



# Universal-Prüfmaschine

## Handout

Stand: Mai 2011

### 1 Daten zu Maschine und Versuchsfeld

|                                             |                                                            |                            |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Maschinenabmessungen</b>                 | 7,3m x 5,7m x 2,3m                                         |                            |
| <b>Maximalkraft der 6 Hydraulikzylinder</b> | 630kN, 1.0MN, 2.0MN                                        | unabhängig regelbar        |
| <b>Versuchsfeldgröße</b>                    | 2,5m x 1,5m                                                | alternativ 1m x 1m geplant |
| <b>Probenform</b>                           | eben oder gekrümmt                                         | mit Einspannung variabel   |
| <b>Stringer- und Spantabstand</b>           | variabel                                                   | inkl. Drucklasteinleitung  |
| <b>Belastungsart der Probe</b>              | Zug/Druck, Schub in jeder Weise kombinierbar               | mehrachsig, zyklisch       |
| <b>Schubspannungsaufprägung</b>             | Kombination aus vertikalen und horizontalen Schubzylindern |                            |

### 2 Möglichkeiten der Maschine

Im Rahmen eines Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird eine Prüfmaschine am IFL entworfen und gebaut, mit der nicht nur einzelne Komponenten zur Grundlagenforschung, sondern ebenso kleinere Baugruppen, sowie Strukturen inklusive Versteifungen mit einer Abmessung von 2,5m x 1,5m getestet werden können. Dabei sollen die Versuchskörper zyklisch unter kombinierter Normal- und Schubkraft belastet werden können.

Die Normalkraft wird dabei von einem 2MN-Zylinder aufgebracht, der mittig oben auf einem festen Querhaupt sitzt (vgl. Abbildung 1f). Die Schubkraft wird von einem 1MN-Zylinder aufgebracht, der in horizontaler Lage auf einem seitlichen Gestell montiert ist. Um in einem großen Bereich des Versuchsfeldes einen homogenen Schubspannungszustand zu erreichen, besitzt die Universal-Prüfmaschine zudem vier 0,63MN-Zylinder auf dem festen Querhaupt, mit deren Hilfe bei Bedarf vertikaler Schub in das Versuchsfeld eingeleitet werden kann (vgl. ebenfalls Abbildung 1f). Die einzelnen Zylinder sind völlig unabhängig von einander regelbar und können Lasten sowohl statisch, als auch zyklisch mit bis zu 0,25Hz aufbringen.

### 3 Versuchsfeld

Eines der Haupt-Auslegungskriterien der Universal-Prüfmaschine Entsprechend des Projektnamens ist die Maschine so gestaltet, dass alle möglichen Flugzeugstrukturen auf der Universal-Prüfmaschine getestet werden können. Die Anschlussflächen über und unter dem Versuchsfeld sind dazu mit einem Lochmuster versehen, an das alle möglichen Einspannungen angeschraubt werden können. Details zu den Anschlussflächen können am IFL erfragt werden.

Für den Standard-Anwendungsfall sind Einspannungen am IFL vorhanden, mit denen ebene und leicht gekrümmte Schalen mit beliebigem Stringer- und Spantabstand getestet werden können. Die Versuchsfeldgröße beträgt dabei  $2,5m \times 1,5m$ .

