

## Standortsicherheitsmängel an Gebäuden



### Mängel am Rohbau

- Fallbeispiele - hochbelastete Mauerwerkspfeiler
- Bereich Stahlbetondecken
  - Bereich Holztafelbau

### Mängel an bestehenden baulichen Anlagen

infolge Nutzung, Alterung und mangelnder Wartung

- Fallbeispiele: - Materialversagen beim Betonbehälter
- Dachkonstruktion mit BSH Binder

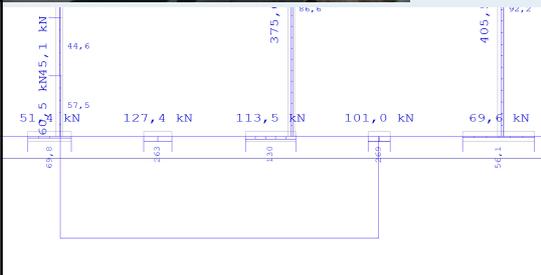
## Standortsicherheitsmängel im Rohbau – Mauerwerk + Stahlbetondecke

Baumaßnahme:  
**Mehrfamilienhaus mit  
Gewerbeeinheit im Erdgeschoss.**

Hier Fallbeispiele aus dem Bereich  
Mauerwerksbau und Stb.-Decken



## Standsticherheitsmängel im Rohbau – Mauerwerk + Stahlbetondecke



### Mängelfeststellung bei Abnahme:

- Fertigung und Verlegung Elementdecke über dem Erdgeschoss **ohne** vorherige **Prüfung / Freigabe** durch Prüfstatiker.
- Innenschale Außenwand: statt KSL 12 (1.4) / IIa gem. Statik wurden Porenbeton-Plansteine Festigkeitsklasse 2 verwendet, auch im Bereich hochtragender Mauerwerkspfeiler unter Balkone.
- Abweichende Ausführung Stb.-Überzug Bereich Giebelfenster – Balken bereits vorbetoniert ohne Bügelbewehrung bis in die Stahlbetondecke – dadurch wirksame Unterzughöhe um 20 cm reduziert.

## Standsticherheitsmängel im Rohbau - Mauerwerk

### Mauerwerkspfeiler im Wohnungsbau:

Die Pfeiler werden im Bereich der Wandköpfe häufig eingeschnürt, um Auflager für die Rolladenkasten herzustellen.

Bei einem 49er Pfeiler verbleiben z. B. am Wandkopf bei beidseitiger Einschnürung:

$49 - 2 * (12 + 4) = 17 \text{ cm}$  Auflagerbreite.

(Aufstandsfläche =  $17 \times 17,5 = 298 \text{ cm}^2 \ll 400 \text{ cm}^2$ )

### Problem:

- Überschreitung der zul. Druckspannungen am eingeschnürten Pfeilerwandkopf (Die Einschnürung bleibt i. d. R. beim Nachweis unberücksichtigt.)
- Bei Mauerwerkspfeiler aus Porenbeton gelingt i. d. R. bei hohen Auflasten nicht der Knicksicherheitsnachweis in Pfeilermitte.

SKF 2 bis ca. 25 - 30 kN – Pfeiler 41/17,5 cm ohne Einschnürung

SKF 4 bis ca. 45 - 50 kN – Pfeiler 41/17,5 cm ohne Einschnürung



## Standortsicherheitsmängel im Rohbau - Mauerwerk



### Sanierung Pfeiler (Vorschlag Bauunternehmer):

#### Stahlstützen mit „Kopfschwelle“

(Im Sockelbereich waren Verblender auf ca. 1,0 m Höhe und äußere Abdichtung zum Zeitpunkt der Mängelfeststellung bereits fertiggestellt.)



### Sanierung hochbelasteter Wände: zusätzliche 2. Innenschale mit KS- Mauerwerk

## Standortsicherheitsmängel im Rohbau - Stahlbetondecken

### Stahlbetondecke – hier Elementplatten

Bei Sichtung der Unterlagen zur Elementdecke wurde festgestellt, dass die Schubbemessung im Bereich der hohen Auflager- und Linienlasten aus dem oberem Geschoss nicht berücksichtigt wurden.

Vorhandene Schubtragfähigkeit : bis ca. 66 kN/m  
Erforderliche Schubtragfähigkeit : bis ca. 128 kN/m

### Folge:

#### Neubemessung der Schubtragfähigkeit:

- Für die Neubemessung wird der Betontraganteil aus der vorh. Verbundfuge berücksichtigt, hier ca. 33 kN/m (Anteil aus Verbundbewehrung (33 kN/m) bleibt unberücksichtigt).
- Die verbleibende **Restquerkraft** von 128 kN/m – 33,0 kN/m = **95 KN/m** wird dem **Ortbetonquerschnitt** oberhalb der Elementdecke zugewiesen.

Aus der Neubemessung seitens Elementdeckenhersteller folgte:

- Erhöhung der Ortbetonenschicht um 2 cm auf 16 cm
- Einbau von Bügelbewehrung – hier Verwendung von EQ Schubträger als Ersatzbügelquerschnitt (EQ Träger bauaufsichtlich unter bestimmten Randbedingungen hierfür zugelassen)
- Ergänzung zusätzlicher Biegezugbewehrung auf den Elementplatten

## Standortsicherheitsmängel im Rohbau - Stahlbetondecken



### Sanierungsablauf:

- Rückbau der oberen Bewehrung
- Einbau zusätzlicher EQ Schubträger (EQ-Träger mit Zulassung als „Schubbewehrung“ im Ortbeton)
- Einbau zusätzlicher erfordl. Biegezugbewehrung in Tragrichtung der Elementplatten

Zeitverzögerung durch Sanierung  
Mauerwerk und Decke: **ca. 4 Wochen**

## Standortsicherheitsmängel im Rohbau - Stahlbetondecken

### Fallbeispiel Lüftungsrohre in Stahlbetondecken:



## Standortsicherheitsmängel im Rohbau - Stahlbetondecken

### Fallbeispiel Lüftungsrohre in Stahlbetondecken:

#### Problem:

Rohrstränge werden in der Regel bei der Bemessung der Stb.-Decken nicht erfasst (z. Bsp. in Form von Aussparungen).

Durch die gebündelte Anordnung der Rohrstränge wird die Tragfähigkeit der Decke geschwächt, insbesondere wenn diese quer zur Haupttragrichtung verlaufen.



## Standortsicherheitsmängel im Rohbau - Stahlbetondecken

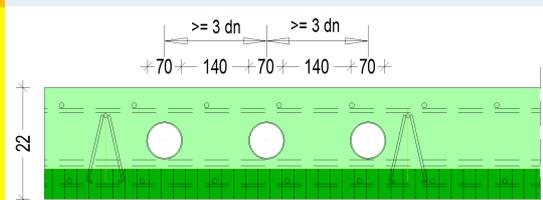
### Fallbeispiel Lüftungsrohre in Stahlbetondecken:

#### Empfehlungen:

Abstimmung der technischen Gebäudeausstattung mit Statiker  
(Verlauf der Lüftungsrohre, Sammelpunkt der Rohre ggf. durch Aussparung in Decke berücksichtigen)

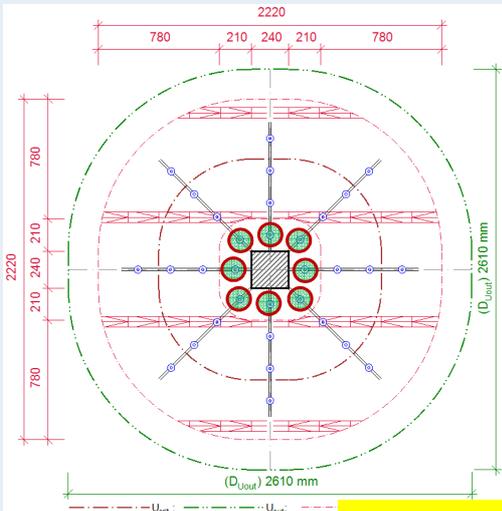
Rohrstränge: empfohlener Abstand  $\geq 3 \text{ dn}$   
( $3 \times 70 \text{ mm} = 210 \text{ mm}$ )

