



|

**Überdachung des Bibliotheksinnenhofes  
der Hochschule Konstanz  
für Technik, Wirtschaft und Gestaltung  
(HTWG Konstanz)**

**Bachelorthesis**

Eingereicht an der  
Hochschule Konstanz  
für Technik, Wirtschaft und Gestaltung  
im Fachbereich Bauingenieurwesen

Erstellt von: ~~Martin Vogel~~

Matrikel-Nr. 278182

Konstruktiver Ingenieurbau

Betreuer: Herr ~~Dinort~~  
Betreuender Professor: Herr Prof. Dr. -Ing. Francke  
Firma: IF-group  
Zeitraum: Sommersemester 2008

Konstanz, 27.08.2008



---

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. –Ing. W. Francke für die Betreuung meiner Bachelorarbeit bedanken.

Außerdem bedanke ich mich an dieser Stelle bei den drei Partnern und der gesamten Belegschaft der Ingenieursgemeinschaft Flächentragwerke, für die vielen, oft sehr ausführlich beantworteten Fragen, die Nutzung des Büros zu den unmöglichsten Zeiten und die gute Verpflegung und Ablenkung zwischendurch.

Ein spezielles Dankeschön möchte ich Angela aussprechen für Ihrer Idee, den Innenhof der Bibliothek zu überdachen und Manfred für die sprachliche Unterstützung.

Für die große Unterstützung vor und während des Studiums möchte ich mich besonders bei meiner Familie bedanken.

if-group



if-group

## Inhaltsverzeichnis

Seite

### Quellenverzeichnis

<b>1</b>	<b>Baugeschichte des Bibliotheksgebäudes</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Nutzung der einzelnen Gebäudeteile und des Innenhofes</b>	<b>5</b>
2.1	Hauptgebäude	6
2.2	Nebengebäude	7
2.3	Westflügel	7
2.4	Ostflügel	8
2.5	Innenhof	8
<b>3</b>	<b>Positive und negative Aspekte einer Überdachung und die sich daraus ergebenden zu berücksichtigende Maßnahmen bei der Planung</b>	<b>8</b>
3.1	<b>Aus der Sicht des Planers</b>	<b>8</b>
3.1.1	Gründe „für“ eine Überdachung des Innenhofes	8
3.1.2	Gründe „gegen“ eine Überdachung des Innenhofes	9
3.1.3	Fazit	9
3.1.3.1	Form und Bauweise (Entwürfe)	9
3.1.3.2	Kosten	10
3.1.3.3	Nutzung	12
3.1.3.4	Klima / Lüftung/ Energie	13
3.1.3.5	Sonnenschutz	13
3.1.3.6	Lüftung	14
3.1.3.7	Wärmeschutz	14
3.2	<b>Aus Sicht der Hochschule</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Formfindung</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Statik</b>	<b>16</b>
5.1	<b>Lastannahmen</b>	<b>16</b>
5.1.1	Ständige Lasten	16
5.1.2	Vorspannung [P] in den Spiralseilen	16
5.1.3	Schneelasten	17
5.1.4	Wind	22
5.1.4.1	Windrichtung 0°	23
5.1.4.2	Windrichtung 90°	24
5.1.5	Temperatur	26
5.1.6	Erdbeben	26
5.2	<b>Lastfallkombinationen</b>	<b>27</b>
5.2.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit	27
5.2.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	28
5.3	<b>Überprüfung der Ergebnisse des Stabwerksprogrammes</b>	<b>28</b>
5.3.1	Summe der vertikalen Lasten	29
5.4	<b>Detailnachweise</b>	<b>32</b>
5.4.1	Rundrohrstützen auf den Achsen 14, 15, 17, 18	33
5.4.2	Stützen auf den Achsen 2, 5, 7, 10	35
5.4.2.1	Stützenfuß	35
5.4.2.2	Stützenkopf	42
5.4.3	Anschluss des Rinnenträgers an die Stützen	45

