



Diplomarbeit

Umwidmung von leer stehenden Bürogebäuden in Schulgebäude - Potentialanalyse anhand eines realen Bestandobjektes

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

Unter der Leitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas Kolbitsch

(E206 Institut für Hochbau und Technologie – Hochbaukonstruktionen und Bauwerkserhaltung)

und

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Michael Höflinger

(E206 Institut für Hochbau und Technologie – Hochbaukonstruktionen und Bauwerkserhaltung)

Eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Peter Edermayr BSc

Matr.Nr.: 0725554

Am Anger 4

3353 Seitenstetten

Seitenstetten, März 2014

Peter Edermayr

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich während des Studiums und der Durchführung meiner wissenschaftlichen Arbeit unterstützt und vorangetrieben haben. Vielen Dank an Professor Dipl.-Ing. Dr. techn. Andreas Kolbitsch für die Initiierung dieser Arbeit und an meinen Betreuer Dipl.-Ing. Michael Höflinger, der mir zu jeder Zeit eine große Hilfe war.

Ich möchte mich ganz besonders bei meiner Familie bedanken, die mich während des ganzen Studiums gefördert haben. Durch Eure Unterstützung war es möglich ein erfolgreiches Studium zu verwirklichen. Auch meine Freunde am Studien- und Heimatort haben großen Anteil an meinem Studienabschluss. Sie lockerten den Studienalltag auf und motivierten mich in anstrengenden Zeiten. Großen Dank an meinen ehem. Chef und guten Freund Dipl.-Ing. Dr. techn. Christian Schranz M.Sc. , der während meines ganzen Studiums mit Rat und Tat zur Seite stand.

Kurzfassung

In dieser Arbeit geht es um die Betrachtung der statischen Konstruktion eines Bürogebäudes aus den frühen 1970er Jahren. Ziel ist die Beurteilung der Tragkonstruktion: ob das Bestandsobjekt einer Umstrukturierung unterzogen werden kann. Bei der Umstrukturierung handelt es sich um ein Redevlopment des Bürogebäudes in ein Schulgebäude.

Im Kapitel 2 wird die Bedeutung der Aufgabenstellung erklärt. In Wien kam es in den 60er und 70er Jahren zu einem Bauboom von Bürobauten. Viele von diesen erreichten ihre wirtschaftliche Nutzungsdauer und stehen nun leer. Deshalb stellt sich die Frage, ob eine andere Nutzung für diese Gebäude sinnvoll ist. Im Schulsystem kommt es zu pädagogischen und strukturellen Veränderungen. Es müssen neue Räume für die zusätzliche Betreuung geschaffen werden und der Unterricht soll in flexibleren Klassen stattfinden. Zusätzlich steigt der Bedarf an Schulneubauten. Somit scheint es sinnvoll, leer stehende Bürogebäude als Schulgebäude zu nützen. Eine solche Umwidmung erfordert Planen und Bauen im Bestand. Im Bauwesen wird man zunehmend damit konfrontiert. Die Besonderheiten beim Bauen im Bestand sind zusätzliche Maßnahmen (Vorschriften, Nachbarn, Bausubstanz), die berücksichtigt werden müssen.

In den Kapiteln 3 und 4 werden alle einfließenden Faktoren des Bestandsobjekts (Bürogebäude) und des Zielobjekts (Schulgebäude) aufgezeigt. Aufgrund der Komplexität beider Nutzungstypen kann nur grob in die Thematik eingegangen werden. Der wichtigste Faktor bei Bestandsobjekten ist die Bestandsaufnahme. Dadurch wird, je nach Genauigkeit, das gesamte Gebäude inkl. dessen Eigenschaften erfasst. Somit lassen sich Aussagen über den Bauzustand und die Erweiterungsmöglichkeit treffen. Wesentlicher Faktor von Schulgebäuden ist die Ökologie und Dauerhaftigkeit. Es soll ein behagliches Raumklima unter umweltfreundlichen Aspekten geschaffen werden. Letztlich werden beide Gebäudetypen und deren Einflüsse/Anforderungen verglichen. Dadurch können wir grobe Aussagen über die Machbarkeit einer Umnützung aus konstruktiven, rechtlichen oder ökologischen Gesichtspunkten treffen.

Im Kapitel 5 wird die Tragkonstruktion eines bestehenden Verwaltungsgebäudes im 22. Wiener Bezirk beurteilt. Danach wird der Ausnutzungsgrad der Konstruktion unter schulischen Bedingungen (Tragfähigkeitsnachweis inkl. Erdbebennachweis) ermittelt. Falls die Konstruktion nicht tragfähig ist, müssen baulichen Maßnahmen festgelegt werden.

Abschließend werden im Kapitel 6 die Schlüsse aus den vorigen Kapiteln gezogen. Die Erfordernisse für ein Schulgebäude werden mit dem Bestandsobjekt verglichen und bewertet. Aus den Ergebnissen der Tragfähigkeitsnachweise ergibt sich, dass eine Umwidmung mit geringen konstruktiven Maßnahmen durchführbar ist. Somit ist nach konstruktiver und statischer Betrachtung die Machbarkeit einer Umstrukturierung eines Bürogebäudes aus den 70er Jahren gegeben. Es ist jedoch mit Einschränkungen zu rechnen, wie zum Beispiel die Raumhöhe oder Gangbreite. Eine exakte Beurteilung einer Umwidmung erfordert weitere Untersuchungen in planerischer-, pädagogischer-, wirtschaftlicher- und bauphysikalischer Hinsicht. Der Vorteil bleibt beim Erhalt der Baustuktur und in weiterer Folge beim wirtschaftlichen und umweltschonenden Umgang mit Ressourcen.

Abstract

In this thesis unused office buildings from the early 1970s are discussed from the construction point of view. Aim is to rate the construction of existing buildings and, if possible, to rededicate them into school buildings. Hence, the main topic of this thesis is the redevelopment of office buildings into school buildings.

First, the meaning of the task will be explained. In the 1960s and 70s there was a high building rate of offices in Vienna. These buildings reached their economic lifetime and are actually vacant. Because the empty space amounts to 725.000 m², it is wise to find another use for the existing buildings. If this is possible, a lot of energy and materials could be saved. The Austrian school system will be reorganised because of educational and structural changes. New space for better and full-time support is needed. In addition, the need of school buildings rises. This is the basis for this thesis. Therefore, the assignment of tasks is designing and building with existing buildings, which has more characteristics than a development of a new building.

In chapter 3 and 4 the influences on existing buildings and school buildings are shown. There are a lot of elements. Because of the high complexity, only the most important are discussed. The most important factor is the inventory control. The higher the accuracy of the inventory, the higher are the informations about the structure and the materials. Then it is possible to give a statement on the state of construction and the possible redevelopment. Essential points of school buildings are their ecology and their durability. A comfortable indoor climate under environmentally friendly issues is nowadays very important, especially for school buildings. After the consideration of the elements for vacant buildings and school buildings, we compare them. Therefore we can make a statement about the possibility of the redevelopment considering technical, judicial and environmental issues.

In chapter 5 the construction of an existing bureau in the 22. district of Vienna will be evaluated. Because the material properties are not known in detail, we consider the loading evaluated in the 1970s first. Then we get the loading capacity of the existing building. After that, we determine the loads of a school building based on the actual norm. Therefore, we get the loading capacity of the redevelopment and can take structural measures, if they are necessary and economical.

In the last chapter we draw conclusions. The requirements of a school buildings and vacancies are compared and evaluated. Because of the load capacity proof the redevelopment is possible under low constructural measures. The restructure of an office building into a school building, is possible under constructural and statical consideration. But in case of the small ceiling hight and aisle width reservations are to expect.

The advantage of a redevelopment is the economic and ecologic handling with ressources. For an exact evaluation of a reconstruction, more studies are necessary, regarding the design, education, economic and building physics.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Grundlagen	2
2.1	Büroleerstand in Wien	2
2.2	Aktueller Leerstand in Wien	4
2.3	Bauen im Bestand	4
2.4	Lebenszyklus von Gebäuden	6
2.5	Redevelopment in Schulgebäude	7
2.6	Fazit und weiteres Vorgehen	8
3	Faktoren eines Redvelopments	10
3.1	Allgemeine Faktoren	10
3.2	Standort	11
3.3	Gebäudebestand	12
3.4	Rechtliche Faktoren	20
3.5	Finanzielle Faktoren	23
3.6	Modernisierungsgrad / Instandhaltungszyklen	24
3.7	Facility- und Gebäudemanagement	25
3.8	Checkliste Bestand	26
3.9	Fazit und weiteres Vorgehen	28
4	Faktoren eines Schulgebäudes	29
4.1	Pädagogische Faktoren	29
4.2	Ökologische Faktoren	31
4.3	Rechtliche Faktoren	35
4.4	Konstruktive Faktoren	38
4.5	Zuständigkeiten Wiener Schulbau	42
4.6	Checkliste Schulgebäude	42
4.7	Vergleich Schulgebäude mit Bestand	44
4.8	Fazit und weiteres Vorgehen	46
5	Bestandsgebäude	47
5.1	Gebäudestruktur	48
5.2	Baumaterialien	49
5.3	Bewertung der Tragfähigkeit nach altem Normenstand	50
5.4	Bewertung der Tragfähigkeit nach Umwidmung und aktuellem Normenstand	59
5.5	Bewertung der Erdbbensicherheit nach Umwidmung und aktuellem Normenstand	66
5.6	Beurteilung der Tragfähigkeit	69
6	Zusammenfassung	72
7	Abkürzungen	74
8	Literaturverzeichnis	76
9	Anhang	79
9.1	Statische Berechnung nach altem Normenstand	79
9.2	Statische Berechnung nach Umwidmung und aktuellem Normenstand	89
9.3	Statische Berechnung unter Erdbebeneinwirkung nach Umwidmung und aktuellem Normenstand	97
9.4	Bestandspläne	104

1 Einführung

In Wien beträgt der Leerstand an Bürobauten nach Literatur [7] Ende 2013 ca. 6,7 %, das entspricht einer Fläche von ca. 725.000 m² (ca. 100 Fußballfelder). Dieser Leerstand ergibt sich aus alten Gebäudekonzepten, geringer Flexibilität, schlechter Lage und Energiebilanz. Viele der Gebäude befinden sich im innerstädtischen Bereich und werden nicht benutzt. Um diese Objekte „wiederzubeleben“, müssen diese nicht abgebrochen und wieder neu aufgebaut werden. Wenn diese Gebäude nicht als Büroflächen verwendet werden sollen, können diese auch anderweitig genutzt werden. Sie erfahren ein Redevelopment. Der Vorteil dabei liegt in der geringeren Verschwendung an „grauer“ Energie. Dabei handelt es sich um den Energieverbrauch der in der Materialherstellung und Bauleistung verbraucht wird. Beim Bauen im Bestand, also bei Redevelopmentmaßnahmen, bleibt ein Teil der Bausubstanz erhalten und muss somit nicht neu hergestellt werden. Wobei bei Abbrucharbeiten und Neuerrichtung doppelt Energie aufgewendet werden muss, um das Gebäude abzureißen und wiederum um hergestellt zu werden. Weiters muss das Abbruchmaterial deponiert werden. Zusätzlich ist die Lärm- und Staubbelastung wesentlich höher und länger als bei Sanierungs- und Umstrukturierungsarbeiten. Da die Errichtungskosten nur ca. 20 bis 30 % der Lebenszykluskosten (siehe Literatur [15]) ausmachen, wird es immer wichtiger die Nutzungskosten zu minimieren. Durch ein energieeffizientes Gebäude kann der größte Teil der Nutzungskosten, die Betriebskosten verringert werden. Die Umbaukosten eines Bestandsobjekts zur Erreichung eines energiesparenden und umweltfreundlichen Gebäudes entsprechen in etwa denen eines Neubaus, da der Arbeitseinsatz höher ist als bei Neubauten. Jedoch erspart man sich den zusätzlichen Material- und Energieeinsatz, die ist wiederum nachhaltiger. Entscheidend bei Umstrukturierungen ist nicht nur die Energieeffizienz. Das Bestandsobjekt muss konstruktiv dazu geeignet sein. Es ist wichtig zu entscheiden, wieviele Baumaßnahmen wirtschaftlich und ökologisch passend sind. Deshalb beschäftigt sich diese Diplomarbeit mit der Baukonstruktion eines Bestandsobjekts und ob diese ein Potential zum Redevelopment bietet.

Durch die Weiterentwicklung der Schulpädagogik kam bzw. kommt es zu einer Schulreform/Bildungsreform. Diese Reform beeinflusst nicht nur das Lehrverhalten und die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler, sondern auch die Schulobjekte. Durch die Minimierung der Schüleranzahl pro Klasse, der Einführung von Ganztageschule oder Nachmittagsbetreuung werden zusätzliche und flexible Räume benötigt. Des Weiteren steigt der Bedarf an neuen Schulräumen. Der Wiener Stadtschulrat entscheidet mit den Bezirksvorstehern aufgrund von Bedarfserhebungen, ob dieser Bedarf besteht. Ziel dieser Diplomarbeit ist es, leer stehende Bürobauten auf ihre konstruktive Bausubstanz zu untersuchen und das Potential der Umwidmung in ein Schulgebäude einzuschätzen. Dazu wird ein bestehendes Verwaltungsgebäude am Schrödingerplatz 1, im 22. Wiener Bezirk, herangezogen und einer theoretischen Umnutzung unterzogen.

2 Grundlagen

2.1 Büroleerstand in Wien

Von Leerstand spricht man, wenn eine Angebotsreserve aus nicht vermieteten, aber unmittelbar beziehbaren Flächen in Neubauten und Bestandsobjekten besteht, wobei eine Bezugsfähigkeit innerhalb von drei Monaten gegeben sein muss. Unter Leerstand darf man nicht gleich Leerstand verstehen. Es gibt dazu Unterteilungen in Topflächen, welche weniger Probleme bei der Vermietung darstellen, und sogenannte Problemflächen, welche schwierig bis gar nicht vermietet werden können. Wenn Objekte nicht vermittelbar sind, das heißt, wenn die Leerstandsrate größer als drei Monate ist, spricht man von strukturellem Leerstand. Dieser beträgt bei Büroimmobilien laut *Interpool & FaciCon* [20] ca. 30 % vom gesamten Büroleerstand. Ursachen für strukturellen Leerstand ergibt sich aus folgenden Gründen [21]:

- Mangelhafte bzw. alte Gebäudekonzepte
- Nicht zeitgemäße Haustechnik
- Falsche Mietpreispolitik
- Geringe Investitionen in das Objekt
- Schlechte Lagen bzw. öffentliche Verkehrsanbindung
- Unprofessionelle Vermarktung

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist eine Beurteilung der Zweckänderung von leer stehenden Büroimmobilien in Schulgebäude. Es kann nur das Ziel geben, für strukturelle Leerstände alternative Nutzungen zu finden und wirtschaftlich umzusetzen.

Die Entwicklung in den letzten 25 Jahren begann im Jahr 1992 mit einer hohen Nachfrage an Büroflächen in Dienstleistungsunternehmen. Die Beschäftigung nahm ständig zu und es gab einen jährlichen Zuwachs von ca. 7000 Büroarbeitsplätzen. So gesehen war mit einem zusätzlichen Flächenbedarf von rund 130.000 m² pro Jahr zu rechnen. Mit einer Vergrößerung des Arbeitsplatzes pro Angestellten war nicht zu kalkulieren, da die Arbeitsmittel aufgrund der technologischen Entwicklung ständig kleiner wurden. Der Anstieg an Büroflächen ging mit dem allgemeinen Wirtschaftswachstum einher. Dazu kam ein spekulativer Bürohausbau in der Zeit der europäischen Ostöffnung und dem Anschluss an die EU [24].

Der hohe Althausbestand aus der Gründerzeit bot in Zeiten des Wirtschaftswachstums für internationale Konzerne keine Ansiedlungsmöglichkeit. Die Ansprüche für modernere Büroplätze waren nicht gegeben. So entstanden in den 60er und 70er Jahren viele Bürohäuser, welche wegen der schlechten Energiebilanz und geringen Flexibilität den aktuellen internationalen Bedingungen an Bürobauten nicht mehr gerecht werden. Damals ergab sich die Entscheidung für einen Neubau aufgrund der Höhe der Errichtungskosten. Dadurch liegen die Nutzungskosten (Betriebskosten, Verwaltungskosten, Versicherungen, Erhaltung usw.) bei den Bauten aus den 60er und 70er Jahren bei ca. 200 bis 300 % der Errichtungskosten, abhängig von der wirtschaftlichen Nutzungsdauer [15].

Generell sind die Anforderungskriterien an Bürogebäude nicht bei jedem Unternehmen gleich. Für einige Dienstleistungsunternehmen liegt die Priorität der Bürogebäude am prominenten Standort. In der Regel fallen in Wien darunter die Altbauten aus der Gründerzeit. Wie schon erwähnt gibt der hohe Althausbestand für internationale Konzerne weniger günstige Bedingungen. Diese Großunternehmen legen Wert auf maßgeschneiderte Bürobauten, welche den höchsten technischen und baulichen Ansprüchen gerecht werden, verkehrsgünstig liegen und/oder von Grünanlagen umgeben sind. Zusätzlich ist die Ausführung eines Bürogebäudes aus der Sicht des Investors entscheidend. Tritt der Investor als Eigennutzer auf, das heißt Investor und Nutzer des Objektes ist dieselbe Person, werden lediglich die Anforderungen an seine Geschäftsflächen und Standort berücksichtigt. Hingegen muss ein freier Investor allgemeine Kriterien für eine Fremdvermietung erfüllen. Das heißt der Fremdnutzer muss sich mit den allgemeinen, eventuell nachteiligen Faktoren seines Mietobjektes einverstanden geben. Der Vorteil dabei liegt in der flexibleren Anpassung bei Mieterwechsel oder Nutzungsänderungen. Sehr wichtig für Mieter ist der Qualitätseindruck, der von einem Objekt ausgeht, weil das Image eines Gebäudes werbetechnisch eingesetzt werden kann. Dazu können beispielsweise moderne Fassaden oder auch die Erneuerung von Altbauten beitragen. Zusätzlich entwickelt sich die Gebäudetechnologie immer weiter. Objekte werden immer energieeffizienter und die Telekommunikations- bzw. Informationssysteme immer komplexer.

In Bezug auf Bürogebäude als Mietobjekt gibt es einige Kriterien, welche Einfluss auf die Beurteilung des Gebäudes und des Bürostandortes haben. Diese Faktoren sind von den Faktoren in Kapitel 3 zu unterscheiden, da diese das Vermittlungspotential beurteilen, welches wiederum ausschlaggebend für einen Leerstand ist. Die Bewertungskriterien für Büroliegenschaften/-objekte sind [24]:

- Lage
- Größe
- Grundstücksform
- Bebauungsmöglichkeiten
- Alt-/Restbebauung (Denkmalschutz)
- Einsehbarkeit, Werbesichtanbindung
- Flexibler Grundriss
- Hausinterne Infrastruktur
- Eingangssituation und Erschließungsqualität
- Umgebung (Grün, Ruhe)
- Restriktionen (Altlasten, Nachbarschaftsrechte, Dienstbarkeiten)
- Verkehrssituation
- Umfeld

2.2 Aktueller Leerstand in Wien

Laut dem Büromarktbericht von *Dr. Max Huber Realbüro* [7] beträgt die Leerstandsrate für Bürobauten 6,7 % bis Ende des Jahres 2013. Unter diese Prognose fallen vor allem ältere Gebäude mit schlechter öffentlicher Anbindung. Aufgrund der eher verhaltenen Vermietungsleistung und des geringen Neufächenzuwachs steigt die Rate von 6,0 % aus dem Jahr 2012. Die Durchschnittsmieten bleiben jedoch ziemlich konstant. Obwohl die Nachfrage an energie- und flächeneffizienten Objekten entlang der etablierten Büroachsen zunimmt, steigt die Leerstandsrate. Die größte Nachfrage an hochwertigen Bürobauten besteht weiterhin in Lagen mit U-Bahn-Anbindung an die Innenstadt. Aktuell beträgt der Gesamtbestand 10.800.000 m² Bürofläche, davon sind 6,7 % (723.600 m²) Leerstand. Die Neufächenproduktion (Angebot) an Büroflächen bleibt wie im Vorjahr stabil bei ca. 170.000 m² bei einer prognostizierten Vermietungsleistung (Nachfrage) von 290.000 m². Dadurch bleibt die Leerstandsrate stabil, da die Neufächenproduktion im Vergleich zur Vermietungsleistung niedrig ist. Europaweit gesehen besitzt Wien eine niedrige Leerstandsrate. Laut diesem Bericht besteht riesiges Potential in der Umwidmung der Büroleerstandsgebäude in andere Nutzung, was einerseits den Leerstand minimiert und sich positiv auf die Gesamtmarktentwicklung auswirkt. [7]

2.3 Bauen im Bestand

Die Wahrscheinlichkeit steigt, dass man bei Planungsaufträgen mit bestehenden Objekten konfrontiert wird, sei es im benachbarten Umfeld oder direkt auf dem Grundstück. Deshalb bekommt das Planen und Bauen im Bestand eine größere Bedeutung in der Entscheidungsfindung und Vorgehensweise. Beim Bauen im Bestand kann es zu einer Vielzahl an Aufgabenstellungen an das Bestandsobjekt kommen. Zum Einen kann es „nur“ zu bestandserhaltenden Eingriffen kommen, zum Anderen zu weitreichenden Baumaßnahmen, die bis zur Erneuerung führen (siehe Abbildung 2.1). Die baulichen Maßnahmen, Revitalisierung und Redevelopment, sind in Abbildung 2.1 nicht ersichtlich und werden in den anschließenden Kapiteln beschrieben.

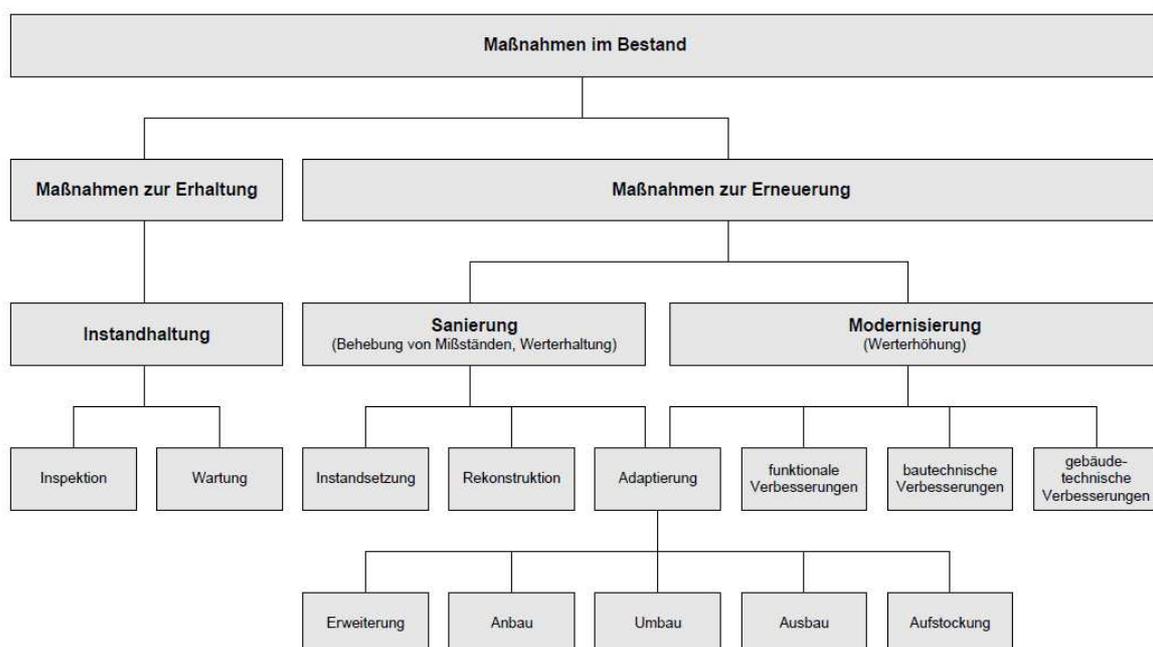


Abb. 2.1: Bauliche Maßnahmen im Bestand [8]

Die Besonderheiten beim Bauen im Bestand liegen in dem erhöhten Planungs- und Koordinationsaufwand, den ein Gebäudebestand mit sich bringt. Schon in der Vorbereitung müssen zusätzliche rechtliche Vorschriften mitberücksichtigt werden (z.B. Denkmalschutz). Weiters lässt sich ein bestehendes Objekt nie vollständig erkunden. Somit bleiben in der Planung und in der Ausführung stets unvorhersehbare Faktoren. Die Entsorgung und Rezyklierung von abgebrochenem Material wird immer wichtiger und muss gut durchdacht werden. Beim Bauen unter laufender Nutzung müssen Auflagen der Nutzer beachtet werden. Daher müssen die Arbeitszeiten auf den Nutzerbetrieb abgestimmt werden. Außerdem kommt es zu notwendigen Schutzmaßnahmen, wie Baum-, Gebäude- und Lärmschutz. [16]

2.3.1 Instandhaltung

Unter Instandhaltung versteht man die Arbeiten zur Bewahrung des funktionsfähigen Soll-Zustandes eines Objektes. Dazu gehört neben der Feststellung des Ist-Zustandes, der Inspektion, auch die regelmäßige Pflege und Kontrolle, sprich Wartung. Unter Instandsetzung versteht man hingegen jene Arbeiten, die notwendig sind, um den Soll-Zustand wieder herzustellen. [39]

2.3.2 Sanierung

Bei Sanierungen handelt es sich um das Beheben von Mängeln und das Beseitigen von strukturellen Defiziten. In der Regel ist der Aufwand der Arbeiten umfangreicher als bei der Instandhaltung und der Modernisierung. Unter Sanierung fallen Arbeiten wie Instandsetzung, Rekonstruktion und Adaptierung, bei der es zu einer Erweiterung, Anbau-, Umbauarbeiten oder Nutzungsänderungen kommen kann. [39]

2.3.3 Modernisierung

Unter dem Begriff Modernisierung sind jene Maßnahmen gemeint, die den Ist-Zustand verbessern. Im Gegensatz zur Instandhaltung, welche den Ist-Zustand wiederherstellt. Darunter fallen alle baulichen und technischen Eingriffe, die den Stand der Technik und die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes erhöhen. [39]

2.3.4 Revitalisierung

Der Begriff Revitalisierung wird überwiegend im Städtebau bei der Wiederbelebung von ganzen Stadtteilen verwendet. Aber auch bei einzelnen veralteten Objekten wird von Revitalisierung gesprochen. Unter ihn fallen alle Eingriffe in die Konstruktion und Bausubstanz, um das Objekt wiederzubeleben bei gleichbleibender Nutzung. Durch diese Bezeichnung werden veraltete, leer stehende Gebäude technisch, funktionell, konstruktiv und optisch wieder nutzbar gemacht. Da diese Diplomarbeit eine Umstrukturierung inkl. Nutzungsänderung eines Leerstandes behandelt, wird der Begriff Redevelopment angewendet. [23]

2.3.5 Redevelopment

Handelt es sich um eine Revitalisierung und einer gleichzeitigen Nutzungsänderung eines Gebäudes, spricht man von Redevelopment. Darunter versteht man die Zweckänderung eines Gebäudes. Bei einer Änderung der Nutzung fallen sämtliche bauliche Umstrukturierungen an, da sich in der Regel die statischen und bauphysikalischen Anforderungen ändern. Der Vorteil gegenüber einem Neubau liegt im ressourcenschonenderen Umgang mit den Baumaterialien. [23]

2.4 Lebenszyklus von Gebäuden

Die baulichen Tätigkeiten sind nach Errichtung eines Gebäudes nicht beendet. Es muss in regelmäßigen Abständen inspiziert und instandgehalten werden, damit der Wert der Immobilie erhalten bleibt. Die Nutzungsdauer eines Gebäudes ist abhängig von der Nutzungsart, den Wirtschaftlichkeitsparametern und dem Zustand der Bausubstanz. Ist ein Objekt nicht mehr nutzungsfähig, ist zu entscheiden, ob und mit welchem Aufwand eine neue Nutzungsphase erfolgen kann. Ist ein Gebäude nicht mehr sanierungsfähig und adaptierbar, muss das Gebäude rückgebaut werden. Oft werden Gebäude mit einer bestimmten Nutzungsdauer kalkuliert, die sich auf die Anforderungen des Nutzers oder auf wirtschaftliche Aspekte beziehen. Es ist möglich, die Nutzungsdauer nicht auf das gesamte Gebäude anzusetzen, sondern auch auf ihre Einzelteile. In Abbildung 2.2 sieht man die unterschiedlichen technischen Lebensdauern der Gebäudeteile. Daraus erkennt man, dass Verschleißteile wie Oberflächen oder sensible Haustechnik kürzere Lebensdauern haben als konstruktive. Für ordnungsgemäß instandgehaltene Bürogebäude werden durchschnittliche wirtschaftliche Gesamtnutzungsdauern von 50 bis 80 Jahren angenommen. Das heißt, dass Gebäude aus den 50er und 60er Jahren nun an die Grenzen ihrer wirtschaftlichen Nutzungsdauer gelangen. Die technische Lebensdauer ist jene Zeit, in der das Objekt einwandfrei benutzt werden kann. Solange man ein Objekt ökonomisch nützen kann, spricht man von wirtschaftlicher Nutzungsdauer. Das heißt, die wirtschaftliche Nutzungsdauer ist kürzer als die technische Lebensdauer. [14]

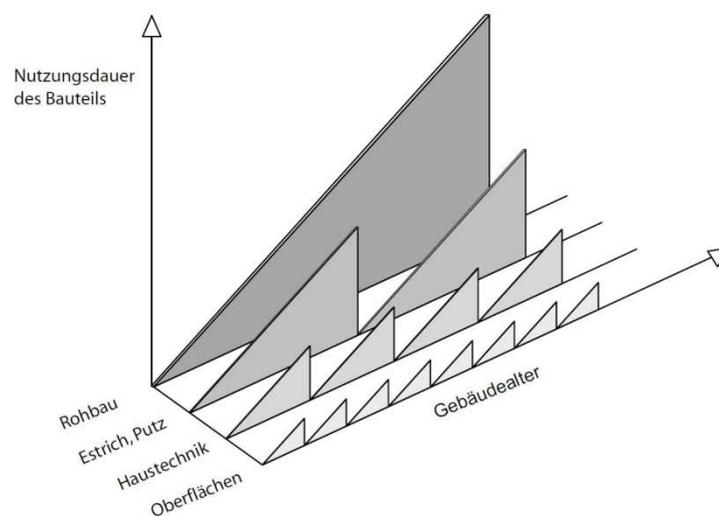


Abb. 2.2: Lebenszyklus von Baueilen [2]

Durch die unterschiedlichen Lebensdauern der Bauteile ergeben sich laufende Investitions- und Sanierungskosten. Wenn diese Investitionszyklen bereits in der Planung berücksichtigt werden,

lassen sich zukünftige Kosten der Instandhaltung verringern. Wichtig ist, in der Projektentscheidung die gesamten Lebenszykluskosten zu betrachten. Früher waren die Anschaffungskosten ausschlaggebend, doch mittlerweile liegt das Hauptaugenmerk auf den Folge- bzw. Betriebskosten, welche weit über den Errichtungskosten liegen können. In Abbildung 2.3 werden alle in den Lebenszyklus einfließenden Kosten dargestellt.

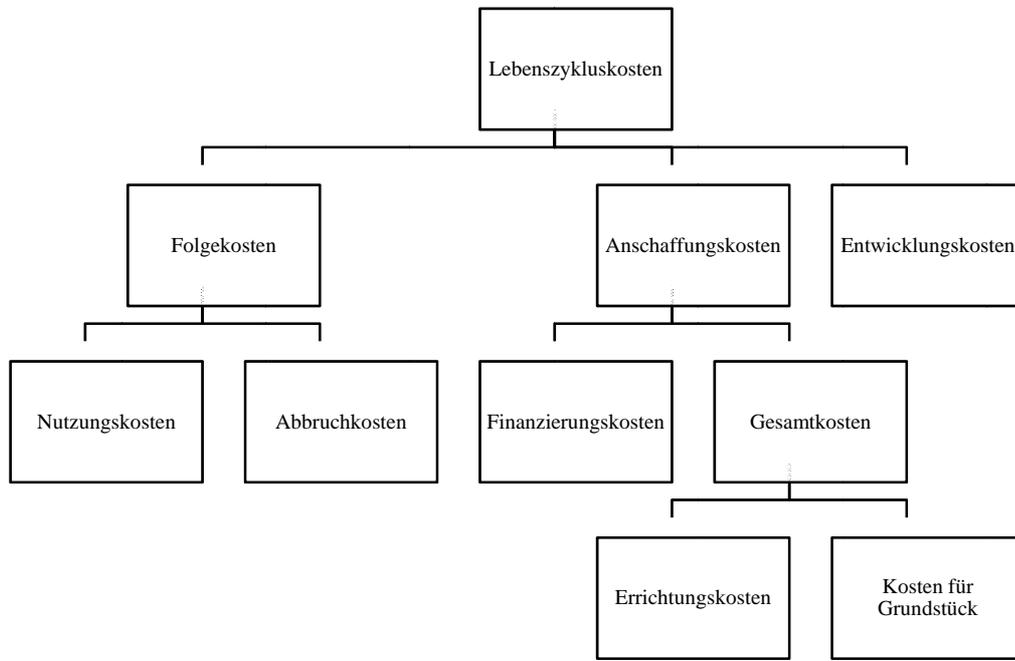


Abb. 2.3: Aufteilung der Lebenszykluskosten [15]

2.5 Redevelopment in Schulgebäude

Schulpolitik, Schulorganisation, Investitionen in die Schulreformen und Bildung sind ein viel diskutiertes Thema in der Politik. Diese Vorgänge haben Auswirkungen auf die Schulgebäude. Ausgangsposition ist zum Einen das schlechte Abschneiden bei internationalen Vergleichsstudien der Schüler wie zum Beispiel PISA, TIMSS, PIRLS etc. Diese führten zu einem Umdenken im Bildungssystem. Im Jahr 2003 kam es vom *BM für Bildung, Wissenschaft und Kultur* zu einer Empfehlung, das System in eine Gesamt- (Neue Mittelschule) und Ganztagschule umzustrukturieren. Dadurch werden die pädagogischen Anwendungen angepasst. Darunter fallen kleinere Klassen mit max. 25 Kindern, Kleingruppenunterricht und offenes Lernen. [19]

Oberstes Ziel ist die Verbesserung des Schulwesens, um dadurch das Bildungsniveau zu heben. Der Hintergedanke bei der Ganztagschule steckt in der Vereinbarkeit von Beruf und Familie und der Förderung aller Schüler. Dies soll mit einem Freizeitangebot in der Nachmittagsbetreuung geschehen und soziale Ungerechtigkeiten ausgleichen. Bei diesem System werden Schüler vormittags und nachmittags betreut, was zu zusätzlichen Anforderungen des Gebäudes führt. Es werden Lern-, Aufenthaltsräume, Kantinen und Essensräume sowie außenliegende Freizeitflächen benötigt. Das sind Bedürfnisse, die teilweise in den bestehenden Schulgebäuden noch nicht vorhanden sind.

Diese neuen Lern- und Lehrmethoden wurden bereits in Schulen erprobt und wirken sich bautechnisch auf die Klassenzimmer und das Raumkonzept des bestehenden Schulgebäudes aus. Deshalb

wurden bundesweit Investitionen in die architektonischen Erfordernisse auf den modernen Schulbau festgelegt. Die Investitionskosten wurden gemeinsam vom *BM für Unterricht, Kunst und Kultur* und dessen Partner der *Bundesimmobiliengesellschaft BIG* für Bundesschulen vereinbart. In Wien betragen diese 278 mio. €, welche zwischen 2008 - 2018 umgesetzt werden. Darunter fallen sämtliche Erweiterungen, Sanierungen und Neubauten, in denen die Ökologie eine wichtige Rolle spielt. Im Jahr 2007 wurde von der Stadt Wien ebenfalls ein Schulsanierungspaket *SuSa* beschlossen. In diesem kommt es zu umfassenden, substanzerhaltenden Sanierungsmaßnahmen in der Höhe von 570 mio. € zwischen 2008 - 2018. Somit sollen nachhaltige Rahmenbedingungen und zukünftige Arbeitsplätze geschaffen werden. Bei dieser grundlegenden Modernisierung der Bundesschulen stehen folgende Erneuerungen im Vordergrund: [3] [28]

- Höhere Kapazitäten in den berufsbildenden höheren Schulen aufgrund der steigenden Nachfrage
- Sanierung und bauliche Veränderung von Gebäuden unter spezieller Berücksichtigung von Nachhaltigkeit, Barrierefreiheit und offenem Lernen
- Verbesserung der Arbeitssituation für die Lehrerinnen und Lehrer in den Schulen
- Schaffung von Raum und Platz für vielfältige Aktivitäten in ganztägigen Schulformen

Zuerst wurden die Ziele aus bildungspolitischer Sicht festgelegt, welche nun in funktionelle Strukturen der bestehenden Schulen umgesetzt werden müssen. Deshalb stellt sich die Frage, ob bestehende Gebäude die Anpassung auf künftige Unterrichtsmethoden auch aufnehmen können? In Österreich gab es im 20. Jahrhundert bei den Schulbautypologien kaum Innovationen. Dies liegt auch an der veralteten Schulbaurichtlinie aus den 70er Jahren, welche seither nur angepasst wurde und sich generell auf Neubauten bezieht. Aufgrund von städtebaulichen und ökologischen Gesichtspunkten wird der Schulneubau künftig eine weniger wichtigere Rolle spielen. Schulgebäude benötigen Platz für Freiflächen, Sportplätze, Turnhallen usw. Aus diesen Gründen können Neubauten nur in den außenliegenden Stadträumen errichtet werden, abgesehen von Alternativen wie z.B. aufgelassenen Kasernen. Dies würde zu einer „Vertreibung“ der Familien aus der Innenstadt führen. Das Ziel kann also nur lauten, aus den gegebenen Beständen neue funktionale Strukturen zu schaffen. Das Augenmerk liegt auf der Sanierung und Erweiterung bestehender Schulgebäude bzw. Alternativen zum Schulneubau. [17]

2.6 Fazit und weiteres Vorgehen

Der aktuelle Leerstand an Bürogebäuden in Wien von 6,7 % wird trotz der hohen Nachfragen an energie- und flächeneffizienten Büroneubauten konstant bleiben. Dies beruht auf der niedrigen Neubauquote und den verhaltenen Vermietungsleistungen. Ausschlaggebend für den strukturellen Leerstand ist die schlechte öffentliche Anbindung. Die öffentliche Anbindung wäre für viele Unternehmen wichtig und somit bleibt der Leerstand bestehen. Alternative Nutzungen für diese Gebäude sind das einzige Ziel, diesen zu minimieren. Aus der aktuellen politischen Situation, welche Reformen des Bildungssystems vorsehen, wird es zu einer Anpassung der Schulstrukturen an neue Lern- und Lehrmethoden kommen. Unter diese fallen die Gesamt- und Ganztagschule sowie Änderungen in den pädagogischen Anwendungen, wie z.B. kleinere Anzahl an Schülern pro Klasse, offene

Lernräume und Kleingruppenräume. Deshalb kommt es zu Erweiterungen und Sanierungen in bestehenden Schulgebäuden. Aus Gründen der Nachhaltigkeit bekommen Schulneubauten eine weniger wichtige Rolle. Es müssen Alternativen geschaffen werden, um die steigende Nachfrage an Schulplätzen zu kompensieren.

In Kapitel 3 werden die Faktoren behandelt, die Einfluss auf ein Bestandsgebäude haben. Aus dieser Erkenntnis können wir ein Bestandsgebäude anhand ihrer Einzelteile beurteilen. Dies ist die Basis für weitere Entwicklungen und Entscheidungsgrundlage, ob ein Leerstand umstrukturiert werden kann.

3 Faktoren eines Redevelopments

Im Redevelopment gibt es viele Faktoren, die Einfluss auf die Nutzungsänderung eines Gebäudes haben. Deshalb werden in diesem Kapitel diese genauer erläutert und beurteilt. Ziel ist es, einen Überblick zu geben, welche Kriterien Einfluss auf Bauen im Bestand bei Bürobauten haben. Auf die Faktoren, die sich auf Schulgebäude auswirken, wird in Kapitel 4 eingegangen. In diesem Kapitel wird auf den Bestand eingegangen und beurteilt, ob das Gebäude umwidmungsfähig ist. Am Ende des Kapitels wird eine Checkliste erstellt, damit Bestandsgebäude mit anderen verglichen werden können. Daraus lassen sich Vor- und Nachteile der einzelnen Gebäude für eine Zweckänderung ableiten. Wesentlicher Bestandteil, um die Faktoren zu Erhalten ist die Bestandsaufnahme. Die Unterschiede der Projektentwicklungsstufen für Neubau und Bauen im Bestand sind geringfügig. Beim Bauen im Bestand erweitert sich die Projektentwicklung um die bereits erwähnte Bestandsaufnahme. Je genauer die Bestandsaufnahme, desto genauer die Bewertungsmöglichkeit. Auch nach der Bestandsaufnahme gibt es zu Projektanfang und -ausführung Unsicherheiten. Da eine vollständige Bestandsaufnahme oft technisch aufwendig und wirtschaftlich nicht vertretbar ist, treten erst im Laufe des Projekts die Unsicherheiten auf und müssen geklärt werden. Im Folgenden werden die wesentlichen Faktoren zur Beurteilung des Redevelopments aufgelistet und behandelt [16] [39]:

- Allgemeine Faktoren
- Standort
- Gebäudebestand
- Rechtliche Faktoren
- Finanzielle Faktoren
- Modernisierungsgrad
- Facility-/Gebäudemanagement

Die Entwicklung eines Bewertungssystems zur ganzheitlichen Betrachtung der Immobilie ist schwierig. Dazu benötigt man objektive und subjektive Bewertungskriterien, die nur über Statistiken oder Studien verifizierbar sind. Dadurch erhält man ein Notenschlüsselsystem, welches für „alle“ Büroimmobilien angewendet werden kann. Eine Ermittlung eines Bewertungssystems ist nicht Ziel dieser Diplomarbeit und wird daher nicht weiter behandelt.

3.1 Allgemeine Faktoren

3.1.1 Baujahr

Die Qualität eines Gebäudes hängt maßgeblich vom Entstehungszeitpunkt ab und in weiterer Hinsicht auch von der damaligen bautechnischen, politischen und wirtschaftlichen Situation. Aufgrund der Industrialisierung und des Wirtschaftsaufschwungs kam es zur Verwendung besserer Materialien und führte zu einer besseren Bauqualität (Gründerzeit). Diese fiel jedoch wieder während der Zeit der Weltkriege und des Wiederaufbaus ab. Erst ab ca. 1960 stieg die Bauqualität wieder an und mit ihr die Gebäudetechnik. Generell sind die Bauten aus den 50er, 60er und 70er Jahren nicht sehr

hochwertig, da es nach dem 2. Weltkrieg an Baumaterialien mangelte. Es ist daher sehr wichtig, das Bestandsobjekt nicht nur geometrisch (Abmessungen), sondern auch auf seine materiellen Eigenschaften aufzunehmen. Dadurch kann man die Bauqualität besser beurteilen.

3.1.2 Leerstandsdauer

Je länger das Gebäude leer steht, desto größer sind die Schäden am Bauwerk und desto schwieriger ist die Revitalisierungsarbeit. Dadurch entstehen höhere Investitionskosten, welche wiederum zu Schwierigkeiten in der Projektentscheidungsfindung und in der Vermarktung führen. Beim Leerstand fehlen die wichtigen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, die ein Gebäude nutzbar halten. Während der Zeit, in der das Gebäude nicht benützt wird, fallen laufende Kosten wie Betriebs-, Verwaltungs-, Instandhaltungskosten, Kreditverpflichtungen und Altlasten an. [14]

3.2 Standort

Eine Standort- und Marktanalyse steht direkt im Zusammenhang mit der Entwicklung einer Immobilie. Für eine Zweckänderung in ein Schulgebäude bekommt eine Marktanalyse nur geringe Bedeutung und wird im Folgenden nicht mehr behandelt. Für Unternehmen ist der Standort einer der wichtigsten Gründe sich anzusiedeln bzw. sich einzumieten. Bei Redevelopmentmaßnahmen muss der jeweilige Standort analysiert werden, um die Vor- und Nachteile des Standortes aufzuzeigen und weitere Vorgehensweisen zu erstellen. Darunter fallen die Begutachtung der aktuellen Verkehrsinfrastruktur und des Umfeldes. Denn dadurch kann beurteilt werden, ob eine zukünftige, sichere und bedarfsorientierte Nutzung gegeben ist, speziell bei Schulgebäuden. [16]

Die Einflüsse der Standortfaktoren ändern sich je nach Betrachtung der Umgebung. Es gibt eine Trennung in Makro- und Mikrostandorte. Makrostandorte umfassen ein gesamtes Einzugsgebiet, welches für Büroimmobilien von Bedeutung ist. Darunter werden die großräumige Verkehrsanbindung, das Einzugsgebiet qualitativer Arbeitskräfte und das Angebot von Büroflächen verstanden. Unter Mikrostandorte fällt die befindliche Umgebung um das Objekt, das heißt, die direkte Nachbarschaft und das Nutzungskonzept des Objektes. Mit eingeschlossen ist die gute Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Beim Individualverkehr ist die Mindestanzahl an Stellplätzen ein wichtiger Faktor. Für Schulen sind die Kriterien der Mikrostandorte vorrangig. Einflüsse auf die Verkehrssituation und das Umfeld sind im Allgemeinen [2] [24]:

- Lage des Gebäudes
- Verkehrsanbindung: öffentliche Haltestellen, Erreichbarkeit mit PKW, Stellplätze, Gehwege
- Verkehrsaufkommen im Individualverkehr
- Verkehrssicherheit
- Expansionsmöglichkeiten: Freiflächen, Bebauungsdichte, Gebäudehöhen
- Soziale Faktoren: Dienstleistungen, Gastronomie, Büros, Behörden, Banken
- Gebäudeinfrastruktur: Strom-, Wasser-, Heizungsanschluss, Telekommunikation

3.3 Gebäudebestand

Das Gebäude selbst bildet die Basis zur Entscheidungsfindung, ob es umwidmungsfähig ist oder nicht. Der Bestand ist abhängig von den Schäden. Diese haben wesentlichen Einfluss auf die Menge der baulichen Eingriffe. Je mehr Eingriffe notwendig sind, desto höher werden die Baukosten. Gibt es eine hohe Zahl an Mängeln, ist eine Sanierung technisch möglich, jedoch unter wirtschaftlichen Aspekten nicht rechtfertigbar. In unserem Fall ist der Bestand eine Büroimmobilie, die zukünftig ein Schulgebäude sein soll. Die konstruktiv erforderlichen Faktoren werden in Kapitel 4.4 erläutert.

