

# 建築物理学講座

第 10 回(最終回)

## — 建築の伝統が試される 原題：“Bautraditionen auf dem Prüfstand”

(Fraunhofer IRB Verlag 刊)

著者 Dr. Helmut Künzel

翻訳 田中 辰明 (お茶の水女子大学名誉教授・工学博士)

### ドイツ工業規格DINの一般的事項

一般に認められた規則の概念は、一般的な技術規定(DIN規格など)の概念を超えている。規格化された技術規則は、技術的な課題の最適かつ唯一の解決策を含んでいるわけではない。規格化された規則が一般に認められた技術規則を反映しているという事実上の、しかしいつでも反証可能な推定が存在する。規格化は技術の進歩を妨げてはならない。そのため、常に技術の発展に合わせて調整されなければならない。専門家によって一般的に見直しが必要と見なされた場合、DIN規格はその拘束力を失う。DIN草案(予備規格)は、旧規則が時代遅れであり、新しい草案が技術の現状に対応している場合のみ、拘束力があると見なされる。

規則の不備に対する確認義務：技術規則の利用者は、自ら追加の予防措置が必要かどうかを確認する義務がある。規格作業の形式に依拠するだけでは不十分である。

以下は規格を使用する者への注意事項である。

原則：全ての責任能力を有する人は、自らの行動に対して責任を負う。

1. DIN規格は素人向けではない。規格の利用者は、それに必要な理解力を有していなければならない。
2. 規格は唯一の情報源ではなく、技術的に適正な行動のための一つの情報源に過ぎない。
3. 規格は通常のケースを基準に定められている。そのため、個別の最高水準の要求を満たす適合性があるとは限らない。
4. 規格は技術の水準を達成することを目指しているが、技術の絶え間ない進歩により、完全であることは不可能である。(図70参照)
5. 規格を適用する際には、自己のより良い知識に反する場合(例：規格に誤りがある場合)は規格を適用してはいけない。

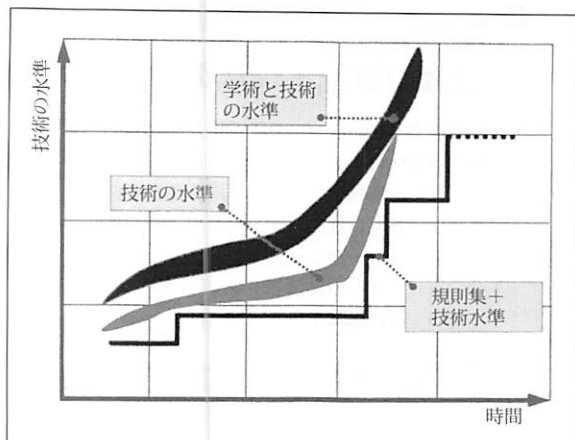


図 70 科学の発展、技術の発展、および規則への取り入れの時間的増加を示す模式図。科学的な発見は、一般的に技術的に実現されるまでに時間がかかり、試験と実践での検証を経て初めて技術標準として認められる<sup>[110]</sup>

### 建築監督による技術規格の導入

1. MBO<sup>1)</sup> 3項3節：最高建築監督機関が公式発表を通じて技術建築規定として導入した技術規則は遵守しなければならないものである。しかし技術建築規定を確実に順守できないような事態が発生した場合は、他の解決策で同程度に一般的な要求を満たす場合のみ技術建築規定を守らなくても良いことが可能となる。
2. 技術規範の動的な性質は、建築監督による導入によって変更されることはない。
3. したがって、建築監督によって導入されたDIN規格の拘束力は、他規格と同じである。
4. 建築監督によって導入されたDIN規格は、法規の性質を持たない。
5. 技術的に陳腐化したのが、まだ建築監督によって導入された規範は、正式な手続きなしにその拘束力を失う。
6. DIN規格は、建築監督によって導入されているかどうかに関わらず、一般的に認められた技術規則である

と認められている。

7. 建築監督による導入は、建築措置の実施が建築監督によって導入された規範に従っている場合、一般的に認められた技術規則に従っていると推定される。
8. この推定は、他の証拠によって覆すことができる。
9. 建築監督による導入は、下級建築監督機関に対するサービス指示を意味し、建築許可手続きにおいて導入された規範を遵守することを求められる。これに従う者は、建築許可が与えられると期待することができる。
10. 技術的な建築規定(建築監督によって導入された規定)は公法である。これらは民事上の義務を置き換えるものではない。
11. 建築監督によって導入された技術規則(技術的建築規定)のみを遵守することは、欠陥のない作業の保証にはならない。設計者の自己責任が求められる。
12. しかし、建築監督によって導入された技術規則を遵守することは、建築許可を取得するための最低限の必要条件である。
13. 関連するDIN規範を無視することは、提供された作業が技術規則に準拠していないか、欠陥があることを証明するものではないが、そのように推定される。これは技術的建築規定にも同様に適用される。

