

Frank Breinlinger, Wolfram Jäger

**Verbesserung der Praxistauglichkeit der
Baunormen durch pränormative Arbeit**
Teilantrag 1:
Sicherheitskonzept und Einwirkungen

F 2957

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. 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.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

2015

ISBN 978-3-8167-9542-1

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

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

PraxisRegelnBau

Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e.V.
Kurfürstenstraße 129 ■ 10785 Berlin



Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen durch pränormative Arbeit – Teilantrag 1: Sicherheitskonzept und Einwirkungen

BBSR-Forschungsvorhaben

Az.: II 3-F20-10-1-085_PG1 / SWD-10.08.18.7-12.27

Zuwendungsbescheid vom 20.09.2012

ENDBERICHT

Berichtszeitraum:

September 2012 bis Mai 2015

Forschende Stelle:

**Bundesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik e.V. (BVPI)
10785 Berlin, Kurfürstenstraße 129**

Weitere beteiligte Forschungseinrichtungen:

**Verband Beratender Ingenieure (VBI)
10787 Berlin, Budapester Straße 31**

Aufgestellt: 15.05.2015
Projektleiter: Dr.-Ing. Frank Breinlinger
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger

*Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren der Abschnitte.*

Dieser Bericht umfasst 195 Seiten. (EC0 und EC1)

Vorstand: Prof. Manfred Nußbaumer (München), Dr. Hans-Peter Andrä (Stuttgart), Dr. Volker Cornelius (Darmstadt)
Geschäftsführer: Dr. Lars Meyer (Berlin)
Sitz des Vereins: Der Verein ist eingetragen unter VR 30946 B beim Vereinsregister am Amtsgericht Charlottenburg von Berlin.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abkürzungen	7
0 Einführung	9
0.1 Ziel und Vorgehensweise	9
0.2 Struktur des Endberichtes	9
0.3 Bearbeiter der PG1	9
0.4 Arbeitsschwerpunkte der PG1	12
1 Eurocode 0: Vorschlag vereinfachter Lastkombinationen durch mathematischen Vergleich mit den bisherigen Regeln	14
1.1 Sicherheitskonzept	14
1.2 Grundlagennorm EN 1990	14
1.3 Motivation	16
1.3.1 Gegenwärtige Regelungen	16
1.3.2 Auswirkung	16
1.3.3 Zielstellung PRB/Forschungsvorhaben.....	17
1.3.4 Vorschlag der Projektgruppe 2 „Beton“.....	17
1.3.5 Vorschlag PG 1.....	17
1.3.6 Vorschlag PG 6.....	17
1.4 Anamnese	17
1.4.1 Vorgehen	17
1.4.2 Prinzipielles Vorgehen bei der Kombination der Einwirkungen	18
1.4.3 Auswertung der Hintergrundliteratur.....	18
1.5 Diagnose	20
1.5.1 Lösungsweg und Abgrenzung.....	20
1.5.2 Vereinfachte Lastkombinationsregeln für Hochbauten nach ENV 1991-1.....	21
1.5.3 Lastkombinationen in Anlehnung an die ausführliche Regel	22
1.5.4 Vereinfachungsmöglichkeit 1	23
1.5.5 Abweichungen von der Grundkombination nach Gl. (1.1) und (1.2)	24
1.5.6 Beispiel Stahlhalle.....	27
1.5.7 Diskrepanzen zwischen DIN EN 1990 und NA hinsichtlich Baugrundsetzungen	28
1.5.8 Berücksichtigung von Lagerlasten.....	29
1.6 Therapie	30
1.6.1 Einordnung des Vereinfachungsvorschlags der PG1	30
1.6.2 Umfassende Lösung	31
1.6.3 Abschließende Ergebnisbewertung.....	32
1.7 Zusammenfassung	32
2 Eurocode 0: Überprüfung der vorgeschlagenen Lastkombinationen über Zuverlässigkeitsbetrachtungen	33
2.1 Zuverlässigkeitsanalyse	33
2.2 Anamnese	33
2.3 Diagnose	33

