



Urbane Räume nachhaltig gestalten

**Entscheidungshilfe für eine klimagerechte
Stadtentwicklung**



Liebe Leserinnen, liebe Leser,



ZITAT:

„Der Klimawandel stellt die Städte hinsichtlich der Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz vor große Herausforderungen. Aktuell stellt der DWD auf seinen Internetseiten mit dem Modul INKAS eine neue Entscheidungshilfe für die Stadtplanung bereit. INKAS ermöglicht es, die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der städtischen Überwärmung in wenigen Schritten zu erkennen und zu vergleichen.“

der 5. Bericht des Weltklimarates (IPCC) lässt für den weiteren Verlauf dieses Jahrhunderts eine deutliche Klimaerwärmung und eine Zunahme in der Häufigkeit, Andauer und Intensität von extremen Wetterereignissen in Europa und Deutschland erwarten. Besonders vulnerabel gegenüber Wetterextremen sind Städte. Sie sind unsere Wirtschafts- und Kulturzentren und bilden den Lebens- und Arbeitsmittelpunkt für mehr als 70% der Bevölkerung in Deutschland. Starkregenereignisse mit Hochwasser können städtische Infrastrukturen zerstören und langanhaltende sommerliche Hitzeperioden beeinträchtigen die Gesundheit der Bevölkerung. Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel helfen, die durch extreme Wetterereignisse verursachten Schäden für die Bevölkerung und Infrastruktur zu reduzieren. Es verwundert somit nicht, dass das Thema Klimaanpassung heute den gleichen Stellenwert innehat wie der Klimaschutz. Um die Resilienz unserer Städte zu stärken, müssen neben der Klimaanpassung auch sich ändernde demografische, soziale und infrastrukturelle Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

Dienstleistungen zu Klima- und Umweltfragen sind eine Kernaufgabe des Deutschen Wetterdienstes (DWD), dabei kommt der Klimaberatung von Entscheidungsträgern aus Politik, Behörden und Wirtschaft eine große Bedeutung zu. Die Beratungsthemen des Sektors Stadt- und Regionalplanung konzentrieren sich auf die Verbesserung der Lebensqualität in Städten, den Schutz der Infrastruktur und die Unterstützung der Stadtplanung. Im Rahmen der Klimaforschung setzt der DWD räumlich hoch aufgelöste Klima- und Wirkmodelle für Zeitskalen von der

Vergangenheit bis in die Zukunft ein. Zusammen mit der Auswertung meteorologischer Daten (z. B. Zeitreihenanalyse) aus dem DWD-eigenen Messnetz kann eine Vielzahl an Fragestellungen aus Politik und Wirtschaft beantwortet werden.

Das mikroskalige urbane Klimamodell MUKLIMO_3 ist ein Wirkmodell des DWD, mit dessen Hilfe physikalische Prozesse in der Stadt sowie deren Rückkopplung mit der Atmosphäre simuliert werden. Üblicherweise wird die Stadt mit ihren Bebauungsstrukturen, unter der Annahme der derzeitigen klimatischen Randbedingungen im Vergleich zu verschiedenen Planungsvarianten, mit und ohne Annahme des zukünftigen Klimas, simuliert und bewertet. Das Ziel solcher Simulationen ist es, die klimatischen Auswirkungen verschiedener städtebaulicher Maßnahmen für reale Städte zu quantifizieren. Im Sinne eines „Laborexperimentes“ werden auch virtuelle Städte simuliert, um die Auswirkungen gezielter Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel besser analysieren zu können.

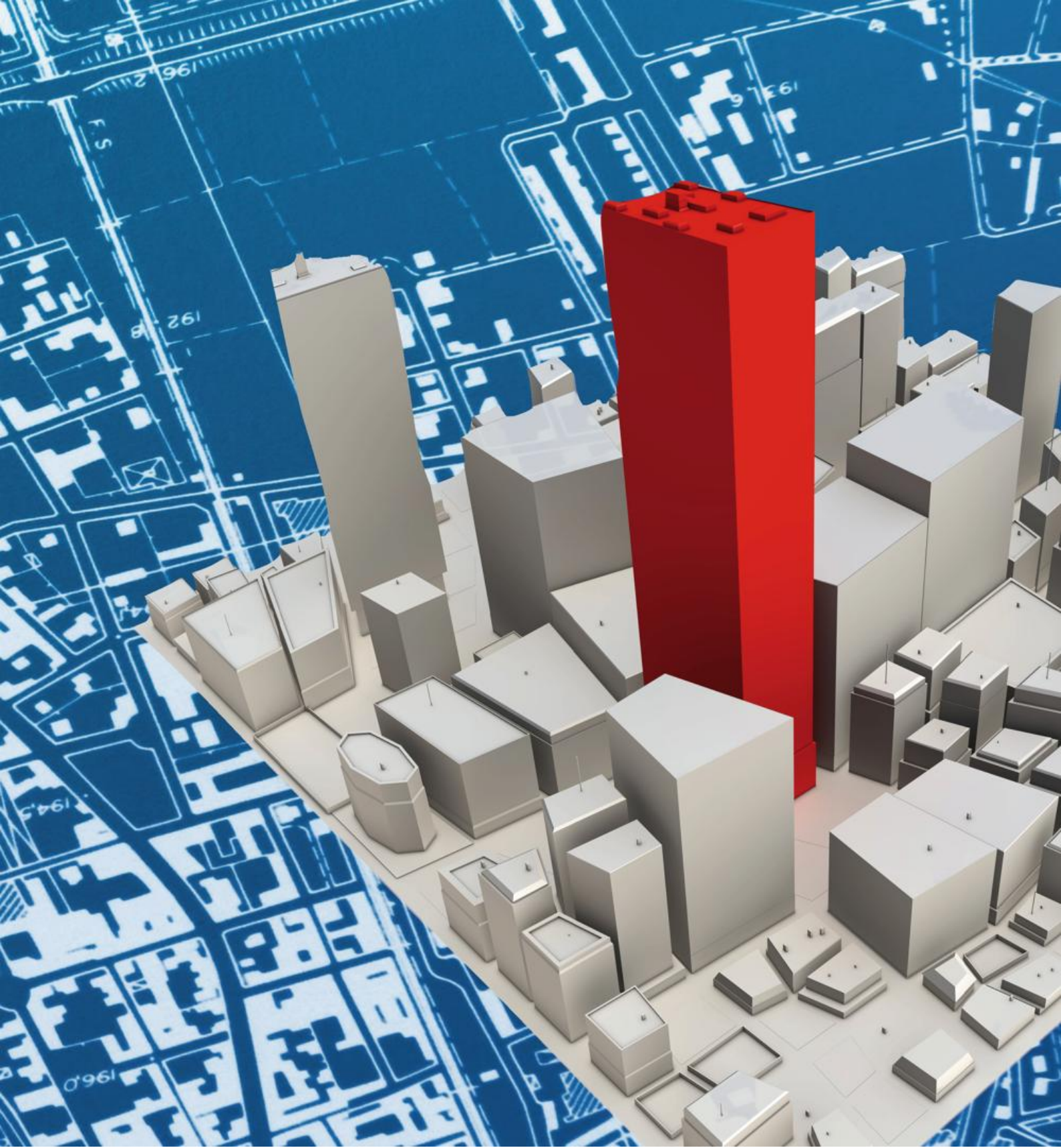
Zur Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen und Handlungsoptionen benötigen Stadtplaner gerade vor dem Hintergrund limitierter finanzieller Ressourcen detaillierte Informationen zum Nutzen einer Maßnahme (z. B. Minderung des sommerlichen Hitzestresses). In diesem Zusammenhang präsentiert der DWD in der vorliegenden Broschüre das neu entwickelte „Informationsportal Klimaanpassung in Städten“ (INKAS). INKAS ist ein internetbasiertes Beratungswerkzeug insbesondere für mittlere und kleine Städte, die sich den Herausforderungen des Klimawandels z. B. durch die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung stellen, aber nicht über umfang-

