

**Überprüfung des Patch-Last-Verfahrens  
zur Ermittlung der Antwort  
abgespannter Maste unter  
Böenwirkung**

**T 3204**

T 3204

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2009

ISBN 978-3-8167-7952-0

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

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

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](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)



Institut für Stahlbau  
Technische Universität  
Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig



# Überprüfung des Patch-Last-Verfahrens zur Ermittlung der Antwort abgespannter Maste unter Böenwirkung

Forschungsbericht Nr. ZP 52-5-3.99-1278/07  
Auftraggeber: Deutsches Institut für Bautechnik

**August 2008**

Dieser Bericht umfasst 158 Seiten.

Univ.-Prof. Dr.-Ing Udo Peil  
Institutsleiter

Dr.-Ing. Mathias Clobes  
Dipl.-Ing. Andreas Willecke, M.S.  
Sachbearbeiter

Von Seiten des DIBt wurden folgende Betreuer des Forschungsvorhabens benannt:

Dipl.-Ing. G.W. Berger  
Industrie-Verband Stahlschornsteine e.V.  
Bürgweg 12 a  
90482 Nürnberg

und

Dipl.-Ing. A. Schult  
Deutsches Institut für Bautechnik  
Postfach 620229  
10792 Berlin

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1	Veranlassung . . . . .	7
1.2	Ziele und Vorgehensweise . . . . .	8
1.3	Das Patch-Last-Verfahren . . . . .	8
1.3.1	Lastfälle . . . . .	8
1.3.2	Maßgebende Eigenfrequenz . . . . .	9
1.3.3	Überlagerung der Schnittgrößen . . . . .	10
1.3.4	Abgrenzungskriterien . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Grundlagen der numerischen Untersuchungen</b>	<b>13</b>
2.1	Dynamische Zeitverlaufsberechnungen . . . . .	13
2.2	Ingenieurmodell für das Windfeld . . . . .	13
2.2.1	Profil der mittleren Windgeschwindigkeit . . . . .	14
2.2.2	Turbulenzintensität . . . . .	15
2.2.3	Leistungsdichtespektren der Windturbulenz . . . . .	15
2.2.4	Generierung turbulenter, korrelierter Windfelder . . . . .	18
2.3	Beschreibung der Windlasten . . . . .	19
2.3.1	Untersuchte Windrichtungen . . . . .	20
2.4	Statistische Auswertung der Tragwerksantwort aus den Zeitverlaufsberechnungen . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Untersuchung angelenkter Schornsteine</b>	<b>23</b>
3.1	Einleitung . . . . .	23
3.2	Schornstein I, 40 m . . . . .	24
3.2.1	Systemdaten . . . . .	24
3.2.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	24
3.2.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	25
3.2.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	25
3.2.5	Schnittgrößen . . . . .	27
3.2.6	Zusammenfassung . . . . .	27
3.3	Schornstein II, 55 m . . . . .	30
3.3.1	Systemdaten . . . . .	30
3.3.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	30
3.3.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	31
3.3.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	31

