

MARXER haus

active energy building



Inhalt

Seite 3 **Marxer-Haus**

Seite 8 **Gebäudekonzept**

Seite 10 **Wohnungen**

1 193 m²
3 ½ Zi

Seite 12

2 34 m²
1 Zi

Seite 12

3 89 m²
2 ½ Zi

Seite 14

4 60 m²
2 ½ Zi

Seite 15

5 228 m²
3 ½ Zi

Seite 18

6 169 m²
3 ½ Zi

Seite 22

7 31,5 m²
1 Zi

Seite 22

8 168,5 m²
4 ½ Zi

Seite 26

9 245 m²
4 ½ Zi

Seite 30

10 125,5 m²
3 ½ Zi

Seite 32

11 167 m²
3 ½ Zi

Seite 36

Seite 39 **Technik**



Marxer-Haus

Hohe Wohnkultur und nachhaltig zukunftsorientiertes Bauen

Mitten im Zentrum von Vaduz liegt in absolut ruhiger Lage das Marxer-Haus, direkt neben der Liechtensteinischen Landesbibliothek und nur wenige Gehminuten entfernt von Regierungsgebäude, Landtag, Rathaus, Post, Kirche, Krankenhaus, Apotheke, aber auch von Restaurants und Geschäften, die nahezu alle Grundbedürfnisse befriedigen können. Kulturelle Ereignisse genießt man in Museen, im Rathaussaal und Vaduzer Saal, die ebenfalls in wenigen Minuten bequem zu Fuss erreichbar sind.

Die in Fünf-Minuten-Distanz liegenden Bushaltestellen ermöglichen die Nutzung des öffentlichen Verkehrs in kurzen Zeit-takten innerhalb des Landes bis hinauf in die Bergorte Planken, Triesenberg und Malbun sowie Richtung Feldkirch in Österreich und Buchs und Sargans in der Schweiz, wo jeweils Anschluss an die Fernzüge bequem möglich ist.

Bauliches Bijou

Wie ein luxuriöser Ozeanliner streckt sich das außergewöhnliche Mehrfamilienhaus entlang des kleinen Baches Giessen – ein bauliches Bijou ganz besonderer Art, extravagant und zukunftsweisend: Schon auf den ersten Blick zeugt das Marxer-Haus als active energy building von visionärem Geist und Mut – sowohl aufseiten der Bauherren Peter und Renate Marxer wie aufseiten der Architekten Anton Falkeis und Cornelia Falkeis-Senn. Der Blick führt über eine schöne Gartenanlage hinüber zur Kathedrale und Schloss Vaduz und hinauf auf die eindruckliche Kulisse des Drei-Schwestern-Massivs.

Es war der Wunsch der Bauherrschaft, die Gebäudegruppe der Ludwig und Peter Marxer Familienstiftung auf der freien Fläche jenseits des Giessens mit einem ansprechenden Mehrfamilienhaus zu einem Karree zu ergänzen. Baulichem Bilden und bildnerischem Bauen Rechnung tragend, sollte dies kein alltägliches Gebäude sein, sondern sich als solitäres Bijou neben dem monolithhaft wirkenden Gebäude in grünem Andeer-Granit von Hans Hollein architektonisch behaupten. Schliesslich sollte es zusammen mit dem Bürohaus von Hans Marti aus den 1960er Jahren (mit neuer Fassadengestaltung von Hans Hollein, 2006), dem privaten Wohnhaus der Bauherren aus den Vierzigerjahren des 19. Jahrhunderts sowie dem Gebäude der Anwaltssozietät Marxer und Partner des liechtensteinischen Architekten Toni Bargetze von 1980 das bauliche Ensemble rund um den grosszügigen Garten schliessen.

Ziel und Vision

In den Gesprächen mit den Architekten Anton Falkeis und Cornelia Falkeis-Senn aus Wien, die den internationalen Wettbewerb um den Neubau gewonnen hatten, stellte sich schnell zusätzlich der



von oben nach unten:
Landtag und Regierungsgebäude, Gartenansicht,
Schloss Vaduz

Wunsch nach einem visionären, energiesparenden Gebäude ein. Das erklärte Ziel von Architekten und Bauherren war bald, ein Gebäude zu entwickeln, das nicht nur durch erneuerbare Energien versorgt wird, sondern darüber hinaus aktiv so viel Energie produziert, dass alle notwendigen Funktionen ohne zugekaufte Energie betrieben werden können.

Das Gebäude erzeugt mithilfe von Solarpaneelen an seiner Südwand und beweglichen Solarflügeln auf dem Dach, die im Verlauf des Tages der Sonne folgen, so viel Energie, dass über den Eigenbedarf hinaus auch die benachbarte Gebäudegruppe versorgt oder Strom in das öffentliche Netz eingespeist werden kann. Dem liegt die auf umfassender Nachhaltigkeit basierende urbane Idee zugrunde, dass in Orten und Städten der Zukunft sogenannte Clusters gebildet werden, in denen mehrere Gebäude von einem einzelnen active energy building energetisch versorgt werden können.

Um sowohl den hohen Ansprüchen für eine bewohnerfreundliche flexible Baustruktur als auch den Vorteilen eines aktiv Energie produzierenden Gebäudes zu genügen, arbeiteten die Architekten mit Forschern der Hochschule Luzern zusammen. Für das komplexe System der Energiegewinnung wurden zahlreiche neue Materialien und Techniken entwickelt und patentiert. Dieser Forschungsaufwand entspricht dem Bedürfnis der Bauherrschaft, einen zukunftsorientierten und auf Nachhaltigkeit basierenden Beitrag an die Gesellschaft zu leisten.

Nachhaltig energie-autark

Der Mehraufwand durch die umfangreiche Forschung wird ganz bewusst nicht auf die Mietpreise umgelegt. Die zukünftigen Bewohner können sich durch alle Jahreszeiten wohlfühlen in angenehm temperierten Räumen und sich gleichzeitig bewusst sein, dass die Energie sowohl für Heizung als auch Kühlung vollumfänglich vom Gebäude selbst produziert wird. Dies wirkt sich nicht nur positiv auf die Wohnnebenkosten aus, sondern formuliert ein Statement für ein zukunftsweisendes, nachhaltiges Bauen durch Architekten, Bauherren und Bewohner gleichermaßen.

Gemeinsam tragen Architekten, Bauherren und die zukünftigen Bewohner eine Idee weiter, die ein ökologisch besonderes und realisierbares, alternatives Energiesystem propagiert. Heute beträgt die Eigenversorgungsquote am gesamten Energieverbrauch Liechtensteins lediglich 10 Prozent, das Land ist stark von Energieimporten abhängig. Energie-autarke active energy buildings, die einen Gebäudeverbund oder sogar einmal ganze Quartiere versorgen, könnten hier das Zukunftsmodell sein.

