

Schäden an tragenden Holzbauteilen in Biogasanlagen

Im Mai 2012 erhielt ich von einer großen Versicherungsgesellschaft den Auftrag, einen Schaden an einem Holzdach eines Fermenters einer Biogasanlage zu untersuchen. Dieses Holzdach musste im Februar 2012 nach einer Standzeit von knapp sechs Jahren wegen dem Bruch mehrerer Dachbalken mit einem Kostenaufwand von rd. 70.000,00€ erneuert werden. Ergänzend sei erwähnt, dass im August 2012 der zweite Fermenter dieser Anlage ebenfalls erneuert werden musste.

Vor Ort hatte ich zur Untersuchung sechs (gereinigte) Holzbalken, die allesamt ca. mittig einen relativ glatten Bruch aufwiesen, der völlig untypisch für einen gebrochenen Nadelholzbalken war (Abb. 1 und Abb. 2).

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Darlegungen kurz die Erklärung, warum bestimmte Fermenter von Biogasanlagen überhaupt ein Holzdach haben. Fermenter von Biogasanlagen sind i. d. R. erkennbar durch die meistens grüne oder graue Gasfolie, die sich über dem Fermenter (Beton- oder Stahlringbau) spannt und das Gas (Methan) auffängt. Diese Folie trägt sich im laufenden Betrieb durch den aufgebauten Gasdruck (3–5 mBar) selbst. Bei der Errichtung und bei Reparaturen liegt sie entweder auf einem Betondeckel oder einem Holzdach auf bzw. ist als selbsttragendes Zeltdach mit einer Mittelsäule und eingenähten Gurten konstruiert. Dieses Holzdach besteht aus rd. 40 Holzbalken aus Nadelholz Fichte/Tanne der Dimension ca. 10×30 cm, die sternförmig zwischen Edelstahlkonsolen am inneren Rand des Betonrings und einer Beton-Mittelsäule mit einer Spannweite von rd. 9,5 m aufliegen. Auf diesen Balken sind mit Luftspalt Schalungsbretter genagelt. Auf dieser Schalung liegt eine Baumwollvliesmatte (Abb. 3).

Recherchen im Internet und Telefonate mit diversen Einrichtungen und Kollegen nach analogen Schadensfällen führten leider zu keinem verwertbaren Ergebnis, was ich sehr verwunderlich fand. Es schien so, als seien Schäden dieser Art die große Ausnahme. Selbst intensive Nachforschungen zur Anzahl der in Deutschland existierenden Biogasanlagen/Fermentern mit oder ohne Holzdach brachten kaum verwertbare Ergebnisse. Die im Fachverband Biogas e.V. organisierten Firmen betreiben gegenwärtig rd. 7500 Biogasanlagen mit einer unbekanntem Anzahl an Fermentern (mind. zwei je Anlage) und mit einem ebenso unbekanntem Anteil an Holzdächern. Die Ergebnisse meiner weiteren Untersuchungen (u. a. mit Unterstützung der DHBV-Fachbereichsleiterin Schimmelpilze, Dr. Constanze Messal) und Studien von Unterlagen früherer Dissertationen und zahlreichen Telefonaten mit Fachkollegen lassen sich wie folgt zusammenfassen:



Abb. 1: Bruchbalken. Abb. 2: Bruchstelle (unten).



Abb. 3: Ansicht Gesamtanlage während der Instandsetzung.





Abb. 4: Fermenter in der Sanierung (oben). Abb. 5: Schwefelablagerungen.

