



International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction

*‘Effort’ (Energieeffizienz vor Ort) – eine neue Methode  
für die Planung und Umsetzung energie-effizienter Quartiere  
mit besonderer Berücksichtigung der Nachhaltigkeit*

Kersten Roselt<sup>a</sup>, Ingo Quaas<sup>b</sup>, Dieter Genske<sup>c</sup>, Ulf Klawonn<sup>d</sup>, Linda Männel<sup>e</sup>,  
Andreas Reich<sup>f</sup>, Ariane Ruff<sup>g</sup>, Matthias Schwarze<sup>h</sup>

<sup>a</sup> JENA-GEOS<sup>®</sup>, Saalbahnstraße 25c, Jena 07743, Germany\*

<sup>b</sup> quaas-stadtplaner, Schillerstraße 20, Weimar 99423, Germany

<sup>c, g</sup> University of applied sciences, Weinberghof 4, Nordhausen 99734, Germany

<sup>d</sup> IPH, Friedrich-Ebert-Straße 38, Weimar 99423, Germany

<sup>e</sup> JENA-GEOS<sup>®</sup>, Saalbahnstraße 25c, Jena 07743, Germany

<sup>f</sup> reich.architekten, Bauhausstr. 7c, Weimar 99423, Germany

<sup>h</sup> EKP, Hüpedenweg 52, Nordhausen 99734, Germany

---

**Abstract**

Um den Herausforderungen des Klimawandels gerecht werden zu können, bedarf es neben der Hinwendung zu einer klimaschonenderen Energieerzeugung auch vermehrter Anstrengungen für eine klimaschonende Energieanwendung. Um eine spürbare Reduzierung der Treibhausgasemissionen bewirken zu können, ist es erforderlich, den Anteil erneuerbarer Energien und die Effektivität der Energieanwendung in allen Verbrauchssektoren zu erhöhen. Die notwendige Breitenwirkung kann langfristig nur durch die Einbeziehung möglichst vieler Haushalte und Betriebe in den Städten und Gemeinden erreicht werden. Als entscheidende räumliche Einheit dieses energetischen Stadtumbaus hat sich nach gegenwärtigem Kenntnisstand das Quartier herausgestellt. Innerhalb des Systemzusammenhangs zwischen Gebäude und Stadt liegt das wesentliche energetische Optimierungspotential im Maßstab des Quartiers – im Sinne einer energetisch sinnvoll zusammenfassbaren räumlichen Einheit.

---

\* Corresponding author. Tel.: +49-3641-435-13; fax: +49-3641-442806.

E-mail address: [roselt@jena-geos.de](mailto:roselt@jena-geos.de)

*effort* ist ein Instrument, mit dem der optimale Mix der Energieversorgung in Verbindung mit einer räumlich und funktional nachhaltigen Entwicklung für das Quartier geplant werden kann („Integriertes Quartierskonzept“). Alle dafür erforderlichen Indikatoren werden dabei in einem GIS-basierten Modell zusammengeführt und verknüpft. Insgesamt wurden 142 Indikatoren (23 Indikatorensets) ausgewählt, die aus Sicht der Fachbereiche: Ressourcen, Ökologie, Mobilität, Architektur, Stadtplanung, Energie- und Gebäudetechnik für eine nachhaltige Quartiersentwicklung essentiell erscheinen und mit denen sich Entwicklungsszenarien valide bewerten lassen. Die Bewertung der Nachhaltigkeit erfolgt in den Dimensionen: Ökologie, Ökonomie und Soziales und kann mit Hilfe der eigens entwickelten ‚*effort* –Sonne‘, in der alle räumlich hinterlegten Bewertungskriterien/Indikatoren vereint werden, anschaulich visualisiert werden. Basis für die Simulation von Entwicklungsszenarien bildet eine integrierte Zieldiskussion, die in ein räumliches und funktionales Leitbild mündet. Damit können auch die prognostischen Potenziale Erneuerbarer Energien im Quartier ermittelt werden. Leitbild und Energiepotenziale führen zur Ableitung spezifischer Maßnahmen, auf die aus einem hinterlegten Katalog zugegriffen werden kann. Die Auswahl der Maßnahmen orientiert sich an der jeweiligen Einordnung des Erfüllungsgrades bzgl. der Nachhaltigkeit. Es werden drei Varianten definiert: Basis-Maßnahmen, Exzellenz-Maßnahmen und ein sog. Theoretisches Optimum. Durch Simulation der Auswirkungen der Maßnahmenpakete kann eine prognostische Zustandsbeschreibung des umgebauten Quartiers erfolgen. Die wesentliche Innovation dieses interdisziplinären Planungstools resultiert aus dem Schärfegrad von Analyse und Planung, aus der Verknüpfung von Objektplanung und städtebaulicher Planung auf dem Gebiet des energetischen Stadtumbaus. Die inkludierte Methode der Nachhaltigkeitsbewertung kann zudem für eine Zertifizierung von Quartieren genutzt werden.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Peer-review under responsibility of organizing committee of the International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction 2015.