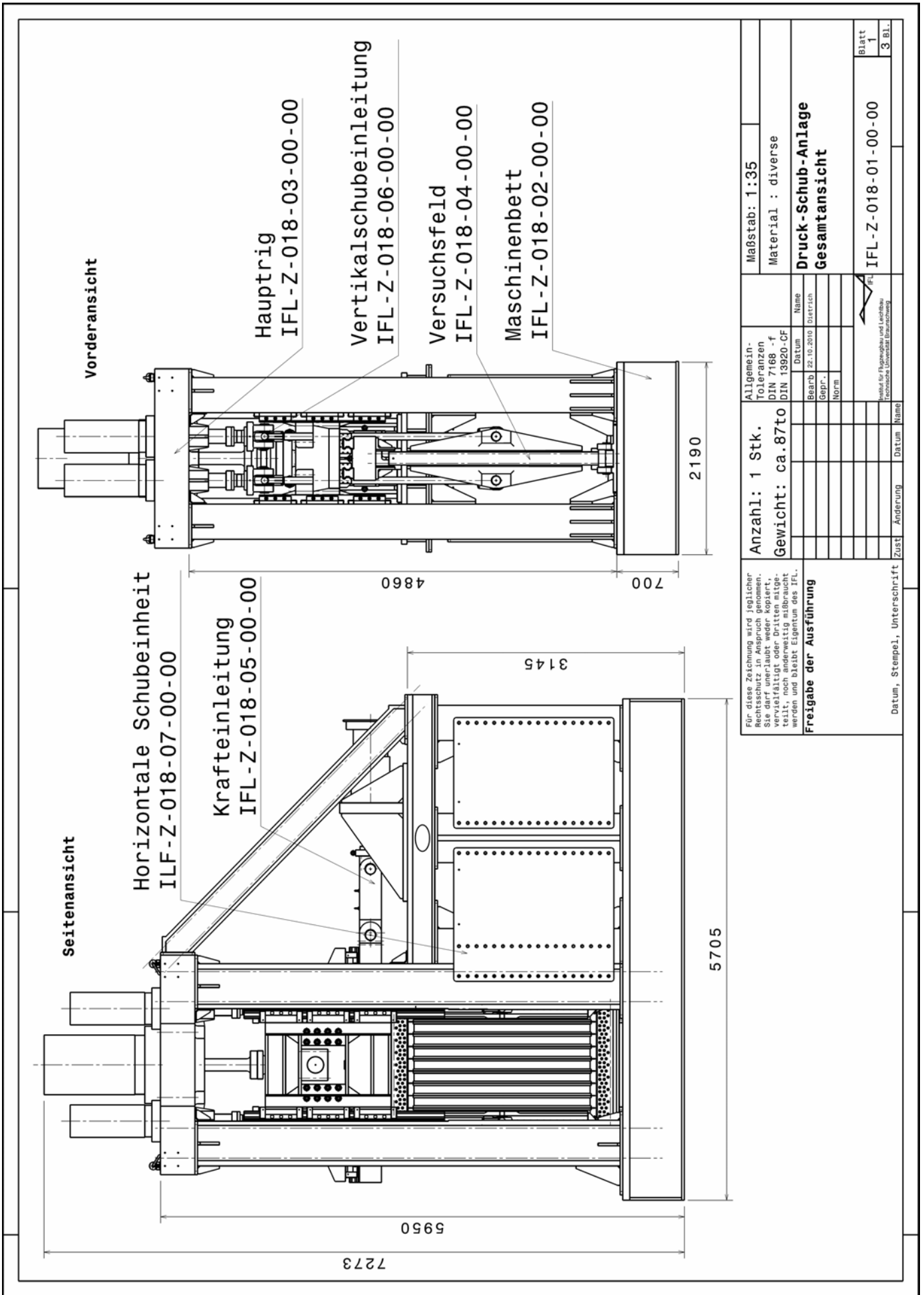
Mit den Hydraulikzylindern kann als Kombination aus Schub- und Normalkraft im Bauteil eine Spannung von circa  $300N/mm^2$  (bei einer Plattendicke von  $5mm$ ) erzeugt werden. Die Last wird an allen vier Seiten des Versuchsfelds über Reibschluss eingeleitet. Dazu ist das in Abbildung 3 und Abbildung 4 gegebene Lochbild zum Setzen der notwendigen Schrauben zum Einspannen der Platte vorgegeben. In Abbildung 5 und Abbildung 6 ist entsprechend das Lochbild für die gekrümmte Schale zu sehen.

Die Vorbereitungen der vier Ecken des Versuchsfelds dienen der Vermeidung von Zwangskräften während des Versuchs. Sie sind im Druckfall unten aufgrund des beschränkten Bauraums notwendig. Die in Abbildung 3 und Abbildung 5 dargestellten Bearbeitungen dieser Ecken stellt aber nur eine Empfehlung dar und kann auch anders ausfallen. Rücksprache mit dem IFL wird empfohlen.

