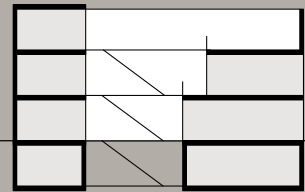
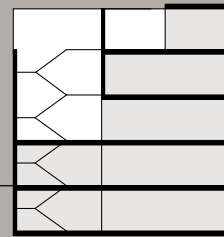
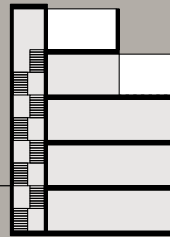
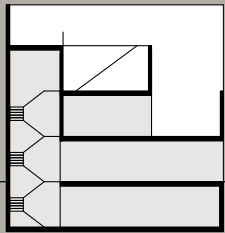


Jan Cremers Peter Bonfig David Offermatt

# Kompakte Hofhäuser

Anleitung zu einem urbanen Gebäudetyp



Triest

Abb. 1, Cover: acht unterschiedliche Konzepte für kompakte Hofhäuser  
in schematischen Schnittzeichnungen.

## **Impressum**

Herausgeber  
Hochschule für Technik Stuttgart (HFT)  
Schellingstraße 24, 70174 Stuttgart, Deutschland

Autoren / Konzept / Gestaltung  
Jan Cremers, Prof. Dr.-Ing. Architekt  
Peter Bonfig, Dr.-Ing. Architekt  
David Offermatt, M.Sc. Klimaingenieur

Visualisierung kompakter Hofhäuser  
Peter Bonfig mit Louise König

Lektorat / Korrektorat  
Andrea Wiegemann, Kerstin Forster

Druck  
Schöler Druck und Medien, Immenstadt

© 2021  
Triest Verlag für Architektur, Design und Typografie, Zürich.  
[www.triest-verlag.ch](http://www.triest-verlag.ch), sowie die Autoren und Fotografen.

ISBN 978-3-03863-051-7

Der Triest Verlag wird im Rahmen der Verlagsförderung vom  
Bundesamt für Kultur mit einem Förderbeitrag für die Jahre  
2021–2024 unterstützt.

Gefördert durch die  
**Deutsche Forschungsgemeinschaft**

GR 557/2-1

## Inhalt

<b>Vorab zum Verständnis</b>	<b>4</b>	<b>Kapitel V</b>	<b>74</b>
<b>Vorwort von Jacques Blumer</b>	<b>6</b>	<b>Funktionsweise des kompakten Hofhauses</b>	
		Außenräume, Höfe und Mikroklima	74
<b>Kapitel I</b>	<b>8</b>	Belüftung	81
<b>Hintergrund und Forschungsprojekt</b>		Belichtung	84
Vorgeschichte	8	Akustik	89
Interdisziplinäre Grundlagenforschung	10	Ressourceneffizienz	90
		Baukonstruktion	98
<b>Kapitel II</b>	<b>12</b>	<b>Kapitel VI</b>	<b>114</b>
<b>Einführung zum Hofhaus</b>		<b>Einige Beispiele</b>	
Geschichte und Vorläufer	12	Variante nach Konzept K1	114
Potenzial von Hofhäusern	14	Variante nach Konzept K2	124
Warum ein neuer Gebäudetyp?	15	Varianten nach Konzept K6	134
„Extrovertiert“ versus „introvertiert“	16		
<b>Kapitel III</b>	<b>18</b>	<b>Kapitel VII</b>	<b>144</b>
<b>Konzeption des kompakten Hofhauses</b>		<b>Der neue Typus im Vergleich zu anderen Typologien mit ähnlicher Gebäudehöhe</b>	
Merkmale	18	Auswahl von Kriterien für den Vergleich	
Urbane Dichte	20	Auswahl von Beispielen für den Vergleich	
Innen – Außen	23	Tabellarischer Überblick	
Höfe in Varianten	24	Bewertung	
Qualität und Atmosphäre	25		
<b>Kapitel IV</b>	<b>28</b>	<b>Kapitel VIII</b>	<b>146</b>
<b>Typologie</b>		<b>Potenzial für heute und morgen</b>	
Lösungsstrategien zu Einzelfragen	28	Hintergrund	146
Ordnungsprinzip der Typologie	30	Spezielle Situationen	147
Acht Konzepte (K1–K8)	31	Neue Quartiere / Umbau bestehender Quartiere	149
Fallunterscheidungen Eigentums-/Nutzungsvarianten	36	Gastbeitrag von Gerd Kuhn	151
Neue Gebäudetypen in Varianten	36	Globale Dimension	152
Addition zu urbanen Quartieren	67	Literaturangaben	154
Gastbeitrag von Steven A. Moore	71	Bildnachweis	156
		Danksagung	157

## Vorab zum Verständnis

Abb. 2: Isometrie eines denkbaren Quartiers mittels Addition von kompakten Hofhäusern auf verschiedenen Grundstücksgrößen und -proportionen. Die Varianten, die sich an drei geschlossenen Seiten / Außenwänden unproblematisch zu einem urbanen Komplex mit entsprechender Infrastruktur und Angebot vielfältig fügen lassen, sind Teil einer gemeinsamen Strategie und Typologie.



Die Autoren als Bearbeiter des zugrunde liegenden Forschungsprojekts „Kompakte Hofhäuser für nachhaltige Urbanität hoher Dichte“ stellen hier einer interessierten Leserschaft einen neuartigen Hofhaus-Gebäudetyp mit sehr spezifischen Merkmalen und damit verbundenen Gesetzmäßigkeiten in vielen Beispielen und Planungshilfen vor. Erst die Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG machte es möglich, diese Sonderform des Hofhauses interdisziplinär zu untersuchen und zu entwickeln.

Die Parameter und Ziele für diese Aufgabenstellung sind klar fokussiert, wodurch eine systematische Bearbeitung überhaupt erst möglich wurde. Die hier erstmalig veröffentlichte Typologie kompakter Hofhäuser zeigt als Ergebnis eine große Vielfalt an Fallbeispielen auf, die auf Grundstücke unterschiedlicher Größe und Proportion sowie Anforderungen der Umgebung und Situation reagieren können.

Jedes dieser Beispiele geht auf eines von insgesamt acht grundsätzlichen Konzepten zurück, die hier ausführlich vorgestellt werden. Die dafür notwendigen Grundstücke beanspruchen dabei lediglich circa 80 bis 200 Quadratmeter, wobei die Mehrheit mit 100 bis 150 Quadratmetern Grundstücksfläche auskommt. Auf diesen Parzellen lassen sich kompakte Hofhäuser mit bis zu fünf Geschossen nachweisen, verbunden mit einem hohen Grad der Ausnutzung (die Summe der Bruttogrundrissfläche der Innenräume beträgt dabei das 1,5- bis Dreifache der Grundfläche).

Diese Gebäude grenzen mit einer Seite an den öffentlichen bzw. halböffentlichen Raum (z. B. Erschließungsstraße), an den anderen drei Seiten sind sie in der Regel geschlossen, mit „Rückzugs- und Kontaktsphären“ im sogenannten „Eigenterritorium“ der Bewohner. Weiter nehmen sie ein bis vier Nutzungseinheiten auf, mit optionaler gewerblicher Nutzung im Erdgeschoss (Mischnutzung). Jede Wohneinheit verfügt dabei über mindestens einen Hof als Außenraum, der nicht einsehbar so privat wie ein Badezimmer ist.

Das offene Layout der Grundrisse mit fließenden Innenräumen, die als ein Raumkontinuum mit den Höfen verschmelzen, schafft gleichzeitig großzügige Raumerlebnisse, wie sie konventionelle Gebäude auf solch kleiner Grundfläche in der Regel nicht erreichen.

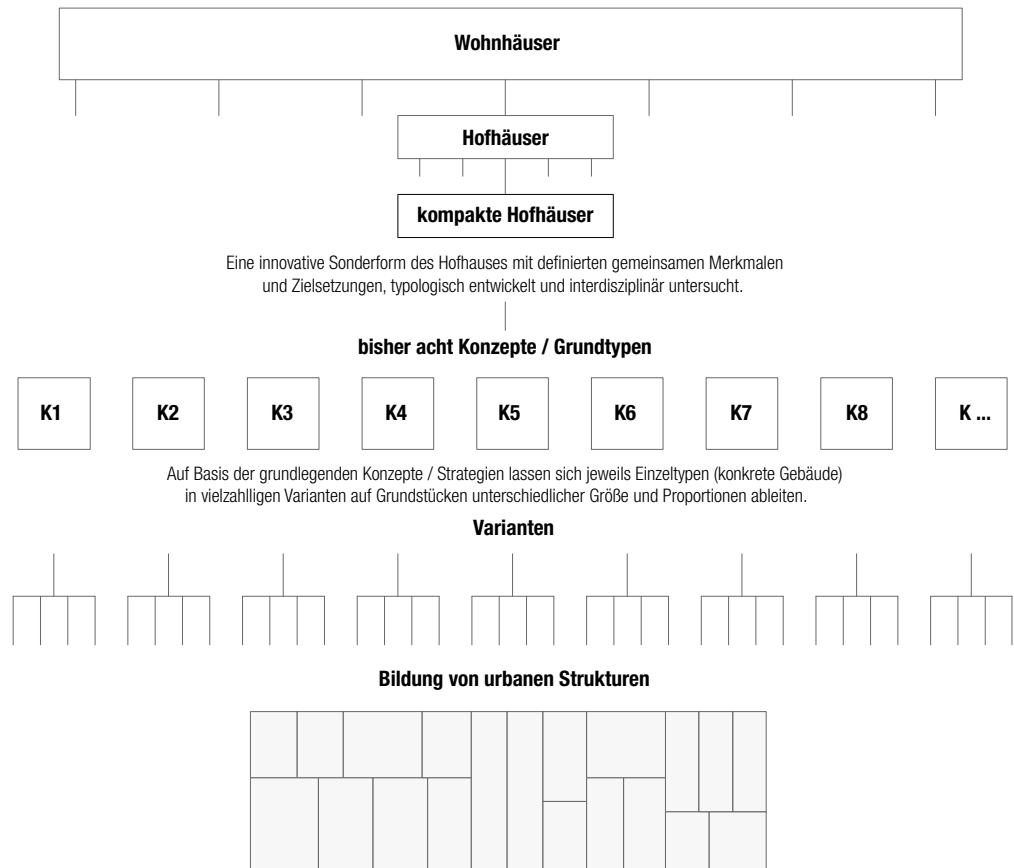
Die vielen Varianten sollen nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Autoren nur einen Rahmen für die Organisation und Funktionsweise kompakter Hofhäuser und ihre Kombination zu urbanen Quartieren schaffen.