19世紀と20世紀の建設業界における発展は、手工業技術から健康技術、そして建築物理学への明確な変化を示している。建築様式の変化は常に存在した(ロマネスク、ゴシックなど)が、建物は常に同じ方法で石を積み重ねて建てられてきた。この変化のきっかけは、最終的には大きな人口増加とそれに伴う建設量の増大であり、従来の石積みの方では対処できなくなったためである。節約壁が開発されたが、これにより他の問題が生じた(冒頭で説明した通り)。新しい建設のビジョンが生まれたが、第二次世界大戦の出来事によって、最後まで考え抜かれ、実行されることはできなかった。第一次大戦、第二次大戦の二つの戦争は、戦争に関連しないすべての発展にとって大きな障害となった。この時期には、実質的に建設研究は行われなかった。ブラウンホーファー建築物理学研究所(IBP)は、1929年にシュトゥットガルト工科大学で「音響・熱技術研究所」という名前で設立されたが、戦争中には音響信管<sup>2)</sup>の開発と試験を行わざるを得なかった。この分野の他の機関も同様の状況にあったと考えられる。

第二次大戦後、当初は停滞があったものの、すべての

分野で大きな発展があり、第3章で述べられているように、巨大な需要があった。その中で、主に新しい建築材料と建築方法に関するものであり、その物理的特性を調べ、従来のバリエーションと比較することが求められた。この分野に「建築物理学」という名称が定着したのは、時間が経ってからである。ブラウンホーファー建築物理研究所(IBP)は1972年以降この名称を使用しており、以前は「技術物理研究所」と呼ばれていた(上述のように「音響と熱技術研究所」)。1965年にゲーゼレとシューレ(Gösele u. Schule)による初の書籍が出版された際には「建築物理学」という名称は使用されず、本のタイトルは「音響-熱-湿気」であった<sup>[111]</sup>。ここで引用されている戦前の専門書はほとんどが絶版となっており、専門家にすぐには利用できない状態であった。1936年に初版が発行されたJ. S. カンメラー(S. Cammerer)の標準的な著作も絶版であった<sup>[42]</sup>。そのため、科学的な文書化において継続的な移行が欠けていた。過去の知識の多くはそのためにより一時的に失われてしまったのである。

新たなスタートを切る際には、未来に目を向けていた。旧東ドイツでは、建築分野の発展が「建築気候学」や「建築衛生学」という用語で説明されていた。ドレーズデン工科大学の建築衛生学・住宅技術研究所の創設者であり元所長であるヴェルナー・コルズ(Werner Cords)教授は、第二次世界大戦後、建築に関するさまざまな技術的側面についてのかなり包括的な本を『技術的建築衛生学』というタイトルで初めて出版した<sup>[112]</sup>。彼は、自身の本の序文で既に述べられた変化を次のように表現している。「常に同じような方法で、変わらない建材を使って、ほとんど変わらない要求を満たす限りにおいては、昔からの経験が十分に役立つことができた。しかし、ここに基本的な変化が生じ、健康管理と保護の要求をより明確にするために新しい方法が次々と試され、改良された技術手段でこれを満たすことが求められるようになってからは、経験だけではもはや十分ではなくなった。応用自然科学から得られる科学的に根拠づけられた知見がこれに取って代わるべきである」。400ページ以上のこの本には、以下のセクションが含まれている：A 断熱、熱負荷および熱供給 B 換気、空調および冷房 C 防湿 D 日照 E 照明 F 防音および防振 これらはすべて「建築物理」として理解されるテーマである。

建築物理、建築衛生および建築気候学は同義語として考えられる。ちなみに、当時の東ドイツの別の本には「建築物理的設計論」というタイトルがある<sup>[113]</sup>。大学や

高等教育機関では、建築物理がしばしば建築材料学、技術的仕上げまたは建築設備技術と協力して教科として定着していた。ドイツで最初の講座は、1952年にドレーズデンで「技術的建築衛生」として設立され、先に述べたヴェルナー・コルズが1947年から担当していた「農業建築および居住環境」の講座と関連していた。西ドイツでの最初期の建築物理の講座の一つは、1976年にフラウンホーファーIBP理論部門の責任者であるカール・ゲルティス(Carl Gertis)博士によってエッセン大学<sup>3)</sup>に設立された。その2年後、ゲルティスの提案により、「科学的高等教育機関の建築物理分野の教授の常設会議」が設置され、「建築物理は建築家および建築技師の教育の中で確固たる位置を占めるべきである」とする覚書が発行された<sup>[114]</sup>。

これにより、建築物理学は大学の領域に完全に学問分野として組み込まれた。その前提となったのは、過去数十年間の広範な研究であり、それによって以前の裁量判断を科学的に裏付けされた知見に置き換えるための基盤が築かれた。これは、1920年代に非常に強く求められていた「新しい建築」が実際には今になって初めて現実のものとなった前提条件でもあり、最終的な理由でもあった。当時のアイデアには必要な技術的知識が欠けていたのである。

