



DI Andrea Redi

## **Regeneratives Urbanes Wohnen**

### **DISSERTATION**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der technischen Wissenschaften

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Univ.-

Prof.i.R.DI Dr.techn.Hansjörg Tschom, emer.Professor für Wohnbau an der Technischen  
Universität Graz

Prof. DI Mark Blaschitz, Professor für Wohnbau und Grundlagen des Entwerfens, an der  
Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Dissertation identisch.

---

Datum

---

Unterschrift

# Regeneratives urbanes Wohnen

# Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG.....	6
ABSTRACT:.....	7
VORWORT .....	8
0 VORBETRACHTUNG.....	12
0.1 „ECOPOLIS“, EINE ÖKOLOGISCHE WIE ERHOLSAME STADT .....	15
1 METHODE UND STRUKTUR.....	18
1.1 METHODISCHER ZUGANG.....	18
1.2 ZU DEN EINZELNEN KAPITELN.....	19
2 AUSGANGSLAGE .....	23
2.1 WOHNEN IN DICHTEN STÄDTISCHEN UMGEBUNGEN .....	23
2.2 DAS 21. JAHRHUNDERT – DAS JAHRHUNDERT DER STÄDTE .....	24
2.2.1 <i>Urbanisierung, ausgelöst durch Globalisierung</i> .....	25
2.2.2 <i>Die Reprogrammierung der Zentren</i> .....	26
2.2.3 <i>„Dicke Luft“ in fast allen Städten</i> .....	28
2.2.4 <i>Gebäude und Energieaspekt</i> .....	31
2.2.5 <i>Ökonomie versus Baukunst</i> .....	32
2.3 TENDENZEN UND „HALTBARKEIT“ IM WOHNBAU:.....	33
2.3.1 <i>Die Bedürfnisse der Bewohnerin, des Bewohners:</i> .....	33
2.3.2 <i>Wohnformen</i> .....	36
3 FORSCHUNGSFELDER.....	39
3.1 WOHNBAU IM KONTEXT SOZIOKULTURELLER HERAUSFORDERUNGEN.....	39
3.2 FORSCHUNGSBEREICHE FÜR DEN WOHNBAU.....	40
3.2.1 <i>Die regenerative Siedlungspolitik</i> .....	40
3.2.2 <i>Die Diversität im Wohnbau</i> .....	41
3.2.3 <i>Der Wohnbau als Impulsgeber für die Regeneration der Stadt</i> .....	41
3.3 FORSCHUNGSFRAGEN.....	42
4 KONZEPTION UND PLANUNG IM WOHNBAU: DIE INTERDISZIPLINÄRE VORGANGSWEISE .....	43
4.1 AUSGANGSBASIS: HOLISTISCHE BETRACHTUNGSWEISE UND VERNETZUNG .....	43

4.2	INTERDISZIPLINÄRE ZUSAMMENARBEIT, UM ZU INNOVATIONEN ZU GELANGEN .....	48
4.3	BEISPIELE FÜR INTERDISZIPLINÄRE ZUSAMMENARBEIT UND PARTIZIPATION .....	51
4.3.1	<i>Responsiver, öffentlicher Raum</i> .....	51
4.3.2	<i>Neue Wohnmodelle durch interdisziplinäre Vorgangsweise</i> .....	55
4.3.3	<i>Ein Beispiel für ein partizipativ entwickeltes Wohnbauprojekt</i> .....	57
4.3.4	<i>Partizipation – erfolgreich durch „Soziokratie“</i> .....	58
5	DAS BIOLOGISCHE PARADIGMA IN BEZUG ZUM WOHNBAU .....	64
5.1	BIOLOGISCHE UND VON MENSCHEN GEMACHTE SYSTEME IM VERGLEICH .....	66
5.1.1	<i>Komplex – Einfach</i> .....	67
5.1.2	<i>Linearer Fluss von Ressourcen – Geschlossener Kreislauf von Ressourcen</i> .....	71
5.1.3	<i>Stark verbunden und symbiotisch versus nicht verbunden und monofunktionell</i> .....	75
5.1.4	<i>Anpassbar an ständige Änderungen versus resistent gegenüber Veränderungen</i> .....	77
5.1.5	<i>Ohne Verschwendung versus verschwenderisch</i> .....	78
5.1.6	<i>Keine Langzeitgifte werden verwendet, Langzeitgifte werden oftmals benutzt</i> .....	80
5.1.7	<i>Dezentralisiert und vielfältig versus zentralisiert und monokulturell</i> .....	82
5.1.8	<i>Durch Solarenergie betrieben versus von fossilen Brennstoffen abhängig</i> .....	83
5.1.9	<i>Optimiert als ein gesamtes System versus entwickelt für ein einziges Ziel</i> .....	84
5.1.10	<i>Regenerativ versus Ausgrenzend</i> .....	85
5.1.11	<i>Lokale Ressourcen nutzend versus globale Ressourcen nutzend</i> .....	89
6	ZUR ANWENDUNG NEUER KONZEPTE UND PARAMETER AUF ZUKUNFTWEISENDE, REGENERATIVE WOHNSTRUKTUREN: „AKTIVES“ URBANES WOHNEN .....	91
6.1	DAS „AKTIVE GEBÄUDE“ .....	93
6.1.1	<i>Innovative Gebäudetechnologie – die aktive urbane Oberfläche</i> .....	95
6.1.2	<i>Innovative Gebäudetechnologie – Bioreaktoren</i> .....	106
6.1.3	<i>Integration von Solarkollektoren in schutzwürdige Ziegeldächer</i> .....	112
6.1.4	<i>Die Gebäudehülle als Kraftwerk</i> .....	117
6.2	„AKTIV WOHNEN“ .....	123
6.2.1	<i>Die vom Wohnenden erweiterbare Minimalwohnung</i> .....	124
6.2.2	<i>Leistbares Wohnen</i> .....	126
6.2.3	<i>Flexible Wohnstrukturen – anpassbare Grundrisse</i> .....	129
6.3	DIE AKTIVE URBANE LANDSCHAFT: .....	138
6.3.1	<i>Beispiel: Die vertikale urbane Landschaft</i> .....	140

7	BEWERTUNG, ANALYSE & PROTOTYPEN .....	<b>146</b>
7.1	BEWERTUNGSSYSTEME FÜR DIE ZERTIFIZIERUNG VON GEBÄUDEN .....	146
7.2	BEWERTUNGSSYSTEME FÜR DIE ZERTIFIZIERUNG VON STADTEILEN .....	152
7.3	BEWERTUNG VON BAUKUNST .....	158
7.4	BEWERTUNG ÖKOLOGISCHER GRUNDSÄTZE FÜR INTELLIGENTE GESTALTUNG.....	159
7.5	BEWERTUNG UND ANALYSE VON BAUMATERIALIEN UND DEREN HERSTELLUNGSENERGIE .....	160
7.6	BEWERTUNG DER GRÜNPERFORMANCE EINES STADTEILS – GREENPASS .....	164
7.7	NEUE ANREIZE: SMART CITY INITIATIVEN IN EUROPA, KRITERIEN .....	165
7.7.1	<i>Smart City Initiativen – Graz</i> .....	179
7.7.2	<i>Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufelder Mitte und Nord – ein Prototyp</i> .....	181
8	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND DESIGNSTRATEGIEN FÜR EINEN REGENERATIVEN WOHNBAU.....	<b>190</b>
8.1	SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	190
8.2	STRATEGIEN UND DESIGNPRINZIPIEN.....	196
	ANHANG.....	<b>200</b>
	BIBLIOGRAPHIE.....	200
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS:.....	211

Für Oskar und Viktor Rok,  
möget ihr einander ein Leben lang beschützen....

## Kurzfassung

Die Stadt ist ein von Menschen erzeugtes komplexes System. Komplexe Systeme, die sich selbst immer wieder erneuern, finden sich auch in der Natur. Aus einer genaueren Auseinandersetzung mit biologischen Systemen und dem Vergleich mit von Menschen gemachten Systemen werden Prinzipien abgeleitet, die – angewendet auf die Entwicklung und Umsetzung von Wohnstrukturen – zu regenerativen urbanen Umgebungen führen. Ausgangspunkt der Überlegungen sind jedenfalls die Bedürfnisse des/der BewohnerIn einer „inklusive“ Gesellschaft in dichten städtischen Umgebungen, da im Jahre 2050 bereits prognostizierte 80% der Weltbevölkerung in Städten leben wird.

Die zentralen Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit lauten daher: Welche unterschiedlichen Konzeptionen und Planungen im Wohnbau sind notwendig, um den vielfältigen, heterogenen Ansprüchen der urbanen Bevölkerung entsprechen zu können und wie müssen Wohnstrukturen ausgebildet werden, um einen Beitrag zur Regeneration der städtischen Systeme leisten zu können?

Die in dieser Arbeit verfolgten Lösungsansätze sind: eine interdisziplinäre Vorgehensweise, die Berücksichtigung unterschiedlicher Disziplinen und Perspektiven in der Entwicklung städtischer Wohnstrukturen, die Übertragung biologischer Prinzipien auf den Wohnbau und die Aktivierung der Gebäude, der urbanen Landschaft und der Wohnenden. Des Weiteren werden die erarbeiteten „Designprinzipien“ anhand konkreter Beispiele überprüft. Die daraus abgeleiteten Strategien sollen interdisziplinären Projektteams behilflich sein, regenerative Wohnstrukturen zu konzipieren, zu planen und umzusetzen.

## Abstract:

The city is a complex system created by humans. Complex systems that renew themselves over and over again are also found in nature. From a closer examination of biological systems and the comparison with man-made systems, principles are derived that can be applied to the development and implementation of residential structures, leading to regenerative urban environments.

At any rate, the considerations are based on the needs of the resident and the inhabitant of an "inclusive" society in dense urban environments, as by 2050 already 80% of the world's population will already be living in cities. Therefore, the central research questions of the present work are what different conceptions and planning are necessary in the housing development in order to be able to meet the diverse, heterogeneous demands of the urban population and how the housing structures have to be redefined in order to make a contribution to the regeneration of the urban systems.

The approaches to solution pursued in this work are the interdisciplinary approach, the consideration of different disciplines and perspectives in the development of urban living structures, the transfer of biological principles into housing developments and the activation of the buildings, the urban landscape and the inhabitants. Furthermore, the developed "design principles" are examined with specific examples. The strategies derived from this will help interdisciplinary project teams design, plan and implement regenerative housing structures in cities.

# Vorwort

Während meines Studiums war das Thema der Niedrigenergiebauweise von großem Interesse.

Schon im Jahre 1995 forschte ich im Rahmen der Diplomarbeit über:

- *„energetisch optimierte Bauweise“*
- die *„Verwendung baubiologisch einwandfreier Baustoffe“*
- die *„solare Stromversorgung“*
- den Einsatz *„ökologischer Wasserver- und -entsorgungssysteme“<sup>1</sup>*,

alles Teilbereiche, die bereits wichtige Anforderungen an das ökologische Bauen darstellten. Von besonderem Interesse waren die gewinnmaximierte Bauweise im Gegensatz zur verlustminimierenden Strategie und wie sich dies in der Architektur gestalterisch abbildet.

Zu dieser Zeit waren diese Themen noch nicht so präsent – weder in den Medien noch in der Fachliteratur. Sie wurden auch erst von wenigen ArchitektInnen wahrgenommen oder in ihrer Praxis architektonisch umgesetzt. Bei den meisten Projekten, die den Energieaspekt als bedeutend herausstrichen, fehlte es an überzeugendem architektonischem Ausdruck, da sie aus der formulierten Notwendigkeit der Energieverlustminimierung bei gleichzeitiger solarer Gewinnmaximierung und der damit verbundenen notwendigen Technik entwickelt wurden.

Die Gebäude begannen gestalterisch einen starken „solartechnischen“ Schwerpunkt Richtung Süden aufzuweisen. Große Glasfassaden und Wintergärten fingen direkt oder indirekt solare Wärme für die passive oder aktive Nutzung ein. Im Norden wurden die Fassaden bis auf wenige kleine Öffnungen geschlossen. Die Gebäude wiesen also ein klares „Vorne“ und „Hinten“ auf. Die Fassaden hatten keine zusammengehörige

---

<sup>1</sup> Schröttner 1995, 4.

Gestaltung, sondern entwickelten sich aus orientierungstechnischen und energetischen Parametern heraus. Dies tat der Baukunst nicht gut.

Mehr als 20 Jahre nach meiner Diplomarbeit werden in der im Jahre 2016 veröffentlichten 4. Ausschreibung der „Stadt der Zukunft“ des „Bundesministeriums für Verkehr, Innovationen und Technologie“ – Wien für März 2017 *„Innovationen für die grüne Stadt“ in Form von „Demonstrationen der Umsetzung innovativer Begrünungsmaßnahmen für einen ganzen Stadtteil“*<sup>2</sup> abgefragt. Ein ganz anderer Kontext also als noch vor 20 Jahren. Es wird auch den ArchitektInnen immer klarer, dass innovative Konzepte für das 21. Jahrhundert, oft auch als „Ökologisches Zeitalter“ bezeichnet, entwickelt werden müssen.

In meiner vorliegenden Arbeit, die sehr breit angelegt ist, möchte ich die „regenerative Stadtentwicklung“ durch die Implementierung „innovativer Wohnmodelle“ holistisch<sup>3</sup> betrachten und umfassend diskutieren.

Das gegenständliche Thema kann nicht in kleine Teile zerlegt und als solche betrachtet werden. Es ist eine große Herausforderung, aber für das komplexe Thema unabdinglich, „regenerative, städtische (Wohn-)Systeme“ als Ganzes zu betrachten und zu verstehen – ausgehend von Österreich im Kontext internationaler Entwicklungen.

Graz z.B., eine Stadt mittlerer Größe mitten in Europa, wächst wie prognostiziert um circa fünf- bis sechstausend Menschen im Jahr. Da braucht es neue Konzepte für lebenswerte städtische Umgebungen. „Soziale Nachhaltigkeit“ wird dabei immer mehr zum Thema.

Durch den Wohnbaupreis 2015 der Stadt Wien wurden einige Wohnbauprojekte ausgezeichnet, die auf Beteiligung und soziale Nachhaltigkeit setzen.<sup>4</sup>

Die Stadt Wien, mit einem jährlichen Zuwachs von ca. neun- bis zehntausend BewohnerInnen, schafft – ausgehend von ihrer „Wohnbauforschung“, die ich im Folgenden auch näher betrachten werde – generell gute politisch strukturelle Rahmenbedingungen. Auch fördertechnisch werden neue Wohnbaumodelle unterstützt. Wohngruppen sind förderungswürdig, Beteiligungsprojekte werden sogar als Wettbewerb von der Stadt selbst ausgeschrieben.

---

<sup>2</sup> Bundesministerium für Verkehr 2016

<sup>3</sup> Vgl. Smuts 1938, 161.

<sup>4</sup> Vgl. Wohnfond\_Wien 2015

Das übergeordnete Ziel meiner langjährigen wissenschaftlichen Auseinandersetzung und meines Schreibens ist die Entwicklung geeigneter Kriterien und Designparameter, deren Anwendung eine zeitgenössische innovative städtische Wohnarchitektur hervorbringen soll, um auf ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Ebene eine Regeneration unserer Städte einzuleiten.

Strategien aus der Biologie und deren Potential zur Übertragung in den Wohnbau zu prüfen, ist mein Interesse. Die Suche nach Möglichkeiten des „aktuellen Wohnens im Heute“ und das Herausarbeiten ganzheitlicher urbaner Systeme, *welche Städten und ihren BewohnerInnen den Übergang zu einer energieeffizienten und klimaverträglichen Lebens- und Arbeitsweise ermöglichen*,<sup>5</sup> aber vor allem Antworten finden auf die Anforderungen einer “superdiversen” Gesellschaft, macht einen komplexen Entwicklungsprozess notwendig.

Voraussetzung ist dabei, spezifische Handlungsstrategien in der Stadtplanung zu etablieren und komplexe Modelle für das Wohnen und das Zusammenleben in europäischen Städten zu entwickeln, die dem starken hyperexponentiellen Wachstum der Weltbevölkerung und dem permanenten Zuzug in den Städten entsprechen.

Die Arbeit an „regeneratives urbanes Wohnen“ ist geprägt von meinem Streben, der Architektur Verantwortung für die Umwelt abzurufen und herauszufinden, was sie zur Regeneration des Gesamtsystems Stadt beitragen kann.

Sowohl mit meinen Studierenden im Zuge meiner langjährigen Lehrtätigkeit als auch in meiner eigenen Praxis als Architektin betreibe ich intensive Forschung und Entwicklung im Bereich regenerativer Architektur bis hin zur Umsetzung einiger in dieser Richtung ambitionierter Projekte, die in meiner Arbeit näher beschrieben werden, sofern sie inhaltlich zum Thema beitragen.

Meinen Dank möchte ich all jenen ausdrücken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben, sei es durch Kritik oder Ermutigung.

---

<sup>5</sup> Bundesministerium für Verkehr, 2015

Ohne die zahlreichen inhaltlichen Diskussionen mit Dr. Karin Grasenick hätte ich wahrscheinlich nicht das Durchhaltevermögen aufgebracht, meine langjährige Expertise bzw. Forschungsaktivitäten in diesem Wissensgebiet niederzuschreiben. Meiner Freundin Susanne Gazor danke ich für die zahlreichen Inspirationen.

Durch die Praxis mit ORTLOS Space Engineering<sup>6</sup> und AiR, Architecture initiates Regeneration,<sup>7</sup> hatte ich die Möglichkeit das Umsetzungspotential der Forschungsansätze auszuloten.

Ich konnte durch das DissertantInnenseminar von Professor Anselm Wagner meine Kenntnisse bezüglich wissenschaftlichem Schreiben vertiefen und danach meine Texte im Sinne des Gesamtwerkes neu strukturieren.

Meinen beiden Gutachtern, Professor Hans Jörg Tschom und Professor Mark Blaschitz, möchte ich natürlich besonderen Dank aussprechen für ihre Bereitschaft, sich auf das breite Thema einzulassen und durch zahlreiche Diskussionen in die richtige Richtung zu lenken. Danke auch an Maria Nievoll für ihr akribisches Lektorat.

Besonderen Dank meiner Familie, die mir Freiraum zum Arbeiten gewährte.

---

<sup>6</sup> Redi/Redi 2005

<sup>7</sup> AiR, Architecture initiates Regeneration, GSarchitects|Andrea Redi, 2016, [www.air-creation.at](http://www.air-creation.at), 04.09.2019

## 0 Vorbetrachtung

Die Gesellschaft Europas befindet sich in einem extremen Transformationsprozess am Beginn des 21. Jahrhunderts, das von Ralph Fücks auch als „*das Jahrhundert der Städte*“<sup>8</sup> beschrieben wird. Durch den starken Zuzug in die Städte, ausgelöst durch das Abwandern aus den ländlichen Regionen aufgrund des wirtschaftlichen und kulturellen Drucks – die Suche nach Arbeit und nach einem geeigneten Lebensumfeld – sowie durch die globale Fluchtbewegung, sind wir dazu aufgefordert, für ein „*Miteinander des Verschiedenen*“<sup>9</sup> in den Städten Europas Strategien zu finden.

Laut Herbert Girardet, dem Mitbegründer und Programmdirektor des World Future Council mit Sitz in Hamburg, verbrauchen wir in den ersten acht Monaten eines Jahres jene Ressourcen, die der Planet Erde in demselben Jahr erzeugen kann. Die restlichen vier Monate werden Ressourcen genutzt, die über dieses „jährliche Einkommen“, wie er es nennt, hinausgehen – also die Reserven aufgebraucht. Wenn der Verbrauch der Ressourcen so uneingeschränkt fortschreitet, werden wir seinen Berechnungen nach im Jahre 2030 zwei Planeten benötigen, die uns mit biologischen Ressourcen versorgen.

In seinem Buch „*creating regenerative cities*“ schreibt er, dass die Städte ca. 3-4% der Erdoberfläche einnehmen und dabei 80% der Ressourcen verbrauchen.

Schaffen wir den Übergang zur CO<sub>2</sub>-neutralen und ressourcenschonenden Stadt und Produktionsweise nicht, werden wir, seiner Meinung nach, ökologische und ökonomische Krisen, Armut und Erosion erleben.<sup>10</sup> Laut Ralph Fücks geht es um eine

*„(...)epochale Transformation der Industriegesellschaft und der modernen Stadt als ihrem Zentrum. Das erfordert mehr als eine lineare, graduelle Optimierung des Status quo.“<sup>11</sup>*

---

<sup>8</sup> Fücks 2011, 8.

<sup>9</sup> Kulturbeirat der Stadt Graz: *Miteinander des Verschiedenen*, offener Denkraum für künstlerische und kulturelle Handlungsstrategien, Kulturdialog 2015, eine öffentlichen Kulturbeiratssitzung der Stadt Graz, Kunsthaus Graz, 2015

<sup>10</sup> Vgl. Girardet 2014, Kap.5.

<sup>11</sup> Fücks 2011, 9.

Die „Regeneration der Stadt“ durch das Implementieren regenerativer Wohnstrukturen herbeizuführen, erscheint uns jetzt vielleicht als eine Utopie.

In ihrem Aufsatz „Jenseits der Utopie“ schreibt Sabine Pollak, dass aktuelle Utopien fern von globalen Problemlösungsstrategien seien. Sie meint wortwörtlich:

*„Architektur kann die Welt nicht retten, sie kann Kriege nicht verhindern, verseuchte Landstriche nicht heilen und Ausbeutung nicht verringern.“<sup>12</sup>*

Im Vergleich zu den Utopien in den 1960er und 1970er Jahren geht es in aktuellen Utopien jedoch selten um „reinen Lustgewinn“. <sup>13</sup> Dabei kommen uns städtische Visionen in den Sinn, wie der „Dome over Manhattan“, die große Kuppel mit einem Durchmesser von zwei Kilometern, die Buckminster Fuller 1960 über Manhattan stülpen wollte, um Energie einzusparen, oder die Stadtvisionen von Ron Heron, Archigram, „Living City“, „Plug-in City“, „Instant City“ und die bekannteste und wichtigste unter ihnen, die „Walking City“ 1964, <sup>14</sup> eine sich bewegende Stadt für zwanzig- bis dreißigtausend Menschen.

Die Architektur bindet einen großen Teil der Ressourcen und trägt einen großen Teil zur Umweltverschmutzung und zur globalen Erwärmung bei. Höchste Zeit also, sie in die Verantwortung zu nehmen und ihr eine höchst notwendige Aufgabe zuzuschreiben: einen Beitrag für die Regeneration des Systems Stadt zu leisten und dadurch die globale Regeneration einzuleiten, umso mehr, als 2030 circa 60% der Weltbevölkerung oder 4,9 Milliarden Menschen in Städten leben werden, drei mal mehr, als 1900 die gesamte Weltbevölkerung ausmachte. <sup>15</sup>

Michael Sorkin hat im Rahmen seines Manifestes „Sidewalks of New York“ <sup>16</sup> den Bürgersteig als öffentlichen Raum definiert und 30 Regeln für dessen Nutzung

---

<sup>12</sup> Pollak 2014, 6.

<sup>13</sup> Ebda., 6.

<sup>14</sup> Vgl. Banham 1994

<sup>15</sup> Vgl. Girardet 2014, Kap.5.

<sup>16</sup> Sorkin 2011

veröffentlicht. In diesem Manifest fordert er, dass die Straßen und die Gehsteige von New York den Einwohnern gehören, öffentlich zugänglich und von jedermann frei nutzbar sein sollen. Ein „Block Committee“ soll diese verwalten. Wenn 75% dessen Mitglieder „ihre“ Straße in eine Fußgängerzone verwandeln wollen, so soll dies möglich sein.

Er fordert überhaupt, dass 50% der Straßen in New York zu Fußgängerzonen werden sollen. Im Folgenden wird Punkt 22 zitiert:

*„Permitted uses shall include sitting, the playing of games and miscellaneous other recreational activities, gardening and agricultural activities, the storage of bicycles, the capture of rainwater, the care of children, the management of waste, the planting of trees, public toilets, and the sale of books, journals, newspaper, and snacks.“<sup>17</sup>*

Er fordert also, dass alle sozialen Aktivitäten wie Sitzen, Spielen und andere erholsame Tätigkeiten mitten in der Stadt möglich sein sollen. Außerdem sollen der Anbau von Pflanzen und Gartenarbeiten in den Straßen von New York und Amsterdam erlaubt sein. Eine seiner visuellen Visionen für diese „Sidewalks“ sieht man in der Abbildung eins.

Sein Ausblick in eine Zukunft der Stadt verdeutlicht viele Aspekte, die in der vorliegenden Arbeit besprochen werden.



Abb. 1/ 2: Michael Sorkin: Sidewalks Manifesto, Sidewalks of New York, Harlem/Amsterdam Avenue, 2011

---

<sup>17</sup> Ebda., 22.

## 0.1 „Ecopolis“, eine ökologische wie erholsame Stadt

Herbert Girardet benennt eine sich „*neu zu erfindende*“ Stadt als eine „*regenerative Stadt*“. Eine „im Kreislauf stehende Ecopolis“ bezeichnet er als Modell, das über die Idee der post-fossilen Stadt bzw. der Zero Carbon City hinausgeht. Unter dem Konzept der „Ecopolis“ versteht sich eine „ökologische, ökonomische sowie erholsame Stadt“.

Girardet geht es nicht um die bloße „Begrünung der Stadt“ oder den „Schutz der Natur vor der physischen Ausbreitung der Stadt“, sondern vielmehr um die Entwicklung regenerativer urbaner Systeme für:

*Produktion,  
Konsumation,  
Transport und  
Konstruktion.*<sup>18</sup>

Dies erfordert die Integration „regenerativer Wohnsysteme“ in ihre lokale Umgebung. Eine neue Betonung auf regionaler Ernährung muss mit lokaler, erneuerbarer, moderner Energieversorgung einhergehen.

*„Erneuerbare Energietechnologien erlauben uns, die Energiegewinnung wieder zurück in die städtischen Regionen zu bringen, anstatt entlegene Ölfelder und Kohlebergwerke dafür zu nutzen.“*<sup>19</sup>

Einige kleinere Städte in Europa haben bei der Energiegewinnung bereits substanzielle Unterstützung durch Windkraft, Biogas und Sonnenenergie, die dezentral und lokal genutzt bzw. gewonnen werden. Sowohl in Europa als auch in den Vereinigten Staaten sind vermehrt Bauernmärkte bzw. auch von der Community betriebener Ackerbau gefragt.

---

<sup>18</sup> Vgl. Girardet 2015, 2.

<sup>19</sup> Redi, Andrea 2018, 1.

StadtbewohnerInnen können Biobauern/Biobäuerinnen einen fixen Beitrag zahlen und erhalten dafür einmal in der Woche eine Kiste Gemüse mitten in der Stadt. Die Bauern sind so nicht dem Wettbewerb ausgesetzt. Der/die StadtbewohnerIn weiß, was er/sie isst und woher es kommt. Dies scheint ein Modell zu sein, bei dem alle GewinnerInnen sind.

Im Moment werden diese Entwicklungen hauptsächlich durch private Initiativen vorangetrieben. Unsere Herausforderung besteht darin, öffentliche Strategien zu entwickeln, die zur Regeneration dichter städtischer Gefüge beitragen, und durch das Begrünen der städtischen Ökonomie neue Geschäftsmodelle und Arbeitsplätze zu schaffen. Auf die ökologischen, ökonomischen und sozialen Herausforderungen unserer städtischen Systeme muss auf eine neue Art und Weise reagiert werden. Städte können nur existieren, wenn sie die Ressourcen der Natur in Anspruch nehmen.

Die „Ecopolis“ muss den natürlichen Systemen, von denen sie die Ressourcen nimmt, aktiv wieder etwas zurückgeben.

Um Projekte zu initiieren, die die Gesundheit des Waldes, der Erde und des Wassers und damit die Gesundheit der Wohnenden wiederherstellen, die durch das immer größer werdende Verlangen nach primären Ressourcen stark beeinträchtigt wurde, benötigt es Vorgangsweisen, die über die strikten städtebaulich politischen Parameter hinausgehen.

Um Rahmenbedingungen zu schaffen, die die richtigen Handlungen ermöglichen, braucht es beides: politische und geschäftliche Entscheidungen mit einem Spektrum, das von den transnationalen zu nationalen, regionalen und lokalen Levels geht.

*„Die Stadt im Sinne der „Urban Mining“ Theorie als „Bergwerk der Zukunft zu begreifen“ ist definitiv eine gute Möglichkeit, bereits investierte Ressourcen einer Wiederverwertung zuzuführen.*

*Das Grundprinzip des „Urban Minings“ besteht darin, die verbauten Rohstoffe nach Ende der Lebensdauer der Gebäude wiederzugewinnen. So sollen die Rohstoffe in den anthropogenen Lagern verstärkt genutzt werden, anstatt geogene Stofflager weiter zu plündern. Damit könnten unsere natürlichen Ressourcenlager geschont, der Schadstoffausstoß minimiert und Energie eingespart werden.“<sup>20</sup>*

---

<sup>20</sup> Redi, Andrea 2018, 3.

Der lineare Fluss von Ressourcen wie Wasser, Luft, Lebensmitteln und Energie vom „*Versorgungshinterland*“ durch die Siedlung und weiter zum „*Entsorgungshinterland*“ führt zu überfüllten Mülldeponien.

Das Wachsen der Städte weltweit ist ein oft kommuniziertes Phänomen: 75 % der gegenwärtig gewonnenen Ressourcen werden in Städten verbaut, die derzeit laut Herbert Girardet nur 3-4 % der Erdoberfläche einnehmen, und verbleiben dort meist über einen langen Zeitraum.<sup>21</sup>

Am Ende ihres Lebenszyklus fallen die Baumaterialien der Gebäude als Abfall bzw. als Bauschutt an. Das Wissen über die verbauten Materialien und deren Beschaffenheit und Zusammensetzung sowie deren Verbund mit anderen Stoffen in den riesigen „anthropogenen Lagern in der Stadt“ ist jedoch gegenwärtig gering. Im Gegenzug dazu nimmt der Bestand in den „geogenen Erzlagerstätten“ kontinuierlich ab.

Eine Strategie könnte also sein, funktionierende städtische Systeme zu schaffen, die die „anthropogenen Lager“ der Städte besser nutzen, geschlossene Kreisläufe herstellen und vor allem lebenswerte städtische Umgebungen generieren.

---

<sup>21</sup> Vgl. Hauzenberger 2014

# 1 Methode und Struktur

## 1.1 Methodischer Zugang

Die Arbeit untersucht Konzepte, Prototypen und realisierte Projekte innerhalb dreier Themenfelder, die in Kapitel vier, fünf und sechs behandelt werden und untereinander vernetzt sind:

- die interdisziplinäre Vorgangsweise, (Kapitel 4)
- die Anwendung des biologischen Paradigmas im Wohnbau, (Kapitel 5)
- die Aktivierung des Gebäudes, der urbanen Landschaft und der Wohnenden. (Kapitel 6)

Jedes der drei Themenfelder wird anhand von Referenzprojekten analysiert, um durch die Analyse praktischer Ergebnisse die Kernfaktoren zu identifizieren.

Zunächst wird das „Wohnen in dichten städtischen Umgebungen“ mit seinen Problemstellungen skizziert. Daraus werden Forschungsfragen und Hypothesen abgeleitet. In der Schlussfolgerung werden die drei Wissensfelder miteinander in Verbindung gebracht.

Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit sind das In-Beziehung-Setzen und Verknüpfen stadtstruktureller, ökologischer und biologischer Überlegungen zu einem „regenerativen“ Wohnbau, um neue Wohnmodelle für dichte städtische Umgebungen entwickeln zu können, die einerseits den komplexen Anforderungen des zeitgemäßen Wohnens entsprechen und andererseits einen Beitrag zur Regeneration des Systems Stadt leisten. Soziokulturellen Fragestellungen wird ebenso Aufmerksamkeit geschenkt, da es letztendlich darum gehen soll, für den/die BewohnerIn lebenswerte Umgebungen zu schaffen.

Ausgehend von den Parametern einer „regenerativen städtischen Entwicklung von Herbert Girardet“ und einer sorgfältigen Analyse der Ausgangslage werden Forschungsfragen und Hypothesen formuliert. Anhand konkreter Beispiele wird die Hypothese überprüft. Diese Beispiele entsprechen einzelnen, teilweise auch mehreren Parametern der regenerativen Stadtentwicklung. Sie sind Lösungen für eine konkrete Aufgabenstellung und verweisen in ihrer Umsetzung auf weitere Zusammenhänge. Sie sind damit gleichzeitig Ausgangspunkt für weitere Entwicklungsschritte.

Biologische Systeme werden mit den von Menschen gemachten Systemen verglichen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse auf den Wohnbau übertragen.

Darüber hinaus wird ein Katalog mit Designstrategien entwickelt, der Anleitung geben soll, welche Voraussetzungen, Herangehensweisen und Entwurfsstrategien bei der Schaffung regenerativer Wohnstrukturen entscheidend sein können.

## 1.2 Zu den einzelnen Kapiteln

Im gegenständlichen Kapitel werden Methode und Struktur der Arbeit erläutert und der Ablauf der Arbeit dargestellt. Das **Kapitel zwei**, „*Ausgangslage*“, beschäftigt sich mit dem „*Wohnen in dichten städtischen Umgebungen*“. Darin wird die Ausgangssituation analysiert und die Problemstellung, mit der sich die Arbeit auseinandersetzt, dargelegt. Schwerpunkte sind die „*dicke Luft in den Städten*“, das Phänomen der „*globalen Erwärmung*“, ausgelöst durch den steigenden CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft, der „*permanente Bevölkerungszuwachs*“ und der unaufhaltbare permanente Zuzug in die Städte samt den dadurch verursachten soziokulturellen Problemen, die einen starken Einfluss auf den Wohnbau haben. Umgekehrt geht mit der permanent zunehmenden Verstädterung die Problematik der „*Landflucht*“ einher, die zu Leerständen von Geschäften und Wohnräumen in Gemeinden mit abnehmender Bevölkerungsdichte führt.

Die Darlegung der Ausgangslage bietet die Grundlage für die Ableitung der „*Forschungsfelder*“ in **Kapitel 3** und der „*Forschungsfragen*“ unter 3.3. Die „*interdisziplinäre Vorgangsweise*“ als **viertes Kapitel** konzentriert sich auf das Innovationspotential disziplinübergreifender Projektentwicklungen im Bereich des Städtebaus und im Speziellen im Wohnbau. Anhand von Referenzprojekten und der Analyse derselben oder innovativer Teilbereiche, die für die Untersuchung von Interesse sind, wird das Entstehen interdisziplinär entwickelter, innovativer Wohnmodelle in Bezug auf die Regeneration des Systems Stadt erfasst bzw. ausgewertet.

Baugruppen-Projekte wie die Sargfabrik und das Wohnprojekt Wien von einszueins Architekten, bei denen die „*Intelligenz der Vielen*“ sichtbar wird, sind zwei Beispiele, die beschrieben und analysiert werden. Beide stehen für einen gemeinsamen Planungs-, und Entwicklungsprozess von ArchitektInnen, zukünftigen BewohnerInnen, InvestorInnen und KommunikationsexpertInnen. Beide Projekte zeigen, wie durch die interdisziplinäre

Vorgangsweise im Anschluss an den Bauprozess auch ein funktionierendes soziales Gefüge für das gemeinsame Wohnen geschaffen wird.

In **Kapitel fünf** geht es darum, die Natur und ihre Strategien als Vorbild zu nehmen und für die Entwicklung regenerativer Stadtteile biologische Prinzipien auf den Wohnbau zu übertragen. Gesetze aus der Natur und deren Potential zur Entwicklung innovativer Siedlungsstrukturen und Diversität im Wohnbau beizutragen soll untersucht werden und überlegt werden, welche davon in ihrer Anwendung zum Motor für die Reparatur der Städte werden können.

Es werden biologische Prinzipien und Strategien mit von Menschen gemachten Systemen verglichen. Damit werden die Grundlagen und notwendigen Rahmenbedingen für einen „regenerativen Wohnbau“ skizziert.

Das **sechste Kapitel** beschäftigt sich mit der Idee, sowohl Gebäude als auch die urbane Landschaft und die Wohnenden selbst als „aktive Teilnehmende“ eines urbanen Umfelds zu verstehen und deren jeweiliges Potential auszuloten, um zur Regeneration der Stadt beizutragen.

Das Thema „aktives urbanes Wohnen“ wird in Kapitel sechs behandelt und in drei Bereiche eingeteilt:

- die „*aktive urbane Landschaft*“
- das „*aktive Gebäude*“
- die „*aktiven Wohnenden*“

Die „**aktive urbane Landschaft**“ kann durch ihre umgebenden Gebäude und deren Oberflächen Feinstaub binden, Fotosynthese betreiben, die Umgebungsluft reinigen, mit Sauerstoff anreichern und kühlen. Die „aktive urbane Landschaft, wird auch als öffentlicher Raum verstanden, der durch seine kommunikationsförderliche Programmierung zur „*vibrierenden, agonistischen, öffentlichen Sphäre*“<sup>22</sup> wird, wo Demokratie am Leben erhalten und vertieft werden kann. Die soziale Nachhaltigkeit von Räumen ist eine wichtige Voraussetzung für eine funktionierende Gesellschaft.

---

<sup>22</sup> Vgl. Flachbart 2006, 590.

Urban Gardening, Vertical Greening, atmosphärische und sozial nachhaltige Räume, olfaktorisch im Sinne von „mit Sauerstoff angereichert“, akustisch (lärmdreuziert) und haptisch (mit ökologischen Materialien gebaut) sind die entsprechenden Begrifflichkeiten, die in diesem Zusammenhang definiert und untersucht werden.

In diesem Teilkapitel wird erörtert, wie sich eine Wohnstruktur in ihre städtische Umgebung einfügt, welche Beziehung sie zu ihren Nachbarn eingeht und wie sie für ihre städtische Umgebung attraktiv wird. Der öffentliche Raum und die Möglichkeiten für die Wohnenden sich in diesem einzufinden, Kontakt aufzunehmen, sich zu vernetzen und ein gutes Miteinander aufzubauen, wird thematisiert.

Das „**aktive Gebäude**“ kann durch seine architektonischen Elemente Feinstaub binden, Fotosynthese betreiben, die Umgebungsluft reinigen und mit Sauerstoff anreichern, Schall absorbieren, die Luft reinigen und befeuchten und damit das Mikroklima verbessern, solare Energie gewinnen und als Speichermasse dienen, um Hitzeinseln zu vermeiden.

Der „**aktive Wohnende**“ kann durch responsive, leicht veränderbare Wohnstrukturen seine Umgebung gut an seine sich rasch ändernde Bedürfnisse anpassen. Flexible Systeme und Raumkonfigurationen werden analysiert und auf ihre Anpassbarkeit untersucht.

Die Auseinandersetzung mit dem Thema erfolgt mittels Analyse verschiedener Prototypen und Werkzeuge. Die angewendeten Strategien werden untersucht und ihre mögliche Übertragung auf städtebaulich komplexere Projekte geprüft. Dabei wird herausgearbeitet, welche Strategien sinnvoll sind und durch ihre Anwendung zu regenerativen Stadtquartieren führen könnten.

In **Kapitel sieben** werden zuerst verschiedene Bewertungssysteme herangezogen, die das Ziel haben, positiv auf Nachhaltigkeit zu wirken. Parameter und Methoden sind dabei sehr unterschiedlich. Anhand konkreter Beispiele wird – wenn auch nur in Teillaspekten – deren Wirkungsweise und möglicher Beitrag zu einer Regeneration der Stadt verdeutlicht.

In diesem Kapitel wird auch das Potential des Einsatzes natürlicher, biologisch einwandfreier Baustoffe untersucht. Sowohl die unmittelbare „gesunde Wohnumgebung“ für die Wohnenden selbst als auch die Stadt als „Baustofflager“ im Sinne der „Urban Mining“ Strategie zu sehen, sind hier Thema. Ökologische Baustoffe sind nach wie vor teurer als die entsprechenden, derzeit standardgemäß genutzten Produkte. Welche

Strategien, vielleicht auch gesellschaftspolitischer Art, machen es möglich, ökologische Baustoffe wettbewerbsfähig zu machen? Wie können der Anteil an grauer Energie bzw. der ökologische Fußabdruck und notwendige Kosten für den Rückbau in den Verkaufspreis miteinbezogen werden?

Auf Basis der Analyse in **Kapitel sieben** werden in den Schlussfolgerungen in **Kapitel acht** alle Untersuchungen miteinander verbunden und Entwurfparameter für einen „regenerativen urbanen Wohnbau“ formuliert. Damit wird aufgezeigt, welche Vorgangsweisen für eine Regeneration der Städte durch innovativen Wohnbau notwendig sind. Grundlegende Modelle, Zertifizierungen und Kriterien, die analysiert wurden, werden in den Schlussfolgerungen zu Designstrategien zusammengefasst. Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft wird durch diese Designstrategien unterstützt. Die Natur ist effizient. Alles wird verwertet, wiederverwendet bzw. einer neuen Funktion zugeführt. Lebewesen gehen Symbiosen ein und passen sich an neue Lebensumgebungen an. Diese Prinzipien können auch als Grundlage für städtische Strukturen dienen.

## 2 Ausgangslage

### 2.1 Wohnen in dichten städtischen Umgebungen

Das Wohnen in dichten städtischen Umgebungen birgt den Vorteil eines großen Angebots unterschiedlicher Erwerbstätigkeiten, guter Infrastruktur, umfassender Bildungseinrichtungen und kultureller Veranstaltungen oder Initiativen.

Die Dichte an BewohnerInnen, Gebäude und Verkehr bedeutet allerdings eine starke Belastung der Luft durch verschiedene toxische Substanzen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Wohnung. Feinstaub z.B. stellt eine medizinisch erwiesene ernsthafte Bedrohung für die Gesundheit dar. Der zu hohe CO<sub>2</sub>-Anteil in der Luft führt zur globalen Erwärmung. Der Klimawandel führt zu einer Zunahme sommerlicher Hitzeperioden. Der Kühlenergiebedarf vieler europäischer Städte übersteigt mittlerweile den Wärmeenergiebedarf. Mangels Speichermasse führen, mit außenliegendem Vollwärmeschutz, gedämmte Gebäude zu einer Erwärmung des Straßenraums.

*„Die Energie aus dem Gesamtsystem Atmosphäre-urbane Oberflächen-Innenräume wird nicht umgewandelt (z.B. durch Pflanzentranspiration oder Solarthermie). Eine zu hohe Lärmbelastung beeinträchtigt nachweislich die Gesundheit.“<sup>23</sup>*

Immer mehr Menschen leben auf unserer Erde und immer mehr davon wohnen in Städten. In den letzten 200 Jahren ist ein starkes hyperexponentielles Wachstum der Weltbevölkerung, geradezu eine Bevölkerungsexplosion, zu beobachten. Ende März 2016 umfasste die Weltbevölkerung 7,38 Milliarden Menschen. Jede Sekunde werden es ein bis zwei Menschen weltweit mehr. Aufgrund der besseren medizinischen Versorgung und besserer Lebensbedingungen wächst die Weltbevölkerung weiter. Außerdem nimmt der Anteil älterer Menschen zu.

In nur 13 Jahren, von 1998 bis 2011, nahm die Weltbevölkerung um eine Milliarde zu, während solch eine Zunahme von 1804 bis 1927 noch 123 Jahre dauerte! Der

---

<sup>23</sup> Redi, Andrea 2018, 1.

exponentielle Bevölkerungszuwachs lässt uns 2025 bereits eine weitere Milliarde erwarten.

Das zweite Phänomen und die Grundlage der vorliegenden Arbeit ist das stetige Wachsen der Städte in Europa, aber auch weltweit. Der Großteil der Menschen will in dichten städtischen Umgebungen wohnen. Motivation dafür sind Arbeit, Emanzipation, Infrastruktur, ein interessantes kulturelles Umfeld und damit Lebensqualität. Vor allem Frauen verlassen die ländliche Umgebung, da sie dort keine fördernde Umgebung vorfinden. Die Problematik der Abwanderung hat sich vor allem in kleinen Gemeinden des ländlichen Raumes verstärkt. Der starke Zuzug in die Städte hinterlässt natürlich anderorts Leerstände. Vor allem die Jugend verlässt die ursprünglichen Lebensräume und zieht in die Stadt, um mehr Chancen auf Arbeit bzw. ein gleichberechtigtes Leben zu haben.

## 2.2 Das 21. Jahrhundert – das Jahrhundert der Städte

*„Can the city save the world? Is the world not killing the city?“*

ERIC CORIJN, Graz, April 2016

In seinem Vortrag an der Technischen Universität Graz im Rahmen von META, einer Dialogveranstaltung des Europaweiten Netzwerks IN SITU,<sup>24</sup> fragte der mittlerweile emeritierte Professor für soziale und kulturelle Geographie Dr. Eric Corijn, Kulturphilosoph und Sozialwissenschaftler an der Freien Universität Brüssel, ob *„die Stadt die Welt retten kann“*. Als eine der wichtigsten globalen Agenden bezeichnet er in seiner Vorlesung unsere Beziehung zur Natur.

*„Die ökologischen Herausforderungen sind unser Umgang mit den Ressourcen, Ernährung, Wasser, Luft, Biodiversität und die Bodennutzung.“<sup>25</sup>*

---

<sup>24</sup> Vgl. Corijn 2016, 1.

<sup>25</sup> Redi, Andrea 2018, 1.

## 2.2.1 Urbanisierung, ausgelöst durch Globalisierung

*„...it will constitute a watershed in human history, comparable to the Neolithic or Industrial revolutions. For the first time the urban population of the earth will outnumber the rural.“*

MIKE DAVIS (2008) in Planet of Slums

Dr. Corijn zeigt anschaulich, wie schnell die Urbanisierung, ausgelöst durch die Globalisierung, tatsächlich voranschreitet. Laut seiner Zusammenfassung werden im Jahre 2025 75% der Weltbevölkerung, das sind circa fünf Milliarden Menschen, in Städten leben.

*1900: 10% in Städten (220 Millionen)*

*1970: 37% in Städten*

*2000: 50% in Städten*

*2025: 75% in Städten (5 Milliarden)<sup>26</sup>*

Der gleichzeitig voranschreitende Suburbanisierungsprozess ist durch die Flucht der BewohnerInnen vor der Zumutung durch die Stadt zu erklären. Die Nähe der Stadt wird gesucht, dennoch ist der Wunsch nach dem Haus mit eigenem Garten nach wie vor groß – vor allem für Familien mit Kindern.

---

<sup>26</sup> Ebda.

## 2.2.2 Die Reprogrammierung der Zentren

Derzeit finde eine „Reprogrammierung der zentralen Bereiche der Stadt“ statt, schreibt Hartmut Häußermann in seinem Artikel *„Ökonomie der neuen Urbanität“* von der *„Gleichzeitigkeit von traditioneller und neuer Zentralität.“*<sup>27</sup>

Das Weiterbestehen der traditionellen Bedeutung der Stadtzentren erklärt er durch die

*„Trägheit der Strukturen, gestützt durch die großen Investitionen, die in den Innenstädten in Form von Kulturgütern und im Laufe des 20. Jahrhunderts als Erneuerung vorgenommen wurden.“*<sup>28</sup>

Er erläutert, dass durch Denkmal- oder Altstadtschutz große Bereiche vor allem zentraler Gebiete einem Wandel entzogen und konserviert werden.

Das Grazer Altstadterhaltungsgesetz – das GAEG 2008 – hat zum Beispiel die Aufgabe, einen Großteil der Gebäude in den fünf Schutzzonen der Stadt Graz zu erhalten bzw. nur bauliche Änderungen zuzulassen, die sich in das historische Erscheinungsbild des Gebäudes selbst oder des umgebenden Ensembles einfügen.

Die Stadt Graz weist aber auch einige herausragende Beispiele zeitgenössischer Architektur auf. Sie ist sogar dafür bekannt, dass, obwohl ihre Altstadt als ein Teil des Weltkulturerbes definiert ist, die gewachsenen Strukturen nicht historisierend verteidigt werden, sondern durchaus eine Weiterentwicklung im Sinne von zeitgenössischer Architektur zugelassen und hohe baukünstlerische Qualität bei Neubauten innerhalb der Altstadtzone eingefordert wird.

Die „neue Zentralität“ erhält laut Häußermann eine Attraktivität, die auf „neuen ökonomischen und kulturellen Entwicklungen“ beruht. Er spricht von der Stadt, die zum Erlebnisort wird, die die *„Organisation strategischer Kompetenzen in der Ökonomie, das*

---

<sup>27</sup> Vgl. Häußermann 2002, 21f.

<sup>28</sup> Ebda.

*Zusammenspiel von neuen Dienstleistungen und Produktionskomplexen sowie neue Zeitstrukturen“ und somit neue Lebensstile ermöglicht.“<sup>29</sup>*

*„Der Gegensatz zwischen Stadt und Land löst sich mehr und mehr auf. Neue Formen von Städten, neue urbane Landschaften, neue globale und lokale räumliche Netzwerke entstehen“.<sup>30</sup>*

In Multiple City<sup>31</sup> wird voraussagend vom 21. Jahrhundert als vom *„Jahrhundert der Städte“* gesprochen. Im Jahre 2050 sollen etwa 10 Milliarden Menschen und davon ca. 80% in Städten leben.

*„1900: 11 Städte mit einer Mio. EW*

*1960: 166 Städte mit einer Mio. EW, 19 mit mehr als 5 Mio.*

*2015: 545 Städte mit einer Mio. EW, 14 mit mehr als 20 Mio.*

*2030: 750 Städte mit einer Mio. EW, 750 mit mehr als einer Mio., 150 Mio. davon in China“<sup>32</sup>*

Die stets weiter wuchernden Megastädte weisen Probleme wie soziale Segregation, Slums, Hygienemängel, Unsicherheit und Umweltzerstörung auf. Wenn die Städte ungebremst wie bisher und ohne gezielte Strategien weiterwachsen und verdichtet werden, steuern wir auf chaotische Zustände zu.<sup>33</sup>

Jedenfalls ist eines sicher richtig: Die Städte spielen eine zentrale Rolle im Kampf gegen den Klimawandel, denn 75% des weltweiten Energieverbrauchs wird durch sie verantwortet, sowie der Großteil, nämlich ca. 85%, aller Treibhausgasemissionen.

---

<sup>29</sup> Vgl. Ebda., 22.

<sup>30</sup> Wolfrum/Nerdinger/Schaubeck 2008, 1.

<sup>31</sup> Vgl. Wolfrum/Nerdinger/Schaubeck 2008

<sup>32</sup> Corinje 2016

<sup>33</sup> Vgl. Häußermann 2002, 22.

### 2.2.3 „Dicke Luft“ in fast allen Städten

Einerseits haben wir nun das Wissen und die notwendigen technischen Voraussetzungen, andererseits den dringenden Handlungsbedarf. Die Gletscher sind bereits dramatisch zurückgegangen. Die Umweltkatastrophen häufen sich von Jahr zu Jahr. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre steigt jährlich, laut einer Studie von Dr. Robert Revell, der dazu ab 1958 bereits Messungen durchführte<sup>34</sup> durch die „Verdickung der Atmosphäre“ und durch die „Globale Erwärmung“.

An der 15. Passivhaustagung im Mai 2011 in Innsbruck wurde festgestellt, dass es eine große Herausforderung darstellt, das Ziel zu erreichen die Klimaerwärmung unter zwei Grad zu halten.<sup>35</sup>

*„Nach Prognosen des UNO- Klimarats IPCC bedeutet das eine fünfzig prozentige Wahrscheinlichkeit, dass die globale Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2100 um mehr als vier Grad steigt. „Das Ergebnis wäre verheerend“, warnte der britische Ökonom Nicholas Stern. „Eine solche Erwärmung würde die Leben Hunderter Millionen Menschen in aller Welt bedrohen, zu Massenmigration und Konflikten führen.“<sup>36</sup>*

Durch die globale Erwärmung steigen die Temperaturen kontinuierlich. Das ist nun auch für einen Laien nachvollziehbar, da wir das in unserer unmittelbaren Umgebung am eigenen Leib spüren. Gut für die Baubranche! Wir können nun bis weit über Weihnachten auf den Baustellen weiterarbeiten! Kein Nachteil ohne Vorteil...

Auch die steigende Versiegelung und Flächeninanspruchnahme verstärkt die Folgen des Klimawandels für das Stadtklima. Gleichzeitig steigt der Individualverkehr weiter, vor allem aus den sogenannten „Speckgürteln“ mit sogenannter „hoher“ Lebensqualität. Viele halten immer noch das Einfamilienhaus für „DIE“ geeignete Art zu leben. Vor allem Familien wählen das Haus am Stadtrand oder sogar in den umliegenden Gemeinden als

---

<sup>34</sup> Vgl. Al Gore 2006

<sup>35</sup> Vgl. 15. Internationale Passivhaustagung, 2011, 2.

<sup>36</sup> Ebda.

Lebensort und nehmen permanentes Pendeln in Kauf. Insgesamt führen diese Entwicklungen zu einem Verlust von Lebensqualität, aber auch Standortattraktivität von Städten und fördern wiederum die Absiedelung in die Peripherie, den erhöhten Individualverkehr etc.

Durch Hausbrand, Individualverkehr und Baustellen ist die Luft in innerstädtischen Lagen mit Feinstaub, CO<sub>2</sub> und andere toxische Substanzen stark verschmutzt.

Eine weitere Problemstellung ist, dass in innerstädtischen Bereichen eine große Dichte an Bauwerken herrscht, der Versiegelungsgrad sehr hoch ist und dadurch weniger Fläche für Grünbereiche bleibt. Zusammen mit der zunehmenden Außendämmung durch Vollwärmeschutz und dem durch die dichte Verbauung reduzierten Kühleffekt langwelliger nächtlicher Strahlungsemissionen ergeben sich daraus städtische Wärmezonen, die nicht mehr durch herkömmliches Management von Speichermassen und Verschattungsmaßnahmen beherrschbar sind und eine aktive, energieintensive Kühlung erfordern. Dadurch ist die Temperatur in diesen Bereichen gerade im Sommer höher als in den umgebenden gründergesetzten Zonen. Die hohe Feinstaubbelastung bzw. Schadstoffanreicherung der Luft kann zu gesundheitlichen Problemen bei den StadtbewohnerInnen führen. Vor allem der Kreislauf und der respiratorische Apparat sind davon betroffen. In Graz ist darüber hinaus durch die Inversionswetterlage im Winter, ausgelöst durch die Beckenlage, eine erhöhte Belastung durch Feinstaub zu verzeichnen. Die Definition von Feinstaub ist durchaus unterschiedlich. In der Regel versteht man darunter Aerosole mit einem Partikeldurchmesser zwischen 10 und 20 µm.

*„Die als Feinstaub (PM<sub>10</sub>) bezeichnete Staubfraktion enthält 50% der Teilchen mit einem Durchmesser von 10 µm, einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen. Partikel mit einer Größe <10 µm können über den Kehlkopf hinaus bis tief in die Lunge gelangen. Während Partikel <10 µm grundsätzlich in der Lage sind in den Brustkorb zu gelangen (thorakale Fraktion), hat sich gezeigt, dass Partikel mit einem Durchmesser kleiner 2,5 µm sogar bis in die Lungenbläschen vordringen. Diese alveolengängige Teilchenfraktion stellt eine besondere Gesundheitsgefährdung dar. Sie sind maximal so groß wie Zellen und können daher mit freiem Auge nicht gesehen werden. Der gut sichtbare Staub, der bei Punktemitteln wie Baustellen oder durch Streusplitt entsteht, besteht zum Großteil aus Grobstaub.“<sup>37</sup>*

---

<sup>37</sup> Umweltbundesamt 2018, 1.

Die Hauptemittenten in Graz sind in den Monaten der Überschreitungen, von November bis einschließlich März, der motorisierte Verkehr (39%), der Hausbrand (39%) sowie die Industrie und das Gewerbe (22%).<sup>38</sup> Der Verkehr ist ganzjährig ein Problem, während der Hausbrand 90% der jährlichen Emissionen in den Wintermonaten verursacht.

Verursachergruppe	Datenersteller	Summe - SO2 (t)	Summe - NOx (t)	Summe - CO (t)	Summe - CO2 (1000t)	Summe - PM10 (t)
Verkehr	Berechnung: FVT	27,6	1426,7	2076	296,5	154,2
Industrie und Gewerbe	Befragung: FVT					
	Berechnung: ADIP	155,19	725,34	3.713,07	508,62	85,72
Hausbrand	Berechnung: ADIP	357,48	370,46	4.640,38	523	72,05
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>540,27</b>	<b>2.522,5</b>	<b>10.429,45</b>	<b>1.328,12</b>	<b>311,97</b>

Abb.3: Gesamtemissionen Graz 2001: Verkehr 2003; Industrie/Gewerbe und Hausbrand 2001<sup>39</sup>

Der Druck in Richtung Nachhaltigkeit und CO<sub>2</sub>-Reduktion wird wegen der globalen Erwärmung und der zur Neige gehenden Ressourcen wie in allen Bereichen auch in der Architektur immer stärker. Nach der Agrarrevolution, der industriellen Revolution und der digitalen Revolution erleben wir jetzt die überaus notwendige vierte, „biologische Revolution“ und eine Energiewende. Im Vergleich zu 1990 stieg der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um ca. 60%! Des Weiteren sollten wir nicht vergessen, dass, verglichen mit dem in westlichen Ländern, in vielen Ländern der Dritten Welt der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kopf in Tonnen und pro Jahr sehr gering ist. Was ist zu erwarten, wenn, wovon auszugehen und was zu hoffen ist, der Lebensstandard der EinwohnerInnen in den dritte Welt Ländern mehr und mehr steigt? Derzeit leben die Menschen in Rwanda fast ausschließlich von Landwirtschaft. Individualverkehr gibt es dort, mit Ausnahme der größeren Städte wie z.B. der Hauptstadt Kigali, kaum. Der Anspruch an Wohnfläche pro Person ist sehr gering, die Menschen haben größtenteils weder fließendes Wasser noch Strom in ihren Häusern. Burundi z.B. lag 2010 bei 0,04 Tonnen Kohlendioxid pro Person und Jahr und in Rwanda lag der Wert bei 0,06 in Lesotho sogar bei 0,01, während in Österreich der Wert im Jahre 2010 bei 7,35 Tonnen pro Person und Jahr lag, in den Vereinigten Staaten bei 16,35 und in Katar sogar bei 40,37.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Heiden u.a. 2008, 29.