2.3.1	Angestrebtes Zuverlässigkeitsniveau	33
2.3.2	Zuverlässigkeitsuntersuchung.....	34
2.3.3	Zuverlässigkeit der Kombinationen nach EN 1990 in allgemeiner Form.....	38
2.3.4	Vergleich der vereinfachten Kombination mit der Grundkombination nach EN 1990.....	40
2.4	Schlussfolgerung	45
2.5	Zusammenfassung.....	46
2.6	Anmerkung	46
3	Eurocode 0: Nichtlineare Berechnung und Teilsicherheitskonzept.....	47
3.1	Gegenstand des Teilabschnittes.....	47
3.1.1	Vorbemerkung	47
3.1.2	Hinweise zur nichtlinearen Berechnung.....	47
3.2	Allgemeine Grundlagen und Klassifizierung nichtlinearer Probleme.....	48
3.2.1	Allgemeines	48
3.2.2	Geometrische Nichtlinearitäten	49
3.2.3	Physikalische Nichtlinearitäten.....	49
3.2.4	Kombination beider Arten von Nichtlinearitäten	49
3.3	Grundsätze der Anwendung des Teilsicherheitskonzepts.....	49
3.4	Ausgangspunkt Sicherheitskonzept.....	49
3.4.1	Vorbemerkung	50
3.4.2	Abschätzen des Variationskoeffizienten für den Widerstand (Estimation of Coefficient of Variation for Resistance) – ECOV	50
3.4.3	EN 1992-2-Methode	51
3.4.4	PSF-Methode.....	51
3.5	Anamnese	51
3.5.1	Begrifflichkeiten.....	51
3.5.2	Anwendung der Normenfestlegungen und konkrete Beispiele.....	52
3.5.3	Zusammenfassende Bewertung.....	66
3.6	Diagnose	67
3.6.1	Begrifflichkeiten.....	67
3.6.2	Generelles Vorgehen.....	67
3.7	Therapievorschläge	69
3.8	Ausblick	70
3.8.1	Klärungen zu extremen Lastspreizungen.....	70
3.8.2	ECOV-Methode als Standard.....	70
4	Eurocode 0: Ermüdung und Teilsicherheitskonzept	71
4.1	Vorbemerkungen.....	71
4.2	Anamnese	71
4.2.1	Einführung	71
4.2.2	Zyklische Beanspruchung.....	71
4.3	Bestimmung der Ermüdungsfestigkeit.....	71
4.3.1	Allgemeines	71
4.4	Nachweise im Grenzzustand der Ermüdung	72
4.5	Lastkombinationen	72
4.6	Diagnose	74

4.7	Therapie	74
4.8	Zusammenfassung	75
5	Eurocode 1: Teil 1-1: Einwirkungen - Wichten und Nutzlasten	77
5.1	Einführung	77
5.2	Anamnese / Diagnose	77
5.2.1	Geschichtliche Entwicklung	77
5.2.2	Regelungen in DIN 1055-1:2002-07.....	77
5.2.3	Regelungen in DIN 1055-3:2006-03.....	78
5.2.4	Zusammenfassung der Eigen- und Nutzlasten in EN 1991-1-1	79
5.2.5	Umsetzung der Eurocodes in Form der nationalen Anhänge.....	81
5.3	Therapie	83
5.3.1	Kategorie A.....	83
5.3.2	Kategorie B.....	83
5.3.3	Kategorie C.....	83
5.3.4	Kategorie D.....	83
5.3.5	Kategorie T und Z	83
5.4	Zusammenfassung und Ausblick	86
6	Eurocode 1: Teil 1-2: Brandeinwirkungen	87
6.1	Einführung	87
6.2	Anamnese	87
6.2.1	Entwicklungsstand am Beispiel des nationalen Normenwerks in Deutschland	87
6.2.2	Europäischer Sachstand und Abgrenzung.....	88
6.3	Diagnose	88
6.3.1	Grundlagen für die Teile 1-2 des EC 2 bis EC 6	88
6.3.2	Standardtemperaturkurven	89
6.3.3	Naturbrände.....	89
6.3.4	Bemessungsverfahren von Tragwerken im Brandfall	90
6.4	Therapie	91
6.4.1	Vereinfachungsvorschlag	91
6.4.2	Praxistaugliche Lösung	91
6.4.3	Ergebnisbewertung	92
6.5	Auswertung der NDP am Beispiel Deutschlands	93
6.6	Zusammenfassung und Ausblick	94
7	Eurocode 1: Teil 1-3: Einwirkungen – Schneelasten	95
7.1	Einführung	95
7.2	Anamnese	95
7.2.1	Derzeitige Situation	95
7.2.2	Allgemeine Qualität, Inhalte und Sprache.....	95
7.2.3	Wissenschaftliche Grundlagen.....	96
7.2.4	Nachweiskonzepte	96
7.2.5	Tabellarische Zusammenstellung.....	97
7.3	Diagnose	99
7.3.1	Auswertung der NDP.....	99
7.3.2	Charakteristische Werte am Boden.....	100

