

2016

Bachelor-Thesis

TRAGWERKSPLANUNG EINES MEHRFAMILIENHAU-
SES MIT TIEFGARAGE GEMÄSS EUROCODE SOWIE
AUSBILDUNG DES KELLERS ALS „WEISSE WANNE“
TIM HILDEBRANDT

2281848

Art der Arbeit: Bachelor-Thesis

Bearbeiter: Tim Hildebrandt, Matr.-Nr.: 2281848

Betreuer: Till Heidrich, M.Sc.

Thema: Tragwerksplanung eines Mehrfamilienhauses mit Tiefgarage gemäß Eurocode sowie Ausbildung des Kellers als „Weiße Wanne“

Beschreibung: Im Rahmen dieser Abschlussarbeit soll ein mehrgeschossiges Wohngebäude in statischer und konstruktiver Hinsicht gemäß den aktuell gültigen technischen Regelwerken berechnet und bemessen werden. Die Berechnung und Bemessung soll mit EDV-Programmen erfolgen. Die Schnittgrößen sowie die Bemessung ausgewählter Bauteile sind mittels Handrechnung zu überprüfen und den Ergebnissen der EDV-Berechnung gegenüber zu stellen. Zur Bauwerksabdichtung sind die erdberührten Bauteile als „Weiße Wanne“ zu bemessen und konstruieren.

Die Architektenpläne des Gebäudes werden zur Verfügung gestellt.

Aufgabenstellung: Es sind folgende Teilaufgaben zu bearbeiten:

1. Erstellung von Positionsplänen
2. Vorbemessung ausgewählter Bauteile und Beschreibung des statischen Entwurfs
3. Statische Berechnung und Bemessung ausgewählter Bauteile mittels EDV-Programmen für den GZT und den GZG
4. Prüfung ausgewählter Ergebnisse der EDV-Berechnung mittels Handrechnung
5. Literaturrecherche zur Thematik der „Weißen Wanne“.
6. Bemessung und Konstruktion des Kellers als „Weiße Wanne“
7. Erstellen von Schal- und Bewehrungsplänen ausgewählter Bauteile
8. Präsentation der Ergebnisse

Ausgabe: 26. April 2016

Abgabe: 19. Juli 2016



(Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Schnellenbach-Held)

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig verfasst wurde und dass keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden.

Diese Erklärung erstreckt sich auf die in der Arbeit enthaltenen Graphiken, Zeichnungen, Kartenskizzen und bildliche Darstellungen.

Statement of originality

I hereby confirm that I have written the accompanying thesis by myself, without contributions from any sources other than those cited in the text and acknowledgements.

This applies also to all graphics, drawings, maps and images included in this thesis.

Ort, Datum und Unterschrift

Place, Date and Signature

Kurzfassung

In der vorliegenden Bachelorthesis wird eine Wohnanlage, bestehend aus 3 nebeneinander angeordneten 4-geschossigen (EG bis SG) Mehrfamilienwohnhäusern auf einer gemeinsamen Tiefgarage, die sich über die Grundrissabmessungen der Häuser hinaus erstreckt, in statischer und konstruktiver Hinsicht gemäß Eurocode berechnet und bemessen. Die Arbeit soll in erster Linie mit Hilfe üblicher Bemessungssoftware erstellt werden, jedoch werden zur Plausibilitätskontrolle ausgewählte Bauteile per Hand nachgerechnet. Auf der Grundlage von zur Verfügung gestellter Entwurfsplanung wurden zunächst Positionspläne der einzelnen Geschosse mit Hilfe des Zeichnungsprogramms „Allplan 2016“ angefertigt. Darauf aufbauend folgen die Vorbemerkungen zur statischen Berechnung sowie die Vorbemessung von ausgewählten Bauteilen, sodass eine gute Übersicht zu dem Bauvorhaben, den Lastannahmen und der Bauteilgrößen besteht. Anschließend folgt die vollständige statische Berechnung und Bemessung des mittleren der drei aufgehenden Wohnhäuser mittels der Bemessungssoftware 4h-Alfa, Plattenberechnung nach der Finite-Elemente-Methode des Herstellers PCAE aus Hannover. Bei den Berechnungen der Decken werden die jeweiligen Belastungen aus der drüber liegenden Decke sowie die Eigenlastanteile der tragenden Zwischenwände berücksichtigt. Es werden mehrere Lastfälle erzeugt, sodass zwischen ständigen und veränderlichen Lasten unterschieden wird. Durch die schachbrettartige Anordnung der Nutzlasten über Teilflächen zwischen den Auflagern werden die maximalen Bemessungsschnittgrößen ermittelt. Unterzüge und deckengleiche Balken werden in die PCAE Berechnung integriert, die Stützen werden anschließend mit dem Programm-Paket Frilo-System-Next, Einzelbauteil-Software von Friedrich und Lochner, Stuttgart, berechnet. Die Gründung des Mehrfamilienhauses erfolgt über eine elastisch gebettete Bodenplatte. Das Keller- und Tiefgaragengeschoss des Hauses wird als Weiße Wanne ausgebildet. Diese Bauweise wird im Folgenden zuerst beschrieben und die betroffenen erdberührten Bauteile danach bemessen. Zuletzt werden Bewehrungszeichnungen von ausgewählten Bauteilen auf der Grundlage der Berechnungs- und Bemessungsergebnisse erstellt, mit dem Programm Allplan 2016.