*Keywords:* energy-efficient neighbourhoods; modeling energy- and material flows; ecological and social aspects; sustainability indices

---

## 1. Einführung

Die zunehmende Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens, die Unausweichlichkeit von Anpassungsstrategien an den Klimawandel und nicht zuletzt die konsequente Abkehr von der Atomenergie führen in Deutschland zu einem als ‚*Energiewende*‘ bezeichneten Umbruch, der weite Bereiche der Gesellschaft erfasst. Die Umsetzung dieser Energiewende ist gesetzlich verankert und zielt unter anderem auf eine Erhöhung des Anteiles erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auf 80% im Jahre 2050.

Da der Gebäudebereich über den höchsten Energiebedarf und die größten Einsparpotenziale verfügt, kann dieses nationale Energiekonzept zu wesentlichen Anteilen nur mit einem energetischen Stadtumbau im Bestand erreicht werden. Die Einsparung von Primärenergie und die erhebliche Reduzierung des Wärmebedarfs im Gebäudebereich sind dabei wesentliche Inhalte. Dies soll mit den Mitteln der Dezentralisierung der Versorgung und der Erhöhung der energetischen Sanierungsrate auf mindestens 2% p.a. erreicht werden.

Dieser energetische Stadtumbau beinhaltet erhebliche Eingriffe in unser Umfeld. Sowohl die energetischen Umgestaltungsprozesse als auch die Veränderung des Stadtklimas können die Lebensräume, die Lebensqualitäten wie auch die menschliche Gesundheit im Quartier beträchtlich beeinflussen. Daher müssen sowohl die sozialräumlichen und kulturellen Aspekte als auch der Schutz und die Aufwertung der ökologischen Belange als Bestandteile der Nachhaltigkeit Berücksichtigung finden.

Für solche umfassenden Aufgaben existieren bislang keine Lösungsansätze für die Ingenieursplanung. Die deutsche Projektinitiative ‚*effort*‘ hat sich die Entwicklung solcher Planungsalgorithmen zum Ziel gesetzt. Der Begriff ‚*effort*‘ ist ein deutsches Akronym und bedeutet ‚*Energieeffizienz vor Ort*‘. Das Projekt wird vom Deutschen Ministerium für Bildung und Forschung unterstützt.

## 2. Das Quartier – Schwerpunkt des energetischen Stadtumbaus

*effort* ist also ein Instrument, mit dem jeweils quartiersbezogen der optimale, nachhaltige Mix der Energieversorgung geplant werden kann („Integriertes Energiekonzept“). Mit *effort* können die energetische und ökologische Gesamteffizienz von Quartieren, Stadtgebieten oder kleinen Kommunen (auch Gemeinden im ländlichen Raum) definiert und Entwicklungsstrategien zur CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung bis zur konkreten Umsetzung in einer nachhaltigkeitsbasierten Ingenieursplanung ausgearbeitet werden. Der erwartete Effekt einer hohen Effizienzsteigerung wird aus der Rolle des Quartiers als die entscheidende räumliche Einheit des energetischen Stadtumbaus abgeleitet: Innerhalb des Systemzusammenhanges zwischen Gebäude und Stadt liegt das wesentliche energetische Optimierungspotential im Maßstab des Quartiers. Zudem können hier top-down-Prozesse (städtische Konzepte und Förderungen) mit bottom-up-Aktivitäten der Bürger verknüpft werden (Fig 1). Dabei wird unter ‚Quartier‘ weniger eine städtebauliche Struktur, sondern eine energetisch sinnvoll zusammenfassbare räumliche Einheit verstanden.