5.4.4	Seilknoten auf der Achse 13+16+19	46
5.4.5	Anschluss der Querträger an den Rinnenträger	49
5.4.6	Anschluss der Unterspannseile an die Querträger	52
5.4.7	Windverbände	53
<b>5.5</b>	<b>Nachweis der Querschnitte</b>	<b>54</b>
5.5.1	Seile	54
5.5.2	Rundknoten	55
5.5.3	Querträger und mittlerer Längsträger	55
5.5.3.1	Querträger T150/60/40/12	56
5.5.3.2	Querträger und Längsträger T250/60/4020	56
5.5.3.3	Füllstäbe F160/40, F160/50 F160/55, F160/60	57
5.5.3.4	Rinnenträger	59
5.5.3.5	Stützen auf den Achsen 2,5,7,10	60
<b>5.6</b>	<b>Stabilität</b>	<b>61</b>
5.6.1	Biegeknicken	61
5.6.2	Biegedrillknicken	61
5.6.3	Beulen	61
5.6.4	Durchschlagen eines Knotens und Knotenrotation	62
5.6.5	Globale Stabilität (Imperfektionsformen)	63
<b>5.7</b>	<b>Gebrauchstauglichkeit</b>	<b>67</b>
5.7.1	Horizontale und Vertikale Verschiebungen des Tragwerks an den Rändern	67
5.7.2	Horizontale und Vertikale Verschiebungen der Stützen, Rinnenträger und Seile	67
5.7.3	Vertikale Verformungen der Gitterschale	67
<b>5.8</b>	<b>Fundamente</b>	<b>68</b>
5.8.1	Standicherheit	68
5.8.1.1	Kippsicherheit	68
5.8.1.2	Gleitsicherheit	68
5.8.1.3	Auftriebssicherheit	69
5.8.1.4	Tragfähigkeit	69
5.8.2	Setzungsberechnungen und Ermittlung der Bettungsmodule	70
5.8.2.1	Setzungen und Bettungsmodul im Bereich ohne Stabilisierungssäulen	71
5.8.2.2	Setzungen und Bettungsmodul im Bereich mit Stabilisierungssäulen	72
5.8.3	Bemessung der Fundamente	73
<b>6</b>	<b>Glas</b>	<b>73</b>
6.1	Glasaufbau und Funktion	73
6.2	Glasdaten	74
6.3	Verglasung	74
<b>7</b>	<b>Wärmeschutz</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>Feuchteschutz</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>Dachentwässerung</b>	<b>77</b>

## Quellenverzeichnis

- [1] Petra Conzelmann/Martina Lintner (2001), Bibliotheken in historischen Gebäuden, [www.bibliothek-saur.de/2001\\_3/380-389.pdf](http://www.bibliothek-saur.de/2001_3/380-389.pdf)
- [2] Jan Knippers, Thomas Bulenda, Michael Stein, (1997) zum Entwurf und zur Berechnung von Stabschalen, Artikel in Stahlbau Heft 66, Heft 1 Ernst & Sohn GmbH, Berlin
- [3] Jung, H.M., Kwon, Y.H., Choi, Y.S. (1993) Buckling characteristics of single layered latticed domes. In: Valliappan, Pulmano, Computational Mechanics. Balkema, Rotterdam S. 1873-143
- [4] Prof. Dr.-Ing. Manfred Kany (1974), Berechnung von Flächengründungen, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin

if-group

## 1 Baugeschichte des Bibliotheksgebäudes

Das Gebäude wurde von 1877-1979 als Schlachthof erbaut und bis 1991 auch als solcher genutzt. Durch An- und Umbauten wurde das Gebäude im Laufe der Jahre immer wieder auf den neuesten Stand gebracht. Wegen seiner Bedeutung als Industriedenkmal der Stadt Konstanz, wurde das Gebäude nach der Schließung des Schlachthofes unter Denkmalschutz gestellt.

