

Johann Buß, Mathias Böker

Hefeteig – Gasbildung durch zuckerhaltiges Sickerwasser

Yeast dough – gas formation by sugary water

Im Jahr 2000 traten an der Bodenplatte im Zuckerhaus einer Zuckerfabrik erhebliche Schäden auf. Nivellements ergaben, dass die Bodenplatte zwischen den Stützen angehoben wurde. Parallel zu den Hebungen wurden Schäden an den Entwässerungsrinnen festgestellt. Aufgrund dieser Schäden kam es zur Versickerung von zuckerhaltigem Wasser unter die Bodenplatte. Das in den Boden versickernde „Zuckerwasser“ unterlag einer alkoholischen Gärung mit Gasbildung. Als Folge wurde die Bodenplatte angehoben. Anfang 2011 erfolgte eine Komplettsanierung der geschädigten Bereiche.

Schlagwörter: Zuckerhaus, Bodenplatte, Entwässerungsrinnen, Versickerung von zuckerhaltigem Wasser, Gärung

In 2000, significant damage appeared on tiled floor slabs of a sugar house, in a sugar factory. A detailed inspection revealed that the slabs between the roof supports had risen. Along with the heave, damage was discovered to the house's drainage gutters. This damage had caused infiltration of sugary water beneath the floor slabs. After seeping into the ground, the sugar water underwent an alcohol-fermentation process, including subsequent gas formation. The floor slabs rose as a result. Complete remediation of the damaged areas followed, in early 2011.

Key words: sugar house, floor slab, drainage channel, percolation of sugary water, fermentation

1 Einleitung

1985 wurden in einer großen norddeutschen Zuckerfabrik neue Produktionsgebäude in Betrieb genommen. Nach 15 Jahren ohne nennenswerte Gebäudeschäden traten im Jahr 2000 erhebliche Schäden an der Bodenplatte im Zuckerhaus (Produktionsgebäude mit den Abmessungen von 40 · 150 m) auf. Vor allen Dingen in den Stützenbereichen zeigten sich zum Teil erhebliche Verformungen zwischen der Bodenplatte und den Stützen. Auch wenn optisch der Eindruck entstand, dass die Stützen durch die Bodenplatte durchstanzten, ergaben Messungen von Höhenunterschieden zwischen einzelnen Punkten – so genannte Nivellements – eindeutig, dass die Bodenplatte zwischen den Stützen angehoben wurde. Die Plattenhebungen betragen bis zu 10 cm.

Um die Stützen waren jeweils Fugen vorhanden, die als „Sollbruchstelle“ sichtbar waren. Diese Fugen waren ursprünglich abgedichtet.

2 Chronologie

Bis zum Jahr 1999 wurden an der Bodenplatte des 1985 neu gebauten Zuckerhauses keine Schäden festgestellt. Ab 2000 begannen die Hebungen der Plattenbereiche. Die Schäden traten während der Zuckerrübenkampagne, aber auch im Anschluss auf. Ein Mitarbeiter berichtete, dass sich zwei Wochen nach einem Kampagnende die Platten um mehrere Zentimeter gehoben hatten. Im Jahr 2000 wurden parallel



Abb. 1: Verformungen zwischen der Bodenplatte und den Stützen (Mai 2010)

zu den Hebungen der Bodenplatte Schäden an den Entwässerungsrinnen festgestellt. Die Entwässerungsrinnen wurden 2000 aufwändig saniert. Danach traten die Schäden weiter auf.

Ein schadhafter Teilbereich des Zuckerhauses wurde 2006 probenhalber saniert. Die Sanierung beinhaltete einen Boden-austausch (ca. 1,5 m mächtig) und den Neubau der bewehrten Bodenplatte. Die Bodenplatte erhielt eine Gasdrainage mit einem Abzugsstutzen mit Gummistrumpf, um eventuelle Ausgasungen unter der Bodenplatte sichtbar zu machen. 2009 traten auch hier wieder Schäden auf. Gasbildungen wurden während der gesamten Zeit nicht beobachtet.

Im Mai/Juni 2010 wurde ein Gutachten zur Klärung der Schadensursache erstellt.