Mindestdicke Decke ohne Berücksichtigung  
Leitungskreuzung : (Geb.-Kl. 1) 20 cm – F 0  
22 cm – F 30-A  
24 cm – F 90-A

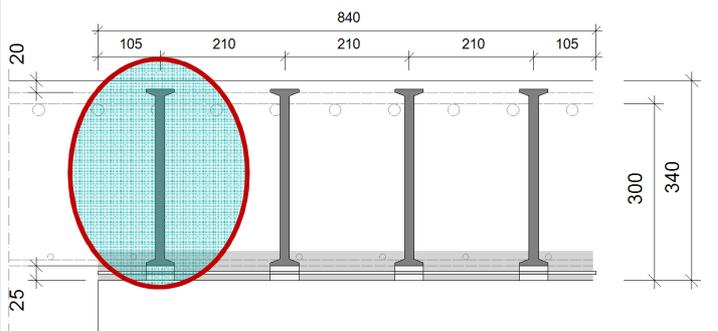


**Standsicherheitsmängel im Rohbau - Stahlbetondecken**

**Fallbeispiel Durchstanzleisten in Stb.-Decken:**



Der Einbau von Durchstanzleisten, insbesondere in Elementdecken, erfordert ein sehr hohes Maß an Präzision!!

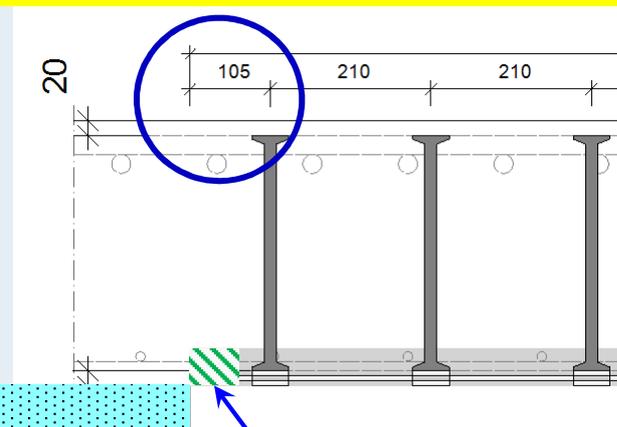


Kein Bolzen der 1. Reihe darf die Mindest- und Höchstabstände gem. Zulassung zum Anschnitt der Stütze unter- bzw. überschreiten!!!

**Standsicherheitsmängel im Rohbau – Stahlbetondecken Durchstanzen**

Bsp.: Abstand 1. Bolzen zum Stützenrand, i. d. R. min.  $\geq 0,35$  dm; max.  $\leq 0,38$  bis  $0,50$  dm, je nach Zulassung [dm = statische Höhe]

Hier: **Mindestabstand** zum Stützenrand:  $300 \text{ mm} \times 0,35 \geq 105 \text{ mm}$   
**Maximalabstand** zum Stützenrand:  $300 \text{ mm} \times 0,5 \leq 150 \text{ mm}$



Stütze

Empfehlung: **Druckfuge** am Stützenanschnitt in Ortbeton  $\geq 4 \text{ cm}$

## Standortsicherheitsmängel im Rohbau – Stahlbetondecken Durchstanzen

### Sanierung bei einzelnen zu korrigierende Bolzen:

Zusätzliche Doppelkopfbolzen durch Kernbohrung einbringen.

Zusätzliche Doppelkopfbolzen oberhalb der Elementplatten sind nicht zulässig!!



## Standortsicherheitsmängel im Rohbau – Stahlbetondecken Durchstanzen

### Weitere Sanierungsmöglichkeit:

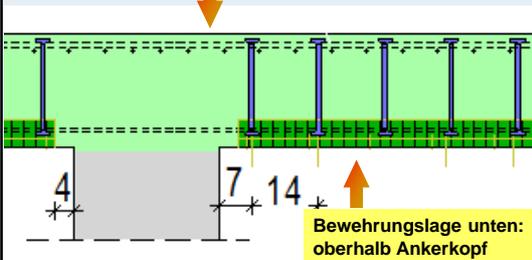
- Die Aussparung um die Stütze im Hochdruck-Nassverfahren vergrößern - falsche 1. Bolzenreihe mit wegnehmen.
- die 1. Doppelkopfbolzenreihe wird unter Einhaltung der Mindestabstände im Ortbetonbereich neu eingesetzt.
- Zulagebewehrung kreuzweise ergänzen.



## Standsicherheitsmängel im Rohbau – Stahlbetondecken Durchstanzen

### wichtige Hinweise:

Bewehrungslage oben:  
unterhalb Ankerkopf



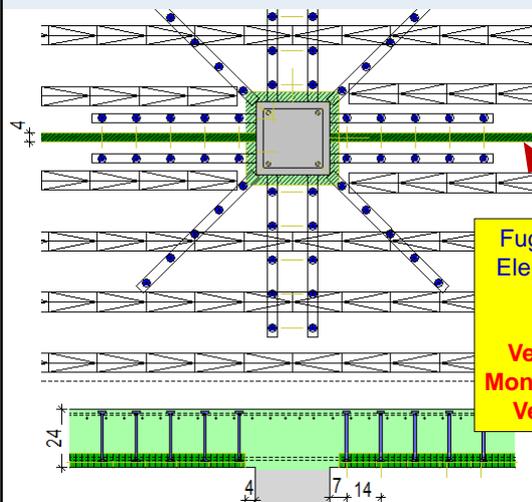
Die **unteren** Ankerköpfe der Doppelkopfbolzen müssen mindestens bis zur **Unterkante der untersten Bewehrungslage** innerhalb der Elementplatte, die **oberen** Ankerköpfe bis zur **Oberkante der obersten Bewehrungslage** reichen!!!



## Standsicherheitsmängel im Rohbau – Stahlbetondecken Durchstanzen

### Elementdeckenstoß im Durchstanzbereich:

zwischen den Elementdecken ist eine Fuge von min. 4 cm erforderlich. Dieser Bereich ist mit Beton zu verfüllen, um eine ausreichende Übertragung der Druckkräfte zu gewährleisten!!



Aussparungen im Stützenbereich sind grundsätzlich von Styroporresten zu säubern, da andernfalls kein Druckkontakt entstehen kann!

### Fallbeispiele Mängel in Holztafelbauweise:

#### Gravierende Standsicherheitsmängel von Wohngebäuden in Holztafelbauweise 2013 - 2015:



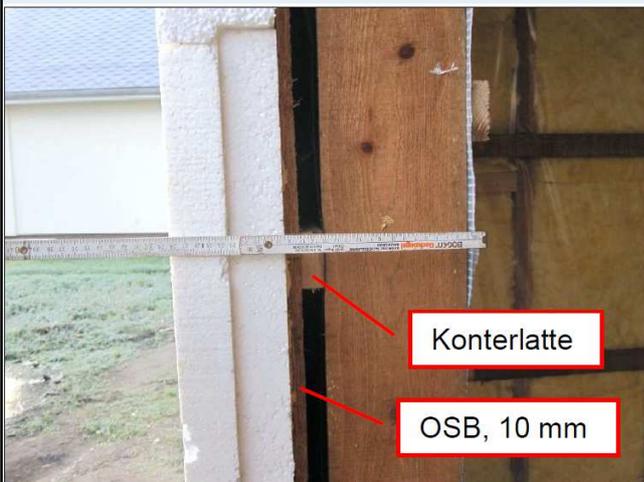
Betroffen waren: 3 bewohnte Eigenheime  
2 bewohnte Mietobjekte als alleinstehende Häuser  
2 bewohnte Mietobjekte als Doppelhäuser  
4 im Rohbau befindliche Häuser

Das Bauamt wurde durch eine anonyme Anzeige auf die mangelhafte Ausführung bei den Rohbauten eingeschaltet.

Alle Baumaßnahmen waren zum Zeitpunkt der Mängelfeststellung im Bauanzeigeverfahren nach § 60 NBauO (*Baumitteilungsverfahren*) registriert.

Die Bauausführungen sämtlicher Gebäude wichen in einem erheblichem Maß von den vorgelegten Statiken ab (Pfeftendach, Spannrichtung Balken, Wandaufbau usw.).

