

Standfestigkeit von Gebäuden in Hochwassergebieten – Berechnungsmethoden und statische Nachweise

Mareike von Arnim

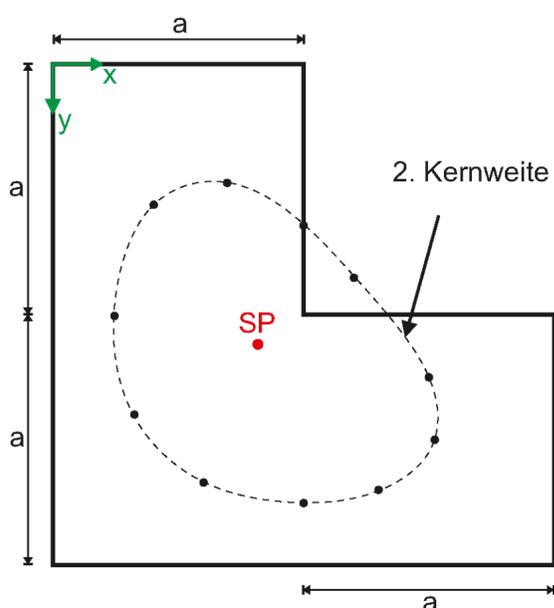
1. Einleitung

In dieser Arbeit werden Vorgehensweise und Werkzeuge vorgestellt und analysiert, mit denen der Nachweis gegen Aufschwimmen durchgeführt werden kann. Damit können Baukörper sowohl in der Planung, als auch im Bestand auf den Sachverhalt geprüft werden. Mit Berechnungsansätzen aus Regelwerken, ebenso wie mit Softwareprogrammen, ist eine entsprechende Untersuchung möglich. Beide Vorgehensweisen werden in der Arbeit thematisiert.

2. Klaffende Fuge

Bei starren bzw. ausgesteiften Bodenplatten ist der Kippsicherheitsnachweis, der mithilfe der klaffenden Fuge geführt wird, meistens maßgebend. Der Nachweis ist erfüllt, wenn für eine Belastung aus ständigen und veränderlichen Lasten die klaffende Fuge maximal bis zum Flächenschwerpunkt der Gründungsplatte reicht. Es liegt ein bilinear elastisches Stoffgesetz für den Boden vor, d.h. der Boden kann keinen Zug aufnehmen. Die Gründungsplatte klappt ab der Spannungsnulllinie im kompletten Zugbereich.

Für ein Rechteckfundament gilt, dass die Sohldruckresultierende innerhalb der 2. Kernweite liegen muss, damit die Gründungsplatte bis zu ihrem Schwerpunkt mit Druck belastet ist. Die Ellipse der zweiten Kernweite wird näherungsweise mit $(\frac{x}{L})^2 + (\frac{y}{B})^2 = \frac{1}{9}$ beschrieben. Für beliebige Gründungsflächen ist die Sohldruckverteilung nur mit numerischen Rechenprogrammen darstellbar, da es der Lösung von drei gekoppelten Integralgleichungen für V , M_x und M_y bedarf. Als Beispiel wurde mithilfe des VBA-Programms die 2. Kernweite des Polygons aus nachstehender Abbildung berechnet.

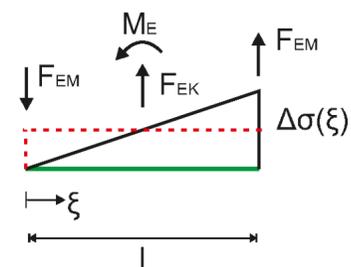


Es wird ersichtlich, dass für die Darstellung der näherungsweise berechneten 2. Kernweite kein einfacher geometrischer Zusammenhang gefunden werden kann.

3. VBA-Software im Vergleich mit RFEM 5

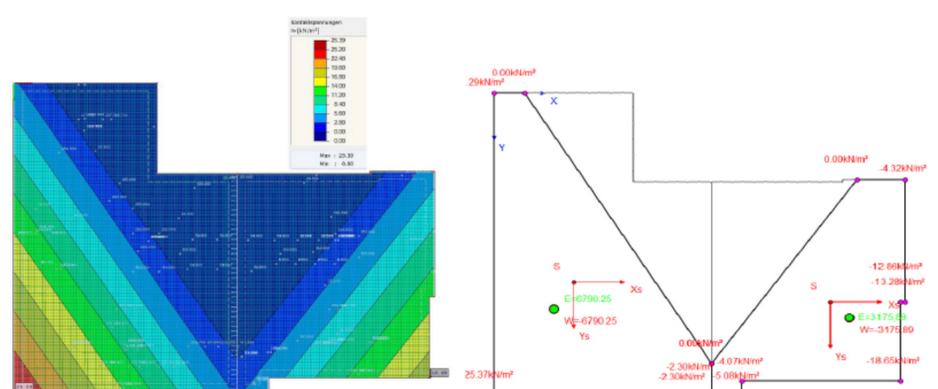
Die Arbeit schließt zum Teil an die Diplomarbeit von Herrn Georg Merkel (Jahr 2014) an. Er hat im Zuge seiner Arbeit ein Programm mit VBA entwickelt, mit dem der Auftriebsnachweis für starre polygonal berandete Bodenplatten geführt werden kann. Mit einer Erweiterung der Software ist auch eine Berechnung von gekoppelten Platten mit querkraftübertragender Fuge möglich.

Das erweiterte Programm geht dabei iterativ vor. Zu Beginn werden für die gekoppelten Platten separat die Spannungsebenen berechnet. Anschließend wird die Differenzspannung $\Delta\sigma(\xi)$ aus den Einzelplatten an der Kopplungsfuge betrachtet. Zielsetzung ist, dass durch das Aufbringen von Ersatzlasten die Differenzspannung kleiner einer vorgegebenen Toleranz ist.



Es wird eine Ersatzlast F_{EK} , sowie ein Moment M_E aufgebracht, wobei das Moment weiter auf zwei Einzellasten F_{EM} aufgeteilt wird, die bei $\xi = 0$ und $\xi = l$ angreifen. Die Ersatzlasten werden wiederum auf die beiden Platten aufgeteilt und entgegengesetzt aufgebracht. Die Iteration endet, wenn $\int_0^l \Delta\sigma(\xi) \cdot d\xi \leq \text{Toleranz}$ ist.

Es wurde ein Vergleich der VBA-Software mit RFEM 5 der Firma Dlubal durchgeführt. Als Beispiel ist der Ost-West-Verbund des Wasserwerks Rheinwald bei Elchesheim-Illingen mit beiden Programmen berechnet worden. Den Ostteil trennt eine querkraftübertragende Fuge vom Westteil.



In den oben stehenden Abbildungen ist eine Äquivalenz der klaffenden Fugen zu erkennen. Sie verlaufen bei beiden Modellierungen annähernd an derselben Stelle. Der Verbund hält einen Wasserstand von 2,9m, gemessen ab der Fundamentunterseite, aus. Da es sich um eine starre Bodenplatte mit exzentrischer Belastung handelt, ist der Kippsicherheitsnachweis mit klaffender Fuge das maßgebende Versagenskriterium.