reiche Klimauntersuchungen verfügen. Mit Hilfe des Beratungswerkzeuges werden die Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zur Senkung des sommerlichen Hitzestresses in Städten analysiert und die Ergebnisse für die Stadtplanung nutzbar gemacht.

Gleichzeitig erweitert der DWD sein Internetangebot um Informationen zum Thema Stadtklimamessungen. Zusammen mit dem bestehenden Messnetz des DWD sind Stadtklimamessungen eine wichtige Grundlage für die Klimaforschung und die Klimaberatung.

Dr. Paul Becker

*Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes und
Leiter des Geschäftsbereiches Klima und Umwelt*



Neue Methode in der Stadtklimaforschung



Mit der Methode der systematischen Klimasimulationen virtueller Städte gibt der DWD neue Impulse für die angewandte Stadtklimaforschung. Bislang wurden die klimatischen Änderungen durch Bauvorhaben oder individuelle Klimaanpassungsmaßnahmen in einer realen Stadt oder einem realen Stadtquartier simuliert. Die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf andere Städte oder andere Planvorhaben ist allerdings stark eingeschränkt. Mit den systematischen Klimasimulationen ist nun eine Datenbasis verfügbar, die gesamtstädtisch oder quartiersbezogen die zu erwartenden Klimaänderungen aufgrund verschiedener städtebaulicher Maßnahmen für verschiedene Ausprägungsstufen in Abhängigkeit von Bebauungsstruktur und Bebauungsumgebung bereitstellt. Für eine vorausschauende Stadtplanung bieten systematische Klimasimulationen klare Vorteile gegenüber Einzelfallstudien.

Städtische Wärmeinsel

Die World Meteorological Organization (WMO) definiert das Stadtklima als „gegenüber dem Umland verändertes Lokalklima.“ Es betrifft sowohl die meteorologischen Parameter Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Strahlung und Wind als auch immissionsrelevante Größen, wie z. B. Luftqualität und Lärm. Die städtische Wärmeinsel ist ein typisches Merkmal des Stadtklimas. Sie wird durch die positive Temperaturdifferenz zwischen der Stadt und ihrem Umland charakterisiert und erreicht ihr Maximum während sonnenscheinreicher und windschwacher Wetterlagen. Die Differenz kann in großen Städten bis zu 10 Kelvin betragen. Die Lufttemperatur in Städten hängt unter anderem von der Gebäudegeometrie, den thermischen Eigenschaften der Baustanz, den Strahlungseigenschaften der Oberflächen und der anthropogenen Wärmefreisetzung, z. B. durch Hausbrand, Verkehr und Industrie, ab. Die Auswirkungen

der städtischen Wärmeinsel sind vielfältig. In den Sommermonaten erhöht sich die Gefahr für Hitzestress der Stadtbewohner. Vor allem Risikogruppen wie ältere Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen, z. B. des Herzkreislaufsystems, und Kleinkinder können sich häufig nur unzureichend an eine erhöhte Wärmebelastung anpassen. Während Hitzeperioden führt die hohe Lufttemperatur in Städten durch den Einsatz von Kühlsystemen und Klimaanlage zu einem erhöhten Energieverbrauch und damit zu steigenden Kosten.

Vorgehensweise

Die Wirksamkeit von städtebaulichen Maßnahmen zur Reduzierung der Überwärmung in Städten wird systematisch mit Hilfe computerbasierter Stadtklimasimulationen untersucht. Sie werden mit dem mikroskaligen urbanen Klimamodell MUKLIMO_3 durchgeführt. Um die Auswirkungen der Maßnahmen auf das thermische

Unterschiedliche städtische Bebauungsstrukturen, Grün- und Wasserflächen, Oberflächen- und Materialeigenschaften werden auf ihre Eignung zur Reduzierung der lokalen und städtischen Überwärmung untersucht.



