

## Neues Labor für das Ernst-Ruska-Zentrum im Forschungszentrum Jülich

Am 29. September 2011 wurde der Laborneubau des Ernst-Ruska-Zentrums im Forschungszentrum Jülich feierlich an den Nutzer übergeben. In seinem Labor betreiben das Forschungszentrum und die RWTH Aachen ein chromatisch und sphärisch korrigiertes höchstauflösendes UHRTEM-Elektronenmikroskop, in der Fachwelt bekannt als PICO. Die Gebäudeplanungen erfolgten durch die pbr AG, wobei KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) die Beratung für den Bereich Schall- und Schwingungen übernahm.

Kern des Erweiterungsbaus ist ein UHRTEM-Spezialmikroskop, mit dem atomare Strukturen analysiert werden. Die Abkürzung „UHRTEM“ steht für Ultra-High-Resolution-Transmission-Electron-Microscope. Die Auflösung des neuen, einzigartigen Mikroskopes in Jülich liegt im Sub-Ångströmbereich und beträgt 0,5 Å – das sind  $10^{-10}$  m. Zum Vergleich: das kleinste Atom ist Wasserstoff und hat die Abmessung von etwa 1 Å. Das ist eine außerordentlich kleine Abmessung. Um diese Strukturen auflösen zu können, sind besondere Techniken erforderlich. In dem Mikroskop werden mit hoher Spannung Elektronen in einem Hochvakuum beschleunigt und mit einem elektrischen, speziell korrigierten Linsensystem auf eine ultradünne Probe gelenkt. Die Abbildung der Atomanordnung in kristallinen Objekten beruht auf einem Phasenkontrast, bei dem die Kohärenz der Elektronenwelle ge-

nutzt wird. Das Funktionsprinzip des High-End-Mikroskops erscheint auf den ersten Blick zwar relativ einfach – die Tücke steckt jedoch im Detail. Es bestehen eine Reihe äußerer Einflüsse, die den Elektronenstrahl ungewollt ablenken. Damit die Auflösung des Mikroskops im Sub-Ångström-Bereich nicht leidet, hat der Hersteller des Mikroskops Randbedingungen gestellt, die am Aufstellort erfüllt sein müssen.

**Äußere Einflüsse, die den Elektronenstrahl beeinflussen, müssen analysiert, bewertet und abgeschirmt werden.**

Die Anforderungen sind so vielfältig und hoch, dass man eher sagen kann: kein Einfluss von Außen! Nun befindet sich das Ernst-Ruska-Zentrum nicht in einer ruhigen Einöde fernab jeglicher Zivilisation, sondern mitten in einem lebhaften Forschungs- und Wissenschaftszentrum mit komplexer Infrastruktur. Die Folge sind vielfältige Einflüsse wie Lärm, Schwingungen, Strahlung etc., die mittels technischer und baulicher Maßnahmen vom Mikroskop abzuschirmen sind.

Auszugsweise sind hier einige Punkte beschrieben, die bei der Planung und dem Bau zu beachten sind:

- ▶ Der Elektronenstrahl des Mikroskops reagiert besonders empfindlich auf elektrische Felder. Genau das ist beabsichtigt, wenn er gerichtet und mittels spezieller elektrischer Linsen gebündelt werden soll. Allerdings wird er unkontrolliert abgelenkt, wenn elektrische Felder von außen auf ihn einwirken. Diese Störungen gilt es zu minimieren. Daher sind die Räumlichkeiten mit einer hochwirksamen Abschirmung ausgestattet. In der Laborumgebung sind alle verwendeten Materialien aus nicht ferromagnetischen Materialien – sogar die Armierung des Stahlbetons besteht aus Edelstahl.
- ▶ Des weiteren muss das Mikroskop absolut ruhig stehen. Wird das Mikroskop gegenüber dem Erdmagnetfeld bewegt –

## Besonders in den letzten Jahren

...ist die Nachhaltigkeit von Gebäuden in den Mittelpunkt gerückt. Mit Einführung der Energieeinsparverordnung (schon 2002!) ist die Energieeffizienz bei Planern, Bauherrn und auch Genehmigungsbehörden wichtiges Thema bei allen Bauvorhaben!