<sup>40</sup> Vgl. UN Statistics Devision, 2016

## 2.2.4 Gebäude und Energieaspekt

Ein weiterer Aspekt, der von Bedeutung ist, ist der Anteil des Wohnbaus bzw. der Gebäude am Gesamtenergieverbrauch. Dieser beträgt für Wohnen bzw. Gebäude ca. 42%. Daraus ergibt sich für den Bereich Bauen, Wohnen und Gebäudewirtschaft ein volkswirtschaftlich hohes Energieeinsparpotential.

Seit den 90er Jahren gewinnt der Bereich Energieeffizienz mehr und mehr an Bedeutung, was sich als funktionaler Schwerpunkt auch in der Architektur abbildet, formal ausdrückt und sich oft in einer Überbewertung der Technik manifestiert. Unsere eigentliche Problematik aber ist weniger der hohe Energieverbrauch, als vielmehr der ständig steigende CO<sub>2</sub>-Wert und, dadurch angetrieben, die ständig steigende globale Erwärmung.

Mit dem permanenten Druck der Ökonomie, der oftmals auf einem Bauprozess lastet, steht die funktional-technische Lösung im Vordergrund, wodurch sogenannte Passivhäuser oder Sonnenhäuser hinsichtlich baukünstlerischer Qualität oft Defizite aufweisen. Alles Mehr an Architektur wird unter dem Vorwand der Energieeffizienz oder Ökonomie wegrationalisiert. Das Gebäude wird zu 100% nach der Sonne ausgerichtet, der Norden wird weitgehend als geschlossene Fassade ausgebildet.

Ausgangspunkt ist die Überbewertung des Parameters Energie, der Umgang mit den Parametern wie Verlustminimierung *versus* Gewinnmaximierung, mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung *versus* natürliche Ventilation, Low Tech *versus* High Tech. Ein optimales Verhältnis zwischen Oberflächen und Volumen scheint Auskragungen oder spannende architektonische Elemente von vornherein auszuschließen.

Des Weiteren scheint es der Passivhausbewegung als richtige Strategie, Gebäude mit bis zu 30cm starken Vollwärmeschutz auszustatten. Ich möchte da einen Vergleich mit Wohnhäusern aus der Gründerzeit anstellen. Durch die Verwendung von massivem Stein und Ziegeln ist es zum einen gelungen, diese historischen Gebäude über einen solch langen Zeitraum zu erhalten, andererseits hat sich das Gebäude in Bezug auf graue Energie bereits in den regenerativen Bereich gebracht. Die Palastbauordnung, die eine sehr gut funktionierende Grundrisstypologie darstellt und in Kapitel sechs auch als eines der Beispiele in dieser Arbeit analysiert wird, lässt auch heute noch eine vielfältige Nutzung dieser Altbauten zu. Der wichtigste Aspekt ist aber die baukünstlerische Schönheit des Materials, die Haptik, die Ungleichmäßigkeiten, die auch nach Jahren

durch Patina nur noch schöner erscheinen.

Klimatisch gesehen ist auch die rein massive Bauweise ohne außenliegenden Vollwärmeschutz zu bevorzugen, vor allem in dichten städtischen Siedlungsbereichen, da im Sommer die Sonnenenergie durch die Ziegel- und Steinmauern absorbiert und gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgegeben werden kann.

Eine große Herausforderung, die durch den Vollwärmeschutz entsteht, sind die Haltbarkeit der Fassaden und die verwendeten Materialien. Hier ist nicht nur von einer Einschränkung des Erscheinungsbildes durch Spuren von Verwitterung, sondern insbesondere auch von der Problematik des Schimmel- und Algenbefalls auszugehen, vor allem im Sommer durch Kondensat im oberen Bereich der Außenwände mit Vollwärmeschutz. Da die Wände sich nicht mehr aufheizen können und vor allem am Morgen komplett kalt sind, fällt die mit Feuchtigkeit angereicherte Luft aus und hinterlässt Wassertröpfchen, an die sich Algen anlegen können.

Die Gebäude mit Vollwärmeschutz altern also nicht „mit Anstand“ und bilanzieren in ihrem gesamten Lebenszyklus nicht positiv.

### 2.2.5 Ökonomie *versus* Baukunst

Hochwertige zeitgenössische Architektur ist ein wichtiges Merkmal der städtischen Umgebung und wird zum Kulturerbe von morgen. Sie ist von hoher Bedeutung für den sozialen Zusammenhalt, trägt bei zur Schaffung von Arbeitsplätzen, fördert den Kulturtourismus und die regionale sowie wirtschaftliche Entwicklung einer Stadt. Durch spezielle Fördermodelle könnten baukünstlerische Qualität, eine regenerative Siedlungspolitik und Diversität in der Stadtteilstruktur eingefordert werden. Das erfordert eine klare politische Zielsetzung.

Eine neue Wohnbauförderung könnte innovative Wohnmodelle ermöglichen, die echte Freude am Wohnen bringen. Wie sehr die Wohnbauförderung und politische Rahmenbedingungen auf den Wohnbau Einfluss nehmen können, zeigt sich in Wien. Dort wurden sukzessive strukturelle und finanzielle Rahmenbedingungen für Wohngruppen geschaffen, die durch diese Voraussetzungen seit den 60er Jahren bereits einige herausragende Wohnmodelle hervorgebracht haben.

## 2.3 Tendenzen und „Haltbarkeit“ im Wohnbau:

### 2.3.1 Die Bedürfnisse der Bewohnerin, des Bewohners:

Der Wohnbau steht jetzt, am Beginn des 21. Jahrhunderts, vor großen Herausforderungen.

Die gesellschaftsstrukturellen Veränderungen, ausgelöst durch die Globalisierung und starke Urbanisierung, führen vom nationalen zum multikulturellen Staat. Der ländliche Raum funktioniert nicht wie die städtische Umgebung. Die Stadt ist von „Superdiversität“ geprägt, wie Eric Corijn postuliert. Europa wird laut Corijn mehr und mehr zum „Metropolitan Network“.

*„Die Sprache ist nicht automatisch Kultur. Die Kultur ist nicht automatisch Lebensstil. Die Gesellschaft ist nicht gleich Community.“* <sup>41</sup>

Es geht um die Schaffung einer interkulturellen Stadt und den Wohnraum für eine multikulturelle Gesellschaft.

Bei dem internationalem Wohnbausymposium „wohnbau ...haltbar bis, housing ...best before“, <sup>42</sup> veranstaltet im Jahre 1999 am Wohnbauinstitut der Technischen Universität Graz, wurde der Frage nachgegangen, was die neuen Anforderungen an einen zeitgemäßen Wohnbau sind.

Ebenfalls diskutiert wurde, wie die ideale Wohnung für den Menschen aussieht, nach welchen architektonischen Bildern die Gesellschaft verlangt und vor allem auch, welche Anforderungen die zeitgenössischen Bewohner und Bewohnerinnen an den Wohnbau stellen. Die Frage nach der Haltbarkeit des Wohnbaus bedingt auch die Frage nach der Haltbarkeit sozialwissenschaftlicher Paradigmen.

---

<sup>41</sup> Corijn 2016

<sup>42</sup> Tschom u.a. 1999

Das Programm des Symposiums hatte zum Ziel, mittels Diskussionen, Workshops, Exkursionen, einem internationalen Wettbewerb und dessen Realisierung der Behausungsfrage auf vielen Ebenen auf den Grund zu gehen.

Laut Elisabeth Katschnig-Fasch, Ehemalige Professorin am Institut für Europäische Ethnologie und Volkskunde an der Karl-Franzens-Universität in Graz und einer der Vortragenden, haben sich die Bedürfnisse des „Benutzers“ bzw. haben sich der Bewohner und die Bewohnerin selbst durch die enorme Geschwindigkeit und die weltweite Vernetzung stark verändert.

*„Ein neuer Menschenschlag ist angesagt: flexibel, mobil, elastisch.“*<sup>43</sup>

In *„Wohnen im spätmodernen Begehren“*, so der Titel ihres Vortrages, beschreibt sie die Auswirkungen der kulturellen und sozialen Veränderungen der Gegenwart auf den Wohnstil, wobei sie dies einerseits aus der wissenschaftlich Perspektive und andererseits von der subjektiven Position des Bewohners aus betrachtet.

Sie spricht von einer *„schnelleren kulturellen Gangart“*<sup>44</sup> und der freien Entscheidung, den alten Bindungen und Prägungen zu entkommen. Laut Katschnig-Fasch werden soziale Milieus und Klassen durch die verschiedenen *„kulturellen Fließgeschwindigkeiten“* aufgelöst.

Sie unterscheidet zwischen jenen, die diese nomadenhafte Lebensweise ganz bewusst für sich einsetzen und positiv nutzen und damit auch erfolgreich sind, wie Geschäftstreibende, TouristInnen und KünstlerInnen, Intellektuelle und jene, die durch Lebensumstände gefordert werden ein derartiges Leben zu führen, wie Flüchtlinge und MigrantInnen.<sup>45</sup>

---

<sup>43</sup> Katschnig-Fasch 1999, 29.

<sup>44</sup> Ebda., 29.

<sup>45</sup> Vgl. Ebda., 28–31.

Auch jetzt, 17 Jahre nach unserem Wohnbausymposium, äußerst aktuell im Zuge der globalen Fluchtbewegung, die Europa 2015 mit einer großen Anzahl von Flüchtlingen konfrontierte, befinden wir uns in einer Phase gesellschaftlichen Umbruchs, der neue Konzepte und Handlungsstrategien auch auf wohnpolitischer Ebene erforderlich macht. Geeignete Räume zu schaffen für das „*Miteinander des Verschiedenen*“<sup>46</sup> ist längst eine globale Fragestellung in den Städten.

Durch die ständige Verbindung mit anderen Orten, Räumen und Menschen ist für die einen die Welt offen und sie erzeugen Globalisierung. Diese laut Katschnig Fasch „*neuen Nomaden*“ setzen die Flexibilität als ihr wichtigstes Kapital ein.

Für die anderen jedoch, die „*Zuspätgekommenen*“, wie sie diese nennt, und die Menschen aus einer anderen Kultur wie Migranten und MigrantInnen, politische oder Wirtschaftsflüchtlinge, stellt sich die Lage ungleich schwieriger dar. Hauptsächlich in temporären Wohnsituationen untergebracht, konfrontiert mit fremden Kulturen, Religionen und Sprachen, stellen sich hohe Anforderungen an sie.<sup>47</sup>

Die Nutzungsneutralität von Räumen ist eine Möglichkeit, flexibel auf die unterschiedlichen Anforderungen der Bewohner und Bewohnerinnen einzugehen. Die Möglichkeit der Veränderung, des Wachsens, des unterschiedlichen Aktivierens und Kombinierens von Raumabschnitten oder des vielschichtigen Nutzens einer Wohnung bzw. eines Arbeitsbereiches macht Diversität im Wohnbau möglich. Vor allem die unmittelbare Nähe von Wohnen und Arbeiten kann einige Probleme wie die Notwendigkeit, den Individualverkehr zu reduzieren gerade in innerstädtischen Bereichen von Großstädten lösen.

Die lange gewohnte Einteilung in öffentlichen, halböffentlichen und privaten Bereich ist angesichts des Einbruchs der Öffentlichkeit in die Privatheit durch die permanente Nutzung der neuen Medien längst obsolet. Wohnen und Arbeiten überlagert sich längst, man ist ständig erreichbar und permanent online.

---

<sup>46</sup> Kulturbeirat der Stadt Graz: *Miteinander des Verschiedenen*, offener Denkraum für künstlerische und kulturelle Handlungsstrategien, Kulturdialog 2015, eine öffentlichen Kulturbeiratssitzung der Stadt Graz, Kunsthaus Graz, 2015

<sup>47</sup> Vgl. Katschnig-Fasch 1999, 30.

*„Der andere postmoderne Bewohner – eigentlich ein Halbnomade, taucht seit den 80ern in allen Städten auf. Ästhetisch ambitioniert und auffallend begierig auf alte, in der Moderne vergessene Wohngebiete, weil er eben hier noch ein Leben zu spüren glaubt und Authentizität zu erleben hofft.“<sup>48</sup>*

Räume, vormals oft negativ wahrgenommen, wurden von diesen meist aus dem kreativen Bereich stammenden „neuen Nomaden“<sup>49</sup> plötzlich entdeckt, adaptiert und verwandelt. Die dadurch einsetzende Gentrifikation führte dann oft zur Aufwertung der Gebiete, die früher als weniger wertvoll empfunden wurden. Die Kreativen, durch die Aufwertung der Liegenschaften verdrängt, werden dann gezwungen, sich neue Stadtteile zu erobern, da sie sich die Mieten dort nicht mehr leisten können.

Die Gewohnheiten der postmodernen Wohnenden entsprechen schon lange nicht mehr den Wohngewohnheiten der alteingesessenen Bewohner und Bewohnerinnen.<sup>50</sup>

### 2.3.2 Wohnformen

Die Großstadt wird durch die Koexistenz von Verschiedenheit bestimmt.

Seit dem 18. Jahrhundert reduziert sich die Vielfalt an Wohnformen immer mehr auf die Konstellation der Kleinfamilie. Seit dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts jedoch entstanden verstärkt neue Wohnformen.<sup>51</sup>

Der Bedarf an Kleinwohnungen steigt rasant. Der Immobilienmarkt reagiert gerne auf diesen Trend. Mehrere Kleinstwohnungen zu verkaufen ist einfach lukrativer als weniger große Wohnungen.

Die Anzahl von Singles steigt seit 1925 kontinuierlich. Früher waren es vor allem verwitwete und ältere Frauen, aber seit 1993 sind nur noch 64,2% der

---

<sup>48</sup> Ebda.

<sup>49</sup> Ebda.

<sup>50</sup> Vgl. Katschnig-Fasch 1999, 28–31.

<sup>51</sup> Häußermann 2002, 22.

Einpersonenhaushalte solche von Frauen. Vor allem immer mehr Männer und Frauen zwischen 25 und 45 Jahren wählen den Einpersonenhaushalt als Wohnform. In Großstädten, wie z.B. London, werden in vielen Liegenschaften Singles als Bewohner und Bewohnerinnen sogar bevorzugt und Partnerschaften, Kinder oder Haustiere oft verboten.

Auch die Zahl der unverheiratet zusammenlebenden Paare hat sich in den letzten zwanzig Jahren verzehnfacht. Bei den Alleinerziehenden sind es zu 90% Frauen, die alleine mit ihren Kindern leben.

Auch die finanziellen Rahmenbedingungen, die nach der Wirtschaftskrise 2008 für verschärfte Voraussetzungen bei der Kreditvergabe sorgten, nehmen Einfluss auf den Wohnungsmarkt und die zur Verfügung gestellten Wohnräume. Für viele sind nur noch kleine Wohnungen finanzierbar.

Eine neue Wohnform, die erst Ende der Sechzigerjahre im Zuge der Studentenrevolten auftauchte, ist die Wohngemeinschaft, definiert als „gemeinsamer Haushalt von mindestens drei Erwachsenen mit oder ohne Kinder, die in der Regel nicht miteinander verwandt sind“.<sup>52</sup>

Die Wohngemeinschaft wird ganz bewusst dem bürgerlichen Leben in der Familie entgegengehalten, wurde auch politisch eingesetzt und als sozialrevolutionäre Lebensform gefeiert. Schon bald wurde die „WG“ jedoch zur Zweckwohnform für Studierende und in Ausbildung stehende junge Erwachsenen oder eine Möglichkeit für ältere Personen, gemeinsam mit anderen Gleichgesinnten ihren Lebensabend zu verbringen.

Tendenzen bei den Wohnformen in Europa sind verstärkt die Kleinfamilie, Singles, unverheiratet zusammenlebende Paare, Alleinerziehende, Wohngemeinschaften und Service-Wohnen.

Eine spezielle Wohnform, das „betreute Wohnen“, gewinnt immer mehr an Bedeutung und setzt sich immer stärker durch. Betreutes Wohnen ist der Versuch, den alten Menschen so lange wie möglich in seiner gewohnten Umgebung selbständig zu halten, anstatt ihn ins Pflegeheim „abzuschieben“.

---

<sup>52</sup> Vgl. Spiegel 1986

Der alte Mensch wird durch organisatorische Hilfeleistungen und Gemeinschaftsaktivitäten, die ebenfalls organisiert werden, aktiv gehalten und unterstützt.

Der ältere oder pflegebedürftige Mensch ist noch lange nicht bereit, in einer Umgebung zu leben, die ihn einschränkt, mit anderen sehr kranken oder sehr alten Menschen gleichsetzt und sämtlicher Freiheiten beraubt. Nachweislich profitiert er von einer Lebensumgebung, die ihn herausfordert, noch selbst beizutragen und seinen Tag mitzugestalten. Die totale Entmündigung macht ihn träge und er baut schneller ab.

Altengerechte Wohnungen werden in Siedlungsverbände eingewoben und bieten dem alten Menschen die Möglichkeiten, während einer bestimmten Anzahl von Stunden in der Woche Unterstützung zu erhalten bei der Organisation ihres Alltags. Dieses Modell wurde von Professor Hans Jörg Tschom bereits in seiner Dissertation „Dezentralisierung im Gesundheitswesen“ im Dezember 1973 angedacht. Die Arbeit enthält einen Modellvorschlag für eine künftige Versorgungsstruktur und für die Integration von Einrichtungen des Gesundheitswesens in die allgemeine Stadt und in die Siedlungsfunktion.

In seiner Schlussfolgerung verlangt er die *„Dezentralisierung der Versorgungsstruktur zugunsten einer Gemeinde- und Wohnbereichsnahen Versorgung mit den damit verbundenen psychischen und wirtschaftlichen Vorteilen für den Patienten und das gesamte Gesundheitssystem.“*<sup>53</sup>

Aus seiner vor fast 45 Jahren formulierten Forderung hat sich das SBZ, das Sozial- und Begegnungszentrum Graz, entwickelt. Den alten Menschen so lange wie möglich selbständig zu halten, ist dabei das erklärte Ziel.

Damals noch wenig beachtet, ist dies nun eine weitverbreitete Praxis. In einigen Wohnanlagen in der Steiermark wird betreutes Wohnen bereits vorgesehen, durch Gemeinschaftsräume ergänzt und von einer Sozialstation organisiert.

---

<sup>53</sup> Tschom 1973, 204.

## 3 Forschungsfelder

### 3.1 Wohnbau im Kontext soziokultureller Herausforderungen

Sichtbar gemacht durch die globale Fluchtbewegung, geht ein gesellschaftlicher Umbruch vor sich, der auch von der Architektur und im Speziellen vom Wohnbau neue Konzepte, Modelle und Handlungsweisen erfordert. Von Interesse ist sicher, vorhandene Strategien und (Wohn-) Raum für eine inklusive Gesellschaft anzubieten und sichtbar zu machen und über zukünftige nachzudenken.

Die wichtigsten soziokulturellen Fragen dabei sind, wie sich die Städte in Europa entwickeln sollen, um der permanenten Zunahme der Bevölkerungszahl und des Anteils älterer Menschen zu begegnen. Des Weiteren ist es notwendig, über Lösungen für die steigende Mobilität und Migration und damit die Dichotomie in der Gesellschaft nachzudenken, über Mechanismen der Be- und Entgrenzung zu reflektieren und inklusive Ansätze weiterzuentwickeln bzw. die Frage nach dem Generationenwohnen zu diskutieren. In Bezug auf die Soziokultur stellen sich dabei drei wesentliche Fragen:

*„In welchem Umfeld wollen wir leben?*

*In welcher Stadt wollen wir leben?*

*In welcher Gesellschaft wollen wir leben?<sup>54</sup>*

Auf die oben genannten Fragen wird in Kapitel 5 und 6 eingegangen. Im Kapitel 5 beschäftigen wir uns mit Prinzipien aus der Natur, die angewendet im Wohnbau zu naturnahen Räumen mitten in der Stadt führen, die für uns lebenswert sind. Kapitel 6 zeigt uns konkrete Strategien, wie z.B. durch die Aktivierung von städtischen Oberflächen und Gebäudehüllen unser unmittelbares Umfeld zu einer gesunden und aktivierenden Umgebung wird.

---

<sup>54</sup> Bogensberger u.a. 2016, 1.

Der Wohnende selbst wird in Kapitel 4 als ein wichtiger aktiver Teilnehmer einer Baugruppe oder einer interdisziplinären Planungsgruppe zum Mitgestalter eines Wohnumfeldes, das seinen Bedürfnissen entspricht. Wie am Beispiel des Wohnprojektes Wien von einszueins Architekten oder der Sargfabrik, ebenfalls in Wien, von BKK1 gezeigt, wird durch eine Baugruppe, die meist als Verein, ein Wohnbauprojekt mitgestaltet, ein soziales Gefüge geschaffen, das auch als Wohngruppe zu einer aktiven und lebenden Nachbarschaft führt, an die sich andere soziale Gruppen leichter anschließen.

## 3.2 Forschungsbereiche für den Wohnbau

### 3.2.1 Die regenerative Siedlungspolitik

Das urbane Umfeld ist ein zentrales Element für eine funktionierende soziokulturelle Entwicklung und einen zukunftsweisenden Wohnbau in innerstädtischen Räumen. Dabei muss man die Beziehung betrachten, die eine Wohnanlage bzw. deren Bewohner und Bewohnerinnen mit ihrem urbanen Umfeld eingehen. Von zentralem Interesse ist dabei, welche Funktionen zusätzlich definiert und erfüllt werden müssen, um einer regenerativen Siedlungspolitik zu entsprechen. Dabei spielt der öffentliche Raum eine zentrale Rolle, vor allem, wenn man an die zunehmend kleiner werdenden Wohnungen denkt. Gewisse Funktionen müssen außerhalb der Wohnung stattfinden. Wie kann dieser Forderung entsprochen werden? Eine gute Infrastruktur, Ver- bzw. Entsorgung sowie Mobilität sind wieder wichtige Voraussetzungen dafür, dass Wohnen im dichten städtischen Gefüge funktioniert. Die richtigen förderungspolitischen Rahmenbedingungen können innovative Wohnstrukturen ermöglichen. Wohnbauforschung, Wohnbauförderung, Stadtentwicklung und Raumplanung sind politische Muskeln, um einen Rahmen für die richtigen Entwicklungen zu schaffen.

Aus diesem Forschungsfeld ist für diese Arbeit von besonderem Interesse, welche politischen Rahmenbedingungen existieren oder neu überlegt werden müssen, um regenerativen Wohnbau zu ermöglichen.

### 3.2.2 Die Diversität im Wohnbau

Die Bandbreite des Wohnens im Heute reicht vom Singlehaushalt über Familienwohnen bis zu Wohngemeinschaften und Bau-Gruppen in einer selbstdefinierten Nachbarschaft. Auch die permanente Fluktuation und Bewegung in der Gesellschaft mit den damit einhergehenden Ich / Wir – Dichotomien sind zu bedienen. Eine zukunftsweisende Wohnarchitektur in innerstädtischen Zonen muss dafür sorgen, dieser Vielfalt von Ansprüchen gerecht zu werden. Die Flexibilität und Anpassbarkeit von Wohnstrukturen können Instrumente sein, um den vielschichtigen Anforderungen, die das Wohnen im 21. Jahrhundert mit sich bringt, zu begegnen. Dabei ist ein weiteres Phänomen besonders interessant: die steigende Anzahl der Klein- und Kleinstwohnungen als Ergebnis der Maximierung von Erträgen der InvestorInnen von Wohnbauten. Der verstärkte Druck auf die Immobilienentwicklung wurde ausgelöst durch die Finanzkrise 2008/09, die die Investition in die Immobilie attraktiv machte. Dazu kommt, dass größere Wohnungen für einen Großteil der Bevölkerung nicht mehr leistbar sind.

### 3.2.3 Der Wohnbau als Impulsgeber für die Regeneration der Stadt

Das Hauptforschungsfeld ist das Aktivierungspotential der städtischen Bewohner und Bewohnerinnen und architektonischen Elemente – in dieser Arbeit als „*das aktive Gebäude*“, „*die aktive urbane Landschaft*“ und das „*aktive Wohnen*“ bezeichnet.

Die Bewohnerin, der Bewohner kann als Teil eines interdisziplinären Teams, bedarfsgerechte Wohnumgebungen mitentwickeln um auf die komplexen Fragen, die uns die regenerative Stadt stellt, komplexe Antworten zu finden.

Strategien und Werkzeuge müssen eingesetzt werden, um „*die Weisheit der Vielen*“<sup>55</sup> in der Stadtentwicklung auch tatsächlich in eine Realisierung überzuführen.

Unterschiedlichste Stakeholder sind in den einzelnen Planungsphase unbedingt in die Projektentwicklung miteinzubeziehen, damit eine regenerative Wohnstruktur entwickelt und umgesetzt werden kann.

---

<sup>55</sup> Vgl. Surowiecki 2004

Von Interesse ist auch ein erweitertes Ökologieverständnis, das gesellschaftspolitische Fragen, baukünstlerische und räumliche Qualitäten und den Gebrauch der Räume integriert und weiter zu Strategien für das „regenerative urbane Wohnen“ ausbaut. Dieser Forschungsbereich beschäftigt sich mit der Aktivierung von Gebäuden, urbaner Landschaft und der Wohnenden im Sinne von Energie & Ressourcen, Lebensqualität & Gesundheit und städtischem Umfeld & Gesellschaft.

Wenn der Wohnbau als Impulsgeber fungieren soll, um das System Stadt zu reparieren muss man sich mit Fragen beschäftigen wie:

Ist die Zukunft unserer Städte grün? Wird der Lebensmittelanbau statt horizontal einfach vertikal und mitten in der Stadt betrieben? „Vertical Farming“, „Urban Greening“, „Kleingärten“ sind das Credo der Stunde. Verschwindet die Architektur einfach hinter einem grünen Filter? Welche Auswirkungen hat das biologische Paradigma auf die Baukunst in den Städten.

### 3.3 Forschungsfragen

Ausgehend von der analysierten Ausgangssituation und den daraus resultierenden Forschungsbereichen lassen sich folgende Forschungsfragen ableiten:

- 1) Wie ist die Konzeption und Planung im Wohnbau zu gestalten, um Wohnstrukturen zu entwickeln, die den vielfältigen, heterogenen Ansprüchen der urbanen Bevölkerung entsprechen können?
- 2) Gibt es konkrete Beispiele für die Anwendung neuer Konzepte und Parameter, die in ihrer Umsetzung zukunftsweisend für die Entwicklung regenerativer Wohnstrukturen in dichten urbanen Umgebungen sind?
- 3) Welche Designparameter müssen bei der Entwicklung, Planung und Umsetzung einer Wohnstruktur berücksichtigt werden, damit sie, implementiert in dichten städtischen Umgebungen, einen Beitrag zu deren Regeneration leisten können?

## 4 Konzeption und Planung im Wohnbau: die interdisziplinäre Vorgangsweise

### 4.1 Ausgangsbasis: Holistische Betrachtungsweise und Vernetzung

*„You never change things by fighting the existing reality. To change something, build a new model that makes the existing obsolete.“*

RICHARD BUCKMINSTER FULLER

Bereits im Jahre 1970 war es Richard Buckminster Fuller ein Anliegen, ein neues „Weltmodell“ zu entwickeln. Inspiriert durch die erste Mondlandung 1969, im Jahr der Erfindung des ersten Videospiele und der Implementierung des ARPANETS<sup>56</sup> - Advanced Research Projects Agency Network, ein dezentrales Netzwerkes, das vier amerikanische Universitäten miteinander verbindet, betrachtete er die Erde als ein Raumschiff und veröffentlichte das Sachbuch *„Operating Manual for Space Ship Earth“*<sup>57</sup>.

Angeregt durch den Blick aus dem Weltall auf das *„Raumschiff Erde“*<sup>58</sup> und die ersten Bilder des *„blauen Planeten“*, die durch das amerikanische Raumforschungsprogramm Apollo 8 plötzlich möglich wurden, strebte „Bucky“ Fuller eine holistische Betrachtungsweise der Welt an. *„Die Erde ist eine perfekte, weil regenerative Maschine, es fehlt nur eine Bedienungsanleitung.“*<sup>59</sup>

---

<sup>56</sup> Vgl. Vagt 2014, 53.

<sup>57</sup> Buckminster Fuller 2008

<sup>58</sup> Ebda.

<sup>59</sup> Buckminster Fuller 2008, 60.

Im Jahre 1963 lud der Städteplaner Dr. Doxiadis, eine interdisziplinäre Gruppe von ArchitektInnen, SiedlungsplanerInnen, Ökonomen und andere WissenschaftlerInnen, darunter auch Buckminster Fuller, die Anthropologin Margaret Mead, den englischen Literaturhistoriker McLuhan, den britische Genetiker Professor Waddington, den amerikanische Psychiater Duhl und der Architekturhistoriker S.Giedion, zu einer Kreuzfahrt in der Ägäis ein, „um das Wesen der Krise, welche menschliche Siedlungen bedroht, auf ihre Symptome hin zu untersuchen und Vorschläge zu ihrer Behebung zu machen.“ Das Ergebnis war das Manifest von Delos, wo festgelegt wurde, wie dem starken Bevölkerungswachstum und dem Zuzug in die Städte, qualitativvolles Siedlungswesen entgegengehalten wird.<sup>60</sup>

*„Zum Ziel muss die Schöpfung von Siedlungen gesteckt werden, die nicht nur den Forderungen des Menschen als Familienoberhaupt und Arbeiter, sondern auch als Lernender, Künstler und Bürger gerecht wird.“<sup>61</sup>*

Um die Erde als Ganzes betrachten zu können, beschäftigte Fuller sich in interdisziplinären Arbeitssitzungen mit Themen wie:

- Bevölkerungswachstum
- Lebensmittelproduktion
- der Versorgung mit frischem Wasser
- der weltweiten Verteilung und dem Verbrauch natürlicher und technologischer Ressourcen
- sowie der nachhaltigen Energieproduktion.<sup>62</sup>

Zu allen Aspekten wurden Daten gesammelt, ausgewertet und in Form grafischer Darstellungen verarbeitet, um mögliche Trends zu erkennen. Durch das Aufnehmen,

---

<sup>60</sup> Vgl. Pfau/Pfau 1963, 18.

<sup>61</sup> Ebda.

<sup>62</sup> Vgl. Ebda.

Katalogisieren und Auswerten von Daten über das Klima, die globale Erwärmung, die Bevölkerungsentwicklung sowie den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und die weltweite Vernetzung der Informationen bzw. Simulationen der Daten wollten Fuller und sein Team in „Echtzeit“ Tendenzen auswerten und weltweit als Grundlage für Entscheidungen bereitstellen.

Er dachte, dass, sofern relevante Informationen über die Entwicklung der Städte und Populationen bzw. Ressourcen für jeden und zu jeder Zeit zugänglich wären, permanent upgedatet und ausgewertet würden, durch dieses „*World Game*“<sup>63</sup> auch politische und wirtschaftliche Interessen in die richtige Richtung gelenkt werden könnten. Fuller spricht von einer Reihe von „Denkwerkzeugen“, die das „Raumschiff Erde“ benötigt, um auf den richtigen Kurs zu kommen. Diese Denkwerkzeuge benennt er mit:

- *Topologie*
- *Geodäsie*
- *Synergetik*
- *allgemeine Systemtheorie*<sup>64</sup>

Damit wurden bereits notwendige Strategien wie „*Urban Mining*“<sup>65</sup>, die weltweite Vernetzung von Informationen, regenerative Strategien der Energiegewinnung und die Notwendigkeit von Synergien in der Stadtentwicklung angesprochen. Vor allem die interdisziplinäre Vorgangsweise – „*die Weisheit der Vielen*“<sup>66</sup> – hat er als ein wichtiges Instrument erkannt, um ein komplexes Problem zu diskutieren und zu ganzheitlichen Lösungen zu gelangen.

Die „*kommunale Intelligenz als Potentialentfaltung in Städten und Gemeinden*“ wird von Gerald Hüther als der „*wahre Schatz der Kommune*“ hervorgehoben.<sup>67</sup>

---

<sup>63</sup> Buckminster Fuller/Schlossberg/Gildesgame 1969

<sup>64</sup> Vgl. Vagt 2014

<sup>65</sup> Hauzenberger 2014, 22–25.

<sup>66</sup> Surowiecki 2004

<sup>67</sup> Hüther 2013

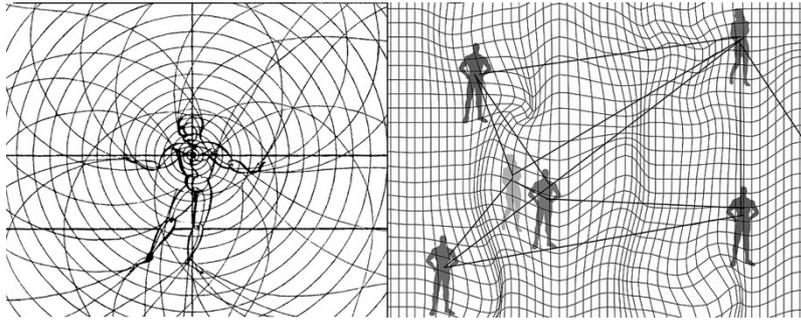


Abb. 4: Der vernetzte „Tänzer Mensch“ von Oskar Schlemmer<sup>68</sup> | Connected Intelligents<sup>69</sup>

Es ist jedoch nicht leicht, diese „kommunale Intelligenz“, wie sie Gerald Hüther nennt, abzurufen und nutzbar zu machen. Dafür braucht es die richtigen Strukturen und Instrumente.

*„Knowledge is often held within defined communities or organisations, with their own language and ways of working. These disciplines can be self-sustaining, and the source of insights into particular questions. Innovations require the right structures and attitudes to allow intellectual interests to develop across discipline.“*<sup>69</sup>

Jede Community oder Disziplin bzw. jede Fachgruppe hat ihre eigene Wissens,- bzw. Begriffswelt, die es den Mitgliedern der Gruppe ermöglicht gut miteinander zu kommunizieren. Für interdisziplinäre Projektarbeit ist es daher oft notwendig ein gemeinsames Begriffsgebäude zu erarbeiten, bevor konstruktiv zusammen gearbeitet werden kann.

Es gilt also, Strukturen und Werkzeuge zu (er)finden, die es erlauben, intellektuelles Wissen über seine Grenzen hinaus zu verbinden.

Durch das Internet ergeben sich neue Möglichkeiten der Vernetzung. Es ist möglich, überall und zu jeder Zeit zu arbeiten: zu Hause, aber auch in den öffentlichen Räumen und auf Reisen. Der Arbeitsplatz selbst wird zunehmend mobil. Das wirkt sich auch auf das Wohnen aus.

---

<sup>68</sup> Damrau/Pasing 2002, 113.

<sup>69</sup> Blackwell u.a. 2010, 3.

*„Die interdisziplinäre Zusammenarbeit braucht spezielle Instrumente und Praktiken.“<sup>70</sup>*

„ANDI, A New Digital Instrument for networked creative collaboration“<sup>71</sup>, 2001 bis 2004 entwickelt, ist eine Art Betriebssystem im Internet, das ermöglicht, disloziert und interdisziplinär an Projekten zu arbeiten. Der „Ideengenerator“ ermöglichte ein gemeinsames Skizzieren, „just-in-time“ Texte zu generieren und Ideen zu entwickeln.<sup>72</sup>

Die Internetplattform A.N.D.I. wurde zum ersten Mal im Jahre 2005 bei „City upgrade – High Spirited Networked City“ als Instrument für die Projektentwicklung eingesetzt. Das Ziel von City Upgrade war, „architektonisch-urbanistisch und künstlerisch die Problematik von Leerständen in mittelgroßen europäischen Städten“ am Beispiel der Annenstraße in Graz herauszuarbeiten, zu diskutieren, die Problemfelder zu definieren und in einem interdisziplinären Forum mittels unterschiedlicher Denk- und Arbeitsweisen von Disziplinen wie Architektur, Kunst, Netzliteratur, Soziologie und Philosophie zusammenzuführen und Lösungen zu erarbeiten.<sup>73</sup> Gelingen ist uns ein gemeinsames Begriffsgebäude zu erarbeiten, das die Basis war für die Ideenfindung.

Das gemeinsame Arbeiten funktionierte über den Ideengenerator von A.N.D.I., ein Instrument für kreative Zusammenarbeit der ProjektpartnerInnen.<sup>74</sup> Diese können ihre Inhalte in verschiedenen Formaten eingeben und verschiedene Perspektiven einnehmen.<sup>75</sup>

Immer und überall auf seine Daten zuzugreifen ist bereits Stand der Technik. Die Vernetzung und die Zusammenarbeit mit ProjektpartnerInnen, die nicht an einem Ort sind und trotzdem zusammenarbeiten, hat sich ebenfalls bereits durchgesetzt und wird mehr und mehr praktiziert. Wichtige Voraussetzungen sind ein gut funktionierendes, schnelles Internet und leistungsstarke Computer.

---

<sup>70</sup> Vgl. Redi/Redi 2005, 82–90.

<sup>71</sup> Ebda.

<sup>72</sup> Vgl. Redi/Redi 2006

<sup>73</sup> Redi 2015, 127–156.

<sup>74</sup> Ebda.

<sup>75</sup> Redi/Redi 2005, 84.

Die wesentliche Voraussetzung ist jedoch die Bereitschaft Wissen zu teilen, Risiko einzugehen und innovative Ideen zu suchen und dann auch umzusetzen.

Das Hauptparadox von interdisziplinärer Innovation ist sicher, dass man an etwas arbeitet bzw. etwas plant, das nicht vorauszusehen oder im Vorfeld einschätzbar ist.

Buckminster Fuller selbst hatte für das von ihm entwickelte „World Game“ den dafür notwendigen, leistungsfähigen Computer nicht zur Verfügung. Er simulierte analog und ohne entsprechende Rechnerkapazität.

Die von ihm entwickelte Vision, wie eine regenerative Entwicklung der Welt funktionieren könnte, ist überzeugend, obwohl die notwendigen Werkzeuge und Voraussetzungen in den Jahren 1961 bis 1969 noch fehlten.

## 4.2 Interdisziplinäre Zusammenarbeit, um zu Innovationen zu gelangen

Die Problemstellungen unserer heutigen Stadtentwicklung sind so komplex, dass sie durch ArchitektInnen und StädteplanerInnen allein nicht mehr zukunftsorientiert gelöst werden können. Eine interdisziplinäre Betrachtungsweise kann aber adäquate Lösungen hervorbringen. Interdisziplinarität geht dabei über die im Wohn- und Städtebau übliche Konsultation von StatikerInnen, BauphysikerInnen oder LandschaftsplanerInnen hinaus. Für die Stadtentwicklung der Zukunft sind weitere Disziplinen wie Biologie, Sounddesign, Kommunikation, Kunst und Kultur, Soziologie, Stadtteilmanagement usw. relevant. Die Zusammenarbeit dieser Disziplinen generiert Innovation, erhöht aber auch die Kompetenz der interdisziplinären PartnerInnen selbst, komplexe Probleme zu lösen.

*„Groups of Diverse Problem Solvers Can Outperform Groups of High-Ability Problem Solvers“<sup>76</sup>*

Ein neues Paradigma anzuwenden bedeutet, eine neue Perspektive einzunehmen. Statt die Dinge aus dem gewohnten Blickwinkel zu betrachten, werden andere Sichtweisen zugänglich. Neue Erkenntnisse und überraschende Entwicklungen werden möglich.

---

<sup>76</sup> Hong/Page 2004, 101.

Die interdisziplinäre Forschung ist bei Fragen, die sich mit der nachhaltigen globalen Zukunft beschäftigen, am dringlichsten.<sup>77</sup>

„Nachhaltig“ hat die ursprüngliche Bedeutung einer „längere Zeit anhaltenden Wirkung“.

*In der Forstwirtschaft wird als „nachhaltig“ ein forstwirtschaftliches Prinzip bezeichnet, dass nicht mehr Holz gefällt werden darf als jeweils nachwachsen kann. Die moderne umfassende Bedeutung im Sinne eines Prinzips, nach dem nicht mehr verbraucht werden darf als jeweils nachwachsen, sich regenerieren, künftig wieder bereitgestellt werden kann.*<sup>78</sup>

Die Einsicht, wie eine nachhaltige Balance zwischen Gesellschaft und Natur erhalten werden kann, kann nur von allen uns heute bekannten Disziplinen gemeinsam gewonnen werden. Die Nachhaltigkeit ist vielleicht die höchste Herausforderung des interdisziplinären Wissens.

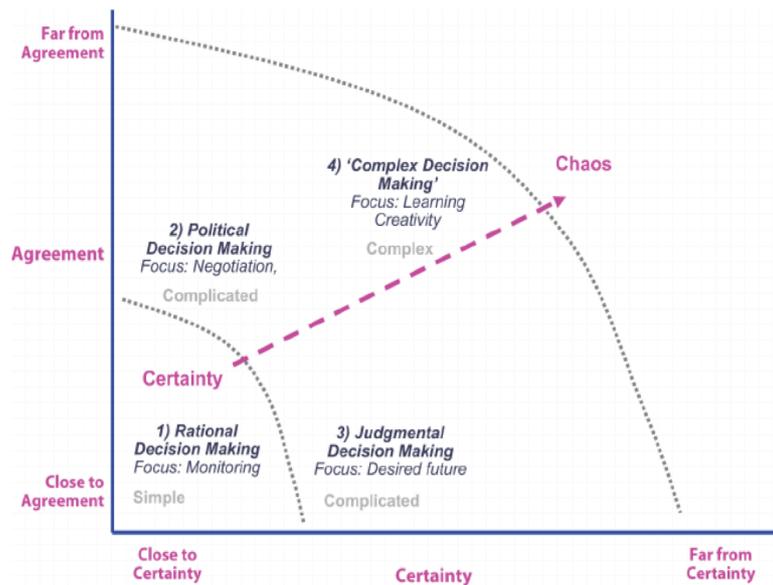
Laut Ralph D. Stacey, Komplexitätsforscher und Professor für Management an der Universität von Hertfordshire in England, findet die Innovation „am Rande des Chaos“ statt. Wenn man immer in gewohnten, standardisierten Umgebungen arbeitet, agiert man in gesicherten Bereichen und nahe von möglicher Übereinstimmung.

Allerdings sind auch die Ergebnisse meist erwartete und vorhersehbare. Komplexe Problemstellungen werden auf erfassbare Größen reduziert und dafür einfache, bereits erprobte Lösungen gefunden. Eine solche Vorgangsweise kann durchaus zu einem Resultat führen, aber neue Ideen wird sie kaum hervorbringen. Oft ist dies auch nicht gewünscht. Doch schon längst befinden wir uns in einer Situation, wo Innovationen und neue Lösungen einfach notwendig sind.

---

<sup>77</sup> Vgl. O'Rourke u.a. 2013, 125.

<sup>78</sup> o.A. 2001, 456.



Source: Adapted from Stacey (1996, p. 47)

Abb. 5: Ralph Stacey, Complexity Modell, defining the leadership approach<sup>79</sup>

Nach dem Forschungsbericht vom Mai 2010 von NESTA sind die signifikantesten Vorteile, die von innovativen, interdisziplinären Initiativen ausgehen,

- „andere zu sein, als jene, die erwartet wurden;
- nicht ausdrückbar zu sein in jenen Begrifflichkeiten, von der die Initiative ausgeht;
- neue Fragen aufzuwerfen oder die Ziele neu zu formulieren;
- in der Lage zu sein, auf zukünftige Ereignisse zu reagieren und nicht auf vergangene;
- nach langer Zeit in Erscheinung zu treten, vielleicht lange nachdem die Initiative formell zu Ende ist.“<sup>80</sup>

<sup>79</sup> Lane/Down 2010, 522.

<sup>80</sup> Blackwell u.a. 2010, 4.

## 4.3 Beispiele für interdisziplinäre Zusammenarbeit und Partizipation

### 4.3.1 Responsiver, öffentlicher Raum

Wie diese signifikanten Vorteile einer interdisziplinären Zusammenarbeit, die vorher beschrieben wurden, sich zeigen, wird im Folgenden anhand eines Hör-, Klang- und Bildraumes erläutert, der im September 2013 am St. Andrä Platz<sup>81</sup> installiert wurde.



Abb.6: Responsive Open Space<sup>82</sup>, ORTLOS, St.Andrä Platz, Graz 2013

*Responsive Open Space (ROS) ist eine Installation im öffentlichen Raum, die das Verhalten von Passanten beobachtet und aufzeichnet und diese Information in Klang und Bilder übersetzt: ROS ermöglichen eine interaktive Begegnung von Mensch und Raum. Das Ziel von Responsive Public Space ist es, dass die Akteure, die anfangs unbewusst Teil des Geschehens sind, völlig in diese digitale Raumsituation eintauchen und sich in dieser immersiven Parallelwelt aus Klang und Bildern als raumformend wiederfinden. Inhaltlich hat das Projekt für die vorliegende Auseinandersetzung Relevanz in Bezug auf die vorausgegangene mehrjährige interdisziplinäre Projektentwicklung und die daraus hervorgegangenen Erkenntnisse.*<sup>83</sup>

---

<sup>81</sup> Glettler 2013, 211.

<sup>82</sup> Redi, Andrea/Redi Ivan, ORTLOS Space Engineering: Responsive Open Space, Composition: Machnik, Hubert; Software Programming: NIRI, Smiljanic, Marko/ Velinov, Radica/ Obrad Stajic; Hardware Development: Hristov, Sinisa; Person Tracking: ComputerVisionLab TU Wien: Kappel, Martin/ Zweng, Andreas; Statik: Petschnigg, Hartmuth; Local support: Büro der Nachbarschaften; Pfarre St. Andrä – Hermann Glettler, 2013

<sup>83</sup> Gruber, Emil 2013

Die Ausgangssituation war die Frage, was der Raum an sich zu einer Kommunikationssituation beitragen kann. Die freie Zugänglichkeit von öffentlichem Raum und vor allem die Bereitschaft und die Möglichkeit des „In-Beziehung-Tretens“ werden thematisiert.

ProjektpartnerInnen aus den Bereichen Architektur, Komposition, Interactive Design, Softwareprogrammierung, Personentracking und Performance waren von Juni 2007 bis November 2014 und über mehrere Prototypen hinweg damit beschäftigt, einen interaktiven, kommunikationsfördernden, öffentlichen Raum zu entwickeln, der vor allem einem dient: der Kommunikation von Menschen und dem „In-Beziehung-Treten“.

Das Projekt begann in Venedig im Rahmen von „Sense of Architecture“<sup>84</sup>, von Charlotte Pöchhacker, Artimage, kuratiert. In einem Workshop mit dem Komponisten Beat Furrer, dem Philosophen Georg Flachbart und dem Programmierer Sven Havemann wurde der Raum als „Instrument“, als eine Art Resonanzkörper, begriffen. Dies brachte uns ein neues Nachdenken über den Raum an sich.

Mit „Sensitive Space“, dem ersten Prototypen, der aus dieser Zusammenarbeit hervorging, entwickelten wir einen „Hör-, Klang- und Bildraum, der interaktiv auf die Bedürfnisse der Betrachter und Betrachterinnen reagierte.

Zuerst war es notwendig, eine gemeinsame Sprache zu „entwickeln“. Schon der einfache Begriff „Raum“ bedeutet je nach Disziplin immer etwas anderes. Der Aufbau eines gemeinsamen Begriffsgebäudes ist also der erste zeitintensive Prozess, der einer solchen Projektarbeit vorangeht. Dieser gelingt, vorausgesetzt, die ProjektpartnerInnen wollen sich auf die interdisziplinäre Vorgangsweise auch wirklich einlassen, denn es bedeutet, zu teilen und auch Abstand zu nehmen von seiner eigenen ausschließlichen „Autorenschaft“ und es kann durchaus auch schwierig sein, seine eigene, erprobte Arbeitsweise aufgeben zu müssen und auf dem dünnen Drahtseil zwischen Innovation und Chaos zu balancieren.

Vor allem braucht es im Vorfeld, vor dem Projektstart, Vereinbarungen, wie mit der multiplen Autorenschaft und dem gemeinsam entwickelten Projektergebnis umgegangen werden soll und auch, wie gemeinsam entschieden werden kann, in welche Richtung es weitergeht. Die Kompetenzen des Teams müssen gut ausgewogen sein.

---

<sup>84</sup> Pöchhacker/Kada/Emmigholz 2008

Zwei ProjektpartnerInnen mit den selben Kompetenzen bzw. Interessen können in eine Wettbewerbssituation geraten. Das stört die Zusammenarbeit und damit den Projektfortgang empfindlich.

Laut Ralph Staceys Diagramm bewegt man sich, um komplexe Entscheidungen treffen zu können, nahe dem Chaos und weit weg von Sicherheit und Übereinstimmung.

**Figure 1:** The ecology of interdisciplinary innovation

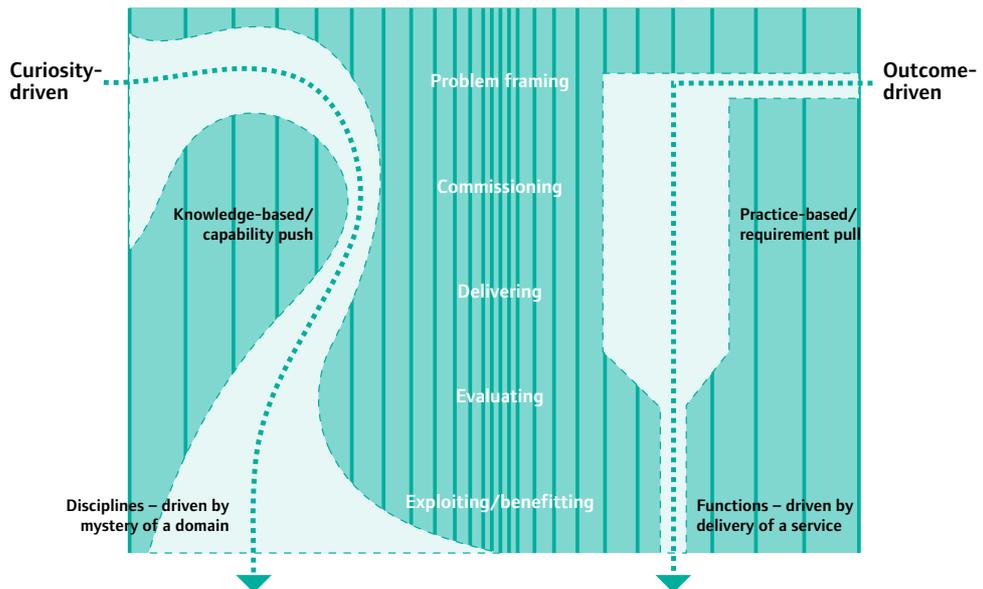


Abb.7: The ecology of interdisciplinary innovation<sup>85</sup>

Unser Projekt, „Responsive Open Space“ war „*curiosity-driven*“ angelegt, wie im Diagramm auf Abbildung sieben ersichtlich. Wir hatten keine strikte Zielvorgabe und kein notwendiges vordefiniertes Ergebnis, das wir erreichen wollten, sondern konnten und wollten sehr prozessorientiert arbeiten. Nach Phasen der gemeinsamen Konzeption und Entwicklung installierten wir mehrere Prototypen, um das gemeinsam entwickelte Konzept auch umsetzen und überprüfen zu können. Das Projekt dauerte von der Idee, einen responsiven Raum zu schaffen, der Kommunikation initiiert, bis zum interaktiven Hör-, Klang- und Bildraum „Interactive Public Sound Environment“ (IPSE), den wir im

<sup>85</sup> Blackwell u.a. 2010, 13.

Rahmen der MedienArchitekturBiennale in Aarhus im November 2014 präsentieren konnten, sechs Jahre lang.

Aus der langjährigen interdisziplinären Projektarbeit für Sensitive Space, Responsive Public Space und Interactive Public Sound Environment kristallisierten sich folgende notwendige Voraussetzungen für eine funktionierende Zusammenarbeit in interdisziplinären Kooperationen heraus:

- die Bereitschaft zur „multiplen Autorenschaft“
- ein gemeinsames Begriffsgebäude zu erarbeiten
- unterstützende Arbeitsstrukturen und Management-Werkzeuge
- die Bereitschaft, gewohnte, standardisierte Wege zu verlassen
- mehr Zeit
- ein erhöhter Finanzierungsbedarf
- ein ausgewogenes Konsortium ohne Überschneidung von Interessen und Kompetenzen
- Vereinbarungen, die das intellektuelle Eigentum der Beitragenden sichern
- Verträge, die eine gemeinsame Vorgangsweise regeln

Dieses Beispiel wurde gewählt, weil anhand des Prozesses und den daraus resultierenden Ergebnissen das Innovationspotential der interdisziplinäre Vorgangsweise gezeigt werden kann. Die Voraussetzungen und die notwendigen Parameter, wie interdisziplinäre Planung und Entwicklung gelingen kann wird dargestellt und zusammengefasst. Diese Erkenntnisse werden für die interdisziplinären Planung und Entwicklung von regenerativen Wohnmodellen in den Schlussfolgerungen zugänglich gemacht. Die interdisziplinäre Projektentwicklung wird auch in Kapitel 4 genauer besprochen.

***Bezug zu den Forschungsfragen:***

Dieses Beispiel zeigt die interdisziplinäre Vorgangsweise in der Phase der Planung, Entwicklung und der Realisierung des Hör,- Klang und Bildraumes und die Aktivierung des öffentlichen Raumes, das Schaffen von sensitiven Räumen, die Kommunikation initiieren.

#### 4.3.2 Neue Wohnmodelle durch interdisziplinäre Vorgangsweise

Ein Beispiel für interdisziplinäres Denken und Entwickeln, das verdeutlicht, wie wichtig die Rahmenbedingungen für Wohnbau und Stadtentwicklung sind, ist das „Modell Steiermark“ in Graz, dessen Grundstein in einer Gesprächsrunde, zu der Friedl Groß-Rannsbach geladen hat, in den Jahren 1968-1973 gelegt wurde. Es wurde im Jahre 1980 vom Land Steiermark als partizipatives Wohnbauprojekt angelegt.

Neben Architekten wie Eilfried Huth, Heimo Widtmann und dem Werbegrafiker Karl Neubacher waren auch Politiker wie Helmut Strobl oder Franz Hasiba zu diesen Sitzungen geladen, ein interdisziplinär angelegtes Gesprächsforum, in dem vielschichtig über Architektur diskutiert wurde und das den PolitikerInnen die mögliche Grundlage für ihre Entscheidungen gab.

Ein wesentlicher Grundzug des „Modells Steiermark“ war, dass die seitens des Landes Steiermark geplanten Wohnbauprojekte verstärkt über Wettbewerbe entschieden wurden und bei einigen Projekten dann im folgenden die zukünftigen BewohnerInnen möglichst früh in den Planungsprozess miteingebunden wurden und ein Mitspracherecht hatten.

Des Weiteren musste der gesetzliche festgelegte finanzielle Rahmen eingehalten werden. Die Architekten und Architektinnen bekamen meist sämtliche Planungsleistungen bis hin zur Bauleitung, wodurch einerseits die Gewährleistung der baukünstlerischen Qualität bis zum Detail und in die Ausführung hinein gegeben war, und andererseits mit einer ausreichenden Finanzierung durch die steirische Landespolitik eine breite Basis für experimentelle Architektur bereitgestellt wurde. Das Modell Steiermark kann als eine der Säulen der „Grazer Schule“ gesehen werden. Zum damaligen Zeitpunkt konnten auch Vereine und Interessensgemeinschaften für Wohnbauprojekte, die für den eigenen Bedarf planen und umsetzen wollten, Wohnbauförderung erhalten. Es wurde verlangt, dass die Wohnbauprojekte, die im Rahmen des „Modell Steiermark“ realisiert wurden, in Beziehung zur umliegenden Bebauung standen und in die nähere und weitere Wohnumwelt eingebunden wurden.

„Über die Beteiligung zur Qualität“ heißt ein Motto des Arbeitskreises 12 „Bauen und Wohnen“ des „Modells Steiermark“. Das Mitspracherecht der späteren BewohnerInnen wurde zu einem wichtigen Kontrollinstrumente für die ArchitektInnen.

*„Hohe architektonische Qualität und eine Vielfalt an Wohnungsgrundrissen und Wohnformen waren weitere wesentliche Forderungen der Wohnbauvorhaben“, die aus dem Modell Steiermark hervorgingen.“<sup>86</sup>*

Die „lockere Gruppenbildung“, die die BewohnerInnen zu einer aktiven Nachbarschaft verleiten sollten, aber auch die formaler Durchbildung der Baukörper der ArchitektInnen zeigten diesen Gedanken der Partizipation. *„Karla Kowalski und Michael Szyszkowitz, Hubert Riess, die Architekten der Gruppe 3, Eilfried Huth in Thal, Helmut Groce und Ingo Klug haben solche Wohnidyllen geschaffen.“<sup>87</sup>*

*„Die intimen nachbarlichen Beziehungen des ländlichen Raumes wurden sogar in den großstädtischen Raum von Graz übertragen, wo man beim Betreten einer Siedlung freundlich begrüßt und nach seinem Begehren gefragt wird.“<sup>88</sup>*

Der interdisziplinäre Entwicklungsprozess war jedoch aufwendig und damit auch kostenintensiv.

Nach den Landtagswahlen 1991 und einem politischen Wechsel gab es keine gesetzliche Verankerung für Wettbewerbe mehr, und das war das Ende des „experimentellen Wohnbaus“, der aus dem Modell Steiermark hervorging.

#### **Bezug zu den Forschungsfragen:**

Durch das „interdisziplinäre Denken“ von Akteuren unterschiedlichster Branchen, wie z.B. Politik, Architektur, Grafik, Journalismus usw. wurde ein fruchtbarer Boden für die Architektur geschaffen. Es wurden seitens der Politik neue Finanzierungsmodelle entwickelt und gute Rahmenbedingungen für die Umsetzung innovativer Wohnbauprojekte geschaffen. Verschiedenste Formate von Baugruppen fanden zusammen und entwickelten gemeinsam innovative Ideen.

---

<sup>86</sup> Dreibholz 1986, 175.

<sup>87</sup> Vgl. Hierzegger u.a. 1993, 25.

<sup>88</sup> Ebda.

Besonders hervorzuheben dieser interdisziplinären Initiative ist der Beginn des Planungs-Prozesses: Bewohner und Bewohnerinnen wurden frühzeitig eingebunden. Dadurch war es möglich, tatsächlich vorhandene Bedürfnisse herauszuarbeiten und in die Wohnsiedlung zu integrieren, wodurch eine hohe Wohnzufriedenheit erreicht wurde.

