

Handlungsempfehlung H-006 Überprüfung von Holzdeckenkon- struktionen in Biogasbehältern

Stand Mai 2016

Der Fachverband Biogas e.V. hat sich seit seiner Gründung im Jahr 1992 zu Deutschlands und Europas größter und führender Interessensvertretung der Biogas-Branche entwickelt. Er vertritt Hersteller, Anlagenbauer, landwirtschaftliche wie auch industrielle Biogasanlagenbetreiber und Institutionen mit dem Ziel der Förderung des Umweltschutzes und der Sicherung einer nachhaltigen Energieversorgung. Satzungsgemäß verfolgt der Fachverband Biogas folgende Primärziele:

- Förderung von technischen Entwicklungen im Biogasbereich,
- Förderung, Auswertung und Vermittlung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen aus dem Bereich der Biogastechnik zum Wohle der Allgemeinheit und der Umwelt,
- Durchführung von Schulungen für Praxis und Beratung,
- Herausgabe von Publikationen in Schrift, Bild und Ton,
- Förderung des Erfahrungsaustausches durch Beteiligungen und Durchführung von Ausstellungen, Tagungen und anderen Veranstaltungen,
- Förderung des internationalen Erfahrungsaustausches durch Herstellung und Pflege von Kontakten im In- und Ausland,
- Förderung eines Beratungsnetzes durch Mitglieder in den verschiedenen Regionen,
- Erarbeitung von Qualitätsstandards für Planung und Errichtung von Biogasanlagen und Anlagenkomponenten.
- Erarbeitung von Qualitätsstandards für Gärprodukte
- Erarbeitung von Qualitätsstandards zum Betrieb von Biogasanlagen

Auf europäischer Ebene wird der Fachverband Biogas von dem Europäischen Biogasverband (EBA) vertreten, der sich im Jahr 2009 gründete und nunmehr Mitglieder aus 25 EU-Mitgliedsstaaten umfasst.

Herausgeber:

Fachverband Biogas e.V.
Angerbrunnenstr. 12
85356 Freising

Telefon: 08161-984660
Telefax: 08161-984670
E-Mail: info@biogas.org
Internet: www.biogas.org

Haftungsausschluss:

Diese Handlungsempfehlungen wurden mit großer Sorgfalt erstellt, der Herausgeber kann aber für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung übernehmen. Der Herausgeber nimmt Ergänzungen und Anmerkungen gerne entgegen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
2. Problembeschreibung	2
3. Empfehlungen für die Überprüfung der Standsicherheit von Holzdeckenkonstruktionen in Biogasbehältern	2
3.1 Zeitpunkt und Rahmenbedingungen der Untersuchung	2
3.2 Art und Umfang der Untersuchung	3
3.2.1 Regelmäßige Prüfungen	3
3.2.1.1 Regelmäßige Sichtprüfung durch Schaugläser	3
3.2.1.2 Regelmäßige Prüfung hinsichtlich Auffälligkeiten im Betrieb	3
3.2.2 Anlassbezogene Prüfung	3
3.2.3 Optional: Weitere Prüfungen zur qualifizierten Zustandsbeurteilung	6
Literatur	7

1. Einleitung

Aufgrund von Schadensfällen an Holzdeckenkonstruktionen in Biogasbehältern, die u.a. zum Einsturz von Holzdeckenkonstruktionen führten, wurde zur Vermeidung von Personenschäden durch die 202. Sitzung der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz ein bundesweit einheitliches Vorgehen zur Überprüfung von Holzdeckenkonstruktionen in Biogasbehältern abgestimmt und zur Umsetzung empfohlen. Für die Umsetzung der Überprüfung der Standsicherheit von Holzdeckenkonstruktionen werden Handlungsempfehlungen für Betreiber, Hersteller sowie Inspektions- und Wartungspersonal erarbeitet, mit Hinweisen, wann und wie eine Prüfung unter Praxisbedingungen erfolgen soll bzw. welche Maßnahmen unter bestimmten Umständen zu ergreifen sind. Die in dieser Handlungsempfehlung dargestellten Belastungsprüfungen sind vor jeder Begehung des Biogasbehälters (Betreten der Holzdeckenkonstruktion, Aufenthalt unterhalb der Holzdeckenkonstruktion) durchzuführen.