Um ein Versagen im/am Einspannungsbereich zu vermeiden, sollte die Probe in diesem Bereich auf ca.  $30mm$  aufgedoppelt (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 5) werden. Durch symmetrisches Aufdoppeln wird eine Belastung des Versuchsfelds in der Mitte der Plattenebene sichergestellt. Versetzte Lasteinleitung kann durch unsymmetrisches Aufdoppeln oder über die Verwendung von Distanzstücken realisiert werden.

Die untere und obere Einspannung ist als eine einzige Fläche ausgeführt; eventuelle Stringer müssen zur Verwendung der vorhandenen Spannbacken auf dem Versuchsfeld auslaufen (siehe Abbildungen 3 bis 6), wodurch die Übertragung der sehr großen Versuchskräfte überhaupt erst möglich wird. Es ergibt sich dadurch aber der Vorteil, beliebige Stringergeometrien und -abstände zu verwenden. Die Einspannung ist zudem so ausgelegt, dass für Stringerabstände von  $140mm$ ,  $180mm$  und  $250mm$  unter Umständen auch in die Stringer Last, sowohl auf Druck (durch Aufsetzen der Stringer auf die Einspannung), als auch auf Zug (durch „Verbolzen“ der Stringer), eingeleitet werden kann. Nähere Details zu diesen Spannmöglichkeiten können am IFL erfragt werden.

An den seitlichen Spannflächen des Versuchsfeldes sind ebenfalls Löcher vorgesehen, durch die die zum Reibschluss notwendigen Spannschrauben geführt werden. Die 14 Spanneinheiten (Beulstützen im Drucklastfall) auf jeder Seite des Versuchsfelds sind in Höhenrichtung auf Linearführungen montiert und verschiebbar, so dass Versuchskörper mit praktisch beliebigem Spantabstand getestet werden können.



|                                                                                                                                                                                                                 |  |                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| Allgemein-Toleranzen<br>DIN 7168-f<br>DIN 13920-CF                                                                                                                                                              |  | Maßstab: 1:35                       |  |
| Anzahl: 1 Stk.<br>Gewicht: ca.87to                                                                                                                                                                              |  | Material : diverse                  |  |
| Freigabe der Ausführung                                                                                                                                                                                         |  | Druck-Schub-Anlage<br>Gesamtansicht |  |
| Für diese Zeichnung wird jeglicher Rechtsschutz in Anspruch genommen. Sie darf unerlaubt weder kopiert, vervielfältigt oder Dritten mitgeteilt, noch anderweitig mißbraucht werden und bleibt Eigentum des IFL. |  | IFL                                 |  |
| Datum                                                                                                                                                                                                           |  | Name                                |  |
| Gepr.                                                                                                                                                                                                           |  | Bearb 22.10.2010 Dietrich           |  |
| Norm                                                                                                                                                                                                            |  |                                     |  |
| Datum                                                                                                                                                                                                           |  | Name                                |  |
| Anderung                                                                                                                                                                                                        |  | Datum                               |  |
| Datum, Stempel, Unterschrift                                                                                                                                                                                    |  | Name                                |  |

