

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).

Technische Universität Wien

diplomarbeit

„Hofhäuser in Thurnharting (OÖ)“
Verdichteter Wohnbau in Hanglage

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom- Ingenieurs unter der Leitung von

Univ. Lektor Oberrat Dipl.Ing. Dr.tech. Herbert KECK
E253/2 Institut für Architektur und Entwerfen
Abteilung für Wohnbau und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Werner Hödlmayer
0125469
Rollingergasse 7
1120 Wien

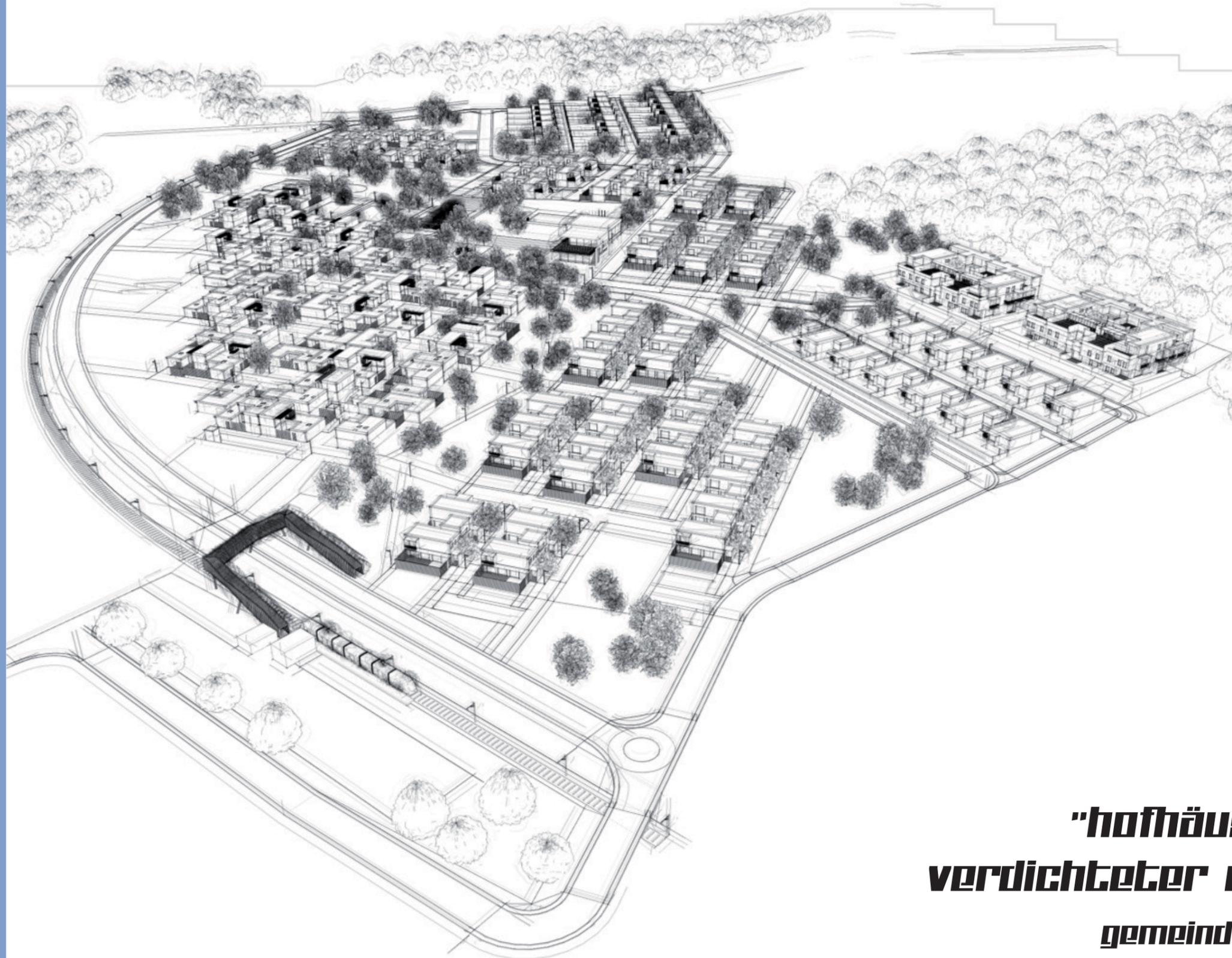
und

Clemens Michael Kalß
9826363
Zimmermannplatz 1
1090 Wien

Wien, Oktober 2008

DANKSAGUNG

- > unseren Eltern für die Unterstützung und Ermöglichung des Studiums
- > Herrn Dr. Keck und Herrn Dr. Krec für die Unterstützung und die Betreuung der Arbeit
- > Bürgermeister Peter Mair für die Bereitstellung des Planungsgebiets und der nötigen Unterlagen
- > unseren Lisi's für die Geduld und den Beistand



***“hofhäuser in thurnharting”
verdichteter wohnbau in hanglage
gemeinde pasching, oberösterreich***

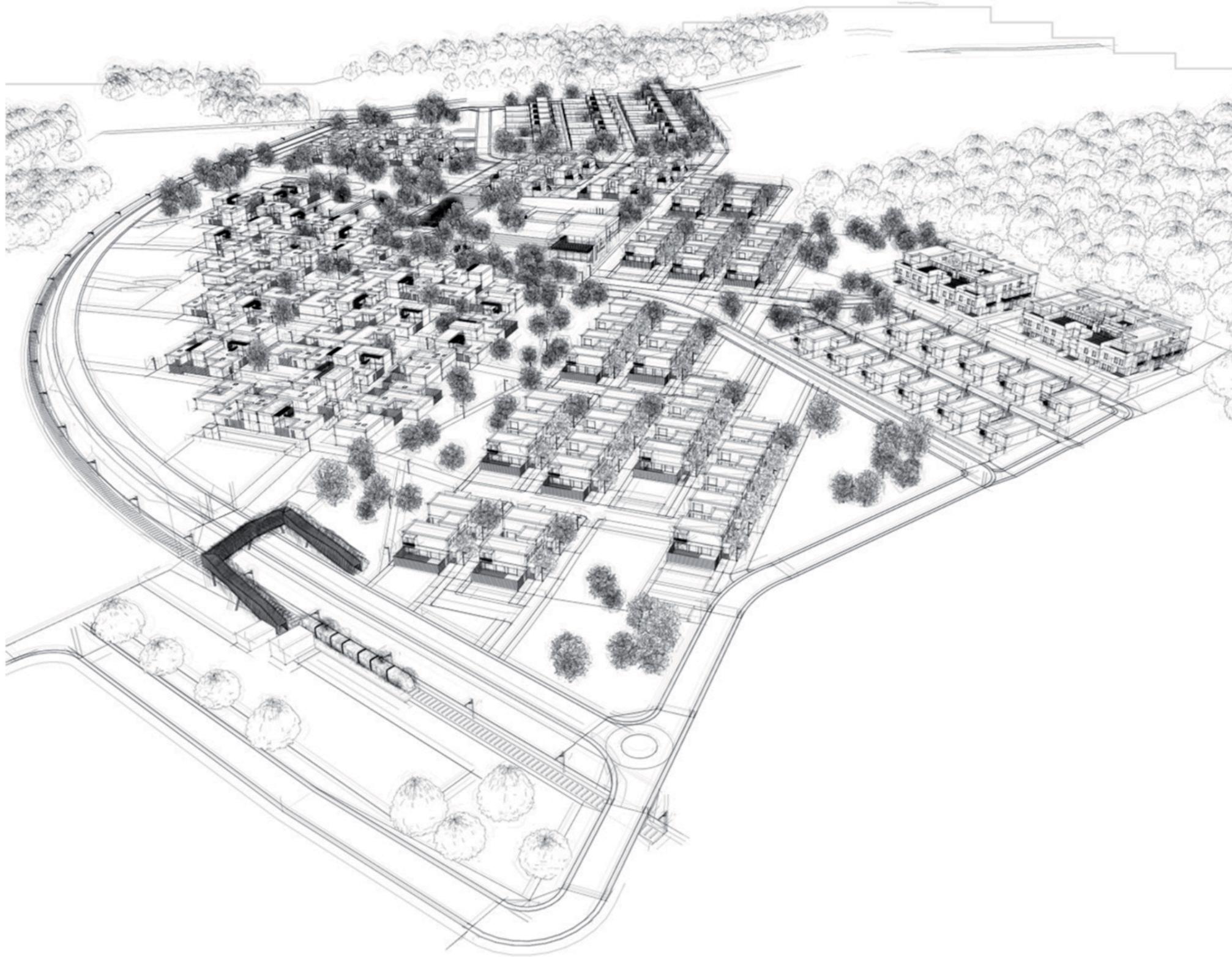
vorwort	5
01 einleitung	6
<i>nachhaltigkeit, holzleichtbau, flächenverbrauch</i>	
02 masterplanung	14
<i>standort, örtliches entwicklungs-konzept, entwurfsplanung, höhenent-wicklung, siedlungsplanung im detail</i>	
03 gebäudetypologie	41
<i>typ1, typ2, typ3, typ4, typ5</i>	
04 siedlungsimpressionen	70
<i>plätze, wege, ausblicke</i>	
05 konstruktion	80
<i>holzriegelbau, aufbauten, fassadenschnitte</i>	
06 thermische gebäudesimulation	87
<i>passivhausstandard, hwk & heizlast, sommertauglichkeit, haustechnik-konzept</i>	
07 anhang 101	101
<i>u-werte, abbildungs-, literaturverzeichnis</i>	

Der Begriff `Nachhaltigkeit` ist heute allgegenwärtig. Meist geht es in dem Zusammenhang um erneuerbare Energien, aber auch mit einer weiteren Ressource muss nachhaltig umgegangen werden: mit unserem Boden.

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Siedlungsstrukturen im ländlichen Raum stark verändert, das freistehende Einfamilienhaus hat mit steigendem Wohlstand einen Boom erlebt und dadurch zur Zersiedelung der vorhandenen Freiflächen beigetragen. Vor allem der Wunsch nach mehr Raum, einem eigenen Garten und einer Rückzugsmöglichkeit spielte dabei eine Rolle. Heute muss man sich die Frage stellen, ob das klassische Einfamilienhaus diesen Wünschen auch gerecht wird und ob neue Siedlungskonzepte nicht eine bessere Antwort und gleichzeitig auch einen nachhaltigeren Umgang mit der Ressource Land bieten könnten.

Diese Diplomarbeit stellt ein Beispiel für eine neue (alte) Siedlungsform aus Hofhäusern dar und zeigt, dass gerade durch eine Verdichtung interessante Strukturen mit ausreichend großen und absolut intimen Freibereichen entstehen können. Daneben steigert sie in hohem Maß die Energieeffizienz.

Das Ortsbild von Thurnharting, einer kleinen Gemeinde südwestlich von Linz, prägt noch eine monofunktionale Einfamilienhausstruktur, doch es besteht der Wunsch der Gemeinde unter Bürgermeister Peter Mair, für die vielfach vorhandenen Erweiterungsflächen neue Konzepte zu erarbeiten und damit einen Beitrag für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung zu leisten.



01 einleitung

Begriffsdefinition¹

Der Ursprung des Nachhaltigkeitsbegriffes liegt in der Forstwirtschaft, wobei er jenen Grundsatz beschreibt, dass in einem bestimmten Zeitraum nicht mehr Holz dem Wald zu entnehmen ist als dieser in selbiger Zeit reproduzieren kann. Seitdem die Begrenztheit der Ressourcen in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt ist, bieten Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung auf internationaler Ebene vermehrt Anlass zur Diskussion. Eine klare Definition des Begriffes formulierten die Teilnehmer des UN-Umweltgipfels 1992, indem sie Nachhaltigkeit als einen „Wirtschaftsprozess, der langfristig aufrechterhalten werden kann, ohne das Ökosystem Erde zu überlasten“² umschrieben.

Folgende drei Kriterien gelten als wichtigste Voraussetzungen für eine globale nachhaltige Entwicklung:

- Biologische und genetische Vielfalt der Erde müssen erhalten bleiben
- Nutzungsrate und Regenerationsrate von Ressourcen müssen im Gleichgewicht bleiben
- Schadstoffemissionen dürfen Schadstoffadsorptionskapazität nicht überschreiten

Nachhaltiges Bauen³

Die Begriffe „Nachhaltigkeit“ bzw. „nachhaltige Entwicklung“ als Konsequenz von Umwelt- und Entwicklungsproblemen prägen nahezu alle Bereiche des menschlichen Handelns und mittlerweile spielen sie auch im Bauwesen eine elementare Rolle. Im Mittelpunkt steht hier die Zukunftsfrage, welche Rahmenbedingungen eine möglichst langfristige ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Tragfähigkeit menschlichen Handelns sicherstellen.

Das Bauwesen an sich als Wirtschaftsbereich macht über 7% des Bruttoinlandsprodukts aus und ist mit vielen anderen ökonomischen Teilbereichen eng verbunden. Alle zusammen wiederum setzen enorme Mengen von Ressourcen um – von der Rohstoffgewinnung bis hin zur Entsorgung – was natürlich entsprechende Wirkung auf die ökologische Säule der Nachhaltigkeit ausübt. Gleichzeitig verändern sich die Ansprüche auf Bauwerke, im Wohnbau beispielsweise wird nunmehr eine Nutzungsdauer von 80 bis 100 Jahren veranschlagt.

Um diesen neuen, veränderten Anforderungen in der Baubranche zu entsprechen, werden flexiblere Konstruktionen benötigt, die gleichzeitig eine hochwertige Verwertung ermöglichen. Leichtbauweisen – bei entsprechender Gestaltung der konstruktiven Details – eignen sich dafür hervorragend. Aus ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Hinsicht spielen hier die bestmögliche Nutzung des regenerativen Rohstoffes und Energieträgers Holz bis hin zur thermischen Verwertung und optimierten Verwendung von Sekundärressourcen eine Schlüsselrolle.

Im Folgenden werden einige Auswirkungen des Holzleichtbaus auf die Nachhaltigkeit angeführt:

- Reduktion der Baumaterialien
- Erhöhung der regenerierbaren Material- und Energieanteile (regional verfügbare Ressourcen)
- Effiziente Bewirtschaftung der in den Gebäuden gespeicherten Materialien bzw. Steigerung der Ressourceneffizienz

¹ Vgl. BAU.GENIAL (Hg.): Schwerpunkt Nachhaltigkeit. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus (Wien 2007) S. 6f.

² Ebd. S. 6

³ Vgl. Ebd. S. 4-13

- Positiveffekt gegen den Klimawandel durch die Kohlenstoffbindung des Holzes bei gleichzeitig energetischem und stofflich verwertbaren Potential
- Reduktion des Treibhauseffekts durch Substituierung fossiler CO₂-Emissionen
- Reduktion des Abfallaufkommens

Voraussetzung für die Umsetzung nachhaltigen Bauens auch in nächster Zukunft sind eine Reihe von Normen und Richtlinien, die von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeitet wurden und werden. Die Einhaltung dieser Regeln in der Praxis soll von unabhängigen Dritten gewährleistet werden.

Die Erreichung von Nachhaltigkeit auf nationaler wie internationaler Ebene basiert auf übergeordneten politischen Zielen, Strategien und Aktionsplänen, vorgegeben von internationalen Institutionen. Die nationalen Programme werden unter Berücksichtigung der regionalen Möglichkeiten entwickelt und mit finanziellen Anreizen verknüpft, so zum Beispiel mit Wohnbau- und Forschungsförderungen. Ökologische und gesundheitsrelevante Kriterien finden außerdem zunehmend Eingang im Baurecht. Im Weiteren werden auf ökonomischer Ebene vermehrt Objekte mit Nachhaltigkeitsprofil gefordert. Für Immobilieninvestoren entscheiden nicht nur minimale Lebenszykluskosten von Gebäuden sondern auch geringe Schadwirkungen für Mensch und Umwelt sowie die allgemeine Berücksichtigung gesundheitlicher Aspekte.

Im Generellen lässt sich aus der Fülle von bestehenden und geplanten Initiativen sowie Programmen schließen, dass sich zusätzlich zu den bisherigen grundlegenden Kriterien des Bauwesens wie Tragfähigkeit, Ästhetik, Bauwesen etc. der Aspekt der Nachhaltigkeit als fest verankerter Bestandteil in allen Phasen den Bauprozesses etablieren wird.

Planung eines Nullenergieprojekts ⁴

Nachhaltiges Bauen versteht sich nicht als neue Architektursprache. Vielmehr wird durch den optimalen Einsatz der Baumaterialien ein energieeffizientes Gebäude mit einer intelligenten Hülle und ausgewogener Haustechnik konzipiert. Konstruieren rückt wieder stärker ins Zentrum architektonischen Schaffens. Neue Materialien generieren eine neue Ästhetik. In einem ausgewogen konstruierten, energieeffizienten Gebäude stehen die Sparstrategie und die Gewinnstrategie unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten im Gleichgewicht. Die Sparstrategie ist aus dem Passivhausstandard bestens bekannt: Eine kompakte Gebäudeform und eine gute Dämmung reduzieren die Transmissionsverluste, eine kontrolliert dichte Gebäudehülle reduziert die Lüftungsverluste. Durch die Haustechnik werden Energiekreisläufe der Medien Luft und Wasser durch Wärmerückgewinnung geschlossen. Abluft und Abwasser wird jeweils die Wärme entzogen und der Frischluft respektive dem Frischwasser zugeführt. Doch auch die Gewinnstrategie wird im Passivhausstandard betrachtet. Große Fensteröffnungen erzeugen auf der Südfassade solare Gewinne. Eine solche vereinfachte Konstruktionsweise ist allerdings ungenügende, weil der Komfort darin unberücksichtigt bleibt. So führen Überhitzungen des Innenraums in der Realität im Winter zu geringerem Energienutzen und im Sommer zu Komfortproblemen.

Ein solarthermisches System muss daher immer mit dem Zusammenspiel von vier relevanten Komponenten konstruiert werden:

⁴ vgl. Dietrich Schwarz: Nachhaltiges Bauen, Detail- Zeitschrift für Architektur, 47. Serie 2007, 6. Ausgabe „Energieeffiziente Architektur“)

Material	Dichte [Kg/m ³]	Primärenergieinhalt PEI ne [MJ/kg]	Treibhauseffekt GWP 100 [kg CO ₂ Äquiv./kg]	Versäuerung [g SO ₂ - Äquiv./kg]
Metallische Baumaterialien				
Armierungsstahl	7800	13	0,8	3,6
Stahl niedrig legiert	7800	43	2,9	14
Aluminium Blech eloxiert	2700	127	7,19	61,73
Mineralische Materialien				
Vollziegel	1800	2,7	0,25	0,9
Normalbeton	2000	0,8	0,13	0,5
Gipskartonplatte	850	5,1	0,3	0,8
Kunststoffe				
PVC	1340	63	2,2	16
Polyethylen	940	97	2,6	19
Nachwachsende Materialien				
Schnittholz	450	3,3	-1,55	1,95
Brettschichtholz	450	11,3	-1,74	4,81
Spanplatte	650	6,5	-1,3	3,2

Tabelle 1: Ökologische Kennzahlen für verschiedene Baumaterialien gemäß IBO-Bauteilkatalog (1999)
Quelle: IBO-Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

1. Die transparente Wärmedämmung: Diese kann auch ein Isolierglas sein. Das Sonnenlicht dringt in das Gebäude ein, die Wärme kann dieses nicht mehr verlassen.
2. Der Absorber: Dieser kann auch selektiv sein; das Sonnenlicht wird an einer dunklen Oberfläche absorbiert, also in Wärme umgewandelt, gleichzeitig wird die Wärmeabstrahlung unterdrückt.
3. Der Speicher: Die absorbierte thermische Energie wird in Form von Masse gespeichert und zeitverzögert an den Innenraum abgegeben – etwa als Strahlungswärme.
4. Der Überhitzungsschutz: Bei überschüssigem solaren Energieeintrag wird die Überhitzung des Systems unterbunden.

Optimal eingesetzte passivsolare Gewinnsysteme führen zu einer Reduktion der Energiekennzahl um 30 – 50 %. Passiv- und Nullenergieprojekte lassen sich dadurch einfacher konstruieren.

Auch in der Lehre müssen ernsthafte Schritte unternommen werden. Dabei lässt sich feststellen, dass das Interesse der Studierenden sehr groß ist. Aus diesem Grund erscheint es also durchaus angemessen, an jeder Hochschule oder Universität, an der Architektur unterrichtet wird, auch mindestens einen Masterkurs für nachhaltiges Bauen anzubieten – mit den Hauptfächern Entwerfen und Konstruieren und den projektbezogenen Pflichtfächern Bauphysik, Materiallehre und Haustechnik. Nur wenn aber bei jungen Architekten das Interesse und das Verständnis für nachhaltiges Bauen geweckt und in der akademischen Ausbildung überdies eine solide Grundlage für das Konstruieren gelegt wird, kann es gelingen, die enormen Herausforderungen durch die Energieknappheit unseres Jahrhunderts zu meistern.

Holzleichtbau⁵

Nachfolgend werden jene Regeln und Kriterien kurz zusammengefasst, die bei Holzleichtbauweisen zu beachten bzw. für die Nachhaltigkeit von Bedeutung sind:

- Holz ist einer der (mengenmäßig) wichtigsten regenerierbaren Rohstoffe, dessen regionales Potential zu berücksichtigen ist;
- Reduktion der Massenflüsse an Baumaterialien und somit auch Transportminimierung;
- Sorgfalt und Qualität in Planung sowie Ausführung in Hinblick auf einen weitgehend wartungsarmen Betrieb;
- Berücksichtigung der Nutzung von Sekundärressourcen schon während der Planungsphase;
- Erhöhung des Kohlenstoffspeichers im Gebäudebestand – zusammen mit späterer Substitution fossiler Energieträger ergibt sich eine Reduktion des Treibhauseffektes;
- Verringerung des Abfallaufkommens und damit des Deponievolumens;
- Optimale Verwertung durch Vermeidung problematischer Stoffe und zerstörungsfreie sortenreine Trennung;
- Hohes Verwertungspotential am Lebenszyklusende, somit hohe Ressourceneffizienz
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie im Gesamtsystem;
- Geringere Effekte bei Umweltwirkungen wie Treibhauseffekt, stratosphärisches Ozonabbaupotential und Photooxidantienpotential;
- Endverwertung von Holz mittel energetischer Verwertung mit hoher Effizienz;
- Neuerliche Verwendung der Verbrennungsrückstände als Rohstoffe;

⁵ Vgl. BAU.GENIAL (Hg.): Schwerpunkt Nachhaltigkeit. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus (Wien 2007) S. 20-38

Österreich besitzt eine Gesamtfläche von 83.871 km² und wird von ca. 8.302.000 Menschen bewohnt. Das entspricht einer Bevölkerungsdichte von ca. 99 Einwohnern je km².⁶

Definition von Flächenverbrauch⁷

Wird Raum- bzw. Land genutzt, so wird die Ressource „Fläche“ in Anspruch genommen. Mit dieser Flächeninanspruchnahme geht meist ein unmittelbarer und dauerhafter Verlust von biologisch produktivem Boden einher.

Als Flächenverbrauch wird die überwiegend monofunktionale Nutzung einer Fläche für biologisch unproduktive Leistungen bezeichnet, in deren Folge die „verbrauchten“ Flächen dauerhaft einer anderen (z.B. landwirtschaftlichen) Nutzung, aber auch Pflanzen und Tieren als Lebensraum entzogen wird.

Zu solchen „verbrauchten“ Flächen zählen nicht nur verbaute, sondern auch unverbaute Flächen:

- Bebaute Flächen umfassen sowohl versiegelte (z.B. Gebäude-, od. Verkehrsflächen) als auch unversiegelte (z.B. Hausgärten, Abstandsflächen,...) Flächen.
- Unbebaute Flächen beinhalten intensiv genutzte Flächen wie z.B. Parkanlagen, Materialgewinnungsstätten, Deponien,...

Bei baulichen Tätigkeiten auf diesen Böden, wie z.B. für Wohnen, Verkehr, Industrie, Gewerbe, usw., werden sie dabei tatsächlich „verbraucht“, da Böden im Gegensatz zu erneuerbaren Ressourcen wie Biomasse oder Wasser zu den nicht oder nur mit großem Aufwand regenerierbaren (zumindest innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe) Naturgütern zählen und bauliche Tätigkeiten die intensivsten und eingriffsstärksten Nutzungsformen für den Boden darstellen.

Die Regel, dass die Verbrauchsrate erneuerbarer Ressourcen ihre Regenerationsrate nicht übersteigen darf, ist eine der wichtigsten Regeln im nachhaltigen Ressourcenmanagement und auf eine erschöpfliche Ressource wie den Boden nicht anwendbar.

Nachdem wir unsere Böden also nicht vermehren können und eine fortschreitende Flächeninanspruchnahme durch Versiegelung, Bebauung und Überbauung zu einer irreversiblen Verknappung der verfügbaren Flächenressourcen führt, müssen wir in Hinblick auf zukünftige Generationen die Neuversiegelung deutlich reduzieren.

Begriff Versiegelung⁸

Wenn Boden durch harte Oberflächenbeläge mit undurchlässigen Materialien oder durch Überbauung mit Gebäuden von der Atmosphäre getrennt wird, so bezeichnet man diese Fläche als versiegelt, wobei der Versiegelungsgrad angibt, wie viel Prozent der Gesamtfläche versiegelt sind.

Besonders Bau- und Verkehrsflächen versiegeln den Boden, wobei der Anteil der versiegelten Flächen an den Bauflächen (2290 km²) 33% und an den Verkehrsflächen (1952 km²) rd. 60% beträgt. Insgesamt liegt also der Versiegelungsgrad der verbrauchten Fläche in Österreich bei über 45% (ca. 1818 km²).

⁶ <http://wko.at/statistik/eu/europa-bevoelkerung.pdf>

⁷ Vgl. Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 7,8

⁸ Vgl. Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 24

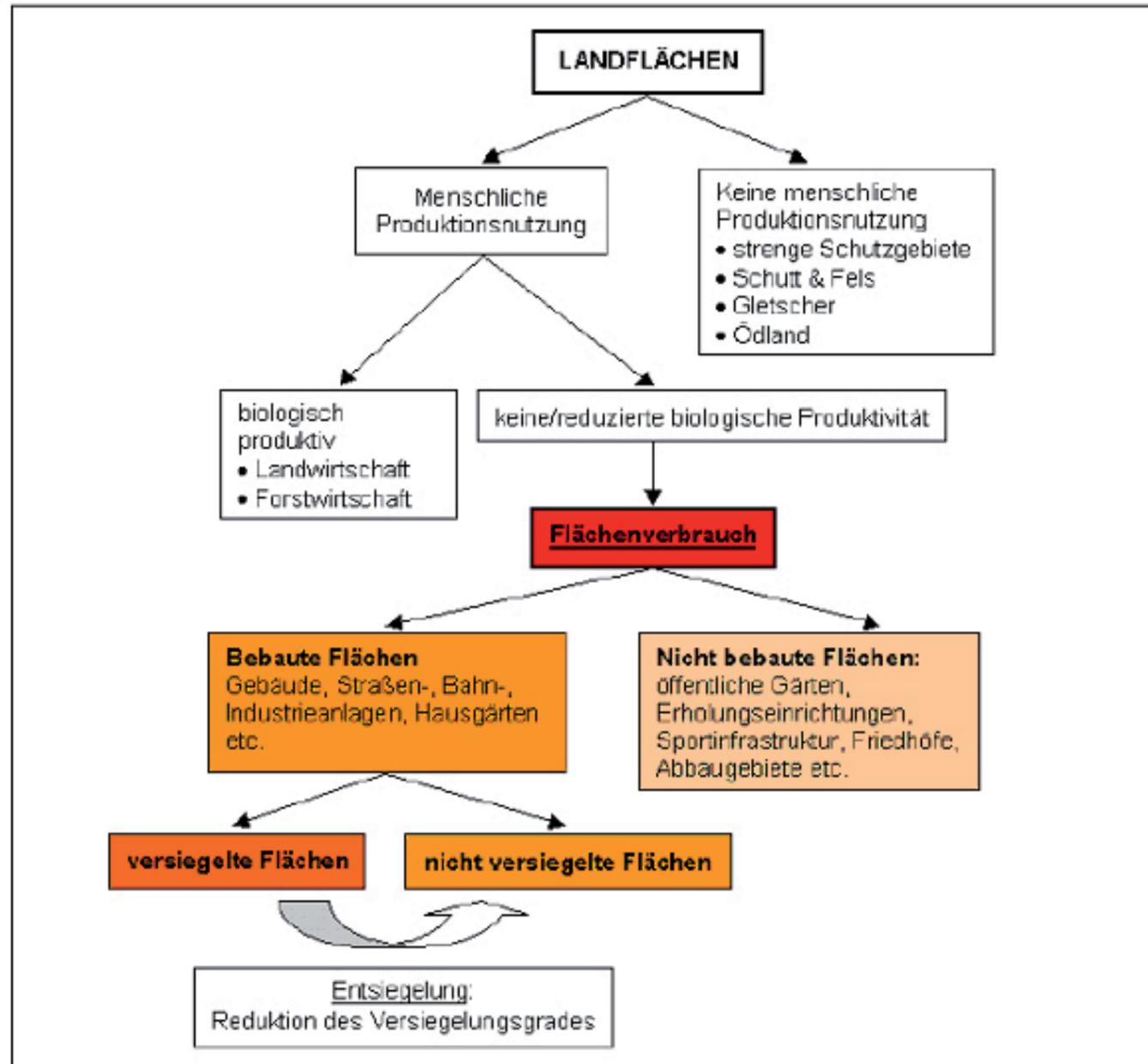


Abb.01: Modell zur Gliederung der Bodennutzung

Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 9

flächenverbrauch

Siedlungstyp	Kosten [EUR] je Wohneinheit
Kompakte Ortschaft	7.300 – 18.200,-
Ort mit großen Baulandreserven	21.800 – 29.100,-
Dynamische Streusiedlung	29.100 – 40.000,-
Agrarische Streusiedlung	> 40.000,-

Abb.02: Investitionskosten für Erschließung
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 12

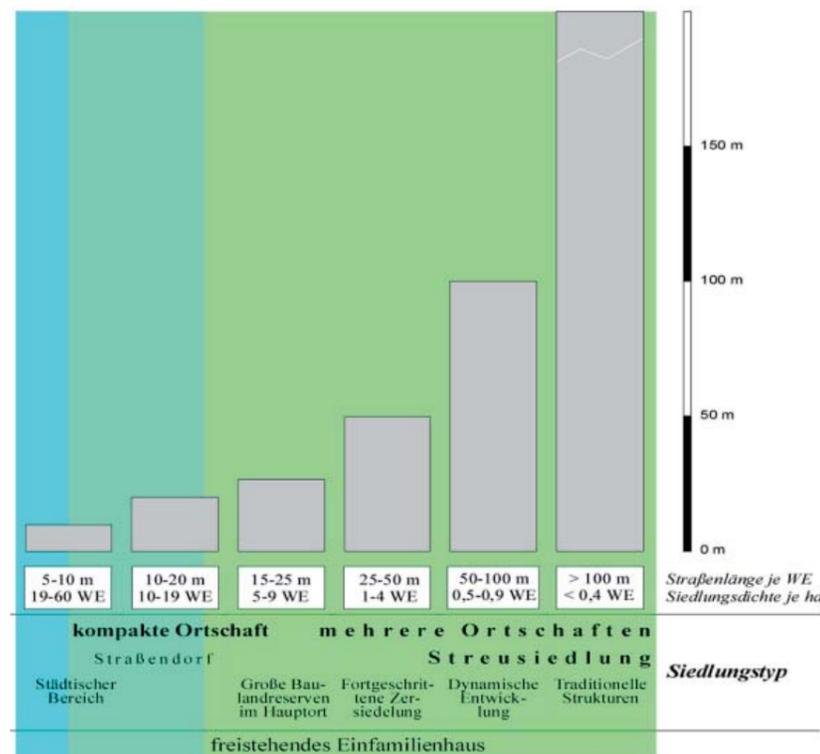


Abb.03: Zusammenhang zwischen Bebauungsart und Flächenverbrauch
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 13

Folgen des Flächenverbrauchs⁹

Ein erhöhter Flächenverbrauch hat sowohl ökologische als auch ökonomische Folgen. So erfüllt ein naturbelassener Boden viele Funktionen, wie etwa die Regelung des Wasserhaushaltes und von Stoffkreisläufen, Lebensraumfunktionen für Pflanzen und Tiere und ökologische Ausgleichswirkungen wie eine Filter- und Pufferfunktion und Umwandlung von Schadstoffen.

Durch die Verbauung und der damit verbundenen Versiegelung des Bodens wird das vielfältige Bodenpotential mehr oder weniger auf die alleinige Nutzung als Träger für Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur beschränkt, der Boden vom Luft- und Wasserhaushalt abgeschnitten, das Bodengefüge zerstört und die Bodenentwicklung unterbrochen. Selbst durch Rückbauten ist die ursprüngliche Bodenfruchtbarkeit innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe nicht wieder herstellbar.

Durch die Zersiedelung und ein ständig dichter werdendes Verkehrsnetz werden die Lebensräume überproportional zur tatsächlich verbrauchten Fläche eingengt und zerschnitten. Das führt zu einem Verlust an biologischer Vielfalt.

Auch das regionaltypische Landschaftsbild verändert sich durch immer zerstreuter liegende Siedlungen und die Landschaft wird für Erholungs- und Freizeitnutzungen beeinträchtigt.

Zersiedelung hat aber auch noch externe Umwelteffekte, so führt sie beispielsweise zu erhöhten CO₂- und Schadstoffemissionen durch längere Verkehrswege.

Zu den ökonomischen Folgen überhöhten Flächenverbrauchs zählt ein dauerhafter Verlust an land- und forstwirtschaftlichen Produktionsflächen, da in Österreich ein Großteil der neu bebauten und versiegelten Flächen zu Lasten von landwirtschaftlichen Nutzflächen geht.

In den österreichischen Tälern und Becken, die sich am besten für Siedlungstätigkeiten eignen, liegen auch gleichzeitig die Böden mit dem höchsten landwirtschaftlichen Ertragspotential. Gerade in Gebieten mit einem großen Siedlungsdruck und einer hohen Nachfrage nach Freizeiteinrichtungen werden oft landwirtschaftlich hochproduktive Flächen aus ökonomischen Gründen in Bauland umgewidmet.

Die EU schätzt, dass in den nächsten Jahrzehnten im EU-Raum 30-80% der derzeit landwirtschaftlich genutzten Flächen einer agrarfremden Nutzung zugeführt werden könnten.

Die Waldflächen in Österreich nehmen zwar kontinuierlich zu (rd.5.100ha/Jahr), da die Flächengewinne (12.400ha/Jahr) die Flächenverluste (7.300ha/Jahr) übersteigen. Rodungen und eine darauf folgende Flächennutzungsänderung ergeben dabei die Flächenverluste und diese finden wiederum zu 55% für Siedlungs- und Siedlungsfolgenutzung statt. Vor allem Regionen mit ohnehin geringem Waldanteil wie etwa rund um urbane Ballungsräume sind davon betroffen. Das kann zu einer Beeinträchtigung der gerade in diesen Regionen benötigten Umwelt- und Sozialfunktionen des Waldes führen.

Auch die volkswirtschaftlichen Kosten infolge übermäßigen Flächenverbrauchs sind nicht zu unterschätzen. Denn weit gestreute Siedlungsstrukturen im Vergleich zu kompakten Siedlungsformen verursachen höhere Kosten für die Wohnraumbeschaffung, die Errichtung und Instandhaltung der Erschließung und von technischen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen wie Wasser, Abwasser und Elektrizität.

Dabei ist der Bedarf an öffentlichen Mitteln in Streusiedlungsgebieten um das Zwei- bis Fünffache höher als in geschlossenen Ortschaften und in Suburbanisierungsgebieten um das bis zu Zehnfache höher als in städtischen Gebieten. Das heißt, die Erschließungskosten steigen parallel zum Flächenverbrauch

⁹ Vgl. Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 9-13

Flächenverbrauch

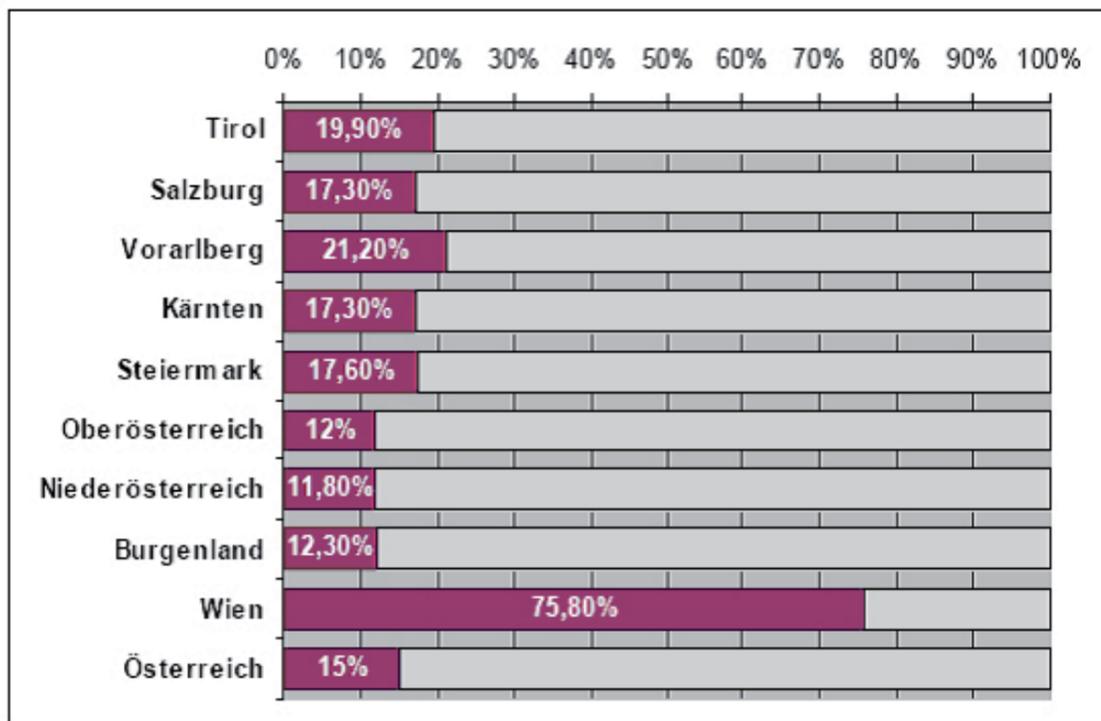


Abb.04: Dauersiedlungsraum des Gesamtgebietes nach Bundesländern
 Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 18

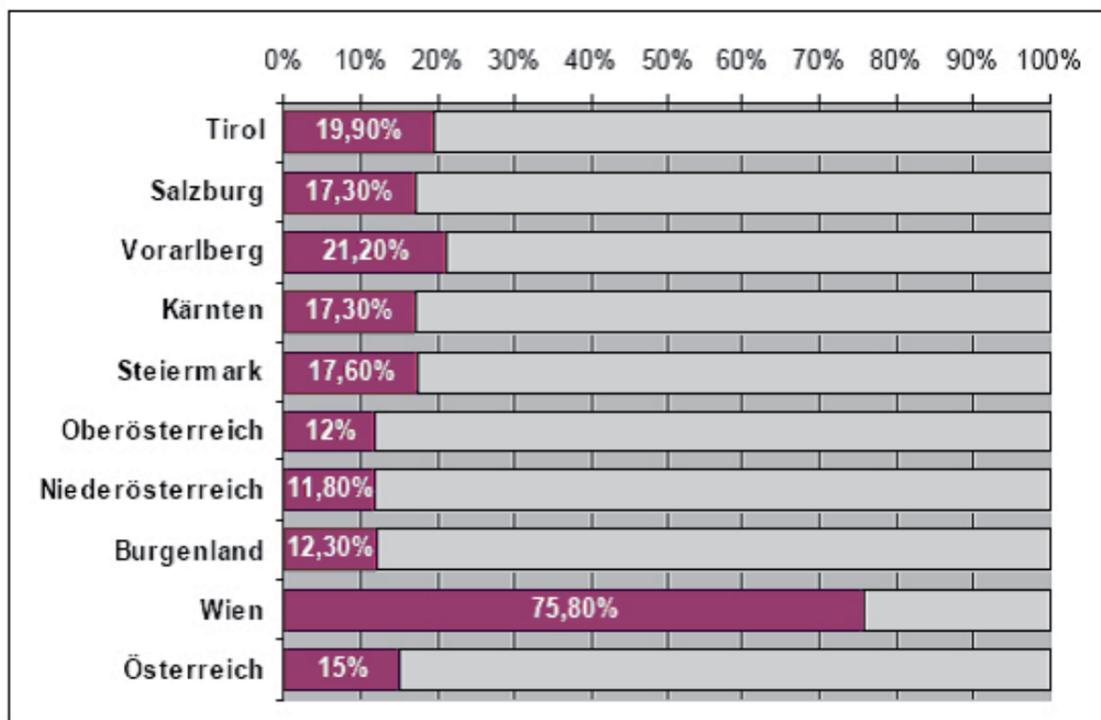


Abb.05: Flächenverbrauch des Dauersiedlungsraumes nach Bundesländern
 Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 18

mit abnehmender Siedlungsdichte überproportional an. So weisen Städte und kompakte Siedlungsstrukturen mit Geschosswohnungsbau im Durchschnitt ca. 10 bis 60 Wohneinheiten pro ha und dabei 5 bis 20 m Straßen- und Leitungslänge auf, während die Zahlen in Streusiedlungsgebieten bei 0,4 bis 9 Wohneinheiten pro ha und 15 bis über 150 m für Straßen und Leitungen liegen.

Status und Trends des Flächenverbrauchs¹⁰

Rund drei Viertel der Gesamtfläche Österreichs von 84.000km² werden land- oder forstwirtschaftlich genutzt, ca. 20% werden nicht unmittelbar durch den Menschen genutzt (Alpen, Gewässer, Ödland,...) und 5,4%, also 4.519km² (Stand 1.1.2005) des österreichischen Bundesgebietes werden für Siedlungsflächen (Bau- und Verkehrsflächen, Abbauf Flächen und intensiv genutzte Erholungsflächen) beansprucht. Bau- und Verkehrsflächen alleine betragen 5%, also 4.242km².

Das bedeutet, dass jeder Österreicher im Schnitt 563m² Fläche, davon 528m² an Bau- und Verkehrsflächen, verbraucht.

Da es sich bei Österreich allerdings um ein Gebirgsland handelt, sind nur 37% der Landesfläche zur dauerhaften Nutzung für Siedlungstätigkeiten geeignet. Diese Fläche nennt man Dauersiedlungsraum. Er ist die Gesamtfläche abzüglich der alpinen Grünland-, Wald-, Ödland- und Wasserflächen und umfasst die in der Grundstücksdatenbank definierten Klassen Baufläche, landwirtschaftlich genutzte Fläche, Gärten, Weingärten und Teile der sonstigen Flächen.

Jedoch liegt der Anteil des Dauersiedlungsraumes in manchen alpinen Bundesländern deutlich niedriger. So beträgt er in Tirol gar nur 11,9% und in Salzburg keine 20% der Gesamtfläche, während er in Wien mit 73,7% am höchsten liegt.

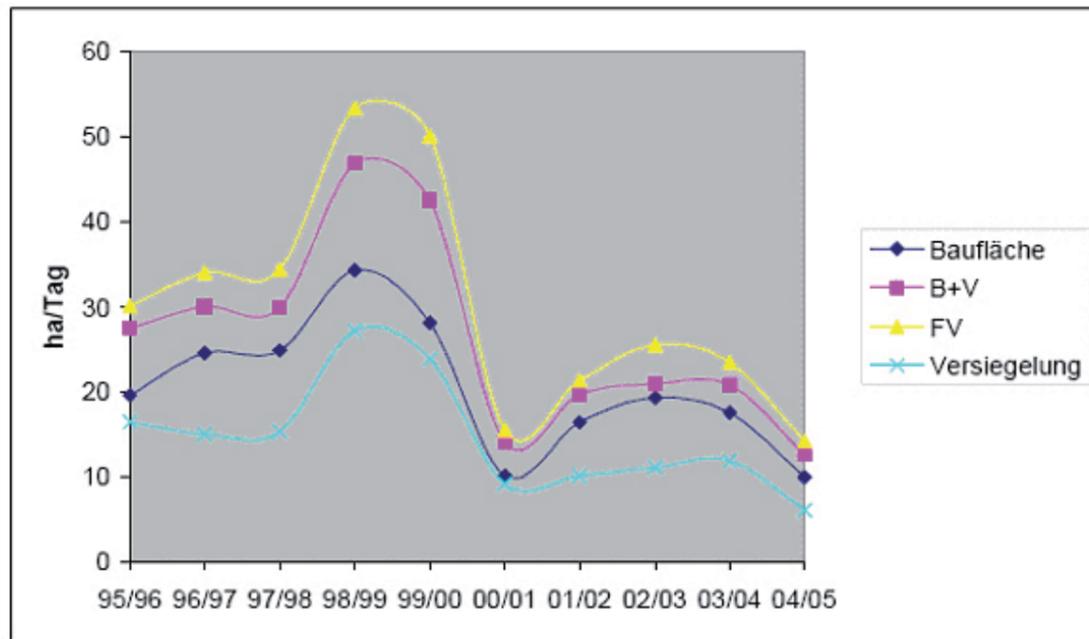
In manchen Gemeinden (v.a. in alpinen Tälern) liegt die zur dauerhaften Besiedelung geeignete Fläche sogar unter 5% der Gemeindefläche.

Der gesamte Anteil der verbrauchten Fläche am österreichischen Dauersiedlungsraum liegt bei ca. 15%, der Anteil der Bau- und Verkehrsflächen bei 13,5%.

Und auch hier beträgt der Prozentsatz in den alpinen Bundesländern deutlich mehr, so sind in Vorarlberg und Tirol bereits ca. ein Fünftel des Dauersiedlungsraumes verbraucht.

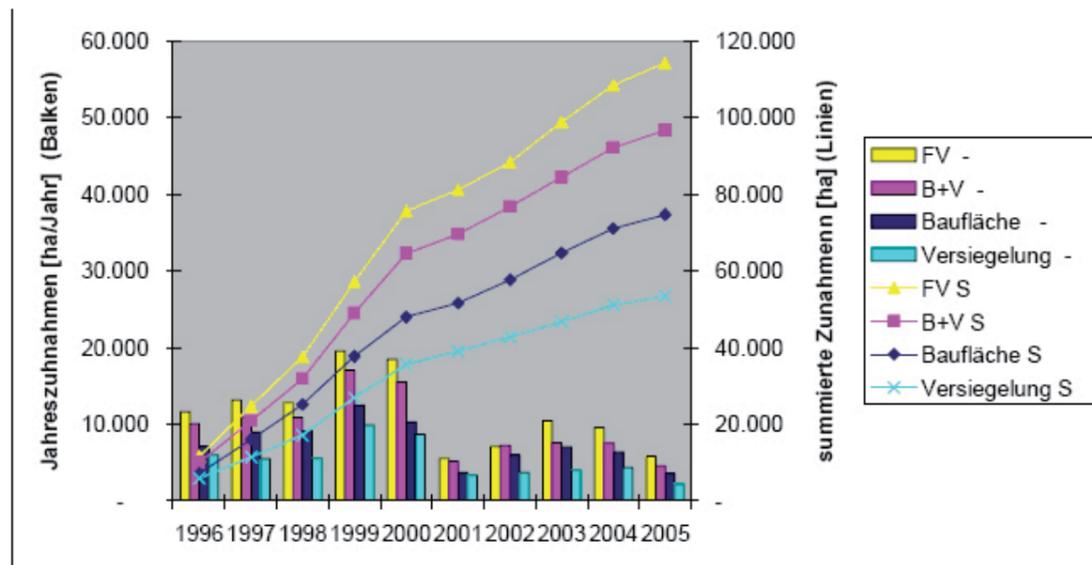
In den Jahren zwischen 2001 und 2005 hat der gesamte Flächenverbrauch in ganz Österreich um 7,3% zugenommen, was einem täglichen Wachstum von 21,1ha entspricht, davon alleine 15,8ha pro Tag für Bauflächen und 2,7ha pro Tag für Verkehrsflächen. mit abnehmender Siedlungsdichte überproportional an. So weisen Städte und kompakte Siedlungsstrukturen mit Geschosswohnungsbau im Durchschnitt ca. 10 bis 60 Wohneinheiten pro ha und dabei 5 bis 20 m Straßen- und Leitungslänge auf, während die Zahlen in Streusiedlungsgebieten bei 0,4 bis 9 Wohneinheiten pro ha und 15 bis über 150 m für Straßen und Leitungen liegen.

¹⁰ Vgl. Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 17-23



Legende: B+V: Bau- und Verkehrsfläche; FV: gesamter Flächenverbrauch

Abb.06: Veränderung der jährlichen Neuverbrauchsrate
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 23



Legende: B+V: Bau- und Verkehrsfläche; FV: gesamter Flächenverbrauch; Suffix „S“: summierte Zunahme

Abb.07: Veränderung der jährlichen Neuverbrauchsrate + Gesamtveränderung der verbrauchten Flächen für unterschiedliche Flächenkategorien
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 18

Ursachen für den steigenden Flächenverbrauch¹¹

Wie in den meisten anderen Industrieländern hat sich der Flächenverbrauch von der Bevölkerungsentwicklung entkoppelt, so hat die Bevölkerung in Österreich zwischen 1991 und 2001 nur um 3% zugenommen, während die Siedlungs- und Verkehrsflächen rasant wuchsen. Dafür sind unterschiedliche Faktoren verantwortlich:

Der sozialökonomische Wandel. Unsere Ansprüche an den Lebensstandard führen zu steigen den Wohnansprüchen und der Wohlstandszuwachs macht diese auch leistbar. So beträgt die durchschnittliche Wohnnutzfläche pro Person heute 38m² und ist daher um 73% größer also 1971 mit 22m².

Der Trend zu flächenintensiven Bebauungsformen. Ungefähr die Hälfte aller Wohnungsneubauten wurde 2001 als Ein- oder Zweifamilienhäuser errichtet, was den Flächenverbrauch in die Höhe treibt. So könnten auf einer Fläche mit zehn freistehenden Einfamilienhäusern 40 Einfamilien-Reihenhäuser oder 250 Geschosswohnungen errichtet werden.

Der Agrarstrukturwandel. Die Agrarproduktion wurde in den letzten Jahren zwar intensiviert, aber auch rationalisiert, wodurch weniger Fläche benötigt wird. Diese ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen werden im Folgenden, vor allem in Gebieten mit hoher Baulandnachfrage, häufig in Bauland umgewidmet, wodurch sich natürlich höhere Gewinne erzielen lassen. So wird im Schnitt etwa ein Drittel der ehemaligen Agrarflächen Bauland, ein Drittel Wald und ein Drittel wird zu Brachland.

Der Strukturwandel der Wirtschaft. Nachdem immer mehr Einkaufszentren und Freizeitanlagen mit großen PKW-Abstellflächen entstehen, steigt auch der Flächenverbrauch je Arbeitsplatz an.

Die Siedlungsentwicklung in Österreich¹²

Die Siedlungsentwicklung wird in Österreich hauptsächlich durch die Raumordnung der jeweiligen Bundesländer und Gemeinden gesteuert. Jedoch ist der Bund gegenüber der EU für eine landesweite Verkehrsplanung zuständig. Das führt zu einer wenig nachhaltigen Siedlungsentwicklung in Österreich. Besonders in den Stadt-Umland-Gebieten kommt es, auch wegen der Konkurrenz zwischen den Gemeinden zu einer Zunahme an Bauflächen, da deren Verkauf Einnahmen für die Gemeinden bedeuten. Bis 2031 wird die Zahl der Haushalte um 150.000 auf 3,84 Mio. wachsen und das vor allem im Westen des Landes, aber auch in den Stadt-Umland-Regionen. In anderen Gebieten werden die Bevölkerungszahlen aufgrund von Abwanderung und folgender Überalterung zurückgehen. Überproportional wachsen wird die Zahl der Einpersonenhaushalte (+36%) im Vergleich zu den Mehrpersonenhaushalten (+5%).

Der Bedarf an neuen Wohnungen steigt, wodurch der Wohnungsneubau notwendig ist; er sollte jedoch raumordnerisch begleitet werden, um Zersiedelungstendenzen entgegenzuwirken. Speziell das flächensparende Bauen sollte gefördert werden.

¹¹ Vgl. Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 24-25

¹² Vgl. Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 7-11



02 masterplanung

BASISDATEN

Bundesland:

Oberösterreich

Politischer Bezirk:

Linz-Land(LL)

Fläche:

12,48 km²

Koordinaten:

48°16'N, 14°12'O

Höhe:

295 m ü. A.

