



M

Lüften und Energiesparen

Mehr als zwei Drittel des Tages verbringen wir in geschlossenen Räumen. Wenn die Temperatur angenehm ist und die Luft frisch riecht, fühlen wir uns wohl. Wie lassen sich diese Bedingungen herstellen, ohne unnötig Energie zu verschwenden?

EINLEITUNG

Wie soll man die Wohnung lüften? Bei diesem Thema gehen die Meinungen weit auseinander. Viele Menschen glauben, dass Wände „atmen“ müssen, man regelmäßig Sauerstoff in die Wohnung „reinlassen“ muss und in luftdichten Gebäuden sich Schimmelpilze besonders gut ausbreiten können. Dem gegenüber gilt die Wohnungslüftung unter Experten als ein zentraler Ansatz zum häuslichen Energiesparen. Die Forschung hat Grundlagen für sinnvolle Lüftungsstrategien erarbeitet, um zu hohe Werte für Luftfeuchtigkeit und Kohlendioxid (CO₂) zu vermeiden.

Effizientes Lüften trägt entscheidend zu Wohnkomfort und Behaglichkeit in Wohnungen bei und hat nichts mit Askese zu tun. In vielen unserer Wohngebäude hat sich durch die verschärften gesetzlichen Grundlagen in den letzten Jahrzehnten der Wärmestandard verändert, aber häufig hat sich das Lüftungsverhalten der Bewohner nicht im gleichen Umfang angepasst. Noch bis in die 1990er Jahre funktionierte in vielen Gebäuden das Lüften weitgehend von selbst. Fenster mit undichten Rahmen sowie Einzelraumöfen sorgten zum Preis hoher Wärmeverluste und Zugluftbelastung für einen unkontrollierbaren, ständigen Luftaustausch. Im Winterhalbjahr haben diese Räume durch innen an den Scheiben abfließendes Kondenswasser oder Eisblumen entfeuchtet, weil die Fenster mit Einscheibverglasung die kältesten Flächen im Raum waren. Auf den Innenfensterbänken musste regelmäßig das Wasser weggewischt werden. Derartige



Abb. 1 Lüften – Tag für Tag werden in einer Wohnung mit 4 Personen etwa 10 – 15 l Wasser als Luftfeuchtigkeit frei und müssen weggelüftet werden

Wohnungen würden heute wegen mangelhafter Behaglichkeit durchfallen, weil im Innenraum kalte Flächen und große Temperaturunterschiede zwischen den verschiedenen Flächen auftraten. Menschen nehmen dies als unangenehm wahr, weil sie dadurch beständig Körperwärme an diese Kaltflächen abgeben müssen. Viele empfinden dies als „Kältestrahlung“.

Mittlerweile sind viele Gebäude wärmedämmend und luftdichter ausgeführt. Immer bessere Fenster mit dichten Rahmen werden heute eingebaut. Dadurch ist der Wohnkomfort beträchtlich gestiegen, wie man an tropischen Zimmerpflanzen und leichter Kleidung im Winter ablesen kann, und der Energieverbrauch

gesunken. Durch den verbesserten Wärmestandard der heutigen Gebäude ist die Bedeutung der Lüftung innerhalb der gesamten Wärmeverluste – relativ gesehen – sogar gestiegen. In Neubauten macht sie heute ca. 50 – 70% aus. Aber wärmedämmte Gebäude erfordern eine aktive und bewusste Lüftungsstrategie, was etwas anderes meint, als aus falsch verstandenen Sparambitionen im Winter die Fenster nur noch in „Notfällen“ zu öffnen. Im Rahmen der Energieforschung hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) viele Projekte zur Lüftung und zur Lüftungstechnik in Wohngebäuden, Schulen, Büro- und Verwaltungsgebäuden sowie Industrieanlagen gefördert.