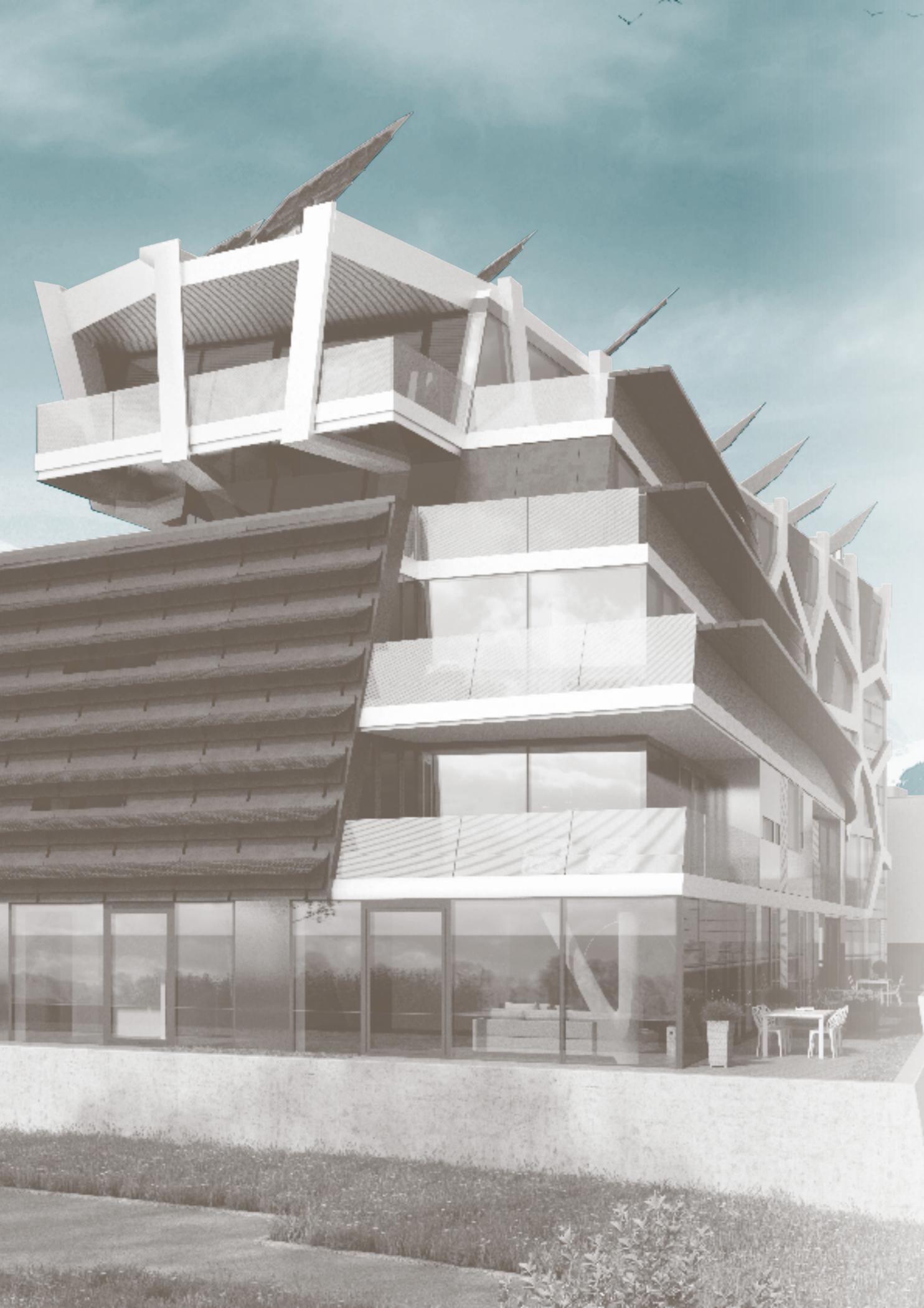
Elegante und hochwertige Wohnkultur

Insgesamt besteht das Marxer-Haus aus zwölf Wohnungen unterschiedlicher Grösse. Ausser der Attikawohnung, die von Familie Marxer für den Eigenbedarf genutzt wird, stehen elf Wohnungen für Mieter zur Verfügung; teilweise können bei Bedarf auch kleine Einheiten an eine grössere Wohnung angeschlossen werden. Dies wird durch die ausgesprochen flexibel konzipierte Grundriss-Struktur ermöglicht, die auch einem sich wandelnden Raumbedürfnis jederzeit Rechnung zu tragen vermag. Dabei wurde ein skulptural wirkendes Stützensystem entwickelt, das zwar mithilfe eines Algorithmus am Computer errechnet wurde, letztlich aber den Gesetzmässigkeiten der Natur folgt.

Neben der eleganten und hochwertigen Ausstattung von Küchen und sanitären Anlagen sowie edlen Bodenmaterialien trägt die großzügige Planung von Räumen und Bädern mit begehbaren Schränken etc. zu einer ausgesprochen hohen Wohnkultur bei. Der Komfort des Hauses wird zudem gewährleistet durch angemessene Kellerräume und ausreichende Parkplätze im Untergeschoss mit direktem Zugang zum zentralen Lift.

Im Marxer-Haus im Zentrum von Vaduz leben Sie

- zentral und komfortabel
- ökologisch nachhaltig
- modern und aussergewöhnlich
- elegant und stilvoll



Gebäudekonzept

8

Lage

Auf dem nahezu nord-südlich ausgerichteten Grundstück wurde das Gebäude so positioniert, dass ein terrassierter Baukörper sich nach Osten zu einer grossen gepflegten Gartenanlage und den liechtensteinischen Bergen und in süd-westlicher Richtung mit Blick auf die Schweizer Berge und die Nachmittags- und Abendsonne entfaltet.

Energie und Klimatisierung

Der Bau wurde energietechnisch auf Basis detaillierter Analysen der Sonneneinstrahlung konzipiert. Die zur Landesbibliothek weisende Südseite des Hauses sowie die gesamte Dachfläche werden für die Stromerzeugung genutzt. Die Ost- und Westseite wiederum unterstützen die Klimaregulierung des Gebäudes. In intensiver Forschungsarbeit wurden dafür Fassadenelemente mit Latent-Wärmespeicher-Modulen und ein besonderes Verfahren zur Klimatisierung entwickelt und patentiert.

Nachhaltige Konstruktion

Im Bereich der Gebäudekonstruktion wird Nachhaltigkeit über die Anpassungsfähigkeit des Baus definiert. Das freie Stützensystem mit A- und V-förmigen, skulptural wirkenden und in edler Bontentechnik erstellten Stützen hält für spätere Umbauten viele Optionen offen. Die von den Zwängen einer Tragstruktur weitgehend befreiten Grundrisskonfigurationen schaffen jeweils einzigartige Raumsituationen. Ein derart hoher räumlicher Individualisierungsgrad entspricht dem Selbstverständnis einer Wohnform, die den Bewohner in den Mittelpunkt stellt.

Unterstützt wird die freie, grosszügige Raumwirkung durch die raumhohen Verglasungen, wodurch die angrenzenden Aussenräume – Terrassen, Balkone, Garten und Natur – optisch und atmosphärisch direkt in den Wohnraum hineinwirken. Gleichzeitig ist die Privatsphäre durch Jalousien gewährleistet und die hochwertige Verglasung wie auch die übrigen Bauteile erfüllen hohe Anforderungen an den Schallschutz.

Nachhaltige Gebäudetechnik

Die nachhaltige Energietechnik des Hauses basiert auf Geothermie sowie der passiven und aktiven Nutzung von Solarenergie. Passive Solarenergie wird für Heizzwecke genutzt, während die aktive Solarenergie über Photovoltaik elektrische Energie erzeugt, die der Klimatisierung dient. Das Ziel war, ein energie-autarkes Gebäude zu realisieren, das über den Eigenbedarf hinaus Energieproduzent für umliegende Gebäude oder das öffentliche Stromnetz sein kann.

9

Materialkonzept

Ausgehend von der natürlichen Farbgebung der eingesetzten Materialien wie Stein, Holz und der bronzefarbenen Photovoltaikzellen wird die gesamte farbliche Gestaltung des Baukörpers und der Innenräume aus dieser Farbskala entwickelt. Die Farbgebung der Fassadenplatten, der emaillierten Verglasungen, der konstruktiven Teile der Fassade und der textilen Elemente der Verschattung fügen sich in dieses Farbkonzept ein.



193 m²

3 ½ Zi

Die grosszügige 3½-Zimmer-Wohnung mit angeschlossener Einliegerwohnung liegt im Erdgeschoss und hat im Aussenbereich mehrere attraktive Sitzplätze und Terrassen. Der ausgedehnte Wohn- und Essbereich wird durch die skulptural wirkenden Stützen in verschiedene Nutzungsbereiche gegliedert. Durch die Orientierung sowohl nach Osten, Süden und Westen verfügt die Wohnung während des gesamten Tages über Sonnenlicht. Auch die nach Westen orientierten Schlafzimmer fügen sich nahtlos in das Raumgefüge der Wohnung ein.

34 m²

1 Zi

1 m

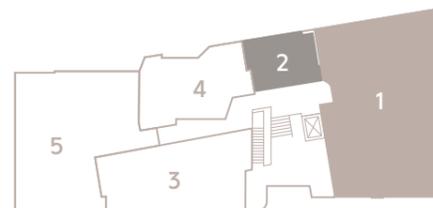
TOP 1

Entrée	13,0 m ²
WC	2,0 m ²
Wohnen / Essen	81,5 m ²
Küche	13,5 m ²
Gang	6,0 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	3,5 m ²
Zimmer 1	24,0 m ²
Du / WC	6,0 m ²
Zimmer 2	29,0 m ²
Bad / Du / WC	8,5 m ²
Abstellraum (AR)	6,0 m ²
Total Wohnfläche	193 m²

Sitzplatz, Garten 176,0 m²

TOP 2

Entrée	6,0 m ²
Wohnen / Essen	20,0 m ²
Schlafen	2,5 m ²
Küche	5,5 m ²
Du / WC	5,5 m ²
Total Wohnfläche	34 m²

Sitzplatz, Garten 27,0 m²

Erdgeschoss



3

89 m²2 ½
Zi

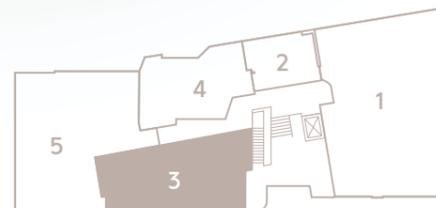
Diese grosse 2½-Zimmer-Wohnung liegt erhöht, und damit uneinsehbar, über dem Eingangsbereich des Marxer-Hauses. Durch die westliche Ausrichtung geniesst man hier die Nachmittags- und Abendsonne. Der ganzjährig benutzbare Wintergarten fügt sich fließend in den Wohn- und Essbereich ein und vergrössert diesen optisch. Im hinteren Bereich der Wohnung befindet sich das Schlafzimmer mit angeschlossenem Badezimmer.

1 m



TOP 3

Entrée	5,5 m ²
WC	1,5 m ²
Wohnen / Essen	38,5 m ²
Küche	5,5 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	2,0 m ²
Bad / Du / WC	7,5 m ²
Zimmer	20,5 m ²
Wintergarten	8,0 m ²
Total Wohnfläche	89,0 m²



Erdgeschoss

4

60 m²2 ½
Zi

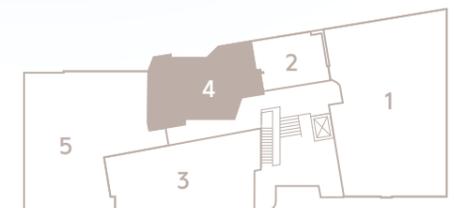
Diese im Erdgeschoss liegende 2½-Zimmer-Wohnung orientiert sich nach Osten zum Giessen und verfügt über einen Garten und einen grosszügigen Sitzplatz mit Blick auf die liechtensteinischen Berge. Der offen konzipierte Wohn- und Essbereich wird durch die skulptural wirkende Stütze fließend in die unterschiedlichen Bereiche unterteilt.

