

Stahlbau
Diplomarbeit, Bachelor-, Masterabschlussarbeit
– Leitfaden –

0. Inhalt

<u>0.</u>	<u>Inhalt</u>	<u>1</u>
<u>1.</u>	<u>Allgemeines</u>	<u>1</u>
<u>2.</u>	<u>Innere Einstellung</u>	<u>2</u>
<u>3.</u>	<u>Form</u>	<u>2</u>
<u>4.</u>	<u>Inhalt</u>	<u>3</u>
<u>4.1</u>	<u>Allgemeines</u>	<u>3</u>
<u>4.2</u>	<u>Aufbau</u>	<u>3</u>
<u>4.3</u>	<u>Anschlüsse</u>	<u>4</u>
<u>4.4</u>	<u>Software als Werkzeug</u>	<u>4</u>
<u>4.5</u>	<u>Anforderungen</u>	<u>7</u>
<u>5.</u>	<u>Quellen</u>	<u>8</u>
<u>5.1</u>	<u>Quellen-, Literaturverzeichnis oder Schrifttum</u>	<u>8</u>
<u>5.2</u>	<u>Zitieren der Quellen im Text</u>	<u>8</u>
<u>6.</u>	<u>Notengebung</u>	<u>9</u>
<u>7.</u>	<u>Schlusswort</u>	<u>9</u>

1. Allgemeines

Das Bedürfnis, diesen Leitfaden zu erstellen, entstand aus immer häufiger auftretendem Frust beim Korrigieren von Diplom- und Bachelorarbeiten und der Erkenntnis, dass es sich vielleicht um ein Kommunikationsproblem handelt: es scheint nicht mehr selbstverständlich zu sein, dass der Erstellende weiß, welche Erwartungen die Abschlussarbeit erfüllen muss, um eine gute Note zu erzielen. Deswegen führe ich im Folgenden einige Punkte auf, die mir erklärungsbedürftig erscheinen.

(Um den Text flüssig zu halten, verzichte ich jeweils auf die Angabe der maskulinen und der femininen grammatischen Form.)

2. Innere Einstellung

Die Abschlussarbeit ist das Meisterstück des Ingenieurstudiums. Es sollte der Wille vorhanden sein, in der Abschlussarbeit das Beste zu geben, was man gerade „drauf hat“.

Die abgegebene Arbeit und die dafür erhaltene Note haben viel längeren Bestand, als eine kürzere Studienzeit, die man dadurch erreicht, dass man die Abschlussarbeit noch nebenher oder parallel zu anderen Tätigkeiten macht.

Wer an seinen Betreuer die Frage stellt: „reicht das so?“ dokumentiert eine innere Einstellung, bei der eher unwahrscheinlich ist, dass das Ergebnis „gut“ sein wird.

3. Form

Hinsichtlich der äußeren Form wird ein Dokument erwartet, das den Möglichkeiten und Üblichkeiten aktueller Textverarbeitung entspricht.

Eine „sehr gute“ Arbeit erfordert ein Mindestmaß an sprachlicher Gewandtheit und ein gewisses Niveau im Ausdruck und in den Formulierungen. Die Begriffe „mindest“ und „gewisses“ orientieren sich z.B. an der aktuellen Fachliteratur.

Sinnvoll und üblich ist in den meisten Fällen die Abgabe in einem Ordner; zusätzlich ist die Abgabe auf elektronischem Datenträger (pdf-Dateien) erwünscht.

Bezüglich der Menge gibt es bei mir keine Beschränkungen – weder nach oben, noch nach unten. Das erwartete Arbeitspensum ergibt sich aus der Prüfungsordnung; eine Bachelorarbeit stellt z.B. einen Verrechnungswert von 10 CPs dar, das entspricht 300 Zeitstunden. Die abgegebene Arbeit sollte für den korrigierenden Fachmann erkennen lassen, dass ungefähr diese Menge an Arbeit „drin steckt“. Exzessive Mengen von Zahlenfriedhöfen sind unnötig: ich weiß, wie lange die Eingabe eines Rahmens mit allen Lastfällen, Imperfektionen, Lasten und Lastkombinationen sowie das Ringen um günstige Profile bei geringen Verformungen dauert – als Dokumentation genügen die grafische Darstellung des Systems, der einzelnen Lastfälle mit Auflagerkräften und Verformungsfigur sowie die

Schnittkraftverteilungen der Bemessungskombinationen. Das vollständige Zahlenwerk kann man in elektronischer Form beilegen.