BEHAGLICHES WOHNKLIMA



Abb. 2 Diese Faktoren beeinflussen das Lüften

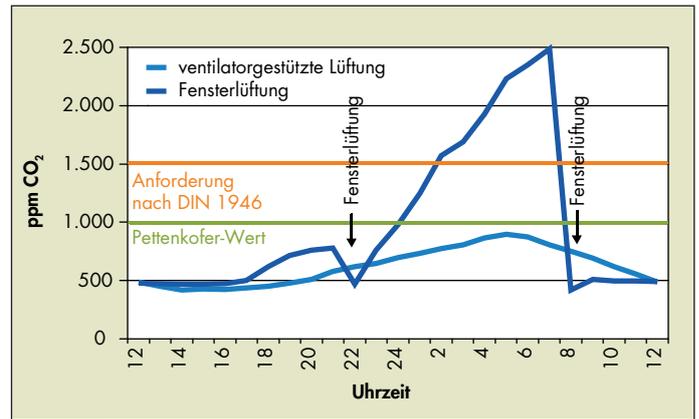


Abb. 3 Charakteristischer CO₂-Anstieg in einem Schlafzimmer: Vergleich Fensterlüftung – ventilatorgestützte Lüftung

Menschen in Innenräumen verbrauchen Sauerstoff und geben CO₂, Feuchtigkeit und Gerüche an die Innenluft ab. Hinzu kommen noch Emissionen aus Möbeln, Teppichen, Haushaltschemikalien, Hausstaub etc. **Abb. 2** zeigt wichtige Einflussfaktoren bei der Lüftung. Regelmäßiges Lüften muss für einen Austausch mit der frischen Außenluft sorgen. Entgegen landläufiger Meinung ist es nicht das Absinken des Sauerstoffgehalts der Luft, der Menschen nach einer Zeit mit geschlossenen Fenstern zum Lüften motiviert, sondern der Anstieg der Feuchtigkeit und des CO₂-Gehalts (**Abb. 3**). Dessen Anstieg wird von den Bewohnern als „Mief“ wahrgenommen. Der CO₂-Gehalt der Innenluft sollte eine Konzentration von 0,1% bzw. 1.000 ppm (natürlicher Anteil Außenluft: 0,03%) nicht überschreiten. Diese Grenze wird auch Pettenkofer-Wert genannt, nach dem deutschen Hygieneforscher Max von Pettenkofer, der im 19. Jahrhundert grundlegende Erkenntnisse zur Luftqualität in Innenräumen erarbeitet hatte. Beispielsweise bedeutet das in einer Wohnung mit 4 Personen etwa einen kompletten Luftwechsel alle 2 Stunden.

Die abgegebene Feuchtigkeit ist ein größeres Problem und ihr Weglüften ist die zentrale Aufgabe der Lüftung, abgesehen von besonderen Belastungen (z. B. Raucher, Allergien). Menschen geben pro Stunde ca. 45 g (Schlaf) bzw. zwischen 90 g (Hausarbeit) und 170 g (anstrengende Tätigkeit) Wasser an die Umgebungsluft ab. In Wohnungen erreicht die Luftfeuchtigkeit nach Duschen oder Kochen Spitzenwerte. Insgesamt kommen bei einem Vierpersonenhaushalt etwa 10 bis 15 l Wasser pro Tag zusammen.

Relative Luftfeuchtigkeit

Die meisten Menschen fühlen sich bei einer relativen Luftfeuchtigkeit in Innenräumen zwischen 35% und 60% wohl; der ideale Wert liegt unter normaler Raumtemperatur bei 45%. Ein Kubikmeter Luft kann – je

nach Temperatur – eine bestimmte Menge Wasserdampf aufnehmen. Kalte Luft kann weniger als warme absorbieren. Die relative Luftfeuchtigkeit [gemessen in %] gibt an, in welchem Maße diese temperaturabhängige Absorptionsfähigkeit der Luft ausgeschöpft ist. Bei 100% verflüssigt sich der Wasserdampf wieder und zeigt sich als Nebel oder Feuchtniederschlag. **Abb. 4** zeigt, wie stark die Temperatur der einströmenden Frischluft die relative Luftfeuchtigkeit in einer 20 °C warmen Wohnung beeinflusst. Umgekehrt: Gelangt Luft aus einem Badezimmer mit 22 °C Temperatur und 100% Luftfeuchte in ein 15 °C warmes Schlafzimmer, dann setzt jeder Kubikmeter 6,6 g Wasser frei, das sich an den kältesten Flächen des Zimmers niederschlägt. Diesen Kondensations-Effekt kann man im Sommer an jeder kalten Glasflasche sehen, die man aus dem Kühlschrank nimmt und an die „Luft“ stellt.

