

**Nachweis der Unempfindlichkeit
von symmetrischen Satteldächern
mit Windrispen und Pultdächern in
Nagelplattenbauart gegenüber lokalem
Versagen – Robustheit –**

Martin H. Kessel; Alexander Kühl

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2014, ISBN (Print): 978-3-8167-9141-6

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Martin H. Kessel und Alexander Kühl

**Nachweis der Unempfindlichkeit
von symmetrischen Satteldächern mit Windrispen
und Pultdächern
in Nagelplattenbauart gegenüber lokalem Versagen**

- Robustheit -

Auftraggeber:

Gütegemeinschaft Nagelplattenprodukte e.V.
Interessenverband
Nagelplatten e.V.
Hellmuth-Hirth-Straße 7
73760 Ostfildern

Ingenieurbüro kgs
Lavesstraße 4
D-31137 Hildesheim
Fon 05121 919940

Im November 2013

Hinweise zu Änderungen, Ergänzungen und Errata unter:

www.ingenieurbuero-kgs.de

Bei den in dieser Arbeit durchgeführten Beispielrechnungen handelt es sich nicht um typenstatische Berechnungen. Tragwerksplaner, die sich bei der Erstellung von statischen Berechnungen von Bauvorhaben die Beispielrechnungen zu Eigen machen, handeln und haften eigenverantwortlich.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand im Auftrag der GIN Gütegemeinschaft Nagelplattenprodukte e.V. und Interessenverband Nagelplatten e.V. in den Jahren 2012/13. Für die Rechenbeispiele stellte der Technische Ausschuss der GIN die Planungsunterlagen zur Verfügung. Es handelt sich dabei um bereits ausgeführte Projekte. Der Technische Ausschuss begleitete diese Arbeit, wobei er die praktische Anwendbarkeit und natürlich auch Wirtschaftlichkeit der Berechnungsregeln prüfte. Für die vielen technischen Hinweise und Erfahrungsberichte aus der Anwendungspraxis möchten sich die Autoren bei den Mitgliedern des Technischen Ausschusses ganz besonders bedanken.

Hildesheim, im November 2013

Martin H. Kessel

Alexander Kühl

INHALTSVERZEICHNIS:

1	Formelzeichen	5
2	Begriffe.....	7
2.1	Zu außergewöhnlichen Situationen	7
2.2	Zu Tragsystem und Aussteifung	8
3	Einführung	9
4	Robustheit nach DIN EN 1990 (EC0)	10
4.1	Allgemeines.....	10
4.2	Statische Robustheit.....	13
4.3	Anforderungen an die statische Robustheit	14
5	Robustheit von Nagelplattenkonstruktionen.....	16
5.1	Versagensart/Kollapsmechanismus/Nachweisverfahren	16
5.2	Beispiele menschlichen Versagens	17
5.3	Alternative Lastpfade und Bemessungskonzept	17
5.4	Robustheitsklasse	19
5.5	Robustheit eines Primärsystems	19
6	Versagensmechanismen.....	21
6.1	Symmetrische Dreieckbinder ohne Auskrägung	21
6.2	Pulldachbinder ohne Auskrägung.....	24
7	Dachlatten als Teile des alternativen Lastpfades.....	25
7.1	Statische Modelle der Dachlatte	25
7.2	Steifigkeiten der Dachlatten nach Versagen eines Binders	26
7.2.1	Dachlatten als Zweifeldträger	27
7.2.2	Dachlatten als Dreifeldträger	31
7.3	Festigkeiten der Dachlatten und der Bretter von Dachschalungen.....	34
7.3.1	Biegefestigkeit nach DIN - Einfluss der Ästigkeit	34
7.3.2	Biegefestigkeit nach EC5 - Einfluss der Bauteilgröße.....	35
7.3.3	Systemverhalten bei streuender Biegefestigkeit.....	35
7.3.4	Einwirkungskonfiguration	37
7.3.5	Lage der beim Einschnitt durchtrennten Fasern	38
8	Untergurtläufer als Teil des alternativen Lastpfades.....	39
9	Verschiebungen	41
9.1	Symmetrischer Dreieckbinder ohne Auskrägung	41
9.2	Pulldachbinder ohne Auskrägung.....	44
9.3	Flachdachbinder ohne Auskrägung	46

