



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung

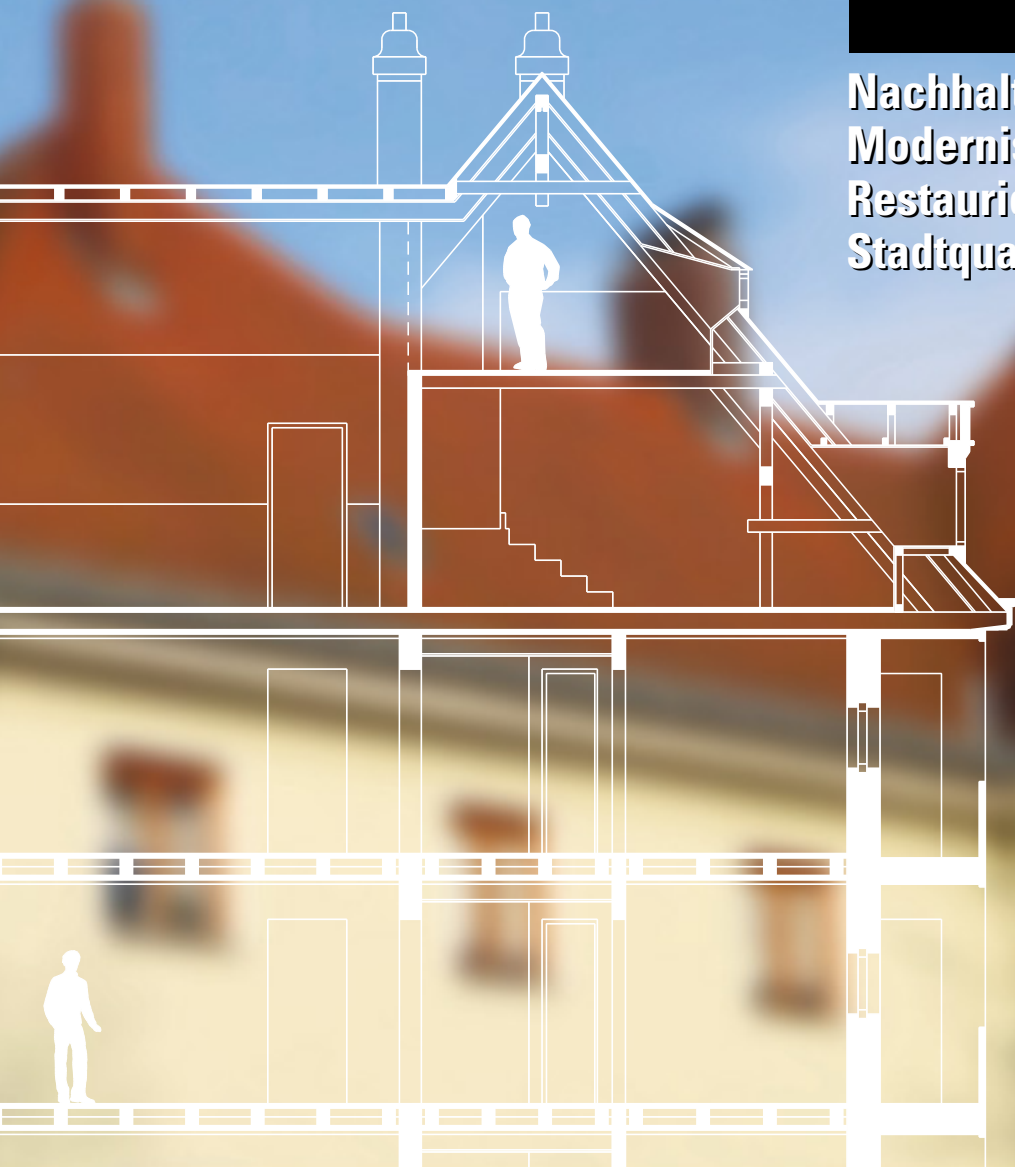


# Zukunft Bauen

Forschung für die Praxis | Band 03

# RENARHIS

**Nachhaltige energetische  
Modernisierung und  
Restaurierung historischer  
Stadtquartiere**



### **Nutzungshinweis/Haftungsausschluss**

Sämtliche Informationen in diesem Leitfaden stellen nur eine Hilfestellung für eine nachhaltige energetische Modernisierung und Restaurierung dar. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität, stellen keine Planungsunterlagen und auch keine Produktinformation dar und ersetzen keine detaillierte Planung im Einzelfall. Die dargestellten Konstruktionsdetails dienen lediglich als Beispiel zur Veranschaulichung.