1 m



TOP 4

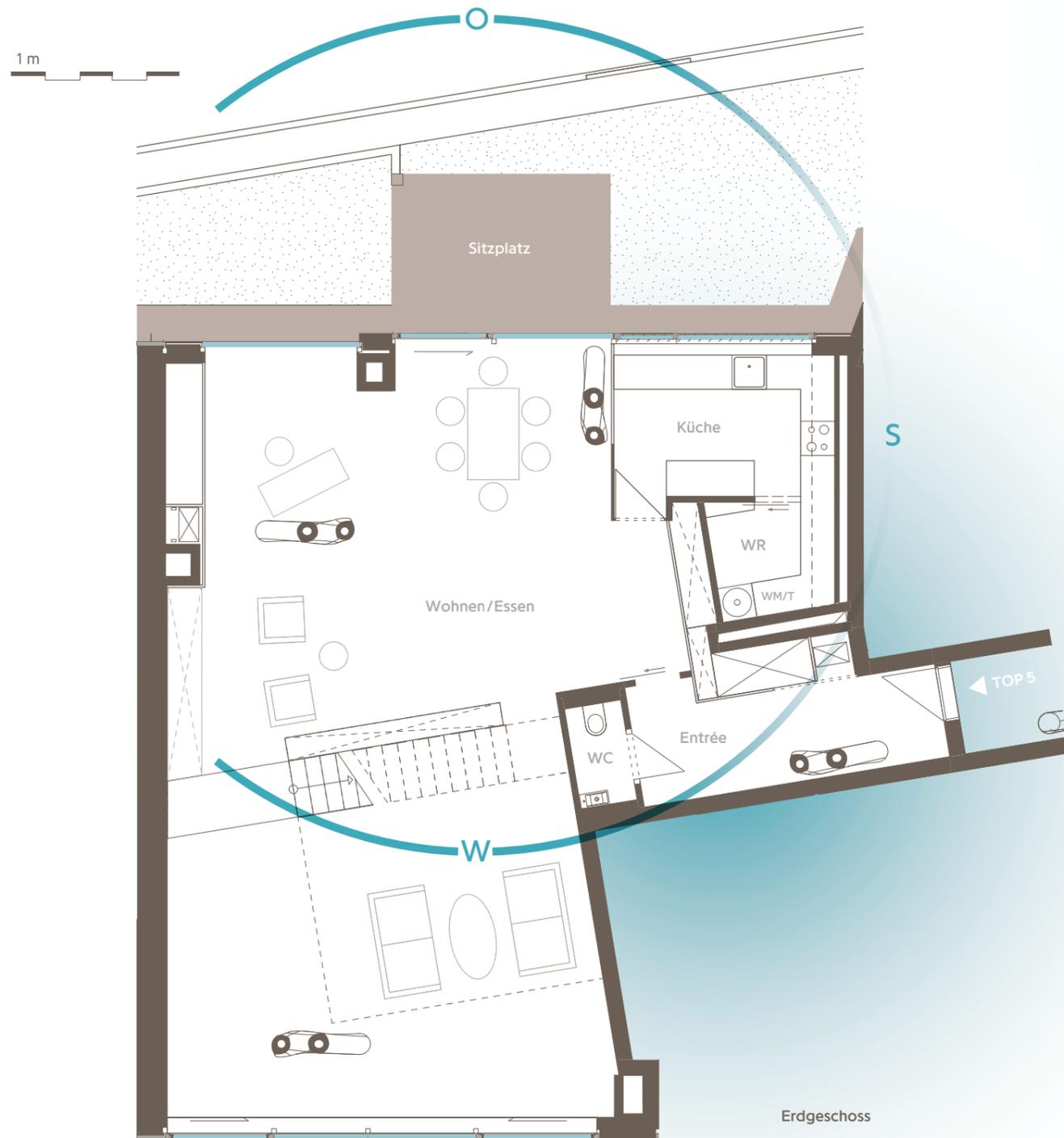
Entrée	3,5 m ²
Du / WC	3,5 m ²
Wohnen / Essen	24,0 m ²
Küche	7,0 m ²
Zimmer	15,0 m ²
Bad / WC	4,0 m ²
Schrankraum (SR)	3,0 m ²
Total Wohnfläche	60,0 m²
Sitzplatz	37 m ²



Erdgeschoss



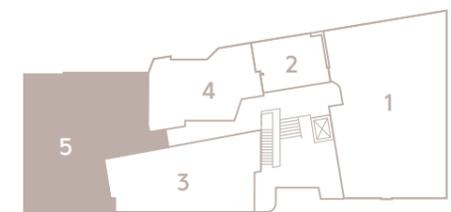
Die 3 ½-Zimmer-Maisonette-Wohnung ist sowohl nach Osten als auch nach Westen ausgerichtet. Angeschlossen an den Wohn-, Ess- und Küchenbereich liegt der Sitzplatz mit Blick zum Giessen und auf eine gepflegte Gartenanlage. Über eine Treppe und den Luftraum ist der Wohnbereich mit der Bibliothek und dem Wintergarten im Obergeschoss verbunden, wodurch ein sehr grosszügiges Raumgefühl entsteht. Die im Obergeschoss liegenden Schlafräume sind nach Osten orientiert.



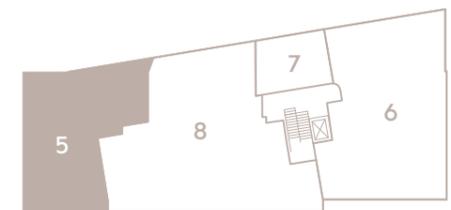
1. Obergeschoss

TOP 5

Entrée	12,0 m ²
WC	1,5 m ²
Wohnen / Essen	105,5 m ²
Küche	10,5 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	4,0 m ²
Bibliothek	8,5 m ²
Arbeitsgalerie	20,5 m ²
Wintergarten	9,0 m ²
Zimmer 1	17,5 m ²
Bad / Du / WC	8,0 m ²
Schrankraum (SR)	4,0 m ²
Zimmer 2	22,0 m ²
Du / WC	5,0 m ²
Total Wohnfläche	228,0 m²
Sitzplatz	54,0 m ²



Erdgeschoss



1. Obergeschoss



6

169 m²

3 ½ Zi

7

31,5 m²

1 Zi

Die sehr geräumige 3½-Zimmer-Wohnung mit angeschlossener Einliegerwohnung liegt im 1. Obergeschoss und hat im Aussenbereich eine grosszügige Terrasse. Der ausgedehnte Wohn- und Essbereich wird durch die skulptural wirkenden Stützen in verschiedene Nutzungsbereiche gegliedert. Durch die Orientierung sowohl nach Osten, Süden und Westen verfügt die Wohnung während des gesamten Tages über Sonnenlicht. Die nach Westen orientierten Schlafzimmer gliedern sich harmonisch in das Raumgefüge der Wohnung ein.

1 m

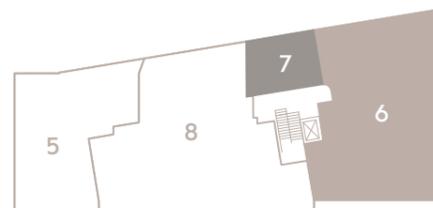
TOP 6

Entrée	10,0 m ²
WC	1,5 m ²
Wohnen / Essen	59,5 m ²
Küche	11,5 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	4,0 m ²
Gang	3,0 m ²
Zimmer 1	17,5 m ²
Bad	4,5 m ²
Du / WC	3,5 m ²
Schrankraum 1 (SR 1)	15,0 m ²
Bad / Du / WC	8,0 m ²
Zimmer 2	23,5 m ²
Schrankraum 2 (SR 2)	7,5 m ²
Total Wohnfläche	169,0 m²

Terrasse 27,0 m²

TOP 7

Entrée	6,0 m ²
Wohnen / Essen	
Schlafen	19,0 m ²
Küche	2,5 m ²
Du / WC	4,0 m ²
Total Wohnfläche	31,5 m²



1. Obergeschoss



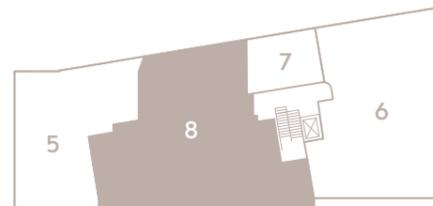


Sowohl nach Osten als auch nach Westen ist die 4½-Zimmer-Wohnung im 1. Obergeschoss des Marxer-Hauses orientiert. Die Küche sowie die skulptural wirkenden Stützen unterteilen den exklusiven Wohn- und Essbereich. Diesem ist eine grosszügige Terrasse vorgelagert, die den Blick auf die Abendsonne frei gibt. Die Schlafbereiche sind nach Osten bzw. nach Westen orientiert und werden über die Diele im Zentrum der Wohnung erschlossen.



