



## Hinweise zum Energiesparen



## Wärmebrücken

- 01 \_ Vorschriften und technische Regeln
- 02 \_ Begriffe im Bau- und Heizungsbereich
- 03 \_ Baugenehmigung für energiesparende Maßnahmen
- 04 \_ Der private Bauherr
- 05 \_ Heizkostenabrechnung
- 06 \_ Modernisierung mit Mietern
- 07 \_ Baumängel – Bauschäden – Mängelansprüche
- 08 \_ Feuchte Wände und Schimmelbildung
- 09 \_ Mauerfeuchtigkeit
- 10 \_ Raumklima und Behaglichkeit
- 11 \_ Vom Mindestwärmeschutz zum Niedrigstenergiegebäude
- 12 \_ Wärmeschutz an Fenstern
- 13 \_ Fensterabdeckungen – Schutz vor Wärme und Kälte
- 14 \_ Wärmeschutz an der Außenwand
- 15 \_ Wärmeschutz am Dach
- 16 \_ Wärmeschutz im Kellergeschoss
- 17 \_ Wärmedämmung – Wärmespeicherung
- 18 \_ Wärmebrücken**
- 19 \_ Luftdichtheit der Gebäudehülle
- 20 \_ Wärmeschutz – Schallschutz
- 21 \_ Dämmstoffe
- 22 \_ Baustoffe für tragende Bauteile
- 23 \_ Putze und Anstriche
- 24 \_ Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)
- 25 \_ Vorgehängte hinterlüftbare Fassaden (VHF)
- 26 \_ Baubiologie und Wärmeschutz
- 27 \_ Passive Sonnenenergienutzung
- 28 \_ Unbeheizte Wintergärten
- 29 \_ Natürliche Klimatisierung
- 30 \_ Bauwerksbegrünung
- 31 \_ EnEV – Altbausanierung
- 32 \_ Heizen und Lüften
- 33 \_ Stromsparen im Haushalt
- 34 \_ Abstimmung von Gebäude und Heizung
- 35 \_ Bestandteile einer Heizungsanlage
- 36 \_ Brennertypen
- 37 \_ Moderne Heizungsregelung
- 38 \_ Kamine und andere Abgasanlagen
- 39 \_ Heizwärmeverteilung im Gebäude
- 40 \_ Thermostatventile
- 41 \_ Brennstoffe
- 42 \_ Verbesserungsvorschläge für bestehende Heizungen
- 43 \_ Warmwasserbereitung
- 44 \_ Heizkessel
- 45 \_ Holzfeuerungen
- 46 \_ Wärmepumpen
- 47 \_ Aktive Sonnenenergienutzung
- 48 \_ Kosten und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen

Wo während der Heizperiode die Oberflächentemperatur an der Innenseite von Außenbauteilen örtlich begrenzt markant abfällt, liegt eine **Wärmebrücke** vor. Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Bereiche in der wärmeübertragenden Hüllfläche eines Gebäudes bei denen ein erhöhter Wärmeabfluss auftritt, meist verbunden mit niedrigeren raumseitigen Oberflächentemperaturen.

Im Bereich von Wärmebrücken verläuft der Wärmefluss von der warmen Seite (innen) zur kalten Seite (außen) erheblich schneller als durch angrenzende Bauteile (Regelquerschnitt).

Wärmebrücken werden fälschlicherweise häufig als Kältebrücken bezeichnet.

Wie Wasser von oben nach unten, fließt Wärme von der warmen zur kalten Seite. Dabei nimmt Wärme den Weg des geringsten Widerstands, also bevorzugt den Weg über Wärmebrücken oder Wärmelücken (siehe dazu **Merkblatt 19** „Luftdichtheit der Gebäudehülle“).

Wärmebrücken können durch verschiedene Ursachen entstehen:

Durch **unsachgemäße Arbeit** entstandene Fugen an Bauteilanschlüssen (z. B. Außenwand/Dachschräge oder Fensterrahmen/Außenwand) bilden ebenso Wärmebrücken wie Mörtelreste im Zwischenraum von mehrschaligem Mauerwerk oder fehlende beziehungsweise fehlerhaft verlegte Wärmedämmschichten.