Die Verantwortlichkeit für die konkrete Planung und die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik liegt im Einzelfall allein beim Planer. Ein Vertragsverhältnis oder vertragsähnliches Verhältnis wird durch diesen Leitfaden nicht geschlossen.

Dieser Leitfaden wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind die Autoren und der Herausgeber nicht verantwortlich.

### **Genderhinweis**

Diese Broschüre verwendet zur besseren Lesbarkeit und Optik sowie aus Platzgründen lediglich die männliche Form eines Begriffs („Bewohner“, „Mieter“ etc.). Selbstverständlich bezieht sich der jeweilige Begriff auf weibliche und männliche Personen.



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



**Schriftenreihe**

Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis, Band 03

**Herausgeber**

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn

# Zukunft Bauen

**Forschung für die Praxis | Band 03**

# RENARHIS

Nachhaltige energetische Modernisierung und  
Restaurierung historischer Stadtquartiere

Prof. Dr. Oliver Steffens (Projektleitung) et al.

Gefördert vom



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

Ein Projekt der Forschungsinitiative Zukunft Bau des  
Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und  
Reaktorsicherheit (BMUB), betreut vom Bundesinstitut für  
Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt  
für Bauwesen und Raumordnung (BBR) mit dem  
Aktenzeichen SWD-10.08.18.7-12.21 sowie II 3-F20-11-038



© Milena Schlösser, Berlin

## Grußwort

Viele Betreiber und Wohnungsgenossenschaften stehen vor der Aufgabe, historische Altbauten energetisch zu ertüchtigen und zugleich die Wohnkosten sozialverträglich zu halten. Wie soll mit der eingeschränkten energetischen Sanierbarkeit umgegangen werden? Wie lässt sich die Eigenart eines Wohnensembles mit einer wirtschaftlich regenerativen Energieversorgung kombinieren? Und wie bleiben nach einer Sanierung die Mieten bezahlbar?

Professor Steffens und sein interdisziplinäres Forschungsteam von der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg fanden schlüssige Antworten am Beispiel der Wohnsiedlung „Plato-Wild-Ensemble“. Im Sinne einer Generalinventur wurden neun Schlüsselbereiche wie Bauphysik, Versorgung, Sozialstudie etc. detailliert untersucht und umfassend in Wort und Bild dargelegt. Für die Siedlung entstand so ein vorbildliches Sanierungskonzept. Darüber hinaus bereiteten die Forschenden die Erkenntnisse und Lösungsansätze für eine nachhaltige Restaurierung und Modernisierung muster­gültig zu einem Leit­faden auf. Er richtet sich an Architekten, Planer, Bauherren und Wohnungseigentümer.

Gefördert wurde das Projekt „RENARHIS – Regenerative Energieversorgung als Schwerpunkt einer nachhaltigen Modernisierung historischer Stadtquartiere“ durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Die Initiative unterstützt erfolgversprechende Forschungsarbeiten der angewandten Bauforschung. Als Projektträger von „Zukunft Bau“ haben wir diese herausragende Forschungsarbeit als dritten Band in unsere Schriftenreihe „Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis“ aufgenommen, um damit den Wissenstransfer in die Baupraxis zu unterstützen.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre!

### **Harald Herrmann**

Direktor und Professor des  
Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung  
(BBSR), Bonn



## Vorwort

Gesetzliche und wirtschaftliche Beweggründe unter der Perspektive eines weltweiten Klimawandels und der Verknappung fossiler Ressourcen bilden den Motor für einen kontinuierlichen Sanierungs- und Modernisierungsprozess im Gebäudebestand in Deutschland, verstärkt durch den Mangel an bezahlbarem Wohnraum. Das gesellschaftliche Interesse an klimafreundlichen und ressourcenschonenden Technologien ist stetig gewachsen.

Andererseits betreffen die Modernisierungsmaßnahmen häufig Gebäude (auch aus der jüngeren Vergangenheit), deren historischer und architektonischer Wert übersehen wird und unter einer modernen Wärmedämmverbundfassade zu verschwinden droht. Verlieren unsere Gebäude ihre Gesichter? Diesen kulturhistorischen Aspekt (der in der Denkmalpflege seinen institutionellen Ausdruck findet) hat der berühmte Mailänder Architekt V. M. Lampugnani in seinem Buch „Die Modernität des Dauerhaften“ so beschrieben: „Häuser und Wohnungen müssen Physiognomien haben, die von ihrer konstruktiven und typologischen Tradition erzählen.“

Infolge einer intensiven bauhistorischen Beschäftigung mit dem genossenschaftlichen Wohnungsbestand der Zwischenkriegszeit in der Stadt Regensburg hat sich an der Ostbayerischen Technischen Hochschule ein interdisziplinäres Team aus Bauforschung, Architektur, Planung, Bauphysik und Gebäudetechnik zusammengefunden, um gemeinsam nachhaltige Lösungskonzepte für die energetische Modernisierung und Restaurierung historischer Quartiere zu erforschen. Dabei galt es, denkmalpflegerische und soziokulturelle Ansprüche mit den ökologischen und ökonomischen Zielen in einem ausgewogenen Verhältnis zu vereinen.