Einwohner:

7055 (Stand 1.Nov. 2007)

Bevölkerungsdichte:

565 Einwohner je km²

Postleitzahl:

4061

Vorwahlen:

07221, 07229

Gemeindeverwaltung:

Leondinger Straße 10

4061 Pasching

offizielle Webseite:

www.pasching.at

Politik:

Bürgermeister Peter Mair (SPÖ)

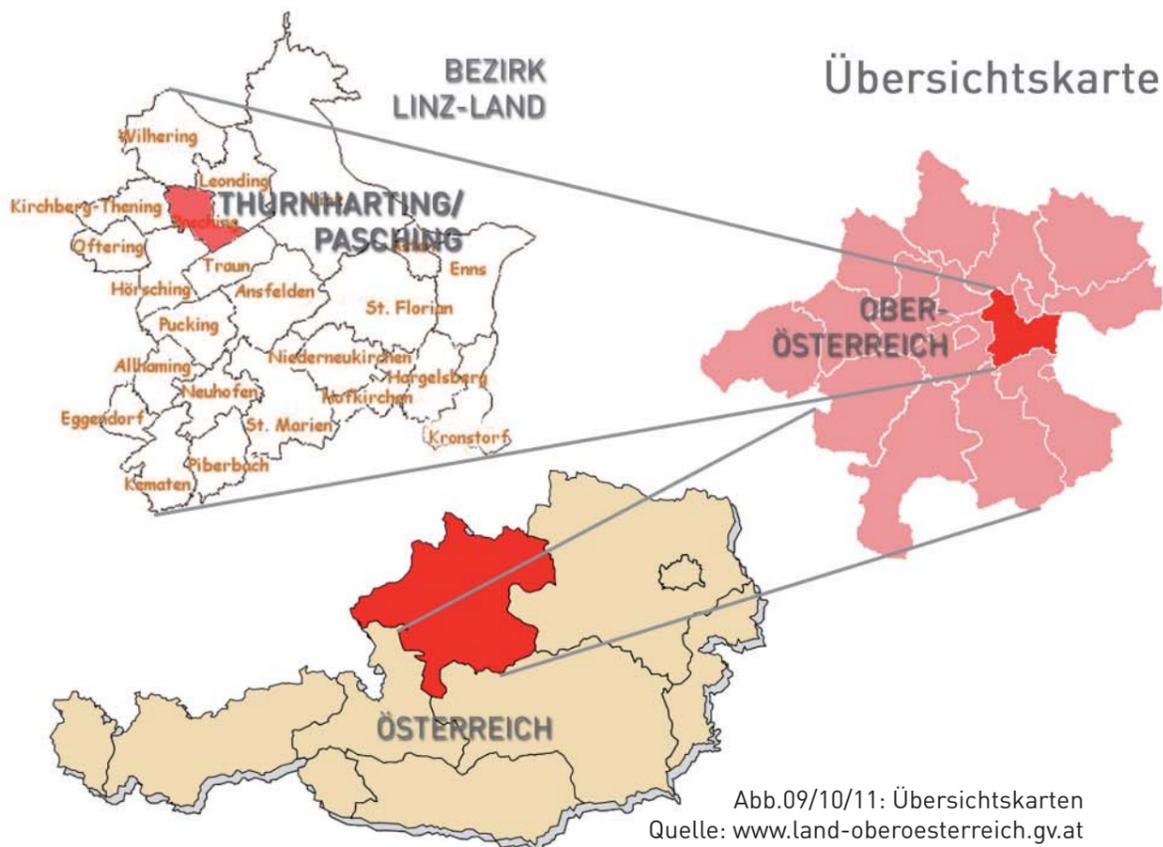


Abb.09/10/11: Übersichtskarten
Quelle: www.land-oberoesterreich.gv.at
www.austrianmap.at
http://upload.wikimedia.org

Thurnharting/Pasching lag ursprünglich im Ostteil des Herzogtums Bayern, gehört der Ort seit dem 12. Jahrhundert zum Herzogtum Österreich. Seit 1490 wird er dem Fürstentum Österreich ob der Enns zugerechnet. Während der Napoleonischen Kriege war der Ort mehrfach besetzt. Seit 1918 gehört der Ort zum Bundesland Oberösterreich. Nach dem Anschluss Österreichs an das Deutsche Reich am 13. März 1938 gehört der Ort zum Gau Oberdonau. Nach 1945 erfolgte die Wiederherstellung Oberösterreichs.

Die Gemeinden Langholzfeld und Wagram wurden zwischen 1950 und 1965 zumeist von Heimatvertriebenen (aus Batschka, Banat, Siebenbürgen sowie Böhmen und Mähren) besiedelt. (siehe Tabelle 1 Bevölkerungsentwicklung)

Von wem, bzw. zu welcher Zeit das heutige Gemeindegebiet erstmals besiedelt wurde, muss - bis entsprechendes Fundgut zu Tage kommt - offen bleiben.

Lediglich die Funde eines Reibsteines, eines Schuhleistensteines und eines Steinbeils weisen auf eine sesshafte Bevölkerung im heutigen Gemeindegebiet schon in der Steinzeit hin. Es ist anzunehmen, dass auch die Römer, bedingt durch die günstige Lage an der späteren "Ochsenstraße" dieses Gebiet streiften.

Sicher ist, dass der Ortsteil Pasching der älteste von den heute fünf bestehenden ist und dass die ersten Besiedler Bauern waren. Obwohl in Pasching keine Burg stand, gab es in den Ortschaften Thurnharting und Aistental je einen Sitz der "Aczpekch", die Dienstmannen der Grafen von Schaunberg, Ritter und Pfleger der Burg Kürnberg sowie Landrichter im Donautal waren.

Im 18. Jahrhundert wurde auf Anregung der Kaiserin Maria Theresia eine neue Verwaltungseinteilung geschaffen. Zum Ortsgebiet "PÖSCHING", wie die neu geschaffene Gemeinde genannt wurde, zählten im Jahre 1755 lediglich 40 Häuser. Inmitten des Ortskerns stand bereits damals die Kirche, deren Anfänge auf das 12. Jahrhundert zurückgehen sollen. Die beachtenswerten gotischen Fenster sollen aus der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts stammen.

Bahnlinie: Früher Pferdeisenbahn, heute Westbahn im Ortsteil Pasching; an der nordwestlichen Gemeindegrenze streift noch die Eferdinger Lokalbahn das Gemeindegebiet.

Betriebsgründungen: Die Jahre zwischen 1968 und heute gehen als Jahre der Schaffung von Arbeitsplätzen im Gemeindegebiet hervor. Ein großer Landstrich zwischen Langholzfeld und Wagram wurde von Agrarland in Betriebsbaugelände umgewidmet. Ein Boom von Betriebsgründungen von Klein- und Mittelbetrieben setzte ein. Die Gemeinde Pasching ist heute zu einem wirtschaftlichen Zentrum des Bezirkes Linz-Land geworden.

Aufgrund der Nähe zur Landeshauptstadt Linz und der verkehrsgünstigen Lage im Zentralraum haben sich vieler Betriebe des Handels, Gewerbes und der Kleinindustrie in Pasching angesiedelt. Insbesondere entlang der Wiener Straße (B 1) und Kremstal Straße (B 139) entstanden so neue Gewerbegebiete.

In den 1990er wurde die Kremstal Straße zur „Einkaufsmeile“. Innerhalb weniger Kilometer wurden hier drei Einkaufszentren und eine Vielzahl weiterer Geschäfte errichtet. Das größte Einkaufszentrum, die PlusCity, liegt auf Paschinger Gemeindegebiet. Sie entstand aus dem „Plus Kaufland“ und gehört zu den größten Einkaufszentren in Österreich.

Insgesamt bestehen in Pasching 800 Unternehmen mit insgesamt 3700 Mitarbeitern (2006). Ein Unternehmen in Pasching zählt mit mehr als 200 Mitarbeitern als Großunternehmen, 7 Betriebe verfügen über mehr als 100 Mitarbeiter.

Bevölkerungsentwicklung

Datum	Einwohner
1869	942
1880	1023
1890	1118
1900	1082
1910	1110
1923	1203
1934	1408
1939	1372
1951	1700
1961	4748
1971	6081
1981	6325
1991	6062



Abb.12: Ausschnitt Landkarte OÖ, Quelle: www.doris.ooe.gv.at

pasching bei linz

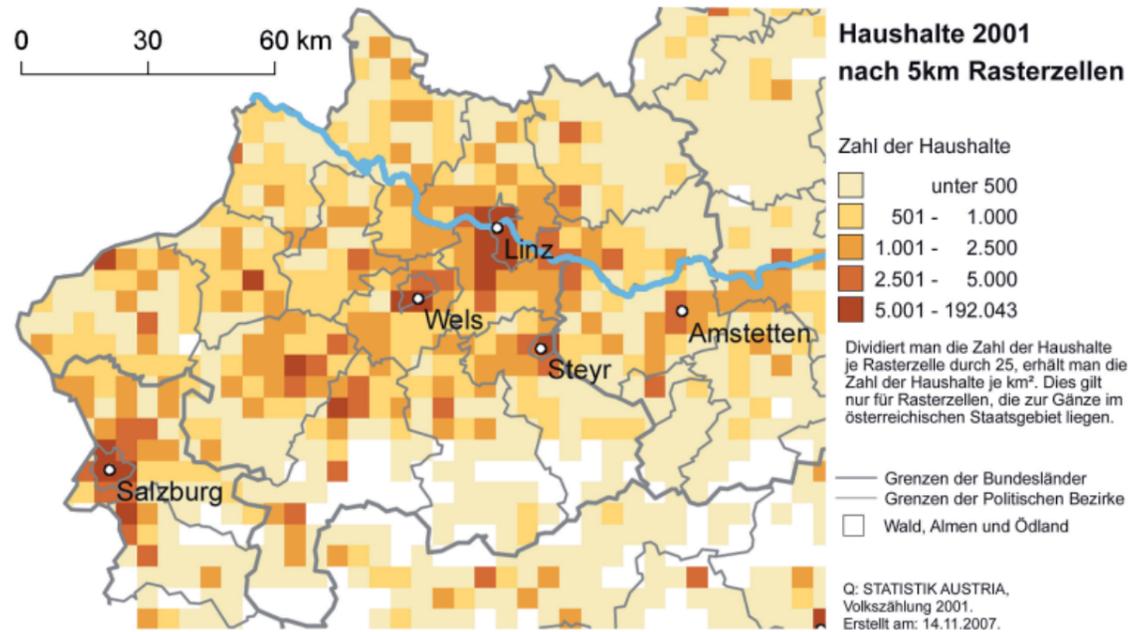


Abb.13: Haushalte 2001 nach 5km Rasterzellen, Oberösterreich
Quelle: Statistik Austria, Volkszählung 2001, 11/2007

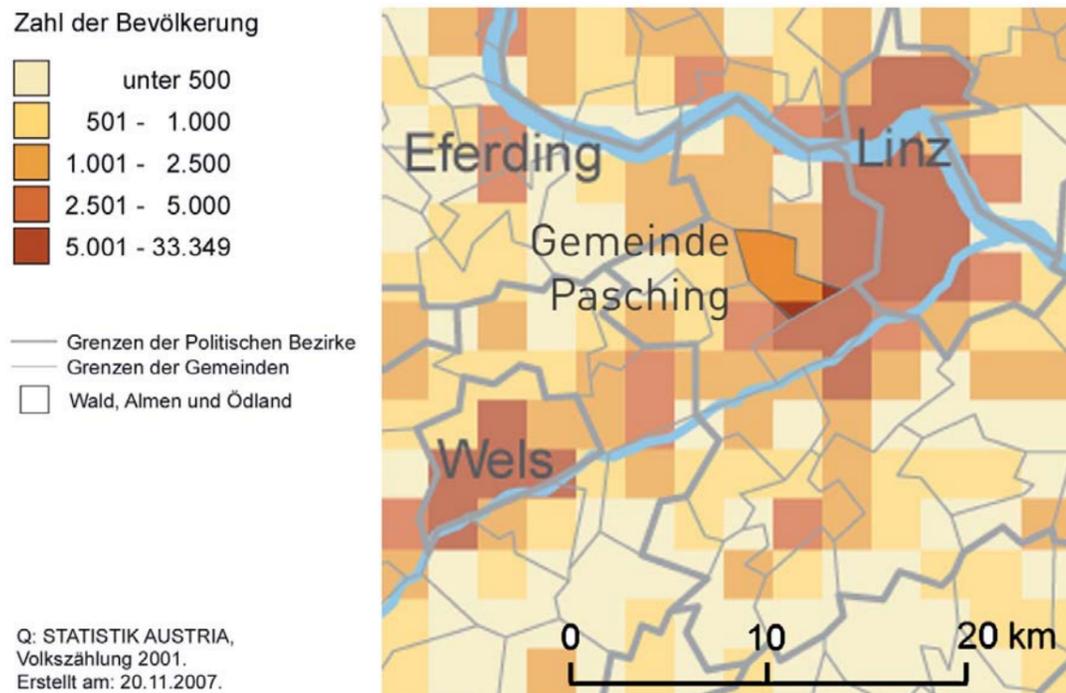


Abb.14: Bevölkerung 2001 nach 2,5 km Rasterzellen, Oberösterreich
Quelle: Statistik Austria, Volkszählung 2001, 11/2007

Das Verwaltungsgebiet der Gemeinde Pasching besteht aus den Katastralgemeinden Thurnharting, Aistenthal, Wagram und Langholzfeld. Die Gesamtbevölkerung besteht aus 7055 Einwohnern. Im Vergleich zu 1991 ist das ein Bevölkerungszuwachs von 14,08 %. Werden die statistischen Erhebungswerte der letzten Jahrzehnte betrachtet, kann ein kontinuierlicher Wachstum heraus gelesen werden. Dieser positive Zuwachs ist auf die gute Infrastruktur der Gemeinde und die Nähe zur Landeshauptstadt Linz zurückzuführen.

Betrachtung der bestehenden Wohnstrukturen und Heizformen¹³

Wohngebäude mit	- 1 oder 2 Wohnungen:	78,7%
	- 3 bis 10 Wohnungen:	8,4%
	- 11 oder mehr Wohnungen:	1,4%
	- Sonstige	11,4%

Heizform der Gebäude	- Zentralheizung: (Fernwärme)	1,7%
	- Zentralheizung: (Blockheizung, Biomassefernwärme)	0,8%
	- Hauszentralheizung:	89,7%
	- keine Zentralheizung:	7,8%

Brennstoffe / Energieträger zur Gebäudeheizung	- Heizöl	22,7%
	- Holz	2,3%
	- Hackschnitzel, Pellets, u.ä.	0,5%
	- Kohle, Koks, Briketts	2,9%
	- Elektrischer Strom	1,9%
	- Gas	59,3%
	- Alternative Wärmebereitstellung	0,9%
	- Fernwärme	1,7%
	- Sonstige	7,8%



Abb.15: Entwicklung der Anzahl der fertiggestellten Wohnbauten der Gemeinde Pasching
Quelle: Statistik Austria, Volkszählung 2001, 11/2006

¹³ Statistik Austria, Gebäude- und Wohnungszählung vom 15. Mai 2001, Gemeinde:Pasching (41017)

ÖRTLICHES ENTWICKLUNGSKONZEPT NR. 1		BESCHLUSS DES GEMEINDERATES VOM	
ÖFFENTLICHE AUFLAGE		BESCHLUSS DES GEMEINDERATES	
AUFLAGE	VON	BIS	ZAHL
			DATUM

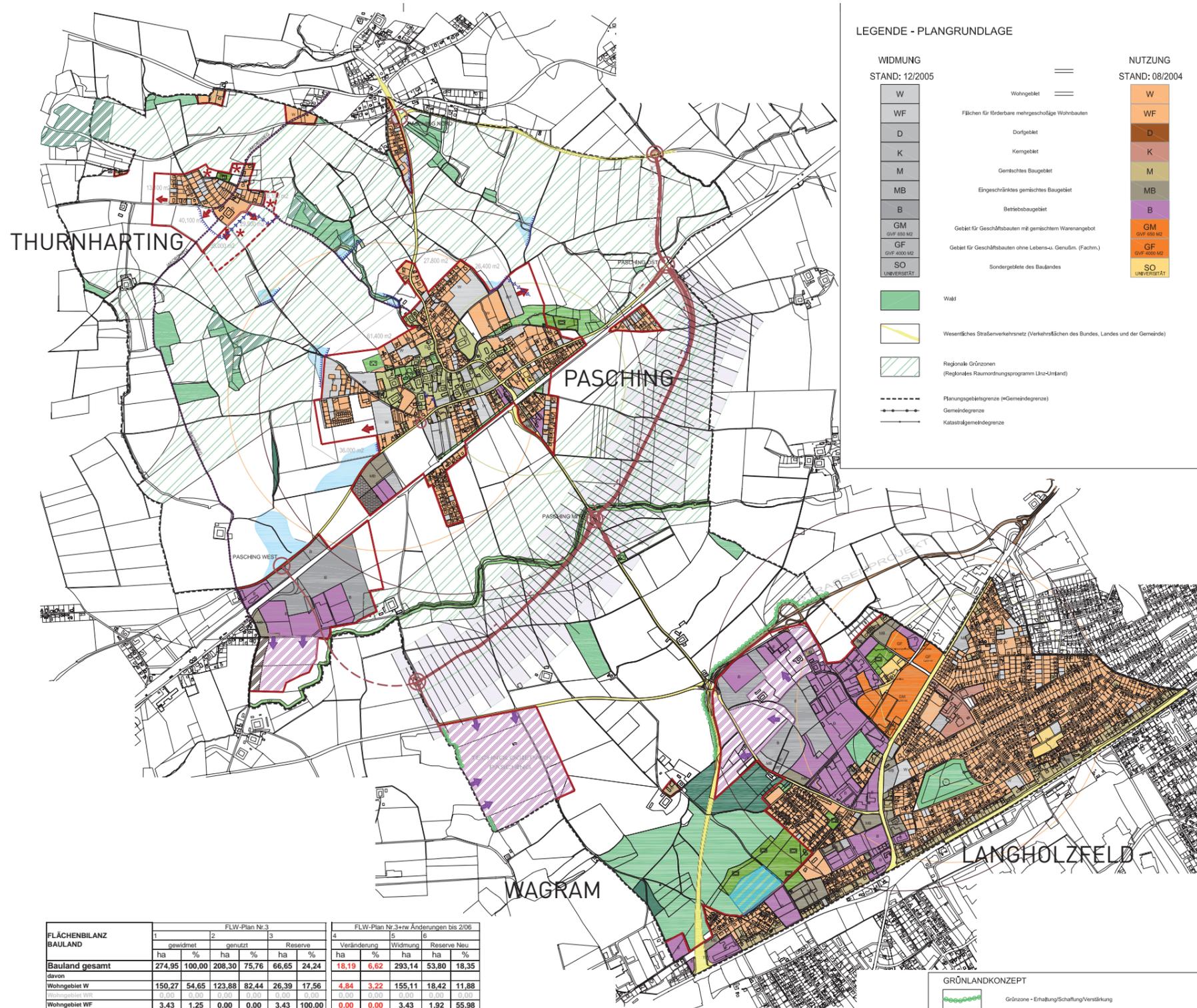
RUNDSIEGEL	BÜRGERMEISTER	RUNDSIEGEL	BÜRGERMEISTER
KUNDMACHUNG			
	KUNDMACHUNG	VOM	
	ANSCHLAG	AM	
	ABNAHME	AM	

VERORDNUNGSPRÜFUNG
DURCH DAS AMT DER O.Ö. LANDESREGIERUNG

PLANVERFASSER


 Architekt Dipl.-Ing. Dr. Hannes Englmair
 Besondere berufliche Befähigung
 4073 Wilhering
 Gumpertstrasse 3
 Tel. (07221) 88055, 88567
 Internet: <http://www.englmair-robenberger.at> Fax. (07221) 88068, 22

RUNDSIEGEL	WILHERING	07.03.2006 (2)	
	ORT	DATUM	UNTERSCHRIFT



LEGENDE - PLANGRUNDLAGE

WIDMUNG		NUTZUNG
W	Wohngebiet	W
WF	Flächen für förderbare mehrgeschöckige Wohnbauten	WF
D	Dorfgebiet	D
K	Kerngebiet	K
M	Gemischtes Baugebiet	M
MB	Eingeschränktes gemischtes Baugebiet	MB
B	Betriebsbaugebiet	B
GM	Gebiet für Geschäftsbauten mit gemäßigtem Warenangebot	GM
GF	Gebiet für Geschäftsbauten ohne Lebens- u. Genussm. (Fachm.)	GF
SO	Sondergebiete des Bundes	SO
UNIVERSITÄT		UNIVERSITÄT

Wald
 Wesentliches Straßennetz (Verkehrslinien des Bundes, Landes und der Gemeinde)
 Regionale Grünzonen (Regionales Raumordnungsprogramm Unt- und Land)
 Planungsgeltungsgrenze (in Gemeindegrenze)
 Gemeindegrenze
 Katastralgemeindegrenze

LEGENDE - ÖRTLICHES ENTWICKLUNGSKONZEPT BAULANDKONZEPT

	Grenze der Baulandentwicklung gemäß ÖEK Nr. 2
	Grenze der Baulandentwicklung gemäß ÖEK Nr. 2 vorbehaltlich der Änderung der Regionalen Grünzone
	Entwicklungsrichtung (Farbgebung entsprechend geplanter Nutzung) gemäß ÖEK Nr. 2
	Vorrangfläche für betriebliche Entwicklung
	Vorrangfläche für betriebliche Entwicklung (MB) gemäß § 22 (5) O.Ö. ROG i.d.g.F.
	Vorrangfläche für betriebliche Entwicklung mit Nutzungseinschränkung Ausschluss der Nutzung durch Transportunternehmen (u.ä. 30töcher Beträge), sowie Betriebe mit hohem Schwerverkehrsaufkommen. Der Betriebsverkehr ist auf die Zeit zwischen 6 Uhr und 22 Uhr eingeschränkt (ausgenommen davon sind Fahrzeuge mit höchst zulässigem Gesamtgewicht von unter 3,5 Tonnen).

VERKEHRSKONZEPT

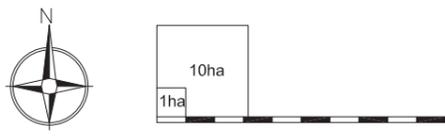
	Infrastruktur Kindergarten (500m)
	Infrastruktur Schule (800m)
	Infrastrukturzentrum (1000m)
	HL-AG Trasse vorgeblich (Variantenwunsch der Gemeinde, schematisch)
	mN-Verbindung neu/Planung der Gemeinde
	mN-Anbindung/Planung der Gemeinde
	mN-Anbindung/Reiseverkehrsplanung der Gemeinde
	Feuerwehr Zu/Ausfahrt (Varianten)
	Lärmschutz zu erhöhen
	Fußweg

GRÜNLANDKONZEPT

	Grünzone - Erhaltung/Schaffung/Verstärkung
	Neuaufforstungsgebiet gewidmet
	Neuaufforstungsgebiet geplant (Fläche von Gemeinde teilweise erworben)
	Vorrangfläche Erholung und Freizeit (Sport- u. Spielplätze u.ä.m.)
	Vorrangfläche für Hochwasserentlastung
	Hochwasserschutzmaßnahme (Damm, Abhebung, u.ä.m.)

FLÄCHENBILANZ BAULAND	FLW-Plan Nr. 3						FLW-Plan Nr. 3+rw Änderungen bis 2/06					
	1		2		3		4		5		6	
	gewidmet	genutzt	Reserve	Veränderung	Widmung	Reserve Neu	Veränderung	Widmung	Reserve Neu	Veränderung	Widmung	Reserve Neu
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bauland gesamt	274,95	100,00	208,30	75,76	66,65	24,24	18,19	6,62	293,14	53,80	18,35	
davon												
Wohngebiet W	150,27	54,65	123,88	82,44	26,39	17,56	4,84	3,22	155,11	18,42	11,88	
Wohngebiet WF	3,43	1,25	0,00	0,00	3,43	100,00	0,00	0,00	3,43	1,92	55,98	
Dorfgebiet D	15,55	5,66	11,05	71,06	4,50	28,94	-0,07	-0,45	15,48	3,93	25,39	
Kerngebiet K	3,90	1,42	3,90	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	0,00	0,00	
Gemischtes Baugebiet M	16,06	5,84	14,27	88,85	1,79	11,15	-1,08	-6,72	14,98	0,61	4,07	
Eingeschränktes Gem. Baugebiet MB	14,91	5,42	5,48	36,75	9,43	63,25	0,27	1,81	15,18	4,34	28,59	
Betriebsbaugebiet B	60,71	22,08	40,27	66,33	20,44	33,67	12,41	20,44	73,12	24,36	33,32	
Industriegebiet I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ländliche L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gebiet T. zentral. Wohnbedarf WE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gebiet für Geschäftsbauten GM	5,59	2,03	5,59	100,00	0,00	0,00	1,50	26,83	7,09	0,00	0,00	
Gebiet für Geschäftsbauten GF	2,72	0,99	2,72	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72	0,00	0,00	
Sondergebiete d. Baulandes SO	1,81	0,66	1,14	62,98	0,67	37,02	0,32	17,68	2,13	0,22	10,33	

Abb.16: Funktionsplan, örtliches Entwicklungskonzept der Gemeinde Pasching
Quelle: Arch. DI Dr.jur. Hannes Englmair



örtliches Entwicklungskonzept

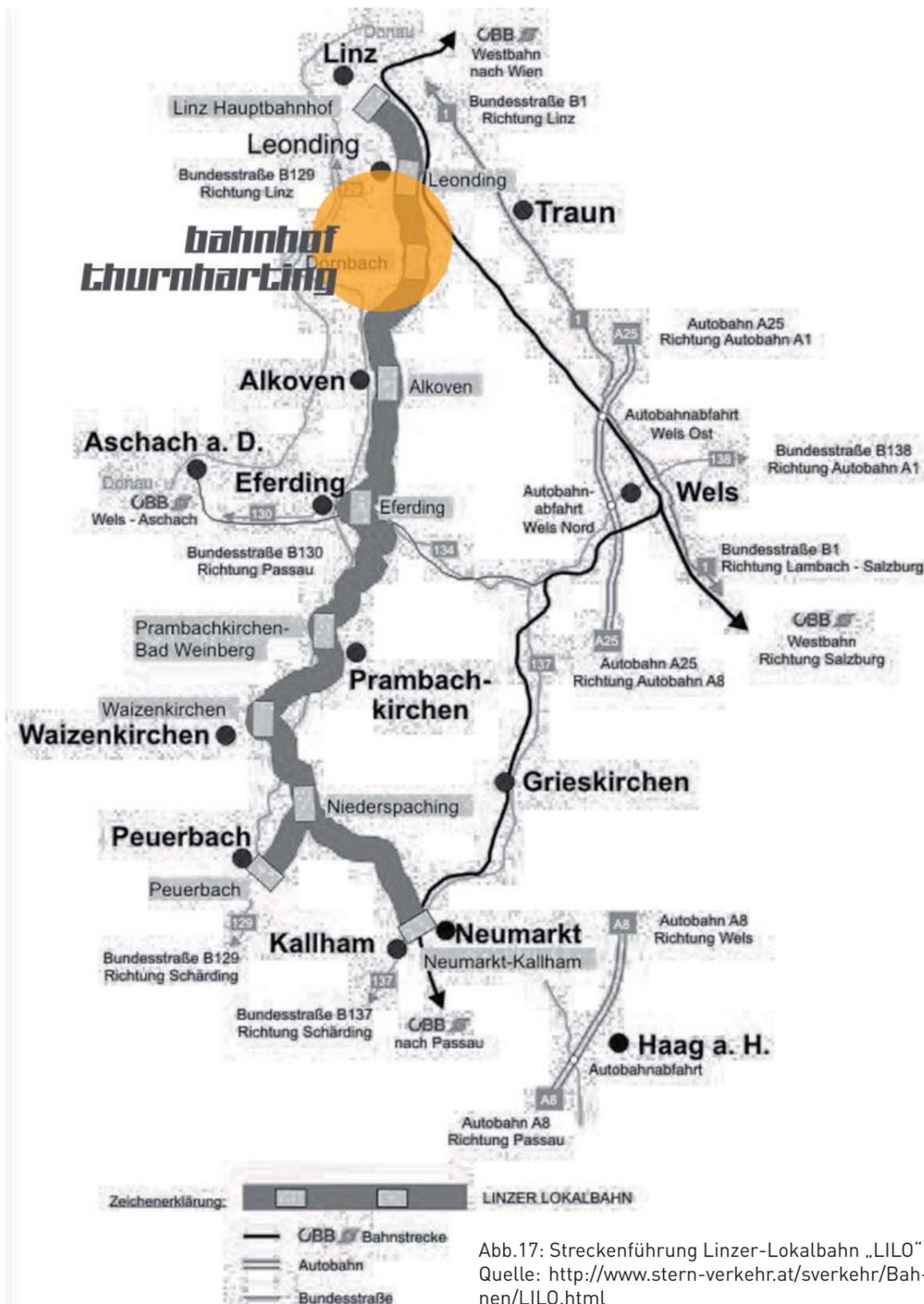


Abb.17: Streckenführung Linzer-Lokalbahn „LIL0“
Quelle: <http://www.stern-verkehr.at/sverkehr/Bahnen/LILO.html>

Das ca. 12,5 ha große, derzeit landwirtschaftlich genutzte Grundstück in leichter Südhanglage befindet sich im Gemeindegebiet von Thurnharting, nordwestlich einer Einfamilienhaussiedlung mit ungefähr 50 Wohnhäusern.

Im Süden wird es von der Trasse der Linzer Lokalbahn flankiert, 280 m weiter nördlich verläuft die Hitzinger Straße, über die man weiter über die B139 nach Linz gelangt. Das Gebiet hat somit eine gute Anbindung an den öffentlichen wie auch den Straßenverkehr.

Das Gefälle des Hanges beträgt im Schnitt 10 - 12%, wobei er nach Süden hin abflacht. Die direkte Umgebung wird mehrheitlich land- und forstwirtschaftlich genutzt, zählt jedoch ebenfalls zum Siedlungserweiterungsgebiet der Gemeinde.

In unserem Entwurf setzen wir die Lokalbahn auf ein tieferes Niveau und erschließen das Gebiet an drei Punkten. Dabei werden zwei bereits bestehende Straßen aufgegriffen, ausgebaut und mit Brücken über die Bahntrasse geführt.

In weiterer Folge haben wir Gebäudetypen entwickelt, die in unterschiedlicher Weise an das Thema Verdichtung herangehen: einmal flächenhaft, aneinandergereiht oder als Geschoßbau.

Mit diesen Gebäudetypen werden Siedlungsstrukturen geschaffen, die immer wieder kleine `Quartiere´ bilden, die später in mehreren Ausbaustufen verwirklicht werden können. Jeder Wohneinheit sind ein bis zwei kleinere Höfe angeschlossen, die durch die durchdachte Positionierung der Gebäude von fremden Personen nicht einsehbar sind. Insgesamt besteht der Entwurf aus 214 Wohneinheiten, die im Abschnitt Gebäudetypologien genauer beschrieben werden.

Zwischen den Quartieren werden großflächige Bereiche freigehalten, die für Sport und Freizeit genutzt werden können. Herzstück des Gebiets bildet ein großer Platz mit Café - Restaurant und einer kleinen Veranstaltungshalle, an den Kinderspielplätze, ein großer Poolbereich, Sportanlagen sowie ein Park mit einem kleinen See angrenzen.

Um den Pkw-Verkehr im Gebiet so gering wie möglich zu halten, haben wir ein Einbahnsystem entwickelt und nur eine zweispurige Straße durch die Siedlung geführt. Weiters haben wir die bereits bestehende Haltestelle der Lokalbahn zu einem kleinen Bahnhof ausgebaut, über eine Fußgänger- und Radfahrerbrücke direkt mit dem Planungsgebiet verbunden und mit einem großen Parkplatz versehen. Nach derzeit gültigem Fahrplan fahren Züge im Halbstunden- bzw. Stundentakt in nur 15 Minuten zum Linzer Hauptbahnhof.

Die abwechslungsreiche Gegend entlang der Bahnstrecke ist nicht nur für Wanderungen bestens geeignet, sondern weist auch eine Vielzahl an Sehenswürdigkeiten auf. Ausgehend von der Landeshauptstadt Linz führt die Strecke durch das Eferdinger Becken übers Aschachtal nach Weizenkirchen und Peuerbach bzw. nach Neumarkt-Kallham mit Anschluss nach Passau, Wels, Linz, Wien oder Salzburg.

planungsgebiet - entwurfskonzept



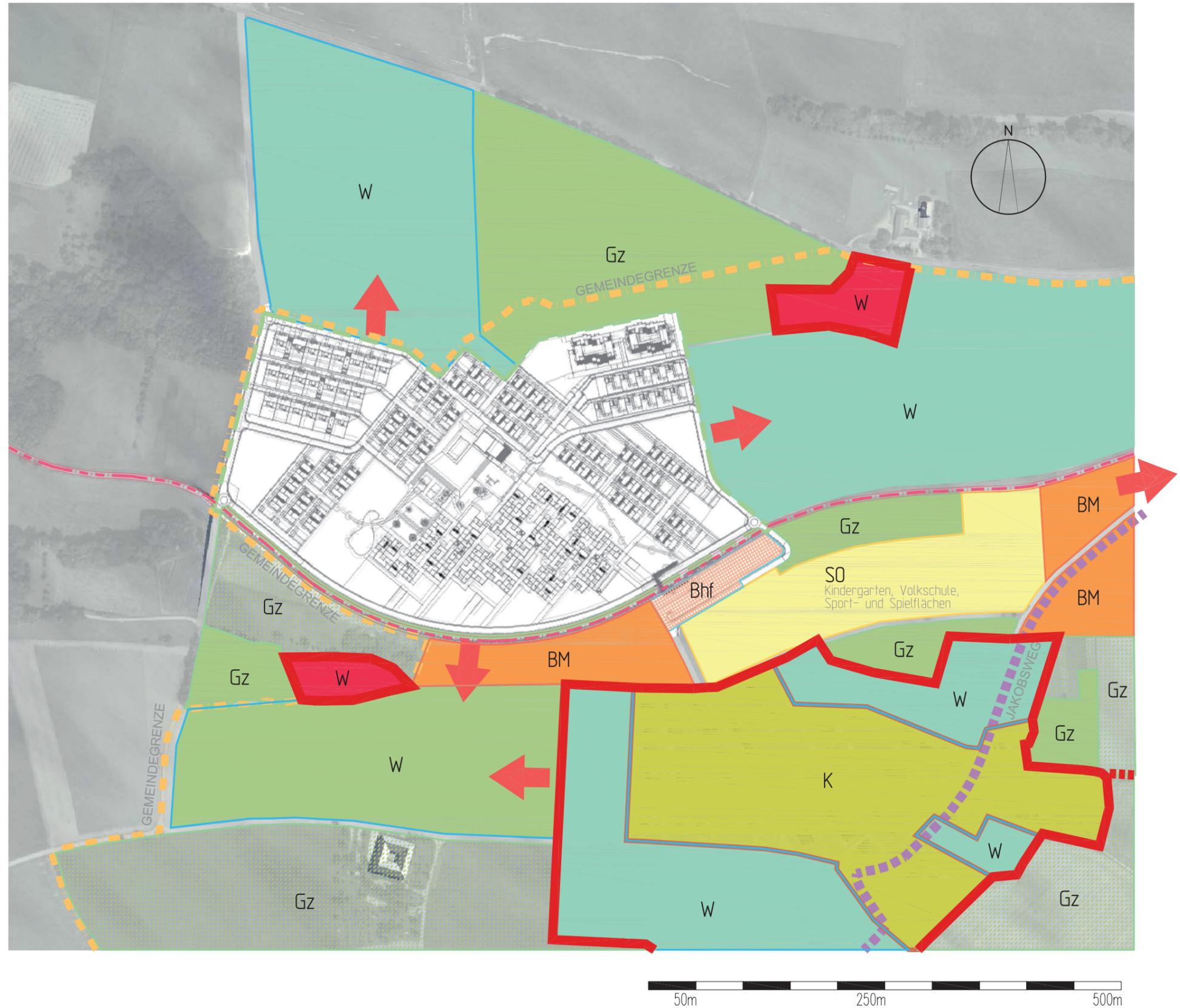
umgebungskarte



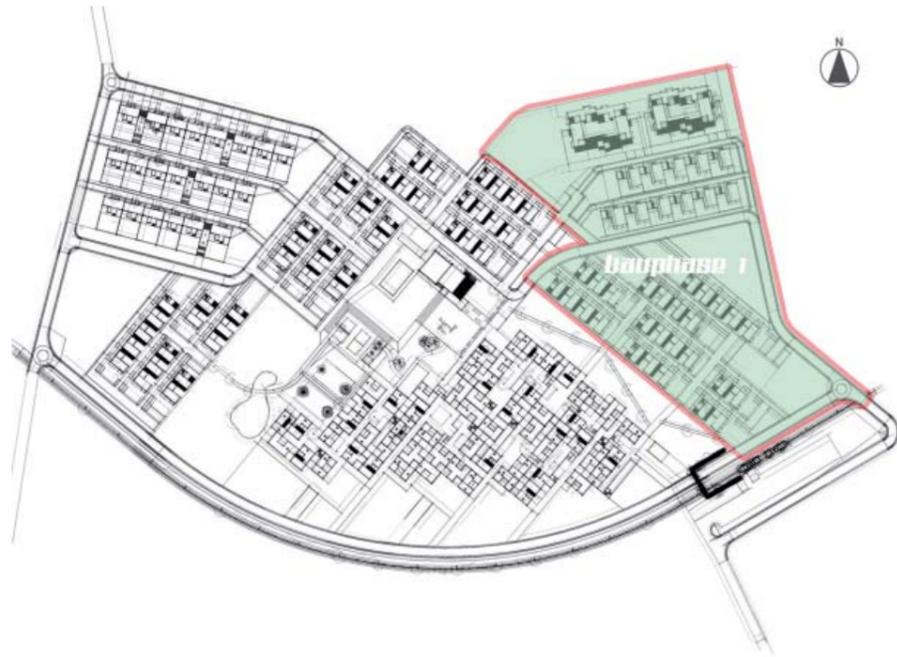
impressionen planungsgebiet

LEGENDE-PLANGRUNDLAGE

- Wohngebiet
- Flächen für mehr-geschoßige Wohnbauten
- Dorfgebiet
- Kerngebiet
- Gemischtes Baugebiet
- Eingeschränktes gemischtes Baugebiet
- Betriebsbaugebiet
- Gebiet für Geschäftsbauten mit gemischtem Warenangebot
- Gebiet für Geschäftsbauten Lebens-u. Genußm. (Fachm.)
- Sondergebiet des Baulandes
- Wald- und Forstgebiet
- Grünzonen
- Bahnhof
- Planungsgebiet
Vorzugsentwicklungsfläche
- Grenze Planungsgebiet
- Neugeplante Strassen
- Zugtrasse Linzer Lokalbahn
- Bestehende Strassen
- Entwicklungsrichtung
- Bereits gewidmete Ent-
wicklungsfläche Wohngebiet
- Gemeindegrenze Pasching
- Fußweg - Jakobsweg



entwicklungskonzept mit flächenwidmung



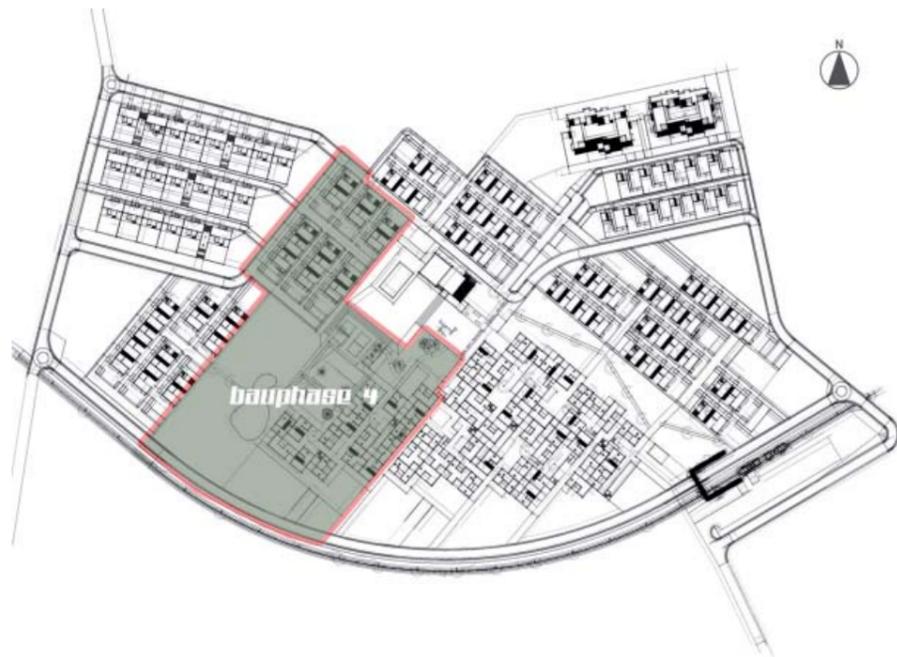
Bauphase 1



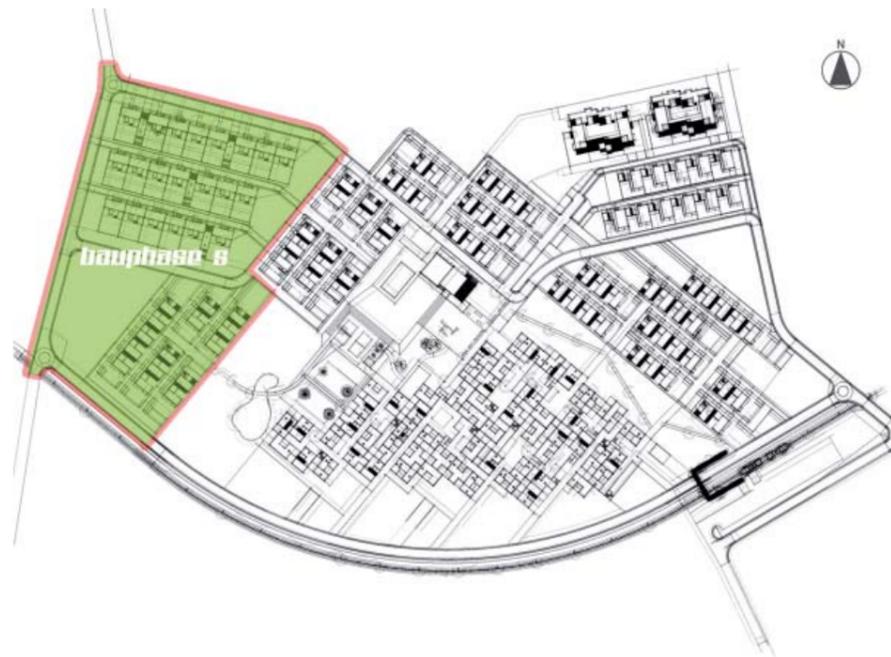
Bauphase 2



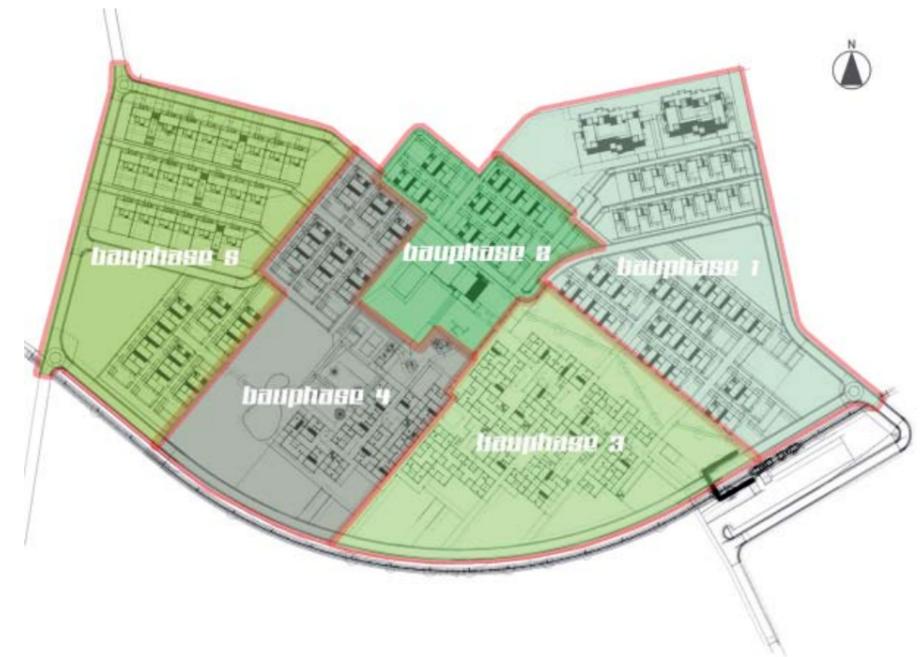
Bauphase 3



Bauphase 4



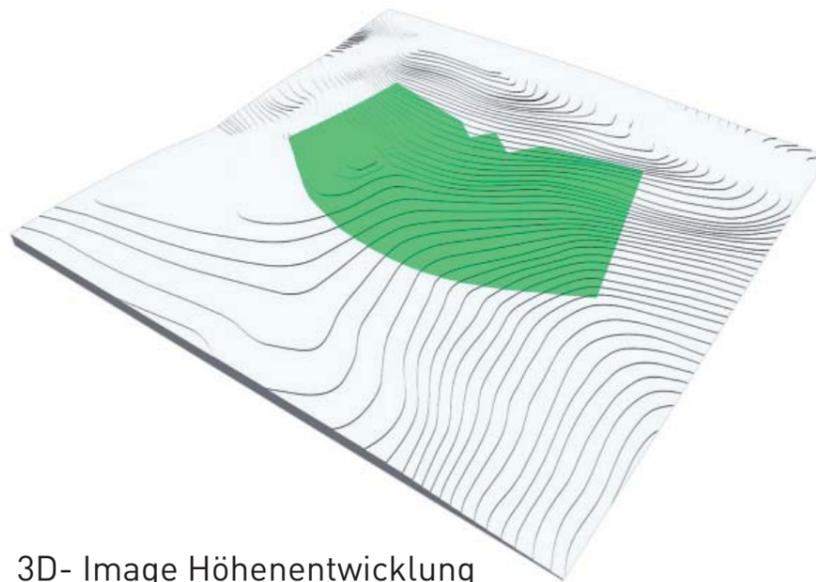
Bauphase 5



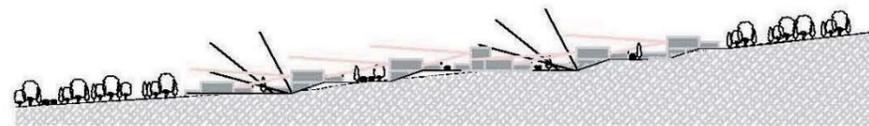
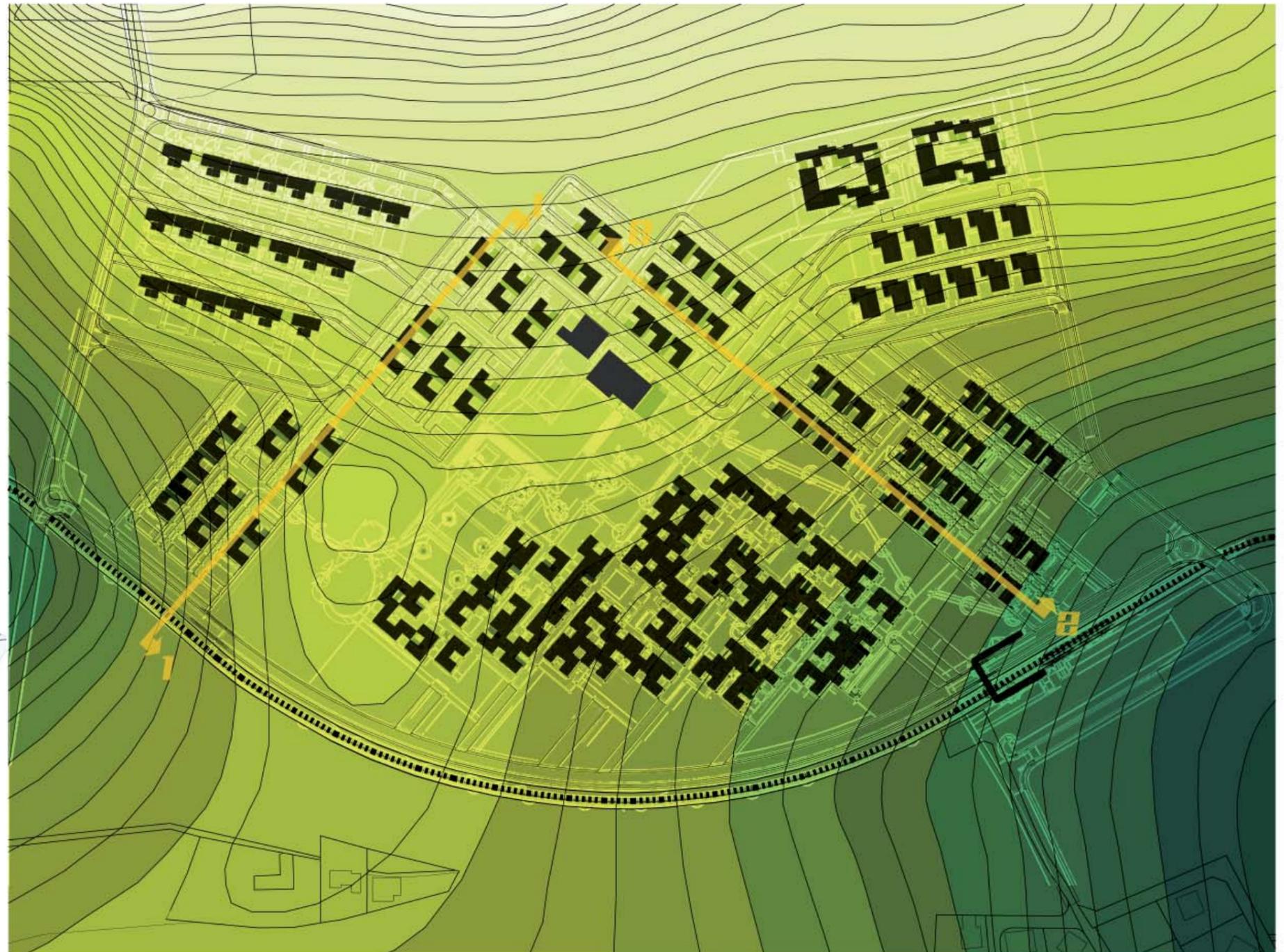
Gesamtbebauung fertiggestellt

ausbaustufen

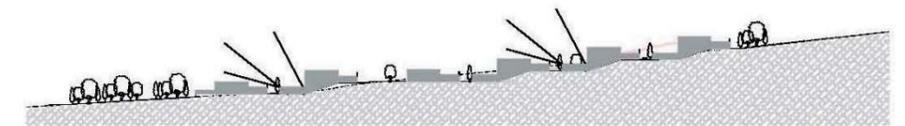
Die Topographie des Planungsgebietes ist ein wesentlicher Faktor der Siedlungsplanung und steht in direktem Bezug zum Entwurf. Als Grundlage diente der Höhengichtlinienplan des Digitalen Oberösterreichischen Raum-Information-Systems. Dieser wurde von uns in Meterschritten interpoliert. Das Konzept sieht vor, dass sich die Gebäude und die internen Erschließungswege an den Geländeverlauf anpassen und das natürliche Gefälle für eine bessere Belichtung der Einheiten genutzt wird.