#### 4.3.3 Ein Beispiel für ein partizipativ entwickeltes Wohnbauprojekt

Eine Wohnsiedlung in Wien, die 1996 Furore gemacht hat und noch immer gut funktioniert, verdeutlicht sehr gut die Komplexität, die im Wohnbau, durch die interdisziplinäre Vorgangsweise, erreicht werden kann. Auf dem Areal einer ehemaligen Sargfabrik wurde damals eine innovative Wohnkultur Wirklichkeit, die heute noch gelebt wird. Als eine der ersten notwendigen Maßnahmen, um dieses innovative, gesellschaftliche wie räumlich, Wohnmodell zu realisieren, musste ein Verein gegründet werden, um auch Gemeinschaftsräume wie Seminarräume, Badehaus, Restaurant, Spielplatz, Gemeinschaftshöfe, Veranstaltungssaal und Dachgarten über die Wohnbauförderung finanzieren zu können.



Abb.8: Sargfabrik, Goldschlagstrasse 159, Wohnprojekt in 1140 Wien, BKK2 Architekten, 1996

Die Vereinsmitglieder, zukünftige Bewohnerinnen und Bewohner, planten das Projekt gemeinsam mit BKK2. Der Verein blieb auch nach der Fertigstellung bestehen und organisiert noch jetzt den mittlerweile internationalen und interkulturellen Wohn - Kulturraum.

Ein Leben miteinander ohne Gruppenzwang sollte möglich sein. Wohnen, Kultur und Integration standen im Vordergrund und waren Impulsgeber für den Versuch, nicht nur einen Wohnbau zu errichten, sondern ein kulturelles Zentrum für Grätzl, Bezirk und Stadt. Das Projekt wurde vielschichtig und komplex aufgesetzt und durchgeplant und bis

zur Realisierung geführt und funktioniert nach wie vor in diesem Sinne.

Die Sargfabrik<sup>89</sup>, 1996 erbaut, war damals ein einmaliges Projekt – und eine innovative Wohnkultur wurde Wirklichkeit. Heute noch werden ein Badehaus mit internationaler Badekultur, ein Kunst- und Kulturraum, ein Seminarraum, ein Café und Restaurant betrieben. Sie werden nach wie vor über das Konstrukt des Vereins fördertechnisch unterstützt.

Die Sargfabrik ist ein Beispiel für einen gelungenen Partizipationsprozess und die Gestaltung politischer Rahmenbedingungen und spezifische Finanzierungen, die erforderlich sind, um derartige Ergebnisse zu erzielen. Das Projekt ist auf mehreren Ebenen beispielgebend:

Die politischen Strukturen, die eine Wohngruppe als Förderempfänger berechtigt, die interdisziplinäre Vorgangsweise der Planung, Entwicklung, der Realisierung bis hin zur heutigen Nutzung,

das soziokulturelle Gefüge, das durch die Baugruppe entstand und auf die Wohngruppe überging und zu einem lebendigen, internationalen sichtbaren Kulturraum wurde,

die hochwertige baukünstlerische Qualität, offene, flexible Raumkonfigurationen, multifunktionale Gemeinschaftsräume,

die gute Einbettung in die städtische Umgebung, das Kleinquartier strahlt in das umgebendes Quartier aus und ist ein guter Nachbar.

#### 4.3.4 Partizipation – erfolgreich durch „Soziokratie“

Ein Beispiel dafür, wie interdisziplinäre Entwicklungsprozesse im Wohnbau mit neuen Methoden erfolgreich gestaltet werden können, ist der Planungsprozess des „Wohnprojektes Wien“ von einzueins Architekten – ein „Baugruppenprojekt“.

Durch die Einbindung unterschiedlicher Perspektiven und Disziplinen wurden Wohnstrukturen geschaffen, die nicht nur den Bedürfnissen der bereits zu Beginn

---

<sup>89</sup> Vgl. Sargfabrik 1996

eingebundenen Bewohnerinnen und Bewohnern gerecht wurden, sondern auch wichtige Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit erfüllen. In einem Interview mit Katharina Bayer im Juli 2016, die dieses Projekt gemeinsam mit ihrem Büropartner Markus Zilker nach einem gewonnenen Baugruppenwettbewerb in Wien im Jahre 2013 realisierte, erklärte mir diese, wie sie das innovative Wohnmodell mittels „soziokratischem Modell“ in einem partizipativen Planungsprozess entwickeln konnten.<sup>90</sup>

„Die Soziokratie ist ein Organisationsmodell, das Prof. Dr. Ing. Gerard Endenburg in den 60er Jahren in Holland entwickelte und in seinem eigenen Unternehmen anwandte. Sein Anliegen bestand darin, eine Organisation zu schaffen, in der Führungskräfte und Mitarbeiter partnerschaftlich und effektiv zusammenarbeiten.“<sup>91</sup>

Beginnend mit 15 zukünftigen BewohnerInnen in der Kerngruppe wuchs die Gruppe schlussendlich auf 60-70 Personen an, die dann auch von der Baugruppe in eine funktionierende Wohngruppe übergeführt wurde.

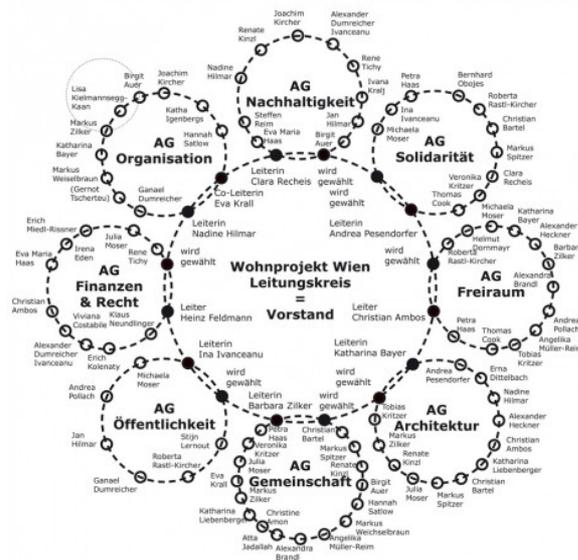


Abb.9: Soziokratisches Modell, Wohnprojekt Wien, einzueins Architekten

Zusätzlich zu dem Potential der „Kreativität der Vielen“, also der Baugruppe, wie es Kathrin Bayer im Interview bezeichnete, waren für das Gelingen des Projektes neben den

<sup>90</sup> Interview mit Kathrin Bayer, geführt von Andrea Redi, Wien, 21.07.2016

<sup>91</sup> Rüter, 2010

ArchitektInnen, LandschaftsplanerInnen, StatikerInnen und anderen FachplanerInnen noch SpezialistInnen für Kommunikation (raum und kommunikation) und auf Wohngruppen spezialisierte FinanzierungspartnerInnen und ein spezieller Bauträger (Schwarzatal, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsanlagen) notwendig.

Die Voraussetzungen waren entsprechende wohnpolitische Strukturen und Fördermodelle, die den Planungs- und Realisierungsprozess eines innovativen Wohnmodells, das durch die gemeinsame Entwicklung stark auf die zukünftigen BenutzerInnen abgestimmt ist, unterstützen.

Das Wesentliche war, laut Architektin, dass alle bereit waren, mehr Zeit für den Planungsprozess und mehr Freiheit für die Selbstorganisation der Gruppe einzuplanen. Partizipative Planungsprozesse benötigen andere Arbeitsabläufe, Werkzeuge und Methoden der Kommunikation.

Durch das Modell der Soziokratie, das erst ab einer kritischen Menge von 20 bis 30 Personen zum Einsatz kommen und funktionieren kann, wie Katharina Bayer in dem Interview erklärte, waren ganz klare Regeln für die Kommunikation und Entscheidungsfindung vorgegeben.

Das „soziokratische Modell“, das für die Planung, Umsetzung und den jetzigen Betrieb des „Wohnprojekts Wien“ im Einsatz ist, gibt die Steuerung an die Ränder und verbindet basisdemokratische Elemente mit einer hierarchischen Struktur. Es basiert auf Arbeitsgruppen wie z.B. Architektur, Nachhaltigkeit, Gemeinschaft, Solidarität usw., mit VertreterInnen von Fachbereichen, die für das Projekt notwendig sind und in ihrem Bereich autonom sind zu entscheiden. Verknüpft werden die Arbeitsgruppen in einem Leitungskreis, der aber kein Entscheidungsgremium, sondern ein Koordinationsgremium darstellt.

Jede Arbeitsgruppe, die aus sieben bis acht Personen besteht, kann bei bestimmten Fragen die Großgruppe miteinbeziehen. Das ermöglicht eine rasche und dabei qualitativ hochwertige Entscheidungsfindung. Man sagt, ab sieben Personen sind alle Meinungen vertreten, wenn die Gruppe sehr unterschiedlich zusammengesetzt ist.

Man entscheidet nicht nach dem Mehrheitsprinzip, sondern nach dem Prinzip des Konsenses. Eine Entscheidung wird dann gefällt, wenn kein Gruppenmitglied einen schwerwiegenden Einwand hat. Dieser „schwerwiegende Einwand“ kann nur im Sinne der gemeinsamen Zielsetzung geltend gemacht werden, also nur, wenn durch eine mögliche Entscheidung grundsätzliche Ziele gefährdet wären.

Selbst eine einzelne Person kann dadurch eine Entscheidung verhindern, allerdings mit

dem Auftrag, vielleicht auch gemeinsam mit anderen aus der Gruppe, einen Vorschlag zu erarbeiten, der besser ist.

Dadurch kann das Projekt im Fluss gehalten werden. Einwände werden ernst genommen, aber der Arbeitsfluss darf dadurch nicht gestoppt werden.

Durch die Anwendung des soziokratischen Modells bei der Entscheidungsfindung der Baugruppe, die sich nach Fertigstellung dann in eine Gruppe gemeinsam Wohnender transformierte, wurde eine langfristig funktionierende Gemeinschaft gebildet:

*„Wir sind eine Gruppe von derzeit rund 70 Menschen, die sich die Förderung und Umsetzung von nachhaltigem Leben, Wohnen und Arbeiten in einer interkulturellen und generationenübergreifenden Gemeinschaft zum Ziel gesetzt haben. Unser „Verein für nachhaltiges Leben“ möchte eine neue, solidarische Normalität des Zusammenlebens, des Umgangs mit sich selbst und mit den Gütern der Erde nach innen und nach außen vermitteln.“<sup>92</sup>*



Abb.10: Wohnprojekt Wien 2013, einzueins Architekten mit dem „Verein für nachhaltiges Leben“

Im Interview erklärt mir die Architektin, dass es derzeit in Wien leicht ist, Baugruppenprojekte umzusetzen. Dies hängt ihrer Meinung nach mit der vorhandenen wohnpolitischen Struktur und mit einer Wohnbauförderung zusammen, die Baugruppen als Bauträger zulässt, Qualitätskriterien für Baugruppen definiert und diese auch fördert. Es werden Baugruppenwettbewerbe mit der Säule der „sozialen Nachhaltigkeit“ als

---

<sup>92</sup> Wohngruppe Wien, Verein für nachhaltiges Leben 2012

Beurteilungskriterium ausgeschrieben und seither wird verstärkt auf soziale Aspekte Rücksicht genommen.

Die Stadt Wien, die 2019 im „Economist“ Ranking<sup>93</sup> wieder zur lebenswertesten Stadt der Welt gewählt wurde, vor Melbourne und 140 anderen Großstädten, ist jedenfalls ein guter Boden für sozial Nachhaltige Wohnbauprojekte. Im Jahre 2022 wird mit der IBA Wien, die Internationale Bauausstellung in Wien, sogar der „sozial nachhaltige Wohnbau im 21. Jahrhundert“<sup>94</sup> in den Mittelpunkt gerückt.

Laut Wolfgang Förster, Wohnbauforschung MA50 in Wien, sind innovative Lösungen für folgende Probleme im Wohnbau erforderlich:

- *„die Alterung der Gesellschaft, die zu integrativen, die Wohn-, Sozial- und Gesundheitspolitik umfassenden Konzepten führen muss,*
- *die Migration und damit verbundene kulturelle Konflikte im Wohnumfeld,*
- *die stete Diversifizierung der Lebensstile, denen der Wohnbau für die „Normfamilie“ nicht mehr entspricht,*
- *die Polarisierung der Gesellschaft mit der Gefahr stärkerer sozialer Segregation,*
- *die – oft erzwungene – Mobilität der Bewohnerinnen und Bewohner sowie die – zumindest temporäre – Überlappung von Wohn- und Arbeitssphäre,*
- *die steigenden Bau- und damit Wohnkosten,*
- *die Beschränktheit natürlicher Ressourcen, insbesondere der fossilen Energie,*
- *den Klimaschutz und andere Umwelтанforderungen.“* <sup>95</sup>

#### **Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Das Wohnprojekt in Wien erfüllt alle Kriterien, die auch die Sargfabrik in Wien erfüllt, um für diese Arbeit als wichtiges Beispiel zu dienen.

Die vorbereitenden politischen Strukturen, die Baugruppen legitimiert Wohnbauförderung zu erhalten. Die interdisziplinäre Vorgangsweise in der Konzeption, Entwicklung und

---

<sup>93</sup> Öser 2019

<sup>94</sup> Vgl. Internationale Bauausstellung Wien – Neues Soziales Wohnen, 04.05.2016, IBA\_Wien 2022, <https://www.iba-wien.at>, 23.11.2019

<sup>95</sup> Förster 2008

Realisierung des Wohnbauprojektes. Die Baugruppe, die im Folgenden zur funktionierenden Wohngruppe wird und eine funktionierende Gemeinschaft erzeugt.

Darüber hinaus sind noch folgende Kriterien anzuführen:

Das soziokratische Modell, das zur Entscheidungsfindung der Gruppe herangezogen wird und für die Gruppe von 60-70 Personen ein wirksames Instrument der Kommunikation darstellt,

die Bauweise und Materialität, sowie Systeme solare Energie zu nutzen, die auf einen hohen Anspruch auf Nachhaltigkeit hinweisen,

durch die Herausbildung einer eigenen gesellschaftlichen Struktur wird eine gezielte Entwicklung des Wohnbauprojektes und dessen Umgebung initiiert – daraus entsteht eine positive Entwicklung des städtischen Umfeldes und eine agile Nachbarschaft.

## 5 Das biologische Paradigma in Bezug zum Wohnbau

Städte sind komplexe dynamische Systeme. Sie reflektieren die unzähligen Prozesse, die sozialen, umweltbezogenen und wirtschaftlichen Wandel bewirken. Keine Stadt ist immun gegen äußere Kräfte, die die Notwendigkeit der Adaption diktieren, und gegen internen Druck, der in städtischen Bereichen vorhanden ist und entweder Wachstum unterstützt oder reduziert. Städtische Regeneration ist ein Ergebnis des Zusammenspiels zwischen diesen vielen Parametern und Einflüssen und, noch wichtiger, ist auch eine Antwort auf die Herausforderungen, die sich durch städtische Degeneration an bestimmten Plätzen und in bestimmten Zeitabschnitten herauskristalisieren. Mit „Degeneration“ ist die Fehlentwicklung gemeint, die durch fehlende interdisziplinäre Denkweisen und Blickpunkte in Entwicklungsprozessen von Stadtquartieren entsteht.

*„Die permanente Verfügbarkeit von primären Ressourcen im industriellen Zeitalter hat zu extrem ineffizienten Prozessen und Systemen geführt.“<sup>96</sup>*

Auf Grund zunehmender Ressourcenknappheit gewinnen ökologische Aspekte zunehmend an Bedeutung – man spricht nun vermehrt vom ökologischen Zeitalter oder der geologischen Epoche.

Michael Pawlyn beschreibt in seinem Buch „Biomimikry in Architecture“, dass in diesem Kontext für die Architektur drei Änderungen anzustreben sind:

- *„eine radikale Erhöhung der Ressourceneffizienz;*
- *die Transformation einer durch fossile Energieträger bestimmten Wirtschaft in eine durch Sonnenenergie bestimmte;*
- *Die Veränderung von einer linearen, umweltverschmutzenden und müllproduzierenden Art, Ressourcen zu nutzen, zu einem „Closed Loop“-Modell, durch das alle Ressourcen in geschlossenen Kreisläufen gehalten werden und nichts verloren geht.“<sup>97</sup>*

---

<sup>96</sup> Pawlyn 2011, 1–4.

Regenerativer Wohnbau kann sich in den Grundlagen an den Erkenntnissen der sehr jungen (Kriegs-) Wissenschaft „*Radical Bionics*“ orientieren. Diese interessiert sich für soziale Verhaltensweisen, körperliche Dispositionen und (Über-) Lebensweisen, die sich in neue Formen menschlichen Zusammenlebens und in zeitgemäße siedlungspolitische Strategien übersetzen lassen.<sup>98</sup>

In der Natur gibt es Phänomene wie die Selbstorganisation, das Prinzip der geschlossenen Kreisläufe, das Bestreben und das Vermögen der effizienten bis zur hundertprozentigen Verwertung von Ressourcen und Stoffen, die Symbiose und vor allem die hervorragende Anpassbarkeit an neue Herausforderungen und Lebensbedingungen.

Zwischen dem Menschen und anderen lebenden Organismen gibt es einen natürlichen Zusammenhang. Die unmittelbare Nachbarschaft von Grünflächen in der dichten städtischen Umgebung und der Faktor, dass das bessere Mikroklima und die Luftbefeuchtung zu einer lebenswerten Umgebung führen, wirken sich positiv auf das menschliche Gemüt aus.

Im Kontext der vorliegenden Arbeit werden Prinzipien und Abläufe aus der Natur analysiert und die funktionale Basis biologischer Formen, Prozesse und Systeme untersucht, um nachhaltige Lösungen für den Wohnbau und dessen Einbettung in die Stadt zu finden.

Die Anwendung von Prinzipien aus der Natur im städtischen Wohnbau ist systemisch und komplex, während der rein technische, rechnerische Zugang zu technokratischen Gebäuden und Systemen führt. Die Baukunst bleibt da oft auf der Strecke.

---

<sup>97</sup> Ebda.

<sup>98</sup> Vgl. Pollak 2014, 25–33.

## 5.1 Biologische und von Menschen gemachte Systeme im Vergleich

*„Die Biologie... ist die Wissenschaft des Lebendigen. Sie befasst sich mit allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Lebendigen, aber auch mit speziellen Besonderheiten von Lebewesen, ihrem Aufbau, ihrer Organisation und Entwicklung sowie ihren vielfältigen Strukturen und Prozessen...“*<sup>99</sup>

Michael Pawlyn veröffentlicht in seinem Buch Biomimicry eine aufschlussreiche Gegenüberstellung von „biologischen Systemen“ und solchen, „die von Menschen gemacht“<sup>100</sup> werden.

Interessant dabei ist, dass es zwischen natürlichen Systemen und dem System einer Stadt durchaus Parallelen gibt. Wenn man die Stadt z.B. mit dem Ökosystem Wald vergleicht. Sie hat ähnliche Aufgaben, z.B. jene der Ver,- und Entsorgung, gutes Mikroklima, lebenswerte Räume zu bieten, die Schutz gewähren, Verbindungen und Kommunikation ermöglichen.

*Im Folgenden: „biologische Prinzipien“ im Vergleich zu „von Menschen gemachten“.*

<i>„BIOLOGISCH</i>	<i>VON MENSCHEN GEMACHT</i>
<i>Komplex</i>	<i>Einfach</i>
<i>Geschlossener Kreislauf von Ressourcen</i>	<i>Linearer Fluss von Ressourcen</i>
<i>Stark verbunden und symbiotisch</i>	<i>Nicht verbunden und monofunktionell</i>
<i>Anpassbar an ständige Änderungen</i>	<i>Resistent gegenüber Veränderungen</i>
<i>Ohne Verschwendung</i>	<i>Verschwenderisch</i>
<i>Es werden keine Langzeitgifte verwendet</i>	<i>Langzeitgifte werden oftmals benutzt</i>
<i>Dezentralisiert und vielfältig</i>	<i>Oft zentralisiert und monokulturell</i>
<i>Betrieben durch Solarenergie</i>	<i>Abhängig von fossilen Brennstoffen</i>
<i>Optimiert als ein gesamtes System</i>	<i>Entwickelt für ein einziges Ziel</i>
<i>Regenerativ</i>	<i>Ausgrenzend</i>
<i>Lokale Ressourcen nutzend</i>	<i>globale Ressourcen nutzend“</i> <sup>101</sup>

---

<sup>99</sup> Deutsche Enzyklopädie 2009

<sup>100</sup> Vgl. Pawlyn 2011, 54.

### 5.1.1 Komplex – Einfach

Ein Ökosystem ist laut Matthias Schäfer ein „*Beziehungsgefüge der Lebewesen untereinander (Biozönose) und mit ihrem Lebensraum (Biotop)*“<sup>102</sup>. Durch das Zusammenspiel vieler Faktoren entsteht Leben und wird dieses erhalten bzw. in seinem Artenreichtum vielfältiger. Je reifer das Ökosystem, desto höher die Diversität. Das Wohnen in dichten städtischen Umgebungen könnte man davon abgeleitet also mit einem Beziehungsgefüge der Bewohnerinnen und Bewohner untereinander und mit ihrem Lebensraum beschreiben.

„Für Ökosysteme werden folgende Eigenschaften eingesetzt:

- Offen:* Ökosysteme sind offene Systeme, die zur Erhaltung ihres Systemzustands einen Energiefluss durch das System benötigen.
- Dynamisch:* Ökosysteme verharren meist nicht an festen Punkten ihres Zustandsraumes, sondern es finden auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen dynamische Entwicklungen statt.... Daneben gibt es langfristige Selbstorganisations- und Anpassungsprozesse, die ein Ökosystem fortwährend verändern können.
- Komplex:* Ökosysteme haben biotische und abiotische Elemente und Strukturen. Diese Strukturen sind durch Wechselwirkungen miteinander verbunden. Mit der Anzahl der im System verwirklichten Wechselwirkungen steigt ihre Komplexität an.“<sup>103</sup>

Der Wohnbau in dichten städtischen Umgebungen kann mit einem komplexen System verglichen werden. Der Wohnbau ist ein offenes System, der zur Erhaltung seines Systemzustandes Energieflüsse durch das System braucht. Es besteht die Notwendigkeit der Ver-, und Entsorgung mit Energie, Wasser, Abwasser, Lebensmitteln und anderen Gütern, Luft, Abluft, usw.

---

<sup>101</sup> Ebd.

<sup>102</sup> Schäfer 2002, 231.

<sup>103</sup> o.A. 2018

Der Wohnbau ist also vor allem im städtischen Bereich eine überaus komplexe Herausforderung. Dabei steht funktionale Komplexität im Wechselspiel mit sozialer und gesellschaftlicher Entwicklung.

Längst schon ist die Überlagerung von Wohnen, Arbeiten und Freizeit eine praktizierte Lebensform, die natürlich in den angebotenen Wohnmodellen Entsprechung finden muss.

Die soziokulturelle Einfügung einer Wohngruppe in eine städtische Umgebung hängt stark von der Programmatik der Wohnanlage ab.

Das „Miteinander des Verschiedenen“, ausgelöst durch Migration, verlangt eine vielschichtige Nutzungsmöglichkeit und ein Adaptionsvermögen einer Anlage im Sinne anpassbarer Grundrissstrukturen, eine sinnvolle Mobilität, eine gute öffentliche Anbindung und eine gute Erreichbarkeit aller lebensnotwendigen Orte.

Nicht zuletzt ist die lebenswerte Wohnumgebung von starker Bedeutung. Dazu gehören private Freiräume für jeden, aber auch öffentliche funktionierende Freiräume für Kommunikation und Gemeinsamkeit, ein gutes Mikroklima, gute Luft und gesunde Baustoffe, die zur Anwendung kommen.

Die Anforderungen an das Wohnen sind vielschichtig – hybrid und multifunktional. Die Umsetzung ist jedoch, wie meist vereinfachend dargelegt, unter den gegebenen Rahmenbedingungen auf die Gewinnmaximierung der am Wohnbau finanziell Beteiligten ausgerichtet.

Der Stoffwechsel im Wohnbau entspricht heute primär einem linearen Durchflussreaktor: Wasser und Luft sowie Lebensmittel und Energie fließen meist in linearer Form vom „Versorgungshinterland“ durch die Siedlung und weiter zum „Entsorgungshinterland“. Die in der Siedlung akkumulierten Stoffe stellen durch die Möglichkeit des Recyclings einerseits eine zukünftige Rohstoffquelle dar, andererseits bedrohen die enormen Mülllager langfristig die Qualität von Wasser, Boden und Luft.

Die Dynamik verstärkt sich auch durch die unterschiedlichen und sich immer schneller ändernden Bedürfnisse der Wohnenden. Anpassbare Grundrissorganisationen und Wohnstrukturen sind eine mögliche Strategie, mit der auf diese permanenten Änderungen reagiert werden kann. Die Anpassbarkeit von Wohnsystemen ist jedenfalls eine Voraussetzung für eine lange effiziente Nutzungsmöglichkeit und soziale Nachhaltigkeit.

Die Gesellschaft hat sich stark gewandelt. Die Großfamilie, die in einem Haushalt wohnt, ist in der Stadt durchaus eine Seltenheit. Riesige Wohnanlagen werden hauptsächlich mit Klein- und Kleinstwohnungen geplant. Bei 30 m<sup>2</sup> Wohnfläche sind gewisse gesellschaftliche Ereignisse in der eigenen Wohnung gar nicht mehr möglich.

Das „Gemeinsame“ verlagert sich zunehmend in öffentliche Räume oder Gemeinschaftsräume, aber auch in soziale Netzwerke.

Im Verhältnis zu früher gibt es zum einen zunehmend ältere Menschen, aber auch mehr und mehr allein Wohnende. Dadurch nimmt die Notwendigkeit der Integration von Gemeinschaftseinrichtungen, der sozialen Durchmischung und von Servicewohnen permanent zu. Gefragt sind also neue Wohnformen. Die Wohngemeinschaften, die bei Studenten durchaus bereits etabliert sind, werden zunehmend auch für andere soziale Gruppen erschlossen.

Es werden jedoch nach wie vor viele Wohnsiedlungen und Quartiere errichtet, die nur eine Funktion aufweisen, nämlich das Wohnen, und dadurch zur Schlafstadt und monofunktionell werden. Ein Grund liegt in der noch fehlenden Verankerung der Gemeinschaftsräume in der Förderungspolitik, wie es z.B. in der Steiermark der Fall ist. Gefördert wird die Nett Nutzfläche der Wohnungen, nicht aber Gemeinschaftsräume. Dies könnte sich jedoch in naher Zukunft ändern, da gerade eine Novellierung der steirischen Wohnbauförderung in Arbeit ist.

Manche Quartiere decken das Wohnen von Zuwanderern oder sozial schwächeren Gesellschaftsgruppen ab und weisen meist keine soziale Durchmischung auf. Diese Art Siedlung erscheint im ersten Moment als einfaches System, vor allem in wirtschaftlicher Hinsicht. In der Nutzung stellt sich dies als sehr problematisch dar, führt teilweise zu Segregation und soziale Ausgrenzung. Laut Häußermann/Siebel verfügen viele Zugewanderte über keine notwendigen Ressourcen für die urbane und die suburbane Integration.<sup>104</sup>

---

<sup>104</sup> Vgl. Häußermann/Siebel 2001

*„Mangelt es Zuwanderern zur Integration im urbanen System an der Einbindung in das gesellschaftliche System als Voraussetzung anonymer Kontakte, so fehlen ihnen für den zweiten suburbanen Integrationsmodus gar zwei Voraussetzungen: Nämlich das für das Wohnen in suburbanen Zonen nötige Kapital sowie die kulturelle Voraussetzung in eine sozial und kulturell weitgehend homogene Nachbarschaft zu passen.“<sup>105</sup>*

Der Kostendruck bei der Realisierung von Wohnbauprojekten, um maximale Gewinne zu erzielen, führt oft zur Simplifizierung vor allem in Bezug auf baukünstlerische Qualität, funktionelle Durchmischung, das Angebot von Gemeinschaftsflächen und zur Einsparung von Maßnahmen, die zur Steigerung von Lebensqualität führen.

Laut Forschungsstudie aus dem Jahr 2012 der Wohnbauforschung Wien ist eine wesentliche Voraussetzung für die Errichtung eines „kostengünstigen Wohnbaus“ die Berücksichtigung der drei folgenden „Kostentreiber“:

*„Wirtschaftliche Grundrisse und flächenökonomische Erschließung,  
Kompaktheit des Baukörpers und  
Wahl der Tragstruktur.“<sup>106</sup>*

Wobei auch festgestellt wurde, dass ein maßgeblicher Anteil der Kosten durch planungsexterne Faktoren wie Finanzierung gesteuert wird. Eingespart wird oft bei der Qualität von Materialien, dabei wird leider die Kostenwahrheit, also die Berücksichtigung aller Faktoren wie Erzeugung, Betrieb und Rückbau, nicht ehrlich bewertet, sondern der bloße Faktor der Herstellungskosten ohne die sogenannte graue Energie, also jene Energie, die für die Herstellung, den Transport, die Lagerung, den Verkauf und die Entsorgung eines Materials bzw. eines Produktes notwendig ist.

---

<sup>105</sup> Häußermann/Siebel, z.n. Wurm 2012, 13.

<sup>106</sup> Vgl.: Wiener Wohnbauforschung 2012

Ein Beispiel dafür ist die Vollwärmeschutzfassade mit Styropor bzw. Styrodur, die laut EU-Verordnung 2016/460 zu Sondermüll erklärt wurde, bis dahin jedoch als günstigstes Material oft und gerne eingesetzt wurde. Hunderttausende Tonnen Polystyrol-Dämmplatten wurden am 01. Oktober 2016 in Deutschland als gefährlicher Abfall eingestuft. HBCD (Hexabromcyclodekan)-haltige EPS- und XPS-Platten müssen künftig teuer und in dafür zugelassenen Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Hätte man die dadurch anfallenden Mehrkosten schon vorher mitkalkuliert, wäre vielleicht ein umweltbewusstes Material, das nach wie vor teurer ist, wettbewerbsfähig gewesen.

### 5.1.2 Linearer Fluss von Ressourcen – Geschlossener Kreislauf von Ressourcen



Abb.11: Wald, Nationalpark Trossachs, Schottland, August 2017, Foto Andrea Redi

Ein entwurzelter Baum im Nationalpark Trossachs in Schottland, wie in der Abbildung 11 gezeigt, wird von Moos und Pilzen bewachsen und komplett „verwertet“. Bakterien und Symbionten nutzen die Überreste. In Naturparks werden sterbende oder vom Wind entwurzelte Bäume nicht vom Förster weggebracht, sondern im Kreislauf der Natur belassen.

Bäume sind beispielgebende „aktive Elemente“ eines funktionierenden Ökosystems, dem Wald. Auch das Holz ist als nachwachsender Baustoff ein wichtiges Material, wenn es um geschlossene Kreisläufe geht. Die Bäume binden bereits während ihres Wachstums CO<sub>2</sub>, sind dann, je nach Einsatz, ein Baustoff, der würdig altert, und können schlussendlich sogar noch als Brennstoff verwendet werden.

Die Bäume zeigen aber auch ganz erstaunliche Verhaltensweisen. Sie kommunizieren miteinander, warnen sich gegenseitig vor Schädlingen und versorgen sich gegenseitig mit Nährstoffen. Sie sorgen sich auch um ihre Nachbarn und bekommen natürlich auch Nachkommen.

*„Jeder Baum zieht, statistisch gesehen, genau einen Nachfolger groß, welcher dereinst seinen Platz einnehmen wird.“<sup>107</sup>*

Geschlossene Kreisläufe, ein Ineinandergreifen der Nutzung, wobei sämtliche Materialien wiederverwertet werden, sind ein wesentliches Merkmal natürlicher Systeme. Der Einsatz von ausschließlich „definierten Materialien“<sup>108</sup> ist dabei essenziell. Das Fehlen bloß einer Komponente kann bereits einen biologischen Haushalt ins Ungleichgewicht bringen.

Zwischen zwei- und dreidimensionalen geschlossenen Kreisläufen unterscheiden Braungart und William McDonough in *„Intelligente Verschwendung, The Upcycle: Auf dem Weg in eine neue Überflusgesellschaft“*<sup>109</sup>. Einen Kreislauf zu schließen alleine genügt jedoch nicht, es ist ausschlaggebend, ob die richtigen Materialien verwendet werden und ob die erzeugten Produkte bzw. das entwickelte Design auch über ihren gesamten Lebenszyklus, also nach mehrmaliger Wiederverwendung, nicht abgewertet werden, sondern hochwertig bleiben oder vielleicht sogar aufgewertet werden.

---

<sup>107</sup> Wohlleben 2015, 33.

<sup>108</sup> Braungart/McDonough 2013, 60.

<sup>109</sup> Ebda.

*„Ein Hersteller kann sich z.B. redlich bemühen, dass die Materialien eines Produktes eingeschmolzen, zusammen gepresst oder auf irgendeine andere Weise zu neuen wiederverwendbaren Materialien verarbeitet werden – entweder für das selbe oder auch für andere Produkte. Eine Firma kann damit ein Höchstmaß an Effizienz erreichen – ihren Bedarf an neuen Ressourcen für den Herstellungsprozess dem Anschein nach verringern und daneben möglicherweise auch den Ausstoß des Produktes „Abfall“. Doch den Kreislauf auf diese Weise zu schließen, ist nicht gleichbedeutend mit Cradle to Cradle. Ein geschlossener Kreislauf ist kein positives Ereignis, wenn das dabei verwendete Material giftig ist.“<sup>110</sup>*

In den 1980er Jahren forderten sie in ihrem „intelligenten Produkt-System“ eine „positive Festlegung aller Substanzen“ und unterschieden zwischen „biologischen und technischen Kreisläufen“.

Übertragen auf die Architektur gibt es Beispiele für einzelne Maßnahmen, die auch teilweise bereits angewandt werden:

- die Nutzung von gefiltertem Regenwasser oder Grauwasseraufbereitung für die WC-Spülung oder die Bewässerung von Pflanzen oder Lebensmitteln, die direkt vor Ort angebaut werden.
- die Reduktion des Abfalls, der direkt vor Ort in Bioenergie umgewandelt werden kann, die Kompostierung von Biomüll und die Nutzung zum Düngen der Pflanzen im Sinne des Urban Gardening.
- die Wahl „definierter Materialien“, die Betrachtung des Lebenszyklus der eingesetzten Materialien über die gesamte Periode, die mehrmalige Wiederverwendung mit einem Upgrading der Materialien bzw. der Produkte, einschließlich Einbezug des Rückbaus.
- die Stadt als Bergwerk der Zukunft zu sehen, entsprechend der „Urban Mining-Theorie“<sup>111</sup>, gezieltes Stoffstrommanagement, Materialverbote, z.B. für Plastik oder für Verbundmaterialien, da diese schwer wieder auseinandersortierbar sind.

---

<sup>110</sup> Ebda., 59.

<sup>111</sup> Redi, Andrea 2018, 3.

*„Urban Mining ist mehr als eine erweiterte Abfallwirtschaft. Urban Mining ist ein Denkmodell für die systematische Erfassung und Rückgewinnung der (Sekundär-) Rohstoffe, die in Gebäuden, in Infrastruktur und in Produkten lagern. Dazu gehören aber auch die Forschung und die Entwicklung neuer Techniken für eine immer effizientere Rückgewinnung von Rohstoffen und für deren zukünftige, intelligente Verwendung.“<sup>112</sup>*

Da 75% aller Ressourcen in den Städten verbaut sind, können Städte als reichhaltige Lager von bereits bearbeiteten Rohstoffen betrachtet werden. Dies könnte die angespannte Situation der primären Rohstoffe entlasten. Große Mengen an Baustoffen könnten bei Abriss und Umbau wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Das bedingt natürlich, dass zuerst nur Materialien eingesetzt werden, die unproblematisch sind im Sinne der Zusammensetzung, der Fügung und des Rückbaus.

*„Aber es bedarf mehr Anstrengung, um die Wertschöpfung der wiederverwendeten Stoffe zu erhöhen und neue Produkte leichter recyclingfähig zu machen.“<sup>113</sup>*

Durch eine Katalogisierung und einen verpflichtenden „Materialpass“, ähnlich dem Energieausweis, könnten die eingesetzten Materialien notiert und dadurch einer späteren Wiederverwendung leichter zugeführt werden.

---

<sup>112</sup> Laufs 2018, 12.

<sup>113</sup> Ebda., 14.

### 5.1.3 Stark verbunden und symbiotisch versus nicht verbunden und monofunktionell

Ein sehr bekanntes Beispiel einer erfolgreichen Symbiose aus der Natur, die bereits vor Millionen von Jahren ihren Anfang nahm, ist jene zwischen Bäumen und Pilzen. Pilze sind Pioniere, sie bauen in kargen Umgebungen fruchtbaren Boden auf. Die Wände ihrer Zellen sind aus Chitin, sie sind weder Tiere noch Pflanzen, sondern dazwischen angesiedelt. Sie können keine Fotosynthese betreiben, sondern sind diesbezüglich von anderen Lebewesen wie z.B. den Bäumen abhängig. Ihr unterirdisches Wattegeflecht, das Myzel, breitet sich oft bis zu einem halben Quadratkilometer aus und sie können ein hohes Alter erreichen. Der Hallimasch kann ein Alter von bis zu 2400 Jahre und eine Ausdehnung von bis zu neun Quadratkilometern bei einem Gewicht von bis zu 600 Tonnen erreichen. Der Pilz durchdringt und umschließt die Wurzeln und verbindet sich unterirdisch mit anderen Baumwurzeln. <sup>114</sup>

*„Es entsteht ein Netzwerk, über das munter Nährstoffe und sogar Informationen ausgetauscht werden, etwa über bevorstehende Insektenattacken. Pilze sind demnach so etwas wie das Internet des Waldes“ <sup>115</sup>*

Sie sorgen auch für eine Filterung von Schwermetallen oder radioaktiver Strahlung. Für ihre Dienste erhalten sie Zucker und Kohlendhydrate von den Bäumen, und sie fordern ein Drittel der gesamten Produktion von den Bäumen. <sup>116</sup>

Eine funktionierende Beziehung also. Lebewesen, die voneinander profitieren – Strukturen, die mit der Umgebung Symbiosen eingehen.

Unterschiedlichste Infrastrukturnetze wie Verkehrsnetz, Internet, Ver-, und Entsorgungssysteme, werden erst durch eine bestimmte städtische Dichte sinnvoll.

---

<sup>114</sup> Vgl. Wohleben 2015, 50f.

<sup>115</sup> Ebda., 52.

<sup>116</sup> Vgl. Ebda.

Je dichter ein städtisches System, desto effizienter können sowohl öffentliche Verkehr als auch Wohnumgebungen angelegt werden. Ab einer Million Bewohner und Bewohnerinnen in einer Stadt wird das Verkehrsnetz auch tatsächlich in den Untergrund verlegt.

Auch die Wechselwirkung zwischen Industrie-, und Gewerbe- und Wohnnutzung zeigt Potential – urbane Biogasanlagen bei Industrieabwässern, die Nutzung industrieller Niedertemperaturabwärme zum Heizen wäre für innerstädtische Bereiche eine Strategie, Energien dezentral zu nutzen und verfügbar zu machen.

Auch eine Erwärmung des Grundwassers, wie sie bspw. auch in Kleinstädten wie Graz bemerkbar ist, kann als Kreislaufsystem gedacht und behandelt werden: durch Wärmepumpen kann die Energie lokal verwendet und gleichzeitig das Grundwasser gekühlt werden. Eine weitere Möglichkeit stellen multifunktionelle architektonische Elemente wie Fassadensysteme dar, die gleichzeitig Grünstruktur für die Bewohner und Bewohnerinnen bieten, Feinstaub binden und Photosynthese betreiben und dadurch für ein gutes Mikroklima sorgen.

In Bezug auf den Wohnbau kann man jene städtischen Bereiche als monofunktionell bezeichnen, die nur für eine Nutzung vorgesehen werden, wie z.B. reine Wohnquartiere, die von Unternehmensansiedlungen und gesellschaftspolitischen Zentren der Stadt funktional getrennt sind. Solche Konzepte führen zu erhöhter Mobilität, da nicht in unmittelbarer Nähe gearbeitet werden kann, sondern oft eine tägliche Fahrt zur Arbeit notwendig wird.

Fehlende multifunktionelle Gestaltung führt aber auch zu sozial problematischen Entwicklungen wie Segregation, fehlender Vielschichtigkeit, Ausgrenzung und schlussendlich fehlender Identifikation der Bewohnerinnen und Bewohner.

*„Die gestaltete Stadt kann „Heimat“ werden, die bloß agglomerierte nicht, denn Heimat verlangt Markierungen der Identität eines Ortes.“<sup>117</sup>*

---

<sup>117</sup> Mitscherlich 1972, 15.

#### 5.1.4 Anpassbar an ständige Änderungen *versus* resistent gegenüber Veränderungen

Der Wald sieht je nach Klimazone anders aus, unterschiedliche Bäume können in unterschiedlichen Situationen Fuß fassen bzw. wurzeln. Der Wald passt sich durch Artenvielfalt an unterschiedliche klimatische Bedingungen an. Die Zusammensetzung der Arten verändert sich entsprechend vorgefundener Lebensbedingungen.

Bäume gehen mit Wasser verschwenderisch um, falls dieses in ausreichender Menge vorhanden ist. Vor allem in seiner Jugendzeit geht ein Baum verschwenderisch damit um. Wenn er jedoch wenig Wasser hat, kann er auch mit weniger auskommen. Prozesse werden neu ausgehandelt.

Die Natur passt sich also an die sich ständig verändernden Lebensbedingungen und die klimatische Veränderung mit verschiedenen Methoden an. Jedem von uns sind diese Methoden der Anpassung wie die Veränderung der Farbe für eine bessere Tarnung, das Ändern der Felddichte zu unterschiedlichen Jahreszeiten und auf die jeweiligen Möglichkeiten angepassten Essgewohnheiten bekannt.

Im Wohnbau gibt es Methoden der Anpassung wie die Flexibilität der Grundrisse für unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten und die Veränderbarkeit durch architektonische Elemente und modulare Raumelemente, die Räume voneinander trennen bzw. zusammenschalten. Verschiedene Arten von Räumen werden durch Parameter wie Globalisierung, Schnelllebigkeit, Migration, Individualisierung und die Überlagerung der Funktionen Arbeiten, Wohnen und Freizeit notwendig.

Veränderbare, schaltbare, flexible Grundrisse können rasch neue Funktionen aufnehmen und somit zu einer lebendigen aktiven Wohn- und Arbeitssituation führen. Die in dieser Arbeit besprochenen Beispiele wie „Die Sargfabrik“ von BKK2 in Wien, „Die Grazer Wohnung“ bzw. „Die Multiinzidente Hülle“ von Splitterwerk in Hamburg, Quinta Monroy von Elemental Iquique in Mexiko und die Sandgasse von Prof. Tschom in Graz zeigen Strategien dafür auf, den BewohnerInnen flexible Strukturen anzubieten und werden in Kapitel 6 unter 6.2.3 näher besprochen.

### 5.1.5 Ohne Verschwendung *versus* verschwenderisch

Eine Strategie, sich und seine Art zu schützen bzw. die eigene Art zu vermehren, ist die gemeinsame Reife der Bucheckern. Im Zweijahresrhythmus produzieren die Bäume außerordentlich viele Früchte. In einem Jahr gibt es viele davon, im nächsten Jahr keine – eine Überlebensstrategie, damit sich jene Tiere, die sich von Bucheckern ernähren, nicht zu stark vermehren.

Im ersten Moment könnte da an Verschwendung gedacht werden. In Wirklichkeit ist es aber ein ausgeklügeltes System. Die meisten Bucheckern werden von Tieren wie Wildschweinen und anderem Wild verzehrt. Nur wenige finden ihren Weg in den Boden und an den richtigen Platz, um als Baum ihr Leben beginnen zu können. Laut Statistik schafft es ein Baum im Laufe seines Lebens nur einen Nachkommen großzuziehen. Die Früchte werden auch nur alle zwei Jahre produziert, um die Anzahl der Tiere auf einem vernünftigen Level zu halten. Würden die Bäume jedes Jahr einen derartigen Überschuss an Früchten produzieren, würden sich ihre „Feinde“ auch in einem unkontrollierbaren Ausmaß vermehren.

In der Natur gibt es keinen Abfall. Es wird nichts produziert, was nicht in den Kreislauf eingebettet ist. Unzählige Lebewesen verwerten sogar Kadaver und organischen Müll. Auch Pflanzen, die nicht mehr lebensfähig sind, werden verwertet und dienen anderen Lebewesen als Nahrung.

Eine „*effektive endlose Wiederverwendung von Ressourcen*“ fordern auch der Architekt William McDonough und Michael Braungart.<sup>118</sup> Sie fordern uns auf, das Konzept des Abfalls abzuschaffen.

Die Herausforderung ist also, diese Strategie in den Städten zu implementieren. Aus Abfall Bioenergie herzustellen und diese für die Raumheizung zu verwenden, wäre z.B. ein wichtiger Schritt in Richtung Regeneration. Die notwendige Technologie dazu ist vorhanden. Es fehlt nur noch das Bewusstsein über die Notwendigkeit, dies zu tun.

---

<sup>118</sup> Braungart/McDonough 2013, 13.

Das wichtigste Prinzip ist sicher die Müllvermeidung. Das Prinzip der Wiederverwendung, des Mehrfachnutzens und der Langlebigkeit sind hier von Bedeutung.

Früher war es ganz normal, dass man Maschinen oder Autos repariert, gut gehalten und gepflegt hat. In der heutigen Wegwerfgesellschaft werden Gegenstände, die nicht mehr funktionieren, eher weggeworfen als repariert und bei vielen Produkten wird auch keine Reparatur zugelassen, beispielsweise bei Smartphones, die von KundInnen nicht mehr geöffnet werden können. So werden wir zu permanenten KonsumentInnen, da zu stetigem Kaufen animiert.

Übertragen auf den Wohnbau könnte das zu folgenden Konsequenzen führen:

Vermeidung von Verschwendung beim Bau von Wohnstrukturen:

- Bestehende Gebäude und Materialien möglichst lange zu nutzen und zumindest gleichwertig, aber besser noch höherwertig wiederzuverwenden.
- Eine genaue Überlegung des Rückbaus von Bauwerken, der geordnet und wiederverwertend erfolgen soll, und zwar bereits in der Designphase im Sinne eines „Upcyclings“<sup>119</sup> von Materialien und Bauwerken.
- Neubauten sehr sorgfältig mit ökologischen und wiederverwertbaren Materialien zu planen und auszuführen. Jedes Gebäude erhält einen Materialpass im Sinne des „Urban Minings“, um primäre Ressourcen zu schonen.
- Nutzung der Abwärme von nahen Gewerbebetrieben.
- Nutzung der Abwärme des bereits erwärmten Grundwassers.
- Leerstehende Gebäude wieder einer Nutzung zuführen.
- Gute Ausnutzung von Wohnfläche durch flexible Nutzungskonzepte.

Vermeidung von Verschwendung im Betrieb von Wohnstrukturen:

- Den Wohnenden eine gute Infrastruktur anbieten: Bauernmarkt oder Bioladen in unmittelbarer Nähe der Wohnung anzubieten, eigene Anbaumöglichkeiten, Urban Gardening, Einkaufen in kleinen Strukturen.
- Gute Mülltrennung: Zuerst soll Müll reduziert werden. Der Müll, der dennoch entsteht, soll jedenfalls gut getrennt werden.
- Bioenergie wird dezentral vor Ort mit dem entstandenen Müll erzeugt.
- Biomüll wird vor Ort zu Kompost verwandelt.

---

<sup>119</sup> Ebda.

### 5.1.6 Keine Langzeitgifte werden verwendet, Langzeitgifte werden oftmals benutzt

Auch in der Natur kommen Stoffe vor, die für den Menschen oder andere Lebewesen giftig sind. Man denke dabei an das Gift von Spinnen, Schlangen oder Wespen, das für einen Menschen auch zum Tod führen kann.

Wenn wir hier von Langzeitgiften sprechen, geht es um Substanzen, die durch den Menschen in die Natur eingebracht werden und mit denen das Ökosystem nicht umgehen kann.

Schwierig ist es, InvestorInnen bzw. EigentümerInnen davon zu überzeugen, dass sie Holz- statt Kunststofffenster einsetzen sollen. Es gibt bei den Fenstern einen enormen Preisunterschied von häufig bis zu 50%, der bei der Entscheidung ausschlaggebend ist. Leider werden der Rückbau und die Entsorgung nicht beim Verkauf mitbewertet. Sonst müsste es für Gegenstände aus Plastik bzw. Kunststoff andere Preise geben.

Im sozialen Wohnbau, wo die Fördersumme knapp kalkuliert ist, ist die Bereitschaft, Kunststofffenster einzusetzen, noch größer. Wirtschaftliche Faktoren, Wartung und Pflege sind oftmals das Argument.

Plastik als Baumaterial einzusetzen ist sehr problematisch, vor allem das Mikroplastik ist gefährlich. Das so genannte „sekundäre Mikroplastik“, nur nanometergroß, entsteht einerseits im Meer aus großen Plastikteilen, die aneinander reiben, andererseits wird das „primäre Mikroplastik“ vor allem Kosmetikartikeln wie Peelings, Duschgels, Aftershaves, Haarsprays usw. beigemischt und gelangt ins Abwasser und schlussendlich in unsere Flüsse und Meere.

Rita Apel erklärt dies eindrucksvoll in ihrem Poetry Slam „*Das Kindergedicht vom Mikroplastik*“<sup>120</sup> im Rahmen des „17 Ziele Poetry Slam“ am 13. April 2018 in Berlin.

---

<sup>120</sup> Apel 2018

Plastik kann nicht natürlich abgebaut werden. Wir haben bereits Plastikinseln im Meer, so groß wie Österreich. Das Mikroplastik, das Waschmitteln und Kosmetikartikeln beigemischt wird und durch Kläranlagen nicht aus dem Abwasser herausgefiltert werden kann, da die Teile zu klein sind, gelangt über Lebensmittel wie Meeresfische wieder auf unseren Speiseplan und damit in unseren Körper zurück und richtet da großen Schaden an.<sup>121</sup> In einigen Ländern wie Schweden, Großbritannien, Neuseeland, Kanada und den USA ist der Einsatz von primärem Mikroplastik in Kosmetikprodukten bereits untersagt. Dies kann also politisch gesteuert werden. Das „sekundäre Mikroplastik“ jedoch zu vermeiden liegt in unserer aller Verantwortung.

Diese Verantwortung kann von Designerinnen und Designern bzw. von Architektinnen und Architekten bereits in der Entwurfsphase, wenn die Entscheidung fällt, mit welchen Materialien gearbeitet wird, wahrgenommen werden.

Es müssen recyclebare Produkte eingesetzt werden oder solche, die durch natürliche Prozesse abbaubar sind. Das ist ein sehr wichtiger Punkt. Damit steht und fällt die „Urban Mining“-Strategie.

Zuerst sind die richtigen, biologischen Materialien einzusetzen, und dann auf eine Art, dass sie leicht voneinander trennbar und wiederverwendbar sind. Das ist leider sehr oft eine finanzielle Angelegenheit und scheitert in der Praxis spätestens in der „Kosteneinsparrunde“, die bei fast allen Projekten notwendig ist.

Das Grundproblem ist jedoch, dass biologische Baumaterialien teurer sind als die vergleichbaren, biologisch nicht so leicht rückbaubaren oder gar synthetischen Materialien oder eben Kunststoffe, deren problematische Auswirkung auf unsere Lebensumwelt immer klarer wird.

---

<sup>121</sup> Vgl. Ebda.

### 5.1.7 Dezentralisiert und vielfältig *versus*

zentralisiert und monokulturell

Der Wald besitzt ein ausgeklügeltes Informationssystem. Pilze, die symbiotisch mit Bäumen zusammenleben, bilden riesige unterirdische Geflechte, sogenannte Myzelien, die die Bäume mit Informationen und Nährstoffen versorgen. Peter Wohlleben spricht vom „Internet des Waldes“<sup>122</sup>. Auch wenn ein Knoten ausfällt, funktioniert die Gesamtkommunikation, da dieses Netz aus vielen kleinen, untereinander vernetzten Knoten zusammengesetzt ist. Dieses dezentrale System ist ungleich resilienter als ein zentrales System, weil das Gesamtsystem auch dann noch funktioniert, wenn ein Knoten ausfällt.

Der Wald ist eines unserer wichtigsten Ökosysteme, das uns mit sauerstoffreicher Luft und frischem Wasser versorgt und auch Lebensraum für unzählige Lebewesen ist.

Wenn wir den Vergleich der Bäume mit Häusern wagen wollen, dann könnten wir auch soweit gehen, dass wir das „energieautarke aktive Haus“ als Teil eines städtischen Netzes begreifen. Jeder einzelne Baum fängt das Licht der Sonne ein und betreibt Photosynthese, zieht das Wasser und Nährstoffe aus dem Boden und ist, über riesige unterirdische Myzelien mit seinem Artgenossen verbunden, Teil eines großen Netzwerkes.

Wenn wir also energieautarke, aktive Häuser in die Stadt setzen, die sich, durch Netzwerke miteinander verbunden, die Energie aus der Sonne holen und Photosynthese direkt vor Ort betreiben, würden wir einen großen Schritt in Richtung „regenerativer Stadt“ machen.

Im Moment wird die Stadt meist zentral mit Energie versorgt. Zentrale Systeme haben den Nachteil, dass sie weder flexibel noch wandlungsfähig noch selbst organisiert sind. Die Versorgung von Städten mit Fernwärme ist ein typisches Beispiel dafür. Es sind lange Leitungen notwendig und es muss mit hohen Leitungsverlusten gerechnet werden.

Fernwärme, Strom, Sauerstoff, Lebensmittel und Wasser werden über das Versorgungshinterland bereitgestellt und in die Stadt geliefert. Abfall, Abwasser und

---

<sup>122</sup> Vgl. Wohlleben 2015, 51.

Abwärme werden in das Entsorgungshinterland entsorgt. Die Instrumente sind: Solarenergie unmittelbarer zu nutzen, Lebensmittel, Sauerstoff durch vertikales Grün, Urban Gardening und durch aktive Fassaden direkt vor Ort herzustellen.

### 5.1.8 Durch Solarenergie betrieben *versus* von fossilen Brennstoffen abhängig

Der Baum ist ein sehr gutes Beispiel dafür, wie Solarenergie gut genutzt werden kann. Für die Photosynthese der Blätter nutzt er das Sonnenlicht und CO<sub>2</sub> und erzeugt dabei Sauerstoff. Er nimmt das Wasser und die Nährstoffe über seine Wurzeln im Boden auf. Über die Blätter gibt er Luftfeuchtigkeit wieder ab und trägt damit zur Kühlung der Umgebungsluft bei.

Die Sonne als Energiequelle ist unbeschränkt vorhanden, die Energie muss jedoch genutzt werden. Vor allem in innerstädtischen Bereichen gibt es ein hohes Potential, das ausgeschöpft werden sollte. Eine Versorgung durch Erdwärmepumpen, Sonnenkollektoren, Photovoltaikanlagen, Grätzel-Zellen usw. wäre möglich. Teile der Fassaden können derart ausgeführt werden, dass sie die Energie aufnehmen und in Wärme oder Strom umwandeln. Die Industrie muss noch aufgefordert werden, entsprechende Produkte anzubieten.

Mit Ausnahme von historisch schützenswerten Dächern und Dachdeckungen könnten die Dächer als Photovoltaik-Kraftwerke ausgestattet werden. Der dadurch gewonnene Strom kann leicht ins Netz geladen und dort, wo er gebraucht wird, wieder abgeholt werden. Diese Möglichkeit wird allerdings, wahrscheinlich aus wirtschaftsstrukturellen Gründen, noch zu wenig genutzt. Der so gewonnene Strom, der in das Netz eingespeiste Kilowattstunde, wird schlecht bezahlt. Daher amortisieren sich solche Anlagen nach wie vor nicht schnell und werden viel zu selten eingesetzt. Auch der Einsatz des Elektroautos kann in innerstädtischer Lage einige Probleme lösen. Der Feinstaub und sämtliche Belastungen durch den motorisierten Verkehr werden dadurch reduziert, obwohl der mechanische Abrieb gleichbleibt. Auch akustisch würde der Einsatz von Elektroautos Vorteile bringen, doch nach wie vor setzt sich das Elektroauto, zumindest in Österreich, nicht durch; es gibt immer noch zu wenig Infrastruktur in Form von Ladestationen und dazugehörigen Parkmöglichkeiten. Die Technologien sind also durchwegs vorhanden, es fehlen allerdings Infrastruktur und politischer Wille.

### 5.1.9 Optimierte als ein gesamtes System *versus* entwickelt für ein einziges Ziel

Durch die Analogisierung und Anwendung von Prinzipien aus der Natur können wichtige Vorgangsweisen für den Wohnbau abgeleitet werden, die bis dato in der komplexen Verknüpfung noch nicht eingesetzt wurden, aber die Tendenz der stetigen Steigerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, des Ressourcenbedarfs und der zunehmenden Umweltverschmutzung rückläufig machen.

Die Innovation dieser Arbeit liegt in der komplexen Verknüpfung existierender Technologien, Strategien und Tendenzen im Wohnbau mit einem funktionierenden ganzheitlichen System, das in der Lage ist, eine Regeneration der Städte herbeizuführen.

In der Architektur bzw. im Wohnbau brauchen wir die Prinzipien der biologischen Evolution bzw. die Fähigkeit einer allmählichen Veränderung der Merkmale. Im architektonischen Kontext bezieht dies auch die evolutionäre Optimierung des Entwurfsprozesses von Gebäuden sowie die Synthese von neuen Materialien und Struktur mit ein.

Die Emergenz oder evolutionäre Optimierung ist ein wichtiges neues Konzept, das in den letzten Jahren in vielen Bereichen wie z.B. künstlicher Intelligenz, Klimastudien, Materialwissenschaften und Biometric Engineering angewandt wurde<sup>123</sup>.

Das Ziel dieser Arbeit ist Parameter und Planungsmethoden sowie Vorgangsweisen zu finden, die zu einem regenerativen Wohnbau führen, der, implementiert in die Stadt zu einer Optimierung des gesamten Systems führen. Diversität im Wohnbau, Beteiligungsmöglichkeit von BewohnerInnen, Flexibilität in der Nutzung und schaltbare, responsive Räume verhindern Monofunktionalität.

