

Energetische Potenziale und klimatische Grenzen der Nachverdichtung städtischer Quartiere am Beispiel der Region FrankfurtRheinMain

Dagmar Everding

(Prof. Dr. Dagmar Everding, Hochschule Nordhausen, everding@hs-nordhausen.de)

1 ABSTRACT

Aufgrund steigender Immobilienwerte verändern sich städtische Quartiere in guter Lage in den Wachstumsregionen durch Nachverdichtungsmaßnahmen. In Einfamilienhausgebieten werden benachbarte Grundstücke zusammen gelegt und mit Mehrfamilienhäusern bebaut. Geschossbauten in Nachkriegssiedlungen werden aufgestockt und um Neubauten ergänzt. So steigt die städtebauliche Dichte und die Quartiere verändern ihren städtebaulichen, energetischen und stadtklimatischen Charakter.

In einer Studie ließ der Regionalverband FrankfurtRheinMain die Potenziale der Nachverdichtung sowie die energetischen und klimatischen Auswirkungen beispielhafter Entwurfslösungen in Testquartieren untersuchen: in Zeilenbauten der 50er und 60er Jahre, in Großwohnsiedlungen und in älteren extensiven Einfamilienhausgebieten.

Die von der Hochschule Nordhausen erarbeiteten Ergebnisse der energetischen und klimatischen Bewertung in der Studie von 2016: „Potenziale für zusätzlichen Wohnraum im Siedlungsbestand der 50er- bis 70er-Jahre - Ergebnisse eines Modellprojektes für ein klimagerechtes Flächenmanagement“ sollen vorgestellt werden.

Keywords: Stadtklima, Energie, Nachverdichtung, Frnkfturrheinmain, Wohnraum

2 ENERGETISCHE POTENZIALE UND KLIMATISCHE GRENZEN DER NACHVERDICHTUNG STÄDTISCHER QUARTIERE AM BEISPIEL DER REGION FRANKFURTRHEINMAIN

2.1 Einleitung

Aufgrund steigender Immobilienwerte verändern sich städtische Quartiere in guter Lage in den Wachstumsregionen durch Nachverdichtungsmaßnahmen. In Einfamilienhausgebieten werden benachbarte Grundstücke zusammengelegt und mit Mehrfamilienhäusern bebaut. Geschossbauten in Nachkriegssiedlungen werden aufgestockt und um Neubauten ergänzt. So steigt die städtebauliche Dichte und die Quartiere verändern ihren städtebaulichen, energetischen und stadtklimatischen Charakter.

Wenn Städte mit zunehmenden Wohnungsbedarf Baurecht für neue Wohnungen schaffen wollen, sind sie gemäß Baugesetzbuch verpflichtet, zunächst die Möglichkeiten einer Innenentwicklung zu eruieren. Diesem Zweck dienen Baulücken- und Brachflächenkataster. Nachverdichtungspotenziale werden in diesen Katastern in der Regel nicht erfasst, da die Nachverdichtung auf Grundstücken stattfindet, die bereits einer Bebauung zugeführt sind. Auf solchen Arealen können zusätzliche Wohnungen realisiert werden, weil moderne Bauweisen eine höhere Dichte verträglich machen, z. B. großzügig geschnittene und gut belichtete Wohnungen.

In der Studie von 2016: „Potenziale für zusätzlichen Wohnraum im Siedlungsbestand der 50er- bis 70er-Jahre - Ergebnisse eines Modellprojektes für ein klimagerechtes Flächenmanagement“ ließ der Regionalverband FrankfurtRheinMain die Potenziale der Nachverdichtung sowie die energetischen und klimatischen Auswirkungen beispielhafter Entwurfslösungen in Testquartieren untersuchen: in Zeilenbauten der 50er und 60er Jahre, in Großwohnsiedlungen und in älteren extensiven Einfamilienhausgebieten.

Die Hochschule Nordhausen trug zu dieser Studie die energetische und klimatische Bewertung bei. Die modellhaften Nachverdichtungslösungen entwarfen UmbauStadt (Berlin) und WerkUm (Darmstadt). Sie nahmen hierbei auch eine qualitative städtebauliche Bewertung vor.