Etwa 98% der Luftfeuchtigkeit werden durch die Fensterlüftung aus dem Innenraum entfernt und nur ca. 2% macht die Dampfdiffusion durch das Mauerwerk aus. Zwar können auch die ersten 20 mm der Oberflächen von Wänden, Möbeln und Teppichen Feuchtigkeit absorbieren, aber diese geben sie später wieder an die Innenraumluft ab. So wird die Feuchtigkeit nur zeitweise gepuffert. Wärmedämmte Außenwände sind keinesfalls ursächlich für Feuchteschä-

den in Wohnungen, sondern im Gegenteil verhindern ihre warmen Innenoberflächen die Kondensation von zu hoher Luftfeuchtigkeit.

Raumluft mit einer hohen Luftfeuchtigkeit (> 65%) birgt in Verbindung mit organischen Materialien (z. B. Holz, Papiertapeten) ein hohes Risiko für das Anwachsen von Schimmelpilzen, deren Sporen natürlicherweise überall in der Luft enthalten sind. Besonders gefährdet sind Außenecken, Fensterlaibungen und Flächen hinter Schränken und Bildern an ungedämmten Außenwänden, wenn die Außentemperatur in der Nähe des Gefrierpunktes liegt.

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Relative Luftfeuchtigkeit
- > Kondensation
- > Schimmel

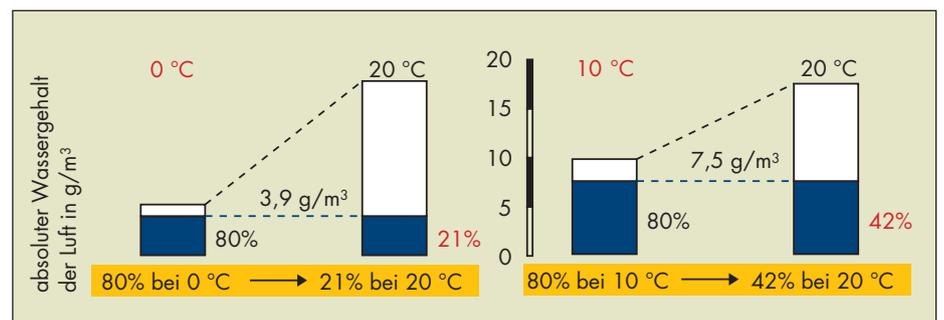


Abb. 4 Einströmende Außenluft mit 80% Luftfeuchtigkeit, aber im ersten Fall einer Temperatur von 0 °C und im zweiten von 10 °C, führt im Innenraum nach einer Erwärmung auf 20 °C zu verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten (Quelle: ARCONIS)

WIE VIEL FRISCHLUFT BRAUCHT DER MENSCH?

Jeder Mensch benötigt je nach Aktivitätsgrad ca. 30 m³ frische Luft pro Stunde. Für das Lüften ist die wichtige Größe die Luftwechselrate. Sie gibt an, wie häufig pro Stunde die gesamte Raumluft erneuert worden ist. Eine Luftwechselrate von 0,3 – 0,7 pro Stunde, je nach Intensität der Nutzung tagsüber, reicht für die notwendige Frischluftzufuhr aus. Diese kann durch aktive Fens-

terlüftung erreicht werden. Das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) hat errechnet, dass eine Luftwechselrate von „1“ bei einer 75 m² Wohnung ca. 600 l und bei einem Einfamilienhaus von 140 m² ca. 1.150 l Heizölverbrauch pro Winter an Lüftungswärmeverlusten entspricht. Durch eine Vermeidung von Lüftungsfehlern lassen sich Heizkosten senken. Abb. 5 zeigt den Zusam-

menhang zwischen Luftwechselrate und Energieverbrauch. In allen Neubauten und bei energetisch ambitionierten Altbausanierungen ist fast immer der Einbau einer ventilatorgestützten, mechanischen Lüftungsanlage mit und ohne Wärmerückgewinnung empfehlenswert. Es ist davon auszugehen, dass Lüftungsanlagen in den kommenden Jahren immer mehr zum Standard werden.

