

# Automatisiertes Nachweisverfahren polygonal berandeter Baukörper bei Beanspruchung durch Aufschwimmen

Georg Merkel

## 1. Motivation

Das im Grundwasser stehende Werkshauptgebäude des Wasserwerks Rheinwald der Stadtwerke Karlsruhe GmbH, befindet sich südlich von Karlsruhe in einer gegenüber dem Umland tiefer gelegenen Rheinniederung. Aufgrund aktueller und im Auftrage des Landes Baden-Württemberg erstellter Hochwasserprognosen wurde erkannt, dass bei hohen Wasserständen des Rheins und/oder der Murg, beziehungsweise bei einem Versagen des Dammes, eine Überflutung der Anlagen wahrscheinlich ist. Für den angenommenen extremalen Hochwasserfall steigt der Grundwasserpegel um bis zu 1,3 Meter über den ursprünglich berücksichtigten Wert an, was zu einer erheblichen destabilisierenden Mehrbelastung des Werkshauptgebäudes führt. Eine erneute Überprüfung der Standsicherheit ist angesichts dieser Erkenntnisse angebracht.

## 2. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines frei verfügbaren Programms, das beliebig polygonal berandete Baukörper auf ihr Verhalten unter Auftrieb automatisch analysiert. Maßgeschneidert auf die Problemstellung der Standsicherheit unter Auftriebslasten, versetzt es den anwendenden Ingenieur in die Lage, frühzeitig zu erkennen, ob und wann es erforderlich ist Maßnahmen gegen ein ganzes oder teilweises Aufschwimmen des Gebäudes einzuleiten. Die genaue Lokalisation auftriebsgefährdeter Gebäudebereiche ermöglicht es, effektive Gegenmaßnahmen zu entwickeln, um Schaden an Mensch und Bausubstanz zu verhindern. Kosten für Ertüchtigungsmaßnahmen können so minimiert, die Standsicherheit des Gebäudes maximiert und Notfallpläne für den Extremfall erstellt werden. Die Software soll über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes zur Verfügung stehen und über sich verändernde Einbaulasten an die gegebene Situation leicht anpassbar sein.

## 3. Grundlagen der Methode

An der Unterseite einer Bodenplatte werden sämtliche Lasten aus dem Bauwerk auf die Gründungssohle übertragen. Ein Freischnitt an der Gründungssohle liefert eine Sohldruckverteilung, die aus zwei Anteilen besteht. Spannungen aus den belastenden Einwirkungen des Eigengewichts und Spannungen aus den entlastenden Einwirkungen der Auftriebskräfte. Der Sohldruck kann bei Kenntnis der Eigengewichtsverteilung der Gebäudestrukturen und unter der vereinfachenden Annahme eines starren Verhaltens des Gesamtgebäudekomplexes generiert werden. Hierzu wird explizit auf Berücksichtigung etwaiger Elastizitäten verzichtet, um ein zuverlässiges und einfach handhabbares Berechnungsverfahren zu gewährleisten. Das Eigengewicht der Gebäudestrukturen kann durch resultierende Punktlasten an den jeweiligen Schwerpunkten ersetzt werden.

## 4. Das numerische Iterationsverfahren

Zwischen Gebäude und Boden können keine Zugkräfte übertragen werden. Dennoch wird die Sohldruckverteilung auf Grundlage eines linear elastischen Stoffgesetzes des Bodens im Zug- als auch im Druckbereich ermittelt. Treten Zugspannungsanteile im Sohlgrund auf, werden diese schrittweise über die Anpassung der am Lastabtrag mitwirkenden Sohlfläche eliminiert. Dieses iterative Vorgehen ist ein stabiles Verfahren um klaffende Fugen in der Sohle des Gebäudes zu ermitteln.

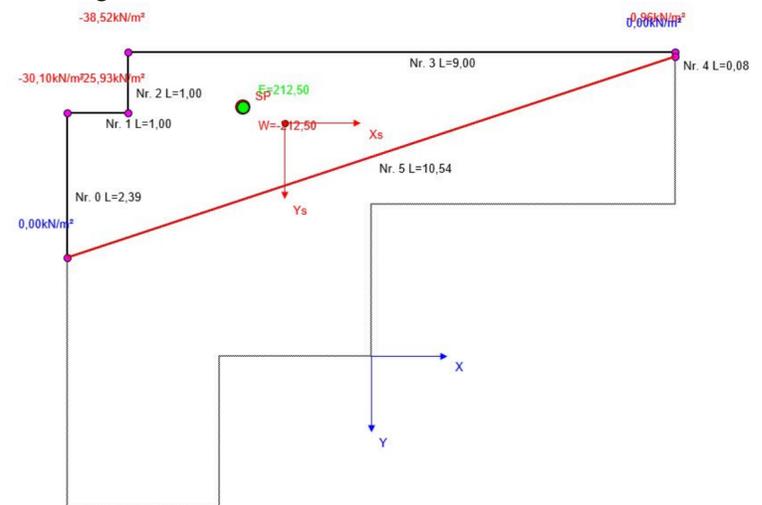


Abbildung 1: Iterativ generierter wirksamer Druckbereich in der Sohlfuge bei ungünstiger Laststellung.

## 5. Überprüfung des Gleichgewichts

Durch Prüfung von Position und Größe der resultierenden Kräfte auf Einwirkungs- und Widerstandsseite, kann die Konvergenz der Lösung überprüft werden. Zur Ermittlung der Resultierenden auf der Widerstandsseite, wird der Erddruck in der Sohle mittels Triangulation der wirksamen Grundfläche in Teilkörper aufgeteilt. Aus der Finite Elemente Methode entlehnte lineare Ansatzfunktionen führen anschließend über numerische Integration zu den entsprechenden teilresultierenden Kräften der Teilkörper. Summation aller Teilresultierenden liefert Position und Größe der Gesamtresultierenden.

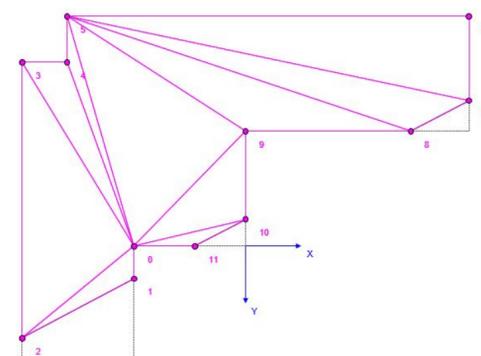


Abbildung 2: Triangulation der Grundfläche zur Ermittlung der Gesamtresultierenden aus Sohldruck.