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen wurden von einer Arbeitsgruppe erarbeitet, die sich aus den verschiedenen Bereichen wie Wissenschaft, Anlagenplaner, Anlagenhersteller, Gutachter, Tragwerksplaner und dem Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr zusammensetzt.

Die Arbeitsgruppe besteht aus den folgenden Personen:

Hr. Boris Baumgartner (Fa. Schmack Biogas)
Hr. Johann Eicher (Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr)
Hr. Detlef Krause (Sachverständigenbüro für Holz- und Feuchteschäden, Sachverständiger für Holzschutz)
Hr. Manuel Maciejczyk (Fachverband Biogas), Leiter der Arbeitsgruppe
Hr. Dr. Herbert Markert (Ingenieurbüro Dr. Markert)
Fr. Dr. Constanze Messal (MICOR Gruppe)
Hr. Dr. Johann Müller (Fachjournalist und Sachverständiger für Holz)
Hr. Klaus Reichenberger (Ingenieurbüro Reichenberger)
Hr. Karl-Hans Sonnabend (Ingenieurbüro Sonnabend)
Hr. Linus Töpferwien (Fa. Agrikomp)
Fr. Prof. Claudia von Laar (Hochschule Wismar)
Hr. Lucas Wagner (Fachverband Biogas), stellv. Leiter der Arbeitsgruppe
Hr. Dr. Johannes Welling (Thünen-Institut)

Haftungsausschluss:

Diese Handlungsempfehlungen wurden mit großer Sorgfalt erstellt, der Herausgeber kann aber für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung übernehmen. Der Herausgeber nimmt Ergänzungen und Anmerkungen gerne entgegen.

2. Problembeschreibung

Holzdeckenkonstruktionen in Biogasbehältern kommen bereits seit über 30 Jahren zum Einsatz und haben sich aufgrund der unterstützenden Wirkung bei der internen biologischen Entschwefelung bewährt. Aufgrund unterschiedlichster Ursachen kam es in den letzten Jahren zu einigen Schadensfällen.

Die häufigsten Ursachen sind:

- Fehlende oder falsche statische Auslegung von Holzkonstruktionen bzw. nicht berücksichtigte Zusatzbelastungen durch Wassersättigung und Beladung mit Schwefelablagerungen
- Beschädigung oder falscher Einbau der Holzdeckenkonstruktionen
- außergewöhnliche Einwirkungen:
 - Versagen von Sicherheitseinrichtungen bei Betriebsstörungen (z.B. extremer Unterdruck)
 - Wassersackbildung bei Wartungsarbeiten
- Biochemische Schädigung des Holzes durch Säureeinwirkung infolge des Entschwefelungsprozesses in Biogasbehältern

Da Holzdeckenkonstruktionen in Biogasbehältern besonderen Bedingungen ausgesetzt sind und visuell nicht erkennbare Schäden am Holz die Tragfähigkeit der Balken so stark reduzieren, dass diese ohne Vorankündigung versagen können, ist zur Sicherheit aller mit der Überprüfung / Wartung beauftragten Personen eine spezielle Vorgehensweise bei der Standsicherheitsüberprüfung anzuwenden. Diese im Folgenden beschriebene Vorgehensweise wurde aus praktischen Erfahrungen gewonnen und ist in den Handlungsempfehlungen zusammengefasst.