3D- Image Höhenentwicklung



Schemaschnitt 1



Schemaschnitt 2



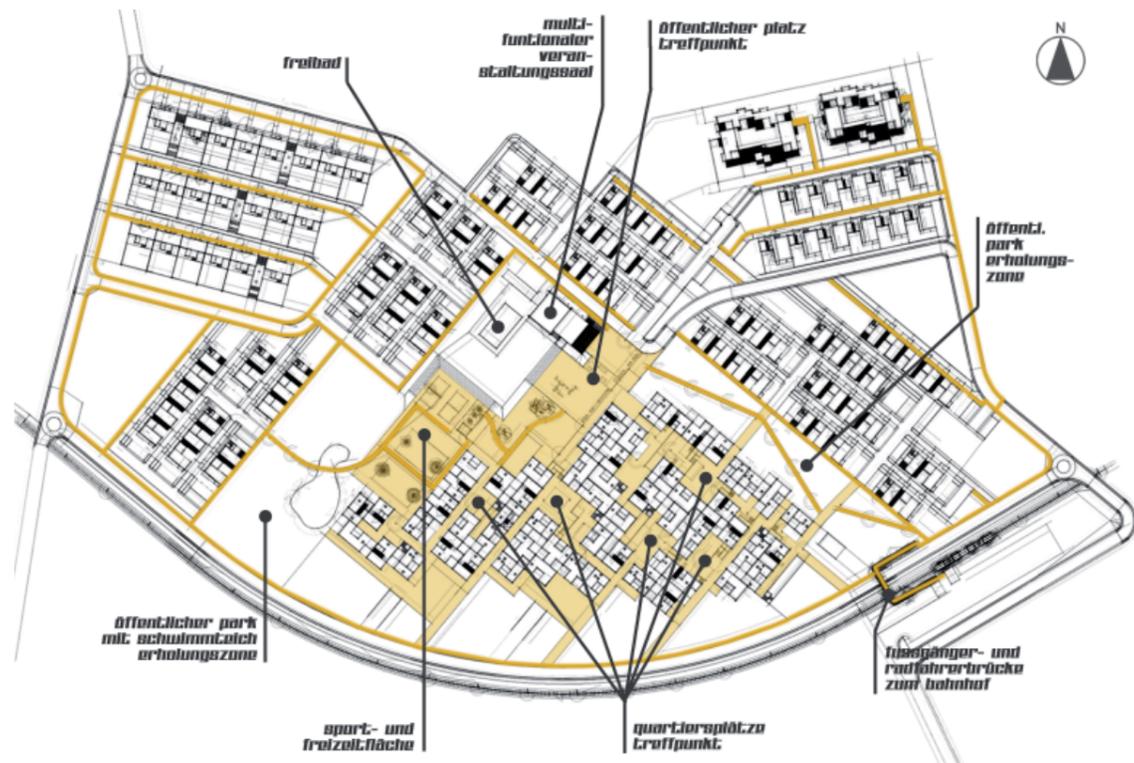
höhenentwicklung



Verkehrskonzept



Bebauungsschema sowie Entwicklungskonzept

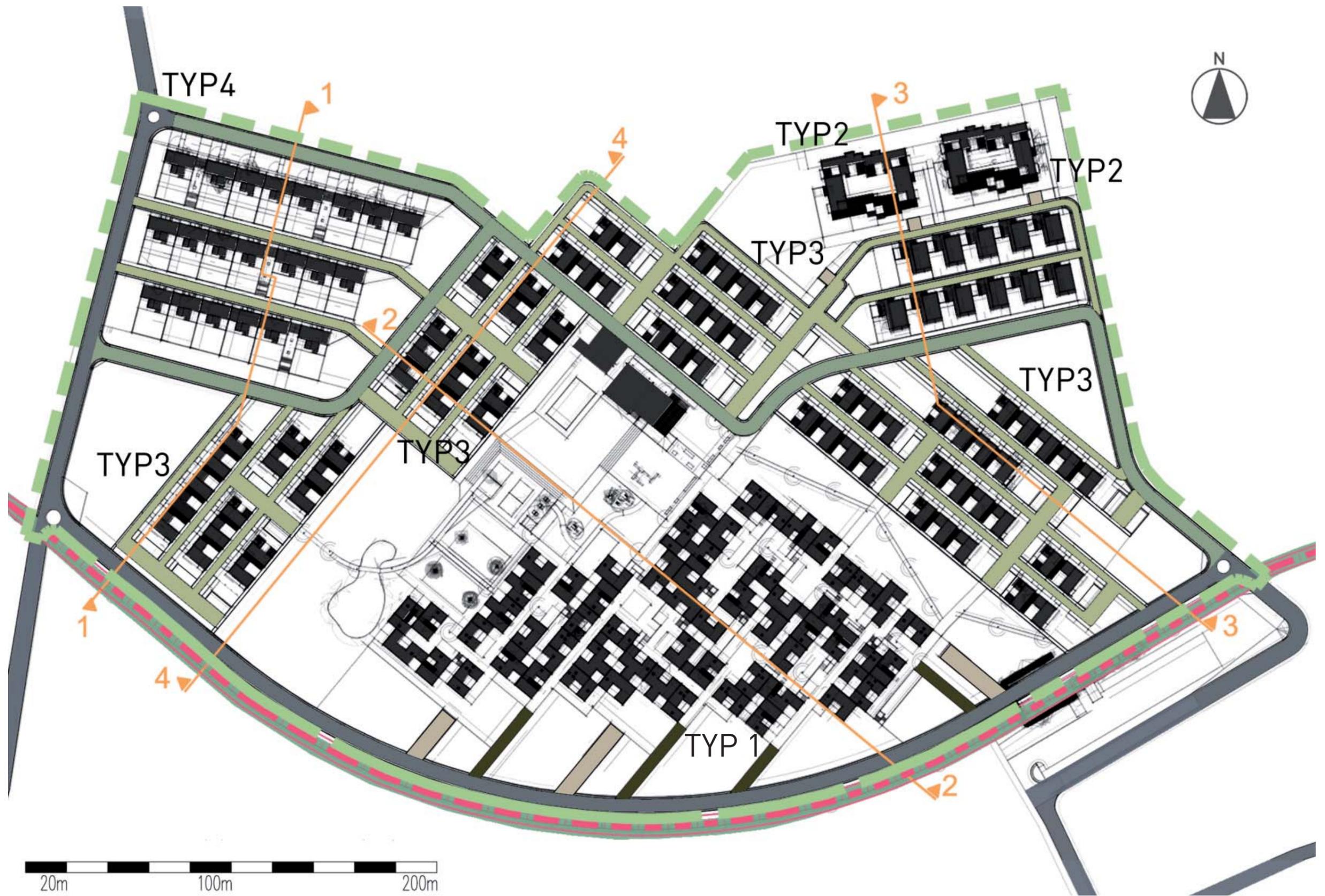


Fuß- und Radwegnetz, Plätze

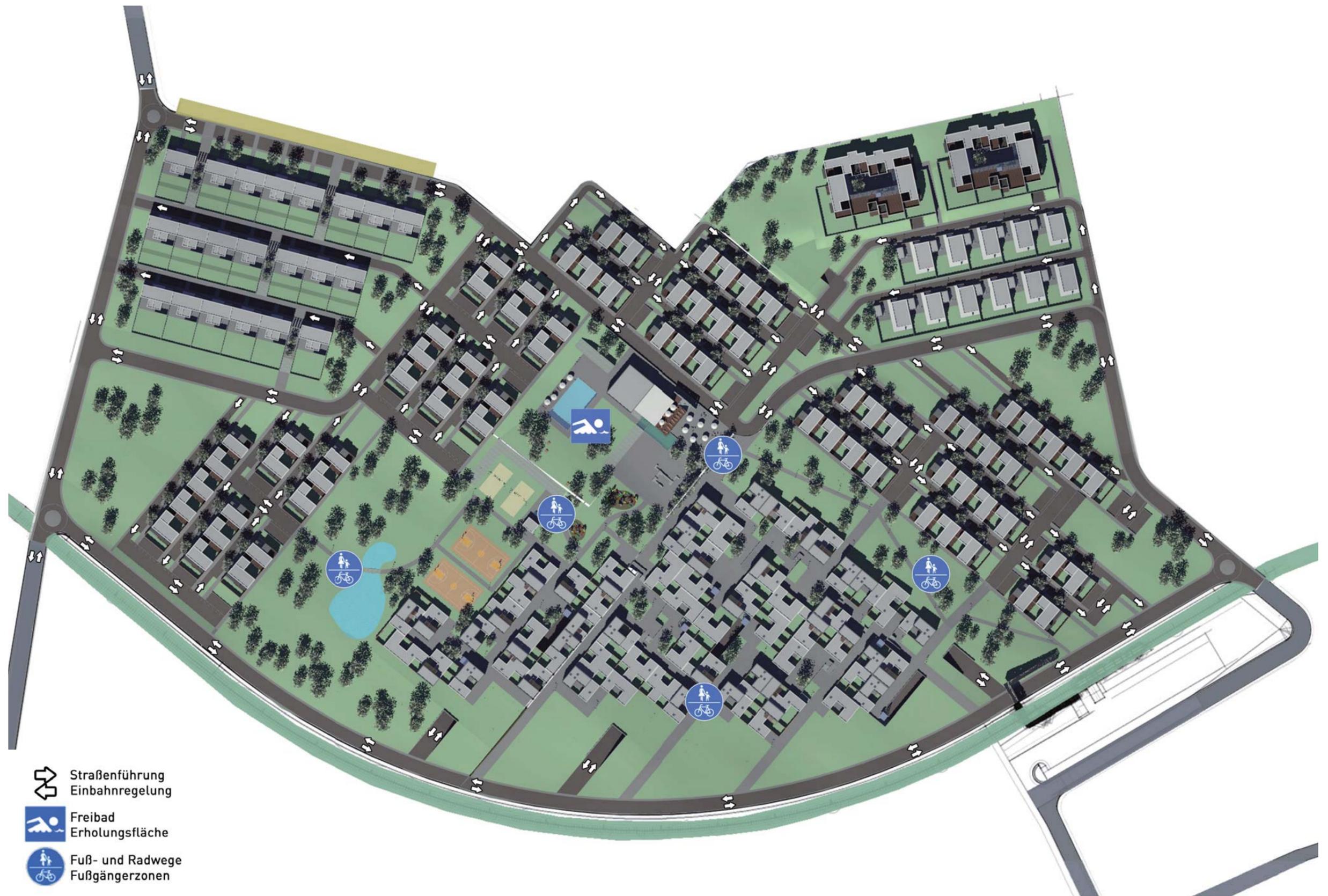


Grün-, Freizeit- und Erholungsflächen

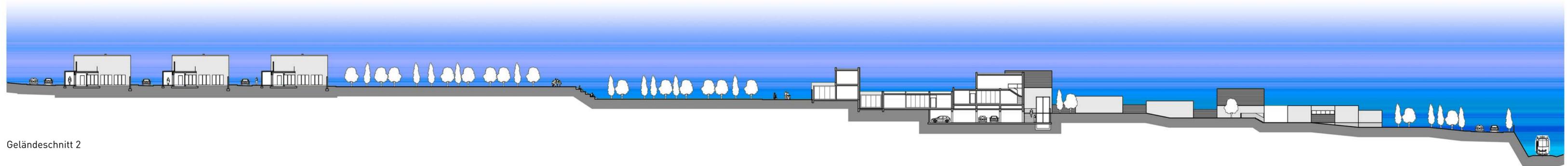
siedlungsschema



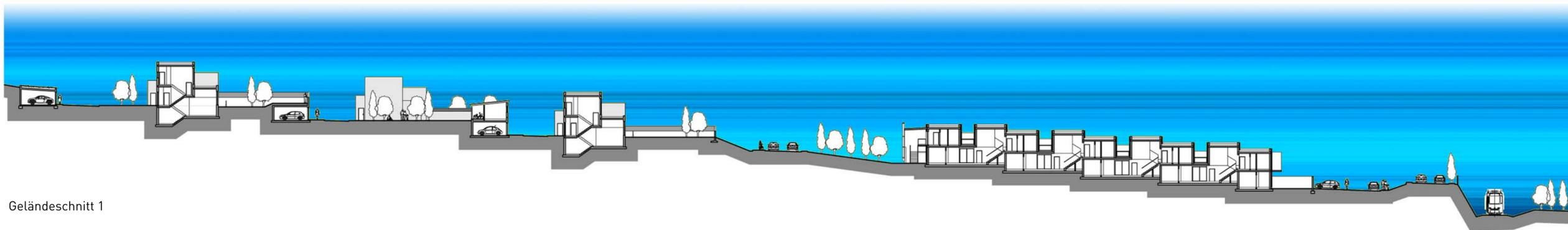
bebauungsplan



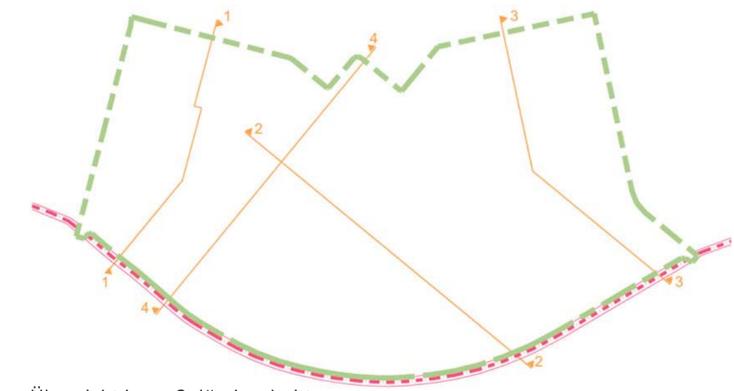
strassensystem



Geländeschnitt 2



Geländeschnitt 1

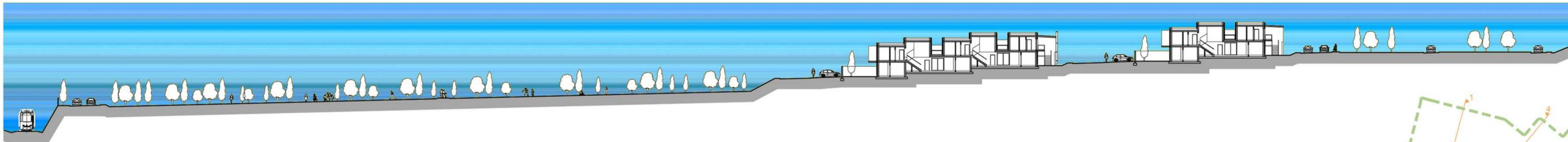


Übersicht Lage Geländeschnitte

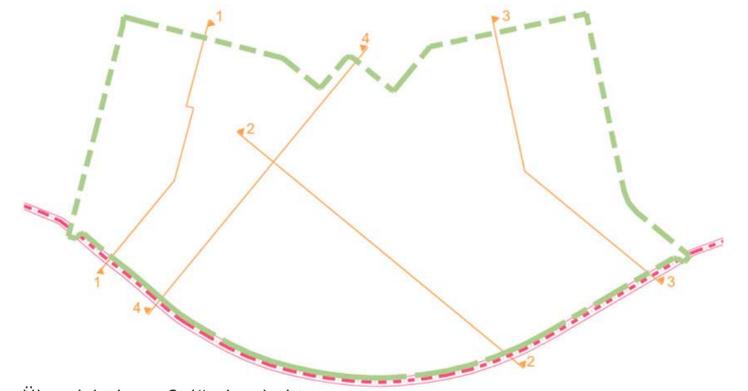
geländeschnitt 1+2



Geländeschnitt 3



Geländeschnitt 4



Übersicht Lage Geländeschnitte

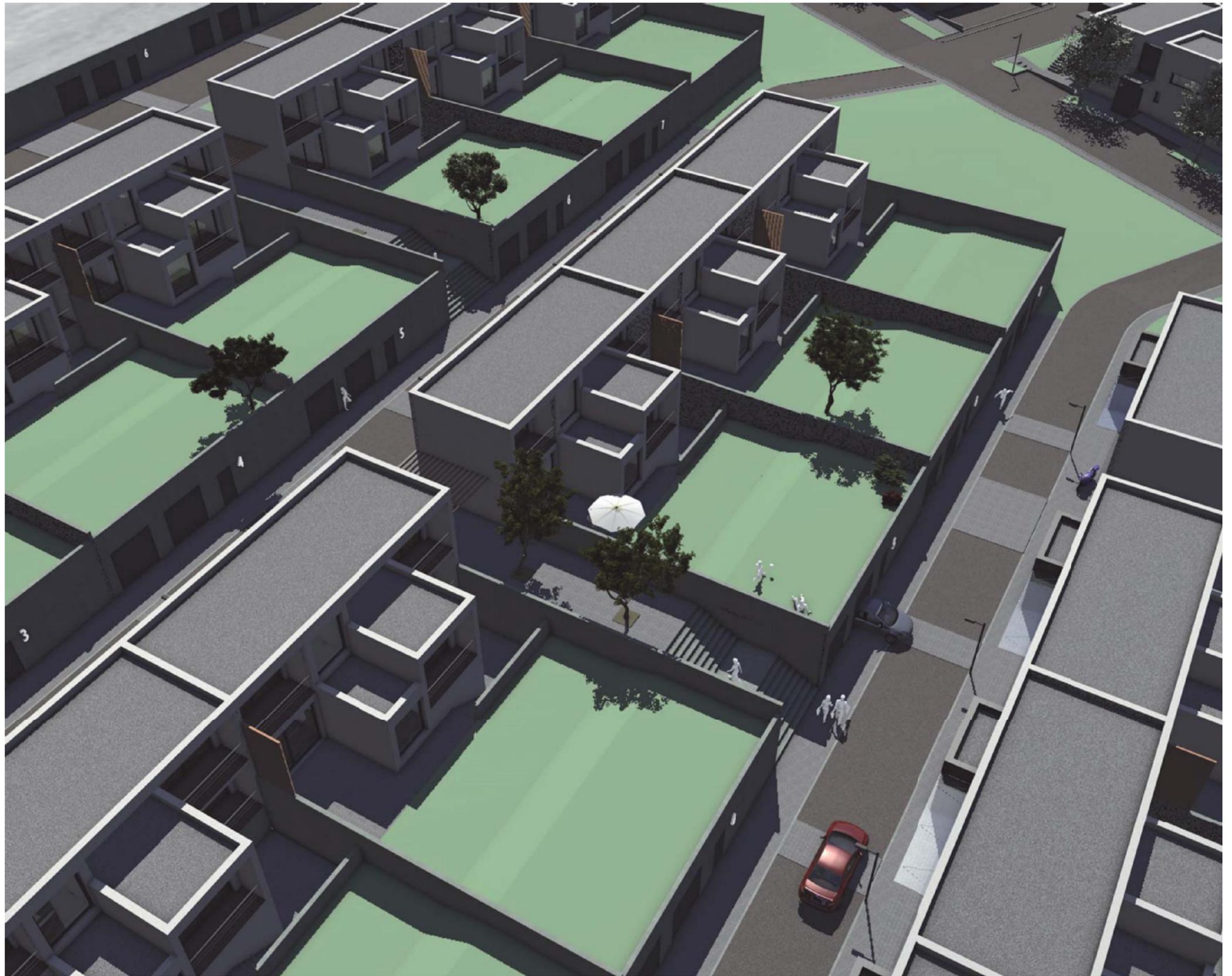
geländeschnitt 3+4



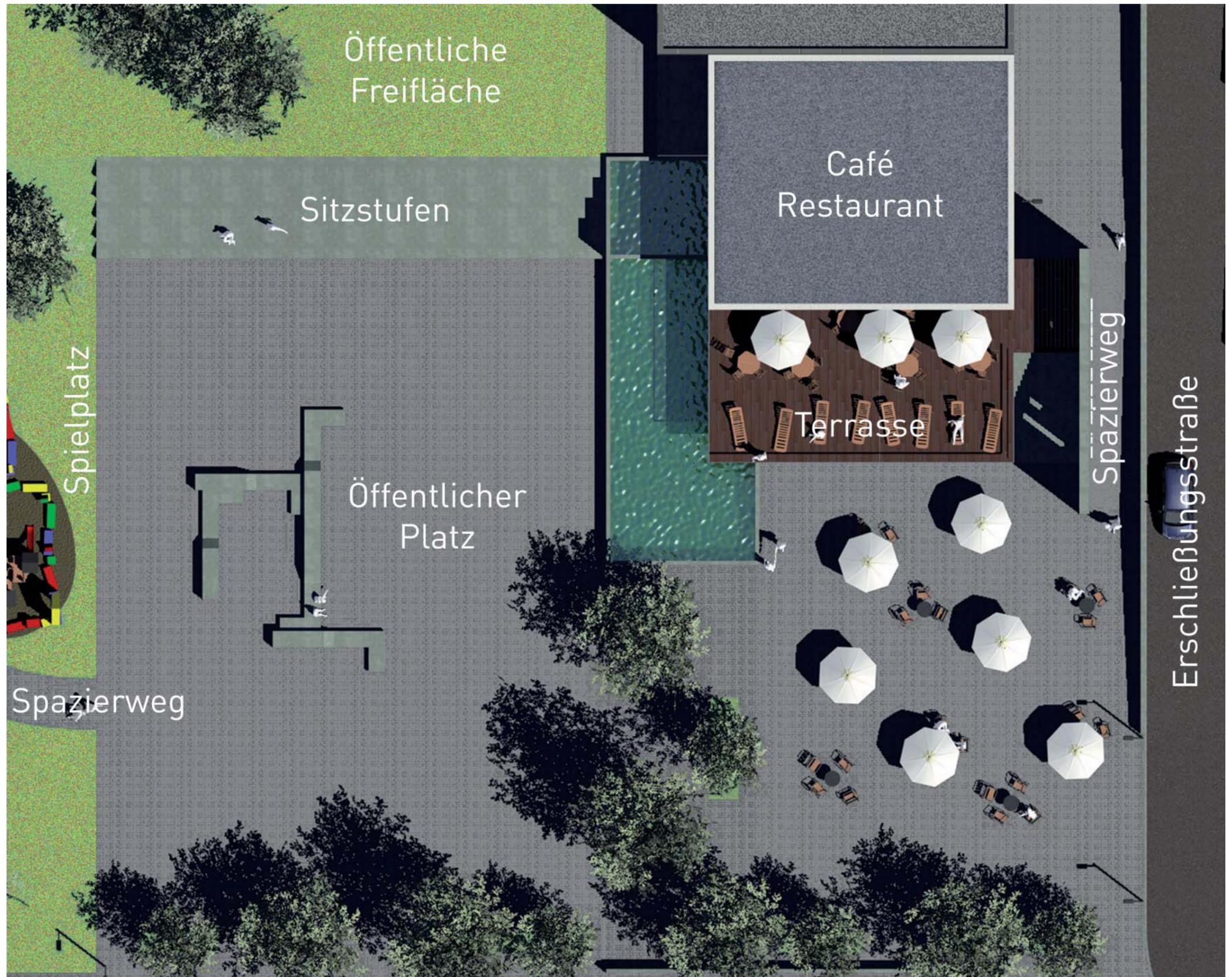
image bebauungsplan



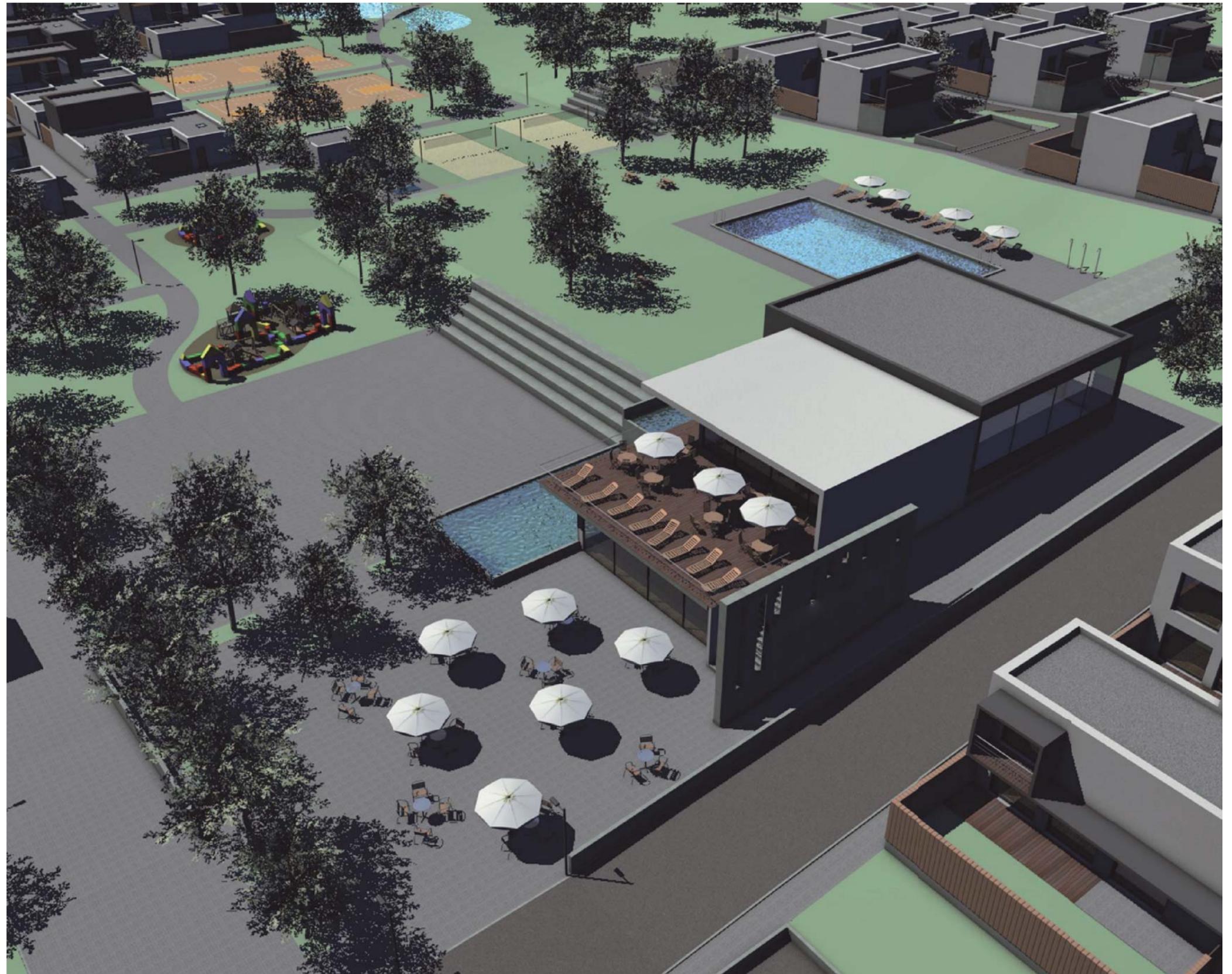
übersicht detailausschnitte



perspektive detailausschnitt a



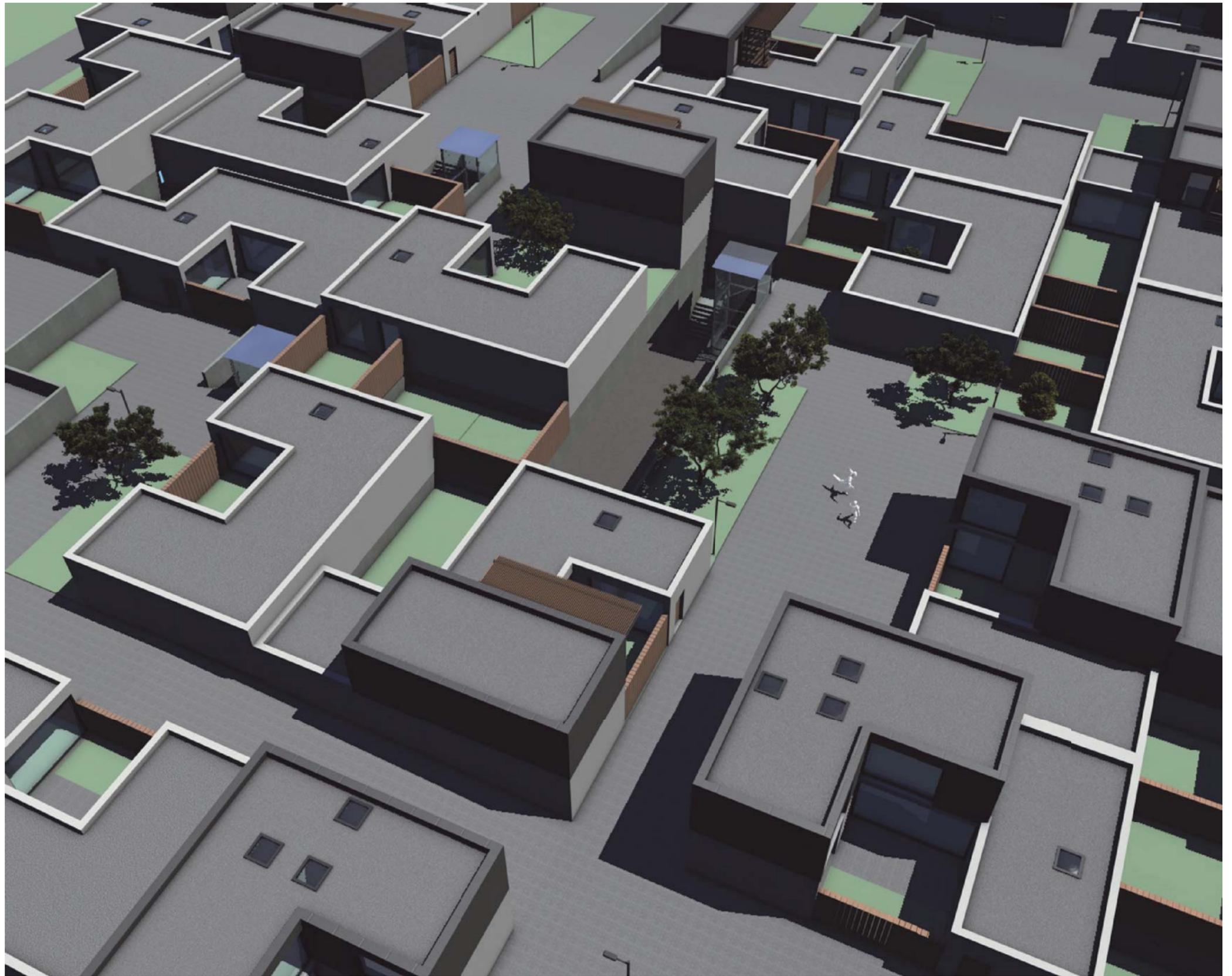
grundriss detailausschnitt b



perspektive detailausschnitt b



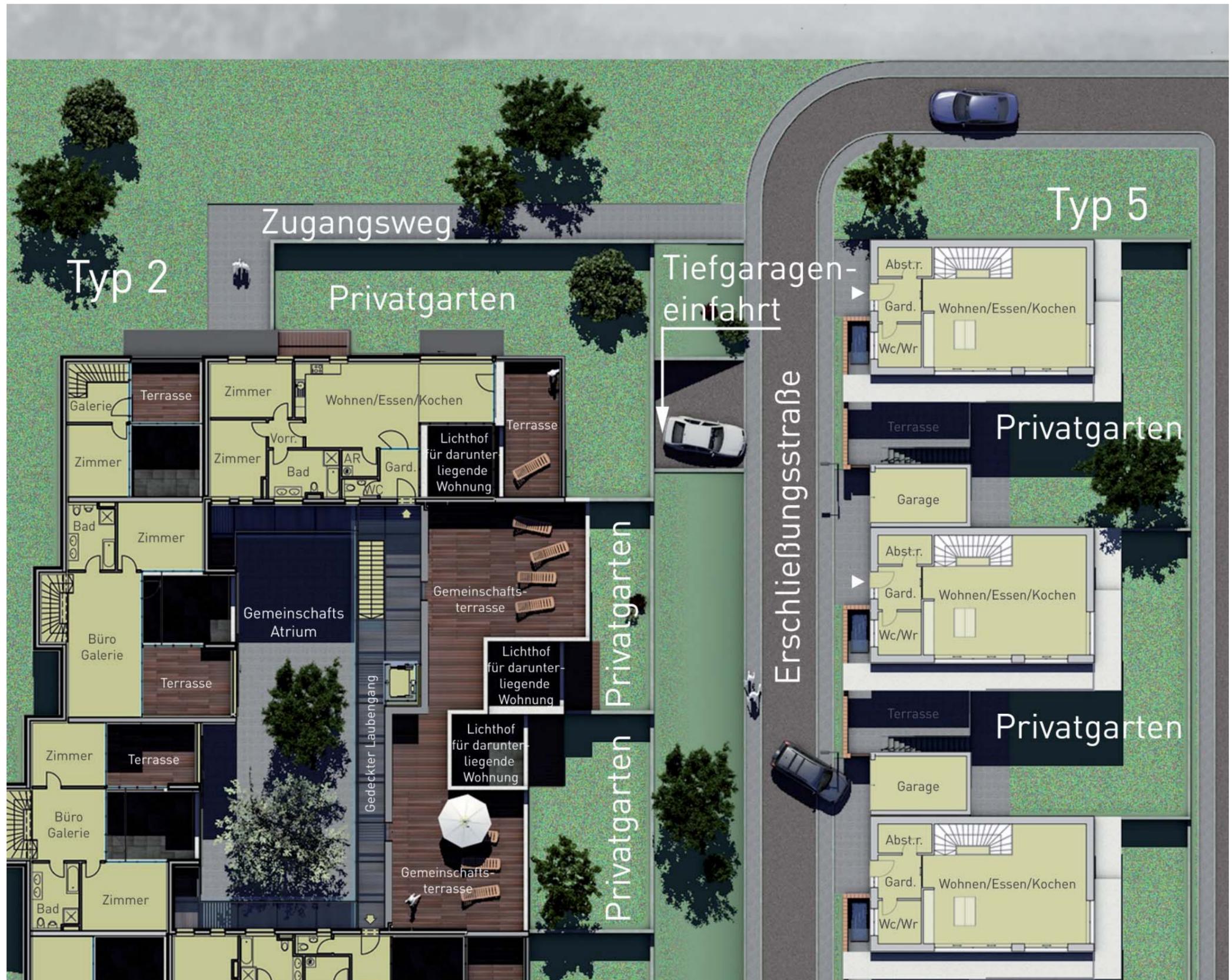
grundriss detailausschnitt c



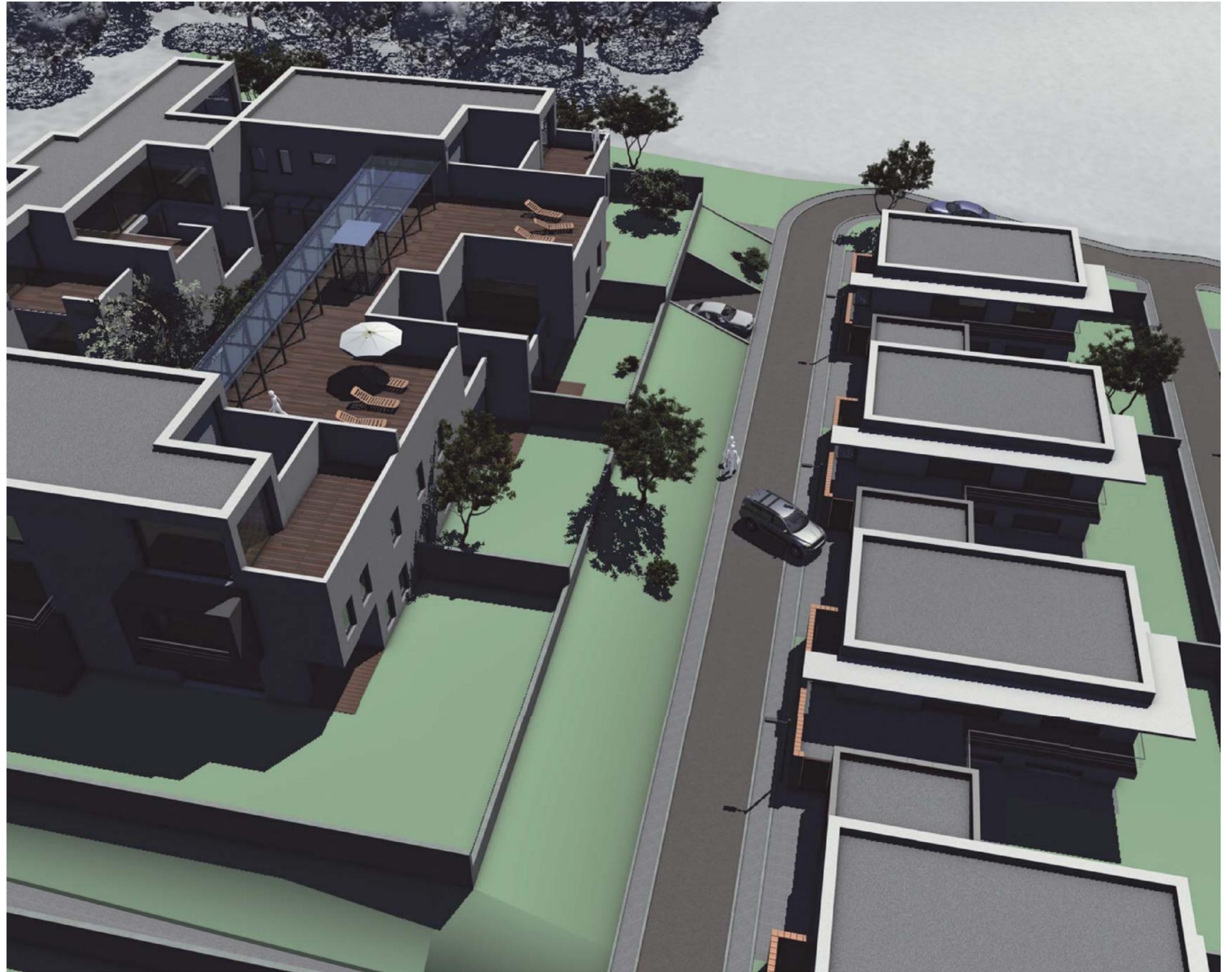
perspektive detailausschnitt c



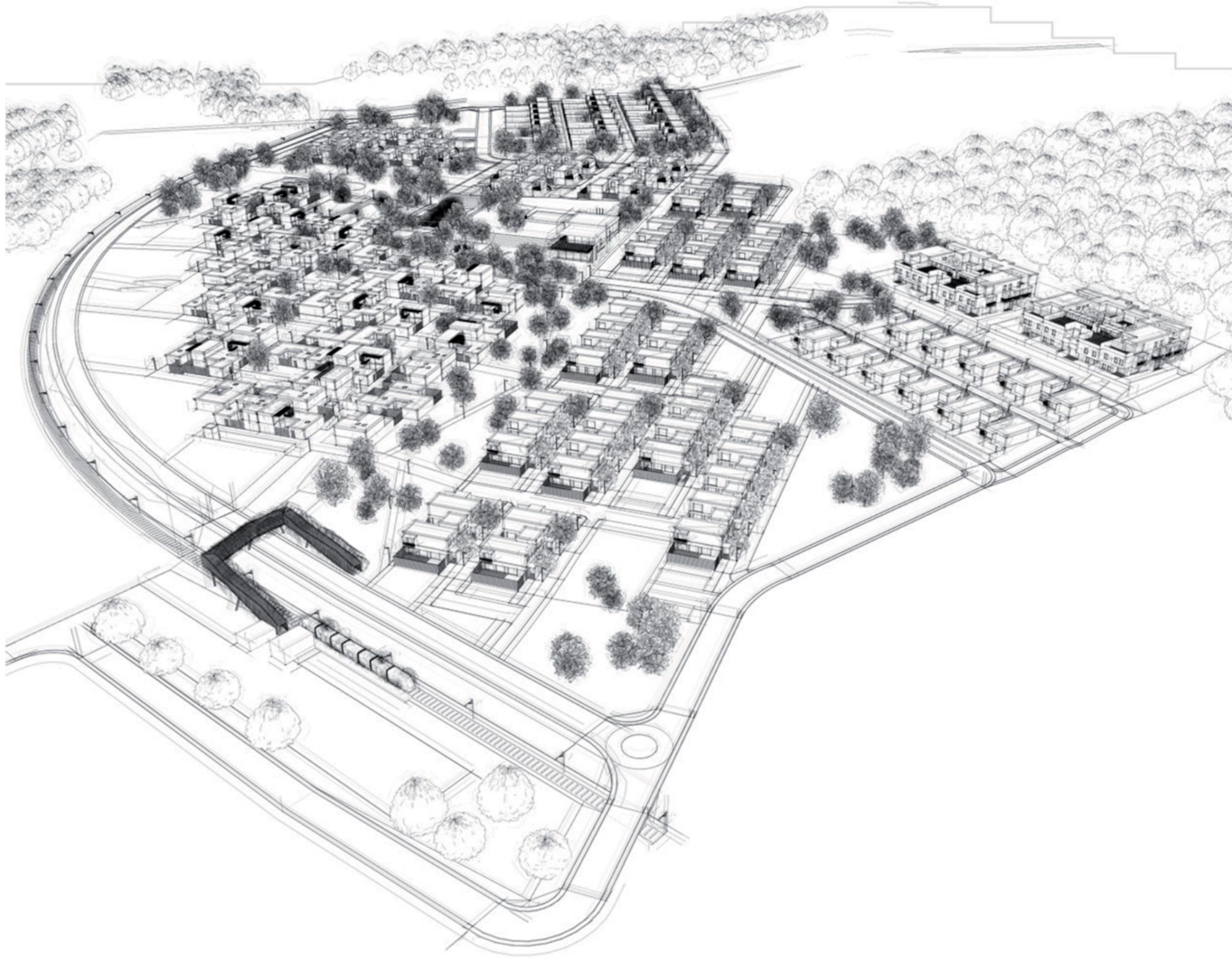
perspektive detailausschnitt d



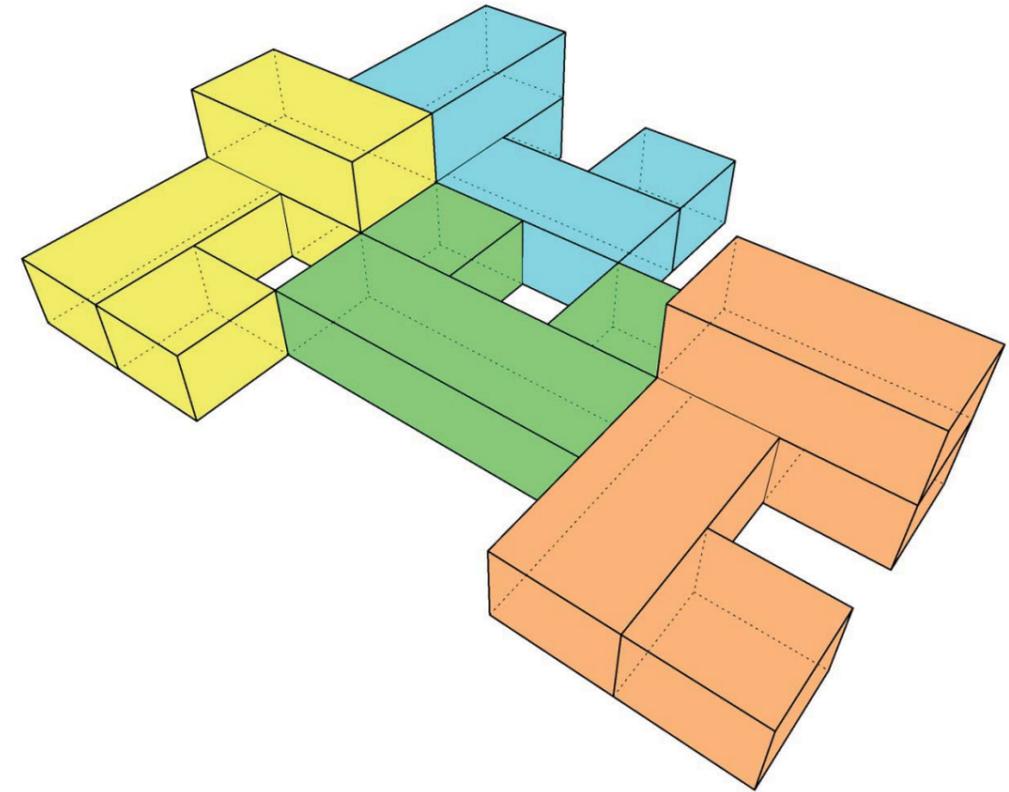
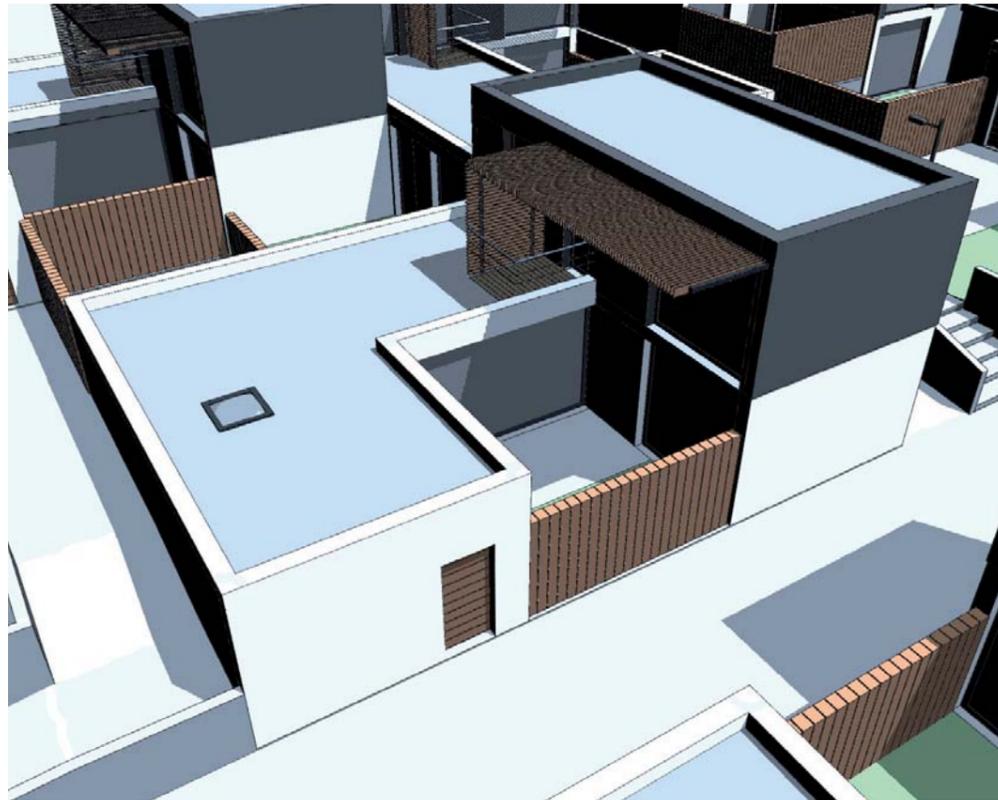
grundriss detailausschnitt e



perspektive detailausschnitt e



03 gebäudetypologien



Dieser Gebäudetyp breitet sich flächenhaft aus und besteht aus 6 Grundtypen im Erdgeschoß, die jeweils auch in gespiegelter Form vorkommen können, und 7 möglichen Ausbauvarianten im Obergeschoß. Jeder Grundtyp umschließt u-förmig einen Innenhof und hat zusätzlich noch einen Hof an seiner Längs- oder Breitseite angeschlossen. Außerdem können bei manchen Wohneinheiten, bedingt durch eine bestimmte Konstellation mit Nachbargebäuden, zusätzliche Hofflächen annektiert werden.

Durch die Verwendung eines $\times 5$ Meter-Rasters werden die 48 unterschiedlichen Gebäudevarianten nach dem 'Tetris-Prinzip' zusammengesetzt, wobei darauf zu achten ist, dass aus dem Obergeschoß der Blick in einen Nachbarhof durch Sichtschutzelemente verhindert und der Eingangsbereich im Erdgeschoß nicht verbaut wird.

Es entsteht ein Gefüge aus Gassen, die sich immer wieder zu kleinen Plätzen weiten. Die maximal einen Meter hohen Niveausprünge in der Siedlung werden mit Rampen und Treppen überbrückt.

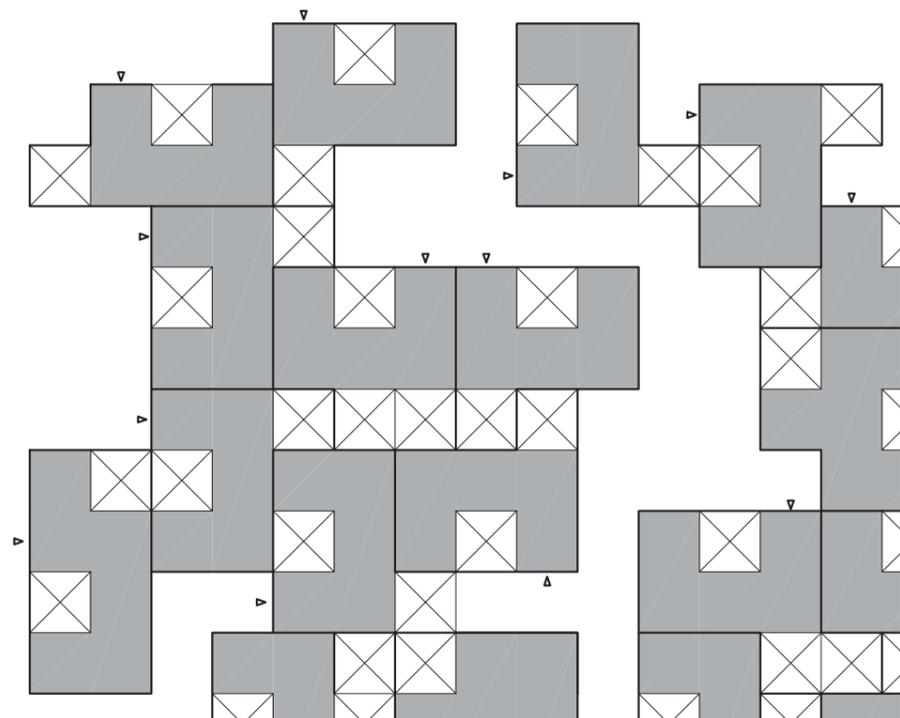
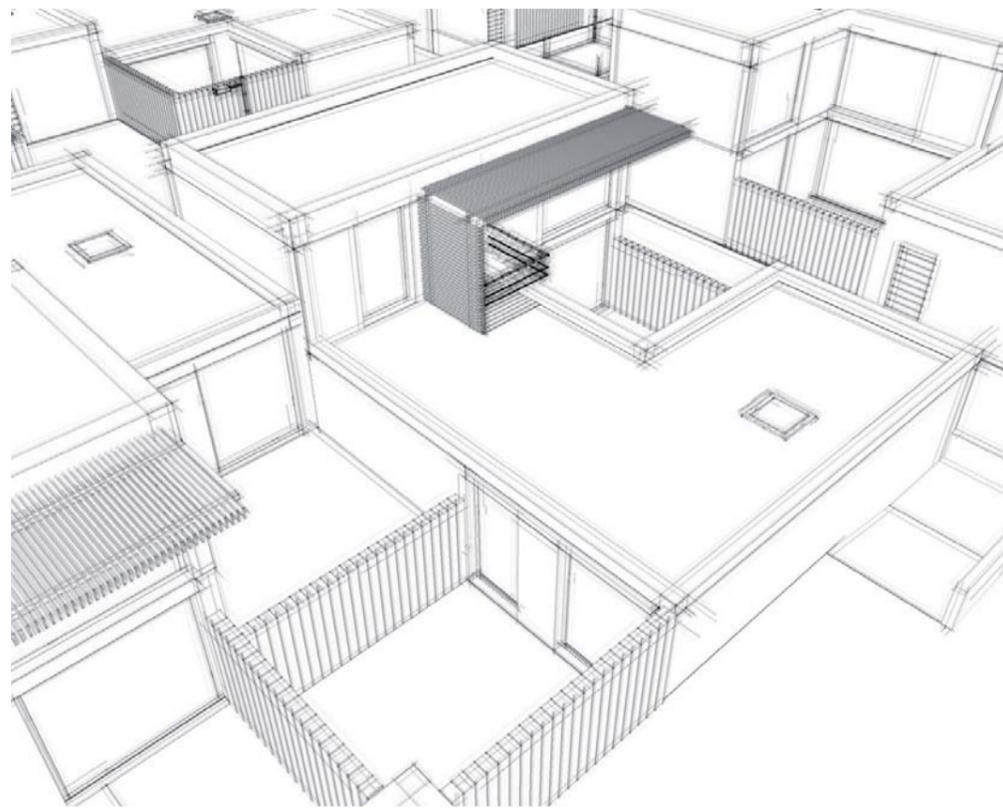
Die gesamte Siedlung ist autofrei gehalten, wobei jedoch 7 Zufahrten für Einsatzfahrzeuge zu den inneren Plätzen führen.

Geparkt wird in drei Tiefgaragen, von denen man über Lifte und Treppen auf die unterschiedlichen Niveaus des Gebietes gelangt. Kein Bewohner hat mehr als 70 Meter von seiner Wohnung bis zu diesen Tiefgaragenabgängen zurückzulegen.

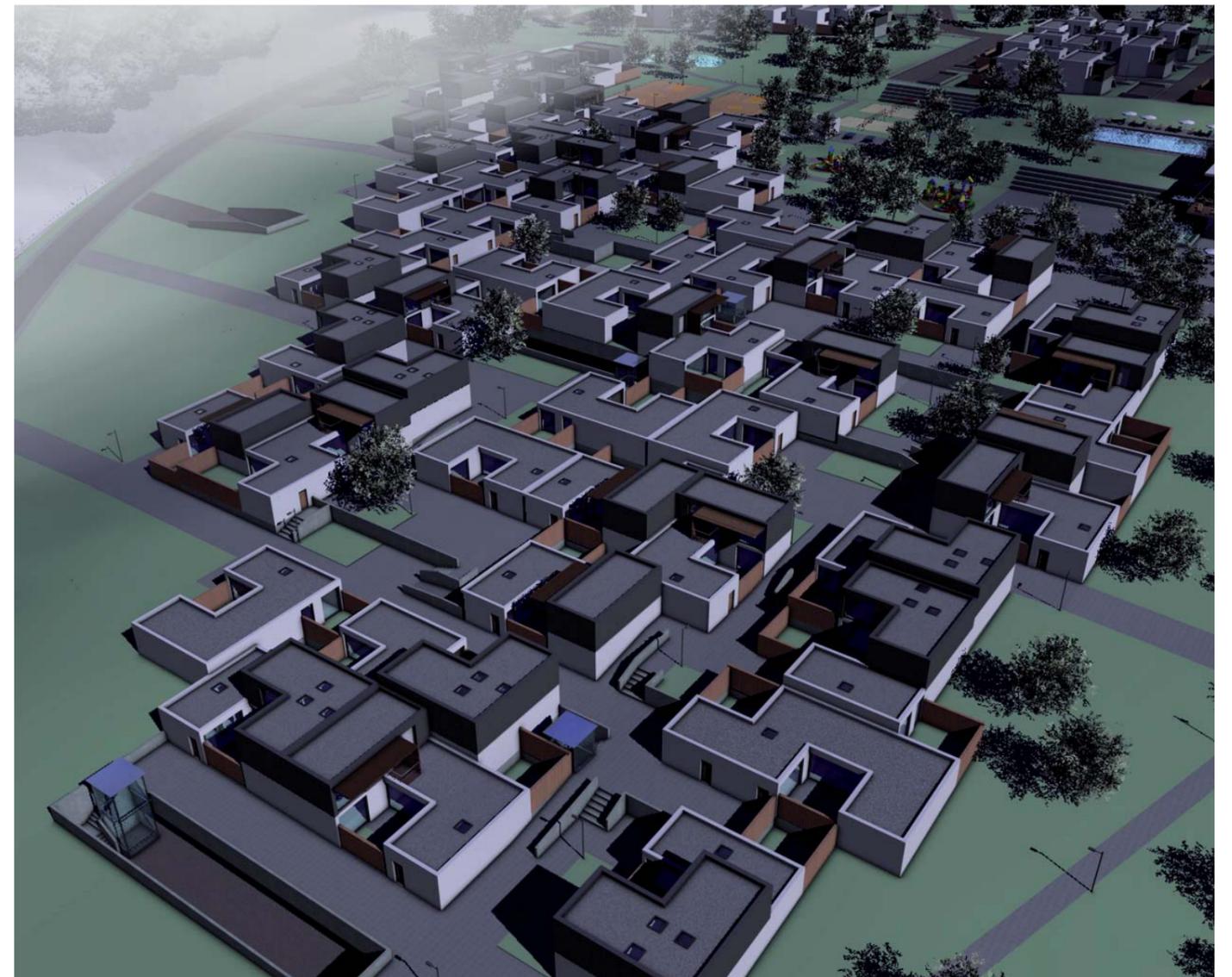
Die Wohnnutzfläche der Einheiten bewegt sich zwischen 114 und 157m^2 im Erdgeschoß, mit möglichen zusätzlichen 41 bis 85m^2 im Obergeschoß. Die Größe der Höfe beträgt jeweils $21,3\text{m}^2$.