今日では、建築物理学は長年の経験、実験的な調査、および理論的な確認によって確立された科学となっている。裁量による決定がまだ存在する場合は、それを確認し、修正し、または排除する必要がある。それでもなお、試験方法や建築物理学的評価の統一に向けた課題が残っており、国内および国際的なコミュニケーションを促進するためにそれが必要である。しかし特に、発展を妨げないように、規範や規定は基本的な部分に限って策定されるべきである。

これらが、これまでの発展から得られる教訓である。

## 付録

### 関連規格の発展

規格の名称(DIN番号)と規格内容の対応関係についての知識が前提とされている。以下に、本書のテーマに関連する規格を示す。規格の発展の時間的な流れを示すため、まずは国家規格を記載する。これらは後に欧州規格に置き換えられた場合でも同様である。

### 断熱規格

#### DIN 4110

新しい建設方法の承認に関する技術規定、初版1934年。この初版では、新しい建設方法の標準として厚さがレンガ一枚半の完全煉瓦壁が示されている。1938年の第二版では、これが熱伝導抵抗  $I/A=0.55\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{Kcal}$  に置き換えられた。この値は、1981年版のDIN 4108でも、外壁の最小値として数値的に現れているが、次元は  $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  (断熱能力が16%高い) となっている。

#### DIN 4108

建築の断熱、初版1952年、次版1960年、1969年、1981年(後者は三部構成)。1981年版は、湿気に関する視点(防水、Glaser法)の導入により、初めて大規模な拡張が行われ、5部に分けられた：

- ・第1部：サイズと単位
- ・第2部：断熱および蓄熱；計画と施工のための要件と指示
- ・第3部：気候による防湿；計画と施工のための要件と指示
- ・第4部：熱および防湿の技術的特性値
- ・第5部：計算方法

後の版では、内容が異なる規格部分にしばしば修正が行われた。建築の断熱の最小値の引き上げは、初めて2001年のDIN 4108-2で示された。

この規格は廃止され、2003年版に置き換えられたが、最低要求事項は変更されていない(ここでは、最低断熱値に関する最後に発行された規格が示されている)。

### 漆喰規格

#### DIN 18550

漆喰、建築材料および施工、初版1955年、続いて1967年に補足版と1985年に発行。後者は3部構成である。

- ・第1部：漆喰；用語と要求事項
- ・第2部：漆喰；無機のバインダーを使用したモルタルの仕上げ材、施工
- ・第3部は有機のバインダーを使用した仕上げ材に予定されていたが、この産業グループが独自の規格名称を主張し、「DIN 18558」という名称を取得したため、第3部は後に別の用途に割り当てられた。

#### DIN 18558

合成樹脂仕上げ材；用語、要求事項、施工(1985年)。用語と要求事項はDIN 18550第1部にも適用される。

## DIN EN 15824

有機バインダーを使用した内外装用仕上げ材の規定；ドイツ語版2009年。

## DIN 18550- 3

無機バインダーと発泡ポリスチレン(EPS)を使用した断熱仕上げ材システム、発行1991年。

## DIN 18550- 4

漆喰-軽量漆喰 施工、発行1993年。

## DIN EN 998- 1

壁材用モルタルの規定-第1部：仕上げモルタル、発行2003年。この規格には、DIN 18550の第1部から第4部およびDIN 18558の国家規格が含まれる。しかし、一部の導入された規定(例：防水外装仕上げ材など)は考慮されていない。そのため、次の予備規格が導入された。

## DIN V 18550

漆喰および漆喰システム-施工、2005年版、編集は進行中であり、2012年に草案として公開された。

## E DIN 18555- 1

漆喰および漆喰システム-実施、2012年版。

## DIN EN 15824

有機バインダーを含む外部および内部の漆喰の仕様、2009年版。

## 備考

DIN EN 998-1では、毛細管吸水をWO、W1、W2のカテゴリーで $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0.5}$ の次元で示している。

DIN EN 15824では、水吸収は「液体水の透過率」として、W1、W2、W3の3つのカテゴリーで $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ で示している。また、水蒸気拡散流密度の表記にも違いがある：DIN 4108-3では $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ 、DIN EN 15824では $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ が用いられている。DIN EN 998-1およびDIN EN 15824の規格における次元の違い( $[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ 、 $[\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}]$ 、 $[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}]$ 、 $[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0.5}]$ )およびW1やW<sub>1</sub>などの誤解を招く名称は、本来統一されるべきで、規格に存在すべきではない。吸水性および水蒸気透過性に関して、特定の用途に割り当てられていないが、異なる漆喰カテゴリーが定義されているため、その意味は理解できない。すべての国の漆喰規格には、二層の漆喰システムの場合、上塗りが下塗りよりも少なくとも同じくらい柔らかいことを規定し、正当な例外が許可されている。ただし、これは現在のほとんどの漆喰シ

テムに当てはまるため、この規則を維持する理由は理解できない。(規格の漆喰ルールに準拠する漆喰は例外である！)