10	Beanspruchungen des alternativen Lastpfades	47
10.1	Beanspruchungen der Dachlatten als Teil des alternativen Lastpfades	47
10.1.1	Ausführung der Dachlatten als Zweifeldträger	47
10.1.2	Ausführung der Dachlatten als Dreifeldträger	49
10.1.3	Beanspruchung der Verbindung von Dachlatte und Obergurt des nicht tragfähigen Binders	51
10.1.4	Beanspruchungen der Dachlatten bei Ausführung als Zweifeldträger	52
10.1.5	Beanspruchungen der Dachlatten bei Ausführung als Dreifeldträger	53
10.1.6	Beanspruchungen der benachbarten tragfähigen Binder	54
10.2	Beanspruchungen der Untergurtläufer als Teil des alternativen Lastpfades	57
10.2.1	Beanspruchung der Verbindung von Untergurtläufer und Untergurt des nicht tragfähigen Binders	58
10.2.2	Beanspruchungen der Untergurtläufer	60
10.2.3	Beanspruchungen der benachbarten tragfähigen Binder	60
11	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 für symmetrische Dreieckbinder	63
11.1	Nachweis der Dachlatten 6/4 als Zweifeldträger in der gewöhnlichen Situation	65
11.1.1	Steifigkeiten der Dachlatten und ihrer Anschlüsse	65
11.1.2	Beanspruchungen der Dachlatten	66
11.1.3	Nachweis der Dachlatte für die Kombination ständige Last und Schnee	67
11.1.4	Nachweis der Dachlatte mit Mannlast	69
11.2	Nachweis der Dachlatten 6/4 als Zweifeldträger mit gegeneinander versetzten Stößen in der außergewöhnlichen Situation	72
11.2.1	Steifigkeiten der Dachlatten und ihrer Verbindungen als elastische Bettung	72
11.2.2	Verschiebungen des nicht tragfähigen Binders	74
11.2.3	Beanspruchungen der Dachlatten und Binder	77
11.2.4	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten und Schnee	81
11.2.5	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten	82
11.2.6	Beanspruchungen und Nachweise der Dachlattenanschlüsse	85
11.3	Nachweis der Dachlatten 6/4 als Dreifeldträger mit gegeneinander und nicht gegeneinander versetzten Stößen in der außergewöhnlichen Situation	87
11.3.1	Steifigkeiten der Dachlatten und ihrer Verbindungen als elastische Bettung	87
11.3.2	Verschiebungen des nicht tragfähigen Binders	88
11.3.3	Beanspruchungen der Dachlatten und Binder	89
11.3.4	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten und Schnee	92
11.3.5	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten	93
11.3.6	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten und nicht gegeneinander versetzten Stößen	95
11.3.7	Beanspruchungen und Nachweise der Dachlattenanschlüsse	97
11.4	Nachweis der Dachlatten 6/4 als Zweifeldträger mit gegeneinander versetzten Stößen und Untergurtläufer 22/4 in der außergewöhnlichen Situation	99
11.4.1	Steifigkeiten der Untergurtläufer und ihrer Verbindungen als elastische Bettung	100
11.4.2	Verschiebungen des nicht tragfähigen Binders	101
11.4.3	Beanspruchungen der Dachlatten und Binder	102
11.4.4	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten und Schnee	105
11.4.5	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten	106
11.4.6	Beanspruchungen und Nachweise der Dachlattenanschlüsse	107
11.4.7	Nachweise der Untergurtläufer mit ständigen Lasten	107