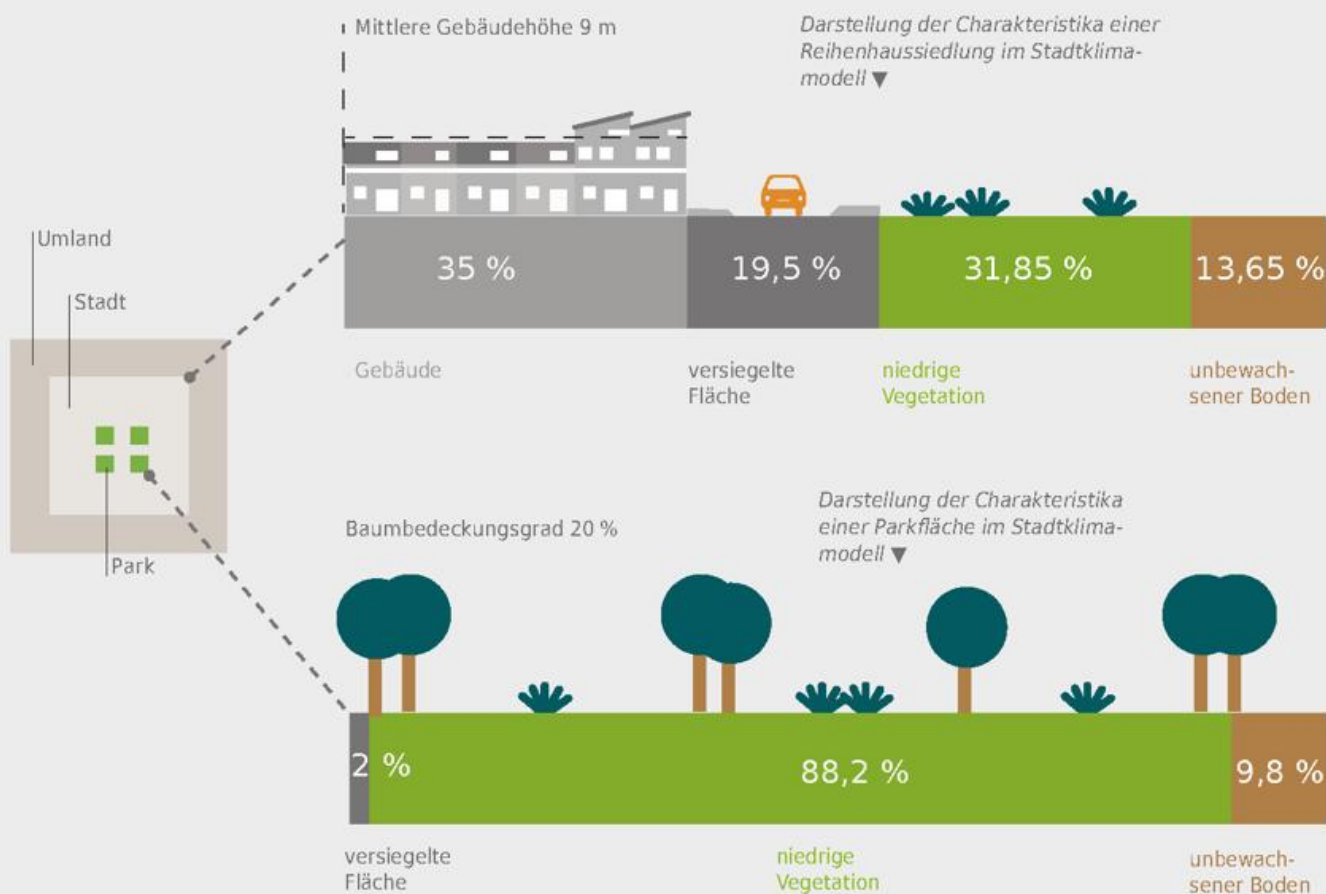
Empfinden des Menschen zu ermitteln, wird zusätzlich die Gefühlte Temperatur mit dem Klima-Michel-Modell, einem Energiebilanzmodell des Menschen, berechnet. Neben der Lufttemperatur beeinflussen auch der Wind, die Luftfeuchtigkeit und die Strahlungsverhältnisse die Wärmebelastung des Menschen. Alle Modellrechnungen werden für eine sommerliche Wettersituation im Juli durchgeführt.

Die Stadt wird im Klimamodell als virtuelle bzw. idealisierte Stadt dargestellt. Damit wird die räumliche Heterogenität der Stadtstruktur auf ein Minimum reduziert, um Änderungen des städtischen Klimas aufgrund einer Maßnahme, wie z. B. Dachbegrünung oder Entseigelung, gezielt untersuchen zu können. Die Ergebnisse aus den Sensitivitätsstudien werden mit Stadtklimastudien in realen Städten verglichen und fließen in Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Stadtentwicklung ein.

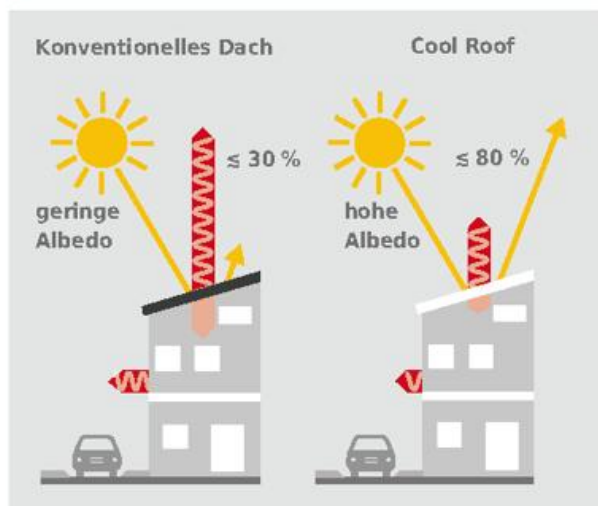
Stadtklimasimulationen

Die idealisierte, quadratische Stadt wird im Stadtklimamodell mit einem Gitter der horizontalen Seitenlänge von 50 m bis 100 m gerechnet. Die thermischen Verhältnisse und die Wirkung der Anpassungsmaßnahmen werden für neun in Deutschland typische Bebauungsstrukturen (z. B. Reihenhaussiedlung, Zeilenbebauung, Blockbebauung) untersucht. Zur Berücksichtigung von Straßen, Plätzen und Gärten weist eine Gitterzelle des Stadtklimamodells auch versiegelte und unversiegelte Flächen zwischen den Gebäuden auf. Bei den unversiegelten Flächen wird zwischen niedriger Vegetation und unbewachsenem Boden unterschieden. Da die Bebauungsstrukturen innerhalb einer Gitterzelle variieren können, erlaubt das Modell die Definition von zwei Gebäudetypen pro Gitterzelle. Ein Gebäudetyp wird durch seine Gebäudehöhe und die Gebäudeform definiert.

Schematische Darstellung des Modellgebietes für eine idealisierte Stadt der Fläche von 100 km² und vier gleich großen, über die Stadt verteilten Parkflächen.



-  Reflexion solarer Strahlung
-  Wärmeabgabe an die Umgebung
-  Wärmeabgabe in das Gebäude
-  Verdunstung



▲
oben
Schematische Darstellung einer
Dachfläche mit geringer und
hoher Albedo

unten
Schematische Darstellung eines
Flachdaches ohne und mit Dach-
begrünung

Klimaanpassung in der Stadtentwicklung - zwei Maßnahmen im Fokus

Zwei ausgewählte Sensitivitätsstudien auf Basis der virtuellen Stadt stellen die thermische Wirkung der Erhöhung der Albedo von Dachflächen und der Installation von Dachbegrünung für verschiedene Bebauungsstrukturen beispielhaft dar.

Beispiel Albedo der Dachflächen

Im Vergleich mit natürlichen Oberflächen haben Beton- und Asphaltflächen, wie sie für Städte typisch sind, ein geringeres Reflexionsvermögen für solare Strahlung (Albedo). Im Sommer können diese Oberflächen eine um mehrere Grad höhere Oberflächentemperatur als beispielsweise Grünflächen erreichen. Für Gebäude bedeutet das einen erhöhten Wärmetransport von der Gebäudeoberfläche sowohl in das Gebäude als auch in die Umgebungsluft. Die Verwendung von Materialien und Anstrichen mit hoher Albedo (z. B. Cool Roof) sind deshalb mögliche Maßnahmen, um die Lufttemperatur in der Umgebung eines Gebäudes zu reduzieren.

Beispiel Dachbegrünung

Dem Erhalt und der Vergrößerung der städtischen Grünflächen kommt eine wesentliche Bedeutung für die nachhaltige Stadtentwicklung zu. Die positiven klimatischen Wirkungen von Grünflächen umfassen beispielsweise die Verringerung der lokalen Lufttemperatur durch höhere Verdunstung als auch die Entlastung der städtischen Kanalisation bei Starkregenereignissen durch die Speicherung oder Verzögerung des Ablaufs des Niederschlags. Der Anteil an innerstädtischen Flächen, die in Grünflächen umgewandelt werden können, ist in der Regel sehr begrenzt. Die Begrünung von Dachflächen eröffnet deshalb einen weiteren bisher wenig genutzten Handlungsspielraum für die Stadtplanung.

ZITAT:

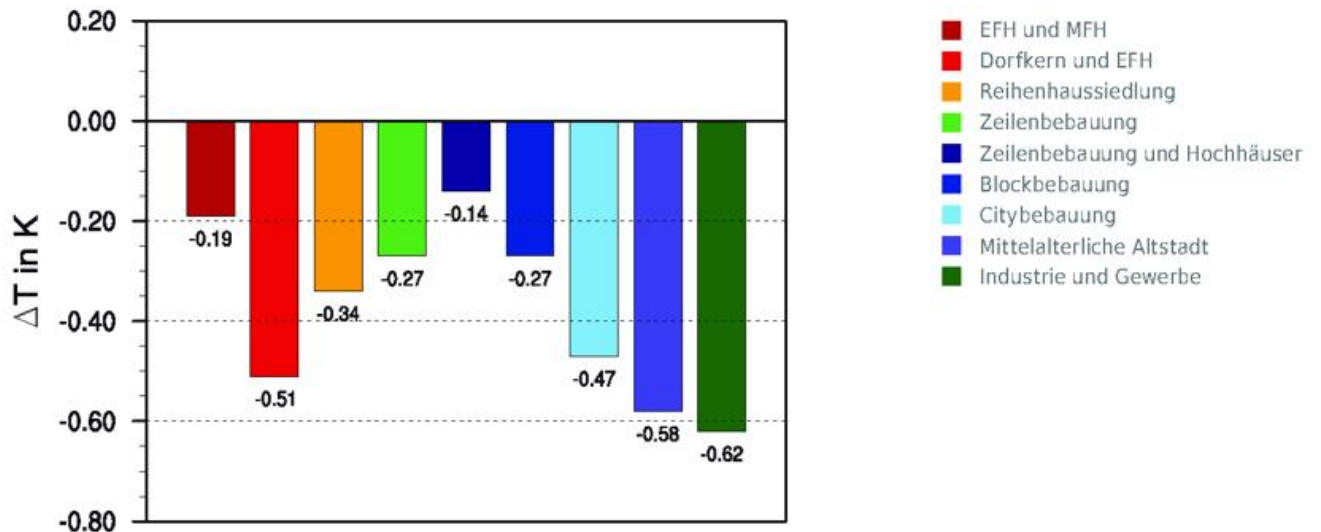
„Das Potenzial an Flächen, die für eine Dachbegrünung geeignet sind, ist in vielen deutschen Kommunen noch nicht ausgeschöpft. So zeigen Erhebungen auf Basis von Luft- und Satellitenbildern, dass der Anteil begrünter Dächer derzeit meist im Bereich von 2 bis 8 Prozent liegt. Über geeignete Maßnahmen ließe sich dieser Anteil in den nächsten Jahren sicherlich noch bedeutend steigern.“



Prof. Dr. Stefan Dech
Direktor des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums des DLR

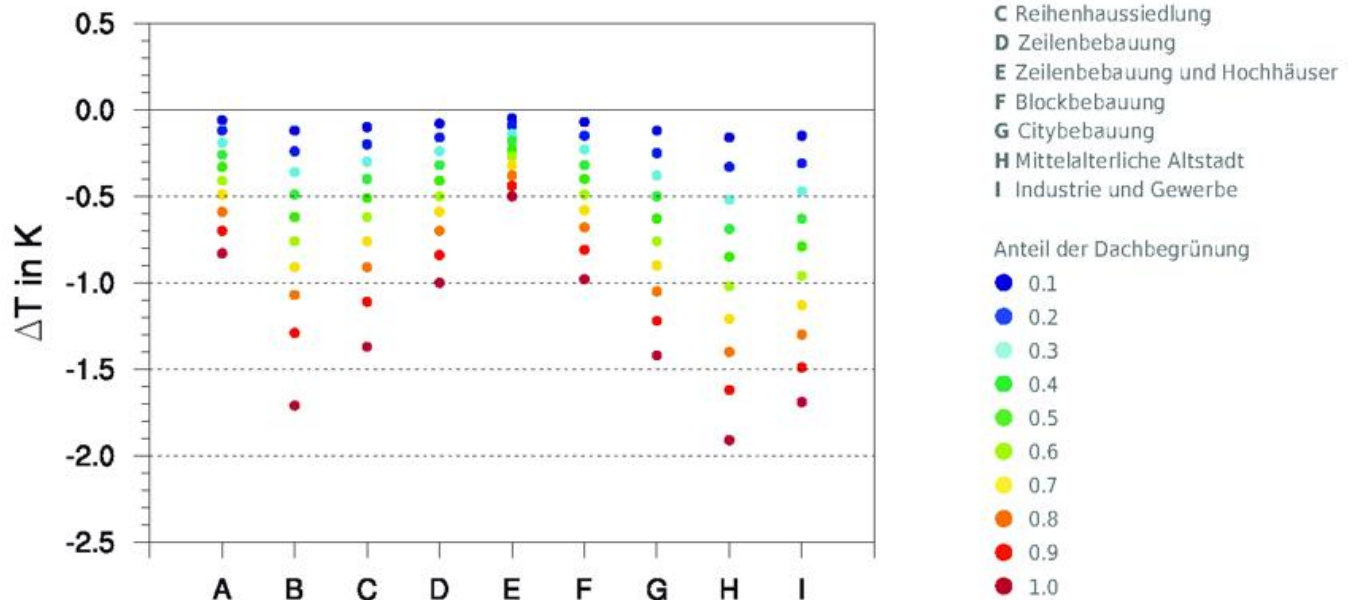
Thermische Wirkung der Erhöhung der Dachalbedo

Reduktion des Tagesmaximums der Lufttemperatur in Bodennähe für neun verschiedene Bebauungsstrukturen bei einer Erhöhung der Dachalbedo von 0,2 (Referenz) auf 0,5. ▼



Thermische Wirkung der Erhöhung des Flächenanteils von Dachbegrünung

Maximale Reduktion der Lufttemperatur in Bodennähe für neun verschiedene Bebauungsstrukturen in Abhängigkeit vom Flächenanteil an Gründächern (Differenz zum Referenzlauf ohne Gründächer). ▼



Zusammenfassung

Sowohl die Erhöhung der Albedo der Dachflächen als auch die Installation begrünter Dächer sind geeignet, die bodennahe Lufttemperatur am Tag zu reduzieren. Die Höhe der Reduktion ist dabei abhängig vom Flächenanteil der Dachbegrünung oder von der Albedo der Dachfläche. Generell lässt sich feststellen, dass

Maßnahmen im Bereich der Dachflächen besonders effektiv sind, wenn die Bebauungsstruktur sehr dicht ist und damit eine große Fläche von Dächern vorhanden ist. Niedrige Gebäudehöhen sind ebenfalls von Vorteil. Beide Maßnahmen wirken am effektivsten, wenn sie flächendeckend angewendet werden.

Von der Forschung zur Klimaberatung





Durch die gezielte Anpassung an die Folgen des Klimawandels wird die Widerstandsfähigkeit der Städte gegenüber extremen Wetterereignissen verbessert und somit die Zukunftsfähigkeit, die Lebensqualität und die Wirtschaftskraft des Standortes gesichert. Mit dem neuen Beratungswerkzeug „Informationsportal Klimaanpassung in Städten“ (INKAS) gibt der DWD der Stadtplanung eine wichtige Entscheidungshilfe an die Hand, um Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu entwickeln und umzusetzen. Mit INKAS kann ohne großen Aufwand die Größenordnung der zu erwartenden Wirkung einer Maßnahme zur Minderung der städtischen Wärmeinsel eingeschätzt und mit anderen Maßnahmen verglichen werden.



Thermische Wirkungsanalyse

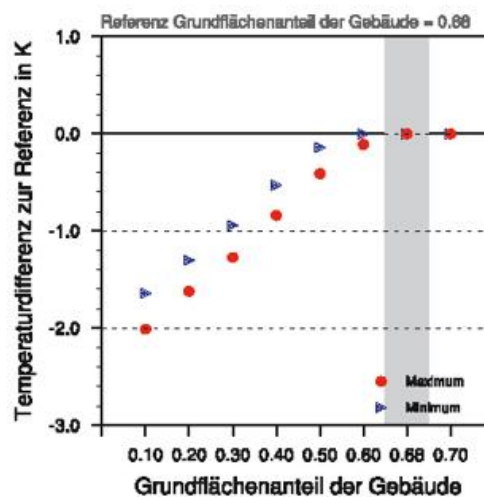
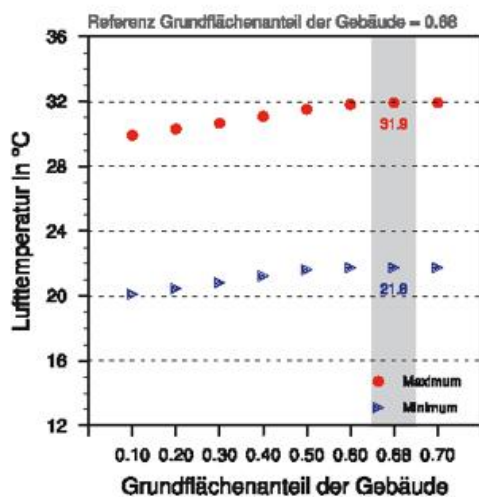
Aufbauend auf den Ergebnissen der systematischen Stadtklimasimulationen virtueller Städte präsentiert der DWD mit INKAS ein neues Beratungswerkzeug für die Stadtplanung. Der Schwerpunkt von INKAS sind die Analyse und Bewertung der thermischen Wirkung verschiedener stadtplanerischer Maßnahmen zur Minderung des sommerlichen Hitzestresses.

Der Anwender/die Anwenderin kann zwischen verschiedenen Bebauungsstrukturen, Bebauungsumgebungen, Stadt- oder Stadtquartiersgrößen und Anpassungsmaßnahmen wählen. INKAS startet mit Anpassungsmaßnahmen aus den Bereichen Bebau-

ungsstrukturen (z. B. Gebäudehöhe und Versiegelungsgrad zwischen Gebäuden) und Material- und Oberflächeneigenschaften (z. B. Dachbegrünung und Albedo der Dachflächen). Nach und nach wird die Auswahl um weitere Modellergebnisse zur thermischen Wirkung von Grün- und Wasserflächen ergänzt.

Die Modellergebnisse werden in Form von Punkt-Diagrammen für das Tagesmaximum und -minimum der Lufttemperatur des untersuchten Tages dargestellt. Gezeigt werden sowohl die bodennahen Lufttemperaturen als auch die Differenz zwischen der Lufttemperatur bei Anwendung einer Maßnahme und der Lufttemperatur ohne Anwendung der Maßnahme (Referenz).

Punkt-Diagramm für das Beispiel Mittelalterliche Altstadt



◀ Maximale und minimale Lufttemperatur in Bodennähe für unterschiedliche Grundflächenanteile der Bebauung. Dargestellt ist die Lufttemperatur (links) und die Temperaturdifferenz (rechts) zur Referenz mit einem Grundflächenanteil der Gebäude von 0,68.

ZITAT:

„Die kommunale Stadtentwicklung benötigt verschiedene Unterstützungswerkzeuge. Aufbauend auf wissenschaftlichen Grundlagen befähigen die Instrumente die Kommunen, die für sie sinnvollsten Klimaanpassungsmaßnahmen zu identifizieren, zu bewerten und in der Planung umzusetzen.“



Harald Hermann
Professor und Direktor des Bundesinstituts
für Bau-, Stadt- und Raumforschung



Wirkungsanalyse basierend auf Flächenanteilen

Jeder Bebauungsstruktur liegen drei Flächenanteile (Flächenanteil der Bebauung, Anteile der versiegelten und der unversiegelten Flächen zwischen der Bebauung) zugrunde. Diese wurden in den Sensitivitätsstudien variiert.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsstudien zu den vorgenannten Flächenanteilen werden zusätzlich in sogenannten Ternary-Diagrammen (Dreiecksdiagramme) veranschaulicht. Diese Diagrammform ermöglicht eine schnelle Identifizierung von Flächenaufteilungen innerhalb einer Bebauungsstruktur, z. B. eine Reihenhaussiedlung, die vulnerabel gegenüber sommerlicher Hitze sind. Neben den Darstellungen zu je einer Bebauungsstruktur wird auch eine Zusammenschau aller Ergebnisse der Sensitivitätsstudien angeboten.

Ternary-Diagramm

Das Ternary-Diagramm stellt für eine Stadt die prozentualen Flächenanteile der Bebauung (Ab), der versiegelten Fläche zwischen den Gebäuden (Av) und der unversiegelten Fläche (Au) als Position in einem gleichseitigen Dreieck dar. Die Summe der Flächenanteile ergibt hierbei immer 100%. Der mit dem Klimamodell berechnete Medianwert der 2 m Lufttemperatur im Stadtgebiet wird über eine Farbskala dargestellt. Für Zwecke der Stadtplanung werden die Medianwerte der Tagesminimumtemperatur und der Tagesmaximumtemperatur als Differenz zu typischen wärmebelastenden Temperaturschwellen dargestellt.

- Tagesminimum: Differenz zum Schwellenwert 20°C (Minimumtemperatur $\geq 20^\circ\text{C}$ entspricht einer Tropennacht)
- Tagesmaximum: Differenz zum Schwellenwert 30°C (Maximumtemperatur $\geq 30^\circ\text{C}$ entspricht einem Heißen Tag)

Die rote Farbgebung zeigt an, dass die Bebauungsstruktur mit ihren zugrundeliegenden Flächenanteilen besonders anfällig für sommerliche Hitzebelastung ist. Die blaue Farbskala deutet darauf hin, dass bei dem simulierten Tag mit einer Unterschreitung des Schwellenwertkriteriums zu rechnen ist.

Das Dreieckssymbol im Ternary-Diagramm kennzeichnet die Referenz-Bebauungsstruktur (Beispiel Reihenhaussiedlung, siehe Abbildung Seite 7). Die Kreissymbole markieren die Ergebnisse aus den Sensitivitätsstudien, in denen der Flächenanteil der Bebauung bzw. der Flächenanteil der versiegelten Fläche zwischen der Bebauung variiert werden.

Informationsportal
Klimaanpassung in
Städten



Zwei internetbasierte
Beratungswerkzeuge



Flächenanalyse



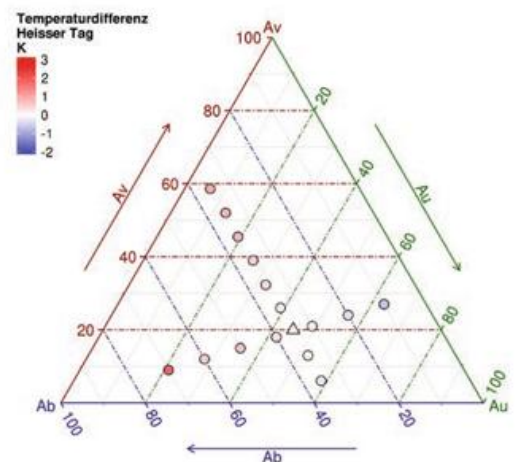
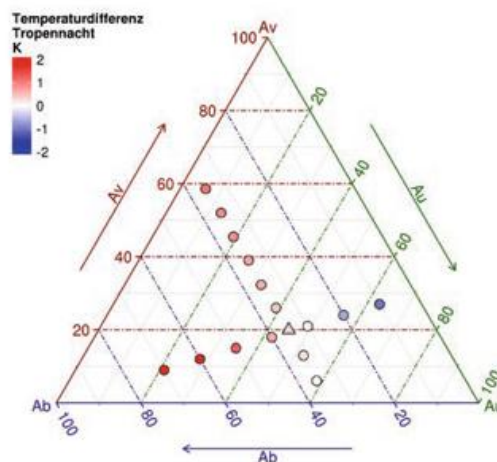
Wirkungsanalyse

Sie finden die Anwendung auf
unserer Internetseite unter
www.dwd.de/inkas



Ternary-Diagramm für das Beispiel Reihenhaussiedlung

Differenz der simulierten minimalen Lufttemperatur zum Schwellenwert 20 °C (links) und Differenz der simulierten maximalen Lufttemperatur zum Schwellenwert 30 °C (rechts). Nähere Erläuterungen zum Ternary-Diagramm siehe Text. ►



Stadtklimamessungen

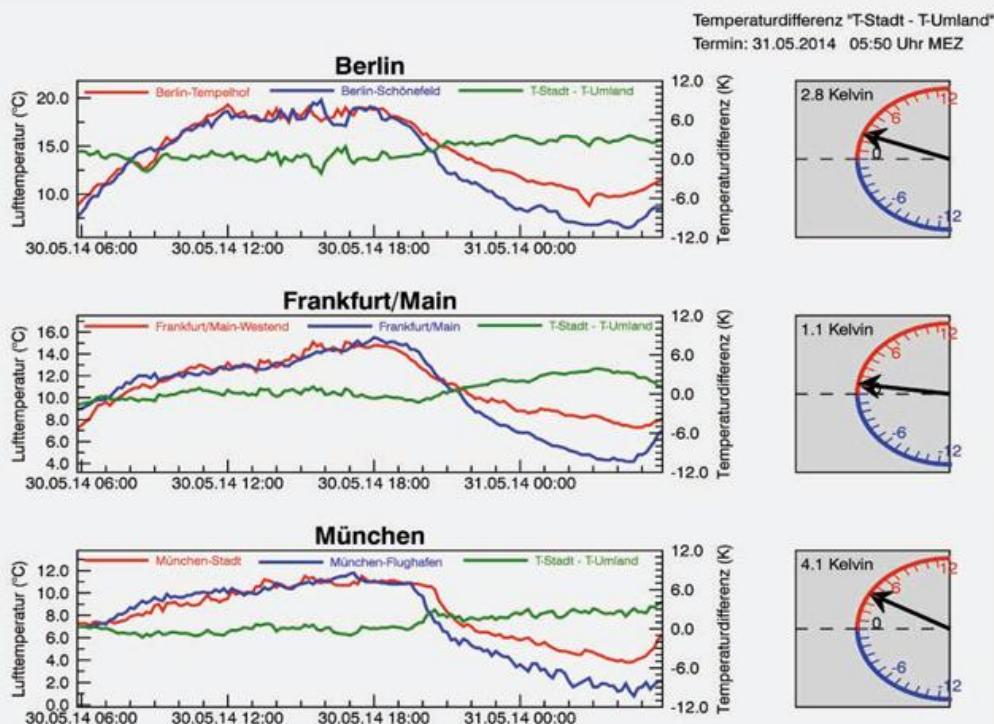
Der DWD erfasst den Zustand der Atmosphäre in verschiedenen Messnetzen mit unterschiedlich hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Beginnend mit den Klimastationen in den Innenstädten von Berlin, München und Frankfurt am Main wird der DWD sein Stadtklimamessnetz in den nächsten Jahren weiter ausbauen.

Wesentlich für die Auswahl eines Standortes ist die Zielstellung die mit der Messung verfolgt wird und damit die Repräsentanz der Station für die Umgebung. Dies kann zum Beispiel die Erfassung der maximalen Wärmeinselintensität einer Stadt oder die klimatische Charakterisierung eines bestimmten Standortes sein. Die Stadtklimamessungen unterstützen mehrere Ziele bzw. Beratungsleistungen des DWD:

- Bereitstellung von Daten für die Klimaaanalyse und -bewertung innerstädtischer Verhältnisse im Vergleich zum Umland, aber auch im Vergleich zu anderen Städten.
- Durchführung von Studien zum besseren Verständnis der Wärmeverteilung innerhalb unterschiedlicher Bebauungsstrukturen.
- Validierung von Stadtklimasimulationen von der lokalen bis zur regionalen Skala.
- Berücksichtigung von Stadtklimaeffekten in den Klimadienstleistungen des DWD für das Bauwesen (z. B. Testreferenzjahre für die DIN 4710) oder für die Gesundheitsvorsorge (z. B. Hitzewarnungen) u. v. m.

Um die Stadtklimaeffekte fundiert erfassen zu können, führen die Mobilen Messeinheiten des DWD unter anderem folgende Messungen durch:

- Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit in Bodennähe.
- Kurz- und langwellige Strahlungsparameter.
- Schwachwindmessungen und Turbulenzuntersuchungen mit Hilfe von Ultraschallanemometern.



◀ Vergleich der Lufttemperatur und Ausprägung der städtischen Wärmeinsel in Berlin, Frankfurt am Main und München am 31. Mai 2014

Mobile Messungen

Profilmessfahrten ergänzen die meteorologischen Daten aus dem stationären oder temporär eingerichteten Messnetz des DWD. Hierzu werden mit einem speziell ausgerüsteten Messfahrzeug insbesondere die Lufttemperatur entlang zuvor definierter Routen aufgezeichnet. Somit entsteht ein Bild der Temperaturverteilung in einer Stadt. Es ist von Vorteil, wenn sich Start- und Endpunkt der Messfahrten überlagern und – für Vergleichszwecke – wenigstens eine Messstation möglichst nahe der festgelegten Routen liegt.

Bevorzugt erfolgen Profilmessfahrten im Rahmen lokalklimatischer Untersuchungen. Von besonderem Interesse sind sommerliche strahlungsintensive und schwachwindige Hochdruckwetterlagen, da sich dann Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Umland besonders deutlich ausprägen und Kaltluftflüsse ihre größte Intensität erreichen. In Abhängigkeit der Fragestellung werden die Profilmessfahrten zu unterschiedlichen Terminen eines Tages durchgeführt (z. B. nach dem Sonnenhöchststand, nach Sonnenuntergang und kurz vor Sonnenaufgang).

Straßenbahnmessungen Halle (Saale)

Im Zuge des Stadtklimaprojektes in Halle (Saale) werden ganzjährig Profilmessfahrten mit Straßenbahnen durchgeführt. Hierfür wurden drei Straßenbahnzüge der Halleschen Verkehrs-AG (HAVAG) im Außenbereich, oberhalb der Fahrerkabine, mit meteorologischer Messensorik (je ein Feuchte- und Temperaturfühler) ausgestattet. In einer der drei nicht-klimatisierten Straßenbahnen wurden zusätzlich ein Feuchte-, ein Temperaturfühler sowie ein Strahlungstemperatursensor (Globethermometer) montiert, um mögliche thermische Belastungen der Fahrgäste zu ermitteln.

Ziel der Versuchsanordnung mit drei „Klimatrams“ ist es, zeitlich und räumlich hochaufgelöst die Variabilität des Temperaturfeldes sowie Veränderungen in Struktur und Intensität der Wärmeinsel von Halle (Saale) zu analysieren. Die Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Wetterlagen in Abhängigkeit der Jahreszeiten auf die Temperaturverteilung in der Stadt ist ein weiterer Schwerpunkt dieses Stadtklimaprojektes.

Darstellung der Lufttemperatur (rot entspricht warm, grün entspricht kalt) aus einer Straßenbahn-Profilmessfahrt in Halle (Saale) ▼



ZITAT:

„Der Klimawandel macht auch vor den Städten nicht halt. Neben der Anwendung von Klimasimulationsmodellen für eine klimagerechte Stadtplanung kommt auch dem kleinräumigen Klimamonitoring eine große Bedeutung zu.“

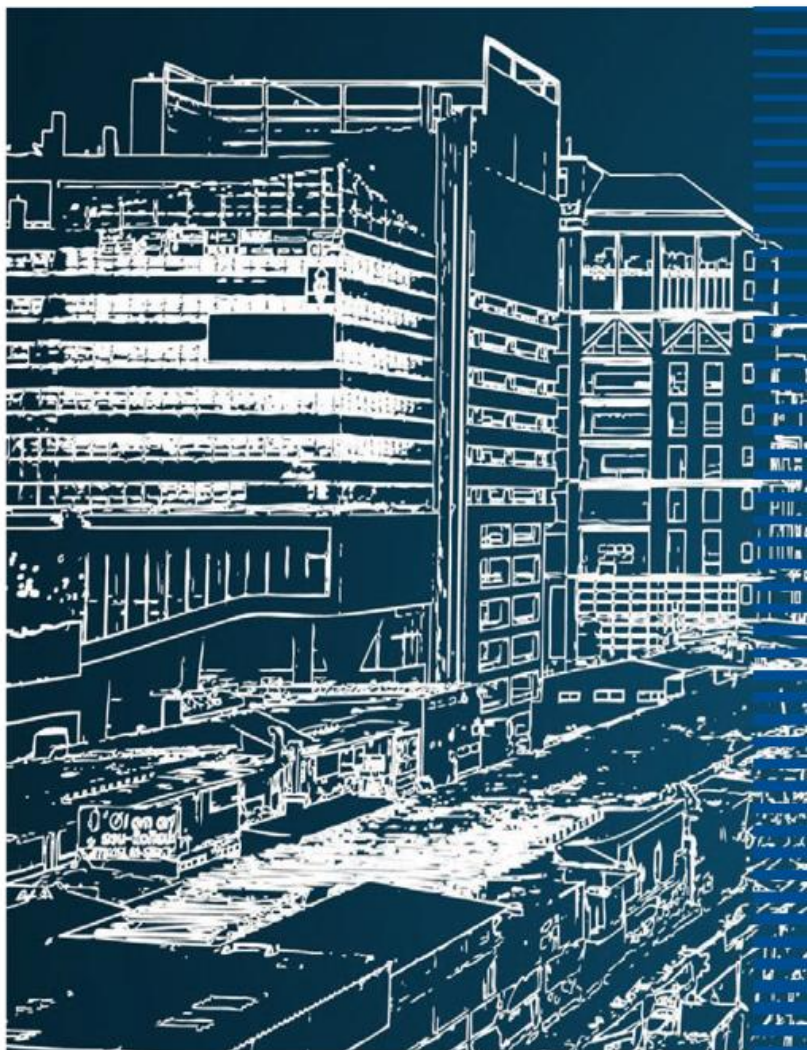


Klaus Rehda
Präsident des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Impressum

Text+Redaktion:
Johann-Dirk Hessel
Marita Roos
Dr. Saskia Buchholz
Dr. Meinolf Koßmann
Thomas Gassdorf
Kristin Hoffmann
Petra Tanner

Gestaltung:
Marcel Reichel



Deutscher Wetterdienst

Abt. Klima- und Umweltberatung
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach
Tel: +49 (0) 69 / 8062 - 2912
Fax: +49 (0) 69 / 8062 - 2993
E-Mail: stadt.klima@dwd.de

Über www.dwd.de gelangen Sie
auch zu unseren Auftritten in:

