



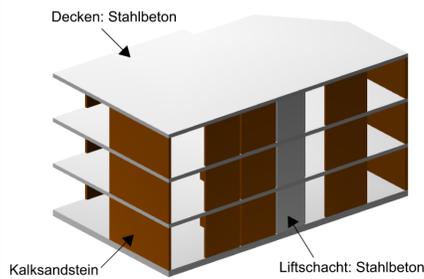
Bachelor-Thesis

# Vergleich verschiedener Bemessungsmethoden

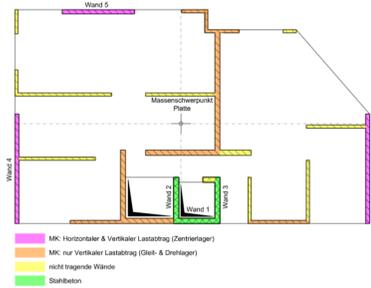
Für Hybridtragwerke aus Stahlbeton und Mauerwerk

## Tragwerksmodellierung

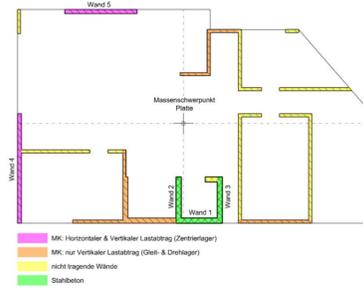
### Ausgangsobjekt



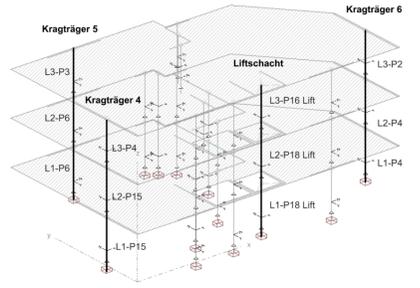
### Tragwerkskonzept EG & 1.OG



### Tragwerkskonzept DG

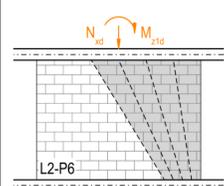


### Stabmodell Statik

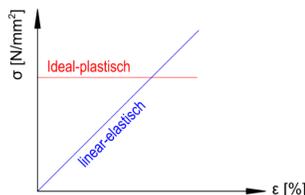


## Lineare Berechnungsmethode

### Nachweiskonzept

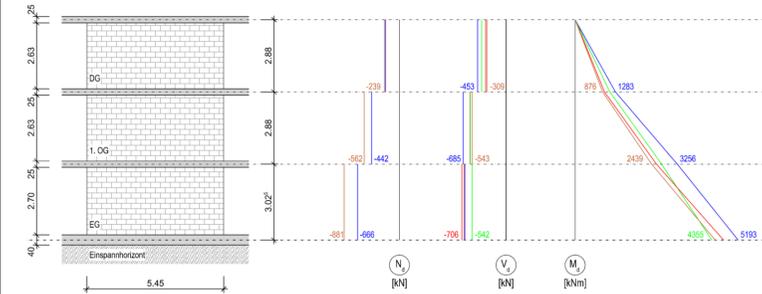


### Materialmodell



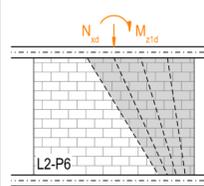
- Auswirkungen:  
- linear-elastisch
- Widerstände:  
- ideal-plastisch
- Weitere Punkte:  
- ungerissene Steifigkeit  
- Verhaltensbeiwert  $q=1.50$