2.2 Modellhafte Lösungen der Nachverdichtung in Testquartieren in Bad Homburg und Frankfurt

Zur Vorbereitung der Studie wählte der Regionalverband gemeinsam mit den mitwirkenden Städten Bad Homburg und Frankfurt am Main fünf Stadtquartiere als Testquartiere aus, die wegen ihrer verhältnismäßig lockeren Bebauung (niedrige GFZ) und gleichzeitig guten städtebaulichen Lage für eine Nachverdichtung geeignet schienen. Die Entwürfe für eine Nachverdichtung beinhalteten eine geringe Intensität der

Nachverdichtung (Entwurf 1) sowie eine intensivere Nachverdichtung (Entwurf 2). Jeder Entwurf verfolgt das Anliegen, eine neue stadträumliche Qualität zu bieten und die verbleibenden Freiräume – trotz steigender Stellplatzzahlen - aufzuwerten. Aufgrund dieser Zielsetzung blieb die Nachdichtung maßvoll, d. h. sie bewegte sich innerhalb der Dichtevorgaben der Baunutzungsverordnung (GFZ = max. 1,2).

Im Folgenden werden die Entwürfe für drei Testquartiere gezeigt, die in vielen Städten ein interessantes Potenzial der Nachverdichtung darstellen.



Testquartier Hofheimer Str. in Bad Homburg (Entwürfe 1 und 2)



Testquartier Gießener Str. in Frankfurt am Main (Entwürfe 1 und 2)



Testquartier Massbornstr. In Frankfurt am Main (Entwürfe 1 und 2)

3 ENERGETISCHE UND KLIMATISCHE BEWERTUNG

Die energetische und klimatische Bewertung von Nachverdichtungsentwürfen für Testquartiere im Gebäudebestand von Bad Homburg und Frankfurt sollte die Frage beantworten, ob die höhere städtebauliche Dichte an den ausgewählten Standorten und die neu entstehenden Baustrukturen das Ziel der Städte unterstützen, die Kohlendioxid-Emissionen bis zum Jahr 2050 erheblich zu reduzieren.

In ihren energetischen Auswirkungen verglichen wurden die unterschiedlichen Entwürfe der Nachverdichtung in ausgewählten Testquartieren. Ein weiterer Vergleich fand mit jeweils einem Neubaugebiet (Referenzquartier) in Bad Homburg (Neubaugebiet Am Hühnerstein) und in Frankfurt (Neubaugebiet Riedberg-Ginsterhöhe) statt.

Die klimatische Bewertung untersuchte die Nachverdichtungsentwürfe auf ihre städtebauliche Verträglichkeit, da davon auszugehen ist, dass eine höhere städtebauliche Dichte die Hitzebelastung von Quartieren erhöhen und die Durchlüftung erschweren könnte.

Der energetische Vergleich zwischen Innen- und Außenentwicklung sollte nicht zu Entweder-Oder-Entscheidungen bei der Wohnbauflächenentwicklung führen, sondern prüfen, ob der planerisch aufwendigere und konfliktreichere Weg der Erschließung von Nachverdichtungspotenzialen lohnenswerte energetische Effekte hervorbringt.

3.1 Vergleich der CO₂-Bilanzen „Wärme, Strom und Mobilität“

Nach der Studie des Bundesumweltamtes „Die CO₂-Bilanz des Bürgers (2007)“ beträgt die durchschnittliche CO₂-Bilanz pro Kopf und pro Jahr in Deutschland rund 10 Tonnen, davon fallen in den für diese Studie relevanten Sektoren an: Wärme: 1,5 t, Strom: 0,8 t, Mobilität: 1,2 t. Die CO₂-Bilanzen beziehen sich auf die Betriebsenergie (einschließlich Vorketten). Relevant ist insbesondere im Gebäudesektor auch die Herstellungsenergie (Graue Energie).

Wärme

Bei der Wärmeversorgung der Wohngebäude der untersuchten Testquartiere steht die Raumwärme im Vordergrund, ergänzt um die Wärme, die für die Warmwasserbereitung benötigt wird. Durch die Nachverdichtung der Quartiere steigt grundsätzlich der Wärmebedarf, weil zusätzliche Wohnfläche geschaffen wird, die zu beheizen ist, und weil mehr Menschen mit Warmwasser versorgt werden müssen.