11.5	Nachweis der Dachlatten 6/5 als Zweifeldträger mit gegeneinander versetzten Stößen in der außergewöhnlichen Situation 110	
11.5.1	Steifigkeiten der Dachlatten und ihrer Verbindungen als elastische Bettung	110
11.5.2	Verschiebungen des nicht tragfähigen Binders	111
11.5.3	Beanspruchungen der Dachlatten und Binder	112
11.5.4	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten und Schnee	114
11.5.5	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten	115
11.5.6	Beanspruchungen und Nachweise der Dachlattenanschlüsse	116
11.6	Nachweis der Dachlatten 6/6 als Zweifeldträger mit gegeneinander versetzten Stößen in der außergewöhnlichen Situation	119
11.6.1	Steifigkeiten der Dachlatten und ihrer Verbindungen als elastische Bettung	119
11.6.2	Verschiebungen des nicht tragfähigen Binders	120
11.6.3	Beanspruchungen der Dachlatten und Binder	121
11.6.4	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten und Schnee	123
11.6.5	Nachweise der Dachlatten mit ständigen Lasten	124
11.6.6	Beanspruchungen und Nachweise der Dachlattenanschlüsse	126
11.7	Zusatzbeanspruchungen der benachbarten Binder	128
11.8	Zusammenfassung der Ergebnisse	129
11.8.1	Nachweise der Dachlatten	129
11.8.2	Nachweise der Dachlattenanschlüsse	129
12	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 für Pultdachbinder	130
12.1	Nachweis der Dachschalung 14/2,4 als Zweifeldträger in der gewöhnlichen Situation	132
12.1.1	Steifigkeiten der Dachschalung und ihrer Anschlüsse	132
12.1.2	Beanspruchung der Dachschalung	133
12.1.3	Nachweis der Dachschalung für die Kombination ständige Last und Schnee	134
12.1.4	Nachweis der Dachschalung mit Mannlast	136
12.2	Nachweis der Dachschalung 14/2,4 als Dreifeldträger mit gegeneinander und nicht gegeneinander versetzten Stößen in der außergewöhnlichen Situation	139
12.2.1	Steifigkeiten der Dachschalung und ihrer Verbindungen als elastische Bettung	139
12.2.2	Verschiebungen des nicht tragfähigen Binders	141
12.2.3	Beanspruchungen der Dachschalung und Binder	144
12.2.4	Nachweise der Dachschalung mit ständigen Lasten und Schnee	148
12.2.5	Nachweise der Dachschalung mit ständigen Lasten	149
12.2.6	Nachweise der Dachschalung mit ständigen Lasten und Schnee und nicht gegeneinander versetzten Stößen	151
12.2.7	Nachweise der Dachschalung mit ständigen Lasten und nicht gegeneinander versetzten Stößen	153
12.2.8	Beanspruchungen und Nachweise der Schalungsanschlüsse	155
12.3	Zusatzbeanspruchungen der benachbarten Binder	157
12.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	158
12.4.1	Nachweise der Dachschalung	158
13	Fazit	159
14	Anlagen	161
14.1	Auszug aus DIN EN 1990:2010-12 und DIN EN 1990/NA:2010-12	161
14.2	Auszug aus DIN EN 1991-1-7:2010-12 und DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12	164
14.3	Auszug aus DIN EN 1995-1-1:2010-12	169
14.4	Auszug aus VDI 6200:2010-02	170

15	Anhang.....	171
15.1	Ermittlung der Verschiebungen des Dreieckbinders nach dem Weggrößenverfahren.....	171
15.1.1	Vertikale Einheitsverschiebung	172
15.1.2	Horizontale Einheitsverschiebung	173
15.1.3	Beanspruchungen der Weg- und Drehfedern infolge der Einheitsverschiebungen	174
15.1.4	Verrichtete Arbeiten	176
15.1.5	Gleichungssystem.....	177
15.2	Ermittlung der Verschiebungen des Pultdachbinders nach dem Weggrößenverfahren....	178
15.2.1	Vertikale Einheitsverschiebung	179
15.2.2	Horizontale Einheitsverschiebung	180
15.2.3	Beanspruchungen der Weg- und Drehfedern infolge der Einheitsverschiebungen	181
15.2.4	Verrichtete Arbeiten	183
15.2.5	Gleichungssystem.....	184
	Literatur.....	185