Es kommen insgesamt 56 Gebäude dieses Typs im Süden des Planungsgebiets vor.

Typ 1



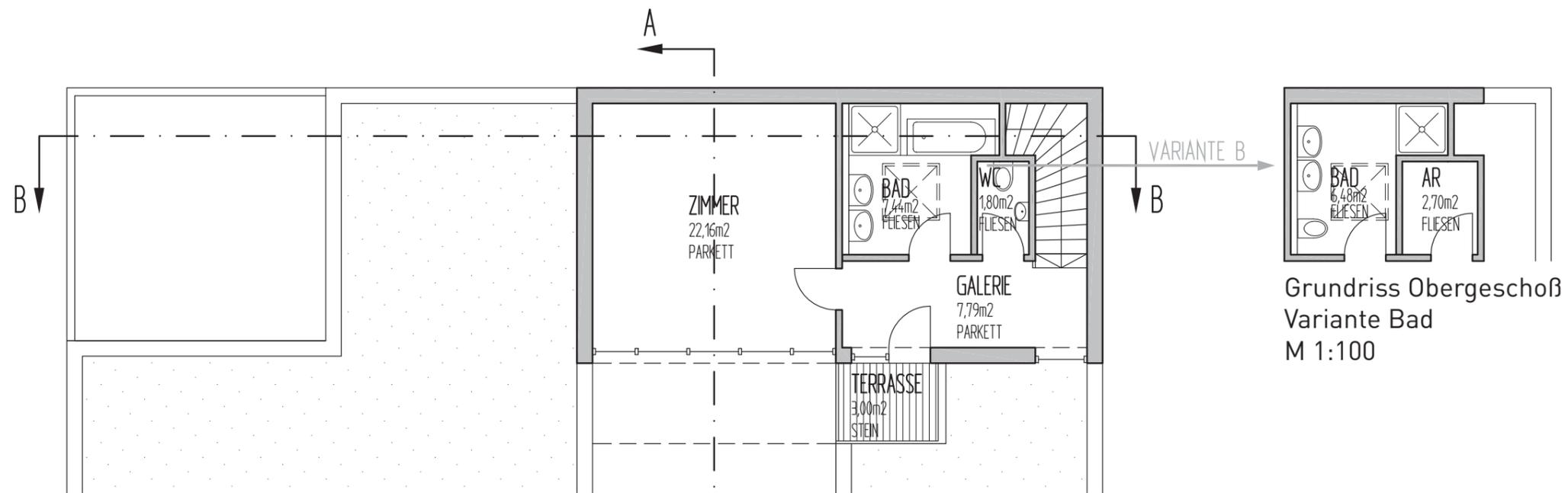
Schema „Tetris-“ Prinzip



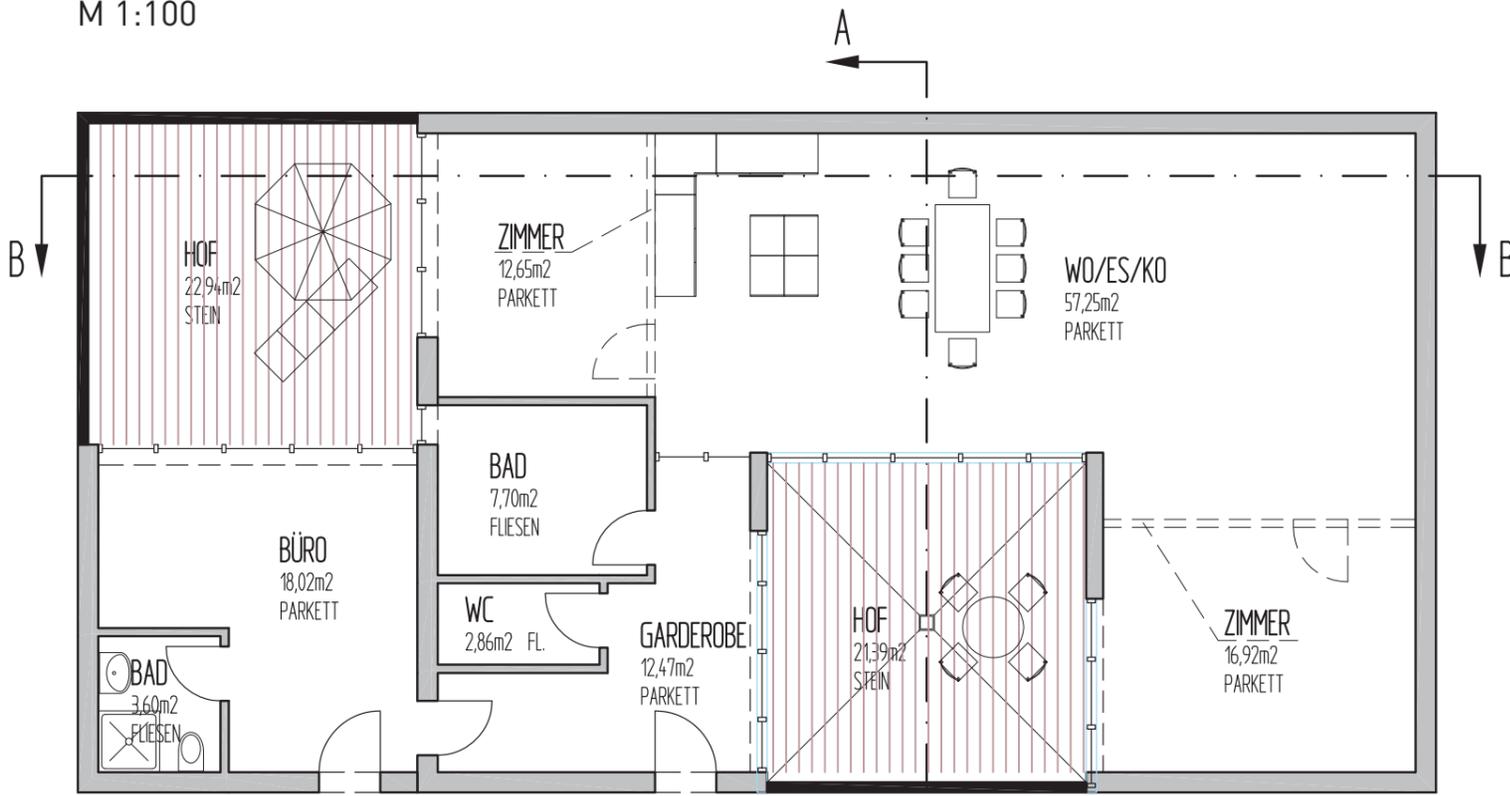
typ 1 - system



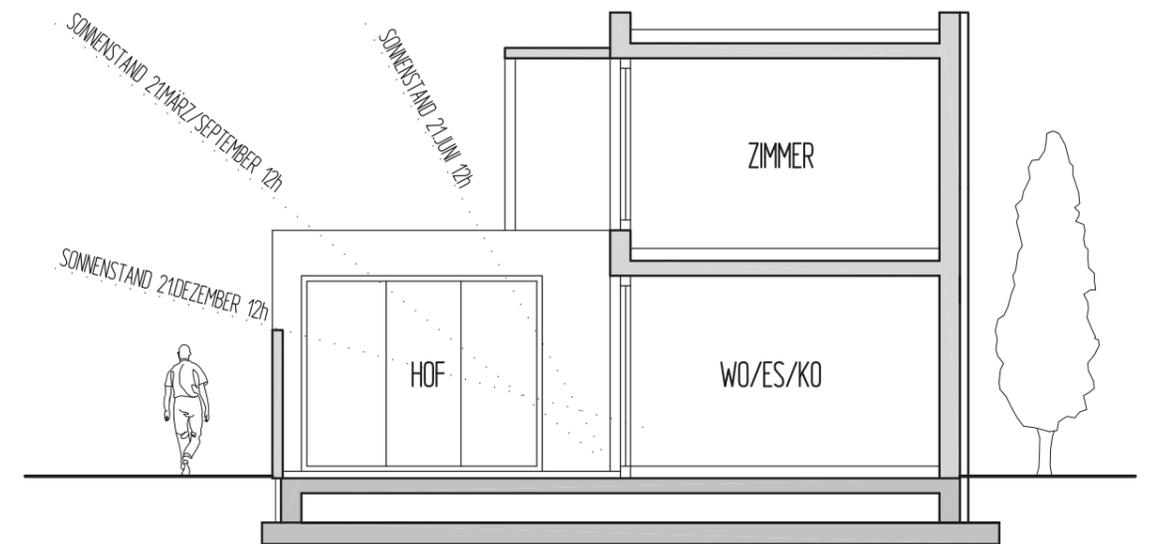
typ 1 - variantenkatalog



Grundriss Obergeschoß
M 1:100

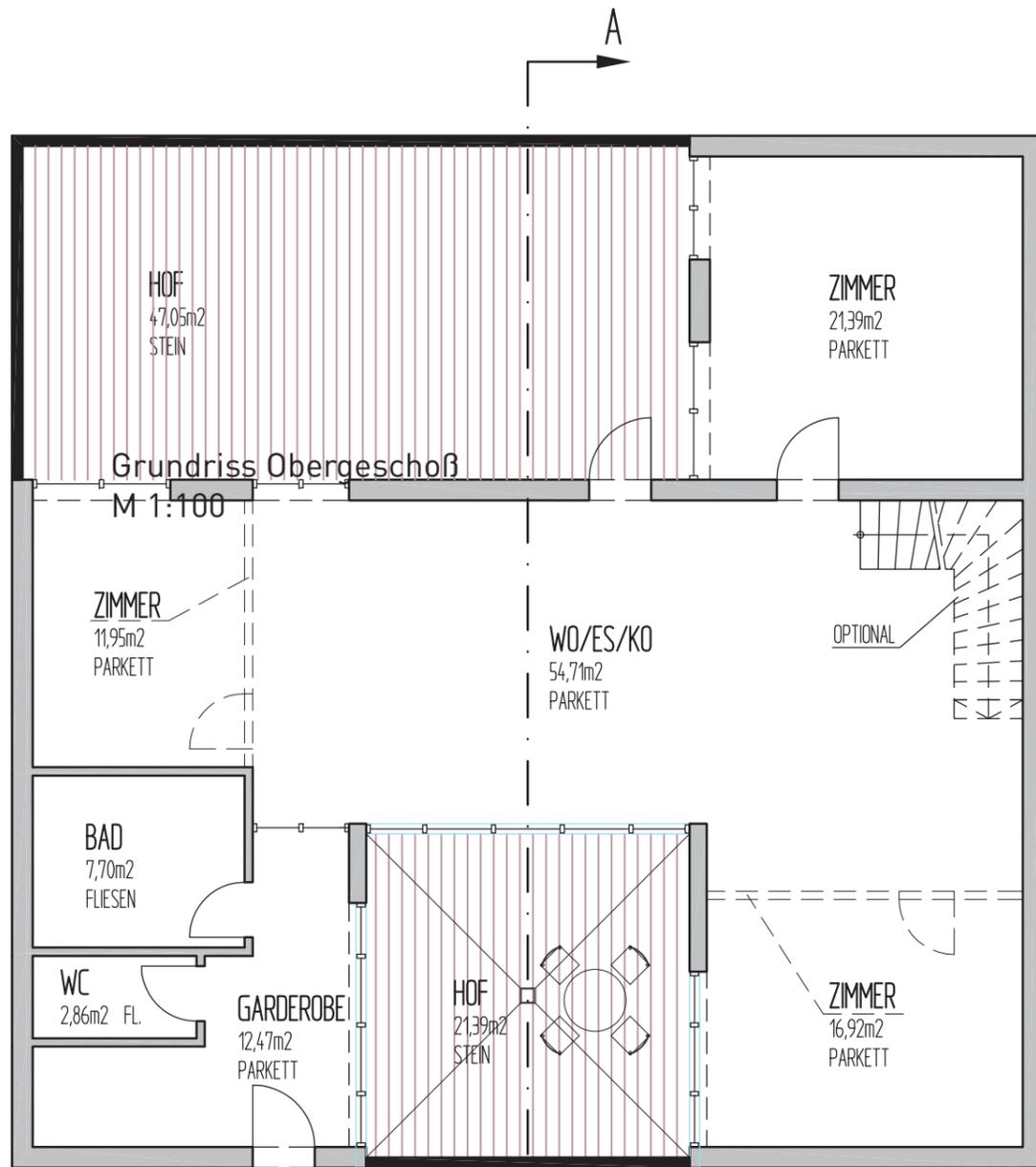


Grundriss Erdgeschoß
M 1:100

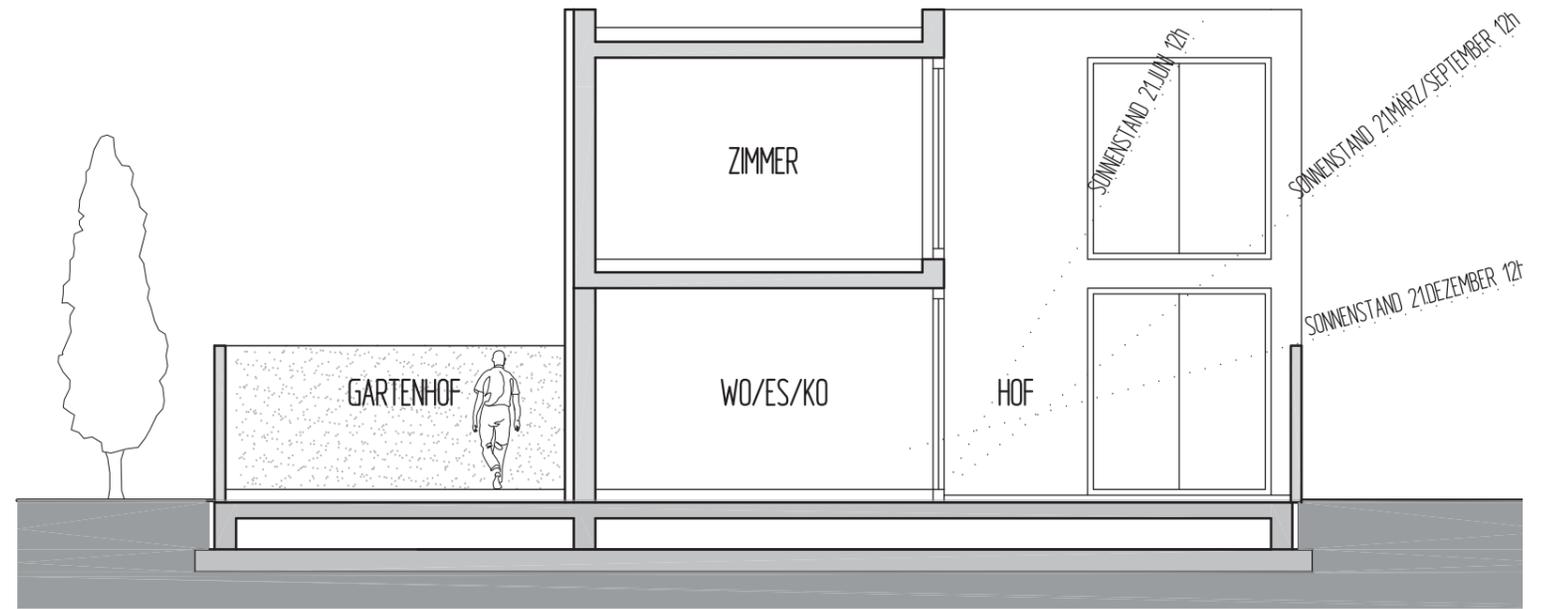


Schnitt A
M 1:100

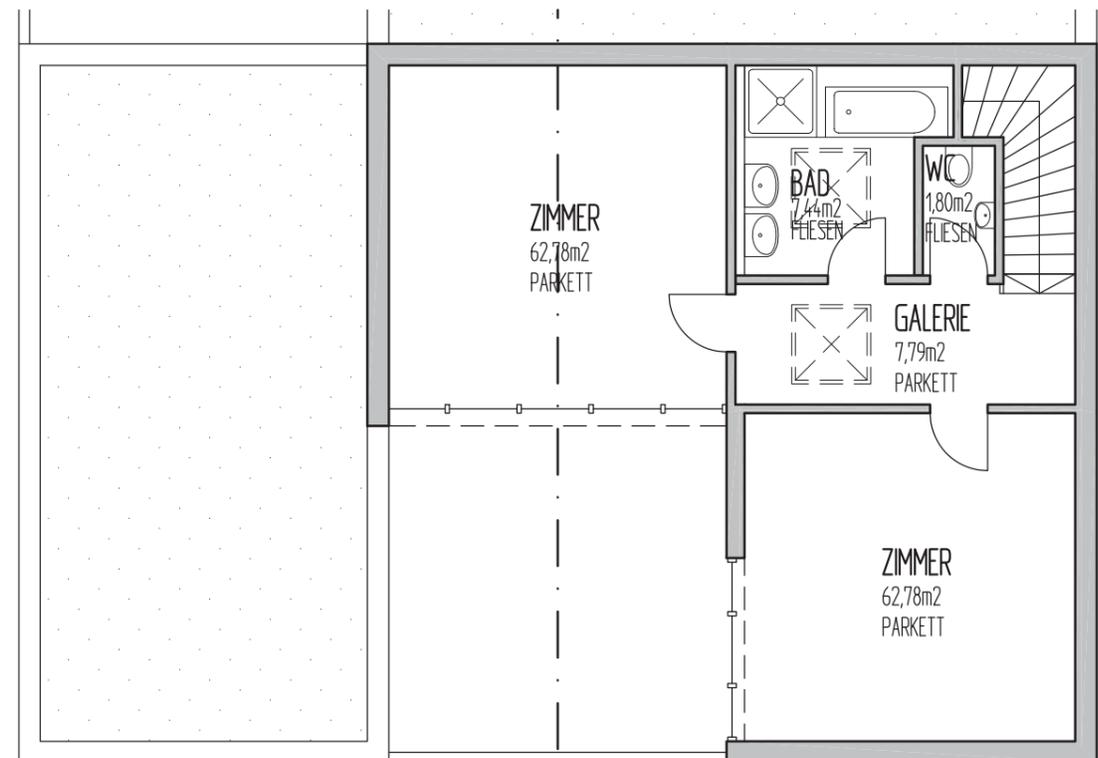
typ 1 - grundrisse, schnitt variante ab



Grundriss Erdgeschoß
M 1:100

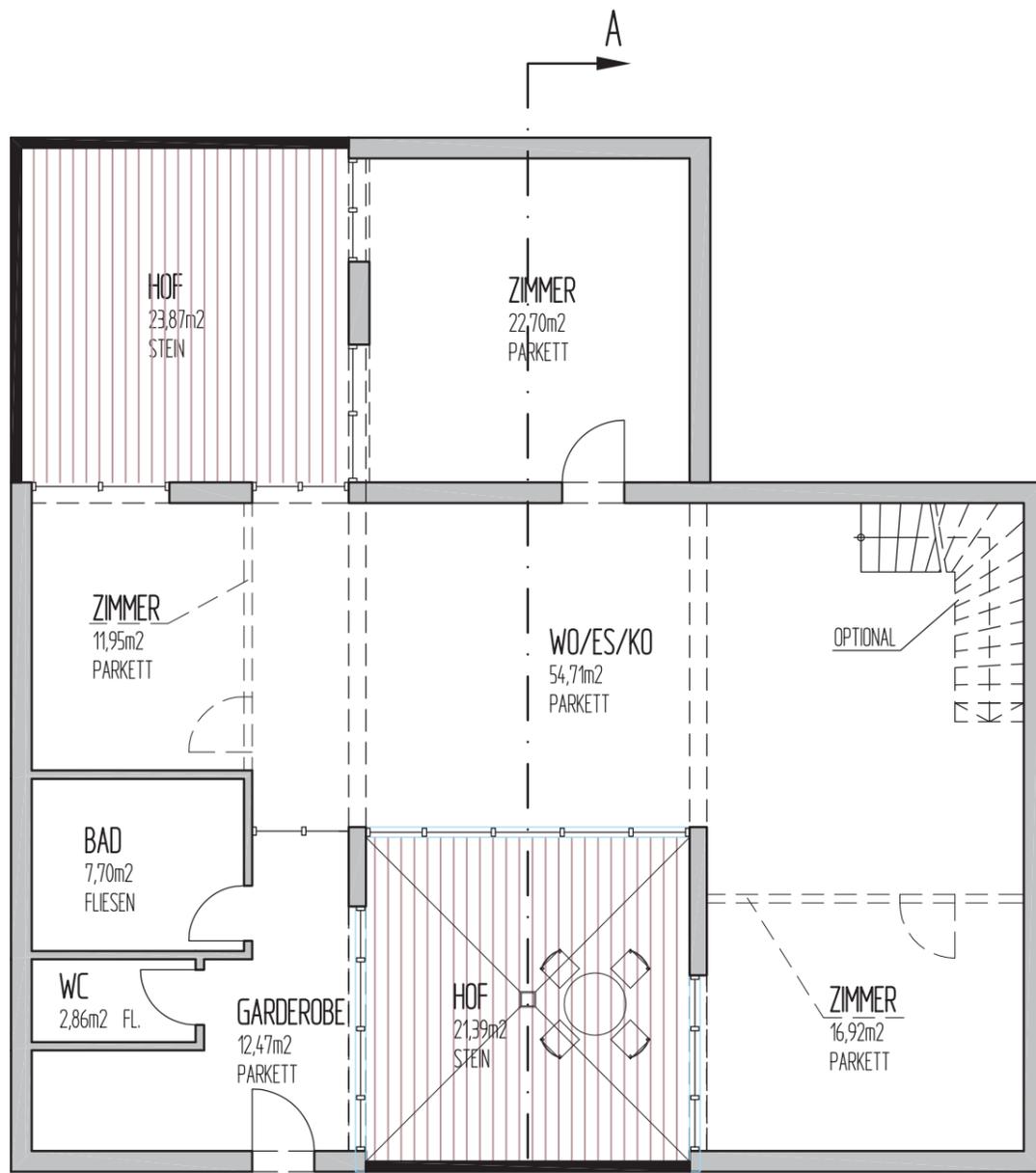


Schnitt A
M 1:100

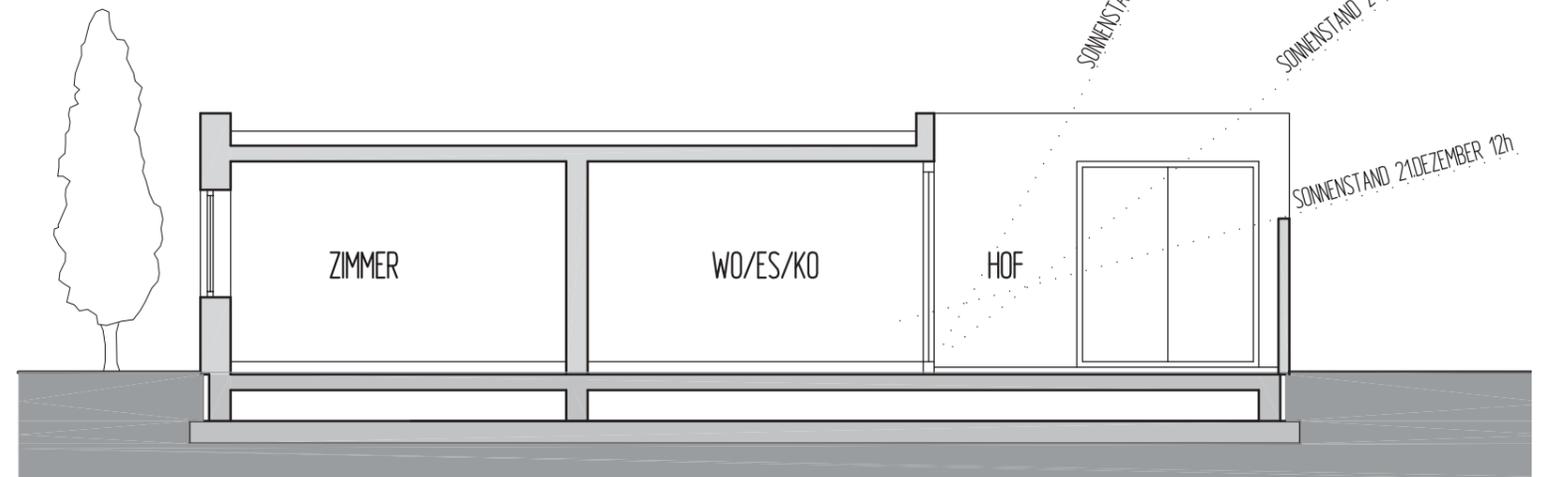


Grundriss Obergeschoß
M 1:100

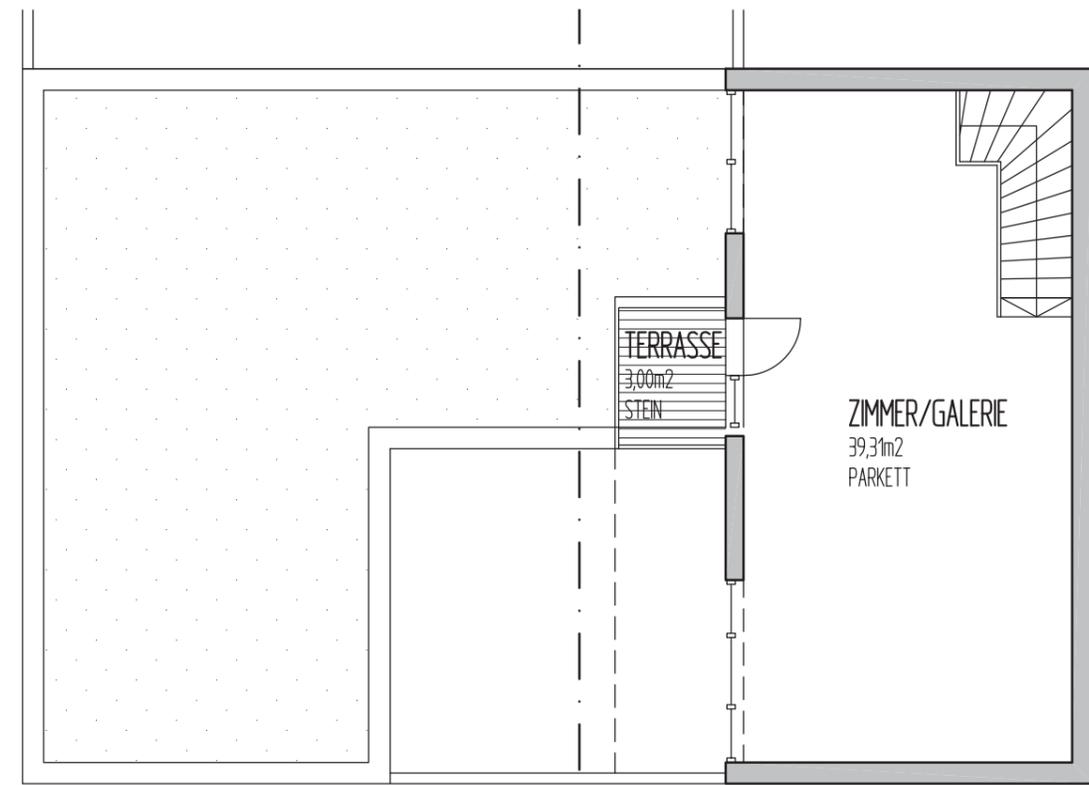
typ 1 - grundrisse, schnitt variante 4c



Grundriss Erdgeschoß
M 1:100

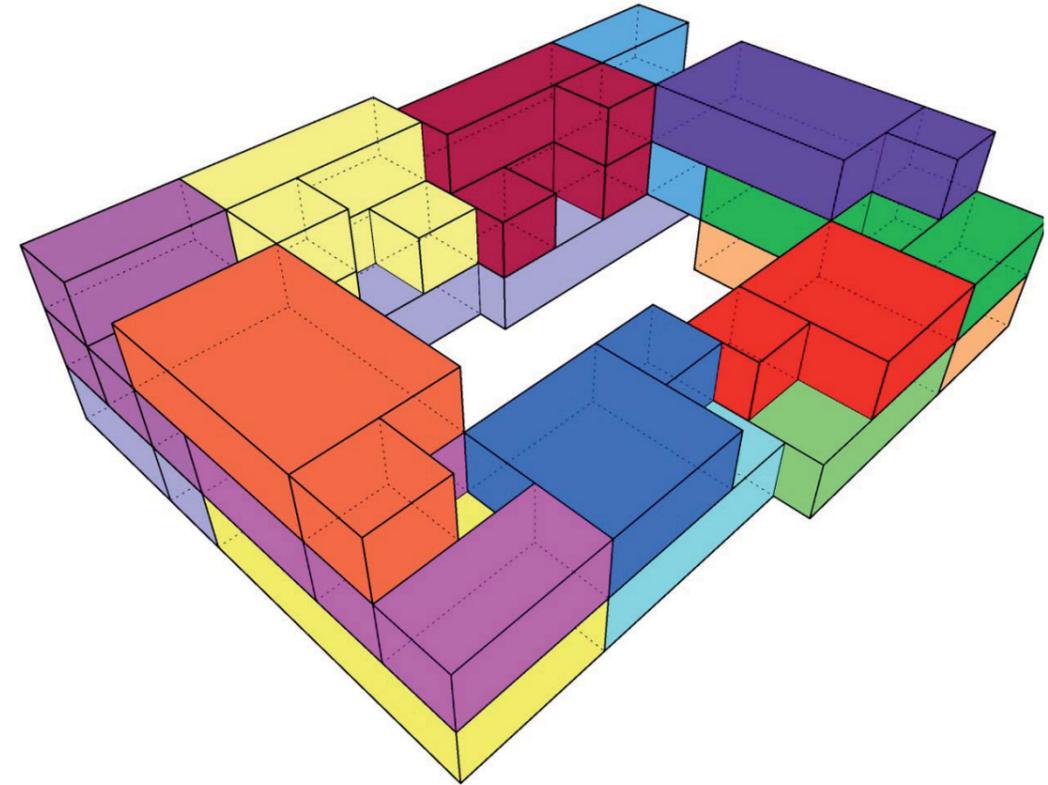


Schnitt A
M 1:100



Grundriss Obergeschoß
M 1:100

typ 1 - grundrisse, schnitt variante 4c



Bei diesem Gebäudetyp handelt es sich um einen dreigeschoßigen Wohnblock mit 14 Wohneinheiten und einem großen, gemeinschaftlich nutzbaren Innenhof. Das Besondere bei diesem ist, dass 10 der 14 Wohnungen einen eigenen kleinen Innenhof besitzen, der von den Nachbarn nicht einsehbar ist. Die übrigen 4 Wohnungen befinden sich auf der Südseite im Erdgeschoß und verfügen im Gegenzug über 85 bis 190m² große Gärten.

Der in den Hang eingeschnittene nördliche Teil des Erdgeschoßes beherbergt den Parteienkeller, Müll- und Fahrradabstellplatz.

Erschlossen werden die Wohnungen über einen Laubengang im Innenhof. 4 Wohnungen sind als Maisonettetypen ausgeführt und besitzen zusätzlich zum Hof im 1. Obergeschoß noch eine kleine Terrasse im 2. Obergeschoß.

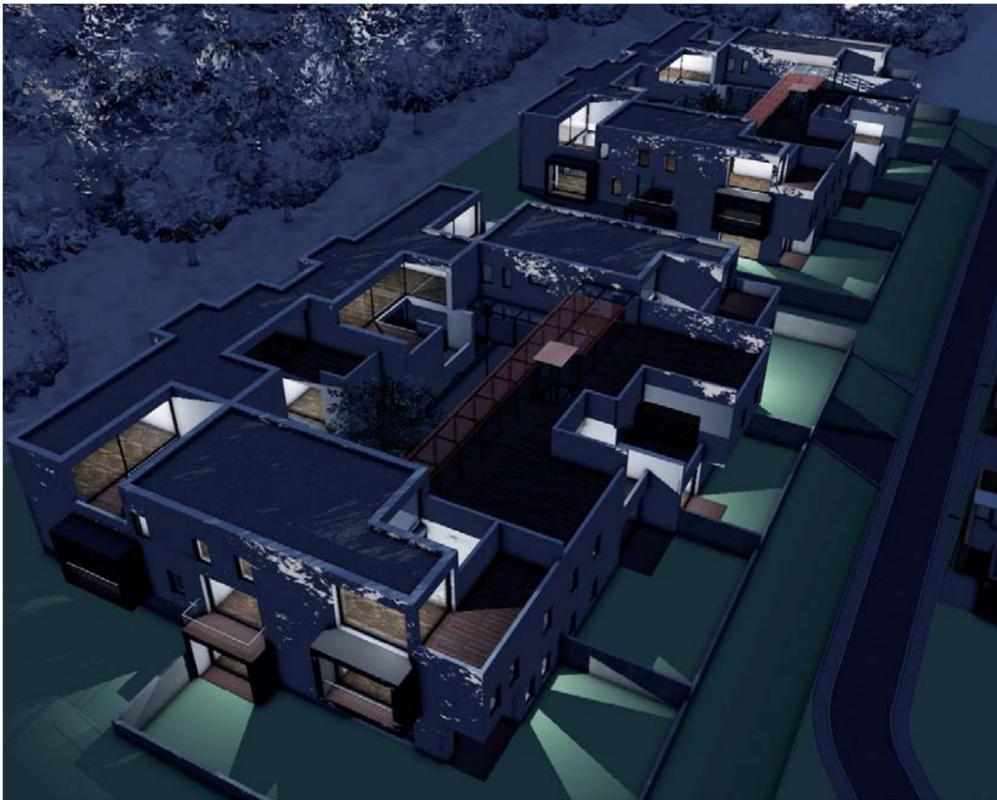
Das zweite Obergeschoß bleibt auf der Südseite unverbaut und bietet an der Stelle eine große Sonnenterrasse mit wunderbarem Ausblick, die von allen Bewohnern des Hauses benutzt werden kann.

Die Wohnungsgrößen bewegen sich zwischen 70 und 147m², die Innenhöfe zwischen 16 und 20m² und die Terrassen sind zwischen 13,5 und 27m² groß.

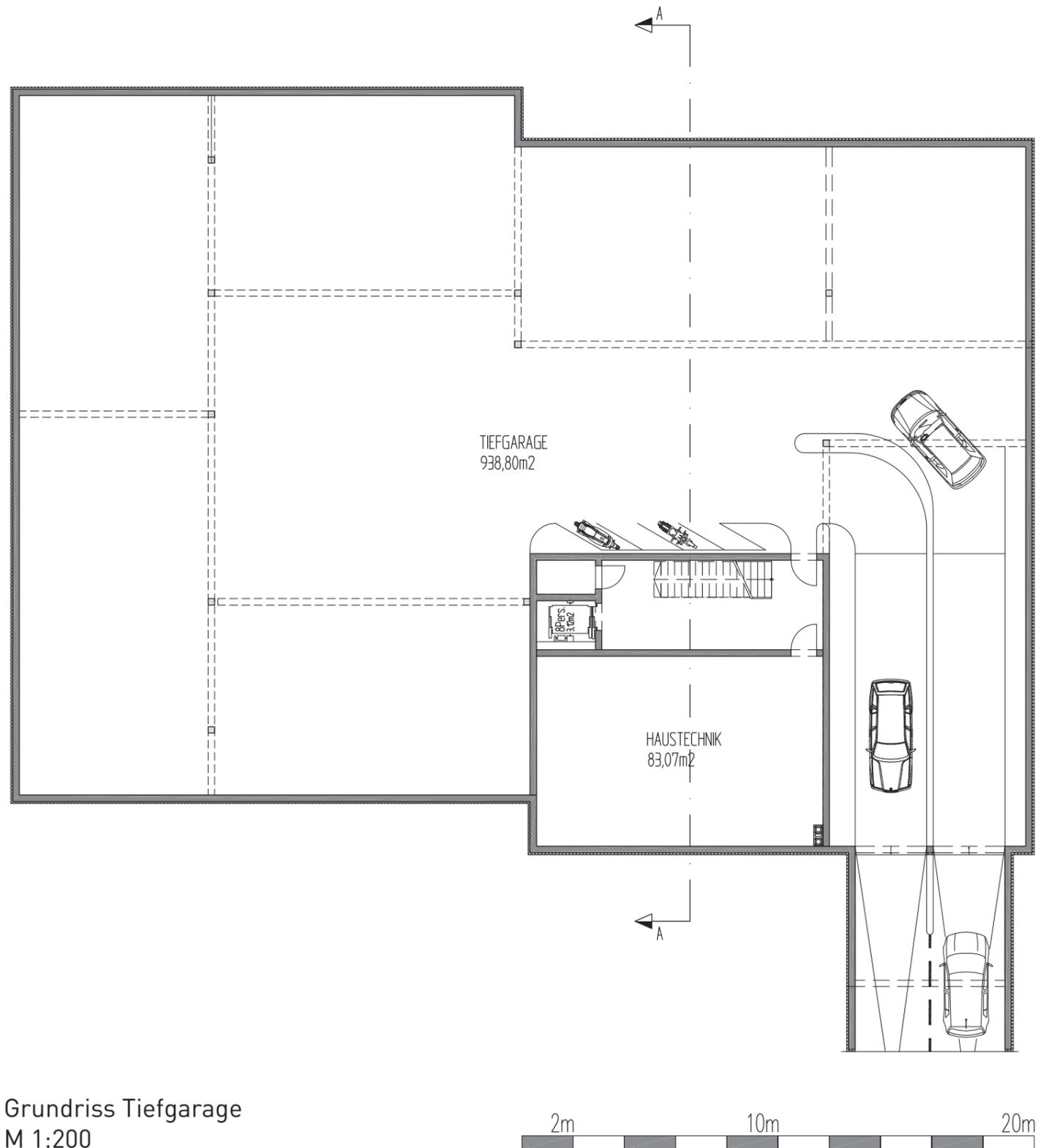
Unter dem Gebäude befindet sich eine Tiefgarage, die auch die Heizungsanlage des Hauses beherbergt.

Zwei dieser Wohnblöcke kommen im Nordosten des Planungsgebiets vor.

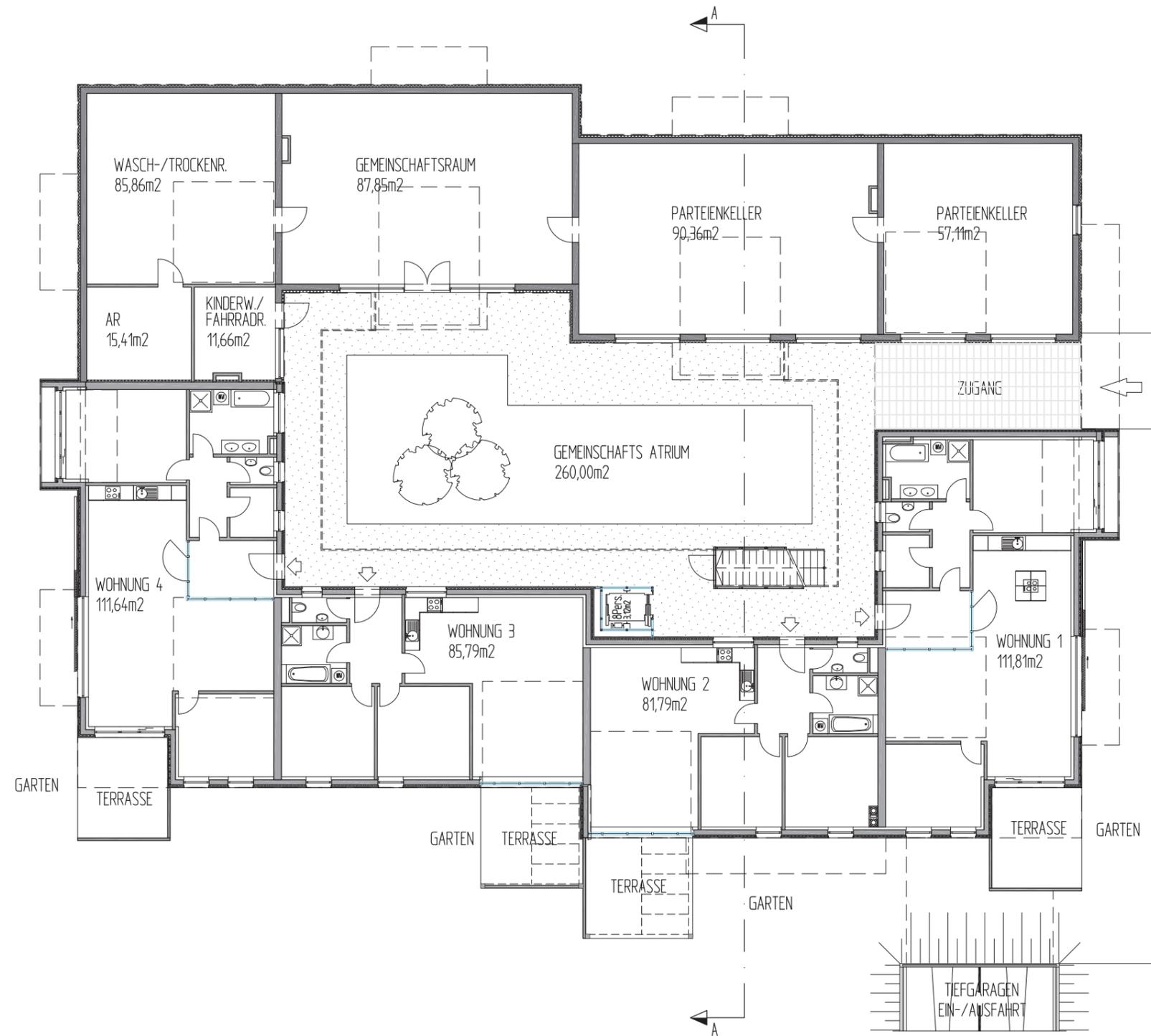
typ 2



Grundriss Tiefgarage
M 1:200

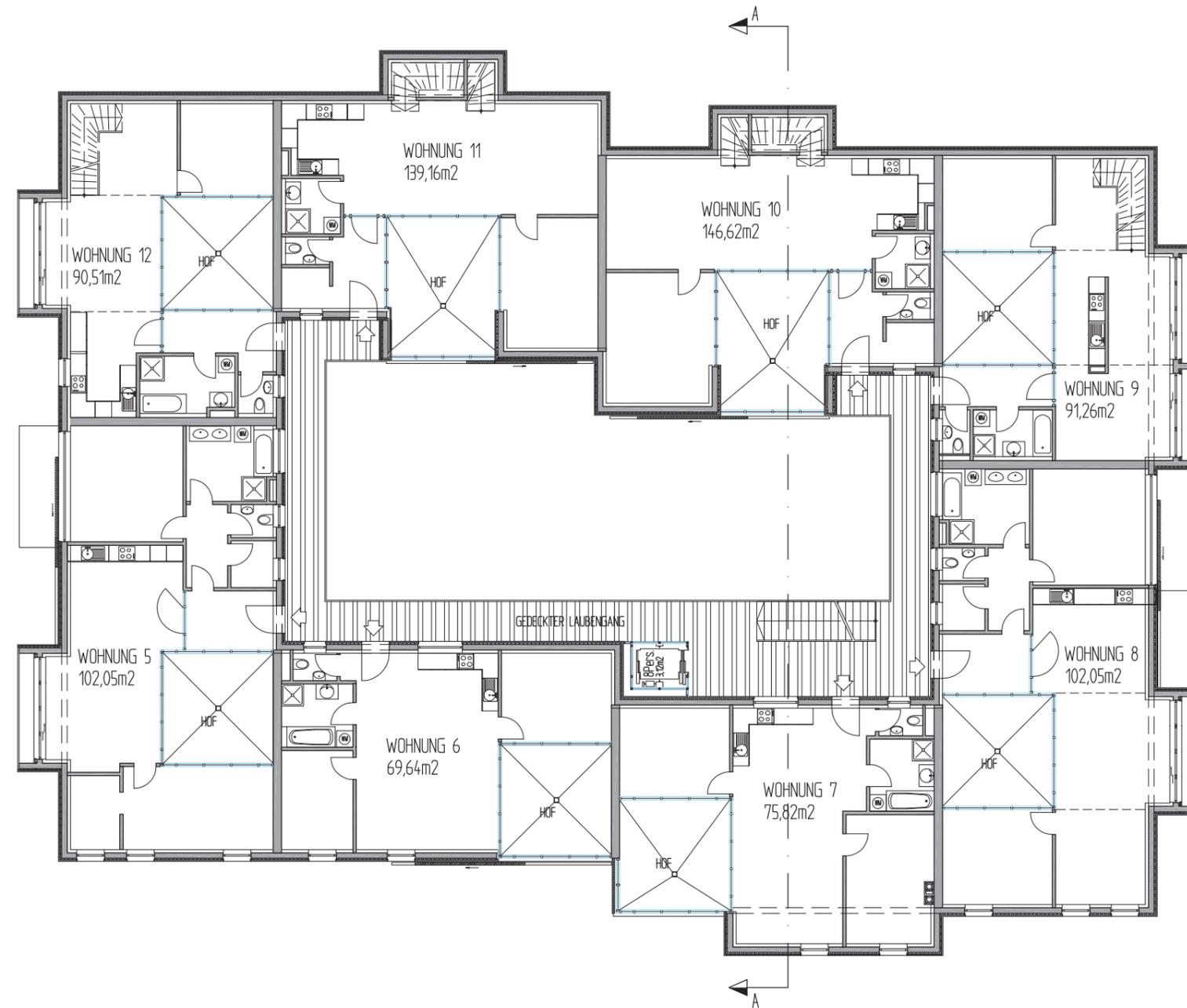


typ 2 - grundriss tiefgarage



Grundriss Erdgeschoss
M 1:200

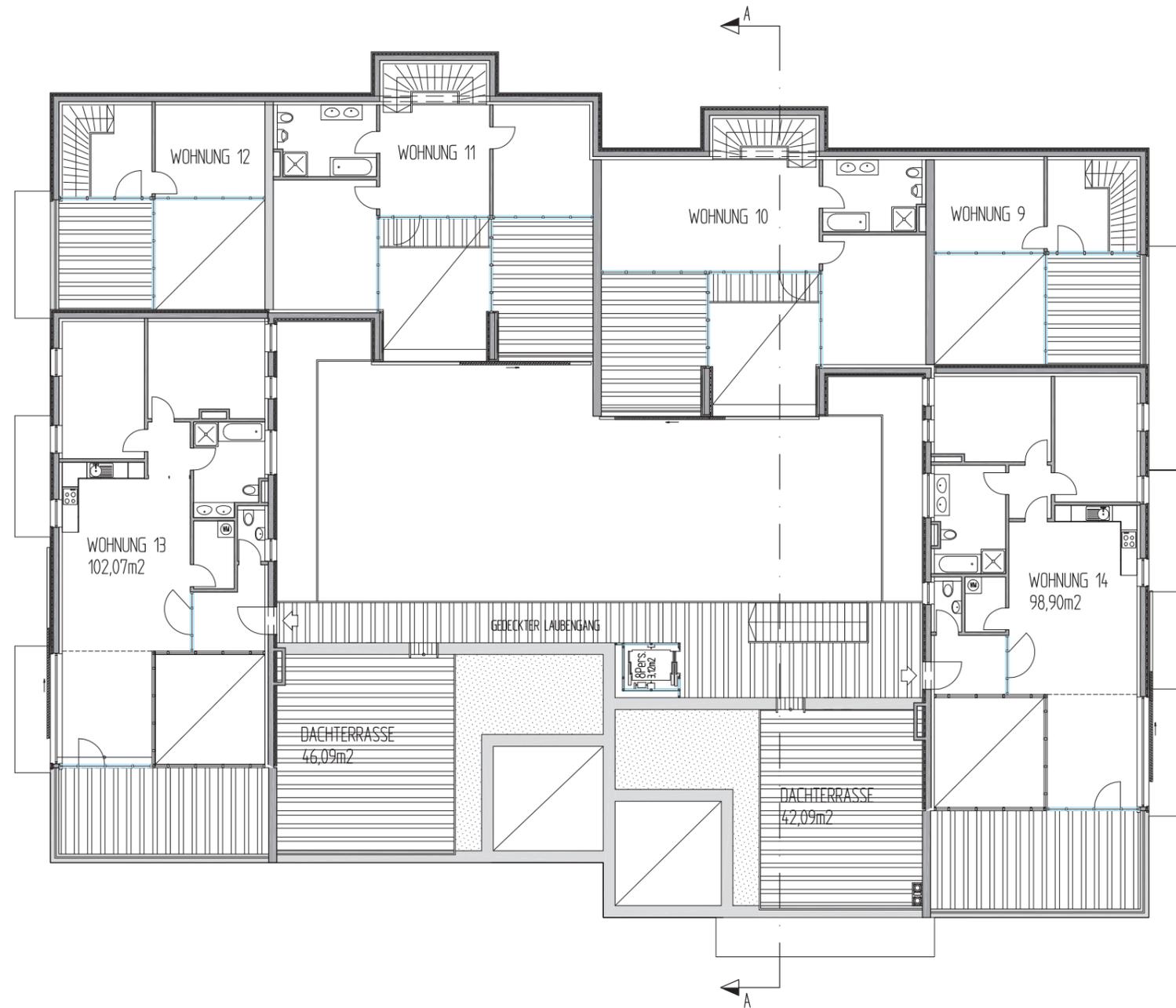
typ 2 - grundriss erdgeschoss



Grundriss 1.0obergeschoss
M 1:200



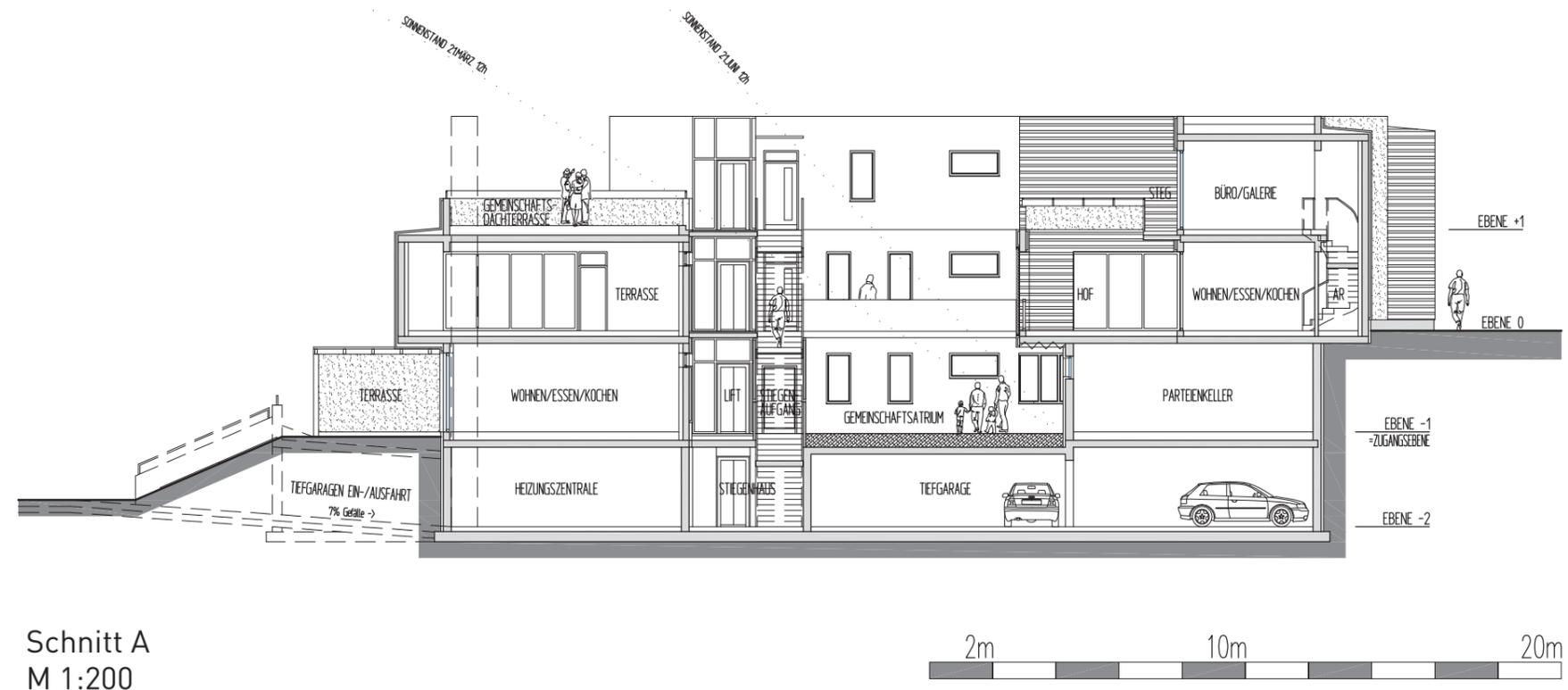
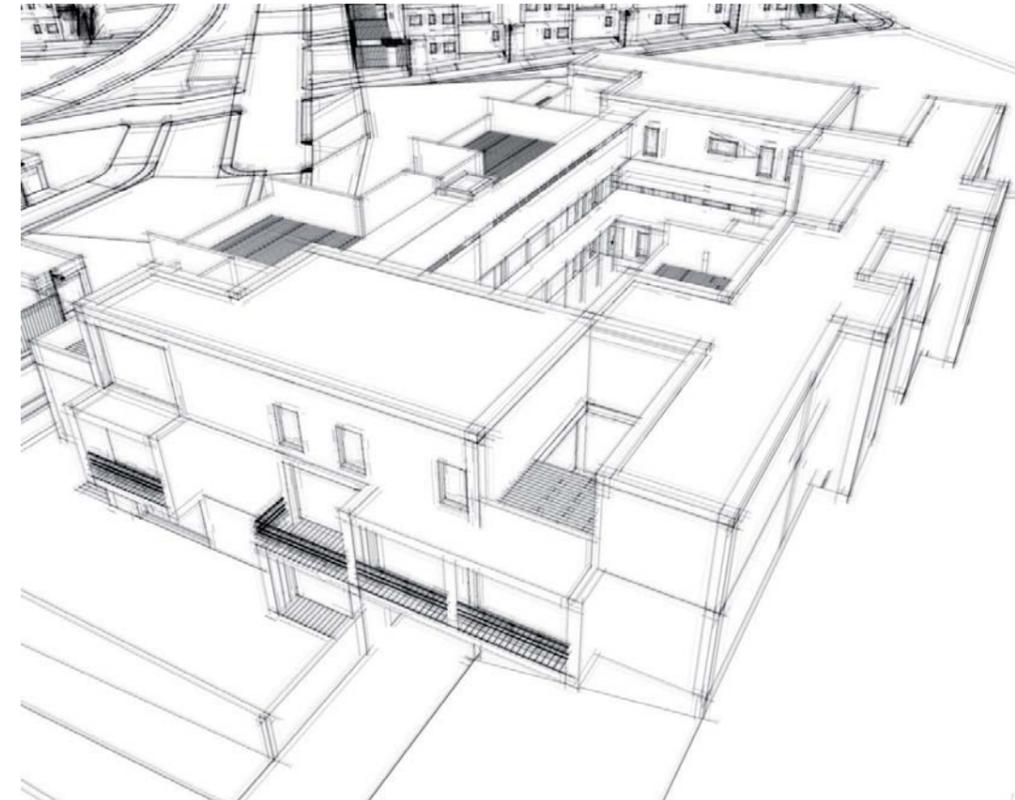
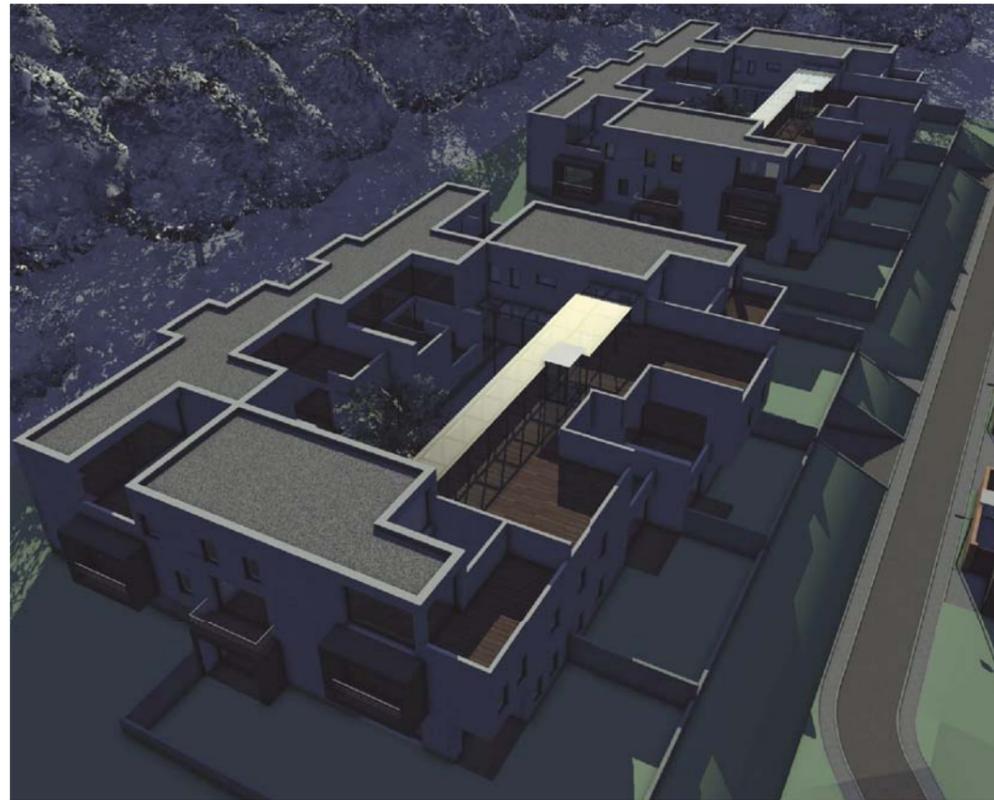
typ 2 - grundriss 1.obergeschoss



Grundriss 2.Obergeschoss
M 1:200

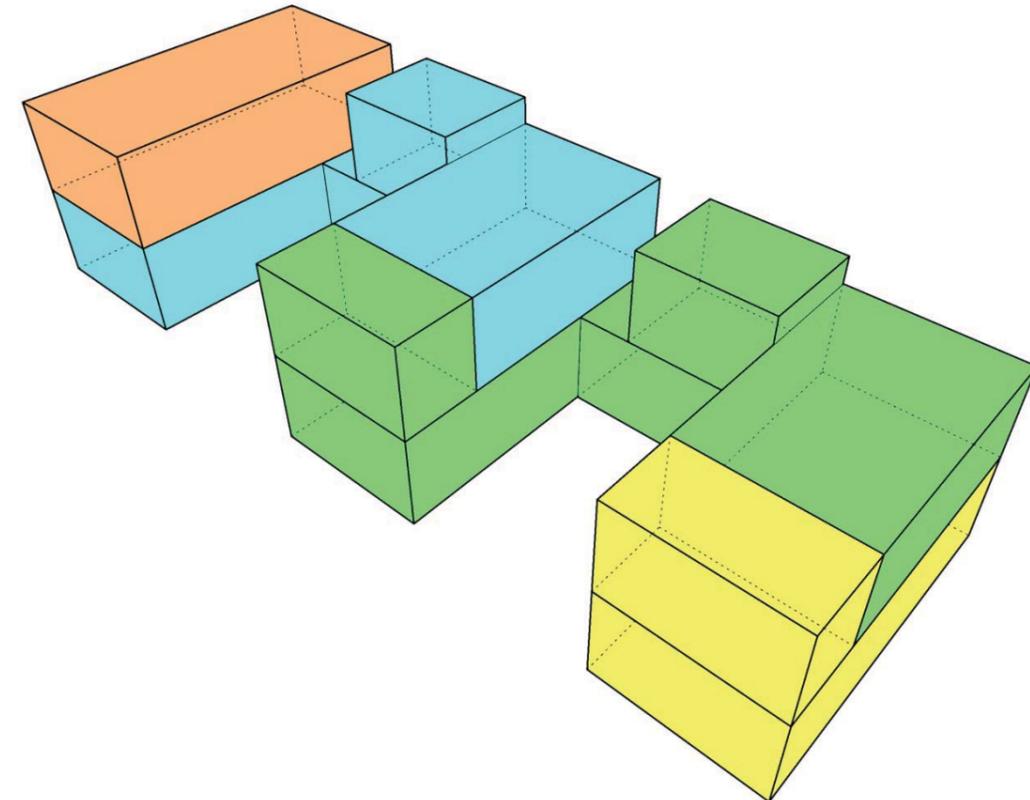


Typ 2 - Grundriss 2.Obergeschoss



Schnitt A
M 1:200

typ a - schnitt a



Diesen Typ könnte man als Reihenhaus, jedoch nicht im klassischen Sinn, bezeichnen. Während ein 'normales' Reihenhaus in einer Ebene neben dem nächsten steht und auch die Gärten vor diesen Häusern aneinandergereiht sind, bilden die u-förmigen Gebäude hier jeweils einen kleinen Innenhof und laufen mit dem Gelände hangabwärts. Dabei schiebt sich ein Baukörper über den nächsten, der einen Meter unter dem Niveau des vorigen liegt.