---

<sup>123</sup> Hensel/Menges 2004, 6–9.

## 5.1.10 Regenerativ versus Ausgrenzend

*„Regeneration has to do with rebirth of life itself, thus with hope for the future.“<sup>124</sup>*

John Dewey, 1916

Laut John Dewey hat Regeneration also mit dem Entstehen von Leben zu tun. Und das Wort „Design“ wird hier in einem übergeordneten, inklusiven Sinn verwendet; es bezeichnet das Formen komplexer Systeme.

Der Ausdruck „regeneratives urbanes Design“ soll als Untersuchung der Natur, ihrer Modelle, ihrer Systeme und Prozesse und deren Nachbildung oder Übertragung auf städtische Systeme verstanden werden.

Die vorliegende Arbeit verwendet für die vielfältigen Aspekte einer ökologischen und erholsamen Stadt den Begriff „regenerative Stadt“, das ist eine städtische Struktur, in dem regenerative Wohnstrukturen wichtige Teilelemente sind.

Regenerative urbane Strukturen sind also ganzheitliche Systeme, die durch effiziente Strukturen, Zero-Waste-Systeme, intelligente Wasser- und Energienutzung sowie solare Energienutzung versuchen, einen vollständigen Lebenszyklus von Gebäuden und städtischen Umgebungen zu generieren. Wobei laut Braungart und Mc Donough ein geschlossener Kreislauf allein noch zu wenig ist; wesentlich ist, dass Wiederverwendung und Wiederverwertung im Sinne von „Upcycling“ stattfinden. Das bedeutet, dass die Materialien, Räume und schlussendlich Gebäude keine Entwertung, sondern eine Aufwertung oder zumindest eine gleichwertige Wiederverwendung erfahren. Sonst würde „Downcycling“ eintreten – und dies wäre nicht im Sinne der von ihnen definierten „Cradle to Cradle“-Philosophie bzw. -Strategie.

---

<sup>124</sup> Lyle 1994, 11.

Die bloße Reduktion des Schadens ist in vielen Fällen der Standard. Dieser Zugang hat alles beeinflusst: unseren Markt, unseren Zugang zum Design und nicht zuletzt die Baukunst, also die Architektur selbst.

Unter der Einhaltung regenerativer Entwurfsprinzipien ist es aber möglich, Projekte zu entwerfen, die im Einklang mit ihrem Ecosystem sind. Es ist auch dringend notwendig, Projekte zu entwickeln, die ihrer Umgebungen guttun, sich nicht negativ auf die Umwelt auswirken, sondern sogar dazu beitragen, dass sich das Gesamtsystem regeneriert.

Regeneratives Design begann in den 70ern populär zu werden. Man fing damit an, die Performance von Gebäuden zu analysieren und zu bewerten. Das Bewertungssystem LEED änderte z.B. das Bewusstsein über die unerwünschten Nebeneffekte der Gebäudeentwürfe, Konstruktionen und den Betrieb von Gebäuden. Das „regenerative System“ geht über das „Nachhaltige“ und „Restorative“ hinaus und sucht Wege, um zurückzugeben, was durch den Bauprozess verloren geht.

Dass ein Produkt, ein Haus oder eine Stadt regenerativ ist, beginnt bereits beim Design. Es ist wesentlich, welche Materialien für Produkte verwendet und wie diese kombiniert werden.

Bei einem „regenerativen System“ sind Menschen Teil des auf natürlichen Prinzipien basierenden Gesamtsystems. Wir sind also auf der Spur von „regenerativen Wohnsystemen“, die zur Erholung des Gesamtsystems Stadt beitragen. Dabei werden gesellschaftspolitische und naturwissenschaftliche Überlegungen miteinander verknüpft. Der „regenerative Wohnbau“ vereint hier als brückenbildendes Element die teilweise divergenten Interessen dieser Wissensgebiete.

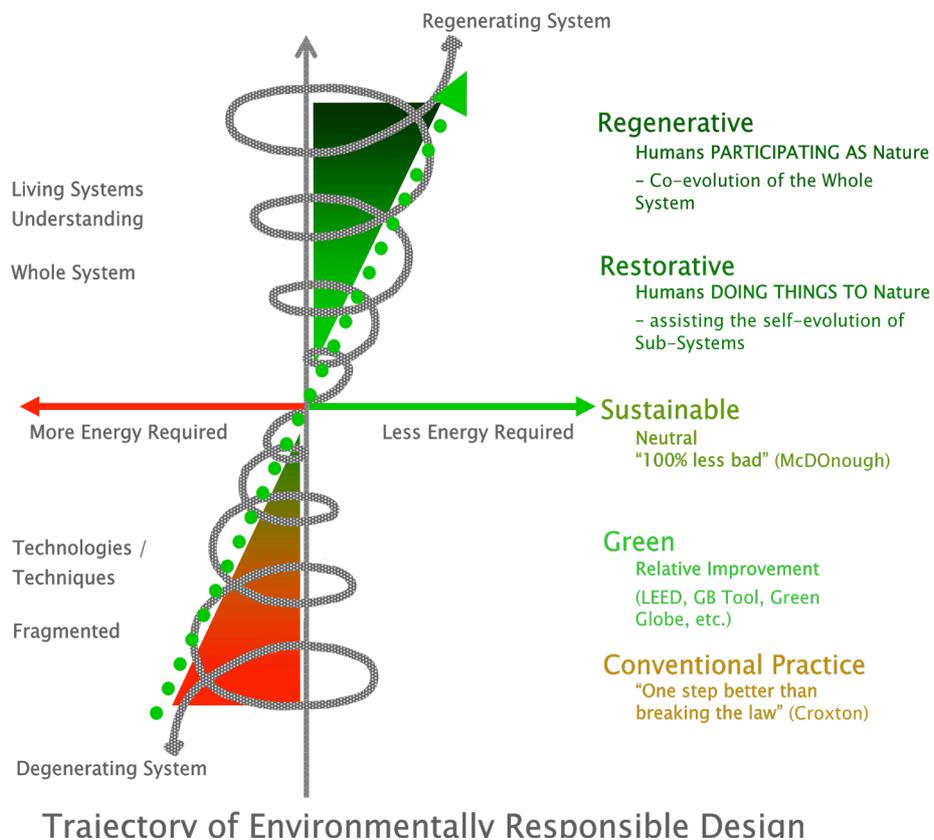


Abb.12: Reed, Bill, 2006 *Integrative Design Collaborative, Inc., Regenesys, Inc., and IDP, Inc.*,

Herbert Girardet hat für Adelaide 29 Forderungen für eine „regenerative städtische Entwicklung“ formuliert, die von der südaustralischen Regierung unter Premier Mike Rann zum Teil auch umgesetzt wurden.<sup>125</sup> Die Forderungen verdeutlichen, wie umfangreich die Aspekte einer regenerativen Stadt sind. Adelaide ist eine Großstadt mit mehr als einer Million Menschen.

<sup>125</sup> Vgl. Girardet 2003.

*„Regenerative städtische Entwicklung ist laut Herbert Girardet:*

- 1) *eine effiziente Energienutzung in allen Bereichen als ein wichtiger Fokus in Stadtplanung und -management;*
- 2) *die Modifikation von Gebäudecodes, um ressourceneffiziente Gebäude zur Norm zu machen, und die Schaffung energieeffizienter Standards, um den Pro-Kopf- Energieverbrauch zu limitieren;*
- 3) *die Förderung von „Solar City“-Entwicklungen;*
- 4) *die Einführung von Einspeisungstarifen für erneuerbare Energien und die Möglichkeit, solar gewonnene Energie an das Netz zu einer guten Rate zu verkaufen;*
- 5) *die Unterstützung der Entwicklung erneuerbarer Energie als eine wichtige neue Industrie;*
- 6) *die Sicherung von Trinkwasser und die Schaffung „wasserdichter“ Städte durch die Steigerung der Wassereffizienz und Sammlung von Regenwasser in Haushalten und Industrie sowie Schmutzwasserrecycling;*
- 7) *Strategien, die zu einer Zero Waste City führen und neue Jobs und „Green Business“ schaffen;*
- 8) *die Entwicklung neuer Industrie, um organischen Müll zu Düngemittel zu verarbeiten;*
- 9) *die kosteneffiziente Wiederverwertung von technischem Müll;*
- 10) *lokales Essen;*
- 11) *das Forcieren von lokaler „peri-urbaner“ Nahrungsmittelerzeugung für lokale Märkte;*
- 12) *die Förderung von Bauernmärkten und Community-unterstützter Anbau;*
- 13) *nachhaltiger Transport;*
- 14) *das Schaffen neuer Fußgängerzonen überall, wo dies möglich ist;*
- 15) *ein dichtes Netzwerk von Radwegen in der Stadt;*
- 16) *das Forcieren von öffentlichen Verkehrsmitteln, indem die Attraktivität, die Frequenz und die Flexibilität erhöht werden;*
- 17) *das Stimulieren der Entwicklung neuer Technologien für Elektro- und Brennstoffautos;*
- 18) *das Ermutigen von Car Sharing als wesentliche Strategie des urbanen Individualverkehrs;*
- 19) *die Integration der Natur in die Stadt;*
- 20) *die Forcierung von Baumpflanzung für Biodiversität in der Stadt;*
- 21) *die Reduktion von Kohlenstoff als Hauptaspekt von peri-urbaner Baumpflanzung;*
- 22) *die Entwicklung von Initiativen für die Wiederaufforstung von Wäldern;*
- 23) *die Förderung von „grünem Business“ durch den gezielten Einsatz öffentlicher Auftragsvergabe;*
- 24) *die Förderung von Ressourceneffizienz in allen Geschäftsbereichen;*
- 25) *die Schaffung von „Green Business-Inkubatoren“ überall in der Stadt;*
- 26) *eine Kultur der restaurativen Urbanisierung;*
- 27) *die Sicherstellung, dass „regenerative Stadtentwicklung“ in allen Phasen der Ausbildung, in den Medien und bei öffentlichen Events thematisiert wird;*
- 28) *die Sicherheit, dass alle Bürger und Bürgerinnen Anteil an restaurativen Entwicklungen nehmen;*
- 29) *regelmäßige Berichte über die Implementierung von öko-restaurativen Strategien und Praktiken;“* <sup>126</sup>

---

<sup>126</sup> Vgl. Ebda.

Viele der zuvor genannten Punkte sind eine wichtige Basis für eine regenerative Siedlungspolitik.

Wir werden uns im Speziellen mit „regenerativem Wohnbau“ beschäftigen, da ja der Wohnbau die Stadt zu etwa 60% ausmacht und damit großes Potential aufweist, eine positive Entwicklung in der Stadt einzuleiten.

„Regenerative Wohnbauten“ sind Wohnstrukturen, die zu einer „Erholung“ bzw. Wiederherstellung eines funktionierenden, ständig wachsenden Gesamtsystems beitragen. Um das zu erreichen, sind konkrete Strategien notwendig, die Wohnen in dichten städtischen Umgebungen mit hoher Lebensqualität ermöglichen.

### 5.1.11 Lokale Ressourcen nutzend *versus* globale Ressourcen nutzend

Die Versorgung von Städten mit Ressourcen ist durch lange Transportwege im Bereich Technologien, Arbeitskraft und Materialien gekennzeichnet. Eine Fokussierung auf lokale Ressourcen erscheint auf den ersten Blick als eine dem Fortschritt abgeneigte Haltung und führt quasi natürlich zu einer gewissen Einschränkung der Möglichkeiten. Durch die Nutzung rein lokaler Ressourcen wird aber auch ein „charakteristisches Erscheinungsbild“ einer Region oder einer Stadt erreicht. Der Einsatz gleicher Materialien führt zu einer bestimmten Kohärenz. Man betrachte in Schottland z.B. die Steinhäuser, Steinbrücken oder Steindächer. Das Hauptbaumaterial ist jedenfalls Stein, was zu einer regionalen Typologie und auch zu einem ganz bestimmten Stil und Ausdruck führt. Wer kennt nicht und liebt nicht die typische mediterrane Stadt mit einem sehr prominenten Beispiel wie Dubrovnik, erbaut nach den Richtlinien der Stadtordnung von Dubrovnik von 1220, aber vor allem mit lokalen Materialien.

Die Nutzung globaler Ressourcen bringt uns eine Vielfalt an Möglichkeiten in Bezug auf Materialität und Gestaltung. Aber auch einen großen Bedarf, die Materialien zu transportieren und oft von weither zu importieren.

Das kurbelt unbestritten die globale Wirtschaft an, aber regional führt es zu einer Verschiebung und zu einer Erhöhung des Anteils an grauer Energie, die als Materialparameter angeführt und auch in den Kosten eines Produktes abgebildet werden müsste. Dabei muss der Anteil an primären Ressourcen berechnet werden, der wahre Aufwand, ein Produkt zu verarbeiten; in Billiglohnländern müsste natürlich ein Faktor die im Vergleich günstigeren Arbeitskräfte aufwerten. Der Transport und das dabei produzierte CO<sub>2</sub> sollte ebenfalls eine Kenngröße sein, die dabei Berücksichtigung finden muss. Und nun das Wichtigste: Der Rückbau muss überlegt und bewertet werden und auf vollständige Wiederverwertbarkeit im Sinne eines „*Upcycling*“ soll Bedacht genommen werden.

## 6 Zur Anwendung neuer Konzepte und Parameter auf zukunftsweisende, regenerative Wohnstrukturen: „aktives“ urbanes Wohnen

Nochmals in Erinnerung gerufen haben wir im vorangegangenen Kapitel folgende biologische Prinzipien untersucht, die als Grundlage verwendet wurden, um über Strategien nachzudenken, die zu regenerativen Siedlungen führen:

*„Die Komplexität von Systemen,  
den geschlossenen Kreislauf von Ressourcen,  
eine starke Verbundenheit und Symbiose,  
die Anpassbarkeit an ständige Veränderung,  
Systeme ohne Verschwendung und  
ohne den Einsatz von Langzeitgiften,  
Dezentralität und Vielfältigkeit,  
den Betrieb über Solarenergie,  
die Möglichkeit zur Regeneration und  
die Nutzung lokaler Ressourcen.“<sup>127</sup>*

Zusammenfassend kann man daraus ableiten, dass es ein komplexes Zusammenspiel von Strategien ist, das ein Ökosystem funktionstüchtig macht und dass wir regenerative Siedlungen erhalten würden, wenn es uns gelingt, diese Prinzipien in der Konzeption und Umsetzung unserer Wohnstrukturen erfolgreich anzuwenden. Ein funktionierendes Ökosystem wie z.B. der Wald zieht jedenfalls aus all seinen Elementen einen Nutzen, setzt seine Teilkomponenten in unmittelbare Beziehungen zueinander, gibt Raum für Symbiosen, hält alle Prozesse und Lebewesen in einem Kreislauf zueinander und ist

---

<sup>127</sup> Vgl. Pawlyn 2011, 54.

ständig aktiv, Sauerstoff, Wasser, Nährstoffe und alle notwendigen Grundlagen für seinen Lebensraum zu schaffen.

Bezugnehmend auf diese Prinzipien beschäftigen wir uns in diesem Kapitel näher mit Strategien, die auf die aktive Komponente setzen, also mit der Nutzung von Solarenergie, Dezentralität, Symbiosen von Gebäuden bzw. Gebäudehüllen und ihren städtischen Umgebungen und die Anpassbarkeit von Wohnraumstrukturen an die sich ändernden Bedürfnisse der BewohnerInnen.

Dazu werden folgende Begriffe eingeführt: das „aktive Gebäude“, das „aktive Wohnsystem“ und die „aktive urbane Landschaft“ und zu einem neuen Ansatz verbunden.

Es geht dabei aber nicht um rein rechnerische, technische Bewertungen von Energieverbrauch und solarem Energiegewinn. Es wird versucht, einen holistischen Zugang zu gewinnen. Die Energieeffizienz von Gebäuden sowie die Materialität, die Gestaltung, die durch energiebewusstes Bauen hervorkommen, der baukünstlerische Aspekt werden genauso betrachtet wie soziokulturelle Fragen und eine flexible Nutzbarkeit von Wohnräumen. Im Sinne des biologischen Paradigmas sollten wir vor allem Primärressourcen einsparen, z.B. mittels „Urban Mining-Strategien“. Wir müssen Ressourcen klug einsetzen und wiederverwerten, um sie in einem geschlossenen Kreislauf zu halten. Dies wird im vorangegangenen Kapitel unter 4.4.2. unter „linearer Fluss der Ressourcen *versus* geschlossenen Kreislauf von Ressourcen“ näher diskutiert.

Hier aber beschäftigen wir uns vor allem damit, durch aktive Elemente Energie, gutes Mikroklima, frische Luft, Materialien, Ressourcen, Stoffe und nicht zuletzt adaptierbare Räume mit hoher Lebensqualität zu gewinnen.

In Österreich nimmt derzeit die Passivhausentwicklung eine Vorreiterrolle ein. Die Fokussierung auf Aspekte wie Energieeffizienz, wärmebrückenfreies, luftdichtes Konstruieren in Verbindung mit einer anspruchsvollen Haustechnik, kontrollierter Lüftung und Wärmerückgewinnung aus der Abluft führt zu diesem Ansatz. Abgeleitet von der Niedrig-Energie-Bauweise wird der Energieverlust über eine dichte, sehr gut gedämmte Hülle, hochgedämmte Außenbauteile und Passivhausfenster auf ein Minimum reduziert. Drucktests zur Überprüfung der Luftdichtheit, sogenannte „Blower-Door-Tests“, werden während der Bauphase durchgeführt, um die absolute Dichtheit der Gebäudehülle nachzuweisen. Dafür werden Außenwände aus Holz z.B. mit Folien eingepackt und wird

das Innere eines Hauses von seiner Umwelt komplett entkoppelt.

Eine nicht sehr angenehme Vorstellung, diese komplett dichte Gebäudehülle, die das Innen und Außen streng voneinander trennt...

Eine mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung ist meist unerlässlich. Die Bewohner und Bewohnerinnen werden aufgefordert, die Fenster zum Lüften nicht zu öffnen, um keine unkontrollierbaren Zustände zuzulassen. Vor etlichen Jahren schon wurde Wien zur „Welthauptstadt des Passivhauses“<sup>128</sup> erklärt. Wien hat auch im sozialen Wohnbau eine lange Tradition. Durch die richtigen Förderungen unterstützt, wurden bereits einige großvolumige Wohnbauten als Passivhäuser ausgeführt. Ein ganz aktuelles Projekt, das den Staatspreis 2017 für Architektur und Nachhaltigkeit erhalten hat, ist „das Neunerhaus“ von pool Architektur, Wien – Landstraße. „Der 1999 gegründete Verein ‚neunerhaus‘ hat es sich zur Aufgabe gemacht, obdachlosen Menschen Hilfe und Selbsthilfe zu geben.“

Wir möchten uns aber im Folgenden weniger mit Passivhäusern beschäftigen, als vielmehr mit Konzepten auseinandersetzen, die die aktive Komponente in den Vordergrund stellen.

Auf der individuellen Ebene werden Bewohnern und Bewohnerinnen mithilfe anpassbarer Räume Strukturen geboten, die rasch auf geänderte Anforderungen reagieren können. Auf struktureller Ebene werden öffentliche Räume, Gebäude und sozial nachhaltige Wohnumgebungen zu einer regenerativen urbanen Landschaft beitragen.

## 6.1 Das „aktive Gebäude“

Die Aktivierung von Gebäudeoberflächen ist ein wichtiger Schritt zur dezentralen, solaren Energiegewinnung oder Versorgung mit Frischluft direkt in der Stadt.

Der derzeitig praktizierten Praxis von Passivhäusern mit der Minimierung des Energieverlustes über die Gebäudehülle, der damit verbundenen Notwendigkeit der absoluten Trennung von Innen und Außen, der Lüftung dichter Gebäude über mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft möchte ich eine Strategie des aktiven Hauses gegenüberstellen. Dabei werden Teile der

---

<sup>128</sup>Leeb 2017, 8.

Gebäudehülle, Fassaden, Dächer für solare Energiegewinnung, Photosynthese direkt vor Ort, Staubbindung, Verdunstung und damit Kühlung aktiviert. So könnte jedes gebaute Gebäude dazu beitragen, Energie und Sauerstoff zu erzeugen, die städtische Luft zu reinigen und die Umgebungstemperatur in der Stadt zu senken. Ausschlaggebend ist die Gesamtenergiebilanz. Durch den Einsatz kluger natürlicher Be- und Entlüftungssysteme ist es vielleicht nicht mehr notwendig, die Gebäudehülle absolut dicht auszuführen und mit mechanischer Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung akribisch jede Energie im Haus zu nutzen. Die BewohnerInnen erhalten etwas von ihrer Eigenverantwortung in ihrer Wohnumgebung zurück.

Das Innere eines Gebäudes kann wieder mehr mit dem Äußeren kommunizieren.

Strategien, Feinstaub und Schadstoffe in der Luft zu reduzieren, sind gefragt, wie es derzeit europaweit vorgezeigt wird. In Paris wurde bereits ein partielles Fahrverbot für alle Dieselfahrzeuge verhängt. An ungeraden Tagen dürfen nur Autos mit ungeraden Kennzeichennummern fahren und an geraden Tagen nur solche mit geraden Nummern. Allein durch diese Maßnahmen gingen die Schadstoffbelastungen um ca. 30% zurück. Das soll aber erst der Anfang sein. Das Seine-Ufer, eine Hauptverkehrsverbindung für den Individualverkehr, wurde autofrei gemacht und ab 2020 soll es ein komplettes Fahrverbot für Dieselfahrzeuge geben.

Die Reduktion des Individualverkehrs und des Hausbrandes sind effiziente Möglichkeiten, Feinstaub und CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren. Eine andere ist der Einsatz aktiver Gebäudeelemente, womit wir uns im Folgenden auseinandersetzen werden. Durch Fassadenbegrünungen, Gründächer, Wasserbecken am Dach, die Ausführung von Fassaden als Bio-Reaktoren wie z.B. Algenfassaden, die Energiegewinnung mittels Solarfassaden, fassadenintegrierte Photovoltaikanlagen oder Grätzelzellen wird das Gebäude als eine Art Kleinkraftwerk genutzt. Im Folgenden werden verschiedene Systeme behandelt.

### 6.1.1 Innovative Gebäudetechnologie – die aktive urbane Oberfläche

*Pflanzen und Tiere ziehen in die Stadt. Die Mehrzahl der Menschen leben in Städten. Städte werden – auch in Europa – dichter. Das neue städteplanerische Konzept lautet: „Stadt als Natur“. Die hochverdichtete Stadt führt zu einer neuen grünen Ästhetik, Balkone, Terrassen, Dächer werden „landwirtschaftliche“ Flächen neuer Art. Ökonomie und die Sehnsucht nach Natur – in der Stadt sind das keine Gegensätze mehr. Diversität? Nur in der Stadt finden sich zahlreiche unterschiedliche Ausprägungen von Natur: gestaltete Natur, sich selbst überlassene Natur, temporär genutzte Areale, Netzwerke von Parks, daneben Nischen, alles nah beieinander. Die Biodiversität wird in Städten größer sein als auf dem Lande mit seiner verarmten Monokultur.*

*Angela Bezenberger<sup>129</sup>*

Als erstes Beispiel einer durch Natur aktivierten Fassade möchte ich eine Forschungsarbeit beschreiben. Seit 2016 erforscht und entwickelt AIR, Architecture initiates Regeneration, eine Kooperation zwischen GSarchitects | Andrea Redi in Zusammenarbeit mit dem LKI-Labor für Bauphysik der TU Graz und dem Statiker Hartmuth Petschnigg, „Architekturkomponenten, die einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung von Wohnbauten insbesondere in Verdichtungsgebieten bieten sollen. Eine der hier verfolgten technologischen Ansätze betrifft die Integration begrünter, modularer Komponenten in Gebäude und Gebäudeteile.“<sup>130</sup> Das Projekt wurde auf der 13. Konferenz „Advanced Building Skin“<sup>131</sup> im Rahmen eines Vortrages am 01. Oktober 2018 in Bern vorgestellt.

---

<sup>129</sup> Louafi 2014, 72f.

<sup>130</sup> Redi/Gojic/Spurej 2018, 2.

<sup>131</sup> <sup>13th</sup>Advanced Building Skin 2018, Bern, <https://ams.abs.green/program-2018/>, 07.02.2019

Im Folgenden ein Auszug aus dem Paper:

*„Plug&green – active urban surface – ist ein 3D gedrucktes modulares Element aus Beton, das in Kombination mit spezifischen Pflanzenkomponenten die Möglichkeit eröffnen soll, zum einen die Anforderungen an absturzsichernde Elemente an Laubengängen, Loggien und Balkonen in einer interessanten Architektursprache zu erfüllen, darüber hinaus aber auch durch die Begrünung und die Art der Ausführung Aspekte der visuellen Abschirmung, der Beschattung, Akustik und der architektonischen Fassadengliederung bis hin zur Leistung eines Beitrags als Kühl- und Beleuchtungselement zu integrieren.“<sup>132</sup>*

Der Ausgangspunkt war die Idee, ein standardisiertes Modul für die Begrünung von Laubengängen von Wohnbauten zu entwickeln, das kostengünstig, einfach zu montieren und zu wechseln ist. Durch die Bepflanzung erhält das Fassadenmodul seine Individualität und Struktur.



Abb. 13: Fassadenstudie, Betonstruktur, plug&green, AIR, Architecture initiates Regeneration, 09.2018

---

<sup>132</sup> Redi/Ferk 2018, 3.



Abb 14: Fassadenelement, plug & green, rendering, AIR, Architecture initiates Regeneration, September 2018

Die verschiedenen Fassaden-Module sollen bei Wohnbauten im verschiedenen Maßstäben einsetzbar, leicht zu warten und herzustellen sein, den Wohnenden eine naturnahe Fassade und dem öffentlichen Raum ein architektonisches Element für die „grüne Stadt“ anbieten.

Unterschiedliche Materialien wurden auf ihre Eigenschaften hinsichtlich Robustheit, Langlebigkeit, Brandschutz, Statik und architektonische Ästhetik geprüft. Verschiedene Einsatzbereiche bedingen unterschiedliche Ausführungen der Module. Die Grundform ist dreigeteilt. Ein Modul wurde für die Situation, dass nur Absturzsicherheit gegeben sein muss, entwickelt. Ein weiteres Modul wurde für den Fall entwickelt, dass auch Brandschutz Thema ist. Jedenfalls ist ab dem ersten Obergeschoss auch das Verhindern von Beklettern zu berücksichtigen.

Mit diesen Anforderungen aus Biologie und Mechanik wurde ein entsprechender Prototyp entwickelt.

Die Form selbst basiert auf dem Prinzip des Voronoi-Netzes, das auch visuell äußerst ansprechend ist und interessante Ergebnisse bringt.

„Das ursprünglich auf den Mathematiker Dirichlet (1950) und in weiterer Folge den Mathematiker Woronoi zurückgehende Voronoi-Diagramm<sup>133</sup> besteht definitionsgemäß aus dem Gesamtraum, reduziert um die Voronoi-Regionen, welche in Bezug auf den

---

<sup>133</sup> Okabe/Boots/Sugihara u.a. 2000, 5.

euklidischen Abstand aus allen Punkten des Raumes entstehen, deren Distanz einen geringeren Abstand zum jeweils korrespondierenden Zentrum betragen.“<sup>134</sup>

Im Zuge unserer Forschungsexperimente haben wir verschiedene Materialien wie Stahl, Holz, Kunststoffnetze, Seile und Beton für die Tragkonstruktion der Pflanzen analysiert.

Für Stahl gibt es viele durchgearbeitete Systeme, wie z.B. Carl-Stahl, ein System mit durchaus hohem Anspruch an baukünstlerischer Qualität. Das System ist aber sehr teuer und wird aus diesem Grund meist in den diversen Kosteneinsparrunden, vor allem im sozialen Wohnbau, weggelassen. Ein weiterer Nachteil ist die starke Erwärmung bei solarer Einstrahlung, sofern die Seile nicht beschichtet sind, wodurch sich eine Unverträglichkeit mit den Pflanzen ergibt.

Nach einer Phase der Analyse der verschiedenen Materialien entschieden wir uns aufgrund der Formbarkeit, der Ästhetik und der innovativen Produktionsmöglichkeit für Beton.

Mit der neuen Fertigungsmethode 3D-gedruckter Beton gelingen sehr filigrane Strukturen. Aber nicht nur filigrane Formen werden gedruckt, sondern weltweit wird diese zukunftsweisende Technologie auch erforscht und es werden bereits ganze Gebäude ausgedruckt.

Unser Projektpartner, die Forschungsabteilung von Bau:MIT, der bereits seit einiger Zeit mit seiner Forschungsabteilung „BAUMINATOR“ an der Entwicklung derartiger Drucksysteme arbeitet, druckte mit seinem 3D Beton Drucker mehrere Prototypen von plug&green aus. Die Struktur wurde dreidimensional entwickelt und die 3D Geometrie kann in das System von BAUMINATOR eingespielt werden. Der verwendete Beton entspricht der Betonklasse C30/35.

Der 3D-Druck erfolgt schichtweise. Um eine rasche Anbindung des Materials an die darunter liegende Schicht zu erlangen, wird dem Beton ein Abbindebeschleuniger hinzugefügt. Der erste Druck mit der Anlage von Bau:MIT in Wopfing war eher grob in der Struktur. Dies wurde bei den nächsten Prototypen verfeinert.

---

<sup>134</sup> Vgl. Redi/Ferk u.a. 2018.

Der 3D-Betondruck ermöglicht jedenfalls ein computergesteuertes, sequenzielles, millimetergenaues Auftragen von Betonschichten. Durch einen speziellen Betonmörtel, dem verschiedene Zusätze beigemischt werden können, gelingt es jedenfalls, mittels robotergeführtem Druckkopf den digitalen Plan ohne weiteren Zwischenschritt in die Realität umzusetzen.

In Bezug auf die Zugfestigkeit bleibt allerdings noch ein Entwicklungserfordernis offen.

Sowohl an der TU Graz als auch an der Universität Innsbruck wird derzeit an Möglichkeiten zur Integration von Zugbewehrung in das zum Druck verwendete Betongemenge geforscht. Vor allem die Beimischung textiler Fasern aus Carbon erscheint sehr vielversprechend. Kostentechnisch sprengt dies aber noch jeden Rahmen. Konventionelle Methoden der Bewehrung wie z.B. Guss-Verfahren können schwer in den Prozess eingefügt werden.

Der Vorteil des Einsatzes von Textilbeton im Vergleich zu Stahlbeton ist die Möglichkeit der schlankeren Dimensionierung, da keine starke Betonschutzschicht notwendig ist.

Sowohl Carbon als auch AR Glas sind als Fasermaterialien korrosionsresistent. Jedenfalls besitzen beide Materialien eine sechs Mal höhere Zugfestigkeit als Bewehrungsstahl. Der Einsatz von Textilbeton ermöglicht dauerhafte, leistungsstarke und dünne Bauteile mit Materialstärken bis zu einem Zentimeter.

Der Einsatz von textiler Bewehrung würde also auch eine Reduktion des derzeit noch zu hohen Modulgewichts und der Modulmasse von plug&green mit sich bringen. Die Geometrie muss jedenfalls so gewählt werden, dass sich die gedruckte Struktur selbst tragen, Windlast aufnehmen und Extremlasten durch Anprall standhalten kann.<sup>135</sup>

---

<sup>135</sup> Vgl. Redi/Ferk u.a. 2018.



Abb. 15: plug&green, 3D-Printed Prototyp, Ofroom 2017

Bei dem im Rahmen des experimentellen Labors im „OFROOM“ in Wien Anfang Oktober 2017 gedruckten Prototypen wurden die Formen in ihrer Struktur zwar bereits feiner, die zu geringe Zugfestigkeit des Materials für die Anforderungen der Absturzsicherheit, die erfüllt werden mussten, stellte jedoch ein Problem dar.

Werden textile Fasern mitgedruckt, so können diese natürlich nur sehr kurz sein, was der Fertigungsmethode optimal entsprechen und die Druckfestigkeit gering verbessern würde. Von Hand eingebrachte Zugelemente sind aber im Gesamtproduktionsprozess durch diese „Handarbeit“ aufwendiger, und damit wird diese Fertigung auch nicht konkurrenzfähig. Ziel ist es jedenfalls, ein kostengünstiges Modul zu entwickeln, denn sonst kann es im Wohnbau nicht eingesetzt werden – weder im frei finanzierten noch im sozialen; dort schon gar nicht, da der Kostenrahmen sehr eng gesteckt ist. Derzeit wird die reine Druckzeit mit einem 3D-Industrieroboter von einer Stunde mit ca. 500 Euro/Stunde bewertet. Um die mechanische Funktionstüchtigkeit zu erreichen, kämen dazu noch die Kosten für eine geeignete Bewehrung sowie für Befestigungselemente, die sich für den Belastungsfall „Brandbelastung“ eignen.

Der Schutz vor Brandüberschlag von einem Geschoß zum nächsten ist ein wesentliches Funktionskriterium. Dem begegnet das modulare System von plug&green mit dem Schließen der Öffnungen im Brüstungsbereich. Durch die Ausbildung einer glatten Rückseite der Module wird auch dem Beklettern durch Kinder vorgebeugt.<sup>136</sup>

Der derzeitige Prototyp basiert nun auf der Idee, ein Metallnetz in die Matrix einzulegen, das die Zugfestigkeit übernehmen kann, während die Druckfestigkeit vom Beton aufgenommen wird. In dieser Ausführung kann der Pendelschlagversuch bestanden werden.

Die Analyse der Bepflanzungsvarianten hat schlussendlich gezeigt, dass im Wohnbau eine bodengebundene, mehrjährige und winterharte Bepflanzung unbedingt erforderlich ist. Dabei spielen Faktoren wie Kosten, Wartung und Betrieb eine Rolle.

Die Variante individuelle Bepflanzung durch den Bewohner selbst erscheint nur unter bestimmten Voraussetzungen umsetzbar und ist als betreute Begrünung für den Geschoßwohnbau nur in Sonderfällen finanzierbar. Dabei geht es hauptsächlich um das „Zuständigfühlen“ einer Gemeinschaft.

Weitergedacht haben wir in Richtung „Hosted plug&green“. Dies geht von der Vorstellung aus, dass Elemente saisonal getauscht und dabei mit immer neuen Pflanzen ausgestattet werden. Hier ist auch eine Bepflanzung mit Kräutern, Obst und Gemüse denkbar. Neben sensorgesteuerten Bewässerungssystemen ist auch eine Wasserversorgung der Pflanzen mit Hochdruckvernebelung interessant. Ein derartiges System kann in der heißen Jahreszeit zur Kühlung beitragen. Dadurch könnten Mehrkosten auf Grund mehrerer Nutzwerte in Kauf genommen werden.<sup>137</sup>

---

<sup>136</sup> Ebda.

<sup>137</sup> Ebda.



Abb. 16: Hochdruck-Vernebelungsanlage, Heinz Ferk, Labor für Bauphysik, TUGraz

Untersuchungen der akustischen Wirkung begrünter Fassaden am LKI der TU Graz im Hallraum zeigten, dass, sofern die Pflanzen in Behältern horizontal an der Fassade angebracht werden, das Substrat selbst als Schallabsorber wirksam ist, jedoch in Abhängigkeit von Feuchtigkeit und Art des Substrates steht. Die mögliche Fläche für die Anordnung des Substrates ist allerdings im Verhältnis zur schallabsorbierenden Wirkung eher gering, wie auch die schallabsorbierende Wirkung der Pflanzen selbst eher gering ist, wenn eine bodengebundene Pflanze zum Einsatz kommt.

Jedenfalls ist zu erwarten, dass sich die Begrünung durch ihre psychische Wirkung positiv auf den Nutzer auswirkt, die subjektive Wahrnehmung von, durch einen „grünen Filter“ wahrgenommenen Lärmquellen also positiv empfunden wird. Dieser Effekt wurde jedoch im Rahmen des Projektes nicht näher untersucht.

Schalldämmend wirken sich das Schließen des unteren Feldes des Moduls, sowie die Ausführung der Laubengangdecken mit schallabsorbierenden Materialien aus.

Durch die Summe der Maßnahmen lässt sich eine Reduktion des Lärmpegels um bis zu 3 dB feststellen. Zu untersuchen bleibt noch, ob es Möglichkeiten gibt, absorbierende Flächen in der Struktur selbst zu erhalten, indem poröse Zusätze in den Druckprozess eingebaut werden können.

## Zusammenfassung der Anforderungen an den Prototyp:

- Brandschutz (für Österreich sind diesbezüglich Regelungen in der OIB Richtlinie 2-*verankert*), sofern der Laubengang den einzigen Fluchtweg darstellt.
- Statische Anforderungen: Eigenlast, Windlasten, Extremlasten wie Anprall, Tragen der Pflanzen. Die Bewehrung der Struktur muss gegen Witterung *beständig, dauerhaft und wartungsarm* sein.
- Schutz gegen Beklettern durch Kleinkinder, Absturzsicherung (in Österreich OIB Richtlinie 4 *Nutzungssicherheit*.)<sup>138</sup>
- Absturzsicherung: das Fassadenelement muss gegen Anprall durch Personen sowie Windlasten gesichert sein;
- Verbesserung der akustischen Qualität durch schallabsorbierende Eigenschaften integrierter Elemente und schalldämmende Brüstungselementen *unterstützt durch die Bepflanzung selbst*;
- Reduktion der Feinstaubbelastung durch den Einsatz feinstaubabsorbierender Pflanzen und Materialien;
- Bewässerung der Pflanzen, Befeuchtung und Kühlung der Umgebungsluft durch Hochdruckvernebelung zur Bewässerung bzw. durch die Photosynthese der Pflanzen selbst.;
- Die Oberfläche des gedruckten Elements muss so beschaffen sein, dass sie eine gute Klettermöglichkeit für die Pflanzen bietet;
- Beschattung, sommerlicher Wärmeschutz;
- Erhöhung der Lebensqualität, Stadt: Lebensraum für Vögel und Insekten;

---

<sup>138</sup> OIB Richtlinie 2: Brandschutz 2015.

<sup>139</sup> OIB Richtlinie 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit 2015.

Der Ausgangspunkt, das System zu entwickeln, war jedenfalls, einen Beitrag zu leisten für die grüne Stadt und die Reduktion von Feinstaub und CO<sub>2</sub>. Insgesamt ist durch die Bepflanzung eine Verbesserung des Mikroklimas durch die Photosynthese und die Luftbefeuchtung zu erwarten.

Als Pflanzen kommen laut Dr. Bernhard Scharf, Universität der Bodenkultur Wien, verschiedene Waldreben-, Hopfen- und Geißblatt-Arten wie z.B. das Immergrüne Geißblatt in Frage.

Die Bepflanzung trägt durch eine geeignete Wahl der Pflanzen, durch Verdunstung und Beschattung der Fassaden bzw. des Laubenganges bei entsprechender Fläche auch mikroklimatisch zu einer Verbesserung der städtischen Situation bei.

Pflanzenart	Kletterform	Wuchshöhe H m	Geeignete Feldmaße für Kletterhilfen		Holzgewicht <sup>1</sup> der ganzen Pflanze GH kg
			Breite in cm	Höhe in cm maximal	
<b>Actinidia kolomikta</b>	<b>S</b>	3 - 4	20 - 40	50	7
Rosa Strahlengriffel					
<b>Akebia</b>	<b>S</b>	bis 8	20 - 40	70	23
Fünfbältrige Akebie					
<b>Clematis-Hybriden</b>	<b>RB</b>	2 - 4(6)	10 - 20	20	10
Großblumige Hybrid Waldreben					
<b>Clematis macropetala</b>	<b>RB</b>	2 - 4	10 - 20	20	14
Sternblütige Waldrebe					
<b>Clematis maximowicziana</b>	<b>RB</b>	8 - 10	10 - 25	30	26
Oktober-Waldrebe					
<b>Clematis montana</b>	<b>RB</b>	8 - 10	15 - 30	50	29
Berg-Waldrebe					
<b>Clematis orientalis</b>	<b>RB</b>	4 - 6	10 - 25	25	14
Orientalische Waldrebe					
<b>Clematis tangutica</b>	<b>RB</b>	4 - 6	10 - 25	25	21
Gold-Waldrebe					
<b>Clematis viticella</b>	<b>RB</b>	bis 4	10 - 20	25	10
Italienische Waldrebe					
<b>Humulus lupulus</b>	<b>S</b>	3 - 6	20 - 40	100	-
Hopfen					
<b>Lonicera-Arten</b> (bis 6 m Höhe)	<b>S</b>	2 - 6	20 - 40	60	12
Geißblatt-Arten					
<b>Menispermum canadense</b>	<b>S</b>	3 - 4	20 - 40	50	5
Kanadischer Mondsamer					
<b>Schisandra chinensis</b>	<b>S</b>	4 - 6	20 - 40	60	28
Chinesische Beerentraube					
<b>Vitis amurensis</b>	<b>RS</b>	4 - 6	bis 30	40	31
Amur-Rebe					

Abb. 17: Geeignete Pflanzenarten für das Fassadenmodul „plug&green“, DI Scharf, Universität für Bodenkultur, Wien 2018



Abb. 18: „Die Rosen von Wildon, Untere Marktwiese“ AIR, Architecture initiates Regeneration - Kooperation von GSarchitects | Andrea Redi, 2019

In einer weiterentwickelten Form soll das Fassadenelement bei einem Geschößwohnbau in Wildon eingesetzt werden. Die Grüne Wand wird als zweigeschossige Struktur vor eine viergeschossige Fassade vor den Laubengang und als Filter zwischen die laute Landesstraße und den Bahnhof sowie die Wohnungen gestellt werden. Dadurch bildet sich eine Art Schwellenbereich in angenehmer, sichtgeschützter Atmosphäre. Architektonisch interessant ist das Grünelement auch durch sein Potential der Einfügung in die grüne Kulisse des Wildoner Bergs.

Das Projekt erfordert die Zusammenarbeit von Industrie, Architektur und Wissenschaft und ist ein Forschungsprojekt mit dem Ziel der Umsetzung. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit kam es zu neuen Lösungen. Das Labor für Bauphysik, Technische Universität Graz, war für die Spezifikation des Prototypen in bauphysikalischer Hinsicht zuständig. DI Bernhard Scharf, Senior Scientist für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur in Wien hat in Bezug auf die richtige Auswahl der Kletterpflanzen beraten, die einerseits robust sein müssen und andererseits in der Lage sein sollten, die Anforderungen hinsichtlich Feinstaubbindung, Beklettern und das richtige Erscheinungsbild zu erfüllen.

Bauminator, die Forschungsabteilung von Baumit, unterstützte das Projekt mit der Fertigung mehrerer Prototypen aus 3D gedruckten Beton. Der 3D gedruckte Beton bietet jedenfalls eine große Gestaltungsfreiheit und ist für die Pflanzen ein angenehmes Gegenüber. Beton kann auch Wasser aufnehmen und wieder abgeben und reguliert so den Feuchtegehalt der Pflanzen.

Das Projekt wurde als Beispiel für eine aktive Fassade herangezogen und kann, großflächig eingesetzt, zur Regeneration des Klimas in dichten städtischen Umgebungen führen. Als wesentliche Parameter in Bezug auf die Forschungsthemen sind zu nennen:

Die interdisziplinäre Vorgangsweise in der Erforschung und Entwicklung des Fassadenelements, die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie, die Anwendung der biologischen Prinzipien, das Fassadenelement nutzt Synergien, agiert dezentral und ist regenerativ indem es durch Photosynthese Sauerstoff direkt in die Wohnumgebung bringt, die Umgebungsluft kühlt, befeuchtet und den Feinstaub reduziert, es ist ein angenehmer Nachbar für die Wohnenden und bringt eine gute Atmosphäre in die Wohnumgebung.

### 6.1.2 Innovative Gebäudetechnologie – Bioreaktoren

Ein revolutionärer Gedanke: Wenn alle Wohnhäuser Photosynthese betreiben und dadurch Sauerstoff erzeugen würden, was wären dann die Auswirkungen auf die Stadt? Der Einsatz dieser Fassadentechnologie im Wohnbau ermöglicht Energiegewinnung, aber auch CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum.

*„Je größer die Bioreaktorfläche und intensiver die Sonneneinstrahlung, desto höher ist auch der Ertrag an Biomasse, Biogas, Wärme und Strom.“<sup>140</sup>*

Ein wichtiges Referenzprojekt für eine aktive Gebäudeoberfläche, das weit in die Zukunft weist, ist BIQ, das Algenhaus – „The Clever Treefrog“ in Willemsburg, einer der ersten Geschoß-Wohnhäuser mit einer Bioreaktorfassade, die im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) in Hamburg im Jahre 2013 realisiert wurde.

---

<sup>140</sup> Oebbeke, Alfons 2012

*„Algen zählen zu den erneuerbaren Energien, sie wachsen um ein Vielfaches schneller als andere Pflanzen“, <sup>141</sup>*

erklärt Martin Pauli von Arup Deutschland, Projektmanager des Monitorings der Bioreaktorfassade bei dem Pilotprojekt BIQ.

Wenn es uns also gelingen würde, die Bioenergie der Algen großflächig an Gebäudeoberflächen in der Stadt zu implementieren, könnten wir gleichzeitig durch Photosynthese und Solarthermie Biomasse und Wärme produzieren. Mit CO<sub>2</sub> und Licht sowie den Nährstoffen Stickstoff und Kohlenstoffdioxid betreiben die Pflanzen Photosynthese und vermehren sich, und die abgeerntete Biomasse kann zur Energieerzeugung genutzt werden.

SPLITTERWERK, ein interdisziplinär arbeitendes Atelier mit Sitz in Graz und in Stuttgart, hat in Kooperation mit Arup, Bollinger und Grohmann einen „Wohn – Prototypen“ für die Hamburger Otto Wulff Bauunternehmung entwickelt und präsentiert mit BIQ ein „Smart Material House“, das neue intelligente Materialien, Technologien und Typologien verbindet.

Im Folgenden eine ausführliche Beschreibung dieses Projektes, weil es ein wichtiges Referenzprojekt für das gegenständliche Forschungsthema ist:

Die bioreaktive Fassade besteht aus 129 Glaspaneelen, welche von einem Aluminiumrahmen umfasst sind. Im Inneren befindet sich ein flüssiges Trägermedium mit den Algen. Durch das Wachstum der Algen, die Blasenbildung durch Kohlenstoffdioxid- und Stickstoffzufuhr und die stetig notwendige Zirkulation des Wassers mit den schwebstoffartig erscheinenden Mikroalgen erscheinen die Fassaden ständig verändert und in Bewegung.

Die mit Algen gefüllten Glascontainer können auch der zusätzlichen Nutzung als Sonnenschutz zugeführt werden – bei hoher Sonneneinstrahlung steigt die Konzentration der Algendichte in dem Medium, dadurch wird es undurchsichtig und fast giftgrün. Bei wenig Sonne sinkt die Algendichte und das System variiert in seiner Transluzenz.

---

<sup>141</sup> Pauli 2014

*„Die äußerste Strukturglasscheibe ist als Photovoltaik-Modul in Glas ausgeführt. Im Inneren der Container werden in einem wässrigen Kulturmedium Mikroalgen kultiviert.*

*Über die Bioreaktoren wird sowohl Kohlenstoffdioxid gespeichert als auch Biogas gewonnen, das zum Heizen oder zum Betrieb von Motoren verwendet werden kann. In der hausinternen Brennstoffzelle wird das Biogas zudem in Strom und Wärme umgewandelt, wodurch wiederum das von den Mikroalgen benötigte Kohlenstoffdioxid entsteht.*

*Über die 200 Quadratmeter große BIQ-Bioreaktorfassade kann bei einem durchschnittlichen Ertrag von 15 Gramm Trockenmasse pro Quadratmeter und Tag bei der Umwandlung von Biomasse in Biogas ein Nettoenergiegewinn von rund 4.500 Kilowattstunden pro Jahr erzielt werden. Zum Vergleich: Eine vierköpfige Familie verbraucht im Jahr etwa 4.000 Kilowattstunden. Die BIQ Algenfassade könnte somit den gesamten Haushalt einer Familie mit Biostrom versorgen,“<sup>142</sup>*

erklärt Dr. Martin Kerner, Geschäftsführer der Strategic Science Consult GmbH, die als Co-Investor des BIQ Algenhauses fungiert.

*„Dank der hybriden Funktionalität der Algenfassade vereint BIQ verschiedene Prozesse regenerativer Energiegewinnung zu einem nachhaltigen Kreislaufsystem: Solarthermie, Geothermie, Biomasse und eine Brennstoffzelle ergeben drei speicherbare Energieträger in Form von Wärme, Strom und Biogas.*

*Darüber hinaus erfüllt die Fassade alle Funktionen eines konventionellen Gebäudekleids: Sie dient sowohl der Wärme- und Kälteisolation als auch dem Schall- und Sonnenschutz.*

*Mittelpunkt des Kreislaufs ist die Energiezentrale, die den gesamten Betrieb der Bioreaktorfassade und die Erzeugung sowie Verteilung von Energie managt. Zentraler Bestandteil ist hier die Messstation: Sie bestimmt und überprüft alle für das Algenwachstum relevanten Parameter wie Nährstoff-, Sauerstoff- und Salzgehalt, pH-Wert, Trübung und Temperatur. Über die Messstation werden außerdem die Energieströme – also Produktion und Verbrauch – erfasst und an die Steuerungsanlage übertragen. Diese passt die Leistung sämtlicher Geräte kontinuierlich an, so dass stets optimale Wachstumsbedingungen für die Mikroalgen und ein energieeffizienter Betrieb des Gebäudes sichergestellt sind.<sup>143</sup>*

---

<sup>142</sup> Ebda.

<sup>143</sup> Vgl. Ebda.



Abb.19: BIQ, Splitterwerk/Arup/Bollinger und Grohmann, Bioreaktorfassade – „Smart Material House“ in Willemsburg 2013

Die Frage ist auch, welches Potential die Algenfassade hat, wenn sie nachträglich zur Sanierung bereits bestehender Gebäude eingesetzt wird.

Der wesentliche Aspekt, der diese Fassade für unsere Betrachtungen so wertvoll macht, ist aber, dass Kohlenstoffdioxid unmittelbar und direkt abgebaut werden kann und damit wirklich vor Ort, also in innerstädtischen Lagen, Mikroklima und Luftgüte verbessert werden können. Das Algenhaus BIQ erzeugt 4000 Kilowattstunden im Jahr, kann also knapp den Jahresbedarf einer vierköpfigen Familie decken. In einem Gespräch mit Mark Blaschitz von Splitterwerk über dieses Gebäude erklärte er, dass das Algenhaus von prototypischem Charakter ist und sich solche Anlagen für Geschosswohnbauten noch nicht „rechnen“ würden.

Es braucht aber genau solche Ansätze, um Gebäude in dichten städtischen Umgebungen zu aktiven Elementen zu transformieren. Sie leisten einen Beitrag zur Luftqualität und zur Verbesserung des Mikroklimas und damit zur Verbesserung der städtischen Wohnumgebung.

Das vorher beschriebene Projekt ist ein konkretes Beispiel für die Anwendung eines neuen Konzeptes, das zukunftsweisend ist für die Entwicklung regenerativer Wohnstrukturen.

Das aktive Fassadenelement betreibt Photosynthese, produziert also Sauerstoff und

Bioenergie, verändert sich permanent in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung und bildet bei intensivem Sonnenlicht durch die Verdichtung der Algen einen besseren Sonnenschutz.

Die sich ständig ändernde Fassade ist ein baukünstlerisch interessantes Element, da verschiedene Lichtstimmungen und Transparenzen die Stimmungen innerhalb der Räume verändern.

Arup, Bollinger und Grohmann, ein weltweit anerkanntes Ingenieurbüro wurde von SPLITTERWERK gefragt, das mit Ihnen gemeinsam zu entwickeln, was gerade das Innovativste in ihrer Branche ist. „Was ist gerade das notwendigste zu erforschen?“ – daraus entsteht ein völlig neuer, innovativer Ansatz – die Antworten darauf wurden aufgenommen und die Lösungen in den Wohnbau integriert.

***Bezug zu den Forschungsbereichen:***

Das Algenhaus BIQ ist ein Prototyp für dezentrale Energieversorgung, eine wesentliche Voraussetzung für die regenerative Stadt. Die IBA, die internationale Bauausstellung ist jedenfalls ein seitens der Politik ins Leben gerufene Ausstellung, die es ermöglicht an innovativen Ideen im Wohnbau zu arbeiten. Es wurden also auch die richtigen politischen Anreize geschaffen. Es ist also für unsere Untersuchungen interessant aus folgenden Gründen:

Die politischen Strukturen, die Ausstattung der Internationalen Bauausstellung mit finanziellen Mittel, die einen Prototyp dieser Innovationskraft ermöglicht,  
die interdisziplinäre Vorgangsweise in der Phase der Planung, Entwicklung und der Realisierung des Wohngebäudes,  
die hochwertige baukünstlerische Qualität, offene, flexible Raumkonfigurationen, flexible Grundrissorganisationen,  
der Einsatz einer aktiven Fassade, die Photosynthese betreibt und damit direkt an seinem Standort eine mit Sauerstoff angereicherte Luft erzeugt,  
die Nutzung solarer bzw. erneuerbarer Energie in Form von Solarthermie, Geothermie, Biomasse.

Ein weiteres, äußerst spannendes Projekt mit einer Bioreaktorfassade ist das Haus des Architektenateliers R&Sie(n) von François Roche, Stephanie Cavuax, Jean Nauarro, das mitten in Paris in einem Innenhof im Jahre 2008 erbaut wurde.<sup>144</sup>

Ein hoch interessantes Einfamilienhaus mitten in der Stadt, implementiert in einen Pariser Innenhof, das viel zur Regeneration der Luft beiträgt und auch für die umgebenden BewohnerInnen ein „schöner“ Nachbar ist.

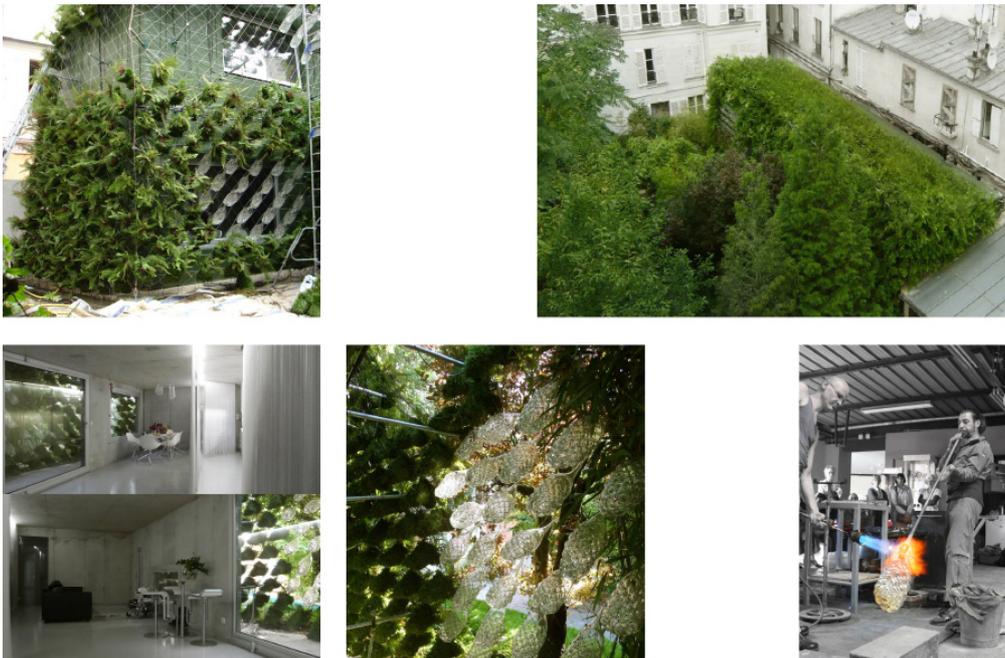


Abb. 20: Smart Ornament, l'mlostinparis, Bioreboot, The Architecture of R&Sie(n), Ansichten, Innenraum, phials for hydroponic garden, S185-201

*„l'mlostinparis“ – A water recycling, gaze-processing machine – a living envelope for a 'rear window' game<sup>145</sup>*

wie es die Architekten in ihrem Buch Bioreboot nennen. Ungefähr dreihundert Glasbehälter – sogenannte Bioreaktoren aus mundgeblasenem Glas, die die 1200 Farnkulturen nähren,

---

Corbellini 2009, 185.

<sup>145</sup> Corbellini 2009, 184.

werden vor die Fassade montiert. Die Farne werden über Regenwasser und ein Leitungssystem bewässert. In den Gläsern werden Kulturen gezüchtet.<sup>146</sup>

***Bezug zu den Forschungsbereichen:***

Ein sehr consequentes Projekt, der Ausblick der BewohnerInnen des Einfamilienhauses geht „ins Grüne“ der eigenen Fassade zugunsten des Anblicks der umgebenden BewohnerInnen. Das Projekt wurde als Beispiel gewählt, um darzustellen, dass durch die Implementierung der richtige Wohnstruktur in ein Stadtquartier, unabhängig vom Maßstab, Regeneration ausgelöst wird. Plötzlich wird in diesem großstädtischen Innenhof durch das Einfügen des Einfamilienhauses mit einer aktiven Fassade Photosynthese betrieben, gleichzeitig wird durch die Bioreaktoren eine attraktive Umgebung geschaffen.

Die folgenden Parameter sollen zusammengefasst die Relevanz für die gegenständliche Arbeit ausdrücken:

Der Einsatz einer aktiven Fassade, die Photosynthese betreibt und damit direkt an seinem Standort eine mit Sauerstoff angereicherte Luft erzeugt,

hohe baukünstlerische Qualität durch den Einsatz der Bioreaktorfassade, als gestaltgebende Struktur,

das Einfamilienhaus trägt durch seine Implementierung in eine dichte städtische Umgebung zu deren Regeneration bei.

### 6.1.3 Integration von Solarkollektoren in schutzwürdige Ziegeldächer

Die architektonischen Elemente eines Gebäudes wie Fassaden oder Dächer können zur solaren Energiegewinnung herangezogen werden. Das ist im dichten Siedlungsgebiet oft nicht einfach. Die Fassaden sind häufig gar nicht in dem Maße besonnt, wie es notwendig wäre, um zu einem brauchbaren solaren Energiegewinn zu führen. Die Dächer bzw. die Dachlandschaft ist oft geschützt und bestimmten Dachmaterial vorbehalten, wie z. B. in Schottland den Steinschindeln, in Österreich dem rotem Ziegel oder grauem

---

<sup>146</sup> Vgl. Corbellini 2009, 185–201.