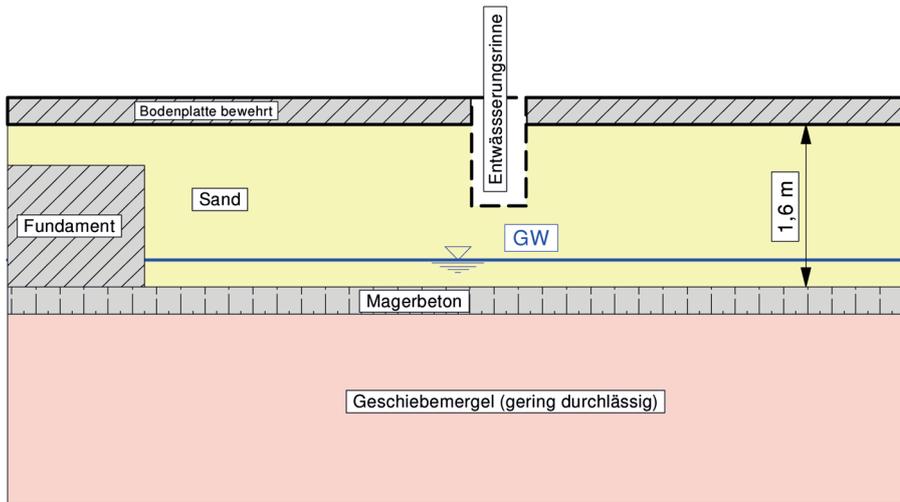


Abb. 2: System und Bodenverhältnisse

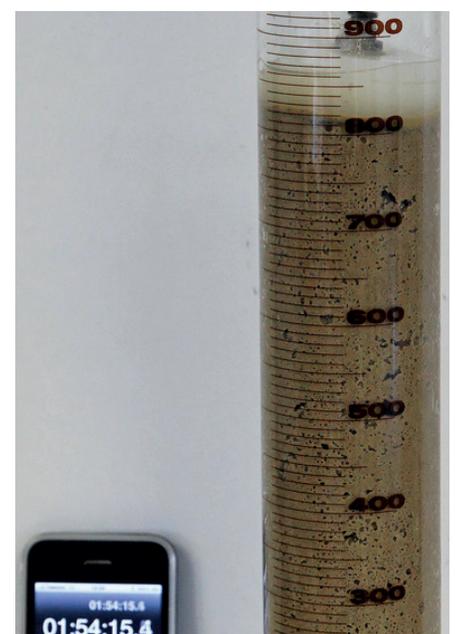
3 Bodenverhältnisse

Laut einem Bodengutachten aus dem Jahr 1985 steht im Bereich der Gründungssohlen sehr gut tragfähiger Geschiebemergel mit geringer Durchlässigkeit an. Zur Klärung der Schadensursache wurden 2010 die anstehenden Boden- und Grundwasserverhältnisse in den Schadensbereichen erkundet. Zusätzlich erfolgten Erkundungen in den Bereichen ohne Schäden. Das wesentliche Ergebnis der Bohrungen zeigt die Abbildung 2.

Vor dem Bau wurde der anstehende Boden bis 5 cm unter die Gründungssohle der Fundamente komplett abgeschoben. Danach wurde eine ca. 5 cm dicke Magerbetonschicht eingebaut, um „saubere“ und gut zu befahrende Arbeitsflächen zu erhalten. Nach dem Betonieren der Fundamente wurden die dazwischen liegenden Bereiche mit Sand verfüllt und anschließend die Bodenplatte (ca. 20 cm dick und bewehrt) betoniert. Bei den Bohrungen in den Schadensbereichen trat ein signifikanter Vergärungsgeruch auf. In den Bereichen ohne Schäden war hingegen kein Vergärungsgeruch wahrnehmbar.

4 Schadensursache

Während der Zuckerrübenkampagne wird der anfallende Zuckerstaub von den Produktionsanlagen mit Wasser abgewaschen und über Entwässerungsrinnen (siehe Abb. 2) abgeleitet. Aufgrund der Schäden in den Entwässerungsrinnen kam es im Jahr 2000 zur Versickerung von zuckerhaltigem Wasser unter die Bodenplatte. Dort verhinderten die vorhandene Magerbetonschicht und der anstehende, wenig durchlässige Geschiebemergel das Abfließen nach unten. Das in den Boden versickernde „Zuckerwasser“ unterlag einer alkoholischen Gärung mit Gasbildung. Dabei entstanden aus Zucker, Wasser und den ubiquitär vorhandenen Hefepilzen

Abb. 3: Versuchsbeginn ($V = 580 \text{ cm}^3$)Abb. 4: Versuchsende ($V = 800 \text{ cm}^3$)

Alkohol und Kohlenstoffdioxid, das sich in den Poren des Bodens fein verteilt und dessen Volumen sich beträchtlich vergrößerte. Der Prozess ist vergleichbar mit einem aufgehenden Hefeteig. Als Folge wurde die Bodenplatte angehoben.