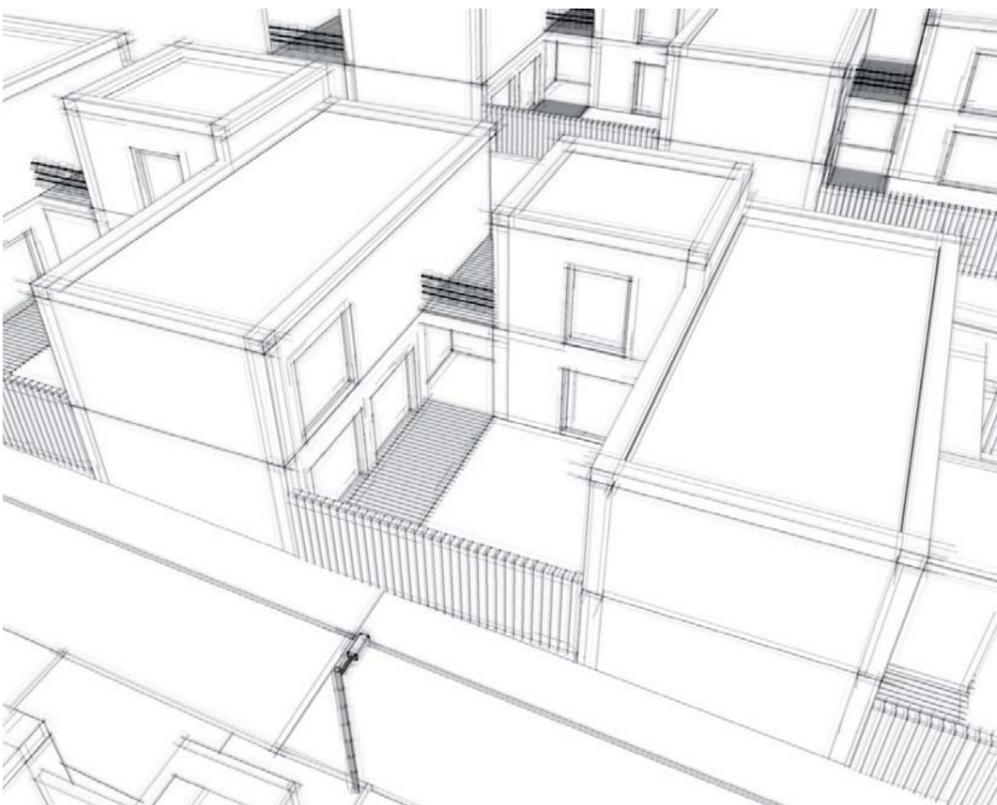
Die Gebäude sind je nach Geländeverlauf entweder nach Südwest oder nach Südost orientiert. Alle Räume sind auf den eigenen Innenhof ausgerichtet, der auf seiner offenen Seite durch eine Mauer von der dahinter verlaufenden Straße abgeschirmt ist.

Jede Wohneinheit hat 122,5m² Wohnnutzfläche, einen 46m² großen Hof und eine 9,5m² große Dachterrasse. Der Wohnbereich befindet sich im Erd-, die Schlafräume im Obergeschoß. Direkt neben dem Eingangsbereich ist ein Raum vorhanden, der als Büro fungieren könnte.

Die Parkplätze für diese Gebäudetypen befinden sich direkt vor den Hauseingängen, parallel zu den als Einbahnen geführten Erschließungsstraßen. Am Ende einer jeden Gebäudereihe stehen zusätzliche Besucherparkplätze zur Verfügung.

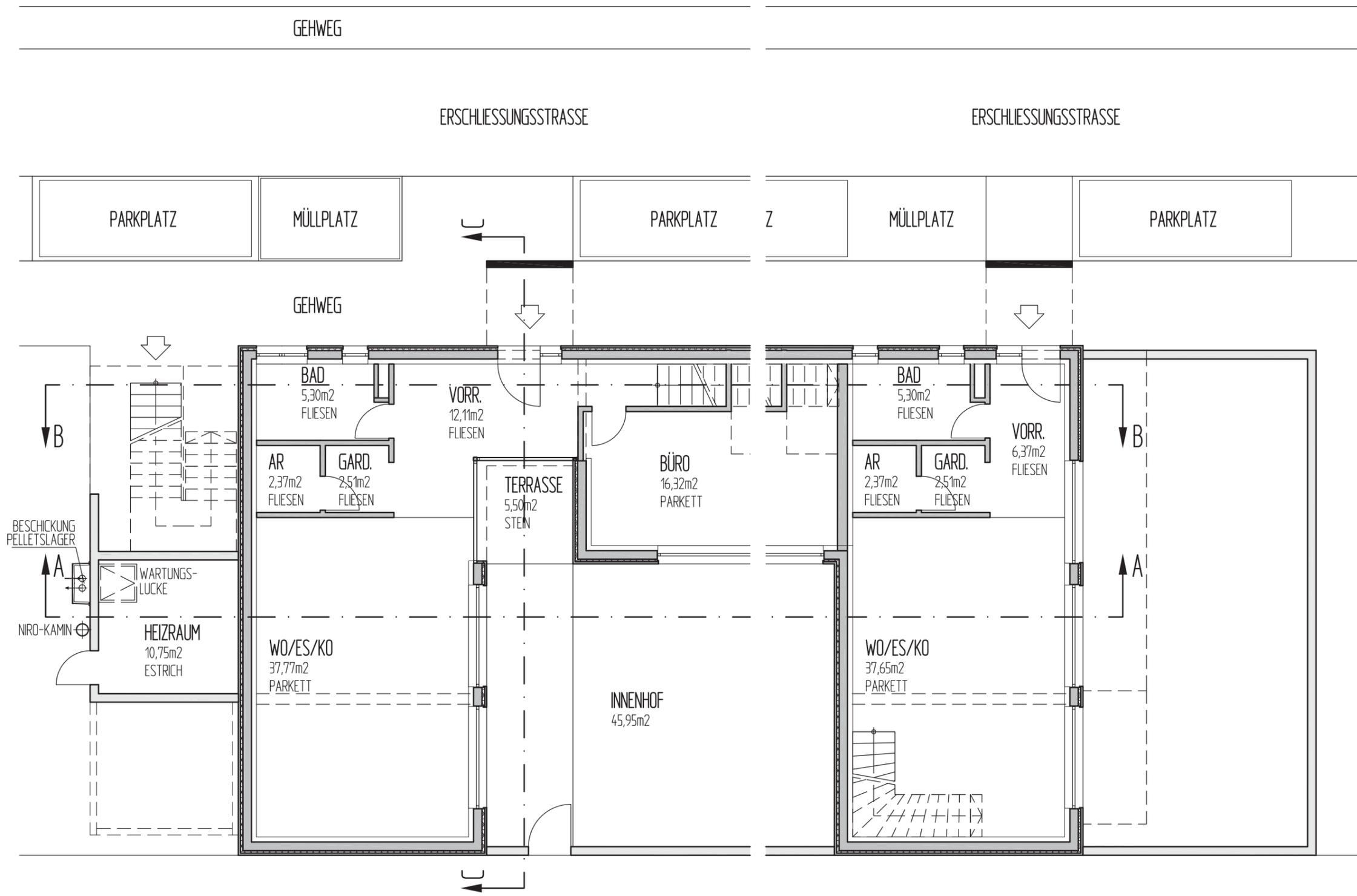
Insgesamt 96 Wohneinheiten dieses Typs kommen im Planungsgebiet vor.

typ 3



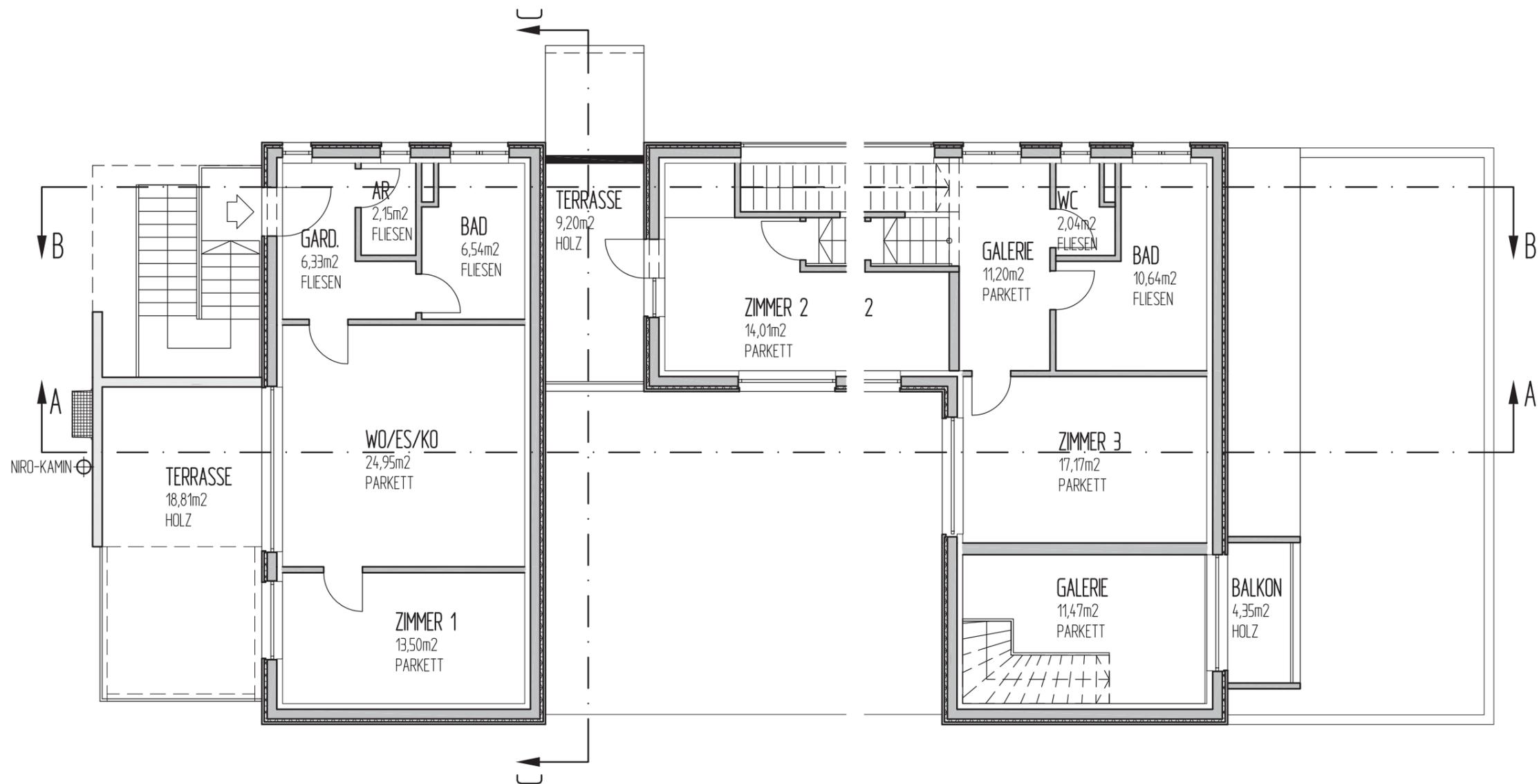
Ausschnitt einer vorkommenden Reihe
 Grundriss Erd- und Obergeschoss
 M 1:200

Typ 3 - Grundrisse Übersicht



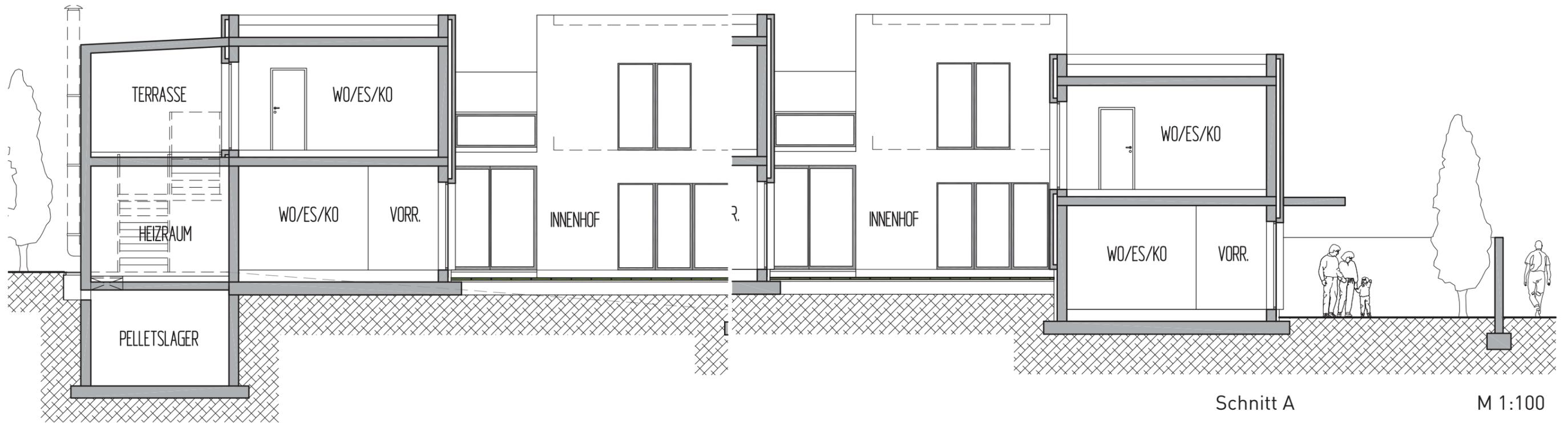
Grundriss Erdgeschoss
M 1:100

Typ 3 - Grundriss Erdgeschoss



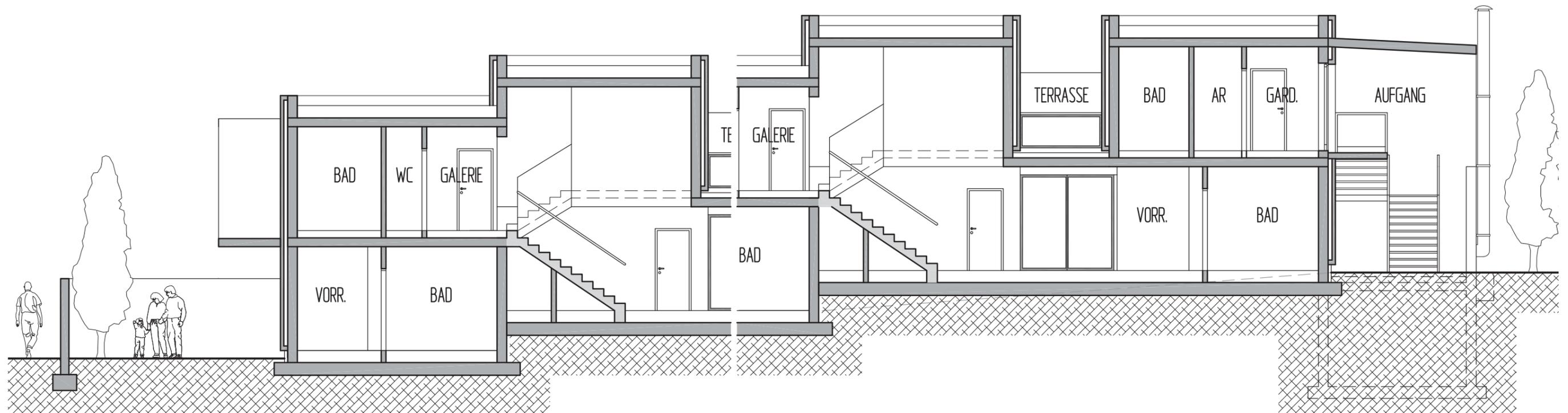
Grundriss Obergeschoss
M 1:100

typ 3 - grundriss obergeschoss



Schnitt A

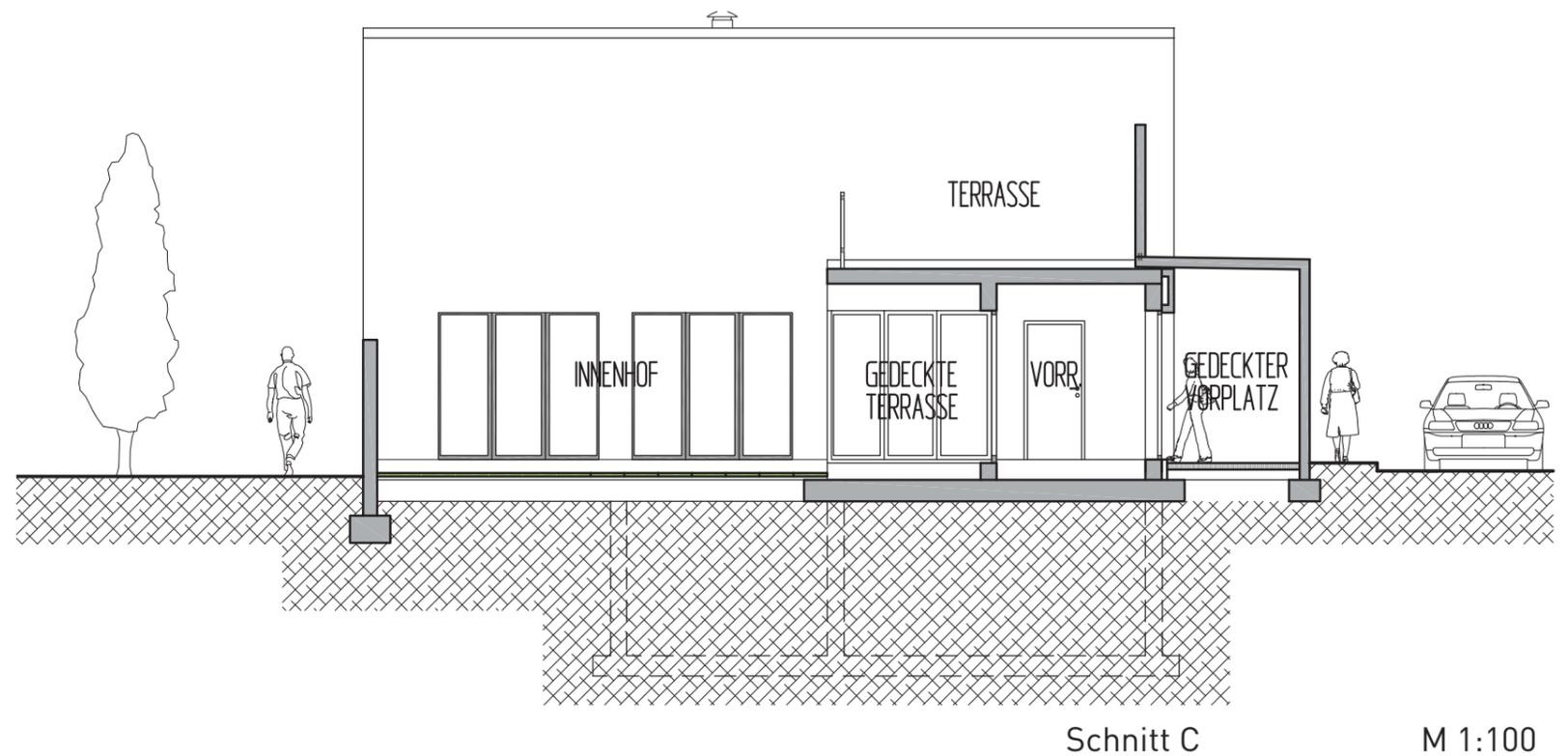
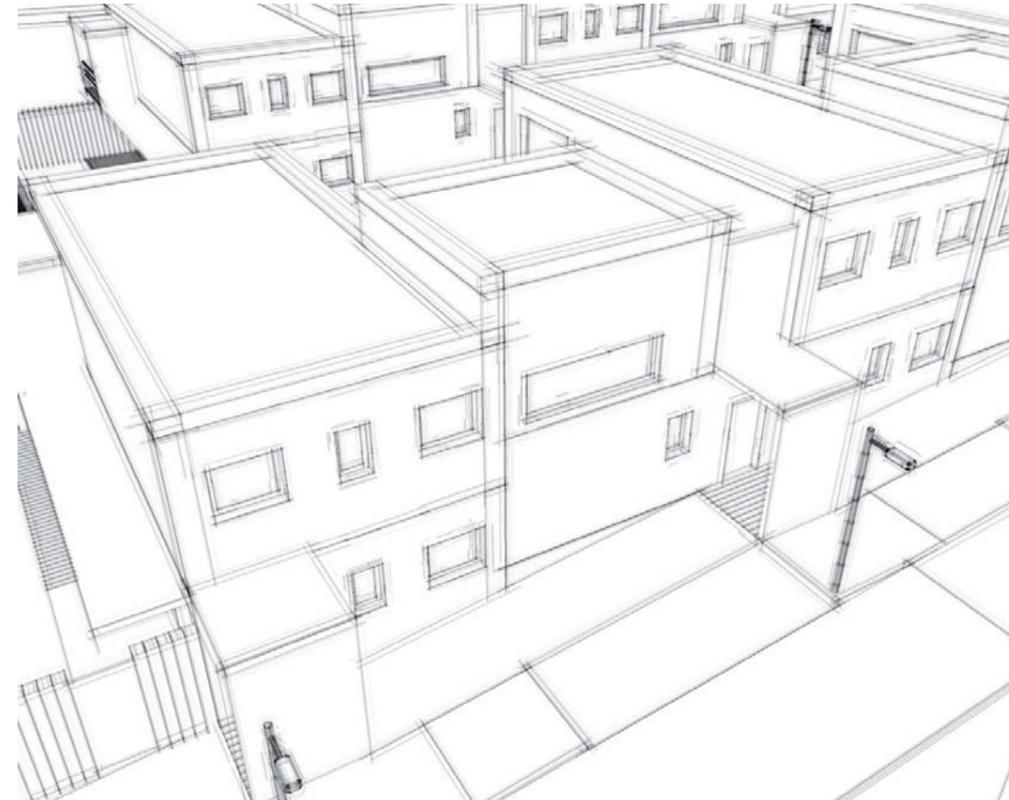
M 1:100



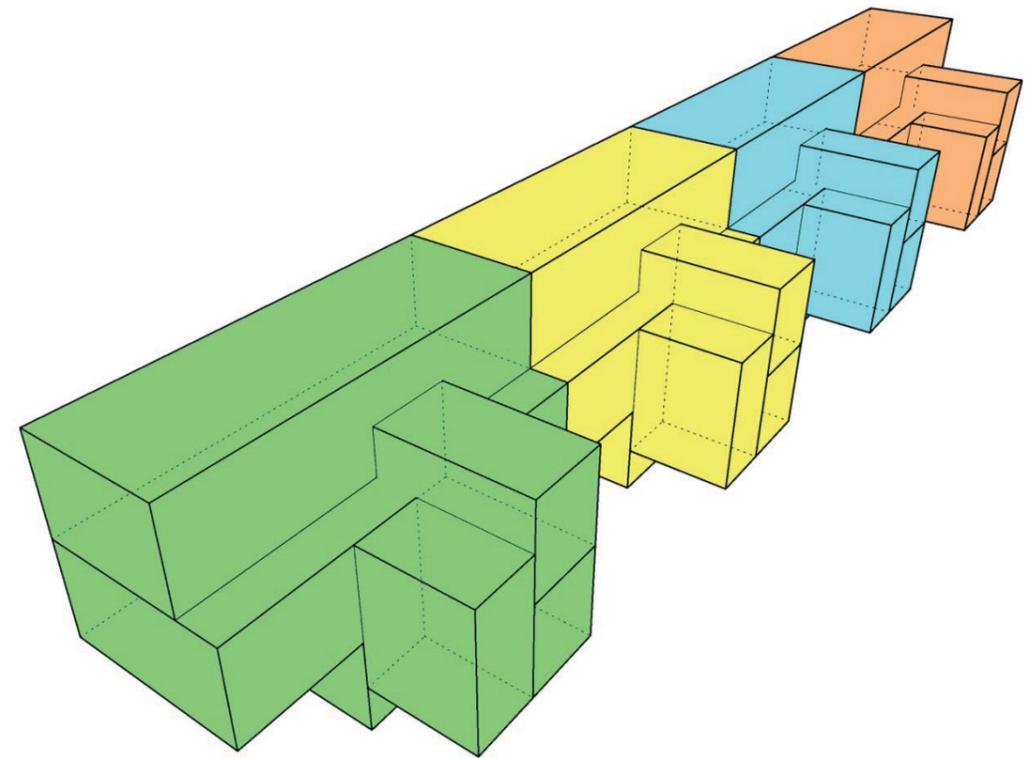
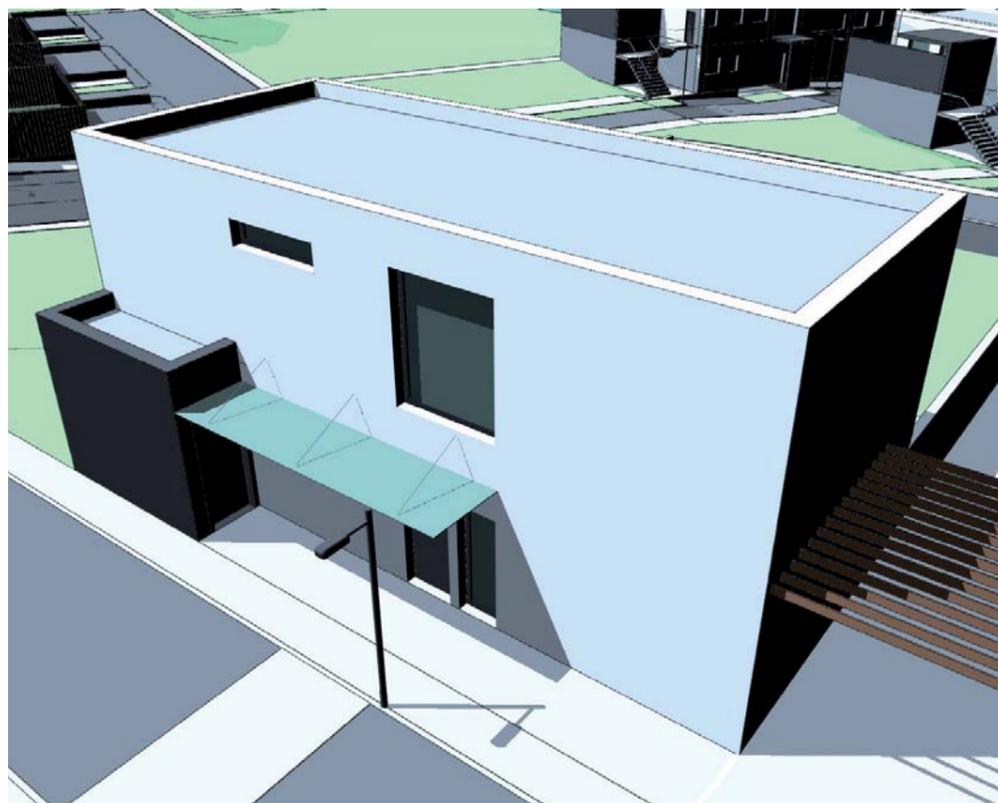
Schnitt B

M 1:100

Typ 3 - Schnitte



typ 3 - schnitt, images



Es handelt sich hierbei um ein Reihenhaus mit Split-Level-Erschließung. Vom nordseitig gelegenen Eingangsbereich mit angrenzender Sanitärzelle gelangt man in die um ein halbes Geschöß tiefer liegende Küche mit Essplatz, der ein kleiner, geschützter Hof vorgelagert ist.

Ebenfalls auf Eingangsniveau findet man das Wohnzimmer vor, sowie ein mit einem separaten Eingang versehenes Büro oder Gästezimmer.

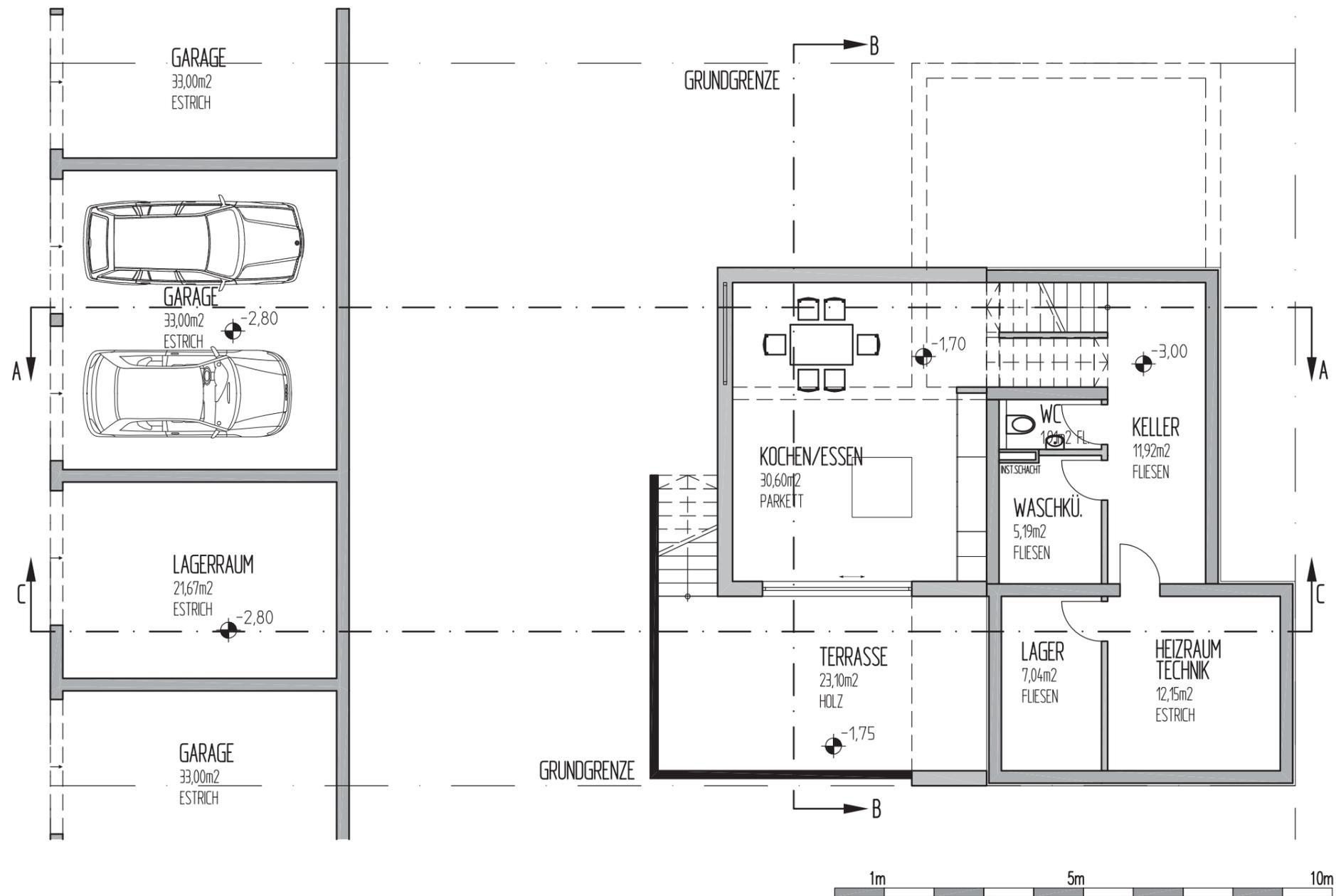
Über der Küche liegt das erste Schlafzimmer und einen Halbstock weiter gelangt man zu den beiden anderen, sowie zum zweiten Badezimmer und WC.

Auch vor dem Wohnzimmer befindet sich ein vor den Blicken der Nachbarn geschützter Bereich, dahinter erstreckt sich der 190m² große Garten.

Unter diesem Garten sind die Garagen- und Abstellräume der vorderen Gebäudereihe untergebracht. Die Zeilenbebauung wird an mehreren Stellen von kleinen Plätzen und Treppenabgängen unterbrochen.

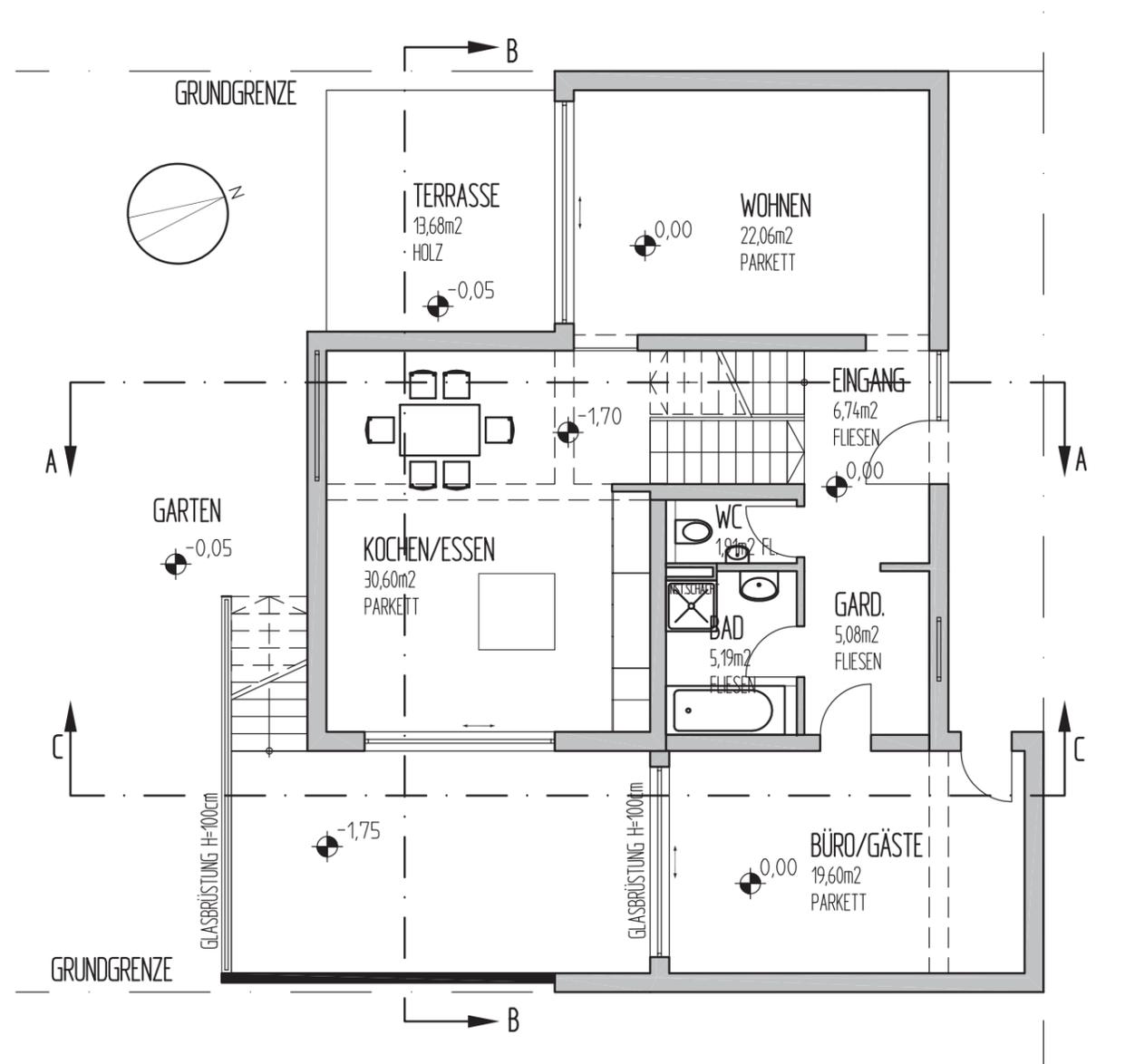
Insgesamt kommt dieser Gebäudetyp 21 mal, auf drei Reihen aufgeteilt, im Nordwesten des Planungsgebiets vor.

Typ 4

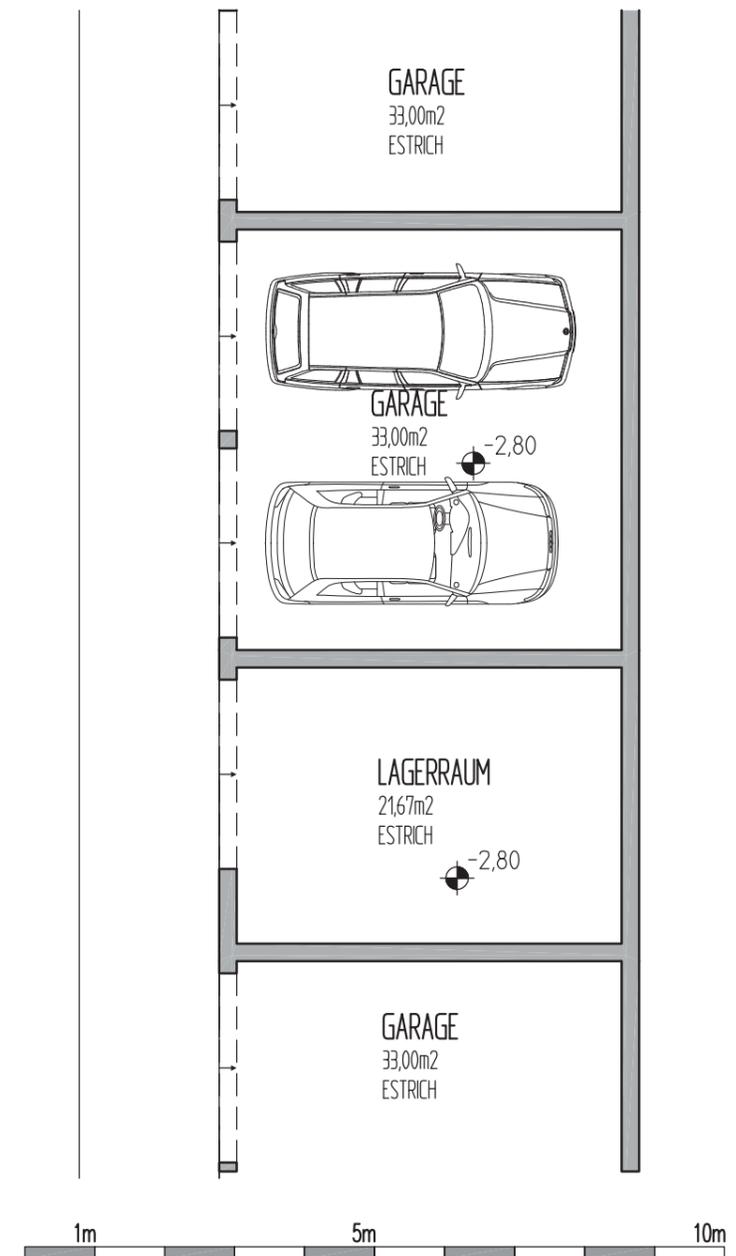


Grundriss Untergeschoss
M 1:100

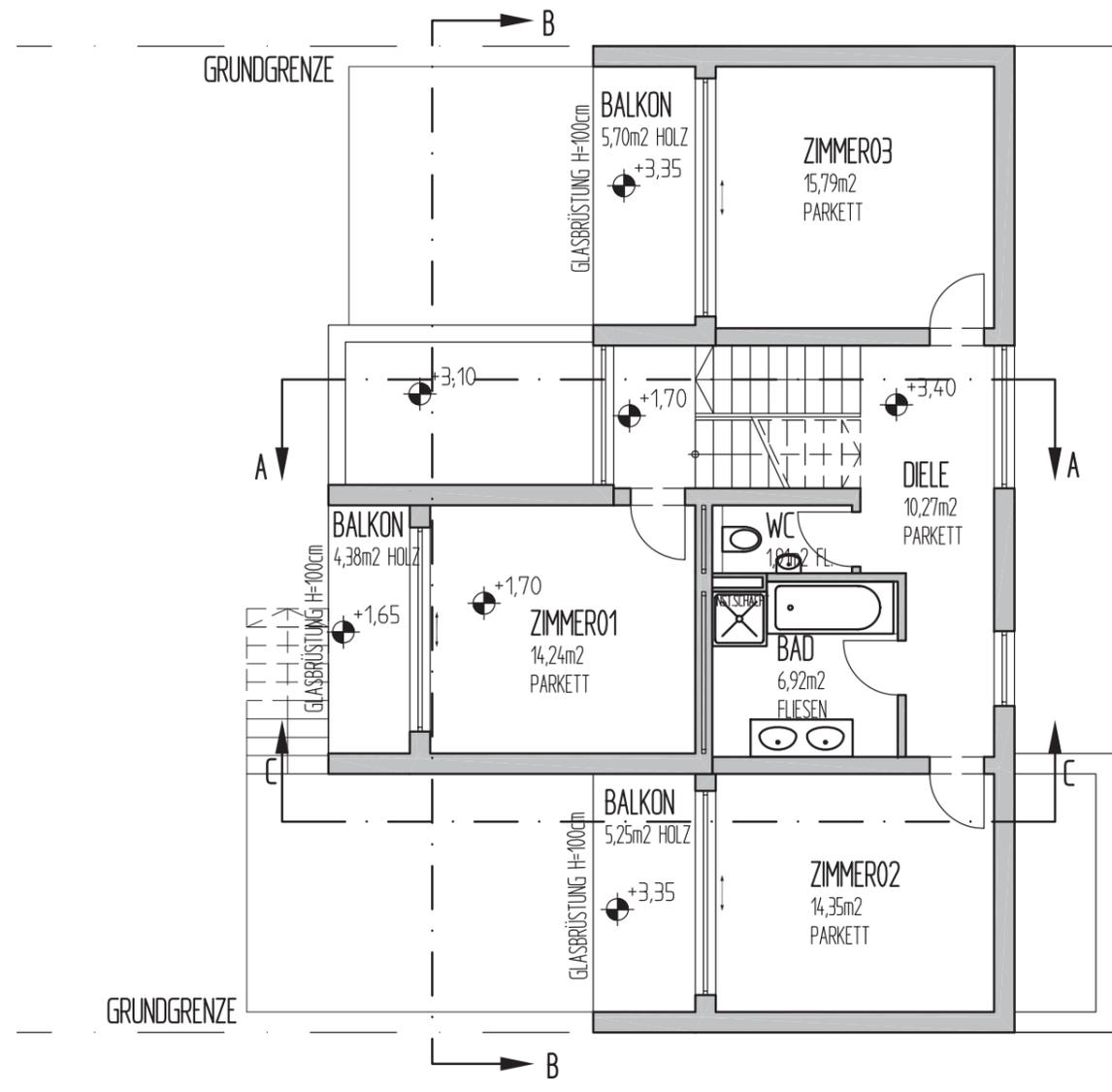
typ 4 - grundriss untergeschoss



Grundriss Erdgeschoss
M 1:100



typ 4 - grundriss erdgeschoss

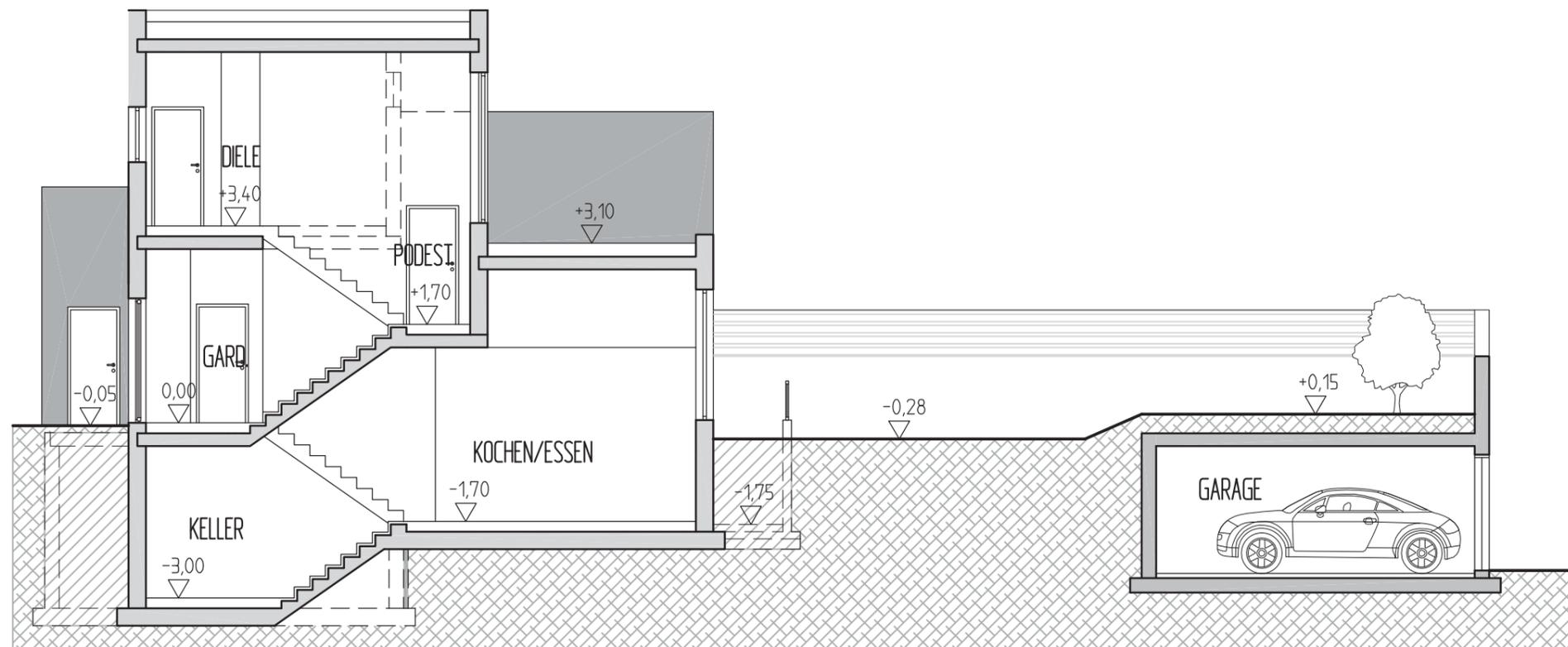


Grundriss Obergeschoss
M 1:100

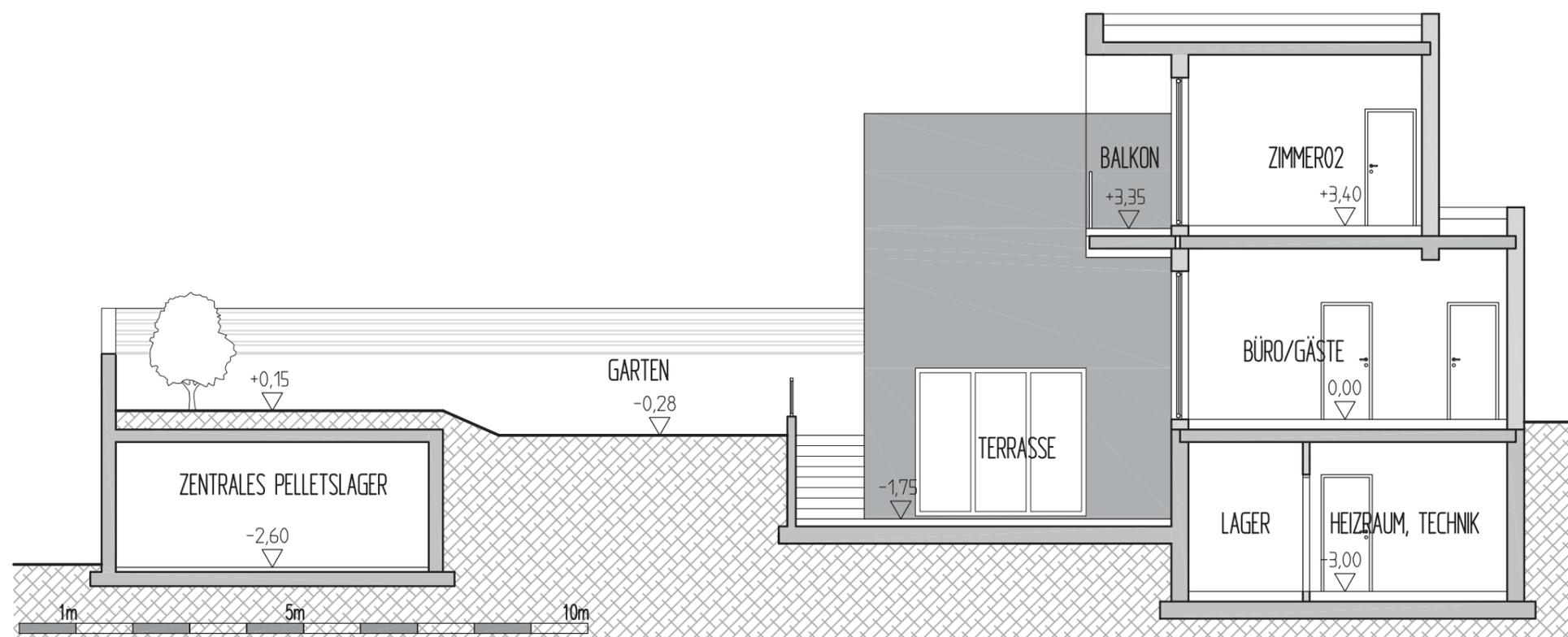


Schnitt B
M 1:100

typ 4 - grundriss obergeschoss, schnitt b

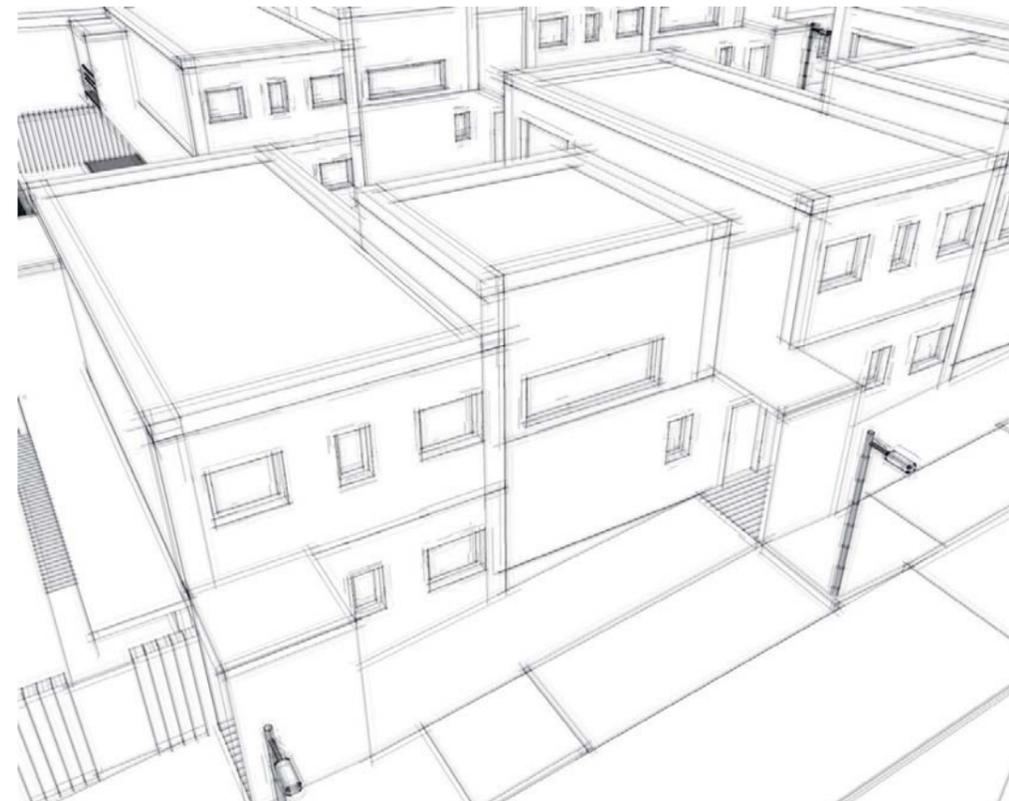
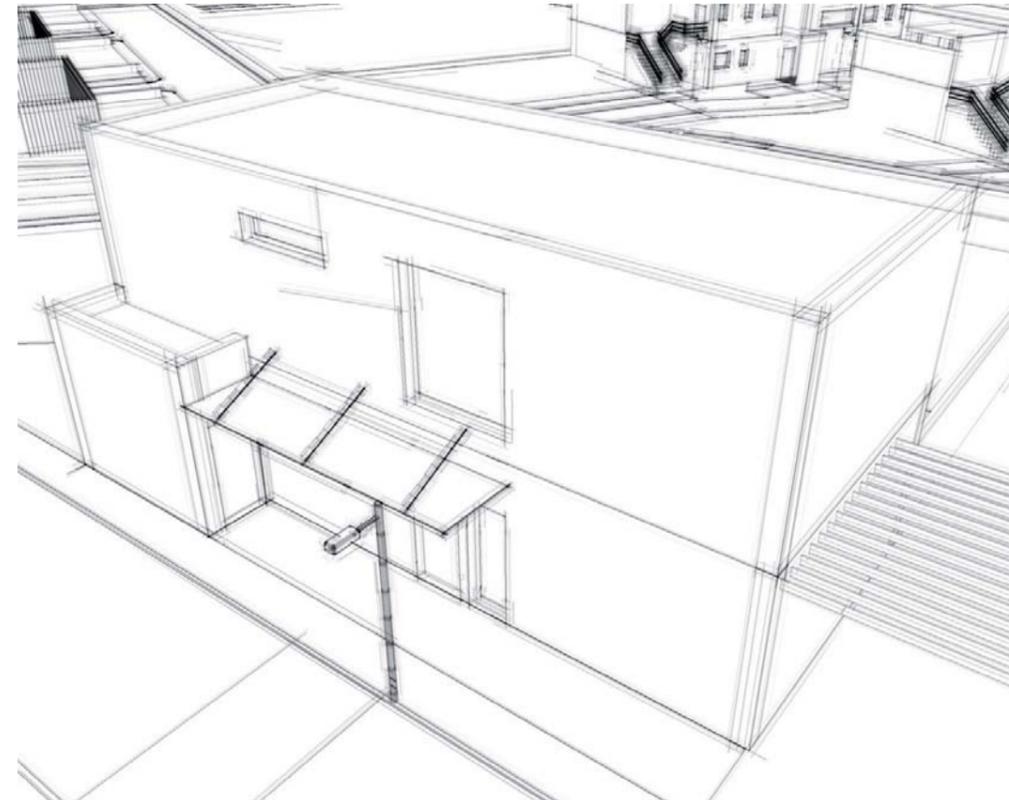


Schnitt A
M 1:100

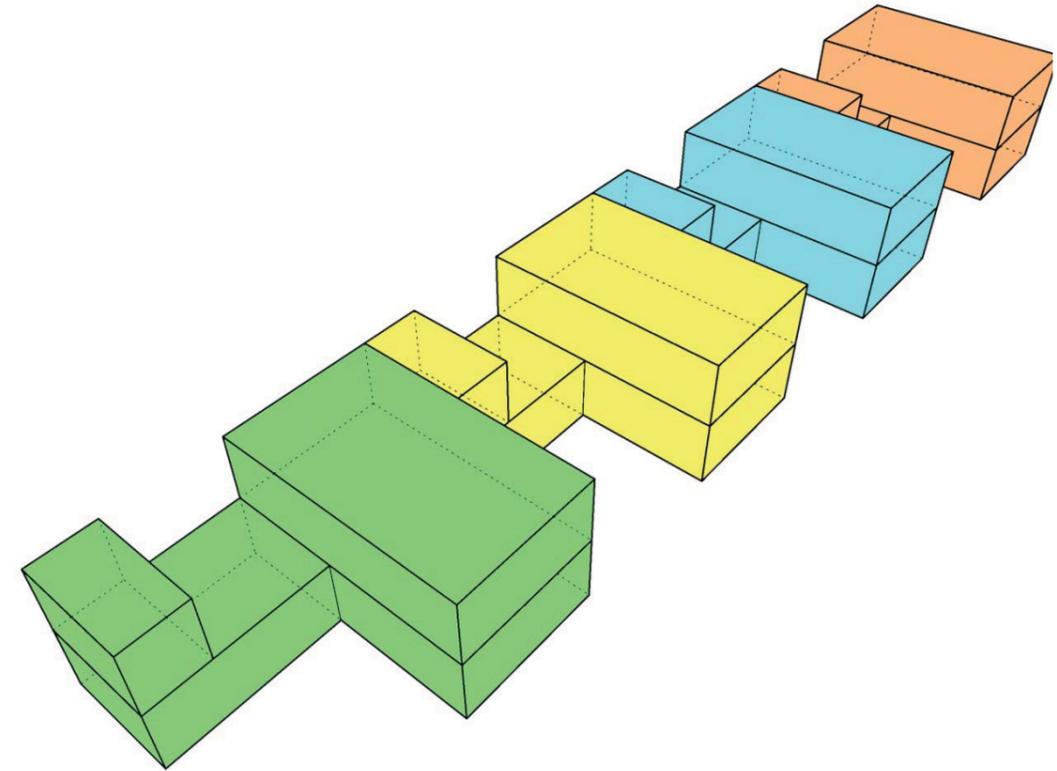


Schnitt C
M 1:100

Typ 4 - Schnitte

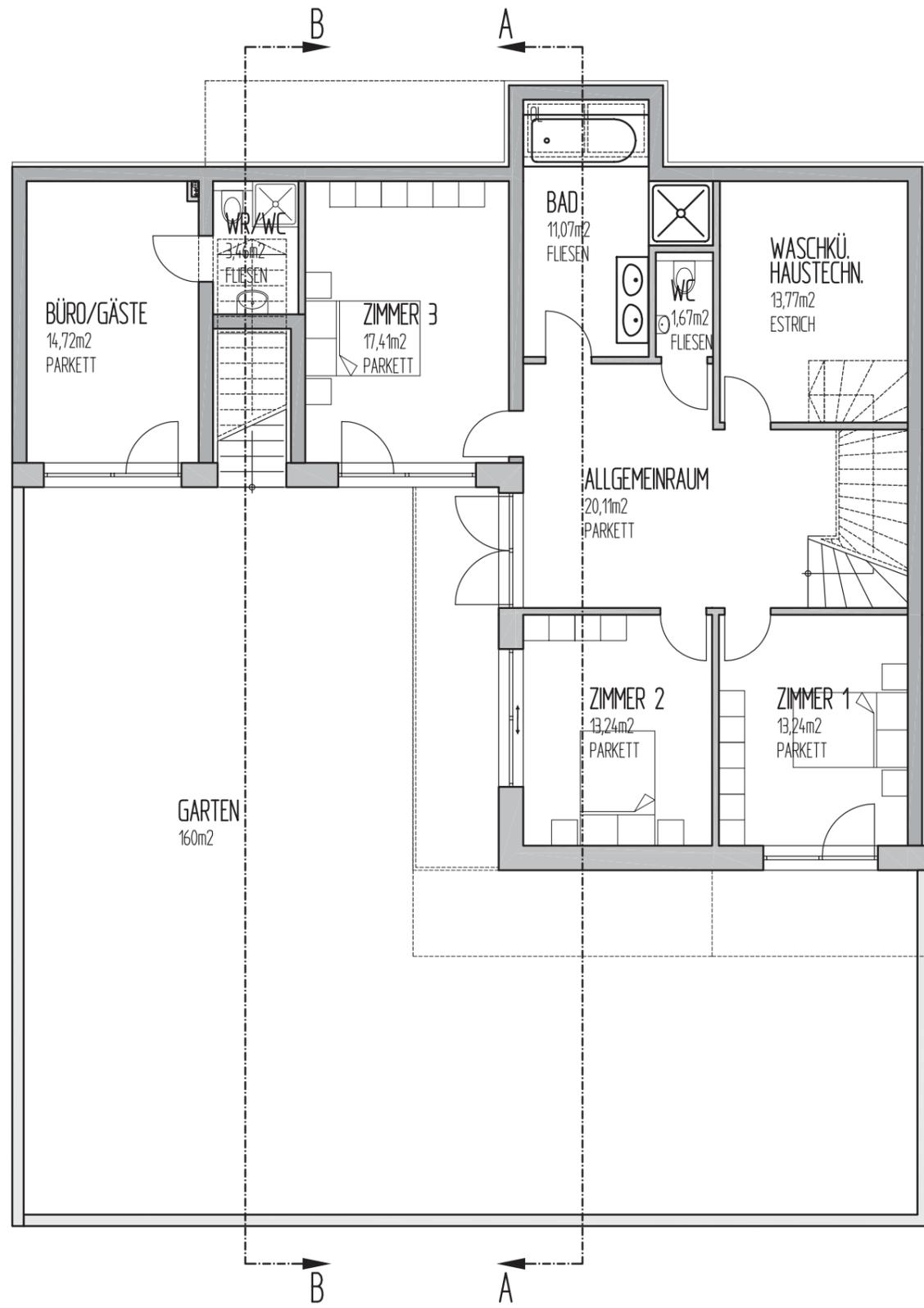


typ 4 - images



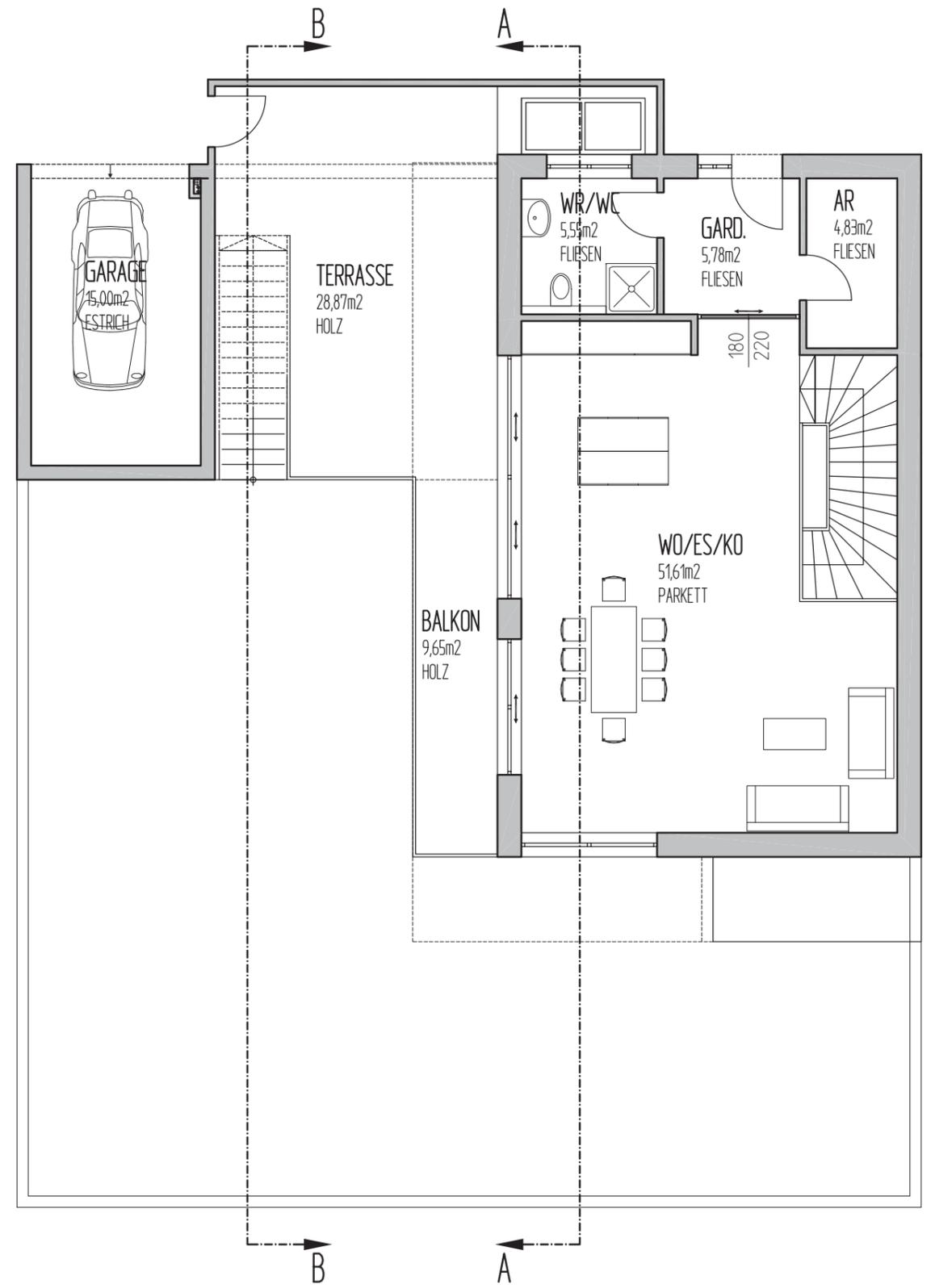
Auch dieser Gebäudetyp stellt ein Reihenhaus dar, welches nordseitig erschlossen wird. Im Erdgeschoß befinden sich Wohnzimmer, Essplatz, Küche, Garderobebereich, Bad und WC. Von der Küche aus erreicht man den zwischen Garagen und Wohnhaus liegenden Hof, der von der Erschließungsstraße mit einer Mauer abgeschirmt ist und einen separaten Zugang besitzt. Im Untergeschoß sind die Schlafräume, ein als Spielzimmer nutzbarer Verteilerraum und ein mit einem eigenen Lichthof versehenes Badezimmer untergebracht. Unter der Garage findet sich ein vom Wohnhaus getrenntes Atelier/Büro oder Gästezimmer, welches über eine Treppe vom Hof aus zu erreichen und mit einem eigenen Sanitärraum versehen ist. Die Wohnnutzfläche beträgt 176,5m² und die Höfe weisen eine Größe von jeweils 29m² auf. Den Gebäuden vorgelagert und durch Mauern voneinander abgetrennt gibt es auf dem Niveau des Untergeschoßes noch 160m² große Gärten. Der Gebäudetyp 5 kommt 11 mal, auf zwei Reihen aufgeteilt, im Osten des Planungsgebietes, vor.

typ 5



Grundriss Untergeschoss

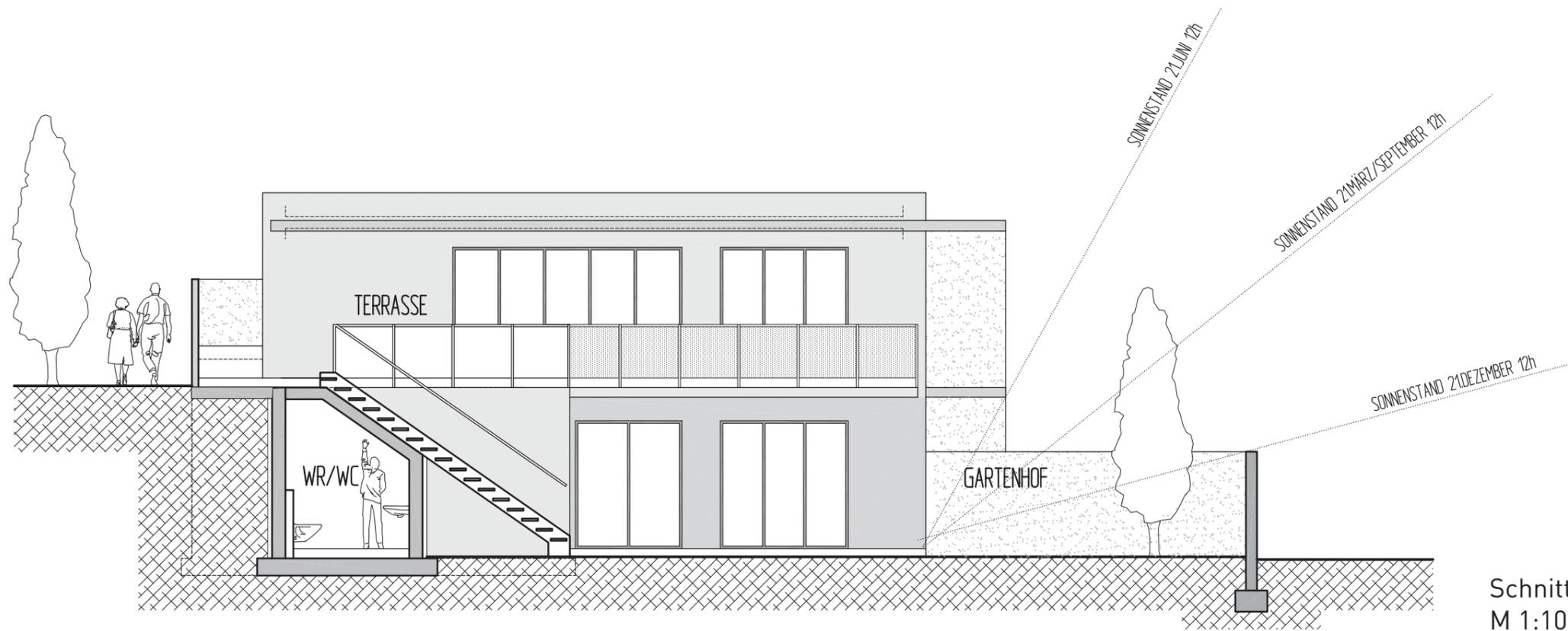
M 1:100



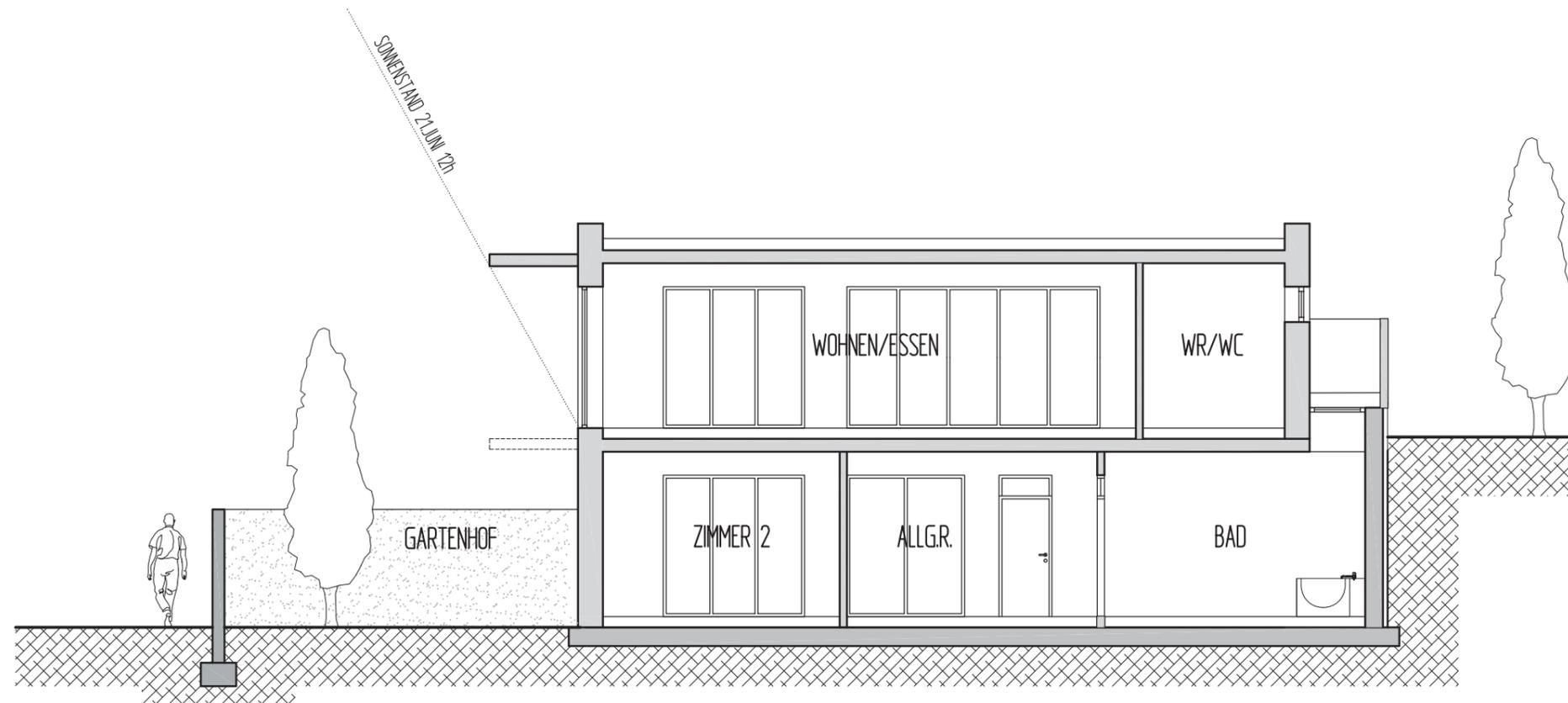
Grundriss Erdgeschoss

M 1:100

typ 8 - grundrisse

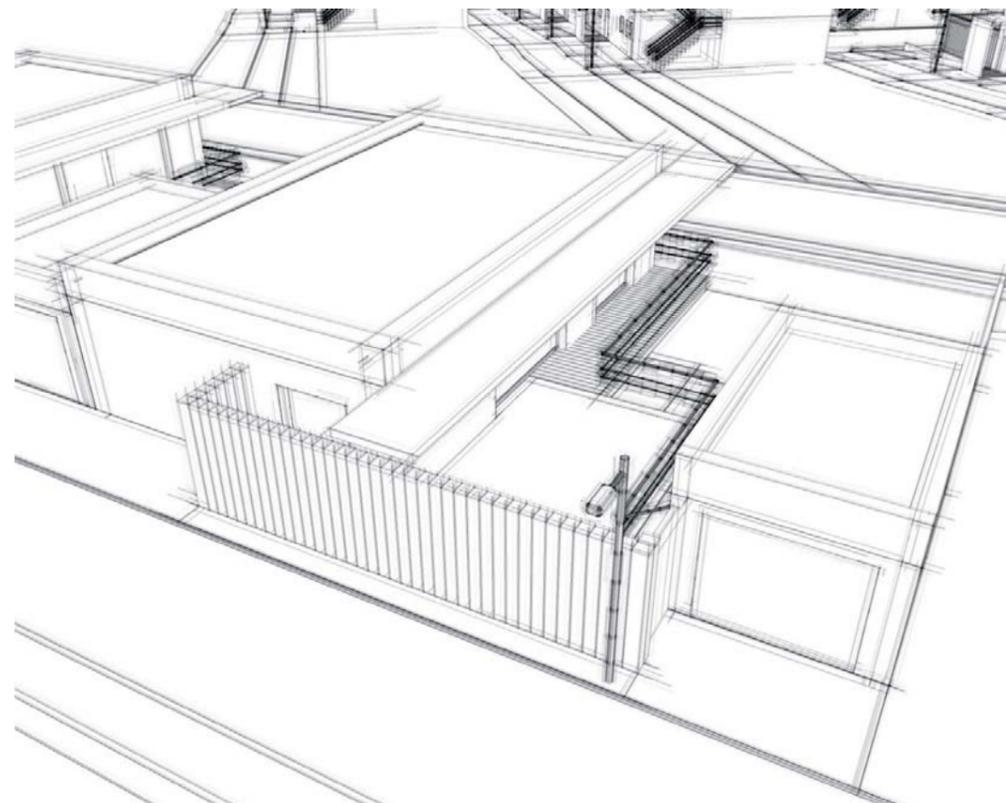
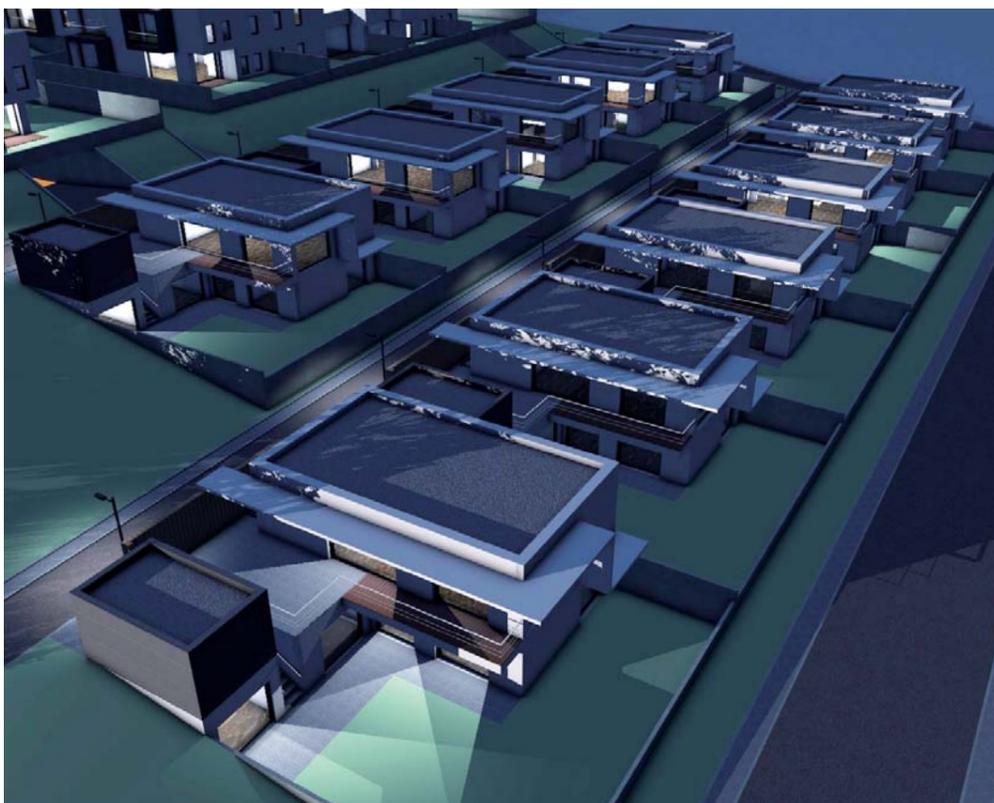
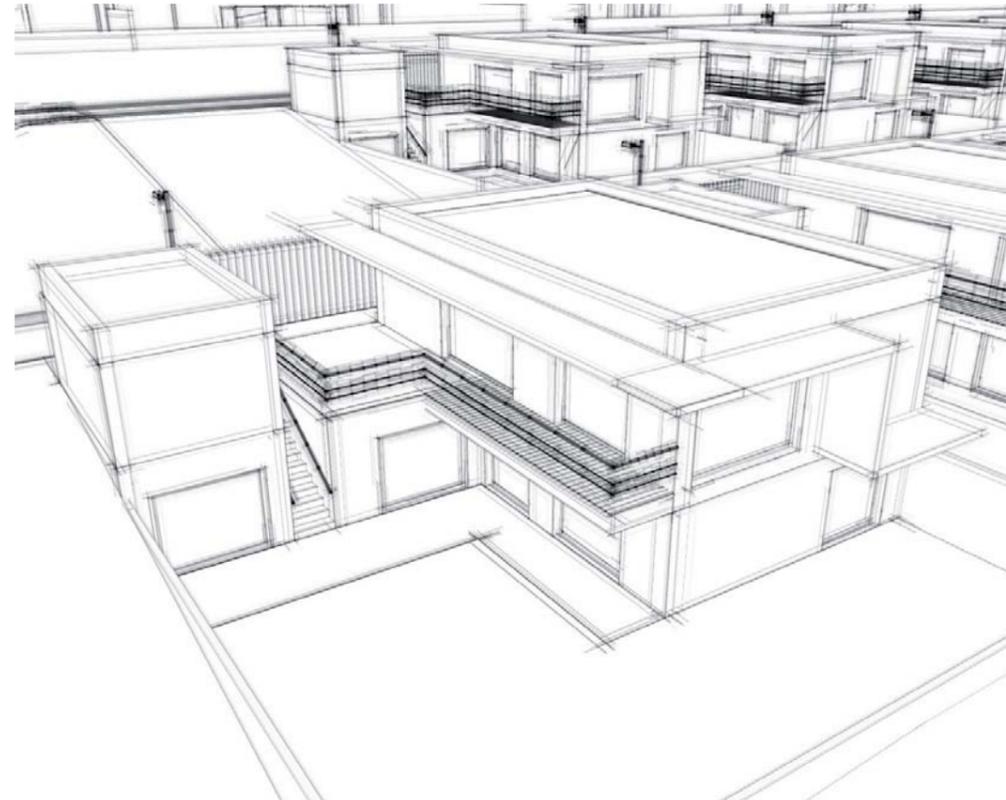
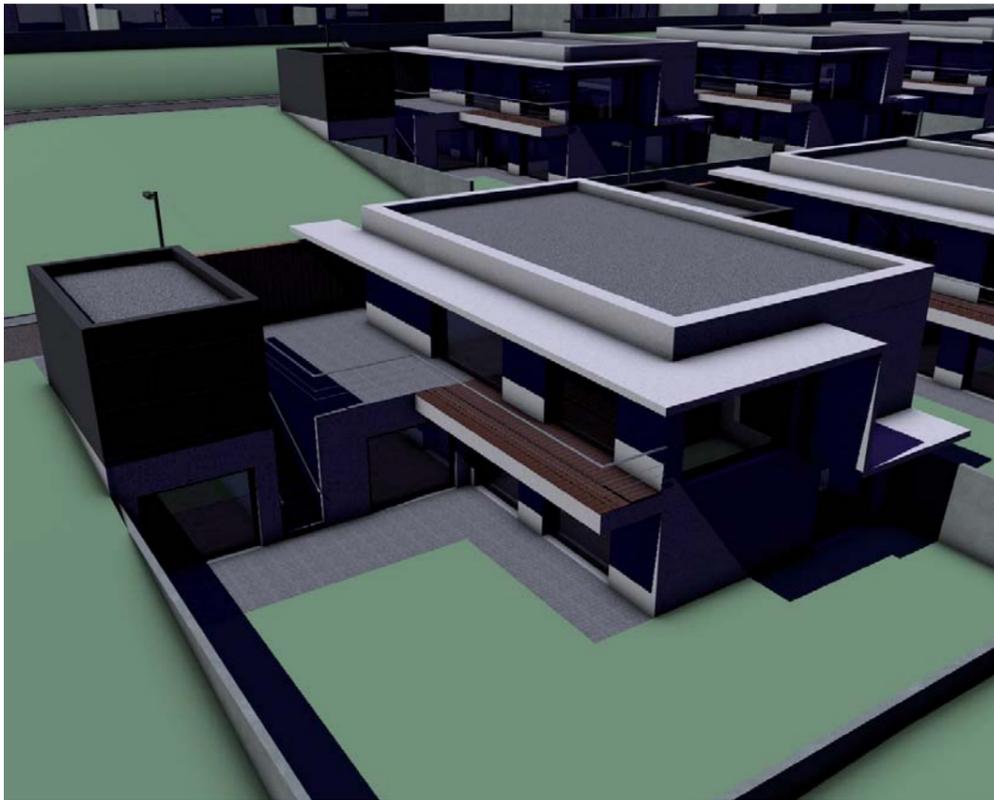


Schnitt B
M 1:100



Schnitt A
M 1:100

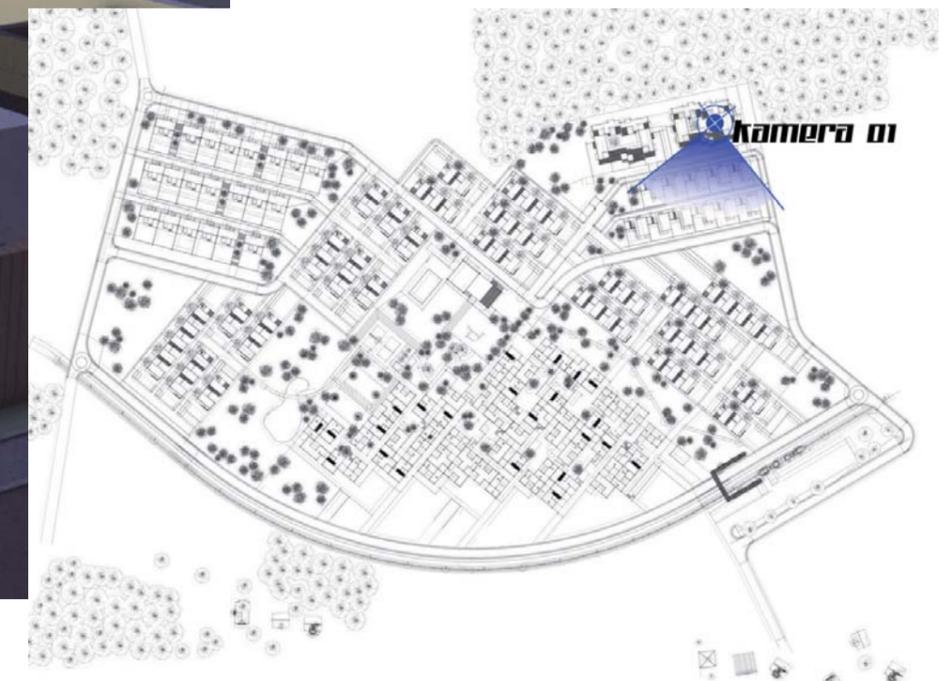
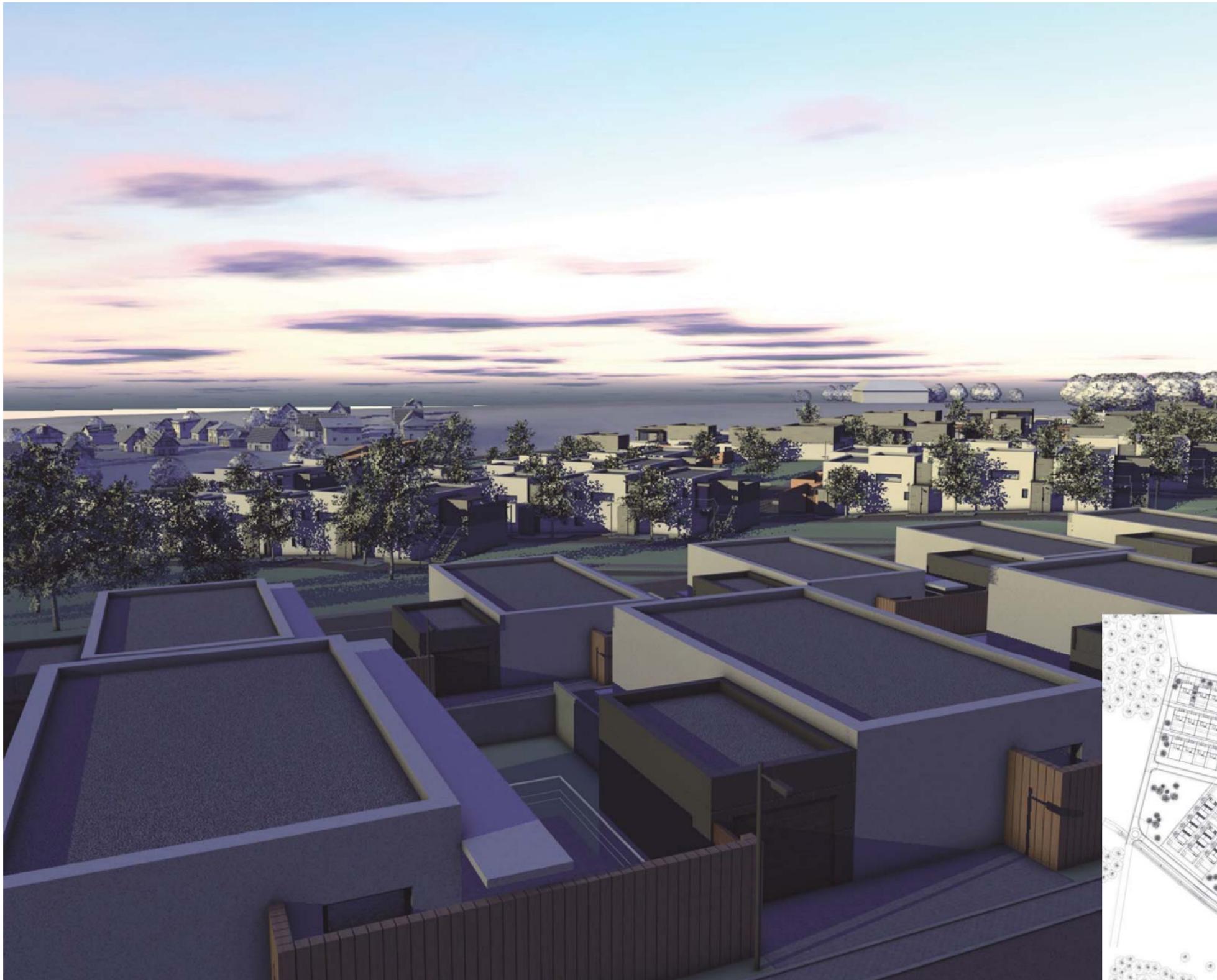
typ 9 - schnitte