Die Herstellung, Errichtung und Nutzung von Gebäuden in ganz Europa nimmt in einem erheblichen Masse Ressourcen in Anspruch und trägt somit zu den Wirkungen auf die Umwelt bei. Insgesamt 40 Prozent des Treibhauseffekts und des weltweiten Energieverbrauchs sind laut

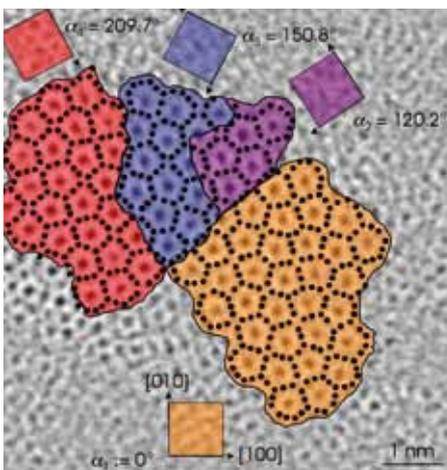


einer Studie des Umweltprogramms der Vereinten Nationen auf Gebäude zurückzuführen. Allein der Gebäudebereich (Haushalte und Dienstleistungssektor) in Deutschland ist für Emissionen von insgesamt 342 Megatonnen Treibhausgasen verantwortlich, was etwa einem Drittel der Gesamtbelastung entspricht.

Daher ist es wichtig, dass das Verständnis wächst und Unternehmen wie wir Maßnahmen für Weiterbildungen treffen, um in unseren Fachgebieten erfolgreich Veränderungen zum Positiven für unsere und kommende Generationen zu erreichen.

Wir haben dazu einen Bericht zur Nachhaltigkeit von Gebäuden für diese Ausgabe der Good Vibrations zusammengestellt und wünschen Ihnen neue Erkenntnisse beim Lesen!

Ihr Erwin W. Kötter



▲ Abbildung 1: Darstellung atomarer Strukturen

Fortsetzung Seite 2 ▶

### ▶▶▶ INHALT ▶▶▶

- ▶ Neues Labor für das Ernst-Ruska-Zentrum im Forschungsbereich Jülich
- ▶ Schalltechnische Untersuchungen von neugeplanten Industriegebäuden „beruhigen“ und erhöhen die Planungssicherheit
- ▶ Zum aktuellen Thema: Nachhaltigkeit im Gebäudebereich

Fortsetzung von Seite 1 ▶

das kann durch Schwingungen ausgelöst werden – entstehen Relativbewegungen zwischen dem Elektronenstrahl und des Erdmagnetfelds. Oder das Erdmagnetfeld wird zeitweilig gestört. Schon das Bewegen eines Stuhles aus ferromagnetischem Stahl führt in der Nähe des Mikroskops zu einer Ablenkung des Erdmagnetfeldes. Rückstellende Kräfte wirken nach – die Folge ist eine ungewollte Ablenkung des Elektronenstrahls. Auch wenn die Belichtungszeit nur wenige Sekunden währt, werden die Bilder hierdurch weniger scharf.

▶ Ungewollte Bewegungen des Mikroskops werden zum Beispiel auch durch Luftschall angeregt. Luftschall ist eine dynamische Druckschwankung, die auf die Oberflächen des Mikroskops wirkt und eine Kraft ausübt, das Mikroskop minimal bewegt. Um Störschall zu minimieren, wurde eine zweischalige, akustisch optimierte Kabine inklusive der entsprechenden Türen konstruiert.