Dieser Anstieg des Wärmebedarfs lässt sich in dem Teil der Testquartiere (Zeilenbauten, Großwohnsiedlung) durch Effizienzverbesserungen „ausgleichen“, in denen aufgrund der hohen Wärmebedarfsdichte auf wirtschaftliche Weise eine Nahwärmeversorgung installiert werden kann (Dämmung der Gebäudehülle im Bestand nach EnEV, Installation eines Erdgas-BHKWs). In einem anderen Teil der Testquartiere (Ein- und Zweifamilienhäuser) wäre eine Nahwärmeversorgung nicht realistisch (auch wegen der Hemmnisse aufgrund der Eigentümerstruktur). In diesen Quartieren lässt sich durch hoch energiesparend gebaute Neubauten und einer ergänzenden solarthermischen Warmwasserbereitung der durchschnittliche Wärmebedarf im Quartier senken.

Von der Nachverdichtung in einem Quartier gehen Impulse auf die Sanierungsbereitschaft der Bestandseigentümer aus, deren zeitliche Umsetzung jedoch nicht vorhergesehen werden kann. Eine Ausnahme bildet die Nachverdichtung durch Aufstockung, die aus bautechnischen Gründen grundsätzlich zeitgleich mit einer umfassenden Gebäudesanierung verbunden ist.

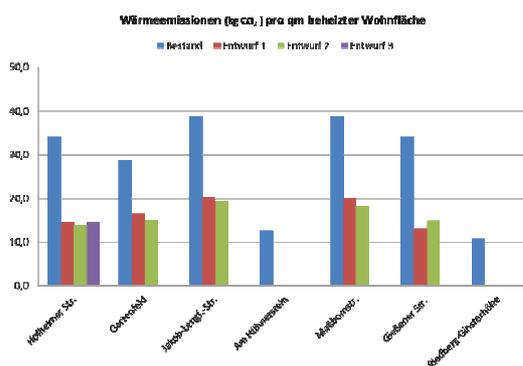


Abbildung: Vergleich der CO₂-Emissionen durch Wärme in den Testquartieren und in den Referenz-Neubauegebieten

Wird die wirtschaftliche energetische Effizienzsteigerung umgesetzt, führen die beiden in ihrer Intensität abgestuften Entwürfe der Nachverdichtung in allen Testquartieren zu einer erheblichen CO₂-Minderung, in der Regel um 50 Prozent und darüber hinaus. Als besonders einsparend erweisen sich die beiden Quartiere in Zeilenbauweise: Hofheimer Straße und Gießener Straße, so dass sie sich fast den sehr niedrigen CO₂-Werten der Neubaugebiete mit überwiegender Einfamilienhaus-Bauweise annähern. Würde allerdings in den Neubaugebieten eine kompaktere Geschossbauweise festgesetzt, läge der CO₂-Wert für die Wärme hier nochmals niedriger, also unter 10 kg CO₂ pro qm beheizter Wohnfläche.

Strom

Der Stromverbrauch der Haushalte wird bisher nur in geringem Maß vom Wohnstandort und von der Bauweise an diesem geprägt. Eine Ausnahme bildet die Versorgung der Wohnungen mit Tageslicht. Für die Zukunft zeichnen sich durch die zunehmende Elektromobilität (Bikes und PKWs) Veränderungen ab, d. h. es ist eine große Zunahme des Stromverbrauchs zu erwarten.

Die Testquartiere verfügen über unterschiedliche Potenziale einer klimafreundlichen Eigenstromerzeugung. In nachverdichteten Testquartieren, in denen eine Nahwärmeversorgung wirtschaftlich ist, lässt sich mittels Kraftwärmekopplung Strom zum Eigenverbrauch produzieren. Letzteres gilt insbesondere für das Winterhalbjahr, während im Sommerhalbjahr die Photovoltaik ihre Beiträge leistet. Die Anteile der Eigenstromerzeugung lassen sich in Zukunft durch den Einsatz von Batteriespeichern weiter steigern.

In den Einfamilienhaus-Testquartieren, in denen sich auch durch Nachverdichtung keine Nahwärmeversorgung anbietet, lässt sich mit derzeitigen Technologien Eigenstrom nur durch individuelle Photovoltaik-Anlagen erzeugen. In allen Testquartieren führt die Nachverdichtung zu einer Erhöhung des Flächenpotenzials für die Nutzung der Solarenergie. Dies ist am Anstieg der solaren Gütezahlen gut ablesbar.

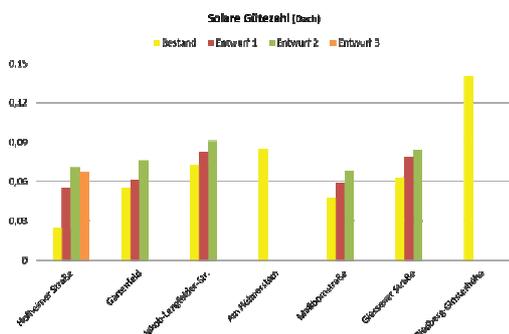


Abbildung: Vergleich der Solaren Gütezahlen Dach in den Testquartieren und in den Referenz-Neubaugebieten

Da mit der Umstellung des deutschen Energiesystems auf dezentrale erneuerbare Energie die Eigenstromerzeugung auch im Wohngebäudesektor eine wachsende Bedeutung erfährt, werden ausreichend große Stromgewinnungsflächen benötigt, die sich vorrangig auf den Dächern anbieten.

Mobilität

Die energetische Betrachtung des Mobilitätsverhaltens in den Testquartieren stellt die mögliche Reduktion von Autofahrten der Bewohner in den Vordergrund, weil hier das höchste CO₂-Einsparpotenzial liegt. Ein vielfältiges Angebot an sozialer und kultureller Infrastruktur sowie Einkaufsmöglichkeiten findet sich in innenstadtnahen, dicht bebauten und gemischt genutzten Quartieren. Wer hier wohnt, profitiert in seinem Alltag von kurzen Wegen. Allerdings geht aus verschiedenen Studien zum Verhältnis von Siedlungsstruktur und Verkehr hervor, dass entscheidend für die Verkehrsmittelwahl eines Haushalts der Besitz eines Autos ist, d. h. auch in dem Fall, dass ein Wohnstandort über Versorgungsangebote verfügt, die gut zu Fuß oder mit dem ÖPNV erreicht werden können, nutzen manche Bewohner für diese Wege das Auto, weil sie es „sowieso“ finanzieren, so die Ergebnisse von zwei Forschungsvorhaben in den Regionen Dresden und Köln (C. Holz-Rau, J. Scheiner: Siedlungsstrukturen und Verkehr: Was ist Ursache, was ist Wirkung? In RaumPlanung 119). Nur mit Einschränkungen lässt sich die tatsächliche Reduktion von Autofahrten und die hieraus abzuleitende CO₂-Minderung berechnen. Soweit aktuelle energetische Bilanzierungsmodelle auf Quartiersebene auch den Energieaufwand für Mobilität ermitteln, geschieht dies unter Nutzung diverser Annahmen. Insofern stellt das Vorhandensein von Daten über den aktuellen PKW-Besatz in den ausgewählten Testquartieren einen informativen Vorteil dar, der genutzt werden sollte.

Wenn in einem Quartier mit nahen Versorgungsangeboten und guter ÖPNV-Anbindung eine große Zahl von Haushalten ohne eigenes Auto lebt, spricht dies für einen Standort mit niedriger „Autoabhängigkeit“. Ein solcher Standort eignet sich für den Zuzug von Menschen, die ohne eigenes Auto leben möchten oder müssen. Bei einer höheren städtebaulichen Dichte im Quartier und in seiner Umgebung infolge von Nachverdichtung dürfte der Standort auch für die Platzierung von Car-Sharing-Kraftfahrzeugen lukrativ sein. Das Angebot von Stellplätzen je Wohnung kann reduziert werden.



Aus Sicht des Klimaschutzes entfaltet eine Nachverdichtung von Wohnquartieren mit geringer „Autoabhängigkeit“ eine hohe Wirkung, weil einer größeren Zahl von Menschen ein Leben ohne eigenes Auto ermöglicht wird.