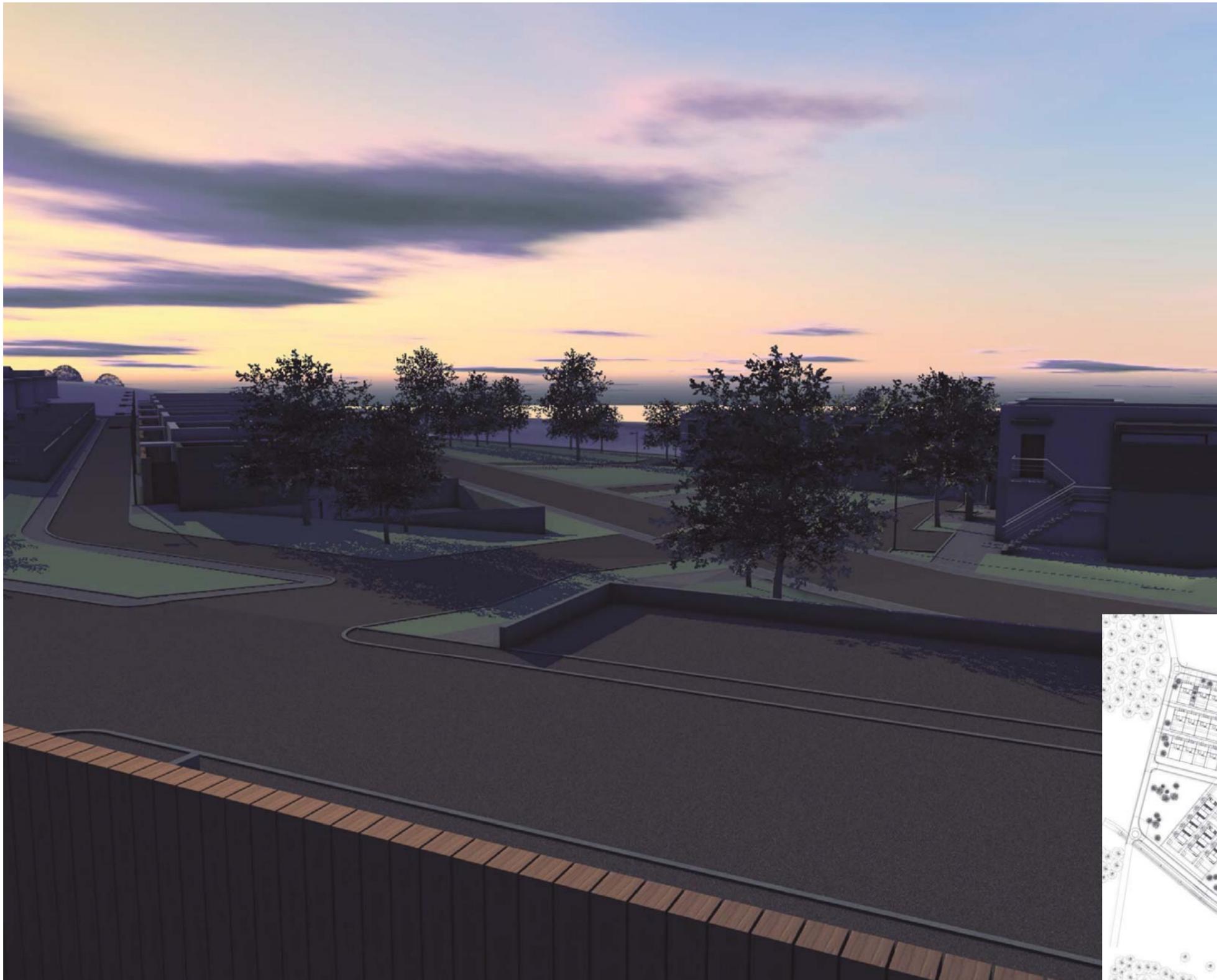
typ s - images



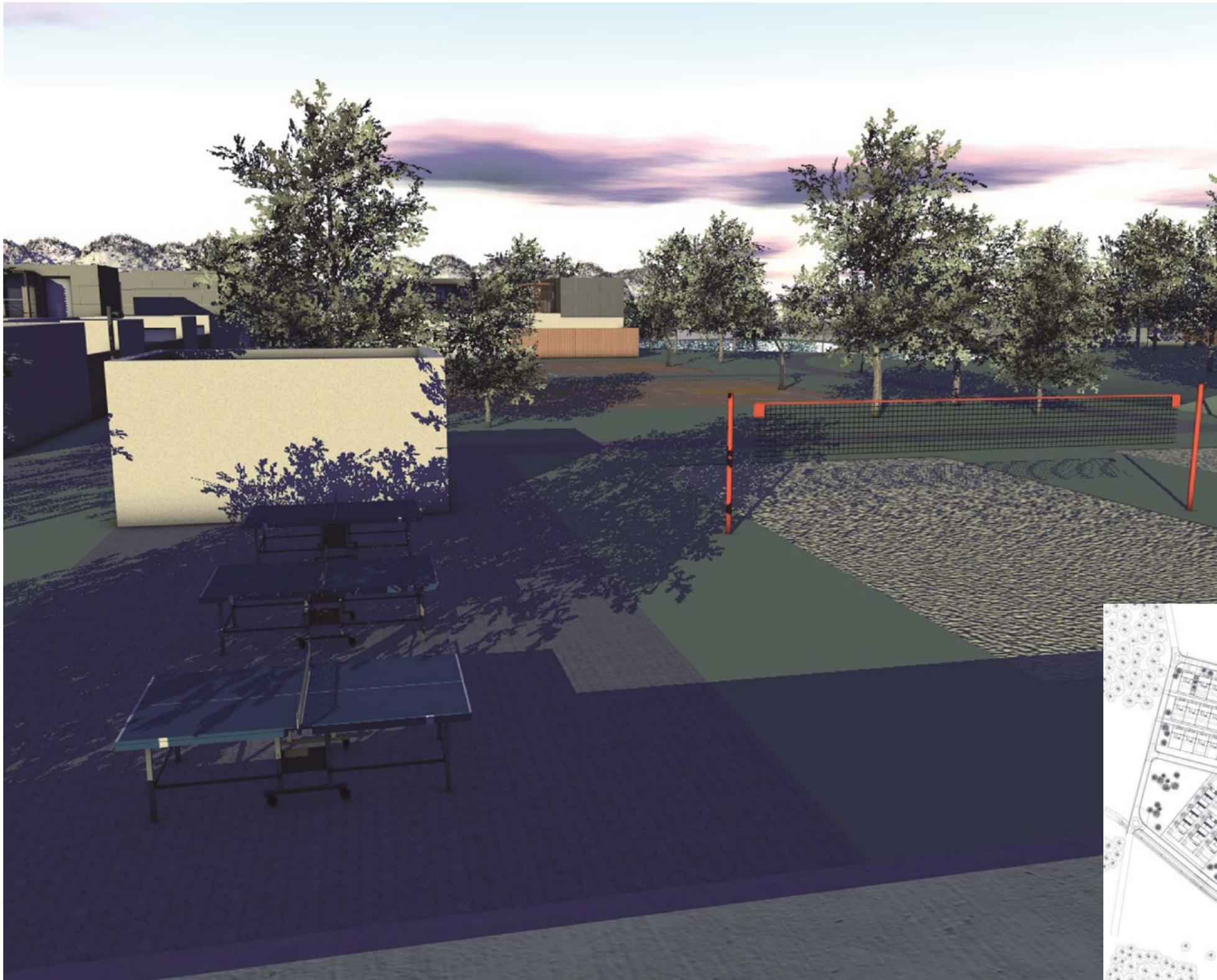
04 impressionen



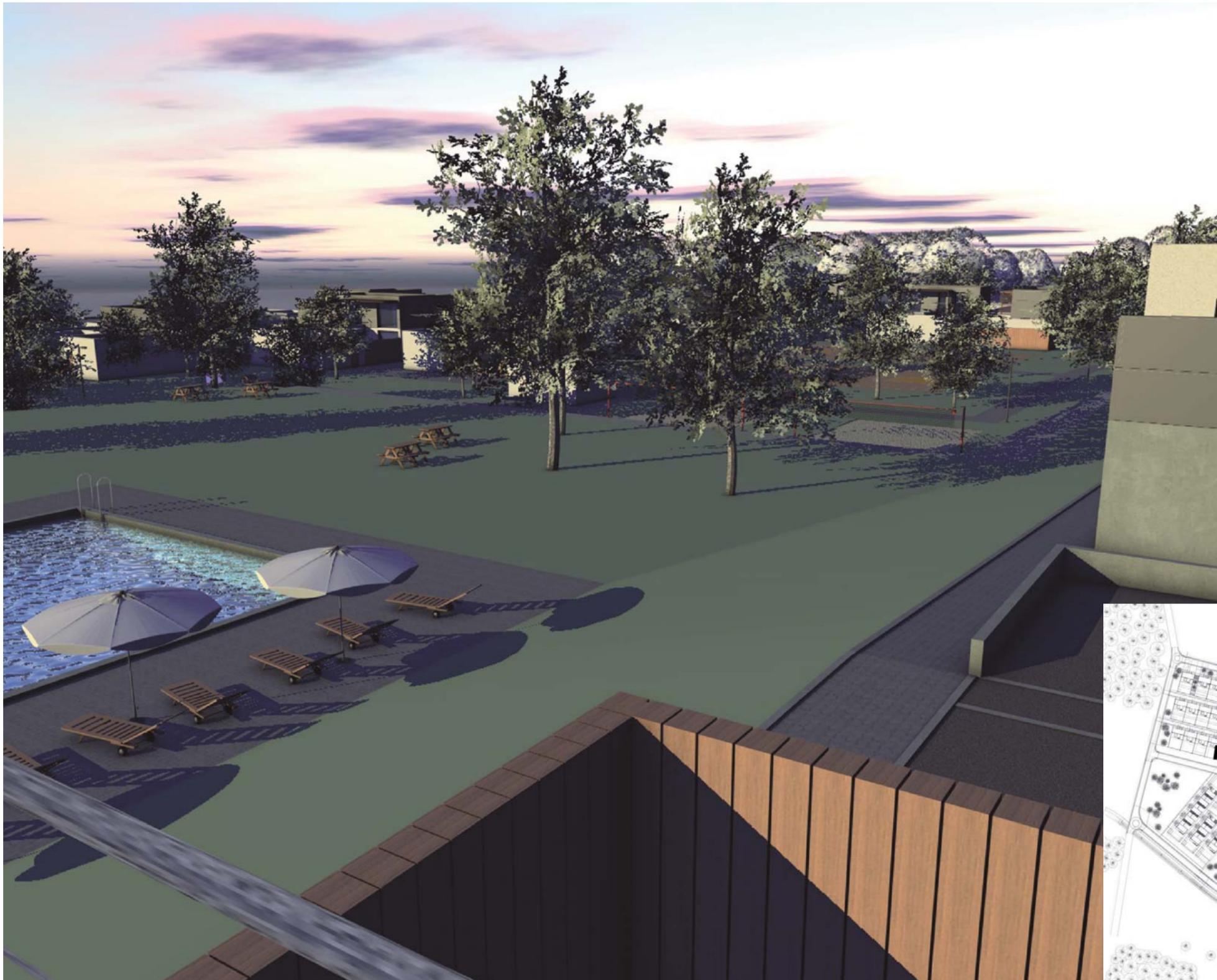
kamera 01



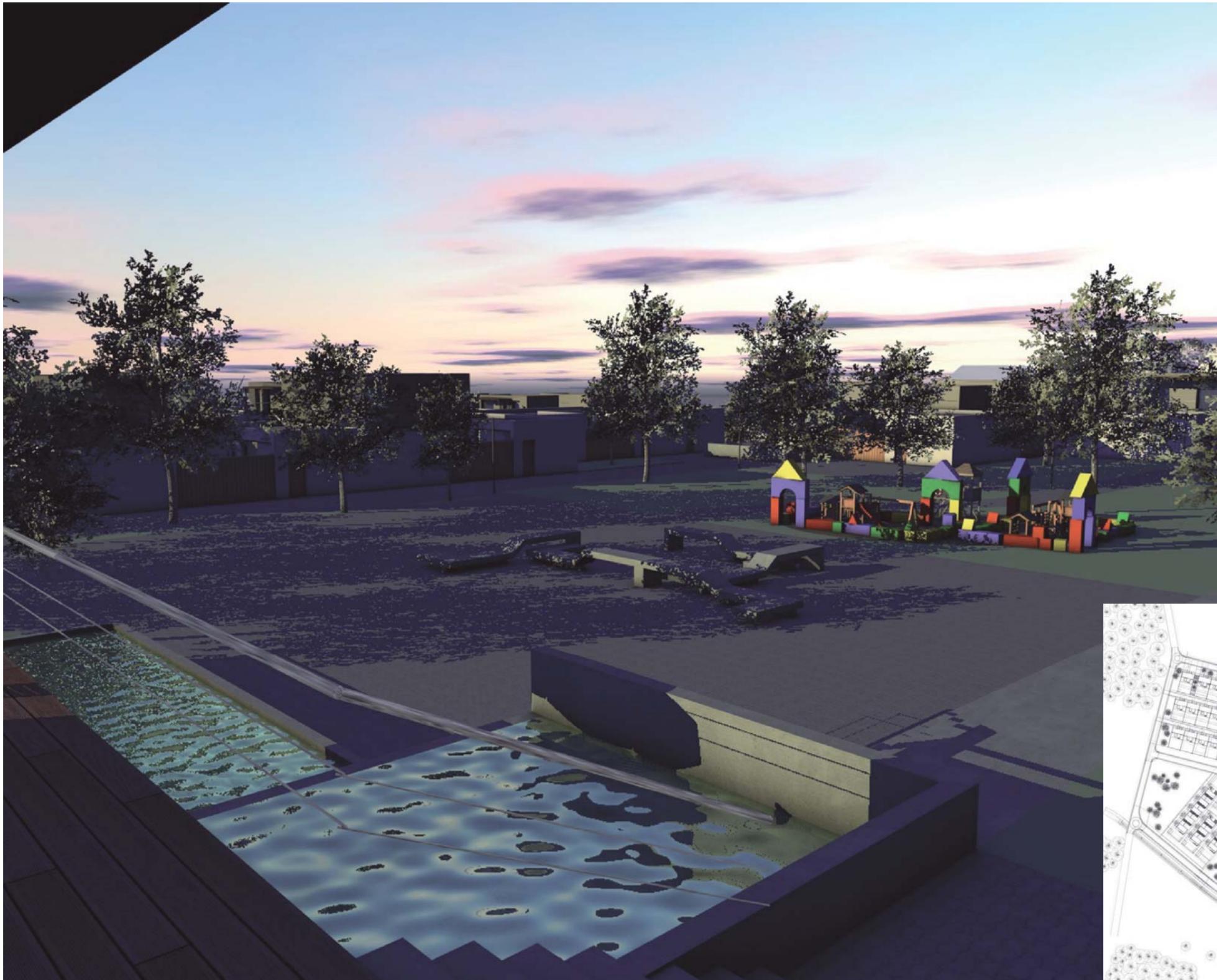
kamera 02



kamera 03



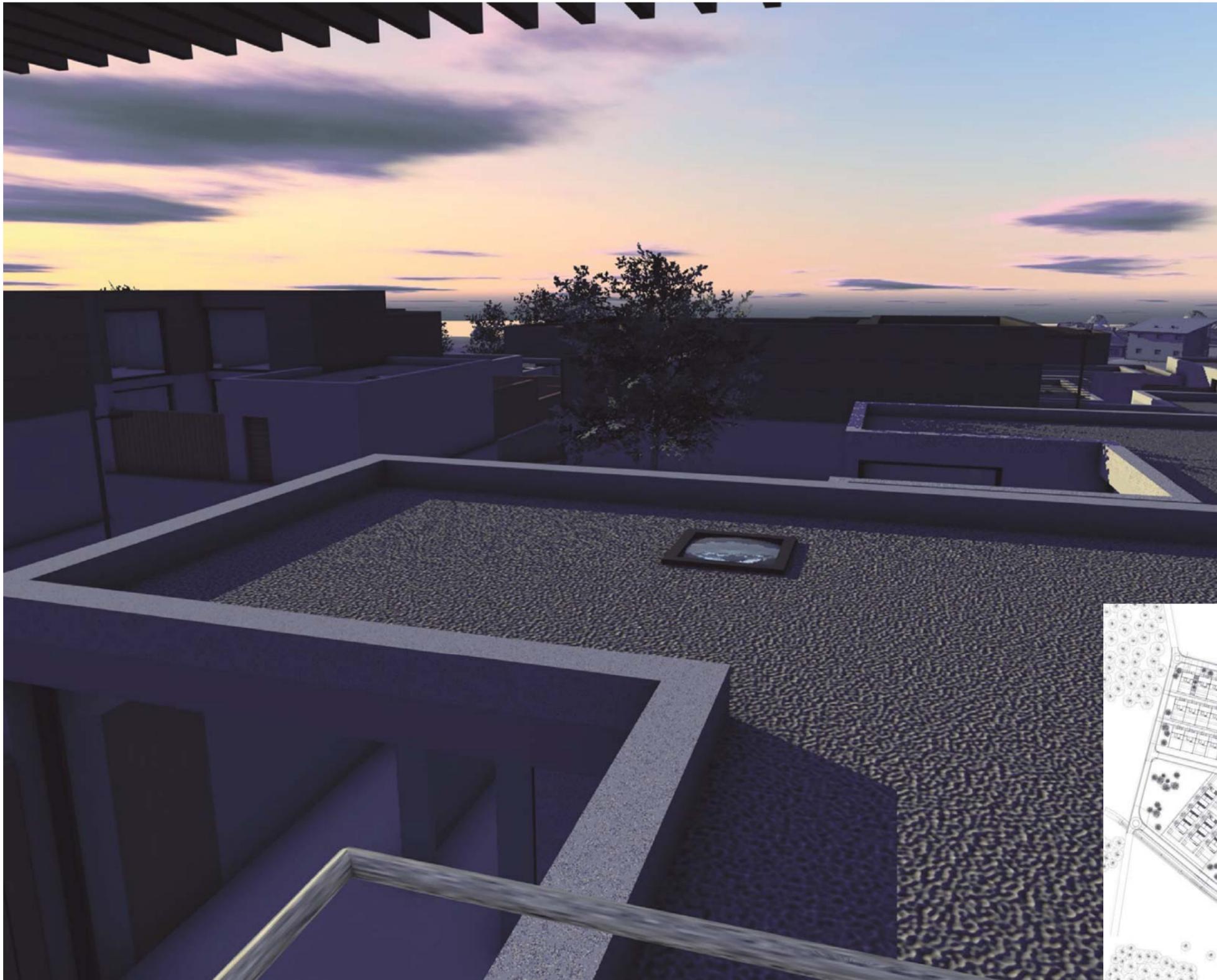
kamera 04



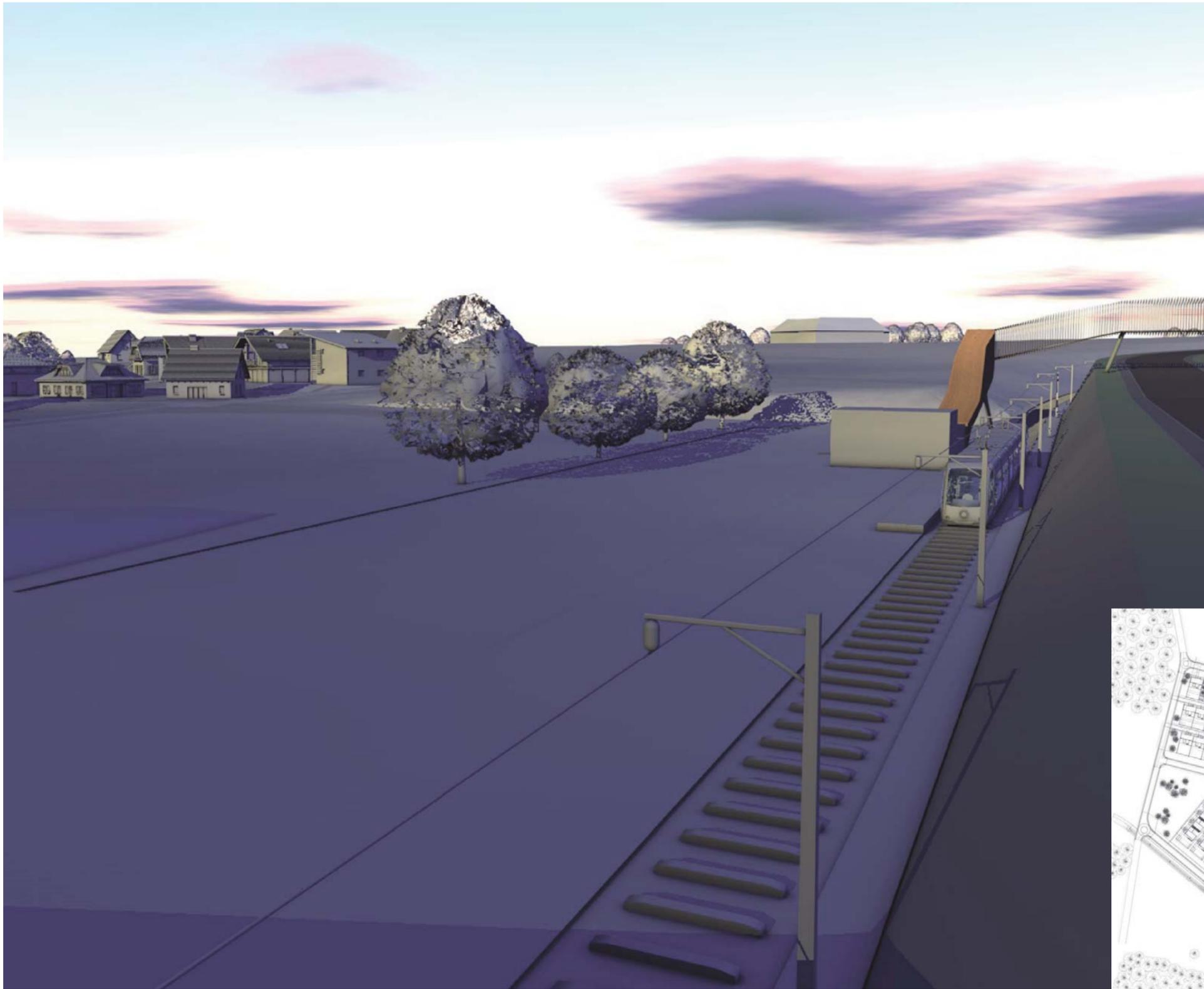
kamera 05



kamera 06



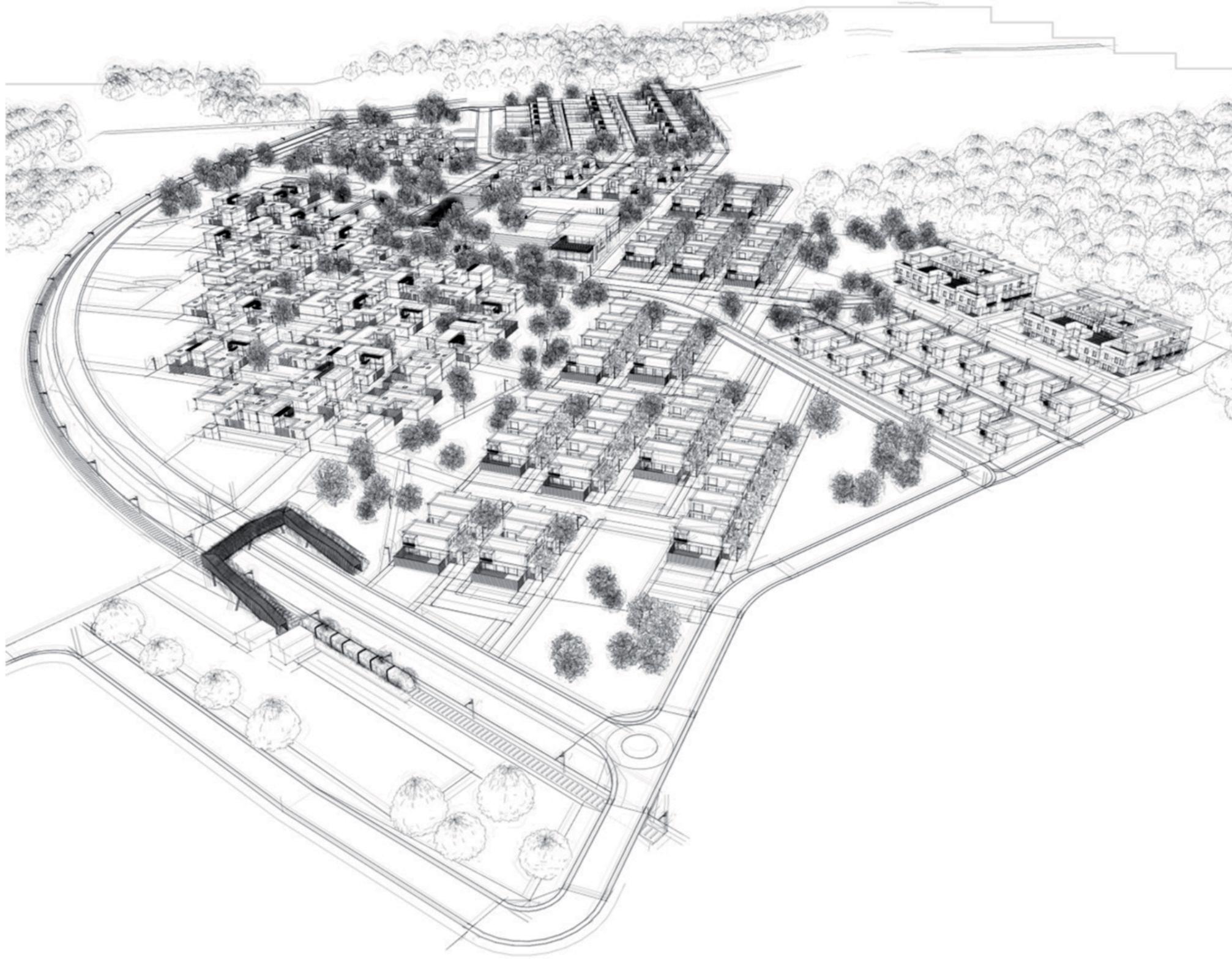
kamera 07



kamera 08



kamera 09



os konstruktion

Definition der Begriffe

Bei der Massivbauweise handelt es sich um eine Konstruktionsform, bei der die Wände vollflächig tragend sind. Dabei werden die Bauteile, die große Lasten zu tragen haben, massiv, das heißt massereich ausgeführt, meist aus Mauerwerk oder Stahlbeton.

Bei der Leichtbauweise geht es darum, diese Masse zu optimieren, die Bauteile zu dematerialisieren und die Tragstruktur filigraner auszuführen. Das Abtragen der Lasten geschieht hauptsächlich über stabförmige Bauteile aus Holz oder Metall in Form einer Ständer-, Skelett-, oder Fachwerkskonstruktion.

Meist werden Massiv- und Leichtbauweise miteinander vermischt, um die jeweiligen Vorteile miteinander kombinieren zu können.

Luftdichtigkeit

Die Luftdichtigkeit in der Gebäudehülle muss hergestellt werden, um Kältebrücken zu vermeiden und dadurch die Heizenergieverluste zu verringern. Hier hat die massive Bauweise sicherlich Vorteile gegenüber der Leichtbauweise, da Betonwände oder verputzte Ziegelwände normalerweise ohne eine spezielle Dichtigkeitsschicht luftdicht sind. Bei Leichtbauten muss man jedoch zusätzliche Schichten einziehen, um diese Luftdichtigkeit herzustellen.

Schallschutz intern

Beim internen Schallschutz liegen die Vorteile ebenfalls beim Massivbau. Größere flächenbezogene Massen ergeben niedrigere Resonanzfrequenzen und führen damit zu besseren Schalldämmwerten. Beim Leichtbau muss man einen höheren Aufwand - einerseits bei der Planung, andererseits bei der Ausführung - betreiben als beim Massivbau, um einen ausreichenden Schallschutz herzustellen. So ist es beispielsweise notwendig, die Anschlüsse der Wände zu entkoppeln, um eine Übertragung des Körperschalls zu verhindern.

Wärmespeicherfähigkeit

Wärmespeicher dienen der Phasenverschiebung beim Aufheizen bzw. Abkühlen der Innenräume. Je größer die Wärmespeicherfähigkeit Q ist, desto langsamer überhitzt ein Raum bzw. desto später kühlt er aus. Die Wärmespeicherfähigkeit Q ist abhängig von der spezifischen Wärmespeicherfähigkeit c eines Stoffes und dessen Wärmeeindringkoeffizienten b sowie von der Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und umgebender Luft. Dabei gilt, dass die Wärmespeicherfähigkeit Q zunimmt, wenn sich die flächenbezogene Masse $[kg/m^2]$ vergrößert, ein Stoff mit einer höheren spezifischen Wärmekapazität c $[J/kgK]$ gewählt wird oder die Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Luft höher liegt. Es bringt zwar die größere spezifische Masse eines Stoffes nicht unmittelbar eine größere Wärmespeicherfähigkeit mit sich und es ist sogar so, dass Holz sowie Holzwerkstoffe eine deutlich höhere spezifische Wärmespeicherfähigkeit besitzen als beispielsweise Beton oder Mauerziegel. Allerdings werden die betreffenden Bauteile im Leichtbau mit einem wesentlich geringeren Volumen verbaut.

¹⁴ http://www.architektur.tu-darmstadt.de/powerhouse/db/248,id_27,s_Papers.fb15 (16.01.2006)

Aufgrund des größeren Volumens der Bauteile mit hohem wärmespeichernden Potential hat hier die Massivbauweise ebenfalls Vorteile.

Konstruktion, Ausführung

Im Bereich der Konstruktion und Ausführung liegen die Vorteile auf Seiten der Leichtbauweise aufgrund des höheren Vorfabrikationsanteiles, des geringeren Transportaufwands, der kürzeren Bauzeit und der guten Um- und Rückbaufähigkeit. Konstruktiv ist vor allem von Vorteil, dass Dämm- und Trag-schicht in einer Ebene liegen können, was zu geringeren Abmessungen der Wände und Decken führt. Die Nachteile liegen jedoch insbesondere in den längeren Planungszeiten sowie den anspruchsvollen Montagearbeiten. Beide hängen mit den komplexeren Details zusammen.

Dagegen gestalten sich die Planungszeiten im Massivbau aufgrund der einfacheren Details meist relativ kurz und die Ausführung der Bauarbeiten stellt außerdem oft geringere Anforderungen an die Qualifikation. Weniger vorteilhaft sind jedoch die längeren Bau- und Austrocknungszeiten. Der Massivbau besitzt ein deutliches Verbesserungspotential hinsichtlich der industriellen Vorfertigung.

Zusammenfassung

Prinzipiell ist keine Bauweise von vornherein ungeeigneter als die andere und spezifische Nachteile lassen sich durch verschiedene Maßnahmen kompensieren. Derzeit sind meist ökonomische Kriterien für eine Entscheidung zwischen Leicht- und Massivbauweise ausschlaggebend. Häufig werden die Vorteile beider Bauweisen in einer Mischbauweise miteinander kombiniert.

Nachhaltigkeit bedeutet nicht nur energiesparende Gebäudekonzepte zu entwickeln, sondern auch den Einsatz von ökologischen und nachwachsenden Baustoffen.

Auf Grund dessen ist es auch ein Schwerpunkt dieser Arbeit, die Konstruktion der geplanten Häuser in Holz-Riegel-Bauweise auszuführen. Einerseits ist Holz ein nachwachsender Baustoff und in Österreich ausreichend vorhanden und andererseits ist durch die Wahl der Holzriegelkonstruktion durch einen hohen Vorfertigungsgrad eine kurze Baudauer der einzelnen Bauphasen gegeben.

Sämtliche Elemente wie Außen- und Innenwände, Decken und Dachkonstruktionen werden unter gleichen Witterungsverhältnissen sowie unter kontrollierten Bedingungen im Werk vorproduziert. Somit ist eine präzise und leichtgängige Montage vor Ort, auf den vorab hergestellten Fundamentplatten- bzw. Kellerdecken, der vorproduzierten Elemente möglich.

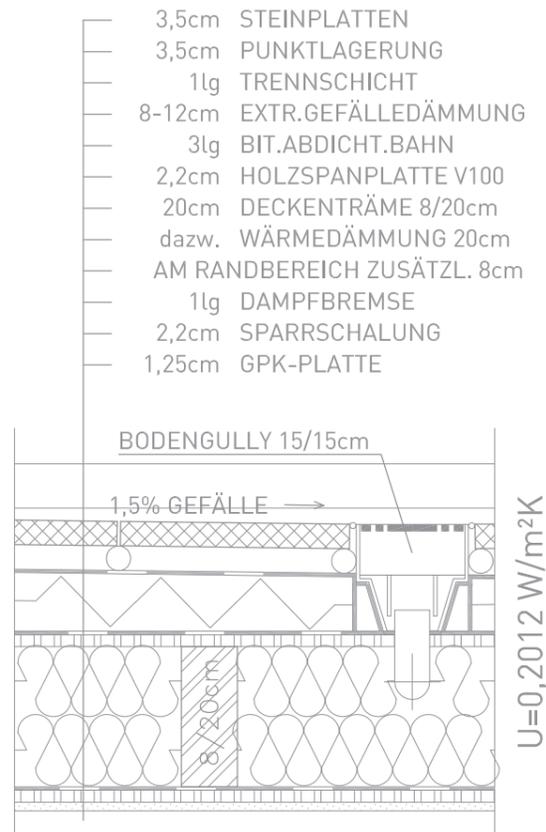
Um die statisch notwendige Steifigkeit der Rahmenkonstruktion zu gewährleisten, ist eine Beplankung mit Hartfasser- oder OSB-Platten auf der Innen- als auch Außenseite der Wände notwendig. Diese Beplankung ist somit statisch mitwirkend und aussteifend.

Ein weiterer Vorteil der Holzrahmenbauweise ist, dass die Dämm- und Tragebene zusammengelegt werden kann. Das ermöglicht trotz dicker Dämmstärken, um den Anforderungen des Passivhausstandards gerecht zu werden, schlanke Wandaufbauten. Bei der geplanten Wandkonstruktion handelt es sich um einen 3-lagigen Dämmbau. Außen allseitig umlaufend wird auf die Haupttragstruktur eine 4 cm starke Holzfaserdämmstoffplatte aufgebracht um die Gefahr von Wärmebrücken zu reduzieren. In der Haupttragebene wird eine 20 cm dicke Mineralfaserdämmung verlegt und anschließend eine 8cm starke Vorsatzschale hergestellt. In dieser gedämmten Installationsebene sind sämtliche raumverteilende Leitungsführungen verlegt, um die Hauptdämmebene sowie die Dampfbremse nicht zu unterbrechen und Wärmebrücken zu vermeiden. Somit ist auch eine nachträgliche Leitungsinstallation leicht möglich.

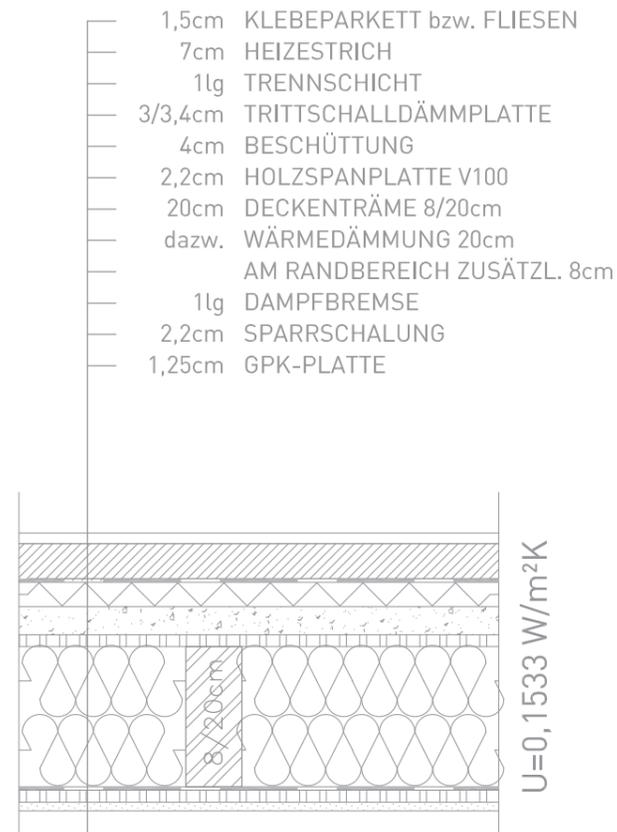
Der Konstruktionsraster ist an die gängigen Größen von Holz- bzw. Gipskartonplatten angepasst um eine effiziente Vorfertigung zu gewährleisten. Die in diesem Raster konstruierten tragenden Außenwände übernehmen die statische Tragfunktion, wobei sämtliche Innenwände als nichttragende Elemente ausgeführt sind. Dadurch ist es dem späteren Nutzer möglich, individuell die Planung der Innenräume zu gestalten und das Raumgefüge an seine Bedürfnisse anzupassen.

Wie bereits vorab mehrfach erwähnt, sind Wärmebrücken bei Passivhäusern tunlichst zu vermeiden. Daher ist besonders bei auskragenden Elementen, wie Balkonen und Terrassen, auf thermische Trennung zu achten. Die Anschlusspunkte von Tiefgaragen und Unterkellerungen müssen ebenfalls thermisch von der Gebäudehülle entkoppelt werden. Nur unter Beachtung der angeführten Punkte ist eine einwandfreie, dem Passivhausstandard entsprechende Konstruktion gegeben.

beschreibung der gewählten konstruktion



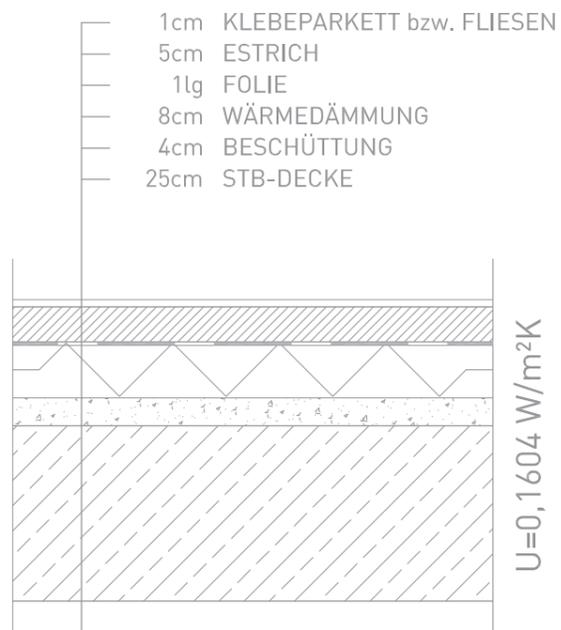
DACHTERRASSE



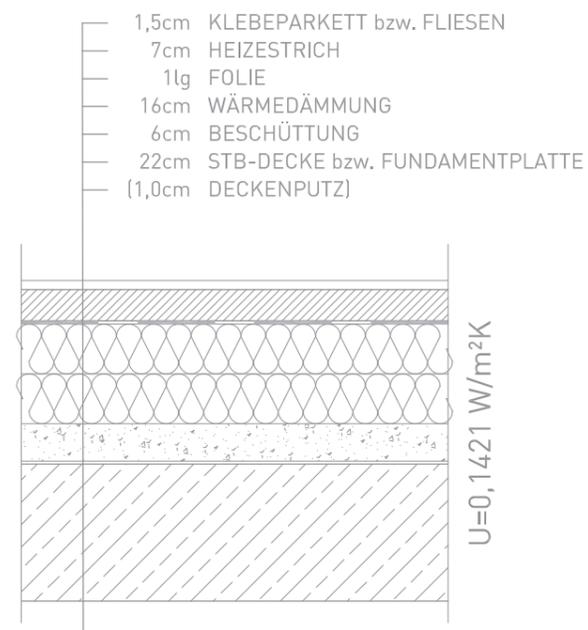
GESCHOSSDECKE



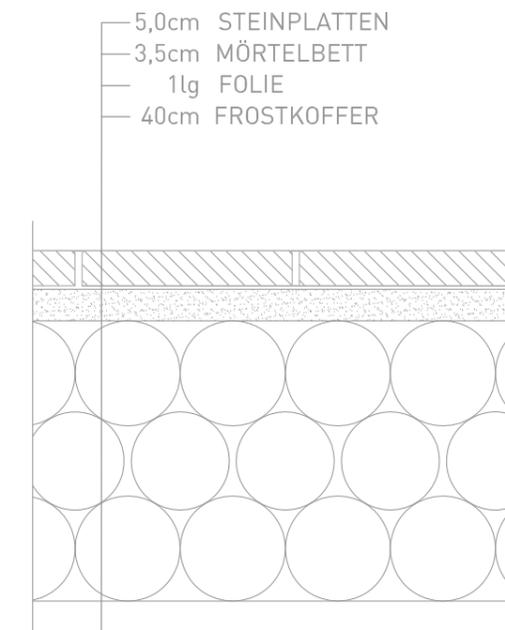
FLACHDACH



KELLERDECKE ZU TIEFGARAGE



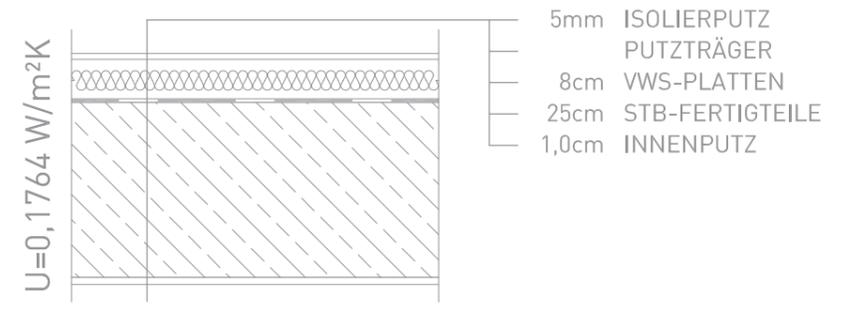
ERDGESCHOSSDECKE ZU KELLER



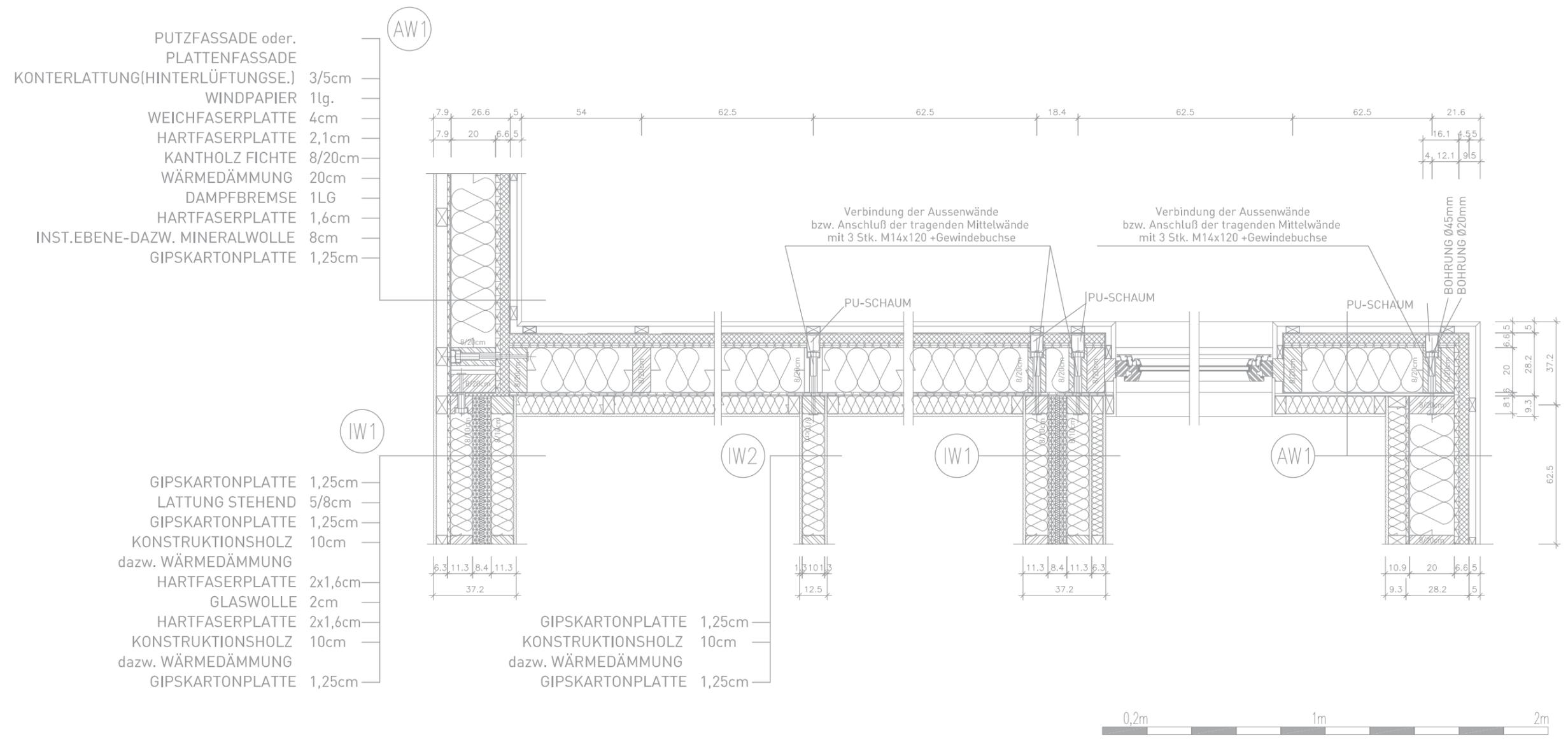
BODENAUFBAU HÖFE



fussbodenaufbauten m 1:10



KELLERWAND



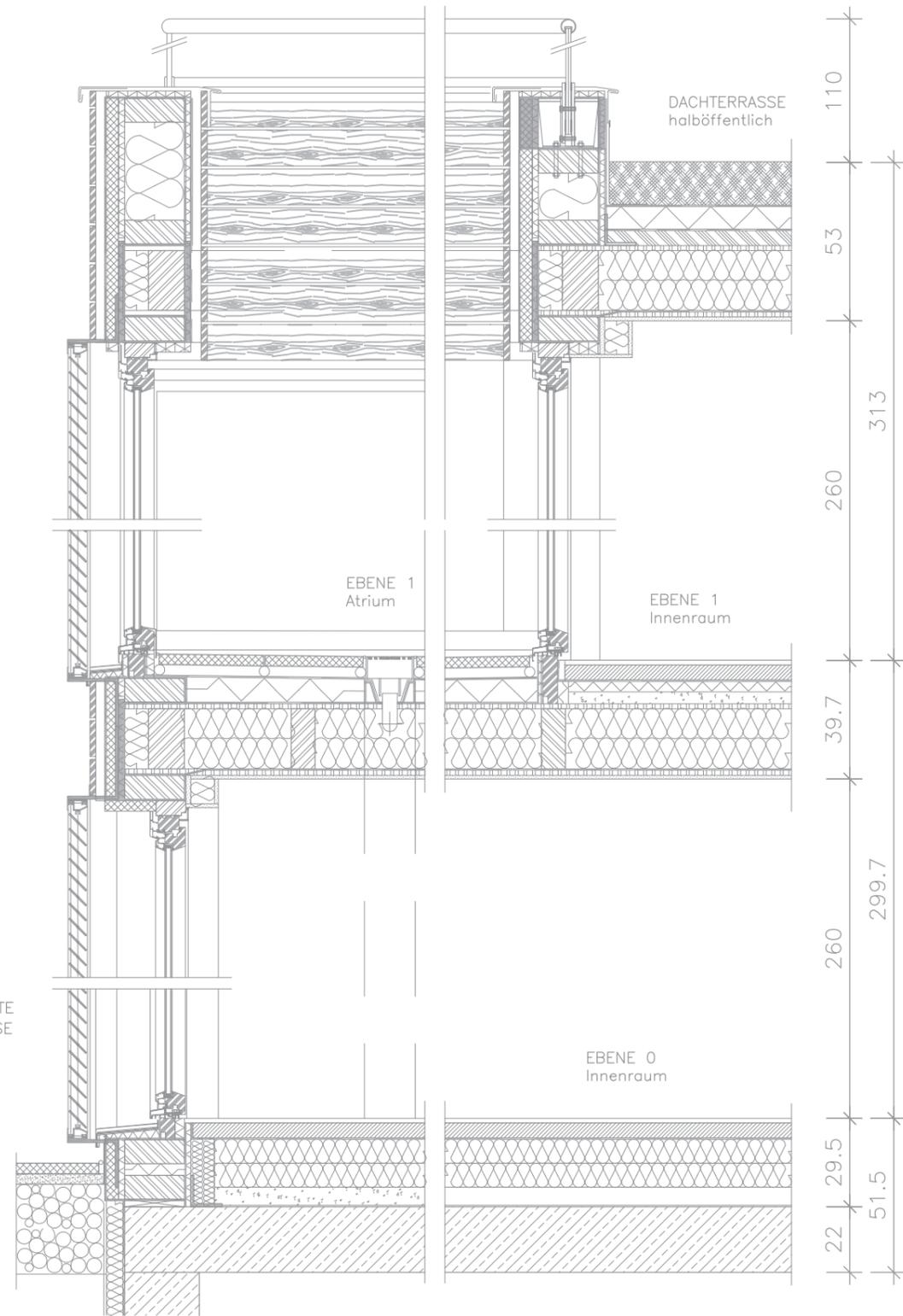
- PUTZFASSADE oder. PLATTENFASSADE
- KONTERLATTUNG(HINTERLÜFTUNGSE.) 3/5cm
- WINDPAPIER 1lg.
- WEICHFASERPLATTE 4cm
- HARTFASERPLATTE 2,1cm
- KANTHOLZ FICHTE 8/20cm
- WÄRMEDÄMMUNG 20cm
- DAMPFBREMSE 1LG
- HARTFASERPLATTE 1,6cm
- INST.EBENE-DAZW. MINERALWOLLE 8cm
- GIPSKARTONPLATTE 1,25cm

- GIPSKARTONPLATTE 1,25cm
- LATTUNG STEHEND 5/8cm
- GIPSKARTONPLATTE 1,25cm
- KONSTRUKTIONSHOLZ 10cm
- dazw. WÄRMEDÄMMUNG
- HARTFASERPLATTE 2x1,6cm
- GLASWOLLE 2cm
- HARTFASERPLATTE 2x1,6cm
- KONSTRUKTIONSHOLZ 10cm
- dazw. WÄRMEDÄMMUNG
- GIPSKARTONPLATTE 1,25cm

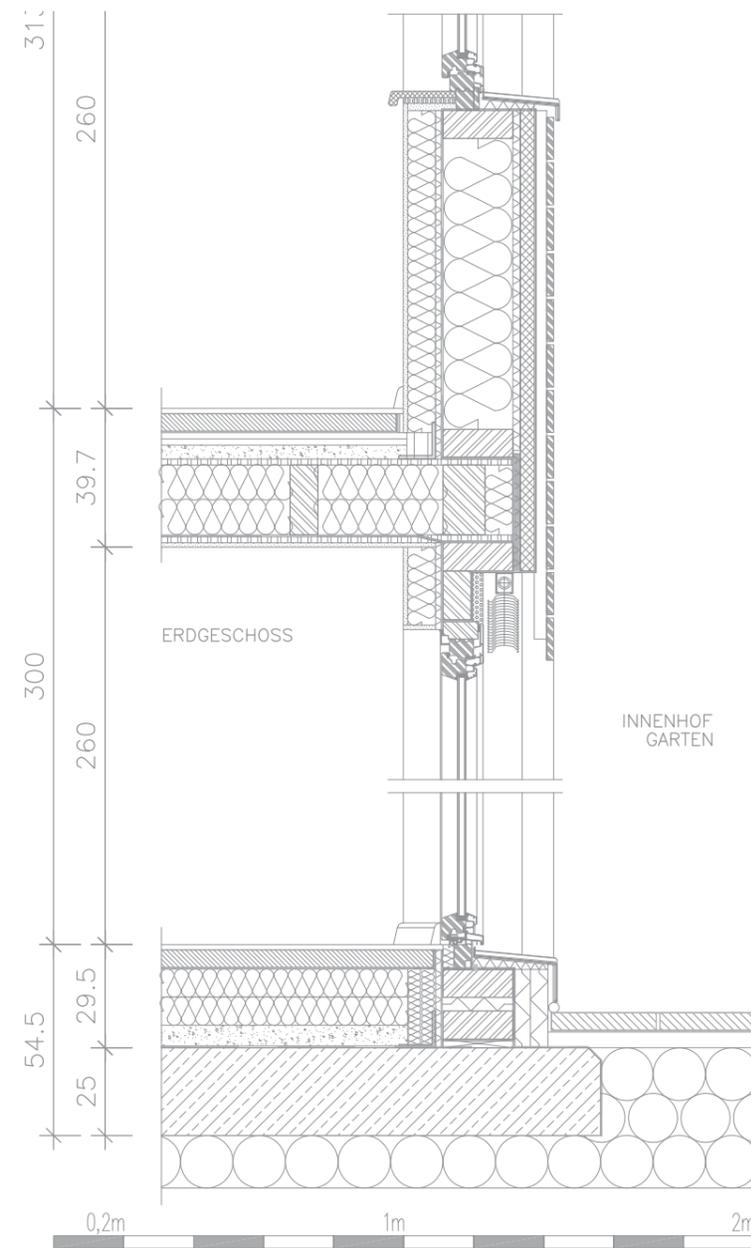
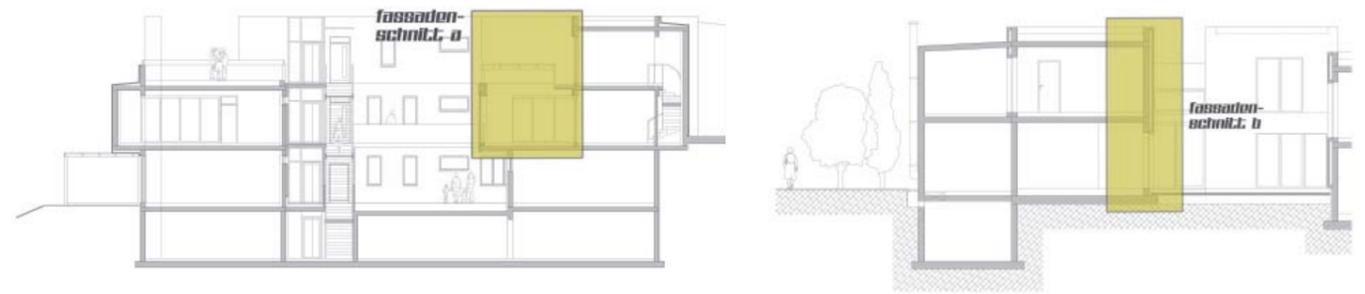
- GIPSKARTONPLATTE 1,25cm
- KONSTRUKTIONSHOLZ 10cm
- dazw. WÄRMEDÄMMUNG
- GIPSKARTONPLATTE 1,25cm



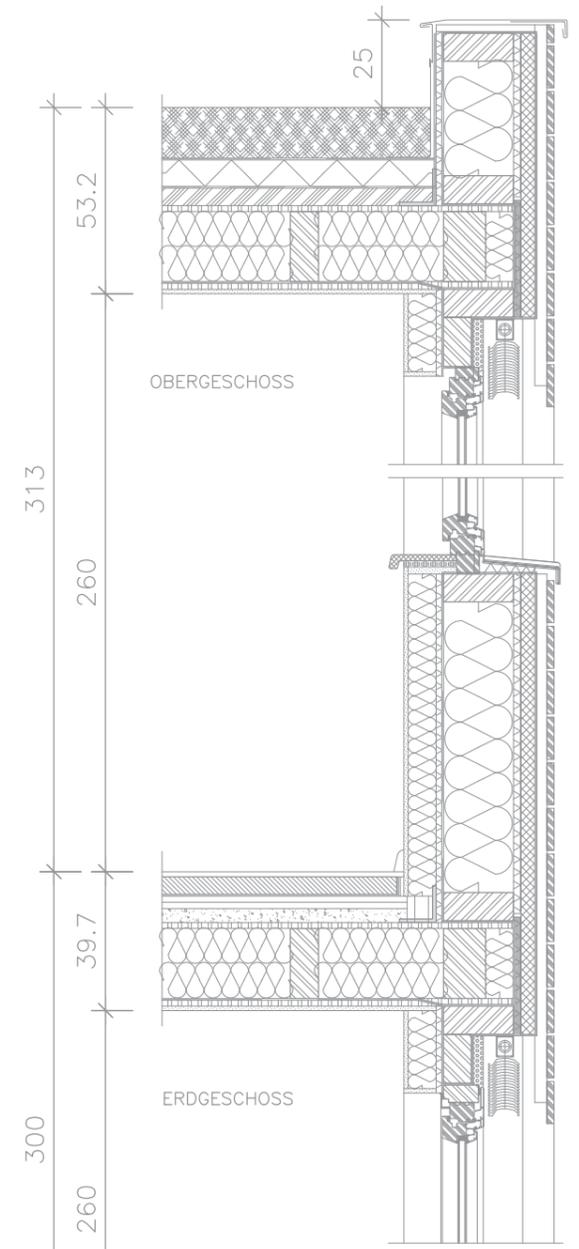
wandaufbauten m 1:20/1:10



FASSADENSCHNITT A



FASSADENSCHNITT B



fassadenschnitte m 1:20



06 thermische gebäudesimulation

„Ein Passivhaus ist ein Gebäude, das sich überwiegend durch solare Einstrahlung und durch interne Wärmegewinne selbst heizt.“¹⁵

Auch ein Passivhaus weist jedoch einen minimalen Restwärmebedarf auf, der entsprechend der üblichen Definition einen Wert von 15 kWh pro Quadratmeter beheizter Fläche und pro Jahr nicht übersteigen darf. Auf Grund dessen kann auf ein konventionelles Heizsystem vollständig verzichtet werden. Es muss jedoch eine Restheizung vorgesehen sein, mit welcher der minimale Wärmebedarf gedeckt werden kann.

Betrachtet man bereits realisierte Gebäude in Passivtechnologie, kommt man schnell zu dem Schluss, dass ein Großteil dieser Bauten freistehende Einfamilienhäuser sind. Ein Umdenken in Bezug auf Nachhaltigkeit zeigt den Trend auf, immer mehr öffentliche Bauten wie Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, etc. als Passivhäuser zu errichten.

In dieser Arbeit wird auf eine Detailausführung der Passivhaustechnologie und deren Funktionsweise bzw. Definition auf Grund von umfangreichen Forschungsberichten und Publikationen verzichtet. Detaillierte Informationen können unter anderem auf der Homepage des Passivhausinstituts Darmstadt (unter www.passiv.de) sowie auf der österreichischen Homepage „Haus der Zukunft“ (unter www.hausderzukunft.at) nachgelesen werden.

Planungs- und Ausführungstipps für den Passivhausstandard:¹⁵

- möglichst kompakte Form, geringes A/V-Verhältnis (kompakter Baukörper) bei größtmöglicher Südfläche
- Fensterflächen auf der Südseite optimieren und auf der Nordseite minimieren sowie die Verwendung von Dreifachwärmeschutzglas mit einem Gesamt-U-Wert kleiner 0,8 W/m²K
- Fensterrahmen sollten soweit wie möglich in die Wärmedämmung der Fassade integriert werden.
- Aneinandergebaute Gebäude sind energetisch günstiger als freistehende Einfamilienhäuser.
- Eine sehr gute Wärmedämmung muss die gesamte Gebäudehülle lückenlos (keine Wärmebrücken), möglichst in der gleichen Dicke und gleicher Qualität umfassen.
- Die Gebäudehülle (Außenbauteile) muss luftdicht ausgeführt werden, um Wärmelecks zu verhindern.
- Eine kontrollierte, hocheffiziente Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung muss vorgesehen werden.

Jeder der angeführten „Planungstipps“ ist zur Erfüllung des Passivhausstandards erforderlich, jedoch ist z.B. eine reine Südausrichtung mit großen Verglasungsflächen optimal für solare Gewinne. Allerdings besteht die Gefahr der sommerlichen Überhitzung des Gebäudes. Somit ist es zielführender, die angeführten Punkte projekt- und standortspezifisch und nicht als zwingende Maßnahmen zu betrachten.

¹⁵ Dieter Pregizer: „Grundlagen und Bau eines Passivhauses“, C.F. Müller, 2002

Ein Passivhaus wird definiert durch:¹⁶

- Heizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$
- Heizlast $\leq 10 \text{ W/m}^2$
- Luftdichtheit $n_{50} \leq 0,6/\text{h}$
- Primärenergiebedarf (Heizung, Warmwasser, Lüftung, etc. $\leq 120 \text{ kWh/m}^2$)

Begriffsdefinition Heizwärmebedarf (HWB):¹⁷

Der Heizwärmebedarf eines Gebäudes ist jene Wärmemenge, die im Laufe einer Heizsaison der Innenluft eines Gebäudes zugeführt werden muss, um den für die Betriebszeit des Gebäudes geforderten Wert der Innenlufttemperatur zu gewährleisten.

Gemäß ÖNorm B8110, Teil 1 [2], ist der HWB-BGF-Wert der auf die Bruttogeschossfläche bezogene Heizwärmebedarf.

Der HWB-BGF-Wert ist eine flächenbezogene Wärmemenge und wird üblicherweise in [kWh/m²] angegeben.

Begriffsdefinition Heizlast:¹⁸

Die Heizlast eines Raumes ist jene Heizleistung, die in die Raumluft zu erbringen ist, um die vorgegebene Innenlufttemperatur zu halten. Üblicherweise wird sie in Watt [W] angegeben.

¹⁶ vgl. www.passiv.de, Dr. Wolfgang Feist, 2008

¹⁷ Dr. Klaus Krec: Skriptum „Thermische Gebäudesimulation“, Institut für Architektur und Entwerfen der TU Wien, 2006

¹⁸ vgl. Dr. Klaus Krec/ Erich Panzhauser Benutzerhandbuch: Programmpaket zur Berechnung des HEIZWAERMEBEDARFES von Gebäuden, Schönberg am Kamp & Wien, Österreich, 1998 - 2004

passivhausstandard

Mit Hilfe einer thermischen Gebäudesimulation unter Verwendung eines Computerprogramms kann der Heizwärmebedarf eines Gebäudes sehr genau berechnet werden. Eines dieser Programme ist EuroWAEBED¹⁹, welches wir für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs unserer Gebäudetypen verwendet haben.

Man kann mit diesem Programm den Wärmebedarf von Räumen, Raumgruppen oder ganzen Gebäuden für einen Zeitraum von bis zu einem Jahr errechnen.

Als Heizwärmebedarf gilt jene Wärmemenge, die mittels Luftheizung einem Raum oder einem Gebäude zugeführt werden muss, um die zur Nutzungszeit vorgegebene Raumlufttemperatur zu erreichen.

Diese Wärmemenge ist natürlich abhängig von den jeweiligen klimatischen Bedingungen am gewählten Standort, die aber von EuroWAEBED berücksichtigt werden.

Unter anderem erlaubt das Programm Aussagen über die Änderung des Wärmebedarfs bei Veränderung

- der Bauweise des Gebäudes (leicht, mittel, schwer)
- der Wärmedämmeigenschaft der Gebäudehülle
- der Fenstergrößen und Eigenschaften der Verglasung
- der Verschattungseinrichtungen
- des Gebäudestandorts
- der Gebäudeorientierung
- der Betriebszeiten u.v.a.

Die Heizwärmebedarfsberechnung liefert neben dem Wärmebedarf eines jeden Raumes auch Informationen über

- die sich einstellenden Raumlufttemperaturen
- die Transmissionswärmeverluste
- die Lüftungswärmeverluste
- die Wärmegewinne aufgrund von Sonneneinstrahlung
- die Wärmegewinne aufgrund von Abwärme durch Beleuchtung und Geräten und
- die Wärmegewinne aufgrund der Personenbelegung

Zudem wird die Länge der Heizsaison ermittelt.

Der starke Einfluss des Benutzerverhaltens auf den Heizwärmebedarf wird bei der Berechnung mit EuroWAEBED berücksichtigt, denn die Wärmeabgaben von Personen beeinflussen das Ergebnis wesentlich. Deshalb wird nicht mit leeren Räumen gerechnet, sondern in unserem Fall mit einer Personenbelegung von zwei Erwachsenen und zwei Kindern.

¹⁹ vgl. Dr. Klaus Krec/ Erich Panzhauser Benutzerhandbuch: Programmpaket zur Berechnung des HEIZWAERMEBEDARFS von Gebäuden, Schönberg am Kamp & Wien, Österreich, 1998 - 2004

Grundlage der Berechnungen bilden folgende Punkte:

- Alle Gebäude werden als 1-Zonen-Modell gerechnet, Temperaturdifferenzen innerhalb einer Wohnung, wie zum Beispiel etwas höhere Temperaturen in den Badezimmern, werden nicht berücksichtigt.
- Für die Heizlastberechnung wird als Außenlufttemperatur mit einer Bemessungstemperatur von -13°C, angepasst an den Standort Thurnharting, gerechnet. Die Raumluft wird gemäß Norm mit +20°C angenommen.

- Für die Heizlastberechnung bleiben die solaren Gewinne unberücksichtigt und nach Norm werden die Innenwärmen nicht miteinbezogen.
- Die Wärmebedarfsberechnung stellt eine Gegenüberstellung der Wärmegewinne und -verluste dar und dient im Wesentlichen der Bestimmung des im langjährigen Schnitt zu erwartenden Heizwärmebedarfs.
- Es gibt folgende Nutzungsannahmen:

- Personenbelegung von 6.00 - 24.00 Uhr, in dieser Zeit wird die Soll - Temperatur gehalten (Normnutzungstyp).
- 30 m³ pro Person pro Stunde hygienische Lüftungsrate
- 0,4 m³/h mindest erforderliche Lüftung
- alle wichtigen Bauteileigenschaften (U-Werte, Abmessungen,...) basieren auf den im Abschnitt Konstruktion ausgearbeiteten Details sowie Wand- und Bodenaufbauten.

heizwärmebedarf- und heizlastberechnung



Typ 3 mit süd-östlicher Orientierung

Bruttogeschoßfläche: 152,19 m²
 Nettonutzfläche: 138,35 m²

Heizlast: bezogen auf

[W]	BGF [W/m ²]	NNF [W/m ²]
3124	20,53	22,58

HWB: bezogen auf

[kWh]	BGF [kWh/m ²]	NNF [kWh/m ²]
1878	12,34	13,58

Heizsaison von 4.11. bis 7.3.



Typ 3 mit süd-westlicher Orientierung

Bruttogeschoßfläche: 152,19 m²
 Nettonutzfläche: 138,35 m²

Heizlast: bezogen auf

[W]	BGF [W/m ²]	NNF [W/m ²]
3206	21,07	23,17

HWB: bezogen auf

[kWh]	BGF [kWh/m ²]	NNF [kWh/m ²]
1995	13,11	14,42

Heizsaison von 03.11. bis 8.3.



Typ 4

Bruttogeschoßfläche: 170,13 m²
 Nettonutzfläche: 154,66 m²

Heizlast: bezogen auf

[W]	BGF [W/m ²]	NNF [W/m ²]
4339	25,50	28,06

HWB: bezogen auf

[kWh]	BGF [kWh/m ²]	NNF [kWh/m ²]
1243	7,31	8,04

Heizsaison von 20.11. bis 16.2.



Typ 5

Bruttogeschoßfläche: 184,19 m²
 Nettonutzfläche: 167,44 m²

Heizlast: bezogen auf

[W]	BGF [W/m ²]	NNF [W/m ²]
3243	17,61	19,37

HWB: bezogen auf

[kWh]	BGF [kWh/m ²]	NNF [kWh/m ²]
1059	5,75	6,32

Heizsaison von 18.11. bis 22.2.

Für die Ermittlung des Wärmebedarfs für die geplante Siedlung wurden drei von fünf Gebäudetypologien herangezogen und im Detail betrachtet.

Die betrachteten Typen sind nicht exakt südorientiert, Abweichung von maximal ± 40°. Diese Verdrehung aus Süden ist bei der Berechnung des HWB stark spürbar. Im Vergleich von Typ 3 (40° aus Süden verdreht) zu Typ 4 (14° aus Süden verdreht) ist der hohe Unterschied der berechneten Werte hauptsächlich auf die Orientierung zurückzuführen.

Auf eine genaue Ausrichtung nach Süden und einer daraus resultierenden Erzielung von besseren Werten wurde auf Grund der örtlichen Gegebenheiten, der Hanglage und der Optimierung der Siedlungsplanung verzichtet.

Schlussfolgerung:

Mit einem berechneten Heizwärmebedarf von 6 kWh/m² bis 14 kWh/m² der untersuchten Typen bei nicht optimaler Südausrichtung ist die geplante Siedlungsstruktur gut passivhaustauglich. Allerdings ist es empfehlenswert, bereits in der Entwurfsphase von Passivhaussiedlungen bzw. Passivhäusern entwurfsbegleitende Berechnungen durchzuführen, um wichtige Planungsentscheidungen rechtzeitig treffen zu können.

berechnungsergebnisse



Lageplanübersicht Typen mit Pelletsheizung

Bei den geplanten Gebäudetypen 2 + 3 + 4 wird die Restheizung in Form eines zentralen Pelletskessels mit angeschlossenem Pelletslager bereitgestellt (detaillierte Beschreibung des Haus-technikkonzepts siehe Folgeseiten).

Die Technik- bzw. Lagerräume sind immer gut erreichbar über die Haupteinfahrungswege situiert um einen unnötigen LKW-Verkehr in der Siedlung zu vermeiden, als auch eine einfache Beschickung der Lagerräume zu gewährleisten.

- Typ 2 ist ein mehrgeschossiger Wohnbau mit jeweils einem zentralen Technik- und Lagerraum im Bereich der Tiefgarage.
- Typ 3 ist als Reihenhausbauung geplant und diese sind in mehreren kleinen „Versorgungsgruppen“ zusammengeschlossen und benötigen somit nur eine geringe Anzahl von Technik- und Lagerräumen.
- Typ 4 ist eine Reihenhausbauung und wird je Reihe mit einem zentralen Technik- und Lagerraum versorgt.

Ermittlung der Heizlast je Quartier:

- Typ 2 je Einheit: 32,90 kW
- Typ 3 je Gruppe: 27,05 kW (eine Gruppe besteht im Ø aus 9 Einheiten)
- Typ 4 je Reihe: 25,14 kW

Ermittlung des Pelletsbedarfs je Quartier (Annahme 0,9 m³ je kW):

- Typ 2 je Einheit: ca. 30 m³
- Typ 3 je Gruppe: ca. 24 m³
- Typ 4 je Reihe: ca. 23 m³

Ermittlung der Größe des Pelletslagerraumes je Quartier (Annahme Raumhöhe 2,50 m):

- Typ 2 je Einheit: ca. 12 m²
- Typ 3 je Gruppe: ca. 10 m²
- Typ 4 je Reihe: ca. 9 m²

Fazit:

Als Pelletslagerfläche für jedes Quartier wurde in etwa die doppelte Fläche geplant. Somit ist ein Befüllen der Lagerräume nur ca. alle 2 Jahre notwendig.

Der Jahresverbrauch an Pellets entspricht ca. 52,0 Tonnen, der Tonnenpreis zum Verfassungszeitpunkt dieser Arbeit beträgt ca. € 160 je Tonne. Dies würde einen Jahreskostenaufwand für das Heizgut von ca. € 8.500.— für etwa zweidrittel! des Planungsgebiets bedeuten.

Die oben angeführten Ergebnisse sind Schätzwerte und können somit einer Schwankung von ca. ± 20% unterliegen.

Schlussfolgerung der Wärmebedarfsberechnung

Thurnharting und insbesondere das gewählte Grundstück eignen sich sehr gut um eine Siedlung nach Passivhausstandard zu realisieren. Obwohl manche Gebäude stark von einer Südausrichtung abweichen, kann bei allen durch eine gut gedämmte Gebäudehülle ein Heizwärmebedarf von unter 15kWh/m²/a, der nach Definition des Passivhausinstituts in Darmstadt den wichtigsten Kennwert zur Ermittlung des Passivhausstandards darstellt, erreicht werden.

Die Berechnungen zeigen, dass durch eine Verdichtung ein solches Ergebnis noch leichter erzielt wird. Simulationsprogramme wie EuroWAEBED, als entwurfsbegleitendes Werkzeug eingesetzt, helfen, Entscheidungen bei der Planung schon frühzeitig auf ihre Auswirkungen auf die thermischen Eigenschaften des Gebäudes zu überprüfen.

Gebäudetyp	Anzahl vorkommender Einheiten	Nettonutzfläche je Einheit [m ²] (gerundet)	Summe Nettonutzfläche [m ²] (gerundet)	Errechneter HWB [kWh/m ²]	Gemittelter HWB [kWh/m ²]	Errechnete Heizlast [W/m ²]	Gemittelte Heizlast [W/m ²]
1	58	160	9.280	-	10,59	-	23,30
2	2 (zu je 14 EH)	1410	2.820	-	10,59	-	23,30
3	96	129	12.384	13,58/14,42	-	22,58/23,17	-
4	21	155	3.255	8,04	-	28,06	-
5	11	167	1.837	6,32	-	19,37	-
Σ	188 (214)		29.576				

Übersicht Ergebnisse Gebäudetypen Heizwärmebedarf und Heizlast

Bei Passivhäusern wird verstärkt auf die effiziente Ausnutzung der solaren Gewinne geachtet, um Heizwärmebedarf und Heizlast in der Heizsaison gering zu halten. Maßnahmen, wie große, nach Süden ausgerichtete Glasflächen, erzielen im Sommer natürlich einen negativen Effekt - das Gebäude droht zu `überhitzen`. Diesem Effekt kann durch bauliche Maßnahmen wie dem Anbringen von Verschattungselementen und richtige Lüftung entgegengewirkt werden.

Als `sommertauglich` werden jene Räume bezeichnet, bei denen die empfundene Temperatur während einer anhaltenden Hitzeperiode eine in der ÖNorm B8110, Teil 3: 1999 festgelegte Grenztemperatur nicht überschreitet.

Als empfundene Temperatur wird das arithmetische Mittel aus Luft- und mittlerer Temperatur der inneren Oberfläche der raumumschließenden Bauteile verstanden.

Für Räume mit Tagesnutzung liegt dieser Grenzwert während der Nutzungszeit bei 27°C, für Räume mit Nachtnutzung bei 25°C.

Die für die Berechnung relevante Außenlufttemperatur ist ebenfalls in der Norm geregelt: Es ist jener Tagesmittelwert der Außenluft zu wählen, der am Gebäudestandort im langjährigen Schnitt an nicht mehr als 13 Tagen im Jahr überschritten wird. Ist dieser Wert für den zu beschreibenden Standort nicht bekannt, so muss mit einem Tagesmittelwert von 23°C gerechnet werden.

Im Fall von Thurnharting beträgt diese anzunehmende Temperatur 22°C.

Zur Berechnung der Sommertauglichkeit der Räume in unseren Gebäuden wurde das Simulationsprogramm GEBA²⁰ verwendet. Dieses stellt den Tagesverlauf der sich einstellenden Raumlufttemperatur und den Tagesverlauf von erforderlichen Heiz- oder Kühlleistungen dar. Weiters können mit GEBA neben den Auswirkungen von außenklimatischen Bedingungen wie Temperatur und Strahlung auch jene von Innenwärmen durch Beleuchtung, Elektrogeräte oder Personen untersucht werden.

Betrachtung des Klimawandels²¹

Laut einer aktuellen Studie wird die jährliche Durchschnittstemperatur in Österreich bis zum Jahr 2050 um 2,3°C ansteigen. Deshalb macht es wenig Sinn, für die Berechnung eines Gebäudes den aktuellen Tagesmittelwert des Standortes anzunehmen, da dieses Gebäude schon in wenigen Jahren nicht mehr sommertauglich sein könnte.

Im Forschungsprojekt `Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden` wird die Einführung von Güteklassen für Gebäude vorgeschlagen, die ein Ansteigen der Temperatur in die Bewertung miteinbezieht.

Deshalb wurde bei unseren Berechnungen ein Tagesmittelwert von 24°C angenommen und somit sichergestellt, dass die Gebäude auch in mehreren Jahren noch eine Sommertauglichkeit erreichen und den Komfort der Bewohner garantieren.

Berechnet wurden jene Räume, die aufgrund ihrer Orientierung, Verglasungsflächen und Verschattungssituation besonders gefährdet für eine sommerliche Überhitzung sind. Erfüllen diese Räume den Nachweis der Sommertauglichkeit, kann man darauf schließen, dass auch die restlichen Räume dieses Gebäudes sommertauglich sind.

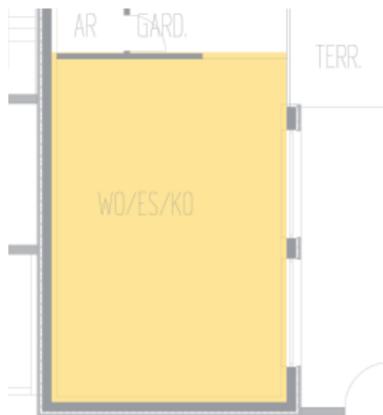
²⁰ vgl. KREC, Klaus: „Programmpaket GEBA Version 7.0 - Simulation des thermischen Verhaltens von Räumen, Raumgruppen oder Gebaeuden“; ©Copyright 1995-2007

²¹ vgl. KREC, Klaus: Forschungsprojekt im Auftrag der Initiative Ziegel im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie „Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden“

sommertauglichkeitsberechnung

Parameter der Berechnung:

- Berechnungstag ist der 15. Juli als wolkenloser, klarer Tag
- Es wird nach ÖNorm B8110-3 je nach Länge und Anzahl der Fensteröffnungen ein 2,5-3-facher Luftwechsel angenommen.
- Es wird für diese Räume, wenn auch in der Norm nicht verlangt, eine realistische Personenbelegung angenommen.
- In der Zeit, in der die Außenlufttemperatur den Grenzwert für die Innentemperatur übersteigt, wird nur personenbezogen gelüftet.
- Es wird eine Jalousiebenutzung von 6.00 - 24.00 Uhr angenommen.
- Alle wichtigen Bauteileigenschaften (U-Werte, Abmessungen,...) basieren auf den im Abschnitt Konstruktion ausgearbeiteten Details und Wand- wie auch Bodenaufbauten.



Typ 3 – Wohnraum Erdgeschoss

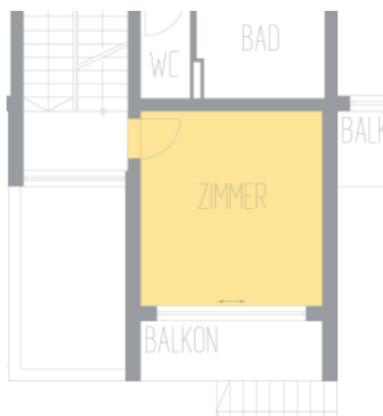
Raumvolumen: 112,4 m³
Nettonutzfläche: 40,14 m²

Temperatur:

	EMPFUNDEN	INNEN	AUSSEN
MINIMUM	22,8°	22,5°	16,7°
MITTELWERT	24,3°	24,2°	24,0°
MAXIMUM	25,5°	25,6°	30,6°

Der untersuchte Raum erwies sich - trotz Erhöhung der Außenlufttemperatur infolge des Klimawandels auf 22°C - als „sehr gut sommertauglich“.

Auf Grund der starken Verdrehung aus Süden und die dadurch entstehende Verschattung der Baukörper zueinander sind die solaren Gewinne zwar geringer, aber somit auch die Gefahr der Raumüberhitzung.



Typ 4 – Zimmer 1. Zwischengeschoss

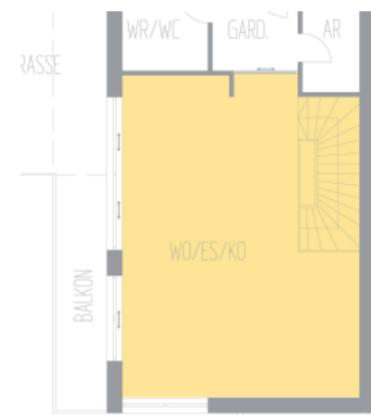
Raumvolumen: 40,7 m³
Nettonutzfläche: 14,24 m²

Temperatur:

	EMPFUNDEN	INNEN	AUSSEN
MINIMUM	23,8°	23,7°	16,7°
MITTELWERT	25,2°	25,2°	24,0°
MAXIMUM	26,4°	26,4°	30,6°

Die empfundene Raumtemperatur in diesem betrachteten Schlafraum ist relativ hoch, aber noch innerhalb des Normgrenzwertes. Es ist in diesem Fall zu überdenken, ob die Verglasungsfläche von ca. 9 m² nicht reduziert werden sollte, da über 80% der Energie im Raum durch solare Gewinne entstanden ist.

Allerdings wurde in dieser Arbeit nicht in Betracht gezogen, den Entwurf zu ändern, da auch alternativ eine Vorkühlung durch einen Erdreichwärmetauscher angedacht werden könnte, um die Raumtemperatur zu senken.



Typ 5 – Wohnraum Erdgeschoss

Raumvolumen: 154,8 m³
Nettonutzfläche: 51,6 m²

Temperatur:

	EMPFUNDEN	INNEN	AUSSEN
MINIMUM	22,8°	22,7°	16,7°
MITTELWERT	24,8°	24,7°	24,0°
MAXIMUM	26,8°	26,8°	30,6°

Auf Grund des hohen Verglasungsanteils des untersuchten Raumes zeigt das Ergebnis der Berechnung auf, dass der gerechnete Raum nur knapp unterhalb des Grenzwertes von 27,0°C empfundener Temperatur liegt. Um die Raumtemperatur weiter zu senken, sollte über die kontrollierte Wohnraumlüftung in Kombination mit dem Erdreichwärmetauscher die zugeführte Luft gekühlt und die Luftwechselrate erhöht werden. Der dadurch entstehende höhere Stromverbrauch kann über die quartiersgekoppelte Photovoltaikanlage gedeckt werden. Durch den Einsatz des Erdreichwärmetauschers wird die zugeführte Luft bereits auf ca. 18°C vorgekühlt und senkt die Temperatur ohne zusätzliche Anbringung einer Klimaanlage.

Fazit der Sommertauglichkeitsberechnungen

Die soeben beschriebenen Alternativen zur Luftkühlung sind in die vorangegangenen Berechnungen nicht eingeflossen und stellen somit noch eine zusätzliche Reserve dar.

Mit den gewählten Fenstergrößen, Verschattungselementen, Orientierungen der Gebäude und mit Hilfe von Lüftungsgeräten und Erdreichwärmetauschern sind alle Gebäude auch in Zukunft gut sommertauglich und gewährleisten auch im Sommer ihren Bewohnern ein angenehmes Innenraumklima.

sommertauglichkeitsberechnung

Luftheizung²²

Bei Luftheizsystemen wird die Wärmeversorgung des Raumes über das Lüftungssystem gewährleistet. Ein Lüftungsgerät bringt erwärmte Frischluft in die Räume ein und saugt die belastete Luft wieder ab. Damit ist auch der hygienisch notwendige Luftwechsel sichergestellt. Die Zuluft wird, bevor sie in dem Raum zugeführt wird, durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft und anschließend mit Elektro- oder Wasserheizregistern (oder auch dem Kondensator einer Wärmepumpe) erwärmt. Bei Wärmerückgewinnung kann die Abluft hierbei so stark abgekühlt werden, dass an kalten Tagen Vereisungsgefahr besteht. Dieses Problem kann mit einem vorgeschalteten Erdreichwärmetauscher auf der Zuluftseite oder einer Abtauschaltung, die allerdings zusätzlich Energie verbraucht, gelöst werden. Die Zuluft in den Raum darf nicht zu heiß eingeblasen werden (<55°C), um die Behaglichkeit nicht zu beeinträchtigen und um Staubverschmelzung zu vermeiden. Außerdem müssen die Luftauslässe und Lüftungsrohre so dimensioniert sein, dass eine mittlere Luftgeschwindigkeit im Raum von 0,15 – 0,24 m/s nicht überschritten wird, um Zugerscheinungen im Raum zu vermeiden. Die Heizleistung, die sich unter diesen Bedingungen in den Raum einbringen lässt, ist deshalb begrenzt. Aus diesem Grund ist es für Passivhäuser mit reinen Luftheizungssystemen sehr wichtig, den Wert von 10 W/m² nicht zu überschreiten.

Das Energieversorgungssystem bei Passivhäusern ist ein zentrales Thema bei der Planung. Hierbei werden in der Praxis Haustechnikplaner herangezogen, um ein geeignetes System zu finden und eine optimale Leistungsausnutzung zu erreichen.

Die in dieser Arbeit ausgeführte Haustechnikplanung soll lediglich ein Grundkonzept darstellen und die Funktionsweise der Energieversorgung der einzelnen geplanten Gebäudetypologien aufzeigen.

Technische Grundlagen eines Passivhauses

Es gibt eine Anzahl von Möglichkeiten, Niedrigenergie- und Passivhäuser mit Wärme zu versorgen.²²

1. Kleinstwärmepumpe – Luftheizung – dezentral
 2. Gastherme – Luftheizung – dezentral
 3. Gastherme – Wasserheizung – dezentral
 4. Pelletskaminöfen – Luftheizung – dezentral
 5. Pelletskaminöfen – Wasserheizung – dezentral
 6. Sole – Wärmepumpe – Wasserheizsystem – zentral (mit Speicherbeladung)
 7. Pellets- oder Gaskessel zentral – Luftheizsystem dezentral
 8. Pellets- oder Gaskessel – Wasserheizsystem – zentral
 9. Kachelofen – Wasserheizung – dezentral
- uvm.

Unter dezentral werden Systeme verstanden, bei denen in jeder Wohneinheit separate Systeme eingesetzt werden. Zentrale Systeme hingegen bestehen aus einem zentralen gemeinsamen Teil für alle Wohneinheiten und dezentralen Übergabestationen.

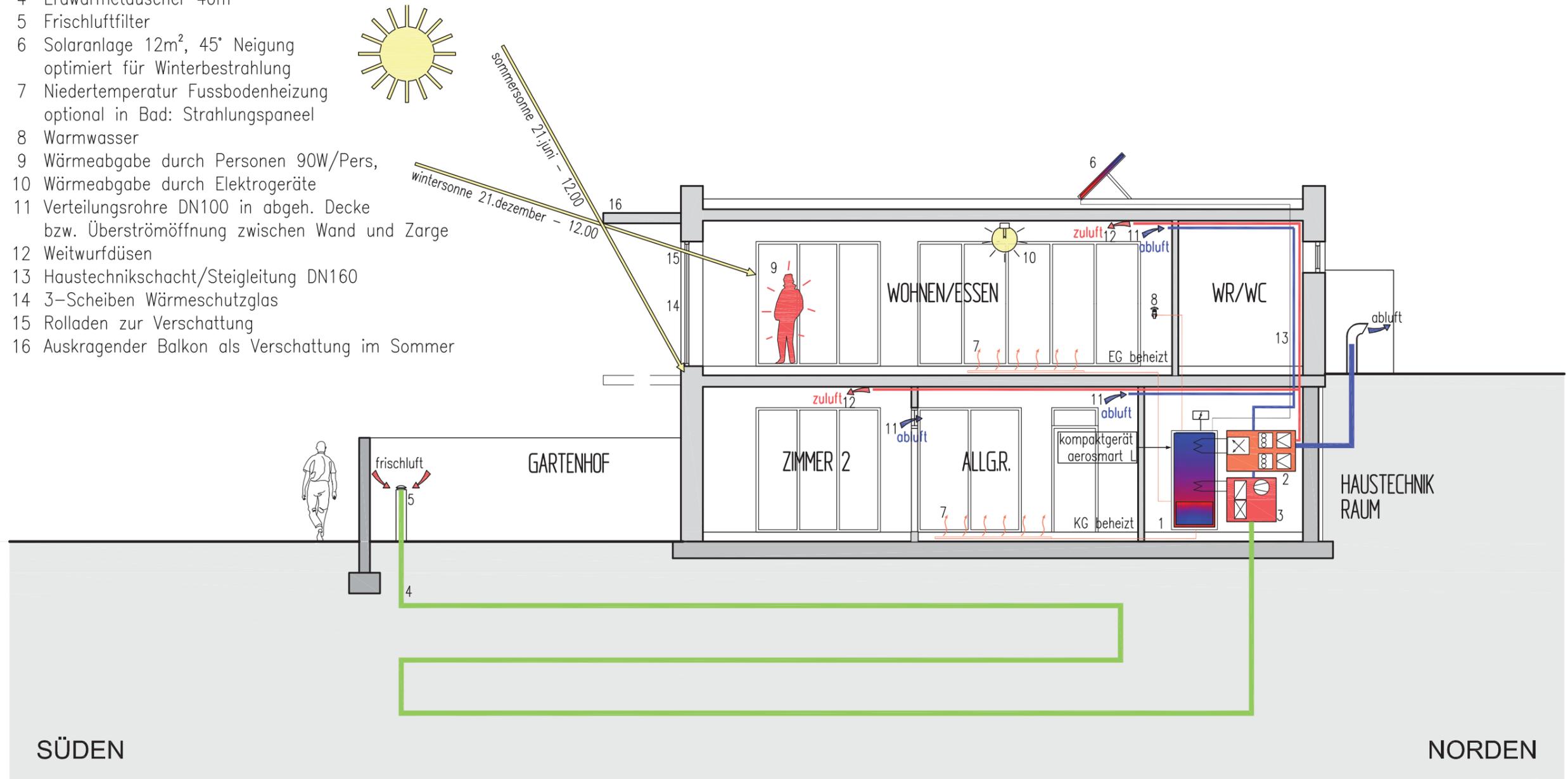
Aus den oben angeführten Heizsystemen werden in dieser Arbeit folgende Systeme im Detail betrachtet und für die Haustechnikplanung herangezogen:

- a. Kleinstwärmepumpe – Luftheizung – dezentral
bei den Typen 1 + 5 sowie für öffentliche Gemeinschaftsbereiche
- b. Pelletskessel zentral – Luftheizsystem dezentral
bei den Typen 2 + 3 + 4

Es gibt unterschiedliche Systeme, Wärme in den Raum abzugeben. Konventionell sind Heizkörper (sogenannte Radiatoren) in jedem Raum. Alternativ gibt es Flächenheizungen wie Fußboden-, Wandheizungen. Eine wichtige Form der Wärmezufuhr für Passivhäuser sind Luftheizsysteme.

²² vgl. W. Streicher: Benutzerfreundliche Heizsysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2004

- 1 Warmwasserspeicher 200l
- 2 Lüftungszentrale/Wärmetauscher
- 3 Kleinstwärmepumpe zur Warmwasserbereitung
- 4 Erdwärmetauscher 40m
- 5 Frischluftfilter
- 6 Solaranlage 12m², 45° Neigung optimiert für Winterbestrahlung
- 7 Niedertemperatur Fussbodenheizung optional in Bad: Strahlungspaneel
- 8 Warmwasser
- 9 Wärmeabgabe durch Personen 90W/Pers.
- 10 Wärmeabgabe durch Elektrogeräte
- 11 Verteilungsrohre DN100 in abgeh. Decke bzw. Überströmöffnung zwischen Wand und Zarge
- 12 Weitwurfdüsen
- 13 Haustechnikschacht/Steigleitung DN160
- 14 3-Scheiben Wärmeschutzglas
- 15 Rolladen zur Verschattung
- 16 Auskragender Balkon als Verschattung im Sommer



System a.) Kleinstwärmepumpe - Luftheizung - dezentral

system a, schemaschnitt haustechnik



Abb.18: Kompaktgerät „aerosmart xl“, mit den Komponenten Lüftungsmodul mit Wärmerückgewinnung, Wärmepumpe für Luft- und Brauchwassererwärmung und Brauchwasserspeicher.

Quelle: <http://www.drexel-weiss.at/>

Kleinstwärmepumpe und Luftheizung dezentral²³

Das System mit dem Einsatz von Kompaktgeräten wurde speziell für Passivhäuser entwickelt. Sofern eine Heizleistung von 10W/m² Wohnnutzfläche ausreicht, um das Gebäude warm zu halten, benötigt man abgesehen von einem Nachheizregister für die Zuluft keinerlei Zusatzheizung und hat somit ein normgerechtes Passivhaus.

Die Wärmebedarfsberechnungen haben allerdings ergeben, dass ein Zusatzsystem notwendig ist.

Die Frischluft wird im südlichen Garten in einer Höhe von einem Meter angesaugt (damit kein aufgewirbelter Staub eingesaugt wird) und über einen 30 bis 40 Meter langen Erdreichwärmetauscher auf 4 -10°C vorgewärmt, bevor sie dem Wärmetauscher im Kompaktgerät zugeführt wird. Die Kompaktgeräte sind gut wärmegeämmt und können auch problemlos außerhalb der thermischen Hülle (z.B. im Keller) aufgestellt werden.

Der Wirkungsgrad eines Erdreichwärmetauschers wird von folgenden Faktoren günstig beeinflusst:

- lange Verweildauer der Luft in den Rohren
- Länge des Erdreichwärmetauschers – Gesamtlänge kann auch in Teilstrecken aufgeteilt werden
- Große Verlegetiefe, mind. 1 m tief, Mindestgefälle der Rohre von 2%

Anschließend wird die Luft durch den Wärmetauscher geleitet. Hierbei wird die zugeführte Wärme von Ab- auf Zuluft übergeben. Dadurch wird die Zuluft ohne zusätzlichen Energieaufwand auf annähernde Raumtemperatur erwärmt. Die Abluft hingegen wird dabei auf 5 – 10°C abgekühlt. Die Restwärme der Abluft wird durch eine hocheffiziente Kleinstwärmepumpe entzogen. Die damit gewonnene Wärme wird der Zuluft und einem 200 Liter Pufferspeicher im Kompaktgerät für das Brauchwarmwasser zugeführt. Bei Bedarf kann weiters ein Elektroheizstab mit einer Leistung von 2 kW in den Speicher eingebaut werden, um das Warmwasser nachzuwärmen.

Wie bereits erwähnt, ist es bei den errechneten Typen nicht möglich, die Spitzenabdeckung nur über ein Nachheizregister in der Zuluftleitung zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurde ein Niedertemperaturflächenheizsystem in Form einer Fußbodenheizung gewählt.

Es ist auf Grund der geringen Heizlast nicht notwendig, die gesamte Fläche mit einer Fußbodenheizung auszustatten. Eine Erhöhung der Bodentemperatur um ca. 2-3°C über der Raumtemperatur ist ausreichend. Weiters ist darauf zu achten, dass in den Schlafräumen keine Fußbodenheizung vorgesehen ist, da hier niedrigere Temperaturen als behaglicher empfunden werden. Aus Komfortgründen wird in den Bädern zusätzlich ein Wärmepaneel angeordnet, um die Raumtemperatur bei Bedarf rasch zu erhöhen.

Für den Sommerfall wird durch den Einsatz eines Erdwärmetauschers die Zuluft zudem leicht gekühlt, eine unnötige Erwärmung der Zuluft wird somit vermieden.

Wohn- und Schlafräume werden mit Frischluft gespeist. In den Bädern, WCs und Küchen wird Luft abgesaugt. Als Überstromzonen dienen die Flurbereiche und Stiegenhäuser, als auch Überstromöffnungen zwischen Türzargen und Wand, um die notwendigen Strömungsgeschwindigkeiten der Lüftungsanlage gewährleisten zu können. Die Verteilung der Leitungen erfolgt in einem innenliegenden Haustechnikschacht, die Weiterführung der Leitungen in den Geschossen erfolgt nicht sichtbar in abgehängten Decken.

²³ vgl. W. Streicher: Benutzerfreundliche Heizsysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2004

system a, funktionsweise

Um das vorhin beschriebene Heizsystem noch weiter zu verdeutlichen, werden folgend dessen Vor- und Nachteile aufgezeigt:

Vorteile

- Wärmepumpe
 - Kompakte Systemtechnik
 - Einfache Energieversorgung durch Strom
 - Relativ geringe Systemverluste (Kompaktgerät, Verluste gehen in die Wohneinheit)
 - Kein Rauchfang nötig
 - Kein Brennstofflager nötig
 - Kein Staub, Geruch,...
 - Aufstellung des Systems auch im Wohnbereich möglich.
- Luftheizsystem
 - Permanent frische Luft in allen Räumen
 - Energiesparen durch Wärmerückgewinnung
 - Keine kalte Zugluft durch Fensterlüften
 - Kein Arbeitsaufwand bzw. keine Notwendigkeit für regelmäßiges Fensterlüften
 - Gefilterte Luft für Pollenallergiker
 - Lärmschutz durch geschlossene Fenster
 - Keine Heizkörper oder Heizflächen notwendig
 - Über einen Erdreichwärmetauscher ist im Sommer ein Luftwechsel möglich, der keinen zu sätzlichen Energieeintrag ins Gebäude bringt.

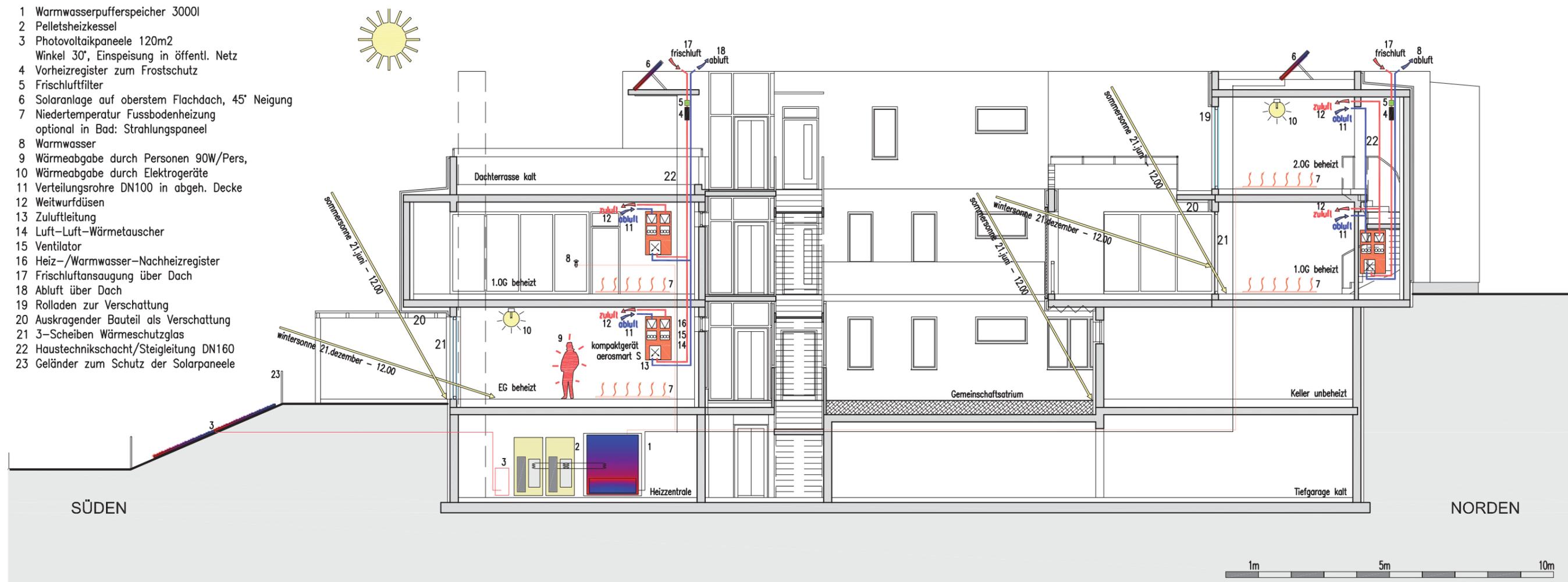
Nachteile

- Wärmepumpe
 - Treibhausgasproblematik (bei Einsatz von Fluor-Kohlenwasserstoffen als Kältemittel)
 - Gefahr der Aufheizung der Zuluft während der Brauchwarmwasserbereitung
 - (Sommerproblem; kann durch Einsatz einer Solaranlage minimiert werden)
- Luftheizsystem
 - Kleine Heizleistung (max. 10-14 W/m² für Transmission und Infiltration) bei Luftwechselraten von 0,4 - 0,5 h⁻¹ und begrenzter Einblasetemperatur. Daher reagiert das Luftheizungssystem in diesem Anwendungsfall sehr träge in der Wiederaufheizung, aber schnell in der Abkühlung.
 - Luftkanäle und Lüftungsgerät haben für Wohnungen rel. große Dimensionen
 - Lärmbelästigung bei unsachgemäßer Planung bzw. Ausführung (durch zu enge Rohrquerschnitte, schlechte Dämmung des Zentralgeräts, falsches Design der Luftauslässe, etc)
 - Zumeist gleiche Temperatur in allen Räumen (kann auch positiv gesehen werden)
 - Fensteröffnung im Winter kann zu Problemen bei der Beheizung des Gebäudes führen (Wärmerückgewinnung wird umgangen)
 - Keine Heizung bei abgeschalteter Lüftungsanlage
 - Dichte Gebäudehülle erforderlich, damit Abluftwärmerückgewinnung funktioniert
 - Funktioniert nur zufrieden stellend bei einwandfreier Planung des Gesamtgebäudes
 - Fehler und dadurch zu hohe Luftwechselraten etc. wirken sich negativ auf die Wohnqualität aus

Zusätzlich werden quartiersweise Photovoltaikanlagen vorgesehen, die den Energiebedarf des jeweiligen Quartiers an Wärmepumpen, Wärmepaneele, etc. decken sollen.

system a, funktionsweise

- 1 Warmwasserpufferspeicher 3000l
- 2 Pelletsheizkessel
- 3 Photovoltaikpaneele 120m²
Winkel 30°, Einspeisung in öffentl. Netz
- 4 Vorheizregister zum Frostschutz
- 5 Frischluftfilter
- 6 Solaranlage auf oberstem Flachdach, 45° Neigung
- 7 Niedertemperatur Fussbodenheizung
optional in Bad: Strahlungspaneel
- 8 Warmwasser
- 9 Wärmeabgabe durch Personen 90W/Pers.
- 10 Wärmeabgabe durch Elektrogeräte
- 11 Verteilungsröhre DN100 in abgeh. Decke
- 12 Weitwurfdüsen
- 13 Zuluftleitung
- 14 Luft-Luft-Wärmetauscher
- 15 Ventilator
- 16 Heiz-/Warmwasser-Nachheizregister
- 17 Frischluftansaugung über Dach
- 18 Abluft über Dach
- 19 Rolläden zur Verschattung
- 20 Auskragender Bauteil als Verschattung
- 21 3-Scheiben Wärmeschutzglas
- 22 Haustechnikschacht/Steigleitung DN160
- 23 Geländer zum Schutz der Solarpaneele



System b.) Pelletskessel zentral - Luftheizsystem dezentral

system b, schemaschnitt haustechnik



Abb.19: Kompaktgerät „aerosmart mono“, mit den Komponenten Lüftungsmodul mit Wärmerückgewinnung und Kleinstwärmepumpe für Raumlüfterwärmung.

Quelle: <http://www.drexel-weiss.at/>

Pelletsessel zentral und Luftheizung dezentral²⁴

Dieses System besteht aus einem zentralen Pelletsessel, der einen Pufferspeicher lädt. Jede Wohneinheit verfügt außerdem über ein Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung. Die Außenluft wird bei den Typen 4 und 5 über einen Erdreichwärmetauscher angesaugt und vorgewärmt. Dadurch wird ein Abtauen des Luft/Luft-Wärmetauschers der Wärmerückgewinnung vermieden. Bei Typ 2 lässt sich ein Erdreichwärmetauscher nur schwer einsetzen, da es zu langen Rohrleitungen bis in die Wohnungen kommt. Es wird mit einem Luft/Luft-Wärmetauscher die Wärme der Abluft an die Zuluft übertragen. Zur Nachheizung gibt es einen Wasser/Luft-Heizregister in der Zuluft, der aus dem Pufferspeicher über ein Zweileiterverteilssystem gespeist wird.

Außerdem gibt es in jeder Wohneinheit eine Frischwasserstation, wo im Durchlaufverfahren aus dem Zweileiterverteilssystem Brauchwarmwasser bereitet wird. An den Frischwasserstationen kann jederzeit Brauchwarmwasser gezapft werden, ohne durch die Größe des Brauchwarmwasserspeichers limitiert zu sein. Dafür muss das Verteilnetz auf mindestens 60-65°C gehalten werden. An den Pufferspeicher wird eine Solaranlage angeschlossen.

Für Typ 2 mit 14 Wohneinheiten reicht ein zentraler Pelletsessel bis etwa 40 kW Heizleistung, der einen Platzbedarf von ca. 1,5 m² hat. Dazu kommt das Pelletslager, das für ein Passivhaus mit Wärmerückgewinnung inklusive Fördereinrichtungen etwa 6 m³ pro Jahr pro Wohneinheit benötigt. Durch den Einsatz einer Solaranlage (3-4 m² Kollektorfläche je Wohneinheit) muss der Pufferspeicher ca. 150 bis 200 Liter je Wohneinheit fassen.

Die Solaranlage wird auf den geplanten (begrünten) Flachdächern montiert. Hierbei ist eine Stahlkonstruktion erforderlich, an der die Sonnenkollektoren befestigt werden. Die Unterkonstruktion muss durch entsprechende Befestigung vor Windsog geschützt werden.

In jeder Wohneinheit gibt es außerdem ein Lüftungsgerät mit etwa 0,5 m² Platzbedarf und eine Übergabestation mit etwa 0,5 m² Wandfläche. Diese sind äußerst platzsparend und werden in den Abstellräumen in jeder Wohneinheit situiert. Die Leitungsführung der Zu- und Abluft wird in der abgehängten Decke ausgeführt.

²⁴ vgl. W. Streicher: Benutzerfreundliche Heizsysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2004

system b, funktionsweise

Um das vorhin beschriebene Heizsystem noch weiter zu verdeutlichen, werden folgend dessen Vor- und Nachteile aufgezeigt:

Vorteile:

- Pelletskessel
 - Erneuerbare Energie
 - Heimischer, krisensicherer Energieträger
 - Ungefährlicher Brennstoff
 - Hohe Leistung bei der Brauchwarmwasserbereitung, schnell regelbar
- Zweileiterverteilsystem mit Frischwasserstationen
 - Hygienische Brauchwarmwasserbereitung im Direktdurchlauf
 - Warmwassermenge nicht durch Brauchwarmwasserspeichervolumen begrenzt
- Luftheizsystem
 - Permanent frische Luft in allen Räumen
 - Energiesparen durch Wärmerückgewinnung
 - Keine kalte Zugluft durch Fensterlüften
 - Kein Arbeitsaufwand bzw. keine Notwendigkeit für regelmäßiges Fensterlüften
 - Gefilterte Luft für Pollenallergiker
 - Lärmschutz durch geschlossene Fenster
 - Keine Heizkörper oder Heizflächen notwendig
 - Über einen Erdreichwärmetauscher ist im Sommer ein Luftwechsel möglich, der keinen zu sätzlichen Energieeintrag ins Gebäude bringt.

Nachteile:

- Pelletskessel
 - Für den Pelletskessel ist ein Lastausgleichsspeicher notwendig, um das Takten und damit die Emissionen zu minimieren (in der vorliegenden Schaltung ist dies durch den Pufferspeicher gegeben).
 - Platzbedarf durch Kamin, Brennstofflager. Das Brennstofflager kann mittlerweile auch mit Außenlagerung (z.B. PE-Erdtanks) also raumschonend realisiert werden.
- Zweileiterverteilsystem mit Frischwasserstationen
 - Erhöhte Verteilverluste durch lange Leitungen im Vergleich zu dezentralen Systemen
 - Erhöhte Verteilverluste durch hohes Temperaturniveau im Verteilnetz, Vorlauf mindestens 60°C, Rücklauf 50-55°C im Heizbetrieb und 40-45°C im Brauchwarmwasserbetrieb
- Luftheizsystem
 - Kleine Heizleistung (max. 10-14 W/m² für Transmission und Infiltration) bei Luftwechselraten von 0,4 - 0,5 h⁻¹ und begrenzter Einblasetemperatur. Daher reagiert das Luftheizungssystem in diesem Anwendungsfall sehr träge in der Wiederaufheizung aber schnell in der Abkühlung.
 - Luftkanäle und Lüftungsgerät haben für Wohnungen relativ große Dimensionen

system b, funktionsweise



07 anhang

U- Wert Berechnung

Bauteil: Holzriegelwand außen

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Rigips	0,0125	0,21	0,0595
2	Install.Ebene WD	0,08	0,047	1,7021
3	Spannplatte	0,021	0,081	0,2593
4	Dampfbremse	0,002	0,19	0,0105
5	WD	0,2	0,037	5,4054
6	Hartfaserplatte	0,021	0,081	0,2593
7	Weichfaserplatte	0,04	0,042	0,9524
8	Abdichtungsbahn	0,005	0,19	0,0263
9	Konterlattung (Hinterlüftung)	0,03	0,25	0,1200
10	Lärchenfassade	0,02	0,2	0,1000
D =		43 cm		8,8948

1/k = 9,0648 m²K/W

U = 0,1103 W/m²K

Uges= 0,12907

Bauteil: Fußboden OG

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Parkett	0,015	0,2	0,0750
2	Estrich	0,05	1,4	0,0357
3	Folie	0,001	0,19	0,0053
4	TSD (EPS-T 34/30)	0,03	0,044	0,6818
5	Beschüttung (Styroporbeton)	0,04	0,06	0,6667
6	Spannplatte V100	0,022	0,081	0,2716
7	Deckentram+Wärmedämmung	0,2	0,037	5,4054
8	Dampfbremse	0,001	0,19	0,0053
9	Sparrschalung	0,022	0,13	0,1692
10	Gipskartonplatte	0,0125	0,21	0,0595
D =			7,3755	2,7649

1/k = 7,5455 m²K/W

U = 0,1325 W/m²K

Uges= 0,1533

0,3407 W/m²K

Bauteil: Dachaufbau

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Vegetationsschichte	0,15	2,1	0,0714
2	Filtervlies	0,001	0,19	0,0053
3	Wärmedämmung	0,16	0,037	4,3243
4	Folie	0,001	0,19	0,0053
5	Holzgefällekeil	0,05	0,2	0,2500
6	Schalung	0,024	0,081	0,2963
7	Wärmedämmung	0,2	0,037	5,4054
8	Dampfbremse	0,001	0,19	0,0053
9	Sparrschalung	0,022	0,13	0,1692
10	GKP	0,0125	0,21	0,0595
D =				10,5325

1/k = 10,7425 m²K/W

U = 0,0931 W/m²K

Uges= 0,09956

Bauteil: Wohnungstrennwand

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Rigips 3x	0,0375	0,21	0,1786
2	Install.Ebene WD	0,05	0,047	1,0638
3	Spannplatte 4x	0,064	0,081	0,7901
4	Dampfbremse	0,002	0,19	0,0105
5	WD	0,2	0,037	5,4054
6	Glaswolle	0,02	0,04	0,5000
7				
8				
9				
10				
D =		37 cm		7,9485

1/k = 8,1185 m²K/W

U = 0,1232 W/m²K

Uges= 0,14535

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Rigips	0,0125	0,21	0,0595
2	Hinterlüftung(Install.Ebene)	0,08	0,2	0,4000
3	Spannplatte	0,021	0,081	0,2593
4	Dampfbremse	0,002	0,19	0,0105
5	Riegel	0,2	0,2	1,0000
6	Hartfaserplatte	0,021	0,081	0,2593
7	Weichfaserplatte	0,04	0,042	0,9524
8	Abdichtungsbahn	0,005	0,19	0,0263
9	Konterlattung (Hinterlüftung)	0,03	0,25	0,1200
10	Lärchenfassade	0,02	0,2	0,1000
D =		43 cm		3,1873

1/k = 3,3573 m²K/W

U = 0,2979 W/m²K

Bauteil: Fußboden EG

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Parkett	0,015	0,2	0,0750
2	Estrich	0,05	1,4	0,0357
3	Folie	0,001	0,19	0,0053
4	Wärmedämmung(Extrudiert)	0,16	0,033	4,8485
5	Beschüttung(Styroporbeton)	0,06	0,06	1,0000
6	Folie	0,001	0,19	0,0053
7	STB-Fundamentplatte/Kellerdecke	0,22	2,33	0,0944
D =				6,0641

1/k = 6,2341 m²K/W

U = 0,1604 W/m²K

Bauteil: Dachaufbau

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Vegetationsschichte	0,15	2,1	0,0714
2	Filtervlies	0,001	0,19	0,0053
3	Wärmedämmung	0,16	0,037	4,3243
4	Folie	0,001	0,19	0,0053
5	Holzgefällekeil	0,05	0,2	0,2500
6	Schalung	0,024	0,081	0,2963
7	Deckentram	0,2	0,2	1,0000
8	Dampfbremse	0,001	0,19	0,0053
9	Sparrschalung	0,022	0,13	0,1692
10	GKP	0,0125	0,21	0,0595
D =				6,1271

1/k = 6,3371 m²K/W

U = 0,1578 W/m²K

Bauteil: Dachaufbau

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Vegetationsschichte	0,15	2,1	0,0714
2	Filtervlies	0,001	0,19	0,0053
3	Wärmedämmung	0,16	0,037	4,3243
4	Folie	0,001	0,19	0,0053
5	Holzgefällekeil	0,05	0,2	0,2500
6	Schalung	0,024	0,081	0,2963
7	Wärmedämmung	0,2	0,037	5,4054
8	Dampfbremse	0,001	0,19	0,0053
9	Sparrschalung	0,022	0,13	0,1692
10	GKP	0,0125	0,21	0,0595
D =				10,5325

1/k = 10,7425 m²K/W

U = 0,0931 W/m²K

Uges= 0,09956

Bauteil: Wohnungstrennwand

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Rigips 3x	0,0375	0,21	0,1786
2	Install.Ebene WD	0,05	0,047	1,0638
3	Spannplatte 4x	0,064	0,081	0,7901
4	Dampfbremse	0,002	0,19	0,0105
5	WD	0,2	0,037	5,4054
6	Glaswolle	0,02	0,04	0,5000
7				
8				
9				
10				
D =		37 cm		7,9485

1/k = 8,1185 m²K/W

U = 0,1232 W/m²K

Uges= 0,14535

Bauteil: Dachaufbau

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Vegetationsschichte	0,15	2,1	0,0714
2	Filtervlies	0,001	0,19	0,0053
3	Wärmedämmung	0,16	0,037	4,3243
4	Folie	0,001	0,19	0,0053
5	Holzgefällekeil	0,05	0,2	0,2500
6	Schalung	0,024	0,081	0,2963
7	Deckentram	0,2	0,2	1,0000
8	Dampfbremse	0,001	0,19	0,0053
9	Sparrschalung	0,022	0,13	0,1692
10	GKP	0,0125	0,21	0,0595
D =				6,1271

1/k = 6,3371 m²K/W

U = 0,1578 W/m²K

Schicht:	Aufbau:	d(m)	Lambda	d/Lambda
1	Rigips 3x	0,0375	0,21	0,1786
2	Install.Ebene Staffelholz	0,05	0,2	0,2500
3	Spannplatte 4x	0,064	0,081	0,7901
4	Dampfbremse	0,002	0,19	0,0105
5	Riegel	0,2	0,2	1,0000
6	Glaswolle	0,02	0,04	0,5000
7				
8				
9				
10				
D =		37 cm		2,7292

1/k = 2,8992 m²K/W

U = 0,3449 W/m²K

U-wertberechnung

Tabelle 1: Ökologische Kennzahlen für verschiedene Baumaterialien gemäß IBO-Bauteilkatalog (1999)
Quelle: IBO-Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

Abb.01: Modell zur Gliederung der Bodennutzung
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 9

Abb.02: Investitionskosten für Erschließung
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 12

Abb.03: Zusammenhang zwischen Bebauungsart und Flächenverbrauch
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 13

Abb.04: Dauersiedlungsraum des Gesamtgebietes nach Bundesländern
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 18

Abb.05: Flächenverbrauch des Dauersiedlungsraumes nach Bundesländern
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 18

Abb.06: Veränderung der jährlichen Neuverbrauchsrate
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 23

Abb.07: Veränderung der jährlichen Neuverbrauchsrate + Gesamtveränderung der verbrauchten Flächen für unterschiedliche Flächenkategorien
Quelle: Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch, S. 18

Abb.08: Gemeindewappen
Quelle: www.pasching.at

Abb.09/10/11: Übersichtskarten
Quelle: www.land-oberoesterreich.gv.at, www.austrianmap.at, <http://upload.wikimedia.org>

Abb.12: Ausschnitt Landkarte OÖ, Quelle: www.doris.ooe.gv.at

Abb.13: Haushalte 2001 nach 5km Rasterzellen, Oberösterreich
Quelle: Statistik Austria, Volkszählung 2001, 11/2007

Abb.14: Bevölkerung 2001 nach 2,5 km Rasterzellen, Oberösterreich
Quelle: Statistik Austria, Volkszählung 2001, 11/2007

Abb.16: Funktionsplan, örtliches Entwicklungskonzept der Gemeinde Pasching
Quelle: Arch. DI Dr.jur. Hannes Englmaier

Abb.17: Streckenführung Linzer-Lokalbahn „LILLO“
Quelle: <http://www.stern-verkehr.at/sverkehr/Bahnen/LILO.html>

Abb.18: Kompaktgerät „aerosmart xl“, mit den Komponenten Lüftungsmodul mit Wärmerückgewinnung, Wärmepumpe für Luft- und Brauchwassererwärmung und Brauchwasserspeicher.
Quelle: <http://www.drexel-weiss.at/>

Abb.19: Kompaktgerät „aerosmart mono“, mit den Komponenten Lüftungsmodul mit Wärmerückgewinnung und Kleinstwärmepumpe für Raumlufterwärmung.
Quelle: <http://www.drexel-weiss.at/>

Alle weiteren Tabellen, Abbildungen, Bilder, Pläne, Renderings, etc. stammen von den Verfassern dieser Arbeit!

abbildungsverzeichnis

BAU.GENIAL (Hg.): Schwerpunkt Nachhaltigkeit. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus (Wien 2007)

Dietrich Schwarz: Nachhaltiges Bauen, Detail- Zeitschrift für Architektur, 47. Serie 2007, 6. Ausgabe „Energieeffiziente Architektur“)

Broschüre: Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderungen durch Flächenverbrauch

<http://wko.at/statistik/eu/europa-bevoelkerung.pdf>

Statistik Austria, www.statistik.at

<http://www.architektur.tu-darmstadt.de>

Dieter Pregizer: „Grundlagen und Bau eines Passivhauses“, C.F. Müller, 2002

Dr. Klaus Krec/ Erich Panzhauser Benutzerhandbuch: Programmpaket zur Berechnung des HEIZWÄRMEBEDARFES von Gebäuden, Schönberg am Kamp & Wien, Österreich, 1998 - 2004

KREC, Klaus: „Programmpaket GEBA Version 7.0 - Simulation des thermischen Verhaltens von Räumen, Raumgruppen oder Gebaeuden“; ©Copyright 1995-2007

KREC, Klaus: Forschungsprojekt im Auftrag der Initiative Ziegel im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie „Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden“

W. Streicher: Benutzerfreundliche Heizsysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2004

literaturverzeichnis