**Materialbedingte Wärmebrücken** gehen auf den örtlich begrenzten Einsatz von Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit (z. B. Stahlbetonpfeiler in Ziegelmauerwerk) zurück, also Konstruktionen aus Baustoffen mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit, wenn diese nicht (meist) an der Außenseite mit einer ausreichenden Wärmedämmschicht versehen sind.

**Geometrische Wärmebrücken** entstehen überall dort, wo die Außenoberfläche eines Bauteils erheblich größer ist als seine Innenoberfläche. Man unterscheidet zweidimensionale lineare Wärmebrücken (**Abbildung 1**), bei denen wie z. B. an den Kanten von Außenwänden zwei Bauteilebenen meist im rechten Winkel aufeinandertreffen und dreidimensionale punktförmige Wärmebrücken (**Abbildung 2-3**), die durch das Aufeinandertreffen von drei Bauteilebenen entstehen (z. B. Außenwandkante und Geschossdecke).

Den klassischen Fall einer zweidimensionalen linearen Wärmebrücke stellen die Kanten von Gebäudeaußenwänden dar. Je mehr man sich der Kante nähert, desto größer wird der Anteil der wärmeabgebenden Außenoberfläche im Vergleich zur wärmeaufnehmenden Innenoberfläche.

Nähert man sich der Kante auf eine Wanddicke ( $W$ ), ist die Außenoberfläche bereits doppelt so groß wie die Innenoberfläche, bei einem Abstand von einer halben Wanddicke dreimal so groß usw. Je mehr man sich der Kante nähert, desto kälter wird daher auch die Innenoberfläche der Außenwand. **Abbildung 1** zeigt den Temperaturverlauf im Bereich einer Außenwandkante.

Wärmebrücken können eine oder mehrere der genannten Ursachen haben. Wärmebrücken wirken sich nachteilig auf den Energieverbrauch, die Behaglichkeit des Raumklimas und die Wohnhygiene aus.

Wegen des erhöhten Wärmeverlustes in der näheren Umgebung von Wärmebrücken erhöht sich der **Heizenergiebedarf** direkt, wegen der negativen Auswirkungen auf die **Behaglichkeit** aufgrund niedriger innerer Oberflächentemperaturen der raumschließenden Bauteile (siehe dazu **Merkblatt 10** „Raumklima und Behaglichkeit“) darüber hinaus noch einmal indirekt.

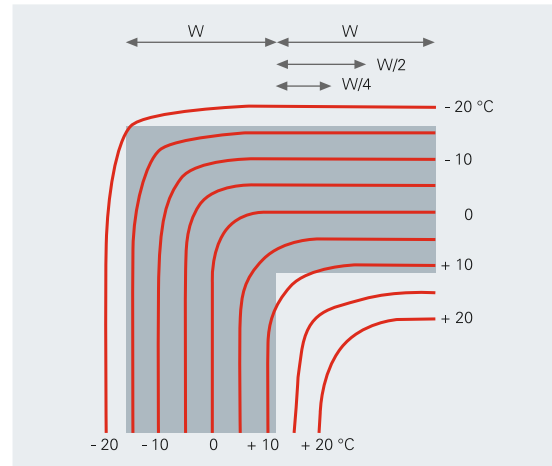
In durch Wärmebrücken verursachten Bereichen mit niedriger innerer (raumseitiger) Oberflächentemperatur kann es zu **Feuchteschäden** kommen (siehe dazu **Merkblatt 08** „Feuchte Wände und Schimmelbildung“).

### Vorschriften und technische Richtlinien

Analog zur „Luftdichtheit der Gebäudehülle“ berücksichtigt die am 1. Mai 2014 in Kraft getretene **Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)** in § 7 den Einfluss von Wärmebrücken:

„(2) Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf nach den anerkannten Regeln der Technik und den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird.