## 附属書 二重壁および屋根構造の換気に関する基準

## DIN 1053

1937年初版。人工および天然石材からなる建材の計算基準。この最初の規格では二重壁の煉瓦構造について一切触れられていない。

1952年版。この規格では二重壁の定義がなされ、 $20\text{m}^2$ の壁面に対し $150\text{cm}^2$ の面積の換気口を「許可された措置」として示している。1974年版以降、換気面積は2倍増し、「義務付けられた措置」として示されるようになった。この規定は、2012年にDIN 1052-12として発行され、2009年の規格案まで維持され、DIN EN 1996-2/NA:2012-01として公開された。この規格では排水口または換気口が再び「許可された措置」とされ、開口面積の大きさと配置についての指示はなかった。換気の問題は、換気された陸屋根や住宅の終わりに位置する寄棟屋根においても重要である。

## DIN 4108

1969年版(第7.2.5節)で、『未改装の屋根裏には十分な換気を確保する必要がある』とある。脚注では、換気空間の底面積の最低値として、供給および排気口が示されている。1881年のDIN 4108-3および後続の版では、屋根の換気について、屋根の傾斜や寸法、または水蒸気透過率に応じてより詳細な指示がなされる。特に、屋根の異なる気候条件下での面積(例：北/南向き屋根面)において、換気層の断熱が適切であることが指摘されている。このように、二重壁と換気された屋根の建築物物理学的調査の結果は、対応する規格の変更によって考慮される。しかし、外装工事技術ではこのようなことはない。規格の記述は、ここでは知識と技術の進歩に合致していない。」

## 検査規格

ここに挙げられている国内のDIN規格は、指定された欧州の検査規格で部分的に、一部変更が加えられる形で置き換えられる。

## 水蒸気拡散

DIN 52615

建築および断熱材の水蒸気透過性の測定、初版は1973年。この規格は、以前にさまざまな試験所で異なっていた試験方法と境界条件を定めるために使用されていた。改訂版は1987年である。

DIN EN ISO 12572 : 2001-09

建材および建築製品の熱および湿気技術的挙動 - 水蒸気透過性の測定 (ISO 12572 : 2001) ; ドイツ語版 EN ISO 12572 : 2001 ; DIN 52515の代替。

## 毛細管浸透

DIN 52617

建材の吸水係数の測定。初版は1987年。

DIN EN ISO 15148 : 2003-03

建材および建築製品の熱および湿気技術的挙動-部分的浸漬における吸水係数の測定 (ISO 15148 : 2002) ; ドイツ語版 EN ISO 15148 : 2002。

## 水蒸気吸着

DIN 52620

建材の相対湿度を決定する。初版は1991年。

DIN EN ISO 12571

吸湿性吸着特性の測定、2000年版。

## 文献

- [1] Vitruv : Zehn Bücher über Architektur. Wiesbaden : Marixverlag, 2009
- [2] Stieglitz, Chr. L. : Encyklopädie der bürgerlichen Baukunst. Leipzig, 1792
- [3] Ahnert, R.; Krause, K. H. : Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960 zur Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz. Bd. 1 : Gründungen. Wände. Decken, Dachtragwerke. 3., neubearb. u. erw. Aufl. Wiesbaden: Bauverlag, 1991
- [4] Kirmeier, J. : Aufhebung und Verkauf des Klosters Benediktbeuern. In: Fraunhofer in Benediktbeuern. Mitteilung der Fraunhofer - Gesellschaft. 2008
- [5] Bundesverband Leichtbeton e. V. : Chronik der Bimsindustrie und ihres Verbandes. 2006
- [6] Hammerl, H. ; Kloss, R. : Entwurf, Ausführung und Benützung von Bauwerken. In: Prausnitz, W. : Atlas und Lehrbuch der Hygiene, München 1909
- [7] Mecenseffy, E. von: Baustoffe und Baugefüge. In: Prausnitz, W. : Atlas und Lehrbuch der Hygiene. München, 1909
- [8] Triebel, W.: Geschichte der Bauforschung. Hannover: Vincentz Verlag, 1983
- [9] Siedler, E. J.: Die Lehre vom Neuen Bauen. Berlin: Bauwelt - Verlag im Ullsteinhaus, 1932
- [10] Kaufmann, F. : Außenputz für Massivwände. Richtlinien und Erläuterungen für die Ausführung. Wiesbaden: Bauverlag. 1950
- [11] Piepenburg, W. : Entstehen und Verhalten ortsbölicher Außenputze. Berichte aus der Bauforschung(1966. Nr 5
- [12] Piepenburg, W. : So macht man guten Putz. Wiesbaden: Bauverlag, um 1955(ohne Jahresangabe)
- [13] Arbeitsgemeinschaft für wirtschaftliches Bauen e. Außenputz. Bremen, 1951
- [14] Rybczynski, W. : Verlust der Behaglichkeit (AVohnkultur im Wandel der Zeit). München: dtv Sachbuch. 1991
- [15] Haenel, E.; Tscharmann. H.: Das Einzelwohnhaus der Neuzeit. Leipzig: J. J. Weber, 1907
- [16] Prausnitz, W. : Atlas und Lehrbuch der Hygiene. Aufgabe der Bauordnungen. München, 1909
- [17] Schachner. R. : Gesundheitstechnik im Hausbau. München: Oldenbourg - Verlag. 1926
- [18] Commission des Verbandes » Arbeiterwohl « (Hrsg.) : Das häusliche Glück - Haushaltungsunterricht nebst Anleitung zum Kochen für Arbeiterfrauen. 1882. Nachdruck 1975 Rogner & Bernhard. - München
- [19] Prausnitz, W. : Arbeiter - Wohnungen. In: Prausnitz, W. : Atlas und Lehrbuch der Hygiene. \*München, 1909
- [20] Esmarn. E. von : Hygienisches Taschenbuch. Berlin : SpringerVerlag. 1902
- [21] Cammerer : J. S. : Das Problem der Schweißwasserbildung im Bauwesen. Heraklith - Rundschau. Nr. 1. Januar 1951
- [22] Caemmerer. NV. ; - Xeumann. R. : Hygieneschutz im Hochbau. Kommentar DIN 4103. Berlin. 1933
- [23] Künzel. H. : Erinnerungen an Dr. Ing. habil. Joseph