### Standsicherheitsmängel Holztafelbauweise - Wände



- Außenwand: Die Beplankung wurde anstatt auf den tragenden vertikal-Rippen auf eine konstruktive Konterlattung befestigt.
- Alle Außenwände sind ohne Zug-Verankerung zur Gründung errichtet worden.

Eine aussteifende Wandscheibenfunktion ist in dieser Bauweise nicht nachzuweisen.

Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - **Wände**



Innenwände sind ohne Anschluss an die Außenwände hergestellt worden.  
Die Innenwände haben so keine aussteifende / lastableitende Wirkung für die Außenwand

Bild 6: Luftzwischenraum zwischen Umfassungswand und Querwand. Eine statisch wirksame Verbindung ist nicht erkennbar.

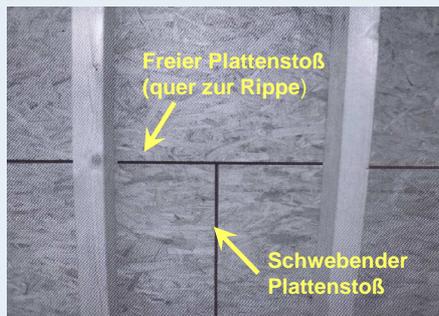


Bild 13: Dachgeschoss; hier trifft eine Rauntrennwand auf den Drempe. Eine statisch wirksame Verbindung ist nicht erkennbar.

Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - **Wände**



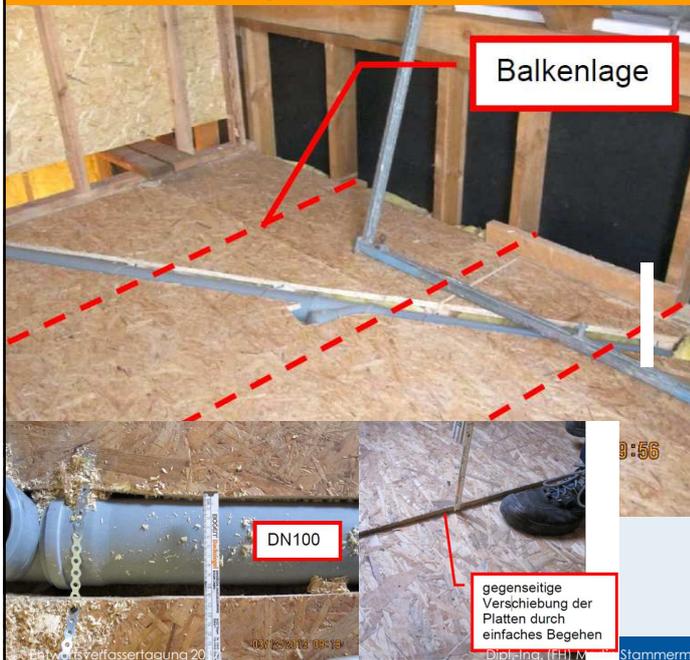
**Giebel:**  
Senkrechte Wandstiele sind im OG in Höhe der Fensterbänke gestoßen.  
Eine regelmäßige Geometrie von senkrechten und horizontalen tragenden Riegeln ist nicht vorhanden. Ein wirksames „Trägerrost“ kann nicht nachgewiesen werden.



OSB-Platten sind „wild“ bzw. verschnittfrei gestoßen – also mit „freien“ und „schwebende“ Stöße. – für Wände nicht zulässig!!!



Eine regelmäßige Vernagelung / Verklammerung war außerdem nicht erkennbar.

Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - **Decke**

Balkenlage

DN100

gegenseitige  
Verschiebung der  
Platten durch  
einfaches Begehen

Querschnittsschwächung der Balkenlage  
durch Rohrstrang:

dadurch verminderte Tragfähigkeit der  
Balkenlage

- Unterbrechung der OSB-Plattenscheibe
- Schwebende Plattenstöße
- Fehlende Randrippen

Die Deckenscheibenwirkung ist stark  
eingeschränkt bzw. nicht mehr  
nachweisbar

Entwurfsverfassertagung 2017

17.05.2017 09:13

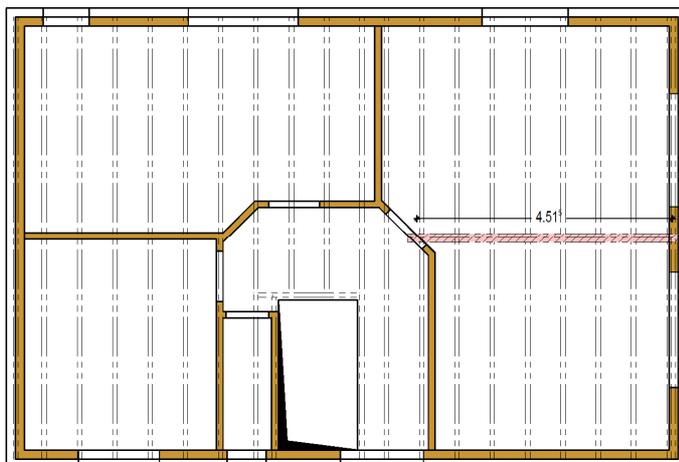
Dipl.-Ing. (FH) M.

Stammerrmann - Amt 60.3 - Statik

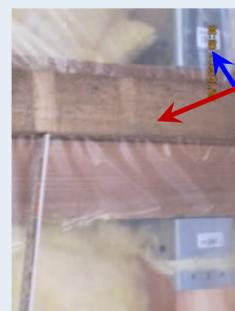
21

Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - **Decke**

## Grundriss Erdgeschoss



## Abfangung Balkenlage im Wohnzimmer



„deckengl. Balken“ mit  
2 x 8 / 22 cm  
ca. 4,50 m Spannweite

Anschluss  
Balkenlage  
(von unten fotografiert)

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammerrmann - Amt 60.3 - Statik

22

Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - **Decke**

## Wohnzimmer im bewohnten Haus:



„deckengl. Balken“ mit 2 x 8 / 22 cm  
ca. 4,0 m Spannweite

Anschluss Balkenlage

- Spannrichtung Balkenlage gegenüber Ursprungsstatik geändert.
- deckengl. Balken nur konstruktiv als Doppelbalken gewählt, keine Bemessung vorhanden.
- Ausbaulasten infolge Estrich-Beton im OG wesentlich höher als ursprünglich mit 0,52 kN/m<sup>2</sup> angenommen

Mieter stellt nach Einzug zunehmende Durchbiegungen von ca. 5 cm der Decke fest.  
Vermieter veranlasst daraufhin eine Notabstützung.

Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - **Decke**

Im Obergeschoss sind infolge der Deckenverformungen deutliche Abrisse des Bodenbelags vom Wandbereich zu erkennen.



## Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - Dachkonstruktion



Pfetten der Ursprungsstatik:  
**b/h = 14 / 26 cm** – als  
Zweifeldträger

Vorhandener  
Pfettenquerschnitt:  
**b/h = 10 / 15 cm**  
(Richtholz)

Es stellt sich ein Mischsystem aus Sparren- und Kehlbalkendach ein.

**Günstig:** In der Regel wurde eine sehr leichte Dacheindeckung mit Dachpappe / Pappschindeln ausgeführt



## Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise - Dachkonstruktion



Infolge des Mischsystems aus Sparren- Kehlbalkendach stellt sich Sparrenschub ein. Der Dremmel wird horizontal belastet.

### Problem:

Die Dremmelhöhe beträgt abweichend vom Entwurf ca. 95 cm statt 40 cm. Die Wandstiele des Dremmels sind im Deckenbereich stark ausgeklinkt: (Balloon-Framing Konstruktion: Wandstiele werden aus dem Erdgeschoss ins Dachgeschoss hochgeführt)

In den bewohnten Objekten konnten im Bereich der 95 cm hohen Dremmel teilweise Lotabweichungen von ca. 2-3 cm festgestellt werden.



