

**F 3168**

John Grunewald, Dirk Weiß, Anne Paepcke, Thomas Tian

# **NANDRAD Plug & Run Green Building Simulation Engine**

F 3168

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 978-3-7388-0387-7

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)



INSTITUT FÜR  
BAUKLIMATIK



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

Endbericht



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



# NANDRAD Plug & Run Green Building Simulation Engine

Projektlaufzeit: 01.09.2016 – 31.08.2018

**Förderkennzeichen: SWD-10.08.18.7-16.31**

**Fördermittelgeber: Bundesamt für Bau Stadt und Raumforschung (BBSR)**

**Berichtverfasser: Prof. Dr.-Ing. John Grunewald, Institut für Bauklimatik (IBK)**

**Dirk Weiß (IBK)**

**Dr.-Ing. Anne Paepcke (IBK)**

**Thomas Tian (TBE)**

**Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.**

## Kurzzusammenfassung

Ziel des Projektes war die Erstellung eines modernen Gebäudesimulationswerkzeuges für die Anwendung im deutschen Gebäudeentwurfsprozess. Innerhalb des Forschungsfeldes identifizierten die Autoren wesentliche Anforderungen an praxistaugliche Simulationsprogramme:

Die Simulation sollte dynamisch durchgeführt werden und thermische Speichereffekte des Gebäudes genügend genau abbilden. Das Gebäude sollte dabei durch eine dreidimensionale graphische Oberfläche modelliert werden können. Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung sollten in die Gebäudesimulation integriert sein. Zusätzlich sollte die thermische Behaglichkeit Berücksichtigung finden.

Die Autoren setzten diese Anforderungen prototypisch in den Programmen NANDRAD und BIM HVACTool um. Das wissenschaftliche Simulationsprogramm NANDRAD wurde um hydraulische Netzwerke und Anlagenkomponentenmodelle erweitert mit Schwerpunkt auf detailgetreuer Wärmeübertragung, thermische Verzögerung von Heiz-/Speicherkomponenten und Leitungsverluste durch die Rohre. Dieser Ansatz erzeugt eine hochgradig detailgetreue Gebäudeantwort auf die technische Gebäudeausrüstung.

Das kommerzielle Programm BIM HVACTool enthält eine dreidimensionale graphische Modellierungsoberfläche für Gebäude. Es wurde um die Unterstützung des NANDRAD Simulationslösers erweitert. Zusätzlich wurde die detaillierte Modellierung von Heizkörpern und die Modellierung von Rohrnetzwerken mit dreidimensionaler Darstellung umgesetzt. Besonders hervorzuheben ist nach Ansicht der Autoren eine automatische Prozedur zur Erzeugung der Rohrverlegung innerhalb der dreidimensionalen Gebäudesicht.

Die Autoren demonstrierten erfolgreich den Arbeitsprozess für die integrale Gebäudesimulation mit BIM HVACTool und NANDRAD. Die Vorgehensweise ist verallgemeinerbar für andere Kombinationen kommerzieller graphischer Oberflächen und wissenschaftlicher Simulationsprogramme.

## Abstract

The scope of the project was to generate a modern building simulation tool with applicability in German building design process. In this approach, the authors identified substantial demands on applicable simulations program in practice:

The simulation should be performed dynamically and should consider thermal building storage sufficiently accurate. The building should be modelled with the help of a three dimensional graphical modelling interface. Building services should be integrated into building simulation. Further, thermal comfort should be taken into consideration.

The authors implemented this demands inside the prototype programs NANDRAD and BIM HVACTool. The scientific NANDRAD solver program was extended by hydraulic network and plant component models with focus on detailed heat transfer, thermal delay of heaters/storage components and pipe conduction losses. This approach generates the building feedback to building service concepts on a high level of detail.

The commercial program BIM HVACTool includes a three dimensional graphical model interface for building. It was extended by support of NANDRAD solver simulation. Additionally, the detailed heater modelling and the modelling of hydraulic networks inside the building was implemented including a three dimensional graphical representation. In particular, the authors highlight the implementation of an automatic procedure for the generation of pipe installation inside the three dimensional building view.

The authors successfully demonstrated the workflow of integrated graphical building modelling with BIM HVACTool and simulation in NANDRAD. The workflow can be generalized to other combinations of a commercial graphical interface and a scientific simulation solver.

# Inhaltsverzeichnis

Teil I Formale Angaben.....	6
Projektorganisation und -struktur.....	6
Projektzielsetzung .....	6
Arbeitsplan .....	6
Für das Vorhaben relevante F&E-Ergebnisse Dritter .....	6
Wichtigste wissenschaftliche und technische Ergebnisse.....	7
Download der Programmkomponenten .....	8
Teil II Projektdokumentation und Projektfortschritt.....	8
Projektfortschritt.....	8
Kurzbeschreibung des Forschungsprojekts .....	8
Stand der Forschung und Entwicklungsbedarf.....	8
Arbeitspaket 1 – Entwicklung und Umsetzung vom Wasserkreislauf.....	10
Arbeitspaket 2 – Entwicklung und Umsetzung von Anlagenmodellen .....	15
Arbeitspaket 3 – Steuerungsalgorithmen zur Anlagensteuerung bei geforderten Raumkonditionierungsbedingungen .....	18
Arbeitspaket 4 – Exemplarische Umsetzung (Demonstration) und Integration des NANDRAD- Rechenkerns mit dem Planungswerkzeug BIM HVACTION.....	20
Anhang .....	23
A Modellgleichungen.....	23
A.1 Hydraulisches Netzwerk: Verteilungsberechnung .....	23
A.2 Hydraulisches Netzwerk: Enthalpiebilanzen .....	25
A.3 Adiabates Rohrstück.....	25
A.4 Rohrstück mit Wärmeverlust .....	25
A.5 Fußbodenheizung.....	27
A.6 Mixer .....	27
A.7 Kontrollventil.....	27
A.8 Pumpe mit konstanter Drehzahl .....	27
A.9 Pumpe mit konstantem Druck .....	29
A.10 Pumpe mit nach Vor- und Rücklauf­temperatur geregeltem Massestrom .....	29
A.11 Heizkessel .....	30
A.12 Wärmespeicher mit Wärmetauscherfunktion .....	30
A.13 Speicher mit Wärmetauscherfunktion und vertikaler Stratifizierung.....	32