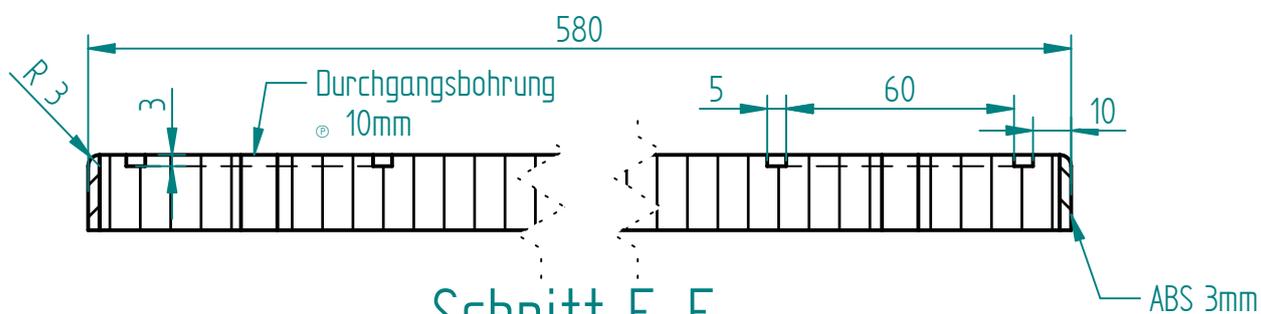
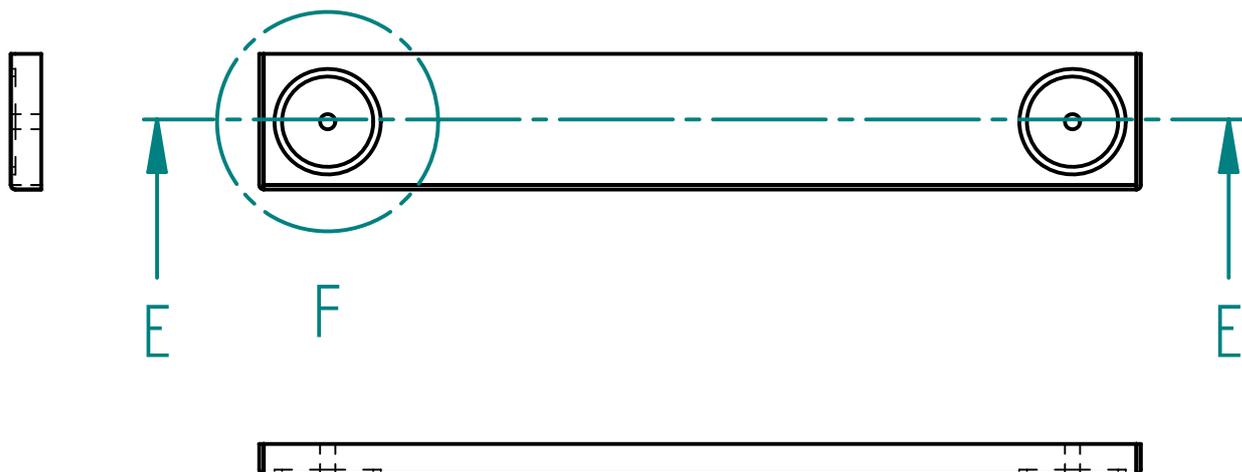


Schnitt C-C
1:2

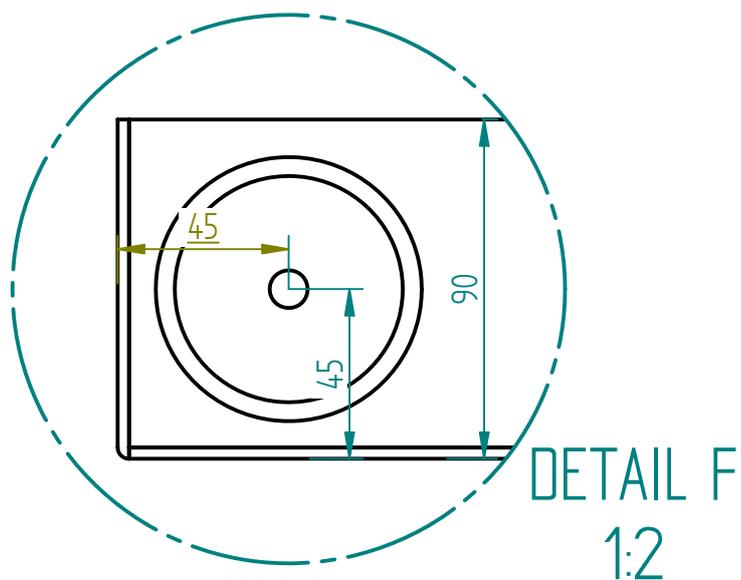


Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Einzelzeichnung Pos. 1 - Fachboden	03-01
Material	gezeichnet
MDF-Platte mit Wabenkern, Vollholz-Verstärkung	F. Knorr