Rest-  
querschnitt  
ca. 10 cm



Standsicherheitsmängel Holzrahmenbauweise

**Gefahr in Verzug für die Bewohner??  
Sanieren möglich oder Abriss???**

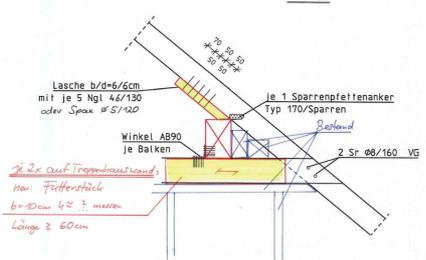


Nach kurzfristig eingebrachten Notabstützungen der Dachkonstruktion und Balkenlage durch den verantwortlichen Bauträger, weiteren Begutachtungen sowie Verhandlungen mit Bauherrn und dem Bauträger wurden aufwendige Sanierungskonzepte durch ein Ingenieurbüro mit dem Schwerpunkt Holzbau erarbeitet.

Sanierung Holzrahmen / -tafelbau

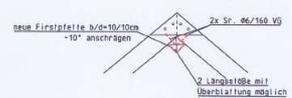
Mittelpfettenpunkt

M 1:25

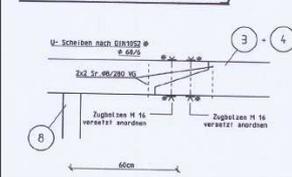


Firstpunkt

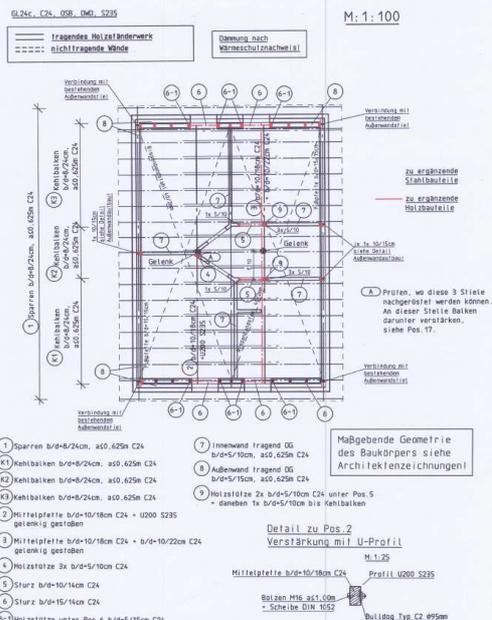
M 1:25



Gelenkausbildung



Positions- und Übersichtsplan Dachgeschoss



Sanierungsmaßnahmen im DG:

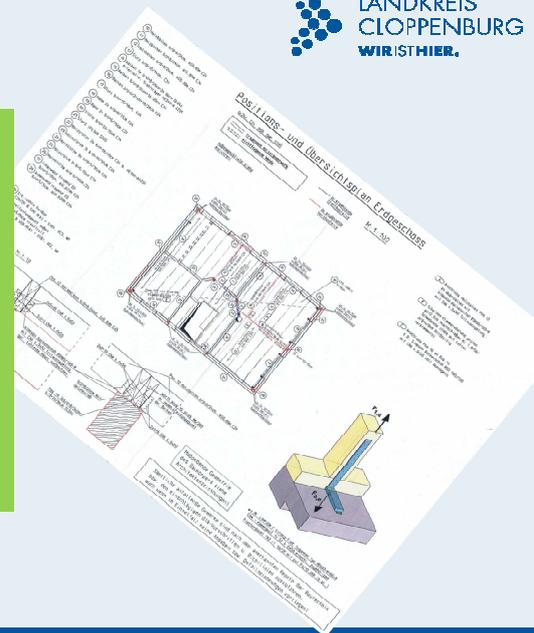
- Einbau neuer Dachpfetten durch öffnen der vorh. Giebel
- Verstärkung der vorh. Mittelpfetten durch U-Träger
- Einbau zusätzlicher Stützen und Holzrähme im Bereich der Fensteröffnungen im Giebelbereich
- Ergänzung / Erneuerung der Beplankung mit 15 mm OSB-Platten

Sanierung Holzrahmen / -tafelbau



Sanierungsmaßnahmen im EG:

- Einbau Abfangträger unter vorh. Balkenlage Wohnzimmer
- Verstärkung Balkenlage unterhalb tragender Wände im Dachgeschoss (Lastabtrag Mittelpfette)
- Verstärkung Fensteröffnungen mit Abfanggrähme
- Einbau zusätzlicher Stützen und Holzrähme im Bereich der Fensteröffnungen im Giebelbereich
- Ergänzung / Erneuerung der Beplankung mit 15 mm OSB-Platten
- Einbau von Zuganker zur Verankerung der Wandscheiben mit der Sohlplatte



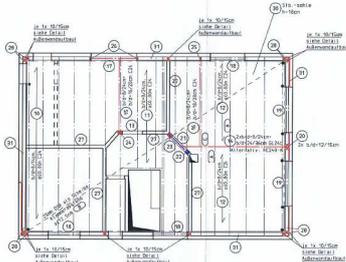
Sanierung Holzrahmen / -tafelbau



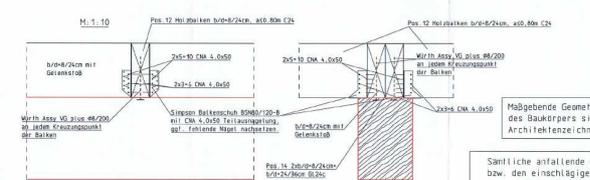
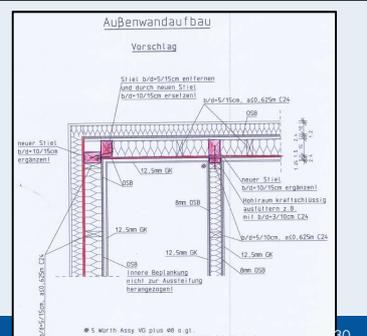
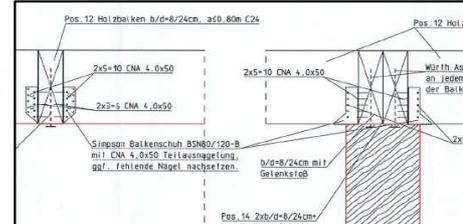
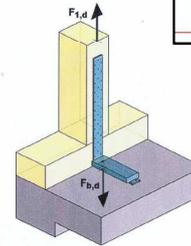
Positions- und Übersichtsplan Erdgeschoss

- Ⓚ Holzbalke b/d=24cm, s/d=80m C24
- Ⓚ Holzbalke b/d=24cm, s/d=80m C24
- Ⓚ Holzbalke b/d=24cm, s/d=80m C24
- Ⓚ Stütze b/d=10/15cm, C24
- Ⓚ Balken 2x b/d=24cm/24/36cm GL24c
- Ⓚ Alternativ: Stahlträger HE240\*5235
- Ⓚ Balken b/d=24cm/24/28cm C24
- Ⓚ Balken b/d=24cm/10/28cm C24
- Ⓚ Sturz b/d=15/18cm, C24
- Ⓚ Rähme 2x b/d=5/15cm C24
- Ⓚ Rähme 2x b/d=5/15cm C24
- Ⓚ Stütze b/d=10/15cm C24
- Ⓚ Sturz IPE160 S235
- Ⓚ Holzstütze 2x b/d=10/15cm C24 o. HE100-A5235
- Ⓚ Holzstütze 2x b/d=10/15cm C24
- Ⓚ Holzstütze 3x b/d=5/10cm C24
- Ⓚ Holzstütze b/d=5/15cm C24
- Ⓚ Holzstütze b/d=5/15cm C24
- Ⓚ Innenwand tragend EG b/d=5/15cm, s/d=4,05m C24
- Ⓚ Außenwand tragend EG b/d=5/15cm, s/d=4,05m C24
- Ⓚ Stb - Stahl n-Holz C20/25 B 500 M341 + S101, K22, Wf
- Ⓚ Stahl-Fundament außen b/d=3/15cm, s/d=1,00m C20/25 B 500 M341 + S101, K22, Wf

GL24c, C24, OSB, D60, S235  
 M: 1:100  
 zu erhaltende Fachwerkteile  
 zu erhaltende Holzbauteile  
 zu ersetzende Fachwerkteile  
 zu ersetzende Holzbauteile  
 Außenwandseite siehe Maßstab



