

Gebrauchstauglichkeit einer Gesteinsmühle bezüglich Erschütterungen

Untersuchung verschiedener Untergrundbedingungen

Diplomand



Samuel Zürn

Ausgangslage: Zur Zerkleinerung der Rohmaterialien für die Zementherstellung werden Zementmühlen eingesetzt. Diese Mühlen werden auf einem eigenen Fundament gegründet. In der Mühle dreht sich das Mahlgut auf einem Drehtisch und wird von Walzen gemahlen. Falls Fehlstellen im Mahlgut auftreten, kann dies zu zusätzlichen Erschütterungen im Fundament führen. Je nach Untergrundsteifigkeiten sind die resultierenden Schwingungen der Maschine unterschiedlich stark. Bei tiefen Steifigkeiten des Untergrundes kann durch die entstehende Schwingung der Antrieb der Mahlmaschine Schaden nehmen. Die einzuhaltenden Grenzwerte wurden von der Firma Gebrüder Pfeiffer SE definiert. Es wird unterschieden zwischen Normalbetrieb und Sonderereignis. Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden bei welchen Untergrundbedingungen eine zusätzliche Verbesserung des Bodens notwendig ist. Die Untergrundverhältnisse werden anhand ihrer Scherwellengeschwindigkeiten klassifiziert und reichen von gutem Fels ($v_s = 1200$ m/s) bis zu weichem Lockergestein ($v_s = 200$ m/s).

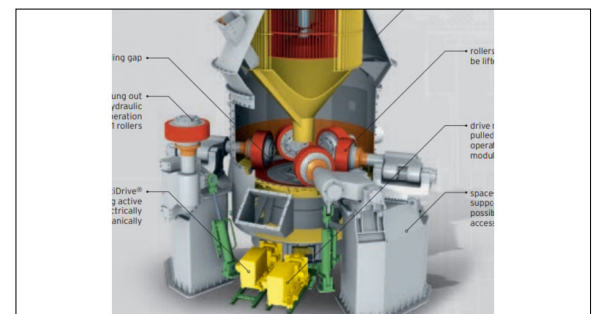
Vorgehen: Anhand eines Literaturstudiums wird die Aufgabenstellung zuerst analytisch bearbeitet. Dabei wird die Theorie eines durch einen Impulsstoss angeregtes Feder-Masse-Dämpfersystem verwendet. Des Weiteren befasst sich der analytische Teil der Arbeit mit der Bodendynamik, sowie der Wellenausbreitung in Böden. Im nächsten Schritt wird das Fundament mit Hilfe des FEM-Programm Sofistik numerisch modelliert. Dabei werden die Schwinggeschwindigkeiten und Amplituden des Fundamentes ausgewertet. Es werden mehrere Modelle mit unterschiedlicher Komplexität erstellt. Dadurch können mögliche Abweichung der numerischen Lösung zur analytischen Lösung erklärt werden. Falls der Grenzwert der Schwingungsgeschwindigkeit überschritten wird, wird der Untergrund zusätzlich mit Bohrpfehlen verstärkt.

Ergebnis: Im analytischen Teil werden zwei verschiedene Lösungsansätze verwendet. Diese Ansätze unterscheiden sich in den Abschätzungsformeln der Federkonstanten. Dabei hat sich gezeigt, dass beim Fundament ohne Einbettung die beiden Lösungen (nach SIA 269/8 und nach Gazetas) sehr ähnliche Resultate liefern. Sobald jedoch eine Einbettung berücksichtigt wird, unterscheiden sich die berechneten Federkonstanten stark. Durch das Vergleichen mit der Numerik konnte gezeigt werden, dass der Ansatz nach Gazetas genauere Lösungen, bezogen auf die Numerik, liefert. Sowohl beim Normalbetrieb sowie beim Sonderereignis werden die Grenzwerte bei keinen untersuchten Untergrundverhältnissen überschritten. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass es nur in ungewöhnlichen Fällen zu Problemen der Gebrauchstauglichkeit der Gesteinsmühlen kommt. Zusätzlich kann diskutiert werden, ob die Grenzwerte

ggf. enger gewählt werden müssten oder ob andere Bewertungskriterien berücksichtigt werden sollten. Um die Steifigkeit einer Bodenschicht zu erhöhen, können Bohrpfähle eingesetzt werden. Durch verschiedene Pfählungskonzepte konnte eine Aussage bezüglich des Einflusses des Pfahlflächenverhältnis zur Gesamtfläche gemacht werden. Um die Modelle exakt zu Kalibrieren, müssten mehrere Referenzmessungen an bestehenden Anlagen durchgeführt werden.

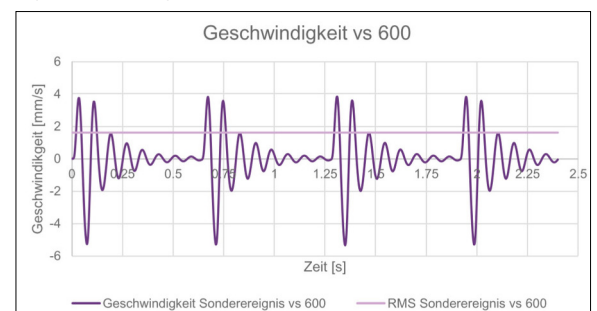
Zementgesteinsmühle

<https://www.gebr-pfeiffer.com/>



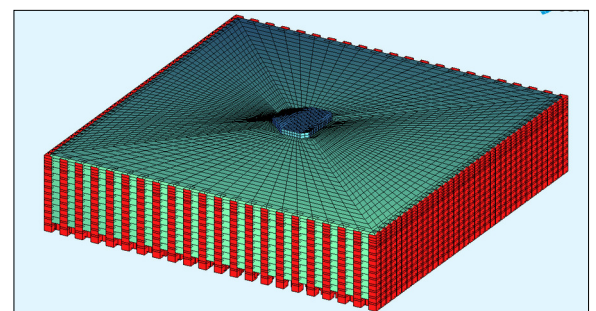
Schwinggeschwindigkeit mit RMS-Wert

Eigene Darstellung



Modelliertes Fundament im Sofistik

Eigene Darstellung



Referent

Dr. Thomas Weber

Korreferent

Thomas Lüthi, Synaxis AG Zürich, Uster 1, ZH

Themengebiet

Geotechnik