Erst die reale und konkrete Situation wird die städtebauliche und architektonische Ausformulierung und Vertiefung möglich machen. Hier sind Kommunen, Projektentwickler, Investoren, Bauherren, Stadtplaner, Architekten, Bauträger, Baufirmen etc. gefragt, das kompakte Hofhaus zum wirklichen Leben zu erwecken, das Menschen zu einem attraktiven Zuhause in einem urbanen Lebensraum verhelfen kann. Auch wird erst die Realisierung und das Bewohnen und Erleben von kompakten Hofhäusern, die es zum Zeitpunkt der Drucklegung in gebauter Form noch nicht gibt, dieses Konzept voranbringen und als besonderen Gebäudetyp etablieren können.

Auch wenn die systematischen Untersuchungen eine gewisse Allgemeingültigkeit anstreben, so musste dennoch mit dem Standort Stuttgart / Deutschland ein konkreter klimatischer und baurechtlicher Rahmen gewählt werden. Ebenso können die Autoren in Anbetracht der Komplexität der Thematik für die hier vorgestellten Inhalte keine Gewährleistung geben, aus der sich eine Haftung ableiten ließe.

Die Autoren wünschen den Lesern eine spannende Lektüre und Anregung und hoffen, dass die Vision und Hypothese des kompakten Hofhauses bald Wirklichkeit werden.

Jan Cremers, Peter Bonfig und David Offtermatt

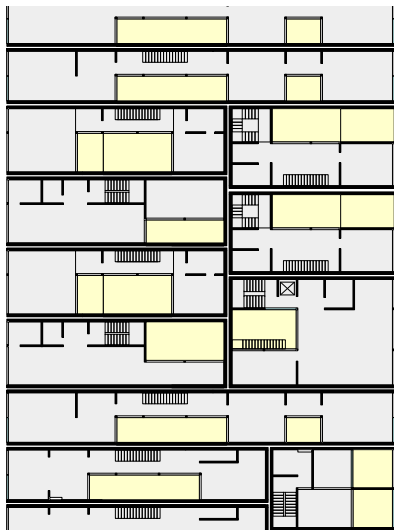


Kompakte Hofhäuser als eigenständige Gebäude auf einzelnen Parzellen werden zu urbanen Quartieren hoher Dichte kombiniert. Im Regelfall schließen an drei geschlossenen Seiten eines Gebäudes direkt Nachbargebäude an. Infrastrukturelle und sonstige Maßnahmen wie Erschließung, gemeinsam genutzte Freiräume, Energieversorgung etc. können auf Quartiersebene für die jeweilige konkrete Situation getroffen und optimiert werden.

Abb. 3: Schematische Darstellung zur Einordnung der Typologie.

Abb. 15: Die schematische Darstellung und Auflistung der wesentlichen Eigenschaften von urbanen Strukturen mit kompakten Hofhäusern zeigt die vielfältigen Vorteile auf, die sie den Nutzern und der Gesellschaft bieten.

#### Urbane Strukturen hoher Dichte mit kompakten Hofhäusern



#### Vorteile

##### Für die Nutzer

- Sehr privates Wohnen
- Individuelles Eigenheim auf eigenem Grund
- Hohe Freiheitsgrade, Sicherheit und Erholungswert im Inneren
- Unterschiedliche Hofhaustypen und -größen sind kombinierbar

##### Für die Gesellschaft und die Gemeinden

- Geringeres Konfliktpotenzial zwischen Nachbarn
- Heterogenität der Nutzungen und der Nutzer
- Besseres Infrastrukturangebot
- Baurechtlich vereinfachte Verhältnisse

##### Für die Umwelt

- Geringer Flächenverbrauch
- Reduktion von Verkehrsströmen
- Ressourceneffizient (hinsichtlich Energie und Material)

##### Für die Industrie und Wirtschaft

- Technologische Innovation, neue Absatzmärkte für Produkte
- Einsparungen von Baugrund können bessere Bautechnik ermöglichen

## Potenzial von Hofhäusern

Folgende Vorteile haben Hofhäuser im Allgemeinen:

- Auch bei geringer Anzahl der Geschosse ist eine hohe Bebauungsdichte erzielbar. Sparsamer Flächenverbrauch ermöglicht eine effektivere Nutzung der Infrastruktur bei gleichzeitig größerem und besserem Angebot an Dienstleistungen (ÖPNV, Stadtteilbüros, Einkaufsmöglichkeiten, Kindergärten etc.).
- Hofhäuser benötigen nur vor Außenfassaden Abstandsflächen und können bzw. sollten mit ihren Umfassungswänden direkt oder sehr nahe an Grundstücksgrenzen bzw. am (halb-)öffentlichen Raum liegen.
- Eine Umsetzung von „kompakten“ Varianten ist auch auf sehr kleinen Grundstücken unter 100 Quadratmeter mit hoher Wohnqualität möglich.
- Die hohe Geschlossenheit nach außen ermöglicht große Individualität nach innen, wodurch sehr variantenreiche Interpretationen der Nutzung möglich sind. Unterschiedliche Standards werden nicht nach außen sichtbar, eine heterogene Bewohnerschaft kann sozial verträglich und mit geringem Konfliktrisiko koexistieren.
- Nachträgliche Anpassungen, Umbauten, Teilrückbauten, Erweiterungen und Aufteilungen sind ohne Zustimmung der Nachbarn umsetzbar, da diese – außer durch die Baumaßnahmen selbst – nicht betroffen sind, solange sich die Anpassungen nach innen orientieren.
- Anforderungen und Platzbedarf für Tragwerk und Brandschutzmaßnahmen fallen bei niedriger Bauweise grundsätzlich geringer aus als bei hoher und sorgen so für eine bessere Materialeffizienz.
- Außenbereiche bieten Schutz vor Wind, Sonne, Verkehr, Lärm, Einblicken, Gerüchen, Gefahren sowie die Möglichkeit, durch geeignete Oberflächen, Pflanzungen und gegebenenfalls Wasserflächen ein angemessenes Mikroklima – gerade im Hinblick auf steigende Anforderungen

- aufgrund der Klimaanpassung – zu erzeugen, wovon auch die klimatische Konditionierung der Innenräume profitiert.
- Die introvertierten Außenbereiche können individuell gestaltet werden und reduzieren denkbare Konflikte gegenüber der Nachbarschaft.
  - Innenhöfe lassen sich durch weitere Maßnahmen, z. B. verglaste Überdachungen, zu Pufferzonen umwandeln, die dadurch zu unterschiedlichen Jahreszeiten temporär oder über längere Zeiträume nutzbar werden und auch zur Energieeinsparung während kühler Witterungsperioden beitragen können.
  - Der private und introvertierte Charakter des Hofhauses fördert ein ruhiges und ungestörtes Lebensumfeld und stärkt Erholung sowie Regeneration im Kontrast zu meist unruhigen öffentlichen Räumen und Arbeitsstätten mit Lärmbelastung.

Nachteile sind:

- die komplexe und eher aufwendige Baukonstruktion geht in der Regel auch mit höheren Erstellungskosten einher,
- ungünstigeres A/V-Verhältnis,
- hoher Versiegelungsgrad,
- aufwendiger Umgang mit Regenwasser und Entwässerung der innen liegenden Höfe,
- der Außenbezug aus den Nutzungseinheiten ist geringer als bei konventionellen Gebäuden,
- hohe Anforderungen an den Planungsprozess,
- hohe Anforderungen an den Nutzer (räumliches Vorstellungsvermögen erforderlich) in der Planungsphase,
- der Hausbesitzer kann sein Haus nicht wie gewohnt von außen „erleben“,
- die Zugänglichkeit und das Platzangebot für Bauprozesse sind eingeschränkt.

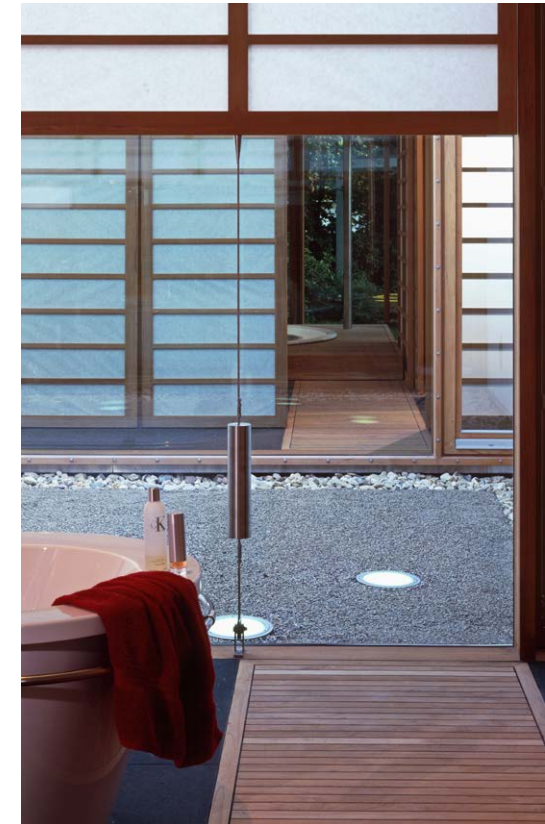
<sup>8</sup> Siehe folgender Abschnitt „Extrovertiert“ versus „introvertiert“.