3.3.1 Bestandsaufnahme und -analyse

Im Gegensatz zu Neubauten erweitert sich das Bauen im Bestand um diese Projektphase. Die Bestandsaufnahme ist wesentlicher Bestandteil zur Beurteilung des Gebäudes und in weiterer Folge Ausgangspunkt für die Redevelopmentmaßnahmen. Je exakter, desto unwahrscheinlicher sind unerwartet auftretende Komplikationen. Darunter fallen Bauschäden, Schadstoffbelastungen, Genehmigungsverweigerungen oder Kostenexplosion. Unvollständige Bauaufnahmen sind Grund für unvorhergesehene Leistungen. Unvorhergesehene Leistungen können aus nicht erkannten Bauschäden, Schadstoffbelastungen oder zu geringen Maßtoleranzen entstehen. Ziel ist es, unter der Bestandsaufnahme die Tragstruktur, Erschließung, Gebäudemaße, Materialien, haustechnischen Anlagen und raumbildenden Ausbauten festzustellen. Weiteres gibt es noch eine rechtliche, wirtschaftliche und finanzielle Bestandsaufnahme. In unserem Fall ist nur mehr die rechtliche Bestandsanalyse von Bedeutung, welche unter Kapitel 3.4 behandelt wird [16]. Um eine Bestandsaufnahme zu erhalten, müssen mehrere Arbeitsschritte vorgenommen werden [2]:

- Bestandsunterlagen einholen: Eigentümer, Architekten, Statiker usw.
- Auswertung der Unterlagen (Statik, Baubeschreibung, Wärmeschutznachweise, Schal- und Bewehrungspläne, Brandschutzpläne, Baustellenfotos usw.)
- Pläne digitalisieren, prüfen und korrigieren
- Erfassung der Geometrie des Gebäudes (Begehung, Messgeräte und Messmethoden)
- Erfassung der bautechnischen und bauphysikalischen Eigenschaften (Begehung, Messgeräte, Messmethoden und Labor)

Auf eine genaue Erläuterung der einzelnen Arbeitsschritte und Methoden wird, aufgrund deren Komplexität und Umfang, verzichtet.

3.3.2 Baulicher Zustand und Schäden

Der bauliche Zustand eines Gebäudes und dessen Schäden werden, wie in Kapitel 3.3.1 erklärt, festgestellt. Dadurch lässt sich die Konstruktion des Gebäudes beurteilen. Von einem Schaden spricht man, wenn sich ein Bauteil so verändert, dass seine vorgesehene Funktion beeinträchtigt oder unmöglich wird. Daraus resultieren bauliche Maßnahmen, um die allgemeinen Anforderungen an Gesundheit, Gebrauchstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit zu erfüllen. Ziel ist in diesem Kapitel, die üblichen Schäden an einem Bauwerk darzustellen, um bei einer Bewertung eines Bestandobjektes ein Schadensbild zu erstellen. Die Einteilung erfolgt nach Bauteilen und Baukonstruktionen,

welche konstruktionsbedingt schadensanfällig sind. Bauphysikalische Schäden und materialbedingte Schäden werden aufgrund ihrer Komplexität nicht angeführt. In Abbildung 3.1 sieht man die Schadensanfälligkeit von fünf Bauteilen, die aus dem *1. Österreichischen Bauschadensbericht* [1] hervorgeht. Daraus ist ersichtlich, dass erdberührte Bauteile und Dächer/Balkone mit jeweils 25 % am schadensanfälligsten sind. Fast 50 % aller Schäden entstehen lt. dieser Umfrage aus Einwirkungen durch Wasser. [1] [2]

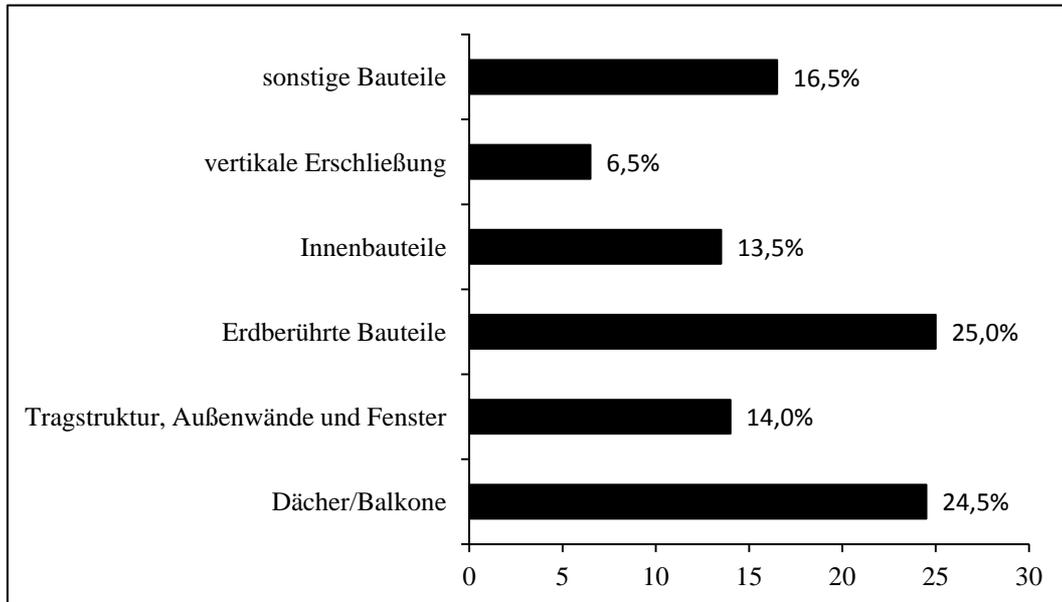


Abb. 3.1: Schadensanfälligkeit von Bauteilen [1]

3.3.2.1 Erdberührte Bauteile sowie Gründungen

Speziell historische Gründungen führen oft zu Schäden in den darüber liegenden Wänden und Decken. Diese Beeinträchtigungen führen zum Verlust der Gebrauchstauglichkeit oder sogar der Tragfähigkeit. Ursachen sind u.a. Setzungen/Risse infolge Lasterhöhung, dynamische Einwirkungen, Versagen von alten Holzpfehlern, Untergrundsetzungen zufolge Grundwasserabsenkung, Ausspülen der Feinteile im Untergrund, Aufweichen des Bodens bei Wasseraufnahme und das Schrumpfen eines bindigen Bodens bei Austrocknung. Zusätzlich kann es durch konstruktionsbedingte Mängel zu Schäden kommen. Jeder erdberührte Bauteil behindert den Wasserhaushalt des Bodens in einer gewissen Weise. Je nach Bodenart und Art des Wasserandrangs (Bodenfeuchtigkeit, nichtdrückendes und drückendes Grundwasser) kommt es zu einem hydrostatischen Druck gegen das Bauteil. Besonders anfällig sind Bodenplatten und Kellerwände bei denen Schwachstellen vorhanden sind. Diese kommen vor allem bei Setzungsrisse, Durchdringungen der Wand/Platte, unsachgemäße Dehnfugen bzw. Betonierabschnitte, fehlende Filterschichten und defekte Drainageleitungen. All diese planungs-, ausführungs- oder materialbedingten Fehler führen zu einem Feuchtigkeitsanstieg in den erdberührten Bauteilen. Feuchteschäden sind materialabhängig und können nicht für alle Materialien beschrieben werden. Die häufigsten Schäden bei Gründungen und erdberührten Bauteilen sind [5]:

- Setzungen (Lasterhöhung, Materialversagen und Untergrundsetzungen)
- Risse (Lasterhöhung und Setzungen)
- Feuchteschäden (Schwachstellen im Bauteil, mangelhafte Abdichtung, Ausführungs- und Materialfehler)

3.3.2.2 Außenwände

Typische Mängel und Schäden sind neben den bauphysikalischen Schäden (wie z.B. Schallschutz, fehlende und unzureichende Wärmedämmung) materialabhängige Mängel und konstruktionsbedingte Schäden. Die Zustände des Bauteiles verändern sich in Form von Rissen/Spaltungen aufgrund von zu hoher statischer/dynamischer Last oder durch zu hohe Verformungen. Des Weiteren kann es zu Ausblühungen/Ablagerungen oder Frostschäden führen, wenn die Außenwand durch kapillar aufsteigendes Wasser, Schlagregen oder Tauwasser belastet wird. Wenn von Feuchteschäden die Rede ist, muss es nicht immer nur Grund- oder Regenwasser sein. Die Einwirkungen können auch chemisch verändertes Wasser oder Tierurin sein, die die Materialien noch höher belasten. [5]

- Risse (Lasterhöhung und Verformungen)
- Feuchteschäden (Kapillarwasser, Schlagregen und Tauwasser)

3.3.2.3 Fenster

Der Großteil an Fensterschäden ist bauphysikalisch oder materiell bedingt. Trotzdem gibt es eine Hand voll konstruktionsbedingter Schadensstellen, die in Folge mit ihren Ursachen angeführt sind. Bei Zerstörungen der Fensterkonstruktion kommt es zu Feuchteintritt und infolge von Undichtheiten zu Zugerscheinungen. Bei Fehlern der Beschläge können durch Feuchteintritt die Beschläge korrodieren. Auch der Einbruchschutz ist bei alten oder fehlerhaften Beschlägen nicht mehr gegeben. Sind die Außenfensterbänke zu kurz ausgeführt, kann dies zu Schmutzablagerung und Feuchteintritt in die Fassade zur Folge haben. Alte Rolllädenkästen bieten kaum einen wärmetechnischen Schutz und können zu Schimmelbildung im Sturzbereich führen. Ausgefahrene Außenjalousien können bei hoher Windbelastung funktionell beschädigt werden. [5]

- Feuchteschäden & Schimmelbildung (fehlerhafte Schwellenausbildung, aufgegangene Eckausbildung, Versprödung Dichtungsprofil, zu geringe Tropfkante, mangelhafte Abdichtung der Außenfensterbank und wärmetechnische Schwachstellen)
- Zugerscheinungen (Undichtheiten Rollläden, Versprödung Dichtungsprofil und fehlerhafte Schwellenausbildung)
- Beschläge (mangelhafte Montage und zu hohe Belastungen)
- Verfärbungen Fassade (zu geringe Tropfkante)
- Beschädigungen (hohe Windlasten auf Rollläden und hohe Belastungen Fenster)

3.3.2.4 Decken

Bestandsdecken können vielfältige Schäden aufweisen, die oftmals nicht eindeutig zu erkennen sind. Die typischen Schäden sind hohe Durchbiegungen aufgrund von Lastveränderungen, welche im Altbau häufig vorkommen. Bei Massivdecken kann durch Feuchteeinwirkung Korrosion in der Bewehrung entstehen, die zum Verlust der Tragfähigkeit führt. Typisch bei Holzdecken sind die Formveränderungen zufolge Quellen oder Schwinden des Materials. Besonders anfällig sind Auflagerbereiche und Geschoßdecken unter Feuchträumen. Zusätzlich müssen die Unterdeckenkonstruktionen beurteilt werden, welche durch mangelhafte Befestigung herabfallen können. Durch zu hohe Durchbiegungen der Deckentragkonstruktion oder durch Schwind- und Quellprozesse des Unterdeckenmaterials kann es zu Rissen kommen. [5]

- Verlust der Tragfähigkeit (Korrosion der Bewehrung)
- Durchbiegung (Lasterhöhung, Quellen und Schwinden der Deckenkonstruktion)
- Risse (mangelhafte Befestigung, Quellen und Schwinden der Deckenunterkonstruktion)

3.3.2.5 Treppen

Abgesehen von den bauphysikalischen Mängeln, welche durch zu geringen Wärmeschutz, Schallschutz und unzureichenden Brandschutz entstehen, sind die bautechnischen und nutzungstechnischen Schäden besonders bei alten Bestandsgebäuden zu beachten. Zu den typischen Merkmalen an Innentreppen, die an der Außenwand verankert sind, sind Korrosionsschäden an den Stahlträgern und Fäulnissschäden der Holzträger. Die Schäden gehen aus der Feuchtebelastung aus der Außenwand hervor und können jahrelang verborgen bleiben. Ähnliche Schadensbilder gibt es bei innenliegenden Treppen, wie zum Beispiel beim Anschluss an den feuchten Kellerboden. Diese Zersetzungsschäden führen zu Rissen und erheblichen Gefahrenquellen für ihre Nutzer. Insbesondere muss die Nutzungssicherheit gegeben sein, welche durch lose Geländer oder abgetretene Setzstufen beeinträchtigt wird. Geländer müssen über die gesamte Nutzungsdauer den geometrischen Anforderungen (Höhe, Durchschlupfsicherheit und Ausbildung der Ausfachung) und einer vorgeschriebenen horizontalen Prallsicherheit entsprechen. [5]

- Tragfähigkeit (Korrosion Stahlträger und Fäulnis Holzträger)
- Feuchteschäden (Schlagregen und Kapillarwasser im Mauerwerk)
- Standsicherheit (Abgenutzte Setzstufen und lose Geländer)

3.3.2.6 Balkone

Balkone und Loggien sind den verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt, wie Lasten, Witterung, Verformungen und Umwelt. Es ergeben sich eine Vielzahl an Bauschäden, die hauptsächlich durch Feuchteinfluss hervorgerufen werden. Wichtig ist der gleitende Verbund zwischen der Abdichtungs- und Belageebene. Die häufigsten Schadensursachen sind Planungsfehler und Ausführungsfehler aber auch Ermüdungserscheinungen. [5]

- Feuchteschäden (mangelhafter Schwellenanschluss Fenstertüre, beschädigter Bodenbelag, mangelhafter Abdichtungsanschluss und Überlappung)
- Risse, Abplatzungen (geringes Gefälle führt zu Frostschäden)
- Setzungen (falsche Lastannahmen)

3.3.2.7 Steil- und Flachdächer

Bei Steil- und Flachdächern gibt es viele Einflüsse auf die Entstehung von Schäden. Der Großteil an Schäden entsteht durch bauphysikalische Ursachen, wie der unsachgemäße Einbau einer Zwischensparrendämmung oder Dampfbremse. Bautechnische Mängel treten meist nur aufgrund materialbedingter Schäden auf, die die Tragfähigkeit vermindern. Weitere Schäden entstehen oft bei nachträglichen Umbauten oder Einbauten von Dachfenstern. [5]

- Feuchteschäden und Schimmelbildung (Materialermüdung, mangelhafte Entwässerung, Tauwasser, mangelhafte Anschlüsse und Korrosionsschäden der Dachdeckung/Dachabläufe)

3.3.3 Altlasten/Schadstoffe

Als Schadstoffe werden Baustoffe und -materialien bezeichnet, die bei Umgang mit ihnen zu gesundheitsschädlichen Folgen führen können. Bei Kontamination durch Schadstoffe darf die Beurteilung der Umwidmung nicht außer Acht gelassen werden. Bei Vorhandensein von Schadstoffen müssen die Bau- und Planungsprozesse auf diese abgestimmt werden. Diese zusätzlichen Arbeiten sind mit Kosten verbunden. Für Gefahrstoffe wurden Stoffmengen und Konzentrationen festgelegt, deren Grenzwerte beim Umgang nicht ohne besondere technische oder personelle Schutzmaßnahmen überschritten werden dürfen. Schadstoffe können vor Planungs- und Baubeginn durch eine intensive Bestandsaufnahme festgestellt werden. In der folgenden Aufzählung sind einige Schadstoffe angeführt, die bei Altbauten vorhanden sein können [2]:

- Asbest
- Künstliche Mineralfasern
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
- polychlorierte Biphenyle
- Chlororganische Holzschutzmittel
- Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Formaldehyd
- Mineralölkohlenwasserstoffe
- Schwermetalle

3.3.4 Flexibilität der Gebäudestruktur

Die Analyse der Gebäudestruktur hat wesentlichen Einfluss auf das Redvelopmentverhalten des Leerstandes. Aus der Struktur kann immanent die Flexibilität des Gebäudes ermittelt werden. Das heißt, die Flexibilität existiert vor allem in Abhängigkeit von bestehenden Gebäudestrukturen.

Insbesondere die Grundrissaufteilung, welche durch die Tragkonstruktion, Achsraster, Gebäudetiefe und Erschließungssystematik charakterisiert wird, bestimmt zum Großteil die Adaptierbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Umstrukturierung. Speziell für die Planung stellt die Flexibilität eines Bestandes die größte Herausforderung dar und ist damit ein entscheidendes Kriterium für den wirtschaftlichen Erfolg. Durch eine höhere Flexibilität wird auch die wirtschaftliche Lebensdauer des Objektes erhöht.

Allgemein ist der Begriff Flexibilität mit der Anpassbarkeit einer Immobilie an andere Rahmenbedingungen zu verstehen. Dies resultiert aus dem Auseinanderdriften der langen Nutzungsdauer des Bauobjekts mit der zunehmenden Mobilität der Nutzer. Von hoher Flexibilität spricht man, wenn sich die situationsbedingten Anforderungen schnell anpassen lassen. Von Nutzungsflexibilität spricht man, wenn sich die Anpassungsfähigkeit einer Immobilie an andere Nutzeranforderungen ändert, wie zum Beispiel neue Mieter und deren Bedürfnisse. Nutzerflexibilität ermöglicht kurzfristige Anpassbarkeit bei wenig bzw. keinem Bauaufwand. In unserem Fall trifft dies aufgrund der generellen Änderung der Raumstruktur nicht zu. Im Folgenden wird der Begriff Flexibilität verwendet, da dieser auch eine Zweckänderung beinhaltet. Für eine Bestandsanalyse wird die relevante Gebäudestruktur in drei Hauptstrukturen eingeteilt, siehe Tabelle 3.1. Je flexibler die Gebäudestruktur ist, desto besser ist die Anpassungsfähigkeit an neue Nutzungsfelder. [16]

Tab. 3.1: Gebäudestrukturebenen [38]

Struktur	Bezug	Beispiel
Primärstruktur	Rohbau	Tragkonstruktion
Sekundärstruktur	Ausbau	Fußboden-, Deckenkonstruktion
Tertiärstruktur	Haustechnik	Heizungs-, Kühlungs-, Lüftungs- und Sanitärinstallationen

Das Flexibilitätspotential gibt an, mit welchem baulichen und finanziellen Aufwand ein Bestand in seine neue Rahmenbedingung umstrukturiert werden muss. Im Folgenden werden die Elemente aufgeführt, die auf die Beurteilung der Flexibilität und im weiteren Sinn auf das Redevlopment Einfluss haben. [16]

3.3.4.1 Rohbau

Die Gebäudegeometrie und dessen Tragkonstruktion zählen zu den primären Faktoren der Flexibilität. Die Tragkonstruktion wird in der Regel auf die gesamte Lebensdauer ausgelegt und beinhaltet daher nur wenig Spielraum zur Umstrukturierung.

- **Gebäudetiefe:**

Ist oft abhängig von der Lage des Gebäudes. Innerstädtisch sind in Wien die Gebäude in der Regel am Gründerzeitraster ausgerichtet und die Tiefe beträgt oft nur 12 m. Generell ist dabei der Bebauungsplan der Stadt Wien zu beachten, welcher die Baufluchtlinien festlegt (siehe Kapitel 3.4.2).

- **Geschoßhöhe:**

Die Geschoßhöhe kann die Flexibilität ebenfalls stark beeinflussen. Zu niedrige Raumhöhen können eine Umnutzung unmöglich bzw. nur mit sehr hohem Aufwand möglich machen. Beim Bauen im Bestand kommt es regelmäßig zu Installationseinbauten im Decken-

und/oder Fußbodenbereich, die die bestehende Raumhöhe verringern. Trotz allem muss die Mindesthöhe lt. Vorschriften eingehalten werden. Hohe Raumhöhen besitzen eine höhere Flexibilität, jedoch steigen die Betriebskosten.

- **Tragkonstruktion:**

Die Tragkonstruktion bildet eines der wichtigsten Kriterien zur Flexibilität und zur Realisierung eines Redevelopments. Die Anordnung von tragenden Wänden, Stützen und die Ausführungsart der Decken wirken sich direkt auf die Flexibilität vom raumbildenden Ausbau und der technischen Gebäudeausrüstung aus. Bildet die Tragkonstruktion eine schlechte Basis für Umstrukturierungen, so sind diese nur mit sehr hohem technischen Aufwand und zusätzlichen Kosten verbunden. Es wird die Wirtschaftlichkeit des Redevelopments wesentlich beeinflusst. Tragsysteme müssen weiters in Massiv- oder Skelettbauten unterschieden werden. Wobei es dabei zu zahlreichen Kombinationen kommen kann. Entscheidend auf die Gebäudeflexibilität ist die Festlegung derjenigen Bauteile, die eine statische Funktion ausüben oder nur raumbildende Funktionen. Prinzipiell bieten Skelettbauten mit Flachdecken, Stützen im Gebäudeinneren und Fassadenbereich die größte Flexibilität. Alle anderen lastabtragenden Systeme bedeuten Einschränkungen beim Bauen im Bestand, da sie die Nutzungsflexibilität und die statischen Eingriffe aufwendig und kostenintensiv beeinflussen. Die Skelettstruktur bietet großen Spielraum bei der Anordnung von nichttragenden Wänden und flexiblen Trennwänden. Wirtschaftliche Abstände der Stützen liegen zwischen ca. 5,0 bis 7,0 m. Zudem schränkt die nichttragende Fassade die Raumaufteilung nicht ein. In der Regel besitzen Deckenkonstruktionen deckenungleiche Unterzüge, dadurch kann es zu Problemen mit der Installationsführung oder auch mit den Anschlüssen von flexiblen Trennwänden kommen. Vorteilhafter sind Flachdecken mit deckengleichen Unterzügen. Aus statischer Sicht sind Nutzungsänderungen bei deckenungleichen Unterzügen mit sehr hohem Aufwand verbunden, technisch dennoch realisierbar. Für Installationsbohrungen kommt es zu Kernbohrungen an den statisch günstigeren Stellen. Geschwächte Querschnitte werden mittels Laschen oder CFK-Fasern verstärkt. Auf jeden Fall ist eine statische Untersuchung notwendig.

- **Achsraster:**

Um ein bestehendes Gebäude umfassend auf seine Flächenwirtschaftlichkeit zu beurteilen, muss dessen Achsraster analysiert werden. Dies geschieht über die Einteilung in den Primärraster (Konstruktionsraster) und in den Sekundärraster, welcher aus dem Ausbauraster gebildet wird. In der Regel ist der Hauptraster ein Vielfaches des Sekundärrasters. Dadurch erleichtert sich die Anordnung der Innenelemente an den Hauptraster. Die Größen der Räume sind somit vom Achsraster und der Gebäudetiefe abhängig. Die Wahl des Rasters ist zu beachten. Zu große Aufteilungen können zu einer unflexiblen Raumaufteilung führen. In der Regel sind bei Redevelopmentmaßnahmen Achsmaße zwischen 1,25 bis 1,50 m als optimal anzusehen. Diese Achsmaße entsprechen den optimalen Maßen von Schulgebäuden.

- **Vertikale Erschließung:**

Die vertikale Erschließung erfolgt bei Bürogebäuden in der Regel in Gebäudekernen, in denen sich die Installationsschächte sowie Sanitär- und Serviceräume befinden. Die Anordnung der Kerne hängt von der Gebäudeform und den Brandschutzvorschriften ab. Die Positionierung beeinflusst ebenfalls die Erdbebensicherheit, Flexibilität und Funktionalität des jeweiligen Bestandes. Eine Bestandsimmobilie muss vorweg überprüft werden, inwieweit der Kern nutzungsflexibel erschlossen und ob diese im Bezug auf das Redevelopment verbessert wer-

den kann. Veränderungen der vertikalen Erschließung werden nur in geringem Umfang möglich sein und deshalb auch kaum umstrukturiert. Jedoch muss die Funktionalität durch die neue Nutzung geprüft werden. Die Treppenhäuser müssen beispielsweise den neuen Anforderungen (Steigungsverhältnis, Breite, Brandschutz etc.) gerecht werden und die Sanitäreanlagen dementsprechend erweitert werden. Bei der horizontalen Erschließung muss auf die Länge des Fluchtweges und auf die Abmessungen (Breite und Höhe) acht gegeben werden.

3.3.4.2 Gebäudehülle

Die Gebäudehülle besteht aus der Fassade und dem Dach. Einfluss auf die Flexibilität hat jedoch nur die Fassade, welche in eine Lochfassade und offene Fassade unterteilt wird. Abgesehen von der eingeschränkten Belichtung, die sich bei Lochfassaden ergibt, liegt besonderes Augenmerk beim Sonnenschutz. Dieser beeinflusst das Gebäudeklima markant und damit auch den Energieverbrauch. Außenliegender Sonnenschutz mit mechanischen oder elektronischen Steuereinheiten bietet ein Höchstmaß an Komfort und Flexibilität. Ist die Lochfassade in einer tragenden Außenwand integriert, so ist die Konstruktion steifer als bei offenen Fassaden mit Stützen-Decken-System.

3.3.4.3 Raumbildender Ausbau

Ein flexibel geplanter Innenausbau zeigt sich langfristig positiv auf den Bürobestand. Charakteristisch für den Ausbau ist der große Zusammenhang mit der Flexibilität des Rohbaus eines Bauwerks. Das heißt, dass zum Beispiel zu niedrige Geschoßhöhen keine abgehängte Deckenkonstruktionen oder Hohlräume zulassen. Somit sind der Flexibilität, insbesondere bei Gebäuden mit hohem Ausstattungsgrad der Gebäudetechnik, Grenzen gesetzt. In diesem Abschnitt werden die raumbildenden Ausbaumaßnahmen auf ihre Flexibilität beurteilt.

- **Fußbodenunterkonstruktion:**

Wie schon in dieser Einleitung erwähnt, hängt die Flexibilität der Fußbodenkonstruktion wesentlich vom Rohbau und dem Modernisierungsgrad der Gebäudetechnik ab. Zusätzlich muss auch noch die Ausführungsart beachtet werden. Falls das Bestandsgebäude mit einem schwimmenden Estrich ohne Kabelkanäle ausgeführt worden ist, lassen sich Installationsleitungen nur sehr aufwendig in der Bodenkonstruktion verlegen. Somit bieten vorhandene Kabelkanäle oder Hohlräume in dieser Hinsicht bessere Flexibilität bei Zweckänderungen.

- **Unterdeckenkonstruktion:**

Bei Unterdeckenkonstruktionen gilt dasselbe wie für Fußbodenkonstruktionen. Die Abhängigkeit ist mit dem Rohbau, dem Ausstattungsgrad der Gebäudetechnik und der Ausführungsart gegeben. Bei Unterdeckenkonstruktionen sind abgehängte, leichte Konstruktionen mit mobilen Ausfachungen am flexibelsten.

- **Nichttragende Innenwände:**

Um die Flexibilität von Trennwänden beurteilen zu können, müssen diese analysiert werden. Darunter fällt die Einteilung in nichttragende oder mobile Trennwände. Zusätzlich muss der Zustand der Konstruktion sowie die Wiederverwendbarkeit ermittelt werden. Daraus ergibt sich die Entscheidung, ob die Wände abgerissen oder wiederverwendet werden können. Bei Rahmenkonstruktionen (Ständerwand mit Beplankung) liegt der Vorteil in der innenliegenden Installationsmöglichkeit und dem zur Bauteildicke verhältnismäßig gutem Schallschutz.

3.3.4.4 Gebäudetechnik

Im Zuge von Redevelopmentmaßnahmen wird an die Gebäudetechnik eine Flexibilität gefordert. In der modernen Pädagogik besteht der Wunsch nach flexibler Raumnutzung und veränderbaren Raumgrößen. Dadurch entstehen individuelle Anforderungen an die Messung und Regelung der haustechnischen Installationen, wie Heizung und Lüftung. In der Regel bestehen mechanische Lüftungsanlagen nur in der Gebäudemitte, da die Einzelbüros an der Gebäudefassade natürlich belüftet werden. Um die Arbeitsqualität in Klassenräumen aufrecht zu erhalten, benötigen diese kontrollierte Raumlüftungsanlagen. Das heißt, dass im Fall einer Nutzungsänderung ein Einbau einer zusätzlichen Lüftung erforderlich ist.

Bei der Beurteilung der Erweiterung der Gebäudetechnik besteht im Hinblick auf die Flexibilität der Rohbau im Vordergrund. Größten Einfluss hat die Geschoßhöhe. Die Installationen werden vorrangig in den Fußboden- und/oder Deckenkonstruktionen verlegt. Die Gebäudeerschließung und Gebäudetiefe beeinflussen ebenfalls die Leitungsführung und Länge. Tragende Elemente, besonders Wände und Unterzüge, behindern die Installationsführung. Darunter fällt auch ein ungünstiges Achsmaß, in dem die tragenden Teile angeordnet sind, welches eine optimierte Anordnung der Gebäudetechnik schwieriger gestalten lässt. Je höher die Raumtiefe bzw. geringer die Fensterhöhe (abhängig von Raumhöhe), desto besser muss die künstliche Belichtung im Gebäudeinneren hergestellt werden. Weiters muss das bestehende Heizsystem dahingehend überprüft werden, ob es mit neueren Anlagen betrieben werden kann. Andernfalls muss das gesamte Heizsystem ausgetauscht werden. Eine Beurteilung der Flexibilität wird deshalb mit der Flexibilität des Rohbaus in Verbindung gebracht und nicht extra behandelt.

3.4 Rechtliche Faktoren

In diesem Kapitel werden die öffentlich-rechtlichen Rahmenbedingungen dargestellt, welche Einfluss auf eine Nutzungsänderung und die Wirtschaftlichkeit haben können. Es werden allgemein jene Richtlinien erläutert, die als Basis für einen Neubau bzw. Umbau berücksichtigt werden müssen. Die zuständigen Behörden für Schulbauten sind in Kapitel 4.5 erläutert.

3.4.1 Baurecht

Das öffentliche Baurecht obliegt in der Kompetenzverteilung in Gesetzgebung und Vollziehung den Ländern. Die Verwaltungsbehörden des Landes sind die Bezirksverwaltungsbehörden (Magistrate) und die Landesregierung (Stadtsenat). Das heißt, es gibt neun unterschiedliche Bauordnungen, wobei im Jahr 2007 technisch harmonisierte Vorschriften (OIB-Richtlinien) beschlossen wurden. Das Baurecht bestimmt für den Einzelnen innerhalb welcher Gesetze, Verordnungen und Normen dieser ein Gebäude errichten darf. Die Ausnahme von dieser Kompetenzverteilung sind bundeseigene Gebäude, die öffentlichen Zwecken dienen. Bei diesen ist für die Gesetzgebung das Land, für die Vollziehung aber der Bund zuständig. Respektive gelten die Bauordnungen der jeweiligen Länder, in der Erteilung der Baubewilligung entscheidet jedoch der Bund. Bundeseigene Gebäude sind Bundesschulen, Universitäten, öffentliche Büro- und Spezialimmobilien und Sonderimmobilien (ehem. Kriegsbauten etc.). Eigentümer der öffentlichen Bauten ist die Bundesimmobiliengesellschaft (BIG).

Die Gesetze und Verordnungen des Wiener Baurechts werden in folgende Teile aufgegliedert (nicht vollständig):

- Wiener Bauordnung
- Nebengesetze der Wiener Bauordnung:
 - o Wiener Kleingartengesetz
 - o Wiener Garagengesetz
 - o Wiener Aufzugsgesetz
 - o Wiener Ölfeuerungs-gesetz
 - o Wiener Baumschutzgesetz
- Durchführungsverordnungen zur Wiener Bauordnung
 - o Wiener Bautechnikverordnung / OIB Richtlinien / TRVB

Zusätzlich sind bei Bauvorhaben sämtliche Bundesgesetze, wie z.B. Eisenbahngesetz, Wasserrecht, Straßenrecht, Denkmalschutzgesetz usw. zu berücksichtigen.

3.4.2 Wiener Bauordnung

Die Wiener Bauordnung wird vom Wiener Gemeinderat (Landtag) beschlossen und besteht aus zwölf Teilen. Mit 1. Jänner 2013 wurde die Wiener Bauordnung [22] novelliert. Die sogenannte Techniknovelle 2012 [22] besagt, dass bei Neubauten sowie bei Zu- und Umbauten künftig nur mehr umweltfreundliche Energiesysteme errichtet werden dürfen, wenn dies technisch, ökologisch und wirtschaftlich realisierbar sind. Im Folgenden werden nur einige Hinweise, die für einen Umbau relevant sind näher erläutert.

3.4.2.1 Formelle Erfordernisse bei Bauvorhaben §60 - §74

In diesem Teil werden jene Bauvorhaben erklärt, die eine Bewilligung benötigen. Durch die Auflistung der Tätigkeiten am Bauwerk bzw. Neubau erkennt man, welches Bewilligungsverfahren angewendet werden muss. Folgend werden nur einige Bauvorhaben erwähnt, die beim Bauen im Bestand und bei Umwidmungen vorkommen.

Es werden drei Bauvorhaben hinsichtlich ihrer Bewilligung unterschieden:

- Bewilligungspflichtige Bauvorhaben:
 - o Neu-, Zu- und Umbauten
 - o Änderung der Raumwidmung, Raumteilung
 - o Änderungen oder Instandsetzungen von Bauwerken, wenn diese Einfluss auf die Festigkeit, gesundheitliche Verhältnisse, die Feuersicherheit oder auf die subjektiv-öffentlichen Rechte der Nachbarn haben oder das äußere Ansehen geändert wird.
- Anzeigepflichtige Bauvorhaben:
 - o Austausch von Fenster die Erscheinungsbild verändern

- o alle sonstigen Bauführungen, die keine Änderungen der äußeren Gestalt oder Umwidmungen betreffen
- Bewilligungsfreie Bauvorhaben
 - o Bauvorhaben, die nicht bewilligungspflichtig oder anzeigepflichtig sind

Auf die verschiedenen Bewilligungsverfahren laut Wiener Bauordnung wird hier nicht näher eingegangen. Aus dieser Auflistung wird klar, dass Gebäude, die eine Umnutzung erfahren eine Baubewilligung benötigen.

3.4.2.2 Bauliche Ausnutzbarkeit der Bauplätze §75 - §86

Sehr wichtig ist bei Bauvorhaben die Einhaltung des Flächenwidmungs- und Bebauungsplan, die Einflüsse auf die bauliche Ausnutzbarkeit des Bauplatzes haben. Im Bebauungsplan müssen die Fluchtlinien, die Breiten- und Höhenangaben der Verkehrsflächen, die Widmungsart mit ihrer Bauklasse, Bauweise und Strukturen angegeben werden. Die Bauklasse teilt die Gebäude in ihre zulässigen Gebäudehöhen ein. In der Wiener Bauordnung werden am Bebauungsplan verschiedene Bauweisen festgelegt. Diese unterscheiden sich je nachdem, ob das Gebäude frei am Grundstück situiert werden darf oder an ein anderes Gebäude angeschlossen werden muss (ein- oder beidseitig). Zusätzlich werden die Mindestabstände zwischen Gebäuden auf dem gleichen Grundstück und zu benachbarten Gebäuden festgelegt. Abhängig von der Bauklasse und der Grundstücksgröße wird die maximal zulässige bebaubare Fläche des Bauwerks eingegrenzt. Diese Definitionen sind bedeutend für eine ausreichende Belichtung und den erforderlichen Brandschutz.

3.4.2.3 Bautechnische Vorschriften §87 - §122

Die bautechnischen Vorschriften werden nach Inkrafttreten der Techniknovelle 2007 [22] in der Wiener Bauordnung grundsätzlich ohne technische Details festgelegt. Die technischen Bestimmungen werden in den harmonisierten OIB-Richtlinien angegeben, die selbst häufig auf andere ÖNormen verweisen. Die bautechnischen Vorschriften werden auf Grund ihrer Komplexität nicht weiter behandelt.

3.4.3 OIB-Richtlinien

Die ab 2007 inkraftgetretenen harmonisierten technischen Vorschriften werden in sieben OIB-Richtlinien unterteilt: [35]

- OIB-RL 1: Mechanische Festigkeit
- OIB-RL 2: Brandschutz
- OIB-RL 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- OIB-RL 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
- OIB-RL 5: Schallschutz
- OIB-RL 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz
- OIB-RL 7: Bauproduktenverordnung

3.4.4 ÖNormen

Bezüglich der Ausschreibung, Ausführung und Abrechnung von Projekten müssen zusätzlich Verfahrensnormen, rechtliche, gewerkspezifische und technische Normen berücksichtigt werden.

3.5 Finanzielle Faktoren

Die Kosten bei Baumaßnahmen im Bestand setzen sich aus den gesamten Planungstätigkeiten und den Bauleistungen zusammen. Der Grad der Kostenbeeinflussung von Redevelopmentmaßnahmen ist aufgrund der teilweise unvorhersehbaren Bauleistungen im Bauverlauf höher als bei Neubauten. Es existieren oftmals nur unzureichende Kenntnisse über projektbeeinflussende Kostenfaktoren. Im Gegensatz zum Neubau, bei dem die Zielsetzung maßgebender Einflussfaktor ist, erweitert sich beim Bauen im Bestand die Kostenermittlung um weitere Faktoren, wie der Zustand der Bausubstanz und die Menge an Bauschäden. Durch diese Faktoren sind Aussagen über die Baukosten in frühen Projektphasen äußerst schwierig. Zusätzliche Faktoren haben weitreichende Auswirkungen auf die Ergebnisse der Kostenermittlung: [23]

- Projektbeteiligte, Honorare
- Bestandsaufnahme (Aufwand- und Nutzenabwägung)
- Gebäudesubstanz (Modernisierungsgrad, Instandsetzungskosten und Tragstruktur)
- Altlasten/Schadstoffe
- behördliche Auflagen (Brandschutz, Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, Energieeinsparung und Wärmeschutz etc.)
- Abbruchkosten (Entsorgungslogistik, Rückbautechnik und Materialverwertung)
- Baustellenlogistik (Materialdisposition, Lagerungsmöglichkeiten und Schutz vorh. Bauten)
- Aufrechterhaltung der Nutzung unter laufendem Baubetrieb (Sicherungsmaßnahmen, Vermeidung von Emissionen und Gewährleistung der Medienversorgung)

Eine Möglichkeit zur Kostenschätzung bietet die analytische Methode. Dabei werden Vergleichsobjekte zur Bewertung der Baukosten herangezogen. Die Kosten werden mittels Kostenkennwerten und Bezugseinheiten ermittelt. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen bei diversen Redevelopmentmaßnahmen sind passende Kostenkennwerte oft nicht in ausreichender Anzahl vorhanden. Ein letzter Faktor, der die Errichtungskosten beeinflusst, ist die Realisierungsdauer. Dieser steht indirekt mit dem Bestand im Zusammenhang. Je schneller die Umstrukturierung realisiert wird und sich der Leerstand somit reduziert, desto günstiger ist die ökonomische Betrachtung und die Baukosten steigen nicht zusätzlich. [39]

3.6 Modernisierungsgrad / Instandhaltungszyklen

Der Modernisierungsgrad ist abhängig vom bestehenden Gebäudestandard und vom geplanten Standard. Die Bauqualität eines Gebäudes setzt sich aus der Bausubstanz, der technischen Gebäudeausrüstung, der vorhandenen Wärmedämmung, Fenster, Boden- und Deckenbeläge zusammen. Der Grad der Eingriffe, um eine Immobilie zu modernisieren, ist altersbedingt. Je geringer die Restnutzungsdauer, desto höher sind die baulichen Maßnahmen. [39]

So ist der Aufwand, ein bestehendes Gebäude bei schlechtem Zustand auf einen hohen Standard zu bringen, wesentlich höher als bei gut erhaltenen Gebäuden. In diesem Zusammenhang kommt es zu erheblichen Veränderungen im Tragwerk, des Grundrisses und der technischen Einbauten. Kommen hingegen bei der Wiederbenutzbarmachung lediglich Instandsetzungsarbeiten vor, so ist der Aufwand gering. Weiters ist zu beachten, ob sich die Eingriffe auf das gesamte Gebäude oder nur auf einzelne Bauteile beziehen. Wann es zu Baumaßnahmen kommt, ist von den Instandhaltungszyklen der jeweiligen Bauteile abhängig. Dies geschieht, wenn die technische Lebensdauer oder die wirtschaftliche Nutzungsdauer nicht mehr gegeben ist (siehe Kapitel 2.4). [16]

Im Allgemeinen wird die technische Lebensdauer von Gebäuden mit 80 bis 100 Jahren festgelegt. Die meisten Bauteile weisen jedoch eine kürzere Lebensdauer auf. Diese müssen altersbedingt nach gewissen Zeiten instandgesetzt oder ausgetauscht werden. Das Alterungsverhalten wird von der Ausführungsqualität, der Lage, der Nutzungs- und Pflegeintensität sowie von der Art des Bauteils selbst beeinflusst. Die Qualität und Wert des Bauwerks nimmt trotz regelmäßiger Instandhaltung stetig ab. Wird dies vernachlässigt, beschleunigt sich der Verlust der Gebrauchstauglichkeit. Im Gegensatz dazu, erhöht sich die Qualität und der Wert des Gebäudes bei der Instandsetzung. Die durchschnittlichen Instandsetzungszyklen werden bei Gebäuden mit ca. 80 bis 100 Jahren Lebensdauer mit ca. 30 Jahre angenommen. Einen großen Einfluss auf die Kosten und Zyklen haben die Materialqualität und die Konstruktionsart der Bauteile. In Abbildung 3.2 sieht man Wertsteigerung bzw. -verlust eines Objekts in Abhängigkeit der Instandsetzungszyklen.

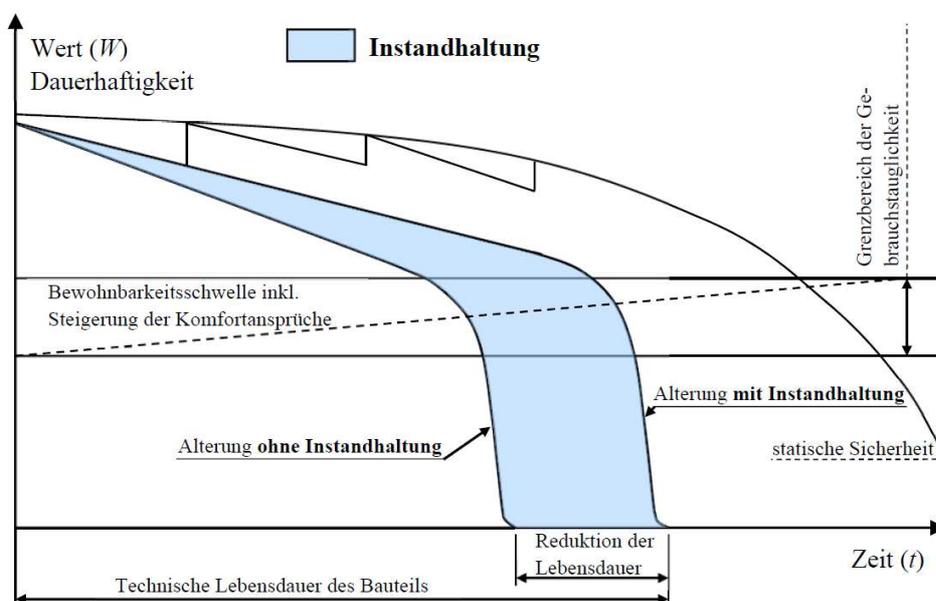


Abb. 3.2: Wertsteigerung in Abhängigkeit der Instandsetzungszyklen [37]

Der Erhaltungszustand wird weiters von der Erhaltungsstrategie beeinflusst. Welche Strategie von den Betreibern/Nutzern verfolgt wird, hängt von deren Prioritäten ab. Bürogebäude haben andere Voraussetzungen als Wohngebäude. Da diese früher modernisiert werden, aufgrund der Image- und Werbewirkung. Folgende drei Strategien muss man unterscheiden:

- Abbruchstrategie
- Substanzerhaltungsstrategie
- Erneuerungs- und Wertvermehrungsstrategie

In unserem Fall kommt die Erneuerungs- und Wertvermehrungsstrategie zum Einsatz. Dabei wird die wertverminderte Bausubstanz durch Modernisierung bzw. Um-, Zu- und Ausbauten in ihrer Qualität und ihrem Wert erhöht. Durch die Instandsetzungsarbeiten können auch die Betriebskosten gesenkt werden. Die Investitionskosten einer Modernisierung amortisieren sich mit der Zeit. [1]

Nach *Christen und Meyer-Meierling* [6] sind die Instandhaltungszyklen abhängig vom Bauteil selbst und der Instandhaltungsqualität. In Tabelle 3.2 sind nach dem *Bund Technischer Experten* [4] die durchschnittlichen technischen Lebensdauern von verschiedenen Außenbauteilen aufgegliedert. In der rechten Spalte ist die Reduktion der Lebensdauer bei 0 % Instandhaltungsqualität nach *Christen und Meyer-Meierling* [6] angegeben. Dadurch ergeben sich geringere Lebensdauern und kürzere Instandhaltungszyklen.