4. Inhalt

4.1 Allgemeines

Häufig wird als Abschlussarbeit eine Tragwerksplanung durchgeführt. Die Bemerkungen zum Inhalt beziehen sich auf diesen Fall.

Zum Bildungsauftrag einer Fachhochschule passt eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Das Thema wird daher in der Regel so gestellt, dass außer der schwerpunktmäßigen Bemessung von Stahlbauteilen auch die Gründung behandelt wird.

Die Arbeit sollte auch deutlich erkennen lassen, dass sie aus dem Lehrgebiet des Stahlbaus kommt, und beispielsweise nicht aus dem Gebiet der Baustatik (siehe Anmerkungen zu Anschlüssen).

4.2 Aufbau

Der Aufbau ähnelt sinnvollerweise dem eines Standsicherheitsnachweises:

Titelblatt

Themenstellung

Eidesstattliche Erklärung

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Verwendete Unterlagen, Quellen (kann auch am Schluss stehen)

Geometrie, System(e)

Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften

Lastannahmen

Schnittgrößen

Bemessung der Profile inkl. Aussagen zu Stabilität und Gebrauchstauglichkeit

Bemessung der Anschlüsse

Bemessung der Gründung

Anhänge

Positionspläne

Darstellung von Stahlbau-Anschlüssen

4.3 Anschlüsse

Eine gute Konstruktion erkennt man im Stahlbau an sinnvollen Anschlüssen. Einen sinnvollen Anschluss kann man nur dann entwerfen, wenn man den Kraftfluss durch den „Knoten“ versteht und auch rechnerisch beherrscht.

Eine gute Note ist daher nicht erreichbar, wenn in der ganzen Arbeit kein von Hand gerechneter Anschluss vorhanden ist und auch kein Anschluss gezeichnet ist.

Ein Firstdetail, in dem die Firsthaube auf den Pfetten und die Pfetten auf den Bindern ohne erkennbare Verbindungsmittel aufliegen, ist ein Architekturdetail, aber nicht das, was man in einer Stahlbau-Abschlussarbeit vorgeführt sehen möchte.

Ein Fachwerkträger ist keine beliebige Ansammlung von Profilen in den Gurt- und Füllstäben, sondern erfordert komplizierte konstruktive Entscheidungen, damit der Fachwerkträger nicht nur statisch funktioniert, sondern auch wirtschaftlich herzustellen ist.

4.4 Software als Werkzeug

Brachenspezifische Software ist ein selbstverständliches Werkzeug in der Tragwerksplanung. Deshalb ist es angemessen, einen Rahmen mittels Software zu berechnen und zu optimieren. Selbstverständlich geht man davon aus, dass der Verfahren kennt, wie man das von Hand rechnet, das war aber Gegenstand der Übungen und Prüfungen in Baustatik.

Aber:

Warum brauche ich eine Software, um die Stabkräfte in einem ein- oder zweistöckigen Längswandverband zu ermitteln? Weil außer den Windlasten auf die Giebelwand auch noch die Abtriebskräfte von 8 schiefgestellten Stützen da sind?

