

Aussteifung von Nagelplattenkonstruktionen

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

2011, ISBN 978-3-8167-8436-4

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

Aussteifung von Nagelplattenkonstruktionen

Auftraggeber:

Gütegemeinschaft Nagelplattenprodukte e.V.
Interessenverband
Nagelplatten e.V.
Hannah-Vogt-Str. 1
37085 Göttingen

Ingenieurbüro kgs
Lavesstraße 4
D-31137 Hildesheim
Fon 05121 919940

Im Dezember 2010

INHALTSVERZEICHNIS:

1	Formelzeichen.....	6
2	Begriffe.....	10
3	Einführung.....	11
4	Das räumliche Tragverhalten von Binderkonstruktionen.....	14
4.1	Das Primärsystem.....	14
4.2	Das Sekundärsystem.....	15
4.3	Zur Zerlegung in ebene Teilsysteme.....	18
4.4	Aufgaben der Aussteifung.....	19
5	Imperfektionen.....	27
5.1	Eigenformen des Sekundärsystems und Wahl der Imperfektionen.....	29
5.1.1	Eigenformen ohne Windrispe.....	30
5.1.2	Eigenformen mit Windrispe und elastischen Verbindungen.....	33
5.1.3	Montagebedingungen.....	36
5.2	Zum gleichzeitigen Auftreten einer Imperfektion in mehreren Primärsystemen.....	38
5.2.1	Systematische Imperfektionen.....	38
5.2.2	Zufallsbedingte Imperfektionen.....	40
5.2.3	An einer Stichprobe von Bauobjekten gemessene Imperfektionen.....	41
5.2.4	Empfohlene Imperfektionen.....	43
5.3	Durchhang der Windrispe.....	44
6	Temperatureinwirkungen.....	45
7	Modellierung.....	46
7.1	Voraussetzungen.....	46
7.2	Vereinfachungen.....	46
8	Für Wind auf Giebelwand erforderliche Sekundärsysteme.....	49
8.1	Dreieckbinder ohne Auskragung.....	49
8.1.1	Anschluss der Windrispe an Firstbohle.....	49
8.1.2	Anschluss der Windrispe an Stützbohle unterhalb des Firstes.....	51
8.2	Zweiteiliger Dreieckbinder (Trapezbinder mit Aufsattelung).....	53
8.3	Pulldachbinder.....	55
8.3.1	Pulldachbinder geringer Spannweite.....	55
8.3.2	Pulldachbinder großer Spannweite.....	56
8.4	Dreieckbinder mit Auskragung und Fünfeckbinder.....	59
9	Beanspruchungen der Aussteifung von Druckgurten mit konstanter Normalkraft.....	62
9.1	Beschreibung des Tragverhaltens.....	62
9.2	Verformungen des Sekundärsystems.....	66
9.3	Kritische Lasten.....	68
9.4	Beanspruchungen des Sekundärsystems.....	68
9.5	Einfluss der Verbands- und Bettungssteifigkeit.....	70

10	Für schräg stehende und vorgekrümmte Primärsysteme erforderliches Sekundärssystem	71
10.1	Dreieckbinder ohne Auskragung	71
10.1.1	Vertikale Einzellasten F im First	72
10.1.2	Vertikale Linienlasten q_z	76
10.1.3	Beschreibung des Tragverhaltens bei Schrägstellung im unverformten Zustand	83
10.1.4	Beschreibung des Tragverhaltens bei vorgekrümmtem Ober- und Untergurt im unverformten Zustand mit konstanter Obergurtkraft	83
10.1.5	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion mit konstanter Obergurtkraft	84
10.1.6	Überlagerung der Beanspruchungen des Verbandes	86
10.1.7	Vergleich der Beanspruchungen des Verbandes mit der Ersatzlast q_{cal}	88
10.1.8	Zur Berücksichtigung von Durchhang und Temperatur der Windrispe	89
10.1.9	Überlagerung der Beanspruchungen der Windrispen	90
10.2	Dreieckbinder ohne Auskragung mit Anschluss der Windrispe an Stützbohle unterhalb des Firstes	91
10.2.1	Überlagerung der Beanspruchungen des Verbandes	93
10.3	Zweiteiliger Dreieckbinder (Trapezbinder mit Aufsattelung)	94
10.3.1	Überlagerung der Beanspruchungen des Verbandes	100
10.4	Flachdachbinder	101
10.4.1	Beschreibung des Tragverhaltens des imperfekten Obergurtes im unverformten Zustand	102
10.4.2	Beschreibung des Tragverhaltens des imperfekten Untergurtes im unverformten Zustand	106
10.4.3	Beschreibung des Tragverhaltens des imperfekten, schräg stehenden Binders im unverformten Zustand	109
10.4.4	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion	109
10.4.5	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion mit konstanter mittlerer Obergurtkraft	111
10.4.6	Zum Einfluss von Untergurtlasten	114
10.4.7	Zum Einfluss der Richtung der Diagonalen des Primärsystems	115
10.4.8	Äquivalente Seitenlast bei Zugdiagonalen	117
10.4.9	Überlagerung der Beanspruchungen der Windböcke	118
10.5	Flachdachbinder mit symmetrisch unterspanntem Verband	119
10.5.1	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion bei halbwelliger Vorkrümmung	121
10.5.2	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion mit konstanter mittlerer Obergurtkraft	123
10.5.3	Beschreibung des Tragverhaltens des imperfekten Obergurtes bei einwelliger Vorkrümmung im unverformten Zustand	125
10.5.4	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion bei einwelliger Vorkrümmung	127
10.5.5	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion mit konstanter mittlerer Obergurtkraft	128
10.5.6	Zur Berücksichtigung von Durchhang und Temperatur der Windrispe	129
10.5.7	Steifigkeit der Unterspannung	130
10.5.8	Überlagerung der Beanspruchungen der Windböcke bei symmetrisch unterspanntem Verband	131