FENSTERLÜFTUNG

Energiesparende Fensterlüftung erfordert aktive, mitdenkende Nutzer. Die notwendige Dauer der Öffnung hängt von der Witterung ab. Im Winter können die Öffnungszeiten kurz sein, weil durch die höhere Temperaturdifferenz der Luftwechsel zwischen innen und außen schneller erfolgt. Zum anderen haben die Windverhältnisse Einfluss. Wegen der Druckverhältnisse strömt Kaltluft auf der dem Wind zugewandten Seite vermehrt ein, während auf allen anderen Seiten ein leichter Unterdruck entsteht, durch den warme Luft aus dem Gebäude „gesogen“ wird. Abb. 6 zeigt den Einfluss der Außentemperatur auf die Dauer eines kompletten Luftwechsels.

Die Wohnungslüftung mit gekipptem Fenster ist nur während des Sommerhalbjahres sinnvoll. Während der Heizperiode führt sie zu mehrfach überhöhten Luftwechselraten und kühlt die Raumbooberflächen unnötig aus. Dadurch wird die Behaglichkeit beeinträchtigt und die Kondensation von Wasserdampf gefördert. Bei der sogenannten Stoßlüftung wird das ganze Fenster geöffnet. Im Winter

wird, bei abgestelltem Heizkörper, in 4 – 6 Minuten die komplette Luft ausgetauscht. Die Oberflächen im Raum verlieren nur wenig Wärme. Dann Fenster zu und Heizung an, so wird der Raum schnell wieder behaglich warm.

Tipps zur Vermeidung von Feuchteschäden und Schimmelbildung

- Badezimmertüren sollen geschlossen sein. Nach dem Duschen/ Baden sollte die Luftfeuchtigkeit direkt nach draußen gelüftet werden.
- Türen zwischen Räumen mit mehr als 4 °C Temperaturdifferenz sollen geschlossen sein.
- Kellerräume sollen eher im Winter gelüftet werden, weil dann die einströmende Luft Feuchtigkeit aufnehmen kann.
- Keine Schränke und große Bilder an ungeämmte Außenwände.
- Wer nachts mit geöffnetem Fenster schlafen möchte, sollte die Schlafzimmertür geschlossen halten.
- Im Winter ein ungeheiztes Schlafzimmer durch Öffnen der Tür zu einem beheizten Raum zu temperieren, birgt das große

Risiko der Feuchtekondensation.

- Da jeder Mensch pro Nacht ca. 400 g Wasser abgibt, die von Textilien und Möbeln absorbiert und langsam wieder an die Innenluft abgegeben werden, sollen Schlafzimmer über Tag mehrfach kurz per Stoßlüftung gelüftet werden.
- Auch Zimmerblumen und Wäschetrocknen in der Wohnung sind eine Quelle von Wasserdampf. Dieses muss beim Lüften berücksichtigt werden.
- Langes Dauerlüften sollte vermieden werden. Die Luft wird nach einem kompletten Wechsel nicht mehr besser, aber die Oberflächen (z. B. Wände) kühlen aus.
- Generell: Möglichst nur emissionsfreie oder -arme Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände in Innenräumen verwenden

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Luftwechselrate
- > Fensterlüftung
- > Stoßlüftung
- > Feuchteschäden

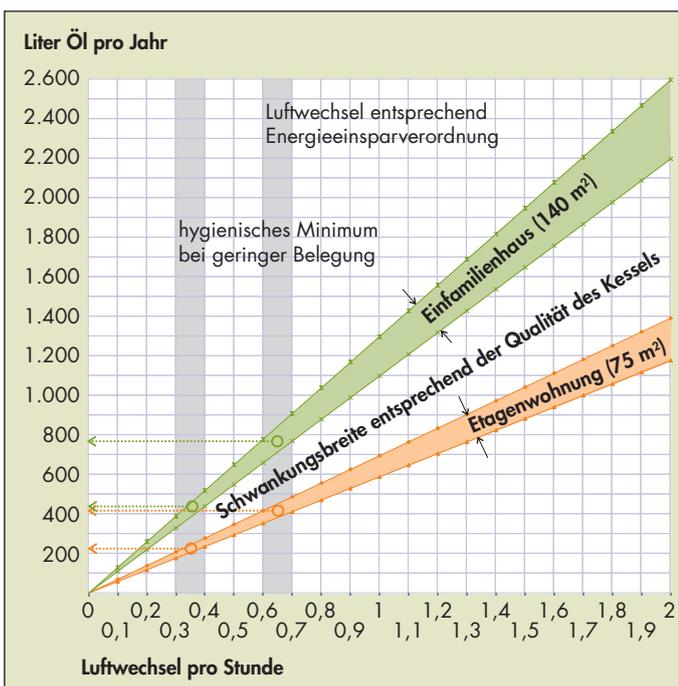


Abb. 5 Heizenergieverbrauch für die Lüftung in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Luftwechselrate (Quelle: IWU)