1990 wurde entschieden den ehemaligen Schlachthof zur Bibliothek umzubauen und 1994 wurde mit den Umbaumaßnahmen begonnen. Während dem Umbau wurden sämtliche betrieblichen Anlagen entfernt und der ursprüngliche Baukörper freigelegt. Die Seitenflügel wurden neu unterkellert um dort Toiletten und Haustechnik unterzubringen. Das Erdgeschoß konnte erhalten werden, aber das Obergeschoß der Seitenflügel wurde nach alten Entwurfsvorlagen ersetzt.

Die konstruktiven Elemente der Schlachthalle wie der hölzerne Dachstuhl und die gußeisernen Säulen und Runderlemente konnten erhalten werden. Um Stellplatz zu schaffen wurden hier durch eine freistehende Stahlkonstruktion zwei Galerieebenen geschaffen.

Im Oktober 1997 wurde die Bibliothek eingeweiht.

(Vgl.dazu [1])

## 2 Nutzung der einzelnen Gebäudeteile und des Innenhofes

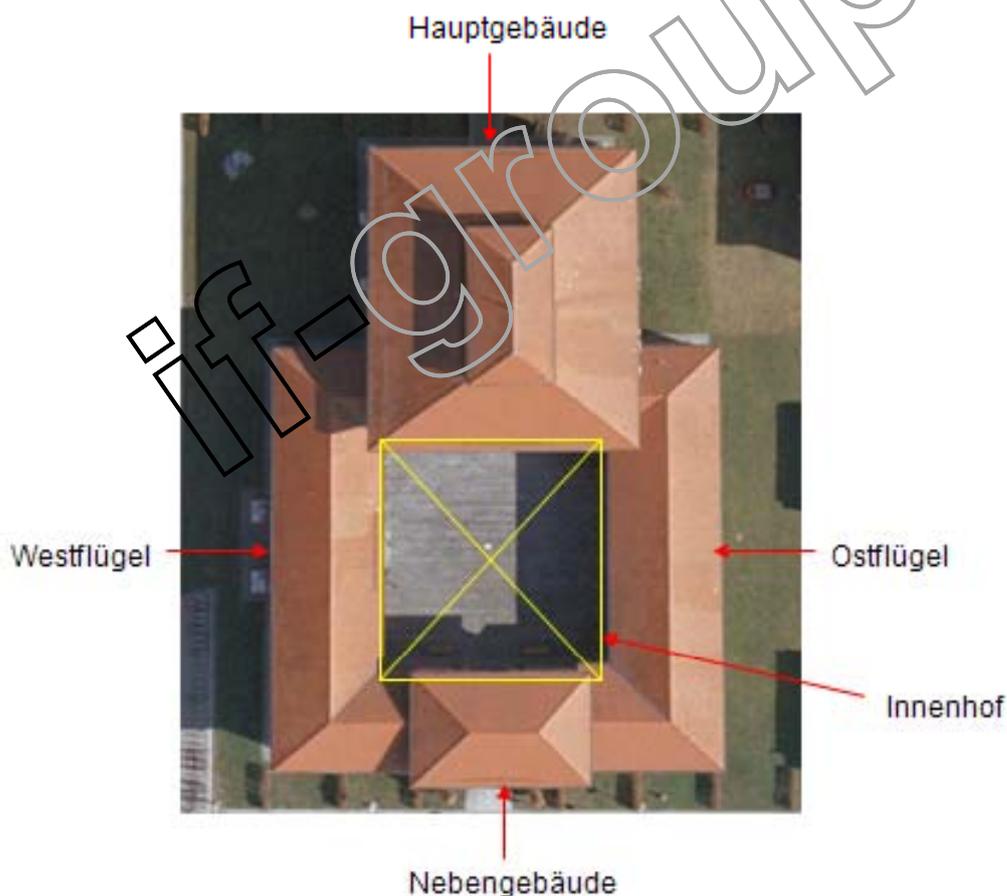


Bild 1: Bibliothek der HTWG - Konstanz von oben betrachtet

## 2.1 Hauptgebäude



Im Hauptgebäude gibt es drei Ebenen, das Erdgeschoss und zwei ringsum laufende Galerien. Auf allen Ebenen sind Bücherregale angeordnet. Zusätzlich dazu gibt es auf den Galerien studentisch Arbeitsplätze und in der Mitte des Erdgeschosses Computerarbeitsplätze. Über das Hauptgebäude sind die Seitenflügel miteinander verbunden. Auf der Seite zum Innenhof hin befinden sich Treppenaufgänge, über welche die Galerien und das Obergeschoss der Seitenflügel erreicht werden. Die im oberen Bild zu sehende Glastüre zum Innenhof ist dauerhaft verschlossen.