## Warum ein neuer Gebäudetyp?

Während die Solararchitektur in den 1960er- bis 1990er-Jahren Einfluss auf die Gebäudeform genommen hat, hat die laufende Nachhaltigkeitsdebatte und die kontinuierliche Anpassung des gesetzlichen Rahmenwerks (z. B. Energieeinsparverordnung in Deutschland) letztlich nicht zu grundlegend neuen Gebäudetypen mit städtebaulichen Mustern geführt. Die technischen Entwicklungen zur Energieeinsparung schlugen sich vielmehr in der Anpassung von Bauteilen, vor allem der Gebäudehülle, und der aktiven Gebäudetechnik nieder. Insbesondere die Errungenschaften der Glastechnologie führten zu neuen Lösungen für energiesparende Gebäude. Mit dem globalen Trend der Urbanisierung ist die Debatte über eine nachhaltige Dichte bzw. Nachverdichtung unserer Städte und vor allem Vorstädte in Schwung gekommen. Dies hat aber den vorherrschenden „extrovertierten“<sup>8</sup> Gebäudetyp, der den Außenraum zwischen den Gebäuden zur Erschließung, Belichtung, Belüftung und auch für den Aufenthalt im Freien benötigt, nicht grundsätzlich infrage gestellt, obwohl mit größerer Dichte dieser wichtige Puffer für die Privatheit der Wohnungen und besonders der Freiflächen immer weiter schrumpft, weshalb auch viele Bewohner in den Vorstädten bzw. in Stadtrandlagen einer Nachverdichtung ihrer Quartiere ablehnend gegenüberstehen.

Das kompakte Hofhaus als „introvertierter“<sup>8</sup> Gebäudetyp sucht hier einen entgegengesetzten Lösungsansatz, bei dem eine hohe urbane Dichte nicht die Qualität der Wohnungen mit ihren zugeordneten Außenräumen sowie die vorhandene Privatsphäre beeinträchtigt, sondern das Einzelgebäude in seiner Addition immer in enger Abhängigkeit zum urbanen Quartier mit seinen eigenen Gesetzmäßigkeiten begreift. Die Entwicklung dieses Gebäudetyps und der zugehörigen urbanen Strukturen kann das oben beschriebene Dilemma auflösen und die Voraussetzung schaffen, um neue bauliche Antworten auf die drängenden Fragen in der Nachhaltigkeitsdebatte zu finden.

Abb. 16: Badehaus im Sauerland, Deutschland. Banz + Riecks Architekten, 1998. Räume für Wellness und Körperpflege grenzen an einen nicht einsehbaren Innenhof. Papierbespannte Schiebeelemente dienen dem Sonnen-, Blend- und Sichtschutz.





Legende:

opak ———  
 transluzent ———  
 transparent ———

Abb. 35: Fallunterscheidungen von möglichen Lösungen für Hofsituationen (Strategie Hof). Schematische Vertikalschnitte.

Erdberührende Höfe sind eher die Ausnahme, in den meisten Fällen sind Höfe begehbare Flachdachkonstruktionen. Ein Hof, den nur der Nutzer einsehen und begehen kann, wird zu einer wertvollen Erweiterung des Innenraums. Grenz der Hof an den öffentlichen Raum, so kann er durch opake oder transluzente Bauteile vor Einblicken geschützt werden. Auch kann er sich (temporär) öffnen lassen, wenn der Nutzer das wünscht.

Höfe können sich an einer oder mehreren Seiten auffächern. Mittels Oberlichter, ggf. auch begehbaren, gelangt über das Hofprofil zusätzlich Zenitlicht in die darunter liegenden Innenräume. Diese Oberlichter können transparent oder transluzent sein.

Höfe lassen sich temporär oder auch permanent gegen Niederschläge und Sonneneinstrahlung durch horizontale oder geneigte Flächen (Verglasung, textiler Sonnenschutz etc.) effizient schützen; ein Mikroklima kann entstehen, und Flächen der Gebäudehülle, die Wärme abgeben bzw. aufnehmen, werden drastisch reduziert.

## Ordnungsprinzip der Typologie

Bei der Entwicklung einer Typologie mit kompakten Hofhäusern als vielseitig addierbare Gebäudeeinheiten wurden folgende Zielgrößen verfolgt:

- möglichst kleine Parzellen mit einfachen Besitz- und Umsetzungsverhältnissen,
- klare senkrechte Raumtrennung, im Regelfall durch Brandwände, an den Parzellengrenzen,
- ein Basisraster von 120 Zentimetern zur Orientierung,
- und die Betrachtung bleibt vorerst losgelöst von konkreten öffentlichen Stadträumen.

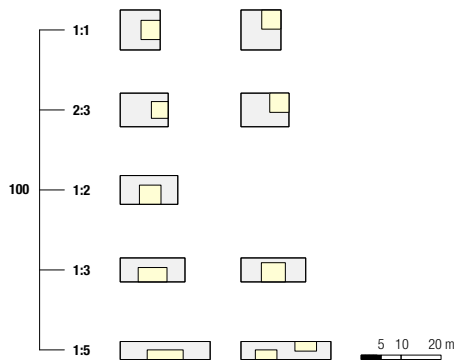
Eine übersichtliche Klassifizierung von Parzellen definierter Größe und Proportion – vorerst auf flaches Gelände beschränkt – bildete methodisch die Ausgangsbasis.

- Größe der Grundstücke: circa 80, 100, 120, 150, 200 m<sup>2</sup>,
- Proportionen der Grundstücksfläche: 1:1, 2:3, 1:2, 1:3, 1:5.

Den daraus resultierenden 5 × 5 Fallunterscheidungen wurden im nächsten Schritt grundsätzlich denkbare Konstellationen für Höfe oder Außenräume zugeordnet (Abb. 36). Je größer die Parzellen, desto zahlreicher, aber auch unübersichtlicher werden die Möglichkeiten. Pro Kategorie aus der Kombination von Fläche und Proportion lassen sich zwei bis fünf Möglichkeiten darstellen, was bei diesen gewählten Rahmenbedingungen etwa 5 × 5 × 3, also 75 Varianten entsprechen kann. Weitere Parameter kamen bei den nächsten Schritten dazu, dabei sind z. B. Folgende zu nennen:

- Umschlossenheit (zweiseitig, dreiseitig, vierseitig),
- zusätzlich vorgelagerte Höfe zum öffentlichen oder halb-öffentlichen Raum,
- weitere Differenzierung der integrierten Höfe / Außenräume / (Dach-)Terrassen,



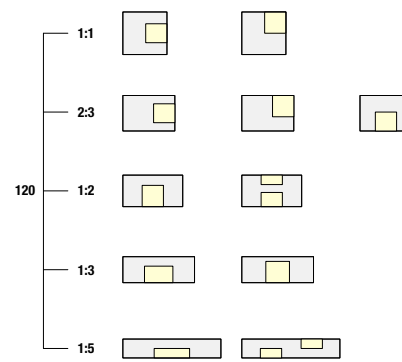


- Anzahl der Geschosse und Nutzungseinheiten,
- innere Organisation und Erschließung,
- optional zusätzliche externe Erschließung, die sich mehrere Gebäudeeinheiten teilen,
- Form und Art der Dachflächen.

Mit diesem methodischen Rahmenwerk konnten sehr viele Möglichkeiten überblickt und charakteristische Merkmale der Raumorganisation und Erschließung herausgearbeitet und unterschieden werden. Diese mündeten unter Einarbeitung und Berücksichtigung von Ergebnissen der interdisziplinären Arbeit und Diskussion – z. B. lichttechnische Untersuchungen, Aspekte des Brandschutzes, städtebauliche Kriterien – in voneinander abgrenzbare Konzepte für Gebäude.

### Acht Konzepte (Grundtypen)

Nach etwa einjähriger Entwicklungsarbeit ließen sich insgesamt acht grundsätzliche Konzepte festmachen (Abb. 39), die in unzähligen Varianten deklinierbar sind und so auf komplexe und unterschiedliche Anforderungen reagieren können.



Die Konzepte zeigen grundsätzlich unterschiedliche Wege auf, wie sich kompakte Hofhäuser räumlich organisieren lassen, mit folgenden Aspekten:

- Erschließung, vertikal und horizontal,
- Layout der Haupt- und Nebennutzflächen,
- Anordnung und Dimensionierung von Innenhöfen,
- baukonstruktive Grundsätze.

Innerhalb eines Konzeptes sorgt die Parzellengröße als Parameter für Varietät. Es hat sich gezeigt, dass schon ab Parzellengrößen von etwa 60 Quadratmetern kompakte Hofhäuser (z. B. Konzept K3) möglich sind und sich bei den meisten Konzepten gut funktionierende sowie vielfältige Lösungen bei Grundstücken zwischen circa 100 und 150 Quadratmeter ergeben.

Manche Konzepte sind stärker an eine bestimmte Größe und Proportion des Grundstücks gebunden als andere. Im Blickfeld waren immer die Addier- und Kombinierbarkeit zu urbanen Strukturen hoher Dichte und Diversität sowie die Qualität der Innen- und Außenräume. Neben der Grundcharakteristik bestimmen folgende Eigenschaften das Leistungsprofil der

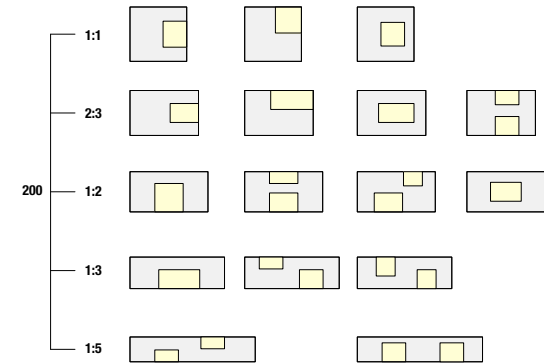
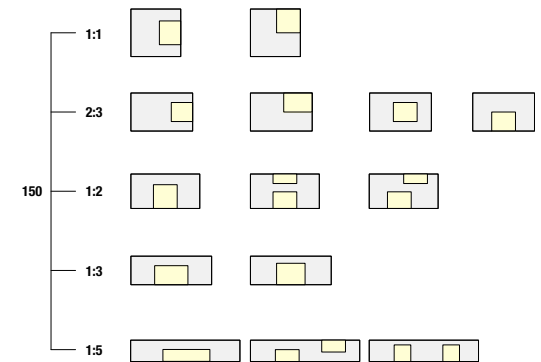
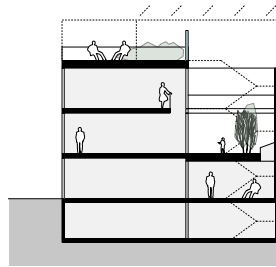


Abb. 36: Schemata zur Systematik bei der Entwicklung der Typologie.