3. Empfehlungen für die Überprüfung der Standsicherheit von Holzdeckenkonstruktionen in Biogasbehältern

Diese Handlungsempfehlung gilt für Behälter von Biogasanlagen, sofern in diesen eine Holzdeckenkonstruktion verbaut wurde. Darunter fallen Fermenter, Nachgärer, Gärproduktlager und ggf. Vorgruben (Vorlagen).

Holzdeckenkonstruktionen bestehen in der Regel aus Holzbalken und deren statischer Aussteifung sowie aufliegender Holzschalung/Bohlen oder Netzbespannungen. Bei der Überprüfung der Holzdeckenkonstruktionen sind alle Bestandteile auf ihren Zustand bzw. ihre Tragfähigkeit zu untersuchen. Dem Betreiber wird empfohlen, bei seiner täglichen Sichtprüfung durch die Schaugläser auch die Holzdeckenkonstruktion in Augenschein zu nehmen.

3.1 Zeitpunkt und Rahmenbedingungen der Untersuchung

Vor jeder Begehung des Biogasbehälters (Betreten der Holzdeckenkonstruktion, Aufenthalt unterhalb der Holzdeckenkonstruktion) ist der jeweilige Gefahrenbereich zu untersuchen.

Der Gefahrenbereich ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Tätigkeit von den verantwortlichen Personen (Betreiber, vom Betreiber beauftragte Person oder Fachfirma) festzulegen. Dabei soll auch der Aktionsradius herabfallender Teile berücksichtigt und der Gefahrenbereich entsprechend großzügig vorgesehen werden.

Das ausführende Unternehmen (Betreiber oder Fachfirma) muss im Vorfeld eine auf den Einzelfall abgestimmte Gefährdungsbeurteilung gem. [Betriebssicherheitsverordnung \(BetrSichV\)](#) erstellen. Wird die Überprüfung von einem Auftragnehmer durchgeführt, muss die Gefährdungsbeurteilung mit dem Betreiber der Biogasanlage abgestimmt werden.

Bei Tätigkeiten zur Überprüfung, Wartung, Instandhaltung, etc. von Holzdeckenkonstruktionen ist Alleinarbeit nicht zulässig. Dabei ist besonderer Wert darauf zu legen, dass mindestens eine Person als Sicherungsposten bei Problem- und Notfällen reagieren kann.

- Weitere Hinweise sind zu finden in der Regel der Deutschen Gesetzlichen [Unfallversicherung \(DGUV\) Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“](#), in der Technischen Regel für Betriebssicherheit ([TRBS](#)) 1112 „Instandhaltung“, sowie in der [TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten“](#).

3.2 Art und Umfang der Untersuchung

Die Untersuchung soll in den nachfolgenden Schritten erfolgen. Die Ergebnisse sind bspw. im Betriebsprotokoll bzw. –tagebuch gem. Technischer Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 529 schriftlich festzuhalten.

3.2.1 Regelmäßige Prüfungen

3.2.1.1 Regelmäßige Sichtprüfung durch Schaugläser durch die verantwortlichen Personen (Betreiber, vom Betreiber beauftragte Person oder Fachfirma) gem. TRGS 529 auf:

- Auffällige Verformungen und Unregelmäßigkeiten, Brüche, Absplitterungen.
→ Ziel: Ausschluss akuter erkennbarer Gefährdung bei den weiteren Untersuchungsschritten.

3.2.1.2 Regelmäßige Prüfung hinsichtlich Auffälligkeiten im Betrieb durch die verantwortlichen Personen (Betreiber, vom Betreiber beauftragte Person oder Fachfirma) auf:

- Schäden bzw. Störungen an Rührwerken, Schnecken, etc.
- Holzteile in Pumpen, Störstoffabscheidern oder Separatoren.
→ Ziel: frühzeitige Erkennung von Schäden und Vermeidung wirtschaftlicher Schäden.