- Sebastian Cammerer anlässlich dessen 25. Todesjahres. Bauphysik 30(2008), Nr. 5, S. 340-345
- [24]Cube, H. L. von: Die Auskühlung von Häusern. Dissertation T. H. Stuttgart, 1949
- [25]Schüle, W.: Feuchtigkeit in Bauteilen von Wohnhäusern. Berichte aus der Bauforschung (1966), Nr. 48
- [26]Reiher, H. et al.: Wärme- und Feuchtigkeitsschutz in Wohnbauten. Bericht über die Versuchszeit 1952 bis 1956. Berlin: W. Ernst & Sohn, 1958
- [27]Editorial: Die Heraklith-Leichtbauplatte. Heraklith-Rundschau, Nr. 1, Januar 1951
- [28]Museumsführer des Museumsdorfes Cloppenburg, 1981
- [29]Brown, G. I.: Graf Rumford. München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 2002
- [30]Usemann, K. W.: Entwicklung von Heizungs- und Lüftungstechnik zur Wissenschaft. München: Oldenbourg Verlag, 1993
- [31]Schüle, W.; Fauth, U.: Heiztechnische und raumklimatische Untersuchungen in Wohnungen mit verschiedenen Heizeinrichtungen. HLH 12 (1961), Nr. 9, S. 1-5
- [32]Philippson, A.: Wie ich zum Geographen wurde. Bonn: Bouvier Verlag, 1996
- [33]Mollier, H.: Über die Wärmeableitung von Fußböden. Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 96(1910), Nr. 24, S. 231-233
- [34]Schüle, W.: Fußwärme und Wärmeableitung von Fußböden. Berichte aus der Bauforschung(1964), Nr. 40
- [35]Usemann, K. W.: Goethe im Anblick winterlichen Heizens. gi Gesundheits-Ingenieur 131(2010), Nr. 4, S. 215-221
- [36]Mayer, E.: Tagesgang für thermisches Behaglichkeitsempfinden. gi Gesundheits-Ingenieur 107(1986), Nr. 3, S. 173-176
- [37]Recknagel, H.: Lüftung und Heizung, Badeeinrichtungen, Dampfwascherei. In: Prausnitz, W.: Atlas und Lehrbuch der Hygiene. München. 1909
- [38]Leoprechtig, K. von: Aus dem Lechraim-Zur deutschen Sitten und Sagenkunde. 1855. Nachdruck 1975 Süddeutscher Verlag, München.
- [39]Kiskalt, K.: Max von Pettenkofer. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1948
- [40]Payer, P.: Der Gestank von Wien. Wien: Döcker Verlag, 1997
- [41]Künzel, H.: Die atmende Außenwand-Ein Irrtum in der Vergangenheit und seine Folgen. gi Gesundheits-Ingenieur 99(1978), Nr. 1, S. 22 ff. und Nr. 2, S. 29-33
- [42]Cammerer, J. S.: Die konstruktiven Grundlagen des Wärme- und Kälteschutzes im Wohn- und Industriebau. Berlin: Springer Verlag, 1936
- [43]Künzel, H.: Max von Pettenkofer-Wegbereiter der Bauphysik# Bauphysik 23(2001), Nr. 3, S. 180-181
- [44]Pettenkofer, M. von: Über die Luft im Boden oder Grundluft. In: Populäre Vorträge. Erstes Heft. Braunschweig: Verlag Vieweg und Sohn, 1877
- [45]Reiher, H. et al.: Messungen an bewohnten Häusern im Alpenvorland. Wärme- und Feuchtigkeitsschutz in Wohnbauten. Bericht über die Versuchszeit von 1956 bis 1959. Berlin: W. Ernst & Sohn, 1960
- [46]Reiher, H.; Künzel, H.: Vergleichende Untersuchungen an Außenputzen auf verschiedenen Wandmaterialien. Wärme- und Feuchteschutz in Wohnbauten. Bericht über die Versuchszeit von 1956 bis 1959. Berlin: W. Ernst & Sohn, 1960
- [47]Künzel, H.: Untersuchungen über die Feuchteverhältnisse in häufig beregneten Außenwänden. gi Gesundheits-Ingenieur 85(1964), Nr. 9, S. 274-280
- [48]Künzel, H.: Anforderungen an Außenanstriche und Beschichtungen aus Kunstharzdispersionen. Kunststoffe im Bau. Themenheft 12.1968
- [49]Künzel, H.: Der Regenschutz von Außenwänden. In: Mauerwerk - Kalender 1926. Taschenbuch für Mauerwerk, Wandbaustoffe, Schall-, Wärme- und Feuchtigkeitsschutz 11. Jg. Berlin: Verlag Ernst & Sohn, 19E6
- [50]Hardtwig, E.: Klima und Vitterung 1952 bis 1956 auf dem Versuchsgelände bei Holzirchen. Bericht über die Versuchszeit 1952 bis 1956. Berlin: IV. Ernst & Sohn, 1958