10.6	Pulldachbinder.....	132
10.6.1	Beschreibung des Tragverhaltens des imperfekten Obergurtes im unverformten Zustand.....	133
10.6.2	Beschreibung des Tragverhaltens bei Schrägstellung im unverformten Zustand	137
10.6.3	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion.....	138
10.6.4	Zum Einfluss von Untergurtlasten	140
10.6.5	Überlagerung der Beanspruchungen der Windböcke.....	141
10.6.6	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion mit symmetrisch unterspanntem Obergurtverband	142
10.6.7	Überlagerung der Beanspruchungen der Windböcke.....	143
10.7	Dreieckbinder mit Auskrägung und Fünfeckbinder.....	144
10.7.1	Beschreibung des Tragverhaltens bei vorgekrümmtem Ober- und Untergurt im unverformten Zustand.....	146
10.7.2	Beschreibung des Tragverhaltens bei Schrägstellung im unverformten Zustand	150
10.7.3	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion.....	151
10.7.4	Beschreibung des Tragverhaltens der imperfekten und verformten Gesamtkonstruktion mit konstanter mittlerer Obergurtkraft	153
10.7.5	Zum Einfluss von Untergurtlasten	156
10.7.6	Steifigkeit des Sekundärsystems	157
11	Beanspruchungen der Aussteifung der gedrückten Füllstäbe der Primärsysteme	158
11.1	Füllstäbe mit einer Mittelabstützung.....	158
11.1.1	Statisches Modell.....	158
11.1.2	Steifigkeit der Aussteifung.....	159
11.1.3	Ersatzstablänge des Füllstabes	160
11.1.4	Beanspruchungen der Verbindung Füllstab an Mittelbohle	161
11.1.5	Beanspruchung der Verbindung Mittelbohle an Sekundärsystem	162
11.1.6	Beanspruchung der Mittelbohle.....	162
11.1.7	Besonderheit.....	164
11.2	Füllstäbe mit zwei Innenabstützungen	166
11.2.1	Statisches Modell.....	166
11.2.2	Steifigkeit der Aussteifung.....	167
11.2.3	Ersatzstablänge des Füllstabes	168
11.2.4	Beanspruchung der Verbindung Füllstab an Innenabstützung	169
12	Anforderungen an die Dachlatten und Bohlen	170
12.1	Nachweis der Verwendbarkeit	170
12.2	Beanspruchungen der Dachlatten.....	170
12.3	Verbindungen der Dachlatten und Bohlen.....	171
12.4	Ausführung der Dachlatten	173
12.5	Ausführung der Dachlatten im Bereich von Aufsetzbindern.....	174
12.5.1	Variante 1 - zusätzlicher Obergurtverband.....	174
12.5.2	Variante 2 - Rahmen als Verbindungselemente	174
12.5.3	Mangelhafte Lösungen	175
12.6	Ausführung einer Dachschalung	177
12.7	Ausführung der Bohlen	178