Schnitt



Dachaufsicht / Dachhof



2. OG

1. OG

Abb. 68: Typ 140-K2-3-2-2.62, Grundrisse und Schnitte, M 1:500.

lässt sich leichter in das Gebäude integrieren (Abb. 71). Mit einem großzügigen Raumangebot kann der Typ 140-K2-3-2-2.51 (Abb. 67) aufwarten, vor allem wenn zwei Wohnebenen zur einer Maisonettewohnung mit Höfen auf drei Ebenen einschließlich Dachhof verschmolzen werden. In diesem Beispiel wird das Erdgeschoss für einen Laden genutzt, Abstellräume liegen im Untergeschoss. Die Fünfstückerwohnung bietet neben einem großen Wohnbereich mit offener Küche reichlich Rückzugsräume zum Schlafen

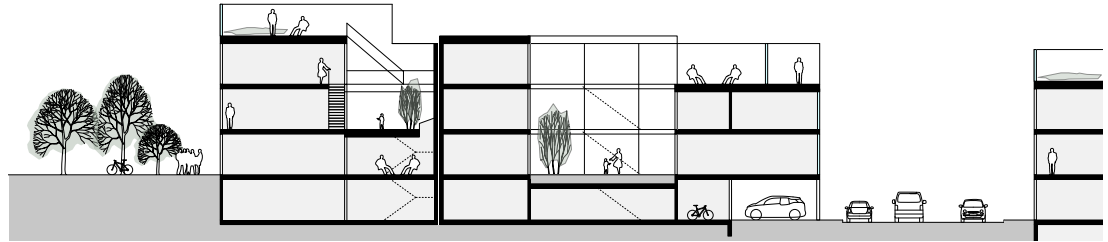


Abb. 69: Typ 140-K2-3-2-2.51 in Kombination mit einer K1-Variante und einem Geländesprung, Schnitt, Maßstab 1:500. Das Beispiel zeigt auf der linken Seite eine verkehrsberuhigte Erschließung über einen begrünten Außenraum, den sich mehrere Wohneigentümer in einem Quartier teilen, sowie rechts das Profil eines Straßenraums.

Abb. 70: Perspektivische Handskizze zu Typ 140-K2-3-2-2.62.

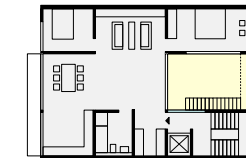
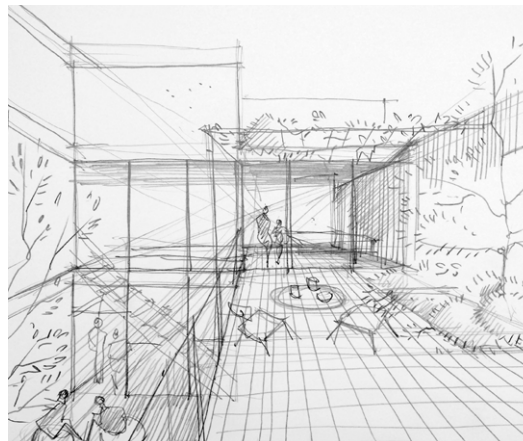
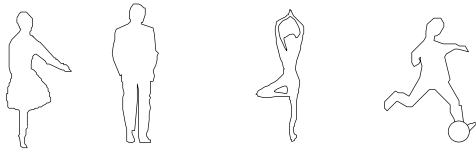


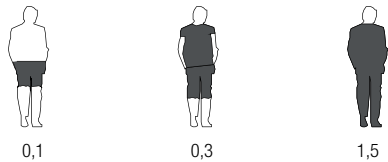
Abb. 71: Typ 147-K2-4-4-3.2, Grundriss 1. OG, Maßstab 1:500. Die viergeschossige Variante mit gewerblicher Nutzung im EG und drei darüber liegenden Geschosswohnungen unterschiedlicher Größe zeigt die Integration einer Aufzugsanlage exemplarisch auf. Siehe dazu Seite 125 im Kapitel VI.

und Arbeiten für vier und mehr Personen, also eine Lebens- oder Wohngemeinschaft. Zwischen den drei Höfen gibt es Sichtkontakt. Zur Vermeidung von Einblicken in nachbarliche Höfe sind daran anschließende Typen entsprechend abzustimmen, was mit gleichen oder unterschiedlichen Konzepten möglich ist. In Abbildung 69 wird die K2-Variante mit einer K1-Variante kombiniert. Beim Typ 140-K2-3-2-2.62 öffnet sich der Dachhof zum öffentlichen Raum und ist zum Beispiel durch Begrünung zu den rückwärtigen Höfen – und zu den Nachbarn – abgeschottet.



Angelehnt: 0,8 met  
Stehend leichte Tätigkeit: 1,6 met  
Stehend mittelschwere Tätigkeit: 2,0 met  
Gehen (2 km/h bis 5 km/h): 1,9–3,4 met

Abb. 126: Energieumsätze verschiedener körperlicher Tätigkeiten nach DIN EN 7730: 2005.



Isolationswert der Bekleidung = clothing factor = clo  
1 clo = 0,155 (m<sup>2</sup>K)/W [U-Wert: 6,45 W/(m<sup>2</sup>K)]

Abb. 127: Abschätzung des Isolationswerts von Bekleidungskombinationen nach DIN EN 7730: 2005.

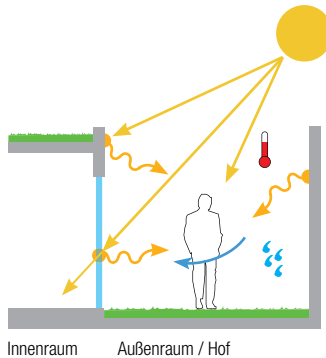


Abb. 128: Einflussfaktoren auf das Mikroklima in einem Hof: Kurzwellige und langwellige Strahlung, Luftbewegung, -feuchtigkeit, -temperatur sowie Bewegung und Kleidung der Person.

### Einflussfaktoren auf den thermischen Außenkomfort

Inwieweit sich Menschen in Innen- und Außenräumen thermisch behaglich fühlen, hängt von verschiedenen Einflussgrößen ab, unter anderem von der Luft- und Strahlungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung, aber auch von der Art der Bekleidung und dem Aktivitätsgrad. Während im Innenraum die Bedingungen oft gut kontrollierbar sind und vergleichsweise wenig schwanken, wirken im Außenraum Jahreszeiten und Witterung periodisch. Die Bedingungen sind nur begrenzt vorhersehbar und kontrollierbar.

Grundsätzlich lässt sich das persönliche Wärmeempfinden, das wesentlich vom thermischen Gleichgewicht des Körpers abhängig ist, technisch durch den universellen thermischen Klimaindex (UTCI) beschreiben – im Prinzip ein rechnerisch angenäherter Äquivalenzwert für die erwartete gefühlte Temperatur eines Menschen unter den jeweiligen Bedingungen. Je ausgeglichener die Wärmebilanz des Körpers ist, desto weniger Aufwand muss der Körper zum Kühlen bzw. Wärmen aufwenden, etwa durch Schwitzen oder Zittern. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist dabei der Energieumsatz einer Person, der als Metabolismusrate (met) bezeichnet wird und die Tätigkeit einer Person beschreibt: je stärker die körperliche Belastung desto höher die Rate. Der personenbezogene Bekleidungsfaktor ist saisonal schwankend und dadurch eher schwer zu beeinflussen. Der Bekleidungsfaktor (clo) beschreibt dabei den Bekleidungsisolationswert. Im Winter ist dieser also eher hoch und im Sommer eher gering, da dieser den Wärmetransport zwischen der Umgebung erschwert bzw. erleichtert.

Die Luftfeuchtigkeit, -temperatur und -bewegung sowie die Himmelstemperatur und die solare Strahlung und auch die mittlere langwellige Strahlungstemperatur der Umschließungsflächen sind weitere Umweltbedingungen mit wesentlichem Einfluss auf den Komfort. Durch ein Mehr an Luftbewegung, also Strömungsgeschwindigkeit, ist ein

erhöhter konvektiver Wärmetransport zwischen Person und Umgebung zu erwarten. Insgesamt hat allerdings die solare Strahlung mit ihrem diffusen und direkten Anteil den größten Einfluss auf das Wärmeempfinden einer Person.

Die solare Strahlung beeinflusst maßgeblich auch die Oberflächentemperatur der einzelnen Umschließungsflächen, diese wiederum stehen im langwelligen Strahlungsaustausch mit einer Person. Da die eintreffende Strahlung von Bauteilen reflektiert, transmittiert und absorbiert wird, müssen die Umschließungsflächen in opake und transparente also strahlungsdurchlässige unterschieden werden. Opake Bauteile weisen keine Transmission auf, sondern reflektieren und absorbieren die eintreffende Strahlung. Durch Absorption steigt die Oberflächentemperatur, gegebenenfalls auch die Lufttemperatur in der Grenzschicht zum Bauteil an. Durch transparente Bauteile gelangt solare Strahlung zum Großteil als Wärmequelle in den Innenraum, wo sie absorbiert und reflektiert wird. Die konkrete Oberflächentemperatur eines Bauteils wird jedoch auch durch die Wärmespeicherfähigkeit des Materials beeinflusst. So fällt diese zum Beispiel bei Wärmedämmverbundsystemen aufgrund der wenig speicherfähigen Putzschicht sehr gering aus. Eine Erhöhung der von außen wirksamen Speicherfähigkeit des Wandaufbaus bis zur wärmedämmenden Schicht kann den volatilen Tagesverlauf der Oberflächentemperatur dämpfen.

### Mikroklima im Hof

Einen wesentlichen Einfluss auf den thermischen Komfort hat die solare Einstrahlung wie auch die Oberflächentemperatur der Umschließungsflächen. Um diesen zu quantifizieren, wurden zwei Varianten mit unterschiedlicher Wärmespeicherfähigkeit [Variante 1: 7 kJ/(m<sup>2</sup>K), Variante 2: 307 kJ/(m<sup>2</sup>K)], aber gleichem Wärmewiderstand von 7,2 (m<sup>2</sup>K)/W untersucht. Jeweils eine Wand im Hof wurde als massive Wand abgebildet und in verschiedene Himmelsrichtungen orientiert. Damit wird gewährleistet, dass diese unterschiedlicher sola-

In Abhängigkeit des Besonnungsanteils und des Sonnenhöhenwinkels lässt sich allgemein der erforderliche Abstand ermitteln.

### Orientierung des Hofes

Die Höfe haben unter anderem die Aufgabe, eine ausreichende Belichtung der Innenräume zu ermöglichen. Es lässt sich festhalten: Ist der Innenraum ausreichend natürlich belichtet, gilt dies auch für den Außenraum. Ob eine ausreichend direkte Belichtung des Innenraumes gewährleistet ist, hängt wesentlich von der Orientierung des Hofes ab.

Abhängig vom Schattenwurf der Umschließungsflächen des Hofes erhöhen oder reduzieren sich die Sonnenstunden im Innenhof. Der Schattenwurf wird durch die Höhe der Umschließungsflächen und des Sonnenhöhenwinkels bestimmt. Mit steigendem Sonnenhöhenwinkel reduziert sich der Schattenwurf. Mit abnehmendem Breitengrad des Standortes reduziert sich somit auch der Einfluss der Wandhöhe auf den Schattenwurf.

Durch Drehen des Hofes im Sonnenstandsdiagramm wird schnell ersichtlich, dass die Länge der parallelen Strecke des Hofes zum Sonnenverlauf möglichst groß sein muss, um die Sonnenstunden im Hof zu erhöhen. Dies gilt jedoch nur für Höfe mit einer Höhe der umschließenden Flächen von bis zu drei Meter und einem Verhältnis  $A/H \geq 1,2$ . Bei gleicher Höhe der umschließenden Flächen und einem Verhältnis  $A/H$ , das kleiner als 1,2 ist, sollte die Diagonale des Hofes parallel zum Sonnenverlauf liegen.

Haben die den Hof umschließenden Flächen eine Höhe von bis zu sechs Meter ist ein Verhältnis  $A/H$  von mindestens 0,9 anzustreben. Nord-Süd- oder Ost-West-Orientierungen sind zu vermeiden. Demgegenüber können die Sonnenstunden im Hof bei einer Abweichung der Orientierungen um 30 bis 60° erhöht werden.

Nur bei Umschließungsflächen, die mehr als sechs Meter hoch sind, ist eine Nord-Süd-Orientierung in Verbindung mit möglichst langen Höfen günstig. Bei diesen Hofgeometrien sollte ein Verhältnis  $A/H$  erreicht werden, das größer als 1 ist. Durch ein Abstaffeln des Hofes in Richtung Süden kann eine Erhöhung der Sonnenstunden im Hof erreicht werden. Dabei entsteht eine Art Trichter, der die natürliche Belichtung der Innenräume verbessert.

Die hier beschriebenen Randbedingungen einer optimalen Orientierung der Höfe gelten für europäische Regionen und können gespiegelt auf die südliche Halbkugel der Erde übertragen werden.

### Natürliche Belichtung des Innenraums

Aus den vorangegangenen Untersuchungen zeigt sich, dass das Verhältnis  $A/H$  mindestens circa 0,9 betragen sollte. Die folgenden Abbildungen zeigen Hofproportionen mit diesem Verhältnis, jeweils mit einer Orientierung nach Süden. Die Hoffassaden sind zum Innenraum vollflächig verglast.

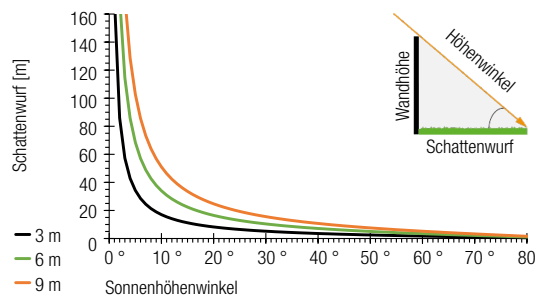
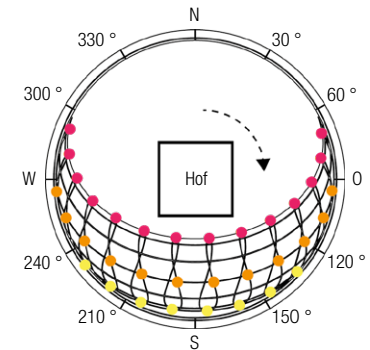


Abb. 137: Schattenwurf einer Wand mit 3 m, 6 m und 9 m in Abhängigkeit des Sonnenhöhenwinkels und bei idealer Besonnung.



● 21. Juni ● 21. März ● 21. Dezember

Abb. 138: Das Sonnenstandsdiagramm für den Standort Stuttgart zeigt den stündlichen Verlauf der Sonne am 21. Juni, 21. März und 21. Dezember sowie die Rotation der Höfe zur Ermittlung der direkten Sonnenstunden im Hof.

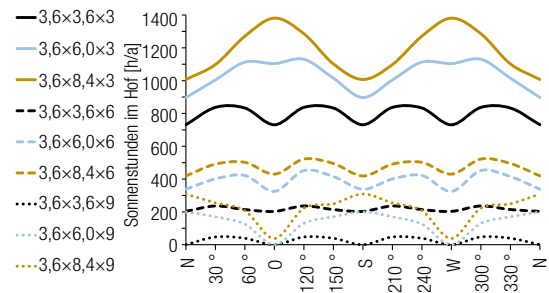


Abb. 139: Direkte Sonnenstunden auf die Hofgrundfläche bei unterschiedlicher Orientierung und verschiedenen Proportionen des Hofes.

reflektierenden Kaminwänden. Über die Glaskuppel wird das Licht gerichtet und in den Kamin gelenkt. Allerdings lässt sich über Lichtkamine immer nur das zweite Stockwerk von oben effektiv belichten, da ab circa vier Metern Höhe nur noch eine geringe Tageslichtlenkung erfolgen kann.<sup>24</sup>

## Akustik

Für die akustische Hofgestaltung gibt es unterschiedliche Anforderungen. Einerseits ist eine gute Sprachverständlichkeit für Unterhaltungen gewünscht, andererseits aber auch Diskretion und Privatheit gegenüber angrenzenden Nachbarn. Zusätzlich soll der Hof vor Störgeräuschen von außen – Geräusche der Nachbarn oder Straßenlärm – geschützt werden.

Geräusche von außen können dabei aber auch den Wunsch nach Diskretion und Privatheit unterstützen, indem sie die Sprachverständlichkeit verschlechtern und Sprachgeräusche maskieren. Insbesondere Naturgeräusche wie Vogelgezwitscher oder Wasserplätschern sind dafür geeignet und können auch gezielt eingesetzt werden. Gerade in sehr ruhigen Quartieren können maskierende und als angenehm empfundene Geräusche die akustischen Verhältnisse deutlich verbessern.

Mit dem zunehmenden Abstand zur Schallquelle nimmt der sich kugelförmig ausbreitende Schall (Abb. 145) üblicherweise in seiner Intensität und Sprachverständlichkeit ab, er kann sich aber im Hof selbst und von Hof zu Hof bzw. Straße zu Hof durch Reflexionen verstärken und fortsetzen. Dazu kommt, dass die Schallwellen an den oberen Hofabschlüssen gebeugt und in verschiedene Richtungen gestreut werden. Um der Gefahr von unerwünschten Fremdgeräuschen in den Höfen vorzubeugen, sollten daher bei der Quartiersbildung die Abstände zwischen Höfen gleicher und unterschiedlicher Gebäude möglichst groß sein und die bauliche Trennung über eine gute Schalldämmung verfügen.

## Maßnahmenkatalog Akustik

Der schematisch dargestellte Querschnitt zeigt verschiedene Möglichkeiten zur Verbesserung der akustischen Verhältnisse wie auch zur Reduzierung von Störgeräuschen in den Höfen. Maßnahmen zur gezielten Reflexion und Absorption reduzieren das Entweichen sowie Eindringen von Schallwellen in die Innenhöfe.

Der Ausbreitung von Luft- und Körperschall innerhalb der Gebäude sollte immer entsprechend den baulichen Regeln für Reihenhäuser entgegengewirkt werden. Dabei sind zweischalige Haustrennwände mit bis zum Fundament durchgehender Trennlage einzusetzen, die mit Vorsatzschalen weiter verbessert werden können.

Um das Eindringen oder das Entweichen von Schallwellen in bzw. aus dem Hof zu reduzieren, sind auch Sonnenschutzmaßnahmen mit Schalldämmwirkung oder Überstände an den Hofwänden oder am Hofabschluss möglich. Der Hofabschluss kann auch direkt als Absorber oder Reflektor wirken.

Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Akustik und des Schallschutzes in den Höfen sind Belegungen der Hoffassaden mit alternierender Rauigkeit der Oberflächen, wie zum Beispiel durch Akustikputze. Ebenfalls sind perforierte oder mikroperforierte Elemente in verschiedenen Höhen des Hofes denkbar, etwa Lochblech, Holzwoleplatten oder transluzente Elemente. Bepflanzungen der Hoffassaden, beispielsweise vor Hohlräumen, mit integrierten Absorberelementen haben eine ähnliche Wirkung.

Zusätzlich wird der sich zwischen den Höfen ausbreitende Schall durch begrünte Dächer gedämpft. Die Begrünung reduziert durch Absorption und Bodeneffekte die Schallenergie und ist gleichzeitig eine wichtige stadtklimatische Maßnahme. Bepflanzungen sollten einen hohen Blattanteil besitzen.

Wie in den Höfen können auch sonst Geräuschquellen an ausgewählten Freiräumen zur Maskierung eingesetzt werden.

<sup>24</sup> Energieagentur NRW (Hrsg.), Doris Haas-Arndt, Fred Ranft, *Tageslichttechnik in Gebäuden*, Heidelberg 2007, S. 82.

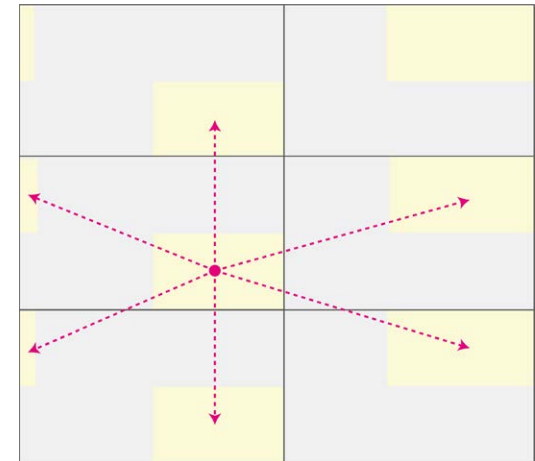


Abb. 144: Versetzte Anordnung der Höfe, um möglichst lange Wege für die Schallübertragung zu generieren.

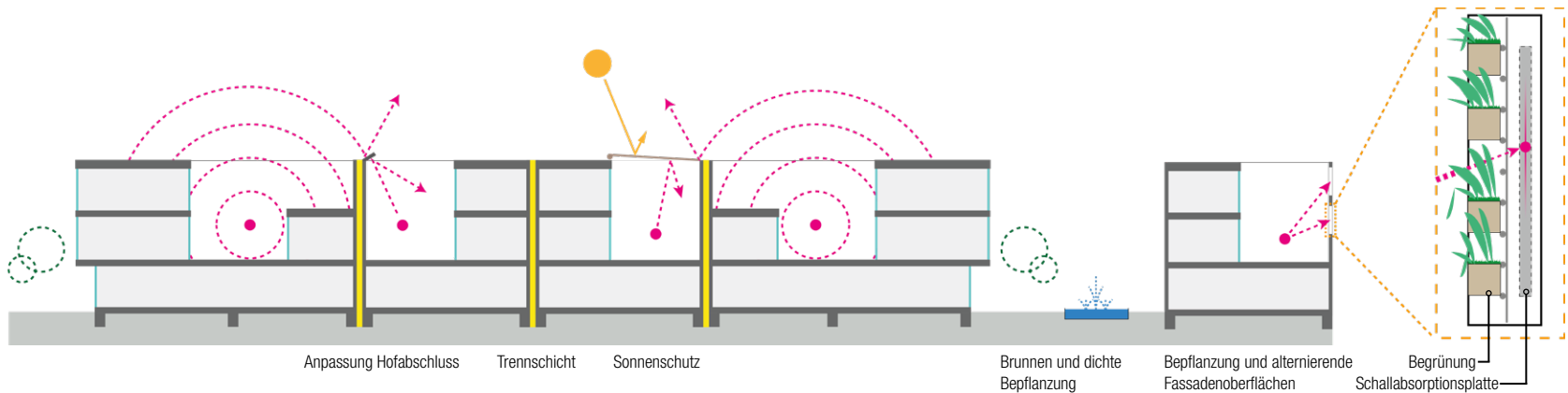
<sup>25</sup> Verein Deutscher Ingenieure, Gesellschaft Energie und Umwelt (Hrsg.), *VDI-Richtlinie 4800: Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien*, Blatt 1, Stand 11/2016.

<sup>26</sup> Verein Deutscher Ingenieure, Zentrum Ressourceneffizienz, online unter: <https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/> (letzter Zugriff: 3.4.2020).

<sup>27</sup> Siehe dazu Kapitel VIII „Potenzial für heute und morgen“.

<sup>28</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.), *Energieeffizienzstrategie Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand*, Stand 18.11.2015, S. 48, online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.pdf> (letzter Zugriff: 3.4.2020).

Abb. 145: Maßnahmen zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit und Reduzierung der Schallübertragung von Hof zu Hof. Im öffentlichen Raum können Brunnen eine maskierende Wirkung haben.



Wasserbrunnen wirken synergetisch auf Akustik und lokales Mikroklima. Auch alle Maßnahmen zur Eindämmung des Verkehrs im Quartier sind zu begrüßen.

### Ressourceneffizienz

Die Ressourceneffizienz beschreibt das Verhältnis aus Nutzen (Produkt, Funktion, funktionelle Einheit) und Aufwand (Ressourceneinsatz).<sup>25</sup> Projiziert auf das Bauwesen sind das beispielsweise die Aspekte Material, Bodenversiegelung, Energieeinsparung, Nutzenergie und graue Energie. Mit dem Hintergrundwissen, dass circa 90 Prozent der in Deutschland eingesetzten mineralischen Rohstoffe in die Baustoffherstellung fließen und dass rund 54 Prozent des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland aus dem Bausektor stammt, ist die Entwicklung eines zukunftsweisenden Gebäudetypus nur über die Betrachtung der Ressourceneffizienz möglich.<sup>26</sup>

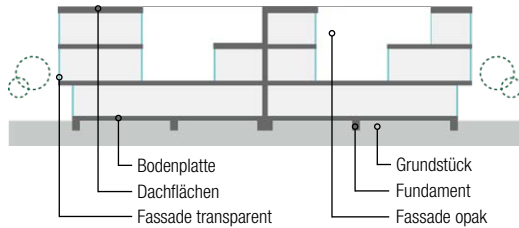
Im folgenden Kapitel sollen Aspekte der Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz auf das kompakte Hofhaus übertragen werden. Inhaltlich liegt der Schwerpunkt auf:

- Flächeneffizienz / Flächenart,
- Hüllfläche,
- A/V-Verhältnis,
- Energiebedarf,
- Energieversorgung,
- Baustoffökologie (siehe Kapitel Baukonstruktion).

Nachverdichtungen und spezielle Situationen bieten weitere Möglichkeiten.<sup>27</sup>

Die Studie *Energieeffizienzsteigerung Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie von 2015 prognostiziert einen mittleren Primärenergiebedarf für Wohngebäude von circa 40 kWh/(m<sup>2</sup>a).<sup>28</sup> Aktuell entspricht dies dem Wert

Abb. 154: Energiepotenzialflächen eines kompakten Hofhauses und deren Bewertung. Bewertet wird das Flächenangebot, der zu erwartende Ertrag, die technische Umsetzungsmöglichkeit und die Eignung für ein KfW-Effizienzhaus 55.



Energiepotenzialflächen	Flächenangebot	Ertrag	Umsetzung	KfW 55
Fassade transparent	0	-	0	+
Fassade opak	0	-	+	+
Dachfläche	-	0	+	+
Bodenplatte	+	+	-	0
Fundament	0	+	-	+
Grundstück	-	+	-	+

Abb. 155: Die Mittelwerte der nutzbaren Dachflächen der Konzepte bei horizontaler Ausrichtung der Kollektoren im Vergleich zur nicht nutzbaren Dachfläche. Der Mittelwert aller Konzepte beträgt 39 % nutzbare Dachfläche.

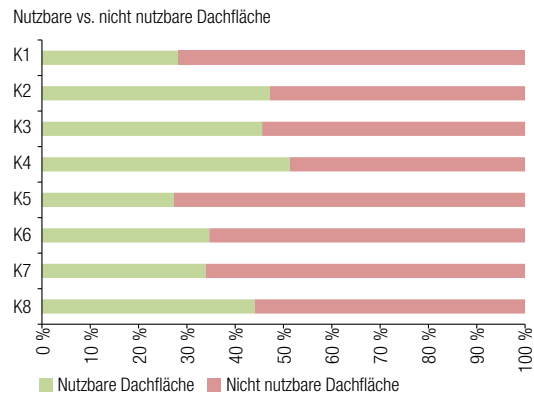
### Einzellösung

Je nach Konzept eignen sich verschiedene Flächen am Gebäude zur Energiegewinnung. Abhängig vom Flächenangebot, des zu erwartenden Ertrags und der technischen Umsetzung bieten diese Flächen verschiedene Potenziale.

So lassen sich in transparente Fassadenverglasungen Photovoltaikzellen integrieren oder es wird ein eigenes System zur Energiegewinnung addiert – allerdings mit Nachteilen für die Belichtung und Durchsicht.

Für opake Fassadenbereiche mit ausreichender Besonnung gibt es vielfältige Möglichkeiten der Systemintegration von solarer Aktivtechnik.

Für die Dachfläche eignen sich verschiedenartige Solar Kollektoren, eine zusätzliche Verschattung der Höfe ist dabei zu vermeiden. Dies spricht für eine annähernd horizontale Ausrichtung, auch wenn sich dadurch die Erträge reduzieren und die Wirtschaftlichkeit der Aktivtechnik verschlechtert. Aufgrund von angreifendem Wind ist der nutzbare Dachflächenanteil sehr gering und beträgt über alle Konzepte hinweg nur



39 Prozent. Bei einer Aufständigung der Kollektoren bleibt im Mittel nur noch 14 Prozent der Dachfläche aktivierbar. Diese starke Reduzierung entsteht durch den erforderlichen Abstand zwischen den Kollektoren, um gegenseitige Verschattung zu vermeiden.

Zum Betrieb von Wärmepumpen dient die Bodenplatte, das Fundament oder das Erdreich des Grundstückes als Energiequelle. Allerdings steht auf dem Grundstück nur wenig freie Fläche zu Verfügung, die sich zudem bei der Nutzung eines Flächenkollektors nur schlecht über den Sommer regenerieren lässt.

Aufgrund des geringen Anteils nutzbarer Dachfläche, der schlechten Regenerationsmöglichkeit des Erdreiches bzw. des Fundamentbereichs, dem hohen Platzbedarf der Anlagentechnik und der angestrebten Einfachheit der Eigentumsverhältnisse, ist die Umsetzung einer Einzellösung in aller Regel nicht zielführend.

### Quartierslösung

Eine Quartierslösung bietet den Vorteil, dass sich die Anlagentechnik innerhalb der einzelnen Gebäude auf Übergabestation, Warmwasserspeicher, Pumpentechnik und Wärmeüberträger reduzieren lässt. Diese Anlagenteile liegen entweder in den einzelnen Nutzungseinheiten oder zentral im Gebäude.

Abwärme, Biomasse, Geothermie und Solarstrahlung bieten sich bei der Umsetzung standortabhängig als Energiequelle an. Biomasse sollte regional bezogen werden. Wärmepumpen, Solarkollektoren und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wandeln die Energie in Wärme oder Strom um. Die jeweilige Energieart wird so dem Gebäude zugeführt oder gespeichert. Ein ganzheitlicher Ansatz für eine Quartierslösung beinhaltet nicht nur die Bereitstellung von Raumwärme, Trinkwassererwärmungsanlagen (TWW), Strom und eventuell auch

werden sogenannte Gebäudeklassen (1 bis 5) unterschieden, woran bestimmte brandschutztechnische Anforderungen an tragende und nicht tragende Bauteile geknüpft werden.<sup>33</sup> In Klasse 1 sind die Anforderungen am geringsten, in Klasse 5 am höchsten. Je nach Höhe des Fußbodens des obersten Geschosses gehören alle bisherigen Varianten entweder zu Klasse 2, 3 oder 4.

### Baustoffökologie

Der Anspruch der Nachhaltigkeit muss sich in der Auswahl der verwendeten Materialien für die Umsetzung im Sinne einer Optimierung niederschlagen. Dies betrifft auch die sinnvollen Bauteilstärken, die vor allem bei Wärmedämmungen kontrovers öffentlich diskutiert und infrage gestellt werden. So zeigt der Verlauf des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), in Abbildung 162 über die Dämmstoffstärke aufgetragen, dass über deren Bestimmung ein ökonomisches und ökologisches Optimum erreicht werden kann. Durch mehr Dämmung wird zwar der Wärmedurchgang reduziert, gleichzeitig wird jedoch mehr Material und Platz dafür benötigt. Das Verhältnis zwischen Transmissionswärmeverlusten, eingesetzter grauer Energie und Raumbedarf ist demnach über den Lebenszyklus zu betrachten.

Umweltbilanzen erlauben über verschiedene Lebenszyklusbetrachtungen eine Gesamtschau auf Material- und Energieflüsse und damit verbunden die entsprechenden Umweltwirkungen. Die Abbildung 163 zeigt maßgebliche Abschnitte einer Lebenszyklusbetrachtung, zum Beispiel für einen Baustoff. Die DIN EN 15804 unterteilt den Lebenszyklus in vier Lebenswegmodule (A–D):

- Produktion A1–A3: Rohstoffversorgung, Transport, Herstellung;
- Nutzung B1–B7: Nutzung / Anwendung, Instandhaltung, Reparatur, Ersatz, Erneuerung, Energieeinsatz für den Gebäudebetrieb, Wassereinsatz für den Gebäudebetrieb;

- Entsorgung C1–C4: Rückbau / Abriss, Transport, Abfallbehandlung, Deponierung;
- Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen D: Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial.

Nach Abriss bzw. Rückbau und säuberlicher Trennung der Baustoffe lassen sich die Materialien jedoch in aller Regel nur begrenzt wiederverwerten. Oft ist nur ein Downcycling möglich, die Qualität des Ausgangsproduktes ist nicht wieder zu erreichen. Zudem erfordern die verschiedenen Prozesse zum Teil erneut erheblichen Energieeinsatz, der wie die entsprechenden Umweltwirkungen in die Bilanz einget. Deshalb wird idealerweise schon in der frühesten Planungsphase auf eine möglichst vollständige Wiederverwertung der eingesetzten Rohstoffe nach Nutzung und Abriss geachtet, es geht um die vorausschauende Vermeidung von Abfall. Konkret heißt das: Einsatz eines maximalen Anteils an wiederverwertbaren und nachwachsenden Werkstoffen, möglichst keine schwer zu trennenden Verbundmaterialien und -konstruktionen, keine geklebten Verbindungen, keine das Recyclingpotenzial beschränkenden Beschichtungen und eine Auswahl von Werkstoffen und Konstruktionsweisen unter Berücksichtigung von Ökobilanz-Daten usw.

### Gebäudeabschlusswände / Außenwände bzw. Fassaden

Im Sinne der Logik des kompakten Hofhauses teilen sich benachbarte Gebäude keine Gebäudeabschlusswand, sondern jedes Gebäude verfügt über seine eigenen, separat gegründeten Abschlusswände mit Trennfugen auf den Grundstücksgrenzen. Hier ergeben sich Synergieeffekte beim Brand- und Schallschutz. Die Schallschutzthematik zwischen nachbarlichen Höfen ist vergleichbar mit Situationen zum öffentlichen Raum: zwar verschärft, dafür mit mehr Möglichkeiten der Bewältigung.

Von Gebäudeklasse 1 bis 3 sind typengeprüfte brennbare Gebäudeabschlusswände anstelle von Brandwänden zulässig:

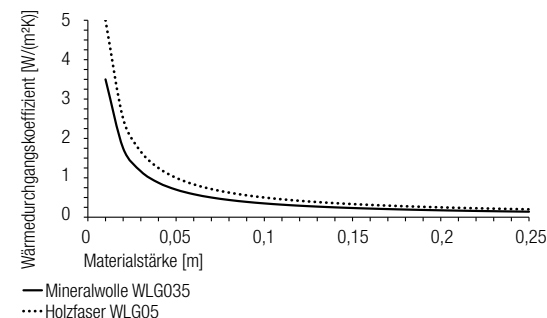


Abb. 162: Verhalten des Wärmedurchgangskoeffizienten bei steigender Materialstärke.

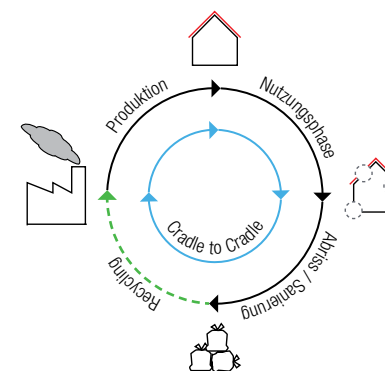


Abb. 163: Lebenszyklus eines Baustoffes für die Errichtung eines Gebäudes. In den einzelnen Kreislaufabschnitten muss teilweise auch der Transport berücksichtigt werden.



## Bauprozess – Baustellenorganisation

Es ist offenkundig, dass die kleinflächigen Grundstücke wenig Platz zum Lagern, für Arbeitsvorbereitungen und für übliche Baustelleneinrichtungen mit einem Kran bieten.

Auch ist die Zugänglichkeit in der Regel nur von einer (schmalen) Seite möglich. Somit ist der öffentliche Raum mit behördlicher Genehmigung zum Anliefern, Lagern und Aufstellen eines Krans während der Bauzeit einzubeziehen. Zusätzlich oder alternativ kann ein Innenhof als Lagerfläche oder gegebenenfalls auch zur Kranaufstellung dienen.

Die Realisierung erfolgt wie üblich geschossweise. Je höher der Vorfertigungsgrad der Bauteile, desto schneller und einfacher wird der Bauprozess und die Baustelle zu organisieren sein. Bis zu fünf Gebäude sind voraussichtlich mit einem Kran als Bauabschnitt zu bewältigen.

Unterkellerungen von Gebäuden sind im Bauablauf und mit Bauabschnitten so zu organisieren, dass aufwendige Unterfangungen umgangen werden.

Über die Außenräume bzw. Höfe können auch zu einem späteren Zeitpunkt über Krane schwere und sperrige Objekte in

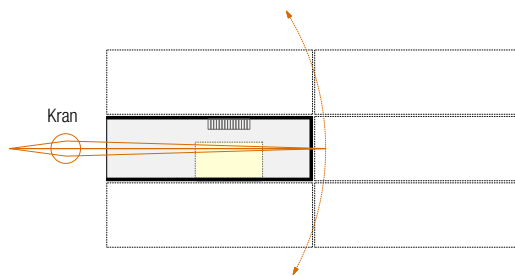


Abb. 181: Typische Baustellensituation eines kompakten Hofhauses in schematischer Darstellung.

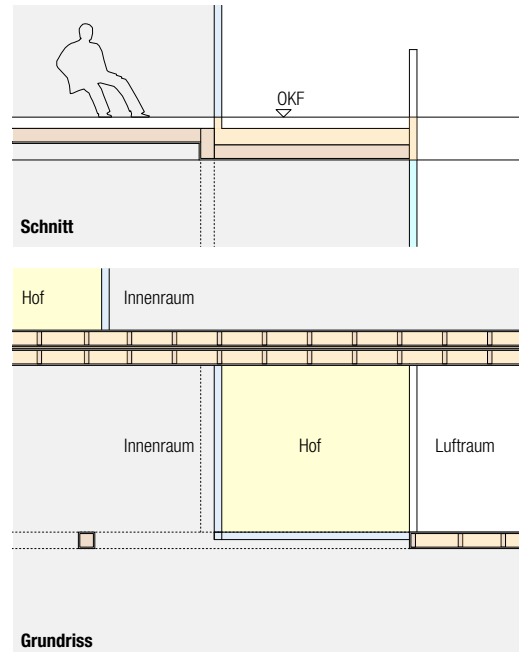


Abb. 182: Konstruktionsbeispiel in Holzrahmenbauweise.

die Tiefe des Gebäudes eingebracht werden, wenn großzügig zu öffnende Glasfassaden zum Hof und/oder öffentlichen Raum zur Verfügung stehen.