Tab. 3.2: Reduktion der Lebensdauer bei 0 % Instandhaltungsqualität [4] [6]

Bauteilgruppe	Durchschnittliche technische Lebensdauer [Jahre]	Reduktion der Lebensdauer
Rohbau massiv	90 – 100	10 %
Dachhaut Steildach	40 – 60	70 %
Dachhaut Flachdach	25	80 %
Fassade verputzt	50	10 %
Fassade Holzverkleidung	30	50 %
Fenster Holz	30 – 40	50 %
Fenster Kunststoff/Metall	30 – 40	10 %

3.7 Facility- und Gebäudemanagement

Facility- und Gebäudemanagement hat Einfluss auf den gesamten Lebenszyklus. Es beginnt mit der Projektierung, Planung und Erstellung des Gebäudes. Es folgen die Tätigkeiten zum Betreiben der Immobilie und endet mit der Verwertung oder dem Redevelopment. Erfolgt eine Modernisierung eines Objekts, beginnen Teilphasen des Lebenszyklus erneut. Es ergeben sich annähernd die gleichen Möglichkeiten der Kostenoptimierung im Planungsprozess wie bei Neubauten. Das heißt, Facility Management ist das ganzheitliche Betreiben von Gebäuden. Dazu gehören das Flächen-, Veranstaltungs-, Raumorganisations-, Kommunikations- (Telefonanlage, Netzwerke), Wartungs-, Installations-, Energiemanagement, kaufmännische Betreuung (Vermietung, Verwaltung) sowie Programme zur Werterhaltung. Bei bestehenden Gebäuden ist der Gebäudezustand von großer

Bedeutung, welcher durch das Gebäudemanagement wesentlich beeinflusst werden kann. Vergleich mit den Instandsetzungszyklen in Kapitel 3.6. [16]

3.8 Checkliste Bestand

In Tabelle 3.3 ist eine Checkliste angegeben, in der sämtliche Gebäude miteinander verglichen werden können. Die Tabelle kann für verschiedenste Gebäudetypen und Bauvorhaben Anwendung finden. Ausgefüllt gibt sie Auskünfte über die allgemeinen und technischen Eigenschaften des Gebäudes. Somit lassen sich die wichtigsten Ist-Zustände des Gebäudes darstellen. Ziel ist es, den Bestand mit den definierten Zielkriterien zu vergleichen und so Aussagen über die Möglichkeit eines Redvelopment für Schulgebäude zu treffen. Objekt A betrifft das in Kapitel 5 behandelte Bürogebäude. Bei Objekt B handelt es sich um ein leer stehendes Bürogebäude am Schuberttring aus den 50er Jahren. In Abbildung 3.3 ist die Straßenansicht von Objekt B ersichtlich. Um Vergleiche ziehen zu können, muss ein Bewertungssystem definiert werden. Dabei werden die Gebäudeeigenschaften gewichtet und als Endresultat erhält man eine Benotung des Bestandobjektes. Somit lassen sich Aussagen über eine eventuelle Umstrukturierung treffen. Das Thema dieser Diplomarbeit ist nicht das Erstellen eines Bewertungssystems und wird aufgrund des hohen Umfangs nicht weiter behandelt.



Abb. 3.3: Bürohaus am Schuberttring 10, 1010 Wien, innere Stadt

Tab. 3.3: Checkliste Bestandsgebäude

Pos.:	Objekt	A	B
1.	Name	Bezirksamt Donaustadt	Schubertring Bürohaus
2.	Adresse	Schrödingerplatz 1	Schubertring 10
3.	Bezirk	1220	1010 Wien
4.	Kat. Gemeinde	Kagran	Innere Stadt
5.	Gst.Nr.	1066/517	1323 & 1328
6.	Ez.	2319	656 & 657
7.	bish. Nutzung	Amtshaus	Bürohaus
8.	Baujahr	ca. 1973	1952 - 1954
9.	Leerstandsdauer	in Benutzung	> 3 Jahre
	Lage		
10.	Öffentliche Stationen	U1 Kagran/26A Bezirksamt/ 25 Donauzentrum	
11.	Ausrichtung Gebäude	Nord - Süd	Nordost - Südwest
12.	Freifläche	Ja	Ja
13.	Größe Freifläche	k.A.	ca. 250 m ²
14.	Anzahl Stellplätze	> 180 / Öffentl. Parkplatz	max. 5 / öffentl. Plätze
	Technische Daten		
15.	Grundrissform	I	E
16.	Bebaute Fläche	1.225 m ²	1.180 m ²
17.	Gebäudehöhe	14,40 m	32,50 m
18.	Geschoßhöhe	3,54/3,36/3x3,34 m	3,26/6,54/3,95/3x3,45/3,75/3,50 m
19.	Geschoßanzahl	5	8
	Nutzfläche Geschoße		
20.	EG	595,4 (1.057,25) m ²	ca. 1.000 m ²
21.	KG	893,80 m ²	ca. 950 m ²
22.	1.OG	1.057,25 m ²	ca. 870 m ²
23.	2.OG	1.057,25 m ²	ca. 780 m ²
24.	3.OG	1.057,25 m ²	ca. 780 m ²
25.	4.OG	-	ca. 745 m ²
26.	5.OG	-	ca. 710 m ²
27.	6.OG	-	ca. 530 m ²
28.	Gesamtnutzfläche	4.660,95 m ²	6.365 m ²
29.	Raumhöhe	2,93/2x2,78/2x2,76 m	3,0/5,8/3,5/3x3/3,25/3 m
30.	Tragkonstruktion	Skelettbau	Skelettbau
	Baumaterial		
31.	Fundament	Beton	
32.	Wand	Stahlbeton	Mauerwerk
33.	Decke	Stahlbeton	Stahlbeton Rippendecke
34.	Dachkonstruktion	Stahlbeton	Hängewerk
35.	Dachdeckung	Blechdeckung	Ziegeldeckung
36.	Fenster	Holz	Aluminium
	Baukonstruktion		
37.	Fundament	Einzel-/ Streifenfundament	Einzel-/ Streifenfundament
38.	Außenwand	FT-Platten STB	Mauerwerk
39.	WDVS Stärke	-	-
40.	Decke	Ortbeton	Fertigteil Stahlbeton

41.	Dach	Flachdach	Steildach
42.	Innenwandsystem	Holzständerwand	Mauerwerk
43.	Fußbodenkonstruktion	schwimmender Estrich	k.A.
44.	Deckensystem	abgehängte Decke	abgehängte Decke
45.	Achsraster längs	6,55/9x6,60/6,55/5,68 m	6,4/7x5,4/6,4 m
46.	Achsraster quer	6,56/2,74/6,56 m	6,0/3,4/5,6/3x3,4 m
	Treppenhaus		
47.	Anzahl Treppenhäuser	3	2
48.	Lage Treppenhaus	Osten Außenseite	Nordwest Außenseite
49.	Lage Treppenhaus	Süden Außenseite	Nordost Außenseite
50.	Lage Treppenhaus	Norden Außenseite	-
51.	Steigungsverhältnis	16,9/30 cm	14/36 und 16/29 cm
52.	Treppenbreite	2x 1,25/1,50 m	1,75/1,20 m
53.	Lift	2x 1,0/1,30 m	4x k. Abmessungen vorh.
	Haustechnik		
54.	Heizungsart	k.A.	k.A.
55.	Lüftung	k.A.	k.A.
56.	Sonnenschutz	Außenjalousie	Außenjalousie
57.	Kühlung	k.A.	k.A.
58.	Brandabschnittsgrößen	ca. 550 m ²	k.A.
59.	Fluchtweglänge	max. ca. 23 m	k.A.

3.9 Fazit und weiteres Vorgehen

In Kapitel 3 wurden alle Faktoren, die Einfluss auf Umwidnungsmaßnahmen beim Bauen im Bestand haben, erläutert. Aus den Beurteilungen der Einflüsse geht hervor, dass die Bestandsaufnahme den wichtigsten Teil ergibt. Durch sie erhält man Aufschluss über die Tragkonstruktion, Baumaterialien und der technischen Gebäudeausrüstung. Mit den erhaltenen Faktoren kann der Leerstand auf sein Umwidnungspotential beurteilt werden. Im folgenden Kapitel 4 werden nun die Faktoren bestimmt, die ein Schulgebäude erfüllen muss. Darunter fallen alle technischen, ökologischen und ökonomischen Einflüsse sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen. Diese Kriterien bilden das Ziel des Redvelopment das erreicht bzw. erfüllt werden soll.

4 Faktoren eines Schulgebäudes

Die aktuelle Bildungsreform [19] führt zur strukturellen und funktionellen Reorganisation des Schulsystems als auch der Schulgebäude. Eine Reorganisation umfasst sowohl pädagogische, als auch schulorganisatorische sowie konstruktive-funktionelle Aspekte. Dabei müssen die alten Strukturen der Schulorganisation, die personellen Ressourcen und die Gebäudebestände beachtet werden. In dieser Diplomarbeit geht es um die Ermittlung des Potentials von Büroleerständen, um diese in Schulgebäude umzuwidmen. Daher liegt das Hauptaugenmerk auf einem Gebäudebestand, der eine andere Nutzung erfuhr. In diesem Kapitel werden alle beeinflussenden Faktoren erklärt, welche notwendig sind, um ein Schulgebäude nach dem derzeitigen Stand der Technik/Pädagogik zu erstellen bzw. zu sanieren. Diese Kriterien stellen die Ziele des Redvelopments dar. Am Ende des Kapitels wird ein Kriterienkatalog erstellt, damit Vergleiche mit einem Bestandsgebäude gezogen werden können. [17]

4.1 Pädagogische Faktoren

Auf Basis der Bildungsreform und innovativer pädagogischer Erkenntnisse kommt es auch zu einer Reorganisation bei Schulbauten. Der Lerntag wird individuell in Kleingruppen und in Großgruppen organisiert. Weiters bildet die zeitliche Reorganisation von Schulsystemen, wie die Ganztagschule, einen Einfluss auf das Raumkonzept. Durch die Ganztagesbetreuung oder Nachmittagsbetreuung kommt es zu einem erweiterten Angebot, das nicht auf Lasten von bestehenden Raumnutzungen basieren soll. Durch die längere Anwesenheit im Schulgebäude erweitert sich der Bedarf an zusätzlichen sozialen Räumen. Die zeitliche Nutzung von Schulbauten ist im Vergleich zu Bauten mit anderer Nutzung sehr ineffizient. In der Regel werden Schulgebäude nur ca. sechs bis acht Stunden am Tag benutzt und das nur in der Schulzeit. Das heißt, dass es zu einem temporären Leerstand kommt. Die Schulräume und deren Freiflächen werden kaum von Externen genutzt. Daraus ergibt sich ein Bedarf zur Nutzung Dritter. Eine Verwendung der Schulen und der Freiräume ist eine nachhaltige Strategie zur Verbesserung der Lebensqualität in dicht verbauten städtischen Gebieten und zur Effizienzsteigerung der Räume selbst.

Ende des 20. Jahrhunderts gab es nur wenige Innovationen bei Schulbautypologien. Die klassische Struktur von Klassenzimmern entlang von Erschließungsgängen verbleibt. Dies beruht auf den vorgegebenen Schulbaurichtlinien, Raum- und Funktionsprogrammen. Eine aktuelle Innovation ist die Wiederbelebung des Ansatzes, Klassenzimmer zu Clustern zu koppeln. Klassenzimmer sollen sich als Raum ausweiten und sich zu weiteren Schulräumen positionieren. Durch die Ansammlung von SchülerInnen in Gangflächen, Pausenhallen oder auch Stiegenpodesten kommt es zu verschiedenen Vorstellungen der Raumkonzepte. Die Trennwände zwischen Klassenzimmer und Gang sollen aufgelöst werden und zwischen den Klassenzimmern sollen Verbindungen geschaffen werden. Solche Raumprogramme werden teilweise in gegenwärtigen Schulwettbewerben ausgeschrieben. Das heißt, die zeitliche Nutzung der Schule ändert sich. Klar voneinander getrennte Klassenräume, Erschließung und Verwaltung lösen sich in der Praxis auf. [17]

Wie schon erläutert, kommt es zu Änderungen im Raumbedarf durch pädagogische Innovationen und Bildungsdiskussionen. Durch die Senkung der maximalen Schüler in einer Klasse auf 25 Schülerinnen und Schüler und der demografischen Entwicklungen in Wien kommt es zu einem Bedarf an zusätzlichen Flächen. Der Raumbedarf wird durch nachfolgende Faktoren beeinflusst:

- Standardanhebung des Platzbedarf pro Schülerin bzw. Schüler
- Fläche für zeitgemäße LehrerInnenarbeitsplätze
- zusätzliche Sozialräume, Flächen für Repräsentation und Kommunikation
- zusätzliche gemeinschaftliche Infrastrukturen mehrerer Schulstandorte
- ergänzende kommunale Einrichtungen (Bibliothek, Jugendräume, Sporteinrichtungen usw.)

Um die Eignung der Schul- und Unterrichtsräume für einen pädagogisch anspruchsvollen Unterricht unter Berücksichtigung von zukunftsweisenden schulischen Entwicklungen und Nachhaltigkeitskriterien beurteilen zu können, wurden Direktorinnen und Direktoren aus mehreren Schulstufen interviewt (siehe Literatur [17]). Zusätzlich wurden Expertinnen und Experten aus Schul- und Unterrichtsentwicklung, Erziehungswissenschaften und Unterrichtspraxis hinzugezogen. Aus diesen ergaben sich pädagogische Konzepte für Umbau- und Sanierungskonzepte. Unter anderem wurde der Bedarf an Schulräumen und Freiflächen erfragt. Im Folgenden werden die bedarfsorientierten Räume aufgelistet.

4.1.1 Klassen-, Unterrichts- und Sonderunterrichtsräume

Klassenräume sind pädagogisch sehr wichtig und fördern die Klassengemeinschaft. Dennoch wird die Starrheit in den derzeitigen Klassenzimmern stark kritisiert. Der Wunsch richtet sich nach flexibleren und offeneren Raumkonzepten. Die durchschnittliche Klassenraumgröße von ca. 60 m² ist für Pädagoginnen und Pädagogen zu klein. Durch die vielfältigen Aufgaben, die der Raum zu erfüllen hat, ist dieser nicht ausreichend. In den bisherigen Klassenräumen wurden keine Rückzugsräume für Kinder vorgesehen. In der Grundschule sind solche Räume etwa Lese- oder Kuschelecken und in der Oberstufe Flächen für Sitzgarnituren. Generell sollen Unterrichtsräume hell, freundlich sein und große Glasflächen sowie Möglichkeiten zur individuellen Gestaltung bieten. Zusätzliche Kleingruppen werden als dringliche Notwendigkeit für einen differenzierten und individuellen Unterricht gesehen.

4.1.2 Sonstige Räume: Bibliotheken, Schulküchen, Speiseräume, Garderoben, Fest- und Veranstaltungsräume

Bibliotheken sind in nahezu allen Schulstufen vorhanden. Sie werden aufgrund von Platzmangel, jetzt schon sehr häufig als Reserveraum genutzt. Bibliotheken sollen weiters für Lehrer als Arbeitsraum, Elterngespräche oder auch Kleingruppenunterricht benützt werden. Zusätzliche Ausstattung wie Computerarbeitsplätze, Sitzgelegenheiten und Raum für kleine Veranstaltungen werden als sehr wichtig für die Entwicklung der Schule gesehen. Durch die Einführung der Nachmittagsbetreuung benötigen die heutigen Schulen zusätzliche Ausspeisungsküchen mit Speiseräumen. Bei einem nachträglichen Einbau von Speiseräumen werden oft andere Räume umgenützt. Dadurch verschärft sich der Mangel an Sonderunterrichtsräumen. Speiseräume sollen so gestaltet werden, dass sie

kommunikativ und mehrfach nutzbar als Freizeit- und Aufenthaltsräume sind. In der Regel gibt es keine eigenen Fest- und Veranstaltungsräume. Meistens werden Turnsäle benützt, welche die Sicherheitsbestimmungen nicht erfüllen. Falls Pausenhöfe überdacht sind, könnten diese ebenfalls als Veranstaltungsraum verwendet werden. Doch erfüllen nur eigene Veranstaltungsräume die sicherheitstechnischen Erfordernisse und bieten den Veranstaltungscharakter mit der entsprechenden Größe und den Raumhöhen. Das Fehlen von eigenen Festsälen wird auf die geringe Zeit zurückgeführt, welche während dem Schulbetrieb für Spiele, Präsentationen und Vorführungen aufgewendet wird.

4.1.3 Gang- und Pausenflächen, Grün- und Freiräume, Spiel- und Sportflächen

Die Einbeziehung der Gangflächen in das Unterrichtsgeschehen ist wünschenswert. Durch die feuerpolizeilichen Vorschriften kommt es zu Einschränkungen in der Gestaltung der Gänge. Zum Einen ist eine Möblierung am Gang nicht erlaubt und zum Anderen lassen Brandabschnittstüren keine großen Räume zu. Die offenen Treppenhäuser aus den 1960er und 1970er Jahren werden als sehr förderlich empfunden. Durch Transparenz, Einsichtigkeit sowie helle breite Gänge wird der Freiraum besser angenommen. Das Angebot an Grün- und Freiflächen ist stark vom Schulstandort und dem Errichtungszeitpunkt abhängig. Schulen aus der Gründerzeit sind meist im Stadtzentrum und verfügen vorwiegend über einen befestigten Schulhof. Falls öffentliche Parks vorhanden sind, ergänzen diese das Freiraumangebot. Tatsächlich sind diese aber nur beschränkt für Schüler und Schülerinnen nutzbar. Schulen mit einem weitläufigen Angebot an Grünflächen und Sportanlagen werden als sehr positiv für ihren Schulstandort angenommen und dementsprechend intensiv benützt. Direkte Zugänge von den Klassenräumen zu den Freiräumen sind wünschenswert. Das Angebot von Sport- und Bewegungsräumen wird vor allem von Jugendlichen sehr geschätzt.

4.1.4 LehrerInnen-Arbeitsplätze, Kanzlei, Besprechungszimmer

Das Angebot der Arbeitsplätze wird oft bemängelt. In Grundschulen und Mittelschulen findet der Unterricht bereits vielfach in Teams statt. Dadurch werden Teamräume oder Arbeitszonen benötigt, bei denen sich die Lehrer organisieren, vernetzen und gemeinsam vorbereiten können. Für die Arbeitsplätze ist eine Mehrfachnutzung anzustreben. Dabei sollte eine klare Trennung zwischen den nutzbaren Räumen der Kinder und solchen der Erwachsenen stattfinden. [17]

4.2 Ökologische Faktoren

In der heutigen Zeit sind die ökologischen Kriterien von großer Bedeutung. Ökologie umfasst einen ressourcenschonenden Umgang von Materialien durch Dauerhaftigkeit, Wiederverwendung und Einsatz von umweltfreundlichen Baustoffen. Dies geschieht vor allem beim Bauen im Bestand. Zusätzlich ist der Energieverbrauch bei Bauausführung (graue Energie) und beim späteren Betrieb des Gebäudes zu reduzieren. Ein Gebäudeabbruch und der eventuell folgende Neubau ist kein sparsamer Umgang mit Ressourcen und zudem ein erhöhter Energieverbrauch bei der Baudurchführung. [16] Die Graue Energie, die bei der Baustoffproduktion anfällt wird in Zukunft eine große Rolle spielen. Zudem hat die Stadt Wien im Jahr 1999 das Projekt *ÖkoKauf Wien* gestartet, in dem Vorgaben für einen umweltfreundlichen Einkauf von Produkten festgelegt sind. Aber auch die

technische Gebäudeausrüstung nimmt einen immer größer werdenden Einfluss ein. Durch sie werden die Behaglichkeit im Gebäude und die Betriebskosten beeinflusst. Beide sind sehr wichtige Ziele im heutigen Baugeschehen. Durch eine hohe technische Gebäudeausrüstung soll ein energieeffizientes Gebäude entstehen. Je höher die technische Ausstattung (Photovoltaik-, Solaranlagen, kontrollierte Wohnraumlüftung, usw.), desto höher sind die Investitionskosten. Gerade bei nicht regelmäßig benutzten Schulgebäuden stellt sich die Frage, ob sich so hohe Investitionen rentieren. Der Ausnutzungsgrad einer Schule soll stets mit den Baukosten im Einklang stehen, da sich diese auf die Dauer der Nutzung amortisieren sollen.

Durch die flexible Raumnutzung und die veränderbaren Raumgrößen, müssen die haustechnischen Anlagen zum Heizen und Lüften regelbar sein. Von Vorteil sind dezentrale Regelstationen, die über Messeinheiten verfügen und so den Bedarf an Heizleistung oder Lüftung optimal regeln. Welche Systeme eingesetzt werden, hängt vor allem von den baulichen Bedingungen ab. Die Anforderungen an das Heizsystem sind bei Schulgebäuden aufgrund der temporären Nutzung zu anderen Gebäuden sehr unterschiedlich. Die Räume sollen durch Heizung und innere Wärmequellen, wie z.B. Computer oder Belichtung, rasch erwärmt werden. Umgekehrt sollen die Wärmequellen bei externen Lasten z.B. Sonnenlicht oder internen Lasten (z.B. Personen) schnell zurückgenommen werden. Die Position der Wärmedämmung kann dazu einen positiven als auch negativen Effekt haben. Bei Schulen, die ausschließlich zu Unterrichtszeiten benützt werden, ist eine Innenwanddämmung besser geeignet als eine Außendämmung. Durch die Innendämmung muss die Außenwand nicht miterwärmt werden und der Raum wird rascher aufgeheizt. Umgekehrt ist bei Ganztagschulen eine Außenwanddämmung wirksamer. Hier kommt die speicherwirksame Masse der Wand zum Tragen und sorgt so für ein stabileres Raumklima. [17]

Die wichtigsten ökologischen Anforderungen sind vom Arbeitskreis ÖISS (Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau) und *ÖkoKauf Wien-Projekt* in *Ökologische Kriterien im Schulbau* [29] definiert. In diese flossen die *Richtlinien für den Schulbau* [36] der ÖISS ein, welche für Bundesschulen gelten. Deshalb sind die *Ökologischen Kriterien im Schulbau* für alle Schulbauten in Wien verbindlich (Bundes- und öffentliche Pflichtschulen). Die bedeutendsten werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

4.2.1 Lage, Situation, Bauplatz und Aufschließung

Ein Schulgebäude soll so gelegen sein, dass die Gesundheit und die Leben der SchülerInnen nicht gefährdet sind und der Schulbetrieb nicht gestört wird. Idealerweise ist der Bauplatz von Grünflächen umgeben, liegt in geschützter Lage und abseits vom Verkehr. Die Schule soll über Fuß-, Radwege und Straßen erreicht werden können, ohne möglichst Hauptstraßen zu kreuzen. Die Wahl des Grundstücks ist neben den Besitzverhältnissen und dem Preis von folgenden Kriterien abzuwägen [29]:

- Nähe zu Nutzerinnen und Nutzer
- Öffentliche Verkehrsanbindung: Eine optimale Anbindung an das öffentliche Netz sowie an das Fuß- und Radwegnetz ermöglicht den Schülern und Schülerinnen einen sicheren und eigenständigen Schulweg.

- Grundstücksgröße: Richtet sich nach dem Raum- und Funktionsprogramm der Schule inkl. deren Frei- und Sportflächen.
- Erweiterbarkeit: Die Größe und Form des Grundstücks sollen eine hohe Flexibilität bieten.
- Baubarkeit: Abhängig vom Flächenwidmungs- und Bebauungsplan.
- Grundstücksaufschließung: Anbindung an die technische Infrastruktur (z.B.: Fernwärme, Wasser und Telekommunikation)
- Anbindung mit anderen Schulen: Um Freiflächen oder Sportanlagen gemeinsam zu nützen.
- Energetische Bauplatzkriterien: Dabei ist die Ausrichtung des Gebäudes (Süd- bzw. Südwest- oder Südostorientierung) selbst ein Kriterium und andererseits die Lage (windanfällige Lage, Nordhang).
- Schutz vor Immissionen: Grundsätzlich ist eine Schule abseits von Lärmquellen oder sonstigen Immissionen anzuordnen.

4.2.2 **Bebauung, Erschließung und Raumorganisation**

Die Bebauung sollte so gewählt werden, dass möglichst große zusammenhängende Freiflächen geschaffen und die Bodenversiegelungen minimiert werden, unter Einhaltung des erforderlichen Raum- und Funktionsprogramms und der gesetzlichen Bebauungsbestimmungen. Kompakte Bauweisen sind im Hinblick auf ihre Energieeffizienz zu bevorzugen. Der Grundriss einer Schule soll ein hohes Maß an Flexibilität aufweisen, um Gebäudeerweiterungen oder Veränderungen der Funktionen zu ermöglichen. Bei der Planung von Schulbauten muss die barrierefreie Ausstattung beachtet werden. Darunter fallen alle Maßnahmen laut *Wiener Bauordnung* [22], *ÖNormen* und der *OIB-Richtlinie 4* [35]. [29]

4.2.3 **Außenraum - Schulfreiräume**

Unter Schulfreiräumen werden alle Flächen, abzüglich der bebauten Fläche, verstanden, die im Rahmen des Unterrichts und in der unterrichtsfreien Zeit von den SchülerInnen und dem Schulpersonal schulisch und außerschulisch genutzt werden. Bei der Gestaltung der Außenräume muss die Erschließung über das öffentliche Gut miteinbezogen werden. Die Freiraumgestaltung ist ein wesentlicher Teil der Gesamtplanung und muss bereits im frühen Stadium erfolgen. Durch die Nachmittagsbetreuung, der Gesamtschule und der Abnahme der Freiräume im Wohnumfeld der Kinder und Jugendlichen, kommt der Qualität schulischer Freiräume immer größere Bedeutung zu. Durch das Angebot sollen gesundheitliche Probleme, mangelnde Sozialkompetenz, steigende Aggressionsbereitschaft sowie motorische und koordinative Schwächen verbessert werden. Bei der Gestaltung von Schulfreiräumen sind folgende Faktoren zu berücksichtigen [29]:

- Barrierefreiheit
- Bewegung
- Erholung
- Gender Mainstreaming (Chancengleichheit aller Menschen in der Gesellschaft)
- Flächenbedarf für Freiraum (Pro SchülerIn 5 m², besser 10 m²)
- Kommunikation
- Mehrfachnutzung
- Multifunktionalität
- Natur und Umwelt
- Nutzerbeteiligung
- Präsentation
- Sicherheit
- Veränderbarkeit
- Lernort

Ökologische Ziele bei der Außenraumgestaltung sind vor allem die Erhaltung bzw. Berücksichtigung des naturräumlichen Bestandes. Bei den Erdbauarbeiten soll ein Massenausgleich erreicht werden, um die Transportwege zu reduzieren. Der Versiegelungsgrad soll in Abhängigkeit der Nutzung so gering wie möglich gehalten werden, damit die Regenwässer auf eigenem Boden versickern und natürlich gereinigt werden. Dies gilt ebenso für Stellplätze. Die erforderliche Anzahl an Fahrradabstellplätzen soll vom jeweiligen Schultyp und Schulstandort (Ballungsraum, Stadtrand oder ländliches Gebiet) festgelegt werden. [29]

4.2.4 Bauphysik, Raumklima und Energieeffizienz

Energieeffizienz spielt bei heutigen Neubauten eine große Rolle. Durch gesetzliche Vorschriften sind heutzutage Grenzwerte, wie z.B. des Heizwärmebedarfs, sowie des Endenergiebedarfs festgelegt. Dadurch wird der Energieverbrauch eingeschränkt, der für den Heizwärmebedarf, den Warmwasserwärmebedarf, den Kühlbedarf, die Beleuchtung, die Belüftung und für die haustechnischen Anlagen benötigt wird. Bei Sanierungen ist das Ziel eine bestmögliche thermisch-energetische Qualität herzustellen. Vorzugsweise ist der Neubaustandard anzustreben, welcher bei Teilsanierungen oder Auflagen des Denkmalschutzes nur reduziert und schrittweise herstellbar ist. Bei Schulneubauten und bei Heizsystemerneuerungen ist die Wärmeversorgung laut der bundesweiten Klimaschutzbestrebungen auf Basis erneuerbarer Energieträger auszurichten. Äußerliche Einflüsse sowie die bautechnische Ausführung haben Einfluss auf die Energieeffizienz. Die Raumtemperatur in Unterrichts- und Aufenthaltsräumen soll ca. 20 C° betragen. Die Raumtemperatur soll an sommerlichen Hitzetagen ein Maximum (3 bis 6 C° unter max. Außenlufttemperatur) nicht überschreiten. Der Kühlenergiebedarf soll durch passive Kühlsysteme wie Wärmespeicherung, Beschattung und Nachtlüftung vermieden werden. Wesentliche Einflussfaktoren für eine sommerliche Überhitzung sind:

- Größe und Orientierung der Glasflächen
- Wirkungsgrad des Sonnenschutzes
- Ausmaß der natürlichen Belüftung des Innenraumes
- speicherwirksame Masse
- interne Wärmeabgaben durch NutzerInnen und Geräte

Besonders wichtig ist die Dämmung der Außenhülle des Gebäudes. Eine entsprechende Dämmung der Gebäudehülle ist die effektivste Maßnahme, um den Energiebedarf zu verringern. Das Dämmen betrifft alle luft- und erdberührten Außenwände, Decken gegen unbeheizte Räume (Keller, oberste Geschoßdecke) sowie die Fenster- und Türkonstruktionen. Dabei sind konstruktive Wärmebrücken zu vermeiden. Solche Szenarien können schnell zu einem hohen Kostenfaktor führen. Weiters kann die Behaglichkeit in den Räumen gesteigert werden und die Gefahr von Schimmelbildung reduziert werden. Zusätzlich führt das Dämmen zu einer hohen Dichtheit der Gebäudehülle, ohne welchen die Anforderungen an die Effizienz eines Gebäudes nicht erreicht werden können. Durch die Dichtheit wird der Luftvolumenstrom durch Druckdifferenzen vom Gebäudeinneren nach außen verhindert. Deshalb müssen die Räume mittels Fensterlüftung oder einer mechanischen Lüftungsanlage gelüftet werden, um die erforderliche Frischluft zu erfüllen. Ein Luftaustausch mittels Fensterlüftung ist mit Wärme- und Energieverlusten bzw. Kälteeintrag im Winter sowie eventueller Schadstoff- und Lärmbelastung verbunden. Es ist daher notwendig, eine kontrollierte Raumlüftung zu verwenden. Um Feuchteschäden vorzubeugen und die hygienische Behaglichkeit zu erfüllen, darf die relative Raumluftfeuchte nicht über- bzw. unterschritten werden. Beim Gebäude selbst sind Wärmebrücken zu vermeiden. Diese bewirken örtliche Wärmeverluste und führen zu kühleren Flächenbereichen an der warmseitigen Raumhülle. Dadurch kommt es zu Energieverlusten und eventueller Feuchteschäden. [17] [18]

4.2.5 Natürliche Belichtung und künstliche Beleuchtung

Das Leistungsverhalten der SchülerInnen und die Sehleistung sind abhängig von der Beleuchtung. Unterrichts- und Arbeitsräume sollen durch natürliche und künstliche Beleuchtung belichtet werden. Bei Unterrichtsräumen ist, trotz der relativ großen Raumtiefe, eine größtmögliche Ausnutzung von natürlichem Licht anzustreben. Um das zu gewährleisten, soll die Raumhöhe von 3,20 m nicht unterschritten werden. Zusätzlich sollen möglichst hohe Fensteröffnungen für die erforderliche Belichtung sorgen. Wünschenswert ist eine Belichtung von zwei Seiten. Große Fensterflächen sorgen wiederum für einen hohen Wärmeeintrag im Sommer. Diesbezüglich ist einem außenliegenden, gut hinterlüfteten Sonnenschutzsystem der Vorzug zu geben. Auf die künstliche Beleuchtung selbst wird nicht weiter eingegangen. [29]

4.2.6 Material und Oberfläche

Auf die einzelnen Baustoffe wird hier nicht näher eingegangen. Speziell bei der Innenausstattung soll die Auswahl auf emissionsarmen und umweltfreundlichen Baustoffen und Materialien fallen. Dies gilt besonders bei größeren Flächen wie Fußbodenbeläge, Oberflächenbeschichtungen, Wände, Decken sowie Möbel. Die Oberflächen müssen den Brandschutzvorschriften entsprechen. [29]

4.3 Rechtliche Faktoren

Wie bei den rechtlichen Faktoren zur Bewertung des Bestandobjekts sind einige auch zur Errichtung von Schulgebäuden anzuwenden. Deshalb wird auf die allgemeinen Vorschriften (*Baurecht, Wiener Bauordnung, OIB-Richtlinien* und *ÖNormen*) nicht näher eingegangen. Gebäude, die öffentlichen Zwecken dienen, müssen erhöhte Anforderungen an die Nutzungssicherheit und

Barrierefreiheit erfüllen. Diese sind bereits in der Planung zu berücksichtigen. Die anzuwendenden Planungsgrundsätze sind in der *OIB-Richtlinie 4* [35] und *ÖNorm B 1600* [32] definiert und werden aufgrund der Komplexität nicht näher erläutert. Die Vorschriften für Schulen werden aufgrund der speziellen Anforderungen an das Gebäude bzw. an die Bedürfnisse der SchülerInnen und LehrerInnen erweitert. Für Bundesschulen gelten teilweise andere Schulbaurichtlinien als für öffentliche Pflichtschulen. Daher müssen alle in Frage kommenden einschlägigen Bundes-, Landesgesetze und Verordnungen in ihrer geltenden Fassung beachtet werden. Magistratsinterne Richtlinien wurden eigens für Schulen der Stadt Wien angefertigt. Sie beinhalten selbst definierte Anforderungen und die Einflüsse der allgemein anzuwendenden Rechtsvorschriften, wie zum Beispiel die *ÖNormen* und *OIB-Richtlinien*. Speziell im Wiener Schulbau sind folgende Richtlinien zu beachten: [26]

- Technische Richtlinien und ÖNormen:
 - o TRVB – Technische Richtlinien für vorbeugenden Brandschutz
 - o ÖISS & ÖkoKauf Wien: Ökologische Kriterien im Schulbau; siehe Kapitel 4.2
 - o ÖISS: Richtlinien für den Schulbau; gültig für alle Bundesschulen
 - o sämtliche ÖNormen für Sportstättenbau
- Magistratsinterne Richtlinien:
 - o Kriterien des Programms „ÖkoKauf Wien“ ; siehe Kapitel 4.2
 - o Richtlinie Brandschutz Schulen
 - o Raumbuch für Amtshäuser, Campus-Modelle, Kindergärten, Schulen der Stadt Wien
- Gesetzliche Bestimmungen zum Dienstnehmerschutz:
 - o Wiener Bedienstetenschutzgesetz
 - o ArbeitnehmerInnenschutzgesetz
 - o Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung
 - o Arbeitsstättenverordnung
 - o Betriebsstättenverordnung

Im Folgenden wird nur auf die magistratsinternen Richtlinien eingegangen. Aufgrund der Komplexität der Rechtsvorschriften im öffentlichen Schulbau werden nur die Besonderheiten erläutert und nicht die technischen Einzelheiten.

4.3.1 Richtlinie Brandschutz Schulen

Im Zuge der Umsetzung des Substanzsanierungspaketes - *SuSa*, (siehe Kapitel 2.5) ist eines der Ziele die Verbesserung des Brandschutzes in Schulobjekten. Im Sommer 2007 wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet, bestehend aus der MA34 - *Bau- und Gebäudemanagement*, Vertreter der MA-Baudirektion Gruppe Hochbau, MA56 - *Wiener Schulen*, MA37 - *Baupolizei*, der BIG *Bundesimmobiliengesellschaft*, des Stadtschulrates und des ÖISS *Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau*. In weiterer Folge wurden in der Arbeitsgruppe die *OIB-Richtlinie 2* [35] (Brandschutz) und die *Technischen Richtlinien für vorbeugenden Brandschutz* [34] zu der *Richtlinie*

Brandschutz in Schulen [27] zusammengeführt. Diese Richtlinie gilt für alle Schultypen in der Stadt Wien. Darunter fallen auch Objekte mit schulähnlichem Charakter, wie z.B. Volkshochschulen und Musikschulen.

Es sind die Bestimmungen der *Wiener Bauordnung* [22] in Verbindung mit der *Wiener Bautechnikverordnung* (beinhaltet die OIB-Richtlinien) einzuhalten. Muss aus bestimmten Gründen von der OIB-Richtlinie abgewichen werden, wird auf §2 der Wiener Bautechnikverordnung verwiesen. Dieser besagt, dass von den Richtlinien abgewichen werden kann, wenn der Bauwerber das gleiche Schutzniveau trotz Abweichung nachweisen und einhalten kann. In der *Richtlinie Brandschutz in Schulen* [27] wird zwischen Neubauten, Nutzungsänderungen bzw. Generalsanierungen und Bestandssanierungen von Gebäuden mit erforderlichen brandschutztechnischen Verbesserungen unterschieden. Bei Generalsanierungen sollen die bereits erwähnten Verordnungen eingehalten werden, jedoch unter Berücksichtigung der technischen Machbarkeit und der wirtschaftlichen Zumutbarkeit. Nun wird ein Überblick über die brandschutztechnischen Anforderungen sowie die wesentlichen Anforderungen an die Nutzungssicherheit gegeben.

Nach Literatur [27] sind Gebäude der Gebäudeklasse 1 und 2, ausgenommen solche die nur ein oberirdisches Geschoß besitzen, der Gebäudeklassen 3 einzustufen. Für den Feuerwiderstand von Bauteilen gilt Punkt 2.2 der OIB-RL 2 [35] mit einigen Abweichungen. Die Wände, welche Treppenhäuser, Zentralgarderoben, Physik-, Chemie-, Werk-, Lehrmittlräume und Lehrküchen begrenzen, sind als Trennwände auszuführen. Decken zwischen oberirdischen Geschoßen sind als Trenndecken herzustellen. Brandabschnitte von oberirdischen Geschoßen dürfen eine Netto-Grundfläche von 1.600 m² und eine Längsausdehnung von 60 m nicht überschreiten. Bei unterirdischen Geschoßen darf eine Netto-Grundfläche von 800 m² nicht überschritten werden. Es sollen allgemein geschoßweise Brandabschnitte angestrebt werden. Falls es zu offenen Verbindungen zwischen Gängen ohne Brandschutzabschlüsse kommt, ist die sichere Nutzung nach §2 Wiener Bautechnikverordnung nachzuweisen. Bei Physik- und Chemieräumen müssen zwei getrennte Ausgänge vorhanden sein. Die Türen zu Zentralgarderoben, Physik-, Chemie-, Werk-, Lehrmittlräume und Lehrküchen müssen einer Feuerwiderstandsklasse von EI2 30-C entsprechen.

Brandschutzpläne sind in Eingangsnähe in versperrbaren Kästchen aufzubewahren. Diese sind vorher vom Brandschutzbeauftragten zu überprüfen und von der MA68 zu bestätigen. Um im Gefahrenfall alle im Gebäude anwesenden Personen zu warnen, müssen geeignete Alarmierungseinrichtungen vorhanden sein. Die Auslösertasten zur Alarmierung müssen in allen Geschoßen in Fluchtwegrichtung angeordnet sein. Die notwendige akustische Alarmierungseinrichtung muss in allen Räumen vorhanden sein. Es besteht keine generelle Errichtungspflicht für automatische Brandmeldeanlagen. Abhängig von der Gebäudeklasse und der bebauten Fläche müssen entsprechende Löschhilfen und Steigleitungen bereitgestellt werden. In brandgefährdeten Räumen (Physik- und Chemieraum) sind Löschdecken vorzusehen. Gemäß TRVB F 124/97 [34] müssen erweiterte Löschhilfen, wie z.B. Feuerlöscher, eingerichtet werden.

Unterirdische Geschoße und Treppenhäuser benötigen entsprechende Rauchabzugseinrichtungen. Bei unterirdischen Brandabschnitten von nicht mehr als 200 m² müssen geeignete Öffnungen ins Freie führen. Dies gilt als erfüllt, wenn mind. 0,5 m² bzw. 0,5 % der Brandabschnittsfläche vorhan-

den sind. Bei Treppenhäusern sind Öffnungsflächen von 1 m² Abzugsfläche und Nachströmflächen ausreichend. Bei spezieller Gestaltung des Treppenhauses müssen die Rauchabzugseinrichtungen gesondert beurteilt werden. Das Gleiche gilt bei atrium- oder hallenähnlicher Ausgestaltung der Treppenhäuser. Bei dieser Brandrauchentlüftung kommt es trotz vorhandener Abschnittstrennung zwischen Treppenhaus und Gebäude zur Rauchkontamination. Deshalb wird der Einbau von Druckbelüftungsanlagen bevorzugt. Diese erzeugen einen Überdruck in den Treppenhäusern bzw. Fluchtwege und sorgen für die Verdrängung des Rauches. Die Schutzziele und der Nutzung sowie der technischen Ausstattung der Druckbelüftungsanlagen sind in den Technischen Richtlinien für vorbeugenden Brandschutz *TRVB S 122* [34] definiert. In jedem Geschoß muss von jeder Stelle eines Raumes aus ein Ausgang zu einem sicheren Ort des angrenzenden Geländes im Freien in höchstens 40 m Gehweglänge erreichbar sein. Ist dies nicht möglich, müssen zwei Treppenhäuser mit jeweils einem Ausgang ins Freie vorhanden sein. Dabei darf ein Treppenhaus über einen anderen Brandabschnitt erreicht werden, sofern dieser innerhalb von 40 m Gehweglänge erreichbar ist. Zwei Fluchtwege, welche in unterschiedliche Brandabschnitte führen, dürfen eine maximale gemeinsame Weglänge von 25 m nicht überschreiten. Rettungswege sind bei Schulbauten nicht zulässig. Beträgt die Brutto-Grundfläche eines Schulgebäudes nicht mehr als 3.200 m², muss in Treppenhäusern, Außentritten und Gängen im Verlauf von Fluchtwegen eine Fluchtweg-Orientierungsbeleuchtung vorhanden sein. Ist die Brutto-Grundfläche größer als 3.200 m², ist eine Sicherheitsbeleuchtung erforderlich.

Das Grundstück muss über eine Anbindung an eine öffentliche Verkehrsfläche verfügen. Bei Gebäuden mit mehr als 2.500 Schülern und Schülerinnen muss der Anschluss über zwei Seiten möglich sein. Um das Schulgebäude müssen Sammelstellen in ausreichender Größe (max. 4 Personen pro m²) festgelegt werden, die gegen Brandimmissionen geschützt sind und den Feuerwehreinsatz nicht behindern. [27]

4.3.2 Raumbuch für Amtshäuser, Campus-Modelle, Kindergärten, Schulen der Stadt Wien

Diese Richtlinie gilt für die Planung, Errichtung und Sanierung von Gebäuden der Stadt Wien, insbesondere für Schulbauten. Damit soll eine architektonisch, ökonomische und ökologische Planung und Ausführung angestrebt werden. Die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes ist gegeben, wenn geringe Lebenszykluskosten einer optimalen Nutzung gegenüberstehen. In dem Raumbuch werden Werte für das Gebäude, die Innenausstattung und der Haustechnik aus anderen Rechtsvorschriften zusammengefasst und festgelegt. [26]

4.4 Konstruktive Faktoren

Die ökologischen Kriterien wurden bereits im Kapitel 4.2 erläutert. Ohne Anpassung der Konstruktion an die ökologischen Bedingungen lässt sich ein qualitativ hochwertiges und nachhaltiges Bauwerk nicht herstellen. Daher ist die Ausführung der Konstruktionen maßgebend für die Erfüllung der ökologischen Kriterien. Bevor man über einen Grundriss entscheidet, ist die Lage und Größe des Grundstücks zu beurteilen. Diese wird in den Flächenwidmungs- und Bebauungsplänen vorgegeben. In der Stadtplanung sollen daher Mindestwerte für Schulgrundstücke berücksichtigt werden.

In Tabelle 4.1 sind Angaben von Mindestgrößen der Grundstücksteilflächen in Abhängigkeit der Anzahl der Schulklassen. [25]

Tab. 4.1: Mindestgrößen der Schulflächen nach Anzahl der Schulklassen bei Wiener Pflichtschulen [25]

Flächenart	8-klassige Schulen	12-klassige Schulen	24-klassige Schulen
Bebaute Fläche	2.000 m ²	2.500 m ²	5.000 m ²
Pausenfläche außen	500 m ²	800 m ²	1.500 m ²
Spiel- und Sportfläche	1.700 m ²	2.000 m ²	3.500 m ²
PKW-Stellpl., Müll	270 m ²	370 m ²	700 m ²
Restfl. (Abstandsfl., Wege u.ä.)	230 m ²	330 m ²	500 m ²
Grundstücksgrößen	4.700 m ²	6.000 m ²	11.200 m ²

Neben der Lage und Größe des Grundstücks ist die Ausrichtung des Baukörpers für die Nutzungsmöglichkeit der natürlichen Belichtung und der aktiven oder passiven Solarenergie von Bedeutung. Klassenräume sollen deswegen vorrangig nach Osten oder Südosten ausgerichtet werden. Das Grundrissystem soll adaptierbar und Veränderungen der Größe und Funktionsbereiche ermöglichen. Um ein Schulgebäude ca. 50 bis 80 Jahre wirtschaftlich nützen zu können, ist eine ausgewogene Ausführung mit geringen Erhaltungskosten anzustreben. Daher sollen Schulen eher massiv und dauerhaft gebaut werden. Die Baustoffe und Bauteile sollen aufgrund ihrer technischen Lebensdauer und anderen ökologischen Parametern ausgewählt werden. In Bezug auf die Wahl der Baustoffe und deren Inhaltsstoffe wurde ein Kriterienkatalog der *ÖkoKauf Wien* erstellt (verbindlich anzuwenden). Die folgenden Angaben gelten für alle Schulen (Landes- und Bundesschulen) der Stadt Wien. Für Bundesschulen gelten die Richtlinien der ÖISS – *Richtlinien für den Schulbau* [36], welche in die *Ökologischen Kriterien in Schulbauten* [29] der Stadt Wien eingearbeitet wurden.