13	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1052:2008-12.....	179
13.1	Beispiel 1: Satteldach mit Windrispenabspannung im First	179
13.1.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	180
13.1.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes.....	182
13.1.3	Beanspruchungen der Dachlatten.....	186
13.1.4	Beanspruchungen des Obergurtes	191
13.1.5	Beanspruchungen der Windrispen.....	196
13.1.6	Beanspruchungen der Anschlüsse der Windrispen.....	199
13.1.7	Beanspruchungen der First- und Traufbohlen.....	204
13.1.8	Beanspruchungen des Füllstabes ohne Füllstabaussteifung.....	210
13.2	Beispiel 2: Satteldach mit Windrispenabspannung unterhalb des Firstes.....	212
13.2.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	213
13.2.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes.....	214
13.2.3	Beanspruchungen der Dachlatten und des Obergurtes.....	218
13.2.4	Beanspruchungen der Windrispen	219
13.2.5	Beanspruchungen der First-, Trauf- und Stützbohlen.....	222
13.2.6	Beanspruchungen des Füllstabes mit einer Innenabstützung	227
13.3	Beispiel 3: Satteldach aus Trapezbindern mit Aufsetzbinder.....	232
13.3.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	234
13.3.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes in Dachebene.....	236
13.3.3	Beanspruchungen der Dachlatten und des geneigten Obergurtes	239
13.3.4	Beanspruchungen des Obergurtriegelverbandes	240
13.3.5	Beanspruchungen der Latten auf dem Obergurtriegel.....	243
13.3.6	Beanspruchungen des Obergurtriegels.....	247
13.3.7	Beanspruchungen der Windrispen	249
13.3.8	Beanspruchungen der Anschlüsse der Windrispen.....	253
13.3.9	Beanspruchungen der Knickbohlen	255
13.3.10	Beanspruchungen der Traufbohlen.....	260
13.3.11	Beanspruchungen des Füllstabes mit zwei Innenabstützungen	263
13.4	Beispiel 4: Satteldach aus Dreieckbindern mit Auskragung.....	268
13.4.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	269
13.4.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes.....	271
13.4.3	Beanspruchungen der Dachlatten und des Obergurtes.....	275
13.4.4	Beanspruchungen der Windrispen	276
13.4.5	Beanspruchungen der Anschlüsse der Windrispen.....	280
13.4.6	Beanspruchungen der Knick- und Firstbohlen.....	283
13.4.7	Beanspruchungen der Füllstäbe und ihrer Abstützungen.....	287
13.5	Beispiel 5: Flachdach aus Flachdachbindern	288
13.5.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	289
13.5.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes.....	290
13.5.3	Beanspruchungen des Untergurtsekundärsystems bei Zugdiagonalen	294
13.5.4	Beanspruchungen der Dachschalung	297
13.5.5	Beanspruchungen des Obergurtes	301
13.5.6	Beanspruchungen der Windböcke	305
13.5.7	Beanspruchungen der Knickbohlen	309
13.5.8	Beanspruchungen der Füllstäbe und ihrer Abstützungen.....	312

13.6	Beispiel 6: Pultdach aus Pultdachbindern	313
13.6.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	314
13.6.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes.....	316
13.6.3	Beanspruchungen des Untergurtsekundärsystems bei Zugdiagonalen	320
13.6.4	Beanspruchungen der Dachlatten (-schalung) und des Obergurtes	321
13.6.5	Beanspruchungen der Windböcke	322
13.6.6	Beanspruchungen der Knickbohlen	325
13.6.7	Beanspruchungen der Füllstäbe und ihrer Abstützungen	327
13.7	Beispiel 7: Pultdach aus Pultdachbindern mit unterspannten Obergurtverbänden	328
13.7.1	Einwirkungen und Beanspruchungen.....	329
13.7.2	Beanspruchungen des Obergurtverbandes.....	331
13.7.3	Beanspruchungen der Unterspannung des Obergurtverbandes.....	338
13.7.4	Beanspruchungen des Untergurtsekundärsystems bei Zugdiagonalen	341
13.7.5	Beanspruchungen der Dachlatten (-schalung) und des Obergurtes	341
13.7.6	Beanspruchungen der Windböcke	341
13.7.7	Beanspruchungen der Knickbohlen	342
13.7.8	Beanspruchungen der Füllstäbe und ihrer Abstützungen.....	345
14	Zusammenfassung der allgemeinen Anforderungen an die Aussteifung von Nagelplattenbinderdächern.....	346
14.1	Anordnung der Verbände.....	346
14.2	Anordnung der Windböcke.....	346
14.3	Anordnung von Windrispen.....	346
14.4	Anordnung der Dachlatten	346
14.5	Anordnung von Bohlen in der Dachlattenebene	347
14.6	Anschluss Verband an Ringbalken	347
14.7	Giebelanschlüsse	347
14.8	Anordnung von Füllstababstützungen.....	347
Literatur	348