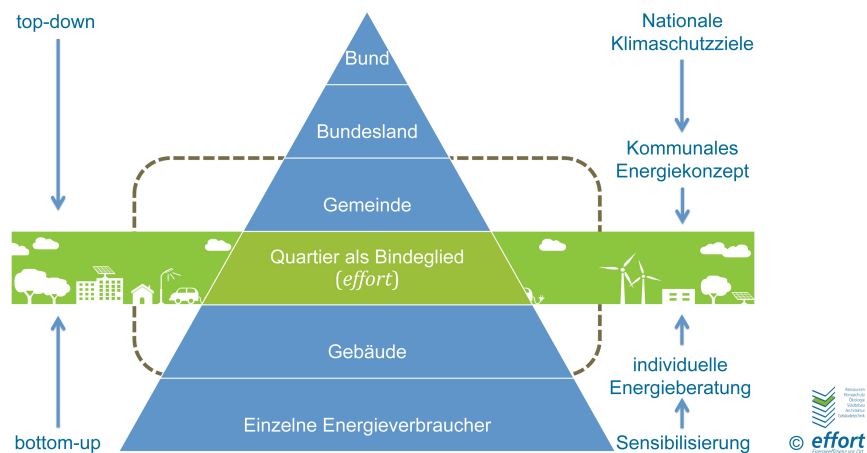


Fig. 1. Das Quartier als Bindeglied zwischen übergeordneten Planungen / Konzepten und gebäudebezogenen Energieeffizienzmaßnahmen

## 3. Notwendigkeit systemischer Ansätze und interdisziplinärer Aufstellung des Entwicklungsteams

Bislang existieren keine methodischen Grundlagen, die ausgehend von den Potenzialanalysen zu nachhaltigen Umsetzungsstrategien oder gar Planungen energieeffizienter Quartiere führen. In der Praxis kommen meist diejenigen energetischen Lösungen zur Anwendung, die gerade beworben werden, fördergünstig erscheinen oder bereits als bewährt erscheinen. Planungs- und Beratungsleistungen zum Themenkreis Energie-Klimaschutz-Stadtentwicklung sind entweder zu global (auf das Verwaltungshandeln ganzer Städte bezogen) oder für Quartiere zu sektoral (nur Energie, nur Städtebau usw.) ausgerichtet. Für eine optimierte, nachhaltige Energiebereitstellung sind die Energiepotenziale jedoch systemisch innerhalb der gesamten jeweiligen Standortbedingungen (Flächennutzung, Bau- und Raumstruktur, Ökologie, soziale Aspekte, Entwicklungspotential von Industrie und Gewerbe, Verkehrsstruktur, Denkmalschutz, Baukultur, Bevölkerungsentwicklung usw.) zu betrachten und integrierte spezifische Lösungen zu finden. Hier treffen die Akteure auf ein multikausales Konfliktgefüge gegenseitig beeinflussender Handlungsfelder, das nur in komplexen Abwägungsprozessen aufgelöst oder gemildert werden kann. Maßstab hierfür wird die Nachhaltigkeit mit ihren ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimensionen sein.

Tabelle 1. Handlungs- und Spannungsfelder beim energetischen Quartiersumbau (Beispiele)

dezentrale Energieversorgung	↔	Interessen von Großversorgern
Nutzung erneuerbarer Energiepotenziale	↔	unstete Förderpolitik
Versorgungsoptimierung im Quartier	↔	egoistische Einzelinteressen
demografischer Wandel (Schrumpfung)	↔	zunehmender Flächenverbrauch
Sozialraumplanung	↔	Segregation
Wertzuwachs	↔	Investitionen
Energieflächenmanagement	↔	Bewahrung der Kulturlandschaft
Energieeffizienz am Gebäude	↔	Ästhetik am Bau
Innenverdichtung	↔	Stadtökologie, -klima
Landnutzungsänderung	↔	lokale Klimaänderung
...		u.a.

Die Projektinitiative *effort* zeichnet sich im Vergleich zu anderen Konzepten neben ihrer Interdisziplinarität und Komplexität vor allem in der konsequenten Umsetzung des Nachhaltigkeitsgrundsatzes bis hin zur transdisziplinären Praxisanwendung aus. Projektpartner sind Ingenieure der beteiligten Fachdisziplinen, die das Fehlen interdisziplinärer Lösungen beklagen und sich für einen nachhaltigen energetischen Stadtumbau einsetzen.

Die Mitglieder des *effort* teams besitzen Erfahrungen mit interdisziplinären Lösungsansätzen, u.a. bei der Revitalisierung kontaminierter Brachflächen unter Einbeziehung städtebaulicher, ökologischer und energetischer Aspekte und arbeiten hier auch mit Experten aus den USA (U.S.-German Bilateral Group, *siehe* [www.smarte.org](http://www.smarte.org)) zusammen. Mit der als *optirisk*<sup>®</sup> bezeichneten Methode wurden ein Leitfaden für Integrierte Standortentwicklung für die USA entwickelt [1] und ein Modellprojekt bei Portland (OR) realisiert.

Der Forschungspartner Hochschule Nordhausen hat mit dem Space Time Energy Model (STEM) das bislang einzige Werkzeug mit einem systemischen Ansatz zur raumzeitlichen, energetischen Analyse eines Modellraums entwickelt und im regionalen und kommunalen Maßstab erprobt [2]. In STEM werden alle Energieparteien (Wohnen, Arbeiten, Mobilität) und alle Energieformen (Strom, Wärme, Treibstoffe) berücksichtigt.

#### 4. Entwicklung des *effort*-instruments

Die Methode sieht vor, alle für ein Integriertes Quartierskonzept erforderlichen Indikatoren in einem GIS-basierten Modell zusammenzuführen und kausale Verknüpfungen herzustellen. Der Anspruch an die räumliche Auflösung besteht in einer objekt- und parzellenscharfen Betrachtungsebene. Damit können im GIS Maßnahmeplanungen erfolgen und deren Auswirkungen auf alle anderen Indikatoren erfasst werden. Für die Bewertungen der einzelnen Indikatorensets sowie der abzuleitenden Maßnahmenplanungen wurde eine Vielzahl spezieller Tools entwickelt. Der Nachhaltigkeitsgrad des Ausgangs- wie auch des Planungszieles / Endzustandes kann ebenso wie die CO<sub>2</sub>-Bilanz abgelesen werden.

##### 4.1. Indikatoren und -sets

Für die Umsetzung der *effort*-Methode haben die beteiligten Fachbereiche (Ressourcen, Ökologie, Mobilität, Architektur, Stadtplanung, Energie- und Gebäudetechnik) für die Bestandserfassung des Quartiers, die Ableitung von Maßnahmenpaketen sowie die Bestimmung des Nachhaltigkeitsgrades entsprechende Indikatoren definiert. Es wurden Indikatoren ausgewählt, welche aus Sicht der jeweiligen Fachbereiche für ein Integriertes Quartierskonzept essenziell sind und mit denen sich Ausprägungen einfach und aussagekräftig bewerten lassen. Zur besseren Handhabbarkeit wurden diese 142 Indikatoren in 23 Indikatorensets zusammengefasst. Diese sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2. Die Indikatorensets in *effort*

Gebäudetechnik	Architektur	Stadtplanung	Mobilität	Ökologie	Ressourcen
1 Primärenergiequalität	5 Sanierungsgrad 6 Heizwärmebedarf	8 Baukultur & Ortsbild	14 ÖPNV 15 Straßenverkehrssysteme	17 Habitatqualität und Artenvielfalt	21 Bevölkerungsstruktur und Entwicklung
2 Energieverbrauch	7 Nutzung Sanierungspotenzial	9 Erscheinungsbild	16 Regionale Verkehrsstrukturen	18 Zustand lokaler Wasservorkommen	22 Finanzielles Potenzial
3 Potenzial Erneuerbarer Energien		10 Bauliche Dichte 11 Nutzungsintensität		19 Zustand des Grundwassers	23 Identität
4 Energetische Infrastruktur		12 Diversifikation /Vielfalt 13 Grundstruktur		20 Luftqualität	

Innerhalb dieser Sets wurden die Indikatoren gewichtet (*vertikale Wichtung*). Tabelle 3 zeigt beispielhaft die Zusammensetzung und Wichtung von 2 der 25 Indikatorensets:

Tabelle 3. Beispiele der Zusammensetzung von Indikatorensets und deren interner vertikaler Wichtung, hier am Beispiel der Wichtung für die Nachhaltigkeitsdimension ‚Ökologie

Indikatorenset	Indikatoren	Wichtung 'ö'	Indikatorenset	Indikatoren	Wichtung 'ö'
Primärenergiequalität	Kumulierter Energieaufwand	2	Habitatqualität und Artenvielfalt	Ökologische Funktionalität	3
	Kumulierter Energieaufwand, regenerativer Anteil	2		Schadstoffbelastung	2
	CO <sub>2</sub> -Äquivalenzwert	3		Erosionsanfälligkeit	1
	Energiekosten	1		Biotop/Nutzung	2
			Grünzahl	3	

#### 4.2. Nachhaltigkeitsbewertung

*effort* bewertet die Nachhaltigkeit in den Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales. Sie wird über den Erfüllungsgrad gemessen, weshalb für jedes Set in jeder Nachhaltigkeitsdimension ein spezifischer Referenzwert festgelegt wurde. Mit den Erfüllungsgraden lässt sich der IST-Zustand in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abbilden. Eine Wichtung der einzelnen Sets gegeneinander bewirkt eine Priorisierung in den Dimensionen (*horizontale Wichtung*). So können entscheidende Potenziale bzw. Defizite hervorgehoben werden. Die Visualisierung erfolgt mit der *effort* -Sonne I (Fig.2), in der alle räumlich hinterlegten Bewertungskriterien/Indikatoren vereint werden.

#### 4.3. Zieldefinitionen und Leitbild für das Quartier

Aus den ermittelten Nachhaltigkeitsgraden der einzelnen Indikatorensets kann für jedes Quartier die Gesamtnachhaltigkeit ermittelt werden. Die Nachhaltigkeitsdimensionen fließen gleichrangig in die Gesamtbewertung ein, können in späteren Fällen (z.B. auch unter Berücksichtigung spezieller Wünsche von Auftraggebern) gewichtet werden.

Das Ergebnis der Ist-Zustandsbewertung wird in 3 Klassen bzw. Stufen (Erfüllungsgrad bis 60%, zw. 60 – 80 %, 80-100%) abgebildet. Diesen Klassen wiederum sind Zieldefinitionen zugeordnet, die entsprechend des Istzustands und der spezifischen Rahmenbedingungen definiert werden. Die Zieldefinitionen der Sets unterliegen dabei einer Hierarchie: Ziele für die Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeffizienz oder zum energetischen Umbau werden als erstes gesetzt. Auch wenn in der Zieldefinition nicht alle Indikatorensets gleichwertig berücksichtigt werden, so gilt für alle Sets ein Verschlechterungsverbot (mit dem Ziel einer Verbesserung).

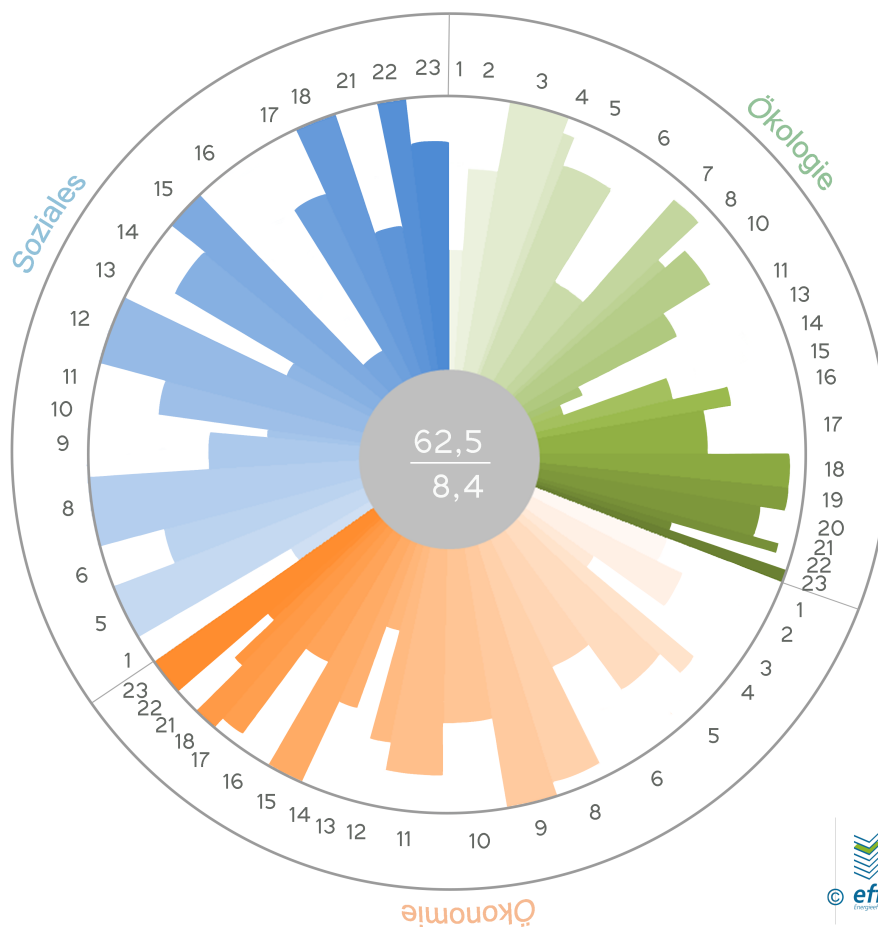


Fig. 2. Die *effort*-Sonne I (Bewertung des Ist-Zustandes des Quartiers)  
 Die Zahlen am Diagramm bezeichnen die Nummerierung der Indikatorensets aus Tabelle 2.  
 Die beiden Zahlen im Zentralkreis geben den Nachhaltigkeitsgrad (in %) und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß (in Tonnen CO<sub>2</sub> pro Person und Jahr) an.

Aus den Teil-Zielen der einzelnen Indikatorensets wird für jedes Quartier ein spezifisches Leitbild abgeleitet, das den Rahmen für die künftige Quartiersentwicklung absteckt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass der künftige Bestand und die Struktur von Gebäuden und Freiflächen von der Bevölkerungs- und Wirtschaftsprognose bestimmt werden. Auf Grundlage des definierten Leitbildes und dessen zukünftiger räumlicher Struktur können die realisierbaren Potenziale Erneuerbarer Energien ermittelt werden.

#### 4.4. Ableitung von Maßnahmen

Das Leitbild liefert die Voraussetzung zur Ableitung von Maßnahmen. Diese sind in einem Maßnahmenkatalog hinterlegt und orientieren sich an der jeweiligen Einordnung des Nachhaltigkeitserfüllungsgrades des entsprechenden Indikatorensets. Dabei sind drei Maßnahmenvarianten definiert (Basis-Variante, Exzellenz-Variante, Theoretisches Optimum) und die jeweiligen Auswirkungen der jeweils direkt abhängigen Indikatoren in den 3 Nachhaltigkeitsdimensionen daran geknüpft. Wie auch die Ziele sind die Maßnahmen einer Hierarchie untergeordnet und die Auswirkungen der jeweiligen Maßnahme auf die direkt abhängigen Indikatoren werden geprüft, um das gesetzte Verschlechterungsverbot einzuhalten.

#### 4.5. Integriertes Quartierskonzept – Grundlage für die Ingenieurplanung

Mit der Darstellung der Auswirkungen der Maßnahmenpakete auf die Indikatoren kann eine prognostische Zustandsbeschreibung des energetisch umgebauten Quartiers erfolgen und nun mit der ‚effort -Sonne II‘ visualisiert werden. Gegebenenfalls muss das Ergebnis bzw. der Prozess manuell nachreguliert werden. Das Ergebnis zeigt, welcher Nachhaltigkeitsgrad in einem integrierten Quartierskonzept unter Ausnutzung der energetischen Potenziale im Quartier erreicht werden kann. Auf der Basis der hinterlegten Maßnahmen können die beteiligten Ingenieur-Disziplinen Umsetzungsszenarien entwickeln und einen aufeinander abgestimmten Quartiersumbau planen.

### 5. Die Arbeit mit *effort*

Die Validierung der Methode erfolgte anhand von 4 Modellquartieren bis April 2015. Die Autoren sammeln Erfahrungen bei der Datenerhebung vor Ort, der Umsetzung im GIS und der Ableitung integrierter Maßnahmenpakete für die Ingenieurplanung. Dabei werden die Verfahrensschritte einer ständigen kritischen Prüfung unterzogen. Da die Indikatoren für reale Quartiere eine differenzierte Relevanz aufweisen können, ist ihre Wichtung flexibel zu handhaben und sind ggf. weitere Indikatoren hinzuzuziehen. Insbesondere die Verknüpfungen der Indikatorensets sind variabel zu justieren.

Im Vergleich zu bereits existierenden Instrumenten und Konzepten betrachtet *effort* parzellenscharfe und konkrete Verbräuche und Bedarfe und zeigt energetische Potenziale auf. Aufgrund des Schärfegrades und der damit möglichen Betrachtung bis auf Objektebene ist dieses interdisziplinäre Planungstool wegweisend. Die maximale Planungstiefe kann natürlich nur dann erreicht werden, wenn die erforderlichen Daten tatsächlich verfügbar gemacht werden können. Generell wird das Instrument jedoch auch so ausgelegt, dass die Option der Schätzung einzelner Indikatorenwerte genutzt werden kann. Hier ist weiterhin der jeweilige Ingenieurs-Sachverstand erforderlich.

Gemessen an Marktpreisen für Integrierte Quartierskonzepte ist die Anwendung von *effort* bei einigen Quartieren im Vergleich zu herkömmlichen Verfahrensweisen aufwändiger. Betrachtet man jedoch die Investitionssummen, die Gegenstand der Planung energieeffizienter Quartiere sind, liefert *effort* eine neue Qualität, Transparenz und somit Kostensicherheit, die einen höheren Planungsaufwand rechtfertigen. Möglicherweise können nach weiterer Validierung einige Verfahrensschritte vereinfacht werden.

Die Methode der Nachhaltigkeitsbewertung soll für die Zertifizierung von Quartieren genutzt werden. Das in den vergangenen Jahren zunehmende öffentliche Bedürfnis nach einer hohen Nachhaltigkeit hat sich mehr und mehr auch auf Besitzer und Investoren übertragen. Bauherren unterwerfen sich freiwillig Zertifizierungen auch im Bewusstsein, dass ein hoher Nachhaltigkeitsgrad ein Werbeträger für eine gute Vermarktungsfähigkeit darstellt.

### 6. Ausblick

*effort* ist ein neues vielversprechendes Instrument für die Erarbeitung nachhaltigkeitsbasierter integrierter Quartierskonzepte. Es ersetzt nicht den Sachverstand der beteiligten Ingenieure, sondern vereinigt diesen zu einem komplexen Instrument, das die Umsetzung einer systemischen Sichtweise in die Planung erlaubt.

Innerhalb des kommenden Jahres wollen die Autoren *effort* zu einem Routine-Instrument entwickeln. Möglicherweise gibt der Artikel den Anstoß zu Kooperations- und Anwendungsmöglichkeiten mit Partnern aus den USA und anderen Ländern.

### References

- [1] K. Roselt, I. Quaas, A. Homuth, A. Thor, Recommendations for action for optimization of redevelopment concepts for environmentally burdened sites - Guide for communities and planners.-Jena 2012. download under [www.optirisk.de](http://www.optirisk.de)
- [2] D.D. Genske, L. Messari-Becker, Energetische Stadtsanierung und Klimaschutz, in: Bauphysik-Kalender 2013: Nachhaltigkeit und Energieeffizienz. Published 2013 by Ernst & Sohn GmbH & Co. KG.
- [3] P. Droege, D.D. Genske DD, A. Ruff, M. Schwarze (2014), Der BAER-Atlas als integriertes Modell und regionales Werkzeug. in: P. Droege (Hrsg) Bodensee-Alpenrhein Energieregion. Oekom-Verlag, München:19-125 S