Die räumlichen Anforderungen an Unterrichtsräume sind projektspezifisch und auf ihre zukünftige Nutzung zu entwickeln. Dabei spielen die Sichtbedingungen, Möbelwahl, Durchgangsbreiten und Schüleranzahl eine wichtige Rolle. Im Zusammenhang mit unterschiedlicher Schüleranzahl pro Klasse bzw. Teilungsgruppen erscheint es sinnvoll, unterschiedlich große Unterrichtsräume zu gestalten. Unterrichtsräume empfehlen sich von einer Größe von 55 bis 65 m². Die rechteckigen Abmessungen reichen von 6 bis 7,5 m x 8 bis 9,5 m. Räume unter 50 m² sind ausschließlich für die Arbeit in Gruppen oder kleinen Klassenverbänden geeignet. Um auf eine volle Raumtiefe von 7 m eine ausreichende Tagesbelichtung und Akustik zu gewährleisten, soll eine Raumhöhe von 3,20 m angestrebt werden, mindestens jedoch 3 m. Räume mit geringerer Personenbelegung und Nebenräume erlauben niedrigere Raumhöhen. Bei Raumtiefen von mehr als 8 m ist eine beidseitige natürliche Belichtung von Vorteil. Die Fensterfläche soll im Hinblick auf Belichtung, Überwärmung und Reinigung bei freiem Lichteinfall zwischen 25 und 30 % und bei eingeschränktem Lichteinfall zwischen 20 und 25 % der Fußbodenfläche betragen. Damit alle Schultische möglichst schattenlos belichtet werden, dürfen die Mauerpfeiler zwischen den Fenstern nicht breiter als 1 m sein. Bei einer Tischanordnung in Tafelrichtung soll der Tageslicheinfall von links erfolgen. Die Eingangstüre mit einer Mindestbreite von 90 cm soll im vorderen Bereich des Klassenraums, neben der Tafelwand angeordnet werden. Auf weitere Sonderunterrichts- und Nebenräume wird nicht näher eingegangen. Gänge und Treppen im Verlauf von Fluchtwegen müssen bis zu 120 Personen eine

lichte Mindestbreite von 1,20 m aufweisen. Für jede weitere angefangene 60 Personen erhöht sich die Breite um weitere 60 cm. Weitere Details zur Bemessung sind in der OIB-Richtlinie 4 [35] (Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit) angegeben.

Das Hauptaugenmerk bei Flach- und Steildächern liegt bei den bauphysikalischen Anforderungen. Steildächer müssen bei Abrutschgefahr Schneefangvorrichtungen besitzen. Gründächer sind als ökologisches Ziel zu bevorzugen, aber nur als Extensivbegrünung zulässig. Fassadensysteme sollen die geforderten Wärmeschutzbestimmungen und die Luftdichtheit erfüllen. Die Unterkante von Glasfassaden im Erdgeschoßbereich muss mindestens 30 cm über dem anliegenden Niveau liegen, um Feuchteinwirkung zufolge Spritzwasser zu vermeiden. Das Steigungsverhältnis von Treppen darf lt. OIB-Richtlinie 4 höchstens 16/30 cm betragen, wenn kein Personenaufzug und mehr als drei oberirdische Geschoße vorhanden sind. Zur Vermeidung des Unterlaufens von Podesten und Treppenläufen, sind Durchgangshöhen unter 2,10 m dementsprechend zu sichern. Die Treppenbreiten und deren Absturzsicherungen sind gemäß OIB-RL 4 [35] auszuführen. [26]

Auch der Innenausbau hat einen wesentlichen Einfluss auf die konstruktive Ausführung. Durch die steigende Komplexität der haustechnischen Anlagen und der Forderung des Nutzers eines behaglichen Wohlfühlkomforts, resultiert daraus eine steigende Komplexität des Gebäudeausbaus. Eine Vielzahl an Gewerken ist dafür verantwortlich. Die Koordination und Abstimmung der jeweiligen Konstruktionen müssen schon in der Planung sowie in der Ausführung beachtet werden. Der Innenausbau dient der qualitativen Nutzung des Objekts. Er erfüllt zusätzlich die bauphysikalischen Anforderungen, wie z.B. Wärme-, Schall-, Brand- und Feuchteschutz. Im Folgenden werden die wichtigsten Innenausbau-systeme erläutert. [9] [25]

4.4.1 Nichttragende Innenwände

Primär dienen nichttragende Innenwände zur Raumabgrenzung, da sie nicht zur Lastabtragung und Aussteifung berücksichtigt werden. Zusätzliche Funktionen können auch Wärme-, Schall-, Feuchte- und Brandschutz sein. Es wird zwischen folgenden Innenwandssystemen unterschieden:

- Fest eingebaute Trennwände
 - o Mauerwerk
 - o Ständerwand
- Umsetzbare Trennwände
 - o Monoblockwand (vorgefertigt)
 - o Ständerwand
- Bewegliche Trennwände
 - o Schiebewand
 - o Faltewand

Klassentrennwände müssen den entsprechenden Schallschutz (OIB-RL 5 [35]) und Brandschutz (OIB-RL 2 [35]) aufweisen. Der Brandschutz der Bauteile ist abhängig von der Gebäudeklasse und

dem Einbau der Trennwand (oberirdisch, unterirdisch). Es werden vorwiegend Ziegelmauerwerke oder mehrschichtige Ständerwände eingesetzt. Ständerwände werden hauptsächlich aus Metallständerwänden mit doppelter Gipskartonbeplankung und Mineralwolleinlage ausgeführt. Im Zusammenhang mit Sanierungen oder Hohlraumböden können Ständerwände auch auf der Fußbodenkonstruktion ausgeführt werden. Sie sind daher mit geringem Aufwand entfernbar. Mobile Trennwände werden oft als Raumteiler eingesetzt.

4.4.2 Fußbodenkonstruktion

Die Ansprüche an Fußbodenkonstruktionen sind sehr unterschiedlich. Im Schulbau gibt es verschiedene Anforderungen an Unterrichtsräume, Turnsäle, Büroräume etc. . Die Wahl der Konstruktion beeinflusst die Flexibilität, Kosten, Bauzeit, Anforderungen, den Schallschutz, Wärmeschutz und die Geschoßhöhe. Im Schulbau finden häufig folgende Fußbodenkonstruktionen Anwendung:

- Verbundestrich: Lagerräume, Werkstätten mit hoher Transportbelastung
- Schwimmender Estrich mit Trittschalldämmung: Allgemeine Unterrichts- und Aufenthaltsräume
- Hohlraumboden: Büro- und EDV-Räume
- Doppelboden: Büro- und EDV-Räume

Besonders wichtig ist die Verlegung von Leitungen (Elektro-, Heizungs-, Wasserinstallationen) im Bodenaufbau. Für solche Bedürfnisse liegt der Vorteil bei Böden mit vorgesehenen Räumen, wie z.B. Hohlraum-, Doppelböden oder auch im Estrich verlegte Unterflurkanäle. Weiters gibt es allgemeine Anforderungen an die Bodenbeläge. Je nach Bodenmaterial müssen die entsprechenden Regelwerke für die Verlegung und Reinigung beachtet werden. Von wesentlicher Bedeutung ist die Wahl der Abriebsgruppe und der Rutschhemmung, vor allem in nassbelasteten Räumen.

4.4.3 Deckensysteme

Bei Deckensystemen wird zwischen Deckenverputzen, Deckenverkleidungen (Unterkonstruktion liegt direkt auf der Decke) und abgehängten Decken (Deckenverkleidung wird von der Decke abgehängt) unterschieden. Im Schulbau kommen vorwiegend abgehängte Decken zum Einsatz. Diese sind kontraproduktiv gegen die Speicherwirksamkeit von massiven Bauteilen, jedoch wegen der leichteren Installationsführung und besseren Raumakustik in Aufenthaltsräumen von Vorteil. Der Deckenhohlraum soll wegen der Leitungsführung mindestens 15 cm betragen. Das Deckenmaterial soll schallschluckend und nicht brennbar sein. Aus Wartungsgründen sind leichte und demontierbare Systeme zu verwenden, bei denen einzelne Platten abnehmbar sind. Deshalb werden vorwiegend Gipsplattendecken oder Mineralfaserdecken mit Sichtschienen verwendet. Das verwendete Deckensystem soll auch die Möglichkeit für den Einbau von Standardleuchten bieten. Abhängig vom Raum gibt es besondere Anforderungen. In Sanitärbereichen kommen Metall-Lamellendecken zum Einsatz, welche die mechanischen Lüftungseinrichtungen beinhalten. Bei Turnsälen müssen ballwurfsichere Konstruktionen verwendet werden. Je mehr Installationen verlegt werden, desto größer ist der Deckenhohlraum. Daher müssen die Geschoßhöhen angepasst werden.

4.5 Zuständigkeiten Wiener Schulbau

Die Stadt Wien stellt in der Verwaltungsorganisation einen Sonderfall dar, da Wien gleichzeitig Bundesland und Ortsgemeinde ist. Die Verwaltungsbehörden der Länder sind die Bezirkshauptmannschaften (Magistrate) und die Landesregierung (Stadtsenat). Das heißt, bei baurechtlichen Bewilligungen ist erste Instanz die MA37 - Baupolizei und zweite Instanz die MA64 - Bauoberbehörde. Ausnahme ist die Erteilung der Baubewilligung von bundeseigenen Gebäuden, die öffentlichen Zwecken dienen. Bei diesen entscheidet in erster Instanz die Bezirkshauptmannschaft (Magistrat) und in zweiter Instanz der Landeshauptmann. In Wien ist das die MA37 - Baupolizei und die zweite Instanz der Bürgermeister. Für beide Instanzenzüge gelten die jeweils gültigen Landesgesetze (Wiener Bauordnung). Bei Schulen muss zwischen Landesschulen und Bundesschulen unterschieden werden. Unter Landesschulen fallen alle allgemeinbildenden öffentlichen und berufsbildenden Pflichtschulen, die unter die Verwaltung des Landes fallen. Dies sind alle Volks-, Haupt-, neue Mittel-, Sonder-, Berufs- sowie Polytechnische Schulen. Bundesschulen unterliegen der Verwaltung der Bundesimmobiliengesellschaft *BIG* und beinhaltet alle Bundesrealgymnasien, allgemein bildende höhere Schulen sowie Hochschulen.

Der Bund hat in den Bundesländern für Schulangelegenheiten eigene Bundesbehörden eingerichtet. Diese sind dem zuständigen Bundesministerium untergeordnet. In Wien ist das der Stadtschulrat, der für die pädagogische Angelegenheiten, die Rechte und Pflichten der Lehrerinnen und Lehrer sowie Schülerinnen und Schüler zuständig ist. An der Spitze des Stadtschulrats steht in Wien die Bürgermeisterin bzw. der Bürgermeister. Für die Errichtung, Modernisierung, Sanierung und Verwaltung der rund 380 Wiener Schulen ist die MA56 zuständig. Der Wiener Stadtschulrat entscheidet mit den Bezirksvorstehern, ob eine Neuerrichtung einer Schule aufgrund von Bedarfserhebungen notwendig ist. Das heißt, der Stadtschulrat ist der Auftraggeber von Schulneubauten. Der Bauherr bei Sanierungsmaßnahmen und Neubauten ist die MA56 - Wiener Schulen. Dieser betreut alle öffentlichen Schulen und kündigt bei Bedarf Sanierungen an. Dies geschieht unter Absprache mit der MA34 - Bau- und Gebäudemanagement, welche für die spätere Einreichung, Ausschreibung und Bauaufsicht zuständig ist. Für die Planung wird, je nach Aufwand ein externer Planer, die MA19 - Architektur und Stadtgestaltung oder die MA34 selbst beauftragt. Für die Finanzierung von Baumaßnahmen sind die jeweiligen Bezirke verantwortlich. Beim derzeitigen Wiener Schulsanierungspaket *SuSa* wird der Bezirk vom Bundesland Wien mit 40 % unterstützt. [28]

4.6 Checkliste Schulgebäude

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Kriterien aufgelistet, welche für die Planung und Ausführung eines Schulgebäudes relevant sind. Auf die Aufreihung der bauphysikalischen Faktoren wurde aufgrund deren Komplexität verzichtet. In Tabelle 4.2 wurden nur die pädagogisch erforderlichen Räume aufgelistet. Über einige Unterrichts- und Aufenthaltsräume gibt es keine Angaben zu den Mindestgrößen. Bei deren Planung muss die Schüleranzahl und auch die Bedürfnisse der Schüler und Lehrer beachtet werden.

Tab. 4.2: Checkliste Schulgebäude

Pos.:	Faktoren eines Schulgebäudes	Kriterien
1.	Schultyp	Bundes- / öffentliche Pflichtschule
2.	Zuständigkeit	Bund / Land
3.	Anzahl Klassen	Abh. vom Bedarf
4.	Anzahl Schüler	max. 25/Klasse
	Größe der Schulflächen:	
5.	Bebaute Fläche	s. Tab.: 4.1
6.	Pausenfläche außen	s. Tab.: 4.1
7.	Spiel- und Sportfläche	s. Tab.: 4.1
8.	PKW-Stellplätze, Müll	s. Tab.: 4.1
9.	Restfl. (Abstandsflächen, Wege)	s. Tab.: 4.1
10.	Grundstücksfläche	s. Tab.: 4.1
11.	Gesamtnutzfläche	Abh. von Schulgröße
12.	Öffentliche Stationen	Abh. von Umgebung
13.	Ausrichtung Gebäude	NS / SW / SO
14.	Gebäudehöhe	Abh. von Bebauungsplan
15.	Geschoßanzahl	Abh. von Gebäudehöhe
16.	Abstände Grundstück	Abh. von Bebauungsplan
17.	Raumhöhe	3,20 m (mind. 3,00 m)
	erf. Pädagogische Räume:	
18.	Unterrichtsräume (Klassen-, EDV-, Malräume usw.)	ca. 50 bis 70 m ²
19.	Multifunktionalraum	k.A.
20.	Gang- und Pausenfläche innen	k.A.
21.	LehrerInnen-Arbeitsplätze	Abh. v. Schulstufe und Lehreranzahl
22.	Besprechungszimmer	Abh. v. Schulstufe und Lehreranzahl
23.	Kanzlei	k.A.
24.	Garderobe Lehrer & Schüler	Abh. v. Schulstufe & Schüleranzahl (Garderobenräume oder Spinde am Gang)
25.	Veranstaltungsraum	k.A.
26.	Turnsaal	s. Tab.: 4.1/ Normgröße 27 x 15 m
27.	Garderobe Turnsaal	k.A.
28.	Grün- & Freiflächen	s. Tab.: 4.1 5 m ² pro Schüler/ besser 10 m ²
29.	Schulküche	k.A.
30.	Speiseraum	k.A.
31.	Achsraster längs	Abh. von Klassengröße 8 - 9,5 m
32.	Achsraster quer	Abh. von Klassengröße 6 - 7,5 m
33.	Gangbreite	mind. 2,20 m / zweihüftig mind. 3,00 m
	Treppenhaus:	
34.	Steigungsverhältnis	16/30 cm / s. OIB 4
35.	Treppenbreite	mind. 1,20 m; max. 2,40 m / s. OIB 4
36.	Brandabschnittsgrößen	max. 1.600 m ² / max. Länge 60 m
37.	Fluchtweglänge	40 m / s. OIB 2

4.7 Vergleich Schulgebäude mit Bestand

Tabelle 4.3 zeigt den Vergleich eines Schulgebäudes mit einem Bestandsgebäude. Daraus lassen sich Schlüsse ziehen, ob das Bestandsgebäude umwidmungsfähig ist. Dabei werden nur die Flächen, die Umgebung und die geometrischen Anforderungen verglichen. Dieser Vergleich lässt keine Beurteilung der statischen Tragfähigkeit zu. In Kapitel 5 wird das Bestandsgebäude genauer erläutert. Grundsätzlich muss man bei den empfohlenen Flächen eines Schulgebäudes beachten, dass diese sich auf einen ebenerdigen Neubau beziehen. Dementsprechend dürfen die Flächen nicht Eins zu Eins interpretiert werden. Aus einer groben Einteilung des Bestandsgebäudes, lassen sich ca. 24 Klassenräume in den oberen drei Geschossen einbauen. Aus der geschätzten empfohlenen Gesamtnutzfläche, welche ca. 80 % der bebauten Fläche entspricht und der vorhandenen Gesamtnutzfläche wird ersichtlich, dass das Bestandsgebäude die Raumflächen für ein Schulgebäude mit 24 Klassen aufweist. Durch die drei vorhandenen Treppenhäuser, welche als Fluchttreppen ausgeführt werden können, ergeben sich geringere Fluchtweglängen als 40 m. Da die Geschosse als Brandabschnittsgeschosse ausgeführt werden können und die gesamte bebaute Fläche kleiner ist als die maximale Brandabschnittsgröße, ist diese Forderung ebenfalls erfüllt. Lediglich die Maximallänge des Brandabschnittes von 60 m muss zu einer Unterteilung des Geschosses in zwei Brandabschnitte führen. Die maximale Gebäudehöhe von 14 m laut Bebauungsplan wurde laut Bestandsplan aus dem Jahr 2003 mit 14,40 m (Attika Oberkante) überschritten. Die empfohlene Raumhöhe von 3,20 m bei Unterrichtsräumen wird in keinem Geschoss des Bestandes erreicht. Die ermittelten Höhen (3,12 und 3,19 m) ergeben sich inkl. des vorhandenen Installationsraumes. Bei einem Einbau einer abgehängten Decke mit geringer Höhe erfüllt man mindestens 3 m Raumhöhe. Somit ist die optimale Raumhöhe für die Unterrichtsräume nicht gegeben. Das Achsmaß mit 6,55 m quer zum Bestandsgebäude ist innerhalb der empfohlenen Toleranz für durchschnittliche Klassenzimmer. Jedoch ergibt der Achsraster in Gebäudelängsrichtung mit 6,60 m eine zu geringe bzw. bei doppelter Annahme eine zu große Länge. Es würden Räume mit ca. 43 m² bzw. 86 m² ergeben. Da die durchschnittliche Raumgröße bei 60 m² liegt, müssen Trennwände zwischen dem Achsraster eingebaut werden, welche wiederum die vorhandenen Fensterflächen unterteilen. Eine Möglichkeit ist es, den 1,5-fachen Längsraster (1,5 x 6,60 = 9,90 m) anzunehmen. Daraus ergeben sich gut geeignete Klassengrößen von ca. 65 m². Bei beidseitiger Anordnung von Klassenzimmern ist die bestehende Gangbreite von 2,40 m um mind. 60 cm zu gering. Laut Raumbuch [26] wird bei zweihüftiger Anordnung der Klassen eine Gangbreite von 3 m empfohlen. Obwohl die Gangbreite für Fluchtweg laut OIB-RL 2 [35] bis 240 Personen erfüllt ist. Das bestehende Steigungsverhältnis ist steiler als das laut OIB-RL 4 [35] maximal erlaubte.

Tab. 4.3: Vergleich Schulgebäude mit Bestand

Pos.:	Faktoren eines Schulgebäudes	Kriterien Schulgebäude	Bestand
1.	Anzahl Klassen	abh. vom Bedarf	24
2.	Anzahl Schüler	max. 25	
	Größe der Schulflächen:		
3.	Bebaute Fläche	5.000 m ²	1.225 m ²
4.	Pausenfläche außen	1.500 m ²	ca. 1.250 m ²
5.	Spiel- und Sportfläche	3.500 m ²	keine vorhanden
6.	PKW-Stellplätze, Müll	700 m ²	öffentl. Parkplatz vorhanden
7.	Restflächen (Abstandsflächen, Wege)	500 m ²	geschlossene Bauweise
8.	Grundstücksfläche	11.200 m ²	ca. 4.990 m ²
9.	Gesamtnutzfläche	ca. 4.000 m ² (80% v. Beb. Fläche)	ca. 4.660 m ²
10.	Öffentliche Stationen	abh. von Umgebung	U1 Kagran/ 26A Bezirksamt/ 25 Donauzentrum
11.	Ausrichtung Gebäude	NS / SW / SO	NS
12.	Gebäudehöhe	14 m lt. Bebauungsplan	14,40 m
13.	Geschoßanzahl	abh. von Höhe	KG / EG / 1.-3. OG
14.	Abstände Grundstück	abh. vom Bebauungsplan	geschlossene Bauweise
15.	Raumhöhe	3,20 m (mind. 3,00 m)	max. 3,12 / 3,19 m ohne Inst. Raum
15.	Achsraster längs	abh. von Klassengröße 8 - 9,5 m	6,55 - 6,60 m
16.	Achsraster quer	abh. von Klassengröße 6 - 7,5 m	6,55 m
17.	Gangbreite	mind. 2,20 m / zweihüftig mind. 3,00 m	2,40 m zweihüftig
	Treppenhaus:		
18.	Steigungsverhältnis	16/30 cm / s. OIB 4	16,9/30 und 16,9/28 cm
19.	Treppenbreite	mind. 1,20 m; max. 2,40 m / s. OIB 4	1,24 / 1,25 / 1,50 m
20.	Brandabschnittsgrößen	max. 1.600 m ² / max. Länge 60 m	< 1.600 m ² / ca. 73,50 m
21.	Fluchtweglänge	40 m / s. OIB 2	< 40 m

Einige der Kriterien zur Errichtung eines Schulgebäudes sind laut Tabelle 4.3 nicht erfüllt. Einige Bedingungen werden an Neubauten gesetzt und dürfen nicht gleich auf Bestandsobjekte bezogen werden. Manche bedürfen eines Umbaus bzw. eines zusätzlichen Bauaufwandes damit die Kriterien erreicht werden können. Bei Nutzungsänderungen ist die technische Machbarkeit bzw. die wirtschaftliche Zumutbarkeit im Zusammenhang mit der Bestandssituation zu berücksichtigen, gegebenenfalls unter Anwendung von §68 Wiener Bauordnung und/oder §2 Wiener Bautechnikverordnung. Das heißt, dass von den Bestimmungen abgewichen werden darf, wenn die Nachweise der Gleichwertigkeit erfüllt werden. Grundsätzlich bietet das Bestandsgebäude die Möglichkeit, es in ein Schulgebäude umzuwidmen, jedoch mit einigen Einschränkungen. Der Bedarf eines Turnsaales und einer Spielfläche kann in diesem Beispiel nur schwer bzw. nur mit hohem finanziellem Aufwand erfüllt werden. Dafür müsste man die am Grundstück befindlichen Gebäude abreißen und eine Turnhalle neu errichten. Durch den Abbruch der zusätzlichen Gebäude könnten die Flächen als

zusätzliche Grün- und Freifläche genützt werden. Alternativ könnte man den angrenzenden Platz (ca. 2.900 m²) erwerben.

4.8 Fazit und weiteres Vorgehen

In den vorigen Kapiteln wurden alle Faktoren erläutert, welche Einfluss auf ein Schulgebäude haben. Dabei gingen wir von einem Neubau nach dem Stand der Technik aus. Maßgeblichen Einfluss hat die pädagogische Weiterentwicklung bzw. Umstrukturierungen im Bildungssystem. Es folgen kleinere Klassen und individueller Unterricht in Kleingruppen bzw. auch offene Klassen sowie die Ganztagesbetreuung. Zusätzlich steigt der Bedarf an Schulen durch die demografische Entwicklung in Wien. Durch die größer werdende Bedeutung der Ökologie soll der Energieverbrauch verringert werden. Man legt mehr Wert auf ressourcenschonenden Verbrauch von Materialien und den Einbau energieeffizienter Haustechnikanlagen. Dadurch wird auch die Leistungsfähigkeit und das Umweltbewusstsein der Schüler gesteigert (Bsp.: kontrollierte Raumlüftung). Die Konstruktion von Schulgebäuden wird hauptsächlich von den aktuell geltenden rechtlichen Vorschriften beeinflusst, siehe Kapitel 4.3. Dabei müssen die Unterschiede zwischen Bundesschulen und den öffentlichen Pflichtschulen beachtet werden. In Wien sind diese, wie in Literatur [29], vereinheitlicht worden. Lediglich die Zuständigkeiten sind unterschiedlich. In den Kapiteln 4.6 und 4.7 wurden Tabellen erstellt. In Tabelle 4.2 sind die entscheidenden Kriterien für ein Schulgebäude aufgelistet. Mit dieser ist es möglich, ein Bestandsgebäude auf seine Umbaumöglichkeit in einen Schulbau zu überprüfen. Dies wurde in Tabelle 4.3 durchgeführt. Das Ergebnis dabei war, dass das Gebäude unter Einschränkungen bzw. baulichem Aufwand umnützbar ist. In Kapitel 5 wird die Tragkonstruktion des Bestandes beurteilt und das Potential ermittelt, ob das Gebäude in ein Schulgebäude umbaufähig ist.

5 Bestandsgebäude

Beim zu behandelnden Bestandsgebäude handelt es sich um das Amtshaus der Stadt Wien am Schrödingerplatz 1 in 1220 Wien, siehe Abbildung 5.1. Das Gebäude wurde im Jahr 1973 fertiggestellt und ist aktuell kein Leerstand. Auf dem Grundstück Nr.: 1066/517 befinden sich weiters eine Volkshochschule und diverse Geschäftslokale, die teilweise an das Amtshaus angeschlossen sind. Für die weitere statische Berechnung wird das Gebäude als alleinstehendes Objekt betrachtet (aufgrund der geringen Anbauflächen). Bei diesem Gebäude handelt es sich um einen Stahlbetonskelettbau, teilweise aus Fertigteilen (Außenwandelemente). Das Gebäude besteht aus einem Untergeschoß und vier Obergeschoßen. Im Erdgeschoß ist ein Teil der gesamten Westseite und eine Teilfläche der Nord- und Südseite befahrbar. Weitere Daten sind in Tabelle 3.3 Objekt A ersichtlich. Im Anhang sind unter Kapitel 9.4 die Bestandspläne ersichtlich, welche im Juli/August 2003 vom Architekturbüro *Rudolf Kirnberger* erstellt wurden. Durch den aufrechten Betrieb des Gebäudes war es nicht möglich genauere Begehungen durchzuführen oder Materialkennwerte der jeweiligen Bauteile zu erproben. Deshalb wurden die Materialkennwerte laut ONR 24009 [33] geschätzt und die Tragstruktur laut Bestandsplan (siehe Anhang) übernommen. Laut ÖNorm B1998-3 Tab. B1 [13] ergibt sich aufgrund der bereitgestellten Mittel ein „beschränkter“ Kenntnisstand. In Abbildung 5.2 sieht man die Grundstücksgrenzen und die darauf befindlichen Gebäude. Das Amtshaus ist an der Westseite des Grundstückes situiert und hat eine Nord-Süd Ausrichtung.



Abb. 5.1: Amtshaus der Stadt Wien, 1220 Wien, Donaustadt

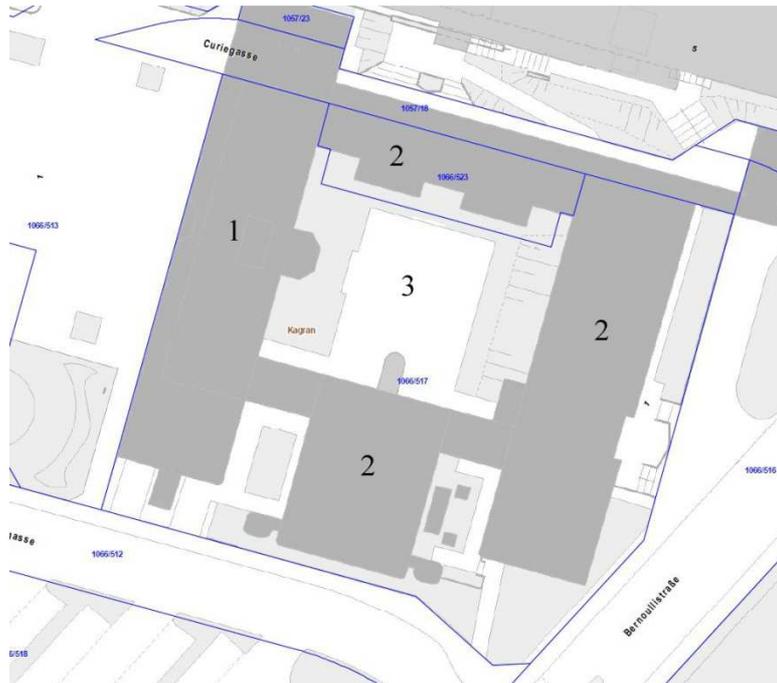


Abb. 5.2: Grundkaster; (1) Amtshaus; (2) Volkshochschule & div. Geschäftslokale; (3) Innenhof

5.1 Gebäudestruktur

Das Bestandsobjekt wurde mit dem Finiten Element Programm *SCIA 2013* (Studentenversion) modelliert. In Abbildung 5.3 und 5.4 sehen sie die Grundstruktur für die weiterfolgende Berechnung und Bemessung.



Abb. 5.3: Modell; Amtshaus - Isometrie Westansicht; Maße in cm

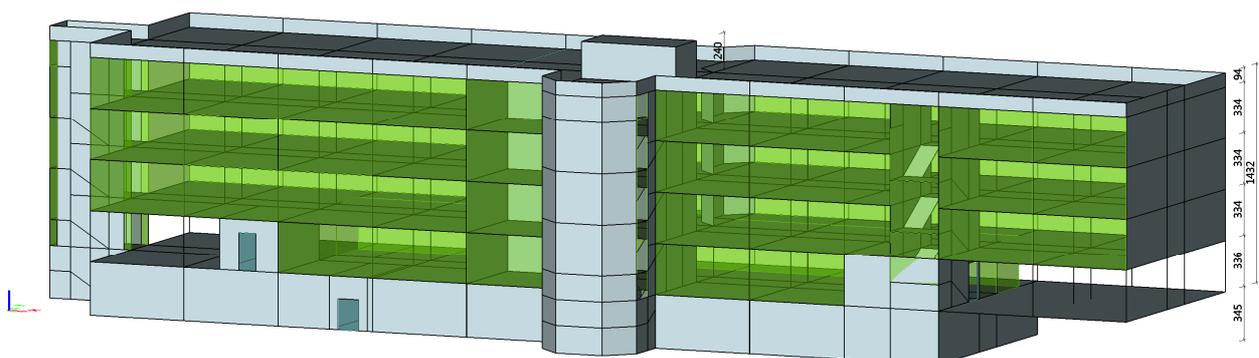


Abb. 5.4: Modell; Amtshaus - Isometrie Ostansicht; Maße in cm

In Abbildung 5.5 sieht man den Grundriss vom 2.OG mit den Systemachsen, welche für alle Geschosse gelten. Das Gebäude hat eine Gesamtlänge von 78,18 m und eine Gesamtbreite von 20,56 m. In Abbildung 5.6 ist die Nordansicht des Amtshauses inklusive der Systemhöhen ersichtlich. Die Gebäudehöhe beträgt 14,32 m.

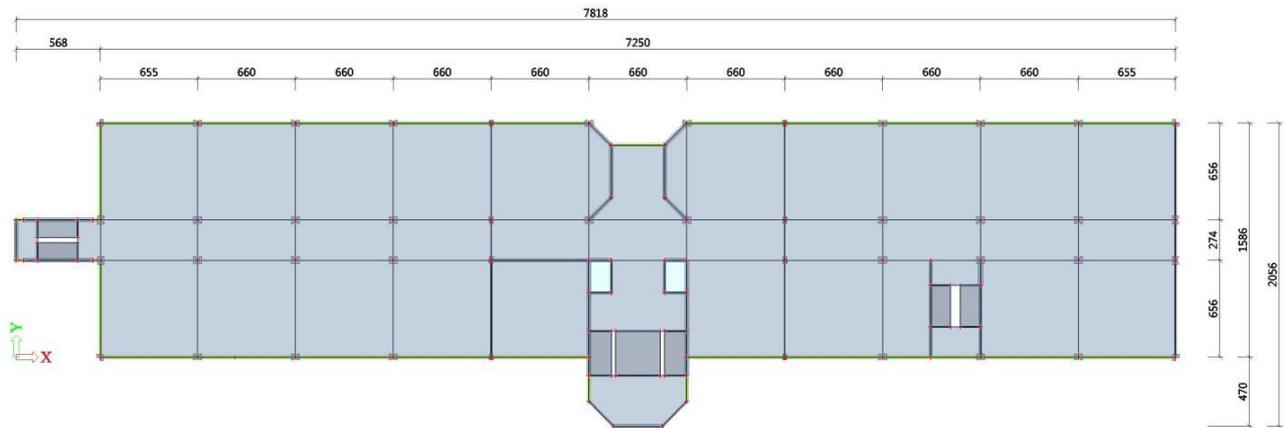


Abb. 5.5: Modell; Grundriss 2.OG; Maße in cm

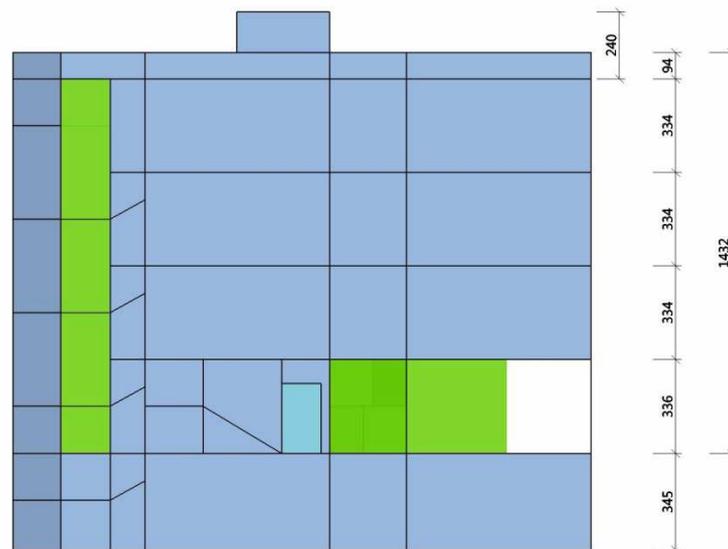


Abb. 5.6: Modell; Ansicht Nord; Maße in cm

5.2 Baumaterialien

Bei dem zu beurteilenden Objekt handelt es sich um ein Amtshaus, welches derzeit in Gebrauch ist. Es wird theoretisch als Leerstand behandelt. Die Tragstruktur des Gebäudes besteht aus den Materialien Stahlbeton und Mauerwerk. Aufgrund der aktuellen Benutzung des Gebäudes war es nicht möglich, qualitative Überprüfungen der Bauteile durchzuführen. Aus diesen Erkenntnissen ist der Kenntnisstand der Werkstoffeigenschaften laut ÖNorm B 1998-3 Tab.B.1 [13] als beschränkt einzustufen. Die Werkstoffkennwerte wurden aus jenen Vorschriften und Normen abgeleitet, die zur Zeit der Errichtung gültig waren. In den Tabellen 5.1, 5.2 und 5.3 sind die Festigkeiten der verwendeten Materialien angegeben. Die dazugehörigen Beschreibungen der Abkürzungen sind im Kapitel 7 ersichtlich:

Tab. 5.1: Werkstoffeigenschaften Beton

Beton		f_{cwm} [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	E_{cm} [N/mm ²]
B400	Gem. ÖNorm B4200:1971	40,0	26,9	35.000

Tab. 5.2: Werkstoffeigenschaften Mauerwerk

Vollziegelmauerwerk		f_k [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]
Mauerwerk	Gem. ÖNorm EN 1996-1-1	3,10	1,50	15,0

Tab. 5.3: Werkstoffeigenschaften Betonstahl

Betonstahl		f_{yk} [N/mm ²]	f_{uk} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]
Rippentorstahl 50	Gem. ÖNorm B4200-7:1968	500	560	206.000

5.3 Bewertung der Tragfähigkeit nach altem Normenstand

Laut ONR 24009 - *Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Hochbauten* [33] ist eine Methode zur Bewertung der Tragfähigkeit, der Nachweis nach dem alten Normenstand. Deshalb wurde das Bestandsobjekt aus dem Jahr 1973 mit den ÖNormen aus den Jahren 1960 bis 1965 belastet. Mit den ermittelten Schnittgrößen werden die Bauteile nach aktueller Norm bemessen, da die Bemessungsregeln aus der damaligen Zeit nicht im FEM-Programm vorhanden sind. Daraus ergeben sich die Ausnutzungsgrade der tragenden Bauteile. In den folgenden Kapiteln werden die Lasten dargestellt, welche zur Zeit der Herstellung des Gebäudes gültig waren. Zur Ermittlung der maßgebenden Schnittgrößen werden diese Einwirkungen mittels der Formel 6.10 aus ÖNorm EN 1990 [10] kombiniert. Diese ist für die Grenzzustände der Tragfähigkeit anzuwenden.

5.3.1 Lastaufstellung

In den folgenden Tabellen 5.4 bis 5.7 sind die Lastaufstellungen zu den ständigen Lasten laut Bestandsplan ersichtlich. Die Eigengewichte der Tragstruktur werden automatisch im FEM-Programm mitgerechnet und werden daher nicht in die Lastaufstellung mit einbezogen.

Tab. 5.4: Lastaufstellung Ständige Last - Decke KG

Ständige Last - Decke KG (befahrbar)		Dicke [m]	Wichte [kN/m ³]	charakt. Last [kN/m ²]
1	Pflaster Betonstein	0,08	23,0	1,84
2	Mörtel	0,03	21,0	0,63
3	Innenwandzuschlag	-	-	0,35
				$g_k = 2,80 \text{ kN/m}^2$

Tab. 5.5: Lastaufstellung Ständige Last - Decke Kg, EG & 1.OG-2.OG

Ständige Last - Decke KG, EG & 1.-2.OG		Dicke [m]	Wichte [kN/m ³]	charakt. Last [kN/m ²]
1	Klinker	0,01	20,0	0,20
2	Mörtelbett	0,02	21,0	0,42
3	Estrich	0,05	22,0	1,10
4	Wärmedämmung	0,03	0,3	0,01
5	Abgehängte Decke Gipskartonplatte	-	-	0,13
6	Innenwandzuschlag			0,35
				$g_k = 2,20 \text{ kN/m}^2$

Tab. 5.6: Lastaufstellung Ständige Last - Decke DG

Ständige Last - Decke DG		Dicke [m]	Wichte [kN/m ³]	charakt. Last [kN/m ²]
1	Blechdeckung auf Schalung	-	-	0,28
2	Sparren 10/12; e=80cm; 5,5kN/m ³ x 0,12 x 0,10 x 1,25	-	-	0,08
3	Wärmedämmung	0,05	0,3	0,02
4	Abgehängte Decke Gipskartonplatte	-	-	0,13
5	Instandsetzung	-	-	1,00
				$g_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$

Tab. 5.7: Lastaufstellung Ständige Last - Ersatzlast für Wandelement

Ständige Last - Ersatzlast für Wandelement		Dicke [m]	Wichte [kN/m ³]	charakt. Last [kN/m]
1	Höhe = 1,70 m	0,14	25,0	5,95
				$g_k = 6,00 \text{ kN/m}$

In Tabelle 5.8 sind alle Nutzlasten gelistet, welche auf das Bestandsobjekt einwirken. Die Nutzlasten wurden aus der ÖNorm B 4001: 1965 [31] entnommen. Die Annahmen für Schneelasten wurde aus der ÖNorm B 4000 - 4.Teil: 1960 [30] und für Windlasten aus der ÖNorm B 4000 - 3.Teil: 1961 [30] berechnet.

Tab. 5.8: Lastaufstellung Nutzlasten

Nutzlasten		charakt. Last [kN/m ²]
1	Büro	2,00
2	Stiegen und Podeste	4,00
3	Einstellräume und Parkflächen	3,50
4	Schnee Wien Ost	0,75
5	Windkraft Druck; c=1,2; q=0,8kN/m ² ; w=c x q	1,00
6	Windkraft Sog; c=0,8; q=0,8kN/m ² ; w=c x q	-0,35

5.3.2 Lastanordnung

In den Abbildungen 5.7 bis 5.18 sind die Lastanordnungen der jeweiligen Geschoße und Gebäudestrukturen angegeben. Die Flächenlasten wurden auf die Teilflächen der Geschoßdecke angesetzt. In Abbildung 5.19 wird die Linienlast am Deckenrand angezeigt, welche als Ersatzlast für die Wandelemente generiert wurde.