## Inhaltsverzeichnis

3.3.5	Schnittgrößen . . . . .	33
3.3.6	Zusammenfassung . . . . .	33
3.4	Schornstein III, 75 m . . . . .	35
3.4.1	Systemdaten . . . . .	35
3.4.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	36
3.4.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	36
3.4.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	36
3.4.5	Schnittgrößen . . . . .	39
3.4.6	Zusammenfassung . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Untersuchung abgespannter Maste</b>	<b>41</b>
4.1	Einleitung . . . . .	41
4.2	Mast I, 205 m . . . . .	42
4.2.1	Systemdaten . . . . .	42
4.2.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	45
4.2.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	47
4.2.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	47
4.2.5	Schnittgrößen für Windrichtung 0 Grad . . . . .	49
4.2.6	Schnittgrößen für Windrichtung 45 Grad . . . . .	51
4.2.7	Schnittgrößen für Windrichtung 90 Grad . . . . .	53
4.2.8	Schnittgrößen für Windrichtung 135 Grad . . . . .	55
4.2.9	Schnittgrößen für Windrichtung 180 Grad . . . . .	57
4.2.10	Zusammenfassung aller Windrichtungen . . . . .	59
4.3	Mast I, 205 m, Einfluss der lateralen Turbulenz . . . . .	61
4.3.1	Schnittgrößen für Windrichtung 0 Grad . . . . .	62
4.3.2	Schnittgrößen für Windrichtung 45 Grad . . . . .	64
4.3.3	Schnittgrößen für Windrichtung 90 Grad . . . . .	66
4.3.4	Schnittgrößen für Windrichtung 135 Grad . . . . .	68
4.3.5	Schnittgrößen für Windrichtung 180 Grad . . . . .	70
4.3.6	Zusammenfassung . . . . .	71
4.4	Mast II, 225 m . . . . .	73
4.4.1	Systemdaten . . . . .	73
4.4.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	75
4.4.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	78
4.4.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	78
4.4.5	Schnittgrößen für Windrichtung 0 Grad . . . . .	80
4.4.6	Schnittgrößen für Windrichtung 20 Grad . . . . .	82
4.4.7	Schnittgrößen für Windrichtung 45 Grad . . . . .	84
4.4.8	Schnittgrößen für Windrichtung 90 Grad . . . . .	86
4.4.9	Schnittgrößen für Windrichtung 135 Grad . . . . .	88
4.4.10	Schnittgrößen für Windrichtung 160 Grad . . . . .	90
4.4.11	Schnittgrößen für Windrichtung 180 Grad . . . . .	92
4.4.12	Zusammenfassung aller Windrichtungen . . . . .	94

4.5	Mast III, 230 m . . . . .	96
4.5.1	Systemdaten . . . . .	96
4.5.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	99
4.5.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	102
4.5.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	102
4.5.5	Schnittgrößen für Windrichtung 0 Grad . . . . .	104
4.5.6	Schnittgrößen für Windrichtung 20 Grad . . . . .	106
4.5.7	Schnittgrößen für Windrichtung 45 Grad . . . . .	108
4.5.8	Schnittgrößen für Windrichtung 90 Grad . . . . .	110
4.5.9	Schnittgrößen für Windrichtung 135 Grad . . . . .	112
4.5.10	Schnittgrößen für Windrichtung 160 Grad . . . . .	114
4.5.11	Schnittgrößen für Windrichtung 180 Grad . . . . .	116
4.5.12	Zusammenfassung aller Windrichtungen . . . . .	118
4.6	Mast IV, 300 m . . . . .	120
4.6.1	Systemdaten . . . . .	120
4.6.2	Eigenfrequenzen und -formen . . . . .	122
4.6.3	Überprüfung der Abgrenzungskriterien . . . . .	125
4.6.4	Böenreaktionsfaktor für den überkragenden Abschnitt . . . . .	125
4.6.5	Schnittgrößen für Windrichtung 0 Grad . . . . .	128
4.6.6	Schnittgrößen für Windrichtung 45 Grad . . . . .	130
4.6.7	Schnittgrößen für Windrichtung 70 Grad . . . . .	132
4.6.8	Schnittgrößen für Windrichtung 90 Grad . . . . .	134
4.6.9	Schnittgrößen für Windrichtung 110 Grad . . . . .	136
4.6.10	Schnittgrößen für Windrichtung 135 Grad . . . . .	138
4.6.11	Schnittgrößen für Windrichtung 180 Grad . . . . .	140
4.6.12	Zusammenfassung aller Windrichtungen . . . . .	142
<b>5</b>	<b>Auswertung der Untersuchungsergebnisse</b>	<b>145</b>
5.1	Auswertung der Ergebnisse angelenkter Schornsteine . . . . .	145
5.2	Auswertung der Ergebnisse abgespannter Maste . . . . .	147
<b>6</b>	<b>Abgrenzungskriterium zum Böenreaktionsfaktor</b>	<b>149</b>
6.1	Hintergrund zum Böenreaktionsfaktor . . . . .	149
6.2	Erstellung eines Abgrenzungskriteriums . . . . .	150
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>153</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>155</b>