Abbildung 1: Gesamtansicht der Universalprüfmaschine

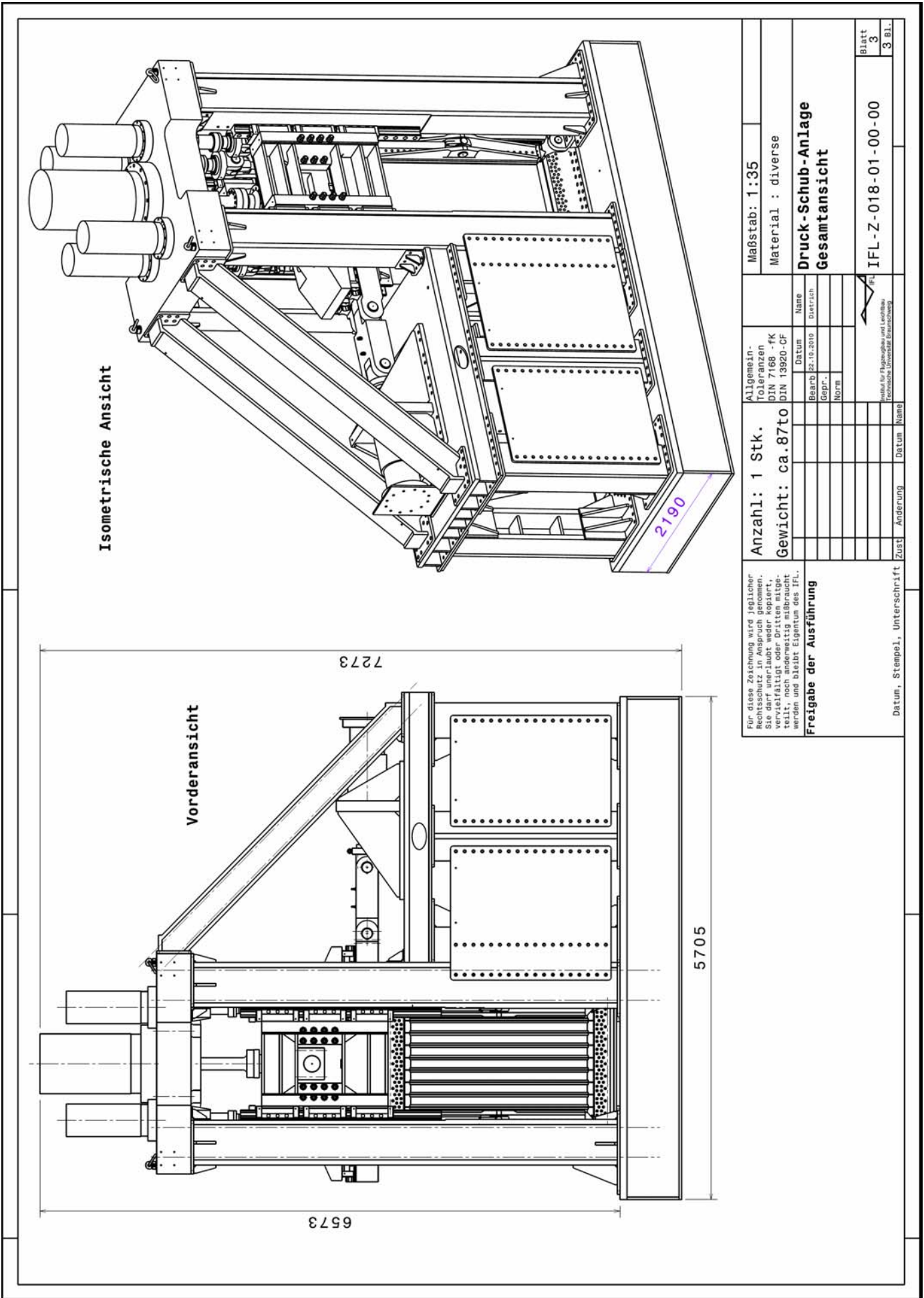


Abbildung 2: Gesamtansicht der Universalprüfmaschine (isometrisch)