Eternit. Die mit rotem Ziegel gedeckten Häuser sind nicht mit einem Fremdkörper wie einer schwarz erscheinenden Photovoltaikanlage ergänzbar, ohne ihr Erscheinungsbild empfindlich zu stören.

Die Industrie ist gefordert, entsprechende Lösungen zu finden, die nach und nach auch entwickelt werden. Die Internationale Schule im Nordhafen von Kopenhagen besteht z.B. aus einer kleinpixeligen Fassadenhaut aus PV-Modulen mit einem neuartigen Solarglas, das je nach Sonneneinstrahlung und Blickwinkel türkisgrün bis tiefblau erscheint. Das Gebäude ist von C.F. Møller Architects.

Die Fassade mit 12.000 Photovoltaikpaneelen mit einem Format von je 70x70 cm und einer Gesamtfläche von 6.000m<sup>2</sup> erbringt einen Jahresertrag von 200 MWh.<sup>147</sup>

Die Fassade, hergestellt von der Firma Emirates Insolaire in Dubai, wurde mit hocheffizienten Siliziummodulen mit einem von der EPFL Lausanne entwickelten Solarglas ausgestattet. Interessant ist, dass diese „Kromatix<sup>TM</sup>-Solargläser“ in acht Farben erhältlich sind: in Hellblau und in Grün-, Gelb- und Blautönen.

Für einen breiten Einsatz der solaren Energiegewinnung durch städtische Fassaden ist eine gute Integration in die Gebäudehülle erforderlich, die trotz ausgereifter Technologie nach wie vor eine Herausforderung darstellt.

Regenerative Architektur beginnt mit dem Entwurf. Solare Energie zu gewinnen und zu nutzen, Photosynthese zu betreiben und CO<sub>2</sub> direkt in der Stadt in Sauerstoff umzuwandeln sind definitiv Strategien, die zu einer regenerativen Stadtentwicklung führen können.

Ein weiteres interessantes Beispiel für Entwicklungen im Bereich aktiver Architekturkomponenten ist das „Energyroof“, das im Folgenden vorgestellt wird.

Im Jahr 2013 bemühten sich die Mitglieder der ASVK über den Umwelttechnik-Cluster Steiermark um eine Entwicklungskooperation für Solaranwendungen in der Grazer Altstadt.

Mit dem steirischen Forschungszentrum für integrales Bauwesen (FIBA), eines der Partnerunternehmen des Umwelt-Clusters, erarbeitete die ASVK, unter dem Vorsitz von

---

<sup>147</sup> Vgl. Schoof 2017.

Dr. Wolfdieter Dreibholz, als Projektbegleitung eine solare Anwendung, die von den bisherigen Formen und Farben der Solar-Paneele abgeht, und sich der Charakteristik schutzwürdiger Dachflächen, ihrer Struktur und Farbigkeit, annähert.<sup>148</sup>

Der Ausgangspunkt ist eine schutzwürdige Dachlandschaft, die zum Weltkulturerbe zählt und in ihrem Erscheinungsbild und in ihrer Charakteristik erhalten werden muss.

Abb. 21 zeigt die Prototypenentwicklung und deren Einsatz in einem neu gedeckten Ziegeldach. Ziegelrot bedruckte, kleinteilige Glaselemente werden dabei über die Energiegewinnungsmodule, Photovoltaik oder Solarkollektor, geschichtet.

Die Glasschindeln werden dabei ohne Dachlatten in die Ziegeldoppeldeckung eingebunden. Die Dachhaut bleibt je nach Bedruckungsgrad mehr oder weniger transparent.



Abb. 21: Abbildung des Prototyps, SKIN® energyroof- moduls

Die ursprünglich von einem historischen Ziegeldach ausgehende Entwicklung gläserner Dachpaneelle, die in Rottönen eingefärbt sind, bauen in zeitgenössischer Ästhetik das Erscheinungsbild einer historischen Dachfläche nach, ohne diese zu imitieren. Die unterhalb dieses gläsernen, eingefärbten Deckungsmaterials befindlichen Solar- oder Photovoltaikmodule, die in eine gänzlich schwarz gehaltene Dachnische eingebaut werden, weisen im Gegensatz zu den bisherigen schwarzen Modulen keine und nur gering spiegelnde Reflexionen auf. Des Weiteren stellt die Kleinteiligkeit einen deutlichen Fortschritt im Vergleich zu den bisherigen Solar- und Photovoltaikmodulen dar, die

---

<sup>148</sup> Vgl. Redi 2015/ 68–73.

großflächig Dachflächen durchschneiden oder die historischen Dachflächen aufgrund ihrer technischen Anbringung und vor allem durch ihre Farbgebung in ihrer Charakteristik stören. Durch die in unterschiedlichen Rottönen beschichteten, teiltransparenten Flächen, welche die Energiemodule auf der Ebene der Ziegeldeckung überlagern, ergibt sich insbesondere für die Farbigkeit der neuen Dachelemente eine verbesserte Angleichung an den historischen Dachbestand.<sup>149</sup>

Auch wenn noch weitere Prototypen notwendig sein werden und vor allem auch die Integration des SKIN® energyroof-Moduls in ein historisches Dach, das bereits Patina aufweist, getestet werden muss, sind erste Erfolge klar erkennbar.

#### ***Bezug zu den Forschungsbereichen:***

Das Forschungsprojekt ist jedenfalls ein Beispiel für interdisziplinäre Kooperation. Es zeigt, wie ein Anreiz durch die Politik die Industrie herausfordern kann. Wenn es gelingt integrative Lösungen für die solare Energiegewinnung in denkmalgeschützten Gebäuden zu entwickeln, ohne das charakteristische Erscheinungsbild von schutzwürdigen Gebäude negativ zu verändern, gibt es nochmals ein großes Potential von einer zentralen hin zu einer dezentralen Energieversorgung mitten im Gefüge einer Altstadt, das derzeit noch zu wenig genutzt wird.

An diesem Beispiel sieht man jedenfalls, dass es möglich ist, Lösungen zu finden, die sich gut einfügen.

Eine große Herausforderung gilt es vorher zu lösen. Die Politik ist gefordert bessere Bedingungen für Netzeinspeisung von solarer Energie vorzubereiten, um Anreiz zu schaffen für innerstädtische Kraftwerke in den Gebäudehüllen. Die Netzeinspeisung ist immer noch viel zu teuer im Vergleich zu den Preisen, die man für die Energie bezahlt, die man aus dem Netz zurückerhält. Folgende Aspekte sind für unsere Forschungsthemen dabei von Relevanz:

Die interdisziplinäre Vorgangsweise, das Zusammenwirken von Akteuren der unterschiedlichsten Branchen,

---

<sup>59</sup> Grabner/Redi/Strempfl-Ledl 2015.

der Einsatz eines aktiven Bauelements für die Gebäudehülle, der in innerstädtischen Bereichen und dezentral Solare Energie gewinnt und nutzbar macht,

die baukünstlerische Qualität, im Sinne der Einfügung in die Charakteristik eines schutzwürdigen Gebäudes bzw. eines schutzwürdigen Ensembles,

politische Strukturen, die Anreize schaffen muß, um richtige Entwicklungen einzuleiten

Gleichzeitig wird auch an anderen interessanten Technologien gearbeitet, die sich gut in Altstadtdächern, die mit Ziegel gedeckt sind, integrieren ließen: Eine Entwicklung z.B. in der PV-Technologie sind neben den kristallinen Zellen Dünnschichtzellen und Nanozellen.

Dünnschichtzellen sind eine Bauform photovoltaischer Zellen, die Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umwandeln. Sie haben einen geringeren Wirkungsgrad als kristalline Solarzellen, sind je nach Trägermaterial sehr flexibel und können sogar gerollt oder gefaltet werden, was mehr Gestaltungsvielfalt zulässt.

Im Bereich der Nanozellen ist die Grätzelzelle<sup>150</sup> eine sehr vielversprechende Technologie – eine spannende Entwicklung im Bereich der „Aktivierung von Gebäudeoberflächen für die solare Energiegewinnung“, die in großem Stil beim 2017 fertiggestellten Science Tower in Graz, Smart City – Waagner Biro-Straße, eingesetzt wurde. Bei der Grätzelzelle, patentiert im Jahre 1992 von dem Chemiker Michael Grätzel, Professor an der Schweizer Universität École Polytechnique Fédérale Lausanne, handelt es sich um eine Anwendung aus der Bionik. Sie wird auch entsprechend ihrer Funktion „elektrochemische Farbstoff-Solarzelle“ genannt. Die Zelle betreibt eine Art technischer Photosynthese und ist im Prinzip ein Element aus zwei planaren (Glas-) Elektroden, das an der Innenseite mit einer transparenten elektrisch leitfähigen Schicht beschichtet ist.

Die elektrochemische Farbstoffsolarzelle verwendet zur Absorption von Licht organische Farbstoffe.

---

<sup>150</sup> Grätzel 1990

*„Die Vorteile der Grätzelzelle sind die geringen Herstellungskosten und die geringe Umweltbelastung bei der Herstellung. Weiters kann die Zelle im Vergleich zu herkömmlichen Solarzellen auch diffuses Licht gut nutzen.“*

*Der Wirkungsgrad liegt derzeit noch bei 2-3 %, im Vergleich zu 12-16% bei den monokristallinen, 11,5-15% bei den polykristallinen und 5-7% bei Dünnschicht-Siliziumzellen-PV-Modulen.<sup>151</sup>*

Vor allem die verschiedenen Möglichkeiten in Bezug auf Farbgebung macht die Grätzelzelle zu einer spannenden Technologie für uns Gestalter.

Insgesamt sind die Industrie und die Forschungsinstitute gefragt, neue Technologien für Solaranwendungen zu entwickeln und anzubieten, die zu einer besseren Integration in ein bestehendes, historisches Dach ermöglichen, denn derzeit am Markt verfügbare Solar-Module sind zwar auf möglichst hohe Wirkungsgrade ausgelegt, zeigen jedoch wenig Strategien, sich in die bestehenden schützenswerten historischen Dachlandschaften einer Stadt einzufügen und kommen daher kaum zum Einsatz.

#### 6.1.4 Die Gebäudehülle als Kraftwerk

Als ein Beispiel für einen Prototyp mit dem Einsatz der Gebäudehülle als Kraftwerk wird das Einfamilienhaus „Aktiv Haus N.“<sup>152</sup> herangezogen. Das im Jahre 2016 in Graz-Andritz realisierte „Aktiv Haus N.“ konnte in einer fünfjährigen Forschungs-, Planungs-, und Realisierungsphase entwickelt und 2016 schlussendlich fertiggestellt werden.

Es zeigt, dass der Typus eines Einfamilienhauses für regenerative Architektur durchaus interessant ist. Nach heutigem Stand der Technik braucht ein Plusenergiehaus mit aktiver Gebäudehülle noch relativ viel Flächen im Verhältnis zum Volumen um genügend solare Energie zu gewinnen.

---

<sup>151</sup> Kernler 2012

<sup>152</sup> Redi, Andrea/Redi, Ivan – ORTLOS: Aktiv Haus N., Mitarbeit: Danicic, Dragan/Grabner, Bernd/ Huber, Udo/ Lintner, Elisabetta, Plusenergiehaus Fertigstellung in Graz 2016

Das ist ein interessanter Aspekt, da das Einfamilienhaus energetisch bis dato immer als nachteilig im Vergleich zu mehrgeschossigen Baukörpern mit hoher Dichte galt und vor allem in Architekturfachkreisen als äußerst kritische Wohnform betrachtet wurde und wird, weil damit auch ein großer Flächenbedarf pro Person und erhöhter Individualverkehr einhergeht.

Wir haben bei der Konzeption auf die aktive Komponente gesetzt. Statt auf eine komplett dichte Gebäudehülle mit mechanischer Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung wollten wir auf die gewinnorientierte Strategie setzen: direkte solare Wärme über große Fensterflächen zum Süden, solare Stromgewinnung über eine Photovoltaikanlage von 40m<sup>2</sup> mit ca. 5,4 kWp (Kilowatt Peak) Leistung am Dach und Bereitstellung der Restenergie mit Erdwärme.

Die interessante Erkenntnis, die wir dabei gewannen, war, dass ein Einfamilienhaus, sofern es in der Stadt gebaut wird, eine gute Möglichkeit bietet, eine positive Energiebilanz aufzuweisen. Die Flächen, die für eine mögliche solare Energiegewinnung zur Verfügung stehen, weisen ein besseres Verhältnis zum Energiebedarf als Geschoss - Wohnanlagen mitten in der Stadt auf, wo vielen Energieverbrauchern wenig Fläche für die Energiegewinnung gegenübersteht.

Die BewohnerInnen von Aktiv Haus N. arbeiten beide im Haus, wodurch die tägliche Fahrt zur Arbeit entfällt. Eine große Dachfläche wird für die solare Energiegewinnung genutzt, die notwendige Restenergie wird mit Erdwärme bereitgestellt. Aktivierte Bauteile sorgen für eine angenehme Strahlungswärme bzw. sommerliche Kühlung im Haus. Dadurch kann rechnerisch eine knapp positive Bilanz ermittelt werden.

Der Anspruch war, über aktive Bauelemente mehr Energie zu erzeugen als im Betrieb verbraucht wird. Das Pilotprojekt bedurfte einer etwas längeren Planungszeit – 2011 bis 2015 – und mehrere Entwürfe waren notwendig, weil vor allem die Kostentwicklung sehr herausfordernd war.

Durch zahlreiche Simulationen war es möglich, den Energieverbrauch und -verlust zu optimieren. Über die Aktivierung der Hülle gelang es, die Performance des Gebäudes in Bezug auf Energiegewinnung zu optimieren.

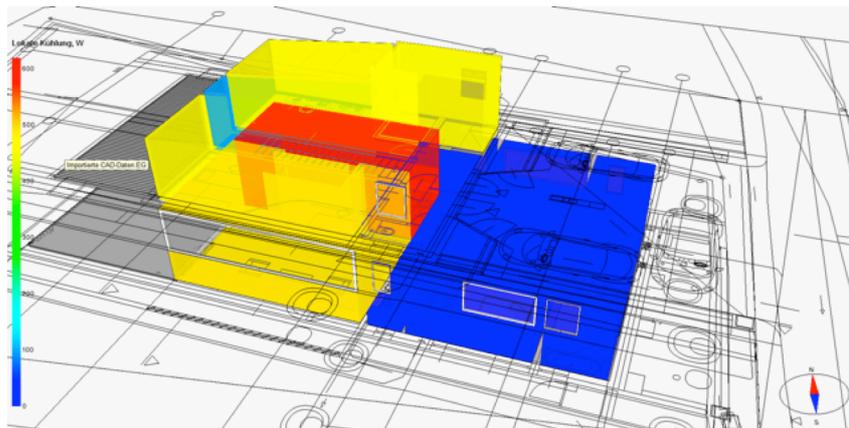
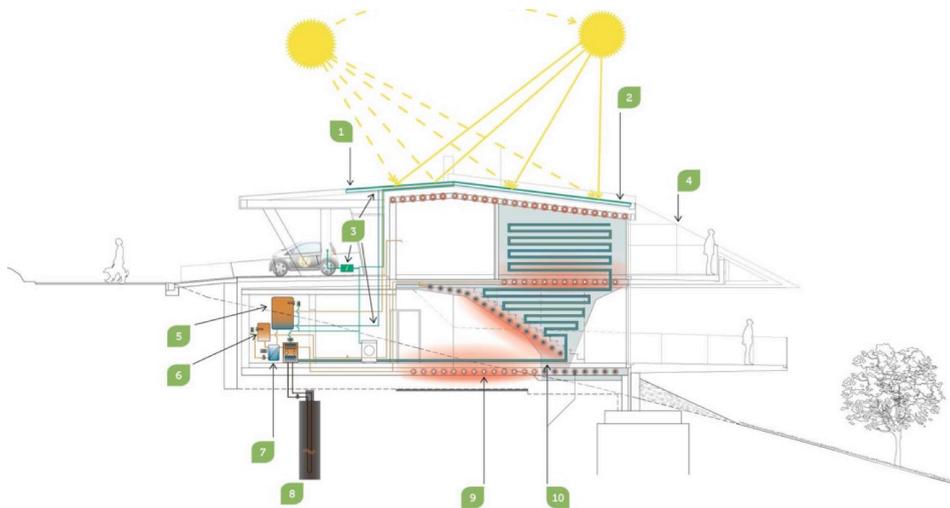


Abb.22: Energieperformance Aktiv Haus N., Simulationen von Sebastian Sautter, 2015



→ LEGENDE

- 1 Dach Carport, Holzkonstruktion
- 2 Dachintegrierte Photovoltaikpaneele  
6,60 m \* 3,20 m = 21,12 m<sup>2</sup>  
21,12 m<sup>2</sup> \* 2 = 42,24 m<sup>2</sup>  
Nordwest | 12,28% = 7°
- 3 PV-Strom
- 4 51,63% = 2731°
- 5 Puffer  
1000 l Volumen
- 6 200 l Volumen
- 7 Wärmepumpe
- 8 Erdwärmesonde  
25 mm Doppel-U-Sonde  
Sondenlänge 120 m  
Erdschicht 1 Mittelsandstein OMM
- 9 Fussbodenheizung
- 10 Betonkernaktivierung der  
Stiegenskulptur und Sichtbetondecken  
Kühlung im Sommer + Heizung im Winter

Abb.23: Aktiv Haus N. Energiekonzept, Redi, Andrea/Redi, Ivan, ORTLOS 2016

Ein großer Teil des Daches dient als Solarkraftwerk und wird von einem skulpturalen Stiegenkörper aus Sichtbeton getragen, der wie die Decken, als aktivierter Bauteil, gleichzeitig als Heiz- bzw. Kühlkörper fungiert.



Abb.24: Aktiv Haus N., Innenraum mit bauteilaktiviertem skulpturalem Stiegenkörper, Foto: Paul Ott

Eine Erdwärmepumpe versorgt das Gebäude mit Energie. Der Strom für die Wärmepumpe kommt von der 40m<sup>2</sup> großen dachintegrierten Photovoltaikanlage.

Durch die Bauteilaktivierung kann über die Erdwärmepumpe in den warmen Jahreszeiten gekühlt und bei Kälte geheizt werden. Durch die umgebenden warmen Oberflächen, die für eine besonders gesunde und angenehme Strahlungswärme sorgen, kann die Raumtemperatur geringer gehalten werden, was zu einer guten Luft mit angenehmem Feuchtigkeitsgehalt und damit für ein ausgezeichnetes Raumklima sorgt.

Die Berechnungen des Energietechnikers Sebastian Sautter, advanced energy consulting, ergeben mehr Energiegewinn als Energieverbrauch. Das Gebäude bilanziert also positiv, auch wenn diese Bilanz ohne graue Energie gerechnet ist.

Die graue Energie mit zu kalkulieren, ist nochmals eine eigene Herausforderung. Vielleicht wird der Wert der grauen Energie aber einmal so selbstverständlich wie der k-Wert mitangegeben und kalkuliert, und es kann in einem Bauprojekt dann ganz anders damit

umgegangen werden. Vor allem, wenn sich die graue Energie auch in den Kosten ausdrückt, können hochwertige, ökologische Baustoffe wettbewerbsfähig werden.



Abb.25: Aktiv Haus N. Seitenansicht, Redi, Andrea/Redi, Ivan, ORTLOS 2016, Foto: Paul Ott

Die Berücksichtigung technologischer Entwicklungen und die Einbeziehung der Aspekte der Landschaft, der Behaglichkeit, Energie und der Baukunst ermöglichten ein Gebäude, das durch die Nutzung von Solarenergie und Erdwärme sowie der verwendeten Materialien wesentliche biologische Prinzipien umsetzt. Dabei ist es kein Passivhaus, sondern ermöglicht einen einfachen, mündigen Umgang in der Nutzung der Energieressourcen.



Abb.26: Aktiv Haus N., Innenraum mit bauteilaktiviertem skulpturalem Stiegenkörper, Foto: Paul Ott

In einem Interview mit Karl Nedwed im Mai 2018, also zwei Jahre nach Fertigstellung, machte dieser in Bezug auf die Behaglichkeit, der aktivierten Bauteile und der Erdwärmeheizung zum Heizen im Winter und Kühlen im Sommer folgende Beobachtungen:

- *„Das System ist sehr träge. Man muss jede Jahreszeit einmal durchlaufen, bis die optimalen Einstellungen gefunden sind.*
- *Aufgrund der guten Isolierung und der großen Masse des Betons haben Temperaturschwankungen von außen wenig Auswirkung auf das Innere. Durch die sehr großen beheizten Oberflächen haben diese eine angenehme, warme Temperierung. Im Unterschied zu konventionellen Heizkörpern wird die Wärme sehr gleichmäßig und ohne größere Luftbewegungen im Raum verteilt. Dadurch ergibt sich ein wohlige Raumklima.*
- *Die Kühlung ist sehr effizient, da die Decken im Obergeschoss ebenfalls aktiviert sind. Ähnlich der Heizungswirkung bewirkt die Kühlung nur geringe Luftströmungen und wird daher als sehr angenehm empfunden (keine Zugwirkung).*
- *Das Fenster am höchsten Punkt des Hauses haben wir noch nie geöffnet. Ein Jahr lang ist uns nicht einmal aufgefallen, dass wir dafür keine Steuerung haben. Die Beschichtung der Stiegenhausverglasung lässt nur wenige Infrarotstrahlen nach innen dringen und funktioniert sehr gut. Es gibt faktisch keine Überhitzung.“<sup>153</sup>*

#### **Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Während wir uns bei den vorangegangenen Beispielen mit einzelnen Elementen befasst haben, fasst dieses Haus unterschiedliche Komponenten, die zur Regeneration beitragen zu einem aktiven Gebäude zusammen. Um ein plus Energie Haus zu schaffen wurde ein Kraftwerk am Dach installiert, mit einer kompakten Architektur, Erdwärmenutzung und Bauteilaktivierung.

Bei der Entwicklung des „Aktiv Haus N.“ waren die zukünftigen BewohnerInnen von Beginn an in den Planungsprozess eingebunden. Das Haus wird sowohl als Wohn- als auch als Arbeitsraum genutzt und der Bauherr und die Bauherrin leisten selbst einen aktiven Beitrag, dass das Gebäude positiv bilanziert, so werden z.B. energieintensive Tätigkeiten wie das Waschen von Wäsche bei hohem solarem Eintrag vorgenommen.

---

<sup>153</sup> Interview mit Karl Nedwed, geführt von Andrea Redi, Graz, 01.05.2018.

Zusammenfassend können folgende Aspekte hervorgehoben werden:

Das Gebäude als ein Kraftwerk zu begreifen, der Einsatz einer aktiven Fassade, die solare Energie gewinnt und der direkten Nutzung der Wohnenden zuführt, im Falle eines Einfamilienhauses kann über die Gebäudehülle soviel solare Energie gewonnen werden, dass es zu einem Plusenergiehaus kommt, das Streben nach hoher baukünstlerische Qualität, die architektonische Integration der technischen Elemente, die zur solaren Energiegewinnung eingesetzt werden

## 6.2 „Aktiv Wohnen“

Es sind vor allem der Bewohner und die Bewohnerinnen selbst, die von Regeneration in der Stadt profitieren. Sie gewinnen durch die erhöhte Lebensqualität, durch bessere Luft zum Atmen, gesunde Materialien in ihren Wohnräumen, durch qualitätsvolle, adaptive Raumkonzepte und soziale Nachhaltigkeit der öffentlichen Räume. Es sind auch die Bewohner und die Bewohnerinnen selbst, die einen großen Beitrag dazu leisten können, indem sie bereit sind, durch ihre Lebensweise zu einer „Regeneration der Stadt“ beizutragen. Die Bereiche, die sie beeinflussen können, sind z.B. Nutzung der öffentlichen Infrastruktur statt individueller Mobilität, Vor- bzw. Entsorgung, Recycling – oder noch besser Upcycling – von Materialien und Produkten, bzw. deren Beitrag zum Gemeinwohl. Soziale Nachhaltigkeit entsteht jedenfalls durch die Möglichkeit, selbst mitzubestimmen, welche Gemeinschaftseinrichtungen für agile Nachbarschaft am besten geeignet sind und welche Funktionen auch tatsächlich genutzt werden.

Die Wohnenden brauchen die Möglichkeit, die Wohnung entsprechend ihren heterogenen, sich verändernden Bedürfnissen anzupassen. Die Lebensmodelle sind nicht mehr statisch. Längst lebt man nicht mehr von Geburt an das ganz Leben lang am selben Ort, im selben Haus oder in derselben Umgebung. Es sind flexiblere Konzepte notwendig, wenn sich die familiäre Situation ändert und damit die Anzahl der Personen, die die Wohnung nutzen oder wenn es die Möglichkeit braucht, von Zuhause aus zu arbeiten oder mit anderen die Wohnung teilen zu können. Die derzeitige Tendenz zu Klein- und Kleinstwohnungen wird das Zusammenleben in unsere Gesellschaft stark verändern. Es braucht Konzepte der Veränderbarkeit und Schaltbarkeit von Raumkonfigurationen.

### 6.2.1 Die vom Wohnenden erweiterbare Minimalwohnung

Eine chilenische Projektreihe namens „Elemental“ thematisiert die Minimalwohnung als Antwort auf ökonomische Grenzen. Das öffentliche Förderbudget in Chile sieht 7.200 Dollar pro Wohnung für Baugrund, Infrastruktur und Rohbau vor. Der Rest wird dem Eigenbau überantwortet. Aus Gründen der Nachhaltigkeit werden trotz hoher Grundstückspreise innerstädtische Gebiete angekauft.<sup>154</sup>

Im Fall von „Quinta Monroy“ wurde jenes Gebiet angekauft, in dem die zukünftigen Besitzer und Besitzerinnen vorher in Favela-artigen Behausungen gelebt hatten. Dadurch waren das soziale Umfeld und die Wertsicherung der Immobilie gegeben.

Das Wohnmodell Elemental Iquique in *Quinta Monroy* wurde von den Architekten *Elemental, Alejandro Aravena, Alfonso Montero, Tomás Cortese, und Emilio de la Cerda*<sup>155</sup> im Jahre 2004 erbaut und bietet eine interessante Möglichkeit leistbaren Wohnraum zu schaffen.

Die Architekten entwarfen eine Grundstruktur mit allen wesentlichen und notwendigen infrastrukturellen Elementen wie Küche, Bad und WC, die von den BewohnerInnen „erobert“ werden konnten. Jeder hatte die Möglichkeit, den Zwischenraum mit eigenen Mitteln auszubauen, was auch innerhalb weniger Wochen gemacht wurde. Dadurch war es auch den früheren Bewohnern und Bewohnerinnen der Favelas möglich, sich die Wohnräume zu kaufen und diese für sich nach Bedarf zu adaptieren.

Das architektonische Konzept sieht zwei übereinander gelagerte Räume mit jeweils 30m<sup>2</sup> vor, die mit geringem Aufwand auf 72m<sup>2</sup> erweitert werden können.

Das Projekt wurde von Alejandro Aravena, Träger des Pritzker-Preises und Kurator der Biennale 2016 in Venedig, initiiert, war aber Teil einer staatlichen Initiative, um der armen Bevölkerung zu Wohlstand zu verhelfen. Durch den begrenzten Spielraum war eine stringente Struktur erforderlich.

Vier Jahre nach dem Bau des Projektes, also im Jahre 2012, wurde die Bevölkerung zu dem Projekt befragt. Das Ergebnis zeigte eine sehr hohe Wertschätzung.<sup>156</sup>

---

<sup>154</sup> Vgl. Fitz 2008, 106.

<sup>155</sup> Fitz, 2012

<sup>156</sup> Vgl. Perez de Arce/de Ferrari 2008, 112–116.



Abb.27: Quinta Monroy, Elemental Iquique, Elemental –Aravena/ Montero/ Cortese/de la Cerda, 2004

**Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass Partizipation nicht nur im Planungsprozess hilfreich ist, sondern auch zu einer weiteren dynamischen Entwicklung der Wohnstruktur führen kann. Gleichzeitig verweist es auf die im Kapitel über Interdisziplinarität und Partizipation dargelegten, politischen Rahmenbedingungen, die für eine Entwicklung und die erfolgreiche Implementierung maßgeblich sind. Die Aktivierung der Bewohner und Bewohnerinnen, die mit ihren Mitteln und Materialien und nach ihren Vorstellungen und Anforderungen die bauseits zur Verfügung gestellte architektonische Grundstruktur erweitern konnten. Die BewohnerInnen, die sich bereits vorher kannten, da sie dort bereits lebten, wurden durch den Prozess des Ausbaus nochmals enger zu einer Wohngemeinschaft zusammengefügt. Es ist jedenfalls auch ein Beispiel für intelligentes Design, das aus einem interdisziplinären, partizipatorischen Prozess hervorging, mit Beteiligten aus Politik, Architektur und Wohnenden. Wichtig war jedenfalls die Leistbarkeit der Wohnungen. Die Wiederverwendung und das Upcyclen von Materialien durch die zukünftigen BewohnerInnen, die mit eigenen Mitteln, die vorhandene Grundstruktur ausbauen, führt zu einem interessanten architektonischem Ausdruck und einer Individualisierung der einzelnen Wohneinheiten. Der Einsatz auch baubiologisch bedenklicher Materialien, ist in der Bewertung von Entstehungs- und Entsorgungskosten im Kontext dieser Materialien zu sehen, wie später, im Kapitel „Bewertung, Analysen, Prototypen“ näher ausgeführt wird.

## 6.2.2 Leistbares Wohnen

Leistbares Wohnen, das in Wien und Graz Thema ist und zur Errichtung immer kleinerer Wohnungen führt, ist in Städten wie London oder New York kaum von Interesse. Dort ist die Mittelschicht gezwungen, an die Peripherie zu ziehen. Das extremste Beispiel ist London, wo 70% der Immobilien von ausländischen Personen oder Firmen aufgekauft wurden – nur ein Drittel ist in britischem Besitz. In New York sind die wichtigsten Landmarks ebenfalls in ausländischer Hand und in Wien sollen Teile der Innenstadt von russischen oder arabischen Investoren aufgekauft worden sein. Laut Saskia Sassen, einer der profiliertesten Autorinnen zum Thema „Soziologie der Stadt“, scheint die Idee des „leistbaren“ Wohnens eine Auslaufmodell zu sein, das niemanden mehr interessiert.<sup>157</sup> Sie warnt vor den Gefahren, wenn die ganze Stadt als Spekulationsmasse in privater Hand landet.

Saskia Sassen meint dazu, dass dann die Stadt nicht mehr Stadt wäre und schlägt eine radikale Methode vor, um diese Entwicklung zu unterbinden.

Unter dem in Amerika praktizierten Modell der „eminent domain“ versteht man die Befugnis der öffentlichen Hand, Privatbesitz im Falle von öffentlichem Interesse oder nationaler Sicherheit zu enteignen. Dies wäre für Saskia Sassen der richtige Schritt, um den Ausverkauf der Stadt zu unterbinden. Die Mietpreise in London steigen ins Unermessliche, doch jede Diskussion über Mietobergrenzen wird durch die Bau- und Immobilienbranche sofort unterbunden.

Das Projekt Quinta Monroy, Elemental Iquique in Chile, das in Abb. 27 unter Punkt 6.2.1 gezeigt wird, versucht, leistbaren Wohnraum zu generieren. Sehr geschickt wird eine Grundstruktur zur Verfügung gestellt, die dann mit Eigenmitteln und eigenen Materialien ausgebaut werden kann.

Ein Wohnmodell, das 2005 zur Zeit seiner Fertigstellung, für mediale Aufregung sorgte, ist eine experimentelle Siedlung in Mulhouse in Frankreich. Es wurde mehrfach als „Manifest für neue soziale Wohnbauten“<sup>158</sup> bezeichnet und ist für mich ein Prototyp, wenn es darum geht, qualitativ hochwertigen, leistbaren Wohnraum zu schaffen.

---

<sup>157</sup> Vgl. Sassen, 2014.

<sup>158</sup> Schmidt-Colinet 2008, 48.

Von den fünf beauftragten Architektenteams waren Lacaton & Vassal am radikalsten in ihrem Anspruch viel Möglichkeiten für die individuelle Nutzbarkeit des Bewohners und der Bewohnerin umzusetzen. Mit günstigen Produkten aus dem industriellen Bereich und dem Verzicht auf „High End“-Details konnte das Architektenteam fast doppelt so viel Raum wie üblich zur Verfügung stellen.

Trotzdem konnten sie den im sozialen Wohnbau üblichen Quadratmeterpreis einhalten.

Verschiedene thermisch isolierte Zonen werden von BewohnerInnen über Schiebeelemente und Sonnensegel unterschiedlich genutzt und geschaltet. Der dem thermisch isolierten Bereich vorgeschaltete Wintergarten ist eine Gewächshauskonstruktion aus Polycarbonat und sorgt im Obergeschoß trotz einer Wohnungstiefe von 18 Metern für eine gute Belichtung.

*„Das Projekt geht historisch gesehen aus der „Cité Ouvrière“ hervor, einer Arbeiterinnen- und Arbeitersiedlung, in deren Kontext die neuen Reihenhäuser fallen. Um der untragbaren Wohnsituation der damaligen Arbeiterinnen und Arbeiter zu begegnen, wurde die „SOMCO – Société mulhousienne des cités ouvrières“ gegründet. 1853 begann diese Vereinigung, die noch heute im sozialen Wohnbau tätig ist, mit dem Bau der Häuser, die sie über Mietkauf an die zukünftigen Bewohnerinnen und Bewohner abgaben.“<sup>159</sup>*

SOMCO gab den fünf eingeladenen Architektenteams große Freiheit im Planungs- und Realisierungsprozess. Die ArchitektInnen durften etablierte Standards wie Wohnungsgrößen, Materialität und Ausstattung in Frage stellen.

Anne Lacaton und Jean Philippe Vasalle wollen Großzügigkeit auch in der Sozialwohnung und nicht nur in frei finanzierten Wohnungen.

Die Grundlage für die Flexibilität ist das Prinzip, dass eine größere, nicht von vornherein in Zimmer geteilte Fläche mehr Möglichkeiten der Nutzung anbietet. Dadurch können die Wohnenden die Wohnung nach eigenen Bedürfnissen einteilen.

Diese „Freiheit der Benutzung und Gestaltung“, so Jean Philipp Vassal, ist wesentlich in der Konzeption von Volumen, Rohheit von Material sowie Transparenz.<sup>160</sup>

---

<sup>159</sup> Schmidt-Colinet 2008

<sup>160</sup> Vgl. Ebda.



Abb.28: Moulhouse, Lacaton & Vassal, September 2008<sup>161</sup>

***Bezug zu den Forschungsbereichen:***

Dieses Beispiel zeigt wie man mit sehr günstigen Materialien den Wohnenden möglichst viel Raum schaffen kann, der zur Wohnung dazugeschalten werden kann.

Es verfolgt das Prinzip der Anpassbarkeit und Flexiblen Nutzung für die Wohnenden.

Es könnte auch dem biologisches Prinzip zugeordnet werden: Rückzug im Winter - warmer Kern und Ausbreitung im Sommer eine Ausdehnung wird möglich.

Es zeigt jedenfalls wie durch den richtigen Anreiz aus der Politik ehemaligen Arbeiterquartieren innovative Raumnutzungskonzepte hinzugefügt werden können, die die Möglichkeiten für die Wohnenden erweitert.

Der Anreiz aus der Politik, der zu einem innovativen Wohnmodell führt, flexible Raumkonfigurationen, die sich aus dem Hintereinanderschalten von unterschiedlichen Raumzonen ergibt

hohe baukünstlerische Qualität, die sich aus der Ästhetik der minimalen Anforderungen an die Gebäudehülle ergibt.

---

<sup>161</sup> Ebda., 46.

### 6.2.3 Flexible Wohnstrukturen – anpassbare Grundrisse

Die Nachhaltigkeit von Strukturen ist jedenfalls ein Grundelement für unser Ziel der regenerativen Stadt. Dies kann nur durch die Flexibilität von Wohnstrukturen erreicht werden, die von aktiv Wohnenden entsprechend ihrer Anforderungen selbständig verändert werden können. Wenn die Kosten für die Errichtung der Wohnstrukturen eine geringere Rolle spielen, können flexible Grundrisse großzügiger und/oder innovativer entwickelt werden.

In den folgenden Untersuchungen werden prototypische Anwendungsfelder, die als „anpassbare, flexible Grundrisstrukturen“ gelesen werden können, identifiziert: der fließende Raum von Mies van der Rohe, der „offene Grundriss“ von Frank Lloyd Wright, der „Raum als eine offene Struktur“ wie bei Peter Rice's Fun Palace und der „individuelle verzeitlichte Wohnplan“ von Splitterwerk.

A priori muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und es daneben auch noch andere Wohnmodelle gibt, die diese Qualität aufweisen.

Ein Beispiel aus dem vorigen Jahrhundert ist die „Palastbauordnung“ – ein Grundrisstyp, der hauptsächlich in der Gründerzeit seine Anwendung fand. Das Prinzip ist einfach: Jeder Raum ist durch mehrere Türen mit einem großen, zentral angelegten Flur sowie zu seinen jeweiligen benachbarten Räumen verbunden. Dadurch entstehen zumindest zwei aber meistens drei Möglichkeiten, die Räume zu nutzen und sie zusammenzuschalten, weil sie ja verschieden kombinierbar sind. Mit der zusätzlichen Qualität der gründerzeitlichen Bauten, der hohen Raumhöhe, erlangen Wohnungen aus der Gründerzeit eine hohe Flexibilität. Sowohl das Wohnen als Familie, als auch die Integration von Arbeitsräumen ist gut möglich. Da die Räume sehr groß und hoch sind, sind sie bei Bedarf auch teilbar bzw. durch zusätzliche Ebenen in der dritten Dimension erweiterbar.

In der folgenden Abbildung kann man diese Kombinierbarkeit der Räume an Hand einer Wohnung aus der Gründerzeit gut nachvollziehen.

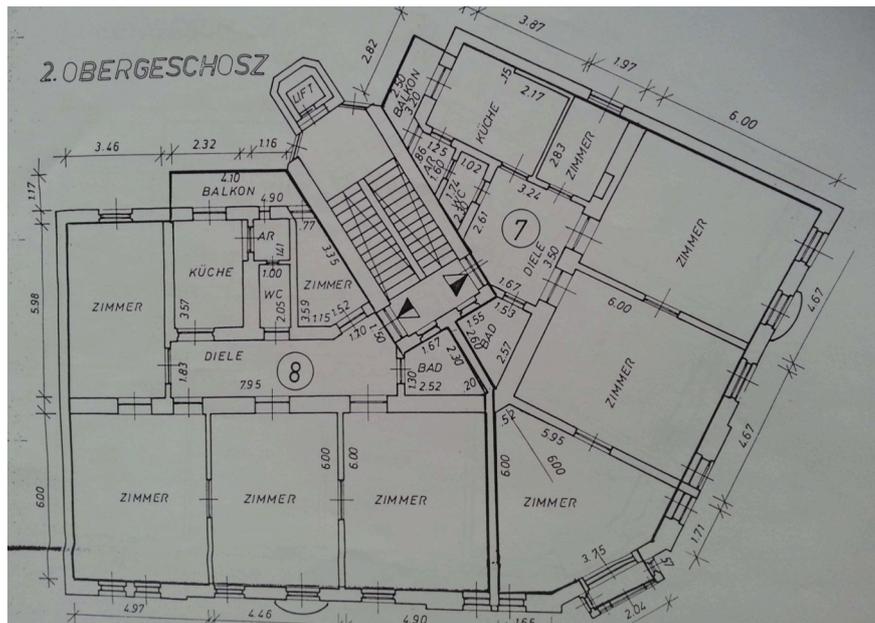


Abb.29: Gründerzeitgrundriss, Jugendstilhaus, Gustav Gutmann, Graz1905

**Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Der Gründerzeitgrundriss soll nur als Beispiel dienen für die Anpassbarkeit der Raumkonfiguration an die unterschiedlichen Bedürfnisse der Wohnenden durch verschiedenste Kombinierbarkeit der Räume sowie große und hohe Raumeinheiten.

Rekonfigurierbare, anpassbare Räume:

Durch bewegliche Elemente, die Räume unterschiedlich zusammenlegbar machen, kann ein Grundriss aktiv permanent an verschiedenen Anforderungen angepasst werden. Diese Versuche sind kein Phänomen des 21. Jahrhunderts, denn entsprechende Überlegungen gab es schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

In den „multiinzidenten Hüllen der Grazer Wohnung“ von Splitterwerk wurden Wände, Decken und Boden zu „maßgeschneiderten, bildhaften Interspaces“, in denen sich Funktionen „on demand“ zuschalten lassen.<sup>162</sup>

Einer zentralen, neutralen Fläche können durch das Öffnen von Faltschleusen Raumelemente wie Küche, Bad, WC sowie ein Schlafraum hinzugeschaltet werden, wodurch jeder dieser Räume erweiterbar ist.

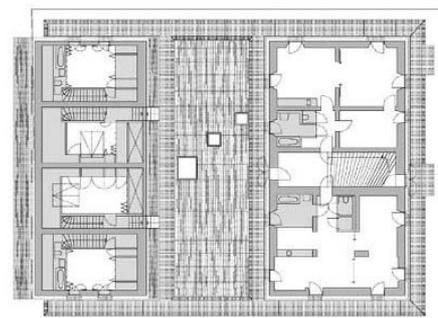


Abb.30: SPLITTERWERK, The black Treefrog, Wohnbau Waltersdorf, Modellwohnung, Multiinzidente Hülle, Grazer Wohnung, 2004<sup>163</sup>

Im schaltbaren Gefüge der neuen Wohnungstypologien von SPLITTERWERKs „Grazer Wohnung“ und der „Hamburger Wohnung“ werden Räume nicht mehr miteinander verschränkt, wie beim Modell des „fließenden Raumes“ von Mies van der Rohe oder des „offenen Grundrisses“ von Frank Lloyd Wright, sondern abwechselnd oder auch gleichzeitig zu einer räumlich minimierten „neutralen Zone“ hinzugeschaltet.

---

<sup>162</sup> Blaschitz u.a. 2005, 491–511.

<sup>163</sup> Vgl. Ebda., 482–530.

Rekonfigurierbare Räume definieren sich über die Veränderbarkeit des Raumes, die Transformierbarkeit der Materialien sowie die Adaptionfähigkeit der Technologien.

Bei der „Lichtraum-Wohnung“ werden dem nutzungsneutralen Hauptraum ganze Funktionseinheiten hinzugeschaltet. Der zeitliche Ablauf des Wohnens prägt das jeweilige Erscheinungsbild der Wohnung.



Abb.31: SPLITTERWERK, „Smart Treefrog“, Wettbewerbsbeitrag, Modell Hamburger Wohnung, Lichtraum-Wohnung, Grazer Wohnung

### Bezug zu den Forschungsbereichen:

Dieses Beispiel zeigt die Innovationskraft der interdisziplinären Vorgangsweise, die aus der Zusammenarbeit von KünstlerInnen und ArchitektInnen des Ateliers SPLITTERWERK hervorgeht.

Auch das biologische Prinzip des Wachsens und der Anpassbarkeit ist gut ablesbar und berücksichtigt. Die Nutzung der Räume kann durch die Wohnenden aktiv permanent verändert werden und an ihre sich ändernde Bedürfnisse angepasst werden.

Die interdisziplinäre Vorgangsweise, Aspekte aus der Kunst und Architektur, die zu innovativen Lösungen führt,

der Aspekt der flexiblen, schaltbaren Räume, die als Anwendung eines biologischen Prinzips gewertet werden kann,

die Aktivierung der BewohnerInnen, die sich das Wohnen in einem schaltbaren Gefüge selbst gestalten können.

Der „Fließende Raum“:

Das „Landhaus in Backstein“, in den Jahren 1923/24 von Mies van der Rohe entworfen, zeigt erstmals das Modell des „fließenden Raumes“.

Ulrich Müller schreibt dazu:

*„Mit dem Entwurf des Landhauses in Backstein von 1923/24 konzipierte Mies van der Rohe erstmals ein Bauwerk, dessen Raumgefüge aus der freien Disposition gliedernder Wandscheiben entstand, mit dem bezwingenden Ergebnis, dass der entwickelte offene Grundriss das herkömmliche Prinzip der allseitig umschlossenen Raumeinheiten überwand. Die Wohnräume des Landhauses, durch asymmetrisch organisierte Mauerabschnitte unterschiedlicher Länge gefasst, durchdringen sich wechselseitig und öffnen sich zum Außenraum durch raumhohe Glaswände. Zentrifugale Mauerzüge, die sich aus der rechtwinkligen Struktur des Baukomplexes lösen und in drei Himmelsrichtungen streichen, verspannen das schwebende Gebilde aus Wandfeldern und Mauerwinkeln, indem sie über den vorgegebenen Rahmen der Zeichnung hinausweisen.“<sup>164</sup>*

Der „offene Grundriss“ von Frank Lloyd Wright

Mit Frank Lloyd Wrights Zerstörung der Schachtel, wie er es selbst oft nannte<sup>165</sup> „begann die Zeit der inneren Weite“. Er konnte mit der Idee und dem damals praktizierten Wohnmodell der aneinandergereihten Raumschachteln, die die häuslichen Funktionen beinhalten<sup>166</sup>, nichts anfangen.

Daher befreite er alle Räume außer Bad und Schlafräum von seinen Ecken und führte so den „offenen Grundriss“ in die architektonische Praxis ein.

---

<sup>164</sup> Vgl. Müller 2004, 77–94.

<sup>165</sup> Wright 1943, 141f.

<sup>166</sup> Ebda.

Mit diesem Angriff auf die traditionellen architektonischen Elemente von Ecke, Wand und Decke konnte er die „Wände befreien“, indem er die Wand zur Scheibe machte, die man verdrehen, verschieben oder in kleinere Scheiben aufteilen konnte. Dadurch war er in der Lage, ein komplett neues Raumgefüge zu entwerfen.

Die Entscheidung, Bad und Schlafräum aus der Offenheit herauszunehmen, zeugt von seinem Verständnis der Notwendigkeit, auch dem Bedürfnis der Wohnenden nach Privatheit und Rückzug zu entsprechen. Grundrissmodelle, die eine komplette Offenheit anbieten, setzen eine Radikalität in der Nutzung voraus, sofern mehr als eine Person die Räume bewohnen.

Frank Lloyd Wright befreit die Wände von ihrer fixen Positionierung, er löst die axiale und formale Symmetrie und das gesamte Grundrissystem durch das Einführen eines Systems von Stützen und Wandscheiben in eine Struktur auf.

Meiner Ansicht nach ist dieser Angriff von Frank Lloyd Wright auf die „Box“ der erste Schritt in Richtung Flexibilität in der Raumkonfiguration. Die Wand ist nicht mehr im Raum fixiert, sondern kann frei positioniert, verdreht oder freigestellt werden. Dadurch bringt er Dynamik in das Wohnen, wie bereits Mies van der Rohe mit seinem Modell des „fließenden Raumes“.

Bereits 1961–1964 hat Cedric Price's Fun Palace-Projekt den Raum als eine offene Struktur mit vertikalen Fixelementen wie Lifttürmen und Sanitärräumen angelegt, um ein weiteres Beispiel zu nennen (Abb.32). Die anderen Raumeinheiten können je nach Bedarf angeschlossen oder wieder entfernt werden. Der Nutzer und die Nutzerin, die den Raum „okkupieren“, können der architektonischen Funktion entsprechend ihren Anforderungen permanent neu bestimmen. Der Raum kann entsprechend den Wünschen der Benutzer bzw. der Benutzerinnen ständig neu geformt werden. Die Räume sind keine Zimmer, sondern Zonen mit einer bestimmten atmosphärischen Intensität.

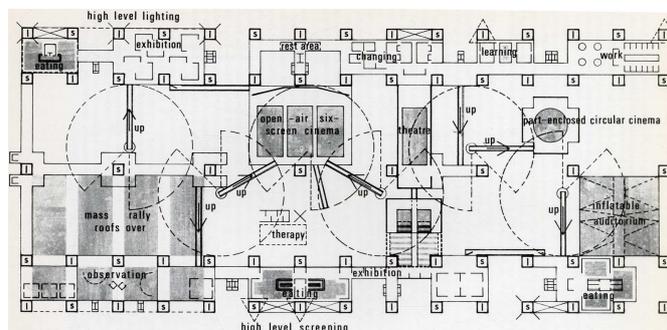


Abb.32: Fun Palace, Cedric Price 1961–1964

## Der Grundriss im Raum:

In diesem Zusammenhang möchte ich kurz den oft zitierten Raumplan von Loos erwähnen. Der Begriff „Raumplan“, der das Konzept der Architektur Loos‘ umschreibt, wurde von ihm selbst nie benutzt. Stattdessen wurde diese Bezeichnung von Loos‘ Schüler Heinrich Kulka verwendet, der damit den ‚Grundriss im Raum‘ beschrieb.

Das Konzept des Raumplans wird von vielerlei Merkmalen geprägt, die den Baustil Loos‘ als eine sehr außergewöhnliche und moderne Bauweise kennzeichnen.

*„Ein besonderes Merkmal ist die dreidimensionale Denkweise des Architekten, die sich beispielsweise darin zeigt, dass verschiedene Ebenen im Raum kreiert wurden. Verschiedene Räume bekommen durch die Verwendung kleiner Treppen verschiedene Höhen im Gesamtraum. Ebenso erhalten die unterschiedlichen Räume auch unterschiedliche Deckenhöhen – natürlich immer angepasst an die Funktion des jeweiligen Raumes. Auch die Terrasse wird als Teil der Wohnung angesehen. Typisch für Loos war es, diese komplexen Innenräume in klassische, einfache, kubusartige Außenbauten zu verpacken.“<sup>167</sup>*

Die wichtigsten Merkmale des Raumplankonzeptes von Adolf Loos:

- Zweck und Funktion eines Raumes stehen im Vordergrund;
- auf Ornamente und Verzierungen wurde verzichtet;
- klassischer, minimalistischer Außenbau;
- dreidimensionaler Raumplan: Die Räume haben unterschiedliche Höhen und liegen auf verschiedenen Ebenen;
- Behaglichkeit und Eleganz durch die Verwendung edelster Materialien.

## Bezug zu den Forschungsbereichen:

Der für uns interessante Aspekt des Raumplanes von Adolf Loos ist die effiziente Ausnutzung des Raumes. Keine Raumhöhe wird „verschwendet“, sondern optimal über mehrere Ebenen genutzt, wodurch eine hohe Effizienz erreicht wird.

---

<sup>167</sup> Kulka, Heinrich 1979

Der „Loos'sche Raumplan“ wird laut SPLITTERWERKs Grundrissmodellen zum „individuellen verzeitlichten Wohnplan“<sup>168</sup>. Die effiziente Ausnutzung des Raumes ist eine Möglichkeit, viele unterschiedliche Nutzungen im gleichen Raum zu ermöglichen, wenn auch zeitlich hintereinander.

Wohnstrukturen primärer und sekundärer Art

Eine andere Möglichkeit, auf die gesellschaftsstrukturelle Veränderungen und das enorme Bedürfnis nach Flexibilität einzugehen, ist die Strukturierung der Grundrisse mittels sogenannter „Raumzonen“.

Der Architekt und Wohnbauspezialist Professor Hansjörg Tschom geht in seinem Forschungsprojekt Sandgasse / Future Housing in Graz weg von dem Gedanken, ein Haus oder eine Siedlung zu errichten. Er definiert lediglich „Wohnstrukturen primärer und sekundärer Art“, die den Rahmen vorgeben, in dem sich die Ereignisse entwickeln können (Abb.33).<sup>169</sup>

Er strukturiert seine Grundrisse mittels sechs hinter einander geschalteten „Zonen“:

- Erschließungszone
- vorgeschaltete Freiraumzone, Kommunikationszone, Schwellenbereich,
- Versorgerzone
- Bewegungszone
- nutzungsneutrale Raumzone
- ausbaubare Fassadenzone

Durch diese sechs Zonen schafft er Strukturen, die sich der Bewohner/die Bewohnerin je nach Bedürfnis und Anforderung selbst organisieren bzw. aneignen kann. Vor allem die

---

<sup>168</sup> Vgl. Blaschitz u.a. 2005, 491–511.

<sup>169</sup> Vgl. Tschom, 2005.

den Wohnungen vorgeschaltete Freiraumzone ist ein Gestaltungsmerkmal, das in allen Wohnanlagen von Architekt Tschom sorgfältig ausgearbeitet wird. Er vertritt die Theorie, dass dieser „Schwellenbereich“, wenn er als Verweilfläche bzw. als Kommunikationsraum ausformuliert wird, viel zur Identifikation der BewohnerInnen mit ihrer Wohnung beiträgt.

Oft zitiert er den „Archetypus“, der im Menschen nach wie vor stark präsent ist, über das Unterbewusstsein gesteuert wird und trotz der rasenden Geschwindigkeit, mit der sich die Technik entwickelt, nach wie vor grundlegende Parameter wie Schutz, Rückzugsmöglichkeit, Geborgenheit, Identifikationsmöglichkeit usw. fordert, damit er sich wohlfühlt bzw. „zu Hause“ fühlt.

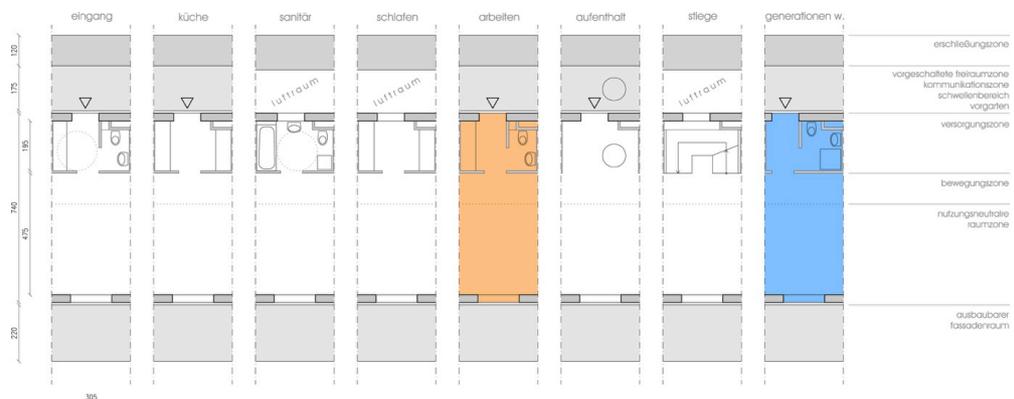


Abb.33: Wohnbaupilotprojekt, Sandgasse „Future Housing“ Graz, Professor Hansjörg Tschom, Grundrissmodule

### Bezug zu den Forschungsbereichen:

Dieses Beispiel zeigt gut, wie durch das Bereitstellen einer nutzungsneutralen Struktur, eine hohe Flexibilität und Anpassbarkeit an die sich ändernden Anforderungen der Wohnenden erreicht wird. Das Forschungsprojekt operiert vor allem mit großzügigem Raumangebot vor der Wohnung und schafft so mögliche Kommunikationsräume und Orientierung. Jede Wohnung weist verschieden nutzbare Zonen auf. Vor allem das bionische Prinzip der Adaptierbarkeit ist gut ablesbar.



Abb.34: Wohnbaupilotprojekt, Sandgasse „Future Housing“ Graz, Professor Hansjörg Tschom, Zone zwei: vorgeschaltete Freiraumzone, Kommunikationszone, Schwellenbereiche, Vorgarten

### 6.3 Die aktive urbane Landschaft:

*„Today there is an overwhelming extension of the urban sphere that has nothing to do with the traditional European urban pattern. This condition is transfiguring the landscape. We need to repair this by re-differentiating between three spheres – creating a transition state between city, nature, and agriculture. Urban towers will look different in different climates“<sup>170</sup>*

*Stefano Boeri*

Wohnstrukturen sind in urbane Landschaften als Teile eines größeren ökologischen Systems eingebettet. Ihre Fähigkeit, zur Regeneration dieser urbanen Landschaft beizutragen, ist in Anbetracht der in dieser Arbeit beschriebenen Ausgangslage von zentralem Interesse.

---

<sup>170</sup> Grüntuch–Ernst 2018, 33.

In einigen Megastädten Asiens ist die Luftgüte schon so schlecht, dass die Bevölkerung das Haus nicht mehr oder nur mit Mundschutz verlassen. Um einer solchen Entwicklung entgegenzuwirken, müssen luftverbessernde Maßnahmen vor Ort, also direkt in der Stadt, überlegt werden. Den motorisierten Individualverkehr in der Stadt zurückzudrängen ist jedenfalls die wirksamste.

Photosynthese zu betreiben ist eine andere mögliche Maßnahme. In Bhutan sind derzeit 72% der Fläche Wald und per Verfassung ist geregelt, dass mindestens 60% des Landes bewaldet bleiben müssen. Der Himalaya-Staat Bhutan gilt als CO<sub>2</sub> neutral und will dies immer bleiben bzw. produziert derzeit zusätzlichen Sauerstoff, kann also als regenerativ bezeichnet werden.

Durch immer dichtere Strukturen werden jedoch Grünflächen wie Parkanlagen und Bäume mehr und mehr zurückgedrängt, so dass auch Gebäudeoberflächen und vertikale Flächen für den Zweck der Feinstaubbindung, Kühlung, Befeuchtung und Sauerstoffanreicherung herangezogen werden müssen.

Es ist davon auszugehen, dass durch die Erhöhung der Lebensqualität, die Verbesserung der Luftqualität in innerstädtischen Bereichen, das Schaffen von Grünflächen an Gebäuden im dichten städtischen Wohnumfeld und die lärmsenkende und klimaverbessernde Wirkung das Interesse, in der Innenstadt zu wohnen, erhöht wird. Dadurch ist eine bessere Verteilung von Wohn- und Büroflächen zu erwarten. Reine Büroflächen werden reduziert und in der Innenstadt entsteht ein für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung erwünschter Funktionsmix zwischen Wohnen, Arbeiten und Infrastruktur.

Die ästhetische Komponente des Einsatzes von wand- und dachgebundenen Grünsystemen ist für die Menschen, die in solchen urbanen Verdichtungsräumen leben, von großer Bedeutung: „Für den Stadtbewohner ist »Grün« als Kontrast zur städtischen Bebauung notwendiger Bestandteil eines angenehmen Wohnumfeldes“<sup>171</sup>.