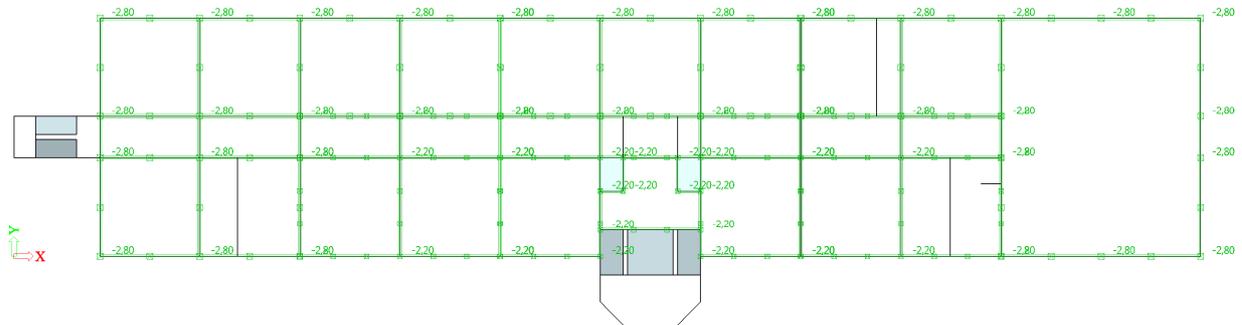


Abb. 5.7: Decke KG - Ständige Last; $g_k = 2,20/2,80 \text{ kN/m}^2$

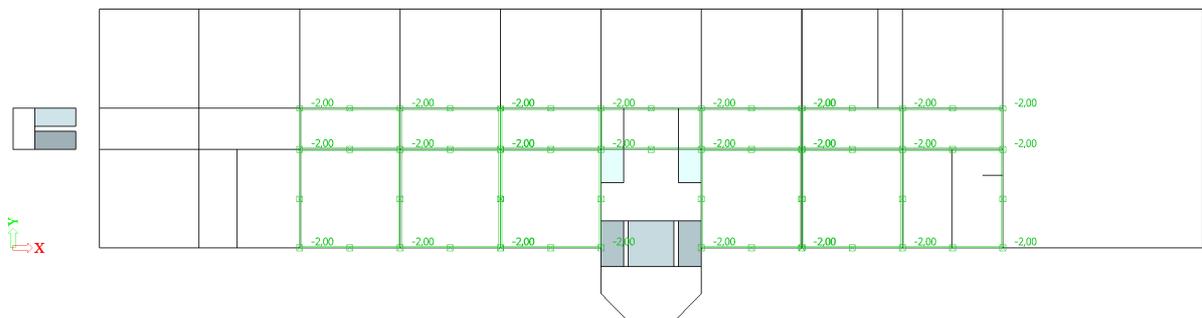


Abb. 5.8: Decke KG - Nutzlast Büro; $q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$

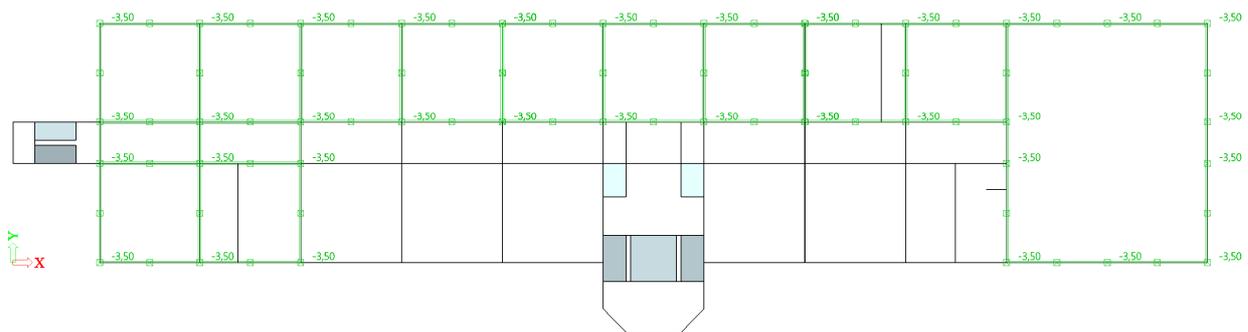


Abb. 5.9: Decke KG - Nutzlast befahrbare Fläche; $q_k = 3,50 \text{ kN/m}^2$

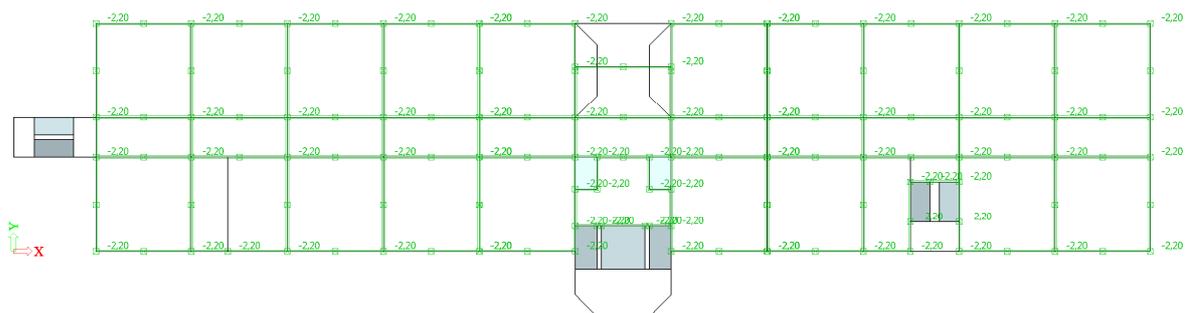


Abb. 5.10: Decke EG, 1. & 2.OG - Ständige Last; $g_k = 2,20 \text{ kN/m}^2$

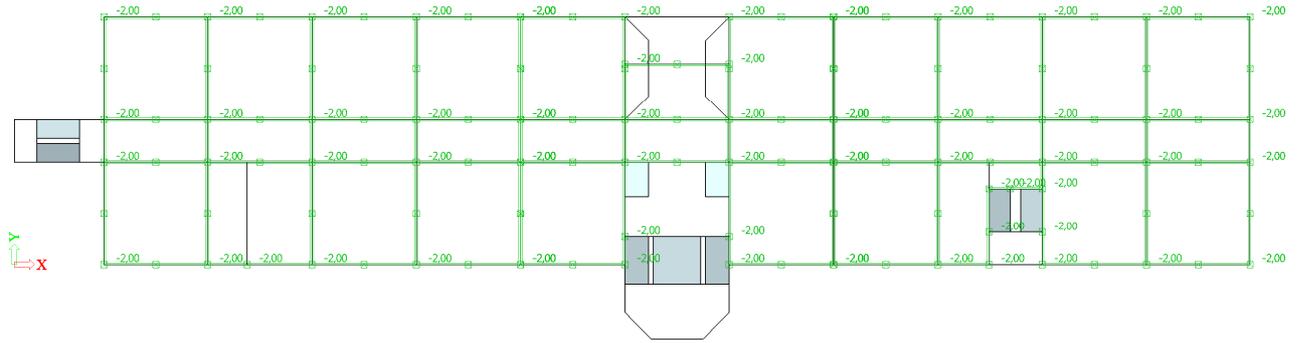


Abb. 5.11: Decke EG, 1. & 2.OG - Nutzlast Büro; $q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$

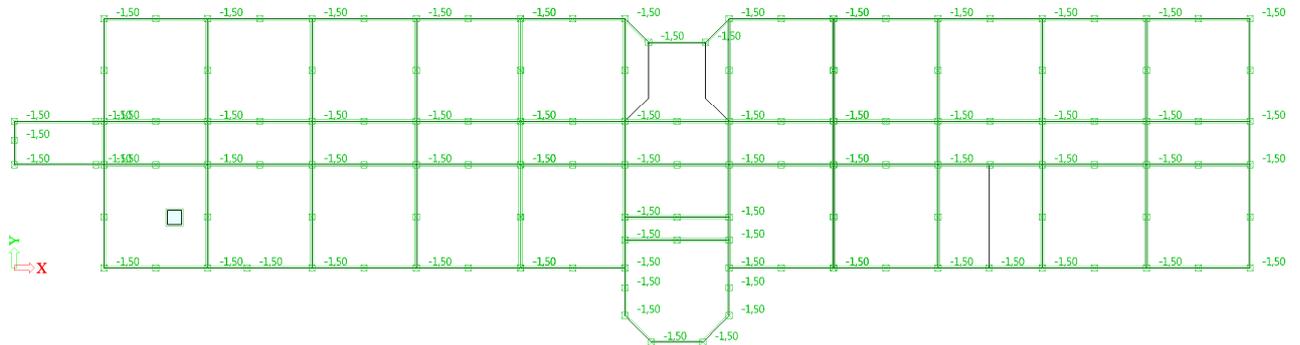


Abb. 5.12: Decke DG - Ständige Last; $g_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$

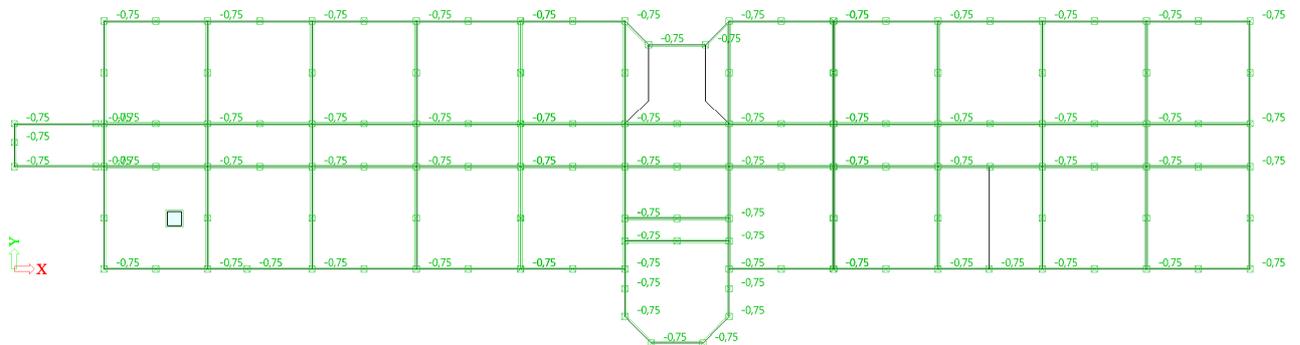


Abb. 5.13: Decke DG - Nutzlast Schnee; $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

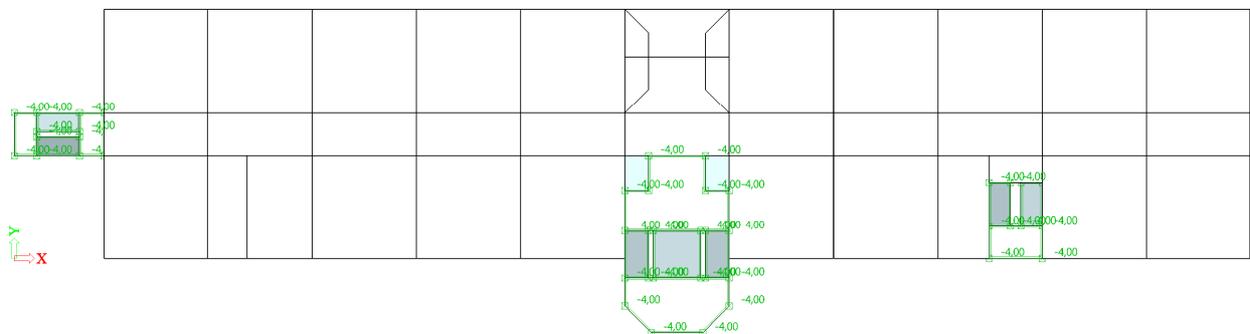


Abb. 5.14: Treppe KG bis 3.OG - Nutzlast; $q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$

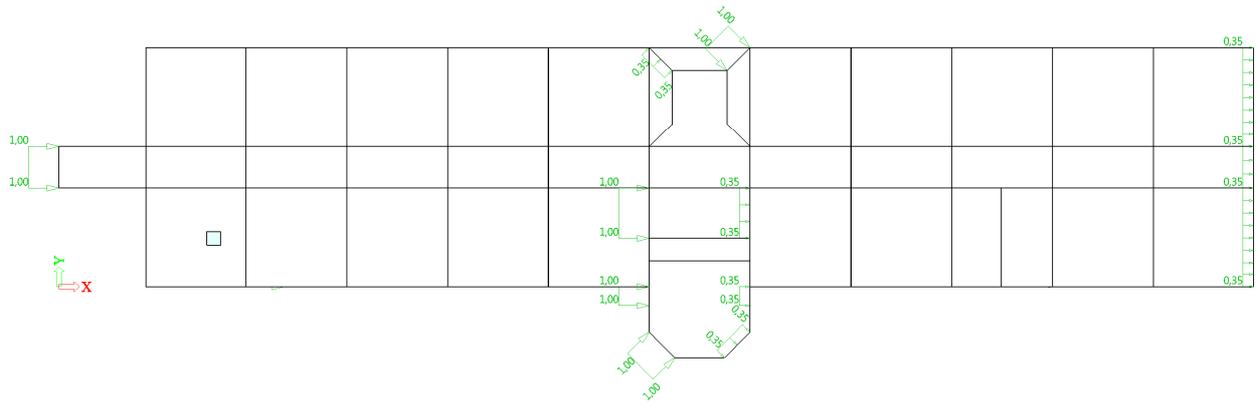


Abb. 5.15: Draufsicht - Nutzlast Wind Süd; q_k -Druck= 1,00 kN/m²; q_k -Sog= 0,35 kN/m²

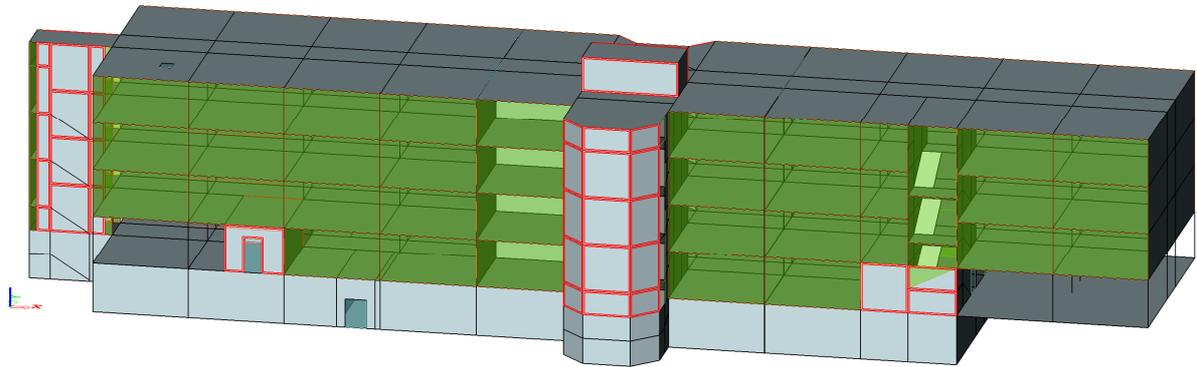


Abb. 5.16: Isometrie - Nutzlast Wind Ost; q_k -Druck= 1,00 kN/m²; q_k -Sog= 0,35 kN/m²

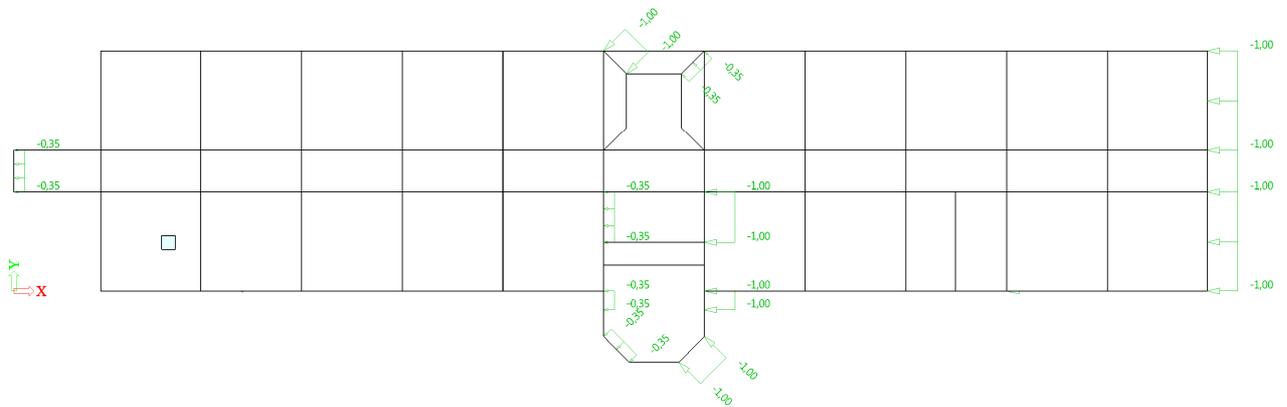


Abb. 5.17: Draufsicht - Nutzlast Wind Nord; q_k -Druck= 1,00 kN/m²; q_k -Sog= 0,35 kN/m²

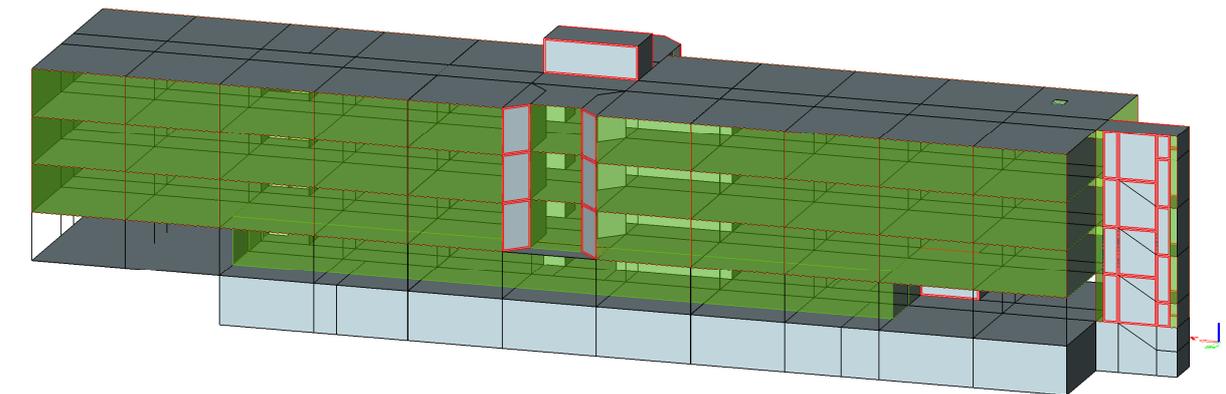


Abb. 5.18: Isometrie - Nutzlast Wind West; q_k -Druck= 1,00 kN/m²; q_k -Sog= 0,35 kN/m²

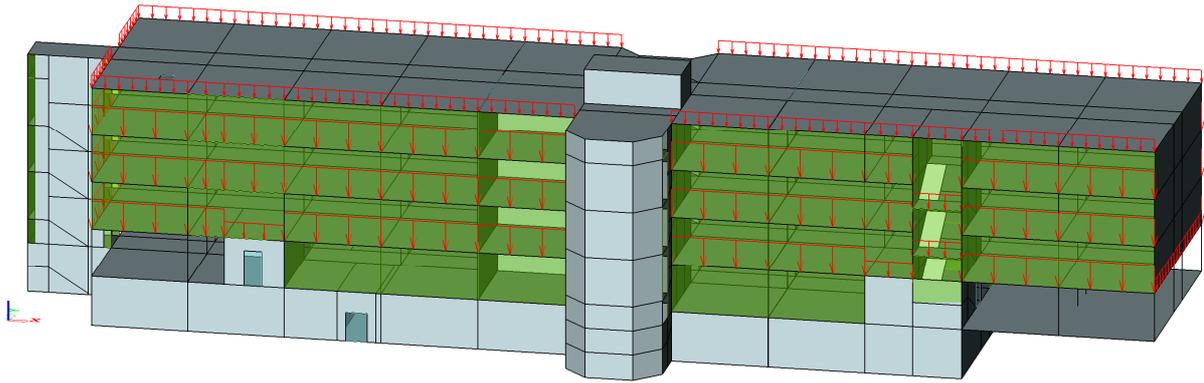


Abb. 5.19: Isometrie - Ständige Ersatzlast für Wandelemente; $g_k = 6,00 \text{ kN/m}$

5.3.3 Statische Berechnung

Nach der Auflistung der verschiedenen Lastanordnungen erfolgt die Berechnung nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit des Gebäudes mittels des FEM-Programms *SCIA* (Studentenversion). Das Programm kombiniert die Lasten nach der Formel 6.10/Satz B (STR/GEO) aus der ÖNorm EN 1990-1 [10] (siehe Formel 5.1). Dabei werden die Nachweise für das Versagen oder das übermäßige Verformen des Tragwerks bzw. seiner Tragteile durchgeführt. Die genaue Berechnung und Bemessung der tragenden Bauteile des Bestandgebäudes wird im Anhang unter Kapitel 9.1 gezeigt.

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (5.1)$$

Die errechneten Verformungen in Z-Richtung sind in Abbildung 5.20 angegeben. Die maximale Durchbiegung entsteht in der Kellerdecke bei der Gebäudetrennfuge und beträgt 13,3 mm (siehe Abbildung 5.21). Nach Tabelle 1 der ÖNorm B 1990-1 [10] darf für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit eine maximale vertikale Verformung von $1/200$ (Decken mit abgehängter Untersicht) nicht überschritten werden. Nach Formel 5.2 ist diese Bedingung auch für den Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt. Auf eine genauere Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit kann aufgrund des Aufwandes nicht näher eingegangen werden.

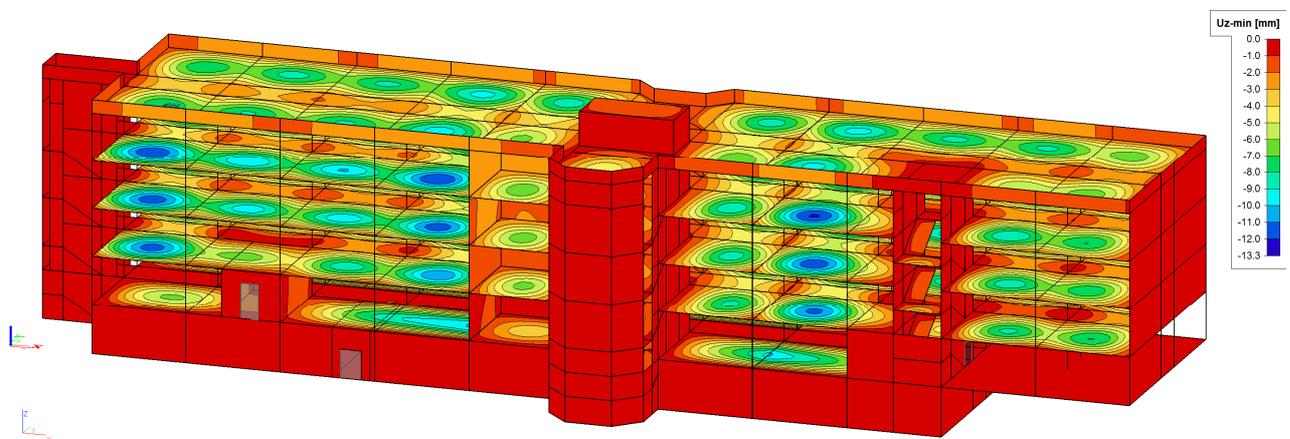


Abb. 5.20: Isometrie - Verformung in Z-Richtung; $w_{\max} = 13,3 \text{ mm}$

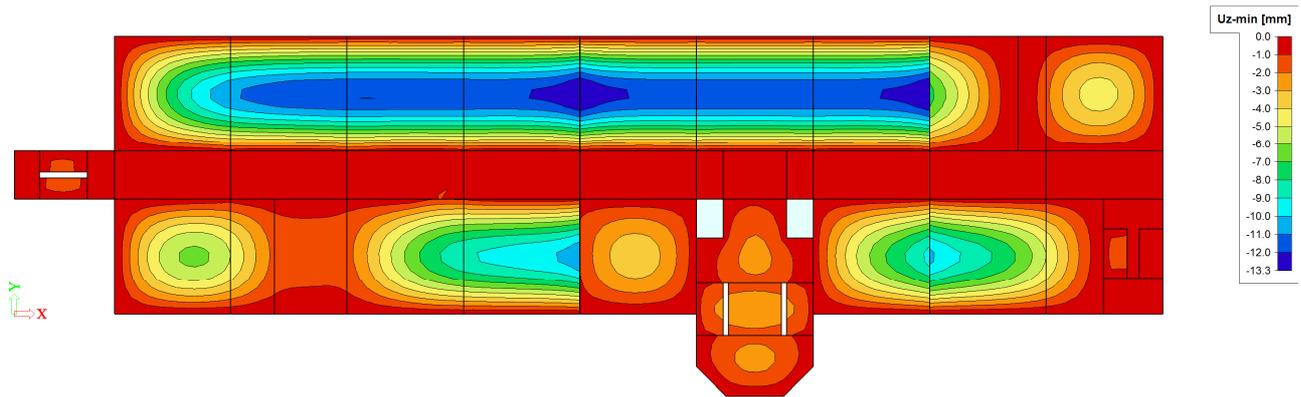


Abb. 5.21: Grundriss Decke KG - Verformung in Z-Richtung; $w_{\max} = -13,3 \text{ mm}$

$$w_{\text{zul}} = \frac{l}{200} = \frac{656}{200} = 3,28 \text{ cm} \geq 1,33 \text{ cm} = w_{\text{max}} \quad (5.2)$$

5.3.3.1 Stützen

In diesem Kapitel werden die Stützen auf ihre Tragfähigkeit nachgerechnet. Das Amtshaus besteht aus drei verschiedenen Stützenquerschnitten welche an der Außenseite, an den Ecken und im Mitteltrakt des Hauses angeordnet sind. Abbildung 5.22 zeigt die drei Querschnitte. Abbildung 5.23 veranschaulicht die Ausrichtung der Stützen im Grundriss. Aus der FEM-Berechnung ergeben sich die Schnittgrößen für jede einzelne Stütze. Für die maßgebenden Stützenquerschnitte folgt der Tragfähigkeitsnachweis mit den minimalen und maximalen Schnittgrößen, welche in Tabelle 5.9 angegeben sind. In der rechten Spalte sind die Ausnutzungsgrade aus der Berechnung im Anhang ersichtlich. Die Erläuterungen zu den Abkürzungen sind im Kapitel 7 ersichtlich. Abbildung 5.24 zeigt den Standort der maßgebenden Stützen im Grundriss. Im Anhang unter Kapitel 9.1 ist die dazugehörige Bemessung gegeben.

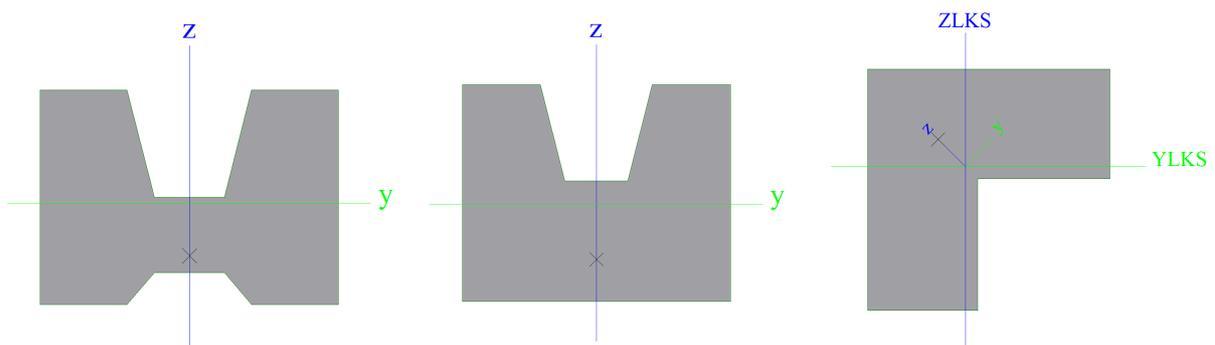


Abb. 5.22: links: Außenstütze (55/40 cm); mitte: Innenstütze (55/45 cm); rechts: Eckstütze (44/44 cm, $b=20 \text{ cm}$)

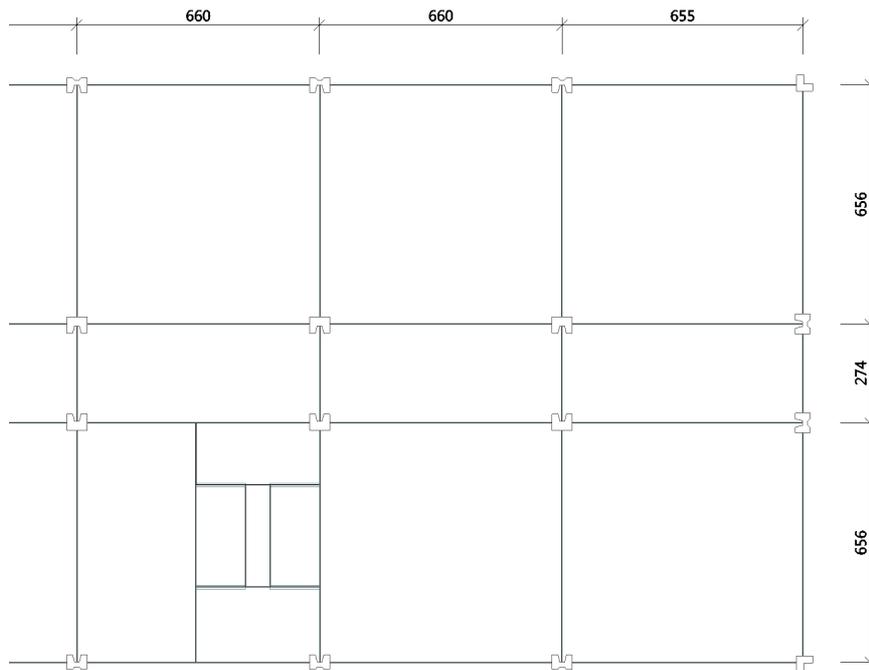


Abb. 5.23: Grundriss Nordtrakt - Ausrichtung der Stützen

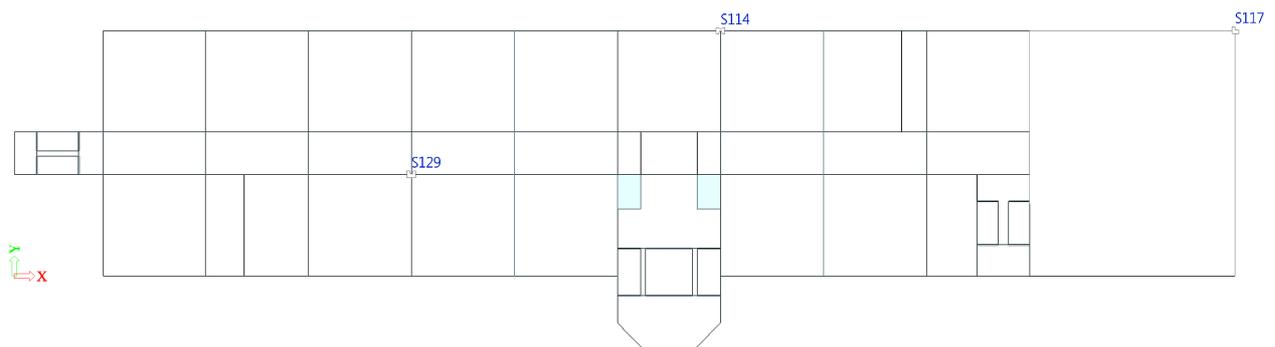


Abb. 5.24: Grundriss Erdgeschoß - Position der maßgebenden Stützen

Tab. 5.9: Maximale und minimale Schnittgrößen der maßgebenden Stahlbetonstützen

Stützelement	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Ausnützung [%]
Außenstütze S114	-1.861,80	3,20 -1,60	1,60 -0,10	0,20	0,40 -5,20	5,20 -11,00	93
Eckstütze S117	-758,70	-6,80	0,84 -0,33	-0,30	1,10 -2,80	22,80 -17,20	53
Mittelstütze S129	-1.685,40	-9,80	3,20 -5,60	0,50 -0,40	18,70 -10,60	32,60	79

Der Widerstandsnachweis mit der erforderlichen Längs- und Bügelbewehrung erfolgt nach ÖNorm EN 1992-1-1 [12] und ist im Anhang unter Kapitel 9.1 angegeben. Dadurch errechnet sich der wahrscheinliche Bewehrungsgrad der Stützen im Bestand und in weiterer Folge der Ausnützungsgrad bei Umwidmungsänderungen.

5.3.3.2 Rippenbalken

Nun werden die Stahlbetonbalken, welche mit den Ortbetondecken verbunden sind, berechnet. Die mitwirkende Breite wurde, wie in Tabelle 5.10 angegeben, angenommen. In Längs- und Querrichtung gibt es verschiedene Abmessungen der Balkenquerschnitte, die in Tabelle 5.10 angegeben sind (Außenbalken, Stiegenbalken, Innenbalken in X- und Y-Richtung). In Abbildung 5.25 werden die maßgebenden Rippen dargestellt, welche im Anhang unter Kapitel 9.1 bemessen wurden. Die für die Bemessung maßgebenden minimalen und maximalen Schnittgrößen sind in Tabelle 5.11 ersichtlich. In der rechten Spalte werden die Ausnutzungsgrade der maßgebenden Rippen gezeigt. Die Erläuterungen zu den Abkürzungen sind im Kapitel 7 ersichtlich.

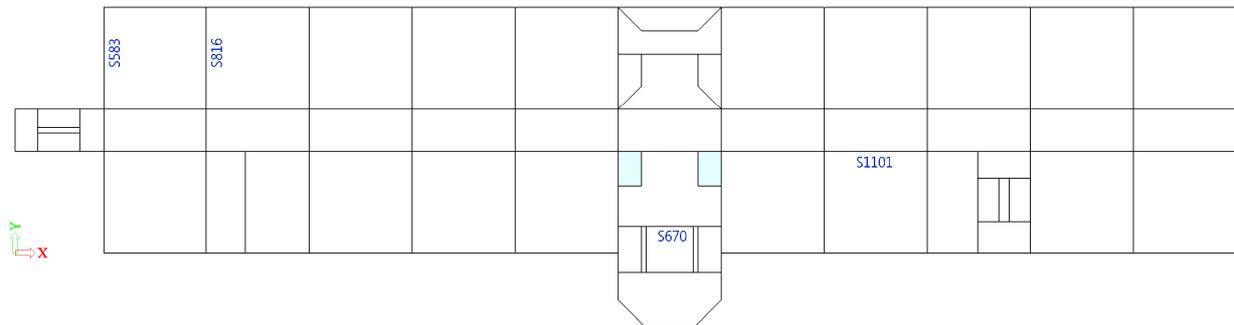


Abb. 5.25: Grundriss - Position maßgebende Rippen

Tab. 5.10: Abmessungen der Balken inkl. mitwirkender Plattenbreite

Balkenelement	Decke	Breite [cm]	Höhe [cm]	Länge [cm]	Mitw. Plattenbreite [cm]
Außenbalken S583	2.OG	40	30	656	80
Stiegenbalken S670	EG	20	30	660	80
Innenbalken in Y-Richtung S816	2.OG	55	27	656	165
Innenbalken in X-Richtung S1101	2.OG	30	30	660	80

Tab. 5.11: Maximale und minimale Schnittgrößen der maßgebenden Stahlbetonbalken

Balkenelement	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	u_z [mm]	Ausnutzung [%]
Außenbalken S583	590,99 -44,98	62,86 -25,91	70,21 -68,15	9,67 -7,12	32,96 -12,94	20,20 -2,18	-5,7	94
Stiegenbalken S670	81,24 -158,20	7,07 -6,71	109,75 -110,25	4,02 -4,11	10,50 -27,65	2,39 -3,26	-1,6	69
Innenbalken in Y-Richtung S816	881,23 -582,03	8,93 -6,91	122,40 -84,47	0,66 0	37,17 -27,55	0,79 -3,35	-7,3	81
Innenbalken in X-Richtung S1101	518,06 -380,62	52,73 -36,89	69,65 -60,86	4,75 -5,99	23,11 -19,48	1,22 -10,17	-6,0	80

5.4 Bewertung der Tragfähigkeit nach Umwidmung und aktuellem Normenstand

Nachdem wir das Bestandsobjekt nach altem Normenstand bewertet haben, nehmen wir an, dass wir das Gebäude in ein Schulgebäude umwidmen. Das heißt, dass das Gebäude mit den aktuellen Lastannahmen aus dem Eurocode 1 [11] für Schulgebäude belastet wird. Dabei muss die Raumaufteilung angepasst werden. Da der Schwerpunkt dieser Diplomarbeit in der statischen Machbarkeit einer Umstrukturierung liegt, wurden keine genauen Entwürfe für ein Schulgebäude entwickelt. Somit ist nur eine grobe Raumaufteilung möglich. Im Erdgeschoß werden die befahrbaren Flächen, siehe Abbildung 5.9, ebenfalls in Unterrichtsflächen bzw. Zugangsflächen getauscht. Der nördliche Teil der befahrbaren Decke wird als Bibliothek angenommen. Die bestehenden Büroflächen in den Obergeschoßen werden Unterrichtsräume und die Gangflächen als Zugänge ersetzt. Die genaue Lastanordnung ist in Kapitel 5.4.2 genauer beschrieben. In den folgenden Unterkapiteln wird das bestehende Gebäude nach aktuellem Normenstand, aufgrund der neuen theoretischen Nutzung auf seine Tragfähigkeit berechnet. Für eine genaue Bewertung der Bauteile müssen auch die vorhandenen Schäden miteinbezogen werden. Die vorhandene Bewehrung wurde aufgrund des alten Normenstands theoretisch berechnet. Für eine exakte Bewertung der Tragsicherheit muss die tatsächlich vorhandene erkundet werden. Die exakten Bauteilinformationen können wegen dem hohen Arbeitsaufwand in dieser Diplomarbeit nicht näher ermittelt werden.

5.4.1 Lastaufstellung

Obwohl es bei einer Umwidmung zu einigen Umbauten kommen wird, wie zum Beispiel die Bodenaufbauten und das Versetzen von Innenwänden, bleiben die ständigen Lasten des Bestandsgebäudes unverändert. Nur die Lasten der befahrbaren Kellerdecke laut Tabelle 5.4 werden an Tabelle 5.5 angepasst. In Tabelle 5.12 sind die „neuen“ Nutzlasten aufgegliedert. In der rechten Spalte sieht man den Vergleich zu der Lastannahme nach Normenstand aus dem Jahr 1976. Das FEM-Programm setzt die Windlasten automatisch nach ÖNorm EN 1991-1-4 [11] an. Die Schneelasten wurden nach den Formeln B.1 aus der ÖNorm EN 1991-1-3 [11] und Formel 5.1 aus dem Eurocode EN 1991-1-3 [11] berechnet.

Tab. 5.12: Lastaufstellung Nutzlasten nach EC 1

Nutzlasten q_k		charakt. Last aktuelle Norm [kN/m ²]	charakt. Last alte Norm [kN/m ²]
1	Schulfläche C1 / Bürofläche	3,00	2,00
2	Treppen C3.2	5,00	4,00
	Treppen C1	3,00	
3	Zugangsflächen C3.2 / befahrbare Fläche	5,00	3,50
4	Bibliothek / befahrbare Fläche	5,00	3,50
5	Schnee (Wien 200müA)	0,90	0,75
6	Wind (Druck/Sog)	lt. EN 1991-1-4	1,00/-0,35

5.4.2 Lastanordnung

In den Abbildungen 5.26 bis 5.36 sind die Lasten aufgrund der neuen Raumaufteilung bzw. Nutzungsart abgebildet. Für Vergleiche zu den alten Lastanordnungen siehe Kapitel 5.4.2.

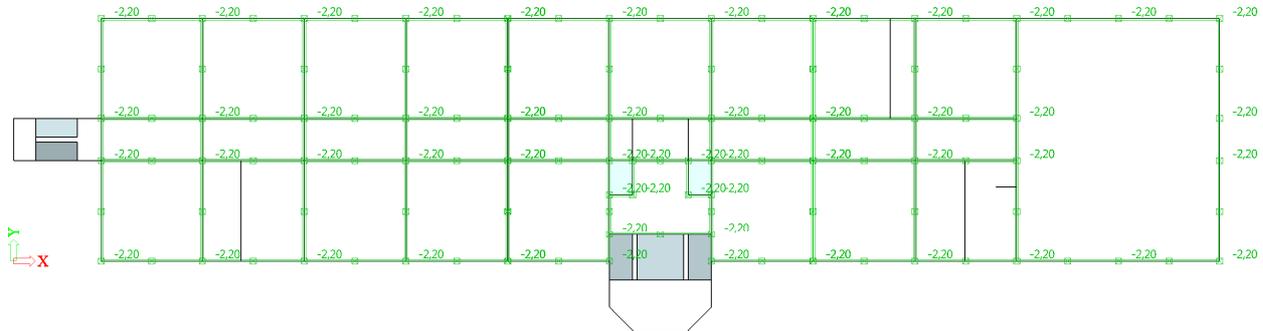


Abb. 5.26: Decke KG - Ständig Schule; $q_k = 2,20 \text{ kN/m}^2$

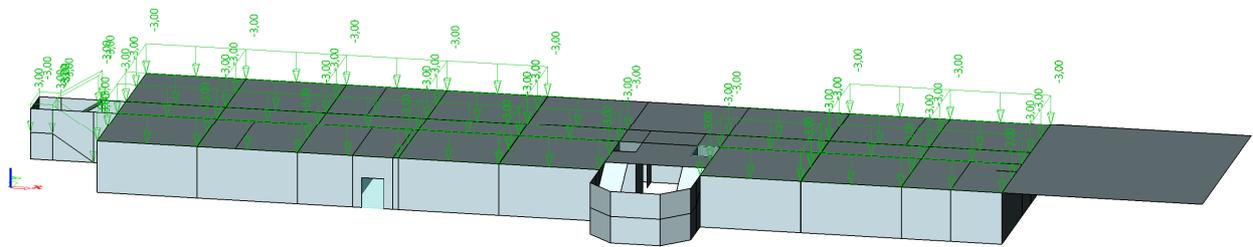


Abb. 5.27: Decke KG - Nutzlast Schulfläche; $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$

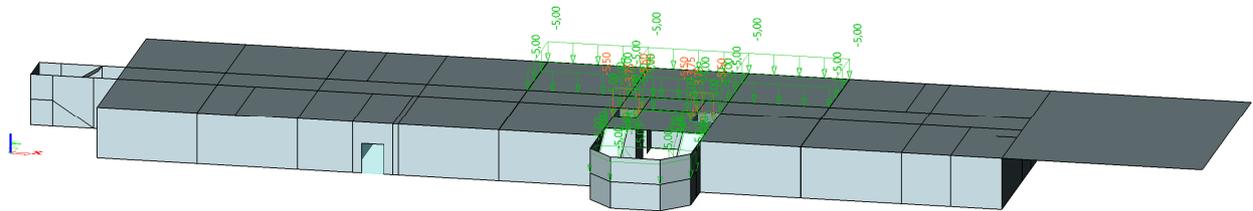


Abb. 5.28: Decke KG - Nutzlast Zugang; $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

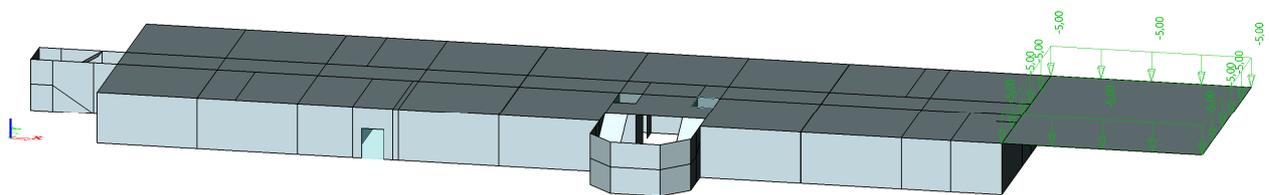


Abb. 5.29: Decke KG - Nutzlast Bibliothek; $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

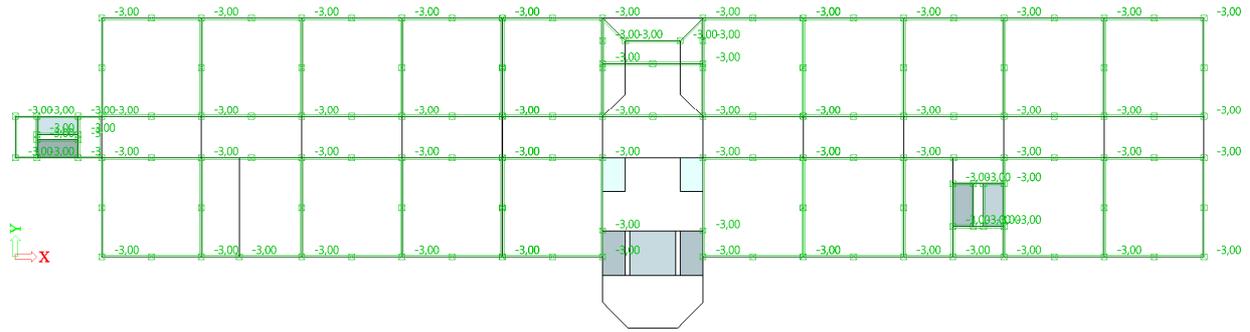


Abb. 5.30: Decke EG, 1. & 2.OG - Nutzlast Schulfläche; $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$

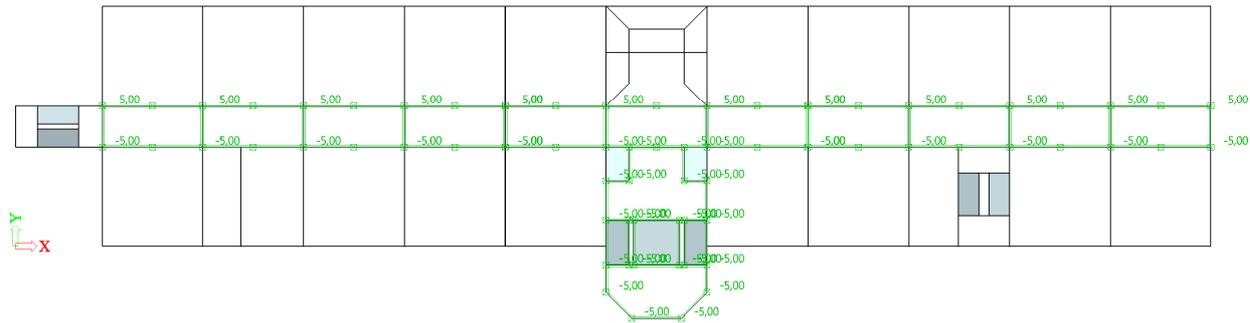


Abb. 5.31: Decke EG, 1. & 2.OG - Nutzlast Zugang & Treppe; $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

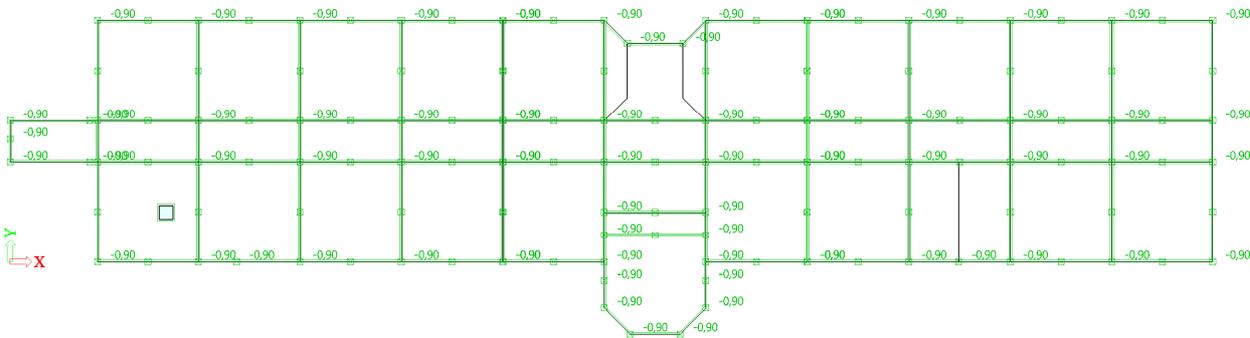


Abb. 5.32: Decke 3.OG - Nutzlast Schnee; $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$