▶ Der viel größere Aufwand zur Schwingungsabwehr äußerer Schwingungen ist allerdings am Fundament zu finden. Zum Beginn der ersten Planungen erfolgten vor Ort Erschütterungsmessungen. Die Analysen ergaben, dass nicht nur die Stoßkanten der Betonplattenstraßen Schwingungen durch



▲ Abbildung 2: Der Laborneubau



▲ Abbildung 3: Das 100 Tonnen Fundament

PKW und LKW Verkehr erzeugen, sondern auch der wenige Kilometer entfernte Braunkohletagebau mit den gewaltigen Baggern niederfrequente Erschütterungen erzeugt, die über diesen Abstand noch am Aufstellort auf das Mikroskop einwirken. Daher wurde das Mikroskop auf einer luftgefederten, 100 Tonnen schweren, seismischen Masse mit einer Abstimmfrequenz von  $f = 0,5$  Hz gelagert. Sie wurde besonders niedrig gewählt, um die technisch machbare und hochwertigste Isolierung gegenüber von außen einwirkenden Erschütterungen herzustellen.

Zu erwähnen ist noch die besonders turbulenzarme Be- und Entlüftung des Untersuchungsraumes, für den eine aufwändige Strömungssimulation durchgeführt wurde. Auch kleinste Luftwirbel bewegen das Mikroskop.

Das KCE Fazit: bei der Planung und Umsetzung dieses Projektes wurde in mehreren Bereichen technisches Neuland betreten und die Grenze der technischen Machbarkeit bei gleichzeitig enormem Kostendruck erreicht. Das ist ein Ergebnis vieler konstruktiver Gespräche und kreativer Lösungen. Das gilt für das Zusammenspiel der beteiligten Gewerke.

## Schalltechnische Untersuchungen von neugeplanten Industriegebäuden „beruhigen“ und erhöhen die Planungssicherheit

**K**ÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) prüft für eine Vielzahl von Kunden z. B. aus der Gas-, Öl-, Chemiebranche oder der Papierindustrie schalltechnische Untersuchungen in der Planungsphase von zukünftig gewerblich genutzten Industriehallen und Gebäuden. Diese Prüfungen finden statt für z. B. Verdichterrhallen, Mess- und Regelgebäude, Turbinenhallen, Kesselhäuser, Pumpenhallen oder Produktionshallen.

Die Wand- und Deckenfassaden von Industriehallen sind erfahrungsgemäß oft schallhart. Die Maschinen- und Anlagengeräusche werden an den Wand- und Deckenfassaden nahezu vollständig reflektiert. Auf

der Grundlage von schalltechnischen Untersuchungen wie einer Messung von Hallen-Innenpegeln und der Nachhallzeit können sekundäre Lärminderungsmaßnahmen

**Industriehallen müssen so geplant werden, dass keine erhöhten Lärmrisiken für Mitarbeiter entstehen.**

zur Verbesserung der Geräuschsituation und Reduzierung des mittleren Hallen-Innenpegels ausgelegt werden. Ziel dieser Untersuchungen ist es, Industriehallen aus bauakustischer und schalltechnischer Sicht



▲ Abbildung 4: Das Pico-Mikroskop

Aus Sicht von KCE ist das neue Laborgebäude nicht nur ein „Haus“ mit Fenstern, Dach und Türen. Es bildet mit seinen vielen besonderen Eigenschaften eine „Einheit“ mit dem Mikroskop.

Dieses für die Wissenschaft herausragende Projekt wurde durch finanzielle Unterstützung von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen ermöglicht. Der Namensgeber des Instituts ist Ernst Ruska – er hat 1938 das Elektronenmikroskop erfunden und erhielt wegen seiner herausragenden Verdienste in der Wissenschaft 1986 den Nobelpreis für Physik. Verschiedene Redner aus Forschung und Wissenschaft betonten während der Eröffnungsfeierlichkeiten die internationale Bedeutung dieses Instituts – vielleicht wird bald der nächste Physik-Nobelpreis Forschern aus Jülich verliehen...