---

<sup>171</sup> Köhler, 1993, 13.

### 6.3.1 Beispiel: Die vertikale urbane Landschaft

Wenn unsere Städte immer dichter werden und Gebäude die Grünflächen in der Stadt mehr und mehr ersetzen, muss die Landschaft auf die Bauwerke klettern, um dem Problem der Bildung von Hitzeinseln in dichten Städten entgegenzuwirken. Auch „Vertical Farming“ ist bereits eine Strategie, die verfolgt wird, um dem permanenten Anstieg der Weltbevölkerung und dem damit verbundenen steigenden Lebensmittelverbrauch gewachsen zu sein. Das Gründach, die begrünte Fassade, die vertikale Farm — im internationalen Fachkreisen mit „NBS“ (Nature-Based Solutions) zusammengefasst — sind neue Lösungen, die auch schon einige architektonisch interessante realisierte Projekte hervorgebracht haben.

*„The project introduce as much nature to the urban environment as possible. The Idea is that for every human, there should be place to sustain four birds and butterflies, two trees, eight shrubs and twenty-two plants. It is a contribution to biodiversity....the project is an experiment that should be followed and monitored. We need to see how the seasonal changes work and become a part of the changing facade“<sup>172</sup>*

*Stefano Boeri*

Der „Bosco Verticale“ von Stefano Boeri zeigt eindrucksvoll, welche städtische Transformation die Implementierung zweier „aktiver Gebäude“ mitten in das dichte städtische Gefüge von Mailand bewirkt. Wie zwei riesige grüne Bäume überragen die beiden Wohntürme mit einer Höhe von 80 und 112 Meter Höhe die umgebenden Gebäude von Porta Nuova im Norden von Mailands Zentrum. Mit 21.000 Pflanzen, davon 800 Bäumen, 4500 Sträuchern und 15.000 kleinere Pflanzen wird mitten in der Stadt Photosynthese betrieben, die umgebende Luft befeuchtet und gekühlt und den Bewohnern und Bewohnerinnen ausgezeichneter Sonnenschutz im heißen Meilander Sommer geboten. Die Pflanzen weisen eine Höhe von 3 bis 9 Meter auf und werden auf Grund ihrer Lage und Fähigkeit Feuchtigkeit zu speichern eingesetzt.

Es werden ca. zwei Hektar Pflanzen auf eine Fläche von 2000 m<sup>2</sup> untergebracht. Der integrierte Wasserkreislauf sammelt Regenwasser, nutzt das Grauwasser der Apartments

---

<sup>172</sup> Grüntuch–Ernst 2018, 29.

und wird betrieben über eine Erdwärmepumpe und nutzt das Grundwasser in der Erde mit der Idee das Wasser nach seinem Gebrauch für die Bewässerung zu speichern.<sup>173</sup>

Das Projekt wurde 2014 fertiggestellt und jetzt schon kann berichtet werden, dass die Wohnenden ihre begrünten Terrassen sehr schätzen und gut annehmen.

Der „vertikale Wald“ soll nun auch in Lausanne in der Schweiz und in Paris errichtet werden.



Abb.35: Bosco Verticale, Stefano Boeri, Mailand, 2014

### Bezug zu den Forschungsbereichen:

Dieses Beispiel einer aktiven urbanen Landschaft zeigt eindrucksvoll, wie aus einer interediziplinären Zusammenarbeit von BotanikerInnen, Ingenieurinnen und ArchitektInnen ein Wohnstruktur in einen Stadtteil gestellt werden kann, die das gesamte Umfeld positiv verändert. Mit dem "vertikalen Wald" mitten in Mailand wird Photosynthese betrieben, die Luft gekühlt und gereinigt und damit das Mikroklima verbessert. Daneben wird den Bewohnerinnen des Hochhauses, das 2014 den internationalen Hochhauspreis gewonnen hat, auch in den oberen Stockwerken, die unmittelbare Nachbarschaft mit Natur geboten, was nachweislich den BewohnerInnen gut tut und was gerade im Hochhausbau meist nicht der Fall ist.

---

<sup>173</sup> Ebda., 26–33.

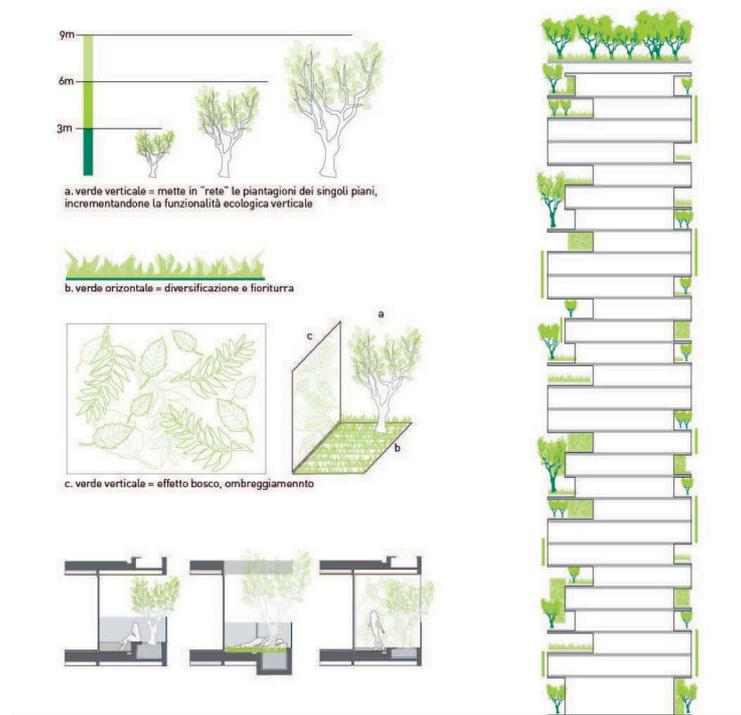


Abb.36: Bosco Verticale, Systemschnitt und Detailzeichnungen, Stefano Boeri, Mailand, 2014

Die „vertikale urbane Landschaft“ in dichte städtische Umgebungen zu implementieren ist auch ein wesentlicher Bestandteil des Forschungsprojektes F.U.T.U.R. in Graz – From Dust Till Urban Regeneration<sup>174</sup>. Das Projekt gewann 2012 den Pepmac Award. Das Projekt wurde 2012 mit formingrün entwickelt und in einer Kooperation mit einem interdisziplinären Konsortium aus Industrie, Wissenschaft und Wirtschaft (Universität für Bodenkultur in Wien, Technische Universität Graz, Institut für Bauphysik, ORTLOS, 90degree, raintime) im Jahr 2014 weiterentwickelt.

Ein architektonisch hochwertiges System, das sich zum Ziel setzt, das Mikroklima mit Vertikalbegrünungs- und Nebeltechnik zu verbessern, CO<sub>2</sub> zu binden, den Schallpegel zu vermindern, Grob- und Feinstäube abzuscheiden und dabei energieneutral zu sein.

<sup>174</sup> Redi/Redi 2013, 59–65.

„Die Stadt als „Hydro-p(h)onic Living/Structure“ – städtisches Grün, Kohabitat von Mensch, Flora und Fauna, ist wohltuend und in der Zukunft sogar erforderlich für das Stadtklima.“<sup>175</sup>

Es handelt sich dabei um ein „fortgeschrittenes, multifunktionales Fassaden- und Dachsystem“ und zeigt, wie Dämmung, Klimatisierung, Lärmschutz, Warmwassererzeugung und -verteilung in Fassaden und Dächer integriert werden kann.

Die Fassadenbegrünung kann bei Sanierungen oder Neubauten eingesetzt werden, reduziert städtische hochsommerliche Temperaturen durch Beschattung und Verdunstungskälte und in Kombination mit einer Isolierschicht auch den Transmissionswärmeverlust der Gebäude.

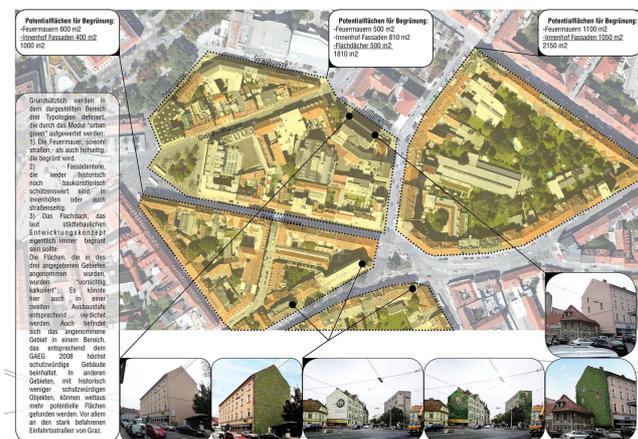


Abb. 37: Mögliche Freiflächen im Bezirk Jakomini in Graz, ORTLOS & formingrün 2011

Die Idee ist, leerstehende Gebäudeflächen wie Feuermauern, aber auch Fassaden, die weder historisch wertvoll noch baukünstlerisch qualitativ sind, in zentralen Bezirken der Stadt Graz mit vertikalem Grün auszustatten und auf diese Weise die durch Feinstaub belasteten Zonen der Stadt durch „urbanes Grün“ in eine gesunde, sauerstoffreiche, feinstaubreduzierte Zone zu transformieren.

Die vertikalen Gärten, die über das Modul „Urban Green“ gebildet werden, werden vor der Fassade installiert und sind sofort wirksam. Die Module sind einzeln demontierbar, an anderen Orten wiederverwendbar und werden zwei Mal im Jahr gewartet. Die Bewässerung ist sensorgesteuert und damit komplett automatisch.

<sup>175</sup> Ebda.

Die Pflanzen, die eingesetzt werden, sollen Feinstaub in hohem Ausmaß binden können. Der Nebeneffekt ist eine Reduktion von CO<sub>2</sub> sowie Lärm und Kühlung durch Verdunstung.

Der Einsatz von vertikalem Grün wird folgende Situation entschärfen:

Der prognostizierte Klimawandel bringt mit sich, dass sommerliche städtische Hitze häufiger auftritt und ohne Gegenmaßnahmen zu vermehrtem Ankauf von Kleinklimageräten führt, deren hoher Strombedarf die CO<sub>2</sub>-Produktion erhöht. Verschärft wird die Situation durch den steigenden Anteil an Außendämmung an den Gebäuden, da hier die Speichermasse in den Straßen wegfällt und in der Folge die solare Einstrahlung zu einem rascheren und höheren Temperaturanstieg auf Straßen und Plätzen führt. Diesem Effekten will das hier angedachte, komplexe multifunktionale System effizient entgegenwirken.

Sowohl die architektonische als auch die bautechnische, die biologische und energetische Umsetzung ist bei diesem Forschungsprojekt von Relevanz. Die Pflanzen, die Tragkonstruktion, die Bewässerung und die Elemente, die Energie aus der Umgebung ziehen, werden in eine technisch funktionelle, ästhetische Struktur gebracht. Architektonische Elemente wie Laubengänge, Flachdächer und eben Fassadenteile wie z.B. Feuermauern sollen mit dem Fassadenelement ausgestattet werden. Die Kosten pro m<sup>2</sup> von derzeit auf dem Markt verfügbaren wandgebundenen Fassadensystemen liegen zwischen 500 und 1000 Euro. Diese gilt es auf circa 200 E/m<sup>2</sup> zu reduzieren, damit das Bauelement mit anderen Systemen wirtschaftlich mithalten kann.

Es konnten in den untersuchten Gebieten ein Potential von 500m<sup>2</sup> Gründächerfläche, 2.200m<sup>2</sup> Feuermauernfläche und 2.260m<sup>2</sup> Innenhoffassadenfläche identifiziert werden, das durch den Einsatz intensiver Begrünungen eine Reduktion der Feinstaubbelastung von ca. 60% in diesen Bereichen erreichen könnte. Voraussetzung ist natürlich der Einsatz ganz bestimmter großfiedriger Pflanzen, die den Feinstaub aus der Luft filtern können, wobei die lokale Wirkung der Grünfassaden von Parametern wie Luftdruck, Wind, Wetter, Regen – der den Feinstaub von den Blättern wäscht – stark beeinflusst wird. Gemessen werden kann die Wirkung auch nur im Labor, wo die umgebenden Luftverhältnisse gleichbleibend sind.

In dem für F.U.T.U.R. in Graz angedachten Bewässerungssystem mittels Nebeltechnik wird Wasser mit hohem Druck durch feine Hochdruckdüsen gepresst. Dabei entstehen kleine Wasserpartikel, die Staub und Gerüche in der Luft binden können. Durch die Verdunstung der Wasserpartikel wird die Umgebungsluft gekühlt.

Angestrebt wird darüber hinaus eine positive Gesamtenergiebilanz für dieses innovative Fassadensystem. Einbezogen werden der Energiebedarf zur Herstellung der Fassadenmodule (graue Energie des Materialeinsatzes), die CO<sub>2</sub>-Aufnahme der Pflanzen sowie der Energiebedarf für Bewässerung, Wartung, Dünger, etc. im Vergleich zur Energieeinsparung bzw. Energiereduktion aufgrund der Minderung der Transmissionsverluste von Gebäuden durch Einsatz der integrierten Dämmung.

Ziel ist es, einen wirksamen Effekt hinsichtlich Schallreduktion des Gesamtsystems zu erreichen. Systementsprechend werden die Pflanzen auf Mineralwolleplatten implementiert, die mit einem Schutzvlies bedeckt sind.



Abb. 38: Fassadensystem F.U.T.U.R. in Graz, ORTLOS & formingrün 2012

Diese Mineralwolleplatten und das Schutzvlies beeinflussen das statische Schallszenario positiv.

### Bezug zu den Forschungsbereichen:

Das Projekt wurde durch interdisziplinäre Vorgangsweise entwickelt und zeigt Potential die mitten in der Stadt bestehenden Wände und Dächer mit Pflanzen zu aktivieren und dadurch die Luft zu kühlen, zu reinigen und mit Sauerstoff zu versorgen. Dieses Beispiel verbindet also alle drei gewählten Themenfelder.

## 7 Bewertung, Analyse & Prototypen

Im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes sollten Gebäude ebenso wie ganze Stadtteile und städtische Konzepte nach ihrer ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit bewertet werden. Soziale Nachhaltigkeit bedeutet hier, dass durch partizipative Gestaltungsprozesse eine kontinuierliche Anpassung der Gebäude oder auch Stadtteile an die sich verändernden Bedürfnisse der Bewohnenden ermöglicht wird. Mit den aktiven Wohnenden und der Anpassungsfähigkeit von Gebäuden und Stadtteilen wurde in der vorliegenden Arbeit eine neue Herangehensweise definiert, für die es noch keine entsprechenden Analyse-Ansätze und Bewertungssysteme gibt.

Sehr wohl gibt es jedoch Bewertungssysteme für die Ökologie von Gebäuden. Diese Gebäude sollten ebenfalls eine aktive, eigenverantwortliche Mitgestaltung der Bewohnenden ermöglichen und sich durch die Verwendung nachhaltiger Materialien auszeichnen. Sie setzen ebenfalls ein Umdenken voraus: Anstelle von Passivhäusern wird der Einsatz des aktiven Hauses untersucht.

Für die Bewertung und Analyse der ökologischen Nachhaltigkeit aktiver Häuser als zentraler Bestandteil regenerativer Stadtteile wurden Bewertungs- und Analysesysteme recherchiert und exemplarisch dargelegt. Diese Systeme ermöglichen eine Zertifizierung von Gebäuden zumeist mit dem Schwerpunkt auf der Energieeffizienz, wobei auch Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit berücksichtigt werden. Gerade in der Architektur sollte jedenfalls auch die Baukunst ein wesentlicher Bestandteil der Bewertung sein. Sie wird allerdings bei diesen Zertifizierungen nur in geringem Ausmaß berücksichtigt. In der Gesamtbetrachtung spielen die biologische Abbaubarkeit der Materialien und regenerative Kreisläufe eine geringere bis keine Rolle, weshalb auf diese Aspekte in weiterer Folge genauer eingegangen wird.

### 7.1 Bewertungssysteme für die Zertifizierung von Gebäuden

Wie soll nun bewertet werden, ob ein regeneratives Gebäude vorliegt? Während des Entwurfsprozesses taucht eine Unzahl unterschiedlicher Ideen und Möglichkeiten auf, das Projekt zu entwickeln. ArchitektInnen, die FachplanerInnen, BauherrInnen, Behörden, Förderinstitute nehmen Einfluss auf das Projekt. Anhand von Bewertungskriterien die nachhaltigen oder regenerativen Aspekte für das Projekt zu definieren ist aufwendig,

schafft jedoch eine wichtige Basis, um die Wertigkeit dieser Kriterien und der dahinter liegenden Ziele gemeinsam auszurichten.

Im Folgenden sollen einige wichtige derzeit am Markt verfügbare Tools, Bewertungssysteme bzw. Strategien erläutert werden, die eingesetzt werden, um bestimmte Gebäudestandards zu erreichen:

- *klima:aktiv Gebäudestandard – Ministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft;*
- *LEED – Zertifizierung (USA);*
- *TQB (Total Quality Building) – ÖGNB – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen;*
- *DGNB – Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. Kommt aus Deutschland, wird aber in Österreich von der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI) vertreten;*
- *EU Green Building, (Europäische Kommission);*
- *BREEAM, (Großbritannien) ;*
- *Passivhauszertifizierung (Österreich).<sup>176</sup>*

Die Bewertungssysteme und Strategien haben unterschiedliche Schwerpunkte und Methoden. Dies wird anhand zweier Bewertungssysteme, klima:aktiv und LEED-Zertifizierung, deutlich gemacht, für die auch jeweils realisierte Bauvorhaben als praktische Beispiel für Einsatz und Wirkung der jeweiligen Bewertungsmethode herangezogen werden.

#### 7.1.1 klima:aktiv Kriterienkatalog

Der klima:aktiv-Kriterienkatalog, erstellt vom Energieinstitut Vorarlberg, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, bewertet Neubauten und Sanierungen und steht für Energieeffizienz, Ökologische Qualität, Komfort und Ausführungsqualität.

---

<sup>176</sup> Vgl. Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie 2019.

„Der Kriterienkatalog wurde entwickelt, um die Qualität eines Gebäudes messbar und vergleichbar zu machen. Er zeichnet Gebäude aus, die besonders hohen Anforderungen entsprechen. Die Bewertung erfolgt anhand eines Kataloges unterschiedlich gewichteter Kriterien in einem Punktesystem mit maximal 1.000 Punkten.“<sup>177</sup>

Die Kriterien gliedern sich in vier Bewertungsrubriken:

Bewertungsrubrik <sup>178</sup>	Maximale Punkte
1) Planung und Ausführung (u.a. Infrastruktur, Wärmebrückenvermeidung, Luftdichtheit)	130
2) Energie und Versorgung (Nutz, End- und Primärenergiebedarf, CO <sub>2</sub> -Emissionen, PV)	600
3) Baustoffe und Konstruktion (u.a. Ausschluss klimaschädlicher Substanzen, Produkte mit Umweltzeichen, ökologische optimierte Gebäudeherstellung)	150
4) Raumluftqualität und Komfort (u.a. Einsatz emissions- und schadstoffarmer Produkte, thermischer Komfort im Sommer) <sup>179</sup>	120

Bereits bei diesem, als erstes analysierten, Kriterienkatalog fällt auf, dass die baukünstlerische Qualität bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit in keiner Weise berücksichtigt wird.

Ein Beispiel für die Anwendung des klima:aktiv-Gebäudestandards ist das Messequartier in Graz, das gemäß diesem Standard entwickelt wurde. Nach dessen Kriterien konnte es 738 von 1000 möglichen Punkten erreichen. Es handelt sich dabei um eine innerstädtische Wohnsiedlung im Passivhausstandard größeren Maßstabs, deren erster Bauabschnitt 2012 in Graz fertiggestellt und deren zweiter Bauabschnitt nun umgesetzt ist. Das Messequartier<sup>180</sup> in Graz wurde von Architekt Markus Pernthaler entworfen.

Das Projekt bietet neben ca. 150 Wohneinheiten für Studierende, alte Menschen, Singles und Familien einen guten Funktionsmix aus Gewerbeflächen, Büros, Kindergarten und Gastronomie sowie Gemeinschaftseinrichtungen mit Schwimmbecken und Sonnenterrasse am Dach an.

<sup>177</sup> Vgl. Energieinstitut Vorarlberg/Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, 2012.

<sup>178</sup> Ebda., 9.

<sup>179</sup> Ebda., 9.

<sup>180</sup> Pernthaler 2011.



Abb.39: Messequartier Graz, Arch. Pernthaler 2011

Laut dem Architekturbüro Pernthaler war einer der Entwurfsmotive die *„Entwicklung und Realisierung eines geschlossenen und funktionierenden Stadtquartiers mit möglichst vielen infrastrukturellen Einrichtungen und Versorgungseinheiten für den täglichen Bedarf“*. Auch das Prinzip der *„Services in unmittelbarer Umgebung“* wurde in die Programmatik implementiert – von der Kindergruppe bis zum betreuten Wohnen für Senioren und Einrichtungen für Menschen mit Beeinträchtigungen.

### **Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Dieses Projekt ist gut geeignet, um den Stand der Technik in diesem Bereich aufzuzeigen. Besonders interessant wird es im Kontext der Nachhaltigkeit aufgrund seiner hohen Ambition, seiner Haltung in Bezug auf Energiebilanz-Parameter mit  $10\text{kWh/m}^2\text{a}$ , seiner aktiven Komponenten wie z.B. Großflächenkollektoranlage am Dach der Wohngebäude mit etwa  $700\text{ m}^2$ , die zur Sonnenenergiegewinnung für die Warmwasserbereitung und Heizung eingesetzt wird, und seines innovativen Heizungskonzepts. Eine Wärmepumpe, die das Grundwasser nutzt, sorgt für die Bereitstellung der Wärme im Winter und der Kühlenergie im Sommer. Im zweiten

Bauabschnitt sind Photovoltaik Elemente vorgesehen, die Energie für eine kleine Carsharing-Flotte aus Hybrid- und Elektrofahrzeugen liefern.<sup>181</sup>

Die Materialien wurden nach ökologischen Kriterien ausgesucht und das gesamte Areal von ruhendem und fließendem Verkehr freigehalten. Der Versiegelungsgrad wird geringgehalten. Das Regenwasser wird in Zisternen gesammelt und für die Bewässerung der umfangreichen Grünanlagen verwendet.<sup>182</sup>

### 7.1.2 LEED Zertifizierung

Das LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) wurde in den 1990er Jahren in den USA entwickelt und ist das am weitesten verbreitete System mit einer großen Anzahl zertifizierter AuditorInnen. Die Organisation, die die LEED Zertifizierung entwickelt hat, ist das „U.S. Green Building Council“.

Wesentliche Kriterien, die berücksichtigt werden, sind die Nachhaltigkeit der Baustelle und die Energie und Atmosphäre, denen jeweils zwischen 14 und 17 Punkte zugeordnet werden. Auch die „Innovation im Designprozess“ wird bewertet, jedoch nur mit maximal fünf Punkten.

In Österreich wurde 2015 nur ein Gebäude LEED zertifiziert – ein Bürogebäude in Lauterach von Baumschlager/Eberle erreichte 84 von 110 Punkten und somit als erstes Gebäude in Österreich Platinum. Die zertifizierende Stelle war ATP sustain Wien.

Das Bürogebäude 2226 ist dementsprechend ein wichtiges Projekt für mein Themenfeld.

Es kommt ohne konventionelle Heizung, Kühlung und Lüftungstechnik aus – und das in unseren Breitengraden. Interessant sind die hohen Räume und die zweischalige Außenwand, die aus zwei Reihen 38cm-starker Hochlochziegel besteht, die miteinander verzahnt sind. Innen und außen findet man Kalkputz – ganz wie früher. Die dicke Wand bringt zwar den Nachteil, dass sie viel Grundfläche verbraucht, aber auch den Vorteil, dass es durch die tiefen Fensterlaibungen zu keiner sommerlichen Überhitzung kommt. Die einzigen Wärmequellen sind die Menschen, die Computer, die Bürotechnik und die Leuchtmittel. Die Temperatur der Räume bewegt sich ganzjährig zwischen 22 und 26

---

<sup>181</sup> Ebda.

<sup>182</sup> Vgl. Ebda.

Grad, daher auch der Name des Gebäudes. Besonders hervorzuheben ist, dass die Wände, wie in der Gründerzeit übrigens auch, aus nur einem Material bestehen und dass kein hoher technischer Aufwand betrieben wird, um das Innere des Gebäudes von der Außenwelt zu trennen. Auch baukünstlerisch ist das Gebäude gelungen, gerade wegen seiner stringenten Einfachheit.

Die folgenden Bereiche werden bei der LEED Zertifizierung<sup>183</sup> mit Punkten bewertet.

<i>Bewertungsrubrik</i>	<i>Maximale Punkte</i>
<p>1) Nachhaltiger Grund und Boden</p> <p><i>Baustellenwahl, Stadtentwicklung, Verbesserung der Bodenqualität, Alternativer Transport, Verringerung des Baustellenlärms, Regenwasserverwaltung, Planung von offenen Plätzen zur Verringerung von Wärmeinseln, Verringerung der Verschmutzung</i></p>	8-14
<p>2) Wassereffizienz</p> <p><i>Effiziente Verwaltung des Wassers der Außenanlagen, Innovative Technologien zur Wasserrückgewinnung, Verringerung des Wasserverbrauchs</i></p>	3-5
<p>3) Energie und Atmosphäre:</p> <p><i>Voraussetzung 1: Planung von Systemen zur energetischen Gebäudeüberwachung</i></p> <p><i>Voraussetzung 2: Mindestenergiestandards</i></p> <p><i>Voraussetzung 3: Verringerung von FCKW in den Lüftungs- und Klimaanlage, Energieleistung verbessern, Verwendung erneuerbarer Energiequellen, Gebäudeüberwachung, Verringerung der Treibhausgase zur Erfüllung des Protokolls von Montreal, Messung und Überwachung der Resultate, Förderung der Verwendung sauberer Energien</i></p>	7-17
<p>4) Materialien und Ressourcen:</p> <p><i>Voraussetzung: Wertstofftrennung der Materialien und des recyclebaren Abfalls, Recycling im Gebäude, Verwaltung des Bauabfalls, Wiederverwertung der Ressourcen, Recycling, Verwendung lokaler oder regionaler Materialien, Verwendung schnell nachwachsender Materialien, Verwendung von zertifiziertem Holz</i></p>	7-13
<p>5) Innenraumqualität:</p> <p><i>Voraussetzung 1: Mindestluftqualität im Gebäude, Kontrolle von Tabakrauch, Überwachung der CO<sub>2</sub>- Emission, Begünstigung der Innenlüftung der Gebäude, Verwaltungsplan der Konstruktion zur Sicherung der Luftqualität im Gebäude, Verwendung von Materialien mit geringer Emissionen, Kontrolle der chemischen Verschmutzungsquellen der Innenluft, Steuersysteme, Wärmekomfort, Tageslicht und Aussicht</i></p>	8-15
<p>6) Innovation und Designprozess:</p> <p><i>eine Art Joker, der für exemplarische Leistungen in der Kategorie oder für eine neue und effiziente Technik zuerkannt werden kann.</i><sup>184</sup></p>	5

<sup>183</sup> Vgl. Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie 2019.

<sup>184</sup> Ebda.

## 7.2 Bewertungssysteme für die Zertifizierung von Stadtteilen

7.2.1 Regeneration-Based Checklist for Carbon-Neutral, Zero Net Energy Design and Construction.<sup>185</sup>

Die im folgenden angeführte Matrix ist meiner Meinung nach sehr breit angelegt und bildet die einzelnen Parameter, die zu einer Regeneration der städtischen Umwelt führen können, sehr gut ab. Die in Abb. 39 gezeigte Matrix ist eine ganz gute Möglichkeit zu analysieren, ob Projekte zur Regeneration der Stadt beitragen, nachhaltig sind oder eigentlich nur einen niedrigen Standard aufweisen, daher also in Wirklichkeit zur Degeneration beitragen.

Sie ist in die vier Bereiche gegliedert:

- *Planet*
- *Standort*
- *Gebäude*
- *Kultur*

Dazu gehören Unterpunkte wie z.B.: *konsumiert Energie in angemessenem Maß, wie vielen dient das Gebäude, reinigt es Wasser und Luft, sammelt es Regenwasser und nutzt es dieses Regenwasser, produziert es Nahrung, wie geht es mit dem Abfall um, etc.*

Zusätzlich wird der Komfort für die BewohnerInnen selbst ebenso wie „weiche Faktoren“, etwa Community-Bildung oder ob es ein guter Nachbar ist, bewertet. Schlussendlich zieht sie noch in Betracht, wie es mit dem Rückbau aussieht.

---

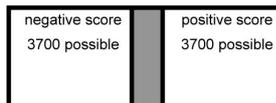
<sup>185</sup> o.A. 2009

# Regeneration-Based Checklist for Carbon-Neutral, Zero Net Energy Design and Construction

© SBSE @ Quebec City 2009

**Project:** \_\_\_\_\_

		degeneration				sustainability				regeneration	
		-100 always	-75 usually	-50 sometimes	-25 a bit	0 balances	25 a bit	50 sometimes	75 usually	100 always	
planet	consumes energy disproportionately										consumes energy equitably
	serves few										serves many
	differentiates man-made and natural										conflates man-made and natural
	imports all its energy										exports energy from site
	emits carbon										sequesters carbon
	pollutes air										cleans air
	pollutes water										cleans water
	wastes rainwater										harvests rainwater
	is built on a greenfield										is built on a brownfield
	consumes food										produces food
site	destroys rich soil										creates rich soil
	dumps wastes unused										uses wastes as resources
	destroys wildlife habitat										provides wildlife habitat
	lacks site integration										is integral to the site
	decreases density										increases density
	promotes fuel-powered transportation										promotes pedestrian and transit access
	creates uncomfortable micro-climates										creates comfortable micro-climates
	ignores building size issues										optimizes building size
	excludes natural light										uses natural light effectively
	uses only mechanical cooling										uses passive cooling effectively
building	uses only mechanical heating										uses passive heating effectively
	is unconcerned with performance										monitors and improves performance
	discourages user control of systems										encourages user control of systems
	produces human discomfort										enhances human comfort
	uses inefficient equipment										uses highly efficient equipment
	uses non-renewable fuel-powered circulation										uses benignly powered circulation
	pollutes indoor air										enhances indoor air quality
	needs cleaning and repair										maintains itself
	uses high-carbon materials										uses carbon-sequestering materials
	is designed for demolition										is designed for disassembly
culture	uses materials wastefully										uses materials carefully
	cannot be recycled or reused										can be recycled or reused
	serves as an icon for the apocalypse										serves as an icon for regeneration
	discourages community interaction										encourages community interaction
	is socially and ecologically exclusive										is socially and ecologically inclusive
	is a bad neighbor										is a good neighbor
	is crassly ugly										is sublimely beautiful



final score:

Abb. 40: Regeneration-based Checklist for Carbon Neutral, Zero Net Energy Design and Construction, SBSE, Quebec 2009<sup>186</sup>

<sup>186</sup> ebda.



Abb.41: ReGen Villages, James Ehrlich und Architekturbüro Effekt, Vision für ein regeneratives Dorf in Almere, Niederlande

Ein Projekt, das in dieser Bewertung mit einem hohen Wert als „regenerativ“ bewertet werden kann, ist die Vision von James Ehrlich, einem US Wissenschaftler der angesehenen Universität Stanford und von dem Architekturbüro Effekt für ein regeneratives Dorf in Almere in den Niederlanden. Das Dorf in Almere soll eine Nutzfläche von ca. 15.500 m<sup>2</sup> aufweisen mit 203 Wohneinheiten und Ende 2020 fertiggestellt sein. Dabei soll für jede Familie ein Gesamtfläche von 639m<sup>2</sup> zur Verfügung stehen, davon 120m<sup>2</sup> Wohnfläche, 40m<sup>2</sup> Gewächshaus, 100m<sup>2</sup> saisonalen Garten, 300m<sup>2</sup> Aquaponik – System, 25m<sup>2</sup> Viehbestand, 34m<sup>2</sup> Solarzellen und 20m<sup>2</sup> Wasserspeicher.<sup>187</sup>

### Bezug zu den Forschungsbereichen:

Vor allem das biologische Paradigma, das Schließen von Kreisläufen, kommt hier zur Anwendung. Ein komplett autarke Wohnform auf dem Land, die Bewohner kultivieren Lebensmittelanbau, gewinnen Strom aus Solaranlagen und speisen den Abfall wieder in das Verwertungssystem – so entsteht ein Kreislauf, wie in einem Ökosystem. Die Anwendung des biologischen Paradigmas und die Aktivierung von Gebäude und BewohnerInnen kommen hier zur Anwendung und 2018 wurde in Almere die Baubewilligung für diese Vision bereits erteilt.

---

<sup>187</sup> Hötzl 2019, 86f.

## 7.2.2 Das Vier-Säulen-Modell des Wohnfonds\_Wien

Das Vier-Säulen-Modell der Stadt Wien, das als Grundlage für Architekturwettbewerbe eingesetzt wird, enthält durchaus wichtige Forderungen in Bezug auf das Potential einer Wohnanlage, zur Regeneration der Stadt beizutragen. Vergleicht man Wettbewerbsergebnisse mit den umfassenden Anforderungen, so wird deutlich, dass sie kaum allen Kriterien gerecht werden. Beginnend mit einem Zitat aus der Präambel dieses Beurteilungsblattes werden im Folgenden die wichtigsten Eckpunkte dieses von der Stadt Wien entwickelten Kriterienkatalogs skizziert.

*„Öffentlich geförderter Wohnbau ist der Entwicklung einer sozialen und gerechten Gesellschaft verpflichtet und verantwortlich für die Baukultur und Schönheit der Stadt. Er hat den zeitgenössischen Qualitäten in den Bereichen Ökonomie, Sozialer Nachhaltigkeit, Architektur und Ökologie zu entsprechen.“*<sup>188</sup>

### ÖKONOMIE

*„Eine Grundanforderung an den geförderten Wohnbau ist es demnach, die Leistbarkeit von Wohnraum für die NutzerInnen sicherzustellen. Durch den Einsatz öffentlicher Förderungsmittel haben Einstiegskosten, laufende Kosten und die vertragliche Gestaltung der Miet- und Kaufverträge in der Beurteilung Priorität. Zielsetzung der ökonomischen Beurteilungskriterien ist ein effizienter und optimaler Mitteleinsatz entsprechend der Sparsamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit sowohl hinsichtlich Investitions- als auch Folgekosten im Sinne einer umfassenden Nachhaltigkeit.“*<sup>189</sup>

Grundlage für ein ökonomisches Projekt sind also folgende Parameter:

- Grundstückskosten
- Gesamtbaukosten
- Nutzerkosten und Vertragsbedingungen
- Kostenrelevanz der Bauausstattung<sup>190</sup>

---

<sup>188</sup> Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung, 2015

<sup>189</sup> Ebda.

<sup>190</sup> Ebda., 1.

## SOZIALE NACHHALTIGKEIT:

*„Geförderter Wohnraum soll unterschiedlichen Nutzungen, NutzerInnengruppen und Wohnformen durch vielfältig nutzbare Grundrisse, Erschließungs- und Gemeinschaftsflächen und Außenbereiche entsprechen. Auf Alltagstauglichkeit und Reduktion der Errichtungs- und Bewirtschaftungskosten durch geeignete Planung ist zu achten. Soziale Durchmischung, Mitbestimmungskonzepte, Hausorganisation, identitätsstiftende Maßnahmen und Vernetzung mit sozialer Infrastruktur sollen gestärkt werden.“<sup>191</sup>*

Voraussetzungen für die Erreichung sozialer Nachhaltigkeit:

- *Alltagstauglichkeit*
- *Kostenreduktion durch Planung*
- *Wohnen in Gemeinschaft*
- *Wohnen für wechselnde Bedürfnisse<sup>192</sup>*

## ARCHITEKTUR

*„Städtebau-, Architektur-, Wohn- und Freiraumqualität sind mit den Bedürfnissen der BewohnerInnen in Einklang zu bringen. Erwartet werden zeitgemäße und integrierte Konzepte, die sich schnelllebigen Moden entziehen und den Wohnbau mit neuen Impulsen versehen.*

*Die Qualität des Wohnungsbaus ist auch immer eine Frage der Beziehung zwischen dem Gebäude und dem Stadtraum, zwischen der Wohnung und dem Wohnumfeld.*

*Neue Lebensmodelle können damit auch zur Herausforderung für eine „andere“, eine „besondere“ Wohnbauarchitektur werden.“<sup>193</sup>*

Grundlagen für die Architektur:

- *Stadtstruktur*
- *Gebäudestruktur*
- *Wohnungsstruktur*
- *Gestaltung<sup>194</sup>*

---

<sup>191</sup> Ebda., 1.

<sup>192</sup> Ebda., 1.

<sup>193</sup> Ebda., 2.

<sup>194</sup> Ebda., 2.

## ÖKOLOGIE

*„Schwerpunkte sind die weitere Verbesserung energetischer Standards, der Einsatz erneuerbarer Energien und die Minimierung von Stoffströmen und Emissionen in der Herstellung von Wohngebäuden. Zugleich sollen Behaglichkeit und „Wohngesundheit“ weiter gesteigert werden. Der Wohnbau soll dazu beitragen, umweltbewusste Lebensstile zu fördern („Freizeit zu Hause“, Nachbarschaftskontakte, Sanfte Mobilität). Geförderter Wohnbau ist eingebettet in ein stadträumlich wirksames Netz von Grün- und Freiräumen. Die Gestaltung und Ausstattung von Grün- und Freiräumen haben zeitgemäßen, ästhetischen, technischen und ökologischen Kriterien zu entsprechen sowie auch stadstrukturelle Bezüge herzustellen. Ein wesentliches Kriterium ist die Nutzungsqualität der Freiräume unter Berücksichtigung der Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen.“<sup>195</sup>*

Grundlagen für ein ökologisches Projekt sind folgende Parameter:

- *klima- und ressourcenschonendes Bauen;*
- *gesundes und umweltbewusstes Wohnen;*
- *stadträumlich wirksame Qualität im Grün- und Freiraum;*
- *differenzierte Nutzungsangebote im Grün- und Freiraum.<sup>196</sup>*

Ich meine, da steht nun schon vieles an möglicher Qualität festgeschrieben. Der Grund, warum es hier angeführt ist, ist vor allem der Punkt „soziale Nachhaltigkeit“, der beim Großteil der derzeit eingesetzten, eher gebäudebezogenen Bewertungssysteme nicht berücksichtigt wird, aber eine wesentliche Grundlage für einen regenerativen Stadtteil bildet.

Die „Wiener Wohnbauforschung“ gibt einen hohen Standard an. Baugruppen sind möglich – sogar erwünscht – und konkrete, auf sie zugeschnittene Wettbewerbe werden von der Stadt ausgelobt. Die Beispiele dafür sind die bereits besprochenen Wohnprojekte „die Sargfabrik“, das 1996 von bkk2 mit einer Wohngruppe realisierte und noch immer sehr gut funktionierende Wohnprojekt, oder das 2012 realisierte Wohnprojekt vom „Verein für nachhaltiges Leben“ einer Wohngruppe in Wien, begleitet von den Architekten einszueins Architektur und einem interdisziplinären Planungskonsortium (siehe auch 4.3.3).

---

<sup>195</sup> Ebda., 2.

<sup>196</sup> Ebda., 2.

Wien ist ein fruchtbarer Boden für soziale Utopien. Es war jedoch nicht immer so, dass Wien so im Vergleich zu anderen Städten deutlich höhere architektonische Standards im Wohnbau setzte. Der „experimentelle Wohnbau“ in der Steiermark der VertreterInnen der Grazer Schule ist international bekannt.

### 7.3 Bewertung von Baukunst

Die Bewertung von Baukunst wird oft als „subjektiv“ und abhängig von den Augen und der Kompetenz der BetrachterInnen dargestellt und wird, vielleicht auch deshalb, in den unterschiedlichen Bewertungssystemen zu wenig berücksichtigt. Es gibt jedoch ganz klare Kriterien, nach denen die Baukunst bewertbar ist.

*„Baukunst als umfassender Begriff für qualitätsvolle Gestaltung (von der Planung bis zur Ausführung) und als Kernbereich einer hochwertigen und anspruchsvollen Architektur ist im Sinn nachstehender Entschließung definiert: Das höchste Beschlussgremium der Europäischen Union, der Rat der Europäischen Union, hat nach den Ergebnissen der Ministerratstagung im Jahre 2000 erklärt, dass eine hochwertige Architektur, durch die der Lebensrahmen und das Verhältnis der Bürger zu ihrer ländlichen oder städtischen Umwelt verbessert werden, einen wirksamen Beitrag zum sozialen Zusammenhalt, zur Schaffung von Arbeitsplätzen, zur Förderung des Kulturtourismus und zur regionalen wirtschaftlichen Entwicklung leisten kann.“<sup>197</sup>*

Merkmale der Baukunst und Kriterien zur Feststellung der baukünstlerischen Qualität einer Arbeit auf diesem Gebiet sind:

- a) die strukturelle und funktionale Gliederung der Grundrisse und Schnitte;
- b) die Unverwechselbarkeit der Ansichten;
- c) die räumliche Proportion;
- d) der Grad an Innovation;
- e) die selektive Auswahl von Material und
- f) der Beitrag, den das Bauwerk zur Geschichtsbildung zu leisten vermag.<sup>198</sup>

---

<sup>197</sup> Vgl. Rat der europäischen Union 2000, 5.

<sup>198</sup> o.A. 2008, §7 Abs.2a.

Zu den erwähnten Merkmalen der Baukunst kommen im urbanen und landschaftlichen Bezug die Kontur und das Volumen der Architektur und ihre topografische und topologische Zuordnung im räumlichen Kontext.

## 7.4 Bewertung ökologischer Grundsätze für intelligente Gestaltung

Der Chemiker Michael Braungart und der Architekt William McDonough erklären in ihrem Buch *Intelligente Verschwendung*:<sup>199</sup>

*„Die Menschen haben primär kein Problem der Umweltverschmutzung, sie haben ein Designproblem. Wenn die Menschen Produkte, Werkzeuge, Möbel, Häuser, Fabriken und Städte von Anfang an intelligenter gestalten würden, müssten sie an Dinge wie Verschwendung, Verschmutzung oder Mangel nicht einmal denken. Gutes Design würde für Überfluss, ewige Wiederverwendung und Vergnügen sorgen.“<sup>200</sup>*

Die beiden sind die Erfinder des „Cradle to Cradle“-Ansatzes, bei dem der gesamte Herstellungsprozess eines Produktes und jeder einzelne Bestandteil definiert und bewertet werden. Bereits 1992 haben sie ihre Grundsätze präsentiert:

Ökologischen Grundsätze von Hannover:

- 1) *Bestehen Sie auf dem Recht, dass die Menschheit und die Natur in einem gesunden, sich gegenseitig unterstützenden, vielfältigen und nachhaltigen Verhältnis existiert*
- 2) *Erkennen Sie Abhängigkeiten an*
- 3) *Respektieren Sie die Beziehung zwischen Geist und Materie*
- 4) *Seien Sie sich der Verantwortung für die Konsequenzen bewusst, die Ihre Entwürfe auf das menschliche Wohlergehen, die Funktionsfähigkeit natürlicher Systeme und deren Recht auf Koexistenz haben*
- 5) *Schaffen Sie sichere Produkte, die lange halten*
- 6) *Geben Sie das Konzept des Abfalls auf*
- 7) *Verlassen Sie sich auf die natürlichen Energieflüsse*
- 8) *Erkennen Sie die Begrenzung des Designs*
- 9) *Suchen Sie nach ständiger Verbesserung, indem Sie ihr Wissen teilen!!!<sup>201</sup>*

---

<sup>199</sup> Vgl. Braungart/McDonough 2013, 19–23.

<sup>200</sup> Ebd.

<sup>201</sup> Ebd. 24f.

## 7.5 Bewertung und Analyse von Baumaterialien und deren Herstellungsenergie

In der Praxis sind weniger die Zertifikate von Interesse als vielmehr die Frage, ob Bauvorhaben in einem bestimmten Kostenrahmen bleiben. Insbesondere im sozialen Wohnbau wird das ökologische Material, beispielsweise das Holzfenster, zwar mit mehr Punkten bedacht, trotzdem ziehen es die für die Umsetzung Verantwortlichen zumeist vor, Kunststofffenster einzusetzen, da der Preis und auch die sogenannte Wartungsfreiheit lockt.

Die Preise für unökologische Baumaterialien sind meistens deswegen niedrig, weil die sogenannte graue Energie nicht mitkalkuliert wird. Nur so kann man sich erklären, dass Kunststofffenster so unglaublich billig sind und die bauphysikalisch hochwertigen Holzfenster mehr und mehr vertreiben. Wäre die graue Energie bewertet und auch daran gedacht worden, was mit einem Kunststofffenster passiert, wenn es ausgedient hat, dann wären diese sicher nicht so billig. Hier findet sich eine der Schlüsselproblematiken, dass nicht ökologische Baumaterialien günstiger sein können als ökologische, da die Entsorgungskosten und erhöhten Auflagen für die Umwelt im Preis einfach nicht berücksichtigt sind.

Zu bemerken ist, dass hier positive Entwicklungen zu verzeichnen sind, beispielsweise durch die EU-Verordnung 2016/460, die Dämmmaterial aus Styropor, Styrodur usw. zu Sondermüll erklärt hat. Mit der Auflage, Vollwärmeschutzfassaden, die mit solchen Materialien versehen sind und waren, nun nicht mehr als unproblematisches Baumaterial entsorgen zu können, relativiert sich der günstigere Preis, der beim Einkauf zu zahlen ist.

<b>Kennwerte Herstellungsenergie verschiedener Materialien</b>	<b>HE in kWh/m<sup>3</sup></b>
Stahlbeton	1,600
Ziegel	900
Kalkstein	500
Glas	15,000
Stahl	70,000
Aluminium	200,000
Kupfer	130,000
PVC	16.000
Gipskartonplatten	1,000
Polyurethan	1,100
Betonholblockstein	275
Massiv Lehmsteine	15
Steinwolle	500
Polystyrol	695
Holz	470
Mineralwolle	250
Holzbaustoffe	600

Abb.42: Tabelle Herstellungsenergie-Bewertungstool, Institut für Bauen und Energie, TU-Graz

Die graue Energie, bezogen auf die Bruttogeschossfläche, ist bei komplexen Gebäuden in schwerer Bauweise sehr hoch und liegt bei ca. 917 kWh/m<sup>2</sup>, bei einfachen

Bauwerken in leichter Bauweise bei 472 kWh/m<sup>2</sup>, also ca. bei 50%. Die Werte sind für Gebäude mit mehr als 12.000m<sup>2</sup> berechnet.<sup>202</sup>

Die vorangehende Liste zeigt, wie viel Herstellungsenergie notwendig ist, um die jeweiligen Materialien herzustellen. Demnach schneiden natürlich Lehm, Holz- und Holzbaustoffe sehr gut ab. Zu bedenken ist jedoch, dass bei Holzbauweisen selten nur Holz zum Einsatz kommt, sondern auch Folien: Auf beiden Seiten eingepackt mit Dampfsperre und Feuchtigkeitisolierung, entsteht ein mehrschichtiges Bauelement, das schwer wiederzuverwenden ist. Die Wiederverwendbarkeit, die dem Cradle-to-Cradle-Grundprinzip entspricht, ist allerdings der Schlüssel zu regenerativen Gebäuden und Städten. Materialien und Bauelemente sollten so entworfen und gebaut werden, dass sie in einem langen Kreislauf gehalten werden können, ohne an Wertigkeit zu verlieren und im Gegenteil vielleicht sogar an Wertigkeit zu gewinnen. „Intelligente Verschwendung“ nennen das Michael Braungart und William McDonough.<sup>203</sup> Sofern es uns gelingt die graue Energie eines Materials bzw. Baustoffes in den Kosten abzubilden, können ökologische Materialien wettbewerbsfähig werden.

Der nächste Schritt ist die Bewertung der ökologischen Belastung von Gebäudeteilen und Konstruktionen, dabei ist uns der OI3 Index behilflich, der im Folgenden erläutert wird.

#### 7.5.1 OI3 Index

Der OI3 Index ermöglicht es, die ökologische Belastung von Gebäudeteilen und Konstruktionen in Abhängigkeit von eingesetzten Materialien zu bewerten. Eine derartige Liste (siehe Tabelle unten), sollte in der Planungsphase jedenfalls zum Einsatz kommen, wenn tatsächlich Entscheidungen über Bauweise, Materialien und Konstruktionen getroffen werden. In der Planungsphase werden viele Grundlagen für ökologische Bauweise geschaffen, die die Weichen in Richtung Regeneration stellen. Die Wahl der richtigen Materialien und Konstruktionen kann im Folgenden dann durch den langlebigen Einsatz und danach durch „Urban Mining“ zu einem echten Kreislauf und ressourcenschonendem Bauen, wie er auch in der Natur vorgefunden wird, führen.

---

<sup>202</sup> Cody 2002

<sup>203</sup> Vgl. Braungart/McDonough 2013, 19–23.

Außenwand mit Außendämmung Mineralschaumplatte	OI 3_Wert
Holzmantelbetonstein mit Holzfaserdämmung und Ökobeton	-5
Holzständerkonstruktion zellulosegedämmt	-1
Gasbetonstein	4
Massivholzwand	10
Ziegelsplittbetonstein	18
Holzmantelbetonstein mit EPS – Dämmung und Normalbeton	19
Porosierter Hohllochziegel 25	27
Porosierter Hohllochziegel 38	41
Blähtonvollsteine	53
Außenwand (ohne Zusatzdämmung außen) U-Wert 0,13 bis 0,18 W/m <sup>2</sup> K	OI3_Wert
Gasbetonstein	25
Porosierter Ziegel	29
Kunststoffziegel ökobetongefüllt	43
Kunststoffziegel mit Normalbeton	65
Kellerdecken, alle mit Nassestrich, gedämmt mit EPS (W20 und Granulat) außer Holzbalkendecke	OI3_Wert
Holzbalkendecke mit Zellulose gedämmt	38
Betonhohldiele	68
Stahlbetondecke mit Ökobeton	74
Betonhohlkörper mit Aufbeton	83
Brettstapeldecke Untersicht nicht lasiert	92
Ziegelhohlkörper mit Aufbeton	92
Ziegelhohlkörper ohne Aufbeton	95
Stahlbetondecke	109
Erdberührter Fußboden	OI3_Wert
Streifenfundament aus Ökobeton mit Holz-Staffelboden	43
Fundamentplatte aus Ökobeton mit Holz-Staffelboden	45
Streifenfundament aus Normalbeton mit Holz-Staffelbeton	73
Stahlbeton-Fundamentplatte aus Normalbeton mit Holz-Staffelboden	80
Streifenfundament aus Ökobeton mit Estrich	110
Fundamentplatte aus Ökobeton mit Estrich	112
Streifenfundament aus Normalbeton mit Estrich	140
Stahlbeton-Fundamentplatte aus Normalbeton mit Estrich	147
Erdberührte Wände	OI3_Wert
Gasbetonstein für Keller 25cm	39
Betonhohlsteine 25cm	44
Stahlbetonwand 25cm aus Ökobeton	49
Stahlbetonwand 20cm aus Ökobeton, innen 5cm Blähtonschicht	54
Stahlbetonwand 20cm, innen 5cm Blähtonschicht	89
Stahlbetonwand 25cm	94

Abb.43: Tabelle OI 3\_Index: Grundlage für die ökologische Optimierung von Gebäuden

Die Listen mit den Materialien, die eingesetzt werden sollen, und Bewertungen der ökologischen Belastung einzelner Baustoffe sind also schon vorhanden. Sie werden nicht oder nur vereinzelt eingesetzt, da letztendlich die Kosten entscheidend sind. Für InvestorInnen müssen sich (Wohnbau-)Projekte rechnen. Bei geförderten Projekten sind die Fördersätze entscheidend, die einzuhalten sind. Ein Umstieg auf ökologische Materialien ist daher nur dann möglich, wenn die graue Energie und die Qualitäten hinsichtlich Wiederverwendbarkeit, schadstofffreier Abbaubarkeit etc. monetär bewertet werden. Es braucht also politische Strukturen, leistbare ökologische Materialien, sowie Urban Mining-Strategien für die Wiederverwendbarkeit im Sinne eines Upcyclings eingesetzter Baustoffe und Bauelemente.

## 7.6 Bewertung der Grünperformance eines Stadtteils – GREENPASS

Eine wesentliche Komponente der regenerativen Stadt ist die aktive Gebäudehülle bzw. urbane Landschaft. Ein Bewertungstool, das bei der Bewertung dieses Parameters unterstützt ist GREENPASS.

Mit der Software GREENPASS können Bewertungen der „Grünperformance“ eines Stadtteils vorgenommen werden. Die Software wurde von Florian Kraus, Doris Schnepf und Bernhard Scharf von „GREEN 4 CITIES“<sup>204</sup> entwickelt. Mit dieser Software kann ein ganzer Stadtteil dreidimensional simuliert, können Luftströme untersucht, Frischluftschneisen errechnet und notwendige Grünflächen ermittelt werden. Das Tool kann und wird auch bei Wettbewerben eingesetzt und ermöglicht so der Jury, das Projekt hinsichtlich seiner „urbanen Landschaft“ besser einzuschätzen.

Dieses Bewertungstool kann und wird die grüne Performance eines Siedlungsgebietes stark verändern, sofern es zum Einsatz kommt, da es ermöglicht zu simulieren, welche Baukörperstellung in Bezug auf die vorherrschende Windrichtung angestrebt werden, wieviel und wo in der Siedlung die Grünflächen angesetzt werden sollten, wieviel CO<sub>2</sub> gebunden wird, wie stark die Kühlung durch die Pflanzen ist usw.

---

<sup>204</sup> Kraus/Scharf/Schnepf 2019.

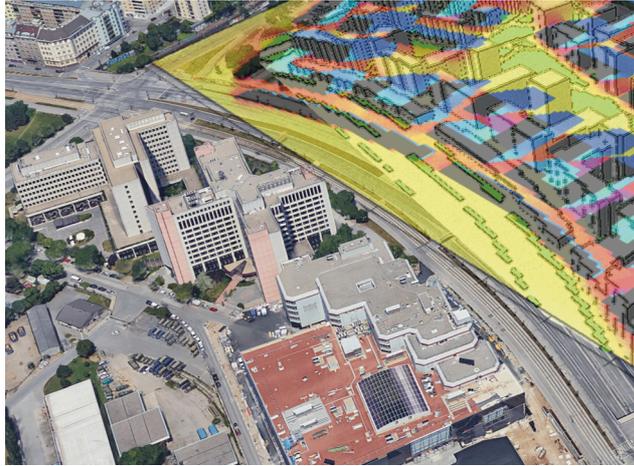


Abb.44: Climate-Sensitive Solutions, Stadtteilsimulation, GREENPASS GmbH, green 4 cities, Kraus/Scharf/Schnepf, Wien

## 7.7 Neue Anreize: Smart City Initiativen in Europa, Kriterien

Europaweit wurden zahlreiche Wettbewerbe und Förderstrategien ausgerufen, um sogenannte „Smart Cities“ zu entwickeln<sup>205</sup>. Innerhalb dieser Initiative werden Forschungs- und Entwicklungs-Projekte sowie Realisierungsprojekte umgesetzt, in Österreich z.B. in Salzburg, Wien und Graz. Hierbei geht es primär darum, Informations- und Kommunikationstechnologien zu nutzen, um Prozesse effizienter zu gestalten. Darüber hinaus werden auch Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur ökologischen Nachhaltigkeit der Städte und eine ganzheitliche Betrachtung von Lösungen im Bereich Stadtentwicklung gefördert.

Mit Smart City Initiativen, die seit den 2000er Jahren, von Akteuren der Politik, Wirtschaft und Verwaltung diskutiert werden, werden technologische Veränderungen und Innovationen zusammengefasst. Es sind ganzheitliche Kriteriensets zur Bewertung ganzer Städte oder Stadtviertel. Laut Prof. Rudolf Giffinger der TU in Wien, Leiter und Initiator des Projekts definiert die Eigenschaften zusammenfassend wie folgt.<sup>206</sup>

---

<sup>205</sup> Vgl. European Union, Regional and Urban Development 2019

<sup>206</sup> Vgl. Rödiger 2015

“- Smart People – hohe Kreativität in einer inklusiven Gesellschaft, mit zeitgemäßer Bildung für die Anforderungen des 21. Jahrhunderts

- Smart Mobility – intermodale Verkehrssysteme mit Priorisierung nicht motorisierter Optionen und umfassender Nutzung von IKT

- Smart Living – Betonung von kultureller Dynamik und Glück, Sicherheit und Gesundheit

- Smart Environment – “grüne” Gebäude, Energie und Stadtplanung

- Smart Economy – Unternehmertum und Innovation, Produktivität und lokale ebenso wie globale Vernetzung

- Smart Government – Ermöglichung von angebots- und nachfrageorientierter Politik, Transparenz und offener Zugang zu Daten, IKT und e-Government (ZSI2013) <sup>207</sup>

<b>Smart Economy (Competitiveness)</b>	<b>Smart People (Social &amp; human capital)</b>	<b>Smart Living (Quality of Life)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovative spirit</li> <li>• Entrepreneurship</li> <li>• Economic image &amp; trademarks</li> <li>• Productivity</li> <li>• Flexibility of labour market</li> <li>• International embeddedness</li> <li>• Ability to transform</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Level of qualification</li> <li>• Affinity to life long learning</li> <li>• Social &amp; ethnic plurality</li> <li>• Flexibility</li> <li>• Creativity</li> <li>• Cosmopolitanism/ openmindedness</li> <li>• Participation in public life</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultural facilities</li> <li>• Health conditions</li> <li>• Individual safety</li> <li>• Housing quality</li> <li>• Education facilities</li> <li>• Touristic attractiveness</li> <li>• Social cohesion</li> </ul>
<b>Smart Governance (Participation)</b>	<b>Smart Environment (Natural resources)</b>	<b>Smart Mobility (Transport &amp; ICT)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participation in decision-making</li> <li>• Public &amp; social services</li> <li>• Transport governance</li> <li>• Political strategies &amp; perspectives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attractivity of natural conditions</li> <li>• Pollution</li> <li>• Environmental protection</li> <li>• Sustainable resource management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local accessibility</li> <li>• (Inter.)national accessibility</li> <li>• Availability of ICT-infrastructure</li> <li>• Sustainable, innovative &amp; safe transport systems</li> </ul>

Abb.45: Darstellung der Bewertungseigenschaften von Städten, für das interaktive Ranking-Tool der TU-Delft, der Universität Laibach und der TU Wien (eigene Darstellung nach Giffinger 2007 a) <sup>208</sup>

Im Vordergrund stehen dabei jedoch primär technische Lösungen. Es entstanden smart City Initiativen, mit Bewertungskriterien und Förderungen als Anreizmechanismen, technologische Lösungen für die komplexen Herausforderung der Städte zu entwickeln. Regenerative Aspekte sind dabei zwar integriert, können jedoch mit dem klaren Fokus auf Informations- und Kommunikationstechnologien in den Hintergrund treten.