- [51]Künzel, H. : Bernhardt, F.. Beurteilung des Regenschutzes von Kunstharzputzen. Caveröffentlicher Forschungsbericht des B. Ho 11/84 des Fraunhofer - Instituts für Bauphysik IBP
- [52]Künzel, H. M. et al.:Feuchteschutz verschiedener Fassadensysteme. Beanspruchungen. Systemanforderungen und Langzeitbeständigkeit.In: Venzmer, H. Hrsg.,Fassadensanierung. Praxisbeispiele, Produkteigenschaften. Schutzfunktionen. Berlin : Beuth, 2011
- [53]Künzel, H. : Feuchtigkeitsstechnische Eigenschaften und Formänderungen von Kunstharzbeschichtungen an Außenwänden. Berichte aus der Bauforschung (1972), Nr. 79, S 27- 40
- [54]Künzel, H. : Haftfestigkeit von Kunstharzbeschichtungen auf Gasbeton. Betonstein - Zeitung, 36 (1970) Nr. 2, S. 115-117
- [55]Künzel, H. : Schäden an Fassadenputzen. 3 überarb. u. erw. Aufl. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag. 2011 Schadenfreies Bauen ; 9)
- [56]Böhm, H. ; Künzel, H.:Feuchtigkeitsabhängige Sperrwirkung von Kunstharzputzen. Bauphysik 11 (1989). Nr. 4, S. 145-149
- [57]Künzel, H. : Warum sich Wärmedämmverbundsysteme durchgesetzt haben. Bauphysik 20(1998). Nr. 1. S. 2- 8
- [58]Industrieverband Werkmörtel e. V. et al.:Merkblatt Außenputz auf Leichtziegel. Dezember 1988
- [59]Industrieverband Werkmörtel e. V. et al.:Merkblatt Außenputz auf Ziegelmauerwerk. Mai 2002
- [60]Böhm, H.;Künzel, H.:Kann ein Spritzbewurf Risse verhindern? Der Stukkateur(1989),Nr. 11,S. 60-63
- [61]Künzel, H. :Mauerwerk und Außenputz. Teil 2: Hygrothermische Formänderungen und Spannungen. Der Bausachverständige 4(2008), Nr. 3, S. 27- 30
- [62]Künzel, H. : Einfluss des Putzgrundes und der Herstellungsbedingungen auf die Saugfähigkeit von Außenputzen. Berichte aus der Bauforschung (1972), Nr. 79, S. 18- 26
- [63]Leonhardt, H. ; Lucas, R. ; Kießl, K. : Handgerät zur vereinfachten Vor - Ort - Bestimmung bauphysikalischer Kennwerte von Gesteinsoberflächen. Jahresberichte Forschungsprogramm Steinerfall - Steinkonservierung. Band 1.1989, S. 243-253
- [64]Schwenk Putztechnik GmbH & Co KG :Technik informiert. Ausgabe10/2008. Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Forschungs- und Prüfinstitut Steine und Erden Karlsruhe e.V. durchgeführt.
- [65]Künzel,H. :Bauphysik und Denkmalpflege. 2.,erw. Aufl. Stuttgart:Fraunhofer IRB Verlag, 2009
- [66]Künzel, H. : Trocknungsblockade durch Mauerversalzung. Bautenschutz + Bausanierung 14(1991), Nr. 4, S. 63-66
- [67]Künzel, H. : Sanierputze sind mehr als eine begleitende Maßnahme.Berlin:Verlag für Bauwesen, 1997,S.167-177 (Feuchte und Altbausanieung; 8)
- [68]Künzel H. : Wärme - und Feuchteschutz von zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung. Bauphysik 13(1991), Nr. 1, S. 1-9
- [69]Wulkan, K. H. : Das Verhalten von Dämmstoffen in nachträglich verfülltem zweischaligem Mauerwerk mit Luftschicht. Bauphysik 5(1983), Nr. 4, S. 116 - 121
- [70]Künzel, H. : Die Auswirkung von Klinker - Vorsatzschalen auf den Feuchtehaushalt von zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung. Ziegelindustrie International 48(1995), Nr. 11, S. 843-850
- [71]Künzel, H. : Zweischaliges Mauerwerk mit verputzter Vorsatzschale. Rissanfällige Bauschäden - Sammlung 2/99. DAB 31(1999), Nr. 2, S. 256- 257
- [72]Eichler, F. ; Arndt, H.:Bautechnischer Wärme- und Feuchtigkeitsschutz. Berlin : VEB Verlag für Bauwesen, 1981
- [73]Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks (Hrsg.) : Regeln für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen. Köln:R. Müller, 1985
- [74]Künzel, H. M. ; Kehrner, M. : Einfluss der Hinterlüftung auf das Feuchteverhalten von Holzbauwänden. Festschrift zum 60. Geburtstag von Gerd Hauser.Stuttgart:Fraunhofer IRB Verlag, 2008
- [75]Egner, K. : Feuchtigkeitsdurchgang und