(3) Der verbleibende Einfluss der Wärmebrücken bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs ist nach Maßgabe des jeweils angewendeten



**Abbildung 1**

Temperaturverlauf im Bereich einer Außenwandkante mit unzureichendem Wärmeschutz

Berechnungsverfahren zu berücksichtigen. Soweit dabei Gleichwertigkeitsnachweise zu führen wären, ist dies für solche Wärmebrücken nicht erforderlich, bei denen die angrenzenden Bauteile kleinere Wärmedurchgangskoeffizienten aufweisen, als in den Musterlösungen der DIN 4108 Beiblatt 2:2006-03 zugrunde gelegt sind.“

Als anerkannte Regel der Technik gilt nach EnEV 2014 also die **DIN 4108 Beiblatt 2 „Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele, Ausgabe März 2006 (DIN 4108 Bbl 2:2006-03)**.

Neben einer Vielzahl von **Musterlösungen** für die Behandlung von Wärmebrücken enthält das Beiblatt 2 folgende **Planungsempfehlungen**:

„Allgemeine Planungsempfehlungen zur Reduzierung von Wärmebrücken sind:

- Vermeidung stark gegliederter Baukörper;
- wärmetechnische Trennung auskragender Bauteile (Balkonplatten, Attiken, Tragkonsolen usw.) vom angrenzenden Baukörper;
- durchgehende Dämmebene z. B. Wärmedämmverbundsystem auf einer Außenwand, Kelleraußenwand und Übergang der einzelnen Dämmebenen ohne Schwächung.“

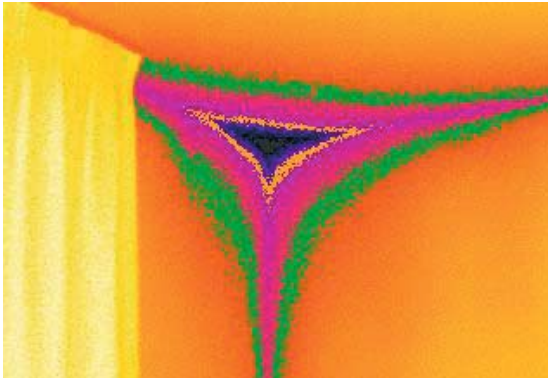


Abbildung 2

Linien gleicher Temperatur („Isothermen“) stellen den Temperaturverlauf in einer Außenwanddecke dar

In der Normung unterscheidet man **zulässige Wärmebrücken** von **unzulässigen Wärmebrücken**.

In DIN 4108-2:2013-02 Abs. 6 „Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken“ heißt es dazu unter 6.1 „Allgemeines“ u. a.:

„Für übliche Verbindungsmittel, wie z. B. Nägel, Schrauben, Drahtanker, Verbindungsmittel zum Anschluss von Fenstern an angrenzende Bauteile, sowie für Mörtelfugen von Mauerwerk nach DIN 1053-1 braucht kein Nachweis der Einhaltung der Mindestinnenoberflächentemperatur geführt werden. Siehe hierzu auch DIN 4108 Beiblatt 2.

Die Tauwasserbildung ist vorübergehend und in kleinen Mengen an Fenstern sowie Pfosten-Riegel-Konstruktionen zulässig, falls die Oberfläche die Feuchtigkeit nicht absorbiert und entsprechende Vorkehrungen zur Vermeidung eines Kontaktes mit angrenzenden empfindlichen Materialien getroffen werden.“

Weiter heißt es unter 6.2 „Anforderungen“:

„Bauteilanschlüsse nach DIN 4108 Beiblatt 2 gelten als ausreichend gedämmt. Ohne zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen sind auskragende Balkonplatten, Attiken, freistehende Stützen sowie Wände mit  $\lambda > 0,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , die in den ungedämmten Dachbereich oder ins Freie ragen, unzulässig.“

Anders ausgedrückt: Alle **vermeidbaren Wärmebrücken** sind als unzulässig zu betrachten, während **unvermeidbare Wärmebrücken** oder Wärmebrücken, die nur mit einem unzumutbar hohen baulichen und damit wirtschaftlichen Aufwand vermieden werden können, als zulässig gelten können.