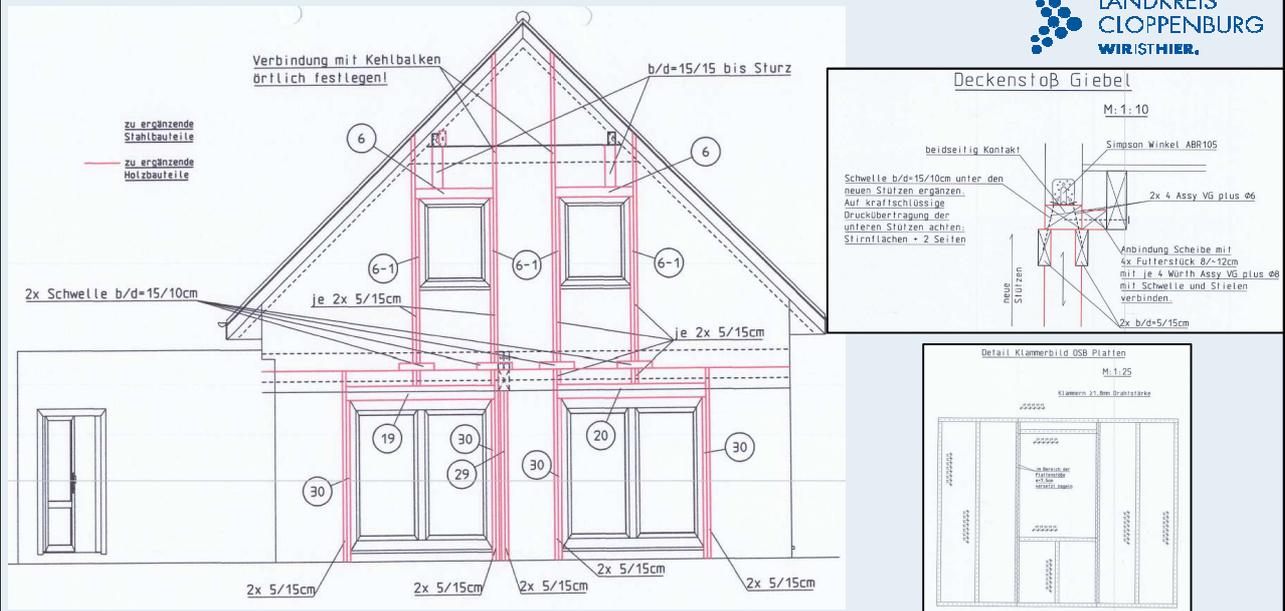
- Ⓚ Anschluss Holzbalke Pos. 12 an Giebelbalken mit Simpson Balkenschuh BSN80/120-B mit CNA 4,0x50 Teilanspannung.
- Ⓚ Schließen Klammernstand an den s/d=12cm (nachschleiben KL 1,8/54) Schwerele Stiele mit Latten b/d=4/4/8cm beidseitig verankern!
- Ⓚ Anschluss Pos. 16 an Pos. 16 z.B. Simpson Balkenschuh BS100/220 mit CNA 4,0x50 voll aussteifen.



Maßgebende Geometrie des Bauwerks siehe Architekturanzeichnungen  
 \* z.B. SIMPSON / Stremp-Tief-Zuganker Typ HEN20-M16-B CNA - Kammerschl. St. 1.4, 0x50, einseitig Zuganker/ger. Flanschenblech, FAX 11.16.25 mit L. 22x36, 80m 18, 90

Sämtliche anfallende Gewerke sind nach den anerkannten Regeln der Bautechnik bzw. den einschlägigen DIN-Vorschriften u. Richtlinien auszuführen, auch wenn im Einzelfall keine Angaben bzw. Detailzeichnungen vorliegen!

## Sanierung Holzrahmen / -tafelbau



Entwurfsverfassertragung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

31

## Sanierung Holzrahmen / -tafelbau



Gegen den verantwortlichen Bauunternehmer wurde ein 5-stelliges Bußgeld festgesetzt.

Die Sanierungsmaßnahmen der bewohnten Gebäude

- 2 Doppelhäuser
- 5 Einzelhäuser

zogen sich über 9 Monate hin

Die Sanierungsmaßnahmen wurden durch das Ingenieurbüro überwacht und nach Abschluss ohne Standsicherheitsmängel freigegeben.

Entwurfsverfassertragung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

32

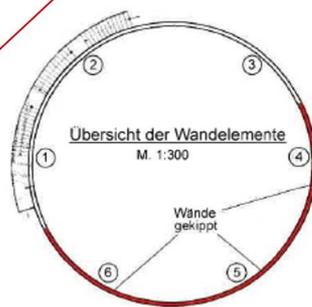
**Mängel an bestehenden baulichen Anlagen**

2.2 Lageplan / Übersicht Kläranlage Cappeln:



Klärschlammbehälter fliegt mit lautem Knall am 29.12.2015 um 7.00 morgens auseinander

Behälterhavarie 29.12.2015



**Standsicherheitsmängel im Bestand: Behälterhavarie Cappeln 29.12.2015**



Hier: Stahlbetonwandelement wurde durch das schlagartige Versagen aus der Bewehrung herausgerissen.

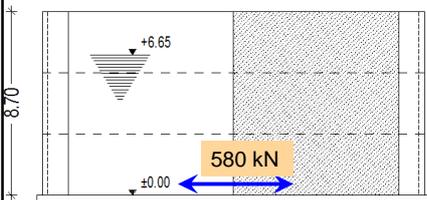
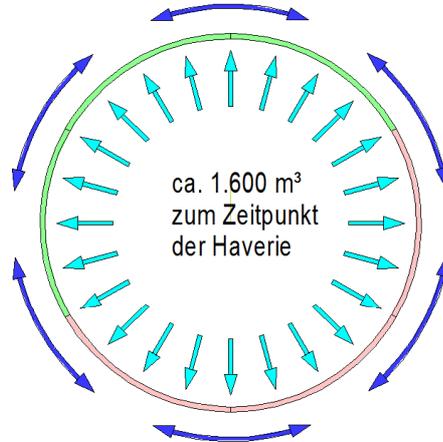
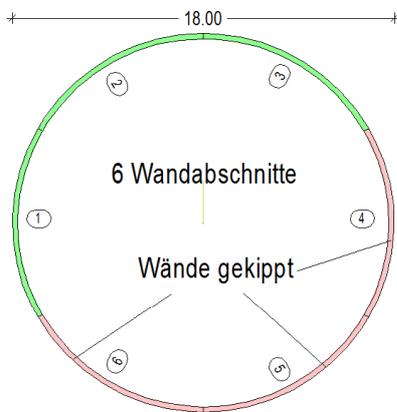


Standsicherheitsmängel im Bestand: Behälterhaverie Cappeln 29.12.2015



**Baubeschreibung:**

Stahlbetonbehälter  
 Herstellung 1980-1981  
 Außendurchmesser 18,0 m  
 Innendurchmesser 17,50 m  
 Wandhöhe OK Sohle = 8,70 m  
 Wanddicke = 25 cm;  
 zul. Füllguthöhe ca. 7,90 m,  
 Fassungsvermögen ca. 1900 m<sup>3</sup>



Ringzugkräfte im Fußbereich:  
 $N_z = \gamma \cdot h \cdot r$   
 $N_z = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 6,65 \text{ m} \cdot 8,75 \text{ m} = 581 \text{ kN}$   
 **$N_z = \text{Zugkraft von ca. 58 t}$**   
 (zum Vgl. Leergewicht VW-Golf = ca. 1,6 t = 36 Stck.)