- Wasserdampfkondensation in Bauten. Fortschritte und Forschungen im Bauwesen. Reihe C, Nr. 1. Stuttgart: Frank'sche Verlagshandlung, 1950
- [76] Glaser, H.: Ein grafisches Verfahren zur Untersuchung von Diffusionsvorgängen. Kältetechnik 11(1959), Nr. 10, S. 345-349
- [77] Künzel, H. M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart, 1994
- [78] Künzel, H.; Frank, W.: Die sommerlichen Temperaturverhältnisse in Wohngebäuden schwerer und leichter Bauart. Gesundheits-Ingenieur 100(1979), Nr. 3, S. 85-92
- [79] Gertis, K.; Hauser, G.: Instationäre Berechnungsverfahren für den sommerlichen Wärmeschutz im Hochbau. Berichte aus der Bauforschung(1975), Nr. 103
- [80] Hauser, G.; Gertis, K.: Kenngrößen des instationären Wärmeschutzes von Außenbauteilen. Berichte aus der Bauforschung(1975), Nr. 103
- [81] Cammerer, J. S.: Beiträge zum Problem der Wasserdampfdiffusion durch Bauteile. Berichte aus der Bauforschung(1973), Nr. 80, S. 21-38
- [82] Künzel, H.: Einfluss der Versuchsbedingungen auf die Ergebnisse von Diffusionsmessungen. Berichte aus der Bauforschung(1973), Nr. 80, S. 5-12
- [83] Künzel, H.; Bernhardt, P.: Wasserdampfdurchlässigkeit von Baustoffen bei verschiedenen Feuchtigkeitszuständen. Berichte aus der Bauforschung 19 Nr. 80, S. 13-20
- [84] Künzel, H.: Die klimaregelnde Wirkung von Innenputzen. Gesundheits-Ingenieur 81(1960), Nr. 7, S. 196-201.
- [85] Künzel, H.: Die Feuchtigkeitsabsorption von Innenoberflächen und Inneneinrichtungen. Berichte aus der Bauforschung(1965), Nr. 42
- [86] Künzel, H.; Snatzke, C.: Die Feuchtigkeitsabsorption der Innenoberflächen von Beton- und Kunststoffwänden. Berichte aus der Bauforschung(1968), Nr. 51
- [87] Künzel, H.: Auswirkung mangelnder Feuchteabsorption in Räumen. Berichte aus der Bauforschung(1972), Nr. 79
- [88] Künzel, H.: Instationärer Wärme- und Feuchteausgleich an Gebäudeinnenoberflächen. In: Aachener Institut für Bauschadensforschung und Angewandte Bauphysik gGmbH - AIBau - (Hrsg.): Problemstellungen im Gebäudeinneren. Wärme-Feuchte-Schall. Rechtsfragen für Baupraktiker. Wiesbaden: Bauverlag, 1988
- [89] Künzel, H. M. et al.: Feuchtepufferwirkung von Innenraumbekleidungen aus Holz oder Holzwerkstoffen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2006 (Bauforschung für die Praxis; 75)
- [90] Künzel, H.: Zur Frage des Zuschlags auf Messwerte der Wärmeleitfähigkeit zur Ermittlung des Wärmeschutzes von Baukonstruktionen. wksb 30(1985), Sondernr., S. 50-53
- [91] Bedford, Th.: Basic Principles of Ventilating and Heating. London, 1948
- [92] Künzel, H.: Bauphysik und Raumklima-Entwicklungen in der Vergangenheit. wksb 51(2006), Nr. 57, S. 3-8
- [93] Grünzweig und Hartmann AG (Hrsg.); Sautter, L.: Bauen mit Vollwärmeschutz. 1962
- [94] Eicke-Hennig, W.: Kleine Geschichte der Dämmstoffe. wksb 56(2011), Nr. 66, S. 6-34
- [95] Künzel, H.: Der Wärmeschutz von Ecken. Gesundheits-Ingenieur 82(1961), Nr. 10, S. 297-300
- [96] Künzel, H. M.: Raumluftfeuchte in Wohngebäuden-Randbedingungen für die Feuchteschutzbeurteilung. wksb 51(2006), Nr. 56, S. 31-41
- [97] Pettenkofer, M. von: Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. München: Cotta'sche Buchhandlung, 1858
- [98] Künzel, H.: Der lange Weg zur richtigen Fensterlüftung. Der Bausachverständige 8(2012), Nr. 5, S. 30-33
- [99] Künzel, H.: Richtige Fensterlüftung. Der Bausachverständige(2011), Nr. 5, S. 17-21
- [100] Künzel, H.: Richtiges Heizen und Lüften in Wohnungen. 5., überarb. u. erw. Aufl. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2012
- [101] Künzel, H.: Warum es heute in vielen Wohnungen schimmelt. Der Bausachverständige 5(2009), Nr. 5,



- S. 31-34
- [102]Künzel : H. : Algenbewuchs an Fassaden : Eine Folge reiner Luft! Arconis 5(2000). Nr. 3, S. 20-22
- [103]Faber. A. : Entwicklungsstufen der häuslichen Heizung. München : R. Oldenbourg. 1957
- [104]Stern, B. : Meine Jugenderinnerungen. Stuttgart : W. Kohlhammer Verlag, 1968
- [105]Künzel, H. : Lehm: Ersatzbaustoff in Notzeiten oder ernstzunehmende Technologiee Arconis 1 (1996), Nr. 2, S. 2-4
- [106]Künzel, H. : Das Märchen vom Lehm. Deutsche Bauzeitung db 134(2001), Nr. 9, S. 106-112
- [107]Künzel, H. : Das Feuchteverhalten von zweischaligem Mauerwerk und von Wänden mit vorgehängten Verkleidungsplatten. Technisch - Wetenschappelijk Tijdschrift 32(1963), Nr. 6
- [108]Scheffler M. : Technische Standards-Wegweisung oder Irrgartene Der Bausachverständige 5(2009), Nr. 5, S. 35-37
- [109]Fitz, C. ; Krus, M. : Normenwirrwarr bei der Bestimmung von feuchtetechnischen Materialkennwerten. IBP - Mitteilung 441, 2004
- [110]Eschenfelder, D. : Vortrag beim IBK - Seminar am 16. April 1986 und anderen Veranstaltungen
- [111]Gösele, K. ; Schüle, W. : Schall-Wärme-Feuchte. Wiesbaden/Berlin : Bauverlag : 1965 (Erstaufgabe), bis 1997 neun weitere Auflagen
- [112]Cords - Parchim, W. : Technische Bauhygiene. Leipzig : Teubner Verlagsgesellschaft, 1953
- [113]Eichler, F. : Bauphysikalische Entwurfslehre (3 Bände). Berlin : VEB Verlag, Bd. 1 und 2 1967, Bd. 3 1970. Berlin : VEB verlag für Bauwesen
- [114]Hochschullehrer - Memorandum-Die Bauphysik muss fester Bestandteil der Architekten - und Bauingenieurausbildung werden. Bauphysik 2 (1980), Nr. 4, S. 137-143
- [115]Künzel, H. : Entwicklungsgeschichte des zweischaligen Mauerwerks und die neue DIN 1053-12. Bauphysik 31(2009), Nr. 4, s. 253-258
- [116]Künzel, H. : Keine Probleme bei zweischaligem Mauerwerk mit Kemptdämmung. Baumarkt 89 (1990), Nr. 9. S. 631-633
- [117]Künzel, H. ; Großkinsky, Th. : Nicht belüftet, voll gedämmt-die beste Lösung für das Satteldach. Das Dachdeckerhandwerk 24(1989), s. 24-30
- [118]Künzel, H. : Warum ein wärmegeprägtes Satteldach nicht belüftet werden sollte. Baumarkt 91(1992), Nr. 7. S. 536-543
- [119]Künzel, H. : Dachdeckung und Dachbelüftung. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 1996
- [120]Altaha, N. ; Seim, W. : Eurocode 6-Kommentar und Anwendungshilfen : DIN EN 1996-2 NA : Nationaler Anhang. In : Läger, W. : Mauerverk - Kalender 2012. Berlin : Ernst & Sohn, 2012

註

1. 「ドイツ連邦共和国の各州の都市計画、建築および住宅事情担当の關係および上院議員による作業共同体 (ARGEBAU) の標準建築規則」
2. 音波や音響を利用して作動する信管。信管は通常、爆発物や武器に使用され、特定の条件が満たされたときに作動する装置である。「音響信管」は、その作動条件に音を使用するものを意味する。
3. 当時大林組技術研究所勤務であった小宮英孝氏は直ちにエッセン大学に留学し、ゲルティス教授に師事し、帰国後は大林組技術研究所副所長として活躍、建築物理学に関する研究発表を行った。

外断熱研究の第一人者が新進学者と共に放つ外断熱住宅の入門書

# これからの外断熱住宅

お茶の水女子大学名誉教授 工博 田中辰明

お茶の水女子大学 博士 袖本 玲 著

◆体 裁 / B5判・116頁・  
平綴製本・カバー付

◆価 格 / 2,530円 (税込・送料別)

◆発行元 / 興文社

ご注文は FAX 03-3866-3858 もしくは 巻末ハガキ で工文社まで