TOP 8

Entrée	9,5 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	5,0 m ²
WC 1	2,0 m ²
Diele	8,5 m ²
Wohnen / Essen	58,5 m ²
Küche	7,5 m ²
Abstellraum (AR)	1,5 m ²
Gang 1	4,0 m ²
Du / WC 1	3,5 m ²
Zimmer 1	14,0 m ²
Gang 2	5,0 m ²
Du / WC 2	4,5 m ²
Zimmer 2	12,0 m ²
Schrankraum (SR)	4,5 m ²
WC 2	1,5 m ²
Zimmer 3	21,0 m ²
Bad / Du	6,0 m ²
Total Wohnfläche	168,5 m²
Terrasse	63,5 m²

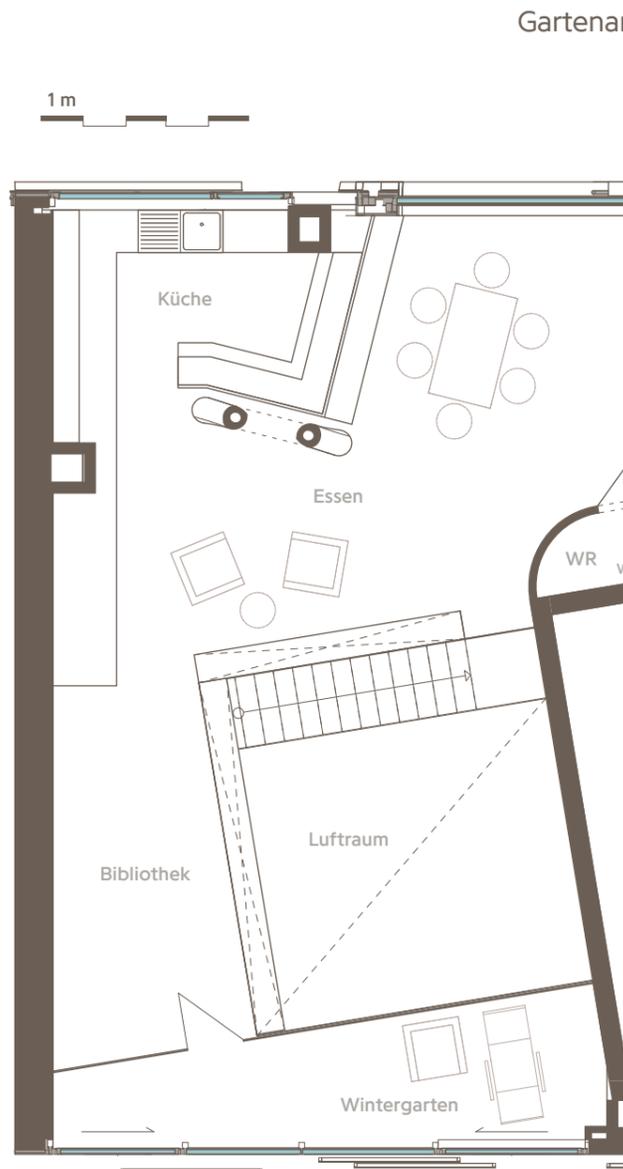


1. Obergeschoss

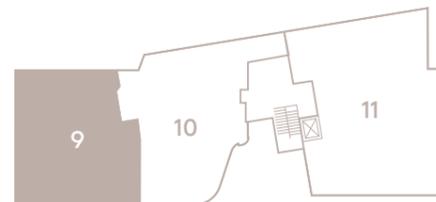


Die 4 ½-Zimmer-Maisonette-Wohnung ist sowohl nach Osten als auch nach Westen ausgerichtet. Erschlossen wird die Wohnung über einen grosszügigen Eingangsbereich im 3. Obergeschoss, von dem aus auch der Küchen- und Ess-Bereich, die Bibliothek und der Wintergarten zu erreichen sind. Von dem nach Westen orientierten Wintergarten mit Blick auf die Schweizer Berge geniesst man die Nachmittags- und Abendsonne. Über die Treppe erreicht man das im 2. Obergeschoss liegende Wohnzimmer sowie die Schlaf- und Badezimmer. Die im Osten liegenden Schlafzimmer verfügen über einen grandiosen Blick auf den Giessen, eine gepflegte Gartenanlage, das Zentrum von Vaduz und das Schloss.

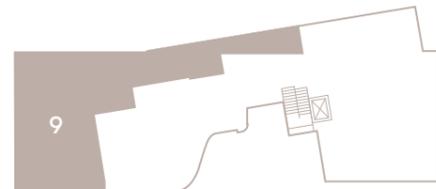
1 m



3. Obergeschoss



2. Obergeschoss



3. Obergeschoss



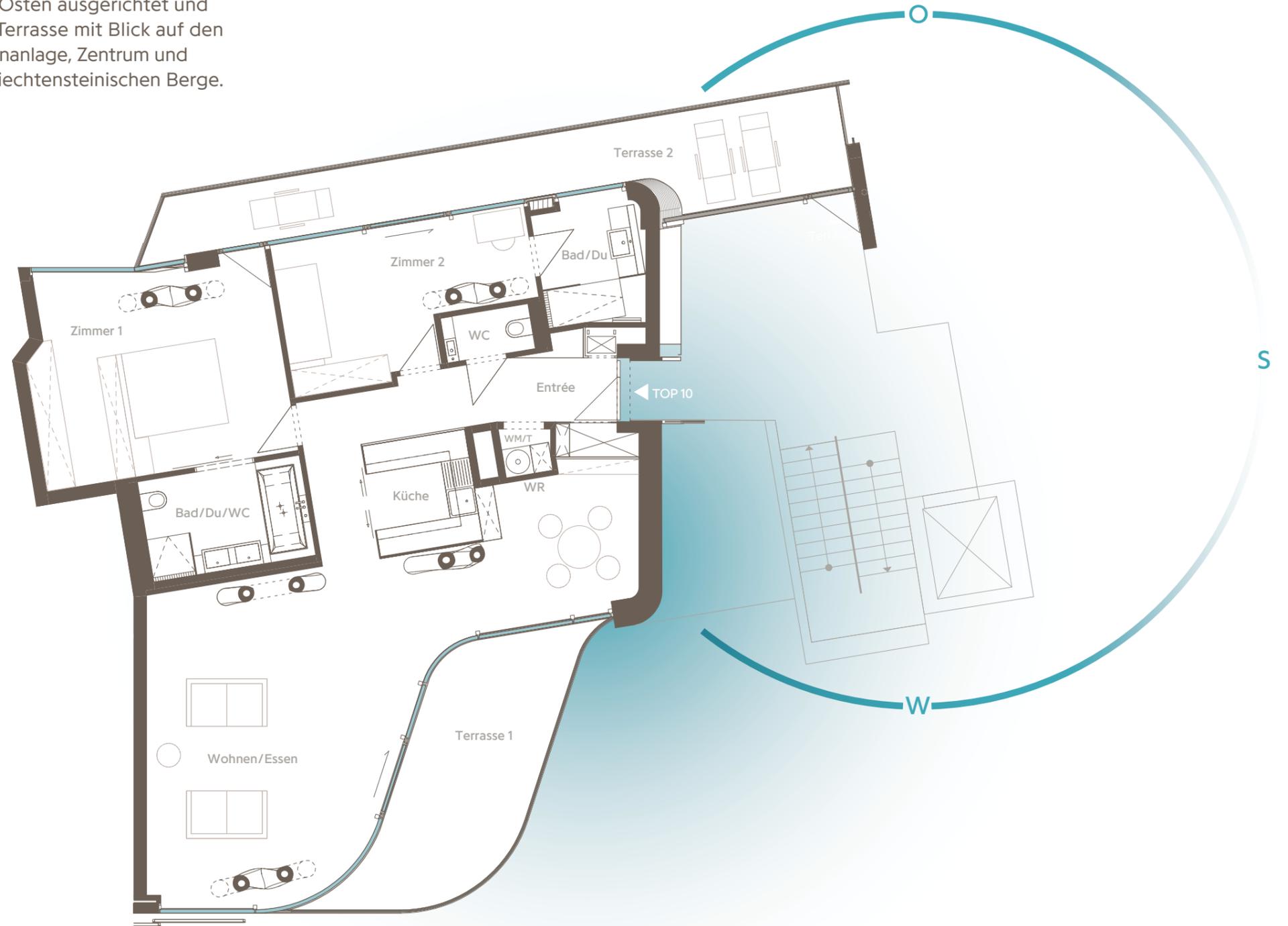
2. Obergeschoss

TOP 9

Entrée	21,0 m ²
WC	2,5 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	2,5 m ²
Essen	45,0 m ²
Küche	10,5 m ²
Bibliothek	13,0 m ²
Wintergarten	13,5 m ²
Wohnen	51,5 m ²
Gang 1	7,5 m ²
Bad / Du / WC 1	6,0 m ²
Zimmer 1	15,5 m ²
Schrankraum 2 (SR 2)	6,0 m ²
Zimmer 2	14,5 m ²
Schrankraum 1 (SR 1)	2,0 m ²
WC 2	2,0 m ²
Gang 2	4,0 m ²
Zimmer 3	21,0 m ²
Bad / Du / WC 2	7,0 m ²
Total Wohnfläche	245,0 m²
Terrasse	11,0 m ²

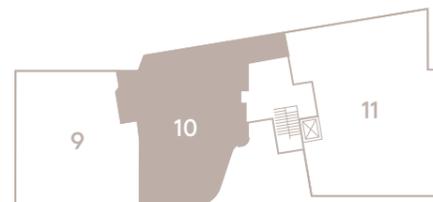
Im 2. Obergeschoss liegt diese nach Osten und Westen orientierte 3½-Zimmer-Wohnung. Ihre grosszügige Terrasse ist dem exklusiven Wohn- und Essbereich vorgelagert und gibt den Blick auf die Abendsonne frei. Die Schlafbereiche sind nach Osten ausgerichtet und verfügen ebenfalls über eine Terrasse mit Blick auf den Giessen, eine gepflegte Gartenanlage, Zentrum und Schloss von Vaduz sowie die liechtensteinischen Berge.