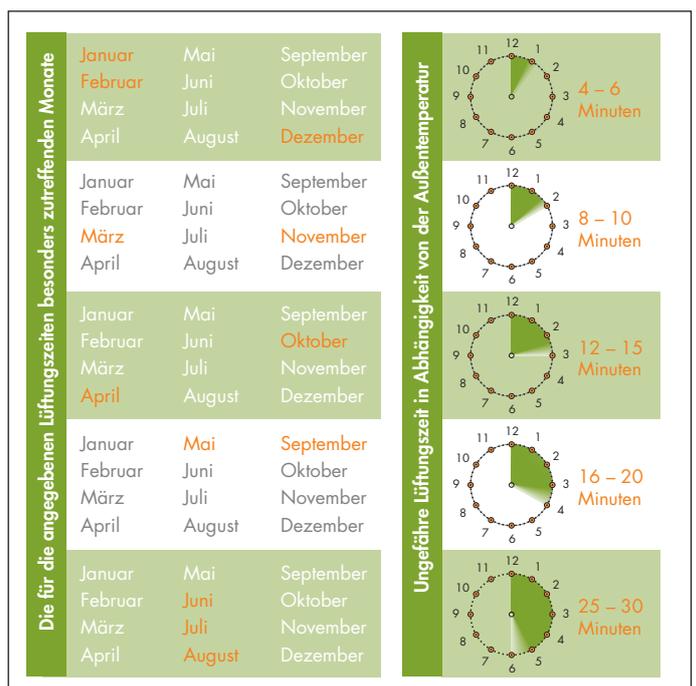


Abb. 6 Wie lange muss ich je nach Jahreszeit bei ganz geöffnetem Fenster und Windstille für einen kompletten Luftwechsel lüften? (Quelle: IWU)

Energieeffiziente Häuser (z. B. Niedrigenergiehäuser, Passivhäuser und vergleichbare Standards) haben durch eine bessere Dämmung der Gebäudehülle, dichte Fugen und das Vermeiden von Wärmebrücken niedrige Wärmeverluste. Unter diesen Voraussetzungen kann eine mechanische Lüftungsanlage die Verluste durch das Lüften reduzieren, von 10 – 15% bei einer Abluftanlage bis hin zu 75 – 90% bei einer Anlage mit Wärmerückgewinnung. In Häusern mit Lüftungsanlagen dürfen die Fenster geöffnet werden, auch wenn viele Bewohner wegen der guten Luftqualität hierzu nur selten ein Bedürfnis verspüren. Die Anlagen saugen „verbrauchte“ und feuchte Luft in Bad-, Sanitär- und/oder Küchen ab, während die Frischluft in die Wohnräume geleitet wird.

Es gibt folgende Anlagen:

- Abluftanlagen. Die Abluft wird raumweise oder zentral mechanisch abgeführt. Die Zuluft erfolgt dezentral über Fenster oder Einströmöffnungen in den Wohnräumen. Feuchtgeregelte Anlagen sind besonders effizient.
- Zentrale Zu- und Abluftanlagen. Zu- und Abluft werden in einem Lüftungssystem für das gesamte Haus zentral geführt. Mit Filtern kann die einströmende Luft, z. B. von Pollen (Allergien), gereinigt werden.
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Zu- und Abluftführung erfolgen zentral. Bis zu 90% der Wärme der Abluft wird auf die einströmende Frischluft übertragen. In Häusern mit niedrigstem Heizwärmebedarf können diese Lüftungsanlagen mit einer Kleinstwärmepumpe fast die komplette Heizfunktion mit übernehmen.

Gute Ventilatoren verbrauchen in Abluftanlagen weniger als 15 Watt (Jahresstrombedarf: 60 – 100 kWh) und in Anlagen mit Wärmerückgewinnung weniger als 45 Watt (Jahresstrombedarf: 140 – 200 kWh). Pro verbrauchter kWh Strom für die Ventilatoren müssen Lüftungsanlagen mindestens 5 kWh Wärme gewinnen, um zum Einsparen von Primärenergie beizutragen. Gute Anlagen schaffen zwischen 8 und 20 kWh Wärme.