Die Inbetriebnahme des Mikroskops läuft – es gibt erste scharfe Bilder.

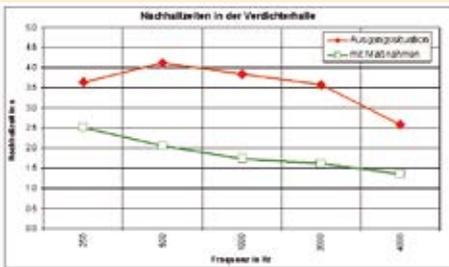
Dipl.-Ing. Arno Schällig  
schaellig@koetter-consulting.com

optimal zu planen bzw. zu betreiben ohne den produktionsbedingten Anlagenbetrieb negativ zu beeinflussen oder gar Mitarbeiter erhöhten Lärmrisiken auszusetzen.

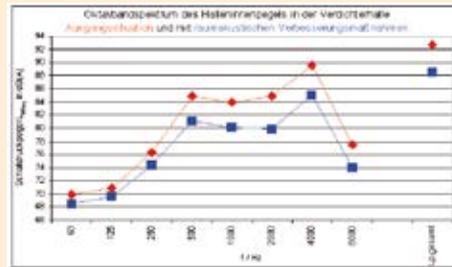
Grundlage der Untersuchungen sind die innenliegenden Emissionsquellen wie Verdichter, Pumpen, Turbinen, Radialgebläse, etc. und deren Schallleistungspegel (LWA). Weitere Ausgangsgrößen zur Ermittlung des mittleren Hallen-Innenpegels in der Planungsphase sind raumgeometrische Eigenschaften der Gebäude (Länge, Breite, Höhe, Raumvolumen, Streukörper) sowie der innenliegende Aufbau der Wand- und Deckenfassaden. Die folgende Abbildung 1 zeigt die Nachhallzeiten in einer Verdichterrhalle für die Ausgangssituation (Ist-Zustand) und mit der Berücksichtigung von raumakustischen Verbesserungsmaßnahmen.

Fortsetzung Seite 3 ▶

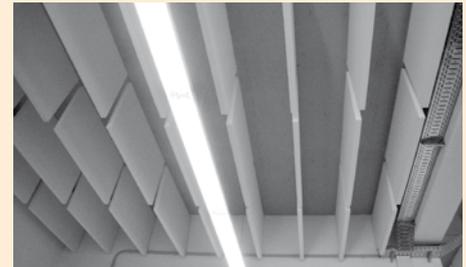
Fortsetzung von Seite 2 ▶



▲ Abbildung 1: Nachhallzeiten in einer Industriehalle, Ausgangssituation und mit Verbesserungsmaßnahmen



▲ Abbildung 2: Halleninnenpegel in einer Industriehalle, Ausgangssituation und mit Verbesserungsmaßnahmen



▲ Abbildung 3: Baffeldecke in der Testhalle von KCE in Rheine

Bei sach- und fachgerechter Umsetzung von raumakustischen Verbesserungsmaßnahmen können die mittleren Hallen-Innenpegel in Industriehallen im Vergleich zur Ausgangssituation mit nahezu schallharten Fassaden um ca. 3 bis > 5 dB reduziert werden.

Die Abbildung 2 zeigt ein Oktavbandspektrum des mittleren Hallen-Innenpegels in einer Verdichterhalle ohne Maßnahmen (Ausgangssituation) und mit raumakustischen Verbesserungsmaßnahmen.

Als Schallabsorptionselemente im Deckenbereich bieten sich in Industriehallen sogenannte „Baffeln“ an, die direkt unter der bisher schallharten Decke abgehängt werden können. Die Anzahl der Elemente und die Absorptionseigenschaften werden indi-

viduell frequenzselektiv für die zu untersuchende Halle berechnet.

Die folgende Abbildung 3 zeigt eine Baffeldecke in der Testhalle von KÖTTER Consulting Engineers KG in Rheine.

Neben der Verbesserung der Absorptionseigenschaften von Hallendecken und -fassaden in vielen Hallen weiteres Verbesserungspotential, so kann man durch absorbierend verkleidete Abschirmelemente im Nahbereich von Hauptlärmquellen weitere Effekte erzielen. Ein besonders positiver Gesichtspunkt dabei ist die Verbesserung der Sprachverständlichkeit und die Reduzierung der Lärmexpositionspegel für betroffene Mitarbeiter.

Bei neuen Industriehallen besteht weiteres

„Sparpotential“ bei den schallabstrahlenden Außenbauteilen wie z. B. den Gebäudefassaden, Toren, Türen, Lüftungsgittern, etc.. Kapselungen oder Einhausungen von Hauptlärmquellen können den Innenpegel zusätzlich reduzieren.

Hier in Kurzform die Vorteile einer Reduzierung des Innenpegels:

- ▶ Reduzierung der Immissionspegelbeiträge in der Nachbarschaft
- ▶ Verbesserung des Arbeitsklimas für betroffene Mitarbeiter
- ▶ Reduzierung der erforderlichen Schalldämm-Maße von Außenbauteilen
- ▶ Reduzierung der Kosten für die Außenbauteile

Frank Wenzel

wenzel@koetter-consulting.com

## Zum aktuellen Thema: Nachhaltigkeit im Gebäudebereich

Die Energieeffizienz von Gebäuden sowohl im Wohn- wie im Nichtwohnbereich steht spätestens seit Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 im Blickpunkt von Planern, Bauherren und Genehmigungsbehörden. Seit einigen Jahren rückt darüber hinaus das Thema **Nachhaltigkeit** zunehmend in den Fokus. In Deutschland hat die DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) in Zusammenarbeit mit dem BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) seit 2008 ein Bewertungssystem zur ganzheitlichen Betrachtung von Nachhaltigkeitsaspekten für Gebäude entwickelt. Dabei werden Gebäude über ihren gesamten Lebenszyklus, d. h. in den Phasen der Planung, der Erstellung, der Nutzung und des Rückbaus bzw. Recyclings hinsichtlich der Erfüllung zahlreicher Einzelkriterien bewertet.

Hier eine übersichtliche Beschreibung des verfassten Kriterienkataloges. Die Kriteriengruppen werden mittels einer unterschiedlichen Anzahl von Einzelmerkmalen bewertet:

- ▶ **Ökologische Qualität:** Hierzu zählen unter anderem das Treibhauspotenzial und das Ozonbildungspotenzial, der

Primärenergiebedarf, der Frischwasserverbrauch, die Flächeninanspruchnahme und das Abfallaufkommen.

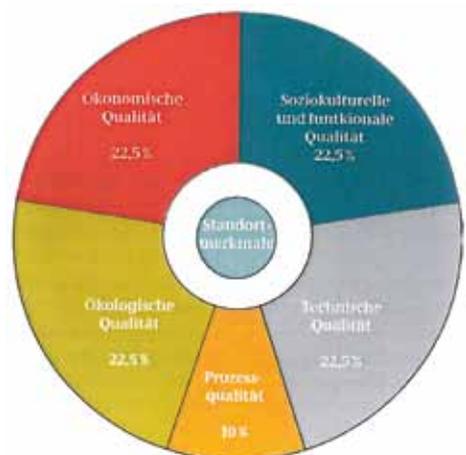
- ▶ **Ökonomische Qualität:** Hier fließen die Erstellungs- und ausgewählte Folgekosten sowie die Wertentwicklung ein.

- ▶ **Sozio-kulturelle und funktionale Qualität:** Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit werden u. a. über den thermischen, akustischen und visuellen Komfort beurteilt. Außerdem spielen hier Barrierefreiheit, Umnutzungsfähigkeit und Fahrradkomfort sowie weitere Merkmale eine Rolle.

- ▶ **Technische Qualität:** Zu den 10 Qualitätsmerkmalen der technischen Ausführung gehören z. B. der Brand- und Schallschutz, die wärme- und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle, die Bedienbarkeit und Ausstattung der technischen Gebäudeausrüstung und die Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers.

- ▶ **Prozessqualität:** Planung, Bauausführung und Bewirtschaftung werden mittels verschiedener Qualitätsmerkmale beurteilt.

Beschreibung der **Standortqualität:** Hierzu zählen u. a. die Verkehrsanbindung und anliegende Medien sowie Erweiterungsmöglichkeiten.



▲ Abbildung 1: Gewichtung der Hauptkriterien-gruppe am Beispiel des Neubaus von Büro- und Verwaltungsgebäuden (Quelle: BMVBS Leitfaden Nachhaltiges Bauen)

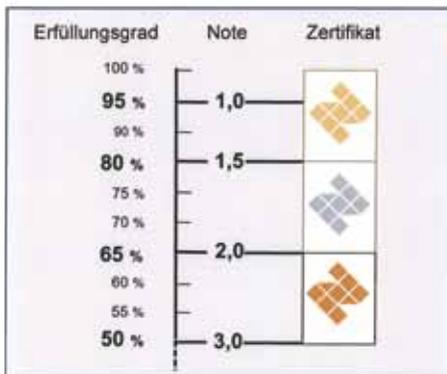
Die ersten vier Kriteriengruppen machen je 22,5%, die Prozessqualität 10% der Gesamtbewertung aus. Die Beschreibung der Standortmerkmale wird als Zusatzinformation gefordert, geht aber nicht in die Bewertung ein.

Fortsetzung Seite 4 ▶

Fortsetzung von Seite 3 ▶

Für jedes Merkmal dieses umfangreichen Kriterienkataloges sind eindeutige Zielwerte definiert und Messmethoden vorgegeben. Die Bewertung erfolgt über ein Punktesystem, das zum einen die gesellschaftliche und politische Relevanz berücksichtigt und zum anderen nutzungsspezifische Aspekte erfasst. Je nach Nutzungsprofil des Gebäudes können die Kriterien unterschiedlich gewichtet werden. Aktuell gibt es Profile für Neubau, Modernisierung bzw. Sanierung und Bestand von Büro- und Verwaltungsgebäuden, sowie den Neubau von Handelsbauten, Industrie-, Bildungsbauten, Wohn-, Hotelgebäuden und gemischten Stadtquartieren. Weitere Nutzungsprofile z. B. für den Neubau von Krankenhäusern, Sportstätten und Parkhäusern werden erarbeitet.

Bei der Zertifizierung werden die für jedes Kriterium ermittelten Daten in Leistungsparameter für die sechs Themenfelder sowie das Gesamtgebäude umgerechnet. Je nach Erfüllungsgrad der vorgegebenen Anforderungen wird dann das Zertifikat in Gold, Silber oder Bronze verliehen. Das Zertifizierungsverfahren wird durch speziell ausgebildete Gutachter/Auditoren durchgeführt. Bereits in der Planungs- und Bauphase ist eine Vorzertifizierung möglich, die nach dem gleichen Prinzip erfolgt wie die endgültige Zertifizierung des fertiggestellten Gebäudes.



▲ Abbildung 2: Zuordnung der Erfüllungsgrade zu Gebäudenote und Zertifikat (Quelle: BMVBS Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen)



▲ Abbildung 3: Nachhaltiges Bauen

Seit März 2011 gilt das beschriebene Verfahren verbindlich für den Neubau von Büro- und Verwaltungsgebäuden in Zuständigkeit des BMVBS. Damit übernehmen diese öffentlichen Bauten eine deutliche Vorbildfunktion. Das System kann auf freiwilliger Basis zur Beschreibung und Bewertung der Nachhaltigkeitsqualität von Gebäuden und baulichen Anlagen allgemein am Markt angewendet werden.