### Vergleich Linear-elastische Schnittkräfte

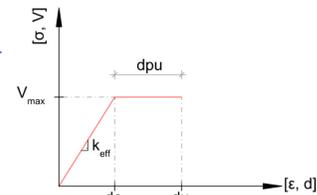


## Nichtlineare Berechnungsmethode

### Nachweiskonzept

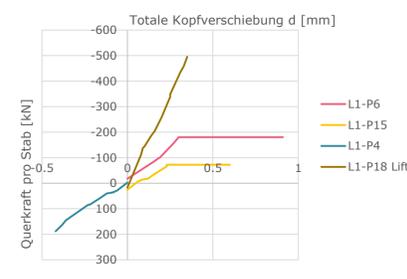


### Materialmodell

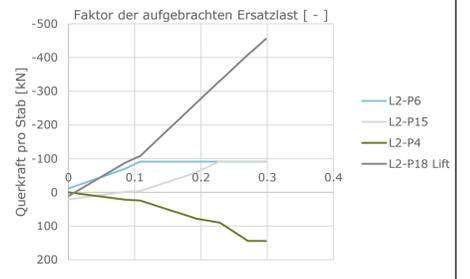


- Materialmodell:  
- linear-elastisch-ideal-plastisch
- Weitere Punkte:  
- 40- 60% der ungerissenen Steifigkeit  
- Verhaltensbeiwert  $q_0=1.40$

### Bilineares Verhalten EG



### Lastumlagerung 1.OG



## Problemstellung

Ein Grossteil der Wohngebäude in der Schweiz ist als Hybridtragwerk aus Stahlbeton und Mauerwerk ausgeführt, wie es das Ausgangsobjekt oben zeigt. Infolge eines Erdbebens kommt es zu hohen Horizontalkräften. Diese werden mittels der Steifigkeit einzelner Bauteile gezielt in die Fundation abgeleitet. Die Analyse des Tragverhaltens ist komplex und Anspruchsvoll. Die Ermittlung der Schnittgrössen, erfolgt üblicherweise auf Basis des linear-elastischen Materialverhaltens mittels der Finiten-Elemente-Methode.

Eine verfeinerte Betrachtungsweise bietet der Einsatz nichtlinearer Berechnungsmethoden. Auf Grundlage eines bilineares Materialverhaltens und schrittweise Erhöhung der Ersatzlast kann das Tragverhalten realitätsnäher abgebildet werden.

Die zentrale Herausforderung bei dieser Berechnungsmethode, liegt jedoch bei der korrekten Abbildung der realen Tragstruktur im Modell, sowie die Interpretation der resultierenden Berechnungsergebnissen.

## Lösungskonzept

Für das Ausgangsobjekt wurde ein Tragwerkskonzept entwickelt. Das EG und 1.OG sind dabei identisch aufgebaut, im DG variiert hingegen der Grundriss. Basierend auf dem Konzept wurde anschliessend mithilfe von Cubus Cedrus und Statik ein Stabmodell erstellt, das als Grundlage für den Vergleich der beiden Berechnungsmethoden dient.

Zuerst wurde die lineare Analyse durchgeführt. Mithilfe der Ersatzkraftmethode konnten die horizontalen Lasten bestimmt werden, die auf das Tragwerk wirken. Danach wurde auf dieser Grundlage die Schnittgrössen ermittelt. Durch Anwendung der Gleichgewichts- und Verträglichkeitsbedingung konnten die erhaltenen Auswirkungen plausibilisiert werden.

In einem weiteren Schritt wurde die nicht-lineare Analyse durchgeführt. Das Tragwerksmodell wurde entsprechend angepasst und anschliessend ausgewertet. Es zeigt sich, dass rund 30% der erforderlichen Ersatzkraft aufgebracht werden können.

## Ergebnisse

Das Diagramm oben links zeigt deutlich das bilineare Verhalten der nichtlinearen Analyse der einzelnen Mauerwerkswände im EG. Es ist ebenfalls erkennbar, dass sich der Liftkern entsprechend der Modellvorstellung weiterhin linear-elastisch verhält.

Die Lastumlagerung im 1.OG wird im Diagramm rechts, anhand der Mauerwerkswände deutlich sichtbar. Erreicht ein Stab seine maximale Querkraft und geht in den plastischen Bereich über, wird die zusätzliche Last auf benachbarte Stäbe umgelagert. Dies zeigt sich durch die veränderte Neigung im elastischen Bereich bei den übrigen Stäben.

## Pascal Ivan Schälín

Betreuer:  
Dr. Marius Weber

Experte:  
Dr. Severin Häfliger