Abstract

In the following thesis a residential complex, which consists of 3 apartment buildings with 4 floors, arranged next to each other, above a shared underground car park, which is larger than the ground dimensions of the houses, is being calculated and measured in a static and constructive respect. For the plausibility check, particular components are being calculated by hand, but the work is mainly done with the help of common dimensioning software. Based on the design planning given, first of all the position plans of the particular floors were created with the drawing program "Allplan 2016". Building on that, the preliminary remark for the static calculation and the pre-measurement of selected components has been made, so that there was a good overview of the overall construction project, the load assumptions and the component size. The complete static measurement and calculation of the middle floor which belongs to the middling of the three apartments is following. It was done via the dimensioning software "4h-Alfa", calculation of plates following the finite-element-methods of the manufacturer PCAE from Hannover. When calculating the ceilings, the respective weights of the overlying ceiling and the dead weight of the supporting walls were considered. Several load cases were produced, so the differentiation between steady and changing loads can be made. Due to the checker board order of the payloads above the partial surfaces between the supports, the maximum design internal forces can be calculated. Beams and flush beam strips are integrated in the PCAE calculation, the support columns are calculated thereafter with the program-package "Frilo-System-Next", software for individual components from Friedrich Lochner, Stuttgart. The foundation of the apartment building takes place over an elastically bedded base plate. The basement of the house is designed as a 'white tank'. In the following, this construction-style will be described first and the affected underground components will be calculated. Finally, the reinforcement and formwork plans of selected components are created with the program "Allplan 2016", based on the results of the measurements and calculations.

Inhaltsverzeichnis

1	Positionspläne	1
2	Vorbemerkung zur statischen Berechnung	1
2.1	Unterlagen	1
2.2	Beschreibung der Konstruktion	1
2.3	Gründung.....	1
2.4	Lastannahmen	2
2.5	Angaben zum Baugrund	2
2.6	Vorschriften.....	2
2.7	Literatur	3
2.8	Baustoffe.....	3
2.9	Brandschutz.....	3
3	Vorbemessung ausgewählter Bauteile.....	4
3.1	Dachkonstruktion	4
3.2	Stahlbetondecken	5
3.3	Unterzüge	6
3.4	Stützen	7
3.5	Fundamente.....	8
4	Statische Berechnung und Bemessung ausgewählter Bauteile	9
4.1	Lastannahmen	9
4.2	Dachkonstruktion	12
4.2.1	Berechnung mit FRILO	12
4.3	Staffelgeschoss.....	22
4.3.1	Deckenplatte über Dachgeschoss (Pos. 301)	22
4.3.2	Lasten	23
4.3.3	Deckengleiche Balken (Pos. 302, 303 und 304)	24
4.3.4	Aufzugschacht als Stahlbetonwand (Pos. 305).....	24
4.3.5	Berechnung mit PCAE.....	24
4.4	2. Obergeschoss.....	60



4.4.1 Treppenlauf (Pos. 201)	60
4.4.2 Deckenplatte über 2. Obergeschoss (Pos. 202)	60
4.4.3 Stahlbetonüberzug (Pos. 203)	63
4.4.4 Deckengleicher Balken (Pos. 204, 205, 206)	63
4.4.5 Aufzugsschacht als Stahlbetonwand (Pos. 207)	63
4.4.6 Stahlbetonstütze (Position 208)	64
4.4.7 Berechnung mit PCAE	64
4.5 1. Obergeschoss	127
4.5.1 Treppenlauf (Pos. 101)	127
4.5.2 Balkone Decke über 1. Obergeschoss (Position 103)	127
4.5.3 Deckenplatte über 1. Obergeschoss (Pos. 102)	128
4.5.4 Deckengleicher Balken (Pos. 104, 105, 106)	130
4.5.5 Aufzugsschacht als Stahlbetonwand (Pos. 107)	130
4.5.6 Stahlbetonüberzug (Pos. 108)	130
4.5.7 Stahlbetonstütze (Pos. 109)	130
4.5.8 Berechnung mit PCAE	130
4.6 Erdgeschoss	212
4.6.1 Treppenlauf (Pos. E01)	212
4.6.2 Deckenplatte über Erdgeschoss (Pos. E02)	212
4.6.3 Stahlbetonunterzug (Pos. E03)	214
4.6.4 Deckengleicher Balken (Pos. E04, E05, E06)	214
4.6.5 Stahlbetonunterzug (Pos. E07)	214
4.6.6 Stahlbetonunterzug (Pos. E08)	214
4.6.7 Aufzugsschacht als Stahlbetonwand (Pos. E09)	214
4.6.8 Stahlbetonstütze (Pos. E10)	215
4.6.9 Berechnung mit PCAE	215
4.7 Kellergeschoss	273
4.7.1 Treppenlauf (Pos. K01)	273
4.7.2 Deckenplatte über Tiefgarage (Pos. K02)	273
4.7.3 Deckenplatte über Kellergeschoss (Pos. K03)	274