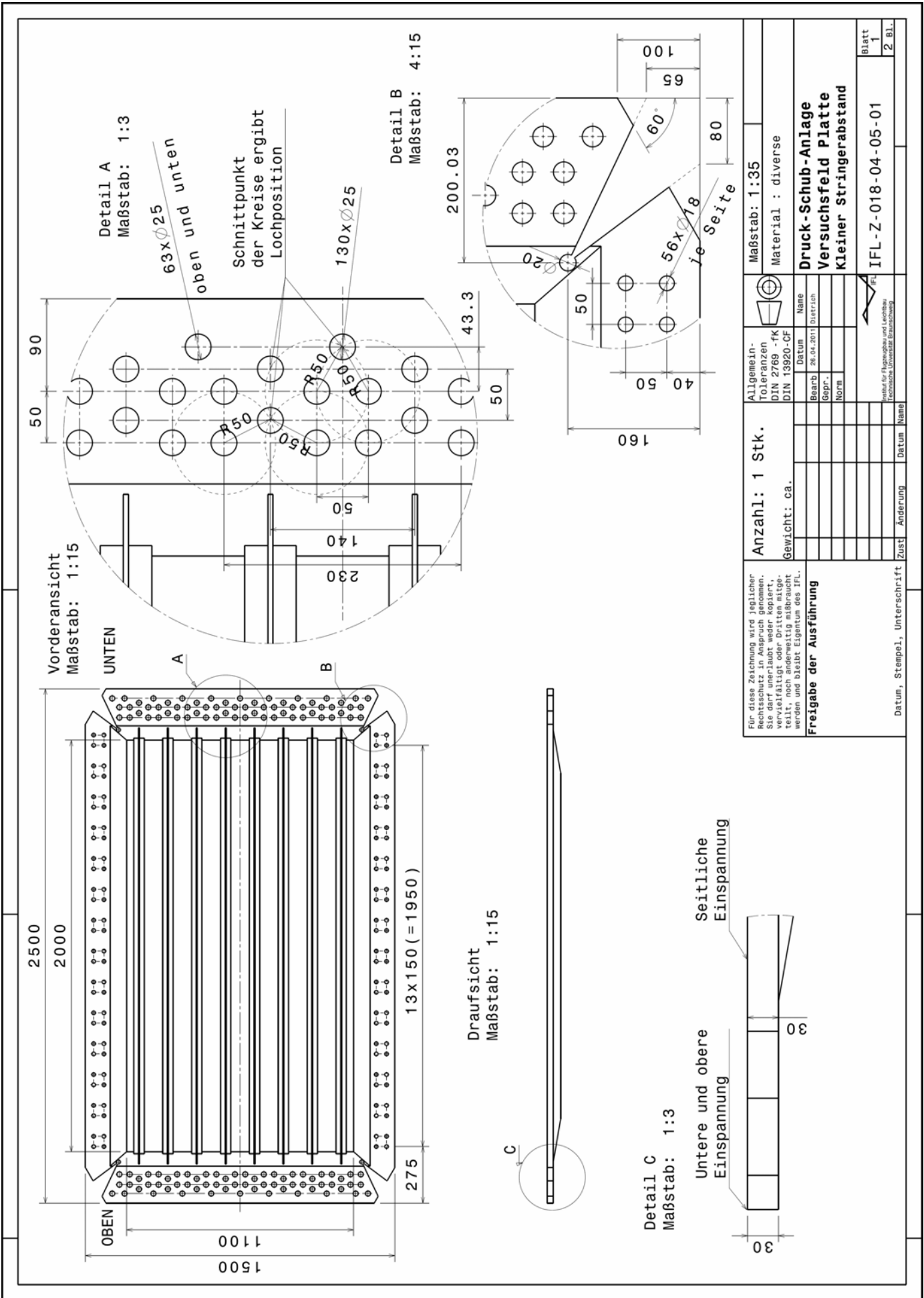
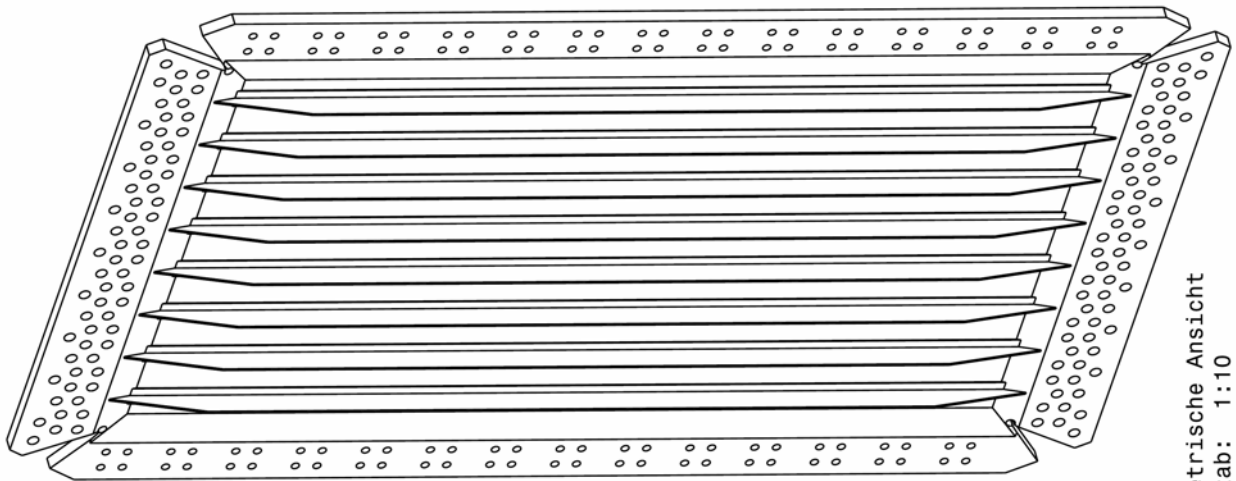