<sup>207</sup> Vgl. Ebda., 17–18.

<sup>208</sup> Ebda., 17.

*“Viele Definitionen der intelligenten Stadt konzentrieren sich fast ausschließlich auf die grundlegende Rolle der IKT bei der Verknüpfung stadtweiter Dienste. Als Voraussetzung zum Beispiel, dass eine Stadt intelligent ist, wird formuliert: „Durch den Einsatz von IKT werden die kritischen Infrastrukturkomponenten und -dienste einer Stadt, zu denen Stadtverwaltung, Bildung, Gesundheitswesen, öffentliche Sicherheit, Immobilien, Verkehr und Versorgungsunternehmen gehören, intelligenter, vernetzter und effizienter.“<sup>209</sup>*

In den Definitionen und Zielformulierungen der Smart City Initiative sind sehr wohl auch andere Schwerpunkte definiert und heben die Notwendigkeit der Investitionen für die Lebensqualität einer Stadt sowie ein weises Management der natürlichen Ressourcen hervor. In der Umsetzung sehen wir jedoch meist den Fokus auf wirtschaftliche, energietechnische und technologische Aspekte gelegt.

Wien ist laut dem Smart City Ranking der EU eine der erfolgreichen Städte. In der Studie wird auch die Seestadt Aspern erwähnt, als erfolgreiches Beispiel für die Entwicklung von:

*„Smart Neighbourhoods“ [...] IKT-fähig, klimaneutral und nachhaltig. Sie unterstützen Smart Environment, Smart Mobility, Smart Economy und Smart Living. Beispiele hierfür sind der Londoner Vorort Hackbridge (Großbritannien), die Hafencity in Hamburg (Deutschland), Nordhavn in Kopenhagen (Dänemark), Stockholm Royal Seaport (Schweden), Oulu Arctic City (Finnland), Lyon Smart Community (Frankreich) und Aspern in Wien (Österreich). Diese nachbarschaftlichen Smart Cities, die in der Regel für 10.000 bis 40.000 Einwohner gebaut wurden, werden entweder auf der grünen Wiese (d. H. Auf völlig neuen Standorten) oder als nachgerüstete Entwicklungsprojekte implementiert. Sie werden in der Regel eingesetzt, um die Stadtkapazität zu erweitern und die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern, indem die Stadt als technologischer Vorreiter und Vorreiter für Nachhaltigkeit präsentiert wird. Die Projekte sind ganzheitlich und repräsentieren komplette Visionen einer zukünftigen Smart City im kleineren Maßstab. Sie sind daher zumindest für die Skalierung auf Stadtniveau vorgesehen. Zu den Umweltzielen gehören die Reduzierung des Energieverbrauchs und die Bereitstellung einer vollständigen, zuverlässigen und integrierten Energieinfrastruktur (einschließlich intelligenter Zähler und Netze, alternativer und erneuerbarer Energien sowie Wasser- und Abfallwirtschaft).“<sup>210</sup>*

---

<sup>209</sup> Vgl. Washburn/Sindhu 2009, 22.

<sup>210</sup> Smart City Wien Agentur 2019, 2.

Die Stadt Wien hat als Voraussetzung bzw. die Kriterien für die Entwicklung einer "Smart City Wien" wie folgt definiert:

- *radikaler Ressourcenschonung,*
- *ganzheitliche Betrachtungsweisen,*
- *hohe, sozial ausgewogenen Lebensqualität und*
- *produktiver Einsatz von Innovationen und neuen Technologien* <sup>211</sup>

Die Stadt Wien bekennt sich also zur Smart City Initiative und hat sich zum Ziel gesetzt eine Vorreiterrolle in diesem Bereich einzunehmen. Wobei auch Aspekte wie Lebensqualität und die Einbeziehung der Bürger und Bürgerinnen ein Kriterium ist.

Es geht dabei um eher langfristig gesetzte Initiativen mit dem Fokus auf eine bessere Gestaltung, Entwicklung und Wahrnehmung der Stadt.

Entwicklungsvoraussetzungen für die Abwicklung von Projekten der Smart City Wien:

- *"mit dem Einsatz modernster Technologie*
- *unter Beachtung hoher ökologischer Standards,*
- *auf sozial verträgliche Weise und*
- *unter größtmöglicher Beteiligung aller Bürgerinnen und Bürger."* <sup>212</sup>

Nach diesen Kriterien soll sich die Stadt Wien konsequent und stetig modernisieren und den Energieverbrauch drastisch senken, ohne dass aber ein Verlust im Komfort, dem Konsum oder der Mobilität hingenommen werden muss.

Die definierten Ziele der Stadt Wien für eine Smart City sind:

- ***Signifikante Reduktion der Emissionen*** (CO<sub>2</sub>, Treibhausgase und so weiter) und dadurch Erreichung der EU-Klimaschutzziele. Fernziel: Nullemissions-Gebäude (Zero Emission City, Zero Emission Buildings) als Standard

---

<sup>211</sup> Ebda., 2.

<sup>212</sup> Ebda., 4.

- **Signifikante Reduktion des Energieverbrauchs.** Fernziel: Nearly Zero Energy-Standards im Neubau/Bestand bis 2020
- **Signifikanter Anstieg beim Einsatz erneuerbarer Energien** (zum Beispiel bei öffentlichen Gebäuden)
- **Bewusstseinsbildung in der breiten Öffentlichkeit zum verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen** (Energie, Wasser)
- **Aktive Rolle der Bürgerinnen und Bürger** (vom Consumer zum Prosumer) im Sinne einer Steuerung zusätzlicher Bereiche des täglichen Lebens
- **Multimodale Verkehrssysteme mit Ausbau des Öffentlichen Personenverkehrs** besserer Vernetzung zwischen unterschiedlichen Verkehrsträgern und signifikanter Reduktion des motorisierten Individualverkehrs
- **Internationale Positionierung Wiens als europäische Umweltmusterstadt** sowie als führende europäische Metropole bei Forschung und Technologieentwicklung.”

213

## Die Seestadt Aspern, Wien

Im Folgenden möchte ich als ein Beispiel die Seestadt Aspern anführen, als die Vorzeige-Smart City der Stadt Wien, 2019 mit dem Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit ausgezeichnet, und als Beispiel für politisch motivierte Stadtentwicklung auf einem ehemaligen Flugfeld im Nordosten von Wien.

Allerdings sind nur einige der vorher erklärten Ziele erreicht und eine starke Technologielastigkeit erkennbar.

Mit einer Fläche von 240 Hektar und einem ca. fünf Hektar großem See in der Mitte gehört Aspern, die Seestadt Wiens jedenfalls zu den größten Stadtentwicklungsprojekten Europas.

---

<sup>213</sup> Ebda. 5.

Bis 2028 soll dort inmitten der Donaustadt ein neuer Stadtteil mit 20.000 Menschen und 20.000 Arbeitsplätzen entstehen. In 30 Minuten erreicht man Bratislava und in 25 Minuten, mit einer neu errichteten U-Bahn, der U2 das Zentrum von Wien.

*„Der 22. Wiener Gemeindebezirk erhält mit Aspern ein neues Zentrum. Die Eigentümer sind die GELUP GmbH (eine Tochtergesellschaft der Wirtschaftsagentur Wien, der Vienna Insurance Group und der Bausparkasse der österreichischen Sparkassen AG) und die Bundesimmobiliengesellschaft (BIG).*

*Die Stadt Wien hat für eine effiziente und enge Zusammenarbeit mit der Wien 3420 AG und weiteren Partnerinnen und Partnern eine Projektleitung in der Stadtbaudirektion eingerichtet. Der schwedische Architekt Johannes Tovatt hat in Abstimmung mit der Stadt Wien bzw. der 3420 AG und den Fachabteilungen der Stadt Wien sowie mit Bürgerinnen sowie Bürgern (City Labs) den im folgenden dargestellten Masterplan entwickelt.“<sup>214</sup>*



Abb.46: Masterplan des schwedischen Architekten Johannes Tovatt, Weissenböck/Stuzka, 2013

Die Qualitätskriterien, wurden vorher festgelegt. Es wurden Kriterien wie neue Mobilität, flexible Nutzung und der bewusste Einsatz von Ressourcen betrachtet, siehe vorher unter Smart City Wien. Das wurde dann in der Auslobung des Wettbewerb festgehalten.

---

<sup>214</sup> Vgl. Weissenböck/Stuzka, 2013, 20–23.

Die Idee war die Qualitätsmerkmale vorher zu definieren und nur an Investoren und Investorinnen zu vergeben, die sich dann an diese Qualitätskriterien halten. Es wurde ein Beirat installiert, der die einzelnen Projekte begleitet und dabei die Einhaltung der Kriterien überprüft.

Auf der Webseite des Unternehmens Siemens wurde die Vision wie folgt beschrieben:

*„Die Vision hinter dem Projekt „Seestadt Aspern“ in Wien, Österreich: „Ein lebendes Labor auf Weltklasseniveau, in dem energiesparende Technologien und neue Lösungen für Verteilnetze getestet und für die Anforderungen der Energiemärkte von morgen optimiert werden können.“<sup>215</sup>*



Abb.47: Seestadt Aspern, Wien, Visualisierung 2018

Das Stadtentwicklungsprojekt in Wien Aspern ist mit 240 ha eines der größten Europas. Auf einer Fläche, die fünfmal größer ist als die Fläche in Graz-Reininghaus, mit circa 50,4 ha. Entsprechendes Potential hat dieses Projekt auch als Forschungslabor für den Energiemarkt. Innerhalb von wenigen Jahren wurden ca. 3.500 Wohnungen gebaut und bis 2028 sollen weitere 5.000 Wohnungen gebaut werden. An zusätzlichen Einrichtungen sind bereits ein Teil eines Bildungscampus, ein Wohnheim und ein Forschungszentrum realisiert.

---

<sup>215</sup> o.A. 2019



Abb.48: Seestadt Aspern Stadtentwicklungsprojekt Wien, 2011-2028, Google Maps 2019

*„Heute, rund drei Jahre nach Baubeginn, ist auf dem Flugfeld eine Kleinstadt entstanden – vielleicht die erste Kleinstadt überhaupt, die gebaut wurde, damit WissenschaftlerInnen und StadtplanerInnen erforschen können, wie das Zusammenspiel von Gebäuden, erneuerbaren Energiequellen, lokalen Stromverteilnetzen und dem gesamten Stromnetz optimiert werden kann, um die Effizienz zu maximieren und den Gesamtenergieverbrauch zu minimieren. „Aspern – Die Seestadt Wiens“ wird als Technologiehochburg betrieben.*

*Die Aspern Smart City Research GmbH, ist ein Joint Venture der Stadt Wien mit den Versorgungsunternehmen Wien Energie, Wien Netze und Siemens als Industriepartner. Dieses Joint Venture hat 40 Millionen Euro in das Energiemanagement bzw. die smarte Energieversorgung der Seestadt investiert, die zur Versuchsumgebung für die Integration von Technologien gemacht wurde. Das Ziel des Forschungsplanes ist es, die Energieeffizienz und die nachhaltige Stadtentwicklung zu fördern. Wien ist die Nummer eins beim „Livable Cities Index“ der USA und gehört auch zu den Top 10 der „Smart Cities on the Planet“. Mit der Energieversorgung der Seestadt will Wien nochmals seinen ökologischen Fußabdruck verringern.*

*In Aspern soll durch die Firma Siemens Messungen durchgeführt werden, um den Status quo objektiv zu bestimmen.“<sup>216</sup>*

---

<sup>216</sup> Vgl. o.A. 2016

*„Das Maßnahmenpaket:*

- *Technologien für das Energiemanagement in intelligenten Gebäuden,*
- *Lösungen für das Niederspannungsnetz – das Stromverteilungssystem von Transformatoren bis zu den einzelnen Gebäuden und Wohnungen,*
- *Lösungen zur Verwaltung der großen Datenmengen, einschließlich der notwendigen Infrastruktur für Informations- und Kommunikationstechnologien,*
- *alle Elemente dieser Systeme, egal von welchem Hersteller, kommunizieren miteinander, um Daten und Informationen austauschen zu können.“*<sup>217</sup>

*„Der oben geforderte Anforderungskatalog und die Differenz zwischen konventionellen und intelligenten Komponenten ist mit hohen Kosten verbunden. Eine bestimmte, für das Ergebnis aussagekräftige Menge an Gebäuden wird mit hoher, intelligenter Technologie ausgestattet. Es werden auch verschiedene Kombinationen getestet, etwa Photovoltaikmodule in Kombination mit Wärmepumpen sowie unterschiedliche Möglichkeiten der Energiespeicherung.*

*Auch unterschiedliche Systeme zur Einspeisung der gewonnenen Energie ins Netz werden untersucht, wie spezielle Energiemanagementsysteme, die in regelmäßigen Abständen den Energieverbrauch eines Gebäudes und den Grad der Energieflexibilität messen, sowie ein Energiepool-Manager, der als Schnittstelle zwischen den einzelnen Gebäuden und der Strombörse fungiert.“*<sup>218</sup>

## **Bezug zu den Forschungsbereichen:**

An Seestadt Aspern wird deutlich, dass die Fokussierung auf die Smarte Infrastruktur, wie sie auch in der Vision zum Ausdruck kommt, dazu führt, dass andere Aspekte vernachlässigt werden, oder jedenfalls nicht im selben Maße umgesetzt werden können.

Während die technische Lösung für die gesamte Seestadt Aspern durchdacht werden, ist die Umsetzung von Aspekten, die zu einer Regeneration der Stadt führen, wie die Aktivierung von Gebäudeteilen, die interdisziplinäre Vorgangsweise und das Anwenden des Biologischen Paradigmas im Sinne der Nachhaltigkeit nur teilweise gegeben.

Die Regeneration von Gebäuden steht nicht im Vordergrund. Es gibt zwar Teilprojekte wie das HOHO, vom Architekten Rüdiger Lainer, das 84 Meter hohe und damit derzeit

---

<sup>217</sup> Ebda.

<sup>218</sup> Ebda.

höchste Holzgebäude der Welt, wo man denken könnte, dass der nachwachsende Rohstoff Holz bereits einen großen Beitrag leistet zur Regeneration, aber die stringenten Holzbaukörper mit Büro und Hotelnutzung scheinen hauptsächlich den technologischen Aspekt zu bedienen den Wettbewerb des höchsten Holzgebäudes gewinnen zu wollen. Ganz deutlich unterwirft sich die Gestaltung allein dem Ziel das höchste Holzgebäude der Welt werden zu wollen.

Die Einbindung der Bewohnerinnen der Seestadt bezieht sich stark auf deren Vernetzung durch Soziale Medien und in die Vermarktung des Stadtteils, weniger jedoch auf die Gestaltung aktiver Gebäude und die Aktivierung der Bewohnerinnen.

Die Seestadt Aspern und der Teil dieses neuen Stadtteils in Wien, der bereits Ende 2019 umgesetzt ist, verdeutlicht die Schwierigkeiten, einer Umsetzung ganzheitlicher Strategien, ohne einzelne Faktoren besonders hervorzuheben und andere dadurch zu vernachlässigen.

Interessant ist jedenfalls der Versuch die Qualität durch einen beigegebenen Beirat zu steuern, der vorher definierte Qualitätskriterien auf seine Umsetzung prüft und diese Qualitäten auch einfordern kann. Dies ist bei der Stadtentwicklung in Graz Reininghaus nicht passiert. Entsprechend eines Rahmenplanes wurden einzelne, viel zu große Quartiere ohne Zusammenhang an einzelne Investoren verkauft. Diese entwickelten unabhängig voneinander. Im Folgenden wird die Stadtteilentwicklung in Graz, Reininghaus, zum möglichen Vergleich, näher beschrieben.

## Stadtteilentwicklung in Graz Reininghaus

Bevor nun auf Smart City Initiativen in Graz eingegangen wird soll auch das Stadtentwicklungs - Projekt Graz Reininghaus erwähnt werden. Auf dem Reininghaus-Areal in Graz mit einem Flächenausmaß von etwa 50,4 ha - nur ein fünftel der Fläche der Seestadt Aspern ist derzeit ein Stadtteil für circa 15.000 BewohnerInnen im Entstehen. Bis zum Jahre 2020 sollen die ersten Wohntürme dort bereits errichtet sein. Das Gesamtinvestitionsvolumen beträgt nach derzeitigen Kalkulationen circa € 719.825.000 (vgl. [www.reininghaus-findet-stadt.at](http://www.reininghaus-findet-stadt.at)). Es gibt keine „Smart City Strategie“ für Reininghaus, die Stadt hat das Areal auch nicht gekauft.

Es begann mit einem interessanten Prozess von Diskussionen, Workshops, interdisziplinärer Arbeitssitzungen und gemeinsamen Nachdenken. Nachzulesen in *„Konzeptionen des Wünschenswerten.“*<sup>219</sup>

*„32 Personen. Eine Gruppe Grazerinnen und Grazer von möglichst unterschiedlichem Rang und Namen, hat sich, der Hypothese folgend, dass die Qualität der Gespräche in Zukunft über den Erfolg von Projekten entscheidet, zusammengefunden, um in Form von Interviews öffentlich nicht nur über einen Stadtteil, sondern über den weißen Fleck schlechthin, also über die Zukunft, nachzudenken.“*<sup>220</sup>

Leider fand diese interdisziplinäre Vorgangsweise keine Fortsetzung. Das annähernd unbebaute Areal, das mitten in der Stadt gelegen ist, wurde verkauft, in viel zu große Stücke filetiert und ohne gemeinsame Vision von einzelnen Investoren entwickelt. Statt interdisziplinärer Quartiersentwicklung hat man auf die standardisierten Prozesse und Instrumente wie Flächenwidmungsplan, Bebauungsplan, Rahmenplan, Wettbewerbe usw. vertraut.

Entsprechend eines Rahmenplanes, der im Jahre 2007 aus einem Wettbewerb hervorging wurde das Gebiet entwickelt.

---

<sup>219</sup> Asset One Hg. 2006

<sup>220</sup> Ebda.,10.



Der Rahmenplan Graz-Reininghaus

Abb.49: Rahmenplan Graz-Reininghaus, Schlussbericht Kurzfassung, 2011

Die Investoren müssen für jeden m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche einen fixen Satz für Maßnahmen, die zu einer „sozialen Nachhaltigkeit“ beitragen, an die Stadt abführen. Und es gibt auch einzelne Initiativen. Um „soziale Nachhaltigkeit“ geht es auch einer Gruppe AkteurInnen, den StadtDenkerInnen, einer Art „interdisziplinäre Denkfabrik“.

Seit Juni 2015 arbeiten sie daran, dass mit „Reiningherz“ in der ehemaligen Tennenmälzerei der Brauerei in Reininghaus bis 2020 ein:

*...„inklusive Ort für kulturelle und soziale Begegnung“ entsteht. Ein Herz als Keimzelle, das sicherstellt, dass von Beginn an vor Ort eine umsichtige, sozial und ökologisch nachhaltige Stadtentwicklung entsteht.* <sup>221</sup>

Unzählige Wettbewerbe für die einzelnen Quartiere wurden durchgeführt. Untereinander gab es jedoch wenig Austausch, während dieser Wettbewerbsphase. Kurz vor der Realisierung der Projekte begann erst ein diskursiver Prozess zwischen den InvestorInnen.

Es gibt natürlich einzelne interessante Projekte, wie z.B. die Planung für den Bereich mit dem Altbestand, der aus einem Wettbewerb, den die Erber – Gruppe für das Quartier Q1 und Q4a ausgelobt hatte, und den das Architekturbüro Thomas Pucher für sich entscheiden konnte, hervorging. Siehe dazu auch Abbildung 49.

Die Erber – Gruppe musste das Projekt aus rechtlichen und schlussendliche finanziellen Gründen aufgeben, die angrenzende Industrie wurde während der Planungsphase der Wohnbauprojekte nicht ausreichend berücksichtigt.

Das Projekt wurde nun an andere Investoren übergeben, die nur teilweise die Planung von Thomas Pucher umsetzen wird.

#### **Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Was fehlt ist eine durchgängige Interdisziplinäre Vorgangsweise, die Vernetzung der Ideen und Programme, das Verfolgen einer Strategie, die zu einer regeneratives Stadt führt, auch die Smart City Initiative findet hier keine Umsetzung.

Es bleibt abzuwarten, wie sich das Stadtquartier entwickelt, jedenfalls ist eine große Chance nicht genutzt worden, hier ein Leuchtturmprojekt für eine regenerative Stadt Graz umzusetzen.

# REININGHAUS GOES SMART

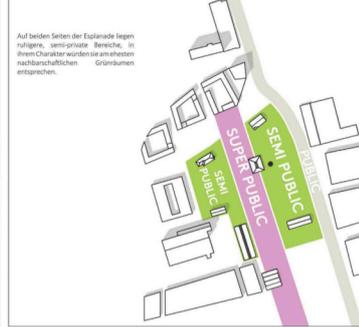
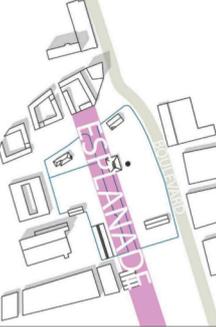
## STÄDTLICHES WETTERWERK

### BAHNEN

Aus der verhandenen Stadtblöcke, dem Fahrplan und der Trennung von öffentlichen Verkehr und motorisiertem Individualverkehr ergeben sich zwei logische nord-süd gerichtete Achsen.

Ihrer Identität folgend werden diese beiden Achsen zu **programmatische Bahnen** definiert – die Alte Poststraße als ältestem urbanen Land Boulevard, die **Espalade als urbanes Feld**, breit, großzügig, vielfältig nutzbar (SPORTPARK) und in ihrem Charakter intensive Stadtdensität.

Der höfliche Abschluss der Espalade wird vom zentralen Block der Linie gebildet, was in weiterer Folge Geschäftsfächen und Handelsrichtungen gedachte sind.



### FELDER

Um die ästhetische Richtung und eintragende Geschwindigkeit der Bahnen zu unterbrechen werden sie mit querliegenden Feldern überlagert. Diese Felder brechen sich landschaftartig über die Gelände aus, umfassen die bestehende Bebauung und verzahnen das Gebiet mit seiner Umgebung. Sie nehmen die bestehenden Qualitäten des Quartiers auf und extrahieren sie zu einer vielfältigen, abwechslungsreichen urbanen – aber auch idyllischen – Landschaft weiter.



### INTERVIEWS

Das ist ein Interview mit einem Architekten, das die verschiedenen Aspekte der Stadtentwicklung diskutiert. Es enthält Fragen und Antworten zu Themen wie: 'Was ist die Idee?', 'Wie wird das umgesetzt?', 'Was sind die Vorteile?', 'Wie wird das finanziert?', 'Wie wird das bewirtschaftet?', 'Wie wird das bewohnt?', 'Wie wird das gestaltet?', 'Wie wird das integriert?', 'Wie wird das kommuniziert?', 'Wie wird das evaluiert?'.

Den oder die typische(n) Bewohner(in) gibt es nicht. Inwiefern? Unsere Welt besteht aus Millionen von Individuen und dem zu Folge sind auch die Anforderungen an Stadt, Wohnung, Arbeitsplatz und Freiraum hochgradig individuell.

Das führt zu verschiedenen Wohngrößen und Wohnzusammensetzungen. Auch wenn die Größen der Wohnungen aus finanziellen Gründen fast immer die gleichen sind.

### WOHNFORMEN

Eine Lösung für diese gewachsene Vielfalt kann nur in vielfältigen Angebot UNO höchstmöglicher Flexibilität UNO höchstmöglicher Veränderbarkeit liegen. Als erstes setzen wir als orientierliche Gebäudetypologien miteinander in Beziehung.

### DIE AKTIVIERTE LANDSCHAFT

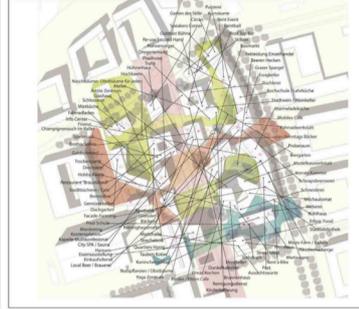
Kann man Vielfalt planen? Die zweite wesentliche Teil zur Erfüllung der Individualität (oder Vielfalt) besteht im veränderbaren Angebot aller übrigen Lebensfunktionen sowie Wohnzusatzfunktionen, die ein immer breiteres Feld einnehmen. Hat früher ein Gasthaus, ein Kaufhaus und ein Fußballplatz gemeist, so handelt es sich dabei heute um ein sich ständig weiterentwickelndes, hochkomplexes Gefüge aus Wunsch, Angebot, Nachfrage und dem entsprechenden Branding.

365 TAGE REININGHAUS ODER 365 TAGE STADT  
Im Rahmen eines Wettbewerbs kann dieses Thema natürlich nur angenähert oder initiiert werden, wenn gleich es ein unverzichtbarer Faktor für jeden Stadteil geworden ist. Um ein greifbares Bild dieser Vielfalt zu entwickeln haben wir ihm deshalb einen Namen gegeben und diesen mit einer Zahl versehen: 365 Tage Reininghaus – eine Funktion für jeden Tag des Jahres.

Das Ergebnis ist eine vielfältige, bunte Mischung aus unterschiedlichsten gewerblichen, öffentlichen, semi-öffentlichen und auch privaten Funktionen die den urbanen Raum anreichern. Die Suche nach diesen Funktionen war einfach – im urbanen Leben von Graz sind sie selbstverständlich vorhanden, teilweise sind es generisch vorgezeichnete Bereiche wie Spielplätze oder Grünanlagen – und die Angst, dass bei einer gesamten Fläche von 140.000m² BGF (inkl. Umland der öffentliche Raum nicht intensiv genutzt werden kann scheint uns vorerst unbegründet – allerdings wird eine Einwirkungszone immer nahe in Anspruch nehmen und benötigt ein entsprechendes Stadtmanagement.

Interne nach Außen kehren: Viele der 365 Funktionen finden sich derzeit in den Gründerzeithöfen der Kernstadt: Fahrradwerkstätten, Fotostudio, ein Theater, eine Näherei, ein Modellversuchsraum, in Smart Reininghaus bilden die Bebauungen entlang der Alten Poststraße und zum Impulszentrum im Westen eine blockständige Situation, bieten also entsprechenden Schutz und Privatsphäre. Zur Espalade hin öffnen sich diese Bereiche aber statt und ermöglichen einwirtschafteren Austausch – die Nutzungen werden einleitet.

### 365 TAGE REININGHAUS



### HORIZONTALE SCHICHTUNG

Das Quartier ist horizontal in drei Schichten unterteilt, die auf die unterschiedlichen Anforderungen seiner Nutzungen reagieren.

**SUPERFLEX**  
Der Bereich der aktivierten Landschaft hat permanent den höchsten Veränderungsbedarf, sowohl in der Entwicklung, als auch in weiterer Folge (Flexibilität, Anpassung an geänderte Geschäftsbedingungen, etc.). Im Vergleich zu den Wohnfunktionen benötigt er zwar länger bis zur vollständigen Realisierung, verändert sich aber danach laufend weiter. Makroweise betrachtet man die gesamte Zone als eine Art „Annenneinrichtung“ des urbanen Raumes (die – ähnlich wie in der Hotelwelt – bei Bedarf in neue Trends und Erfordernisse angepasst werden kann. Konstruktiv geschieht das durch den Einsatz von Leichtbau- oder temporären Strukturen. Der SUPERFLEX Bereich umfasst etwa 10% des gesamten Raumprogramms.

**FLEX**  
Der Bereich 1.0G bis 5.0G wird mit einer Raumhöhe von 3,00m ausgebildet. Alle Gebäudestrukturen sind konzipiert und haustechnisch so angelegt, dass sie in diesen Geschossen mit Büro, Dienstleistungen, Artgärten und sogar auch mit Wohnzonen ausgebaut werden können. Damit ist es möglich dass ein BGF Anteil von 40% dauerhaft flexibel genutzt werden kann, und ein entsprechend gewünschter Nutzungsumsatz im Stadteil selbst im Mikro- wie im Makrobereich erzielt werden kann.

**WOHNEN**  
Ab dem 6.0G sind die Geschosse mit einer Geschosshöhe von 3,00m – bei überwiegender Wohnnutzung – ausgelegt. Auch dieser Bereich ist veränderbar ausgelegt – durch eine Trennung von tragender Struktur und Ausbau können jedoch auch hier unterschiedliche Wohnungsgrößen bei gleicher Konstruktion ausgeführt werden.

### NACHBARSCHAFTEN

QUARTIERSEIGENE FREIZEITRÄUME  
**Höfe, Rampen, Terrassen, Dächer, Zwischenräume**  
Die hohe Dichte lässt sich durch typologische intelligente attraktiv entwickeln. Spannende Räume und gute Belichtung gehen Hand in Hand. Es entstehen attraktive Freizeiträume für unterschiedliche Nutzergruppen. Die Höhenaufbau von Nord nach Süd sowie die Abschattung der Dächer legt eine Abfolge der Dächer nahe. Von Nutzterrassen über ökologisch bewusste Dächer (Sonnen- und Windmengen, Sickerkrieger), Sportflächen bis hin zur landschaftstypischen Nutzung (Alohaufweise, Stäben, Bierenschieße), ist je nach Orientierung, Höhe und Topographie alles möglich.



Abb.50: Wettbewerbsbeitrag erster Preis, Graz Reininghaus, Q1 und Q4a, Architekturbüro Thomas Pucher, 2015

## 7.7.1 Smart City Initiativen – Graz

Die Stadt Graz hat im Jahr 2014 die Initiative „Smart City Projekt Graz Mitte“, ausgerufen, um einen „Zero Emission“-Stadtteil im Westen von Graz in unmittelbarer Umgebung vom Bahnhof zu entwickeln. Grundlage dafür waren ein Maßnahmenplan und ein Konsortium, das für die Umsetzung mitverantwortlich ist. Bei dem Projekt geht es um die Demonstration urbaner Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

„Smart City“ – als übergeordneter Begriff – steht für die Realisierung einer ressourcenschonenden, zukunftsfähigen und nachhaltigen Stadt mit höchster Lebensqualität für BewohnerInnen und attraktiven Standortbedingungen für Unternehmen, wie unter 7.7 bereits erläutert. Die Stadt Graz hat sich in mehreren Gemeinderatsbeschlüssen zur Entwicklung einer „Smart City“ bekannt.<sup>222</sup>

*Der Maßnahmenplan der Stadt Graz wurde wie folgt definiert:*

- *„Die Smarte Stadtentwicklung: durch interdisziplinäre stadtplanerische Steuerung des Zielgebietes Graz Mitte und des Entwicklungsprozesses,*
- *Bürgerbeteiligung für das Smarte Stadtleben: zielgruppengerechte Bürgerinformation und Aufbau einer ‚Smart Citizen-Plattform‘,*
- *Ökonomische Aspekte: Anwendung innovativer Finanzierungsmodelle sowie ressourceneffizienter Geschäftsmodelle,*
- *Gesetzliche Rahmenbedingungen: Städtebauliche Verträge mit potenziellen Investoren bzw. Eigentümern,*
- *Bewusstseinsbildung, Training und Ausbildung: Veranstaltungen, Tagungen, Workshops, Trainings, Aus- und Fortbildungsangebote für unterschiedliche Zielgruppen,*
- *Ganzheitliche Betrachtung und Handlungsleitsätze/Leitlinien: Integration einzelner „Smart City Solutions“ zu einer übergeordneten Strategie sowie Anwendung der Indikatoren und Definition allgemeiner städtebauliche Kennzahlen.“<sup>223</sup>*

---

<sup>222</sup> Vgl. Stadt Graz 2017.

<sup>223</sup> Ebda.

Aus ArchitektInnen, wissenschaftliche PartnerInnen, VertreterInnen der Stadtplanung und eines „Stadtteilmanagements“ wurde ein Konsortium gebildet, das die Aufgabe hat, die Bedürfnisse und Wünsche der jetzigen benachbarten und zukünftigen BewohnerInnen aufzunehmen und in den Planungsprozess miteinfließen zu lassen.

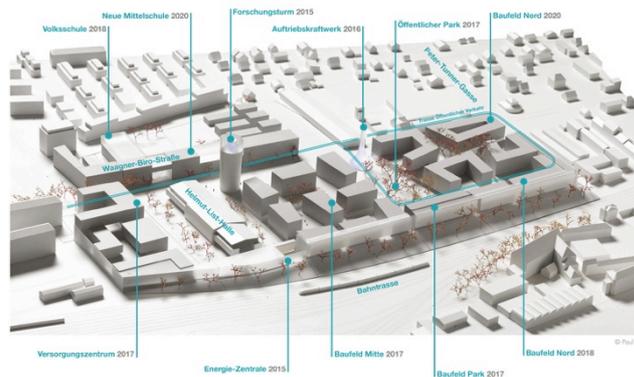


Abb.51: Testplanung, Arch. Markus Perntaler: Smart City Projekt Graz Süd, Mitte und Nord, Stand Juli 2014

Die Instrumente dieser Smart City-Initiative in Graz sind Wettbewerbe.

Im Juni 2014 wurde von der Stadt Graz ein Teil des oben angeführten Gebietes als „Smart City Graz – Wagner Biro Baufelder Mitte und Nord“<sup>224</sup> als ein EU-weit offener Wettbewerb ausgeschrieben, der ArchitektInnen einlud, über das Thema „Smart City“ nachzudenken. Er sollte als Grundlage für den Bebauungsplan dienen.

Auszug aus der Auslobung:

*„Zu entwickeln sind integrierte neue Energie- Gebäude und Mobilitätstechnologien. Mit dem Ziel einen pulsierenden, funktionsdurchmischten Stadtteil zu erreichen mit geringstmöglichen Emissionen (Zero Emission) durch die Nutzung nachhaltiger Energien und umweltfreundlicher Mobilitätsformen sowie eine sozialräumliche Begleitung der gesamten Stadtteilentwicklung. Auf einem Gebiet von 36 ha sollen Büro, Wohn- und Geschäftsgebäude mit einer gesamten Bruttogeschoßfläche von 108.500 m<sup>2</sup> errichtet werden. Vorgegeben wird ein Schlüssel von 60% Wohnen, 20% Geschäften, Büros und sonstigen Nutzungen, sowie 20% Nebenräumen. Zentrale, bereits vorgegebene Bausteine sind ein 60 m-hoher Science Tower und eine Energiezentrale.“*<sup>225</sup>

<sup>224</sup> Stadtbaudirektion 2014

<sup>225</sup> Ebda.

## Bezug zu den Forschungsbereichen:

Das oben angeführte Beispiel ist eine Demonstration einer Smart City Initiative, wurde auch in seiner Entwicklung vom Förderprogramm der FFG, Stadt der Zukunft gefördert.

Es zeigt jedenfalls die interdisziplinäre Vorgangsweise, die Zusammenarbeit von Stadt, Verwaltung und Architektur. Wieder ist es der Masterplan, der über geladene und EU-weit offenen Wettbewerben zu Gestaltungsvorschlägen gelangt.

### 7.7.2 Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufelder Mitte und Nord – ein Prototyp<sup>226</sup>

Im Zuge dieses österreichweit offenen, einstufigen, städtebaulichen Wettbewerbs, Smart City – Baufeld Mitte wurden von Redi Andrea, ORTLOS und einem interdisziplinären Team<sup>227</sup> im Herbst 2014 Lösungen für einen regenerativen Stadtteil erarbeitet. Dieses Lösungskonzept wird im Folgenden erläutert. Die erklärten Ziele bei der Entwicklung waren, die Grundlagen für eine:

ZERO WASTE CITY und ZERO CARBON CITY durch eine aktive urbane Landschaft, aktive Gebäude und aktive Bewohnende zu schaffen.

*„Städtebauliche baukünstlerische Kriterien:*

*Aus den Parametern der Umgebung wie Wind, Lärm und optimale Orientierung wurden die Baukörperausrichtung, die Form und die Beziehung der Baukörper untereinander entwickelt. Das Ziel war, eine optimale Durchlüftung des gesamten Quartiers zu erreichen und eine gute Besonnung der Wohnungen zu ermöglichen.*

---

<sup>226</sup> Stadtbaudirektion 2014

<sup>227</sup> Redi Andrea/Redi Ivan, ORTLOS Space Engineering: Smart City Graz, Waagner-Biro-Baufelder Mitte und Nord, Wettbewerbsprojekt: mit Xin Yu Xie/ Vojislav, Nikolic/Vasileska, Eva/ Landschaftsplanung: KOALA, Kutscha, Robert/Kutscha Oberwalder, Veronika/ Energieplanung: Podmirseg, Daniel/Sautter, Sebastian, Graz 2014

Eine zweigeschoßige, vom Boden abgehobene Struktur, das „Smart Grid“, gibt die Möglichkeit für nutzungsneutrales, flexibles, über ein oder zwei Geschoße gehendes, Loftartiges Wohnen und Arbeiten. Das Dach dieser Struktur ist intensiv begrünt und dient den darüberliegenden Wohnbereichen als halböffentlicher Bereiche für „Urban Gardening“, für Spielbereiche und Kommunikationszonen.

Vier verschiedene, vertikal geschichtete Freiraumebenen ermöglichen ein vielfältiges, ausdifferenziertes Angebot an Grünräumen und einen langsamen Übergang von öffentlichem über halböffentlichem bis zum privaten Freiraum.

Die Straßenbahn wird über die von der Vorplanung fixierte Trasse geführt, die PKW werden über die dafür vorgesehene, mittlere Erschließungsstraße zum Parkgebäude im Westen des Quartiers geführt. Die westliche Erschließungsstraße durch das Quartier ist nur für E-Bikes, E-Cars und Fahrräder sowie für alle Einsatzfahrzeuge zugänglich.

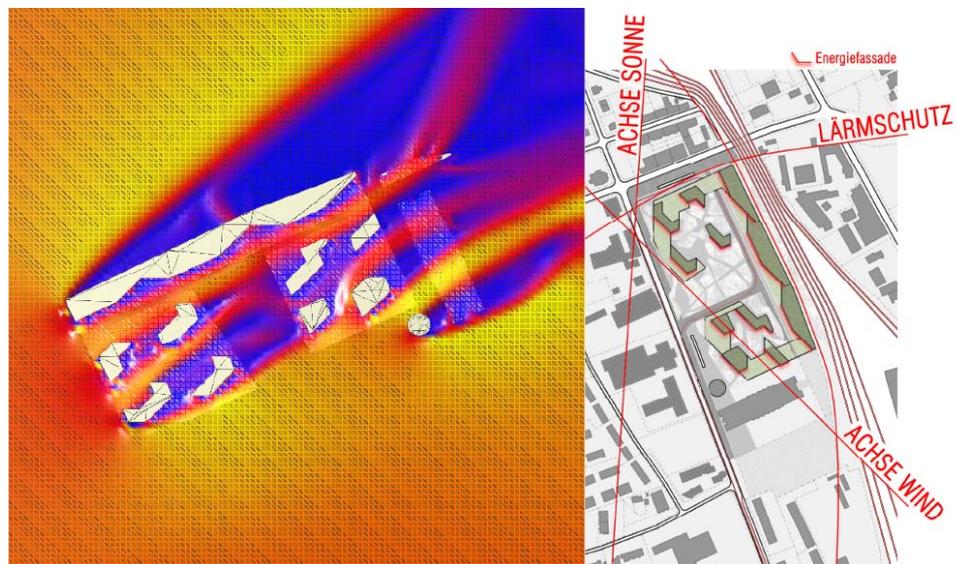


Abb.52: Windsimulation, ORTLOS Sept. 2014, Diagramm der Parameter Wind/Lärm/Sonne, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord

Um den Lärm durch die Bahntrasse abzuschirmen, wird im Nordwesten der Baufelder ein durchgehender Baukörper ausformuliert, der durch eine vorgeschaltete, begrünte Erschließungszone sowohl Lärmschutz garantiert als auch entsprechende Übergangsbereiche vor den Wohnungen ermöglicht. Zur Peter-Tunner-Straße schützt eine insgesamt viergeschossige Bebauung vor dem Lärm der Straße.

#### Funktionelle und ökonomische Kriterien

Der Autoverkehr wird in der die beiden Baufelder trennenden Straße zum Parkgebäude geführt. Das Parken von PKW wird in den ersten beiden Geschoßen des westlichen Baukörpers angeboten. Die Parkflächen und Ladestationen für E-Cars bzw. E-Bikes

werden direkt im EG unter dem „Smart Grid“ situiert, wodurch das E-Car für die BewohnerInnen attraktiver wird.



Abb.53: Rendering, ORTLOS 2014, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord

*Die Zufahrt für Einsatzfahrzeuge ist auch an der westlich gelegenen Straße möglich, die auch in das Innere des Quartiers geführt. Die mit einander und mit der Energiezentrale vernetzten Gebäude werden mit einer „aktiven Gebäudehülle“ ausgestattet und dienen der Energiegewinnung.*

*Das statische Konzept sieht vor, die Fassaden komplett frei von tragender Funktion zu halten, wodurch die Fassadenelemente auch gegen andere energiegewinnende Systemelemente ausgetauscht werden können. So entsteht ein großes Feld an Versuchsflächen, die durch die Nachbarschaft des Science Towers auch optimal gewartet, getestet und ausgewertet werden können.*

#### *Freiraumkonzept*

*Das Freiraumkonzept wurde in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit KOALA, Robert Kutscha und Veronika Kutscha Oberwalder erstellt. Der städtebaulichen Struktur folgend bietet die gegenständliche Planung ein vielfältiges und ausdifferenziertes Angebot unterschiedlichster Freiräume. Der Grad der Öffentlichkeit entwickelt sich zunehmend von privaten Loggien/Terrassen über die nur für die BewohnerInnen nutzbaren Dächer der Sockelgeschosse bis zu lebendigen, urbanen Straßenräumen und Plätzen in der Erdgeschosszone. Durch diese vertikale Schichtung der Freiräume wird der geschaffene Raum äußerst effektiv ausgenutzt und mit verschiedenen Nutzungen besetzt.*

## Vertikale Schichtung unterschiedlicher Freiräume

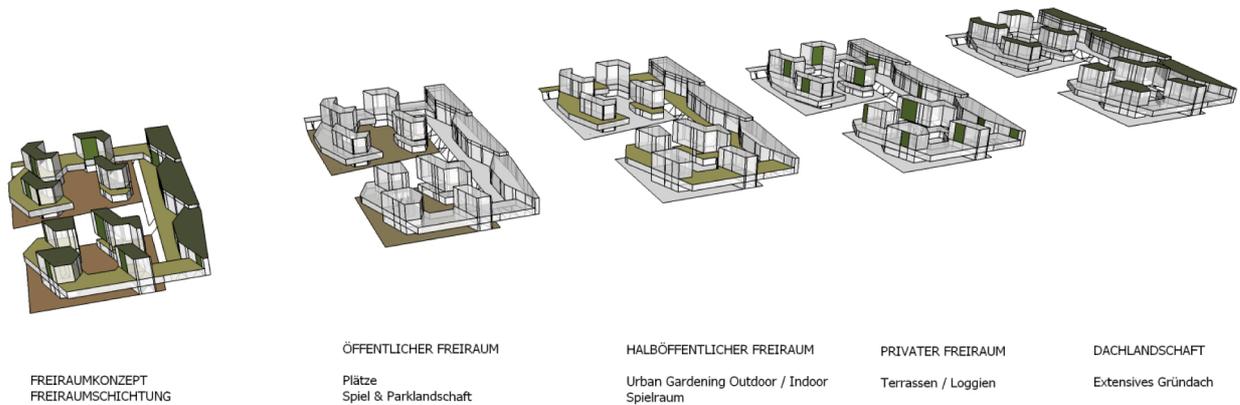


Abb.54: Freiraumkonzept, Skizze Koala Landschaftsplanung, Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, Sept. 2014

### Freiraumebene 1 – Urbane EG-Zone

Der öffentliche Raum wird als fließendes Kontinuum der gesamten Parklandschaft und Tablett für die Entfaltung unterschiedlicher freiräumlicher Aktivitäten verstanden. Der hohe Grad an Durchgrünung entspricht den Bedürfnissen nach einer Oase inmitten städtischen Treibens. Im Vordergrund steht ein den öffentlichen Raum gliederndes Aktivitätsnetz, welches die Durchgängigkeit und Durchlässigkeit zwischen und unter den Baukörpern sowie die Verknüpfung mit bestehenden Grünachsen, Grünverbindungen und angrenzenden Freiräumen des Bezirks sichergestellt.

Nutzungsoffene Aneignungsräume ohne vordefinierte, festgelegte Nutzergruppen erzeugen eine hohe Variabilität und Anpassungsmöglichkeit an Änderungen der Gewerbetreibenden und Dienstleister in der EG-Zone bzw. der Bewohnendenstruktur. Das Wechselspiel zwischen groß- und kleinteiligen Freiräumen in einem menschlichen Maßstab fördert temporäre und Mehrfachnutzungen. Quartiersplätze bzw. Rückzugsräume, soziale Treffpunkte, Spielplätze, Kommunikationsorte für Alt und Jung sowie Gastgärten erzeugen maximale Vielfalt unterschiedlichster Freiraumtypen und konfigurationen.<sup>228</sup>

### Freiraumebene 2 – Urban Gardening

<sup>228</sup> Redi/Redi, 2014

*Nur für die BewohnerInnen bzw. NutzerInnen des jeweiligen Gebäudekomplexes zugänglich werden auf den Dächern der Sockelgeschosse großzügige halböffentliche Grün- und Spielräume angeboten. Diese durchwegs begrünten Dächer werden den BewohnerInnen als Gemüsegärten für „Urban Gardening“ zur Verfügung gestellt. Neben stadtökologischen Aspekten erlangen die gemeinsam bewirtschafteten Flächen eine hohe Bedeutung für den sozialen Zusammenhalt der BewohnerInnen und deren Selbstversorgung. Kinderspielplätze, Bewegungsflächen für Jugendliche und Treffpunkte schaffen ein quartiersinternes Milieu mit hohem sozialem Potential.*

#### *Freiraumebene 3 – Balkone und Terrassen*

*Private Rückzugsmöglichkeiten bieten die jeder Wohnung zugeordneten Balkone bzw. Terrassen. Neben bepflanzbaren Bereichen unterstreichen optionale vertikale Gärten zusätzliche stadtklimatologische Effekte.*

#### *Freiraumebene 4 – Extensive Gründächer*

*Den Ansprüchen einer modernen Stadtplanung nach größtmöglicher Retention von Meteorwässern und Reduktion innerstädtischer Wärmeinseln wird durch die extensive Begrünung sämtlicher Flachdächer Rechnung getragen.<sup>229</sup>*

Die Gebäude werden als aktive Gebäude den entsprechenden, in dieser Arbeit vorgestellten Fassaden- und Gebäudetechniken mit einer dezentralen und vielfältigen Energieversorgung und einem Schwerpunkt auf Solarenergie geplant.

Im Sinne von Urban Mining und den zuvor erläuterten „Cradle to Cradle“-Grundprinzipien wurde ein geschlossener Kreislauf von Ressourcen mitgedacht und die Ziele für das Gesamtenergiekonzept, das in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Daniel Podmirseg, Institut für Architektur und Energie der Technischen Universität Graz erstellt wurde, wurden wie folgt definiert:

- *Erzeugung regenerativer Energie auf der Smart City Oberfläche*
- *Einsatz neuer energieverzeugender Technologien*
- *flexible Fassadensysteme und Raumnutzung*
- *Netzwerk zur Umverteilung der Energie zwischen den Gebäuden*
- *Optimierte Nutzung eines Niedertemperaturwärmenetzes für Heizung und Kühlung*
- *Nutzung der thermischen Masse als Energiespeicher*
- *Minimierung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle*

---

<sup>229</sup> Landschaftsplanung: Redi/Redi in Zusammenarbeit mit KOALA, Kutscha, Robert/Kutscha Oberwalder, Veronika, 2014

- Minimierung der sommerlichen, äußeren Kühllasten
- Hohe Behaglichkeit durch Einsatz temperierter Oberflächen
- Hybride Lüftung für einen kontrollierten, energieoptimierten Luftwechsel
- Optimierte Tageslichtnutzung zur Reduktion des Belichtungsenergiebedarfs
- Aktivhaus mit Nullenergie-Gesamtprimärenergiebilanz – CO<sub>2</sub>-neutraler Stadtteil<sup>230</sup>

### Energieerzeugung

Aktivierete Oberflächen in der gesamten Smart City erzeugen mehr Energie als im gesamten Stadtteil verbraucht wird. Dabei kommen neueste Technologien zum Einsatz: Verschattungssysteme mit integrierten PV-Modulen, Fassaden zur Algenproduktion, Vertical Farming in den Fassaden, thermische Solaranlagen, hybride Solarkollektoren, Straßen und Wege, die mit PV Modulen gepflastert werden (Solar Freaking Roadways), transparente Solarmodule, feinstaubfreie und kontinuierliche Holzvergaser-BHKWs, Bioreaktoren. Flexibel gestaltete Fassaden ermöglichen einen zusätzlichen Einsatz von zukünftigen energieerzeugenden Technologien. Das Gesamtsystem kann somit den Energiebedarf für Heizung, Kühlung, Belichtung, Lüftung, Warmwasser und technische Geräte wie Computer vollständig abdecken. Als Stromspeicher dienen die Akkus von Elektroautos und Elektrorädern sowie das öffentliche Stromnetz. Die eingesetzte Technologie ermöglicht einen in sich geschlossenen Energiekreislauf: Smart City als Plusenergiestadtteil.<sup>231</sup>

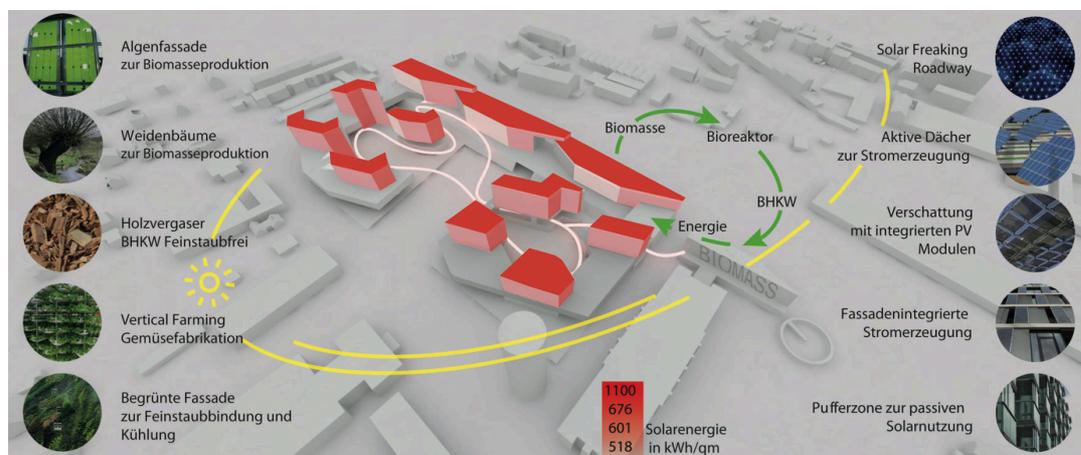


Abb.55: Energiekonzept, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, 2014, Sautter/Podmirseg

### Wärme- und Kälteversorgung

<sup>230</sup> Redi/Redi, 2014

<sup>231</sup> Ebda.

*„Die Wärmeversorgung erfolgt über dezentrale Technikzentralen. Ein Niedertemperaturnetz dient dabei als Wärmeverteiler und Energiequelle für Wärmepumpensysteme. Die Anhebung der Temperatur für eine hygienische Warmwasserbereitung und für die Heizung bei extremen Außentemperaturen wird durch dezentrale Wasser-Wasser Wärmepumpenanlagen in den einzelnen Gebäudeblöcken erreicht. Durch die Nutzung des Niedertemperaturkreises erreichen die Wärmepumpen sehr gute Wirkungsgrade. Thermische Solaranlagen, Holzvergaser-BHKWs und Bioreaktoren geben die erzeugte Wärme ständig an das thermische Energienetz ab.*

*Die Kälteversorgung erfolgt über das gleiche Niedertemperaturnetz wie die Heizung. Die Wasser-Wasser-Wärmepumpen geben die dem Gebäude entzogene Wärme an das Wärmenetz ab und die Wärme kann von den Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung wieder aufgenommen werden. Das Wärmenetz und die lokalen Pufferspeicher sowie die Bauteilmassen der Gebäude dienen dabei als thermische Speicher. Überschüssige Wärme wird nicht vernichtet, sondern auf ein höheres Temperaturniveau gehoben und an das lokale Fernwärmenetz oder angrenzende Gebäude abgegeben.*

#### *Frischlufversorgung*

*Sämtliche Räume (Wohnen und Arbeiten) mit angrenzender äußerer Fassade werden hybrid be- und entlüftet. Mechanische Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung sorgen für einen hygienischen Mindestluftwechsel und zugleich für die Minimierung des Heizwärmebedarfs im Winter. Bei raumnahen Außentemperaturen erfolgt die Frischluftversorgung direkt über Klappen in der Fassade als natürliche Lüftung. Die Regelung erfolgt über CO<sub>2</sub>-Fühler. Die Abluft wird über zentrale Kamine unter Nutzung des thermischen Auftriebs abgesaugt.*

#### *Fassade und äußere Hülle*

*Die äußere thermische Hülle wird für den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz optimiert. Es kommen nachhaltige Materialien zum Einsatz. Die thermische Hülle sorgt durch ein Kosten-Nutzen-optimiertes Verhältnis von thermischer Masse, Dämmung und Luftdichtheit für geringe Wärmeverluste. Pufferzonen an den durch die Sonnen beschienen Fassaden unterstützen diesen Effekt.*

#### *Heiz- und Kühlflächen*

*Im gesamten Gebäude kommen Flächenheiz- und -kühlsysteme zum Einsatz. Teile der Betondecken und -wände werden thermisch aktiviert, so dass sie als temperierte Oberflächen und gleichzeitig als Speichermasse dienen. Das Gebäude wird damit in seinem thermischen Verhalten deutlich träger gegenüber inneren und äußeren Lasten.*

*Der Komfort für die Nutzer wird durch diese Maßnahme gegenüber konventionellen Bauweisen mit abgehängten Decken signifikant gesteigert. Die aktivierten Oberflächen versorgen die Räume mit angenehmer Strahlungswärme und absorbieren überschüssige Wärme im Sommer.*

#### *Tageslichtnutzung und Belichtung*

*Die Gebäude sind für eine maximale Tageslichtnutzung konzipiert. Der Strombedarf für künstliche Beleuchtung wird zudem über Lichtsensoren gesteuert, die dafür sorgen, dass nur so viel Strom für künstliche Beleuchtung benötigt wird wie unbedingt nötig.*

*Mit den drei Komponenten „aktive urbane Landschaft“, „aktives Gebäude“ und „aktives Wohnen“ soll ein geschlossener Kreislauf von Ressourcen erreicht werden.“<sup>232</sup>*



Abb.56: Rendering Perspektive, ORTLOS, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, 2014

Durch den Einsatz ressourcenschonender Materialien und von „Urban Mining“ sowie die Katalogisierung der eingesetzten Materialien soll ein Quartier erreicht werden, das einen

---

<sup>232</sup> Energiekonzept, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, 2014, Redi/Redi in Zusammenarbeit mit Sautter/Podmirseg

hohen Grad an Wiederverwendung und Wiederverwertung aufweist, mit dem Ziel, von einer Wegwerfwirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft zu gelangen.

Durch die gezielte Gestaltung einer „aktiven Landschaft“ werden folgende Ziele erreicht:

- Die Reduktion von CO<sub>2</sub>, Staub und Lärm durch Photosynthese, staubbindende Pflanzen, die Zuordnung von Freiräumen zu jeder Wohnung
- die Kühlung und Reduktion der Umgebungstemperatur
- jedem Baukörper werden Freiräume für „Urban Gardening“ angeboten
- OPEN SPACE – öffentlicher Raum – Durchgängigkeit, Zugänglichkeit, CAMPUS, neue Kommunikationskultur – Begegnungsflächen

### **Bezug zu den Forschungsbereichen:**

Das Projekt ist ein Beispiel für eine Konzeption, die den Versuch unternimmt alle drei Themenfelder, die interdisziplinäre Vorgangsweise, die Anwendung des Biologischen Paradigmas und die Aktivierung des Gebäudes und der urbanen Landschaft, zu verknüpfen.

Die Landschaft wird als integraler Bestandteil der Architektur begriffen, die Fassaden werden über verschiedene Module aktiviert, einerseits für die solare Energiegewinnung, andererseits für die Bepflanzung. Geschlossene Kreisläufe sollen erzeugt werden und ein ganzheitliches Konzept, das den Wohnenden miteinbezieht.

## 8 Schlussfolgerungen und Designstrategien für einen regenerativen Wohnbau

Zu Beginn der Arbeit wurden aus den aktuellen ökologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen Forschungsfelder für den Wohnbau definiert und drei Forschungsfragen abgeleitet sowie entsprechend drei Hypothesen formuliert. Die Forschungsfragen sind:

1. Wie ist die Konzeption und Planung im Wohnbau zu gestalten, um Wohnstrukturen zu entwickeln, die den vielfältigen, heterogenen Ansprüchen der urbanen Bevölkerung entsprechen können?
2. Gibt es konkrete Beispiele für die Anwendung neuer Konzepte und Parameter, die in ihrer Umsetzung zukunftsweisend für die Entwicklung regenerativer Quartiere in dichten urbanen Umgebungen sind?
3. Welche Parameter müssen Quartiere erfüllen, damit sie, implementiert in dichten städtischen Umgebungen, einen Beitrag zur Regeneration der Stadt leisten können?

### 8.1 Schlussfolgerungen

Es konnte gezeigt werden, dass die vielfältigen, heterogenen Ansprüche der urbanen Bevölkerung neue Vorgangsweisen in der Konzeption und Planung der Wohnstrukturen benötigen. Das Wachstum der Städte und die bereits bestehenden Herausforderungen bzgl. Umwelt, Verkehr und Versorgung zeigen deutlich, dass eine neue Form der Planung dringend erforderlich ist, beginnend bei Gebäuden bis hin zu ganzen Quartieren und Städten. Die Stadt und ihre BewohnerInnen bilden ein komplexes System. Komplexe Systeme, die sich selbst immer wieder erneuern, finden sich auch in der Natur. Durch genauere Auseinandersetzung mit der Natur lassen sich Prinzipien ableiten, die, angewendet auf die Entwicklung und Umsetzung von Wohnstrukturen, zu regenerativen Quartieren in dichten urbanen Umgebungen führen.

*„Wie ist die Konzeption und Planung im Wohnbau zu gestalten, um Wohnstrukturen zu entwickeln, die den vielfältigen, heterogenen Ansprüchen der urbanen Bevölkerung entsprechen können?“*

Der Wohnbau ist aktuell aufgrund eine enge Wechselwirkung mit einerseits gesellschaftlichen Veränderungen und andererseits gesellschaftspolitisch gestalteten

Rahmenbedingungen vom Trend zu Klein- und Kleinstwohnungen geprägt.

Für Investoren steht zumeist eine kurzfristige, maximale Rendite im Fokus. Zumindest muss eine Amortisierung der Kosten gewährleistet sein. Entscheidenden Einfluss haben:

- städtebauliche Rahmenbedingungen und förderpolitische Strukturen;
- Grundstücke als Spekulationsobjekte, deren Verfügbarkeit für unterschiedliche Modelle für eine Vielfalt der Wohnstrukturen entscheidend ist.
- Welche entscheidende Rolle die Stadt spielt, wurde am Beispiel Quinta Monroy erläutert, wo von der Stadtpolitik durch Bereitstellung eines kostengünstigen, innerstädtischen Grundstückes und durch geschickte Architektur eine Grundstruktur des Wohnraumes zum weiteren Selbstausbau zur Verfügung gestellt wird und einkommensschwache Menschen zu aktiven BewohnerInnen gemacht werden;
- Förderungen setzen klare Anreize: In Österreich ist beispielsweise bereits ab 30m<sup>2</sup> Wohnfläche eine Wohnbau-Förderung erhältlich, was mit dazu beiträgt, auch kleine Wohnungen zu bauen. Ein weiteres Beispiel: Offene Laubengänge sind beliebte Elemente, weil sie nicht zur Dichte gerechnet werden. Das spart Bruttogeschossfläche. Die Förderung beeinflusst also unmittelbar den Wohnbau und ist daher mit großer Sorgfalt zu gestalten.

Architektonische Gestaltung wird u.a. von technischen Möglichkeiten und dem Einsatz von Materialien geprägt, die in einer bestimmten Periode zur Verfügung stehen. So entstanden z.B. im Zeitalter der Industrialisierung mit der Nutzbarmachung von Eisen Konstruktionen wie der Eiffelturm, Brücken und botanische Gärten mit herrlichen Stahlkonstruktionen.

Nun wurde das 21. Jahrhundert bereits mehrfach als „ökologische Zeitalter“ bezeichnet. Das ökologische Zeitalter kommt auch langsam in der Architektur an. „Das Grüne“ ist ein neues Gestaltungselement in der Architektur, das ein gewisses Umdenken erfordert, aber auch einen Paradigmenwechsel in der architektonischen Ausdrucksweise darstellt.

Die Diversität der Gesellschaft wird größer, so dass es Wohnmodelle braucht, die auf diese Vielschichtigkeit eingehen können. Diese neuen Anforderungen fordern generationsübergreifende und Lebenszyklen-gerechte Umgebungen, die flexibel an die jeweilige Situation angepasst werden können: vom Leben als Single zum Leben mit Kindern, oder plötzlich eingeschränkt durch Behinderung. Besonders interessant sind Konzepte für das Miteinander mehrerer Generationen in einem Haushalt,- als Familie oder als Wohngemeinschaft.

Passende Wohnstrukturen zu finden, die sowohl ökologisch als auch sozial nachhaltig

sind, das Umfeld einbeziehen und leistbar sind – das ist eine komplexe Aufgabe. Die Komplexität und die Vielfalt der Anforderungen an den Wohnbau können nicht mehr aus einer Perspektive heraus behandelt werden. Beispiele für Lösungen, die der Komplexität gerecht werden, zeichnen sich durch eine interdisziplinäre Vorgangsweise und die Einbeziehung der BewohnerInnen, z.B. in Form von Baugruppen aus. Dies konnte mit dem Beispiel das Wohnprojekt von einszueins Architekten in Wien anschaulich gezeigt werden.

Wohn- und Stadtplanung erfolgte bisher zumeist nur unter Einbeziehung weniger ExpertInnen. Es entstehen „einfache Systeme“, die mit biologischen Systemen verglichen werden, um zu verdeutlichen, wie die Konzeption und Planung erfolgen soll.

Ganzheitlicher Wohnbau richtet sich nicht nach einzelnen Faktoren bzw. Disziplinen aus, sondern braucht das Zusammenwirken der Disziplinen. Perspektiven- und Disziplinen-Vielfalt und die Auseinandersetzung mit der Natur als Impulsgeberin zur Gestaltung führen zu einer Abkehr von rein technologie-orientierten Lösungen hin zu ganzheitlichen Systemen. Der anfangs höhere Aufwand schränkt die tatsächliche Umsetzung zukunftsweisender Projekte ein. Es sind gesellschaftspolitische Rahmenbedingungen, die ausschlaggebend für die Konzeption und Planung sind.

*„Gibt es konkrete Beispiele für die Anwendung neuer Konzepte und Parameter, die in ihrer Umsetzung zukunftsweisend für die Entwicklung regenerativer Wohnstrukturen in dichten urbanen Umgebungen sind?“*

Wie gezeigt werden konnte, gibt es historische Beispiele für eine Auseinandersetzung mit anpassungsfähigen Wohnstrukturen. So geht die sogenannte Palastbauordnung von einem zentralen Erschließungsraum aus. Alle Räume sind miteinander verbunden, so dass jedes Zimmer immer zwei, manches Mal drei Zugänge hat. Dadurch sind unterschiedliche Kombinationen und Nutzungen möglich. Auch die Raumhöhe und -größe sind für eine flexible anpassbare Nutzung von Bedeutung.

Weitere regionale und internationale Beispiele aus der Gegenwart zeigen, dass rekonfigurierbare und schaltbare Räume (zu einem großen Raum können kleinere Funktionsräume dazugeschaltet werden) entwickelt wurden und werden. Als Beispiel dafür wurden die von SPLITTERWERK entwickelten, rekonfigurierbaren, schaltbaren Räume angeführt (vgl. Hamburger Wohnung, Lichtraumwohnung und Grazer Wohnung). Das Forschungsprojekt „Wohnbau Sandgasse“ von Architekt Prof. Hans Jörg Tschom

setzt ebenfalls vielmehr auf flexible Wohnstrukturen mit mehreren Zonen, die durch den Bewohner flexibel genutzt werden können, als auf fixe Grundrisse.

Auch das Wohnmodell Quinta Monroy, die Siedlung für einkommensschwache BewohnerInnen von Iquique in Chile von Alejandro Aravena, Elemental et al. ist in diesem Zusammenhang noch einmal anzuführen. Eine bauliche Grundstruktur mit 30 m<sup>2</sup> Grundfläche mit allen wichtigen Installationen und noch einmal so viel Fläche für die Aneignung und den Selbstausbau durch die BewohnerInnen wird zur Verfügung gestellt.

Es konnte gezeigt werden, dass die Beteiligung sozialer Gruppen in Bauprojekten bzw. Baugruppen eine wesentliche Basis für die Entwicklung eines langfristig tragfähigen sozialen Gefüges sind.

Diese so wichtige Einbeziehung beginnt bereits bei der Bedarfsanalyse und ist kein neues Anliegen, wie am Beispiel der Grazer Schule erläutert wurde. Doch zu der damaligen Zeit fehlte es an geeigneten Methoden für die interdisziplinäre Arbeit und die Einbeziehung der BewohnerInnen. Auch mit dem Einsatz neuer Methoden werden derartige Projekte von der Planung bis zur Umsetzung immer mehr Zeit in Anspruch nehmen. Die Ergebnisse sind jedenfalls andere und bilden langfristig die Basis einer regenerativen Stadt.

Als konkrete erfolgreiche Beispiele wurden „Das Wohnprojekt“ von einszueins Architekten in Wien, das Projekt „Die Sargfabrik“ sowie Quinta Monroy, Elemental Iquique, von den Architekten Elemental vorgestellt: Die Baugruppen bzw. vorhandenen soziale Gruppen haben durch ihre Aktivitäten das Umfeld vorbereitet.

Durch das Einplanen bedarfsorientierter Gemeinschaftseinrichtungen, die Funktionen erfüllen, die über den Standard Wohnbau hinausgehen, wird die Entwicklung eines gesunden sozialen Umfelds möglich. Konkret sind dies in den vorliegenden Beispielen Werkstätten, Seminarräume, Räume für Kulturproduktionen, gemeinsam betriebene Restaurants und Cafes, öffentlich zugängliche Bäder und Saunen. Im Falle der Sargfabrik funktioniert das schon seit 21 Jahren und man hat den Eindruck, dass die soziale Nachhaltigkeit sogar noch zunimmt und sich dieses Wohnprojekt mehr und mehr als soziokultureller Raum etabliert.

In derartig geschaffenen Strukturen, deren Nutzung interdisziplinär und gemeinsam mit den BewohnerInnen erfolgt, entsteht soziale Nachhaltigkeit, die über den eigentlichen Wohnbau und seine Gemeinschaftsflächen hinausreicht und öffentliche Räume integriert. Das ist ein wesentlicher Aspekt der regenerativen Stadt und ein wesentliches Erfolgsprinzip. Hier unterstützt Architektur aktive BewohnerInnen, die miteinander interagieren, Sinn und Sicherheit geben. Entscheidend sind Gemeinschaftsflächen,

bedarfsorientierte öffentliche Räume, die gemeinsam betrieben werden und sich weiterentwickeln können.

Wesentlich für den Erfolg sind die richtigen Instrumente, gemeinsame Entscheidungen treffen zu können, die ebenfalls bereits in der Planungsphase mitgedacht werden müssen. Es wurde das soziokratische Modell beschrieben, das im „Wohnprojekt Wien“ von „einszueins architektur“ auf Rat der Kommunikationsexperten „raum und kommunikation“ von Beginn an eingesetzt wurde, um Wege der Entscheidungsfindung so zu gestalten, dass nicht nur in der Planungs- und Bauphase eine gute Zusammenarbeit möglich ist, sondern auch im „Miteinander Wohnen“ die gute Gesprächskultur in eine gute Nachbarschaft, in ein soziales Gefüge, an das auch andere andocken können, übergeführt wird.

Als Beispiel wurde das „Forschungslabor Seestadt Aspern“ herangezogen. Man gewinnt den Eindruck, dass bei diesem neuen Stadtquartier auf Kosten vieler anderer wichtiger Faktoren, wie Baukunst, soziale Nachhaltigkeit, Flexibilität in den Wohnstrukturen und Vielschichtigkeit der Fokus stark auf Energieeffizienz liegt. Energieeffizienz ist jedoch nur ein Faktor unter vielen in einem komplexen, ganzheitlichen System.

Ein weiteres Beispiel ist das Stadtquartier Reininghaus, das nicht von der Stadt selbst und mit interdisziplinäre Vorgangsweise entwickelt wurde, sondern geteilt in viel zu große Quartiere in die Hand privater InvestorInnen gelegt wurde. Die Entwicklung der einzelnen Quartiere erfolgte klassisch mittels Wettbewerbe und Masterplan, nicht vernetzt, wodurch großes Potential nicht genutzt wird.

*Welche Designparameter müssen bei der Entwicklung, Planung und Umsetzung einer Wohnstruktur berücksichtigt werden, damit sie, implementiert in dichten städtischen Umgebungen, einen Beitrag zu deren Regeneration leisten können?*

Differenziert wurde in der Untersuchung eine einseitige Fokussierung auf einzelne Parameter der Nachhaltigkeit, wie z.B. die Energieeffizienz von Gebäuden vor einer ganzheitlichen Betrachtungsweise.

So konnte gezeigt werden, dass das „Passivhaus“ zu einer starken Trennung von Innen und Außen durch einen absolut dichte Gebäudehülle führt. Der Wohnende wird dazu angehalten, die Fenster geschlossen zu halten. Daher setzt diese Arbeit auf die Aktivierung der Gebäudehülle, um solare Energie zu gewinnen.

Eine einseitige Betrachtungsweise z.B. aus der Perspektive der Energieeffizienz des Hauses führt dazu, dass andere wichtige Aspekte wie Baumaterialien, Raumklima oder Gestaltungsmöglichkeiten der BewohnerInnen außer Acht gelassen werden.

Die Fokussierung auf nachwachsende Rohstoffe bei der Wahl der Materialien (z.B. Lehm, Holz) kann ein wichtiger Aspekt des Wohnbaus sein, wird jedoch der Komplexität des System „Stadt“ nicht gerecht und kann nur Einzelbeiträge leisten, die in eine ganzheitlichen Betrachtung des Zusammenspiels von BewohnerInnen und Umfeld eingefügt werden müssen.

Generell wurde als Anregung das Prinzip der „intelligenten Verschwendung“<sup>233</sup> von Braungart Michael und McDonough William in die Diskussion eingebracht. Die Bedeutung des intelligenten Designs und die Rolle des/der DesignerIn wird betont: Im Wohnbau ist dies der Architekt/die Architektin, die kluge Häuser entwerfen müssen, umweltschonende Energieformen und Materialien wählen sollten, die wiederverwertet werden können und in ihren Lebenszyklen ein „Upcycling“ erfahren, also nicht an Wert verlieren, sondern gewinnen.

Regenerativen Wohnbau zu gestalten bedeutet nicht, den Fortschritt zu negieren und nur noch mit Holz und Lehm zu bauen. Unser Ziel sollte ein „ökologischer Fortschritt [...] im Sinne der „intelligenten Verschwendung“ sein. „Urban Mining“ als Prinzip wurde dargelegt, d.h. der Einsatz von Materialien, die sowohl im Zuge der Herstellung einen geringen Einsatz von Ressourcen benötigen als auch im Rückbau entweder wiederverwendbar sind oder ohne Schaden für die Umwelt in den Kreislauf wiedereingebracht werden können. Das Katalogisieren der verwendeten Materialien ist ein Thema, weil sie später gut rückgebaut und wiederverwendbar sind. Die Stadt als das größte Ressourcenlager zu begreifen ist ein Weg, unsere Primärressourcen zu schonen. Regenerative Wohnmodelle müssen geschlossene Kreisläufe in Bezug auf Wasser, Nahrung, Energie und Material aufweisen.

Der neue Fortschritt ist kluges Design durch den Einsatz ökologisch wertvoller Produkte und Bauelemente, die einen langen Lebenszyklus haben, also nach ihrer Erstverwendung weiteren Verwendungen zugeführt werden können, ohne ihren Wert zu verlieren. Die gesamte Gebäudeperformance muss im Gleichgewicht sein.

---

<sup>233</sup> Braungart/McDonough 2013

Dieses Umdenken im Entwicklungsprozess betrifft sowohl ökologische als auch soziale Nachhaltigkeit, die ausgehend von Wohnungen und Wohnstrukturen hergeleitet wurde:

- Durch das Implementieren vertikaler Begrünungen und durch Baumaterialien, die Schadstoffe neutralisieren, kann ein gutes Mikroklima geschaffen werden (Luftqualität, Photosynthese, Feinstaub, Feuchtigkeit etc.). Es entstehen auch in dichten städtischen Gefügen angenehme Wohnumgebungen.
- Solare Energie und umweltschonende Energieformen sind einzuplanen. „Vertical Farming“ und „Urban Gardening“ sind wichtige Elemente, um auch bei hoher sozialer Dichte Zufriedenheit zu erzielen.
- Das biologische Paradigma bringt neue architektonische Ausdrucksweisen mit sich – ein neuer Baustil kristallisiert sich heraus.
- Architektonische Planung ist dabei umfassend und bezieht nicht nur Fragen der ökologischen Nachhaltigkeit mit ein, sondern ist auch für das Gelingen eines guten sozialen Klimas und die langfristige Passform der Gebäude für die sich verändernden Bedürfnisse der BewohnerInnen mitverantwortlich.

## 8.2 Strategien und Designprinzipien

Von den biologischen Prinzipien ausgehend wurden unterschiedliche, bereits vorhandene Zertifikate und neue Anreizsysteme analysiert. Herbert Girardet formulierte die Voraussetzungen für eine regenerative Stadt – „Regenerative Produktion, Konsumation, Transportation und Konstruktion“ – deren Bedeutung wie folgt erläutert werden kann: Regenerative Produktion bezieht sich auf die eingesetzten Materialien. Bereits bei der Produktion wird auf den kontrollierten Einsatz von Ressourcen geachtet, es werden bevorzugt wiederverwendbaren Materialien und Bauelemente mit einem geringen Anteil an grauer Energie eingesetzt.

Regenerative Konsumation wird unterstützt durch eine geeignete Infrastruktur wie Bauernmärkte bzw. Kooperationen, Urban Gardening, kleinere, lokale Läden, Werkstätten und Handwerk.

Regenerative Transportation beginnt mit einer guten Anbindung an den öffentlichen Verkehr, Car-Sharing-Konzepten – und der Möglichkeit, Individualautoverkehr auf ein Minimum zu beschränken – wozu wiederum die regenerative Konsumation beiträgt.

Eine gute Voraussetzung für eine positive Bilanz auch unter der Betrachtung der grauen

Energie ist der Umbau bereits existierender Bauten von Dachausbau, Verdichtung nach innen etc., bevor Neubauten errichtet werden bzw. das gezielte Einsetzen von ökologischen Materialien im Zuge der Errichtung von Neubauten im Sinne der Urban Mining-Strategie.

Die Rolle der Politik wird auch hier wiederum evident, um primäre Stoffe in einem Zyklus zu halten und Verbundsysteme als Materialien auszuschließen oder deren Versorgung so zu verteuern, dass ihr Einsatz unattraktiv wird und ökologische Systeme und Materialien wettbewerbsfähig werden.

Prinzipien und Strategien für die Entwicklung und Umsetzung von regenerativem Wohnbau

1) Siedlungspolitische Strategien:

- a) Zurverfügungstellung von günstigen, öffentlich gut angebundenen Grundstücken;
- b) Unterstützung und vorbereitende Strukturen für alternative Betreibergruppen und für Projekte mit dem Ziel der „sozialen Nachhaltigkeit“;
- c) Forcierung der Zusammenarbeit von Bauträgern und Baugruppen bei Wettbewerben;
- d) Förderung einer interdisziplinären Vorgangsweise bei der Entwicklung von Wohnquartieren;
- e) Förderung von Gemeinschaftsflächen bzw. Mischnutzungen innerhalb von Wohnbauten;
- f) Förderung von Wohngruppen und deren Vernetzung im Entwicklungsprozess von Wohnbauten, so dass sich andere soziale Gruppen leicht an diese anschließen können;
- g) Verstärkte Aufmerksamkeit auf die Gestaltung des öffentlichen Raumes;
- h) Schaffen von sozial nachhaltigen Begegnungsräumen;

2) Finanzierungsstrategien:

- a) Schaffung finanzieller Anreize für neue Prozesse um übliche Pfade zu verlassen;
- b) Förderung umfassender Qualität in der Entwicklung und Umsetzung von Projekten, um der Gewinnmaximierung als einziges Ziel entgegenzuwirken;
- c) Bereitstellung von Finanzierungen für Baugruppen bzw. für inter- und transdisziplinäre Projektentwicklung durch Banken;
- d) Impulsförderungen für Projekte mit hohem ökologischem Anspruch;
- e) Verbreitung ökologischer Materialien, z.B. indem ihr Einsatz gefördert wird, da sie derzeit noch – scheinbar – teurer sind. Materialpässe für jedes

Gebäude;

3) Planerische Strategien:

- a) Implementierung des biologischen Paradigmas beim Entwurf;
- b) Nutzbarmachung des Innovationspotentials durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Planung;
- c) Zulassen partizipativer Planungen und ein Ernstnehmen der Partizipation durch den Einsatz neuer Kommunikationsstrukturen, die Entscheidungsfindung ermöglichen;
- d) Einsatz von planerischen Werkzeugen, die für Laien leicht verständlich sind – wie z.B.: Diskussionskultur und mehrfache Kommunikation der Planung mit Beteiligten, Simulationen und niederschwelliger Zugang zum Planungsprozess, Architekturmodellen in großem Maßstab;
- e) Fokussierung auf flexible Systeme, die viele verschiedene Handlungsräume zulassen und auf schaltbare, rekonfigurierbare Räume für sich ändernde Bedürfnisse von BewohnerInnen;
- f) Schaffung eines Umfelds in passenden Größenverhältnissen, das soziale Elemente wie selbstverwaltete Cafés, Kulturräume ermöglicht und damit die Interaktion über die unmittelbare Nachbarschaft hinausgehend fördert.

4) Ökonomisch-ökologische Strategien

- a) Herstellung geschlossener Kreisläufe, wobei die Materialien und Bauteile nicht an Wert verlieren, sondern durch Einsatz von Materialien dazugewinnen, die ohne Schaden für die Umwelt in den Kreislauf wiedereingebracht werden können;
- b) Die Nutzung der Stadt als größtes Ressourcenlager, Anwendung von Urban Mining-Strategien;
- c) Schaffung eines Produktkatalogs von Baustoffen, die leistbar und mit ökologischem Fußabdruck einsetzbar sind, indem die „graue Energie“ von Werkstoffen berechnet und berücksichtigt wird;
- d) Aktivierung von Gebäuden, BewohnerInnen und urbanen Oberflächen zur Verbesserung der Lebensbedingungen in dichten städtischen Umgebungen, Anleitung und Förderungen für regenerative Lebensweisen;

5) Baukünstlerische Strategien

- a) Streben nach neuen architektonischen Ausdrucksweisen durch die baukünstlerisch hochwertige Integration von Bauelementen wie aktiven Fassaden, Dächern und urbanen Elementen zur solaren Energiegewinnung, Feinstaubbindung, Kühlung und Befeuchtung und dadurch Verbesserung des Mikroklimas;
- b) Entwerfen mit dem Bewusstsein für eine selektive Wahl der Materialität, Einsatz ökologischer Materialien, die einen langen Lebenszyklus haben und bei Wiederverwendung eine Wertsteigerung, also ein Upcycling, erfahren können;
- c) Intelligentes Design, komplexe Problemstellungen durch transdisziplinäre Ansätze komplex lösen, Einbettung der Bauaufgabe in einen größeren Zusammenhang;
- d) Urban Gardening, Vertikale Begrünung, Photosynthese – das „Grüne“ als neues Gestaltungselement der Architektur und der urbanen Landschaft als Paradigmen-Wechsel.

# Anhang

## Bibliographie

- Apel, Rita: Das Kindergedicht vom Mikroplastik (2018), online unter:  
<http://ritaapel.de/data/documents/Das-Kindergedicht-vom-Mikroplastik.pdf> [01.01.2019]
- Asset One Immobilienentwicklungs AG (Hg.): Konzeption des Wünschenswerten, Was Städte über die Zukunft wissen sollten, Graz 2006
- Bauer, Michael/Mösle, Peter/Schwarz, Michael: Green Building, Konzepte für nachhaltige Architektur, München 2007
- Banham, Reyner: The Visions of Ron Herron, New Jersey 1994
- Blackwell, Alan/ Wilson, Lee/ Boulton/Charles, Knell: Creating Value Across Boundaries, Technical Report Number 760, University of Cambridge, November 2009
- Blackwell, Alan/ Wilson, Lee/ Boulton/Charles, Knell: Creating value across boundaries, maximising the return from interdisciplinary innovation, NESTA - Making Innovation flourish, Research Report, London 2010
- Blaschitz, Mark/Freismuth, Hannes/Hemrich Edith/Roschitz, Josef: SPLITTERWERK Buildings and Projects, Whoop the dug, Es lebe die Ente !, Wien/New York 2005
- Bogensberger, Markus/ Klengl, Monika/Primas, Heidrun/Redi, Andrea/Rosegger, Rainer/Sammer, Michael/Schrempf, Werner/Wrentschur, Michael: Nutzungskonzept Tennenmälzerei in Graz Reininghaus, StadtDenker\*innen Graz, Verein für nachhaltige Stadtentwicklung und Stadtforschung (2016), online unter: [http://static.kulturserver-graz.at/kultur/pdfs/nutzungskonzept\\_tennenmaelzerei\\_20160414.pdf](http://static.kulturserver-graz.at/kultur/pdfs/nutzungskonzept_tennenmaelzerei_20160414.pdf) [23.11.2019]
- Booth Wayne, C./Colomb, Gregory G./M.Williams, Joseph: The Craft of Research, The University of Chicago Press, Chicago/London <sup>3</sup>2008
- Braungart, Michael/McDonough, William: Intelligente Verschwendung, The Upcycle: Auf dem Weg in eine neue Überflussgesellschaft, München/New York 2013

- Buckminster Fuller, Richard: Operating Model for Spaceship Earth, Baden (Schweiz) 2008
- Buckminster Fuller, Richard/Schlossberg, Edwin/Gildesgame, Daniel (Hg.): World Game Report, New York 1969
- Bundesministerium für Verkehr, Abteilung für Energie und Umwelttechnologien: Innovation und Technologie, Stadt der Zukunft, Intelligente Energielösungen für Gebäude und Städte, (2015), online unter: <http://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/ausschreibungen/stadt-der-zukunft-3-ausschreibung.php> [07.12.2016]
- Bundesministerium für Verkehr, Abteilung für Energie und Umwelttechnologien: Innovation und Technologie, Stadt der Zukunft, Intelligente Energielösungen für Gebäude und Städte, (2016), online unter: <https://www.ffg.at/4-Ausschreibung-stadt-der-zukunft> [07.12.2016]
- Chesi, Gert: Architektur und Mythos, Lehmbauten in Afrika, Innsbruck 1995
- Cody, Brian: Bewertungstool für Bilanzierungen des Energieverbrauches von Gebäuden inklusive Grauer Energie, unpubl., Institut für Bauen und Energie, Technische Universität Graz 2002
- Corbellini, Giovanni: Bioreboot, The Architecture of R&S<sup>(n)</sup>, Milano 2008
- Corijn, Eric: „The City is the World“, unpubl. Vortrag an der TU Graz, im Rahmen von META, eine Veranstaltung des Europaweites Netzwerk Insitu - Schrempf, Werner/Brus, Diana, Graz 2016
- Deutsche Enzyklopädie 2009, <https://www.enzyklo.de/Begriff/Biologie>
- Dreibholz, Wolfdieter: Soll und Haben – Haben und Soll, in: ZV, Landesverband Steiermark (Hg.): Wohnbau in der Steiermark 1980-1986, Bauten und Projekte, Graz 1986
- Eco, Umberto: Wie man eine wissenschaftliche Abschlussarbeit schreibt, Milano/Bompiano <sup>13</sup>2010
- Energieinstitut Vorarlberg/Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie: klimaaktiv Bauen und Sanieren. Kriterienkatalog Wohngebäude Neubau, Version 5.0 (2012), online unter: <https://www.klimaaktiv.at/> [23.11.2019]
- Pfau, Adolf/Pfau Gilbert: Das Symposium von Delos, in: Bauen + Wohnen = Construction + habitation= Building + home : internationale Zeitschrift, 17 (1963), ETH-E-periodica Online unter: <http://doi.org/10.5169/seals-331745> [07.09.2019]

European Union, Regional and Urban Development: Mapping Smart Cities in the European Union, (2019) online unter: [https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en](https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en) [07.06.2019]

Fields, Marcus: Future Systems, Wien/NewYork 1999

Fitz, Angelika: Elemental Iquique in: Elser, Oliver/ Rieper, Michael (Hg.): Wohnmodelle Experiment und Alltag, Ausst.-Kat., Wien (Wiener Künstlerhaus) 2008, 106-111

Fitz, Angelika: Elemental Iquique Quinta Monroy, Iquique, Chile 2004, (2008), <http://www.wohnmodelle.at/index.php?id=43,0,0,1,0,0> [08.05.2017]

Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung: Beurteilungsblatt. 4-Säulen-Modell, Stand März 2015, (2015), online unter: <http://www.wohnfonds.wien.at/> [08.05.2017]

Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung, Wiener Wohnbaupreis, (2015), online unter: [http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Publikationen/Wohnbaupreis2015\\_broschuere\\_low\\_.pdf](http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Publikationen/Wohnbaupreis2015_broschuere_low_.pdf), [08.05.2017]

Förster, Wolfgang, in: Elser, Oliver/ Rieper, Michael (Hg.): Wohnmodelle Experiment Alltag, Ausst.-Kat., Wien (Wiener Künstlerhaus) 2008, 7

Fücks, Ralph: der Moloch Stadt erfindet sich neu, in: Urban Futures 2050, Szenarien und Lösungen für das Jahrhundert der Städte, Schriftenreihe Ökologie 18 (2011), 16-21, online unter: [https://www.boell.de/sites/default/files/Endf\\_Urban\\_Futures\\_2050.pdf](https://www.boell.de/sites/default/files/Endf_Urban_Futures_2050.pdf) [23.11.2019]

Girardet, Herbert: Creating a Sustainable Adelaide (2003), online unter: [https://dunstan.org.au/wp-content/uploads/2018/12/TIR\\_Reports\\_2003\\_Girardet.pdf](https://dunstan.org.au/wp-content/uploads/2018/12/TIR_Reports_2003_Girardet.pdf) [23.11.2019]

Girardet, Herbert: Creating Regenerative Cities, New York 2015

Glettler, Hermann (Hg.): Andrä Kunst, Weitra 2013

Grabner, Johannes/Redi, Andrea/Strempfl-Ledl, Gertraud: zur potenziellen Solaranwendungen in der Altstadt, eine Entwicklungskooperation der ASVK und des Umwelttechnik-Clusters Steiermark, un.publ. Graz 2015

Graf, Anton: Wohnen und Arbeiten unter einem Dach, Beispiele für Büro, Praxis, Atelier und Werkstatt im Einfamilienhaus, München 2000

Gruber, Emil 2013, Responsive Open Space, [www.grazarchitektur.com](http://www.grazarchitektur.com) [29.02.2020]

- Grüntuch-Ernst, Almut: Hortitecture, The Power of Architecture and Plants, Berlin 2018
- Guggenheim, Davis: Al Gore, „An Inconvenient Truth“, Dokumentarfilm, Paramount Classice and Participant Production, Musik Brook, Michael, Salt Lake City 2006
- Häußermann, Hartmut in: Döllmann, Peter/Temel, Robert: Lebenslandschaften, Zukünftiges Wohnen im Schnittpunkt zwischen privat und öffentlich, Frankfurt/New York 2002
- Häußermann, Hartmut/Siebel, Walter: Soziale Integration und ethnische Schichtung. Zusammenhänge zwischen räumlicher und sozialer Integration, Gutachten im Auftrag der unabhängigen Kommission ‚Zuwanderung‘, Berlin-Oldenburg 2001, online unter: [www.schader-stiftung.de](http://www.schader-stiftung.de) [10.6.2016]
- Hauzenberger, Christoph: Fokus Abbruch & Recycling, Österreichische Bauzeitung 14 (2014), 22–25
- Hegger, Manfred/Fuchs, Matthias/Stark, Thomas/Zeumer, Martin: Energie Atlas, Nachhaltige Architektur, München 2007
- Hensel, Michael/ Menges, Achim/ Weinstock, Michael: Emergence: Morphogenetic Design Strategies, AD Architectural Design 74, 3 (2004)
- Hierzegger, Heiner/Peyker, Herfried/Steinegger, Wolfgang/Szyszkowitz, Michael/Wiesenhofer, Friedrich/Zernig, Manfred: Wohnbau in der Steiermark 1986–92, Wien 1993
- Hötzl, Manuela (Hg.): 100 Green Spaces, Wien 2019
- Hüther, Gerald: Kommunale Intelligenz, Potentialentfaltung in Städten und Gemeinden, Hamburg 2013
- Jodidio, Philip: Green Architecture Now, Grüne Architektur heute! L'architecture VERTE d'aujourd'hui, Bonn 2009
- Jovanovic, Branimir: Tesla: Spirit, Vision and Achievement, Belgrad 2001
- Katschnig-Fasch, Elisabeth: Wohnen im Spätmodernen Begehren, in: Tschom, Hansjörg/ Angeringer, Ute/ Kindermann, Jörg/ Winter, Wolfgang: wohnbau haltbar bis, housing best before, Graz 2002, 28–31
- Kranner, Brigitte Urban: Mining in der Bauwirtschaft, online unter: [www.urbanmining.at](http://www.urbanmining.at) [26.06.2018]

- Kraus, Florian/Scharf, Bernhard/Schnepf Doris: GREENPASS, online unter:  
<https://www.green4cities.com> [10. 10. 2019]
- Krygile, Eddy/ Bradley, Nies: Green BIM Successful Sustainable Design with Building Information Modelling, New Jersey 2008
- Kulka, Heinrich: Adolf Loos. Das Werk des Architekten. Wien 1979
- Lally, Sean: Introduction. Twelve Easy Pieces for the Piano, in: Lally, Sean: Energies, New Material Boundaries, AD Architectural Design, 79, 3 (2009), 6–11
- Laufs, Paul: Politische Ziele, Entwicklungen und rechtliche Aspekte der Abfallwirtschaft, in: Karnert, Martin (Hg): Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Wiesbaden <sup>5</sup>2018, 1–46
- Lane, David/Down Martin: The art of managing for the future: leadership of turbulence, Management Decision 48, 4 (2010), 512-527 online unter:  
<https://doi.org/10.1108/00251741011041328> [04.09.2019]
- Leeb, Franziska/Schrattenecker, Inge/Trebut, Franziska: Klimaaktiv, Ministerium für eine lebenswerte Umwelt, Staatspreis 2017 für Architektur und Nachhaltigkeit, Wien 2017
- Hong, Lu/ Page, Scott E: Groups of diverse problem solvers can outperform groups of high-ability problem solvers, Proceedings of the National Academy of Sciences, 101, 46 (2004): 16385–16389
- Luafi, Kamel: Green Island in the City, Berlin 2014,
- Meisel, Ari: LEED Materials, A Resource Guide to Green Building, New York 2010
- Meyers, Viktoria: Shape of Sound, Artifice books architecture, London 2014
- Mitscherlich, Alexander: Die Unwirtlichkeit unserer Städte, Anstiftung zum Unfrieden, Frankfurt am Main <sup>11</sup>1972
- Mohsen, Mostafavi/Gareth, Doherty: Ecological Urbanism, Harvard University Graduate School of Design, Karlsruhe 2010/2011
- Müller-Jung, Joachim: Der fließende Raum von Mies van der Rohe, in: Frankfurter Allgemeine, 14.03.2015
- Müller, Ullrich: Raum, Bewegung und Zeit im Werk von Walter Gropius und Ludwig Mies van der Rohe, Berlin 2004

- o.A.: ARPANET, Advanced Research Projects Agency Network in: Wikipedia, online unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Arpanet> [30.08.2019]
- o.A.: Grazer Altstadterhaltungsgesetz 2008, online unter: [www.ris.bka.gv.at](http://www.ris.bka.gv.at) [23.11.2019]
- o.A.: Ökosystem in: Wikipedia, online unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ökosystem> [13.09.2018]
- o.A.: Nachhaltigkeit in: Duden-Deutsches Universalwörterbuch, Mannheim <sup>4</sup>2001
- o.A.: Seestadt Aspern, Ingenuity for life (2019), online unter: <https://new.siemens.com/at/de/unternehmen/themenfelder/ingenuity-for-life/aspern.html> [08.06.2019]
- o.A.: Seestadt Aspern, (2019), online unter: <http://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/von-big-data-zu-smart-data-aspern-stadtentwicklungsprojekt.html> [19.11.2019]
- o.A. : Regeneration-based Checklist for Carbon Neutral, Zero Net Energy Design and Construction, SBSE, Quebec 2009, (2009) <https://www.sbse.org/sites/sbse/files/resources/QuebecCity3.pdf> [19.11.2019]
- O'Regan, Brian/Grätzel, Michael: A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO<sub>2</sub> films, In: Nature. 353, 6346 (1991), 737–740, online unter: doi:10.1038/353737a0 [23.11.2019]
- Öser, Christian: Wien erneut lebenswerteste Stadt der Welt, (2019), online unter: <https://wien.orf.at/stories/3011356/> [04.09.2019]
- Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie (2019), online unter: <https://www.ibo.at/gebaeudebewertung> [23.11.2019]
- Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 2: Brandschutz OIB-330.2-011/15, März 2015
- Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, OIB-330.4-020/14. März 2015
- Elser, Oliver/ Rieper, Michael: Wohnmodelle, Experiment und Alltag, Wien 2008
- Flachbart, Georg: Golem Reloaded – For More Capitalism and Less Architecture in Oosterhuis, Kas/Freireiss, Lukas (Hg.): GameSet and Match II, On Cumputer Games, Advanced Geometries, and Digital Technologies, Rotterdam 2006, 588–597

- Oebbeke, Alfons 2012, BIQ Algenhaus: Energiegewinnung der Zukunft per Biorektorfassade, <https://www.baulinks.de/webplugin/2012/2187.php4> [23.11.2019]
- O'Rourke, Michael/Crowley, Stephen/Eigenbrode, Sanford D./Wulfhorst J.D.: Enhancing Communication & Collaboration in Interdisciplinary Research, London 2013
- Okabe, Atsuyuki Boots, Barry/Sugihara, Kokichi/ Nok Chiu, Sun (Hg.): Spatial Tessallations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams, Chisester/New York/Weinheim/Brisbane/Singapore/Toronto 2000
- Page, Scott: The Difference: How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies, New York 2007
- Pauli, Martin: Architektur und Photosynthese, Detail (2014) 9, online unter: <http://www.detail.de/architektur/news/architektur-und-photosynthese-die-bioreaktive-fassade-023670.html> [19.09.2014]
- Pawlyn, Michael: Biomimicry in Architecture, London 2011
- Perez de Arce, Rodrigo/de Ferrari, Felipe: Das Rohe und das Gekochte: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft in Quinta Monroy, Iquique, Chile in: Elser, Oliver/ Rieper, Michael (Hg.): Wohnmodelle Experiment und Alltag, Ausst.-Kat., Wien (Wiener Künstlerhaus) 2008, 112–129
- Pernthaler, Markus: Messequartier (2011), online unter: [http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/bestpractice/odm\\_2012-09.html](http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/bestpractice/odm_2012-09.html) [25.03.2013]
- Pöchhacker, Charlotte/Kada Alexander/Emmigholz, Heinz: Sense of Architecture, Architektur aus der Steiermark in mehreren Formaten, Beitrag der Steiermark zur 11. Architekturbiennale Venedig 2008.
- Pollak, Sabine: Schwimmende Städte, fliegende Häuser....Zur Utopie der Stadt, Linz 2014
- Rat der europäischen Union: Entschließung zur architektonischen Qualität der städtischen Umwelt, Dokument Nr. 13982/00, (2001), online unter: <https://www.consilium.europa.eu/> [23.11.2019]
- Redi, Andrea: Zur Problematik von Solarkollektoren an historischen Dächern in: Szyszkowitz, Michael (Hg.): Grazer Altstadt Dach-Ausbau, Graz 2015, 68–73
- Redi, Andrea, 2018, [air-creation.at/ausgangssituation](http://air-creation.at/ausgangssituation) [23.11.2018]

- Redi, Andrea/Ferk, Heinz: 3D-printed Active Urban Surface, Additive Manufacturing and 3D Print of the Building Skin, unpubl. Paper für die 13th Conference on Advanced Building Skin (die Konferenz ist online unter: <https://www.buildup.eu/en/events/13th-conference-advanced-building-skins> [23.11.2019]) vorgetragen am 01. Oktober 2018, Bern 2018
- Redi, Andrea/Gojic, Danjela/Brigitte Spurej, plug&green, unpubl. Poster, auf der EUGIC 2017, Budapest 2017, Online unter, <https://isocarp.org/events/eugic-2017-budapest-2nd-european-urban-green-infrastructure-conference/> [23.11.2019]
- Redi, Andrea/Gojic, Danijela/Spureij, Brigitte, 2018, [air-creation.at/forschungsprojekt](http://air-creation.at/forschungsprojekt) [23.11.2019]
- Redi, Andrea/Redi, Ivan: ORTLOS architecture of the networks, Ostfildern – Ruit 2005
- Redi, Andrea/Redi Ivan: A.N.D.I. – A New Digital Instrument for networked creative collaboration in architecture and art, in: Kaga, Atsuko/Naka, Ryusuke (Hg.) Proceedings of CAADRIA,06, 11th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia, Kumamoto 2006, 101–110
- Redi, Andrea/ Redi, Ivan: F.U.T.U.R. in Graz, in: Pretenthaler, Franz (Hg.): PreisträgerInnen des Pepmac Awards 2012, Ideenwettbewerb zur Feinstaubreduktion, Graz 2013, 59-65
- Redi, Andrea/ Redi, Ivan: F.U.T.U.R. in Graz, in: Pretenthaler, Franz (Hg.): PreisträgerInnen des Pepmac Awards 2012, Ideenwettbewerb zur Feinstaubreduktion, Graz 2013, 59-65
- Redi, Andrea/Redi, Ivan: Smart City Graz Wagner-Biro-Baufelder Mitte und Nord – ein Prototyp, (2014) <https://ortlos.com/projects/smart-city/> [23.10.2019]
- Redi, Andrea/Redi, Ivan: Holistic Approach toward Regenerative Architecture, in: Messinas, Elias/Price, Dan (Hg.): Eco Week, Book #1:50 Voices of Sustainability, 2016, 83-89, online unter: [https://issuu.com/ecoweek/docs/ecoweek\\_the\\_book\\_part\\_1](https://issuu.com/ecoweek/docs/ecoweek_the_book_part_1) [23.11.2019]
- Redi, Ivan: Transdisciplinary Design Collaboration, Enabling Innovation in Architectural Practice through Transdisziplinäre Collaboration over the Internet, Dissertation an der TU Graz, Graz 2015.
- Roberts, Peter/Sykes, Hugh/Granger, Rachel (Hg): Urban Regeneration, A Handbook, London<sup>2</sup>2017
- Rödig Ulrike: *Smart City-Europäische Städte smart in die Zukunft? Untersuchung des Smart City Konzepts am Beispiel Innsbruck*. Masterarbeit, Leopold Franzens Universität Innsbruck, 2015

- Rüther, Christian: Soziokratie, Ein Organisationsmodell. Grundlagen, Methoden und Praxis, Master-Thesis, 2010
- Sargfabrik – Verein für integrative Lebensgestaltung: Sfabrikg, online unter: <https://www.sargfabrik.at/Home/Die-Sargfabrik/Verein> [31.06.2018]
- Sassen, Saskia: Ich will eine rote Linie durch die Stadt ziehen, Der Standard, 27.09.2014, online unter: <http://derstandard.at/2000006105936/Ich-will-eine-rote-Linie-durch-die-Stadt-ziehen> [23.11.2019]
- Schäfer Matthias, Wörterbücher der Biologie, Ökologie, Jena <sup>3</sup>2002
- Schmidt-Colinet, Lisa: Die Herausforderung des Bewohnens in: in: Elser, Oliver/ Rieper, Michael (Hg.): Wohnmodelle Experiment und Alltag, Ausst.-Kat., Wien (Wiener Künstlerhaus) 2008, 48-51
- Schmidt-Colinet, Lisa: Die Herausforderung des Bewohnens Mulhouse, September 2008, (2008), <http://www.wohnmodelle.at/index.php?id=41,0,0,1,0,0> [23.11.2010]
- Schröttner, Andrea: Niedrig Energie Stadtteil, Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz, Graz 1995
- Schröttner, Andrea/Dockner, Doris: flats99 eat.travel.stay.work.shop, in: Tschom, HansJörg/Angeringer, Ute/Kindermann, Jörg/Winter, Wolfgang (Hg.): wohnbau haltbar bis, housing best before, Graz 2002, 62–65
- Schröttner, Andrea/Redi, Ivan/Frühwirth, Martin: ORTLOS A.N.D.I, in: Damrau, Karin/Pasing, Anton Markus (Hg.): Unschaerferelationen Experiment Raum. Uncertainty Principles Spatial Experiments, Wiesbaden 2002, 113–114
- Smart City Wien Agentur: TINA Vienna, (2019), online unter: [https://smartcity.wien.gv.at/site/files/2017/01/Smart-City-Wien\\_deutsch.pdf](https://smartcity.wien.gv.at/site/files/2017/01/Smart-City-Wien_deutsch.pdf) [11.08.2019]
- Stadt Graz: Bericht an den Gemeinderat. Smart City Graz, am 14. Dez. 2017, Graz 2017, online unter: [https://www.graz.at/cms/dokumente/10306489\\_7768145/1bd4ee2a/38.PDF](https://www.graz.at/cms/dokumente/10306489_7768145/1bd4ee2a/38.PDF) [23.11.2019]
- Smuts, Christiaan: Die holistische Welt, Berlin 1938
- Spiegel Erika: Neue Haushaltstypen. Entstehungsbedingungen, Lebenssituation, Wohn- und Standortverhältnisse, Frankfurt/M., New York 1986

- Stadtbaudirektion Graz: Waagner-Biro Baufelder Mitte und Nord, Auslobung des von der Stadt Graz, EU weit offener Wettbewerbs (2014), online unter: <https://www.energy-innovation-austria.at/article/smart-future-graz/> [07.06.2019]
- Surowiecki, James: The Wisdom of the Crowd, New York, 2004
- Tschom, Hansjörg: Dezentralisierung im Gesundheitswesen, Dissertation an der Technischen Hochschule in Graz, Graz 1973
- Tschom, Hansjörg: „Wohnen und Gesundheit“, Habilitationsschrift an der Technischen Universität Graz, Graz 1980
- Tschom, Hansjörg: „TSCHOM“, Graz 2005
- Turabian, Kate L.: A Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations: Chicago Style for Students and Researchers, Chicago/London 2007
- Tillman Lyle, John: Regenerative Design for Sustainable Development, New Jersey 1994
- Umweltbundesamt 2018, [www.umweltbundesamt.at/pm10/](http://www.umweltbundesamt.at/pm10/)
- United Nations, Statistics Division: Millennium Development Goals Database, the official United Nation site for the MGD indicators (2015), online unter: <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/> [05.08.2016]
- Van Uffelen, Chris: Ecological Architecture, Salenstein 2009
- Vagt, Christine: Fiktion und Simulation, Buckminster Fullers World Game, unveröffentlichter Vortrag im Rahmen der Ringvorlesung der Doctoral School der TU Graz 2014
- Washburn, Doug/Sindhu, Usman: Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives (2009), online unter: <http://c3328005.r5.cf0.rackcdn.com/73efa931-0fac-4e28-ae77-8e58ebf74aa6.pdf> [11.08.2019]
- Weinstock Michael: The Architecture of EMERGENCE, the evolution of form in nature and civilisation New Jersey 2010
- Wiener Wohnbauforschung: Entwurfs- und Planungsparameter für kostengünstigen Wohnbau in Wien, Studie im Rahmen der Wiener Wohnbauforschung, ArchiMediaZT 2012

Wohlleben, Peter: Das Geheime Leben der Bäume, Was sie fühlen, wie sie kommunizieren – die Entdeckung einer verborgenen Welt, München 2015

Wohngruppe Wien, Verein für „nachhaltiges Leben, 2012. einzueins Architekten, 2012, online unter: <https://www.einszueins.at/project/wohnprojekt-wien/> 04.09.2019.

Wolfrum, Sophie/Nerdinger, Winfried/Schaubeck, Susanne: Multiple City: Stadtkonzepte, 1908/2008. München. 2008

Sorkin, Michael: Sidewalks of New York, in: Woods, Lebbeus: [lebbeuswoods.com](http://lebbeuswoods.com) (2011), online unter: <https://lebbeuswoods.wordpress.com/2011/12/25/michael-sorkin-sidewalks-of-new-york/>, [25.12.2019]

Wurm, Markus: Der Beitrag des öffentlichen Raums zum Integrationsprozess von Zugewanderten am Beispiel von drei Wiener Stadtviertel, Diss. TU Graz 2012

Weissenböck, Stefan/Catherina, Stuzk: Die Seestadt Aspern. 1220 Wien-Aspern, 2013, in: zement + beton 3, 14 (2014), 20-23

Wright, Frank Lloyd: An Autobiography, New York 1943

## Abbildungsverzeichnis:

Abb.1: Michael Sorkin, Amsterdam Avenue, Sidewalks Manifesto, Sidewalks of New York, Harlem, 2011, <https://lebbeuswoods.wordpress.com/2011/12/25/michael-sorkin-sidewalks-of-new-york/>, 12.09.2019, 14

Abb.2: Michael Sorkin: Amsterdam Avenue, 2011

Abb.3: Gesamtemissionen Graz 2001: Verkehr 2003; Industrie/Gewerbe und Hausbrand 2001, Heiden u.a. 2008, 29

Abb.4: Der vernetzte „Tänzer Mensch“ von Oskar Schlemmer | Connected Intelligents“

Abb. 5: Ralph Stacey, Complexity Modell, defining the leadership approach, Lane/Down 2010, The art of managing for the future: leadership of turbulence [https://www.researchgate.net/publication/260187766\\_The\\_art\\_of\\_managing\\_for\\_the\\_future\\_Leadership\\_of\\_turbulence](https://www.researchgate.net/publication/260187766_The_art_of_managing_for_the_future_Leadership_of_turbulence), 04.09.2019, 522

Abb.6: Responsive Open Space, ORTLOS, St.Andrä Platz, Graz 2013

Abb.7: The ecology of interdisciplinary innovation

Abb.8: Sargfabrik, Goldschlagstrasse 159, Wohnprojekt in 1140 Wien, BKK2 Architekten, 1996

Abb.9: Soziokratisches Modell, Wohnprojekt Wien, einzueins Architekten: <http://www.einszueins.at/project/wohnprojekt-wien>, 02.05.2018,

Abb.10: Wohnprojekt Wien, einzueins Architekten in Kooperation mit dem „Verein für nachhaltiges Leben“

Abb.11: Wald, Nationalpark, Trossarchs, Schottland, August 2017, Foto Andrea Redi

Abb.12: Reed, Bill, 2006 Integrative Design Collaborative, Inc.,.Regenesis, Inc., and IDP, Inc.

Abb. 13: Fassadenstudie, Betonstruktur, plug&green, AIR, Architecture initiates Regeneration, Kooperation GSarchitects | Andrea Redi, Graz 2018

- Abb 14: Fassadenelement, plug & green, rendering, September 2018, ein Projekt von AIR, Architecture Initiates Regeneration, eine Kooperation von GSarchitects | Andrea Redi mit dem Bauphysiklabor der TU Graz, gefördert von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG), 2017/18
- Abb. 15: plug&green, 3D-Printed Prototyp, AiR, Architecture initiates Regeneration, GSarchitects | Andrea Redi im Rahmen von: „3D Druck mit Beton“, Kooperation: Ofroom, BAUMINATOR, incremental 3D, Universität Innsbruck, 30.09.–08.10.2017
- Abb. 16: Hochdruck-Vernebelungsanlage, Heinz Ferk, Labor für Bauphysik, Technische Universität Graz, ferk@tugraz.at, www.tugraz.at/arbeitsgruppen/lfb/labor-fuer-bauphysik-tu-graz
- Abb. 17: Geeignete Pflanzenarten, für das Fassadenmodul „plug&green, DI Scharf, Universität für Bodenkultur, Wien 2018
- Abb. 18: „Die Rosen von Wildon, Untere Marktwiese“ 165 WE und Gewerbe in Wildon, Projektentwicklung AIR, Architecture initiates Regeneration, Kooperation von GSarchitects und Andrea Redi, Mai 2019
- Abb.19: BIQ, Splitterwerk/Arup/Bollinger und Grohmann, Bioreaktorfassade – „Smart Material House“ in Willemsburg 2013
- Abb. 20: Smart Ornament, l'mlostinparis, Bioreboot, The Architecture of R&Sie(n), Ansichten, Innenraum, phials for hydroponic garden, S185-201
- Abb. 21: Abbildung des Prototyps, SKIN® energyroof- moduls, produziert von FIBA - steirisches Forschungszentrum für integrales Bauwesen, Andritzer Reichsstrasse 160, Foto: Andrea Redi
- Abb.22: Energieperformance Aktiv Haus N., Simulationen von Sebastian Sautter, advanced energy consulting, 2015
- Abb.23: Aktiv Haus N. Energiekonzept, Redi, Andrea/Redi, Ivan, ORTLOS 2016
- Abb.24: Aktiv Haus N. skulpturaler Stiegenkörper, Redi, Andrea/Redi, Ivan – ORTLOS 2016, Foto Paul Ott
- Abb.25: Aktiv Haus N. Seitenansicht, Redi, Andrea/Redi, Ivan, ORTLOS 2016, Foto: Paul Ott
- Abb.26: Aktiv Haus N., Innenraum mit bauteilaktiviertem skulpturalem Stiegenkörper, Redi, Andrea/Redi, Ivan, ORTLOS 2016, Foto: Paul Ott

Abb.27: Quinta Monroy, Elemental Iquique von den Architekten Elemental –Aravena, Alejandro/  
Montero, Alfonso/ Cortese, Tomás/ de la Cerda, Emilio, 2004

Abb.28: Moulhouse, Lacaton & Vassal, September 2008, Elser, Oliver/ Rieper, Michael:  
Wohnmodelle, Experiment und Alltag 2008, 46.

Abb.29: Gründerzeitgrundriss, in einem 1905 nach Entwurf von Gustav Gutmann errichteten  
mächtigen Wohnhausblock mit reich gegliederten Jugendstil-Fassadierungen in der  
Schumanngasse 27, 8010 Graz.

Abb.30: SPLITTERWERK, The black Treefrog, Wohnbau Waltersdorf, Modellwohnung,  
Multiinzidente Hülle, Grazer Wohnung, 2004

Abb.31: SPLITTERWERK, „Smart Treefrog“, Wettbewerbsbeitrag, Modell Hamburger Wohnung,  
Lichtraum-Wohnung, Grazer Wohnung

Abb.32: Fun Palace, Cedric Price 1961–1964, Fun palace, Bildquelle:  
<http://restance.files.wordpress.com/2012/04/02.jpg> am 26.06.2014

Abb.33: Wohnbaupilotprojekt, Sandgasse „Future Housing“ Graz, Professor Hansjörg Tschom,  
Grundrissmodule

Abb.34: Wohnbaupilotprojekt, Sandgasse „Future Housing“ Graz, Professor Hansjörg Tschom, Zone  
zwei: vorgeschaltete Freiraumzone, Kommunikationszone, Schwellenbereiche, Vorgarten

Abb.35: Bosco Verticale, Stefano Boeri, Mailand, 2014,  
Foto:<https://www.thelocal.it/userdata/images/article/34481771172a0d1b54818a51862468afbcabdd87a42254eb241921d74617e485.jpg>, 11.08.2019

Abb.36: Bosco Verticale, Systemschnitt, Stefano Boeri, Mailand, 2014,  
<https://www.competitionline.com/de/projekte/47204>

Abb. 37: Mögliche Freiflächen im Bezirk Jakomini in Graz, ORTLOS & formingrün 2011,  
<http://www.pepmac.at/de/news/> 02.10.2019

Abb. 38: Fassadensystem F.U.T.U.R. in Graz, ORTLOS & formingrün 2012

Abb.39: Messequartier Graz, Arch. Pernthaler 2011

Abb. 40: Regeneration-based Checklist for Carbon Neutral, Zero Net Energy Design and  
Construction, SBSE, Quebec 2009

Abb.41: ReGen Villages, James Ehrlich und Architekturbüro Effekt, Vision für ein regeneratives Dorf in Almere, Niederland

Abb.42: Tabelle Herstellungsenergie-Bewertungstool, Institut für Bauen und Energie, Technische Universität Graz, Prof. Brian Cody

Abb.43: Tabelle OI 3\_Index: Grundlage für die ökologische Optimierung von Gebäuden, österreichweit anerkannt.

Abb.44: Climate-Sensitive Solutions, Stadtteilsimulation, GREENPASS GmbH, green 4 cities, Kraus/Scharf/Schnepf, Wien

Abb.45: Darstellung der Bewertungseigenschaften von Städten, für das interaktive Ranking-Tool der TU-Delft, der Universität Laibach und der TU Wien (eigene Darstellung nach Giffinger 2007 a)

Abb.46: Masterplan für die Seestadt Aspern Wien, Johannes Tovatt, Weissenböck/Stuzka, 2013, 20-23.

Abb.47: Seestadt Aspern, Wien, <https://www.aspern-seestadt.at/> 23.7.2018

Abb.48: Seestadt Aspern, Google Maps 23.07.2017 12:08, Wien, Stadtentwicklungsprojekt 2011-2028

Abb.49: Rahmenplan Graz-Reininghaus, Schlussbericht Kurzfassung, 2011  
[https://www.graz.at/cms/dokumente/10136566\\_8119891/4ab9da2e/Schlussbericht%20kurz\\_EU-LOGO\\_Text.pdf](https://www.graz.at/cms/dokumente/10136566_8119891/4ab9da2e/Schlussbericht%20kurz_EU-LOGO_Text.pdf), 11.08.2019

Abb.50: Wettbewerbsbeitrag erster Preis, Graz Reininghaus, Q1 und Q4a, Architekturbüro Thomas Pucher, 2015

Abb.51: Testplanung, Arch. Markus Pernthaler: Smart City Projekt Graz Süd, Mitte und Nord, Stand Juli 2014

Abb.52: Windsimulation, Diagramm der Parameter Wind/Lärm/Sonne.234 Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, Sept. 2014

Abb.53: Rendering, ORTLOS 2014, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord

Abb.54: Freiraumkonzept, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, Skizze Koala  
Landschaftsplanung, Sept. 2014

Abb.55: Energiekonzept, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord, Sept. 2014,  
Sebastian Sautter und Daniel Podmirseg, Institut für Architektur und Energie, Technische  
Universität Graz

Abb.56: Rendering Perspektive, ORTLOS, Smart City Graz – Waagner-Biro-Baufeld Mitte und Nord,  
2014