7.3.3	Formbeiwerte für Pultdächer.....	100
7.3.4	Formbeiwerte für Sheddächer.....	100
7.3.5	Formbeiwerte für Tonnendächer.....	101
7.3.6	Höhensprünge an Dächern.....	101
7.3.7	Verwehungen an Wänden und Aufbauten.....	102
7.3.8	Schneeüberhang an Dachtraufen.....	102
7.4	Therapie.....	102
7.4.1	Charakteristische Werte am Boden.....	102
7.4.2	Formbeiwerte für Flach-, Pult- und Satteldächer.....	103
7.4.3	Formbeiwerte für Sheddächer.....	103
7.4.4	Formbeiwerte für Tonnendächer.....	103
7.4.5	Höhensprünge an Dächern.....	104
7.4.6	Verwehungen an Wänden und Aufbauten.....	104
7.4.7	Schneeüberhang an Dachtraufen.....	104
7.4.8	Normenentwurf.....	104
7.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	105
8	Eurocode 1: Teil 1-4: Einwirkungen – Windlasten.....	106
8.1	Einführung.....	106
8.2	Anamnese und Diagnose.....	107
8.2.1	Entwicklung der Windlastnormen in Deutschland.....	107
8.2.2	Parallele Modelle der DIN 1055-4:2005-03 und der DIN EN 1991-1-4 & NA.....	109
8.2.3	Untergeordnete Bauteile.....	116
8.2.4	National festzulegende Parameter (NDPs).....	117
8.3	Therapie.....	119
8.3.1	Textkürzungen und Erstellung einer übersichtlicheren Strukturierung für die praktische Anwendung.....	119
8.3.2	Rückführung auf praxisrelevante Parameteranzahlen und -bereiche.....	119
8.3.3	Vereinfachung von Lastkonzepten.....	121
8.3.4	Öffnung des Eurocodes für besonders praxisrelevante Regelungen.....	122
8.4	Zusammenfassung und Ausblick.....	123
8.4.1	Gliederung des neuen Entwurfs der EN 1991-1-4.....	123
8.4.2	Hauptsächliche Ergebnisse zur Erstellung des neuen Entwurfs der EN 1991-1-4.....	124
8.4.3	Vergleichsrechnungen.....	125
9	Eurocode 1: Teil 1-5: Temperatureinwirkungen.....	126
9.1	Einführung.....	126
9.2	Anamnese.....	126
9.2.1	Historische Entwicklung der Temperaturlastnormen in Deutschland.....	126
9.2.2	Aktuelle Fassung.....	127
9.3	Diagnose und Therapie.....	129
9.4	Änderungsvorschläge.....	129
9.5	Entwurf eines editierten Dokuments.....	129
9.6	Auswertung der NDPs.....	129
9.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	130
10	Eurocode 1: Teil 1-6 Einwirkungen – Bauausführung.....	131
10.1	Einführung.....	131