Wohngebäude mit Lüftungsanlagen haben schon viele Bewohner durch eine gleichbleibend gute Luftqualität, eingesparte Energie und Wohnkomfort überzeugt.

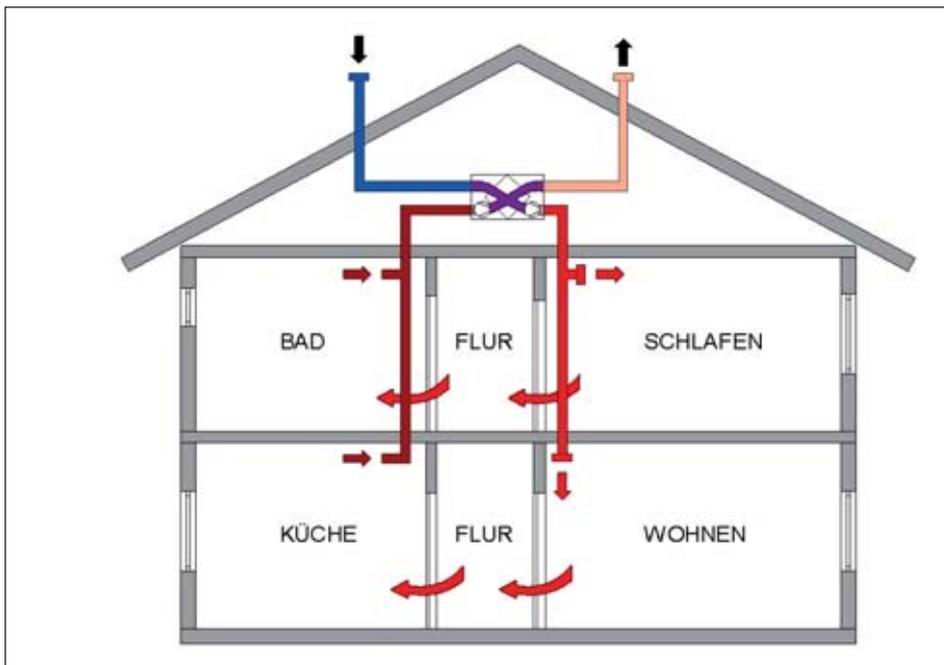


Abb. 7 Schema einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

1. Beim BINE Informationsdienst zum Thema Lüften erschienen:
BINE-Projektinfo 15/2010 „Hybride Lüftung verbessert Raumklima in Schulen“
BINE-Projektinfo 9/2010 „Bürogebäude mit Frischluft kühlen“
BINE-Projektinfo 13/2009 „Bürogebäude dezentral lüften und klimatisieren“
2. Schulze Darup, B.: Energieeffiziente Wohngebäude. FIZ Karlsruhe. BINE Informationsdienst, Bonn (Hrsg.) Stuttgart : IRB Verl., 2009. 158 S., 3. vollst. überarb. Auflage. ISBN 978-3-8167-8322-0, 24,80 Euro. BINE-Fachbuch
3. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden (Hrsg.); Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt (Hrsg.) : Lüftung im Wohngebäude. April 2009. Energiespar-Informationen. Nr. 8. und: Kontrollierte Wohnungslüftung. April 2009. Energiespar-Informationen. Nr. 9. Vertrieb: www.iwu.de

▼ Herausgeber

FIZ Karlsruhe GmbH · Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

▼ Redaktion

Uwe Milles

▼ ISSN

1438-3802

▼ Urheberrecht

Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

▼ Stand

März 2011

BINE Informationsdienst Energieforschung für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

In kostenfreien Broschüren, unter www.bine.info und per Newsletter zeigt die BINE-Redaktion, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE Informationsdienst ist ein Service von FIZ Karlsruhe und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.

Kontakt

Fragen zu diesem **basisEnergieinfo?**
Wir helfen Ihnen weiter:

Tel. 0228 92379-44



FIZ Karlsruhe, Büro Bonn
Kaiserstraße 185 – 197
53113 Bonn

kontakt@bine.info
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages