

INSTITUT FÜR BAUPHYSIK DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

K. Gertis und U. Wolfseher

Veränderung der Landschaftstemperatur durch Bebauung

Seit Jahren orakelt man, daß sich zu den drei apokalyptischen Reitern, der Überbevölkerung, Umweltzerstörung und Energieverknappung, ein vierter gesellt: Die nachteilige Veränderung unseres Klimas. Neben den geophysikalisch-säkularen Klimaveränderungen geraten zusehends jene Eingriffe in Verruf, die wir – angeblich oder wirklich – durch die Bebauung und die immer dichtere Urbanisierung unserer städtischen Regionen hervorrufen. Daß durch Bauwerke der Wärme- und Feuchtehaushalt in der atmosphärischen Grenzschicht und damit auch die dortigen Temperaturen verändert werden, steht außer Zweifel. Es bereitet jedoch Schwierigkeiten, diese Eingriffe in das natürliche, „bauwerksnahe“ Klima (Mikro- bzw. Mesoklima) quantitativ zu erfassen und die Wirkung einzelner Maßnahmen deutlich aufzuzeigen, weil die Wärmestrahlung, die Konvektions- und Verdunstungsvorgänge in den bodenangrenzenden Luftschichten und die Wärmeleitung im Erdboden oder in den dort errichteten Baukonstruktionen in mannigfacher Weise ineinander greifen. Die relativ komplizierten Zusammenhänge wurden deshalb im Institut für Bauphysik rechnerisch behandelt und mittels einer elektronischen Rechanlage ausgewertet. Die im folgenden erläuterten Ergebnisse stammen von diesen Untersuchungen.

Das Temperaturprofil wird gestört!

Welche Temperaturveränderungen Landschaftsflächen durch die Bebauung erfahren, geht aus Bild 1 hervor. Während nicht bebaute Grünflächen (Rasen- bzw. Strauch- oder Baumanlagen) an einem strahlungsreichen Sommertag bis in eine Höhe von 100 m ein ziemlich gleichmäßiges Temperaturprofil besitzen und in Bodennähe – wegen der dortigen Verdunstungs- und Beschattungsvorgänge – angenehm „kühl“ sind, erwärmen sich bebaute Flächen relativ stark. In abgeschwächter Form pflanzt sich die dabei auftretende tageszeitliche Erwärmung auch in grö-

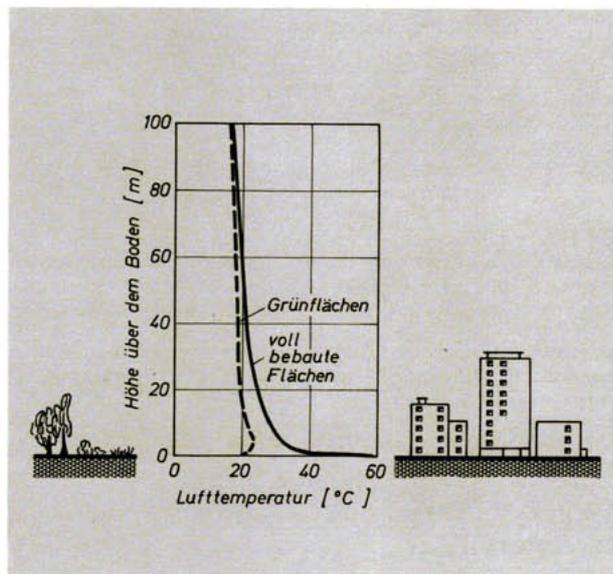


Bild 1
Lufttemperaturprofil in der atmosphärischen Bodengrenzschicht über voll bebauten und unbebauten Flächen zum Zeitpunkt stärkster Erwärmung während eines Sommertages. Den Profilen liegen durchschnittliche Randbedingungen zugrunde.

Bere Höhen fort. Wegen der in den Bauteilen gespeicherten Wärme bleiben diese Flächen in der Regel auch nachts über wärmer als die natürliche Umgebung.

Welchen Einfluß hat die Bebauungsdichte?

Der Einfluß der Bebauung wirkt sich in dreierlei Hinsicht aus, nämlich in der Veränderung

- der Wärmeleitungs-, Wärmespeicherungs- und Strahlungseigenschaften des Untergrundes

- der strömungstechnischen Rauigkeit des Bodens, die – mit steigender Bebauungsdichte – zunächst zunimmt, dann aber, wenn es sich um eine allmählich geschlossene, uniforme Bebauung handelt, wieder abnimmt.
- der Oberflächenfeuchte, die – gegenüber unbebautem Grünland – umso stärker zurückgeht, je weiter die Bebauung fortschreitet.

Wie Bild 2 veranschaulicht, läßt sich durch eine aufgelockerte, abwechslungsreiche Bebauung bis zu ca. 60% Bebauungsdichte im Sommer eine Temperaturerniedrigung erreichen, weil der turbulente Austausch – durchschnittlich übliche Windgeschwindigkeiten vorausgesetzt! – durch die im strömungsmechanischen Sinne „rauen“ Bauobjekte forciert wird. Bei höheren Bebauungsdichten nimmt die Erwärmung im Verhältnis zu unbebauten Grünflächen stark zu.

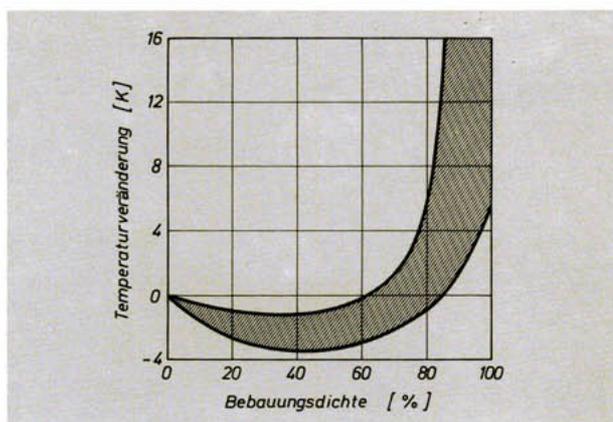


Bild 2
Veränderung der mittleren Landschaftstemperatur (Oberflächentemperatur der z. T. bebauten Landschaft) gegenüber einer unbebauten Landschaft (Grünfläche) in Abhängigkeit vom Bebauungsgrad.
Der schraffierte Bereich umfaßt die Streuungen durch übliche bauliche Einflußgrößen (Speicherfähigkeit und Strahlungsreflexionsvermögen der Gebäude, Stockwerkszahl etc.). Die Temperaturangaben entsprechen den maximalen Werten, die an strahlungsreichen Sommertagen erreicht werden.

Kann der Planer oder Architekt korrigieren?

Die geschilderten Temperaturveränderungen brauchen nicht als unabdingbar hingenommen zu werden. Da die komplizierten Zusammenhänge aber noch keinesfalls in ihrer ganzen Tragweite erforscht und überschaubar sind, erfordern korrigierende Eingriffe zunächst eine diffizile und behutsame Hand. (Dies gilt übrigens auch dann, wenn größere Gebiete neu zur Bebauung ausgewiesen werden, auch hier ist man sich über die Konsequenzen für das Landschaftsklima nicht immer voll im klaren.) Die nebenstehende, aus Rechnungen gewonnene Tabelle gibt

Aufschluß darüber, welche baulichen und planerischen Maßnahmen in Frage kommen und wie erfolgversprechend sie sind. Man ersieht, daß durch Wahl von Baustoffen mit geeigneten Wärmeeigenschaften die Temperaturen nur verhältnismäßig schwach beeinflusst werden können (um 2 bis 5 K). Eine Veränderung der strahlungsphysikalischen Daten der Bauteiloberflächen kann die Temperaturen bis zu ca. 10 K senken. Helle, strahlungsreflektierende Farben wären vor allem auch auf Dächern zu empfehlen. Durch Auflockerung der Bebauung und die dadurch erzeugbare „Bodenrauigkeit“ sind Temperaturveränderungen bis zu ca. 12 K möglich. Die Schaffung von Grünflächen (Parkanlagen, Dachbepflanzungen) erweist sich als die am stärksten temperatursenkende Maßnahme, hierdurch kann eine Temperaturveränderung bis zu ca. 25 K erreicht werden.

Die bisherigen Ergebnisse sind durch weitere vertiefte Untersuchungen zu ergänzen. Hierbei müssen vor allem die aerodynamischen Vorgänge bei der Gebäude- bzw. Terrainüberströmung, die Vertikalströmungen (thermischen Auftriebsbewegungen) entlang höherer Gebäudefassaden, abnorme Wetterbedingungen, wie z. B. Inversionswetterlagen, und die Winterverhältnisse Berücksichtigung finden.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr Baden-Württemberg und der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen durchgeführt.

Erreichbare Temperaturveränderungen durch bauliche bzw. planerische Maßnahmen.

(Es handelt sich hierbei um Angaben zur mittleren Oberflächentemperatur größerer terrestrischer Flächen; die Temperaturen dieser Flächen können durch die erläuterten Maßnahmen um die jeweils aufgeführten Beträge beeinflusst werden.)

Maßnahme	Maximal mögliche Temperaturveränderung der Oberfläche
Veränderung der Wärmespeicherfähigkeit bzw. Wärmeleitfähigkeit der Außenbauteile	2–5 K
Veränderung der Reflexions- bzw. Absorptionseigenschaften durch Farbgebung der Außenoberflächen (Dächer)	ca. 10 K
Veränderung der strömungstechnischen Bodenrauigkeit durch aufgelockerte Bebauung	10–12 K
Schaffung von Verdunstungsflächen (Parkanlagen, Begrünung von Dächern etc.)	15–25 K



Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Instituts für Bauphysik

INSTITUT FÜR BAUPHYSIK DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
7 STUTTGART 70 DEGERLOCH, Königstraße 74, Tel. (07 11) 76 50 08/09
Außenstelle: 815 HOLZKIRCHEN (OBB.), Postfach 1180, Tel. (080 24) 572