3.2.2 Anlassbezogene Prüfung

Prüfung im Rahmen einer betriebsbedingten Öffnung des Behälters durch die verantwortlichen Personen (Betreiber, vom Betreiber beauftragte Person oder Fachfirma):

- Das Betreten der Holzdeckenkonstruktion ist erst nach der Durchführung einer Belastungsprüfung zulässig.
- Belastungsprüfung mit gemäß nachstehender Formel berechneter Last an mindestens drei repräsentativen Stellen in Feldmitte (Mitte eines Balkens in Längsrichtung). Sofern die Gesamtfläche betroffen ist, ist die Prüfung der Deckenkonstruktion an mindestens jedem dritten sowie an besonders auffälligen bzw. durchhängenden Balken (siehe Punkt 1) vorzunehmen. Die Prüflast ist für eine Dauer von mindestens drei Minuten in Feldmitte aufzubringen. Dies kann z.B. mittels Kran erfolgen. Zur Ermittlung der erforderlichen Last zur Überprüfung der Tragfähigkeit der Holzbalken ist die folgende Vorgehensweise einzuhalten:

Fall 1: Holzdeckenkonstruktion mit Verschalung

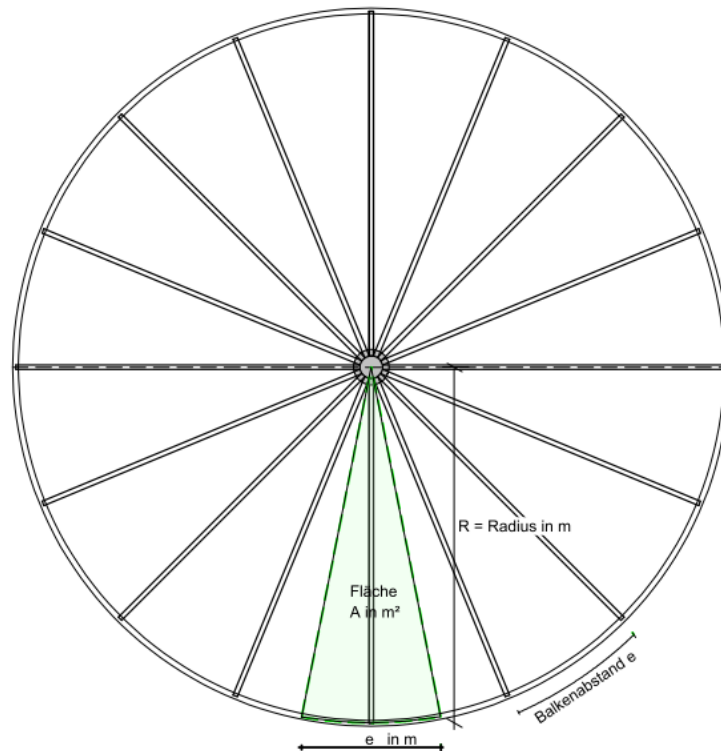


Abb. 1: Überschlägliche Lastermittlung zur Prüfung einer Tragfähigkeit von Holzbalken auf Biogasbehältern mit Verschalung (Quelle: Sonnabend Ingenieurbüro für Tragwerkplanung).

- Fläche zur Belastung eines Holzbalkens: $A = e \times \frac{R}{2}$ in m^2
- Prüflast (Einzellast in Feldmitte) für die Belastungsprüfung: $P = A \times \frac{75}{2}$ in kg
- Mindestprüflast: 200 kg Einzellast pro Person, auf jedem Balken, auf dem sich die Person(en) bewegen werden.

Beispielrechnung:

Annahme: Radius des Behälters $R = 10 \text{ m}$

Annahme: Balkenabstand $e = 1,5 \text{ m}$

- Fläche zur Belastung eines Holzbalkens: $A = 1,5 \text{ m} \times \frac{10 \text{ m}}{2} = 7,5 \text{ m}^2$
- Prüflast für die Belastungsprüfung: $P = 7,5 \text{ m}^2 \times \frac{75 \frac{kg}{m^2}}{2} = 281,25 \text{ kg}$

Bevor ein Balken betreten wird, muss dieser somit mit einer Prüflast von 281,25 kg für die Dauer von 3 Minuten belastet werden.