Standsicherheitsmängel im Bestand: Behälterhaverie Cappeln 29.12.2015

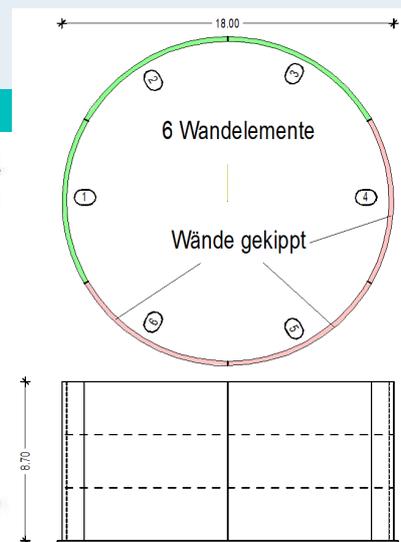
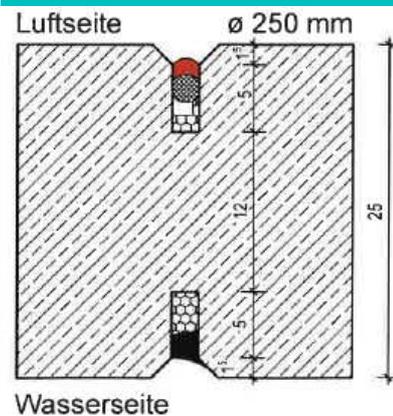


**Konstruktionsprinzip:**

Ortbetonbehälter mit 3 horizontalen und 6 vertikalen Fugen  
 Vertikale Fugen als Sollrissfugen – damals Stand der Technik



Vertikale Fugenausbildung



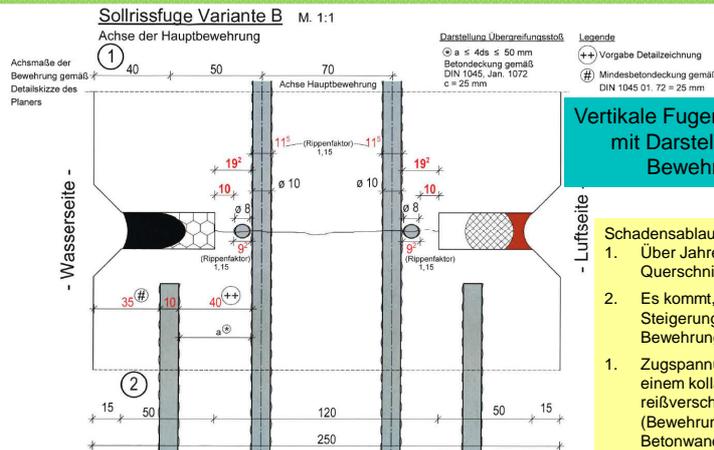
## Standsicherheitsmängel im Bestand: Behälterhavarie Cappeln 29.12.2015

### Schadensursache:

- Mangelnde Betondeckung im Einschnürungsbereich
- In den Bohrkernen im Bereich der vorgelagerten Verkehrsfläche wurden erhöhte Chlorid Konzentrationen festgestellt. Dadurch wurde die Betonstahlkorrosion begünstigt.



Bild 7: Feststellen des Bewehrungsdurchmessers mit der Schieblehre. An der Bruchstelle sind Korrosionsspuren erkennbar.



Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

37

## Standsicherheitsmängel im Bestand: Behälterhavarie Cappeln 29.12.2015

### Ankündigung Tragversagen?

- Äußerliche Risse im Beton
- Rostnasen als Indiz für Bewehrungskorrosion
- Undichtigkeiten

waren unmittelbar vor dem Unglücksfalls nach Aussage des Betreibers nicht zu erkennen gewesen.

### Prüfung und Bauwerksüberwachung für Behälter derzeit im Detail nicht geregelt

- **Prüfung nur im Brückenbau geregelt:**  
**DIN 1076 Bauwerksprüfung** (u. a. Untersuchung der Materialermüdung geregelt)
- **Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen:**  
**VDI Richtlinie 6200** (kein förmliches Gesetz)

### Maßnahmen des Betreibers OOWV:

- Erarbeitung Ablauf Behälterprüfung in Zusammenarbeit mit mehreren Ingenieurbüros mit dem Spezialgebiet Behälterbau **in Anlehnung DIN 1076 und VDI 6200** – als **betriebsinterne Richtlinie**
- Prüfung sämtlicher Behälter anhand dieser Richtlinie

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

38

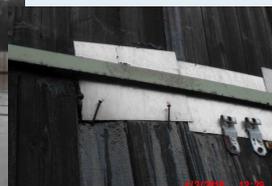
Standsicherheitsmängel im Bestand: Güllebehälter Febr. 2016



Güllehochbehälter im  
Landkreis Cloppenburg,  
Februar 2016 –  
ca. 5 Wochen nach Cappeln.



Standsicherheitsmängel im Bestand: Güllebehälter Febr. 2016



**Sieht so verantwortlicher Umgang  
seitens des Eigentümers / Betreibers  
mit baulichen Anlagen aus?**

Standsicherheitsmängel Behälter:

**Bad Segeberg 17. Febr. 2017**



BAUERHOF

17.02.17

**Gülle-Tank explodiert – 120.000 Liter ausgelaufen**



Geplatzter Güllebehälter in Strenglin (Schleswig-Holstein)



Da sich der Ort des Geschehens auf einem der höchsten Punkte im Ort befindet, verteilt sich die Gülle weiträumig an vielen Stellen.

Standsicherheitsmängel im Bestand: Sporthallen



## Standsicherheitsmängel im Bestand: Sporthallen

Während Turniers:  
Turnhallendach stürzt unter  
Schneelast in Tschechien  
am 15.01.2017 ein.

Die Halle war erst am 02.01.2017 in  
Betrieb genommen worden.



Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

43



## Standsicherheitsmängel im Bestand: Sporthallen

Turnhallendach in Lingen: Einsturz 16.01.2017



Dachkonstruktion mit BSH-Binder

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

44



**Standsicherheitsmängel im Bestand**

**Turnhallendach in Lingen: Einsturz 16.01.2017**

**BGB § 836:** wird durch den Einsturz eines Gebäudes ... oder durch Ablösen von Teilen ... ein Mensch getötet, ... verletzt oder eine Sache beschädigt, ist der **Besitzer** des Grundstücks ... verpflichtet, den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen ...

Nach § 3 Abs. 1 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) müssen bauliche Anlagen ... so angeordnet, beschaffen und für ihre Benutzung geeignet sein, dass die öffentliche Sicherheit nicht gefährdet wird. Insbesondere dürfen Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht bedroht werden.

**Die Verantwortung für die ordnungsgemäße Instandhaltung und die Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit liegt beim Eigentümer oder Verfügungsberechtigten eines Bauwerks.**



**VDI 6200**

**Konsequenzen aus dem Unglücksfall Bad Reichenhall:**

2006 verabschiedet die Bauministerkonferenz der Länder (ARGEBAU)

„Hinweise für die Überwachung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer / Verfügungsberechtigten“

als Anlage zur Musterbauordnung



2010: VDI Richtlinie 6200: Wiederkehrende Bauwerksprüfungen im Hochbau

„Die VDI-Richtlinie vertieft und ergänzt die Hinweise der ARGEBAU durch Integration zusätzlicher statisch, konstruktiver Merkmale, sowie durch technische Erläuterungen und Hilfsmittel zur Beurteilung der Standsicherheit von Hochbauten.“

Die VDI 6200 richtet sich an Eigentümer, Verfügungsberechtigte, an beteiligte Fachleute wie Ingenieure und Architekten und öffentliche Bauherren.



VERGLEICH		VDI RICHTLINIEN		Februar 2010	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Standsicherheit von Bauwerken (Regelmäßige Überprüfung)	VDI 6200	Struktural safety of buildings (Regular inspections)	VDI 6200	Angewandte Bautechnik (Technical Building Code)
Die folgende Tabelle zeigt die Unterschiede zwischen den beiden Richtlinien. Die Spalten sind von links nach rechts: VDI 6200, VDI 6200, VDI 6200, VDI 6200, VDI 6200, VDI 6200.					
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19

VDI 6200



Regelmäßig wiederkehrende Bauwerksprüfung gemäß VDI 6200 – Abs. 5 nach 3 stufigem Konzept:

- **Begehung** mit Sichtung offensichtlicher Mängel durch den im Regelfall **nicht fachkundigen** Eigentümer und Verfügungsberechtigten

- **Inspektion** als visuelle Prüfung des Tragwerks ohne technische Hilfsmittel durch **eine fachkundige Person**

- **eingehende Überprüfung** durch **eine besonders fachkundige Person** als handnahe Prüfung des Tragwerks mit zerstörungsfein und zerstörenden Materialuntersuchungen

Als **fachkundige Person** gelten Architekten und Bauingenieure mit abgeschlossenem Studium und fünfjähriger Berufserfahrung im Bereich des Aufstellens von Standsicherheitsnachweisen oder in der technischen Bauleitung (VDI 6200 Abs. 11).

