

Natalie Eßig, Paul Mittermeier, Ralph Dietlein

**Weiterentwicklung der  
Kriterien Innenraumlufthygiene,  
Schadstoffemissionen, Rückbau-  
und Demontagefreundlichkeit  
und Widerstandsfähigkeit des  
Bewertungssystems Nachhaltiger  
Kleinwohnhausbau (BNK)**

F 3136

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) 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

2019

ISBN 978-3-7388-0404-1

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

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

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

# **Weiterentwicklung der Kriterien Innenraumlufthygiene, Schadstoffemissionen, Rückbau- und Demontagefreundlichkeit und Widerstandsfähigkeit des Bewertungssystems Nachhaltiger Kleinwohnbau (BNK) – Endbericht**

## **Forschungsnehmer:**

BiRN- Bau-Institut für Ressourceneffizientes  
und Nachhaltiges Bauen GmbH  
Untere Sandstr. 4  
96049 Bamberg

## **Kooperationspartner aus der Industrie:**

Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V. (BDF)  
Flutgraben 2  
53604 Bad Honnef

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.26)

Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Autor

Der Bericht umfasst

74 Seiten Text

8 Tabellen

17 Abbildungen

Bearbeiter:

Prof. Dr.-Ing. Natalie Eßig

Paul Mittermeier, M.Sc.

Ralph Dietlein, Dipl.- Betriebswirt

Bamberg, 01. Dezember 2018

## Kurzzusammenfassung

Mit dem BNK-System wird das Ziel verfolgt, neu zu errichtende Ein- bis Fünffamilienwohnhäuser mit Nachhaltigkeitskriterien zu bewerten. Ein erster Kriterienkatalog wurde bereits vom Bundesbauministerium (BMI) veröffentlicht und von der KfW gefördert. Weiterer Forschungsbedarf wurde für die Kriterien „Schadstoffemissionen“, „Rückbau- und Demontagefreundlichkeit“, „Innenraumlufthygiene“ und „Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren“ ermittelt. Im ersten Teil des Forschungsprojekts wurden existierende Bewertungsmethoden zum nachhaltigen Bauen sowie relevante Forschungsprojekte hinsichtlich der vier Themenbereiche ausgewertet. Weiterhin wurden aktuelle Normen analysiert und die Ergebnisse der ersten BNK-Pilotphase aus dem Jahr 2014 ausgewertet. Darauf basierend konnten im zweiten Teil des Projekts neue Bewertungsverfahren und Benchmarks für die Integration der vier Themenbereiche in eine zukünftige Version des BNK-Systems entwickelt werden. Hierbei wurden die neuen Themenbereiche in drei bestehende Kriterien des BNK-System integriert. Die Themen „Innenraumhygiene“ und „Schadstoffemissionen von Bauprodukten“ wurden im Kriterien Entwurf 1.1.1 „Innenraumhygiene und Risikostoffemissionen von Bauprodukten“ integriert, und um neuen Bewertungsverfahren und Benchmarks ergänzt. Das Thema „Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit“ wurde als Bestandteil des Kriteriums „4.2.1 Gebäudeakte und Nutzereinweisung“ beibehalten, jedoch um klare Vorgaben zu Erstellung einer gruppierten Materialaufstellung sowie einem neuen Bewertungsverfahren für Rückbaukonzepte erweitert. Das Thema „Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren“ wurde anhand einer Risikoeinschätzung gegenüber Naturgefahren in das Kriterium „4.1.1 Beratungsgespräch und Zielvereinbarung“ integriert, und um eine Vorgabe zur Durchführung der Risikoeinschätzung ergänzt. Im dritten Teil des Projekts wurden die neuen Kriterien im Rahmen von Fachexpertenworkshops diskutiert und in einer Pilotphase an neun realen Gebäuden getestet. Neben den Ergebnissen der Gebäudequalitäten wurden die Teilnehmer der Pilotphase auch zur Aussagekraft, Steuerungswirkung sowie dem Aufwand zur Bewertung und Dokumentation der neuen Kriterien befragt. Die Ergebnisse der Auswertung zeigen, dass die neuen Bewertungsverfahren größtenteils praxistauglich anwendbar sind und sowohl für Planer, als auch für Bauherren einen erheblichen Mehrwert bieten. Die Steuerungswirkung und Praxistauglichkeit des neuen Bewertungsverfahrens für das Rückbaukonzept wurde jedoch von den Fachexperten in Frage gestellt, da dieses noch zu großen Interpretationspielraum bei der Einstufung der Rückbau- und Recyclingfähigkeit einzelner Bauteile beinhaltet. Der zusätzliche Zeitaufwand zur Bewertung und Dokumentation der neuen Kriterien lag bei durchschnittlich 32 Stunden je Gebäude. Im vierten Teil des Projekts wurden die Kriterien anhand der Ergebnisse der Pilotphase sowie der Rückmeldungen der teilnehmenden Fachexperten überarbeitet. Die finalen Kriterien sollen anschließend in eine zukünftige Version des BNK-Systems integriert werden.