Fall 2: Holzdeckenkonstruktion ohne Verschalung

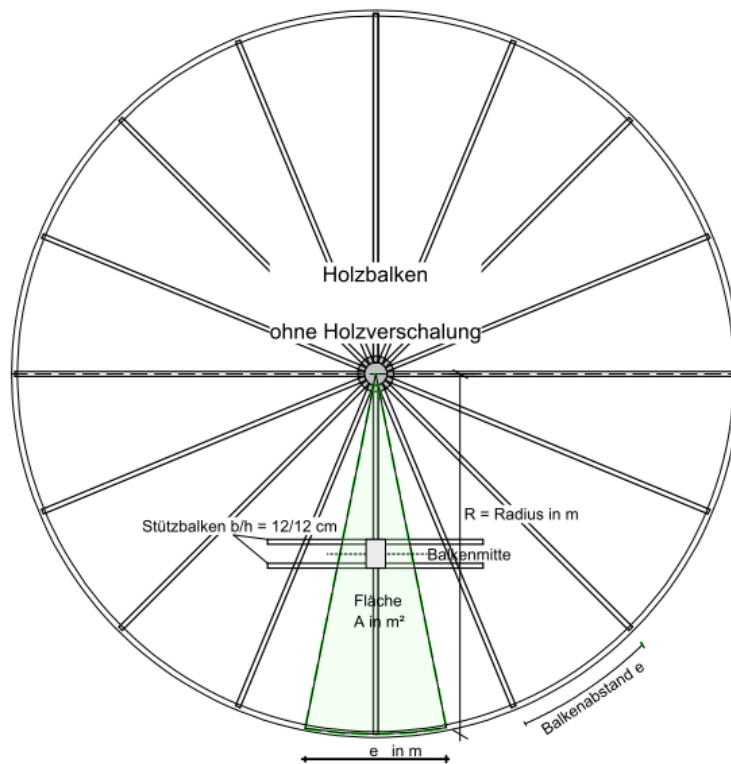


Abb. 2: Überschlägliche Lastermittlung zur Prüfung einer Tragfähigkeit von Holzbalken auf Biogasbehältern ohne Verschalung (Quelle: Sonnabend Ingenieurbüro für Tragwerkplanung).

Die Belastung kann in diesem Fall beispielsweise mittels Palette mit Wassertank ausgeführt werden, welche auf Stützbalken (12/12 cm) abgelegt wird.

Auch hier sind folgende Gewichtsbelastungen zu berücksichtigen:

- Fläche zur Belastung eines Holzbalkens: $A = e \times \frac{R}{2}$ in m^2
- Prüflast (Einzellast in Feldmitte) für die Belastungsprüfung: $P = A \times \frac{75}{2}$ in kg
- Mindestprüflast: 200 kg Einzellast pro Person, auf jedem Balken, auf dem sich die Person(-en) bewegen werden.

➔ Ziel: Absicherung ausreichender Tragfähigkeit für kurzzeitige Tätigkeiten im/am Behälter.

Wichtige Hinweise:

In beiden Fällen gilt die dargestellte Faustformel zur Ermittlung des Gewichtes mit der ein Balken im von Folie geöffneten Bereich belastet werden darf, um abschätzen zu können, ob eine Begehung mit

einer Person auf diesem Balken noch möglich ist. Die Belastungsprüfung kann auch bei aufliegender Folie (geschlossenem Behälter) stattfinden.

Diese Faustformel ist eine reine Abschätzung und gilt ausschließlich für Personenlasten. Reicht die mit der Faustformel berechnete Maximallast nicht aus (z.B. wenn Schneelasten vorhanden sind, oder Geräte/Bauteile wie Folienpakete (Gasspeicher), Rührwerke o.ä. auf der Holzdeckenkonstruktion abgesetzt werden sollen), ist das Begehen der Holzdeckenkonstruktion generell untersagt, insofern keine individuelle Betrachtung mit geeigneten Sicherheitsaufschlägen unter Berücksichtigung der Statik erfolgt ist.