In England wurden bis 2007 bereits 65.000 Gebäude nach der BREEAM-Methode (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) hinsichtlich ökologischer Kriterien bewertet.

Das LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) in den USA zeichnet seit dem Jahr 2000 überwiegend öffentliche Bauten aus.



Es bezieht sich wie das deutsche System auf alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes.

In Japan werden Gebäude vom Entwurf über den Bau und den Betrieb bis zur Erneuerung und zum Abriss in ihrer ökologischen Qualität im Verhältnis zur Performance und den Auswirkungen auf die Umwelt beurteilt. Das Label nennt sich CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency).

Der Vorteil des deutschen Systems nach DGNB bzw. BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude) liegt in der Einbeziehung von wirtschaftlichen Gesichtspunkten (siehe Kriterien im Themenbereich Ökonomische Qualität) sowie in der Offenheit und Flexibilität des Systems, das an unterschiedlichste Gebäudetypen und zukünftige technische und gesellschaftliche Randbedingungen angepasst werden kann.

Außerdem kann es auf die klimatischen, gesetzlichen und kulturellen Verhältnisse in anderen Ländern übertragen werden. Dadurch ist es möglich weltweit Projekte auf der gleichen Basis zu zertifizieren.

Die Fachleute von KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) aus dem Fachbereich Bauphysik liefern durch Messen und Berechnen gemäß der vorgeschriebenen Methoden die Werte des zu beurteilenden Gebäudes für alle Kriterien im Themenfeld Ökologische Qualität, in die der End- und Primärenergiebedarf einfließen. Außerdem ermitteln

**Die Bewertung erfolgt über ein Punktesystem, das die gesellschaftliche und politische Relevanz berücksichtigt und nutzungsspezifische Aspekte erfasst.**

sie die Daten für die Kriterien Akustischer Komfort sowie thermischer Komfort im Winter und Sommer aus dem Bereich der Soziokulturellen und funktionalen Qualität. Im Themenfeld Technische Qualität erstreckt sich unser Leistungsbereich auf den Schall-, Lärm-, und Immissionsschutz sowie alle Parameter, die sich auf die wärme- und feuchteschutz-technische Qualität der Gebäudehülle beziehen. Mit Hilfe dieser Leistungen können Bauherren und Investoren schon im frühen Planungsstadium das Nachhaltigkeitspotenzial ihres Gebäudes einschätzen und somit rechtzeitig Einfluss nehmen um ein gutes Zertifizierungsergebnis zu erreichen. Eine hohe Auszeichnung hebt nicht nur das Ansehen der Investoren, sondern führt durch optimale Nutzerbedingungen und langfristige Vermietbarkeit auch unter sich wandelnden Rahmenbedingungen zu einer erheblichen Steigerung des Immobilienwertes. Dieser Mehrwert rechtfertigt in Verbindung mit in der Regel geringeren Lebenszykluskosten im Vergleich zu Standardgebäuden den höheren Planungsaufwand.

Dipl.-Ing. Christiane Schuurman  
schuurman@koetter-consulting.com

**KÖTTER Consulting Engineers KG**

Bonifatiusstraße 400  
D-48432 Rheine  
Tel. +49 (0) 5971-9710.0  
Fax +49 (0) 5971-9710.43  
info@koetter-consulting.com

Handelsregister Steinfurt HRA 4948  
USt-IDNr.: DE 814 561 321  
Komplementäre Erwin W. Kötter und  
KÖTTER Consulting Engineers Verw.-GmbH  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Erwin Kötter,  
Margret Grobosch,  
Dr.-Ing. Johann Lenz

**KÖTTER Beratende Ingenieure  
Berlin GmbH**

Balzerstraße 43  
D-12683 Berlin  
Tel. +49 (0) 30-52 6788.0  
Fax +49 (0) 30-54 360.16  
info@kbi-berlin.de

Handelsregister Berlin HRB-Nr. 44230  
USt-IDNr.: DE 157 53 44 94  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Bernd Fleischer