Als **besonders fachkundige Person** gelten beratende Ingenieure und Prüfengeure mit mindestens 10 jähriger Berufserfahrung sowie öffentlich bestellte und anerkannte Sachverständige mit entsprechenden statischen Fachschwerpunkten (Holzbau, Stahlbau, Stahlbetonbau, Mauerwerksbau) (VDI 6200 Abs. 11).

VDI 6200



Zur Festlegung der jeweiligen Art der Überprüfung und entsprechenden **Zeitintervallen** werden die Bauwerkstypen in verschiedene **Schadensfolgeklassen** und Robustheitsklassen unterteilt.

Tabelle 1. Schadensfolgeklassen (Consequences Classes) für Bauwerke mit Beispielen (nicht vollständig)

Schadensfolgeklasse	Merkmale	Gebäudetypen und exponierte Bauteile	Beispielhafte Bauwerke
CC 3 Kategorie 1 gemäß [1]	hohe Folgen (Schäden an Leben und Gesundheit für sehr viele Menschen, große Umweltschäden)	insbesondere: Versammlungsstätten für mehr als 5000 Personen	Stadien, Kongresshallen, Mehrzweckarenen
CC 2 Kategorie 2 gemäß [1]	mittlere Folgen (Schäden an Leben und Gesundheit für viele Menschen, spürbare Umweltschäden)	bauliche Anlagen mit über 60 m Höhe Gebäude und Gebäudeteile mit Stützweiten größer 12 m und/oder Auskragungen größer 6 m sowie großflächige Überdachungen exponierte Bauteile von Gebäuden, soweit sie ein besonderes Gefährdungspotenzial beinhalten	Hochhäuser, Fernsehtürme Bürogebäude, Industrie- und Gewerbetbauten, Kraftwerke, Produktionsstätten, Bahnhofs- und Flughafengebäude, Hallenbäder, Einkaufsmärkte, Museen, Krankenhäuser, Kinos, Theater, Schulen, Diskotheken, Sporthallen aller Art, z. B. für Eislauf, Reiten, Tennis, Radfahren, Leichtathletik große Vordächer, angehängte Balkone, vorgehängte Fassaden, Kuppeln
CC 1	geringe Folgen (Sach- und Vermögensschäden, geringe Umweltschäden, Risiken für einzelne Menschen)	robuste und erfahrungsgemäß unkritische Bauwerke mit Stützweiten kleiner 6 m Gebäude mit nur vorübergehendem Aufenthalt einzelner Menschen	Ein- und Mehrfamilienhäuser landwirtschaftlich genutzte Gebäude

Schadensfolgeklasse	Begehung gem. Abschnitt 10.1.1	Inspektion gem. Abschnitt 10.1.2	Eingehende Überprüfung gem. Abschnitt 10.1.3
CC 3	1 bis 2 Jahre	2 bis 3 Jahre	6 bis 9 Jahre
CC 2	2 bis 3 Jahre	4 bis 5 Jahre	12 bis 15 Jahre
CC 1	3 bis 5 Jahre	nach Erfordernis	

## Bauwerksüberprüfung nach VDI 6200



## Bauzustandsuntersuchung am Beispiel einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg im Febr. 2017



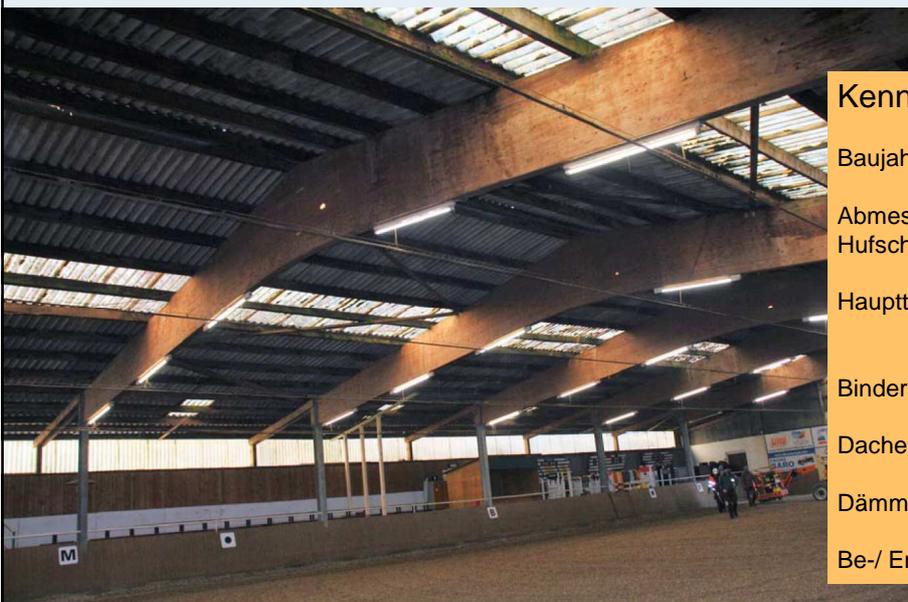
Aufgrund einer anstehendend  
Dachsanierung (Erneuerung der Dachfläche)  
wird auf Anraten des Bauamtes eine  
Untersuchung  
**der tragenden Bauteile der  
Dachkonstruktion**  
durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro  
durchgeführt.

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

49

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



## Kenndaten:

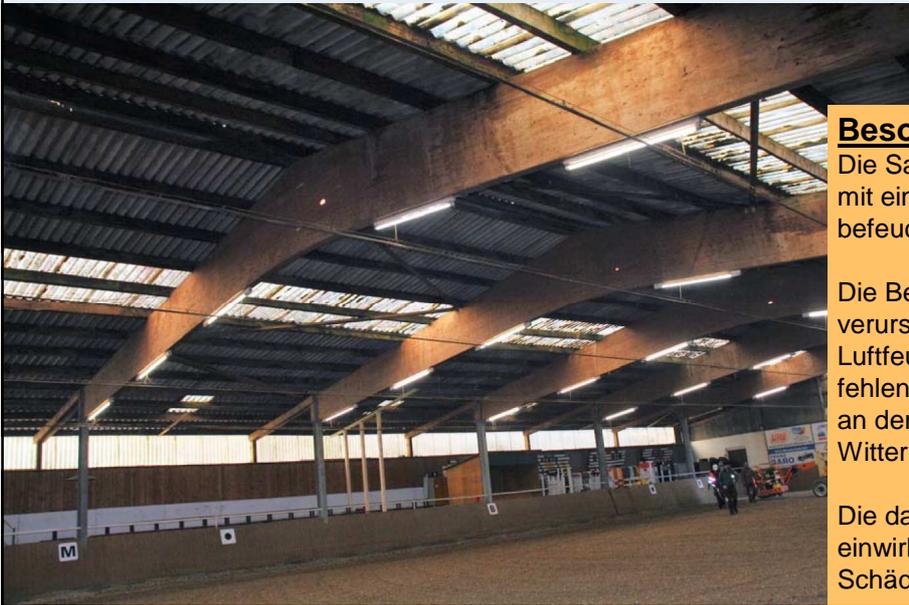
Baujahr:	1980
Abmessungen Hufschlagfläche:	40,6 x 20,8 m
Haupttragwerk:	5 BSH-Binder, b/h = 14,5/80 ...128,5 cm
Binderabstand:	6,65 m
Dacheindeckung:	Faserzementplatten
Dämmung:	nicht vorhanden
Be-/ Entlüftung:	über Dach nicht vorh.

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

50

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



### **Besonderheit / Problem:**

Die Sandfläche des Hufschlags wird mit einer Beregnungsanlage befeuchtet.

Die Befeuchtung der Sandfläche verursacht eine entsprechende Luftfeuchtigkeit, die aufgrund der fehlenden Dämmung und Belüftung an der Dachhaut bei ungünstiger Witterung kondensiert.