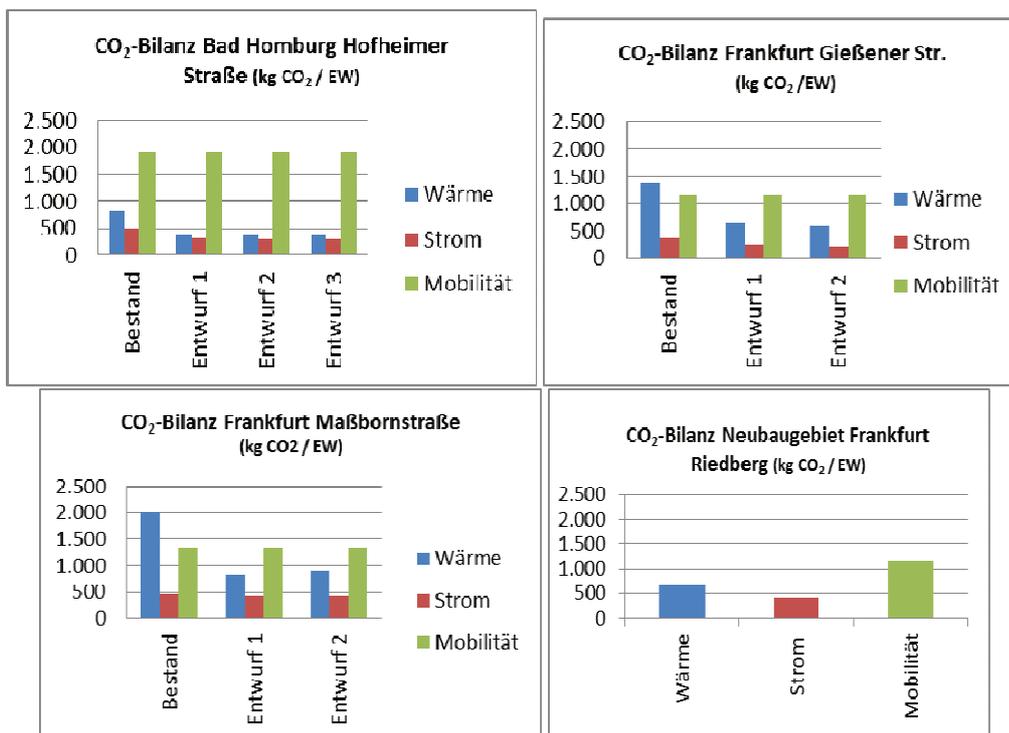


Abbildung: CO₂-Bilanzen Wärme, Strom und Mobilität in den Testquartieren und in den Referenz-Neubaugebieten

Die für die Testquartiere ermittelten Verkehrswege und Verkehrsträger sowie ihre CO₂-Bilanz lassen einen grundsätzlichen Unterschied zwischen den Quartieren in Bad Homburg und in Frankfurt erkennen. Das Neubaugebiet „Am Hühnerstein“ in Bad Homburg weist einen bedeutend höheren Energieaufwand für Mobilität auf als die Entwürfe der nachverdichteten Testquartiere in dieser Stadt. Anders zeigt sich das Neubaugebiet Riedberg-Ginsterhöhe in Frankfurt, vor allem aufgrund seiner Stadtbahnanbindung und des nahe gelegenen Stadtteilzentrums. Auch generell liegen die CO₂-Emissionen der Mobilität in den Bad Homburger Quartieren höher als in den Frankfurter Untersuchungsgebieten. Dies leitet sich aus der Zugehörigkeit der beiden Städte zu unterschiedlichen Kreistypen ab: Bad Homburg gehört zur verdichteten Agglomeration, Frankfurt zur Agglomeration-Kernstädte.

3.2 Vergleich der CO₂-Bilanz „Herstellungenergie“

Im Jahr 1970 war der Energieverbrauch im Betrieb von Gebäuden (Beheizung, Warmwasser und Strom) so hoch, dass die Graue Energie zur Herstellung, Instandhaltung und Entsorgung mit 7 bis 19 % des Gesamtenergiebedarfs vergleichsweise niedrig war. Dagegen betrug der Anteil an Grauer Energie im Jahr 2010 bereits zwischen rund 24 und 36 % des Gesamtenergiebedarfs, so das Ergebnis des österreichischen Projekts ZERSiedelt von 2011: Bilanzierung der Grauen Energie in Wohnbau und zugehöriger Infrastruktur-Erschließung. Je energieeffizienter gebaut wird, desto weniger Betriebsenergie benötigen Gebäude. Die Bedeutung der Grauen Energie innerhalb des gesamten Energieverbrauchs steigt.

Die Graue Energie zur Herstellung und Instandhaltung von Wohngebäuden einschließlich ihrer städtebaulichen Erschließung setzt sich über einen Lebenszyklus von 100 Jahren aus vier Hauptkomponenten zusammen:

- Transport und Bau,
- Straße und Leitungen,
- Außenanlagen und Garage,
- Wohngebäude.