- kein chemischer Holzschutz vorhanden (was rein rechtlich ein Mangel ist)
- kein Befall mit holzerstörenden Pilzen feststellbar (in dieser giftigen Atmosphäre auch kaum möglich)
- die Statik war zwar „ausgereizt“, aber rechnerisch nachweisbar
- kein Substanzverlust (Holzabbau) feststellbar
- das Holz in der Bruchzone hatte einen pH-Wert von 3 (Substrat pH-Wert 8)
- mikroskopisch deutliche Schädigungen der Holzstruktur erkennbar (Auflösung von Zellwänden und Ablösung von Zellverbänden)

Die Lösung des Problems ergab sich aus dem Studium früherer Veröffentlichungen von Forschungsergebnissen zur Mazeration (u. a. Erler, Besold, Fengel, Schwar) und dem Wissen um der im Gärraum ablaufenden chemischen Prozesse in Verbindung mit der eigentlichen Funktion des Holzdaches. Neben dem erwünschten Methan entsteht bei der Fermentation durch Bakterien u. a. Schwefelwasserstoff (H_2S). Dieses hochgiftige und aggressive/korrodierende Gas muss eliminiert werden. Dazu gibt es neben aufwendigen externen Verfahren das relativ einfache Mittel des Einsatzes von sog. Thiobakterien, die sich in o. g. Baumwollvlies ansiedeln. Diese Thiobakterien wandeln unter Zugabe von Luftsauerstoff den Schwefelwasserstoff zu elementarem Schwefel um, der sich an den Holzteilen absetzt und zurück in das Substrat fällt (Abb. 5).

Bei diesem Umwandlungsprozess bildet sich jedoch auch Schwefelsäure, die auf die Holzoberfläche gelangt. Nach gegenwärtigem Wissenstand zur Mazeration ist Holz gegenüber Schwefelsäure relativ widerstandsfähig. Das Problem in diesem Fall ist, dass die Holzbauteile aufgrund der umgebenden Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchte von rd. 100% und einer Temperatur von rd. 35–40 °C permanent eine Holzfeuchte aufweisen, die knapp unter der Fasersättigungsfeuchte liegt. Damit bleibt die Schwefelsäure nicht nur auf der Holzoberfläche, sondern kann über Diffusion den gesamten Holzquerschnitt durchdringen. Es kommt also zu einem sog. „sauren Angriff“ auf die Holzbestandteile. Der pH-Wert sinkt, die Holzstruktur löst sich auf und die Festigkeit nimmt ab, bis es letztlich zum Bruch kommt. Dies ist keine Mazeration nach herkömmlicher Definition (Erler), sondern eine biochemische Zersetzung über den gesamten Holzquerschnitt. Hinzu kommt, dass die Bakterien, die die Biomasse zersetzen, auch Cellulose zersetzen, also weitere Schäden am Holz verursachen. Da das ein genereller Prozess in dieser Art von Biogasanlagen ist, habe ich diese Holzdachkonstruktion generell als gefährdet und schadensträchtig bewertet.

Viele Fragen sind allerdings bis heute offen:

- Warum brachen bei dieser Anlage die Dachbalken schon nach fünf Jahren durch und bei anderen Anlagen nicht?
 - Welche chemischen Prozesse laufen genau im Gärraum ab?
 - Wie ist der zeitliche Verlauf des Eindringens der Säure in das Holz?
 - Welche chemischen Verbindungen bewirken welche Schädigungen der Holzbestandteile?
 - Welche Schäden verursachen die Bakterien?
- Über Hinweise zu analogen Schadensfälle bin ich immer dankbar.

Einige der aus dem zweiten geschädigten Fermenter stammenden Holzbalken wurden von mir am Tage des Abbruchs geborgen und wurden und werden weiter in der HS Wismar (Prof. Claudia v. Laar) untersucht. Auf die Ergebnisse darf man gespannt sein.



Es schreibt für Sie:
**Dipl.-Ing. (FH)
 Detlef Krause**

 ö. b. u. v. SV für
 das Holz- und
 Bautenschutz-
 gewerbe der HWK
 Ostmecklenburg-
 Vorpommern

 Geschäftsführer
 des BuFAS e.V.

Dorfstraße 5, 18246 Groß Belitz
 Telefon (03 84 66) 2 05 91
 Mobil (01 73) 2 03 28 27
 E-Mail: post@ingkrause.de
 Web: www.ingkrause.de