Gefördert von der Forschungsinitiative Zukunft Bau wurde unter dem Titel „RENARHIS – Regenerative Energieversorgung als Schwerpunkt einer nachhaltigen Modernisierung historischer Stadtquartiere“ ein alle genannten Fachdisziplinen umspannendes Projekt aufgesetzt. Die verallgemeinerten und an Beispielen konkretisierten Ergebnisse sollen nun in Gestalt des vorliegenden Leitfadens einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden. Der Leitfaden gliedert sich nach thematischen Fragestellungen und wendet sich in dieser differenzierten Form an Bauhistoriker und Denkmalpfleger, Architekten und Fachplaner, aber auch an Eigentümer und Mieter im genossenschaftlichen Wohnungsbau.

Wir wünschen unseren Lesern eine anregende Lektüre und viele nützliche Hinweise für die Praxis.

**Prof. Dr. Oliver Steffens**

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

Mitwirkende

## Projektleitung



Kompetenzzentrum Nachhaltiges Bauen (KNB)  
Prof. Dr. Oliver Steffens  
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg  
Prüfeninger Str. 58  
93049 Regensburg  
oliver.steffens@oth-regensburg.de

## Autoren

Anja Bergmann (Kap. E)	Sonja Schröter (Kap. H)
Sonja Haug (Kap. C)	Oliver Steffens (Kap. D)
Christian Rechenauer (Kap. G, I)	Matthias Vernim (Kap. C)
Tobias Saller (Kap. E)	Matthias Wittmann (Kap. A)
Simon Schaubeck (Kap. F, G, I)	Annika Zeitler (Kap. A, B)

## Studentische Mitarbeit

Stefan Brinsteiner	David Müller
Sandra Cemodanov	Simone Puff
Markus Ebert	Philipp Riedl
Stefan Gering	Manuel Schaal
Mario Graupensberger	Stefan Schmid
Jennifer Grill	Thomas Semmler
Daniel Höflich	Christian Wallner
Maximilian Licha	Ines Wittmann
Richard Martin	Thomas Ziegler
Andreas Melzl	Patrick Zimmermann

## Fachliche Betreuung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn,  
vertreten durch Guido Hagel

## Mittelgeber und Kooperationspartner



Gemeinnütziger Bauverein Regensburg e.V.  
Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST), OTH Regensburg  
Planungsbüro Schröter, Abensberg  
Regensburg Center of Energy and Resources (RCER)

# Inhaltsverzeichnis

---

	Einführung	12
<b>A</b>	Baufaufnahme und Dokumentation	22
	1. Einleitung	24
	2. Bestandsaufnahme und Dokumentation	26
	2.1 Baubeschreibung und Fotodokumentation	26
	2.2 Archivarbeit und Bestandspläne	28
	2.3 Bestandsaufmaß und Planerstellung	29
	2.4 Auswertung und Ergebnisse	31
	3. Ausblick	35
<b>B</b>	Nutzungs- und Konservierungskonzept	36
	1. Zielsetzung und Grundlagen	38
	2. Städtebauliche Analyse	39
	3. Gebäudetypologie	40
	3.1 Typologie der Gebäude	40
	3.2 Die „Deutsche Gebäudetypologie“	40
	4. Konzeptstrategie und Maßnahmen	43
	4.1 Grundrissgefüge	43
	4.2 Nachverdichtung	43
	4.3 Betrachtung der Fassaden	44
	4.4 Freiflächen und Balkone	45
	4.5 Ausblick	45
<b>C</b>	Sozialstudie	46
	1. Soziale Aspekte der energetischen Wohnquartiersanierung	48
	1.1 Einleitung	48
	1.2 Gentrification, energetische Gebäudesanierung und Energiekosten	48
	1.3 Planung energetischer Gebäudesanierung und Akzeptanzstudien	49
	2. Geschichte des Kasernenviertels als Wohnquartier	52