Abbildung 3: Versuchsfeld als ebene Platte mit 140mm Stringerabstand ohne Spante – Seite 1



Isometrische Ansicht  
Maßstab: 1:10

**Stringer:**

Abstand, Geometrie und Höhe variabel  
 Auslaufkontour zum Versuchsfeldrand variabel  
 Unter Drucklast können Stringer zur Lasteinleitung auf Einspannung aufsitzen

**Spante: (nicht dargestellt)**

Abstand, Geometrie und Höhe variabel  
 Müssen zum Versuchsfeldrand nicht auslaufen  
 Können zur Lasteinleitung (Zug und Druck) ebenfalls eingespannt werden

|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                                      |               |                   |     |      |       |        |       |      |                                                                      |                    |          |       |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|-------------------|-----|------|-------|--------|-------|------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|-------|------|
| Für diese Zeichnung wird jeglicher Haftung für Schäden, die daraus resultieren, nicht übernommen. Die Zeichnung ist nur für den Zweck der Ausführung vorgesehen. Änderungen sind nur durch schriftliche Anweisung des Auftraggebers zulässig. Die Zeichnung ist Eigentum des IFL. | Anzahl: 1 Stk.<br>Gewicht: ca. | Allgemein-Toleranzen<br>DIN 2769 -FK<br>DIN 13920-CF | Maßstab: 1:35 | Material: diverse | IFL | Name | Datum | Bearb. | Gepr. | Norm | Druck-Schub-Anlage<br>Versuchsfeld Platte<br>Kleiner Stringerabstand | IFL-Z-018-04-05-01 | Blatt    |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                                      |               |                   |     |      |       |        |       |      |                                                                      |                    | 2        |       |      |
| Datum, Stempel, Unterschrift                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                                      |               |                   |     |      |       |        |       |      |                                                                      | Zust               | Änderung | Datum | Name |