## Erkennen von Wärmebrücken

Für das freie Auge erkennbar werden Wärmebrücken durch Feuchteschäden mit nachfolgender Schimmelbildung (siehe dazu **Merkblatt 08** „Feuchte Wände und Schimmelbildung“). **Schimmelbesatz** bildet den Temperaturverlauf im Bereich von Wärmebrücken ab. Je kälter die raumseitige Oberfläche von Außenbauteilen, desto intensiver deren Durchfeuchtung und Schimmelbesatz.

Der Temperaturverlauf im Bereich einer Wärmebrücke wird auch durch Aufnahmen einer Wärmebildkamera (**Infrarot-Thermografie**) abgebildet. Infrarot-Thermografie ist nur in der kalten Jahreszeit einsetzbar, da zur Erzielung von Messergebnissen eine deutliche Differenz zwischen Raumluft- und Außenlufttemperatur nötig ist. Wärmebildkameras machen Temperaturunterschiede an Oberflächen von Bauteilen sichtbar, die dem menschlichen Auge verborgen bleiben (**Abbildung 2**).

Den fachgerechten Umgang mit Wärmebildkameras regelt DIN EN 13187 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen – Infrarot-Verfahren“, Ausgabe Mai 1999 (DIN EN 13187:1999-05).

Darüberhinaus ermöglichen **Rechenprogramme** nach der „Methode der Finiten Elemente“ das Erkennen von Wärmebrücken. Mithilfe dieser Programme können Wärmebrücken bei zu errichtenden und bestehenden Gebäuden auf ihre Wirkung und auf Verbesserungsmöglichkeiten hin untersucht werden. Grundvoraussetzung: korrekte Beschreibung der zu untersuchenden Bauteile (Schichtdicken, Materialien, Materialeigenschaften).

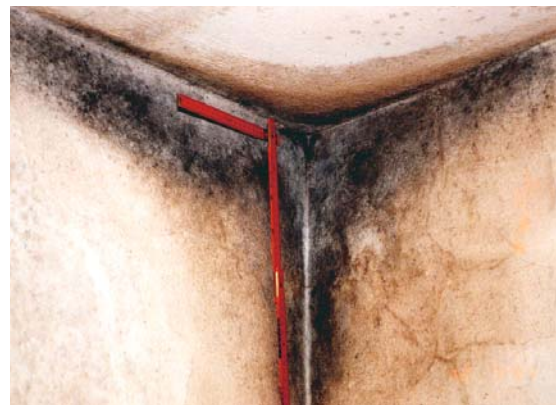


Abbildung 3

Schimmelbildung in einer Außenwanddecke

Im Idealfall sind die Abbildungen der Wärmebrücke durch Schimmelbesatz, Infrarot-Thermografie und Rechenprogramme (**Abbildung 4**) deckungsgleich (siehe dazu **Merkblatt 07** „Baumängel – Bauschäden – Mängelansprüche“).

### Materialbedingte Wärmebrücken

Im Folgenden werden typische Wärmebrücken dargestellt, die bei zu errichtenden Gebäuden (**Neubauten**) durch zweckmäßige Planung vermieden und bei bestehenden Gebäuden (**Altbauten**) durch bauliche Maßnahmen aufgehoben oder zumindest in ihrer Wirkung eingeschränkt werden können.

**Stahlbetonpfeiler** in einer Außenwand aus Ziegelmauerwerk müssen durch eine außen liegende Wärmedämmung gegen Wärmeverluste geschützt werden, damit sie keine unzulässige Wärmebrücke bilden. Die Wärmeleitfähigkeit von Stahlbeton ist mindestens zehnmal so hoch wie die von gebräuchlichen Leichthochlochziegeln. Die Wärmebrücke ließe sich erst dann nahezu restlos beseitigen, wenn die Wärmedämmung um mindestens je eine Wandstärke beidseitig über die Wärmebrücke hinausgeführt würde, um eine Flankenübertragung der Wärme zu verhindern.

Ragen Stahlbetonpfeiler nach außen aus dem Ziegelmauerwerk heraus, bilden sie zusätzlich zur konstruktiv bedingten noch eine geometrische Wärmebrücke. Die wärmeabgebende Außenfläche ist in diesem Fall größer als die wärmeaufnehmende Innenfläche des Stahlbetonpfeilers und verursacht dadurch einen Kühlrippeneffekt.