Anschlüsse darf man auch mit Software bemessen – aber irgendwo sollte man doch zeigen, dass man richtig Stahlbau kann. Also ist je Sorte mindestens ein typisches Regeldetail von Hand vorzuführen: Verbands-Stützenfuß, Rahmenecke, Firstknoten, Verbandsdiagonal-Anschluss, Kranbahnkonsole, Wandriegel an Stütze;

- Hinterlegblech für den rechten Stützenflansch
das Blech ist zu lang, die Rippe in der Stützenkammer wird an den rechten Stützenflansch angeschweißt, das Hinterlegblech muss darüber enden;
- Hinterlegblech für den rechten Stützenflansch
das Blech ist auch am oberen Ende zu lang – dort ist eine Kehlnaht zwischen Stützenkopfplatte und rechtem Stützenflansch, mit der das Blech kollidiert;
- Hinterlegblech für den rechten Stützenflansch – oberes Ende
die Platte wird nicht schräg, sondern rechtwinklig zur Plattenebene abgeschnitten;
- Stirnplatte für den Riegel – oberes Ende
die Platte wird nicht schräg, sondern rechtwinklig zur Plattenebene abgeschnitten;
- Die oberste Schraube sitzt zu weit oben, die ist so nicht montierbar;
- von den unteren beiden Schrauben ist die obere unnötig;
- Die oberste Schweißnaht am Riegelflansch ist mit Kehlnaht falsch bezeichnet, nach der Skizze ist das eine HV-Naht.
- Die Nähte am oberen Flansch des Riegels und am Flansch der Voute sind unnötig dick: der HEB 340 hat eine Flanschdicke von 22 mm, eine Doppelkehlnaht 2x12 wäre ausreichend;
- Die Nähte am Steg sind unnötig dick: der HEB 340 hat eine Stegdicke von 12 mm, aufgrund der vermutlich niedrigen Querkraft wäre eine Doppelkehlnaht 2x4 wahrscheinlich ausreichend;
- Die Nähte am unteren Flansch des Riegels sind unnötig dick; dort tritt höchstens die halbe Zugkraft des Oberflansches auf;
- Der schleifende Schnitt am rechten Ende des Voutenflansches ist völlig weltfremd. Wie sollte man so etwas fertigen, wo ist da die Schweißnaht, die die vollen Kräfte aus dem unteren Riegelflansch in den Voutenflansch überträgt?
- Die Kammersteife am rechten Ende der Voute ist unnötig: die Flanschkräfte haben dort einen so schwachen Knick, dass nur sehr kleine Abtriebskräfte erzeugt wer-

den. Für die bräuchte man – wenn überhaupt – höchstens eine halbe Kammersteife.

- Die 8er Nähte am rechten Ende der Voute sind zu dick, Erläuterung siehe voriger Spiegelstrich;

... fast wollte ich schon aufhören, aber da kommt noch:

- Die Bezeichnung FL für die Stirnplatte des Riegels ist falsch: aufgrund der Beanspruchung quer zur Walzrichtung muss das als BL beschafft werden;
- Die Bemaßung für die beiden Kammersteifen am rechten Ende der Voute sind realitätsfremd: falls es FL 21,5 überhaupt geben sollte, würde man konstruktiv FL20 wählen, da der Flansch 12 mm dick ist, könnte man unbesehen auch FL10 nehmen; eine Breite von 143,2 würde niemand fertigen – man würde dort konstruktiv 135 wählen, damit die Steife etwas hinter der Flanschkannte entsteht und man dort mit einer Kehlnaht umschweißen kann;
und zum Abschluss: 297 passt in die Kammer gar nicht hinein:
 $340 - 2 * 22 = 296$
wegen unvermeidlicher Walztoleranzen würde man auf 295 runden – in der Praxis wird hier gerne (illegalerweise) ein Abzug von $2 * 3$ mm gemacht, damit überschreitet man aber das maximal zulässige Spaltmaß von Kehlnähten von 2 mm – aber das sieht man ja dann von Außen nicht mehr ...

(... oder sollte etwa der Student diese ganzen unpassenden Maße vorgegeben haben?)

4.5 Anforderungen

Die behandelte Konstruktion soll ausreichend standsicher und gebrauchstauglich sein, aber auch so wirtschaftlich wie möglich.