Der Vergleich der Grauen Energie für neue Wohneinheiten durch Nachverdichtung in den Testquartieren und im Neubau-Referenzgebiet kann in dem Projekt nur pauschaliert auf siedlungstypologischer Basis erfolgen. Genutzt werden die Ergebnisse der o. g. österreichischen Studie ZERsiedelt.

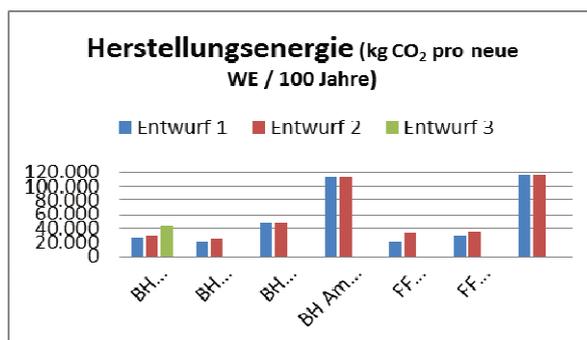


Abbildung: Herstellungsenergie neuer Wohneinheiten in den Testquartieren und in den Referenz-Neubaugebieten

Bei der Betrachtung der Vergleichsgrafik ist zu berücksichtigen, dass Nachverdichtungsentwürfe mit größeren Wohnungen eine höhere Herstellungsenergie aufweisen, als Entwürfe mit kleineren Wohnungen.

Generell lässt sich sagen: Der große energetische Vorteil der Nachverdichtung bestehender Stadtquartiere liegt vor allem in der enormen Einsparung von Grauer Energie. Dies gilt sowohl für die ergänzend neu errichteten Wohneinheiten als auch – in einem besonderen Maß – für die Aufstockung von Gebäuden. Die Einsparungsraten bewegen sich zwischen 60.000 und 80.000 kg CO₂ pro neu errichteter Wohneinheit.

3.3 Berücksichtigung klimatischer Belange

Eine – wie in dieser Untersuchung – gewählte maßvolle Nachverdichtung von Quartieren mit Zeilenbauten der 50er und 60er Jahre wirkt als Beschleuniger des energetischen Stadtumbaus und ermöglicht energieeffiziente Wärmeversorgungslösungen mit niedrigen Energiekosten für die Bewohner. Auch in Einfamilienhausgebieten können zur Nachverdichtung errichtete Energiespar- und Sonnenhäuser Impulse zur energetischen Sanierung der benachbarten Bestandsgebäude geben.

Dieser im Ergebnis positiv bewerteten energetischen Wirkung wird die klimatische Bewertung der Nachverdichtungslösungen gegenüber gestellt. Um das Ergebnis vorwegzunehmen: die vorgenommene Bewertung zeigt keine gravierenden Verschlechterungen des lokalen Klimas in den Quartieren auf. Offensichtlich ist es möglich, Bestandsquartiere im Stadtgebiet zu finden, die aufgrund ihrer offenen Bauweise und der Abstände zwischen den Gebäuden ein Nachverdichtungspotenzial aufweisen, das klimaverträglich erschlossen werden kann. Auch stehen bei den Strategien zur Anpassung der Städte an den Klimawandel Kompensationsmöglichkeiten zur Verfügung, welche bei maßvollen Nachverdichtungen in ausgewählten Stadtraumtypen einsetzbar sind. So bleiben bei den gewählten Aufstockungen und ergänzenden Neubauten in der Regel Abstände für eine ausreichende Belichtung und Besonnung erhalten. Eine Ausnahme bildet die Großwohnsiedlung Gartenfeldstraße in Bad Homburg.

Bei der Entwicklung der Wärmebelastung profitieren die untersuchten Testquartiere von ihrer guten Ausgangssituation. Zwei Quartiere sind dem bioklimatisch besonders günstigen Klimatop „Vorstadtklima“ zuzuordnen, zwei weitere dem ebenfalls günstigen Stadtrandklima. Einzig das Quartier an der Gießener Straße in Frankfurt weist Ansätze einer Überwärmung auf, die sich durch eine Nachverdichtung verstärken kann.