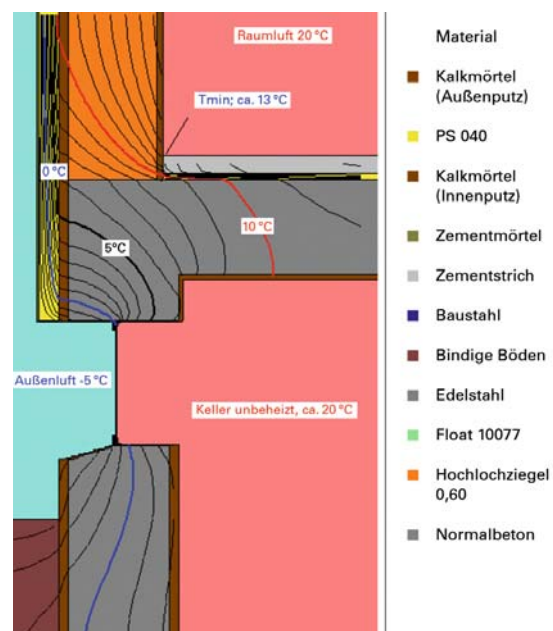
Wenn sich in Küche, Bad oder Schlafräumen an den Innenoberflächen von Decken-Wand-Zwickeln (Anschluß von Geschossdecken an Außenwände) im oberen Wandteil ein ca. 25 cm breites, dunkles Band abzeichnet, kann man davon ausgehen, dass sich hinter dem Band ein ungenügend wärmegeämmter **Ringanker aus Stahlbeton** befindet. Warme, feuchte Raumluft wird im Bereich von Wärmebrücken bei entsprechend niedrigen inneren Oberflächentemperaturen unter die so genannte Taupunkttemperatur abgekühlt, Tauwasser kann Feuchteschäden mit nachfolgender Schimmelbildung verursachen (siehe dazu **Merkblatt 08** „Feuchte Wände und Schimmelbildung“).

Auch in diesem Fall kann eine Verbesserung der außen liegenden Wärmedämmung Abhilfe schaffen, wobei die Dämmschicht den Ringanker um mindestens eine Wandstärke überlappen sollte, damit sie vom Wärmestrom nicht umgangen werden kann.

Ein innen liegender Dämmstreifen kann zu gestalterischen, aber auch bauphysikalischen Problemen führen und empfiehlt sich daher nur, wenn eine nachträgliche Verbesserung der außen liegenden Wärmedämmung aus konstruktiven, wirtschaftlichen, baurechtlichen oder denkmalpflegerischen Gründen völlig unmöglich erscheint.

Anschlüsse von **Geschossdecken aus Stahlbeton** an Außenwände bilden Wärmebrücken, wenn die Deckenstirnseiten ohne ausreichende Wärmedämmung ausgeführt werden.

Ragen Geschossdecken aus Stahlbeton als Auskragungen oder **Balkonplatten** ohne thermische Trennung aus der Außenwand, liegt eine massive Wärmebrücke vor. Die durchgehende Geschossdecke bildet dann eine Kühlrippe mit großflächiger Wärmeabgabe nach außen.



**Abbildung 4**

Ergebnis einer Isothermenberechnung

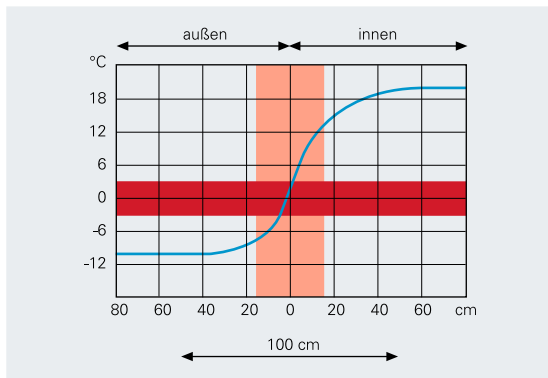


Abbildung 5

Temperaturverlauf in einer auskragenden Bodenplatte

Wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit von Stahlbeton kühlt sich eine durchgehende Stahlbetonplatte innerhalb einer Strecke von weniger als einem Meter vom Temperaturniveau der Raumluft auf die Außenlufttemperatur ab (Abbildung 5).

Es stehen eine ganze Reihe von Möglichkeiten zur Verfügung, die unerwünschten Folgen solcher Wärmebrücken zu vermindern.

Als wesentliche Verbesserung kann es bereits gelten, wenn anstelle einer durchlaufenden Balkonplatte die Balkonplatte außen auf zwei Konsolen gelagert wird. Zwar bilden auch diese Konsolen Wärmebrücken, wegen ihres geringen Querschnittes und ihrer geringen Oberfläche sind sie jedoch beherrschbarer als eine durchlaufende, großflächige Kühlrippe.

Noch besser ist es jedoch, die Wärmebrücke gänzlich zu vermeiden, sei es dadurch, dass man die Balkonplatte auf außen liegende Pfeiler oder Wandscheiben auflagert oder für den Balkon eine Holz- oder Metallkonstruktion wählt.

Als Alternative stehen seit Jahren vorgefertigte **thermische Trennelemente** zur Verfügung, die einen unkontrollierten Wärmedurchgang von innen nach außen verhindern (Abbildung 6).

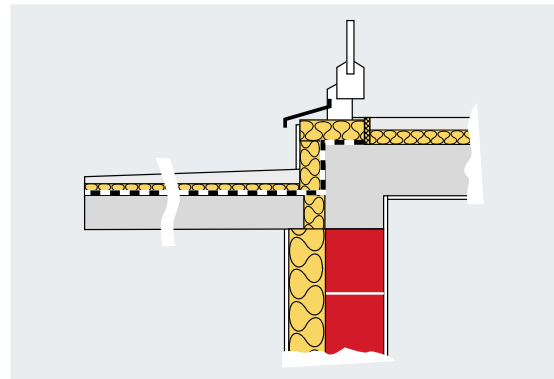


Abbildung 6

Balkonplatte mit thermischem Trennelement zur Tragschicht (nach DIN 4108 Bbl 2:2006-03)

Beim Bauen im Bestand (**Altbau**) setzt sich das Absägen von durchgehenden Balkonplatten und deren Ersatz durch vorgesetzte Balkonelemente immer mehr durch (Abbildung 7).



Abbildung 7

Balkonkonstruktion zur Vermeidung von Wärmebrücken

## Ausblick

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass sich Wärmebrücken umso schädlicher auswirken, je besser der Wärmeschutz eines Gebäudes an anderer Stelle ausgeführt ist (siehe dazu **Merkblatt 11** „Vom Mindestwärmeschutz zum Niedrigstenergiegebäude“).

Wärmebrücken führen nicht nur zu vermeidbaren Energieverlusten, sondern erhöhen die Schadensträchtigkeit von Gebäuden erheblich.

Da das **Nutzerverhalten** (Heizen, Lüften, Möblieren) in der Praxis nicht zu reglementieren ist, muss umso mehr Wert auf die Vermeidung unzulässiger Wärmebrücken gelegt werden.

### Impressum



Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr

Postanschrift: 80525 München  
 Hausadresse: Prinzregentenstr. 28 | 80538 München  
 Telefon: 089 2162-2303 | 089 2162-0  
 Fax: 089 2162-3326 | 089 2162-2760  
 E-Mail: info@stmwi.bayern.de  
 poststelle@stmwi.bayern.de  
 Internet: www.stmwi.bayern.de  
 www.energie.bayern.de

Titelbilder: SWM, Alexander Walter | ©PantherMedia/Harald Richter | Corel | toenje „Feuer im Ofen“ www.piqs.de  
 Text: Dr. Georg W. Seunig, München  
 Bilder: Dr. Georg W. Seunig, München/FP-Werbung F. Flade GmbH & Co. KG, München (Abb. 1, 5, 6)  
 Thermografie Pöllinger, München (Abb. 2)  
 Dr. Georg W. Seunig, München (Abb. 3, 7)  
 Ingenieurbüro Bludau, München (Abb. 4)  
 Gestaltung: Technisches Büro im StMWi  
 Stand: September 2014

### Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.