## Abstract

The purpose of the BNK system is to evaluate newly constructed dwellings with sustainability criteria. One first catalogue of assessment criteria was published by the German Federal Ministry of Building (BMI) in 2015. Further need for research has been identified for the criteria "Indoor Air Quality", "Emissions from Hazardous Materials", "Dismantling and Recycling" and "Resistance to Natural Hazards". In the first part of the research project assessment systems for sustainable buildings as well as relevant research projects with regard to the four thematic areas have been analysed. Furthermore, relevant standards were analysed and the results of the first BNK pilot phase from 2014 were evaluated. Based on these results, in the second part of the project, new evaluation procedures and benchmarks for the integration of the four subject areas into a future version of the BNK system were developed. The new subject areas were integrated into three existing criteria of the BNK system. The "Indoor air quality" and "Emissions from Hazardous materials" were integrated into the criteria 1.1.1 "Indoor Air Quality and Emissions from Hazardous Materials" and extended by new assessment procedures and benchmarks. The topic "Dismantling and Recycling" was retained as part of the criterion "4.2.1 Building Documentation and User Instruction", but with clear specifications for the creation of a material catalogue and a new assessment procedure for building recycling concepts. The topic "Resistance to Natural Hazards" was integrated into the criteria "4.1.1 Consultation and Objective Agreement" using a risk assessment for natural hazards. Therefore new guidelines for carrying out the risk assessment have been developed. In the third part of the project, the new criteria were discussed in the framework of expert workshops and tested in a pilot phase on nine real small residential buildings. In addition to the results of the building qualities, the participants of the pilot phase were also asked about the informative value, steering effect and the effort required to evaluate and document the new criteria. The results of the evaluation show that the new assessment procedures are fully applicable in practice and offer considerable added value for planners and home builders. However, the steering effect and practicality of the new assessment procedure for the recycling concept was called into question by the external experts, as it still leaves too much room for interpretation in the classification of the dismantling and recycling capability of individual building components. The additional time duration spent for assessment and documentation of the new evaluation procedures and criteria was in average 32 hours per building. In the fourth part of the project, the new criteria were revised based on the results of the pilot phase and feedback from the participating external experts. The final design concepts will then be integrated into a future version of the BNK system.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>KURZZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>ZIELE DES FORSCHUNGSPROJEKTS .....</b>	<b>6</b>
<b>1 HINTERGRUND UND FORSCHUNGSKONTEXT .....</b>	<b>6</b>
<b>2 METHODIK UND VORGEHENSWEISE IM PROJEKT.....</b>	<b>7</b>
<b>3 GRUNDLAGENANALYSE.....</b>	<b>9</b>
3.1 Bewertungsmethoden .....	9
3.2 Forschungsprojekte.....	9
3.3 Normen.....	9
3.4 Erste BNK-Pilotphase aus dem Jahr 2014 .....	12
<b>4 ENTWICKLUNG VON NEUEN BEWERTUNGSVERFAHREN UND INTEGRATION IN ZUKÜNFTIGE KRITERIEN DES BNK-SYSTEMS .....</b>	<b>12</b>
4.1 Prüfung und Festlegung der Nachhaltigkeitsziele, Kriterieninhalte und Bewertungsverfahren für die vier Themenbereiche .....	13
4.1.1 Themenbereich „Innenraumhygiene“ .....	13
4.1.2 Themenbereich „Schadstoffemissionen von Baustoffen“ .....	15
4.1.3 Themenbereich „Rückbau- und Demontagefreundlichkeit“ .....	16
4.1.4 Themenbereich „Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren“ .....	18
4.2 Entwicklung von Dokumentationsvorgaben- und Werkzeugen .....	19
<b>5 PILOTPHASE FÜR DIE WEITERENTWICKELTEN KRITERIEN.....</b>	<b>20</b>
5.1 Projektauswahl- und Organisation der Pilotphase.....	20
5.2 Organisation und Durchführung der Bewertung.....	22
5.3 Prüfung der eingereichten Dokumentationsunterlagen .....	23
<b>6 AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE DER PILOTPHASE .....</b>	<b>23</b>
6.1 Kurzbeschreibung der Pilotgebäude .....	23
6.2 Innenraumhygiene und Risikostoffemissionen von Baustoffen .....	24

---

<b>6.3</b>	<b>Rückbau- und Demontagefreundlichkeit.....</b>	<b>33</b>
<b>6.4</b>	<b>Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren .....</b>	<b>35</b>
<b>6.5</b>	<b>Auswertung der Form und des Aufwands zur Dokumentation.....</b>	<b>36</b>
<b>6.5.1</b>	<b>Vollständigkeit und Form der Dokumentationsunterlagen .....</b>	<b>37</b>
<b>6.5.2</b>	<b>Zeit- und Kostenaufwand für die neuen Bewertungsverfahren .....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>FACHEXPERTENWORKSHOPS .....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>ENDFASSUNG DER KRITERIEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>46</b>
<b>8.1</b>	<b>Themenbereich Innenraumhygiene .....</b>	<b>47</b>
<b>8.2</b>	<b>Themenbereich Schadstoffemissionen von Baustoffen.....</b>	<b>52</b>
<b>8.3</b>	<b>Themenbereich Rückbau- und Demontagefreundlichkeit.....</b>	<b>53</b>
<b>8.4</b>	<b>Themenbereich Widerstandsfähigkeit.....</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>59</b>
<b>10</b>	<b>AUSBLICK ZUR ANWENDUNG DES FORSCHUNGSERGEBNISSES UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF .....</b>	<b>60</b>
<b>11</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>62</b>
<b>12</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>71</b>
<b>13</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>73</b>
<b>14</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>74</b>