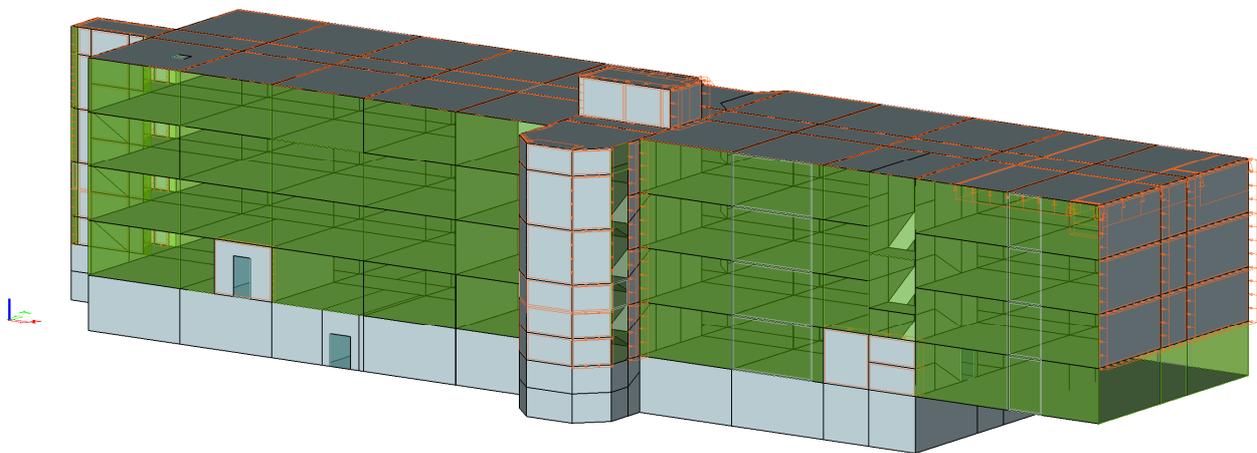


Abb. 5.33: Isometrie - Nutzlast Wind Nord; q_k lt. EN 1991-1-4

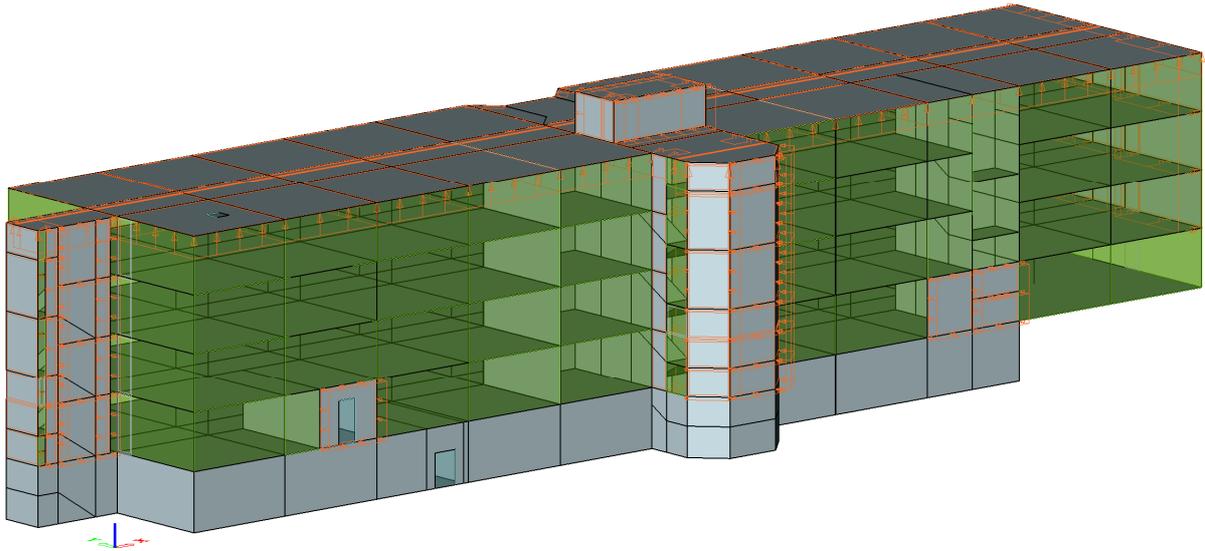


Abb. 5.34: Isometrie - Nutzlast Wind Ost; q_k lt. EN 1991-1-4

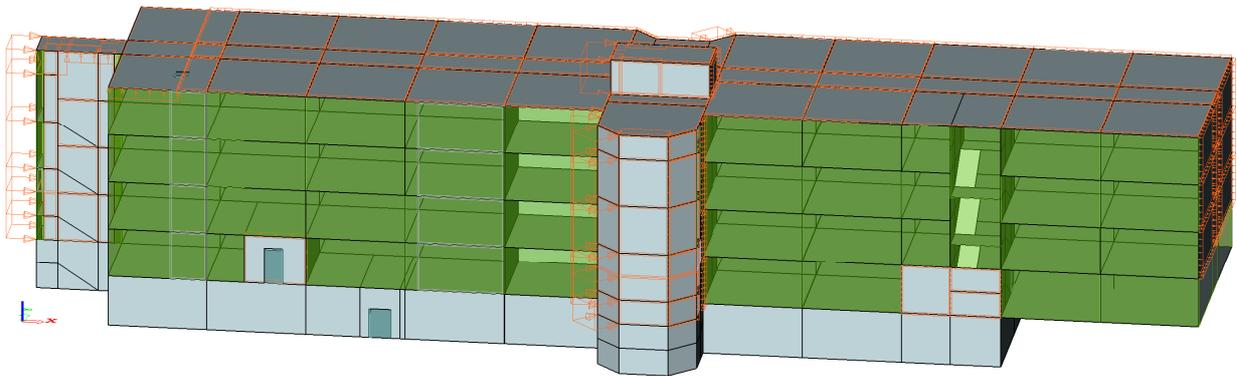


Abb. 5.35: Isometrie - Nutzlast Wind Süd; q_k lt. EN 1991-1-4

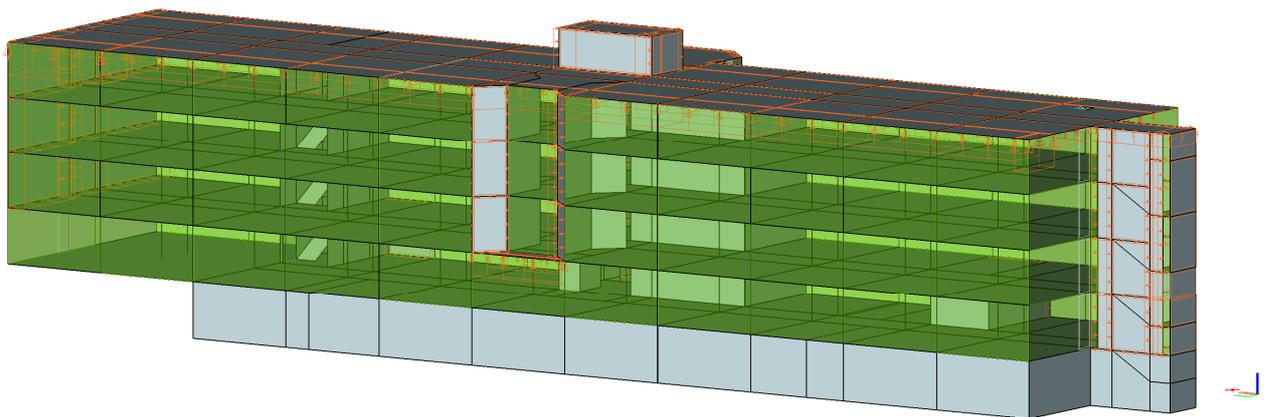


Abb. 5.36: Isometrie - Nutzlast Wind West; q_k lt. EN 1991-1-4

5.4.3 Statische Berechnung

Die Kombination der Lasten nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit erfolgt wie in Kapitel 5.3.3 nach der Formel 5.1. Die errechneten Verformungen in Z-Richtung sind in Abbildung 5.37 angegeben. Die maximale Durchbiegung entsteht in der Kellerdecke bei der Gebäudetrennfuge und beträgt 14,4 mm (siehe Abbildung 5.39). Nach Tabelle 1 der ÖNorm B 1990-1 [10] darf für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit eine maximale vertikale Verformung von $l/200$ (Decken mit abgehängter Untersicht) nicht überschritten werden. Nach Formel 5.3 ist diese Bedingung auch für den Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt. Die maximale horizontale Verschiebung entsteht bei der obersten Geschoßdecke in Y-Richtung und beträgt 12,7 cm. Nach ÖNorm B 1990-1 [10] Kap. 4.2.2 darf für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit eine maximale horizontale Verschiebung von $H/300$ (mehrgeschossige Gebäude) nicht überschritten werden. In Formel 5.4 ist der Nachweis auch unter dem Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt. Auf eine genauere Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit kann aufgrund des Aufwandes nicht näher eingegangen werden. Die Nachweise und erforderlichen Bewehrungsgrade der Decken sind im Anhang unter Kapitel 9.2 gegeben.

$$w_{zul} = \frac{l}{200} = \frac{656}{200} = 3,28\text{cm} \geq 1,44\text{cm} = w_{\max} \quad (5.3)$$

$$u_{zul} = \frac{H}{300} = \frac{1340}{300} = 4,45\text{cm} \geq 1,27\text{cm} = u_{\max} \quad (5.4)$$

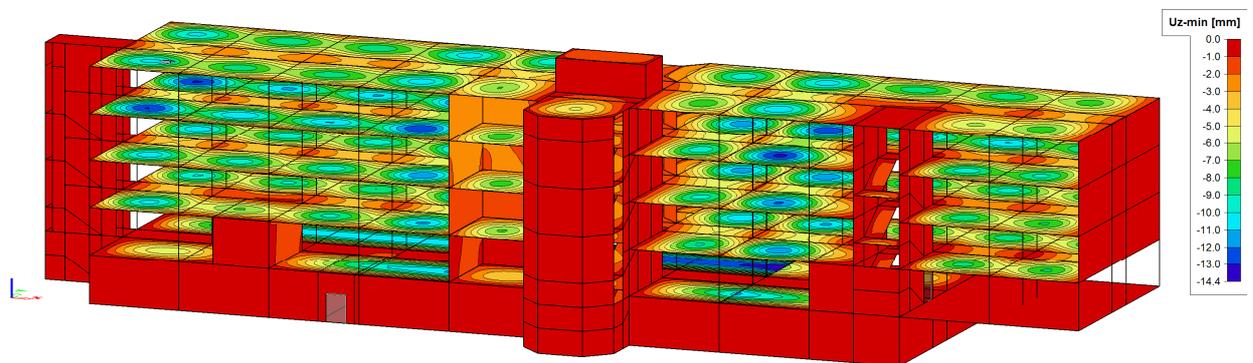


Abb. 5.37: Isometrie – Verformung in Z-Richtung; $w_{\max} = 14,4$ mm

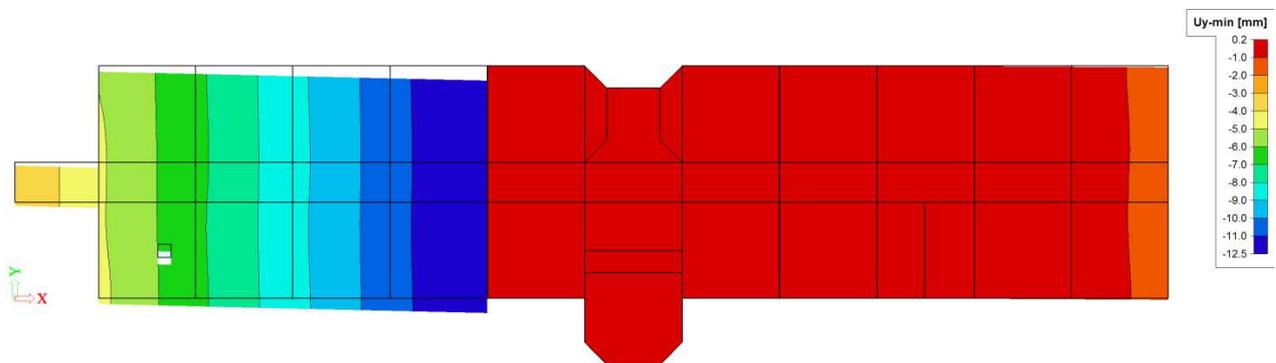


Abb. 5.38: Decke 3.OG – Verformung in Y-Richtung; $w_{\max} = 12,5$ mm

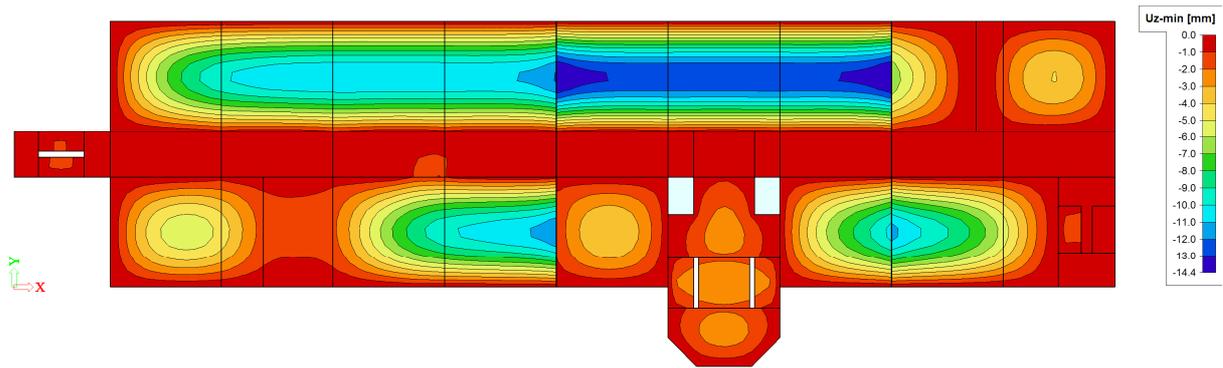


Abb. 5.39: Grundriss Decke KG – Verformung in Z-Richtung; $w_{\max} = 14,4$ mm

5.4.3.1 Stützen

In Kapitel 5.3.3.1 bzw. im Anhang unter Kapitel 9.1 wurden die maßgebenden Stützen nach altem Normenstand bemessen. Daraus ließen sich die vorhandenen Bewehrungsgrade rückschließen. Nun wird die Tragfähigkeit der drei verschiedenen Querschnitte, siehe Abbildung 5.22 in Kapitel 5.3.3.1, mit den aktuellen Lastannahmen berechnet. In Abbildung 5.40 sind die vorhandenen Längsbewehrungen abgebildet.

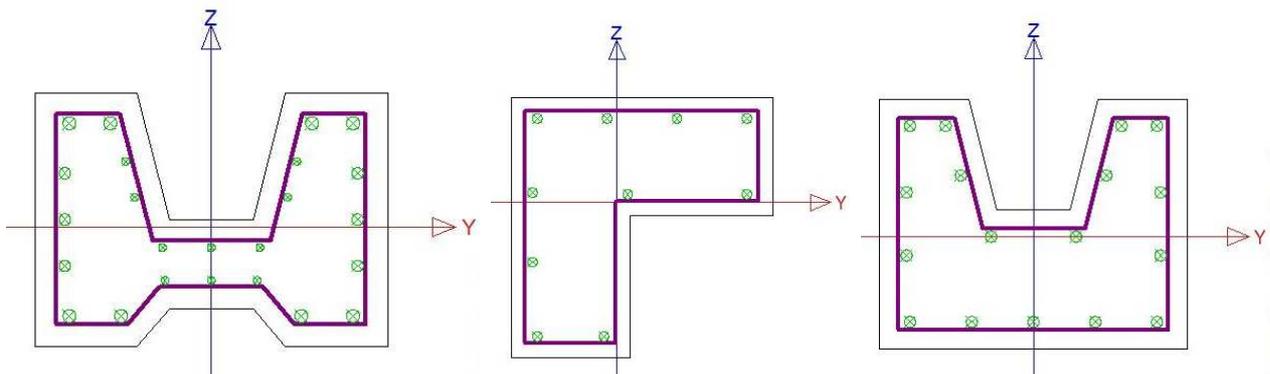


Abb. 5.40: Längsbewehrungsflächen - links: $52,6 \text{ cm}^2$; mitte: $20,1 \text{ cm}^2$; rechts: $47,1 \text{ cm}^2$

In Abbildung 5.41 ist der Grundriss ersichtlich mit den maßgebenden Stützen nach Berechnung der einwirkenden Kräfte. Die minimalen und maximalen Schnittgrößen, welche auf die Stützen einwirken, sind in Tabelle 5.13 angegeben. In der rechten Spalte sind die Ausnutzungsgrade ersichtlich. Daraus ist ersichtlich, dass keine Stütze voll ausgenutzt ist.

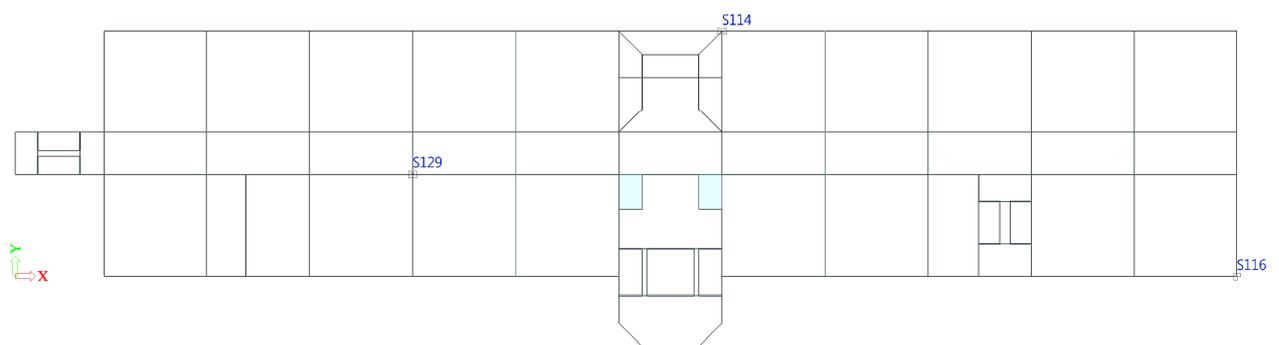


Abb. 5.41: Grundriss Erdgeschoß - Position der maßgebenden Stützen

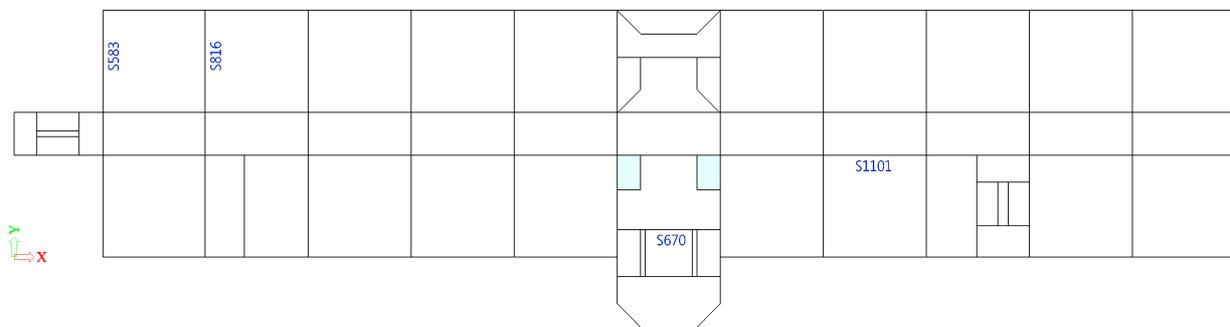
Tab. 5.13: Maximale und minimale Schnittgrößen der maßgebenden Stahlbetonstützen

Stützelement	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Ausnützung [%]
Außenstütze S114	-1.985,0	0,76 -0,11	4,00 -4,64	0,13	1,78 -5,52	0,36 -2,56	92
Eckstütze S116	-750,0	6,64 -4,01	5,03 -2,78	0,41 -0,08	7,60 -10,86	5,87 -20,36	57
Mittelstütze S129	-1.946,4	-11,34	3,95 -6,43	0,50 -0,49	21,60 -13,30	38,10	89

Mit den maximal einwirkenden Schnittgrößen wird der Widerstandsnachweis mit der vorhandenen Längs- und Bügelbewehrung nach ÖNorm EN 1992-1-1 [12] durchgeführt (siehe Anhang, Kapitel 9.2). Mittels dieser Berechnung ergeben sich die Ausnutzungsgrade aufgrund der veränderten Lasteinwirkung.

5.4.3.2 Rippenbalken

Im Folgenden wird die Tragfähigkeit der Stahlbetonbalken berechnet. Die maßgebenden Balkenquerschnitte entsprechen denen in Kapitel 5.3.3.2. Die dazugehörigen Abmessungen können aus der Tabelle 5.10 entnommen werden. In Abbildung 5.42 ist die Übersicht der Balken, welche im Anhang unter Kapitel 9.2 nachgewiesen wurden. Die minimalen und maximalen Schnittgrößen sind in Tabelle 5.14 ersichtlich. In der rechten Spalte werden die Ausnutzungsgrade aus der Bemessung gezeigt. Bis auf den Außenbalken (S583) sind alle anderen Rippen nicht voll ausgenützt.

**Abb. 5.42: Grundriss - Position maßgebende Rippen****Tab. 5.14: Maximale und minimale Schnittgrößen der maßgebenden Stahlbetonbalken**

Balkenelement	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	u_z [mm]	Ausnützung [%]
Außenbalken S583	659,7 -54,3	72,8 -34,2	76,4 -74,4	12,0 -9,1	36,8 -13,2	23,5 -2,6	-6,5	103
Stiegenbalken S670	90,0 -167,5	7,7 -7,2	117,9 -26,1	4,3 -2,4	11,4 -29,6	2,6 -3,4	-1,9	71
Innenbalken in Y-Richtung S816	1.001,4 -663,9	8,7 -7,9	138,0 -94,3	0,6 -0,4	42,3 -31,3	0,9 -2,9	-8,2	92
Innenbalken in X-Richtung S1101	617,6 -470,7	65,4 -49,4	84,6 -75,0	6,7 -8,4	7,7 -24,5	1,6 -12,7	-7,3	96

5.5 Bewertung der Erdbebensicherheit nach Umwidmung und aktuellem Normenstand

In diesem Kapitel wird das umgewidmete Gebäude auf seine Tragsicherheit infolge Erdbebeneinwirkungen betrachtet. Laut ONR 24009 - *Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Hochbauten* [33] ist die Bestimmung des Widerstandes bestehender Gebäude, gegenüber Erdbebenbeanspruchung auf der Grundlage der ÖNorm EN 1998-3 [13] und ÖNorm B 1998-3 [13] durchzuführen. Das heißt, zuerst wird das Gebäude nach der aktuellen ÖNorm EN 1998-1 [13] auf seine Tragfähigkeit nachgerechnet. Wenn die Nachrechnung kein ausreichendes Zuverlässigkeitsniveau ergibt, kann für Bestandsgebäude bei Erdbeben eine Unterschreitung des Zuverlässigkeitsniveaus akzeptiert werden.

5.5.1 Lastaufstellung

Die Lastannahme entspricht der aus Kapitel 5.4.1 in Tabelle 5.12. Für die Bewertung der Erdbebensicherheit wurden die ständigen und veränderlichen Lasten vom FEM-Programm in Massen bzw. Massengruppen umgerechnet. Die Lastanordnung der ständigen und veränderlichen Lasten entsprechen der aus Kapitel 5.4.2. Der Lastfall „Erdbeben“ wurde für eine Beanspruchung des Gebäudes in X-Richtung und eine in Y-Richtung generiert. Um auch die Einwirkung von teilweise beiden Richtungen abzudecken, wirkt einem angenommenen Erdbeben von 100 % in X-Richtung, zusätzlich ein Beben von 30 % in Y-Richtung. Dasselbe gilt für eine Beschleunigung von 100 % in Y-Richtung und 30% orthogonal darauf.

5.5.2 Statische Berechnung

Die Kombination der Einwirkungen für die Bemessungssituation bei Erdbeben wird nach Formel 6.12b / Satz B (STR/GEO) aus ÖNorm EN 1990-1 [10], siehe Formel 5.5 durchgeführt. In die Lastfallkombination fallen alle ständigen und veränderlichen Lasten, bis auf die Schnee- und Windlasten, welche laut Tab. A.1.1 aus EN 1990 [10] wegfallen.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (5.5)$$

Die Berechnung für Erdbebeneinwirkungen erfolgt im FEM-Programm nach ÖNorm EN 1998-1 [13] mit dem Multimodalen Antwortspektrumverfahren unter Verwendung des horizontalen elastischen Antwortspektrums. Für die Bemessungssituation bei Erdbebeneinwirkungen muss der Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt werden. Im Folgenden wird der Ausnutzungsgrad der maßgebenden Stützen und Balken berechnet. Die Deckenbewehrung wird in diesem Kapitel nicht weiter behandelt, siehe maßgebendes Kapitel 5.4.3 bzw. Anhang unter Kapitel 9.2. In den Abbildungen 5.43 und 5.44 sind die horizontalen Verschiebungen der Tragkonstruktion in X- und Y-Richtung abgebildet. In Abbildung 5.45 und 5.46 ist die oberste Geschoßdecke mit der maximalen Verschiebung von 23,2 mm in X-Richtung und 37,1 mm in Y-Richtung ersichtlich.

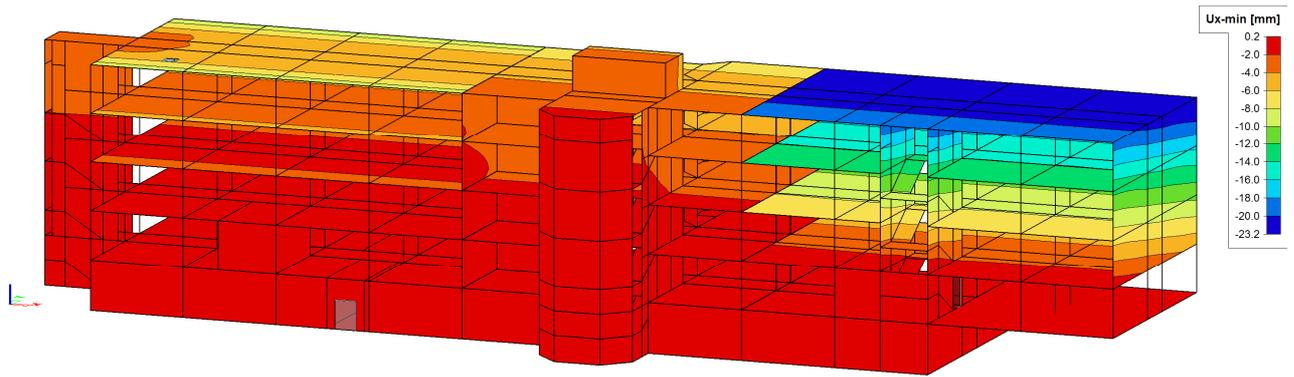


Abb. 5.43: Isometrie – horizontale Verschiebung in X-Richtung zufolge Erdbebeneinwirkung; $u_{\max} = -23,2$ mm

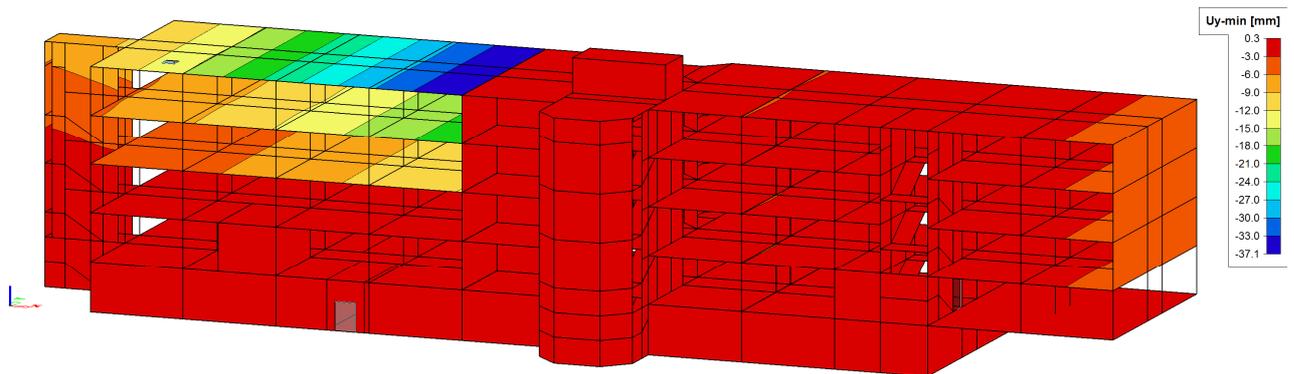


Abb. 5.44: Isometrie – horizontale Verschiebung in Y-Richtung zufolge Erdbebeneinwirkung; $u_{\max} = -37,1$ mm

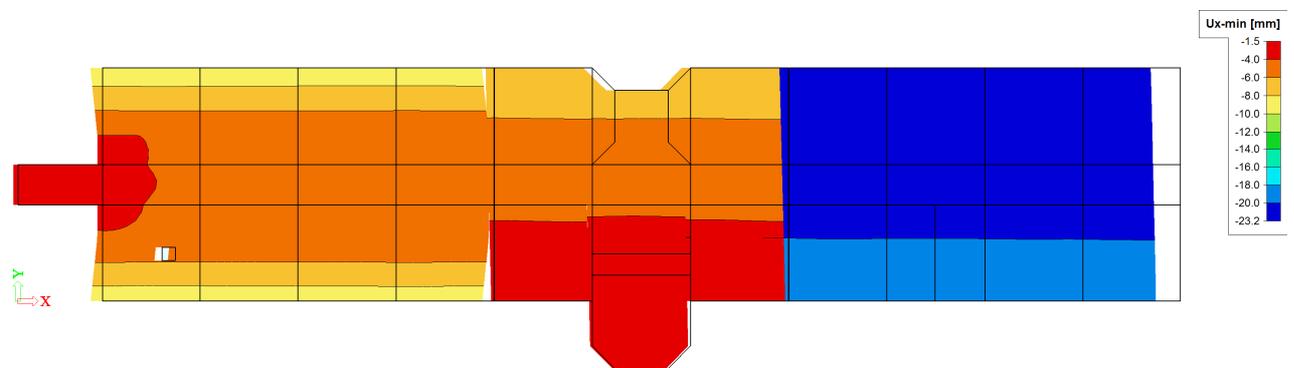


Abb. 5.45: Decke 3.OG – horizontale Verschiebung in X-Richtung zufolge Erdbebeneinwirkung (verformt)

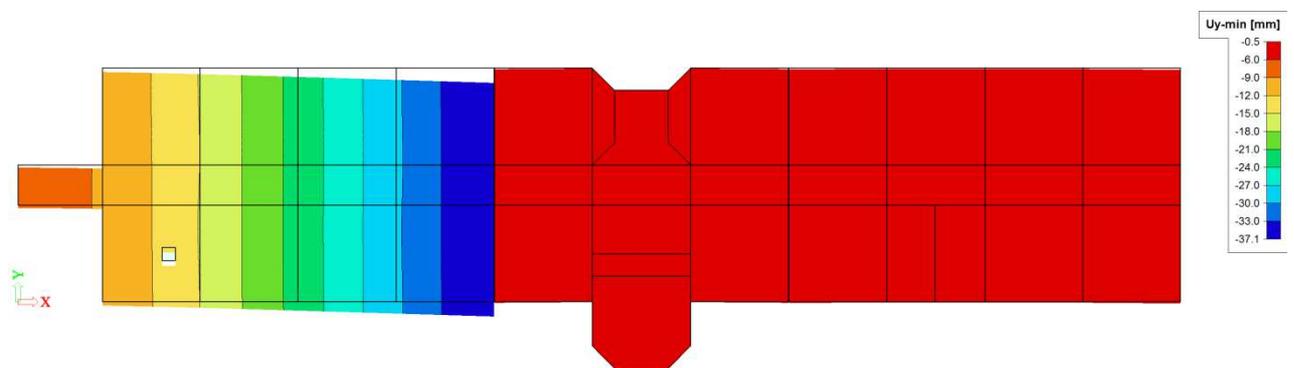


Abb. 5.46: Decke 3.OG – horizontale Verschiebung in Y-Richtung zufolge Erdbebeneinwirkung (verformt)

5.5.2.1 Stützen

Im folgenden Kapitel werden die Stützen auf ihre Tragfähigkeit zufolge Erdbebeneinwirkung nachgerechnet. Aus der FEM-Berechnung ergeben sich die Schnittgrößen nach der Lastfallkombination „Erdbeben“. Für die maßgebenden Stützen, siehe Abbildung 5.47, folgt der Tragfähigkeitsnachweis mit den minimalen und maximalen Schnittgrößen, welche in Tabelle 5.15 angegeben sind.

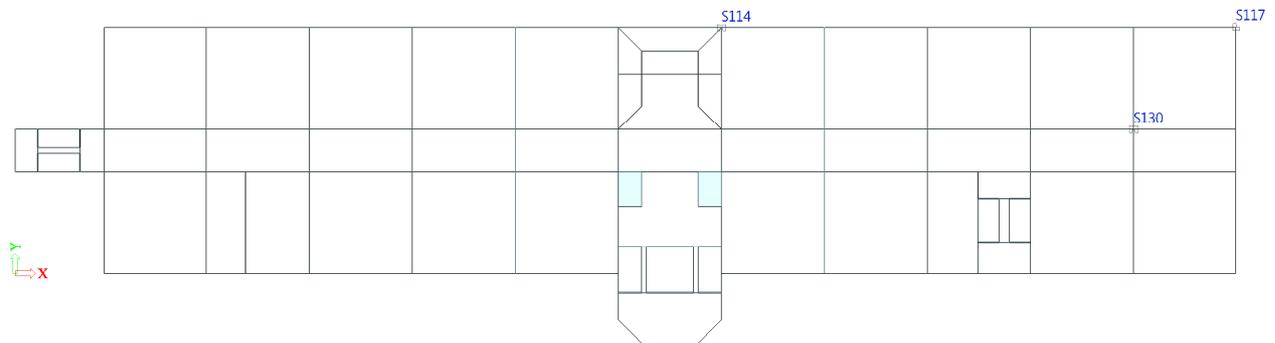


Abb. 5.47: Grundriss Erdgeschoß - Position der maßgebenden Stützen

Tab. 5.15: Maximale und minimale Schnittgrößen der maßgebenden Stahlbetonstützen

Stützelement	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Ausnützung [%]
Außenstütze S114	-1.512,60	18,40 -17,90	1,90 -0,60	0,70 -0,60	1,90 -6,50	60,0 -61,70	77
Eckstütze S117	-557,70	44,60 -44,60	2,20 -1,90	2,30 -2,30	6,40 -7,30	149,80 -149,70	68
Mittelstütze S130	-1.236,30	47,0 -46,30	18,30 -17,40	3,80 -3,60	58,30 -61,40	155,50 -157,70	64

Im Anhang unter Kapitel 9.3 erfolgt nach ÖNorm EN 1992-1-1 [12] der Widerstandsnachweis mit der angenommenen Längs- und Bügelbewehrung. Dadurch erhalten wir die Ausnutzungsgrade unter Erdbebeneinwirkungen welche in der rechten Spalte in Tabelle 5.15 angegeben sind. Dabei ist ersichtlich, dass die Querschnitte nicht ausgenutzt sind und einer angenommenen Erdbebeneinwirkung stand halten.

5.5.2.2 Rippenbalken

Aus der FEM-Berechnung zufolge Erdbebeneinwirkung ergeben sich die maßgebenden Stahlbetonbalken, welche in weiterer Folge auf ihre Tragfähigkeit berechnet werden. Die dazugehörigen Abmessungen können aus der Tabelle 5.16 entnommen werden. In Tabelle 5.17 sind die vier verschiedenen Querschnitte mit ihren einwirkenden Schnittgrößen angegeben. In der rechten Spalte sind die Ausnutzungsgrade angegeben. In Abbildung 5.48 ist eine Übersicht der Balken, welche im Anhang unter Kapitel 9.3 nachgewiesen werden. Nach der Berechnung ist die Tragfähigkeit bei Erdbebeneinwirkung erfüllt.

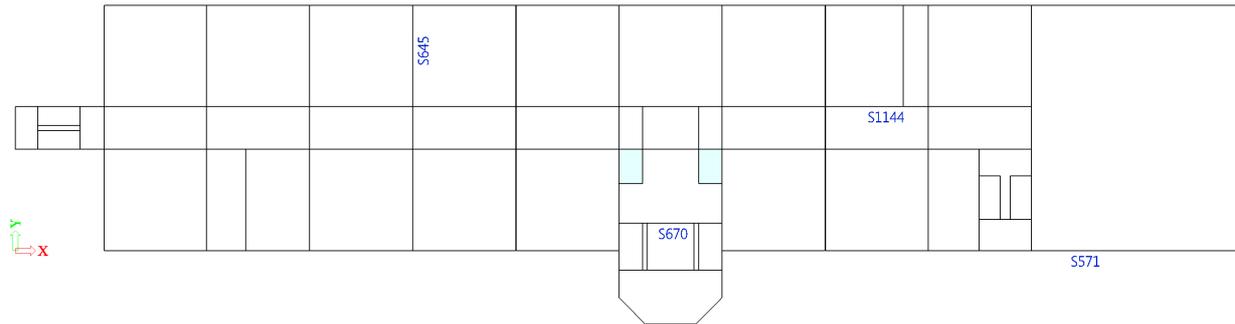


Abb. 5.48: Grundriss - Position maßgebende Rippen

Tab. 5.16: Abmessungen der Balken inkl. mitwirkender Plattenbreite

Balkenelement	Decke	Breite [cm]	Höhe [cm]	Länge [cm]	Mitw. Plattenbreite [cm]
Außenbalken S571	1.OG	40	30	660	80
Innenbalken in Y-Richtung S645	EG	55	27	656	165
Stiegenbalken S670	EG	20	30	660	80
Innenbalken in X-Richtung S1144	EG	30	30	660	80

Tab. 5.17: Maximale und minimale Schnittgrößen der maßgebenden Stahlbetonbalken

Balkenelement	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	u_z [mm]	Ausnützung [%]
Außenbalken S571	-509,7	47,6 -23,8	74,1 -165,2	28,0 -9,2	13,6 -80,0	18,3 -18,7	-2,5	86
Innenbalken in Y-Richtung S645	575,5 -674,7	9,5 -12,3	126,4 -107,1	9,8 -5,7	24,3 -52,5	7,8 -4,6	-3,8	69
Stiegenbalken S670	69,7 -150,2	5,0 -4,7	78,4 -79,4	3,5 -3,7	8,3 -21,8	1,9 -2,5	-1,1	58
Innenbalken in X-Richtung S1144	362,7 -567,2	26,9 -19,2	52,2 -73,1	4,6 -4,7	16,5 -36,8	1,0 -5,3	-4,0	69

5.6 Beurteilung der Tragfähigkeit

Im Kapitel 5 wurde das zu behandelnde Bestandsobjekt auf seine Tragfähigkeit untersucht. Aufgrund des geringen Kenntnisstandes der Baustruktur und Baumaterialien, ist die Konstruktion nach dem Bestandsplan aus dem Jahr 2003 übernommen und die Baumaterialien nach Tab. B.1 aus *ONR 24009* [33] für das Jahr 1971 angesetzt worden. Um das Bestandsobjekt rechnerisch auf seine Tragfähigkeit nachzuweisen, setzten wir die Lasten nach altem Normenstand, aus den Jahren 1960 bis 1965 an. Mit den errechneten Schnittgrößen, mit Hilfe des FEM-Programms *SCIA*, ließen sich die Querschnitte bemessen und nachweisen. Aufgrund der Nutzungsänderung des Bürogebäudes in ein Schulgebäude, entstehen andere Lastannahmen und in weiterer Folge andere Schnittgrößen. Damit die Tragfähigkeit des Gebäudes mit der neuen Nutzungsart gewährleistet ist, wurden Wider-

standsnachweise der Querschnitte durchgeführt. Die Widerstandsnachweise wurden für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach ÖNorm EN 1991 [11] und für Erdbebeneinwirkungen nach ÖNorm EN 1998 [13] durchgeführt. In weiterer Folge werden die Widerstandsnachweise und Verformungen der verschiedenen Lasteinwirkungen miteinander verglichen.

In Tabelle 5.18 sind die maximalen Verformungen der Decken unter verschiedenen Lastfällen in vertikaler Richtung angegeben. Die zulässige Durchbiegung von 32,8 mm wird in Formel 5.2 berechnet. Die erlaubten Durchbiegungen nach der Umwidmung des Bürogebäudes in ein Schulgebäude sind laut FEM-Berechnung somit gewährleistet.

Tab. 5.18: Maximale Durchbiegung der Decken aufgrund verschiedener Lastannahmen

Decke	Alter Normenstand [mm]	Aktueller Normenstand [mm]	Erdbeben [mm]	W_{zul} [mm]
KG	-13,3	-14,4	-8,7	32,8
EG	-10,3	-11,7	-7,8	
1.OG	-10,6	-12,1	-8,1	
2.OG	-11,7	-13,2	-8,4	
3.OG	-9,2	-10,7	-6,8	

Um die Ausnutzungsgrade der Decken zu erhalten, wird die vorhandene Bewehrung, nach der Berechnung mit dem alten Normenstand mit der erforderlichen Bewehrung, nach aktuellem Normenstand verglichen. In Tabelle 5.19 sind die zwei maßgebenden Decken angezeigt. In der rechten Spalte die Ausnutzung der jeweiligen Bewehrung angegeben. Die Ausnutzung der Obergeschoßdecken ist aufgrund der errechneten, vorhandenen Bewehrung wird nicht voll ausgenutzt. Eine Laststeigerung infolge einer Umwidmung ist ohne konstruktive Maßnahmen möglich. Die Tragfähigkeit der Kellerdeckenbewehrung ist hingegen überschritten. Das heißt, die Kellerdecke muss statisch genauer untersucht werden. Falls der Widerstand der tatsächlich vorhandenen Bewehrung nicht ausreicht, müssen konstruktive Verstärkungen erfolgen. Eine eventuelle Unterstellung der Decke durch tragende Wände oder Stützen, könnten im Zuge einer neuen Raumaufteilung mit geringerem Aufwand hergestellt werden. Ansonsten müssen Träger eingezogen oder die Decke mittels CFK-Fasern verstärkt werden. Auf die erforderliche Deckenbewehrung für den Lastfall „Erdbebeneinwirkung“ wurde wegen der geringeren Durchbiegungen in Tabelle 5.18 verzichtet.

Tab. 5.19: vorhandene und erforderliche Biegebewehrung der maßgebenden Decken

Decke	Deckenstärke [cm]	Bewehrungslage	$A_{s,vorh}$ Alter Normenstand [cm ² /m]	$A_{s,erf}$ Akt. Normenstand [cm ² /m]	$A_{s,erf} / A_{s,vorh}$ [%]
KG	23	$A_{sy,unten}$	12,30	14,00	114
2.OG	15	$A_{sx,unten}$	7,85	4,00	51
		$A_{sy,unten}$	7,85	4,00	51
		$A_{sx,oben}$	11,30	10,00	88
		$A_{sy,oben}$	11,30	10,00	88

Die in Tabelle 5.20 angegebenen Werte, zeigen die Ausnutzungsgrade der drei unterschiedlichen Stützquerschnitte für die jeweiligen Belastungsannahmen. Es ist ersichtlich, dass die Stützen auch bei einer Laständerung nicht voll ausgenützt werden. Die fett markierten Zahlen zeigen die maximalen Ausnutzungsgrade der unterschiedlichen Stützen.

Tab. 5.20: Ausnutzungsgrad der maßgebenden Stütze aufgrund verschiedener Lastannahmen

Stützenposition	Element	Alter Normenstand [%]	Aktueller Normenstand [%]	Erdbeben [%]
Ecke	S116	31	57	56
	S117	53	54	68
Außen	S114	93	92	77
Mitte	S129	79	89	59
	S130	58	66	64

Die Ausnutzungsgrade der maßgebenden Rippenbalken für die jeweiligen Lastfälle sind in Tabelle 5.21 angegeben. Die Positionen der einzelnen Balken sind in Abbildung 5.42 und 5.48 ersichtlich. Das Ergebnis der Widerstandsnachweise ergibt, dass alle Balken nach ihren Annahmen einer Laständerung standhalten. Bis auf den Träger S583, im Lastfall GZT nach der aktuellen ÖNorm EN 1991 [11], der mit 103 % Ausnutzung überbeansprucht ist. Eine genauere Betrachtung ist hier notwendig, um eine Umwidmung zuzulassen. Stellt sich heraus, dass der Träger nicht tragfähig ist sind konstruktive Verbesserungen durchzuführen. Seitliche Trägerverstärkungen mittels Stahlprofilen sind gute Maßnahmen um die Tragfähigkeit zu gewährleisten. Die fett markierten Zahlen zeigen die maximalen Ausnutzungsgrade der unterschiedlichen Balken.

Tab. 5.21: Ausnutzungsgrad der maßgebenden Rippenbalken aufgrund verschiedener Lastannahmen

Balkenposition	Element	Alter Normenstand [%]	Akt. Normenstand [%]	Erdbeben [%]
Außen	S571	80	85	86
	S583	94	103	82
Stiege	S670	69	71	58
Mitte in X-Richtung	S1101	80	96	66
	S1144	80	92	69
Mitte in Y-Richtung	S645	74	83	69
	S816	81	92	50

6 Zusammenfassung

Heutzutage wird man bei Planungsaufträgen zunehmend mit bestehenden Objekten konfrontiert. Obwohl die Umbaukosten in etwa denen eines Neubaus entsprechen, bieten Umstrukturierungen Vorteile. Beim Bauen im Bestand werden Materialien und Energie eingespart was wiederum nachhaltig ist. Da der Leerstand von Bürobauten Ende 2013 bei ca. 6,7 % liegt, bietet diese Fläche von ca. 725.000 m² ein großes Umbaupotential. Bildung ist ein vieldiskutiertes Thema. Aufgrund der steigenden Zahl an Unterrichtsplätzen erhöht sich der Bedarf an Schulflächen. Aus dieser Tatsache ergibt sich die Überlegung, das Potential einer Umwidmung von leer stehenden Bürogebäuden in Schulgebäude zu ermitteln. Anhand eines realen Objekts wurde das Potential aus statischer und konstruktiver Sicht untersucht. Beim zu behandelnden Objekt handelt es sich um das Amtshaus Donaustadt im 22. Wiener Bezirk und ist kein Leerstand.

Im Kapitel 3 wurden alle Faktoren die Einfluss auf Umwidmungsmaßnahmen beim Bauen im Bestand haben, erläutert. Aus den Beurteilungen der Einflüsse geht hervor, dass die Bestandsaufnahme den wichtigsten Teil bildet. Dadurch erhält man Aufschlüsse über die Tragkonstruktion, Baumaterialien, Bauzustand und der technischen Gebäudeausrüstung. Durch den Betrieb des Amtshauses war es uns nicht möglich eine genaue Bestandsaufnahme durchzuführen und übernahmen die Tragstruktur aus den Bestandsplänen aus dem Jahr 2003.

Im Kapitel 4 wurden die Erfordernisse für ein Schulgebäude erläutert. Nun wird die Machbarkeit einer Umwidmung des Bestandsobjekts behandelt. Das bestehende Amtshaus Donaustadt ist von Nord nach Süd ausgerichtet und gewährleistet eine gute Belichtung von der Ost- und Westseite, speziell für Schulgebäude. Mit einer Bruttogeschoßfläche von 1.225 m² genügt laut OIB RL 2 [35] ein Brandabschnitt aber aufgrund der Gebäudelänge von 73 m werden zwei Abschnitte notwendig. Die Treppenbreiten der Nord- und Südtreppe von mind. 1,25 m sind für Fluchttreppen mit mind. 1,20 m geeignet. Durch die Anordnung der Treppen im Nord-, Süd- und Mitteltrakt ist ein maximaler Fluchtweg von 40 m erfüllt. Das Steigungsverhältnis von ca. 17/30 cm ist zu steil. Nach OIB RL 4 [35] ist für allgemeine Gebäudetreppen mit mehr als drei oberirdischen Geschoßen ein Verhältnis von 16/30 cm gefordert. Die vorhandenen zwei Lifte mit einer Durchganglichte von 70 cm müssten um eine barrierefreie Gestaltung zu ermöglichen, adaptiert werden. Im *Raumbuch für Schulen der Stadt Wien* [26] wird bei zweihüftiger Klassenanordnung eine Gangbreite von 3,0 m empfohlen, für einseitige Raumanordnung 2,20 m. Durch die vorhandene Breite von 2,40 m wird die Breite bei beidseitiger Klassenaufteilung unterschritten. Zudem lässt der Mittelgang keine direkte natürliche Belichtung zu und muss über Oberlichten und/oder künstliche Belichtung stattfinden. Um eine natürliche Belichtung in den Klassenräumen auf die gesamte Raumtiefe (ca. 6 bis 7 m) zu gewährleisten, ist eine Raumhöhe von 3,20 m, mindestens jedoch 3,0 m zu erfüllen. Das Amtshaus erfüllt mit einer Raumhöhe von 3,10 bis 3,20 m ohne Ausführung einer abgehängten Decke diese Vorgabe. Jedoch ist ein Einbau einer Installationsebene im Deckenbereich für Belichtung und Lüftung von Vorteil und würde die Raumhöhe verringern. Durch die günstigen Stützenbreiten von 55 cm ist eine schattenlose Belichtung der Schultische möglich. Der Raster der Stützen des Bestandsobjekts von 6,55/6,60 m ist gut geeignet für den Einbau von Schulklassen. Nach den pädagogischen Entwicklungen liegen die optimalen Klassengrößen zwischen 55 und 65 m². Bei einer

Raumteilung von 1,5 Achslängen entstehen Klassen von ca. 65 m². Somit sind die Gebäudeabmessungen sehr gut geeignet für Unterrichtsräume.