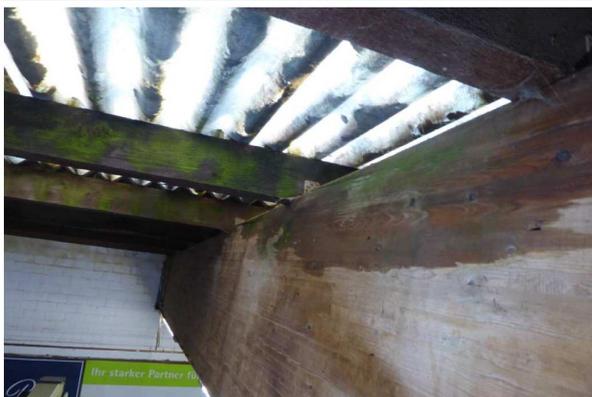
Die dauerhafte Feuchtigkeitseinwirkung hat zu erheblichen Schäden an der Konstruktion geführt

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

51

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



Wasserfilm und Algenbildung auf der Holzkonstruktion

Holzfeuchtemessungen zwischen 34,5 und 41%  
(Gleichgewichtsfeuchte Bauholz ca. 12 %)

Bei den gemessenen Holzfeuchten wäre die Tragfähigkeit nach alter Norm um 1/3 zu verringern!

### Festgestellte Mängel:



Aufreißen der Leimfugen im Bereich der angeschnittenen Lamellen (Delaminierung) infolge Feuchtigkeit

Entwurfsverfassertagung 2017

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stammermann – Amt 60.3 - Statik

52

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



- Mangelhafte Ausführung Pfettenstoß als Gerbergelenk  
(unterschiedliche Querschnittsbreiten der Holzpfetten im Stoßbereich)
- Korrosion an den Blechformteilen und Kammnägel

### Festgestellte Mängel:



Pfette mit Schimmelpilzbefall

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



Befall von holzerstörenden Insekten, hier der gemeine Nagekäfer (Holzwurm), begünstigt durch Holzfeuchte und fehlendem Holzschutz

Bild 10: Binder 2 - Schlupflöcher holzerstörender Insekten.

Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



Bild 1: vor Ort

Entnahme von Bohrkernen aus den BSH-Bindern zur Überprüfung der Leimqualität / -festigkeit



Bild 2: wie vor

**Besonderheit von Holzleim:**

Holzleime weisen generell ein **sprödes Tragverhalten** auf, d. h. dass ein Versagen des Bauteils bei Lastzunahme infolge Schnee schlagartig und ohne Vorankündigung geschehen kann!

Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



Bild 3: im Labor

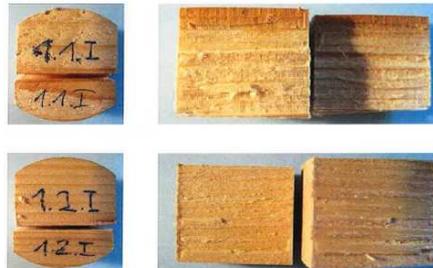
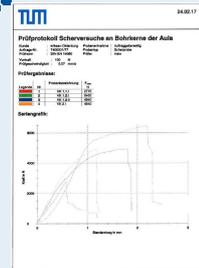


Bild 4: wie vor



**Untersuchungen zu den Materialeigenschaften:**  
Ermittlung der Scherfestigkeiten der Leimfugen mittels „Blockscherprüfung“

Ermittlung des Klebstofftyp durch „IR-ATR-spektroskopische Untersuchung“

Holz-Bohrkerne (BK)													DIN EN 386		Bemerkungen			
Druck-Scheren (parallel zur Faser) / Leimfuge													Mindest	Bewertung				
Rohrkörper	PK-Nr.	PK-Nr.	∅	Länge l	Höhe h	Volumen	Gewicht	RD <sub>1</sub>	Scherfl. A <sub>g</sub>	F <sub>max</sub>	F <sub>max</sub> /A <sub>g</sub>	k	f <sub>0,2</sub> <sup>*)</sup>	Hebfasen-Bruch-Anteil	Mindest-Hebfasen-Bruch-Anteil	Holzfasen-Bruch-Anteil		
BK-Nr.	Nr.	Nr.	mm	mm	mm	mm <sup>3</sup>	g	kg/m <sup>3</sup>	mm <sup>2</sup>	KN	N/mm <sup>2</sup>	-	N/mm <sup>2</sup>	%	%	Bruch-Anteil		
BK-1.1	1.1.1	1.1.1	35,0	28,69	26,83	24,000	10,06	419	769,75	2,770	3,60	0,887	3,23	50	nicht zul.	nicht bestanden	l = 35 mm, geringster Wert im WK in Randbereich der Bohrkörperlänge l = 3,3 mm	
BK-1.2	1.2.1	1.2.1	35,0	28,51	26,67	23,746	8,65	364	760,38	6,460	8,50	0,887	7,62	90	50	bestanden	l = 60 mm	
	1.2.2	1.2.2	35,0	25,46	27,03	21,412	7,97	372	688,18	4,940	7,18	0,888	6,45	95	65	bestanden	geringster Wert infolge geringer BK-Länge; Klebfuge gleichmäßig beständig	
BK.2	2.1	2.1	35,0	28,68	26,45	23,744	9,10	383	758,59	4,940	6,51	0,886	5,84	90	100	nicht bestanden	l = 55 mm	
							MW	385	kg/m <sup>3</sup>				MW	5,52	81	nicht zul.	nicht bestanden	
										Stabwert	1,45			Gesamtbewertung				
										Var-Koeff.	30,3%			gem. prEN 14358:2006				
										f <sub>0,2</sub>	2,05	N/mm <sup>2</sup>		5%-Quantile mit Vertrauensniveau α=75%				
										Auswertung mit log. Normalverteilung			k <sub>0</sub> = 2,65					

\*) Ermittlung der Scherfestigkeit max<sub>c</sub> in Anlehnung an DIN EN 392 mit Korrekturfaktor k  
 $f_{c,0,2} = \frac{max_c \cdot k}{Scherscheitel}$  mit  $k = 0,78 + 0,0044 \cdot l$   
 \*) Der römische Index zBIII die Gewinnung der Prüfproben aus den Bohrkernen ab der Aussenoberfläche der Proben

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



### Ergebnis der Laboruntersuchung:

Zur Herstellung der BSH Binder wurde ein Klebstoff Typ II „Harnstoff-Formaldehyd-Leim“ (UF) verwendet.

Dieser Harnstoffharzleim des Typ II war bereits in der Holzbaunorm DIN 1052 aus dem Jahr 1969 **nur in beheizten, trocknen Räumen** (heute vergleichbar mit NK 1) zulässig!

UF Leim wird heute nicht mehr für tragfähige Bauteile verwendet, da seine Leistungsfähigkeit bezüglich Klima- und Feuchtbeanspruchung eingeschränkt ist.

(Klebstoffarten heute: Modifiziertes Melaminharz, Phenol-Resorcinharz, Polyurethan)

Der verwendete Leim der BSH-Binder hat zu keinem Zeitpunkt den klimatischen Anforderungen genügt, die infolge der Bewässerung der Sandböden in dieser ungedämmten Halle bisher herrschten.

## Bauwerksüberprüfung einer Reithalle im Ldkr. Cloppenburg nach VDI 6200



### Stand der Dinge:

- Die Hallensanierung soll um die Erneuerung der BSH-Binder erweitert werden. Hierzu werden derzeit Förder- und Zuschussmöglichkeiten erarbeitet bzw. sondiert.
- Zur Zeit wird seitens des Bauamtes unter Einbeziehung des Gutachters geprüft, in welchem Rahmen noch eine derzeitige Nutzung der Halle bis Oktober zulässig ist bzw. eine sofortige Nutzungsuntersagung erforderlich ist.

Sobald die Erkenntnisse zu dem Halleneinsturz in Lingen offiziell vorliegen, werden in diesem Zuge die Betreiber vergleichbarer Hallenkonstruktionen (Schwerpunkt BSH-Binderkonstruktionen) informiert, um entsprechende Überprüfungen zu veranlassen.