10.2	Anamnese	131
10.2.1	Die aktuelle Norm DIN EN 1991-1-6:2010-12	131
10.2.2	Auswertung der NDP	132
10.2.3	Die alten nationalen Regelungen der DIN 1055-8	133
10.2.4	Die übliche Praxis	133
10.3	Diagnose	133
10.3.1	Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse	133
10.3.2	Einfluss der nominellen Zeitdauer auf die Einwirkungen	135
10.3.3	Potentiale für Straffungen und Vereinfachungsmöglichkeiten	135
10.4	Therapie	136
10.5	Zusammenfassung und Ausblick	136
11	Eurocode 1: Teil 1-7 Außergewöhnliche Einwirkungen	137
11.1	Einführung	137
11.2	Anamnese, Diagnose, Therapie	137
11.2.1	Allgemeines	137
11.2.2	Historischer und Technischer Überblick	137
11.2.3	Fachliche Konsistenz und Klarheit	138
11.2.4	Redaktionelle Konsistenz	140
11.2.5	Tabellarische Diagnose und Therapie	140
11.2.6	Vergleich von Nationalen Anhängen	143
11.3	Zusammenfassung und Ausblick	144
12	Eurocode 1: Teil 2 Verkehrslasten auf Brücken	145
12.1	Einführung	145
12.2	Anamnese	145
12.2.1	Einwirkungen	146
12.3	Aktuelle Fassung der DIN EN 1991-2	158
12.3.1	Vertikallasten	158
12.3.2	Horizontallasten	158
12.3.3	Ermüdung	159
12.3.4	Außergewöhnliche Einwirkungen	159
12.3.5	Einwirkungen aus Bahnverkehr	159
12.3.6	Klimatische Einwirkungen	160
12.4	Diagnose und Therapie	160
12.5	Änderungsvorschläge	161
12.6	Entwurf eines editierten Dokuments	161
12.7	Auswertung der NDPs	161
12.8	Zusammenfassung und Ausblick	162
13	Eurocode 1 Teil 3 Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen	163
13.1	Einführung	163
13.2	Anamnese	163
13.2.1	Vorgehen	163
13.2.2	Entwicklung der Kran- und Kranbahnnormen in Deutschland	163
13.2.3	DIN 120	164
13.2.4	DIN 4132	164

13.2.5	Zwischenlösungen DIN ENV 1991-5 bzw. DIN 1055-10.....	166
13.2.6	Neufassung DIN EN 1991-3	168
13.3	Diagnose und Therapie.....	169
13.3.1	Allgemeines	169
13.3.2	Zum Vorwort der DIN EN 1991-3: 2010-12.....	169
13.3.3	Methoden zur Ermittlung der Lasten aus Kranen und Hebezeugen	169
13.3.4	Lastgruppen.....	169
13.3.5	Schwingbeiwerte bzw. dynamische Vergrößerungsfaktoren.....	170
13.3.6	Einwirkungen aus Maschinen	170
13.3.7	Anhang A – Ergänzende Regeln zur EN 1990.....	170
13.4	Überarbeiteter Normenentwurf zu EN 1991-3.....	170
13.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	170
14	Eurocode 1: Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter.....	172
14.1	Einführung.....	172
14.2	Anamnese	172
14.2.1	Allgemeines	172
14.2.2	Regelung in DIN EN 1991-4:2006, DIN EN 1991-4/NA, DIN 1055-6 sowie Vornormen	172
14.2.3	Gliederung und Umfang von DIN EN 1991-4:2006.....	173
14.2.4	Inhaltliche Zusammenfassung von DIN EN1991-4.....	173
14.2.5	Nationale Anwendungsdokumente.....	178
14.3	Diagnose	179
14.3.1	Allgemeines	179
14.3.2	Vergleichsberechnungen und sonstige diagnostische Betrachtungen.....	179
14.4	Therapie	181
14.4.1	Allgemeines	181
14.4.2	Kapitel 5 – 6.....	182
14.4.3	Entleerung mit großen Exzentizitäten.....	184
14.4.4	Trichterlasten	184
14.4.5	Umsetzung: Vorgeschlagener Normentext	184
14.5	Zusammenfassung und Ausblick EC1 Teil 4.....	184
15	Zusammenfassung und Ausblick.....	185
16	Literatur/Quellen	187