Ein Schwerpunkt der Diplomarbeit liegt in der Beurteilung der Tragfähigkeit des Bestandes infolge einer Umwidmung. Im Kapitel 5 wurde das Objekt statisch untersucht. Zuerst wurde das Amtshaus nach altem Normenstand bewertet, um Angaben über die vorhandene Tragfähigkeit machen zu können. Es wurden die Lasten aus der ÖNorm B 4001 [30] und B 4001 [31] aus den Jahren 1960 bis 1965 angesetzt. Mit der Belastung konnten die Widerstände nach ÖNorm EN 1992-1 [12] der Stahlbetondecken, -stützen und -rippen ermittelt werden. Durch die Umwidmung des Bürogebäudes in ein Schulgebäude entstehen andere Lastannahmen nach der aktuellen ÖNorm EN 1991 [11]. Es folgten die Widerstandsnachweise für neue Lastkombinationen aus ÖNorm EN 1990 [10]. Die Berechnung erfolgte für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und für die Einwirkung aus Erdbebenbelastung. Weiters mussten aufgrund des beschränkten Kenntnisstands der Bauteile und Werkstoffeigenschaften Annahmen getroffen werden, welche Unsicherheiten mit sich ziehen. Aus der Beurteilung der Tragfähigkeit geht hervor, dass die maßgebenden tragenden Bauteile eine Umwidmung zulassen. Ein Balkenquerschnitt ist mit 103 % überschritten und die Kellerdecke ist ebenfalls mit 114 % überbelastet. Diese Bauteile erfordern eine genauere Untersuchung. Durch die allgemeine Betrachtung der statischen Machbarkeit einer Umwidmung, ist eine Detailstatik für diese Diplomarbeit aufgrund des Umfangs nicht durchführbar. Bei nicht Erfüllung des Nachweises müssen konstruktive Maßnahmen folgen, welche in diesem Fall einfach durchführbar wären.

Nach der Betrachtung des Bestandes aus statischer und struktureller Sicht, lässt sich folgender Schluss ziehen. Das Bestandsgebäude bietet eine gute Basis für eine Umwidmung in ein Schulgebäude. Weiters sind für einen Schulbetrieb Grün-, Freizeitflächen und eine Turnhalle notwendig. Die Umsetzung dieser zusätzlichen Flächen ist jedoch nicht Kern dieser Diplomarbeit. Grundsätzlich kann dazu angemerkt werden, dass angrenzende Flächen vorhanden sind und eventuell umgewidmet werden können. Die Tragstruktur ist in vielen Erfordernissen geeignet und durch geringe konstruktive Maßnahmen umbaufähig. Die Erdbebensicherheit ist nach unseren Annahmen der Baustruktur erfüllt. Einige Vorschriften, wie zum Beispiel die Raumhöhe, Gangbreite und Steigungsverhältnis werden nicht erfüllt. Jedoch ist beim Bauen im Bestand mit Einschränkungen zu rechnen. Der Vorteil liegt beim Erhalt der Tragkonstruktion. Es ergeben sich wirtschaftliche Projekte und ein umweltschonender Umgang mit Baumaterialien, da der Energieeinsatz für den Abbruch und Wiederaufbau entfällt. Für eine exakte Aussage der Machbarkeit einer Umwidmung müssen zusätzliche Faktoren mit einbezogen werden. Darunter fallen planerische-, pädagogische-, bauphysikalische und wirtschaftliche Untersuchungen, welche im Umfang dieser Diplomarbeit nur erwähnt werden konnten. Das behandelte Bürogebäude aus den 70er Jahren kann als klassischer Vertreter für Umwidmungen herangezogen werden. Abschließend kann die Aussage getroffen werden, dass das Amtshaus Donaustadt aus konstruktiver und statischer Sicht, eine gute Grundlage bietet. Das Potential der Bürogebäude aus den 50er bis 70er Jahren ist für eine Umwidmung vorhanden und sollte aus nachhaltigen Gründen weiterverfolgt werden.

7 Abkürzungen

f_{cwm}	mittlere Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen am 200mm-Würfel
f_{ck}	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit (5% Fraktile)
E_{cm}	mittlerer Elastizitätsmodul für Normalbeton
f_{yk}	charakteristischer Wert der Streckgrenze (5% Fraktile)
f_{uk}	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit
E_s	Elastizitätsmodul für Bewehrungsstahl (Mittelwert)
f_k	charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeit von Vollziegelmauerwerk
f_m	charakteristische Mörtelfestigkeit
f_b	charakteristische Steindruckfestigkeit
l	Stablänge
l_y	Systemlänge in Richtung Z
l_z	Systemlänge in Richtung Y
β_y	Beiwert zur Ermittlung der wirksamen Länge in Richtung Z
β_z	Beiwert zur Ermittlung der wirksamen Länge in Richtung Y
l_{0y}	Wirksame Länge in Richtung Y
l_{0z}	Wirksame Länge in Richtung Z
λ_y	Schlankheitsverhältnis in Richtung Y
λ_z	Schlankheitsverhältnis in Richtung Z
$\lambda_{y,krit}$	Kritisches Schlankheitsverhältnis in Richtung Y
$\lambda_{z,krit}$	Kritisches Schlankheitsverhältnis in Richtung Z
N_{Ed}	Einwirkende Normalkraft
$M_{Ed,y}, M_{Ed,z}$	Einwirkendes Moment um y- bzw. z-Achse
M_{rec}	Umgerechnetes Biegemoment unter Einfluss des Geometriebeiwerts sowie der physikalischen Nicht-linearität
V_{Ed}	Einwirkende Querkraft
e_{tot}	Gesamtausmitte
e_0	Ausmitte Theorie I. Ordnung
e_2	Ausmitte Theorie II. Ordnung
e_{0e}	Äquivalente Ausmitte Theorie I. Ordnung
e_i	Ausmitte infolge von Imperfektionen
M_0	Moment nach Theorie I. Ordnung einschließlich Einfluss von Imperfektionen
M_2	Nennwert des Moments nach Theorie II. Ordnung
M_{0e}	Äquivalentes Endmoment nach Theorie I. Ordnung

V_{Rdc}	Bemessungs-Schubwiderstand ohne Schubbewehrung
$V_{Rd,max}$	Höchstwert der Bemessungs-Schubkraft bezogen auf den Druckwiderstand des Balkensteges
V_{Rds}	Bemessungs-Schubwiderstand mit Schubbewehrung
A_{ss}	Gesamtfläche aller Zweige der Schubbewehrung
u_z	Verformung in Richtung Z
x_{lok}	Lokale Stelle des Stabelements in X-Richtung

8 Literaturverzeichnis

- [1] Balak M., Rosenberger R. und Steiner M.: *I. Österreichischer Bauschadensbericht*; Wien; 2005; https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/Geschaeftsstelle-Bau/1._Oesterreichischer_Bauschadensbericht_.pdf; 26.11.2013
- [2] Bielefeld B. und Wirths M.: *Entwicklung und Durchführung von Bauprojekten im Bestand*; Vieweg+Teubner Verlag; Dortmund; 2010
- [3] BIG & BM UKK: *Wir bauen heute die Schule der Zukunft*; Wien; 2012; http://www.bmukk.gv.at/medienpool/22848/20120724_02.pdf; 27.11.2013
- [4] Bund Technischer Experten: *Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte*; Essen; 2008; <http://www.svrenz.de/downloadfile.php?file=lebensdauer-von-bauteilen,-zeitwerte.pdf>; 18.12.2013
- [5] Bundesarbeitskreis - Altbauerneuerung: *Bauen im Bestand - Schäden, Maßnahmen und Bauteile - Katalog für die Altbauerneuerung*; Rudolf Müller Verlag; Köln; 2006
- [6] Christen K. & Meyer-Meierling P.: *Optimierte Zyklen und Finanzierung der Instandsetzung*; Schweizer Ingenieur und Architektur Vol. 117; Zürich; 1999
- [7] D.M.H. Realbüro: *Büromarktbericht Wien*; Wien; 2013
- [8] Diederichs C.J.: *Entwicklung eines Bewertungssystems für die ökonomische und ökologische Erneuerung von Wohnungsbeständen*; Fraunhofer IRB Verlag; Stuttgart; 2003
- [9] Ebner T.: *Bauen im Bestand bei Bürogebäuden*; Cuvillier Verlag; Darmstadt 2002
- [10] Eurocode 0: *Grundlagen der Tragwerksplanung*; ÖNorm EN 1990-1: 2013.03.15 und ÖNorm B 1990-1: 2013.01.01; Austrian Standards Institute; Wien
- [11] Eurocode 1: *Einwirkungen auf Tragwerke*; ÖNorm EN 1991-1-1: 2011.09.01, ÖNorm B 1991-1-3: 2013.12.01 und ÖNorm B1991-1-4: 2011.05.15; Austrian Standards Institute; Wien
- [12] Eurocode 2: *Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*; ÖNorm EN 1992-1-1: 2013.10.15 und ÖNorm B 1992-1-1: 2011.12.01; Austrian Standards Institute; Wien
- [13] Eurocode 8: *Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*; EN 1998-1: 2013.06.15, EN 1998-3: 2013.10.01 und ÖNorm B 1998-3: 2013.05.01; Austrian Standards Institute; Wien
- [14] Falk B.: *Fachlexikon, Immobilienwirtschaft*; Müller Verlag; Kln; 2004
- [15] Gabler T.: *Wirtschaftslexikon*; Gabler Verlag; Wiesbaden; 2000
- [16] Harlfinger T.: *Referenzvorgehensmodell zum Redevlopment von Bürobestandsimmobilien*; Books on Demand Verlag; Leipzig; 2005

- [17] Haselsteiner E., Lorbek M., Stosch G. und Temel R.: *Baustelle Schule - Nachhaltige Sanierungsmodelle für Schulen*; Wien/Graz; 2010;
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5421#h4>; 13.11.2013
- [18] Haselsteiner E., Lorbek M., Stosch G. und Temel R.: *Handbuch Baustelle Schule - Ein Leitfaden zur ökologisch nachhaltigen Sanierung von Schulen*; Wien/Graz; 2010;
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5421#h4>; 13.11.2013
- [19] Im Auftrag von BIFIE: Herzog-Punzenberger B.: *Nationaler Bildungsbericht 2012, Band 2*; Leykam Verlag; Salzburg; 2012;
http://www.bmukk.gv.at/medienpool/23884/nbb_2012_b02_intro.pdf; 27.11.2013
- [20] Inter-pool & FaciCon: *Report*; Wien; 2007
- [21] Krebs J.: *Basics: Entwerfen und Wohnen*; Birkhäuser Verlag; Basel; 2007
- [22] Land Wien: *Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch (Bauordnung für Wien)*; Wien; 16.12.2013
- [23] Lederer M.: *Redevelopment von Bestandsimmobilien*; Bauwerk Verlag; Berlin; 2007
- [24] MA 18: *Büroflächenentwicklung in Wien*; Wien; 2007
- [25] MA 19: *Die Planung von Schulbauten der Stadt Wien*; Wien; 2000;
http://www.hanslechner.at/projekte/250/auslobung/verzeichnis/richt_gut/richt_schulbau;
29.11.2013
- [26] MA 34: *Raumbuch für Amtshäuser, Campus-Modelle, Kindergärten und Schulen der Stadt Wien*; Wien; 2013; <http://www.wien.gv.at/wirtschaft/auftraggeber-stadt/gebaeudemanagement/pdf/raumbuch.pdf>; 29.11.2013
- [27] MA37 und MA68: *Richtlinie Brandschutz Schulen*; 2013;
<http://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/brand-sicher-bildungseinrichtungen.pdf>;
08.12.2013
- [28] MA56: *Prüfung der Umsetzung des Wiener Schulsanierungspaketes und der Schulstandortplanung*; Wien; 2012; <http://www.stadtrechnungshof.wien.at/berichte/2012/lang/02-22-KA-V-K-5-11.pdf>; 26.11.2013
- [29] ÖISS & ÖkoKauf: *Ökologische Kriterien im Schulbau*; Wien; 2009;
<http://www.wien.gv.at/umweltschutz/oekokauf/pdf/schulbau.pdf>; 29.11.2013
- [30] ÖNorm B 4000: *Berechnung und Ausführung der Tragwerke*; Teil 3: Allgemeine Grundlagen, Wind und Erdbebenkräfte: 1961.10.01; Teil 4: Schnee- und Eislasten: 1960.10.01; Österreichisches Normungsinstitut; Wien
- [31] ÖNorm B 4001: *Berechnung und Ausführung der Tragwerke, Hochbau, ständige Lasten und Nutzlasten im Hochbau*; 1965.09.01; Österreichisches Normungsinstitut; Wien
- [32] ÖNorm B1600: *Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen*; 2013.10.01; Austrian Standards Institute; Wien

-
- [33] ONR 24009: *Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Hochbauten*; ONR 24009: 2013.05.01; Austrian Standards Institute; Wien
- [34] Österreichischer Bundesfeuerwehrverband: *Technische Richtlinien für vorbeugenden Brandschutz*; <http://www.trvb-ak.at/>;
- [35] Österreichisches Institut für Bautechnik - OIB: *OIB-Richtlinien 1 bis 6*; Wien; 2011; <http://www.oib.or.at/>
- [36] Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau - ÖISS: *Richtlinien für den Schulbau*; Wien; 2012
- [37] Ritter F.: *Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen*; Darmstadt; 2011
- [38] Schulte W. und Bone-Winkel S.: *Handbuch Immobilien-Projektentwicklung*; Müller Verlag; Köln; 2002
- [39] Strack S.: *Entwicklung eines Bewertungssystems für Redevelopment-Maßnahmen von leer stehenden Gebäuden für Wohnzwecke*; Kassel University Verlag; Kassel; 2010

9 Anhang

9.1 Statische Berechnung nach altem Normenstand

In diesem Kapitel ist die Berechnung der tragenden Bauteile (Decken, Stützen, Balken) mit der Lastannahme nach altem Normenstand angegeben. Die Bemessung erfolgt nach ÖNorm EN 1992-1-1 [12]. Die erforderliche und für die Berechnung maßgebende untere Bewehrung der Kellerdecke ist in Abbildung 9.1 (in Y-Richtung) ersichtlich. Die maximale Bewehrungsfläche ergibt für die untere Lage in Y-Richtung in Feldmitte eine Fläche von $12 \text{ cm}^2/\text{m}$ und entspricht einem Durchmesser von $d_s=14 \text{ mm}$ und einem Stababstand von $12,5 \text{ cm}$ ($12,30 \text{ cm}^2/\text{m}$). Die lokalen Bewehrungsspitzen an den Stützen werden für die Machbarkeitsstudie aufgrund des Rechenaufwands nicht weiter behandelt. Die erforderliche Bewehrung der unteren Lage in X-Richtung und der oberen Lagen in X- und Y-Richtung ist für die Beurteilung nicht relevant und wird nicht dargestellt. Die Decke ist einachsrig gespannt und die Stärke beträgt 23 cm .

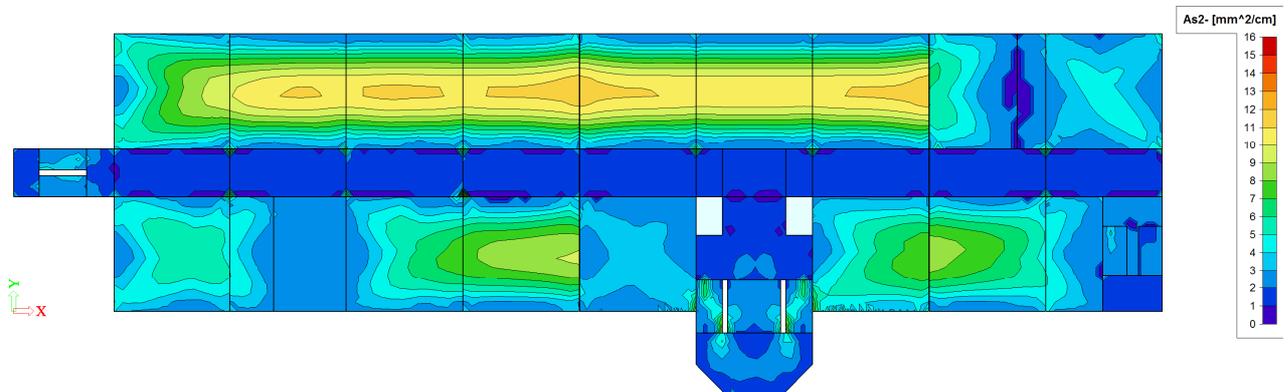


Abb. 9.1: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke KG; $A_{s,erf}$ in Y-Richtung; untere Lage

Die maximalen Durchbiegungen der Obergeschoße sind laut Berechnung im 2. Obergeschoß. In Abbildung 9.2 sieht man eine Verformung in Feldmitte von 11 mm . Die Deckenstärken der Obergeschoße (Decke EG bis Decke 3.OG) betragen 15 cm . Diese Decken sind statisch zweiachsig gespannt. Daraus ergeben sich die erforderlichen Bewehrungsflächen für die untere Lage in Abbildung 9.3 und 9.4 und der oberen Lage in Abbildung 9.5 und 9.6. Die Bewehrungsgrade der unteren Lage von maximal $4 \text{ cm}^2/\text{m}$ ergeben eine Bewehrung von einem Stabdurchmesser 10 mm alle 10 cm ($7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$). Die lokalen Bewehrungsspitzen der oberen Lage von max. $8 \text{ cm}^2/\text{m}$ benötigen eine erforderliche Armierung von einem Stabdurchmesser 12 mm alle 10 cm ($11,3 \text{ cm}^2/\text{m}$).

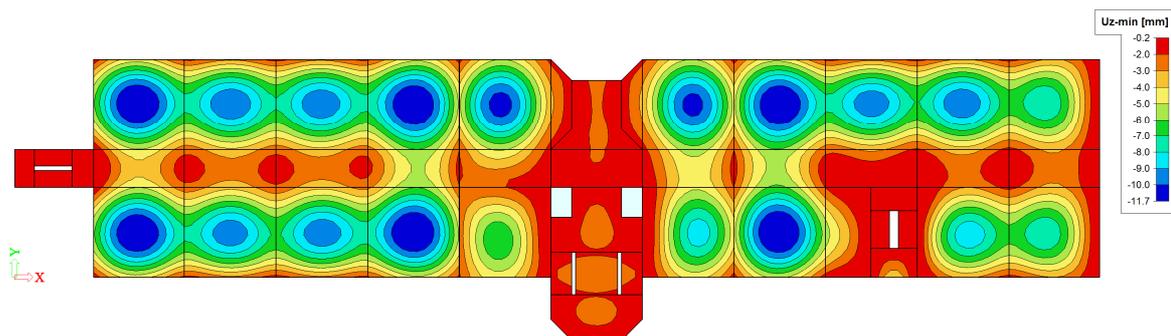


Abb. 9.2: Grundriss Decke 2.OG - Verformung in Z-Richtung; $w_{max} = -11,7 \text{ mm}$

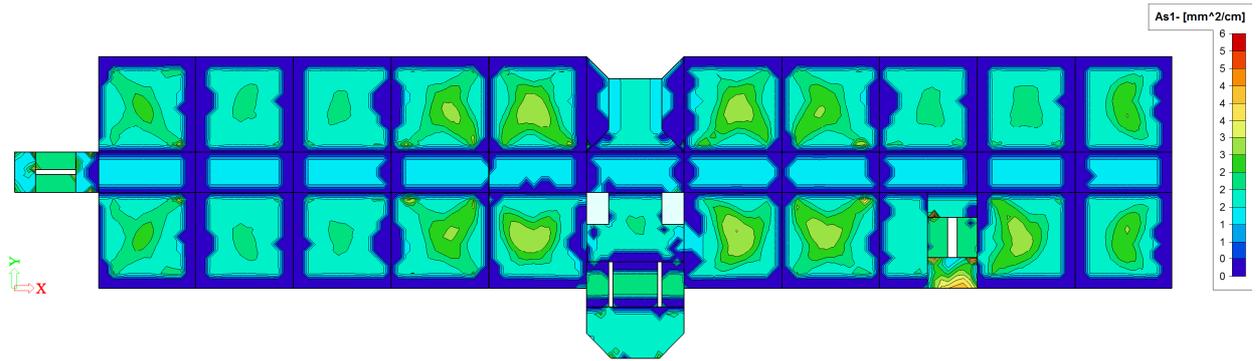


Abb. 9.3: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in X-Richtung; untere Lage

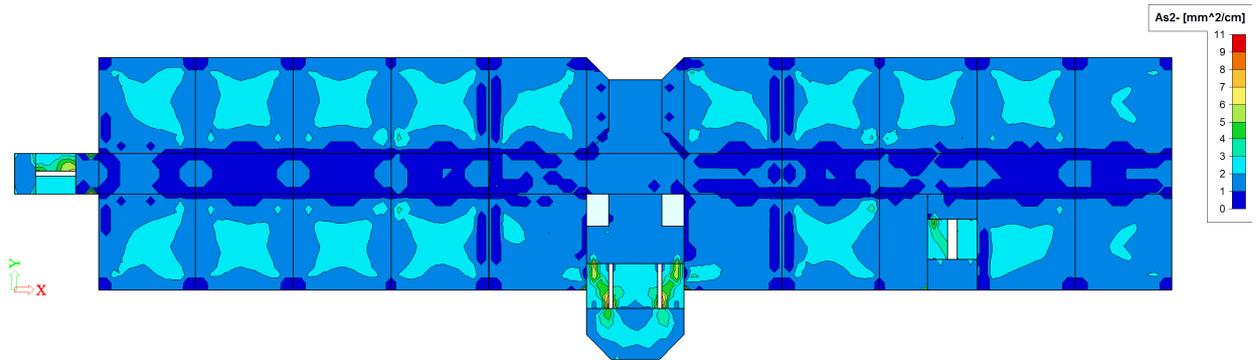


Abb. 9.4: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in Y-Richtung; untere Lage

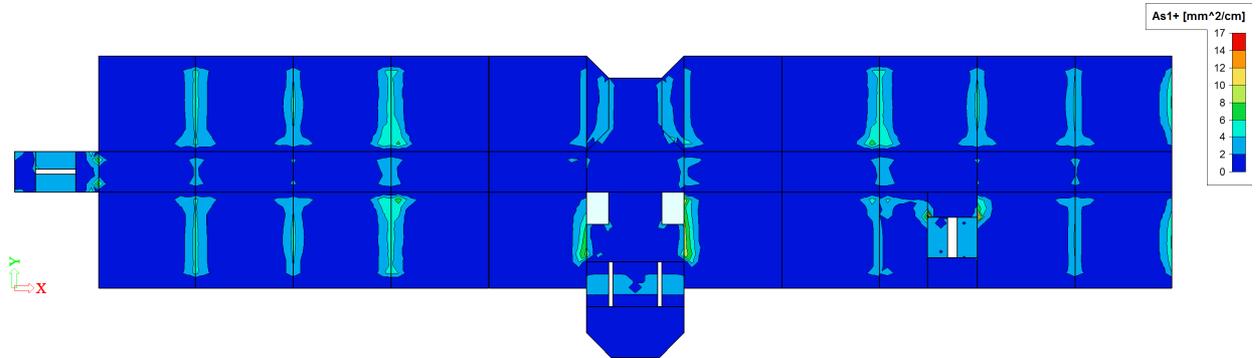


Abb. 9.5: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in X-Richtung; obere Lage

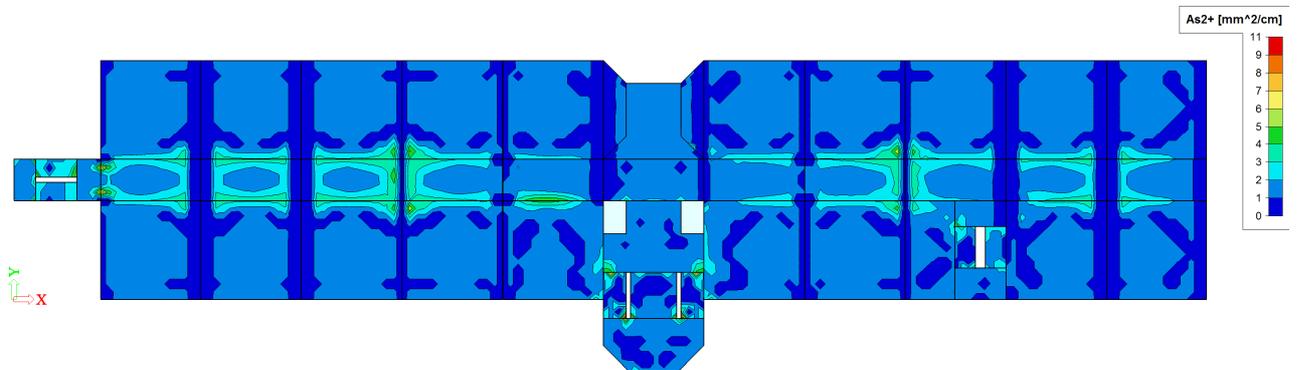


Abb. 9.6: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in Y-Richtung; obere Lage

Widerstandsnachweis - Außenstütze (S114)

Das Stützelement S114 entspricht dem linken Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Tabelle 9.1 angegeben. In Tabelle 9.2 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Mit den Schnittgrößen wurde der Querschnitt auf seine Tragfähigkeit bemessen. Die erforderliche Bewehrung wird in Abbildung 9.7 angezeigt. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}) in Tabelle 9.3. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 93 %, siehe Abbildung 9.8. Das heißt, der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Längsbewehrung beträgt $52,6 \text{ cm}^2$.

Tab. 9.1: Geometrie des Stützelements S114

l	l_y	l_z	β_y	β_z	l_{0y}	l_{0z}	λ_y	λ_z	$\lambda_{y,krit}$	$\lambda_{z,krit}$
[cm]	[cm]	[cm]			[cm]	[cm]				
336	336	336	2,37	2,37	796	796	73,5	45,0	18,8	18,8

Tab. 9.2: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S114

x_{lok}	Richt.	N_{Ed}	M_{Ed}	M_{rec}	e_{tot}	e_0	e_2	e_{0e}	e_i	M_0	M_2	M_{0e}
[cm]		[kN]	[kNm]	[kNm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
0	Y	-1.846,0	-11,0	-184,3	-10,0	-2,4	-7,6	0,4	-1,8	-44,6	-139,7	-6,6
	Z		-4,9	-194,5	-10,5	-2,3	-8,3	0,2	-2,0	-41,7	-152,8	-2,9

Tab. 9.3: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S114

x_{lok}	LF-Komb.	N_{Ed}	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
[cm]		[kN]	[kNm]	[kNm]		
0	GZT - ÖNorm B 4000	-1.846,0 -1.846,0	-4,9 -194,5	-11,0 -184,3	0,93	1,00

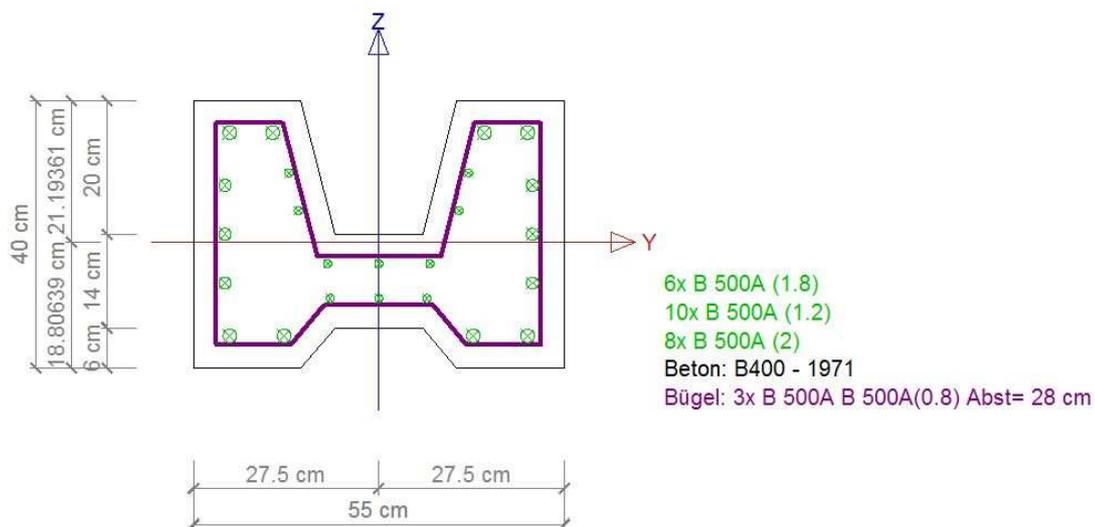


Abb. 9.7: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Stabes S114

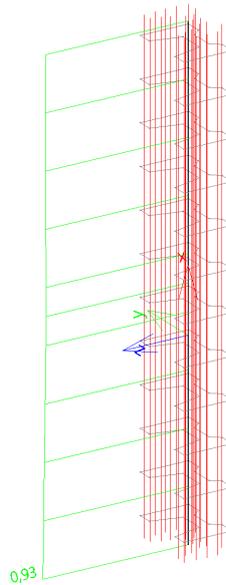


Abb. 9.8: Gesamtausnützung Stützelement S114

Widerstandsnachweis - Eckstütze (S117)

Das Stützelement S117 entspricht dem rechten Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Tabelle 9.4 angegeben. In Tabelle 9.5 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Mit den Schnittgrößen wurde der Querschnitt auf seine Tragfähigkeit bemessen. Die erforderliche Bewehrung wird in Abbildung 9.9 gezeigt. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}) (siehe Tabelle 9.6). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnützung von 53 %, siehe Abbildung 9.10. Das heißt der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Längsbewehrung beträgt $20,1 \text{ cm}^2$.

Tab. 9.4: Geometrie des Stützelements S117

l [cm]	l_y [cm]	l_z [cm]	β_y	β_z	l_{0y} [cm]	l_{0z} [cm]	λ_y	λ_z	$\lambda_{y,krit}$	$\lambda_{z,krit}$
336	336	336	2	2	672	672	71,40	46,50	21,90	21,90

Tab. 9.5: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S117

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-758,7	3,3	83,1	11,0	2,1	8,9	-0,3	1,7	16,0	67,1	1,95
	Z		0	62,3	8,2	2,0	6,2	0,0	1,7	15,2	47,1	0

Tab. 9.6: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S117

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - ÖNorm B 4000	-758,7	0,0	3,3	0,53	1,00
		-758,7	62,3	83,1		

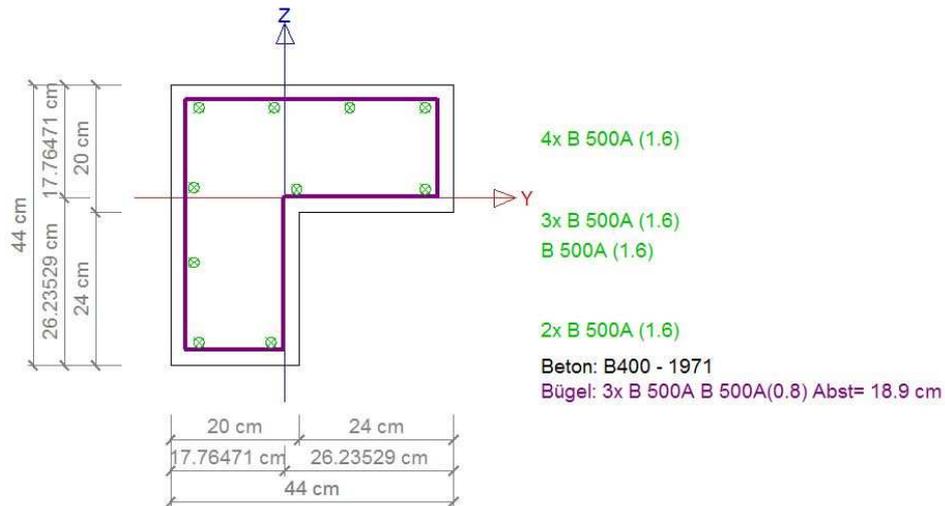


Abb. 9.9: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Stabes S117

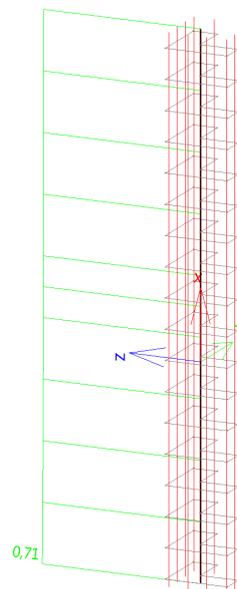


Abb. 9.10: Gesamtausnutzung Stützelement S117

Widerstandsnachweis - Mittelstütze (S129)

Das Stützelement S129 entspricht dem mittleren Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Tabelle 9.7 angegeben. In Tabelle 9.8 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Mit den Schnittgrößen wurde der Querschnitt auf seine Tragfähigkeit bemessen. Die erforderliche Bewehrung wird in Abbildung 9.11 gezeigt. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{Iok}) (siehe Tabelle 9.8). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 79 %, siehe Abbildung 9.12. Das heißt der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Längsbewehrung beträgt $47,1 \text{ cm}^2$.

Tab. 9.7: Geometrie des Stützelements S129

l	l_y	l_z	β_y	β_z	l_{0y}	l_{0z}	λ_y	λ_z	$\lambda_{y,krit}$	$\lambda_{z,krit}$
[cm]	[cm]	[cm]			[cm]	[cm]				
336	336	336	2,70	2,60	909,70	880,70	72,80	51,70	22,20	22,20

Tab. 9.8: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S129

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-1.666,6	29,4	229,3	13,8	3,9	9,9	-1,1	2,1	64,2	165,2	17,7
	Z		12,8	230,7	13,8	3,0	10,8	-0,5	2,3	50,7	180,0	7,7

Tab. 9.9: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S129

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - ÖNorm B 4000	-1.666,6	12,8 230,7	29,4 229,3	0,79	1,00

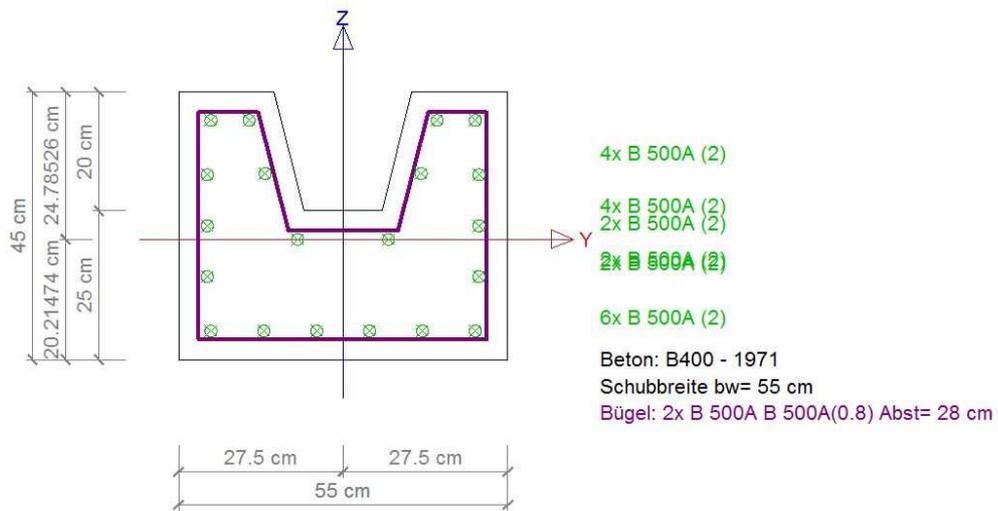


Abb. 9.11: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Stabes S129

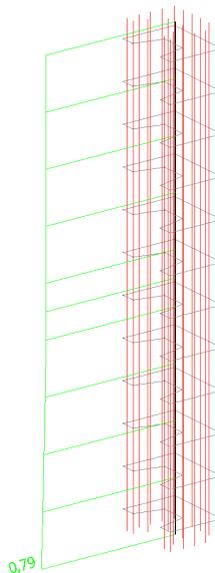


Abb. 9.12: Gesamtausnützung Stützelement S129

Widerstandsnachweis - Außenbalken (S583)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S583 berechnet. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wird in Abbildung 9.13 gezeigt. Es folgt in Tabelle 9.10 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 73 %. Das heißt der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Biegebewehrung beträgt $18,8 \text{ cm}^2$.

Tab. 9.10: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S583

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
353	GZT - ÖNorm B 4000	588,60	33,00	-2,00	0,73	1,00

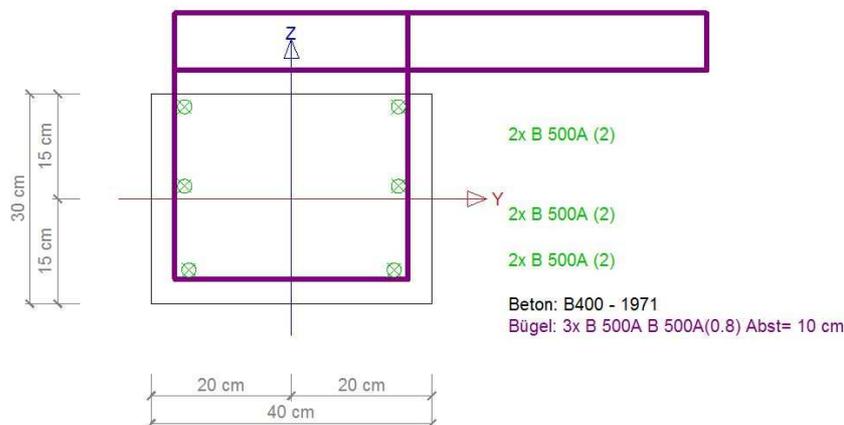


Abb. 9.13: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Balkens S583

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.11 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 94 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.14.

Tab. 9.11: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S583

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	A_{ss} [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
101	58,60	237,90	49,10	344,80	6,70	63,30	0,94	1,00

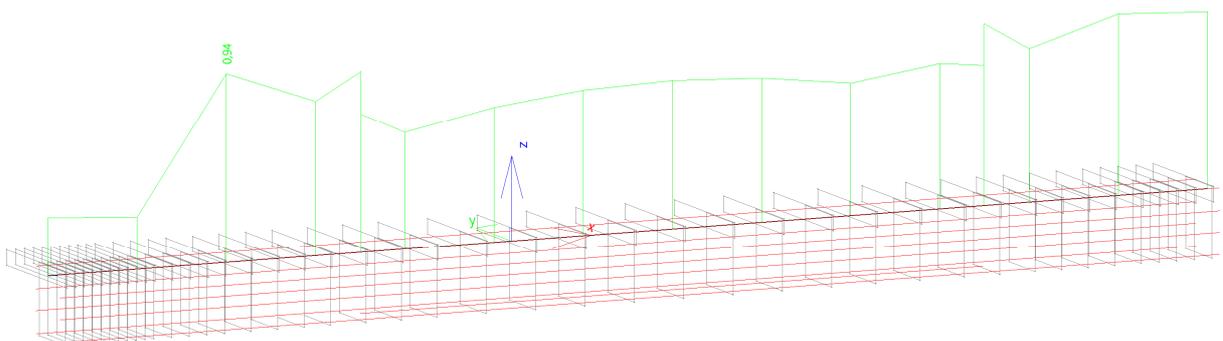


Abb. 9.14: Gesamtausnutzung Balkenelement S583

Widerstandsnachweis - Stiegebalken (S670)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S670 berechnet. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wird in Abbildung 9.15 gezeigt. In Tabelle 9.12 folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 34 %. Das heißt der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Biegebewehrung beträgt $25,1 \text{ cm}^2$.

Tab. 9.12: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S670

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
430	GZT - ÖNorm B 4000	80,20	6,30	-0,70	0,34	1,00

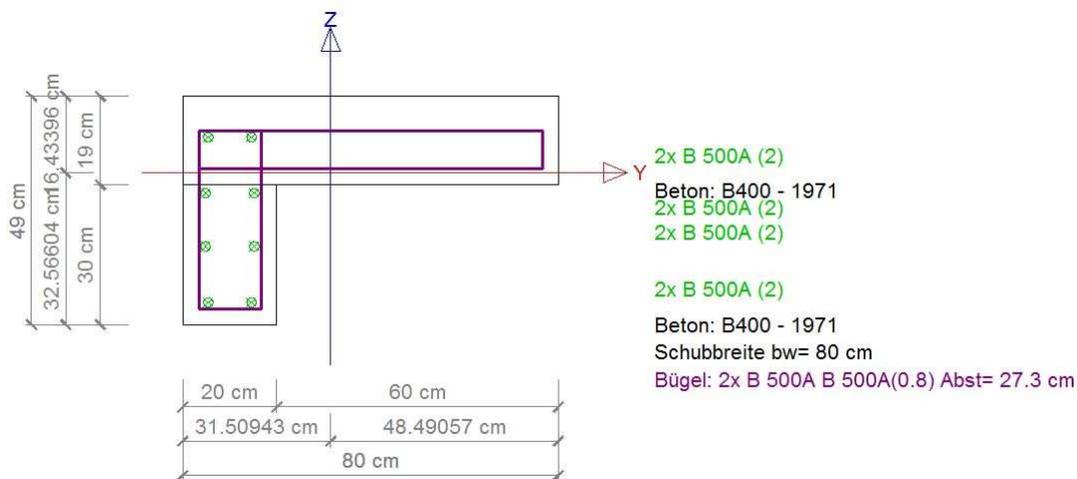


Abb. 9.15: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Balkens S670

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.13 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 69 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.16.

Tab. 9.13: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S922

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	A_{ss} [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
660	-110,20	-148,70	161,80	1.324,40	3,40	60,80	0,69	1,00

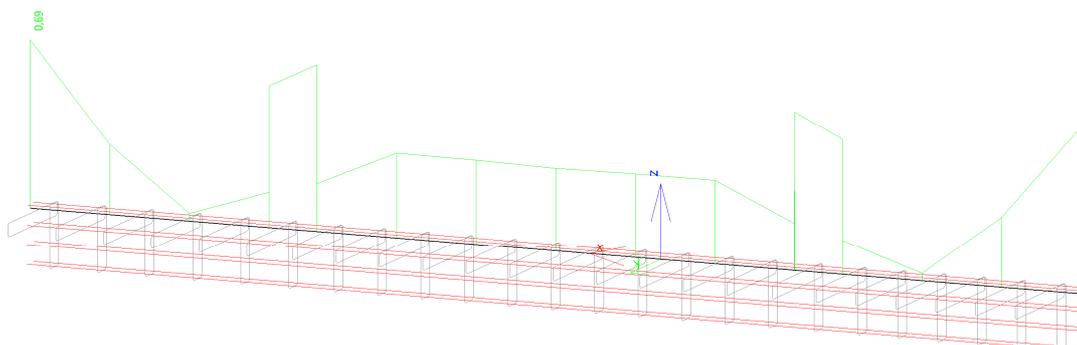


Abb. 9.16: Gesamtausnutzung Balkenelement S670

Widerstandsnachweis - Innenbalken in Y-Richtung (S816)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S816 berechnet. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wird in Abbildung 9.17 gezeigt. In Tabelle 9.14 folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 81 % auf. Das heißt der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Biegebewehrung beträgt $31,4 \text{ cm}^2$.

Tab. 9.14: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S816

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
353	GZT - ÖNorm B 4000	879,70	37,20	0,80	0,81	1,00

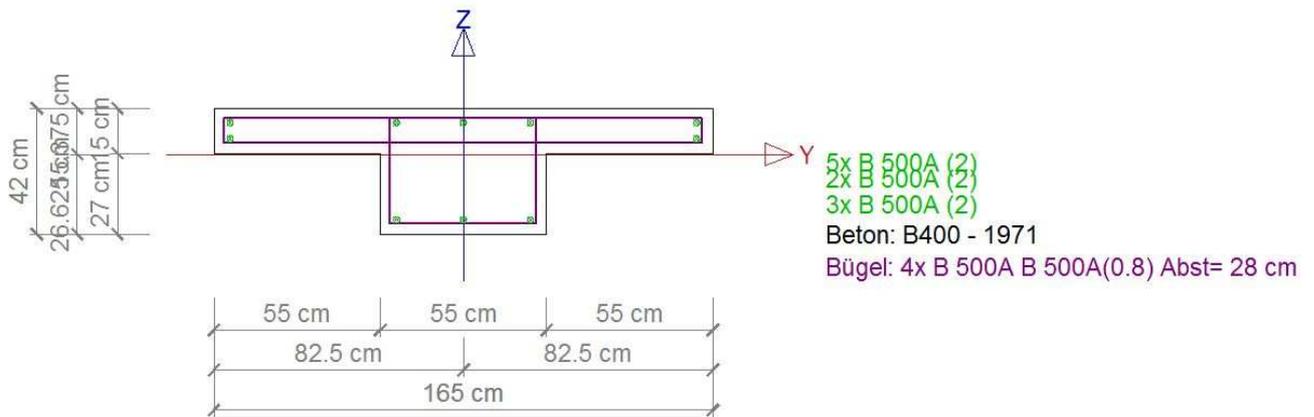


Abb. 9.17: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Balkens S816

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.15 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 81 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.18.

Tab. 9.15: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S816

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	A_{ss} [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	122,40	-581,60	131,50	884,70	10,00	177,20	0,69	1,00

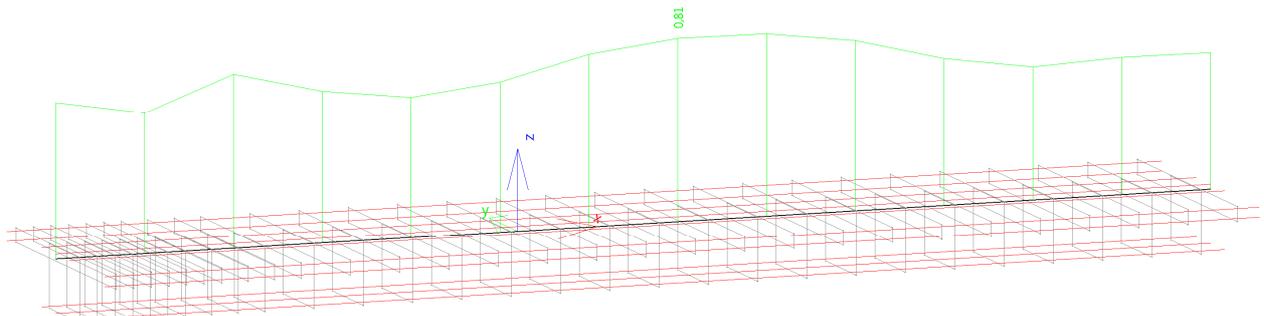


Abb. 9.18: Gesamtausnutzung Balkenelement S816

Widerstandsnachweis - Innenbalken in X-Richtung (S1101)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S1101 berechnet. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wird in Abbildung 9.19 gezeigt. In Tabelle 9.16 folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 75 % auf. Das heißt der Nachweis ist erfüllt. Die angenommene Biegebewehrung beträgt 25,1 cm².