1:5

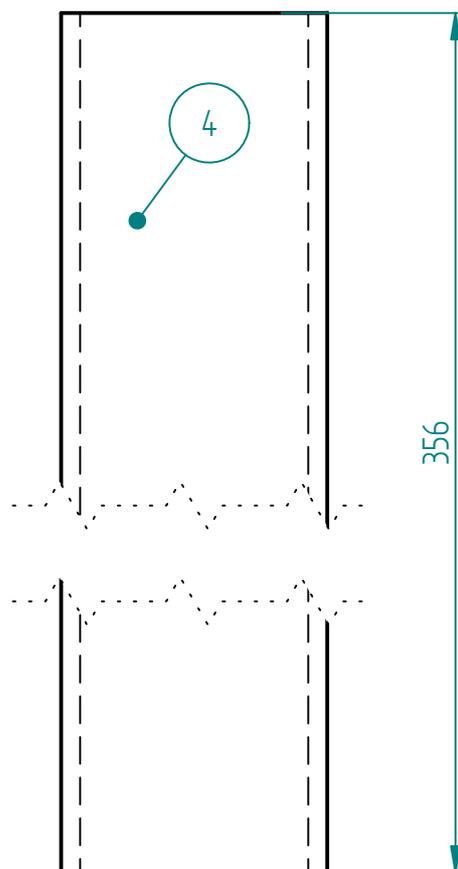
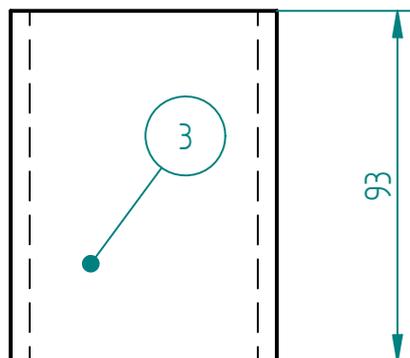


Schnitt E-E
1:2

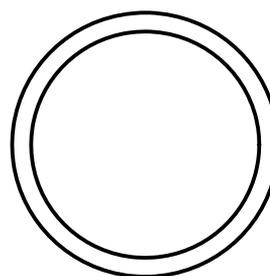
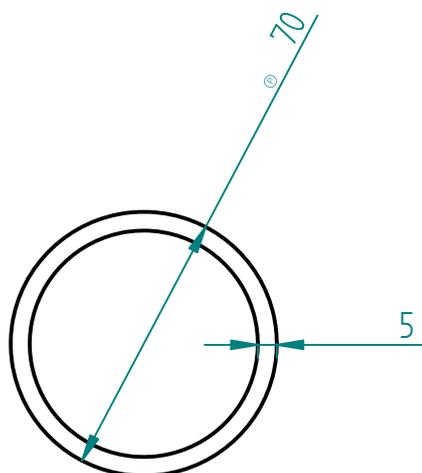


DETAIL F
1:2

Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Einzelzeichnung Pos.2 - Füllholz	04-02
Material	gezeichnet
MDF-Platte, ABS-Schmalflächenbeschichtung	F. Knorr