4.7.4 Stahlbetonunterzug (Pos. K07).....	277
4.7.5 Stahlbetonunterzug (Pos. K08).....	278
4.7.6 Stahlbetonstütze (Pos. K09)	278
4.7.7 Berechnung mit PCAE.....	278
4.8 Bodenplatte.....	374
4.8.1 Berechnung mit PCAE.....	374
4.9 Balkone.....	481
4.10 Einzelnachweise zum Durchstanzen.....	483
4.10.1 Durchstanznachweise mit FRILO	484
5 Prüfung ausgewählter Ergebnisse der EDV-Berechnung mittels Handrechnung	491
5.1 Deckenplatte über 1. Obergeschoss (Pos. 102)	491
5.1.1 Bemessungswerte der Baustoffe	491
5.1.2 Positionsplan	492
5.1.3 Bemessungslast	492
5.1.4 Mindestbewehrung [nach EC2-1-1 9.2.1.1 (1)]	492
5.1.5 Schnittgrößenermittlung.....	492
5.1.6 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	497
5.1.7 Bewehrungswahl	499
5.1.8 Vergleich zwischen Handrechnung und PCAE Berechnung	499
5.2 Stütze im 2. Obergeschoss (Pos. 208).....	500
5.2.1 Allgemeines.....	500
5.2.2 Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße	500
5.2.3 Bemessungswerte in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	501
5.2.4 Schnittgrößenermittlung (Grenzzustände der Tragfähigkeit).....	501
5.2.5 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.....	501
5.2.6 Knicklänge der Stütze und Grenزشlankheiten.....	502
5.2.7 Imperfektion (ungewollte Lastausmitte e_i).....	502
5.2.8 Planmäßige Lastausmitte e_0 nach Theorie I. Ordnung	503
5.2.9 Zusätzliche Lastausmitte e_2 infolge Auswirkung nach Theorie II. Ordnung.....	503
5.2.10 Gesamtausmitte e_{tot}	503



5.2.11 Mindest- und Höchstwert der Längsbewehrung	503
6 Literaturrecherche zur Thematik der „Weißen Wanne“	505
6.1 Definition der „Weißen Wanne“	505
6.2 Begriffserklärungen	505
6.2.1 Wasserundurchlässigkeit	505
6.2.2 Bemessungswasserstand	505
6.2.3 Beanspruchungsklasse	505
6.2.4 Nutzungsklasse	506
6.3 Regelwerke	506
6.4 Beanspruchungen	506
6.5 Planung	507
6.6 Anforderungen an den Beton	507
6.7 Entwurf	508
6.8 Nachweise	509
6.9 Fugenabdichtungen	510
6.9.1 Fugenarten	511
6.10 Bauausführung	511
6.11 Durchfeuchtung infolge Fehlstellen	512
6.12 Zusammenfassung	512
7 Bemessung und Konstruktion des Kellers als „Weiße Wanne“	514
7.1 Gewählter Beton	514
7.2 Nutzungsklasse	514
7.3 Beanspruchungsklasse	515
7.3 Fugenabdichtungen	515
7.4 Nachweise	515
8 Bewehrungszeichnungen und Schalpläne ausgewählter Bauteile	516
Literaturverzeichnis	VI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorbemessung der Unterzüge	6
Abbildung 2: Nutzlasten gemäß Eurocode.....	9
Abbildung 3: Nutzlasten gemäß Eurocode.....	10
Abbildung 4: Trennwandzuschlag.....	10
Abbildung 5: Gewählte Nutzlasten.....	11
Abbildung 6: Positionsplan der Wände 2. OG bis EG	276
Abbildung 7: Lastzusammenstellung der einzelnen Wände	276
Abbildung 8: Schöck Isokorb Typen	482
Abbildung 9: Positionsplan Durchstanzen Erdgeschoss	483
Abbildung 10: Linienergebnisse der Pos. 1 in kN/m.....	483
Abbildung 11: Linienergebnisse der Pos. 2 in kN/m.....	483
Abbildung 12: Positionsplan Durchstanzen 1. OG	484
Abbildung 13: Positionsplan Handrechnung Decke über 1. OG.....	492
Abbildung 14: Statisches System der Pos. 1	493
Abbildung 15: Statisches System der Pos. 2	494
Abbildung 16: Statisches System der Pos.3	495
Abbildung 17: Statisches System der Pos.4	495
Abbildung 18: Statisches System der Pos.5	495
Abbildung 19: Vergleich von Handrechnung und EDV-Berechnung.....	504
Abbildung 20: Elemente und Maßnahmen für Planung von WU-Bauteilen	507
Abbildung 21: Entwurfsgrundsätze der jeweiligen Nutzungsklasse.....	509
Abbildung 22: Nachweise der Weißen Wanne.....	510
Abbildung 23: Verschiedene Fugenarten im Überblick	511
Abbildung 24: Ansicht der Weißen Wanne	514
Abbildung 25: Empfohlene Mindestdicken von Bauteilen.....	515