Fazit: Mit überlegter Baustellenorganisation und Logistik, einem vorteilhaften hohen Vorfertigungsgrad und Just-in-time-Anlieferungen sind keine schwerwiegenden oder außergewöhnlichen Probleme zu erwarten, vergleichbar mit Baustellen in beengten innerstädtischen Lagen, beispielsweise in Baulücken.

## Holzrahmenbauweise mit Brettstapeldecken bis Gebäudeklasse 4

z. B. Umkehrdach, wasserführende Ebene 15 cm unter OKF

Brettstapeldecke

z. B. Elementfassade, Metallrahmen mit Füllungen (thermisch getrennt)  
Dreifachisolierverglasung (transparent, transluzent), Dämmpaneele

Gebäudeabschlusswände:

Holzständerwand, nicht brennbare Bekleidung, hochfeuerhemmend, typengeprüft

Tragende Wände und Stützen: hochfeuerhemmend, nicht brennbar bekleidet

Abb. 196, rechte Seite: Straßenraum eines urbanen Quartiers mit kompakten Hofhäusern nach Konzept K1.

Abb. 195: Perspektive zu Typ 121-K1-3-1-2.8.



Werden Ensembles oder Quartiere durch vielfache Addition gleicher oder verwandter Typen realisiert, ist eine wirtschaftliche Serienproduktion auch mit individuellen Anpassungen nach dem Prinzip des Baukastens möglich. Mit Verzicht auf eine aufwendige Unterkellerung lässt sich die Fundamentierung auf eine frostfrei gegründete Bodenplatte und entsprechende Maßnahmen für Hausanschlüsse (in den Zeichnungen nicht dargestellt) reduzieren.

Eine trockene Montagebauweise, auch für Bodenaufbauten, erspart Austrocknungszeiten. Vorgefertigte Installationswände stellen für die Bäder eine weitere Option dar. All diese Maßnahmen und Faktoren sind geeignet, die Baukosten trotz der begrünten Flachdachkonstruktionen auf ein marktgerechtes Niveau zu bringen.

#### Natürliche Belichtung

Mit Ausnahme des Bades im ersten Obergeschoss werden alle Innenräume natürlich über die Straßenfassade, Hoffassaden oder zusätzliche Dachoberlichter belichtet. Die vorangegangene Überlegung zur Orientierung des Hofes wird hier nochmals aufgegriffen (Abb. 198).

Durch die Drehung des Gebäudetyps in eine Lage, bei der die Diagonale des Hofes parallel zum Sonnenverlauf liegt, reduziert sich der Anteil einer zu geringen Belichtung (während der Belegungszeit bleiben im Mittel etwa fünf Prozent des Flächenanteils unter 100 Lux).

Die Verbesserung ist besonders gut im Schlafzimmer neben dem Bad des ersten Obergeschosses erkennbar. Das zweite Obergeschoss ist ausreichend mit Tageslicht versorgt, hier führt eine Drehung eher zu einem Überangebot.

Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung benötigt das oberste Stockwerk entsprechenden Sonnenschutz, ebenso die Straßenfassade bei einer Orientierung zwischen Südost und Südwest.

Abb. 215: Perspektivische Darstellung eines Straßenraums mit Varianten nach Konzept K2 (linke Straßenseite) und K6 (rechte Straßenseite).



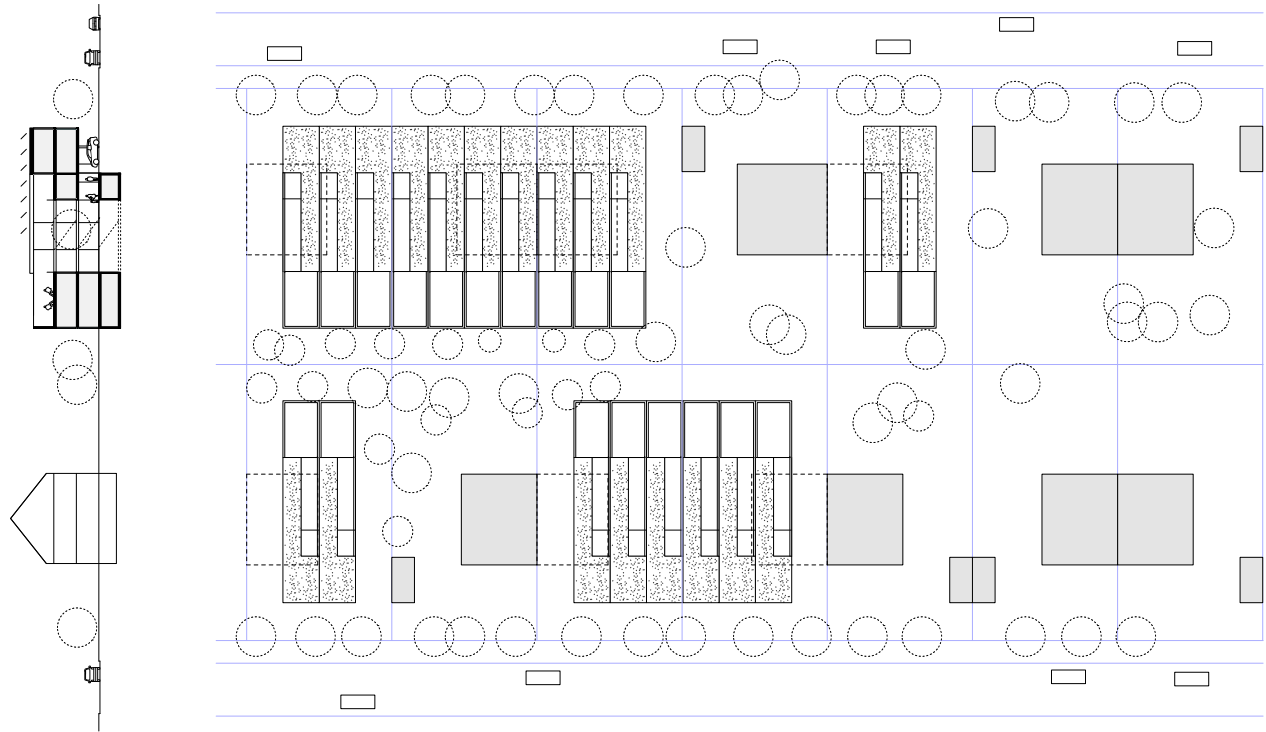


Abb. 238: Fallbeispiel für den Umbau einer typischen Siedlung aus den 1960er-Jahren mit geringer Dichte in eine langfristig wesentlich nachhaltigere urbane Struktur. Schematische Darstellung eines zeitlichen Zwischenstandes, Lageplan und schematischer Schnitt, Maßstab 1:1000.

Doppelhaushälften mit Garagen als Grenzbebauung auf etwa 700 m<sup>2</sup> großen Grundstücken bilden den Bestand. Die zweigeschossigen Gebäude (EG + 1. OG + ausgebautes Dach) weisen etwa eine Bruttogeschossfläche von 200 bis 220 m<sup>2</sup> aus, was einer Ausnutzung des Baugrunds bzw. einer Geschossflächenzahl (GFZ) von 0,3 entspricht.

Mit schmalen und tiefen kompakten Hofhäusern (z. B. nach Konzept K1) lässt sich unter Einhaltung der Abstandsflächen (1/2 × H) zu den bestehenden

konventionellen Gebäuden und Grundstücksgrenzen die Ausnutzung bzw. Geschossflächenzahl auf 1,4 steigern. Der ca. 50 bis 60 Jahre alte Bestand (im Regelfall noch unsaniert) wird dabei in Schritten durch kompakte Hofhäuser ersetzt. Dies kann gleichzeitig mit einer Teilung der Grundstücke in vier schmale Parzellen mit jeweils 175 m<sup>2</sup> einhergehen, welche bei Bedarf einzeln veräußert werden können.

Bei Grundstückspreisen in Metropolregionen von 1000 bis 5000 Euro pro Quadratmeter lassen sich so von einem Grundstücksbesitzer ca. 500 000 bis 2,5 Millionen Euro erwirtschaften. Die Erhöhung des Baurechts wird im Regelfall nach Gesetzen der Marktwirtschaft die Bodenpreise noch weiter steigen lassen. Dadurch wird ein starker wirtschaftlicher Anreiz zum Abriss, Verkauf und Neubau geschaffen, dem sich voraussichtlich nur wenige entziehen können. Damit lassen sich nicht nur die Kosten für die Sanierung der bestehenden

konventionellen Gebäude (ca. 150 000 bis 300 000 Euro) einsparen, sondern auch gleich der Neubau komplett finanzieren und womöglich Geldmittel für andere Lebensbereiche und Investitionen schaffen. Selbst das Interesse angestammter Eigentümer und Nutzer im Ruhestand könnte so geweckt werden, wenn dadurch etwa notwendige häusliche Pflege und Barrierefreiheit ermöglicht wird oder Baugrund für Kinder und Enkelkinder generiert wird.

So entsteht für Bauwillige, Kaufinteressenten und Investoren wertvoller Baugrund in guten Lagen (Innenentwicklung). Die Wohnqualität eines solchen kompakten Hofhauses (mit zentralem Innenhof, nicht einsehbarer Dachterrasse, integriertem Stellplatz, großzügigen Abstellflächen etc.) wird gleichzeitig die des vorhandenen konventionellen Gebäudes weit übertreffen. Das Angebot an Dienstleistungen im Quartier wird mit der höheren Dichte ebenso verbessert.