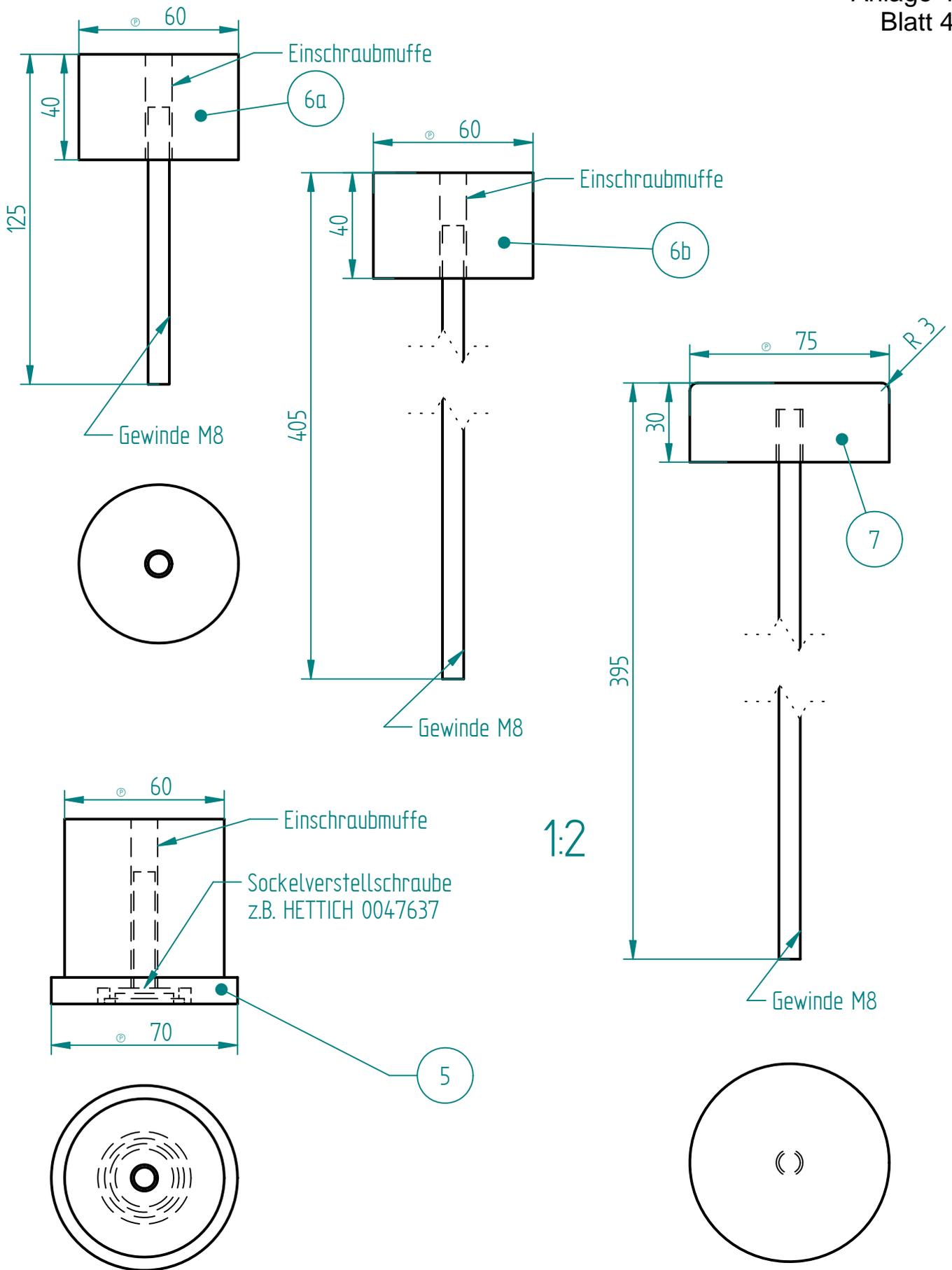


1:2

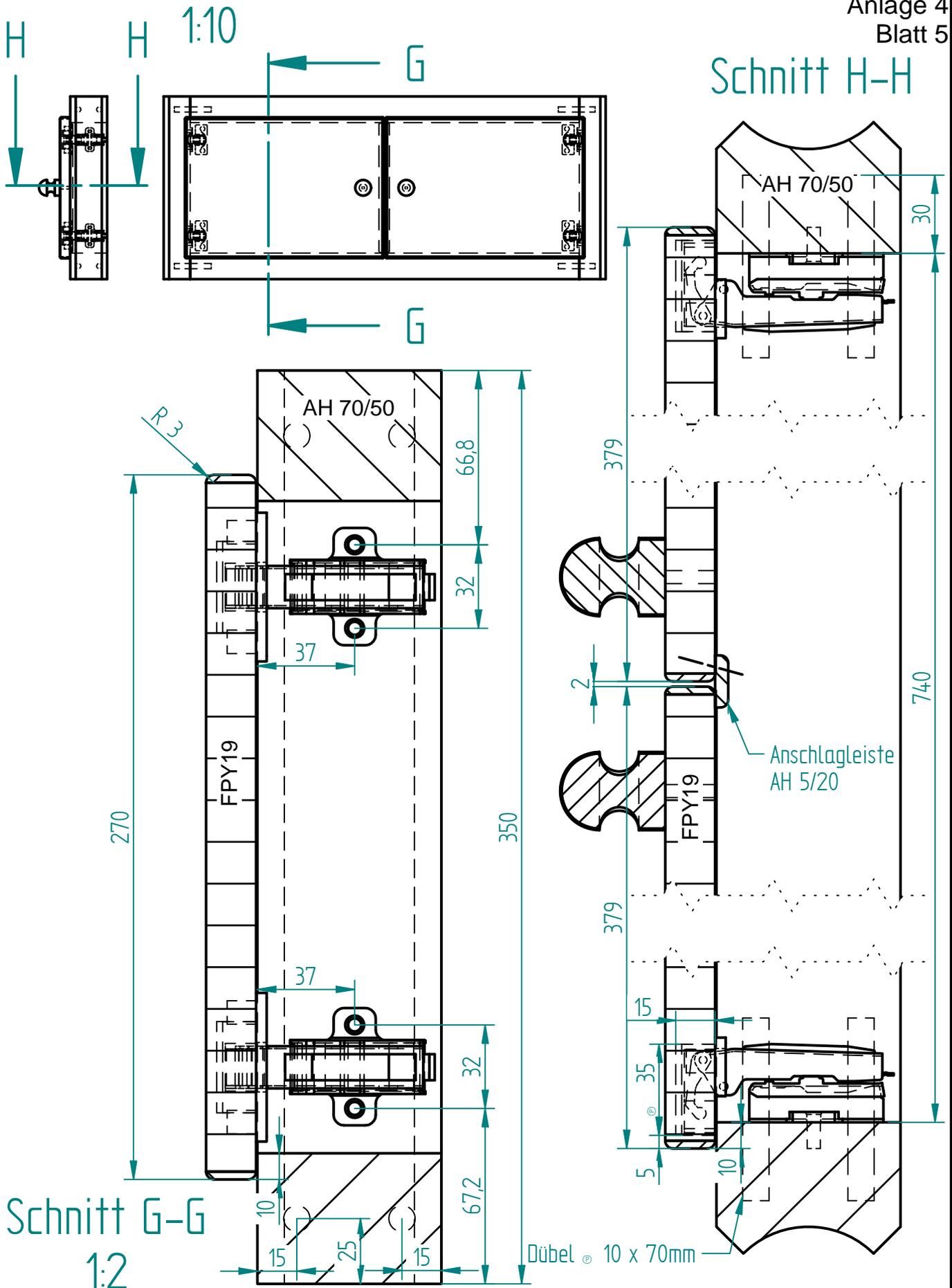


Bezeichnung/ Bauteil
Einzelzeichnung Pos.3 & 4 - Stützen
Material
Wickelemente aus Pappe, lackiert

Zeichn.-Nr.
04-03
gezeichnet
F. Knorr



Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Einzelzeichnung Pos. 5, 6 & 7 - Beschlaglösung	04-04
Material	gezeichnet
Vollholz, Metall-Zukaufteile	F. Knorr