2.1	Beginn des 20. Jahrhunderts	52
2.2	Weimarer Republik	52
2.3	Die Zeit des Nationalsozialismus	52
2.4	Nachkriegsjahre	53
2.5	1960er- und 1970er-Jahre	53
2.6	Jüngere Vergangenheit	53
3.	Sozialstruktur des Stadtviertels heute	54
3.1	Das Kasernenviertel und die Blockgruppe Safferlingstraße	54
3.2	Altersverteilung	54
3.3	Migrationshintergrund	55
3.4	Familienstand und Religionsgemeinschaften	56
3.5	Einkommenssituation	56
3.6	Arbeitsmarkt	56
3.7	Soziale Sicherung	57
3.8	Wohnen	57
3.9	Schulbildung	58
3.10	Kulturelle Teilhabe	58
3.11	Clusteranalysen	58
4.	Befragung zur Akzeptanz geplanter Sanierungsmaßnahmen	59
4.1	Befragungsmethode und Inhalte der Befragung	59
4.2	Die befragten Bewohner/-innen	60
4.3	Die Wohnung	61
4.4	Soziale Kontakte und soziale Integration	64
4.5	Sanierungsmaßnahmen	65
5.	Zusammenfassung und Empfehlungen	72



## Bauphysik und Bauschadensanalyse

74

1.	Grundlegendes zur Bauphysik	76
1.1	Bauphysikalische Fragestellungen	76
1.2	Modell Plato-Wild-Ensemble	76



1.3	Wärme- und Feuchteschutz	78
2.	Bestandsanalyse und Bauschäden	88
2.1	Risse und Feuchteschäden	88
2.2	Baustofffeuchtemessungen	102
2.3	Bohrkernanalysen	107
2.4	Parameter für den Wärmeschutz	108
2.5	Schallschutzmessungen	112
3.	Berechnungen und Simulationen	116
3.1	Kritische Anschlussdetails	116
3.2	Glaser-Verfahren (Außenwand)	116
3.3	Thermische Berechnungen	119
3.4	Hygrothermische Simulationen	128
3.5	Alternativen zur Innendämmung	137
4.	Brandschutz	140
4.1	Grundlagen	140
4.2	Plato-Wild-Ensemble	144



## Architektonische Modernisierung 154

1.	Modernisierung Wohnungsgrundrisse	156
1.1	Grundlagen	156
1.2	Entwürfe Grundrisse und Fassade	156
1.3	Entwürfe Nachverdichtung	159
1.4	Entwürfe Innenhofgestaltung	162
2.	Kontrollierte Be- und Entlüftung	165
2.1	Grundlagen	165
2.2	Warum wird belüftet?	165
2.3	Wie wird gelüftet?	165
2.4	Hygiene, Reinigung und Wartung	166
2.5	Schallschutz	166
2.6	Zentrale Lüftungsanlagen	166

2.7	Dezentrale Anlagen	166
2.8	Wärmerückgewinnung	167
2.9	Kanalordnung und -verlegung	167
2.10	Grundsätzliche Lüftungsarten	169
2.11	Behaglichkeit	169
2.12	Projektbeispiele	170
3.	Feuchte in Holzbalken	173
3.1	Grundlagen	173
3.2	Studien zur Problemstellung	173
3.3	Rückschluss aus den Studien	175
4.	Konstruktionsdetails	177
4.1	Grundlagen	177
4.2	Detail Sockel	178
4.3	Detail Fenster	180
4.4	Detail Deckeneinbindung	182
4.5	Detail Traufe	186

## **F** Energetische Potenziale 190

1.	Standortvoraussetzungen	192
1.1	Klimatische Einflüsse	192
1.2	Energiepotenziale	195
1.3	Energieinfrastruktur	201
1.4	Energiebedarf	202

## **G** Versorgungskonzepte 208

1.	Methodik zur Entwicklung eines Energiekonzeptes	210
1.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen	210
1.2	Energieeffiziente Wärmeversorgung	210
1.3	Konzeptentwürfe	213
1.4	Entwurf Energieversorgungsmatrix	218

1.5	Primärenergiefaktor	225
2.	Integration einer Energiezentrale	226
2.1	Normen und Richtlinien	226
2.2	Aufstellung von Feuerstätten	226
2.3	Planungsgrundlagen Heizraum	227
2.4	Brennstofflagerung	229
2.5	Abgasanlagen	229
2.6	Architektonische Integration	231
3.	Einsatz eines Nahwärmenetzes	235
3.1	Grundlagen der Wärmeverteilung	235
4.	Einsatz eines Sockelheizungssystems	241
4.1	Sockelheizleisten	241
4.2	Anwendung im Altbau	242
4.3	Fazit	243