Bild 2: Ansicht des Hauptgebäudes vom Innenhof aus fotografiert



Bild 3: Hauptgebäude innen

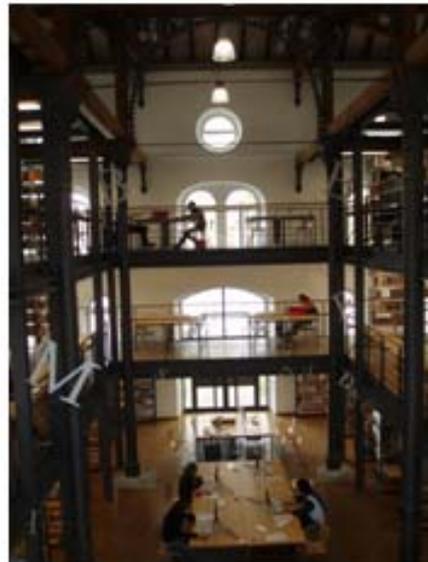


Bild 4: Hauptgebäude innen

## 2.2 Nebengebäude



Bild 5: Ansicht des Nebengebäudes vom Innenhof aus fotografiert

Im ersten Stock des Nebengebäudes befindet sich der Thurgausaal, welcher für Konferenzen, Vorträge und Präsentationen genutzt werden kann. Der Thurgausaal wird über die Türen und Treppenhäuser links und rechts vom Nebengebäude erreicht. Durch das mittlere Tor erreicht man den Innenhof der Bibliothek, über welchen man zum Haupteingang im Ostflügel gelangt.

## 2.3 Westflügel



Bild 6: Ansicht des Westflügels vom Innenhof aus fotografiert

Im Erdgeschoss des Westflügels befindet sich der Haupteingang zur Bibliothek, mit Schließfachern, Staufächern und dem Informations- und Ausleihschalter.

Im ersten Stock befinden sich Bücherbestände und Studentische Arbeitsplätze.

Die Arbeitsplätze sind vor den breiten Fenstern mit Blick in den Innenhof bzw. mit Blick nach außen angeordnet.

## 2.4 Ostflügel



Bild 7: Ansicht des Ostflügels vom Innenhof aus fotografiert

Im Erdgeschoss des Ostflügels befindet sich eine Leseecke und Büroräume für die Bibliotheksangestellten. Das Obergeschoss ist spiegelsymmetrisch zum Obergeschoss des Westflügels angeordnet. Im Untergeschoss befinden sich die Toiletten sowie Lagerräume.

## 2.5 Innenhof

Die Hauptfunktion des Innenhofes ist die Erschließung der Gebäude. Hier befinden sich der Haupteingang zur Bibliothek sowie zwei Eingänge zum Nebengebäude. Ansonsten wird der Innenhof sehr wenig genutzt. Hauptsächlich zum Abstellen von Fahrrädern so wie als Raucherbereich. Wegen der geringen Dachüberstände der umschließenden Gebäude ist eine Nutzung nur bei trockener Witterung möglich. Einzige „Einrichtungsgegenstände“ sind zwei Sitzbänke und mehrere Zierpalmen.

## 3 Positive und negative Aspekte einer Überdachung und die sich daraus ergebenden zu berücksichtigende Maßnahmen bei der Planung

Aufgabe diese Kapitels ist es möglichst viele Aspekte die für oder gegen eine Überdachung des Bibliotheksinnehofes sprechen zu sammeln, um mit den dabei gewonnenen Erkenntnissen und den technisch zur Verfügung stehenden Mitteln Lösungsvorschläge zu finden.