1 m



TOP 10

Entrée	12,5 m ²
WC	2,0 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	1,0 m ²
Küche	5,0 m ²
Wohnen / Essen	53,0 m ²
Bad / Du / WC	7,0 m ²
Zimmer 1	23,0 m ²
Zimmer 2	15,0 m ²
Bad / Du	7,0 m ²
Total Wohnfläche	125,5 m²
Terrasse	41,0 m ²



2. Obergeschoss



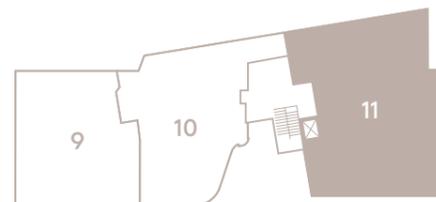
Diese 3 ½-Zimmer-Wohnung liegt im 2. Obergeschoss des Marxer-Hauses und hat eine grosszügige Terrasse, die süd-östlich orientiert ist. Der ausgedehnte Wohn- und Essbereich wird durch die skulptural wirkenden Stützen und die Küche in die verschiedenen Nutzungsbereiche gegliedert. Durch die Ausrichtung sowohl nach Osten, Süden und Westen geniesst man in dieser Wohnung während des gesamten Tages das Sonnenlicht. Auch hier fügen sich die nach Westen und Osten orientierten Schlafzimmer wiederum harmonisch in das Raumgefüge der Wohnung ein.



TOP 11

Entrée	12,5 m ²
WC 1	2,0 m ²
Küche	6,5 m ²
Wirtschaftsraum (WR)	2,5 m ²
Wohnen / Essen	83,0 m ²
Zimmer 1	28,0 m ²
Bad	4,5 m ²
Du / WC	4,0 m ²
Zimmer 2	14,0 m ²
WC 2	2,5 m ²
Bad / Du	3,5 m ²
Schrankraum (SR)	4,0 m ²
Total Wohnfläche	167,0 m²

Terrasse 30,5 m²



2. Obergeschoss



Untergeschoss

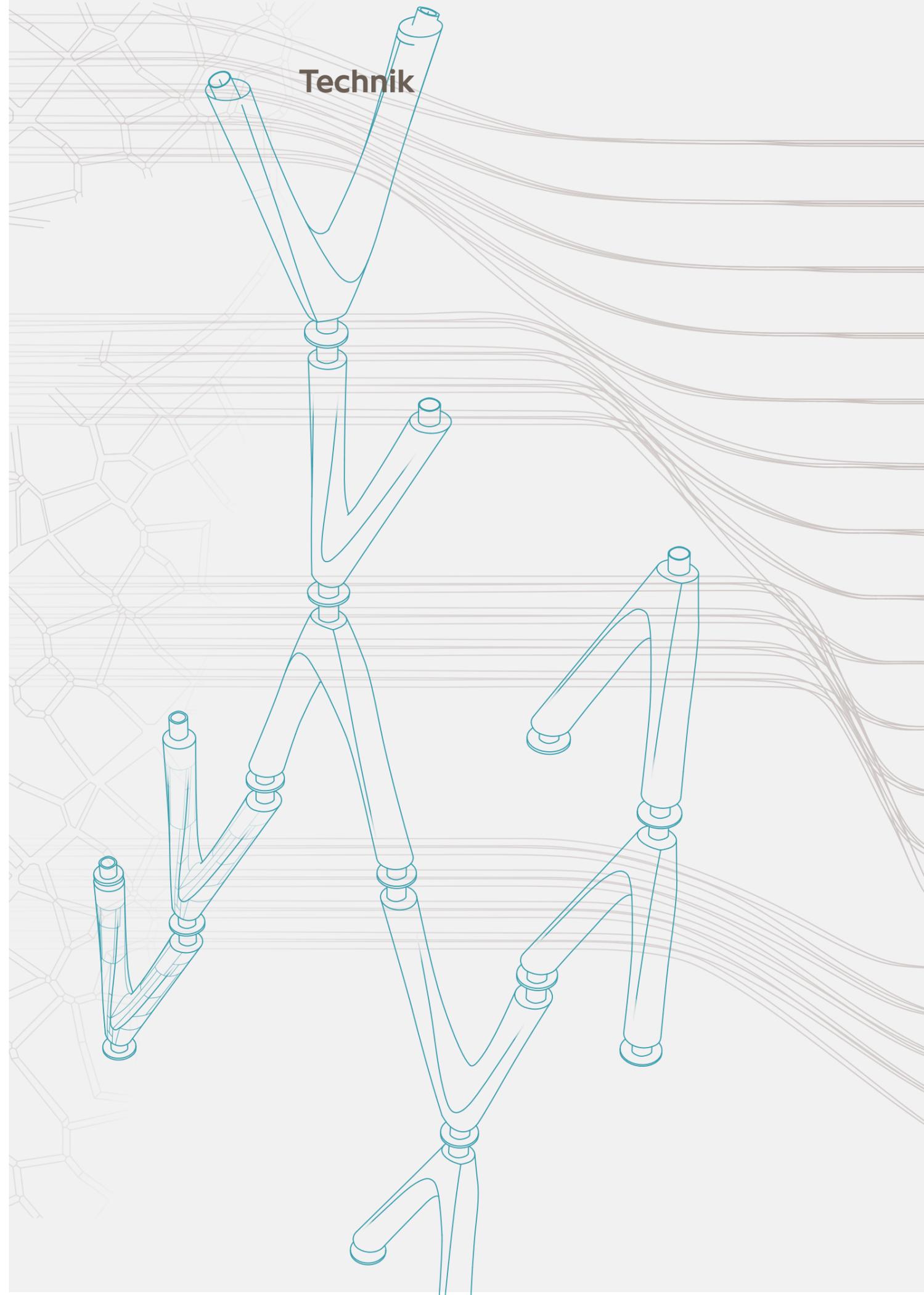
1 m



Untergeschoss

Abstellräume

A	9,5 m ²
B	9,5 m ²
C	9,5 m ²
D	9,5 m ²
E	10,5 m ²
F	12,5 m ²
G	14,0 m ²
H	12,5 m ²
I	11,0 m ²
J	13,5 m ²



Schwerpunkt:
Forschung, Entwicklung, Innovation, neue Technologien.

41

0

Einleitung

Das Projekt ist als Siegerprojekt aus einem international geladenen Architekturwettbewerb für ein Mehrfamilienhaus (Mietwohnungen) in Vaduz hervorgegangen. Seit 2011 ist das Büro in Wien und das inzwischen gegründete Branch-Office in Vaduz mit den Entwurfs-, Planungs-, Forschungs- und Entwicklungsleistungen zur Durchführung des Projekts beauftragt.



Südansicht

1

Umfassender Nachhaltigkeitsbegriff

Das forschungsbasierte Projekt Marxer active energy building geht von einem umfassenden Nachhaltigkeitsbegriff aus, der die gesamte Gebäudestruktur betrachtet und in seiner Eigenlogik formgenerierend wirkt. Dies gilt sowohl für die Ausformulierung des Baukörpers als auch für die Konstruktion des Tragwerks, von der Entwicklung der Energietechnik bis hin zur Gestaltung der Innenräume.

Im Bereich der Bautechnik und Gebäudekonstruktion wird Nachhaltigkeit über die Anpassungsfähigkeit des Gebäudes definiert. Über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes sollte eine höchstmögliche Grundriss-Flexibilität gewährleistet sein. Für Umbauten sollten alle Optionen offen gehalten werden, um neue Raumprogramme realisieren zu können, ohne die tragenden Strukturen zu beeinträchtigen. (Details siehe Tragwerkskonzept_2)

Im Bereich der Energie- und Gebäudetechnik wird Nachhaltigkeit über die ausschliessliche Verwendung von erneuerbaren Energieformen und die Umsetzung eines energieautonomen



Tragwerkskonzept

Gebäudes definiert, das aber auch einen aktiven Versorgungsknoten eines Gebäudeverbundes in einem *smart grid* darstellt. (Details siehe Energiekonzept_3)

2

Tragwerkskonzept

Der Anspruch an eine nachhaltige Gebäudekonstruktion mit grösstmöglicher Anpassungsfähigkeit in der Nutzung über die Gesamtlebensdauer des Gebäudes setzt ein optimiertes Tragwerk voraus. So muss die Umsetzung neuer Raumprogramme möglich sein, ohne tragende Strukturen zu beeinträchtigen. Die Anforderungen an das Tragwerk bestehen somit in der Entwicklung einer "intelligenten" Stützstruktur, die sämtliche Lasten des Gebäudes abtragen kann. Um neben den Vertikallasten auch Horizontalkräfte durch Erdbeben- und Windbelastungen aufnehmen zu können, wurden A- und V-förmige Stützelemente entwickelt. Diese wachsen, gesteuert von einem "genetischen" Algorithmus, gemäss den Optimierungskriterien wie Bäume durch das Gebäude. Im Zusammenwirken mit den Geschosplatten kann ein noch minimalistischeres Tragwerk erzielt werden.