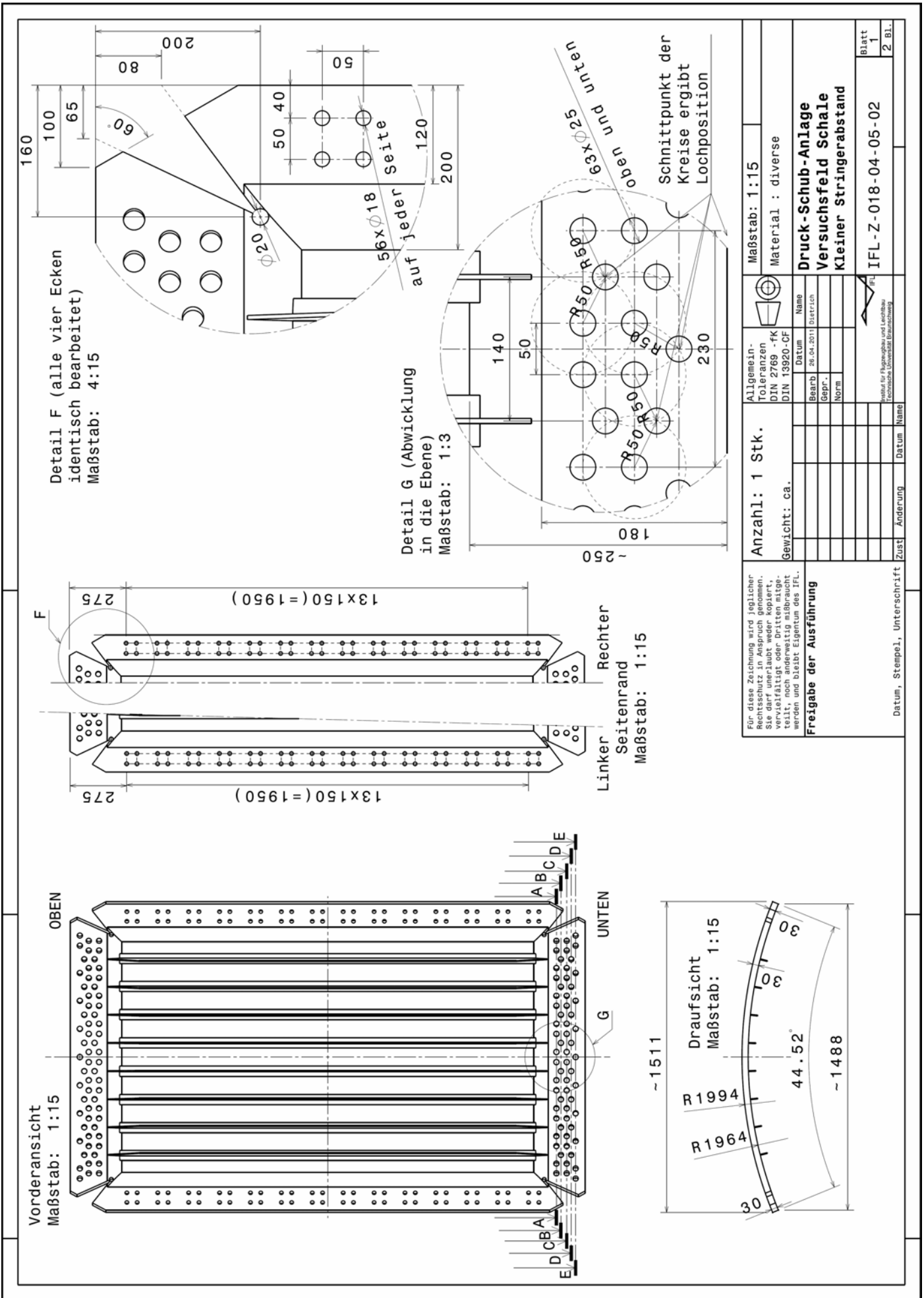
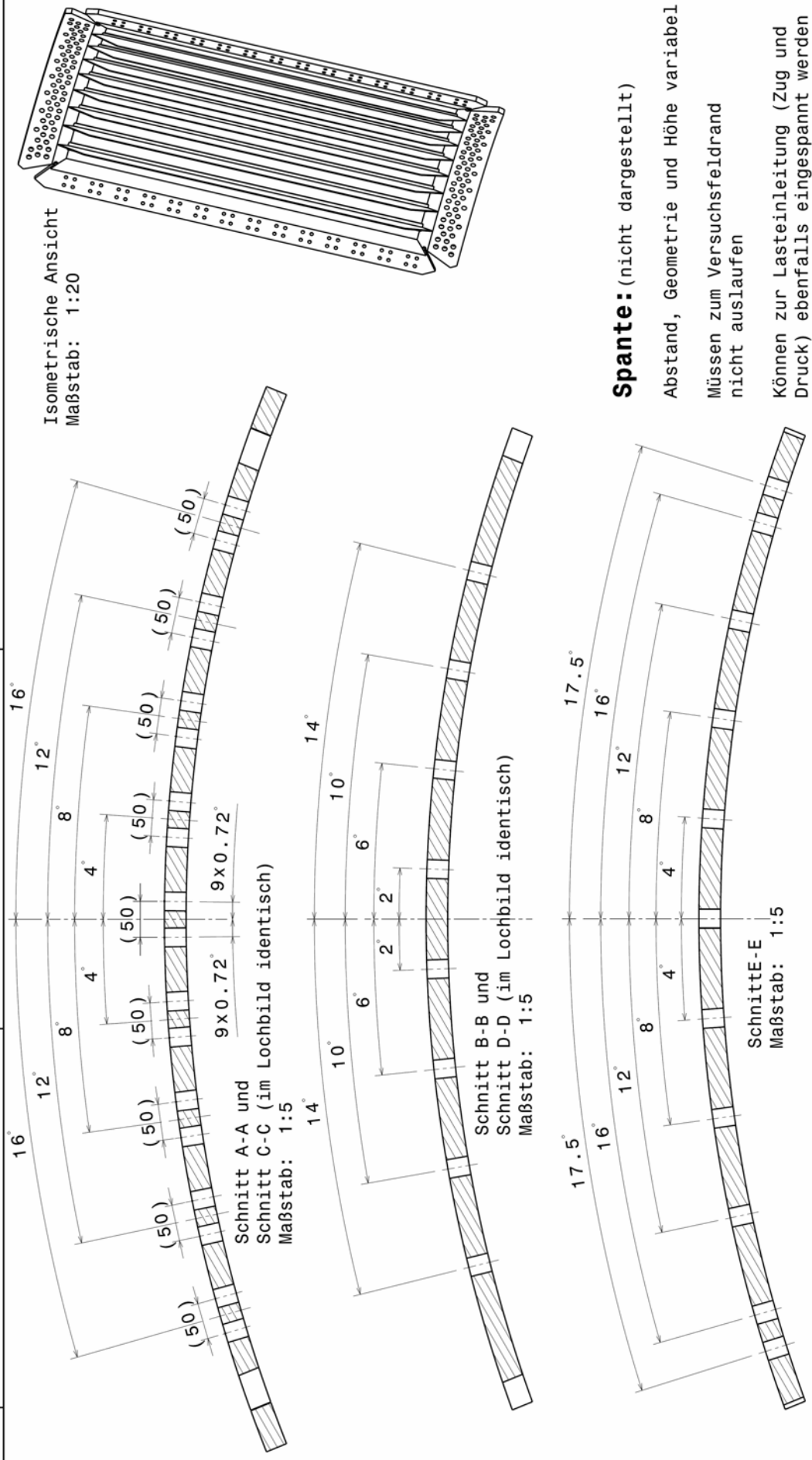