## Berechnung für den Nachweis der EnEV 244

1.	Energiebedarf (EnEV-Nachweis)	246
1.1	Grundlagen	246
1.2	Bestandsdaten	246
1.3	Sanierungsvarianten	248
1.4	Bewertung der Berechnungen	250

## Wirtschaftlichkeitsanalyse 254

1.	Ökonomische Bewertung	256
2.	Anwendung der Annuitätenmethode	258
2.1	Annuität der kapitalgebundenen Auszahlungen	259
2.2	Annuität der verbrauchsgebundenen Auszahlungen	259
2.3	Annuität der betriebsgebundenen Auszahlungen	260
2.4	Annuität der sonstigen Auszahlungen	260
2.5	Annuität der Einzahlungen	261

2.6	Gesamtannuität	261
3.	Rentabilität Wärmedämmmaßnahmen	267
3.1	Berechnung Investitionskosten	267
3.2	Vermiedene Wärmemengen	267
3.3	Spezifische Kosten $k_{\text{Spar}}$	267
4.	Allgemeine Fördermaßnahmen	269
4.1	Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW	269
4.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	272
4.3	Energiesteuerrückerstattung	274
4.4	Eigennutzung	275
4.5	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	276
	Abbildungsverzeichnis	280
	Tabellenverzeichnis	284
	Infoboxverzeichnis	285





# Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



## **Impressum | Bezugsquelle**

Schriftenreihe „Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis“, Band 03

In der Schriftenreihe „Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis“ veröffentlicht das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn, ausgewählte Forschungsergebnisse der Forschungsinitiative Zukunft Bau. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren. Die von den Autoren vertretene Auffassung ist nicht unbedingt mit der des Herausgebers identisch.

### **Herausgeber**

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen und  
Raumordnung (BBR), Bonn  
Deichmanns Aue 31–37  
53179 Bonn

### **Schriftleitung und -betreuung**

Referat II 3, Guido Hagel, Wencke Haferkorn

### **Autoren**

Prof. Dr. Oliver Steffens (Projektleitung) et al.

### **Gestaltung Herausgeberseiten | Korrektorat**

A Vitamin Kreativagentur GmbH, Berlin |  
Dr. phil. Birgit Gottschalk, Nümbrecht

### **Bildnachweis**

Sofern es an den Abbildungen selbst nicht anders angegeben ist, liegen die Rechte bei der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg. Der Buchumschlag überlagert ein Foto von Oliver Steffens mit der Vektorgrafik von Lisa Frank, Kerstin Haidl, Cordula Meiler, Sandra Stanescu (OTH Regensburg).

### **Druck**

Silber Druck oHG, Niestetal

### **Stand**

Januar 2016

### **Kostenfreie Bestellungen**

zb@bbr.bund.de  
Stichwort: RENARHIS

### **Nachdruck und Vervielfältigung**

Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlichungen, auch auszugsweise, sind nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

ISBN 978-3-87994-281-7  
ISSN 2199-352



## Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



**Historische Stadtquartiere nachhaltig restaurieren: Viele Betreiber von Wohngenossenschaften stehen vor der Herausforderung, wertvolle Bestandsgebäude energetisch zu ertüchtigen und zugleich die Wohnkosten sozialverträglich zu halten. Wie soll mit der eingeschränkten energetischen Sanierbarkeit historischer Bestandsgebäude umgegangen werden? Wie lässt sich die Eigenart eines Wohnensembles mit einer wirtschaftlich regenerativen Energieversorgung kombinieren? Und vor allem: Wie hält man sozialverträgliche Miethöhen bei?**

Lösungsansätze für eine nachhaltige Restaurierung und Modernisierung vermittelt dieser Leitfaden am Beispiel der Plato-Wild-Siedlung in Regensburg. Erarbeitet wurden die Grundlagen und Strategien vom Regensburger Professor Oliver Steffens und seinem Team im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts „RENARHIS – Regenerative Energieversorgung als Schwerpunkt einer nachhaltigen Modernisierung historischer Stadtquartiere“.

Mit der Forschungsinitiative Zukunft Bau stärkt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) die Zukunfts- und Innovationsfähigkeit der Bauwirtschaft. Ziel ist es, die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Bauwesens im europäischen Binnenmarkt zu verbessern und insbesondere den Wissenszuwachs und die Erkenntnisse im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovationen zu unterstützen.



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

ISBN 978-3-87994-281-7  
ISSN 2199-3521