Im Unterschied zu Projekten, die organische Wachstumsstrukturen adaptieren, geht die Konzeption der Tragstruktur für das Marxer active energy building von einem hohen Grad an Repetition aus. Dadurch kann die wirtschaftliche Umsetzung eines komplexen Systems sicher gestellt werden. Trotz einem sehr hohen Grad an freien Kombinationsmöglichkeiten reduziert sich die Anzahl der unterschiedlichen Elemente. Die gesamte Stützenstruktur wird aus vier Grundtypen generiert: jeweils einer symmetrischen und asymmetrischen A-förmigen Stütze und ihrem Pendant als V-förmige Stütze.

Die optimierte Positionierung der Stützen im Raum beeinflusst die Distribution des Raumprogramms. Durch die Festlegung von "Verhaltensregeln für Wände gegenüber Stützen" verwandeln sich konventionelle Grundrisse in unerwartete Raumsequenzen.

Für die Aufnahme der integrierten Energietechnik wurde ein hochfunktionales leichtes Tragskelett konstruiert. Dieses bildet Teile der Ostfassade, überspannt das Gebäude über die gesamte

Längsentwicklung, bildet das Attikageschoss und ermöglicht dessen 11m lange südseitige Auskragung. Die Geometrie des Tragskeletts basiert auf natürlichen Strukturen, wie sie z. B. bei der Aggregation von Zellen entstehen. Die dreidimensionale Entwicklung der Tragstruktur wird über einen Voronoi-Algorithmus generiert, der aus den Punkten der Zell-Zentren die entsprechenden Begrenzungsflächen entwickelt. Die so entstandenen Zellstrukturen werden mit der Gebäudehülle verschnitten und bilden eine kontinuierliche, mathematisch präzise definierte, komplexe Tragstruktur.

Im Sinne einer *movable skin* sind sowohl die nachgeführten Solarpaneele als auch die PCM-Klimaflügel in die Voronoi-Struktur eingebettet. Die Bewegungsabläufe der Nachführung definieren die Form der Paneele und Flügel.



Voronoi in Produktion



Mock-Up



Stützen

2.1

Umsetzung der Tragstruktur

Die Tragstruktur ist ein Skelettbau, der im Wesentlichen aus Ortbeton-Geschossplatten und Fertigteil-Stützen besteht. Die Geschossplatten wurden nach der Spannungsverteilung optimiert. Entlang der Isolinien gleicher Spannungsausnutzung wurden unterschiedliche Deckenstärken realisiert. Die dadurch gewonnenen linsenförmigen Deckeneinsprünge werden für den Einsatz von Leuchtelementen und als Lichtflächen genutzt.

2.1.1

Freiformstützen

Die Umsetzung der konzipierten Stützstruktur erfolgt mittels Stahl-Beton-Verbundstützen, die ein Abtragen sowohl von Vertikal- als auch von Horizontallasten bewerkstelligen können. Die A- und V-förmigen Stützen werden im Werk gefertigt und als Fertigteilelement auf der Baustelle versetzt. Die Transportverpackung ist gleichzeitig Schutz auf der Baustelle und Deckenschalungselement im Stützenbereich.

Im Entwurfsprozess wird die Form der Stützen durch die Bewegung der Grundrissauffächerung generiert. Die Oberfläche der Stützen verdreht sich um den Stahlkern analog zur Grundrissbewegung. Die Stützen verbinden sich untereinander zu unterschiedlichen Ästen, die globale, zusammenwachsende Strukturen generieren. Durch Aktivierung der Geschossdecken im Bereich der Stützen kann so ein hybrides, hoch effizientes Tragwerk entstehen.

2.1.2

Schalungstechnologie

Die so gewonnene 3D-Freiformgeometrie der Stützen erfordert in der Herstellung eine spezielle Schalungstechnologie. Im Zuge computersimulierter Schalungs- und Ausschalungsvorgänge konnte eine dreiteilige Gussform entwickelt werden, die keinerlei Hinterschneidungen enthält. Die Herstellung erfolgt im Fräsverfahren auf Basis der 3D-Daten der Stützengeometrie, die ohne weitere Planungsschritte direkt in die Produktion übernommen werden.

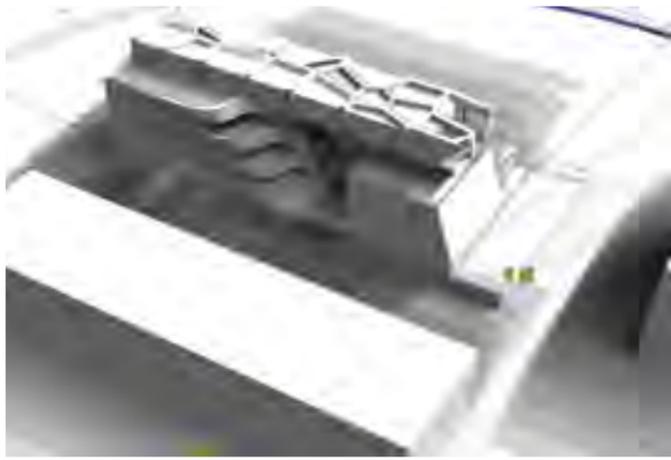
Um den Aufwand des Formenbaues zu minimieren, wurden spezielle Einlegeteile für die Schalungen erarbeitet. So kann sichergestellt werden, dass sämtliche Stützen mit nur zwei unterschiedlichen Gussformen – symmetrische und asymmetrische Form – hergestellt werden können.

2.1.3

Betontechnologie

Um die gewünschte Oberflächenbeschaffenheit des Betonmantels zu erzielen, musste ein Beton mit hoher Festigkeit und erhöhten Anforderungen an die Zeichnungsfähigkeit gefunden werden. Die entsprechende Betonrezeptur wurde mit Alphabeton in Kooperation mit Holcim Schweiz entwickelt. Der Beton ist jetzt am Markt erhältlich.





Verschattungsstudie



Konzeptskizze

3

Energiekonzept

Zur Energieversorgung des Gebäudes werden ausschliesslich erneuerbare Energieformen eingesetzt. So können die CO₂-Emissionen stark reduziert und eine nachhaltige Gebäudetechnik realisiert werden. Fokussiert wird auf Geothermie sowie die passive und aktive Nutzung der Solarenergie. Solarthermie wurde nach detaillierten Studien aufgrund der Redundanz zur Geothermie nicht weiter verfolgt.

Passive solare Gewinne werden für Heizzwecke herangezogen (_3.1). Im Bereich der aktiven Solar-Nutzung wird mittels Photovoltaik elektrische Energie erzeugt (_3.2) und mit einer neu entwickelten Gebäudetechnologie Wärme- bzw. Kälteenergie ohne Transformation für das Gebäude direkt nutzbar gemacht (_3.3). Ziel aller Bestrebungen ist es, ein energetisch autonomes Gebäude zu realisieren, das auch innerhalb des *energy clusters* – einem Gebäudeverbund mit den benachbarten Gebäuden – eine aktive Rolle als Versorger und Energieproduzent einnehmen kann.

3.1

Topographie und Nutzung passiver solarer Gewinne

Der ungünstige Grundstückszuschnitt mit einer schmalen Südseite und einer nahezu Nord-Süd ausgerichteten Längsachse erforderte ausführliche Untersuchungen zur optimalen "Strahlungsausbeute". Um die passiven Solar-Erträge zu optimieren, wurde eine topographische Entfaltungs- und Erosionsmethode als Entwurfsstrategie entwickelt. Auf Basis detaillierter Analysen der Solareinstrahlung, der Strahlungsdichte in Verbindung mit den jeweiligen Sonnenhöhenwinkeln und Verschattungssituationen wurde der Baukörper konzipiert. Die projektierbare maximale Gebäudemasse gemäss Überbauungsplan wurde auf dem Grundstück innerhalb der Bebauungslinien positioniert und nach Kriterien einer maximalen *solar exposure* die Baumasse wie eine Geländetopographie entfaltet. Gleichzeitig werden Strahlungsintensität und Sonnenhöhenwinkel als "erodierende" Kräfte eingesetzt und mit ihnen der Baukörper zusätzlich bearbeitet. Die grösstmögliche Nutzung der Solareinstrahlung generiert so eine aufgefächerte, terrassierte Ostseite und eine breite, geneigte Südseite, während sie in der Westfassade einen tiefen, canyon-artigen Einschnitt vornimmt.

3.2

Aktive Solarnutzung

Die gesamte verbreiterte und geneigte Südseite wird, gemeinsam mit der gesamten Dachfläche, zur Stromerzeugung herangezogen. Aufgrund der neu entwickelten, gebäudeintegrierten PV-Tracking-Systeme kann durch die Nachführung der Photovoltaik-Elemente eine Effizienzsteigerung um Faktor 2,9 erzielt werden. Es werden keine Speicher installiert. Die Energie wird vornehmlich im Cluster genutzt. Die überschüssige elektrische Energie wird direkt ins Netz gespeist.

Die Ost- und Westseite des Gebäudes unterstützen die Klimaregulierung im Haus. In intensiver Forschungsarbeit und enger Kooperation mit Dr. Ludger Fischer und seinem Team der Hochschule Luzern wurden Fassadenelemente mit Latent-Wärmespeicher-Modulen und ein Verfahren zur Klimatisierung des Gebäudes entwickelt.

Die PCM-Klima-Flügel wurden getestet, um die rechnerischen Annahmen zu verifizieren und das Verfahren zur Klimatisierung des Gebäudes zu überprüfen. Die damit verbundenen Erfindungen wurden patentiert. (Pat: Fassadenelemente mit Latent-Wärmespeicher; Prof. Anton Falkeis)

3.2.1

Integrierter Solartracker

Während im Bereich der Geothermie bereits ausgereifte Konzepte zur Verfügung stehen, mussten im Bereich der aktiven Stromerzeugung weiterführende Konzepte entwickelt werden. Um den Ertrag der Photovoltaik-Anlage zu steigern, wurde ein Nachführungssystem konstruiert, das auf einem gebäudeintegrierten Solar-Tracker basiert. Die Photovoltaik-Anlage ist in die Dachstruktur versenkt. Für die Nachführung wurde ein Solar-Tracker entwickelt, der mit einer minimalen Bauhöhe eine maximale Bewegungsmöglichkeit gewährleistet.

Grundlage des zweiachsigen Nachführsystems ist ein erweitertes astronomisches Programm, das sämtliche PV-Flügel kontinuierlich der Sonne nachführt. Die PV-Flügel liegen in der Ruheposition flach in der Dachstruktur. Mit Sonnenaufgang und dem Einsetzen der Solarstrahlung heben sich die PV-Flügel aus der Dachstruktur heraus und positionieren sich jeweils so zur Sonne, dass die Einstrahlung möglichst nahe an der Flächennormale liegt. Dabei werden aber nicht nur die Sonnenhöhenwinkel, sondern auch eine mögliche Verschattung der Flügel untereinander berücksichtigt. Flügelform und Bewegungsabläufe wurden in einer komplexen Simulation entwickelt und die optimierten Stellwinkel über den Jahreszyklus generiert. Zusätzlich zu diesem kontinuierlichen Verlauf werden aber auch Daten einer Wetterstation eingespeist und die Sensoren informieren die Steuerungstechnik über Strahlungsdichte und Windgeschwindigkeiten. Ist die Strahlungsdichte zu gering, kann die Anlage in eine Position gefahren werden, in der die diffuse Strahlung optimal verarbeitet wird. Bei hohen Windgeschwindigkeiten fährt die Anlage in die Ruheposition zurück und legt sich flach in die Dachstruktur, um keine Angriffsflächen zu bieten. Um unerwartete Ereignisse wie Sturmböen zu berücksichtigen, werden auch meteorologische Vorhersagedaten von der Steuerung verarbeitet.

Sämtliche Daten, die zur Verfügung stehen, vom Solarertrag bis zu den Wettervorhersagedaten und dem aktuellen Stromverbrauch, werden auch in den Wohnungen über Touchpanels zur Verfügung gestellt. Die Erfahrung zeigt, dass dieses Feedback an die Nutzer aktiv zu einer weiteren Reduktion des Energieverbrauchs führt.



PV-Tracker

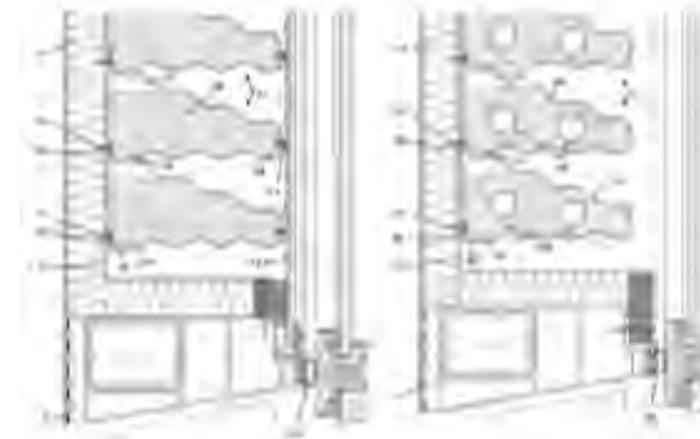
3.2.2

PCM Klima-Flügel

Das Marxer active energy building nutzt erneuerbare Energien, um energieautonom zu sein. Neben Geothermie und Photovoltaik werden Latent-Wärmespeicher eingesetzt, um die Klimatisierung des Gebäudes zu unterstützen. Als Latent-Wärmespeicher

werden sogenannte *phase change materials* (PCM) eingesetzt. PCM zeichnen sich durch sehr hohe volumenspezifische Energiedichten aus. Auf kleinem Raum lässt sich viel Wärme oder auch Kälte speichern. So können beim active energy building mit nur 24 m² Heizflügelfläche ca. 10% der Heizleistung und mit 15 m² Kühlflügelfläche ca. 16% der Kühlleistung erzielt werden.

In intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit wurden für das Gebäude grossflächige Klima-Flügel entwickelt, in die PCM eingebaut sind. In Kombination mit der kontrollierten Wohnraumlüftung dienen sie der unmittelbaren Regulierung des Raumklimas und stellen eine gänzliche Neuentwicklung dar. Die Erfindungen aus diesem Forschungsprojekt wurden zum Patent angemeldet.



Heizflügel und Kühlflügel (pat.)



Heizflügel

Von den insgesamt sieben Flügeln des Marxer active energy buildings werden vier Flügel zur Speicherung von Wärme verwendet. Drei Flügel sind für die Speicherung von Kälte ausgelegt. Entsprechend sind die Flügel mit unterschiedlichen PCM befüllt.

Die Heizflügel sind auf der Westseite des Gebäudes angeordnet. Im Inneren der Flügel ist das PCM in lamellenförmig angeordneten Spezialprofilen inkapsuliert. Die lamellenförmige Anordnung stellt sicher, dass auch im Winter hohe Energiedichten und Temperaturen erzielt werden können. Mit der gesammelten Sonnenenergie erwärmt sich das PCM und beginnt ab einer Temperatur von 31° C zu schmelzen. Nach dem Phasenwechsel kann das PCM im flüssigen Zustand die Wärme speichern. Wenn die Speicher voll geladen sind, legen sich die Flügel wieder an das Gebäude an. Die gespeicherte Wärme wird beim Entladen des PCM an die Frischluft der kontinuierlichen Wohnraumlüftung abgegeben. Die Heizflügel arbeiten im Verbund mit der Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage und reduzieren zusätzlich den Energieverbrauch des Gebäudes. Die Kapazität der Flügel ist so ausgelegt, dass auch ohne Sonneneinstrahlung für einige Tage genug Wärme vorhanden ist. Der Einsatz der Heizflügel findet vor allem im Winter und in der gesamten Übergangsperiode (Herbst und Frühjahr) statt. Im Sommer besteht kein Heizbedarf und die Heizflügel bleiben an

das Gebäude angelegt und tragen zum Schutz vor sommerlicher Überwärmung bei. In Perioden hoher Aussentemperatur und Sonneneinstrahlung (vornehmlich im Sommer oder bei Föhnlagen) entstehen im Gebäude durch passive Sonneneinstrahlung erhöhte Raumtemperaturen. Als Alternative zu herkömmlichen Kühlaggregaten werden die Kühlflügel zur Klimaregulierung eingesetzt. Die Phasenwechseltemperatur des PCM in den Kühlflügeln beträgt 21° C. Bei dieser Temperatur findet der Übergang vom flüssigen in festen Zustand statt, und die Kälte kann gespeichert werden. Beim Entladen des PCM wird die Kälte direkt an die Raumluft abgegeben.

Die Kühlflügel sind auf der Ostseite des Gebäudes angeordnet. Sie sind tagsüber am Gebäude angelegt und werden vor allem nachts geöffnet. Aufgrund der Achslage der Flügel kann eine Neigung im geöffneten Zustand erzielt werden. Dies erleichtert die Wärmeabstrahlung in den Himmel, idealerweise in sternenklaren Nächten in das Weltall. Auch wenn im Sommer die Nachttemperaturen noch relativ hoch sind, kann aufgrund des Strahlungsaustauschs und der speziellen Beschichtung noch viel Wärme abgegeben und Kälte gespeichert werden. Tagsüber – bei hoher passiver Sonneneinstrahlung in das Gebäude – wird die Kälte genutzt, um die Raumluft auf natürliche Weise direkt auf komfortable Raumtemperaturen zu kühlen.

4

Planungsprozess

Aufgrund der Komplexität des gesamten Bauvorhabens war eine enge Kooperation zwischen Architekten und Ingenieuren bereits in einer sehr frühen Entwicklungsphase erforderlich. Nur so konnte ein Feedback-Loop gebildet werden, der die strategischen Zugänge aller Seiten kontinuierlich abglich und die entwickelten Design-Rules im Sinne einer optimierten Lösung laufend adaptierte. Dafür war ein hoher Grad an flexibler computergestützter Planung erforderlich, die eine einfache Implementierung von Änderungen zuließ. Sämtliche Optimierungsvorgänge basierten schliesslich auf Analysen gradueller Veränderungen.