Profile sollten daher mindestens zu 80 % ausgenutzt sein, sei es im Festigkeits-, Stabilitäts- oder Gebrauchstauglichkeitsnachweis. Geringere Ausnutzungsgrade halte ich für unprofessionell, es sei denn, gewichtige Gründe sprechen dafür, z.B. ein Bauteil wird deutlich schwerer gewählt, weil dadurch die Fertigungs- und Montagekosten deutlich sinken; eine Eckstütze wird aus konstruktiven Gründen im gleichen Profil gewählt, wie die Längswandstützen.

Der Hinweis „liegt auf der sicheren Seite“ ist ganz ungeeignet, weil dann stellt sich die Frage, warum man das Profil nicht noch zwei Nummern größer wählt, das liegt dann noch mehr auf der sicheren Seite.

Bauteile, die überwiegend Biegung und wenig Normalkraft zu tragen haben, wie z.B. die Giebelstützen einer Halle, sind als IPE-Profile zu wählen, Bauteile mit überwiegend Normalkraft und wenig Biegung als HEA (warum HEA und nicht HEB?). Wer das anders macht, erweckt den Anschein, als hätte er Festigkeitslehre und Statik nicht verstanden.

5. Quellen

5.1 Quellen-, Literaturverzeichnis oder Schrifttum

Die Angabe von Quellen orientiert sich an den Regeln für wissenschaftliches Arbeiten.

Eine einfache Regel ist:

der Leser muss anhand der Angabe in der Lage sein, die Quelle zu identifizieren und zu besorgen.

Die Angabe „Hans Müller: Produktionshalle. Diplomarbeit 2010.“ ist daher unvollständig: es fehlen die Hochschule und der Lehrstuhl bzw. der betreuende Professor.

Die Angabe einer Norm muss das Ausgabedatum der Norm enthalten, selbstredend muss der Titel der Norm richtig und vollständig angegeben sein:

„DIN 1045-1: Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung“ ist falsch zitiert. Die Norm heißt: „DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 1: Bemessung und Konstruktion.“

5.2 Zitieren der Quellen im Text

Die Angabe einer Quelle im Text dient der Abwehr des Plagiatvorwurfs.

Der Ersteller der Arbeit muss kenntlich machen, wo und wie weit er „fremdes Gedankengut“ verwendet hat. Keine Angst vor häufigem Zitieren: von einem guten Klavierspieler erwarten man nicht, dass er die verwendeten Töne selbst erfunden hat – es kommt darauf an, wie virtuos er diese verwendet. Beim Ersteller einer Ingenieur-Abschlussarbeit erwartet man, dass er zeigt, dass er die Fachliteratur und das Regelwerk seiner Branche kennt und meisterlich auf das gestellte Problem anwendet.

6. Notengebung

Bewertet wird das, was schriftlich abgegeben wird – nicht das, was während der Betreuung besprochen wurde, vereinbart wurde oder den Anschein hatte.

Eine Grundregel heißt: Thema erfüllt ist gut.

Die Note „sehr gut“ kann man demzufolge nur erreichen, wenn man in der Arbeit Leistung gezeigt hat, die über die Themenstellung hinausgeht.

Selbstverständlich muss die Themenstellung diesen Raum lassen, das ist in der Regel auch der Fall.

In einer Diplomarbeit müssen nicht alle Zahlen richtig sein, aber eine Anhäufung falscher Rechnungen legt Zweifel am Können des Erstellers nahe.

In den meisten Fällen weiß ich durch den Verlauf der Betreuung, wie der Ersteller arbeitet. Meistens werden während der Betreuung auch schon gemeinsam Plausibilitätskontrollen durchgeführt, oder z.B. ein BDK-Nachweis zahlenmäßig überprüft. Aus diesem Grunde korrigiere ich beim Erhalt der Arbeit dann nur noch stichprobenartig.

7. Schlusswort

Ich wünsche mir engagierte und leistungsbereite Abschlussarbeiter. Die Betreuung macht dann große Freude und bei jedem Betreuungsgespräch oder Telefonat merkt man, dass man mit einem zukünftigen Fachkollegen spricht.

... und immer daran denken:

niemand ist unnütz – er kann immer noch als schlechtes Beispiel dienen