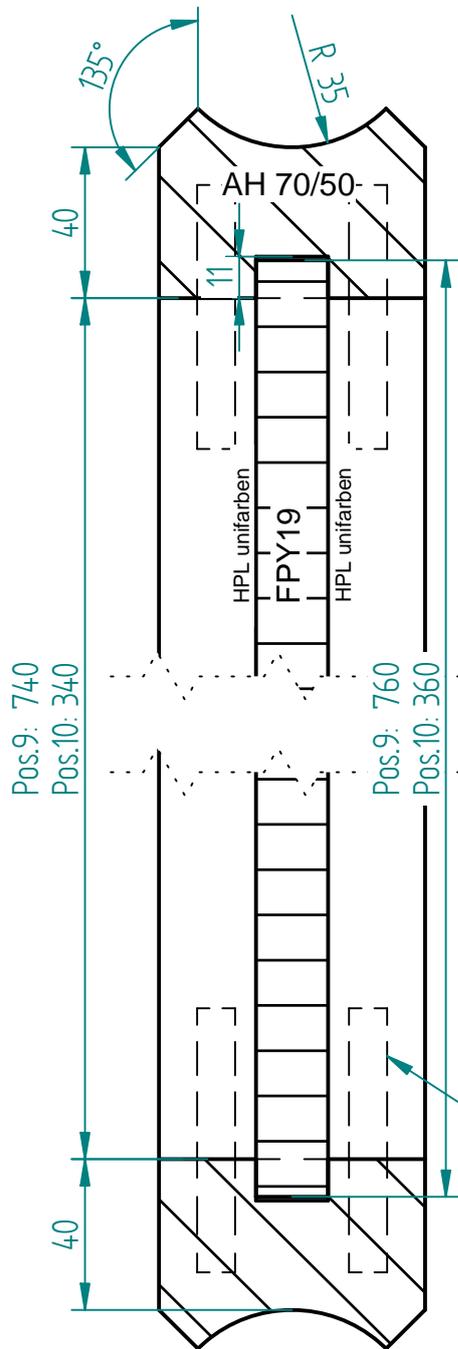
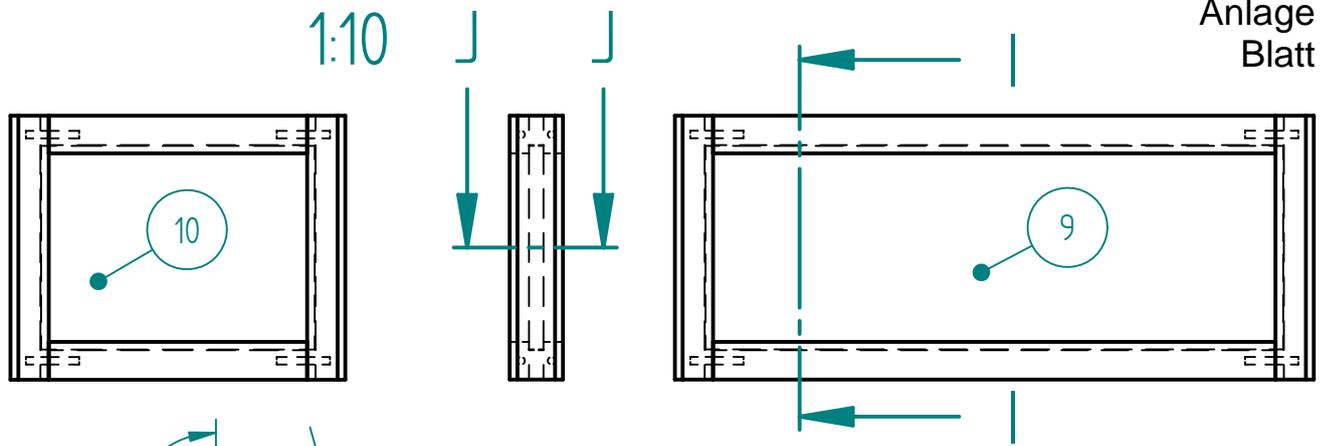
Schnitt G-G
1:2

Schnitt H-H

Anschlagleiste
AH 5/20

Dübel \varnothing 10 x 70mm

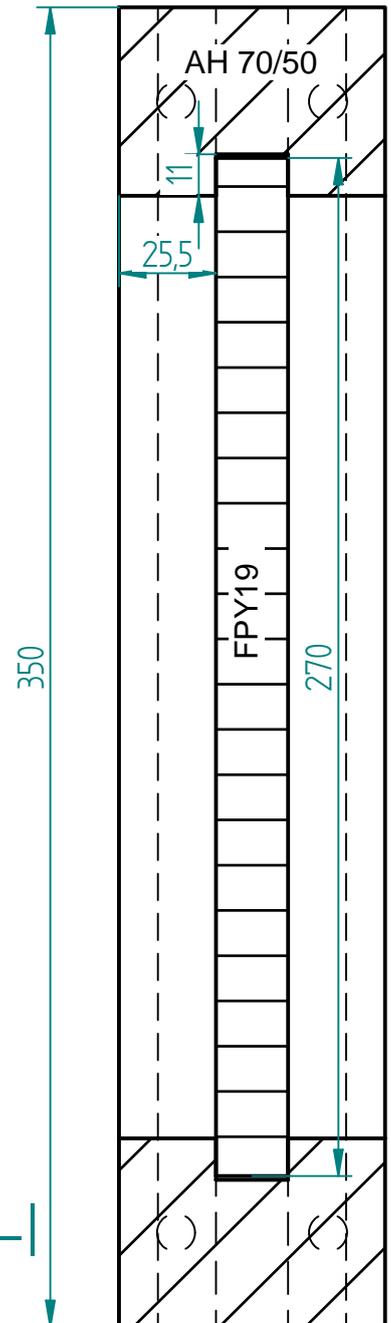
Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Einzelzeichnung Pos 8 - Türelement	04-05
Material	gezeichnet
Spanplatte mit 3mm ABS, Vollholz, Beschläge	F. Knorr



Schnitt J-J
1:2

Dübel \varnothing 10 x 70mm

Schnitt I-I
1:2



Bezeichnung/ Bauteil	Zeichn.-Nr.
Einzelzeichnung Pos. 9 & 10 - Seiten- und Rückwand	04-06
Material	gezeichnet
Spanplatte mit 3mm ABS, Vollholz, Dübel	F. Knorr