Die gesamte Planung erfolgte als 3D BIM (Building Information Modelling). Sämtliche Bauteile wurden in ihrer Geometrie quantitativ dreidimensional erfasst und mit ihren qualitativen Attributen beschrieben. Alle relevanten Gebäudedaten wurden so digital erfasst und vernetzt. Über entsprechende Schnittstellen konnten – ohne weitere Planungsschritte – sämtliche Produktionsdaten an eine automatisierte Produktion übergeben werden. Dies galt für die Produktion der Voronoi-Stahlkonstruktion ebenso wie für die Herstellung der Gussform für die Fertigteilstützen oder die Produktion der frei geformten Verschattungselemente der Textilfassade.

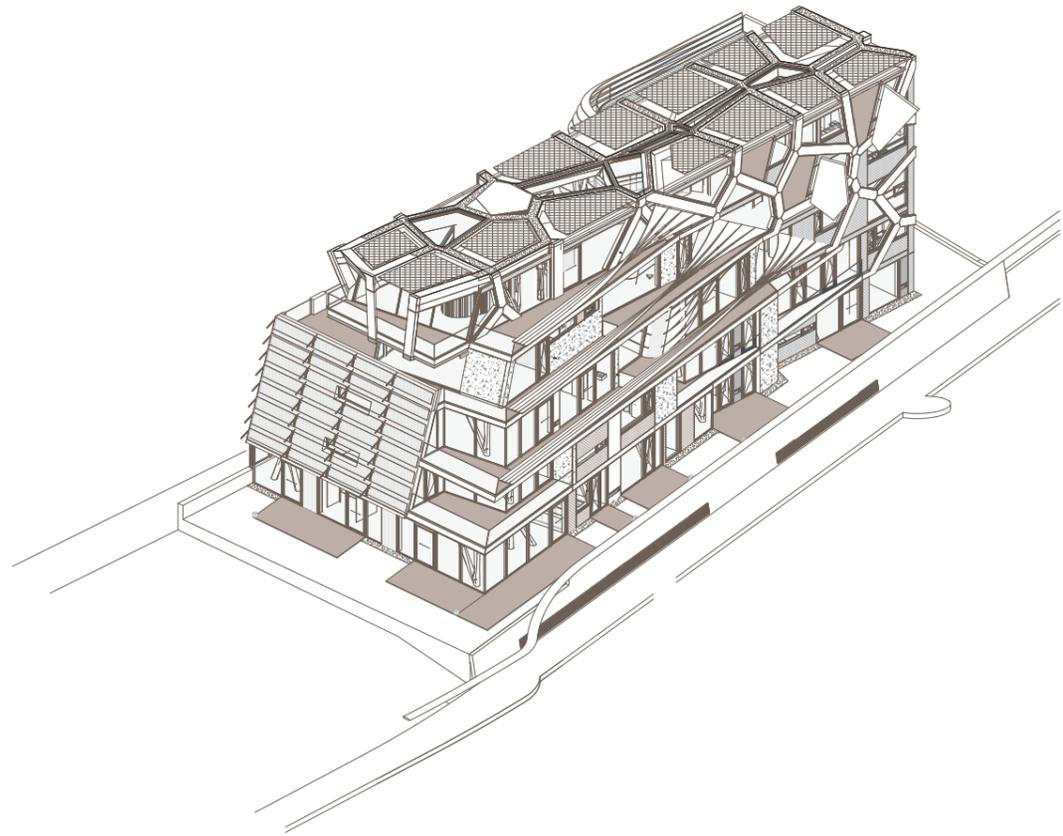
Um den Anforderungen der strukturellen Optimierung gerecht zu werden, waren Finite-Elemente-Analysen erforderlich. Karamba3D, das hier zum Einsatz kam, ist ein parametrisches Finite-Elemente Modeling Plug-In und wurde von Prof. Klaus Bollinger und seinem Team im Rahmen eines Forschungsprojekts am Institut



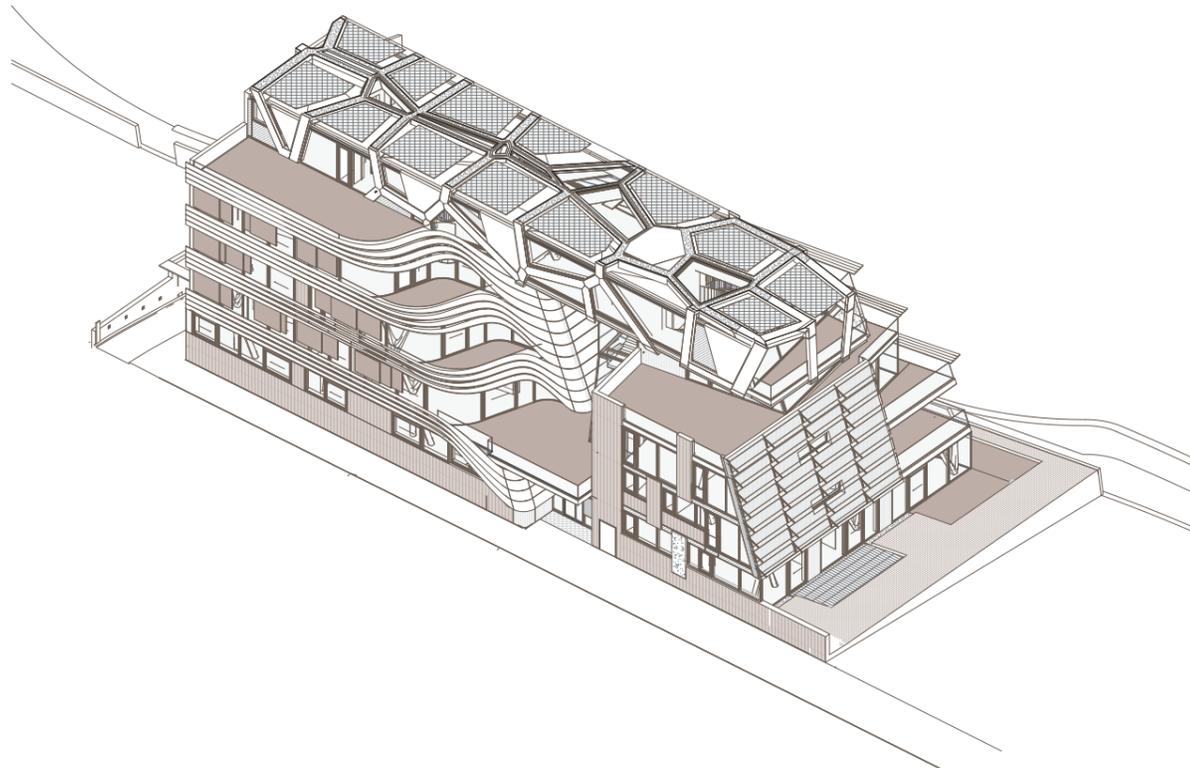
Attikawohnung

für Architektur der Universität für angewandte Kunst in Wien entwickelt. Es ermöglichte ein nahezu Real-Time Feedback auf Änderungen im parametrischen 3D-Modell. Dies entsprach dem evolutionären Optimierungsgedanken des Gesamtprojekts und war daher für den Entwurfsprozess massgeschneidert.

Ausgehend von den möglichen Ansatzpunkten für die Lastabtragung ins Fundament und den optimalen Auflagerpunkten des Dachtragwerks wurde mit einem adaptierten "genetischen" Algorithmus das Zusammenwachsen mehrerer "Stützenbäume" ermittelt. Strukturelles Wachstum in der Natur ist gekennzeichnet durch ein Addieren von Material an den Stellen, wo es – z. B. auf Grund der Lasteinwirkungen – am meisten gebraucht wird, bzw. wird Material dort weggelassen, wo es nicht erforderlich ist. Dieser Strategie unterliegt auch das Wachstum von Bäumen. In der Optimierung der Tragstruktur wurde daher auf dieses Prinzip zurückgegriffen und über einen "evolutionären" Algorithmus wurden Strukturelemente dort verstärkt, wo die grössten Kräfte im System wirken, und nicht erforderliche Strukturen wurden entfernt. Konkret wurden so in einem iterativen Prozess 99,98 % aller möglichen, aber nicht erforderlichen Strukturelemente ausgeschieden. Nach 5.000 Wiederholungen zeigte sich eine "evolutionär" optimierte Struktur.



Axonometrie Ost



Axonometrie West





Impressum

Architektur und Forschung

falkeis.architects_vienna.vaduz

Anton Falkeis, ao. Univ.-Prof. Arch. Mag. arch. und Cornelia Falkeis-Senn, Mag. art.

Forschungspartner

Hochschule Luzern – Technik & Architektur

Dr. Ludger Fischer und Forschungsteam

Entwicklungspartner PCM Flügel

Bauherrenvertretung, Vermarktung, Verwaltung

CONFIDA Immobilien AG, Vaduz

Kirchstrasse 3, 9490 Vaduz, Liechtenstein,

T +423 235 83 83, www.confida.li, info@confida.li

Texte

falkeis.architects_vienna.vaduz (Technik)

Cornelia Wieczorek (Marxer-Haus, Gebäude- und Materialkonzept; Redaktion)

Gestaltung

Annett Höland Graphic Design, Schaan

Bildnachweis

falkeis.architects_vienna.vaduz; Roland Korner; Albrecht Wössner,

Hochschule Luzern, Visualisierungen T. Knapp