Mit den Lösungsvorschlägen, zu denen auch verschiedene Entwürfe der Überdachung gehören, wird dann zusammen mit Hochschulvertretern ein Lösungsweg ausgesucht.

Dieser Lösungsweg soll dann in den darauffolgenden Kapiteln ausgearbeitet werden.

### 3.1 Aus der Sicht des Planers

#### 3.1.1 Gründe „für“ eine Überdachung des Innenhofes

Durch eine Überdachung des Innenhofes gewinnt die HTWG – Konstanz zusätzlichen, vom Wetter unabhängigen

nutzbaren Raum, ohne dafür neue Flächen erschließen zu müssen. Der gewonnene Raum kann als Ausstellungsfläche genutzt werden, z. B. für Abschlussarbeiten, Studienprojekten, Kunst und Informationsmaterialien. Außerdem können dort Veranstaltungen verschiedenster Art, wie Theater, Kino, Vorträge und Diskussionen in einer ansprechenden Umgebung stattfinden.

Für die HTWG – Konstanz würde ein Raum auf „neutralem“ Boden entstehen, auf welchem sich die verschiedenen Fakultäten präsentieren können und ein Informationsaustausch zwischen den einzelnen Fachgebieten stattfinden kann.

Eine sowohl technisch wie auch ästhetisch gelungene Konstruktion dient auch als Inspiration für Studenten der Fachbereiche Gestaltung und Technik und bietet darüber hinaus der Hochschule eine Umgebung, in der sie sich nach außen hin werbewirksam darstellen kann (z. B. bei Infotagen für Studieninteressierte).

Die mögliche Helligkeit des neu entstandenen Raumes macht diesen vor allem in den Wintermonaten sehr attraktiv und kann auch zur Unterbringung von nicht winterfesten Pflanzen genutzt werden.

Auch die Bibliothek kann durch einen zusätzlichen Raum profitieren. Es besteht die Möglichkeit einen Teil des neu entstandenen Raumes an den Bibliotheksbereich anzugliedern und dort zusätzliche studentische Arbeitsplätze und Raum für den Bücherbestand zu schaffen.

Aus technischer Sicht bietet eine luftdicht angeschlossene, wärmegeämmte und überwiegend verglaste Dachkonstruktion den Vorteil, dass sich im Winter durch den Treibhauseffekt die Raumluft kostenlos erwärmt.

Ein evtl. vorhandener Überschuss an so gewonnener Warmluft kann auch zum Heizen der angrenzenden Gebäude verwendet werden.

### 3.1.2 Gründe „gegen“ eine Überdachung des Innenhofes

Die Bibliothek ist ein sowohl innen als auch außen sehr gelungenes Gebäude.

Es besteht die Gefahr durch einen Eingriff, wie eine Überdachung des Innenhofes, dem äußeren Erscheinungsbild als auch der zum Teil denkmalgeschützten Bausubstanz zu schaden.

Ein weiterer wichtiger Grund der gegen eine Überdachung und die dadurch angestrebte Nutzbarkeit des Innenhofes spricht ist, dass für den Bibliotheksbetrieb Ruhe äußerst wichtig ist. Veranstaltungen und eine größere Anzahl an Menschen im Innenhof stört die notwendige Ruhe und lenkt Studierende vom Lernen ab.

Da man bis auf eine Ausnahme bei allen Fluchtwegen der Bibliotheksgebäude über den Innenhof in das Freie gelangt, würden Veranstaltungen oder eine im Innenhof entstehende Rauchentwicklung diese Fluchtwege beeinträchtigen bzw. vollständig blockieren.

Auch der Zugang zur Bibliothek kann durch Veranstaltungen erschwert werden, bzw. können Veranstaltungen durch die Bibliotheksbesucher beeinträchtigt werden.

Eine Überdachung kann außerdem die Klimatisierung und Lüftung der Bibliotheksgebäude beeinträchtigen. So ist bei einer stark verglasten Dachkonstruktion im Sommer mit einer starken Erhitzung des Innenhofraumes durch die Sonneneinstrahlung zu rechnen. Dieser Wärmeeintrag wirkt sich auch auf die angrenzenden Gebäude aus. Es ist deshalb mit einem höheren Energieaufwand zur Klimatisierung der bestehenden Gebäude, als auch mit hohen Energiekosten zur Kühlung des neu entstehenden Raumes zu rechnen.