Abbildung 5: Versuchsfeld als Schale mit 140mm Stringerabstand ohne Spante – Seite 1



Isometrische Ansicht  
Maßstab: 1:20

Schnitt A-A und  
Schnitt C-C (im Lochbild identisch)  
Maßstab: 1:5

Schnitt B-B und  
Schnitt D-D (im Lochbild identisch)  
Maßstab: 1:5

Schnitt E-E  
Maßstab: 1:5

**Spante:** (nicht dargestellt)

Abstand, Geometrie und Höhe variabel  
Müssen zum Versuchsfeldrand  
nicht auslaufen  
Können zur Lasteinleitung (Zug und  
Druck) ebenfalls eingespannt werden

**Stringer:**

Abstand, Geometrie und Höhe variabel  
Auslaufkontour zum Versuchsfeldrand variabel  
Unter Drucklast können Stringer zur Lasteinleitung auf  
Einspannung aufsitzen

|                                                                                                                                                                                                                                           |          |                                                          |                  |                                                                  |                                                                               |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Für diese Zeichnung wird jeglicher<br>Rechtsschutz in Anspruch genommen.<br>Sie darf nicht weiterverbreitet, kopiert,<br>verändert oder in irgendeiner Weise<br>teilt, noch anderweitig einbezogen<br>werden und bleibt Eigentum des IFL. |          | <b>Anzahl:</b> 1 Stk.<br><b>Gewicht:</b> ca.             |                  | <b>Allgemein-<br/>Toleranzen</b><br>DIN 2769 -FK<br>DIN 13920-CF |                                                                               | <b>Maßstab:</b> 1:15<br><b>Material:</b> diverse |
| <b>Freigabe der Ausführung</b>                                                                                                                                                                                                            |          | <b>Bearb.</b> 26.04.2011<br><b>Geprf.</b><br><b>Norm</b> | <b>Datum</b><br> | <b>Name</b><br>                                                  | <b>Druck-Schub-Anlage<br/>Versuchsfeld Schale<br/>Kleiner Stringerabstand</b> |                                                  |
| Datum, Stempel, Unterschrift                                                                                                                                                                                                              | Änderung | Datum                                                    | Name             |                                                                  |                                                                               | Blatt<br>2<br>2 Bl.                              |

Abbildung 6: Versuchsfeld als Schale mit 140mm Stringerabstand ohne Spante – Seite 2