Anmerkung: Die Last von 75 kg/m² wurde aus der Lastannahme für Schneelasten entwickelt und muss daher im unkritischen Zustand von den Holzbalken schadlos aufgenommen werden können. Es wird angenommen, dass sich die Personen auf den Balken bewegen. Die Tragfähigkeit der Verschalung oder Netze über den Balken wird durch diesen Belastungstest nicht geprüft!

Bei Arbeiten an ungeprüften Holzdeckenkonstruktionen darf ein Betreten ausschließlich von oben und mittels Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) (z.B. Sicherungsgeschirr) gegen Absturz und Versinken erfolgen (unter Spannung am Seil hängend).

Krane sind grundsätzlich nicht für die Personensicherung gegen Absturz vorgesehen. Unter besonderen Voraussetzungen und strikter Einhaltung der spezifischen Sicherungsmaßnahmen kann dies dennoch im begründeten Einzelfall in Betracht gezogen werden ([siehe Veröffentlichung „Stillgesetzter ortsveränderlicher Kran als Anschlagmöglichkeit für PSA gegen Absturz“ der Fachgruppe D-A-CH-S Absturzsicherung](#)).

3.2.3 Optional: Weitere Prüfungen zur qualifizierten Zustandsbeurteilung:

- Für den Fall, dass aufgrund neuerer Erkenntnisse eine labortechnische Zustandsbeurteilung von Hölzern möglich wird, kann eine Entnahme von Bauteilproben zur labormäßigen Untersuchung der Holzelemente für eine eingehende Beurteilung der Holzzustandes und zur Entwicklung einer Prognose zur Tragfähigkeit der Holzdeckenkonstruktionen durch eine fachkundige Person erfolgen.
- ➔ Ziel: Aussage zum Erfordernis eines Austausches von Teilen oder der gesamten Holzdeckenkonstruktion.

Bei der Überprüfung zur qualifizierten Zustandsbeurteilung der Holzdeckenkonstruktionen kommt es vor allem auf das Erkennen und Beurteilen von ggf. vorhandenen statischen Unzulänglichkeiten und häufig augenscheinlich nicht erkennbaren Schäden an. Diese Aufgabe erfordert statische, konstruktive, bauphysikalische und biochemische Kenntnisse und Erfahrung.

- In der Überprüfung der Standsicherheit der Holzdeckenkonstruktionen an Biogasanlagen fachkundige Personen sind Bauingenieure/-innen oder Ingenieure vergleichbarer Disziplinen, die mindestens fünf Jahre Tätigkeit in Planung, Ausführung und Begutachtung von Holzdeckenkonstruktionen an Biogasanlagen nachweisen können und sich dabei besondere Kenntnisse aus dem Bereich der Statik, des Holzbaus und der Bauchemie erworben haben.

Die Voraussetzungen für eine fachkundige Person erfüllen zum Beispiel

- Bauingenieure mit o. g. Qualifikation,
- Prüferingenieure für Standsicherheit/verantwortliche Sachverständige für Standsicherheit für die Fachrichtung Holzbau,
- Öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige aus dem konstruktiven Ingenieurbau für das Fachgebiet Holzbau sowie ö.b.u.v. Sachverständige für Holzschutz.

Literatur

DIN 11622-2: Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos - Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton (Stand: September 2015)

TRBS 1112 „Instandhaltung“

TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten“

DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“

Veröffentlichung „Stillgesetzter ortsveränderlicher Kran als Anschlagmöglichkeit für PSA gegen Absturz“ der Fachgruppe D-A-CH-S Absturzsicherung (Stand: 27.01.2016)