Tab. 9.16: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S1101

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
355	GZT - ÖNorm B 4000	518,00	23,10	1,20	0,75	1,00

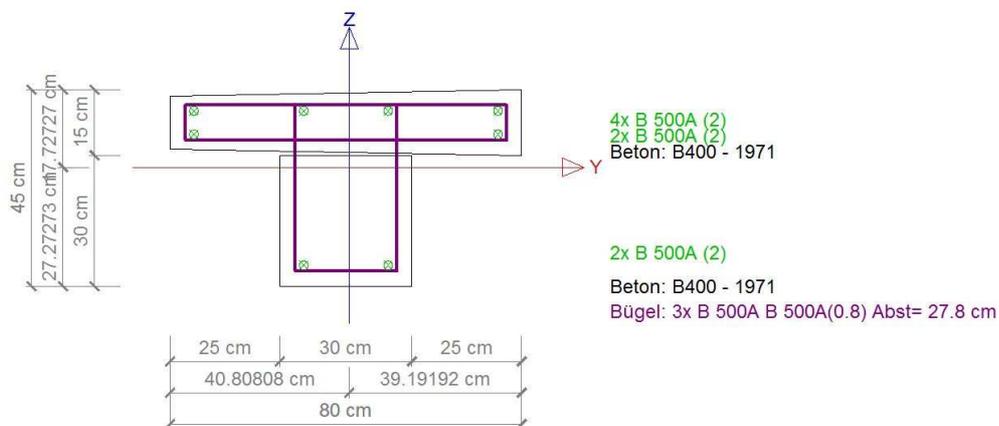


Abb. 9.19: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Balkens S1101

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.17 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 80 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.20.

Tab. 9.17: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S1101

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	A_{ss} [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
660	-60,90	-26,00	75,70	489,80	3,60	64,70	0,80	1,00

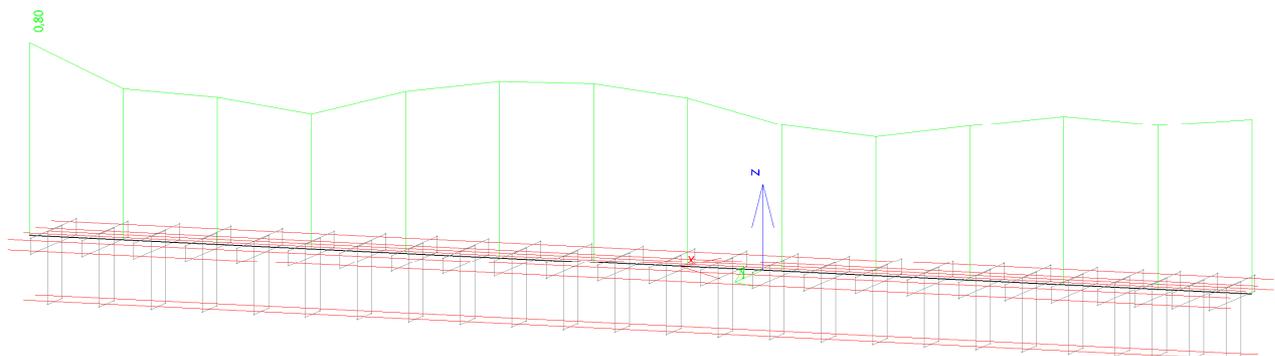


Abb. 9.20: Gesamtausnutzung Balkenelement S1101

9.2 Statische Berechnung nach Umwidmung und aktuellem Normenstand

In diesem Kapitel ist die Berechnung der tragenden Bauteile (Decken, Stützen, Balken) nach einer Umwidmung und Lastannahme nach aktuellem Normenstand angegeben. Die Bemessung erfolgt nach ÖNorm EN 1992-1-1 [12]. Die Bemessung an der maßgebenden Stelle der Kellerdecke ergibt eine erforderliche Bewehrungsfläche von $14 \text{ cm}^2/\text{m}$. Dies erfordert Stäbe des Durchmessers 14 mm alle 10 cm ($15,4 \text{ cm}^2/\text{m}$). In Abbildung 9.21 sehen sie die Bereiche der erforderlichen Bewehrung. Die maßgebenden Stellen sind in Feldmitte an den Gebäudetrennfugen. Die lokalen Bewehrungsspitzen an den Stützen werden für die Machbarkeitsstudie aufgrund des Rechenaufwands nicht weiter behandelt. Die erforderliche Bewehrung der unteren Lage in X-Richtung und der oberen Lagen in X- und Y-Richtung ist für die Beurteilung nicht relevant und wird nicht dargestellt. Die Decke ist einachsrig gespannt und die Stärke beträgt 23 cm .

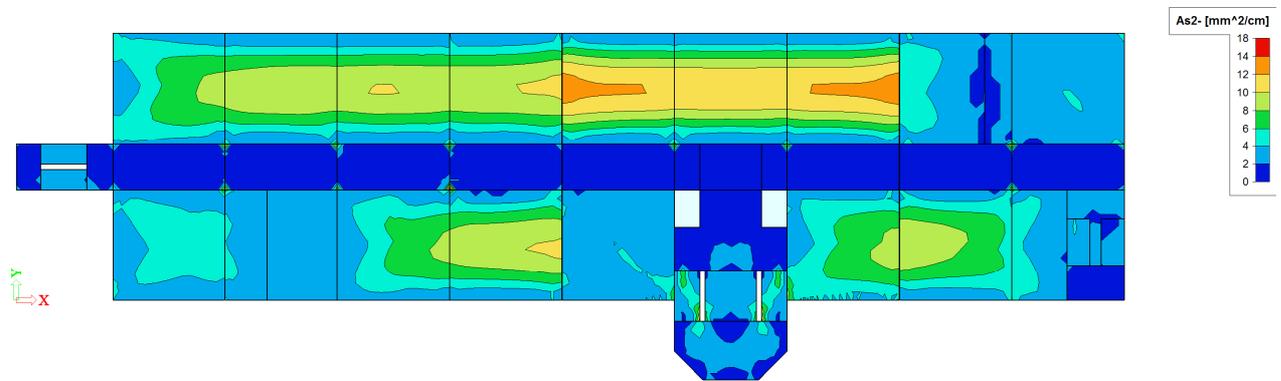


Abb. 9.21: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke KG; $A_{s,erf}$ in Y-Richtung; untere Lage

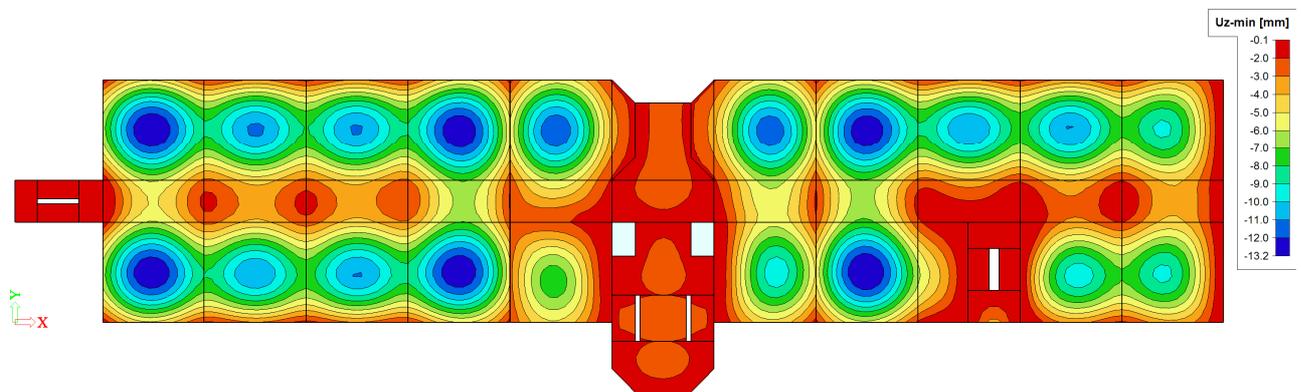


Abb. 9.22: Grundriss Decke 2.OG – Verformung in Z-Richtung; $w_{max} = 13,2 \text{ mm}$

Die maximalen Durchbiegungen der Obergeschoße sind, wie bei der Bewertung der Tragfähigkeit nach altem Normenstand im 2. Obergeschoß. In Abbildung 9.22 sieht man in Feldmitte eine maximale Verformung von $13,2 \text{ mm}$. Aus der Berechnung ergeben sich die erforderlichen Bewehrungsflächen für die untere Lage in Abbildung 9.23 und 9.24 und der oberen Lage in Abbildung 9.25 und 9.26. Die Bewehrungsgrade der unteren Lage von maximal $4 \text{ cm}^2/\text{m}$ ergeben eine Bewehrung mit Stäben des Durchmesser 8 mm alle 10 cm ($5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$). In den Abbildungen 9.25 und 9.26 ergeben die lokalen Bewehrungsspitzen der oberen Lage von max. $10 \text{ cm}^2/\text{m}$ eine erforderliche Armierung von einem Stabdurchmesser 12 mm alle 10 cm ($11,3 \text{ cm}^2/\text{m}$).

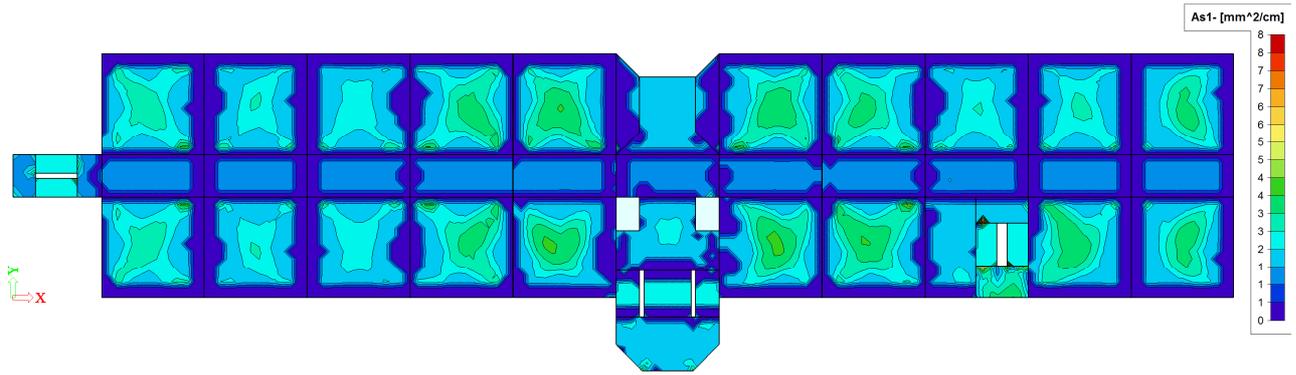


Abb. 9.23: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in X-Richtung; untere Lage

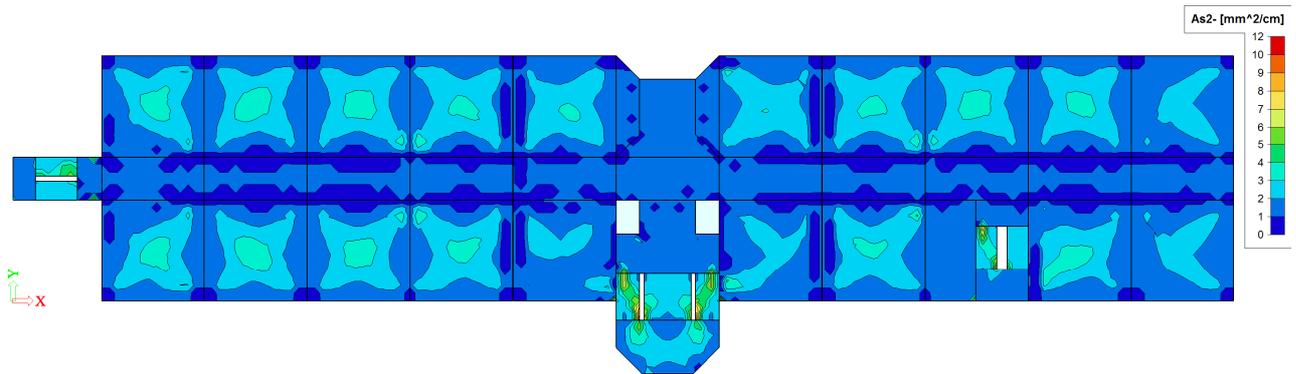


Abb. 9.24: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in Y-Richtung; untere Lage

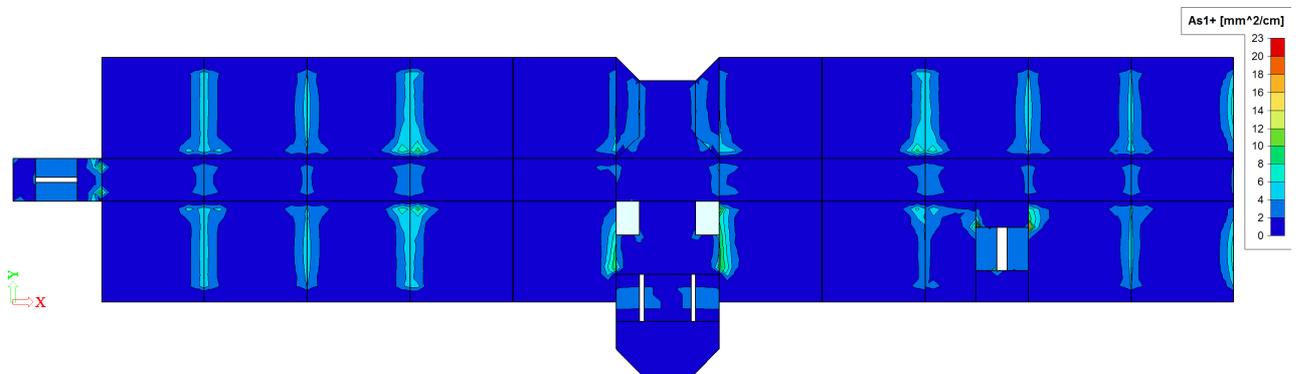


Abb. 9.25: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in X-Richtung; obere Lage

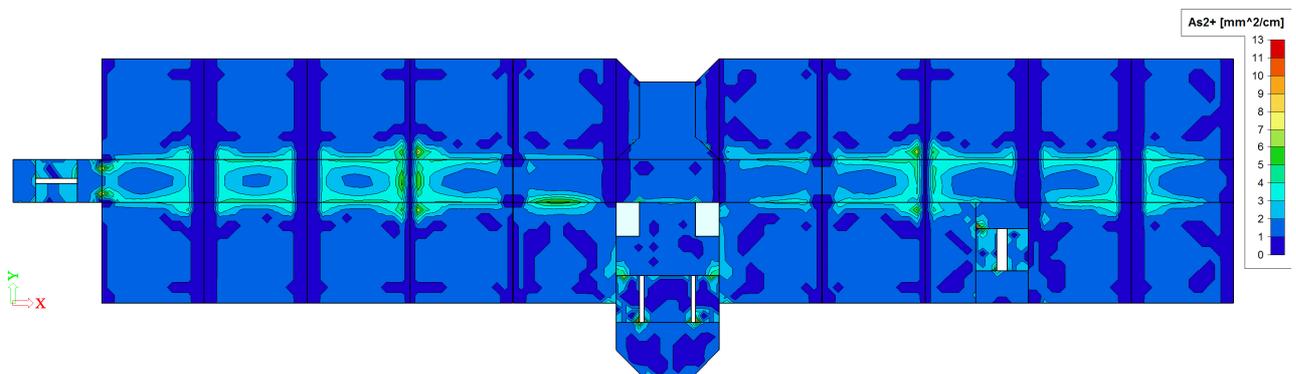


Abb. 9.26: Grundriss - Erforderliche Bewehrung Decke 2.OG; $A_{s,erf}$ in Y-Richtung; obere Lage

Widerstandsnachweis - Außenstütze (S114)

Das Stützelement S114 entspricht dem linken Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Kapitel 5.3.3.1, Tabelle 9.1 angegeben. In Tabelle 9.18 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}) in Tabelle 9.19. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 92 %. Das heißt, der Nachweis ist erfüllt, siehe Abbildung 9.27.

Tab. 9.18: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S114

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-1.762,8	-1,7	-181,4	-10,3	-2,0	-8,3	0	-1,9	-35,9	-145,6	-1,0
	Z		0,4	183,6	10,4	2,0	8,4	0	2,0	35,4	148,3	0,2

Tab. 9.19: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S114

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - EN 1991	-1.762,8	0,4	-1,7	0,92	1,00
		-1.762,8	183,6	-181,4		

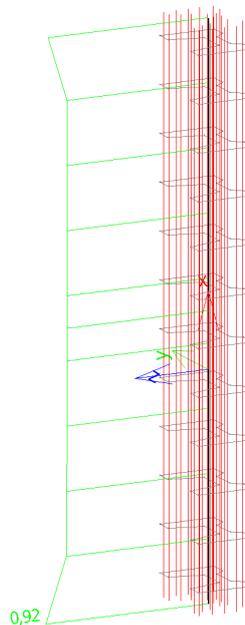


Abb. 9.27: Gesamtausnutzung Stützelement S114

Widerstandsnachweis - Eckstütze (S116)

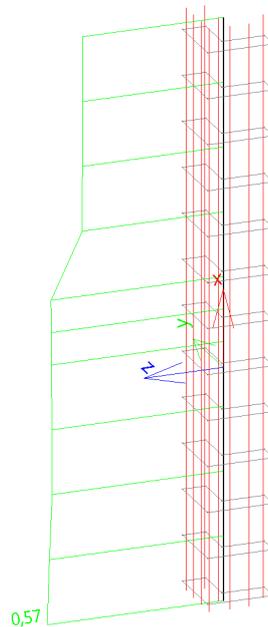
Das Stützelement S116 entspricht dem rechten Querschnitt aus Abbildung 5.22. Die Geometrie ist gleich der von Stützelement S117 in Kapitel 5.3.3.1, Tabelle 9.4. In Tabelle 9.20 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}) in Tabelle 9.21. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 57 %. Das heißt, der Nachweis ist erfüllt, siehe Abbildung 9.28.

Tab. 9.20: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S116

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-717,7	-3,2	-58,5	-8,1	-2,0	-6,1	0,3	-1,1	-14,4	-44,1	-1,9
	Z		3,4	63,4	8,8	2,2	6,4	-0,3	1,7	15,5	47,9	2,0

Tab. 9.21: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S116

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - EN 1991	-717,7	3,4	-3,2	0,57	1,00
		-717,7	63,4	-58,5		

**Abb. 9.28: Gesamtausnutzung Stützelement S116****Widerstandsnachweis - Mittelstütze (S129)**

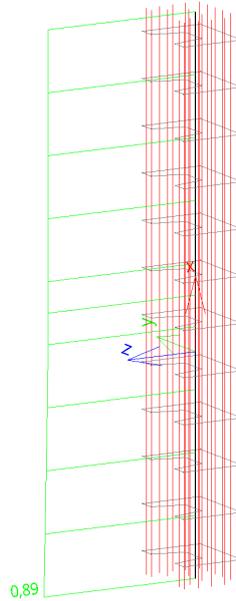
Das Stützelement S129 entspricht dem mittleren Querschnitt aus Abbildung 5.22. Die Geometrie ist gleich der von Stützelement S135 in Kapitel 5.3.3.1, Tabelle 9.4. In Tabelle 9.22 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}) in Tabelle 9.23. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 89 %. Das heißt, der Nachweis ist erfüllt, siehe Abbildung 9.29.

Tab. 9.22: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S129

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-1.946,4	38,2	280,0	14,4	4,2	10,2	-1,2	2,3	82,2	197,9	22,9
	Z		4,5	246,6	12,7	2,5	10,2	-0,1	2,3	48,7	197,9	2,7

Tab. 9.23: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S129

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - EN 1991	-1.946,4	4,5 246,6	38,2 280,0	0,89	1,00

**Abb. 9.29: Gesamtausnutzung Stützelement S129****Widerstandsnachweis - Außenbalken (S583)**

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für den Stahlbetonbalken S583 durchgeführt. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wurde in Kapitel 5.3.3.2 berechnet und in Abbildung 9.17 angegeben. Es folgt in Tabelle 9.24 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 82 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

Tab. 9.24: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S583

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
353	GZT - EN 1991	659,30	36,80	-2,50	0,82	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.25 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 103 %. Somit ist der Querschnittsnachweis nicht erfüllt, siehe Abbildung 9.30.

Tab. 9.25: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S583

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
101	64,30	256,80	46,90	342,70	6,70	62,80	1,03	1,00

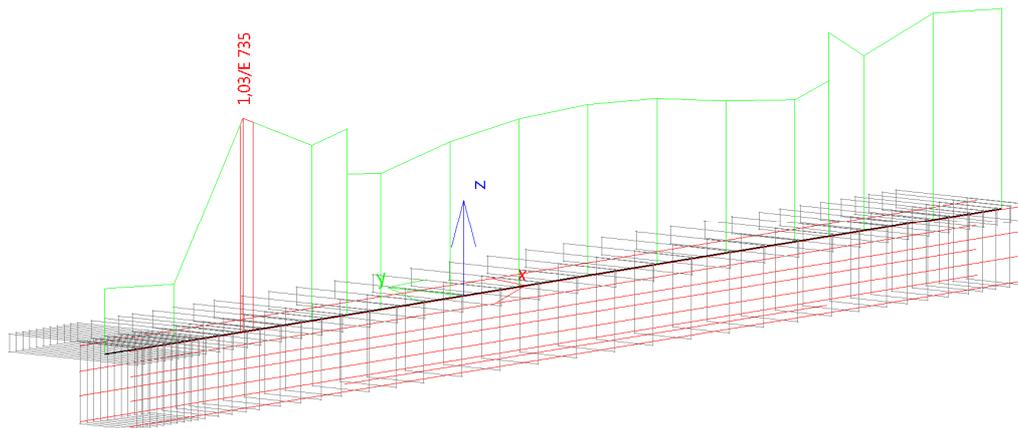


Abb. 9.30: Gesamtausnützung Balkenelement S583

Widerstandsnachweis - Stiegenbalken (S670)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S670 durchgeführt. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wurde in Kapitel 5.3.3.2 berechnet und in Abbildung 9.17 angegeben. Es folgt in Tabelle 9.26 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnützung von 39 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

Tab. 9.26: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S670

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
230	GZT - EN 1991	88,00	6,70	-0,80	0,39	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.27 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnützung von 71 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.31.

Tab. 9.27: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S670

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
660	-117,70	-164,10	165,40	1.327,50	3,40	60,90	0,72	1,00

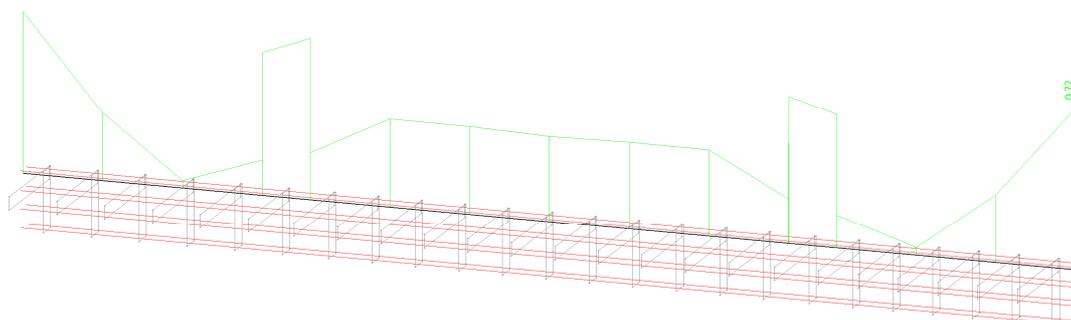


Abb. 9.31: Gesamtausnützung Balkenelement S670

Widerstandsnachweis - Innenbalken in Y-Richtung (S816)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S816 durchgeführt. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wurde in Kapitel 5.3.3.2 berechnet und in Abbildung 9.17 angegeben. Es folgt in Tabelle 9.28 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 92 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

Tab. 9.28: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S816

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
353	GZT - EN 1991	999,80	42,20	0,80	0,92	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.29 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 78 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.32.

Tab. 9.29: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S816

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	138,00	-663,80	138,00	884,70	10,00	177,20	0,78	1,00

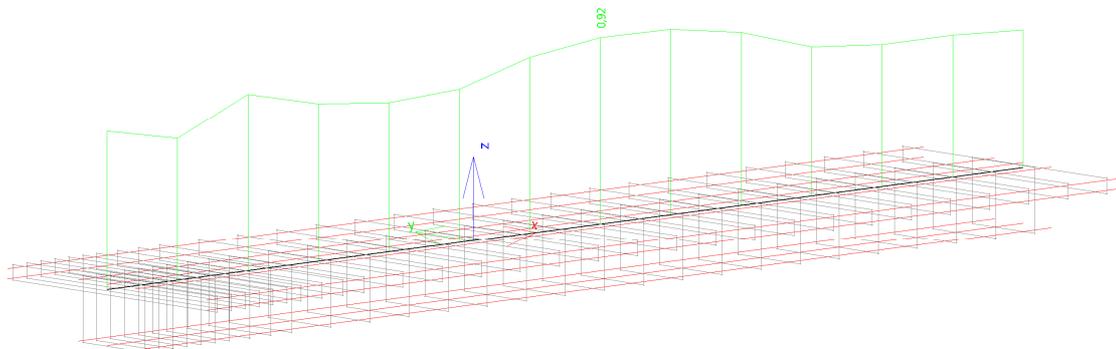


Abb. 9.32: Gesamtausnutzung Balkenelement S816

Widerstandsnachweis - Innenbalken in X-Richtung S1101

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S1101 durchgeführt. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wurde in Kapitel 5.3.3.2 berechnet und in Abbildung 9.17 angegeben. Es folgt in Tabelle 9.30 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 89 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

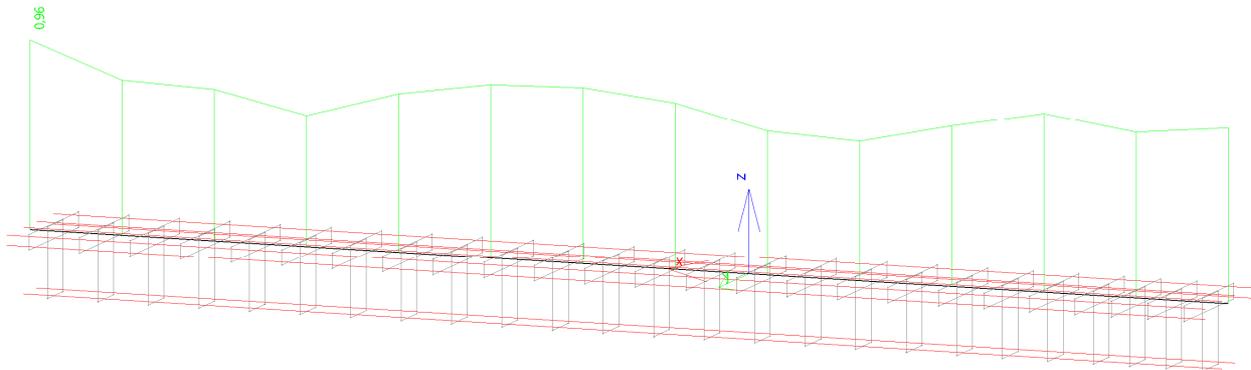
Tab. 9.30: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S1101

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
355	GZT - EN 1991	616,00	27,70	1,10	0,89	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.31 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 96 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt, siehe Abbildung 9.33.

Tab. 9.31: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S1101

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
660	-74,90	-49,40	77,70	490,30	3,60	64,80	0,96	1,00

**Abb. 9.33: Gesamtausnutzung Balkenelement S1101**

9.3 Statische Berechnung unter Erdbebeneinwirkung nach Umwidmung und aktuellem Normenstand

Widerstandsnachweis - Außenstütze (S114)

Das Stützelement S114 entspricht dem linken Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Kapitel 5.3.3.1, Tabelle 9.1 angegeben. In Tabelle 9.32 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}), siehe Tabelle 9.33. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 77 %. In Abbildung 9.34 sieht man, dass der Nachweis an jeder Stelle erfüllt ist.

Tab. 9.32: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S114

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
149	Y	-1.333,7	-34,3	-211,4	-15,8	-4,8	-11,1	2,8	-2,0	-63,4	-148,0	-37,0
	Z		-3,6	-178,1	-13,4	-2,3	-11,1	0,3	-2,0	-30,4	-147,8	-3,9

Tab. 9.33: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S114

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
149	GZT - EN 1998	-1.333,7	-3,6 -178,1	-34,3 -211,4	0,77	1,00

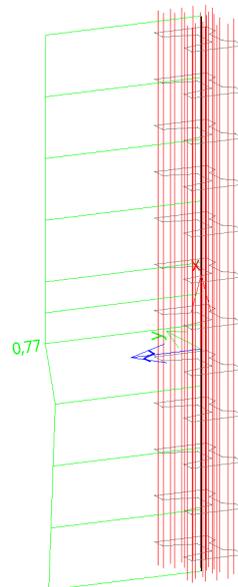


Abb. 9.34: Gesamtausnutzung Stützelement S114

Widerstandsnachweis - Eckstütze (S117)

Das Stützelement S117 entspricht dem rechten Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Kapitel 5.3.3.1, Tabelle 9.4 angegeben. In Tabelle 9.34 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}), siehe Tabelle 9.35. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine Querschnittsausnützung von 68 %. In Abbildung 9.35 sieht man, dass der Nachweis an jeder Stelle erfüllt ist.

Tab. 9.34: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S117

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-463,5	101,4	139,3	30,0	23,0	7,0	-13,3	1,1	106,7	32,6	60,9
	Z		110,3	153,5	33,1	25,5	7,7	-14,4	1,7	118,0	35,5	66,2

Tab. 9.35: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S117

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - EN 1998	-463,5	110,3	101,4	0,68	1,00
			153,5	139,3		

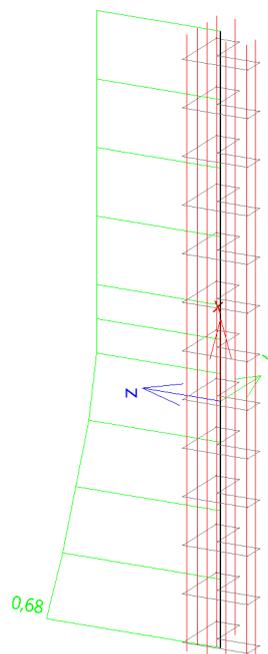


Abb. 9.35: Gesamtausnützung Stützelement S117

Widerstandsnachweis - Mittelstütze (S130)

Das Stützelement S130 entspricht dem mittleren Querschnitt aus Abbildung 5.22 und dessen Geometrie ist in Kapitel 5.3.3.1, Tabelle 9.7 angegeben. In Tabelle 9.36 sind die Einwirkungen auf den Stab ersichtlich. Es folgt der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}), siehe Tabelle 9.37. Aus der M-N-Interaktion ergibt sich eine

Querschnittsausnützung von 64 %. In Abbildung 9.36 sieht man, dass der Nachweis an jeder Stelle erfüllt ist.

Tab. 9.36: Ergebnisse aus der Ausmitte-Berechnung für das Stützelement S130

x_{lok} [cm]	Richt.	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{rec} [kNm]	e_{tot} [cm]	e_0 [cm]	e_2 [cm]	e_{0e} [cm]	e_i [cm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_{0e} [kNm]
0	Y	-1.236,1	-160,1	-285,1	-23,1	-14,5	-8,5	7,8	-1,6	-179,6	-105,6	-96,1
	Z	-1.236,1	-60,7	-164,4	-15,7	-6,6	-9,1	3,0	-1,7	-81,5	-112,9	-36,4

Tab. 9.37: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Stabes S130

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	GZT - EN 1998	-1.236,1	-60,7 -194,4	-160,1 -285,1	0,64	1,00

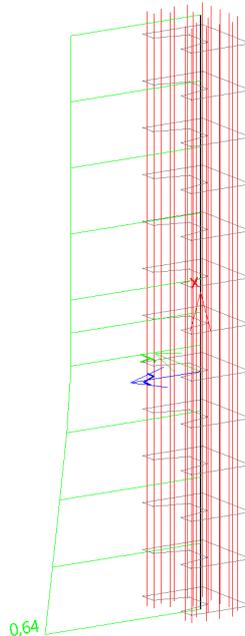


Abb. 9.36: Gesamtausnützung Stützelement S130

Widerstandsnachweis - Außenbalken (S571)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für den Stahlbetonbalken S571 durchgeführt. Die erforderliche Bewehrung an der Stelle x_{lok} wurde in Kapitel 5.3.3.2 berechnet und in Abbildung 9.17 angegeben. Es folgt in Tabelle 9.38 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnützung von 51 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

Tab. 9.38: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S571

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
660	GZT - EN 1998	-507,70	-79,70	-17,20	0,51	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.39 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 58 %. Somit ist der Querschnittsnachweis an dieser Stelle nicht erfüllt, siehe Abbildung 9.37.

Tab. 9.39: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S571

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	74,20	-67,00	86,30	466,80	5,10	60,50	0,86	1,00

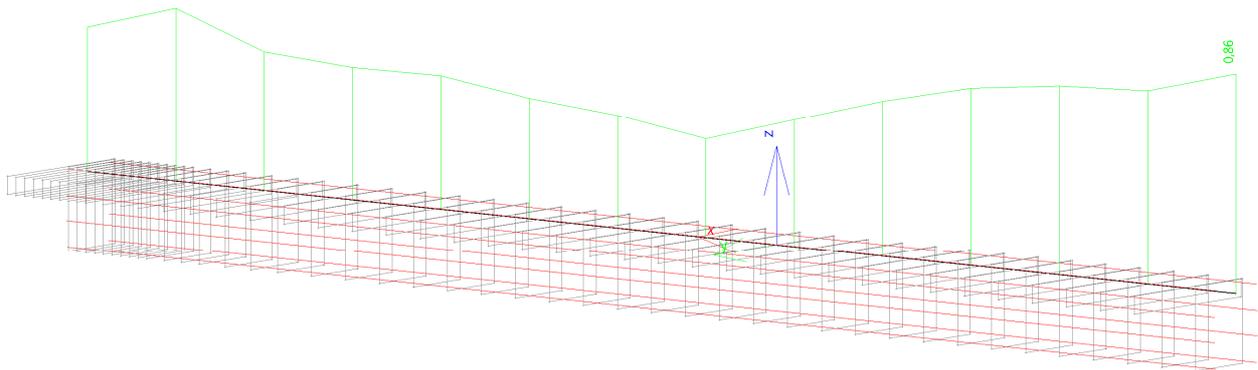


Abb. 9.37: Gesamtausnutzung Balkenelement S571

Widerstandsnachweis - Innenbalken in Y-Richtung (S645)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S645 durchgeführt. Die erforderliche Biegebewehrung an der Stelle x_{lok} wurde nach der Norm aus dem Jahr 1976 berechnet und ist in Abbildung 9.38 ersichtlich. Die vorhandene Biegebewehrung beträgt 31,40 cm². Es folgt in Tabelle 9.40 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 46 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

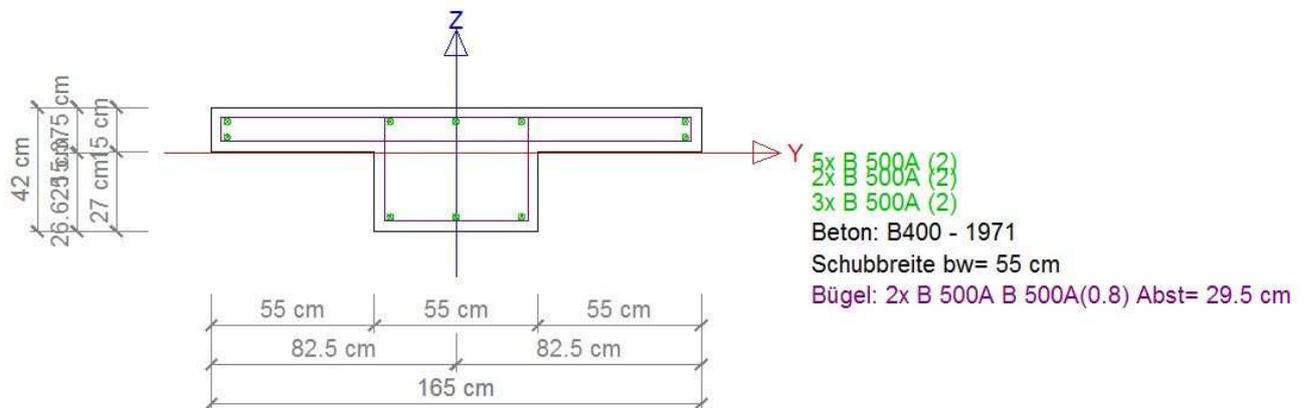


Abb. 9.38: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Balkens S645 nach ÖNorm aus dem Jahr 1976

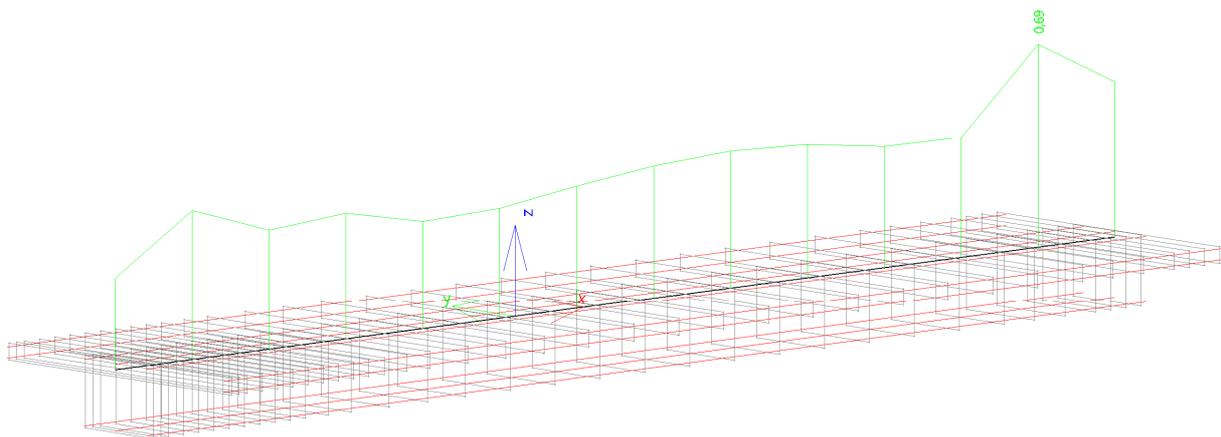
Tab. 9.40: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S645

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
404	GZT - EN 1998	575,50	24,30	-0,40	0,46	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.41 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 69 %. In Abbildung 9.39 sieht man, dass der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt ist.

Tab. 9.41: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S645

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
605	-69,70	-186,40	100,40	1.105,90	5,0	101,90	0,69	1,00

**Abb. 9.39: Gesamtausnutzung Balkenelement S645**

Widerstandsnachweis - Stiegebalken (S670)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S670 durchgeführt. Die erforderliche Biegebewehrung an der Stelle x_{lok} wurde in Kapitel 5.3.3.2 berechnet und in Abbildung 9.17 angegeben. Es folgt in Tabelle 9.42 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 25 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

Tab. 9.42: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S670

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
230	GZT - EN 1998	67,70	4,90	-0,40	0,25	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.43 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnut-

zung von 58 %. In Abbildung 9.40 sieht man, dass der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt ist.

Tab. 9.43: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S670

x_{lok}	V_{Ed}	N_{Ed}	V_{Rdc}	$V_{Rd,max}$	$A_{s,vorh}$	V_{Rds}	Nachweis	Nachweis
[cm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]	[kN]	rechn.	lim.
180	24,60	69,70	40,40	229,20	3,60	42,20	0,58	1,00

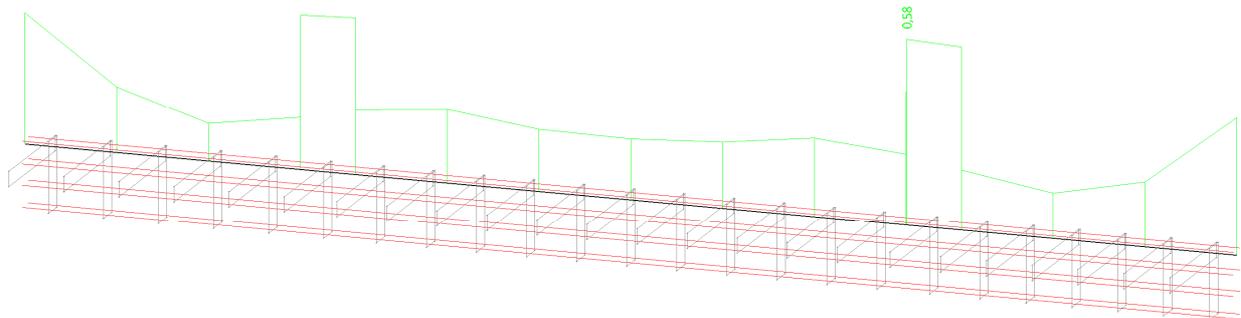


Abb. 9.40: Gesamtausnutzung Balkenelement S670

Widerstandsnachweis - Innenbalken in X-Richtung (S1144)

Im Folgenden wird der Tragfähigkeitsnachweis für das Balkenelement S1144 durchgeführt. Die erforderliche Biegebewehrung an der Stelle x_{lok} wurde nach der Norm aus dem Jahr 1976 berechnet und ist in Abbildung 9.41 ersichtlich. Die vorhandene Biegebewehrung beträgt 25,10 cm². Es folgt in Tabelle 9.44 der Querschnittsnachweis der Interaktion aus Momenten und Normalkräften an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Aus der M-N-Berechnung ergibt sich eine Querschnittsausnutzung von 46 % auf. Das heißt der M-N-Nachweis ist erfüllt.

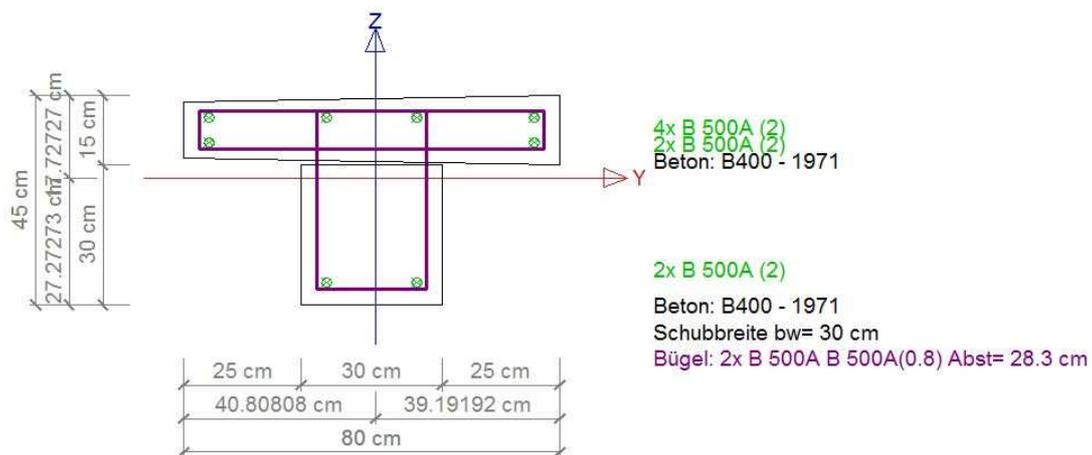


Abb. 9.41: Ermittelte Bewehrung im Querschnitt des Balkens S1144 nach ÖNorm aus dem Jahr 1976

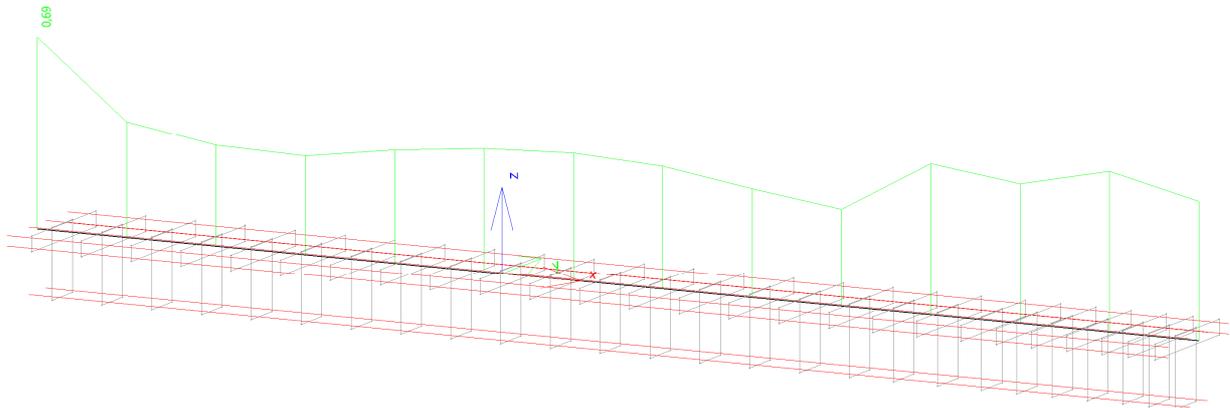
Tab. 9.44: Querschnittsnachweis - M-N-Interaktion an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S1144

x_{lok} [cm]	LF-Komb.	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
304	GZT - EN 1998	362,70	16,50	0,80	0,46	1,00

Es folgt der Schubnachweis an der maßgebenden Stelle (x_{lok}). Die einwirkenden Querkräfte und Schubwiderstände sind in Tabelle 9.45 angegeben. Der rechnerische Nachweis ergibt eine Ausnutzung von 69 %. In Abbildung 9.42 sieht man, dass der Querschnittsnachweis an jeder Stelle erfüllt ist.

Tab. 9.45: Schubnachweis an der maßgebenden Stelle des Balkenelements S1144

x_{lok} [cm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]	V_{Rds} [kN]	Nachweis rechn.	Nachweis lim.
0	52,20	52,70	75,30	384,50	3,60	60,0	0,69	1,00

**Abb. 9.42: Gesamtausnutzung Balkenelement S1144**

9.4 Bestandspläne