Je nach Lage (Höhe) der Überdachung wird die Lüftung der angrenzenden Gebäude durch die Fenster zum Innenhof beeinträchtigt.

Als letzter Punkt ist hier zu erwähnen, dass eine Überdachung des Innenhofes durch den veränderten Lichteinfall und die verschlechterte Sicht nach außen (in den Himmel), die Atmosphäre in der Bibliothek beeinträchtigt.

### 3.1.3 Fazit

#### 3.1.3.1 Form und Bauweise (Entwürfe)

Um das Erscheinungsbild der bestehenden Bibliotheksgebäude nicht negativ zu beeinflussen, muss bei der Formfindung für die Überdachung des Innenhofes besonders feinfühlig vorgegangen werden.

Die Überdachung sollte nicht zu dominant wirken und mit der bestehenden Architektur harmonieren. Dabei sollte aber trotzdem eine Konstruktion gewählt werden, die der Qualität des umschließenden Bibliotheksgebäudes gerecht wird.

Bei der Planung sollte außerdem darauf geachtet werden, dass die bestehende Bausubstanz durch die Konstruktion möglichst wenig verändert wird (Denkmalschutz).

Aus diesen Gründen sollte eine möglichst leichte und transparente Bauweise gewählt werden und ein Tragwerk welches sich möglichst wenig auf die bestehenden Gebäude abstützt.

Hierfür bietet sich eine Leichtbauweise aus Stahl oder in der Verbindung mit Glas an. Die vertikal wirkenden Lasten können durch wenige Stützen nach unten in Einzel- oder Streifenfundamente abgetragen werden.

Die horizontal wirkenden Lasten können über eine kleine Anzahl an Verbindungsgliedern in die bestehenden Gebäude eingeleitet werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sieben Entwürfe einer Innenhofüberdachung aus den Baustoffen Stahl und Glas ausgearbeitet. Diese sind auf den Plänen 1-7 im Anhang zu finden.

In den folgenden Tabellen werden die wichtigsten Vor- und Nachteile dieser Entwürfe, bzw. einer wärmegeämmten (isolierten) Bauweise zusammengefasst und gewertet.

Variante	1	2	3	4	5	6	7
Baukosten	+	-	+	+	-	-	-
Raumhöhe	-	+	-	+	+	+	+
Beeinträchtigung der Bibliothek	o	-	o	-	o	-	o
Nutzbarkeit	-	+	+	+	+	+	+
Optik	o	+	o	o	+	o	+
Eingriff in die bestehende Bausubstanz	o	o	o	+	o	+	o
Raumteilung(Fluchtwege/ Bib-Zugang)	o	o	o	o	o	o	o
<b>Gesamtwertung</b>	-	+	-	+++	+	+	++

	isoliert	nicht isoliert	Gewichtung
Raumnutzung	10	5	4
Baukosten	6,5	10	2
Unterhaltskosten	3	10	1
Eingriff in die Bestehende Bausubstanz	5	10	1
<b>Gesamtwertung</b>	<b>61</b>	<b>60</b>	

### 3.1.3.2 Kosten

In den folgenden Tabellen sind die Kosten für eine wärmegeämmte Überdachungsvariante mit ebenen Dachflächen (siehe Entwurfsvariante 1 – Plan 1) und die Kosten für eine wärmegeämmte Überdachung mit Gittermetzschale (siehe Entwurfsvariante 2 – Plan 2) ermittelt worden. Die ermittelten Werte sind überschlägige Werte einer Vorkalkulation. Die tatsächlichen Baukosten werden sich etwa in diesem Rahmen bewegen. Einzelne Positionen können sich aber auch wesentlich verteuern. So ist z.B. der Stahlpreis großen Schwankungen unterworfen und kann die Materialkosten deutlich in die Höhe treiben.