	Hofheimer Str. (Zeilenbau)	Gartenfeldsiedlung (GMFH, EFH)	Jakob-Lengfeld-Str. (EFH)	Maßbornstr. (EFH)	Gießener Str. (Zeilenbau)
Klimatop	Stadtrandklima	Stadtrandklima	Vorstadtklima	Vorstadtklima	Stadtrandklima

Tabelle: Zuordnung der Testquartiere zu den Klimatopen (nach VDI 3787)

Das Quartier an der Gießener Straße wird von einer Hauptverkehrsstraße mit Lärmemissionen durchschnitten. Die vorgeschlagene Nachverdichtung sieht eine neu zu errichtende Riegelbebauung vor,

welche die östlich gelegenen Zeilenbauten gegen den Straßenlärm abschirmt. Da ein solcher Riegel die Belüftung des Gebietes verschlechtert, hält das Umweltamt der Stadt Frankfurt folgende kompensatorischen Maßnahmen für erforderlich, um die Klimaverträglichkeit sicher zu stellen:

- Durchbrechung des Nord-Süd-verlaufenden Gebäuderiegels durch partielle Öffnungen,
- Frühzeitige Berücksichtigung der neuen (und auch der bestehenden) Baumstandorte,
- Vermeidung von Strömungswiderständen in den Gebäudelücken,
- Punktuelle Gebäudeerhöhungen zur Kompensation der Wohnbauflächenverluste sind vorstellbar.

In den übrigen Quartieren wird auch im Rahmen der Nachverdichtung eine der Belüftung zuträgliche Bauweise beibehalten.

Die Quartiere mit Mehrfamilienhäusern der 50er und 60er Jahre sind durch einen umfangreichen Baumbestand, insbesondere mit großkronigen Laubbäumen geprägt. Bei dem nicht zu vermeidenden Verlust einiger solcher Bäume durch ergänzende Neubauten greifen die Baumschutzsatzungen der Städte Bad Homburg und Frankfurt, die bei Laubbäumen ab einem Stammumfang von 90 cm (Bad Homburg) und von 60 cm (Frankfurt) Ersatzpflanzungen vorschreiben.

Wesentlichen Einfluss auf die stadtklimatische Situation hat der Versiegelungsgrad von Baugebieten. Durch die Nachverdichtung mit ergänzenden Neubauten wird der Versiegelungsgrad grundsätzlich erhöht. Um einer Verschlechterung entgegenzuwirken, sollen zusätzliche Überbauungen, z. B. durch Tiefgaragen, vermieden werden. Als weitere Maßnahmen enthält die Stellungnahme der Stadt Frankfurt (Umweltamt und Stadtplanungsamt):

- Fassaden- und Dachbegrünung (möglichst intensive) zur Kompensation der versiegelungsbedingten Beeinträchtigung des örtlichen Wasserkreislaufs und zur Steigerung der bioklimatisch günstigen Transpirationsleistung von Pflanzen und Oberflächen,
- Möglichst frühzeitige Anpflanzung vieler neuer standortgerechter Laubbäume im Quartier, Entwicklung eines großwüchsigen Baumbestands,
- Albedo-Erhöhung durch helle Gebäudefassaden und sonstige Oberflächenbeläge.

4 PLANUNGSEMPFEHLUNGEN

Aus den durchgeführten energetischen und klimatischen Bewertungen und Vergleichen lassen sich einige Planungsempfehlungen ableiten:

In den Testquartieren mit einer geringen Zahl von Eigentümern (Wohnungsbaugesellschaften oder Wohnungseigentümergeinschaften) sollte die Kommune ihre Einflussmöglichkeiten nutzen, um die Nachverdichtung an eine möglichst zeitgleiche energetische Sanierung und an die Errichtung eines Wärmenetzes mit Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung zu binden.

Bei den im Rahmen der Nachverdichtung neu entstehenden Dächern (Aufstockung und ergänzende Neubauten) ist auf die Bereitstellung größerer zusammenhängender solartechnisch geeigneter Flächen zu achten.

Quartiere, in denen aufgrund ihrer guten Erreichbarkeiten ein autofreies oder autoreduziertes Leben möglich ist, sollten vorrangig einer Nachverdichtung zugeführt werden.

In Verbindung mit der Nachverdichtung sollte mit den Bewohnern über ein lokales Car-Sharing-Angebot und über Modelle zur Verringerung der vorzuhaltenden Stellplätze diskutiert werden.

Aufwendige Erschließungsbauten mit der Nutzung von Beton wie Tiefgaragen sollten bei der Nachverdichtung zur Einsparung Grauer Energie vermieden werden.