Ein Anschauungsversuch im Labor mit Zuckerwasser und Backhefe verrührt in einem Sandboden ergab nach ca. 2 h eine Volumenzunahme um etwa 25 %. Die Volumenzunahme fand in den Bodenporen statt. Abbildung 3 zeigt die Bodenprobe in einem Standzylinder zu Versuchsbeginn. Knapp 2 h später ist eine erhebliche Volumenzunahme (Abb. 4) eingetreten.

Da die schädigenden Gasdrücke in den Bodenporen entstehen, ist eine Gasdrainage unterhalb der Bodenplatte als Sanierungsmaßnahme ungeeignet. Der Gasdruck kann bis zu 40 kN/m^2 betragen [1] und ist in der Lage, eine 20 cm dicke, bewehrte Bodenplatte anzuheben.

Nach der Sanierung der Entwässerungsleitungen gelangte Zuckerwasser über die geschädigten Stützenbereiche (Abb. 1), die erst 2010 saniert wurden, unter die Bodenplatte. Die schädigende „Hefeteig-Produktion“ wurde somit durch die alleinige Sanierung der Entwässerungsrinnen nicht beseitigt.

5 Sanierung

Alle Sanierungsvarianten müssen verhindern, dass das zuckerhaltige Wasser unter die Bodenplatte gelangt. Da kurz nach Erstellung des Gutachtens die Zuckerrübenkampagne 2010 begann, wurden die Stützenbereiche als Sofortmaßnahme provisorisch abgedichtet. Während der Kampagne 2010 traten keine Hebungen der Bodenplatte auf.

Anfang 2011 erfolgte eine Komplettsanierung der geschädig-

ten Bereiche. Beim Abbruch der Bodenplatten untermauerten „Zuckerschlieren“ (schwarz gefärbte Abbauprodukte der Saccharose) in den Stützenbereichen die beschriebene Schadensursache.

Auch während der Kampagne 2011 traten keine Schäden mehr auf.

Literatur

Bützer, P.; Roth, M. (2008): Hefegärung. Pädagogische Hochschule St. Gallen; <http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/pdf-Dateien/Hefegaerung.pdf> (18.05.2012)

Levain – formation de gaz par des infiltrations d’eaux sucrées (Résumé)

En 2000, des dégâts importants sont apparus dans le carrelage du sol de l’atelier de cristallisation d’une sucrerie. Une inspection détaillée du nivellement a montré que les carreaux entre les supports s’étaient soulevés. Parallèlement à ces soulèvements, on a constaté des dégâts aux gouttières d’égouttage du bâtiment. Ces dégâts ont entraîné des infiltrations d’eau sucrée en dessous du carrelage. Cette eau sucrée absorbée dans le sol a subi une fermentation alcoolique avec formation

de gaz, ce qui a entraîné un soulèvement des carreaux du sol. Début 2011, on a réalisé un assainissement complet des espaces endommagés.

Masa con levadura – formación de gas por agua azucarada infiltrada (Resumen)

En el año 2000 se observaron considerables daños en la placa base en el cuarto de azúcar de una fábrica de azúcar. La inspección detallada mostró que la placa base había sido elevada entre los soportes junto con daños en los canales de drenaje. Es por esto que agua azucarada pudo infiltrar debajo de la placa base. Por la fermentación alcohólica de esta agua azucarada en el suelo se formó gas que elevó la placa base. En 2011, este sector dañado fue reconstruido completamente.

Eingegangen am 18. Mai 2012

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr.-Ing. *Johann Buß*, GGU Braunschweig, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig, Deutschland; e-Mail: jb@ggu.de; Dr. *Mathias Böker*, Manager Produktion & Technik, Nordzucker AG, Werk Uelzen, An der Zuckerfabrik 1, 29525 Uelzen, Deutschland; e-Mail: [mathias.boeker@nordzucker.de](mailto:boeker@nordzucker.de)